

Per molti di voi, il nome Sunfire è sinonimo di subwoofer – e per buone ragioni. I progetti innovativi di Bob Carver all'inizio degli anni '90 hanno creato quella categoria di subwoofer di piccole dimensioni e potenza elevata che conoscete (e probabilmente amate). Questi concetti oggi sono diventati comuni, ma dieci anni fa la storia era molto differente. Prima di allora, la "conoscenza" convenzionale ci diceva che, per avere dei veri bassi ad alto impatto, era necessario un cabinet di grandi dimensioni. Ci volle una azienda innovativa per pensare qualcosa di diverso dallo "scatolone" e un ribelle del settore che si facesse paladino di questa nuova tecnologia. Quel ribelle fu Bob Carver. Quell'azienda è la Sunfire.

TUTTO SULL'ARIA – UNO SGUARDO IN GENERALE

Sembra semplice: per avere molti bassi, dovete spostare molta aria. La misura del movimento dell'aria è chiamata "spostamento", che viene tipicamente misurato in pollici cubi. Se vogliamo scuotere le pareti e far tintinnare le travi in una stanza di ascolto di dimensioni normali, la prima regola ci dice che ci servono 135 pollici cubi di spostamento d'aria. È una questione di potenza bruta, e l'aria spostata da un woofer è pari all'area della superficie del suo cono, πr^2 , moltiplicato per il movimento avanti e indietro (pensate a un cilindro d'aria) per esempio, un woofer da 15" di altissima qualità può muoversi avanti e indietro di circa ½" (la sua "escursione") con uno spostamento di circa 66 pollici cubi d'aria. È molto, ma come abbiamo detto prima, non è ancora sufficiente per scuotere le pareti e far vibrare le travi.

Secondo i laboratori Dolby, per il Dolby Digital lo spostamento d'aria richiesto è almeno di 265 pollici cubi di movimento d'aria. Usando il nostro esempio precedente con un woofer da 15" con un'escursione di ½", per raggiungere 265 pollici cubi di spostamento servono *quattro* altoparlanti da 15"! Questo potrebbe non essere un problema per una sala cinematografica commerciale, ma non serve dire che i primi subwoofer per l'home theater sono molto distanti da queste prestazioni.

PERCHÉ C'È UNA "CAR" IN "CARVER"

È qui che spunta il pensiero innovativo. Bob Carver guardò i vari problemi più ovvii (chi vuole un subwoofer grande come un frigorifero?) e pensò alle automobili "hot rod" che erano famose quando cresceva. Qualsiasi appassionato di automobili ha sentito parlare dell'"alesaggio e della corsa" di un motore, che corrisponde allo spostamento del motore (suona familiare?). Non casualmente, queste sono misure chiave utilizzate per determinare la potenza di uscita di un motore.

Bob prese questa conoscenza e la adattò per creare la bobina per il suo progetto di subwoofer. Per poter ottenere un grosso spostamento d'aria serviva un woofer con una corsa molto lunga (escursione), ma a differenza dell'analogia dell'automobile sopra, un alesaggio grande non era la risposta. Al fine di aumentare il numero di avvolgimenti della bobina del woofer, ha usato invece un piccolo alesaggio – ne parleremo meglio più avanti. *Piccolo alesaggio, corsa molto lunga.* Il diametro effettivo di questo nuovo altoparlante da 10" era circa di 8.0", con un'escursione senza precedenti di due pollici e mezzo!

$$\pi(4,0)^2 (\text{area del pistone}) \times 2,5'' (\text{escursione del woofer}) \times 2 (\text{due altoparlanti nella cassa}) = 251 \text{ pollici cubi}$$

251 pollici cubi di spostamento d'aria equivalgono a circa tre o quattro (a seconda della loro escursione) altoparlanti "classici" da 15" che funzionano in un cabinet grande come un piccolo frigorifero. In pratica, è qualcosa meno, poiché il limitatore di escursione è impostato per evitare il bottoming, e lo spostamento massimo possibile avviene una mezza ottava sopra alla frequenza d'accordo di 18 Hz.

CIMITERI ED EFFICIENZA

Un woofer con un movimento di due pollici e mezzo richiedeva una tecnologia completamente nuova. I primi test di laboratorio produssero un vero cimitero di pezzi di woofer – sospensioni saltate, coperchi anti polvere, sospensioni e coni distorti – tutti vittime di questo nuovo modo di pensare. Alla fine, dopo molte ricerche, prove ed errori, fu creato il progetto di un nuovo ed originale altoparlante: il bordo, gli adesivi, la sospensione, la struttura magnetica e persino la bobina erano nuovi per il settore e unici di questo progetto.

Spostare un grande volume è solo metà della battaglia: *l'efficienza* è un'altra variabile critica nella progettazione di subwoofer e amplificatori. La ragione è che l'efficienza di un woofer è proporzionale al volume della cassa in cui è montato. Per esempio, diciamo di avere diversi woofer montati in una cassa da 10 piedi cubi che funziona bene con un amplificatore da 200 watt. Se dovessimo ridurre quella cassa da 10 piedi cubi a 1 piede cubo, per ottenere le stesse prestazioni i requisiti di potenza crescerebbero di un fattore 10 – cioè ci servirebbe un amplificatore da 2000 watt! Il Sunfire True Subwoofer originale era un cubo da 11" , e un cubo da 11" fatto di legno con uno spessore di ¾" ha un volume interno di mezzo piede cubo. Quando alla cassa vengono aggiunti gli altoparlanti e gli amplificatori necessari, il volume totale si riduce a solo 0,4 piedi cubi!

Sapendo questo, Bob si rese conto che gli serviva amplificatore molto potente ed efficiente per raggiungere il suo obiettivo. Per combinazione, diversi anni prima, aveva perfezionato il suo innovativo amplificatore Tracking Downconverter (TDC) specificatamente progettato per essere estremamente potente, ma molto efficiente, che si rivelò la soluzione ideale! Alla fine, fu progettato e prodotto un amplificatore dal 2700 watt per il True Subwoofer. L'efficienza del TDC significava molta potenza, ma in un design compatto, perché come abbiamo visto lo spazio era pochissimo!¹

Come abbiamo visto, vi sono due parti principali in questo sistema di subwoofer:

- 1) Un design del woofer innovativo in grado di produrre un'escursione di due pollici e mezzo – cinque volte lo spostamento lineare di un altoparlante convenzionale da 15".

¹ Per maggiori informazioni sulla tecnologia del Tracking Downconverter (TDC), fate riferimento al libro bianco sull'amplificatore Sunfire. Questo spiega come viene ottenuta tanta potenza in un volume così piccolo e con così poco riscaldamento. Senza questo amplificatore speciale, il True Subwoofer non sarebbe stato possibile.

- 2) Una cassa piccola, che significa molta potenza. Ricordate che l'efficienza del sistema dipende solo dal volume della cassa, se tutti gli altri fattori restano uguali.
Non dipende dalla dimensione dell'altoparlante.

Per darvi un'idea migliore delle forze che lavorano all'interno di questo cabinet piccolo e discreto, esaminiamo quanto avviene al suo interno. I woofer sono bipoli (entrambi gli altoparlanti si muovono simultaneamente verso l'esterno ed entrambi gli altoparlanti si muovono simultaneamente verso l'interno). Sono montati sui lati opposti di una singola cassa da 11" così che l'onda di pressione sia positiva quando entrambi si muovono verso l'esterno e negativa quando entrambi si muovono verso l'interno. Il magnete gigante che pilota questo sistema può produrre una forza di 150 libbre! Ciò significa che se mettete il woofer sul pavimento e pesate 150 libbre o meno, e vi mettete in piedi sull'altoparlante e lo pilotate con un segnale, potete venir spinti in alto e in basso di due pollici mezzo. All'uscita massima, la velocità dell'aria nel foro di sfogo della pressione dell'altoparlante supera mach 1.2. Questa è una velocità maggiore di quella del suono, e, avete indovinato, genera un piccolo boom supersonico. Furono necessarie speciali misure per eliminare questo "baby boom."

Perciò potreste domandarvi: *"Come posso avere tutta questa potenza e uscita senza bruciare tutto. Com'è possibile che non si fonda?"* Nell'home theater, gli effetti speciali con basse frequenze sono molto intensi, ma vengono e spariscono rapidamente (come tuoni, esplosioni, o la cassa di un video musicale). Tutti questi eventi producono una tremenda energia alle basse frequenze, ma non durano mai tanto. Anche se l'amplificatore emette una partenza enorme, non si scalda mai perché non deve mantenerla. La potenza media è di norma sotto i 200 - 300 watt. Il settore professionale produce di norma bobine che possono gestire 600 watt continui – ben di più di quanto serve normalmente in un'applicazione casalinga.

Nello stesso modo, può sembrare che 2.700 watt siano una potenza distruttiva in una cassa così piccola, perciò deve esserci un'altra ragione se non brucia tutto. Vi sono diversi importanti fattori che rendono possibile tutto ciò, che verranno presto spiegati.

LA LEGGE DI HOFFMAN

*La legge di Hoffman spiega la relazione tra l'efficienza del diffusore, la dimensione della sua cassa e il suo taglio alle basse frequenze.*² Impone le costrizioni più frustranti ed esasperanti ai progettisti di diffusori, che assicurano che woofer potenti richiedono casse giganti. In breve, ci dice ciò che gli economisti sanno già: TANSTAF – "there ain't no such thing as a free lunch" (i pasti gratuiti non esistono). Non possiamo conservare la nostra torta e anche mangiarla: non possiamo avere grandi bassi da una cassa piccola.

Per esempio, un progettista di diffusori può scegliere liberamente e arbitrariamente due delle tre variabili, ma alla fine incappa nella terza.

² Sviluppata all'inizio degli anni '60 da Anthony Hoffman, questa formula matematica fu poi adattata da A.N. Thiele e Richard H. Small per creare i parametri di Thiel-Small, oggi ampiamente usati nell'industria dei diffusori.

TRUE SUBWOOFER WHITEPAPER

Secondo questa legge, se scegliamo: + Maggiore risposta in frequenza sui bassi
+ Maggiore efficienza
... allora avremo: – Cassa di grandi dimensioni

O potremmo scegliere: + Dimensioni ridotte della cassa
+ Maggiore efficienza
... allora avremo: – Scarsa risposta in frequenza sui bassi

O potremmo scegliere: + Maggiore risposta in frequenza sui bassi
+ Dimensioni ridotte della cassa
... allora avremo: – Bassa efficienza

In breve, la legge di Hoffman ci dice che non è possibile sceglierle tutte e tre contemporaneamente. Però, con i nuovi approcci al design e le tecnologie sviluppate per il Sunfire True Subwoofer, le possiamo scegliere tutte e tre: piccole dimensioni, molti bassi profondi E alta efficienza. Alla fine, la legge di Hoffman sbaglia (in realtà non sbaglia, ma deve essere letta in modo diverso dall'interpretazione classica).

ESPERIMENTO IPOTETICO N° 1 – SUBWOOFER SUPERCONDUTTORI

Un woofer viene "pilotato" da un motore elettrico che consiste di un magnete e una bobina. Immaginiamo per un minuto che la bobina possa essere costruita con un cavo super conduttore che abbia una resistenza pari zero. Poiché sappiamo che la maggior parte della potenza in ingresso viene perso nella bobina sotto forma di calore (*joule*), una bobina di questo tipo non genererebbe calore perché, in questo caso, il calore è uguale alla corrente al quadrato per la resistenza: $J=i^2R$. Perciò, se la resistenza è zero, il calore è zero. Se il calore è zero, ciò significa che al posto dell'uno, due o tre per cento della potenza in ingresso che diventa utile, l'altoparlante diviene all'improvviso enormemente efficiente. Una bobina super conduttrice non è chiaramente pratica, ma questo esperimento ipotetico ci insegna che è possibile (almeno in teoria) che le leggi fondamentali dell'universo non ci impediscano di creare un woofer molto piccolo ed efficiente.

"CONDIZIONE DI STALLO" & FORZA ELETTROMOTRICE POSTERIORE

I motori elettrici possono essere meravigliosamente efficienti, ben oltre l'80%; però, i motori elettrici sono anche terribilmente inefficienti quando funzionano vicino alla loro "condizione di stallo". *La condizione di stallo è caratterizzata da pochissima potenza in uscita e molta corrente che attraversa le bobine del motore rendendolo bollente.* Per una varietà di ragioni tecniche, la maggior parte dei woofer disponibili sul mercato funzionano estremamente vicini alla loro condizione di stallo (non i Sunfire, naturalmente). Di conseguenza, l'efficienza di conversione della maggior parte degli altoparlanti ad alta fedeltà supera raramente una bassa percentuale – non si avvicina nemmeno all'80%.

Ora che abbiamo gettato le basi, possiamo esaminare la spiegazione concettuale che dà a questo woofer un'efficienza molto maggiore di quella normalmente posseduta da un woofer di queste dimensioni. Il segreto per rendere efficiente il True Subwoofer nonostante le sue piccole dimensioni e l'uscita elevata è far funzionare il suo motore elettrico – la bobina mobile e il magnete – molto lontano dalla condizione di stallo. Come è dimostrato, quando un motore funziona, vi è una tensione generata all'interno del motore in virtù del suo stesso movimento – grazie, Madre Natura! Questa tensione viene chiamata forza elettromotrice posteriore, o “back emf.” Se il motore gira veloce (cioè lontano dalla condizione di stallo), la forza elettromotrice posteriore è grande, cioè il funzionamento è molto efficiente e viene mantenuta una bassa temperatura.

TRENI, MONTAGNE E MAGNETI

Diamo un'occhiata a un esempio al di fuori del nostro settore. Le locomotive elettriche diesel hanno una velocità di funzionamento minima al di sotto della quale il motore si avvicina troppo alla condizione di stallo e brucia. Per i treni passeggeri è di circa 12 mph, per i treni merci circa 9 mph. Immaginate che il treno merci stia salendo una montagna, trascinando una fila di container dietro di sé. Se sale la montagna velocemente, il treno esprime molta potenza perché l'energia per salire la montagna viene fornita in un tempo breve. Poiché la potenza è uguale al lavoro per il tempo, uno scienziato direbbe $Power = mgh/t_{short}$, dove m è la massa del treno, g è la gravità, h è l'altezza della montagna, e t_{short} è il tempo breve impiegato per risalire la montagna. La potenza emessa è tanta e i motori elettrici restano freddi. Se il treno sale molto più lentamente non emette molta potenza poiché $Power = mgh/t_{long}$, dove t_{long} è il tempo lungo impiegato per salire la montagna. Quando t è piccolo, la potenza in uscita è alta, quando t è grande, la potenza è bassa. Ciò che è peggio è che i motori si scaldano molto e si surriscaldano. In questo caso i motori stanno funzionando in condizione di stallo.

Ora torniamo al woofer. Poiché questo woofer ha un'alta escursione e molti avvolgimenti nella sua bobina, taglia moltissime linee del flusso magnetico nella struttura magnetica. È la velocità del cambiamento di flusso che genera la back emf. Il grande movimento avanti e indietro di questo woofer va bene per far muovere molta aria, ma va ancora meglio per generare una grande quantità di back emf. Se la bobina non si muovesse molto, non genererebbe grandi quantità di back emf. Senza una grande quantità di back emf, troppa corrente fluirebbe attraverso gli avvolgimenti e il woofer si surriscalderebbe. Per avere una grande quantità di back emf, è necessario un grande movimento della bobina.

Un altro requisito per ottenere grandi quantità di emf è un flusso magnetico molto elevato. Per averlo ci vuole un magnete enorme. Il magnete nel True Subwoofer pesa 225 onces e paragonato alle circa 20-28 onces di un woofer “convenzionale” – questo è quasi un ordine di grandezza più grande! Un problema potenziale di questa corsa più lunga del woofer è quello che deriva dalla grande back emf (che viene creata dalla grande escursione che taglia molte linee di forza), se il woofer venisse pilotato da un amplificatore ordinario, la maggior parte della forza motrice andrebbe persa e il woofer avrebbe un'uscita molto bassa. Poiché la back emf è così grande, la

forza elettromotrice applicata al woofer deve essere ancora maggiore della back emf per poterla vincere.

Queste conclusioni si esplicano nella seguente relazione:

$$\text{Efficienza} \approx B \text{ (intensità del campo magnetico)} \times l \text{ (lunghezza di cavo che attraversa il campo)}$$

Questa conclusione critica significa che l'efficienza del woofer è proporzionale a Bl della struttura motrice (magnete più bobina). Questo fu il momento magico in cui tutti i pianeti erano allineati e vi fu la pace nel mondo – beh, la pace nel laboratorio almeno.

Avere un alto Bl richiede un amplificatore incredibilmente potente, per vincere la sua naturale “spinta indietro”; un amplificatore in grado di fornire oltre 100 volt RMS. Poiché la resistenza CC della bobina è di 3,3 ohm (4 ohm nominali), 100 volt RMS su 4 ohm sono ben oltre i 2.000 watt. Il woofer non si brucia perché quando si muove la back emf impedisce il flusso della dannosa corrente della condizione di stallo che avverrebbe normalmente se fosse solamente un carico resistivo. Solo una piccola frazione di quella corrente fluisce nella bobina, ma poiché il magnete è così grande, e poiché la forza motrice è uguale alla forza del campo magnetico moltiplicata per la corrente, la forza sulla bobina per pilotare il woofer e muovere l'aria è immensa, anche se non sta fluendo molta corrente. Un modo alternativo per ottenere forza motrice sul cono del woofer è aumentare la corrente, che è il modo normale per farlo, ma che fa surriscaldare la bobina a causa della corrente elevata. O possiamo usare un magnete molto grande come sottolineato sopra. Il problema è che se usiamo un grande magnete, la back emf fa sì che esauriamo i volt, e perciò abbiamo bisogno di un amplificatore davvero speciale per sopperire alla mancanza di volt. Fortunatamente per Sunfire, l'amplificatore Tracking Downconverter è perfettamente adatto allo scopo.

Ciò detto, la potenza in ingresso effettiva nel woofer non è di 2.700 watt, anche se l'amplificatore è in grado di fornire 2.700 watt su un carico di 4 ohm. Quando sta funzionando realmente sull'altoparlante, la potenza reale è molto molto inferiore. E la legge di Hoffman improvvisamente cade. Per dirla in numeri, anche se questo woofer ha un decimo del volume della cassa di un woofer normale, quando viene pilotato alla massima uscita e allo stesso livello di volume e alle stesse basse frequenze di un woofer gigante in una cassa di grandi dimensioni, per tutte le leggi dell'universo e tutte le regole che sono state insegnate ai progettisti e ingegneri di woofer, la potenza in ingresso deve essere almeno 10 volte maggiore della potenza in ingresso al woofer di grandi dimensioni. Ma non in questo caso. La potenza è maggiore, ma solo leggermente maggiore.

ESPERIMENTO IPOTETICO N° 2 – IL WOOFER CON MAGNETE VARIABILE.

Supponiamo di voler costruire un woofer, e di avere un ampli da 200 watt con cui farlo funzionare; un ampli che può fornire solo 28 volt RMS al nostro altoparlante da 4 ohm. Ora immaginiamo di montare il nostro altoparlante in una cassa. Immaginiamo anche che il nostro altoparlante sia dotato di un “magnete variabile”, così da avere una manopola all'esterno della cassa che possiamo ruotare per cambiare la forza del magnete. La manopola è calibrata in modo continuo da una forza magnetica nulla ad una forza magnetica super. Poi pilotiamo il sistema con un po' di bassi. Naturalmente, con la manopola a zero non vi è alcuna uscita dal woofer. Iniziamo

a ruotare la manopola e i bassi si alzano. Alzando ulteriormente la manopola, i bassi divengono sempre più intensi. Però, alzando la manopola oltre una certa intensità del campo magnetico, l'uscita del woofer inizia a ridursi. Il punto dell'uscita massima definisce la dimensione ottimale del magnete del nostro woofer. Vedi la Figura 1.

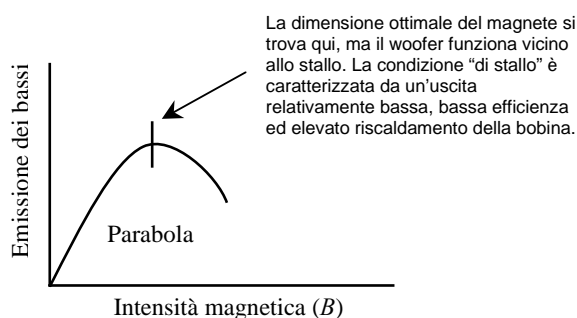


Figura 1

Sappiamo che aumentando il nostro magnete da zero, il prodotto della corrente (i) e intensità del campo magnetico (B) produce una forza sulla bobina. Aumentando B , aumenta la forza e aumentano i bassi. Però, non appena il woofer inizia a muoversi, produce una back emf che inizia a ridurre la corrente attraverso la sua bobina. Quando il magnete diventa ancora più grande, la corrente diviene ancora più piccola, sino a quando la forza magnetica crescente non riesce più a supplire alla perdita di corrente dovuta alla back emf crescente.

Usando l'esempio descritto all'inizio di questa sezione, se la back emf è di 13 volt, abbiamo solo $(28-13) = 15$ volt per far funzionare il woofer. Se vogliamo avere un'emissione più potente dei bassi, ci serve un amplificatore più grande, in grado di fornire più volt per superare la back emf. Se possedessimo un amplificatore in grado di fornire una tensione di uscita virtualmente illimitata, diciamo in grado di fornire facilmente 104 volt rms su 4 ohm, allora potremo aumentare la forza magnetica e non preoccuparci della back emf crescente, poiché sapremmo di avere una potenza quasi illimitata per superarla. Vedi la Figura 2.

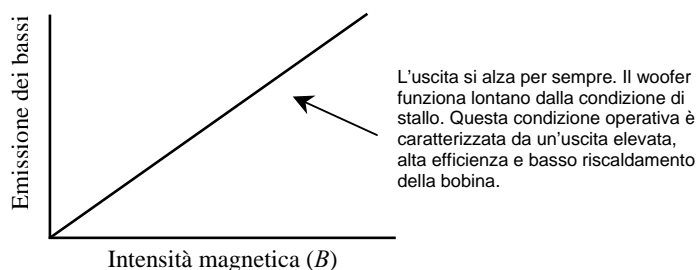


Figura 2

SONO I RISULTATI CHE CONTANO

Perciò questo è il segreto per cui questo woofer può essere così piccolo, emettere così tanti bassi senza bruciarsi, e anche non consumare tonnellate di corrente. Di fatto, nonostante tutti i bassi che può emettere, usa solamente un fusibile ritardato da sei ampere.

Le seguenti sono le domande poste più frequentemente:

- D) Con questi movimenti enormi e grandi forze inerziali, che cosa impedisce al woofer di saltellare in giro per la stanza quando viene spinto la massima uscita?
- R) I due driver sono quasi-bilanciati e riducono la vibrazione ad una quantità razionale. Infatti, la vibrazione è appena sufficiente a far vibrare il pavimento e fornisce una sensazione tattile alle dita dei piedi, ai piedi o al corpo se state seduti sul pavimento, ma non ha un'intensità tale da far saltellare il woofer per la stanza.

- D) La back emf è buona o cattiva?
- R) È una lama a doppio taglio. Da una parte, è cattiva perché riduce i bassi. Dall'altra è buona perché i bassi ridotti vengono prodotti con un'efficienza più elevata, in attesa di un amplificatore gigante che gli riporti indietro – si faccia avanti il TDC.

- D) Se il woofer usa solamente alcune centinaia di watt, perché l'amplificatore deve avere alcune migliaia di watt?
- R) Un woofer ha un'impedenza che gli ingegneri chiamano "complessa." È costituita da due parti. Una parte reale (resistiva), e una parte immaginaria (reattiva). Considerate questo esempio: supponete che l'amplificatore fornisca 104 volt e 10 ampere di corrente reale e immaginaria all'altoparlante. Dal punto di vista dell'amplificatore, si considera $Power = V i = 10 \times 104 = 1.040W$. L'altoparlante considera $Power = iR = 10^2 \times 3,3 = 330$ watt.

Le correnti immaginarie causano ogni sorta di complicazione ingegneristica. Per esempio, un piccolo segreto delle aziende fornitrici di energia elettrica è che il contatore installato davanti a casa vostra non può rilevare la corrente immaginaria, ma generarla costa all'azienda elettrica denaro e acqua nelle dighe! Nei woofer, un magnete gigante significa correnti reattive giganti, che l'amplificatore deve gestire. Queste correnti impongono forti stress all'amplificatore, uno sforzo simile a quello che si verificherebbe se stesse funzionando a diverse migliaia di watt con un normale altoparlante. Per essere precisi, la questione è più complessa di come l'ho illustrata, ma spero che questo sia sufficiente per darvi un'immagine generale.

UNA NOTA SUL COMPUTER-AIDED DESIGN

Tutti i programmi di CAD per la progettazione dei diffusori in uso al momento di questo scritto utilizzano i parametri di Thiel-Small. A.N. Thiel³ indicò al mondo in una nota a piè di pagina al suo scritto originale che le sue equazioni erano solo approssimazioni e che erano valide solo se le inefficienze fossero state molto basse. Se un moderno progettista di diffusori si siede al computer e gli chiede di costruire un woofer con una risposta piatta sino a 18 Hz in una cassa di 0,38 ft³ che possa produrre 110 dB di SPL, il computer lo informa gentilmente che serve un amplificatore da oltre 5.000 watt. Come abbiamo visto, non c'è nulla di più lontano dalla realtà!

COME SI MUOVONO GLI ALTOPARLANTI

Entrambi gli altoparlanti nel Sunfire True Subwoofer sono mossi da un motore elettrico e da una struttura magnetica comuni. Un altoparlante viene pilotato da una bobina, l'altro da un peso di 1,7 lb. Entrambi gli altoparlanti si muovono insieme verso l'interno e insieme verso l'esterno. L'altoparlante pilotato dalla bobina viene mosso da una forza, $J = Bli$, dove B è il campo magnetico, l è la lunghezza del cavo della bobina, e i la corrente attraverso la bobina. L'altoparlante pilotato dalla massa viene mosso dalla forza (*massa x accelerazione*) di un peso di 1,7 lb. Le due forze sono esattamente uguali ed opposte. L'altoparlante pilotato dalla massa viene spesso chiamato "passivo" perché non dotato è della bobina. È tutto meno che passivo, e contribuisce ugualmente all'uscita nella banda di funzionamento scelta.

³ A.N. Thiel era un ricercatore universitario australiano. Scrisse un documento circa trent'anni fa che poneva rigorosi calcoli matematici nella progettazione dei subwoofer. Con quell'importante documento, e intuizioni interessanti, insegnò al mondo come progettare i subwoofer (almeno dentro casse giganti).

RIASSUNTO

I subwoofer Sunfire fanno cose apparentemente impossibili: da un piccolo cabinet sono in grado di produrre i bassi di un woofer estremamente grande in una cassa di ampie dimensioni. Ecco come:

1. Altoparlanti Custom A Lunga Escursione

Il suo movimento avanti e indietro (escursione) è circa cinque volte quello di un woofer convenzionale. Poiché per spostarsi avanti indietro di circa 2,5 pollici, può spostare moltissima aria.

2. Elevata Forza Elettromotrice Posteriore

Questa viene generata da magneti appositamente progettati per questo scopo, il cui peso è circa dieci volte maggiore di un altoparlante convenzionale. Questo aumenta la back emf, consentendo all'altoparlante di funzionare lontano dalla condizione di stallo, e di conseguenza con un'efficienza più di dieci volte maggiore di quella di quella che possiederebbe normalmente un woofer di queste dimensioni.

3. Amplificatore Gigante

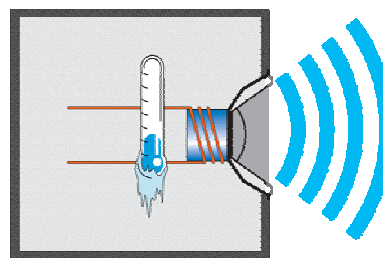
Poiché il woofer si trova in una cassa estremamente piccola, ogniqualvolta si muove avanti e indietro, all'interno della cassa si genera una pressione dell'aria molto elevata. Per vincere la pressione della cassa, è necessario un amplificatore gigante. Gli amplificatori incorporati Tracking Downconverter possono fornire 2.700 watt RMS su un carico di 3,3 ohm.

PERCHÉ ALTRE AZIENDE HANNO FALLITO

Come avete visto, sono state necessarie migliaia di ore di progettazione insieme ad altrettante prove ed errori per creare i Sunfire True Subwoofer. Molti hanno provato a copiare questi progetti, ma la maggior parte sono finiti nello stesso vicolo cieco. Per dare un'occhiata più ravvicinata ai loro processi, consideriamo i seguenti esempi.

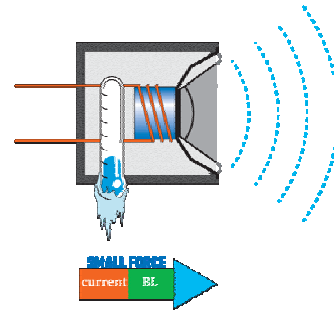
GRANDE CASSA + FORZA RIDOTTA = GRANDI BASSI (METODO CONVENZIONALE)

Diciamocelo, i grandi subwoofer sono semplici. Li avete visti per anni. Vi è molta aria al loro interno, perciò non serve molta forza (amplificazione) per comprimerla. Senza molta forza, non è necessaria molta corrente e di conseguenza la bobina resta fredda. Questo è il subwoofer a bassa back-EMF, bassa corrente, basso *BI* che è in giro da anni.



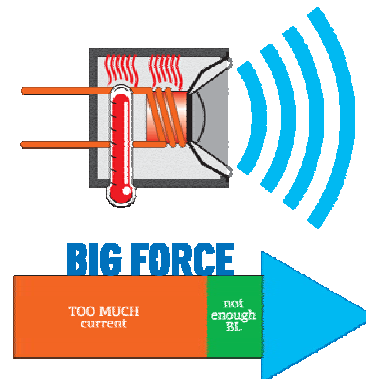
CASSA PICCOLA + FORZA RIDOTTA = BASSI DEBOLI (PROVA N° 1, FALLITA)

Il passo logico successivo per un aspirante copione sarebbe quello di restringere semplicemente la cassa. Se usate la stessa forza della cassa di grandi dimensioni dell'esempio sopra, la bobina resta fredda, ma poiché l'aria è difficile da comprimere, ottenete bassi deboli. Questo è il modello a bassa back-EMF, bassa corrente, basso Bl a basse prestazioni a causa della forza aggiuntiva richiesta.



CASSA PICCOLA + GRANDE FORZA = GRANDI BASSI, MA DISTRUGGE LA BOBINA (PROVA N° 2, FALLITA)

Il passo logico successivo per un aspirante copione sarebbe quello di aggiungere più forza semplicemente incrementando la potenza di uscita dell'amplificatore. Aumentando la corrente e nient'altro, la bobina si surriscalda. Dopo pochi secondi la bobina si brucia.



CASSA PICCOLA + GRANDE FORZA = GRANDI BASSI (LA VIA SUNFIRE)

Per tirar fuori questo coniglio dal cilindro Sunfire, abbiamo bisogno di un Bl molto elevato. Per ottenere un woofer custom a lunga escursione, abbiamo usato una bobina speciale di piccolo calibro, avvolta strettamente (aumento di " l "), e un magnete enorme (" B " elevato). Il risultato è una potenza elevata e una corrente alta, ma non distruttiva, tramite l'amplificatore Tracking Downconverter.

