

# MUSIC SHOP BELLUS

www.bellusmusic.com

## UTILIZZO SUBWOOFER, CROSSOVER E RAPPORTO POTENZA SUB/SATELLITI



I subwoofer sono una parte importante per un efficace sistema di diffusione. Sottofondi leggeri o musica d'accompagnamento possono anche non necessitare di subwoofer; in ogni caso, anche in sistemi per i quali i bassi non sono un fattore preponderante, poter avere delle frequenze basse chiare e pulite può essere la chiave vincente per la soddisfazione del cliente.

### Crossover

I quattro modi per crossoverare un sub sono i seguenti:

- Crossover passivo, normalmente costruito all'interno del sub.
  - Crossover acustico, come un box passabanda filtrato acusticamente in modo da non riprodurre le alte frequenze.
  - Crossover attivo, come un dispositivo elettronico esterno o realizzato da un controller interno al sub.
  - Una combinazione dei precedenti, come l'uso di un box passabanda con un crossover attivo.
- Inoltre, esistono due principali topografie di crossover: crossover con overlap (sovrapposizione), in cui gli speaker principali lavorano in fullrange ed i sub sono solo aggiunti ad essi; e crossover pieno, in cui i subwoofer coprono le frequenze sub mentre i diffusori principali sono filtrati passa-alto per coprire la banda rimanente.

È necessario decidere la topografia del sistema (cioè come crossoverarlo) prima di poter definire la

Music Shop Bellus S.r.l. - Via Feltre, 254/G - 32100 Belluno (BL) Italy  
Tel +39 0437 940432 - Fax +39 0437 942665  
www.bellusmusic.com - [info@bellusmusic.com](mailto:info@bellusmusic.com)

quantità di sub necessaria.

## Crossover con overlap

In un crossovering con sovrapposizione (overlap), gli speaker principali lavorano in fullrange ed i subwoofer semplicemente si sommano sulle basse frequenze. Un crossover con overlap può essere realizzato sia con un crossover passivo sia con uno attivo. Il vantaggio nella sovrapposizione è che talvolta permette di utilizzare un numero inferiore di sub. Il GROSSO lato negativo di questa topografia è che i diffusori principali solitamente non scendono più in basso di 80 Hz, mentre i sub hanno spesso una risposta che spazia fino a 160 o 200 Hz (Si spera che i sub siano perlomeno tagliati passabasso internamente con un crossover passivo o limitati da un progetto interno di tipo passabanda).

Anche se il subwoofer non andasse oltre i 120 Hz, esistono comunque dei problemi.

Il problema è la banda di sovrapposizione. Tra 80 Hz e, diciamo, 160 Hz, entrambi gli speaker principali ed i subwoofer lavorano, mentre al di sotto di questo range ci sono solo i sub e sopra solo i diffusori principali.

Così, si ottiene una maggiore sensibilità nella banda tra le basse e le mediobasse, che viene quindi percepita spesso come impastata.

“Non si fraintenda il loudness con la fedeltà” è un buon motto in questo ambito. Un sistema crossoverato in overlap potrebbe anche sembrare più potente, ma la fedeltà complessiva in realtà decade. Un commento possibile è che i sub sembrano non spingere molto in basso solo perché si stanno enfatizzando le regionimediobasse.

Si può anche aggiungere qualche subwoofer in più, peccato che il tutto suoni ancora e sempre più impastato.

Per compensare questo effetto, è necessario includere un buon equalizzatore per spianare la gobba. Spesso basta un singolo filtro parametrico. È già più difficoltoso con un EQ grafico a 31 bande. Anche un EQ grafico a 15 bande potrebbe tagliare via molte componenti utili oltre a quelle dannose, a meno che la frequenza e la banda d'intervento siano guardacaso proprio quelle giuste da accoppiare precisamente alla gobba.

Certamente, un EQ a 7 bande non è di alcun aiuto con questo tipo di problema.

Mentre un crossover in overlap potrebbe permetterci di usare meno sub, a meno di non utilizzare un EQ davvero buono una taratura in overlap per applicazioni commerciali è comunque da sconsigliare.

Un altro modo per ovviare all'inconveniente è l'utilizzo di un crossover attivo sul subwoofer, così da regolare la frequenza di taglio passabasso del sub per ridurre la gobba sui mediobassi.

Per quanto possa essere d'aiuto, potrebbe comunque essere difficile combinare perfettamente le caratteristiche del passabasso elettronico con il roll-off acustico in frequenza dei diffusori principali. La regolazione della frequenza passabasso rappresenta spesso un grosso miglioramento contro la gobba passiva d'overlap, ma ci si potrebbe comunque ritrovare con altre problematiche al punto di crossover e sotto di esso.

## Crossover passivo

I sistemi passivi usualmente utilizzano crossover già applicati all'interno dei subwoofer. Il suono fullrange amplificato va al subwoofer, il quale invia al driver sub solo le basse frequenze. I diffusori

principali sono collegati all'uscita satellite, che invia loro solo le medie e le alte (i bassi sono rimossi). Questo funziona bene, ma i componenti di crossoverying devono essere sufficientemente larghi (per gestire le basse frequenze), ed assorbono una parte cospicua della potenza.

La curvatura di crossover non è normalmente troppo ripida, circa 12 dB/ottava passabasso per i sub e circa 6 dB/ottava passa-alto per i diffusori satellite.

Pendenze più ripide per il passa-alto sono normalmente da evitare perché possono autorisuonare o generare strane impedenze verso l'amplificatore quando un satellite non è collegato ad esso o se il diffusore va fuori uso.

Comunque, con un crossover passivo del primo ordine (6 dB/ottava) passa-alto per gli speaker satellite, la frequenza di crossover cambia a seconda dell'impedenza globale di carico. Più alta è l'impedenza di carico, più bassa sarà la frequenza di crossover. Un'uscita che lavora propriamente con un carico di 4 ohm – come nella gestione di due speaker ad 8 ohm – potrebbe non andare più bene ed essere troppo bassa in frequenza se si collega un solo diffusore ad 8 ohm, generando ancora una volta una gobba da overlap a causa delle frequenze di crossover non più ottimali.

Note sul bilanciamento in sensitività. Il più grande problema potenziale, nell'uso di un crossover completamente passivo, è che si è necessariamente in balia delle varie e diverse sensitività dei subwoofer rispetto quelle dei satelliti e della necessità di bilanciare propriamente il volume di ciascuno. Il subwoofer può avere una sensitività di 89 dB, mentre i satelliti in fullrange una sensitività di 92 dB. In applicazioni commerciali, normalmente a volumi contenuti, la parte bassa necessita di stare tra 6 dB e 10 dB più alta – non più bassa o a volume uguale – rispetto i satelliti, al fine di un corretto bilanciamento sonoro.

In sistemi a crossover passivo, i sub sono spesso più leggeri dei diffusori principali, e questo è il problema.

risolverlo? Beh... un modo è il nostro amico equalizzatore ad alta risoluzione, che può focalizzare ed enfatizzare l'esatta frequenza dove il volume decade. Un controllo standard sulle basse (tipo shelving) non è di solito una buona soluzione.

Sono infatti poche le probabilità che un controllo standard sulle basse si interfacci perfettamente con l'esatta frequenza d'intervento, la pendenza e la caratteristica dello shelving che sono necessarie in ogni particolare sistema.

È sufficientemente difficile per gli ingegneri progettare un buon crossover passivo quando conoscono l'esatta caratteristica di ogni componente di un singolo cabinet.

In un sistema di diffusione commerciale, si ha anche fare con così tante variabili in gioco – sensitività, caratteristica di roll-off, numero di diffusori, posizionamento, effetti di caricamento al bordo, ecc. – che è certamente difficile ottenere un crossover passivo che lavori davvero bene. Sebbene un buon crossover passivo possa anche suonare bene, è comunque più facile avere a che fare con uno che suoni piuttosto male.

## **Crossover attivo**

Un completo crossover attivo è la maniera più affidabile per ottenere un ottimo suono subwoofer. Ciò significa utilizzare un crossover attivo ed un amplificatore di potenza separato per il/i

subwoofer.

Il subwoofer viene gestito passabasso con una pendenza ripida, normalmente 24 dB/ottava, ed i satelliti sono filtrati passa-alto con la stessa pendenza.

La loro interazione è predicibile. Non vi è virtualmente alcuna sovrapposizione tra i sub ed i diffusori principali. Non nasce la gobba da sovrapposizione normalmente associata al crossover in overlap.

Si ottiene il controllo indipendente sul volume dei bassi così da bilanciare facilmente la resa complessiva rispetto ai satelliti, o ad orecchio o tramite un misuratore SPL.

Se non piace il bilanciamento effettuato, una nuova taratura è facilmente realizzabile.

## **SPL e risposta in frequenza**

Focalizziamo meglio i requisiti in SPL per i subwoofer.

Tipicamente, l'obiettivo è tenere i subwoofer tra 2 e 10 dB circa, al di sopra del livello dei satelliti principali.

La musica di livello basso o medio necessita di sub a livelli più elevati rispetto gli speaker principali, perché a bassi regimi l'orecchio umano ha bisogno di più bassi per la percezione di un suono ben bilanciato. Dato uno stesso tipo di musica, livelli operativi più alti possono rendere un suono migliore e più bilanciato, con un minor incremento relativo dei bassi.

Ci sono poi altri tipi di musica ed applicazioni, come musica dance in negozi d'abbigliamento, che possono richiedere oltre 10 dB d'incremento per i bassi. Impostare un rapporto tra i sub ed i diffusori principali tra +2 e +10 dB, secondo quanto misurato da un misuratore SPL, è normalmente un buon punto di partenza.

Come risposta in frequenza della sezione sub, specialmente in applicazioni commerciali, probabilmente non si vorrà farli lavorare al di sotto di 40 Hz. Sotto questo limite, si otterrà prevalentemente un rimbombo inaccettabile, che può combinarsi negli angoli o nei modi fisici della stanza (in funzione delle sue dimensioni).

Il rimbombo può dare fastidio ai Potrebbero anche non esserne coscienti ma, quando si trovano in prossimità degli angoli della sala, il brontolio sulle basse frequenze potrebbe essere sufficientemente sgradevole.

## **Posizionamento dei subwoofer**

Quindi, quanti se ne devono usare, dove vanno posizionati, come disporli tra loro, e come si correlano ai diffusori principali?

## **Effetti sull'SPL**

Installando un subwoofer nel mezzo della stanza dà luogo alla più bassa uscita possibile da un subwoofer.

Posizionando un subwoofer a soffitto, parete o pavimento aumenta la sua uscita. Piazzandolo entro qualche decina di cm da una giunzione a due bordi (come una giunzione parete/soffitto oppure parete/parete) si aumenta ancora di più l'uscita.

Posizionamenti entro mezzo metro aumentano la sua uscita ancora oltre. In questi casi, c'è sia un aumento della sensibilità (output per watt d'ingresso) sia della capacità massima totale d'SPL. Questo può aiutare per ottenere il massimo possibile nella spinta da un subwoofer.

Comunque, esiste un problema potenziale nel posizionare un subwoofer ad un angolo: si potrebbe avere una copertura nei bassi non uniforme su tutta la sala.

## Ottenere una copertura uniforme

Nella maggioranza delle installazioni, ci sono molti più diffusori satellite che non subwoofer. Poiché quindi i sub sono spesso pochi (a volte solo uno), è possibile ritrovarsi con il problema di ottenere una copertura uniforme su tutta l'area.

Le persone che siedono o stanno in piedi molto vicino al subwoofer vengono sommerse dalle basse mentre le persone più lontane potrebbero non averne abbastanza. Come uniformare il più possibile la copertura delle basse?

Più ci si allontana dal sub più il volume decade, tipicamente di 6 dB ad ogni raddoppio della distanza.

Poi, quando si raggiunge una certa distanza, il livello non scende più con la stessa pendenza. Questo punto è chiamato distanza critica, alla quale il campo riverberante all'interno della sala equivale al suono diretto proveniente dal subwoofer

La distanza critica dipende da quanto è riverberante la stanza. Oltrepassata la distanza critica, anche se il livello del subwoofer non si abbassa così velocemente, la qualità del suono sub potrebbe non essere buona. Ed anche se questo accadesse, talvolta potrebbe essere comunque accettabile in determinate applicazioni di musica commerciale.

Un modo per ottenere la copertura più uniforme possibile è di utilizzarne più di uno. È utopia credere di poter usare sempre un solo subwoofer. In molti casi, è una buona idea quella di aggiungere un secondo sub, o di più.

Anche se non si necessita di subwoofer addizionali per ragioni di volume, si dovrebbe considerarli almeno per ragioni di uniformità nella copertura delle frequenze sub. Se mi trovo a dover necessariamente utilizzare solo un subwoofer, meglio sacrificare l'aumento insensibilità e di piazzarlo in modo da avere l'uniformità in copertura, sempreché gli obiettivi in SPL siano rispettati.

### Posizionamento di due subwoofer

Nei sistemi con due sub, è spesso preferibile piazzarli asimmetricamente nella sala. In altre parole, se un sub sta nel mezzo di una parete, si provi ad evitare di installare il secondo sub nel mezzo della parete opposta.

L'acustica in stanze piccole può infatti causare delle interazioni tra i subwoofer così da generare punti in cui le basse si sommano ed altri nei quali si cancellano e spariscono.

La teoria dei 'modi' della sala è una problematica che richiede una trattazione specifica, ma in questa sede a noi basta comprendere che, mentre non ci è possibile fare granché contro i modi della sala, possiamo comunque minimizzare il loro effetto grazie ad un oculato posizionamento dei sub.

Se si localizzano entrambi i sub in modo simmetrico (su pareti opposte), essi eccitano gli stessi modi della stanza nella stessa maniera, peggiorando e rendendo evidenti tutte le disparità. Se invece si posiziona il secondo sub in una posizione differente, esso tenderà ad eccitare i modi della sala in modo diverso, e questo di solito è meglio.

È poi opportuno sapere che se si posiziona un sub all'angolo, pur eccitando i modi di sala, di solito genera enfattizzazioni modali minori che non se fosse installato a metà parete.

**Rapporto tra subwoofer e speaker principali**

Al subwoofer normalmente si richiede di erogare più potenza che non ai diffusori principali, così è possibile che siano necessari in numero maggiore che non originariamente sperato.

Non si otterranno bassi sufficienti se si usano 20 diffusori in fullrange a piena potenza e solo uno o due subwoofer con la stessa potenza dichiarata da un diffusore principale.

Immaginate un diffusore a tre vie di un impianto stereo casalingo. Esso ha un driver midrange da 4" ed un tweeter. Quale misura ci aspettiamo dal driver dei bassi per compensare i medi e gli alti? Probabilmente state pensando ad un driver da 8", o anche da 10" o 12".

Questo per bilanciare un singolo midrange da 4"! Ora immaginate un sistema audio con venti driver midrange da 4". Saranno necessari quindi molti sub da 8", o una coppia di driver da 12", oltre ad una capacità in potenza estremamente elevata.

Si noti inoltre che la modalità di crossovering pieno necessita di un numero superiore di subwoofer perché essi sono i soli a portare il carico delle basse frequenze; ma, ancora, si otterrà comunque la migliore qualità audio generale.

## Due esempi per chiarire le idee:

Si calcoli che una conformazione standard di partenza per ambienti **interni** è così strutturata:

- 2 casse da almeno 300 Watt ciascuna
- 1 sub da almeno 400 Watt

Si calcoli che una conformazione standard di partenza per ambienti **esterni** è così strutturata:

- 2 casse da almeno 400 Watt ciascuna
- 1 sub da almeno 600 Watt

Da queste strutture di base si può crescere proporzionalmente di potenza oppure aumentare il numero di diffusori cercando di mantenere sempre un rapporto adeguato casse\sub. Come spiegato in precedenza, si ricordi che il sub si assorbe la maggior parte della potenza e che quindi deve disporre di un diffusore di potenza più elevato rispetto alle casse.