

I SISTEMI DI DIFFUSIONE ACUSTICA

1 IL CARICO ACUSTICO

Viene definito carico acustico, il pannello o il box sul quale è montato l'altoparlante. La sua funzione è di separare l'emissione anteriore del diaframma da quella posteriore, ciò per evitare che i due movimenti in opposizione di fase tra loro, si annullino acusticamente.

Esistono diversi sistemi per separare le emissioni di un altoparlante: dai sistemi che schermano semplicemente le due emissioni a quelli più complessi dove una delle due emissioni viene sfruttata per rinforzare l'altra. Di seguito diamo una descrizione generica dei diversi principi di funzionamento.

1.1 IL DIPOLO

Probabilmente è il sistema più semplice. E' costituito infatti da un pannello sul quale è fissato l'altoparlante che irradia su entrambi i lati. Le due emissioni sono separate dal pannello ed entreranno in conflitto solo quando la semilunghezza d'onda della frequenza emessa diventa confrontabile con la dimensione minima del pannello. Al di sotto di tale frequenza si verifica una attenuazione progressiva e smorzata (circa 6 dB/ott.).

E' evidente che più si vuole scendere a frequenze basse, tanto maggiori saranno le dimensioni del pannello. Le dimensioni non contenute di questo sistema costituiscono un ostacolo non indifferente alla sua diffusione.

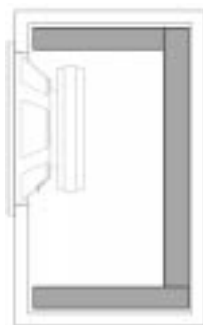
In considerazione delle sue particolari caratteristiche acustiche viene impiegato principalmente nell'alta fedeltà.



1.2 LA SOSPENSIONE PNEUMATICA

Il passo successivo nell'evoluzione dei sistemi per la riproduzione acustica e per certi versi anche il più rivoluzionario, è la sospensione pneumatica. In questo sistema l'altoparlante viene montato in un box completamente chiuso ed impermeabile al passaggio dell'aria. L'emissione posteriore del diaframma comprime l'aria contenuta nel mobile che funziona come una molla e tende a riportare la membrana nella sua posizione di equilibrio. Con questo sistema si raggiungono due notevoli risultati, il primo è che le due emissioni non entreranno in conflitto a nessuna frequenza, quindi l'estensione alle basse frequenze sarà determinata dalle caratteristiche specifiche dell'altoparlante e del box. Il secondo risultato è rappresentato dalla maggiore velocità di risposta ai transienti che rende la riproduzione delle basse frequenze molto simile alla dinamica reale.

La risposta in frequenza tipica di una sospensione pneumatica mostra una salita (roll on) di 12 dB/ottava. Per contro in questo sistema il diaframma è chiamato a compiere escursioni molto significative che mal si conciliano con le elevate potenze impiegate nel settore professionale. La sospensione pneumatica è utilizzata principalmente nell'alta fedeltà. In ambito professionale la sospensione pneumatica può essere impiegata per isolare i mid-range o anche per la realizzazione di diffusori specifici per strumenti musicali.

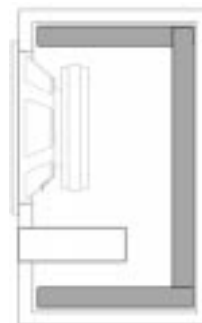


1.3 IL BASS REFLEX

Il bass reflex aggiunge un'altra importante caratteristica ai sistemi in box chiuso. In questa configurazione infatti, l'emissione posteriore del diaframma anziché essere completamente assorbita e trasformata in calore dal materiale fonoassorbente, viene convogliata in un condotto comuni-

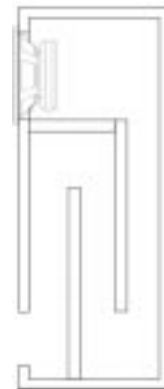
cante con l'esterno. Questo permette di recuperare una parte di energia e di sommarla alla emissione anteriore. La frequenza alla quale si verifica la somma delle emissioni (frequenza di accordo) è data dal rapporto tra le dimensioni del condotto (sezione e lunghezza) e il volume del box. E' da notare che alla frequenza di accordo il diaframma compie la minima escursione, questo consente di applicare alte potenze con distorsioni limitate. Per contro, al di sotto della frequenza di accordo l'escursione aumenta notevolmente, e, sempre nel caso di alte potenze, ciò potrebbe causare problemi di tenuta meccanica dell'altoparlante. Per limitare questo rischio in molti casi viene impiegato un filtro passa alto ad elevata pendenza (filtro subsonico) che attenua la prima ottava dello spettro audio ($20 \div 40$ Hz).

Dal punto di vista acustico, rispetto alla sospensione pneumatica, il bass reflex mostra un andamento a bassa frequenza più presente, anche in virtù della maggiore pendenza di salita (18 dB/oct). D'altra parte il bass reflex richiede maggior accuratezza nella progettazione ed in certi casi potrebbe risultare poco smorzato. Resta tuttavia uno dei sistemi di carico acustico più diffusi in assoluto sia nel settore professionale che nell'alta fedeltà.



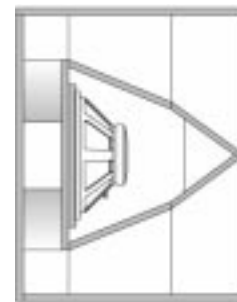
1.4 IL LABIRINTO O LINEA DI TRASMISSIONE

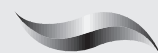
Anche il labirinto fa parte dei sistemi che sfruttano l'emissione posteriore del diaframma. In questo caso però è l'intero box che realizza il condotto, nel senso che l'onda posteriore viene convogliata in un condotto di sezione almeno pari alla sezione dell'altoparlante e di lunghezza tale per cui all'uscita l'emissione si ripresenta in fase con quella anteriore. La frequenza alla quale le due emissioni si sommano in fase è legata alla lunghezza del condotto, che generalmente viene fatta coincidere con una frazione ($1/4$) della lunghezza d'onda della frequenza di risonanza in aria libera dell'altoparlante. Esistono diverse varianti e teorie realizzative circa questa tipologia di carico acustico che lo rendono particolarmente interessante per gli autocostruttori. Le prestazioni acustiche di questo sistema possono essere assimilate a quelle di un bass reflex con un elevato fattore di smorzamento. In funzione delle difficoltà di realizzazione e degli ingombri non proprio contenuti, la linea di trasmissione è utilizzata quasi esclusivamente nell'alta fedeltà.



1.5 LA TROMBA

I sistemi di caricamento acustico visti finora possono essere definiti a radiazione diretta, cioè il diaframma dell'altoparlante irradia direttamente nell'ambiente circostante. Nei sistemi a tromba invece, tra il diaframma e l'ambiente viene interposto un dispositivo, la tromba appunto, che amplifica il rendimento dell'altoparlante ed in funzione delle sue caratteristiche geometriche consente di controllare la direttività dell'emissione. Strutturalmente la tromba è costituita da un condotto a sezione crescente che raccorda due superfici: la gola che è affacciata al diaframma dell'altoparlante e la bocca che è affacciata all'ambiente. La progressione della variazione di sezione del condotto dalla gola





alla bocca è regolata da precise relazioni matematiche che definiscono la tipologia della tromba stessa: esponenziale, conica, iperbolica ecc.

Molto spesso per ovviare alla eccessiva lunghezza si usa ripiegare il condotto in più tratti. In relazione alle caratteristiche di alto rendimento ed agli ingombri non proprio contenuti i sistemi a tromba vengono impiegati in massima parte nel settore professionale, ma sono molti i loro estimatori anche nell'alta fedeltà.

1.6 SISTEMI PASSA BANDA

Altri carichi acustici dove la radiazione in ambiente non è prodotta direttamente dal diaframma dell'altoparlante, sono i sistemi passa banda. In questi sistemi il diaframma viene caricato su entrambe le facce, anteriore e posteriore, con volumi distinti. Esistono due tipologie di carico passa banda: il carico simmetrico dove un volume è in sospensione pneumatica e l'altro è un bass-reflex ed il doppio carico reflex dove entrambi i volumi sono reflex. Nel carico simmetrico l'emissione posteriore del woofer viene assorbita dal volume chiuso mentre quella anteriore viene filtrata dal condotto reflex. La relazione tra la frequenza di risonanza del box chiuso e la frequenza di accordo del reflex determinano la tipica risposta in frequenza a campana (passa banda). Le prestazioni acustiche di questo sistema sono paragonabili alla sospensione pneumatica, si hanno cioè basse frequenze profonde e smorzate che lo rendono particolarmente indicato nella realizzazione di sub-woofer per alta fedeltà.

Nel doppio reflex i volumi, anteriore e posteriore, sono dei bass reflex. In questo modo vengono sfruttate le emissioni di entrambe le facce del diaframma. Distanziando opportunamente le frequenze di accordo dei due volumi è possibile ottenere una "campana" stretta ad alta sensibilità, oppure larga a sensibilità minore. Una caratteristica molto importante di questa tipologia di carico acustico è data dalla significativa riduzione dell'escursione. Come già visto nei sistemi reflex a radiazione diretta, in corrispondenza della frequenza di accordo si ha la minima escursione del diaframma. Essendoci in questo sistema due volumi accordati, ci saranno due frequenze in corrispondenza delle quali l'escursione è minima. Questo consente di applicare maggiori potenze e ridurre le distorsioni armoniche. Anche in questo caso è possibile applicare un filtro attivo ad elevata pendenza per limitare ulteriormente le escursioni alle frequenze ultra basse. Sulla base di queste caratteristiche i sistemi doppio reflex vengono vantaggiosamente impiegati nel settore professionale, principalmente per installazioni in ambienti chiusi.



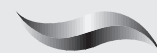
1.7 SISTEMI PER STRUMENTI MUSICALI

In funzione delle loro caratteristiche costruttive gli strumenti musicali riproducono un range di frequenze ben delimitato. Per questo i diffusori che provvedono alla loro diffusione sono specializzati per esaltare le caratteristiche timbriche e dinamiche dello strumento. Ad esempio la chitarra elettrica o lead guitar copre una zona di frequenze che va da circa 80 Hz fino a circa 5 kHz, il suo timbro è generalmente molto brillante e veloce ed il suo suono viene spesso alterato da effetti elettronici. Il diffusore che riprodurrà questo strumento dovrà quindi avere buone doti di velocità ed efficienza, con una risposta in frequenza non troppo profonda ed una estensione in alto fino a circa 6 kHz. Ci sono diverse tipologie di carico acustico che possono soddisfare i requisiti di un diffusore per chitarra: dal box aperto posteriormente che produce una risposta molto presente nella ottava da 80 a 160 Hz, al box in sospensione pneumatica per ottenere un basso più acustico e morbido. Generalmente i diffusori per chitarra

impiegano altoparlanti a gamma estesa da 10 " o 12" usati in coppia o anche a gruppi di quattro. La chitarra basso invece ha una estensione leggermente diversa dalla chitarra, si spinge cioè più in basso in frequenza, il basso a 5 corde arriva a circa 30 Hz. Il diffusore che lo riprodurrà dovrà avere una buona estensione in basso con un ottimo smorzamento per modulare correttamente le note più basse. In questo caso viene generalmente utilizzato un caricamento in bass reflex con altoparlanti di grande diametro o gruppi di altoparlanti: l'uso di altoparlanti di grande diametro, 15" o 18", però limita l'estensione alle alte frequenze, per cui viene spesso abbinato al woofer, un medio (10") o più di uno (2 x 8"), per completare la gamma riprodotta dallo strumento. Per quanto riguarda la diffusione delle tastiere, è preferibile impiegare diffusori full range, sia per l'ampia gamma di frequenze riprodotte (praticamente tutta la banda audio) sia per la grande serie di effetti disponibili. Si useranno quindi diffusori a più vie con una cura particolare alla linearità.

2 COLLEGAMENTO DI PIU' DIFFUSORI E IMPEDENZA COMPLESSIVA

Molto spesso per l'esigenza di sonorizzare grandi spazi aperti o per esibizioni live è necessario utilizzare diversi diffusori contemporaneamente. In questi casi, collegando più diffusori tra loro, è molto importante verificare che l'impedenza complessiva (Z) del sistema sia allineata alle specifiche degli amplificatori. Nelle specifiche tecniche degli amplificatori viene infatti dichiarata la potenza in funzione del carico (es. 500 W su 8 ohm), se l'impedenza complessiva dei diffusori è più alta di quella nominale la potenza erogata dall'amplificatore si riduce, se invece l'impedenza è troppo bassa l'amplificatore eroga più potenza ma aumentano anche i rischi di rottura degli altoparlanti o che intervengano i circuiti di protezione interni al finale stesso. Per ottenere la corretta impedenza complessiva esistono diversi modi di collegamento tra i vari diffusori (tab.1): in serie; in parallelo; in serie / parallelo. Nel collegamento in serie l'impedenza totale sarà data dalla somma delle impedenze di tutti i diffusori. Nel collegamento in parallelo l'impedenza totale sarà data dall'impedenza di un diffusore divisa per il numero dei diffusori collegati. Il collegamento serie/parallelo mostrerà una impedenza che sarà data dalla somma delle impedenze dei diffusori in serie divisa per il numero dei rami in parallelo. Nell'impostazione dei collegamenti tra i diversi diffusori occorre fare qualche considerazione: è bene evitare di fare un collegamento solamente in serie, perchè nella malaugurata ipotesi che un diffusore si guasti, tutto l'insieme dei diffusori ammutolisce. Mentre se sono collegati in parallelo se uno si interrompe gli altri continuano a suonare, anche se con potenza diversa. Altra considerazione riguarda la lunghezza dei cavi di potenza, è sempre consigliabile che gli amplificatori si trovino più vicino possibile ai diffusori, nel caso però ciò non sia possibile, è bene evitare di lavorare su impedenze complessive troppo basse (es: 2 ohm), perchè l'incidenza percentuale della perdita di potenza lungo la linea, vanifica l'aumento di potenza disponibile dal finale.



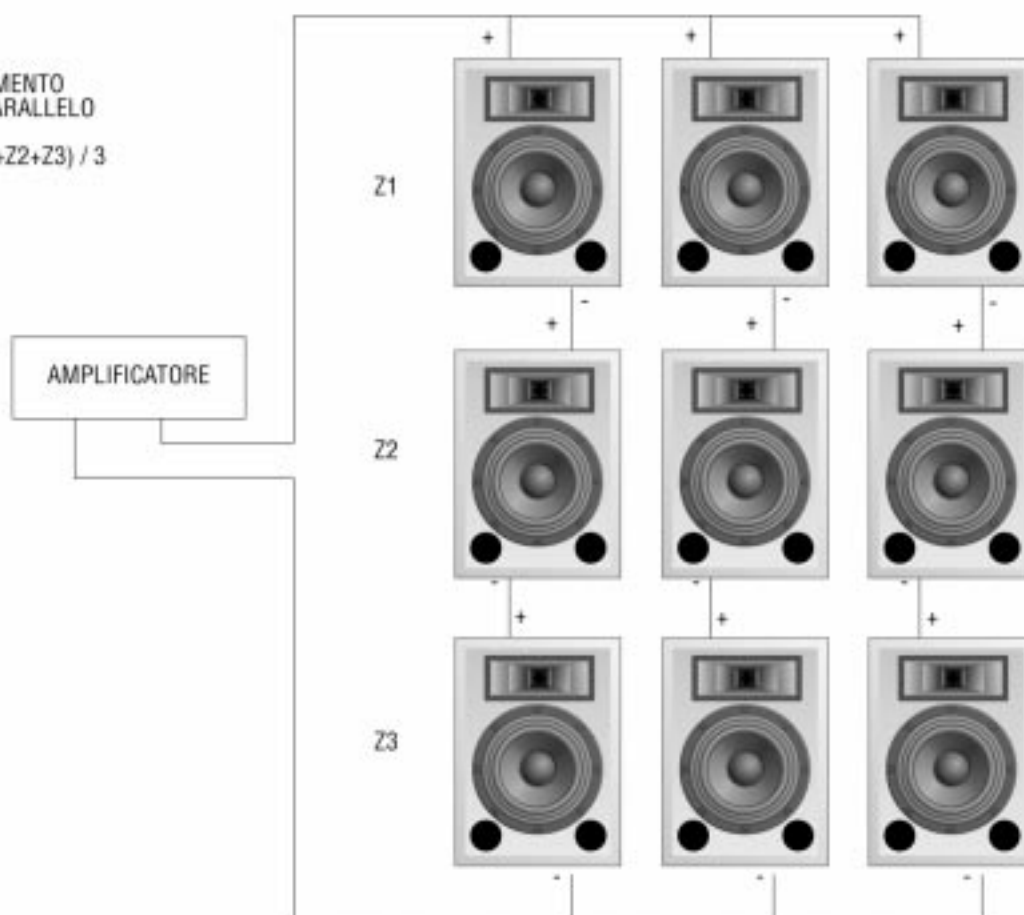
COLLEGAMENTO SERIE
 $Z_{tot} = Z_1 + Z_2 + Z_{...}$



COLLEGAMENTO PARALLELO
 $Z_{tot} = Z / 4$



COLLEGAMENTO
SERIE / PARALLELO
 $Z_{tot} = (Z_1 + Z_2 + Z_3) / 3$



TAB.1



3 DISTRIBUZIONE DELLA POTENZA

Nella progettazione di un sistema di diffusione è importante sapere quanta potenza verrà inviata ai vari altoparlanti, in modo da non superare i limiti di sicurezza indicati nelle loro specifiche tecniche. Se analizziamo un programma musicale comune vedremo che la distribuzione della potenza non è costante su tutte le frequenze della banda audio ma si concentra maggiormente nella zona centrale della banda per decrescere agli estremi. Sulla base di questa considerazione è stato elaborato un segnale formato da infinite componenti con frequenza casuale da 20 a 20000 Hz (rumore rosa) e di ampiezza tale da rispettare la distribuzione di potenza di un programma reale (pesatura IEC) (Tab.2).

Ipotizzando di alimentare il nostro diffusore con questo segnale standard e tenendo conto delle frequenze di crossover tra i vari altoparlanti possiamo valutare quanta parte della potenza erogata dal finale giunge ad ogni altoparlante. Alcuni si domanderanno come mai la somma delle percentuali è superiore a 100 (Tab.3).

La risposta è che la potenza non scende verticalmente a zero alla frequenza di taglio, ma continua ad arrivare all'altoparlante con una attenuazione che dipende dall'ordine del filtro (in questo caso 12 dB/oct). Per fare un esempio esplicativo supponiamo di avere un amplificatore che eroga una potenza di 1000 W con il quale pilotiamo un diffusore a tre vie gestito da un filtro che ha frequenze di incrocio 400 e 2000 Hz. Osservando la tabella 3 vediamo che sul woofer arriveranno 476 W, sul mid-range circa 360 e sul tweeter 167. Naturalmente anche in questo caso vale quanto detto sopra circa la somma delle potenze, che in questo caso è superiore a 1000 W. Per far funzionare correttamente il nostro sistema dovremo quindi scegliere degli altoparlanti in grado di sopportare le potenze che abbiamo ricavato. Questa elaborazione delle percentuali di potenza offre delle importanti indicazioni anche nel caso di sistemi multiamplificati gestiti da crossover attivi. Una volta identificati gli altoparlanti idonei, per ottenere la stessa pressione acustica prodotta dal finale da 1000 Watt, dovremo impiegare 3 amplificatori di potenza pari a quella ricavata dal calcolo.

Fc Hz	% di potenza sotto Fc	% di potenza sopra Fc
100	16,5	83,9
160	26	74,5
250	36,6	64
400	47,6	53
800	64	36,5
1000	69,4	31,1
1250	74,52	26
2000	83,7	16,7
3150	91	9,3
5000	95,9	4,4
8000	98,5	1,7

Tab.3

4 SENSIBILITA' O PRESSIONE (SPL)

Nelle specifiche tecniche di un amplificatore generico potremmo leggere ad esempio: 500 W su 8 ohm ; 1000 W su 4 ohm ; 2000 W su 2 ohm. Questo ci fa dedurre che un amplificatore non è un generatore di potenza costante, ma piuttosto di tensione costante, che in funzione di un carico variabile produce una potenza variabile ($P = V^2 / R$). Questa considerazione sulla legge di Ohm ci è particolarmente utile quando vogliamo conoscere il livello di pressione o SPL (sound pressure level) di un sistema a più diffusori. E' prassi comune ritenere che quando serve più pressione bisogna aumentare, oltre alla potenza, il numero dei diffusori. Ciò in parte è vero, ma l'aumento di pressione è condizionato dalla tipologia del collegamento tra i diffusori stessi (serie o parallelo).

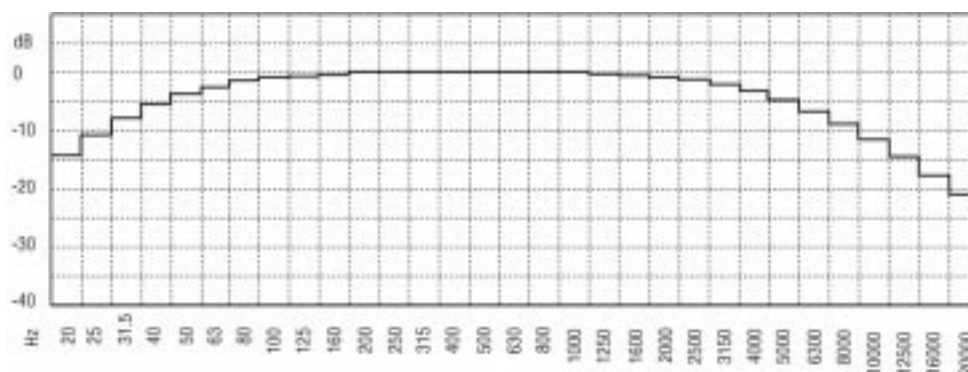
Proviamo a fare un esempio : supponiamo di avere un diffusore con impedenza 8 ohm il quale, alimentato con un segnale di tensione 2,83 V ($2,83V^2 / 8 = 1 W$) produce, posizionando un microfono a 1 metro di distanza, un livello di pressione di 100 dB. Se colleghiamo in serie al primo, un altro diffusore sempre da 8 ohm, otterremo una impedenza di 16 ohm. Applicando ancora la legge di Ohm risulterà $2,83^2 / 16 = 0,5 W$, avremo quindi dimezzato la potenza, per cui, se teniamo conto del fatto che ad ogni raddoppio o dimezzamento della potenza la sensibilità aumenta o diminuisce rispettivamente di 3 dB, il nostro sistema in serie produrrà una pressione di 97 dB. A questa diminuzione va però sommata un'altra importante grandezza, la superficie di emissione che, ad ogni suo raddoppio fa aumentare il livello SPL di 3 dB (a prescindere dal collegamento serie o parallelo).

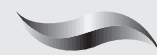
Concludendo, nel caso di due diffusori collegati in serie avremo -3dB per il raddoppio della impedenza, + 3 dB per il raddoppio della superficie di emissione, ovvero la sensibilità del gruppo serie resterà la stessa di un singolo diffusore. Proviamo ora a collegare i due diffusori di cui sopra in parallelo, l'impedenza diventerà $8 / 2 = 4 ohm$ e sempre per la legge di Ohm $2,83^2 / 4 = 2 W$, cioè abbiamo raddoppiato la potenza e per quanto detto sopra otteniamo + 3 dB. A questo sommiamo l'effetto del raddoppio della superficie di radiazione, altri + 3 dB ed arriviamo a + 6 dB. Il gruppo parallelo produrrà quindi un livello SPL di 106 dB, cioè + 6 dB rispetto al singolo diffusore. Nel caso di un collegamento serie/parallelo ad esempio di 4 diffusori, si applica quanto detto prima per le due tipologie, cioè il livello resta lo stesso di un solo diffusore per i due in serie e aumenta di 6 dB per i due rami in parallelo. Da un gruppo serie/parallelo formato da 4 diffusori otterremo quindi 106 dB (Tab.5).

TAB.5 PRESSIONE RILEVABILE SU GRUPPI DI DIFFUSORI ALIMENTATI CON 2.83 V

un diffusore 8 ohm	due diffusori 8 ohm in serie	due diffusori 8 ohm in parallelo	quattro diffusori 8 ohm in serie/parallelo
100 dB	100 dB	106 dB	106 dB

TAB.2 DISTRIBUZIONE DELLA POTENZA IN UN PROGRAMMA MUSICALE STANDARD IEC





5 DISPOSITIVI PER LA PROTEZIONE DEGLI ALTOPARLANTI

Nei sistemi di diffusione professionali assume particolare importanza l'affidabilità degli altoparlanti, che dovrebbero resistere alle sollecitazioni dinamiche dei programmi musicali, a clipping prolungati dei finali, alla saturazione dei microfoni, agli effetti Larsen, ai bump di innesco dei jack, a equalizzazioni esasperate, e così via. Il più efficace accorgimento per garantire lunga vita agli altoparlanti è di evitare, o comunque minimizzare i problemi di cui sopra. L'altoparlante è in grado di sopportare picchi di potenza anche 10 volte superiore alla potenza nominale, purché questi picchi siano costituiti da impulsi di breve durata (pochi millisecondi) e l'amplificatore sia in grado di erogare quella potenza di picco. Se però regoliamo la sensibilità (volume) dell'amplificatore al massimo, il gain del mixer al massimo, e magari con l'equalizzatore esaltiamo la gamma di frequenze di competenza del nostro altoparlante, bè in queste condizioni su di esso arriverà un segnale completamente squadrato, assimilabile cioè ad una onda quadra, che per definizione è un segnale formato da infinite componenti sinusoidali di ampiezza (tensione) uguale alla tensione di alimentazione dello stadio finale dell'amplificatore. In breve questo significa che sui driver o sui tweeter, ma anche sui mid range arriverà un segnale alla massima potenza erogabile dal finale non in modo impulsivo ma prolungato nel tempo che provocherà la bruciatura della bobina mobile con conseguente decesso dell'altoparlante.

L'effetto Larsen, che è quel fastidioso fischio prodotto dai diffusori quando ci si passa vicino con un microfono, produce anch'esso una squadratura del finale che ci riporta a quanto detto sopra. Per evitare o ridurre questo problema è necessario curare in modo particolare la posizione dei diffusori rispetto alla zona dove saranno presenti dei microfoni. Sono disponibili anche dei particolari filtri elettronici anti Larsen.

Una nota particolare merita l'equalizzazione. Come è noto l'equalizzatore è un dispositivo che, grazie ad una serie di filtri, consente di esaltare o attenuare una gamma di frequenze più o meno ampia per correggere eventuali problemi di assorbimento o riflessione dell'ambiente. I livelli di equalizzazione sono molto ampi (mediamente ± 10 dB). E' molto importante riflettere sul fatto che ad ogni 3 dB di intervento in esaltazione, viene raddoppiata la potenza (se i 3 dB sono in attenuazione la potenza viene dimezzata), il che significa che se l'amplificatore sta funzionando al massimo, non potrà erogare il doppio della potenza, per cui in quella zona di frequenze si produrrà una violenta squadratura con le conseguenze viste sopra.

Tuttavia quando, pur tenendo conto di quanto detto sopra, gli altoparlanti vengono utilizzati al limite delle loro caratteristiche, è opportuno inserire dei dispositivi che limitino la corrente massima che può circolare nelle

bobine. Questi dispositivi possono essere "attivi", cioè dei circuiti alimentati e inseriti a monte degli amplificatori che operano sul segnale preamplificato, attenuandolo gradualmente quando questo tende ai valori limite, sono chiamati "limiter" e generalmente vengono integrati nei crossover elettronici, o direttamente negli amplificatori.

Altri sistemi di protezione sono quelli passivi, dispositivi posti in serie agli altoparlanti che operano direttamente sul segnale di potenza. Alcuni esempi di protezione passiva sono:

Il fusibile, costituito da un filamento calibrato per sopportare una determinata corrente, superata la quale si brucia interrompendo il segnale che arriva all'altoparlante. Naturalmente per ripristinare il collegamento è necessario sostituire il fusibile.

Il PTC (Positive Temperature Coefficient), formato dalla giunzione di due materiali che attraversati da una corrente si riscaldano in modo diverso. Quando il salto termico, e quindi la corrente supera un certo livello, la resistenza della giunzione aumenta notevolmente attenuando il segnale anche di alcune decine di dB. Il vantaggio di questo dispositivo rispetto al fusibile è che questo si ripristina automaticamente quando la giunzione si raffredda.

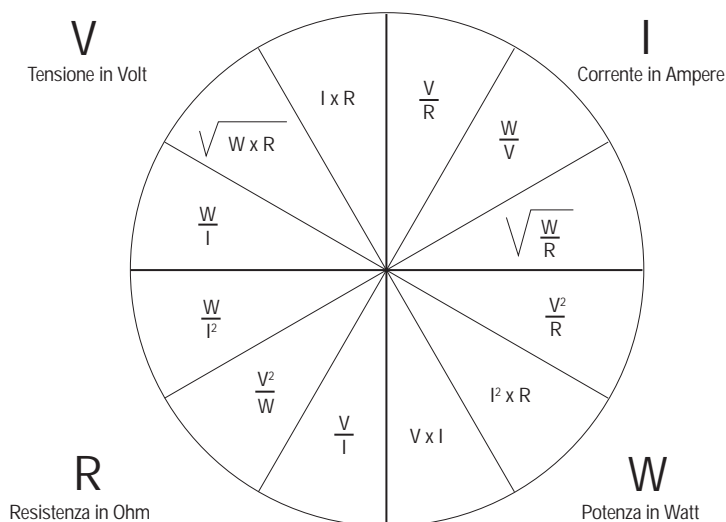
La lampadina a filamento, inserita sempre in serie all'altoparlante da proteggere. Per questo impiego la lampadina non viene usata come tale, ma come resistenza variabile. A freddo infatti, la resistenza del filamento è di pochi milliOhm (praticamente un corto circuito), ma quando viene attraversato da una corrente la sua temperatura aumenta notevolmente (fino all'incandescenza tipica delle lampadine). Siccome con la temperatura aumenta anche la resistenza otterremo contemporaneamente una riduzione del segnale inviato all'altoparlante.

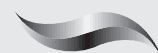
Inoltre considerando che il filamento si trova in un bulbo sotto vuoto avremo anche una buona velocità di risposta.

Generalmente gli altoparlanti più sensibili alle sovracorrenti sono i tweeter o i driver a compressione, ed è su questi che si dimensionano questi tipi di protezione.

Il dimensionamento generico delle protezioni può partire dalla precedente tabella sulla distribuzione della potenza. Si dovrà infatti tener conto di quanta potenza giungerà all'altoparlante dopo il filtro. Facendo riferimento allo stesso esempio, vediamo che sul tweeter vengono erogati 167 W, supponendo che il tweeter ha una impedenza nominale di 8 ohm, esso verrà attraversato da una corrente di circa 4.56 A ($I = \sqrt{W/R}$). In teoria quindi dovremo inserire un fusibile o un PTC con questa corrente di intervento, tuttavia è consigliabile tarare il sistema usando inizialmente un valore inferiore (4 A) e poi se tutta la catena (mixer, ampli, crossover) è a posto, si può diminuire la protezione inserendo un valore più alto (5 A).

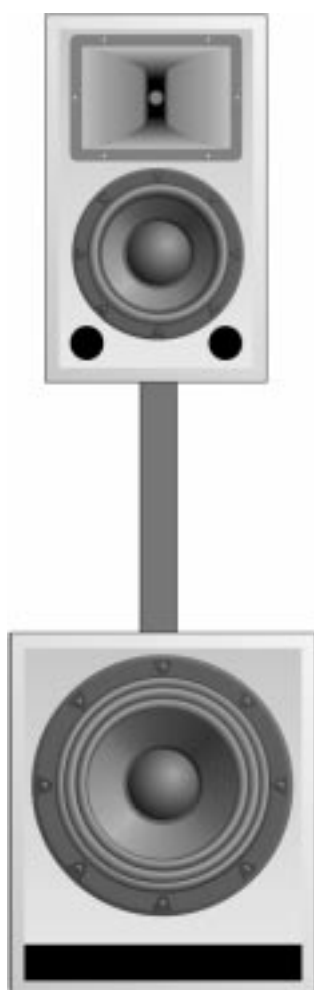
6 RELAZIONI TRA TENSIONE, CORRENTE, RESISTENZA, POTENZA (legge Ohm)





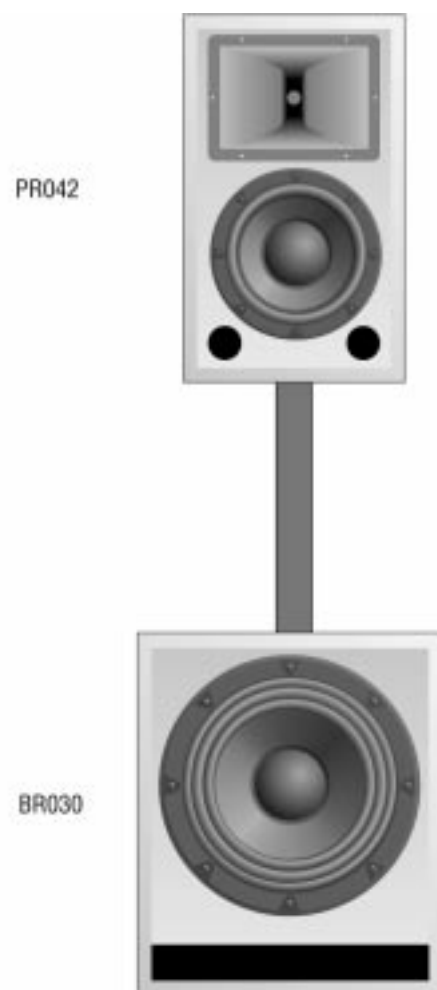
SISTEMI MODULARI

Sistema compatto Sub + Satellite, pilotabile in biamplificazione (frequenza di incrocio 100÷150 Hz) con potenza nominale complessiva di 1000+1000 W. Indicato per la sonorizzazione di luoghi chiusi come Piano bar, Pub, Ristoranti, piccole discoteche. E' inoltre indicato per spettacoli live di piccole orchestre.



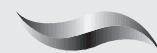
PR042

BR030



PR042

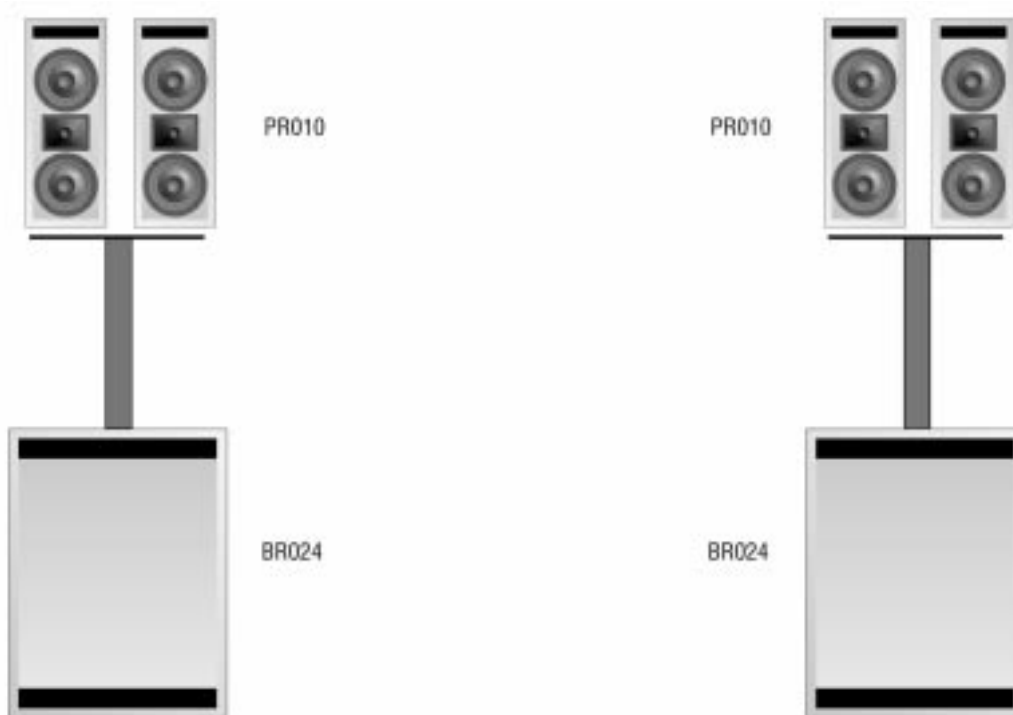
BR030

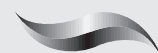


Sistema compatto Sub + Satellite, pilotabile in mono (con filtro passivo) e biampificazione (frequenza di incrocio 150 ÷ 200 Hz) con potenza nominale complessiva di 400 + 400 W. Indicato per la sonorizzazione di piccoli luoghi chiusi come Piano bar, Pub, Ristoranti.

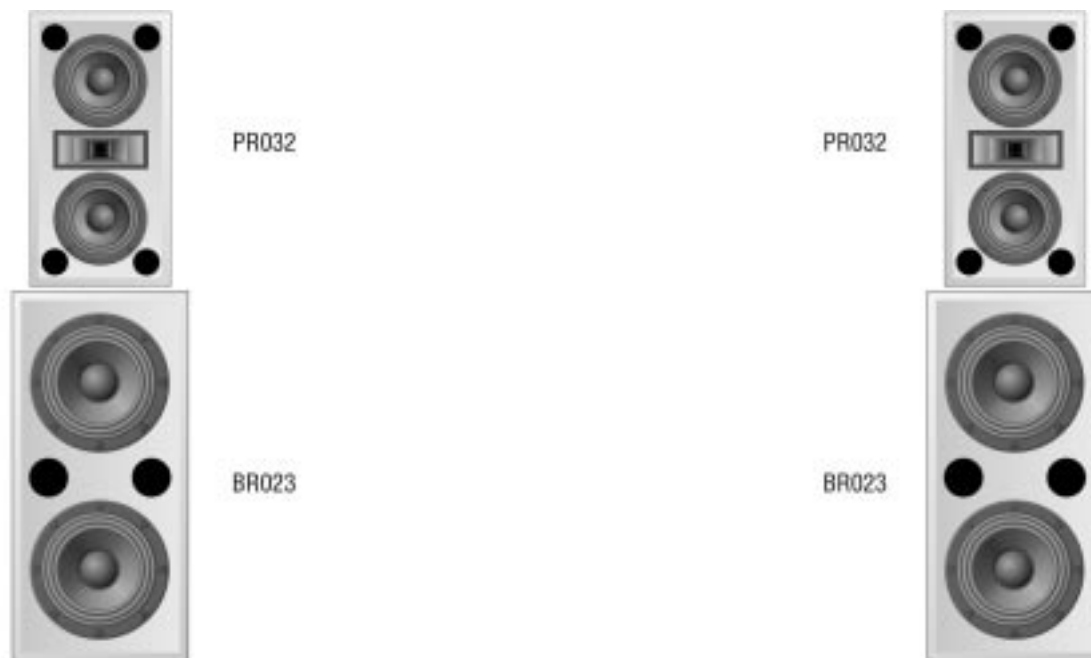


Sistema compatto Sub + 2 Satelliti, pilotabile in biampificazione (frequenza di incrocio 100÷150 Hz) con potenza nominale complessiva di 1000+1000 W. Indicato per la sonorizzazione di luoghi chiusi come Piano bar, Pub, Ristoranti, piccole discoteche.

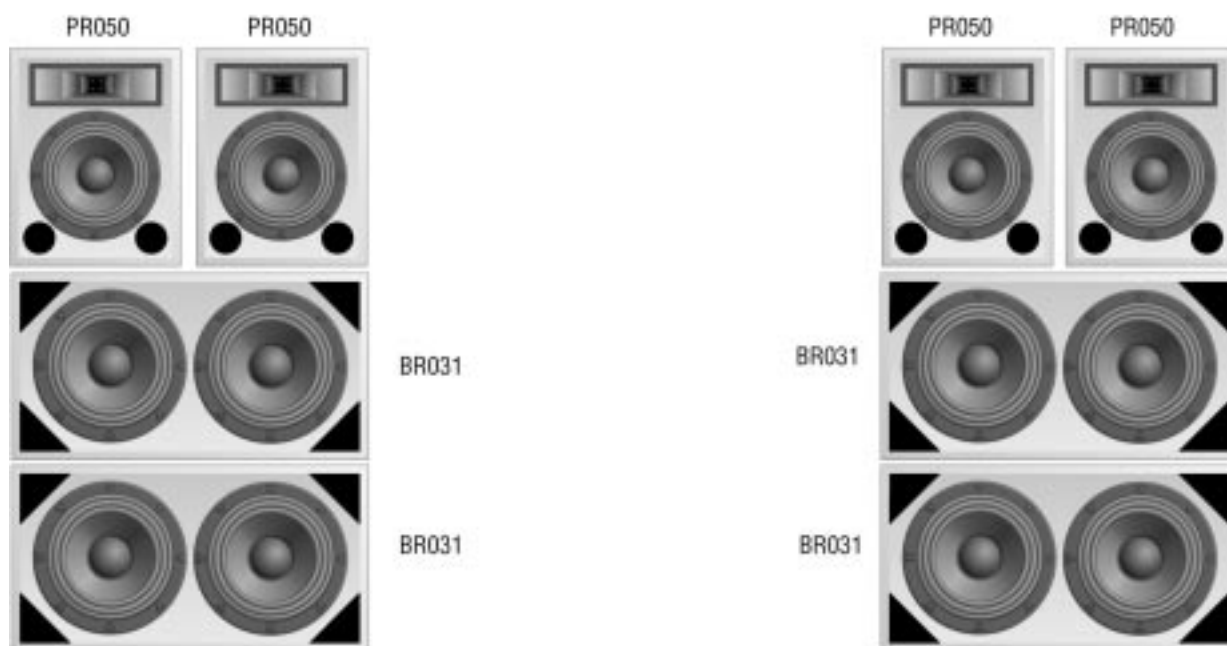


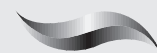


Sistema a due moduli Sub + Monitor, pilotabile in biamplificazione con potenza nominale complessiva di 1000 + 1000 W. Indicato per la sonorizzazione di luoghi chiusi non troppo grandi (piccoli teatri e cinema), e per spettacoli live di piccoli gruppi e orchestre. Da installare possibilmente in posizione rialzata rispetto al terreno (es. sul palco). Per ridurre le riflessioni delle pareti opposte ai diffusori si consiglia di inclinare i monitor verso il pubblico.

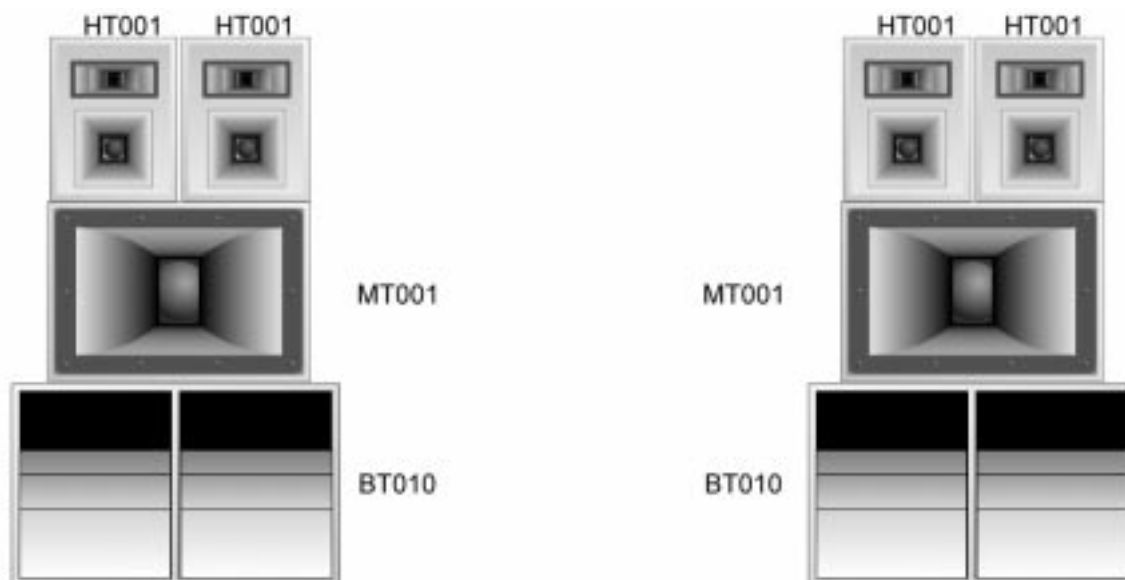


Sistema a quattro moduli 2 Sub + 2 Monitor, pilotabile in triamplificazione con potenza nominale complessiva di 2000 + 2000 W. Indicato per la sonorizzazione di luoghi chiusi come piccoli palazzetti dello sport, oppure limitate aree all'aperto (approx. 500 spettatori). Da installare possibilmente in posizione rialzata rispetto al terreno (es. sul palco). Se l'area di ascolto è larga rispetto al palco è bene inclinare leggermente verso l'esterno i due monitor (circa 30°). Per ridurre le riflessioni delle pareti opposte ai diffusori si consiglia di inclinare i monitor verso il pubblico.

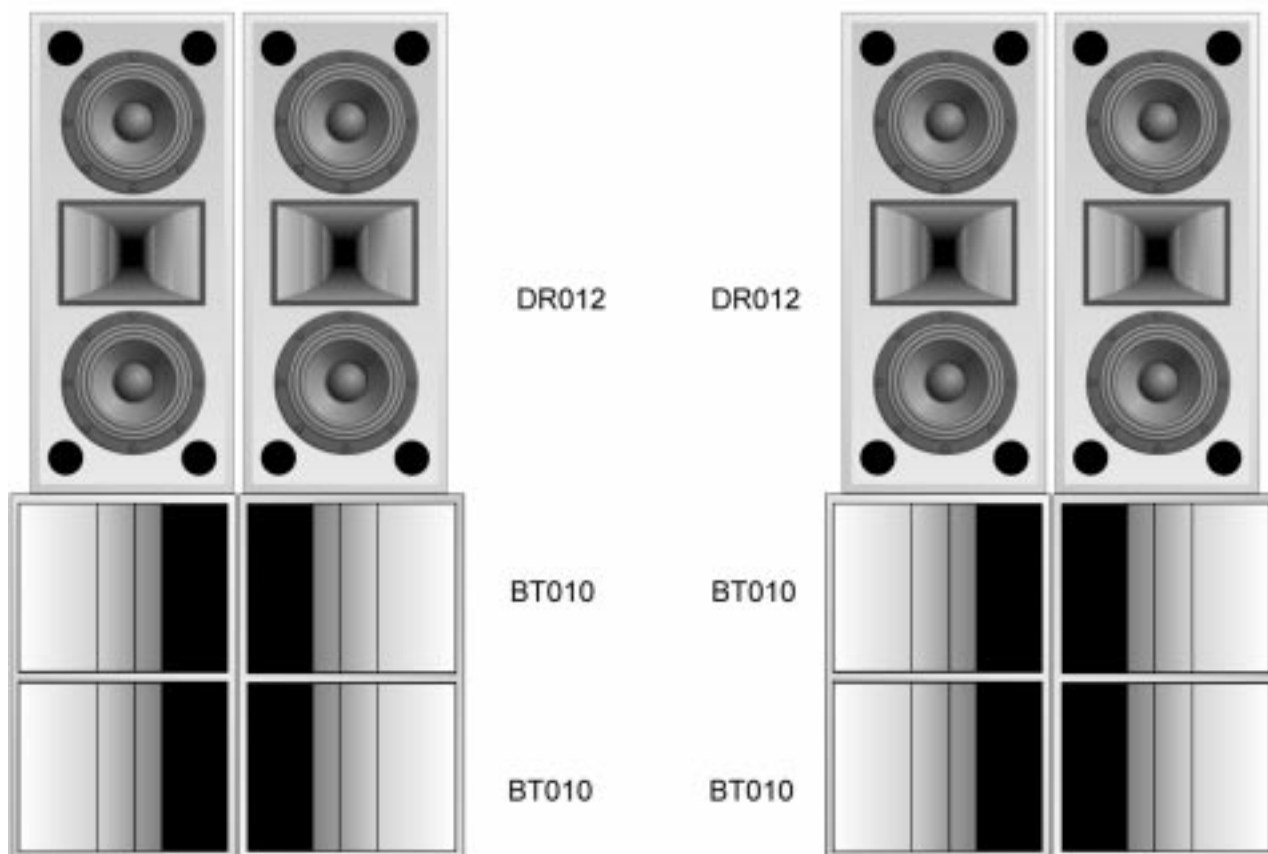


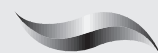


Sistema a due moduli Sub + Monitor, pilotabile in biamplificazione con potenza nominale complessiva di 1000 + 1000 W. Indicato per la sonorizzazione di luoghi chiusi non troppo grandi (piccoli teatri e cinema), e per spettacoli live di piccoli gruppi e orchestre. Da installare possibilmente in posizione rialzata rispetto al terreno (es. sul palco). Per ridurre le riflessioni delle pareti opposte ai diffusori si consiglia di inclinare i monitor verso il pubblico.



Sistema a quattro moduli 2 Sub + 2 Monitor, pilotabile in triamplificazione con potenza nominale complessiva di 2000 + 2000 W. Indicato per la sonorizzazione di luoghi chiusi come piccoli palazzetti dello sport, oppure limitate aree all'aperto (approx. 500 spettatori). Da installare possibilmente in posizione rialzata rispetto al terreno (es. sul palco). Se l'area di ascolto è larga rispetto al palco è bene inclinare leggermente verso l'esterno i due monitor (circa 30°). Per ridurre le riflessioni delle pareti opposte ai diffusori si consiglia di inclinare i monitor verso il pubblico.





7 DIRETTIVITÀ E POSIZIONAMENTO DEI DIFFUSORI.

Uno dei maggiori obiettivi nell'installazione di un sistema professionale consiste nella distribuzione omogenea del suono su tutta l'area destinata all'ascolto, che si tratti di una discoteca, di uno stadio, di un Pub o di un Palazzo dello sport. Nella zona di ascolto si deve ottenere: uniformità di pressione acustica, linearità della risposta in frequenza, intelligibilità delle voci. Per ottenere questi risultati occorre analizzare accuratamente sia la conformazione dell'ambiente che la disposizione dell'area di ascolto per definire quali diffusori usare, dove posizionarli e come alimentarli. Oggi sono disponibili diversi strumenti che aiutano a svolgere queste analisi: analizzatori di spettro, equalizzatori parametrici time delay e software specializzati per l'acustica ambientale. Tuttavia possiamo fare delle considerazioni generali che con l'aiuto di un buon "orecchio" ci consentiranno di accelerare i tempi di ottimizzazione.

- Direttività

La direttività di un altoparlante è determinata, oltre che dalle sue caratteristiche costruttive (es. le trombe), anche dal rapporto tra le sue dimensioni fisiche e la lunghezza d'onda della frequenza riprodotta, infatti quando la lunghezza d'onda è più grande delle dimensioni del diffusore (basse frequenze), l'emissione si dice omnidirezionale (che emette cioè a 360° in tutte le direzioni), viceversa quando la lunghezza d'onda è più piccola dell'altoparlante (media e alta frequenza), il diffusore diventa direttivo (emette su un angolo definito).

Osservando la relazione tra frequenza, lunghezza d'onda e velocità del suono:

$$\lambda = c / f \quad \text{dove} \quad \begin{aligned} \lambda &= \text{Lunghezza d'onda in metri} \\ c &= \text{velocità del suono} = 345 \text{ m/s} \\ f &= \text{frequenza in Hz} \end{aligned}$$

risulta che più è alta la frequenza più è piccola la lunghezza d'onda, per esempio alla frequenza di 100 Hz la lunghezza d'onda è di 3.45 metri, mentre a 10000 Hz è di 34,5 mm.

Da queste considerazioni possiamo dedurre che la direttività di un altoparlante aumenta all'aumentare della frequenza emessa.

- Posizionamento

Nell'allestimento di un sistema a moduli separati per basse medie e alte frequenze si deve tener conto delle caratteristiche di direttività di ogni modulo. Il posizionamento dei diffusori per bassa frequenza, che coprendo un range di frequenze fino a 150 ÷ 200 Hz possono essere considerati omnidirezionali, non è particolarmente critico, potrebbero essere poggiati a terra o sopra il palco. Nel caso di unità per basse frequenze multiple è consigliabile che siano adiacenti tra loro, per evitare sfasamenti e interferenze.

Molta attenzione va posta nel posizionamento delle unità per le frequenze medie e alte. Ovviamente per unità singole il problema dell'orientamento non sussiste, per unità multiple invece occorre valutare con attenzione l'angolo di inclinazione (sia orizzontale che verticale) e la distanza tra le varie unità, ciò per evitare interferenze distruttive.

8 I CAVI

Genericamente i cavi si possono dividere in due grandi categorie: cavi di segnale e cavi di potenza.

Cavi di segnale, così detti perchè trasferiscono segnali a basso livello come quelli prodotti dai microfoni o dai mixer. Proprio perchè trattano segnali di basso livello sono molto sensibili ai disturbi esterni (radiofrequenze, ronzii di rete, etc). Per ridurre la sensibilità ai disturbi vengono spesso usate linee bilanciate, realizzate con cavi nei quali il polo caldo (+) e il polo freddo (-) del segnale scorrono in due conduttori separati ed entrambi sono schermati da una calza esterna collegata a massa. Naturalmente per poter effettuare questo tipo di collegamento le apparec-

chiature devono essere predisposte sia per inviare che per ricevere segnali bilanciati. Generalmente sulle elettroniche di pregio sono presenti sia prese bilanciate che sbilanciate.

L'altra categoria è quella dei cavi di potenza, che trasferiscono il segnale ad alto livello dagli amplificatori ai diffusori. Questi cavi sono percorsi da correnti molto elevate che possono surriscaldare i conduttori fino a far aumentare la loro resistenza anche di diversi ohm. Ovviamente a questo aumento di resistenza corrisponderà una diminuzione della potenza che giunge ai diffusori con conseguente diminuzione della pressione acustica prodotta. Deve essere quindi valutata attentamente la sezione dei cavi in funzione della loro lunghezza e delle potenze disponibili. Una raccomandazione di carattere generale è di fare in modo che gli amplificatori si trovino più vicino possibile ai diffusori, in modo che le linee di potenza non siano eccessivamente lunghe, anche perchè nel calcolo delle perdite di potenza lungo la linea occorre considerare una lunghezza del cavo doppia della distanza tra amplificatori e diffusori, perchè la perdita la avremo sia sul polo positivo che su quello negativo.

Per lo stesso motivo cioè la perdita di potenza dovuta al surriscaldamento dei cavi, va posta particolare cura anche ai cavi di alimentazione dei finali, che se sottodimensionati possono ridurre sensibilmente la tensione di alimentazione degli stadi finali e con essa la potenza erogata.

American Wire Gauge (AWG)	Sezione (mm²)	Resistenza x metro lineare (mΩ / m)
5	16,8	2,0
6	13,3	2,6
7	10,5	3,3
8	8,4	3,9
9	6,6	5,2
10	5,3	6,6
11	4,2	7,9
12	3,3	10,5
13	2,6	13,1
14	2,0	16,4
15	1,65	21,0
16	1,3	26,2
17	1,0	32,8
18	0,8	41,3
19	0,65	52,5
20	0,5	65,6

Calcolo in Decibel delle perdite di linea

$$\text{Perdita in dB} = 10 \times \text{Log} \frac{R \text{ diffusore}}{(R \text{ cavo} + R \text{ diffusore})}$$

Esempio :

Supponiamo di avere un cavo lungo 40 m (20 positivo + 20 negativo) di sezione 2.6 mm², collegato ad un diffusore (o ad un gruppo di diffusori) di impedenza 4 ohm.

La resistenza del cavo sarà: 40 x 0.0131
da cui :

$$\text{Perdita in dB} = 10 \times \text{Log} \frac{4}{(0.524 + 4)} = -0.534 \text{ dB}$$

Questo potrebbe essere un compromesso accettabile, ma teniamo presente che se la perdita arriva a -3 db vuol dire che metà della potenza erogata dal finale viene dissipata lungo la linea.