

I sistemi di diffusione sonora rappresentano un dato ormai essenziale di molti spazi pubblici; consentono di trasmettere, messaggi e annunci o musica di sottofondo e sono inoltre integrabili con i sistemi di sicurezza per la trasmissione di messaggi in caso di necessità. La musica in particolare svolge una sua funzione, ovvero contribuisce a costruire e delimitare uno spazio acustico che identifica a sua volta un "luogo" riconoscibile. Ad esempio in uno spazio frequentato transitoriamente (come un supermercato o un mezzo di trasporto) la diffusione musicale e di messaggi ha la funzione di farci familiarizzare con l'ambiente, di rassicurarci creando un legame relazionale con gli spazi.



Diffusori multivie per applicazioni da esterno, efficienti ma "invasivi" tecnicamente. Soprattutto per musica.

SEGNALI E MUSICHE

Annunci vocali, segnali acustici, anche di emergenza, musica di sottofondo; sistemi, avvertenze progettuali per gli spazi grandi e piccoli

Alessandro Prati

Nei grandi spazi

Non si deve dimenticare che nei grandi spazi pubblici la diffusione sonora deve svolgere primariamente funzioni di servizio e di sicurezza. Perciò risulta fondamentale una perfetta audibilità e soprattutto l'intelligibilità del parlato da ogni punto in qualsiasi tipo di condizione.

Il problema, soprattutto in grandi spazi tipo aeroporti, stazioni etc, richiede di sicuro l'intervento del progettista acustico. In generale si può dire, comunque, che si può lavorare su vari parametri, il tempo di riverberazione dell'ambiente, intervenendo eventualmente con correzioni acustiche, il numero, la posizione, la potenza delle sorgenti sonore.

Il metodo migliore per raggiungere gli obiettivi è la sistemazione di un alto numero di sorgenti sonore di potenza relativamente bassa.

Questo tipo di accorgimento ci consente di avere una diffusione più capillare, che possa virtualmente ignorare, perché molto bassa, la riverberazione del suono stesso. Infatti se la riverberazione del suono (la cosiddetta "coda sonora") è fondamentale nella progettazione di auditorium o comunque di luoghi spazialmente statici, dove addirittura

aiuta a migliorare l'acustica, risulta assolutamente ingestibile e quindi dannoso in spazi non perfettamente controllabili come nel nostro caso. La presenza di riverberazione non controllata risulterebbe decisiva nel contribuire al rumore di fondo comunque presente, rumore che spesso impedisce la chiara comprensione dei messaggi. La presenza inoltre di sorgenti sonore a basso potenziale annullerebbe la possibilità di interferenza fra i diversi "compartimenti sonori" di sicurezza, in cui vengono virtualmente suddivisi gli spazi.

Si ricorda inoltre brevemente la possibilità di utilizzare sistemi che diffondono il suono in modo radiale, che non disturba le persone che si trovano nelle immediate vicinanze dei corpi di diffusione.

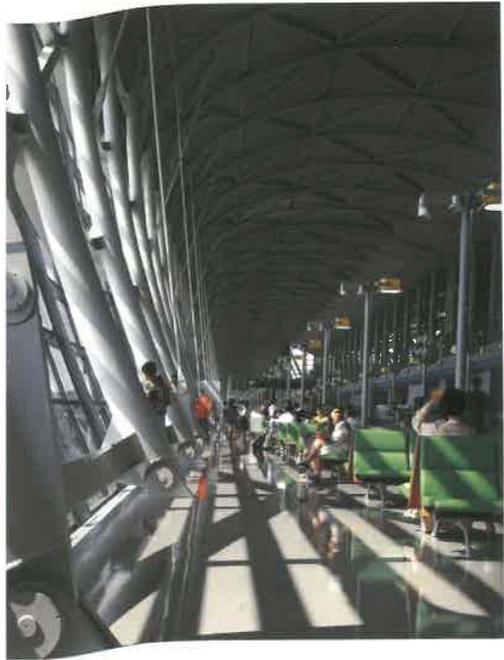
La sicurezza nei luoghi pubblici

Nell'ambito del piano di sicurezza negli edifici della 626, il Decreto M.I. del 10 Marzo 1998 disciplina i sistemi di segnalazione di pericolo. I requisiti di tali sistemi assumono caratteristiche e complessità crescenti in rapporto all'estensione degli ambienti ed al numero presumibile di persone presenti.

Terminal dell'aeroporto internazionale del Kansai di Renzo Piano, che diffondono "pali" suono e luce.

Le procedure di segnalazione prevedono una fase iniziale di allerta, una successiva fase di evacuazione delle persone dalle aree con situazioni di pericolo ed una segnalazione di cessato allarme ad avvenuto ripristino della normalità. È facile immaginare quali sono gli ambienti più complessi nei quali si può presentare all'improvviso il problema di mettere rapidamente in condizioni di sicurezza un elevato numero di persone. I requisiti fondamentali che un sistema di diffusione sonora per la segnalazione di pericolo sono:

- informare in modo mirato ovvero diffondere messaggi solo dove è necessario, cioè nei punti dove è insorto il pericolo e nei percorsi di evacuazione;
- informare in modo chiaro ovvero diffondere messaggi di immediata comprensione, anche multilingue: tutti devono recepire le informazioni;
- informare per guidare ovvero dare informazioni



Diffusori acustici

Tipologia	Vantaggi	Svantaggi
Diffusori multipunto	<ul style="list-style-type: none"> • Ottimo compromesso di intelligibilità dell'audio e del parlato. • Diffusione del suono omogenea. • Installazione tipica a soffitto. • Necessità di essere pilotati con poca potenza. • Utilizzo in ambienti ad alto rischio di riverbero dovuto al fatto che livelli bassi di volume acustico permettono di non mandare in eccitazione l'ambiente causando appunto il riverbero. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevato numero di diffusori acustici da utilizzare. • I diffusori acustici da utilizzare devono essere di ottima qualità. • Elevato costo di infrastruttura impiantistica dovuta all'elevato numero di diffusori da utilizzare per eliminare le zone morte
Diffusori multipunto per controsoffitti (installazione "a pioggia")	<ul style="list-style-type: none"> • Ottimo per la diffusione di annunci e musica negli impianti di Public Address. • Massima uniformità di segnale. • Minor rischi di riverbero nell'ambiente. • Equidistanza dei diffusori acustici dalla zona di ascolto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemi di installazione con soffitti particolarmente alti. • Abbastanza costoso perché prevede l'installazione di molti punti di diffusione sonora.
Diffusori multipunto a parete	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologia e tecnica utilizzabile quando il soffitto non è utilizzabile. • Utilizzabile con buoni risultati per locali aventi dimensioni inferiori ai 10 metri. 	<ul style="list-style-type: none"> • Distanza dell'ascoltatore che può trovarsi a una distanza maggiore rispetto alla distanza critica. • Perdita o comunque degrado dell'intelligibilità del segnale sonoro. • Le dimensioni del locale condizionano le performance ottenibili dall'impianto di diffusione sonora. • Per ambienti particolarmente grandi, con installazione a parete la distribuzione della pressione sonora può risultare non uniforme. • L'altezza dell'installazione dei diffusori acustici in funzione delle dimensioni dei locali condiziona le performance rese dall'impianto l'interdistanza tra i diffusori.
Diffusori acustici a colonna	<ul style="list-style-type: none"> • Trasportabilità e flessibilità del sistema di diffusione sonora. • Posizionamento ad Hoc a seconda delle situazioni. 	<ul style="list-style-type: none"> • Altezze di installazione fisse 1,5 metri per persone sedute e 1,7 metri per persone in piedi. • Installazione non fissa.
Proiettori di suono e trombe	<ul style="list-style-type: none"> • Ideale per corridoi. • Ideale per installazione in esterno. • Possibilità di essere installati a bandiera o bidirezionali, in opposizione di fase garantendo una copertura di 360°. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interdistanza massima di 15 metri tra i diffusori per evitare sovrapposizioni con ritardi superiori a 50 ms con perdita dell'intelligibilità del parlato.
Diffusori acustici a cluster	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizzabili con buoni risultati negli ambienti con forte presenza di superfici vetrate. • Principalmente utilizzato in presenza di specchi. • Applicazione utilizzabile nelle chiese. • Applicazione utilizzabile nei palazzotti del ghiaccio e negli anfiteatri sportivi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posizionamento solo a soffitto. • Posizionamento equidistante dalle pareti. • Difficoltà di orientamento per ridurre riflessioni sonore non desiderabili.

rate e chiare per guidare le persone verso le vie di fuga o verso le isole di sicurezza, seguendo percorsi predefiniti, defilati dalle zone di pericolo. I sistemi di diffusione sonora per emergenza devono avere, quindi, delle ben determinate caratteristiche di funzionamento che vanno oltre la fondamentale perfetta udibilità. In particolare devono essere in grado di gestire messaggi predefiniti in varie lingue diverse, di diffondere contemporaneamente messaggi diversi in luoghi diversi e di attivarsi in modo automatico attraverso predeterminati piani di evacuazione.

Requisiti fondamentali di un impianto di diffusione sonora

Per poter progettare e installare correttamente un impianto di diffusione sonora è necessario sapere quali sono i requisiti fondamentali a cui deve rispondere:

Intelligibilità del segnale.

Chiarezza (intesa come assenza di distorsioni).

Integrazione architettonica o bassa invasività estetica.

Udibilità corretta.

Flessibilità in merito alla veicolazione di più sorgenti.

Affidabilità del sistema (in particolare per gli impianti chiamati a diffondere segnali di messaggistica vocale per l'emergenza).

Le componenti

Un impianto di diffusione sonora è composto individualmente dalle seguenti apparecchiature e componenti in funzionamento solidale tra di loro.

Il sistema di diffusione acustica

È solitamente suddiviso in più gruppi di diffusori acustici (altoparlanti) afferenti a zone diverse.

Ogni zona deve avere la possibilità di diffondere messaggi e segnali in maniera distinta dalle altre zone.

Il messaggio inviato in una zona, non deve compromettere la comprensione di un diverso messaggio inviato contemporaneamente in una zona attigua, ed inoltre ci deve essere una corrispondenza 1:1 tra zone di rilevazione di emergenza ed allarme e zone di altoparlante: ad ogni zona servita da un unico sistema di rilevazione deve infatti corrispondere un'unica zona altoparlante, perché se così non fosse, avremmo l'assurdo di lanciare messaggi vocali differenti in aree con lo stesso tipo e livello di pericolo;

Un'unità di controllo centrale

comprendente le apparecchiature di riproduzione,

Cenni alla normativa

È opportuno ricordare che questo tipo di impianti è soggetto all'obbligo di progettazione da parte di un tecnico abilitato e iscritto ad ordine professionale. Questa obbligatorietà è stata sancita dal nuovo Decreto Ministeriale del 22 gennaio 2008, n. 37, che ridefinisce la normativa impiantistica all'interno degli edifici e abroga a partire dal 27/03/2008 i seguenti provvedimenti legislativi:

- Legge 5 marzo 1990, n. 46 (eccetto articoli 8, 14 e 16)
- DPR 6 dicembre 1991, n. 447
- Capo V del Testo Unico Edilizia (DPR 380/01)

ne, registrazione, miscelazione e amplificazione, oltre ai sistemi automatici per garantire la priorità dei messaggi di emergenza;

Il microfono

Dispositivo attraverso il quale, deve essere possibile, inserire un messaggio vocale dal vivo, con una priorità superiore ai messaggi preordinati e registrati;

Interconnessione con il sistema di rivelazione incendi

Collegamento che permette di integrare, in maniera efficace i diversi sistemi di protezione incendio, interagendo con il sistema di diffusione sonora a seguito di un segnale di allarme proveniente dalla centrale di rivelazione incendi;

Postazioni remote di controllo

Postazione dai quali possa essere possibile inviare messaggi dal vivo, attivare o disattivare i messaggi registrati e attivare o disattivare le zone altoparlante.

Approccio alla progettazione

Per dimensionare correttamente l'impianto è necessario conoscere tre parametri fondamentali:

- Caratteristiche dei materiali di rivestimento degli ambienti al fine di avere noti in sede progettuale i tempi di riverbero.
- Destinazione d'uso dell'impianto (diffusione sonora per messaggistica o diffusione sonora per emergenza).
- Destinazione d'uso del locale.

Un sistema di diffusione sonora per scopi di emergenza deve permettere la trasmissione di una informazione chiaramente udibile, atta a diffondere la misura da prendere per la protezione delle persone in una o più zone;

- Normalmente l'impianto di diffusione sonora per l'emergenza deve essere usato per effettuare una rapida ed ordinata evacuazione degli occupanti un'area all'interno o all'esterno di edifici, in una situazione di emergenza;

- Gli impianti di diffusione sonora per l'emergenza possono usare segnali tonali e/o annunci vocali, anche pubblicitari, purchè i segnali di emergenza e di sicurezza abbiano la precedenza su tutti gli altri.

- Non è vietato utilizzare un sistema di diffusione sonora di intrattenimento (es. musica, annunci commerciali) anche come sistema per l'emergenza; Rimane di definizione fondamentale in fase progettuale il corretto dimensionamento e posizionamento dei diffusori acustici che può essere:

- a soffitto
- a parete

L'installazione a soffitto rappresenta la soluzione ottimale come tipologia di posa per facilità distributiva per performance prestazionale ottenibile. Il lay-out ideale è quello di collocare i diffusori acustici in posizioni equidistanti rispetto a tutti i possibili punti di ascolto.

La distanza massima fra due diffusori acustici, necessaria per ottenere una distribuzione costante ed uniforme del suono, è in prima approssimazione pari a:

$$d = 2 \cdot (H - 1) \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Dove:

d = distanza tra due diffusori

H = l'altezza (m) del soffitto del locale,

1 = l'altezza (m) del piano di ascolto di una persona seduta (se si ritiene che le persone siano prevalentemente in piedi questo numero deve essere 1,5),

α = l'angolo di emissione del diffusore.

Angolo di emissione del diffusore acustico	Tan ($\alpha/2$)	d con H=3 m	d con H=4 m
80	0,84	3,36	5,04
90	1	4	6
100	1,19	4,76	7,14
110	1,43	5,72	8,58
120	1,73	6,92	10,38
130	2,14	8,56	12,84

Distanze fra i diffusori acustici in base all'angolo dei diffusori ed all'altezza del locale

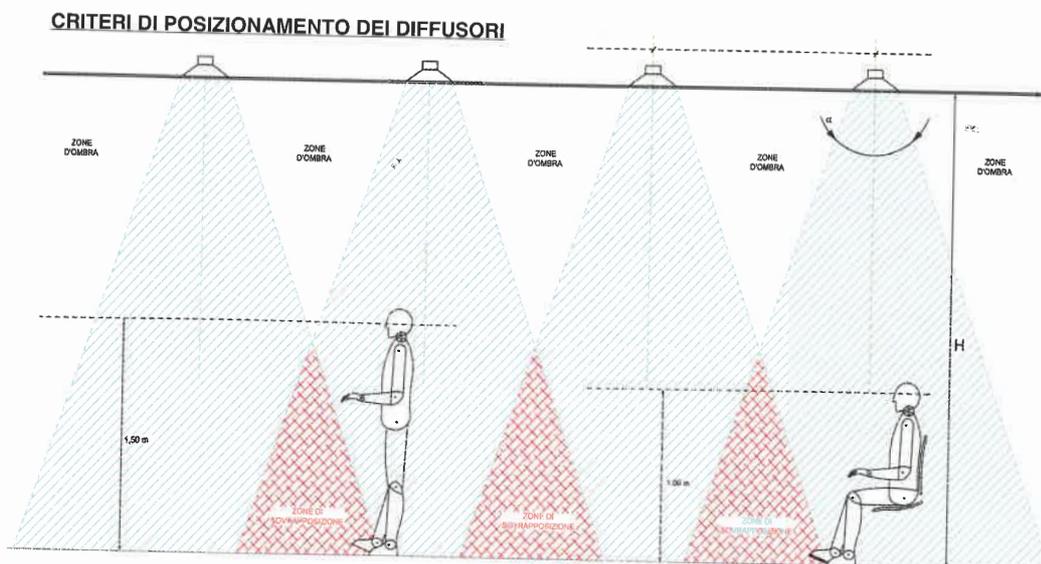
Ovviamente a parità di altezza dei soffitti, per angoli α di emissione dei diffusori acustici più ampi, si avranno interdistanze maggiori, permettendo di avere un minor numero di altoparlanti.

Per avere un'idea, oltre che della distanza, anche del numero complessivo dei diffusori occorrenti (le due cose sono ovviamente collegate), si può utilizzare un'altra formula:

$$\frac{\text{Superficie dell'ambiente [m}^2\text{]}}{\text{Superficie coperta dal singolo diffusore [m}^2\text{] all'altezza del punto di ascolto}}$$

Le caratteristiche principali di un diffusore acustico per un impianto di distribuzione a 100 V sono i seguenti:

- Numero di diffusori acustici
- Numero di vie degli altoparlanti
- Numero di linee o uscite dell'amplificatore
- Riposta in frequenza dei diffusori acustici (numero di vie)
- Grafici della risposta in frequenza dei diffusori acustici, valutati in asse al diffusore e fuori asse



dal diffusore.

- Valori di potenza applicabile e relativo livello sonoro, il primo valutato in W e il secondo valutato in dB.
- Angolo di copertura del diffusore sonoro, espresso in gradi.

Il metodo di collegamento

Quando si progetta un impianto di diffusione sonora, una delle prime scelte di campo, che condizionano in maniera pesante lo sviluppo del progetto, è quella, come già detto, del tipo e della posa dei diffusori acustici.

Il secondo aspetto da considerare è quello legato al modo di collegamento degli altoparlanti, tra di loro e rispetto al sistema di amplificazione finale.

Attualmente i sistemi più comunemente impiegati sono due e più precisamente:

- Collegamento a impedenza costante
- Collegamento a tensione costante

Il primo sistema è consolidato e largamente diffuso nel passato, presenta però alcuni problemi quali ad esempio:

- elevati problemi di cadute di tensione,
- necessità di dover utilizzare sezioni dei condut-

tori rilevanti,

- problemi di impedenze di accoppiamento all'amplificatore,

Il secondo sistema è innovativo e si è diffuso in questi anni e presenta alcuni vantaggi quali ad esempio:

- a piena potenza la tensione applicata è costante e non varia al variare dal numero di diffusori acustici collegati,
- possibilità di aggiungere e togliere componenti di diffusione sonora,
- necessità di rispettare il numero massimo di diffusori in relazione alla massima potenza erogabile dall'amplificatore,
- le correnti in gioco sulla linea sono ridotte per cui si possono impiegare linee di distribuzione con sezione piccole,
- i diffusori sono collegabili semplicemente in parallelo alla linea,
- la tensione di alimentazione del sistema audio è di 100 V.

Unico problema è quello relativo ad un calo di prestazioni dovuto alla doppia conversione del segnale da bassa ad alta tensione in uscita dall'amplificatore e la riconversio-

Glossario tecnico

Area di copertura:

l'area, all'interno o all'esterno di un edificio, nella quale il sistema di diffusione sonora soddisfa i requisiti della norma CEI EN 60849;

Zona altoparlante:

qualsiasi parte dell'area di copertura nella quale l'informazione può essere fornita in maniera separata, rispetto alle altre parti;

Informazione:

qualsiasi annuncio vocale o segnale audio che possa essere inteso;

Udibilità:

proprietà di un suono che gli permette di essere distinguibile da altri suoni;

Intelligibilità:

misura della proporzione del contenuto di un messaggio vocale, che può essere correttamente compreso;

Chiarezza:

proprietà di un suono che permette ad un ascoltatore di distinguere le sue componenti informative. E' una proprietà legata alla assenza nel suono di distorsioni di ogni tipo;

Allarme:

un segnale o una condizione indice di un'emergenza;

Avviso:

importante annuncio riguardante qualsiasi cambiamento di stato che richieda attenzione o attività;

Emergenza:

rischio imminente o seria minaccia alle persone o alle cose;

Zona di emergenza:

suddivisione dei locali effettuata in modo tale che l'insorgere di una emergenza all'interno di una zona, sia indicata in modo separato da quella riguardante un'altra zona;

Persona responsabile:

la persona che ha il controllo dei locali (es. datore di lavoro) deve nominare una "persona responsabile", appositamente addestrata, che garantisce la manutenzione e la riparazione del sistema di diffusione sonora in modo che sia sempre in efficienza;

Bilanciato e Sbilanciato

Un collegamento si dice bilanciato quando il segnale viene condotto da due fili, detti polo caldo e polo freddo, e da una calza schermante. Il polo caldo ha il compito di portare il segnale in fase, mentre il polo freddo porta lo stesso segnale, ma in opposizione di fase. Questo accorgimento consente di rendere il segnale in transito immune dai disturbi elettromagnetici anche su lunghi tragitti, grazie al fatto che

al momento del raggiungimento del dispositivo ricevente i due segnali vengono sottratti algebricamente tra loro producendo un nuovo segnale di ampiezza doppia e un annullamento dei disturbi intercorsi durante il tragitto.

Cassa attiva, cassa passiva

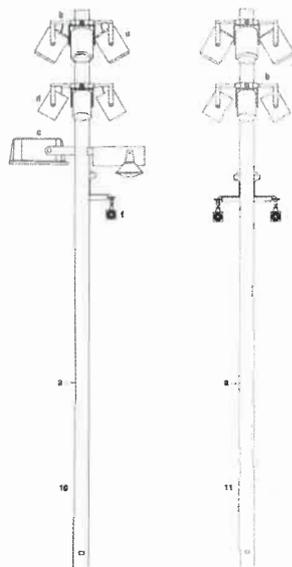
Esistono due tipi di casse acustiche: passive e attive. Una cassa si dice passiva quando è dotata di soli altoparlanti e richiede l'uso di un amplificatore esterno in grado di pilotarla: questo tipo di cassa non richiede alimentazione elettrica. Una cassa si dice invece attiva quando possiede un amplificatore incorporato e richiede quindi un'alimentazione elettrica.

Equalizzatore

Particolare circuito elettrico in grado di fornire delle esaltazioni o delle attenuazioni di certe frequenze contenute nello spettro audio. I controlli di tono, in particolare, si suddividono in HIGH o "alti" per il controllo delle alte frequenze, e LOW o "bassi" per il controllo delle basse.

Finale

E' un circuito elettronico che si occupa di convertire un segnale a bassa potenza in un segnale ad alta potenza, con una corrente tale da muovere le bobine e quindi i coni di un altoparlante audio.



Esempio di sistema di diffusione sonora e orientamento pubblico per l'aeroporto internazionale del Kansai, firmato Renzo Piano. Le "pale" supportano apparecchi illuminanti, illuminazione d'emergenza e diffusori sonori.

Schema delle pale:

- a. palo in alluminio di 110 mm di diametro
- b. braccio di 28 mm di diametro
- c. corpi luminosi
- d. illuminazione d'emergenza
- e. altoparlante

ne da alta a bassa tensione sul diffusore acustico.

Inoltre i diffusori acustici sono maggiormente ingombranti e costosi perché sono dotati di trasformatore di conversione di segnale.

Per garantire una buona qualità di segnale è quindi importante garantire una buona qualità degli alimentatori di conversione nell'amplificatore e nei diffusori acustici.

I parametri che caratterizzano la qualità del diffusore acustico sono due:

- Curva di impedenza.
- Perdita di inserzione.

Il quadro normativo

La disciplina ingegneristica della progettazione degli impianti di diffusione sonora audio è estremamente ampia e coinvolge un numero enorme di normative vigenti.

In particolare merita un accurata trattazione la norma europea EN 60849 che definisce i requisiti progettuali, impiantistici e i parametri di qualità, che un sistema di diffusione sonora deve possedere quando deve essere utilizzato per la messaggistica di emergenza e di sicurezza.

Gain e Volume

Il Gain, o guadagno, è un particolare circuito elettronico attivo che produce una forte amplificazione sul segnale entrante. Viene normalmente usato sui debolissimi segnali di tipo microfonico che sfruttano gli ingressi a bassa impedenza. Il Volume costituisce invece il reale controllo di livello del segnale sia per gli ingressi MIC che per quelli LINE. Alcuni dispositivi possiedono soluzioni circuitali tali da avere le due funzioni su un'unica manopola, che svolge amplificazioni differenziate in base all'ingresso selezionato.

Mixer

Circuito elettronico attivo in grado di miscelare tra loro due o più segnali audio. Il mixer si occupa anche del controllo degli effetti audio, miscelando con i segnali originali.

Public Address

Sistema di amplificazione composto da almeno il sistema di amplificazione e i diffusori acustici usati per amplificare un segnale (vocale o musica) per poter distribuire suoni e parlato all'esterno degli edifici o in spazi pubblici.

Perdita di inserzione

Attenuazione del segnale in dB, dovuta all'inserzione lungo la linea di nuovi elementi di diffusione acustica; tipico fenomeno dovuto alla presenza di impedenza degli avvolgimenti dei trasformatori.

meno dovuto alla presenza di impedenza degli avvolgimenti dei trasformatori.

Preamplificatore

Si tratta di un circuito elettronico attivo che manipola segnali a bassa potenza. I compiti svolti dal preamplificatore sono: gestione dei segnali audio entranti e uscenti (case escluse), volume ed equalizzazione.

Riverbero

Fenomeno acustico dovuto alle riflessioni di un suono tra le pareti di un ambiente. Si tratta di un effetto estremamente avvertibile in ambienti molto grandi e che possiedono vaste pareti riflettenti, come chiese, auditorium, ecc. In elettronica questo effetto viene ricostruito mediante una particolare molla percorsa da corrente alternata, o usando sofisticati algoritmi matematici su segnali digitali.

Speakers

Termine inglese per indicare i diffusori sonori costituiti da uno o più altoparlanti.

Watts RMS

Si tratta di una misura che esprime il valore efficace della potenza, ovvero il reale valore di potenza che un sistema è in grado di erogare. RMS (Root Mean Square) sintetizza il metodo matematico che consente di calcolare la potenza efficace: radice quadrata del valor medio della somma

dei quadrati delle armoniche contenute nello spettro.

I watts RMS sono esattamente la metà dei watt musicali e un ottavo dei watt picco/picco.

Impedenza

Grandezza fisica vettoriale definibile come elemento di opposizione al passaggio della corrente.

Detta grandezza, all'interno del diffusore acustico, varia al variare della frequenza.

Si manifesta in presenza di bobine o avvolgimenti induttivi, con correnti alternate sinusoidali.

Diffusori a cluster

Si tratta di un insieme di diffusori acustici, sovente aventi risposte caratteristiche diverse, montati a grappolo, solitamente sospesi a soffitto, montati opposti e collegati in opposizione di fase.

Diffusori a tromba

Diffusori acustici, la cui forma ricorda quella appunto di una tromba, di solito trovano impiego in ambienti di grandi dimensioni o in esterno.

Quelli maggiormente performanti devono avere l'apertura almeno uguale ad 1/4 della massima lunghezza d'onda, con lunghezze proporzionate.