

**GUIDA ALLA PROGETTAZIONE
E ALLA INSTALLAZIONE
DEI SISTEMI
DI DIFFUSIONE SONORA**



UNLIMITED SOUND

SINCERT
ACCREDITAMENTO ORGANISMI CERTIFICAZIONE



© EDITO DA: RCF SPA
3ª EDIZIONE - GENNAIO 2000

A NORMA DELLA LEGGE SUL DIRITTO D'AUTORE E DEL CODICE CIVILE, É TASSATIVAMENTE VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO CATALOGO O PARTE DI ESSO. CON QUALSIASI METODO, ELETTRONICO, MECCANICO, PER MEZZO DI FOTOCOPIE O ALTRO.

Contenuto

PARTE PRIMA

1 – Caratteristiche fisiche del suonopag.	7
1.1 Il suono.....	7
1.2 La pressione sonora e il decibel.....	8
1.3 La frequenza.....	11
1.4 HI-FI e Stereofonia.....	12
1.5 Sistemi Public Address.....	12
1.6 Sistemi Audio professionali.....	12
1.7 L'impianto HI-FI domestico.....	12

2 – Caratteristiche acustiche ambientali	13
2.1 Diffusione del suono in spazi aperti.....	13
2.2 Reazione acustica (effetto Larsen).....	14
2.3 Acustica ambientale.....	16
2.4 Riverberazione.....	17
2.5 Rapporto di direttività dell'emissione acustica.....	17
2.6 Distanza critica, distanza limite e intelligibilità.....	18
2.7 Guadagno di un sistema audio per interni.....	19
2.8 Concetto di cammino libero medio.....	19

3 – Funzioni dell'impianto elettroacustico	21
3.1 Funzioni dell'impianto elettroacustico.....	21
3.2 Componenti dell'impianto elettroacustico.....	21
3.3 Il microfono.....	21
3.4 L'amplificatore.....	23
3.5 L'altoparlante.....	24

4 – Studio del sistema di sonorizzazione	27
4.1 Studio del sistema di sonorizzazione.....	27
4.2 Collegamento dei diffusori con sistema a impedenza costante.....	28
4.3 Collegamento dei diffusori con sistema a tensione costante.....	31
4.4 Attenuatori a impedenza costante e tensione costante.....	33
4.5 Installazione del sistema di diffusione sonora.....	36
4.6 Microfoni.....	36
4.7 Amplificatori.....	36
4.8 Altoparlanti.....	40

PARTE SECONDA

Esempi di utilizzazione e collegamento dei prodotti Public Address RCF	51
– Sistemi di diffusione sonora con componenti serie EASY LINE.....	52

– Sistema interfonico MP 300.....	54
– Diffusione musicale in abitazione con altoparlanti a parete ad alta fedeltà.....	55
– Diffusione di sottofondo musicale per ambienti di dimensioni medio/piccole, come negozi, studi medici, sale di attesa, bar, boutiques, sportelli bancari.....	58
– Diffusione audio con musica di sottofondo in ambienti di medie dimensioni quali bar/trattorie, minimarkets.....	59
– Impianto per la diffusione di musica a basso livello in ristorante.....	60
– Sonorizzazione di un supermercato con musica, annunci e messaggi preregistrati.....	61
– Impianto di rinforzo voce tipico per luogo di culto di medie dimensioni.....	62
– Sistema per la diffusione di annunci e sottofondo musicale in una palestra.....	63
– Sonorizzazione di piscina coperta.....	64
– Piano bar.....	65
– Sistema di diffusione audio per palazzetto dello sport.....	66
– Sistema microfonico per sala consiliare.....	67
– Sala conferenze con diffusori a direttività costante PA 281 e mixer/processore digitale DX8.....	68
– Sistema per conferenze a gestione digitale SC 5500 - SC 5500V.....	69
– Sistema di diffusione sonora Soundy 2000 per alberghi, comunità, navi da crociera.....	70
– Sistema audio per la ricerca di persone e l'eventuale diffusione di sottofondo musicale in reparti di lavorazione mediamente rumorosi con l'impiego di proiettori di suono.....	71
– Ricerca di persone in reparto di lavorazione molto rumoroso con sistema di diffusori a tromba.....	72
– Impianto di sonorizzazione per un campo di calcio con tribuna coperta e pista d'atletica.....	73
– Sistema di sonorizzazione per edificio scolastico con cortile annesso (parola + musica).....	74
– Sistema di amplificazione per una piazza.....	75
– Sistemi di sonorizzazione con microfoni amplificati.....	76
– Sistema per la diffusione di musica e annunci a breve portata e soli annunci a media portata per struttura balneare.....	77
– Sistema integrato per la diffusione di annunci e musica.....	78
– Sistema per la diffusione e distribuzione di musica ambientale di qualità ed eventuali annunci microfonici.....	79
– Sistema per la diffusione e distribuzione di musica ambientale di qualità in stereofonia.....	80
– Sistemi di sonorizzazione controllati e gestiti con matrice programmabile RX 3000.....	81
– Sistema selezione zone SPA 8000.....	86
– Sistemi di selezione zone gestiti con unità di Commutazione PD 1066.....	89
– Amplificazione su mezzi mobili.....	90
– Organizzazione di vendita.....	92

Parte Prima

CARATTERISTICHE FISICHE DEL SUONO

1.1 IL SUONO

Il suono è la sensazione acustica che gli esseri viventi dotati del senso dell'udito provano quando il loro organo è colpito da uno stimolo sonoro.

Dal punto di vista fisico, il suono consiste nella trasmissione delle vibrazioni generate da un corpo oscillante (sorgente sonora) attraverso un mezzo "elastico", e nella loro ricezione da parte di un sensore o ricevitore.

Dunque, basta porre in vibrazione un qualsiasi oggetto (la sorgente sonora) in contatto con l'aria (il mezzo) per metterla in movimento; la sua elasticità trasmetterà fedelmente il moto via via alle molecole circostanti, propagando il movimento in ogni direzione.

Il suono ha praticamente origine dalle vibrazioni della sorgente sonora, che si traducono in variazioni di pressione e velocità di propagazione delle molecole dell'aria, perturbazioni che, se in possesso di particolari requisiti, possono venire percepite dal nostro orecchio.

Possiamo pensare al suono come ad innumerevoli compressioni-rarefazioni (espansioni) dell'aria, dirette dalla sorgente alla ricevente.

Immaginiamo di spostare l'aria agitandola alternativamente con un pistone azionato esternamente e affacciato su di un grande pannello (Fig. 1). Pensiamo di muo-

verlo rapidamente in modo assiale, facendogli compiere diverse oscillazioni al secondo di ampiezza costante e osserviamo ciò che accade sul lato "esterno" del pannello. Si ha la compressione dell'aria quando il pistone avanza, e se ne ha la conseguente rarefazione quando il pistone indietreggia lasciando un "vuoto" pari al suo volume. E così il ciclo si ripete ad ogni "avanti-indietro" dello stantuffo.

Data la proprietà fisica dell'aria di essere estremamente elastica, queste continue variazioni di pressione si ripercuotono concentricamente sugli strati d'aria circostanti, frontalmente in ogni direzione.

Se prendiamo come elemento di riferimento la pressione atmosferica dell'aria, rappresentata da una retta orizzontale e vi riportiamo sopra le variazioni di pressione originate dalle onde sonore, rileviamo che queste ultime variano secondo intervalli regolari ed in ugual valore, sopra e sotto la linea di riferimento. Nell'esempio abbiamo assunto le compressioni come valori positivi e le rarefazioni come valori negativi.

L'entità delle oscillazioni (profondità degli spostamenti) è proporzionale al valore della pressione generata (intensità del suono).

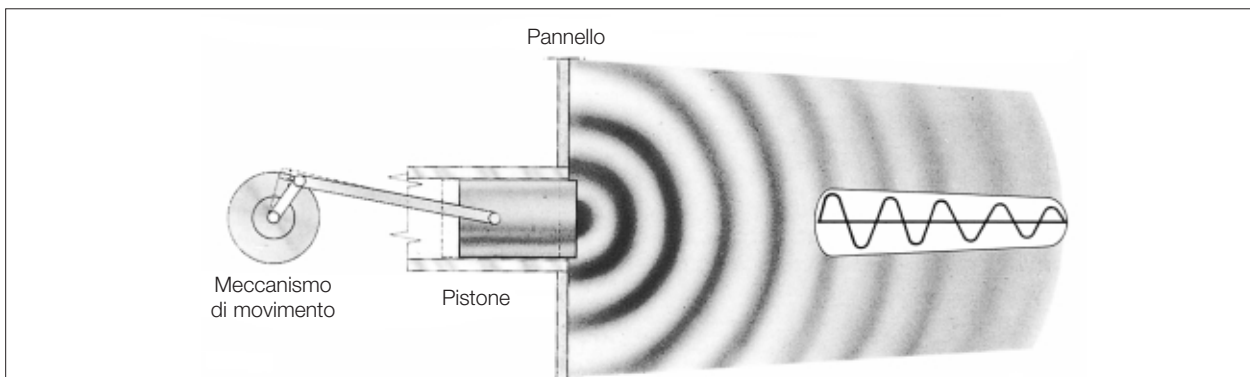


Fig. 1 Come si genera il suono

Si definisce *ciclo* una oscillazione (armonica semplice) in cui il pistone parte dalla posizione di equilibrio per ritornarvi dopo aver compiuto una escursione avanti/indietro con uguale ampiezza sullo stesso percorso. Il *periodo* è il tempo richiesto per il compimento di un ciclo.

La *Frequenza* è il numero di cicli nell'unità di tempo (secondo). L'unità di misura è l'Hertz (Hz).

Se il numero dei cicli è compreso tra i 20 e i 20.000 al secondo, il fenomeno vibratorio produce nell'uomo la sensazione auditiva.

Al di sotto e al di sopra della gamma delle frequenze udibili, che vanno appunto dai 20 Hz ai 20 kHz, abbiamo rispettivamente gli infrasuoni (≤ 20 Hz) e gli ultrasuoni (≥ 20 kHz).

La forma propria dell'oggetto, la sua massa e la velocità di vibrazione determinano le caratteristiche del suono. Elementi distintivi del suono sono: l'altezza (acuto/grave), l'intensità (debole/forte) ed il timbro (dolce, cristallino, cupo ...). Quest'ultimo, dovuto alle differenti componenti "armoniche" che sono parte del suono stesso, ci permette di distinguere sensazioni che si equivalgono per intensità ed altezza, e cioè di riconoscere per esempio uno strumento musicale da un altro o una voce da un'altra.

La velocità con cui il suono si propaga è strettamente legata alla natura del mezzo elastico. Anche se nel prosieguo sarà considerata unicamente la trasmissione del suono nell'aria, la figura 2 mostra quanto siano diverse le velocità di propagazione del suono in altri elementi/mezzi "elastici".

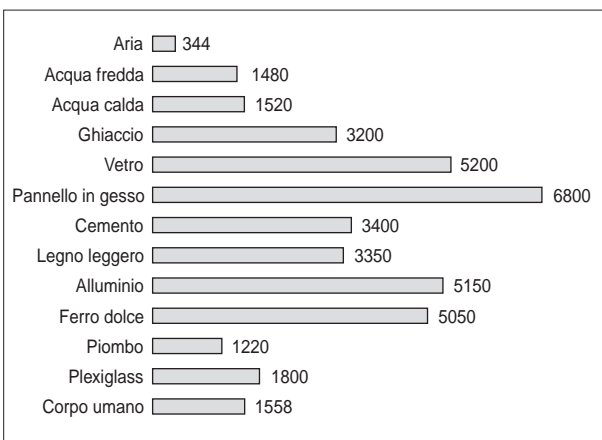


Fig. 2 Velocità di propagazione del suono in alcuni elementi/mezzi "elastici" in m/sec. a 21°C

La velocità del suono nell'aria è di 344 m/sec. (21°C) e varia al variare della temperatura dell'aria stessa. La formula seguente permette di ricavare tale velocità a temperature diverse:

$$V = 20.06 \sqrt{273 + ^\circ\text{C}}$$

dove V esprime la velocità del suono in metri al secondo e °C la temperatura dell'aria in gradi Celsius.

Il rapporto tra velocità e frequenza rappresenta lo spazio percorso dall'onda sonora nel tempo di un periodo; cioè definisce la lunghezza dell'onda sonora relativa a quella particolare frequenza. (Fig. 3).

$$\lambda = V/f$$

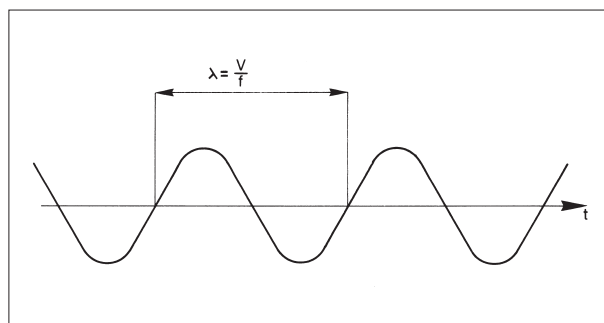


Fig. 3 - Lunghezza d'onda

Dove: λ rappresenta la lunghezza d'onda in mt.; V è la velocità del suono in m/sec. e f è il valore della frequenza espresso in Hz.

1.2 LA PRESSIONE SONORA E IL DECIBEL

L'udito, come anche tutti gli altri sensi dell'uomo, riceve uno stimolo in contrapposizione ad un effetto o azione esterni che si sviluppa/cresce in modo logaritmico. In altre parole, per creare una pressione sonora doppia, non è sufficiente raddoppiare il numero delle sorgenti sonore (poste di ugual potenza e ad uguale distanza), ma occorre moltiplicarlo per dieci.

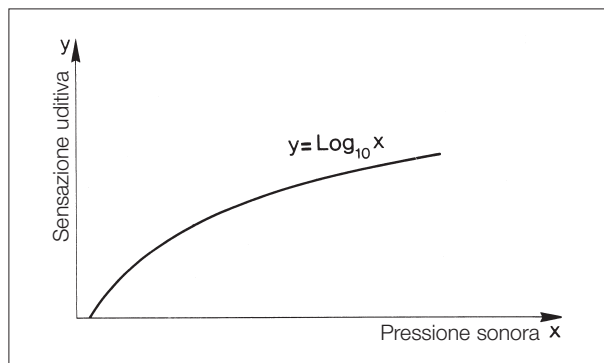


Fig. 4 Relazione pressione sonora/sensazione uditiva

Per rendere immediata la comprensione di un fenomeno sonoro, si usa definirne convenzionalmente il livello in dB SPL (decibel di Livello Pressione Sonora) che rappresenta anche il grado di sensibilità di una sorgente sonora.

Con l'introduzione del decibel SPL (nel seguito indicato semplicemente con dB), si riesce a riferire ogni misurazione, che viene così ad essere relativa, al minimo valore udibile (a cui ha luogo la sensazione auditiva), convenzionalmente uguale a 0 dB SPL.

Tab. 1 Corrispondenza tra pressione sonora/livello sonoro

Pressione sonora (μ PA)	Livello sonoro (dB)
20	0
60	10
200	20
600	30
2,000	40
6,000	50
20,000	60
60,000	70
200,000	80
600,000	90
2,000,000	100
6,000,000	110
20,000,000	120

Difatti si rivelerebbe troppo impegnativo valutare l'intensità di un suono in Pascal (Pa), unità di misura della pressione sonora, dato che l'intervallo esistente tra il valore minimo (20 microPa, soglia dell'udibilità) e massimo ottenibile (63,2 Pa, soglia del dolore) è dell'ordine di grandezza del milione.

Le seguenti relazioni permettono di ricavare il valore relativo in dB, se è noto il valore assoluto di un livello sonoro sotto forma di potenza (Watt) o pressione (Pa).

$$\text{dB} = 10 \log_{10} \text{POT./POT.0} = 20 \log_{10} \text{PRESS./PRESS.0}$$

Dove POT. 0 = 10^{-12} W e Press. 0 = 20 microPa, rappresentano rispettivamente i valori convenzionali di riferimento per Potenza e Pressione Sonora e corrispondono alla soglia dell'udibilità a 1000Hz. Mai dimenticare la relatività del deciBel (dB). Il valore 0 (zero) dB significa, in termini di ascolto, non udire ma nello stesso tempo percepire il minimo suono udibile.

Come già visto in precedenza, tanto l'orecchio umano quanto il microfono risultano sensibili alla sola pressione sonora; per questo risulta impossibile da parte di un qualsiasi strumento misurare direttamente il valore della potenza acustica, per la mancanza appunto di un rilevatore sensibile a questa grandezza fisica. Si calcola in dB SPL anche il grado di sensibilità degli altoparlanti o di sistemi di altoparlanti. Il valore equivale allora al livello di pressione sonora ottenuto fornendo al trasduttore la potenza di 1 Watt di **rumore rosa*** in modo da eccitare tutto lo spettro audio. Tale livello viene rilevato alla distanza di 1 metro, sull'asse dell'altoparlante. La sensibilità dei microfoni viene solitamente indicata in mV/Pa (millivolt su Pascal) con frequenza di riferimento a 1000Hz; se, per esempio, un microfono viene dato per 2 mV/pa, significa che per ogni Pascal di pressione che agisce sulla capsula

* Il Rumore Rosa è un segnale che contiene tutte le frequenze audio con spettro lineare.

microfonica, in uscita, avremo una tensione di 2 mV. Per dar luogo ad uguali incrementi del livello di ascolto, l'aumento della potenza elettrica, fornita ad un altoparlante, che occorrerà per generare un incremento della pressione sonora irradiata, dovrà essere sempre più consistente tanto più sarà elevato il valore della pressione sonora in gioco.

Per esempio, la medesima impressione di aumento della potenza emessa da un trasduttore la si ha passando da 1 a 2 Watt come da 10 a 20 Watt; raddoppiando la potenza del segnale audio, infatti, non si ha un raddoppio della pressione acustica, ma un aumento solo percettibile. In altre parole, pur occorrendo 1 Watt di incremento nel primo caso e 10 W nel secondo, l'aumento percepito dal nostro orecchio risulta essere di pari minima entità. Infatti si ha che: $10 \log_{10} 2/1 = 10 \log_{10} 20/10 = 3$ dB.

Ad ogni raddoppio di potenza in Watt la pressione acustica aumenta di 3 dB; di conseguenza, ad ogni dimezzamento di potenza, la pressione acustica diminuisce di 3 dB.

Tab. 2 Relazione tra potenza (W) e livello di pressione acustica (in dB)

Rapporto di potenza (W)	dB
1	0
1,26	1
1,585	2
2	3
2,5	4
3,162	5
3,98	6
5	7
6,31	8
7,943	9
10	10
12,6	11
15,9	12
20	13
25,1	14
31,6	15
39,8	16
50,1	17
63,1	18
79,4	19
100	20
1000	30
10^4	40
10^5	50
10^6	60
10^7	70
10^8	80
10^9	90
10^{10}	100
10^{11}	110
10^{12}	120
10^{13}	130
10^{14}	140

Incremento/decremento Pot. tradotto in dB = $10 \log_{10}$ della Potenza in Watt.

Variazioni della pressione acustica si possono anche ottenere installando più diffusori vicini tra loro e orientati nella medesima direzione. L'aumento o la diminuzione della pressione acustica, è comunque rispettivamente di 3dB in più o in meno ad ogni raddoppio o dimezzamento della potenza totale dei diffusori.

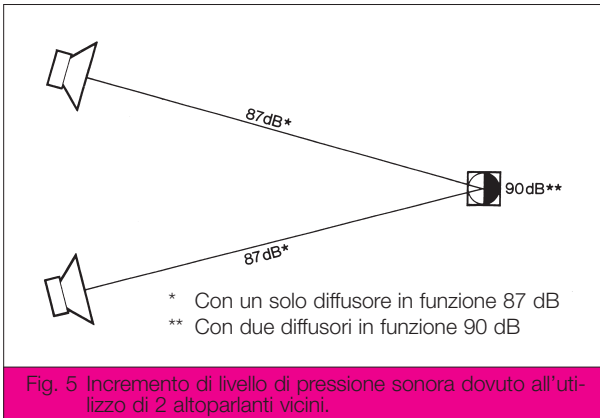


Fig. 5 Incremento di livello di pressione sonora dovuto all'utilizzo di 2 altoparlanti vicini.

Importante è tener presente che il valore 3dB rappresenta mediamente il minimo di variazione della pressione acustica perchè sia chiaramente avvertibile un incremento di volume sonoro, o comunque perchè un suono o un rumore prevalga su di altri. Se, per esempio, siamo in presenza di un rumore di fondo max uguale a 70 dB, occorreranno almeno 73dB per rendere udibile in quell'ambiente eventuali messaggi. Dal punto di vista pratico, si tende sempre a portare questa differenza a circa 10 dB, per mantenere la massima garanzia di udibilità dei messaggi anche in situazioni di emergenza.

Qualora siano noti i livelli sonori di due sorgenti rispetto ad un punto di ascolto, e si voglia conoscere il livello sonoro risultante dalla loro somma, non si possono semplicemente addizionare i due valori in quanto ci troviamo di fronte a grandezze "logaritmiche"; ma bisogna ricorrere alla seguente regola matematica che prevede l'uso del grafico di Fig. 6.

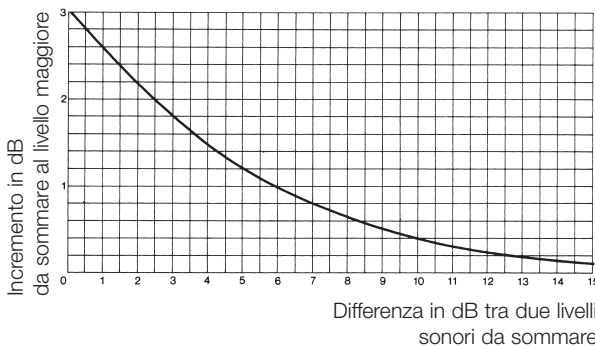


Fig. 6 Grafico per sommare livelli acustici espressi in dB

Contrassegnando con L1 il livello più elevato dei due (se i due valori infatti fossero identici, la pressione subirebbe un incremento pari a 3 dB) si avrà:

Liv. risultante = Liv. sorgente 1 + Differenza ricavata sul diagramma in corrispondenza del valore "Liv. 1 - Liv. 2".

In caso le sorgenti siano più di due, sempre applicando il procedimento sopra esposto, si sommano le prime due sorgenti, quindi se ne somma il risultato alla terza, e così via di seguito.

Esempio di calcolo:

$$A + B + C + D = [(A + B=X) \rightarrow (X + C=Y) \rightarrow Y + D]=Z$$

$$A + B + C + D = 64 + 67 + 62 + 55 =$$

$$A + B = 64 + 67 + 68,8 = X$$

$$X + C = 68,8 + 62 + 69,7 = Y$$

$$Y + D = 69,7 + 55 + 69,8 = Z$$

Al progressivo aumentare della distanza dalla sorgente di emissione, come accennato al § 1.1., la potenza acustica si distribuisce su una superficie sempre più ampia, che è proporzionale alla distanza dalla fonte; contemporaneamente, l'intensità sonora diminuisce al crescere della superficie interessata dalla propagazione.

— Incremento/decremento Press. riferito alla distanza = $20 \log_{10}$ della distanza in metri.

Per cui, ad ogni raddoppio della distanza in metri tra diffusore e ascoltatore, la pressione acustica diminuisce di 6dB; di conseguenza, ad ogni dimezzamento della distanza, la pressione acustica aumenta di 6 dB (Fig. 7).

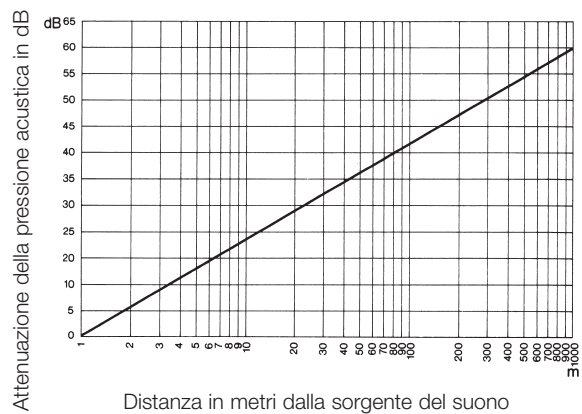


Fig. 7 Diagramma di attenuazione della pressione acustica in funzione della distanza

1.3 LA FREQUENZA

Si intende per frequenza quella grandezza che rappresenta il numero di volte in cui un fenomeno periodico (nel nostro caso una oscillazione) si ripete nell'arco di un secondo. L'unità di misura è l'Hertz (Hz) (vedi anche § 1.1).

Se assumiamo il valore 0 dB SPL (zero deciBel SPL) quale livello più basso a cui si può udire un suono in riferimento alle diverse frequenze della gamma udibile, che è compresa tra i 20 e i 20000Hz (per una persona giovane con udito in perfetta efficienza), osserviamo che, più siamo in presenza di basse frequenze, maggiore è il bisogno di alti livelli di ascolto per ottenere un suono percepibile dall'orecchio umano.

Il picco di sensibilità dell'orecchio umano si situa a circa 4000 Hz.

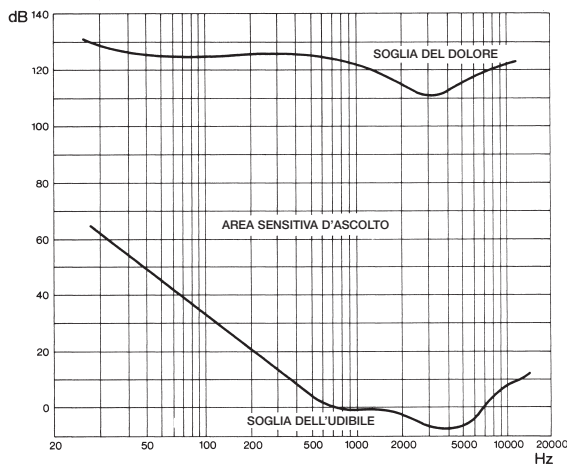


Fig. 8 Area sensitiva d'ascolto

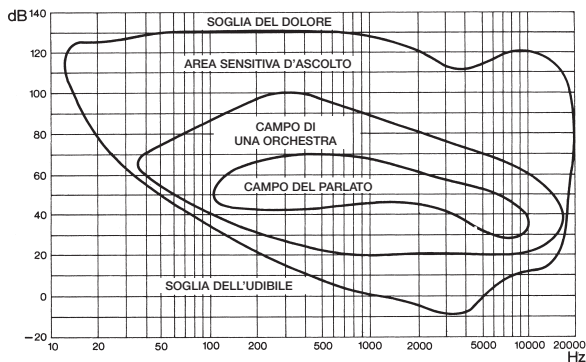


Fig. 9 Gamma dinamica

La gamma delle frequenze interessata dalla voce umana si estende dai 125 agli 8000 hertz, questa estensione è dovuta soprattutto al fatto che è stato preso in considerazione il canto; il solo parlato è invece solitamente compreso tra i 300 e i 3.000 Hz o fra i 400 e 14.000 Hz, a seconda che si faccia riferimento rispettivamente alla voce maschile o a quella femminile (Fig. 9, 10 e 11).

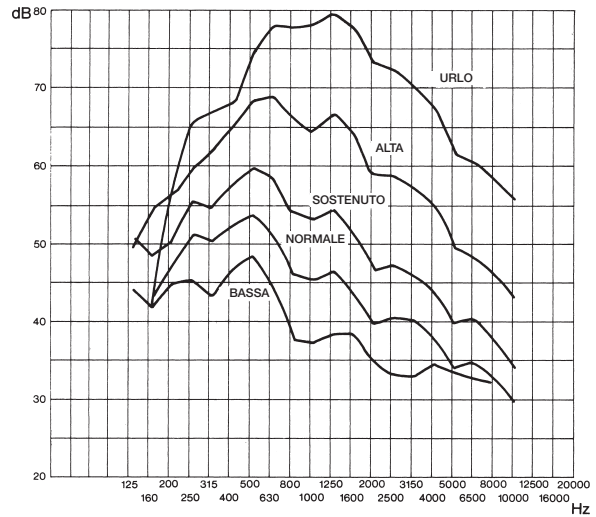


Fig. 10 Spettro della voce maschile

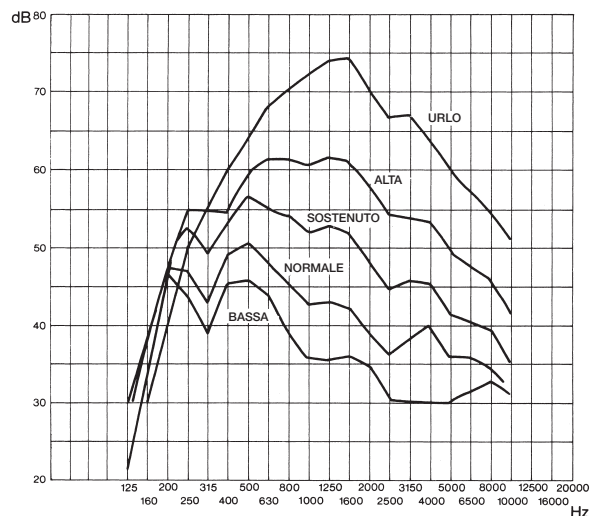


Fig. 11 Spettro della voce femminile

1.4 ALTA FEDELITÀ e STEREOFONIA

Le definizioni "Alta Fedeltà" e "Stereofonia", anche se spesso sono in stretta relazione tra loro, impropriamente vengono a volte utilizzate senza chiara distinzione per riferirsi al medesimo prodotto auditivo, ma il loro corretto significato è sostanzialmente differente:

Alta fedeltà:

Con questo termine ci si riferisce ad una riproduzione del suono (e quindi ad un ascolto) che aderisce maggiormente alla fonte originaria per tutto lo spettro sonoro (frequenze).

Stereofonia:

È la riproduzione di suoni ben distinti provenienti da due fonti o sorgenti (destra e sinistra). L'intento è di raggiungere un insieme e una qualità di suoni analoghi a quelli che percepirebbe il nostro orecchio trovandosi nel luogo ove tali suoni si riproducono originalmente. La perfetta riproduzione si realizza, pertanto, utilizzando una coppia di diffusori ad alta fedeltà collocati di fronte all'ascoltatore.

Si comprende quindi che, qualora si debbano avere sottofondi musicali, non si tratta necessariamente di stereofonia; è fondamentale invece una riproduzione di qualità, utilizzando soprattutto idonei diffusori.

1.5 SISTEMI PUBLIC ADDRESS

L'obiettivo di un sistema Public Address, è principalmente la diffusione di messaggi vocali. L'eventuale trasmissione di un programma musicale di intrattenimento, ove prevista, viene effettuata a basso volume.

I sistemi sopra descritti trovano primaria applicazione in ambienti di uso pubblico, quali centri commerciali, stazioni ferroviarie, ospedali, complessi sportivi e culturali, dove *l'uniformità della distribuzione sonora e l'intelligibilità dei messaggi diffusi riveste massima importanza*. In tali installazioni risultano essere parametri fondamentali la dispersione del singolo diffusore in relazione alle diverse frequenze e la sua efficienza, piuttosto che l'elevata fedeltà nei confronti del segnale musicale. Esiste comunque la tendenza ad utilizzare componenti di qualità superiore caratterizzati da una più estesa risposta in frequenza.

È importante tenere presenti le caratteristiche acustiche e l'utilizzo dell'ambiente: saranno questi dati a determinare la filosofia dell'intero progetto.

Di solito nei sistemi PA non viene usata la codifica stereofonica del segnale in quanto il numero dei diffusori e la loro ubicazione non consentirebbero la corretta ricostruzione dell'immagine stereofonica.

1.6 SISTEMI AUDIO PROFESSIONALI

L'obiettivo di un sistema Audio Professionale è quello di garantire una riproduzione musicale di qualità, anche ad elevati livelli di pressione sonora ed in situazioni acusticamente difficili.

Per questo sono indispensabili un'ottima fedeltà timbrica e la corretta restituzione dinamica del segnale.

I sistemi professionali trovano applicazione sia in strutture chiuse che all'aperto, per la sonorizzazione di manifestazioni live, discoteche, auditorium ecc.

Per coprire uniformemente con le minori variazioni di timbrica e livello la più vasta area, quindi il maggior numero di spettatori, si utilizzano diffusori a direttività controllata.

La scelta di diffusori ad elevata efficienza consente un risparmio effettivo sul numero delle casse acustiche e dei finali di potenza da impiegare.

1.7 L'IMPIANTO HI-FI DOMESTICO

L'utilizzo di impianti stereofonici ad alta fedeltà è legato ad un uso domestico, dove l'ambiente di ascolto ha dimensioni prevalentemente medio-piccole.

Lo scopo è ricostruire sia *timbricamente* che *spazialmente* la scena sonora nella maniera più accurata. Questo impone l'utilizzo di diffusori caratterizzati da ottima linearità in frequenza ed ampia dispersione.

CARATTERISTICHE ACUSTICHE AMBIENTALI

Qualsiasi sorgente sonora può essere riprodotta sia in ambienti chiusi che in luoghi aperti con effetti differenti, originati dal diverso tipo di propagazione che si ha nelle due condizioni.

Le pareti di una sala causano riflessioni delle onde sonore.

Queste ultime, invece, in luogo aperto si diffondono per via diretta, senza incontrare praticamente nessun ostacolo. Di conseguenza, in ambiente chiuso, il livello sonoro risulta più elevato perchè rinforzato dai suoni riflessi.

2.1 DIFFUSIONE DEL SUONO IN SPAZI APERTI

La pressione sonora percepita in *campo libero* (in assenza cioè di ostacoli) diminuisce di 6 dB ad ogni raddoppio della distanza. Questo comportamento è conosciuto con il nome di *legge del quadrato inverso*, e dipende dalla dispersione sferica del suono.

Il fenomeno è illustrato in figura 12, dove risulta chiaro come la medesima energia acustica venga distribuita, alla distanza $r_2 = 2 r_1$, su di una superficie quattro volte maggiore a quella relativa a r_1 ; ciò corrisponde ad un'attenuazione del livello della pressione sonora di 6 dB. In presenza di ostacoli il suono non obbedisce rigorosamente a tale legge: le vibrazioni dipendono, per ogni frequenza, dall'assorbimento della superficie incontrata e dall'angolo di incidenza dell'onda sonora.

samente a tale legge: le vibrazioni dipendono, per ogni frequenza, dall'assorbimento della superficie incontrata e dall'angolo di incidenza dell'onda sonora.

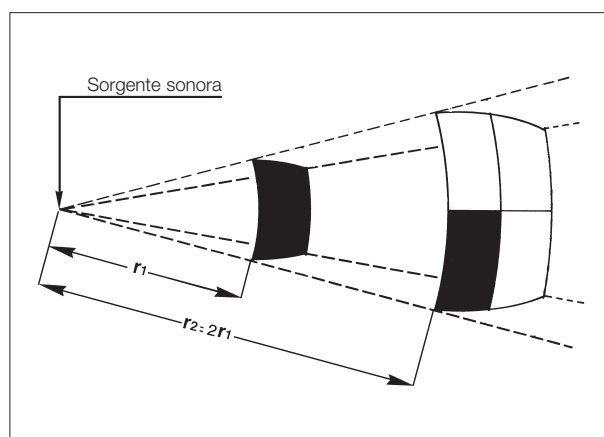


Fig. 12 Rappresentazione della legge del quadrato inverso

Il vento, le diverse temperature degli strati d'aria e l'umidità influenzano la trasmissione sonora all'aperto. Il suono viaggia più velocemente nell'aria calda piuttosto che in aria fredda e le differenze di temperatura ne deviano il cammino.

Tab. 3 Incremento dell'attenuazione del suono (dB/m) causato dall'assorbimento dell'aria a 20°C

Frequenza	Umidità relativa										
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
2kHz	0.00411	0.03814	0.01731	0.01086	0.00828	0.00711	0.00652	0.00626	0.00616	0.00616	0.00626
4kHz	0.00880	0.10106	0.06194	0.03879	0.02778	0.02201	0.01861	0.01650	0.01526	0.01415	0.01350
6.3kHz	0.14800	0.15355	0.13431	0.08998	0.06846	0.05086	0.04238	0.03651	0.03253	0.02967	0.02755
10kHz	0.02611	0.20082	0.25982	0.20375	0.15452	0.12225	0.10106	0.08672	0.07661	0.06879	0.06324
12.5kHz	0.03553	0.22201	0.33578	0.29242	0.23113	0.18582	0.15485	0.13301	0.11703	0.10530	0.09617
16kHz	0.05183	0.24841	0.42706	0.42054	0.35208	0.29210	0.24613	0.21255	0.18778	0.16887	0.15387

Il vento provoca la rifrazione delle onde sonore, dovuta in parte alle differenze di temperatura da esso causate. In ogni caso la velocità del vento influisce sulla propagazione sonora: se l'onda viaggia nella medesima direzione viene deviata verso il basso, in caso contrario, cioè controvento, verso l'alto. Una variazione nel valore di umidità relativa si traduce in un differente comportamento della propagazione acustica. In tab. 3 a pag. 13 è rappresentata l'attenuazione causata dall'aria in funzione dell'umidità, alla temperatura di 20°C, per ogni metro di distanza tra sorgente e ascoltatore.

In generale, comunque, l'assorbimento è sensibile per frequenze superiori a 2 kHz, mentre risulta essere trascurabile per quelle inferiori.

Un esempio: alla frequenza di 4 kHz e alla temperatura di 20°C, con un umidità relativa del 60%, l'assorbimento dovuto all'aria su una distanza di 50 metri è pari a 0,9 dB.

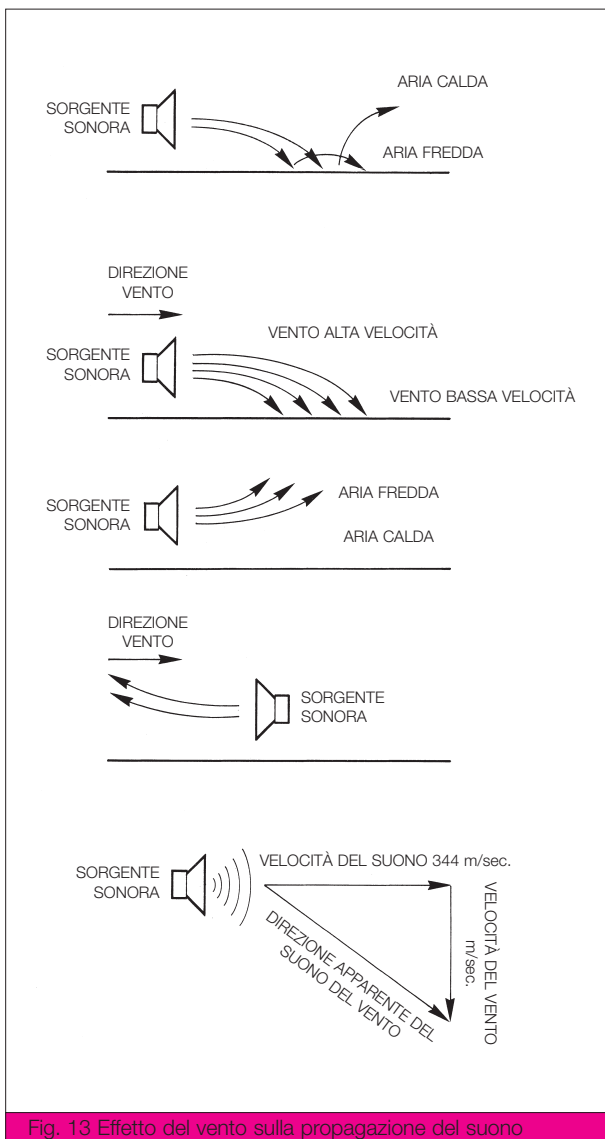


Fig. 13 Effetto del vento sulla propagazione del suono

2.2 REAZIONE ACUSTICA (Effetto Larsen)

Esiste reazione acustica ogni qualvolta un suono diretto (proveniente da un diffusore acustico) o indiretto (riverberato) viene percepito dal microfono e nuovamente amplificato (Fig. 14).

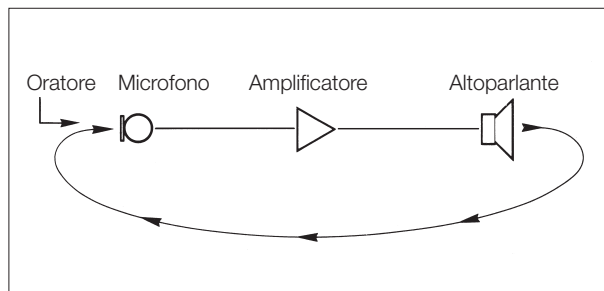


Fig. 14 - Catena di amplificazione e reazione acustica

Questo effetto ad "anello", risulta essere insopportabile quando gli altoparlanti iniziano ad emettere un "fischio". Ciò si verifica se il suono emesso dai diffusori ritorna al microfono ad un livello pressochè uguale a quello del suono originario, percepito dal microfono all'inizio della "catena".

Si può cercare di ovviare a tale inconveniente agendo sui controlli di sensibilità, di volume, o di tonalità dell'amplificatore; oppure intervenendo sull'orientamento degli altoparlanti, che, in nessun caso, dovranno diffondere in direzione del microfono, o comunque essere collocati nelle immediate vicinanze di questo. Nel caso ci si trovi nell'impossibilità di procedere come suggerito, bisogna allora utilizzare un numero superiore di diffusori così da poter lavorare a volumi acustici inferiori, o ricorrere a componenti altamente direttivi, quali microfoni di tipo unidirezionale (cardioide) e colonne sonore, più selettivi rispettivamente nella ricezione e nell'irradiazione.

Quindi, la principale difficoltà che si incontra nella scelta e nell'installazione di microfoni e diffusori, sta nell'ottenere sufficiente pressione sonora dal sistema di amplificazione, prima che si inneschi una reazione acustica. Utilizzando la formula:

$$Gr = \Delta L_o - 12 \text{ dB}$$

Dove: Gr è il guadagno richiesto dal sistema; ΔL_o e 12 dB rappresentano rispettivamente la distanza tra oratore e ascoltatore remoto e la distanza convenzionale tra oratore e ascoltatore di 1,2 metri per la quale non si rende necessario l'uso di un sistema di rinforzo voce per la comunicazione tra i due; entrambe poi trasformate in guadagno usando il grafico di fig. 15, si può ottenere con sufficiente approssimazione il valore del guadagno in dB che dovrà avere il sistema di amplificazione per

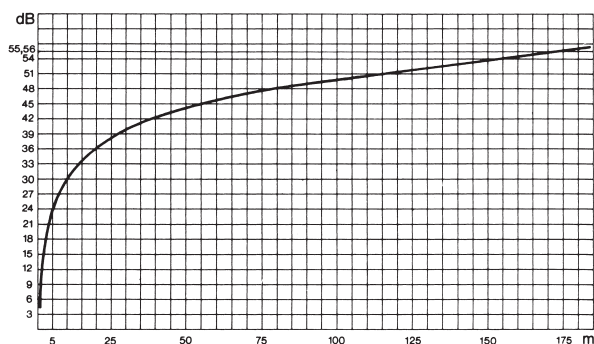


Fig. 15 Guadagno in dB in funzione della distanza dall'oratore

Tab. 4 Relazione del guadagno in dB in funzione della distanza dall'oratore

Distanza in metri	Distanza equivalente in dB
0,5	4.44
1	10.46
1,5	13.98
2	16.48
2,5	18.42
3	20.00
3,5	21.34
4	22.50
4,5	23.52
5	24.44
6	26.02
7	27.36
8	28.52
9	29.54
10	30.46
15	33.98
20	36.48
25	38.42
30	40.00
35	41.34
40	42.50
45	43.52
50	44.44
60	46.02
70	47.36
80	48.52
90	49.54
100	50.46
120	52.04
140	53.38
160	54.54
180	55.56

rendere udibile il messaggio, ad uguale livello, all'ascoltatore più lontano come all'ascoltatore più vicino (senza il rinforzo voce).

A parte, impiegando la formula sotto riportata, è poi possibile effettuare il calcolo della pressione massima alla quale l'impianto potrà lavorare senza che vi sia reazione acustica.

$$G_{mo} = \Delta L_o + \Delta L_1 - \Delta L_2 - \Delta L_m$$

Dove: G_{mo} è il guadagno massimo ottenibile dal sistema di amplificazione prima dell'innesco; ΔL_o , ΔL_1 , ΔL_2 , ΔL_m sono i guadagni ricavati dal grafico di fig. 15 e da tab. 4 relativi alle distanze L_o (oratore - ascoltatore lontano), L_1 (microfono - altoparlante più vicino), L_2 (ascoltatore remoto - altoparlante a lui più vicino) e L_m (oratore - microfono).

Se il guadagno richiesto supera il guadagno massimo ottenibile dal sistema, occorre intervenire, apportando una variazione ad almeno una delle distanze riportate nel seguito. (Es. Sostituzione di un microfono ad impugnatura con un microfono lavalier così da ridurre la distanza tra microfono e oratore).

Qualora i microfoni impiegati siano due o più, occorre tenere presente che il guadagno totale richiesto crescerà di 3 dB ad ogni raddoppio del numero dei microfoni installati (e funzionanti contemporaneamente).

Trattando impianti di amplificazione di tipo semplice, senza una corretta equalizzazione ambientale, si raggiunge solitamente la metà del guadagno massimo ottenibile, prima dell'innesco dell'effetto Larsen.

Con riferimento al disegno di fig. 16, si supponga di avere:

$$L_o = 20 \text{ mt.} \dots \Delta L_o = 36.5 \text{ dB}$$

$$L_1 = 6 \text{ mt.} \Delta L_1 = 26 \text{ dB}$$

$$L_2 = 20.9 \text{ mt.} \dots \Delta L_2 = 36.9 \text{ dB} \rightarrow (\sqrt{20^2 + 6^2})$$

$$L_m = 50 \text{ cm.} \dots \Delta L_m = 4.5 \text{ dB}$$

Guadagno richiesto

$$Gr = 36.5 - 12 = 24.5 \text{ dB}$$

Guadagno massimo ottenibile

$$G_{mo} = 36.5 + 26 - 36.9 - 4.5 = 21.1 \text{ dB} < Gr (-3.4 \text{ dB})$$

Sostituendo il microfono su base a pavimento con un microfono Lavalier si riduce L_m a circa 30 cm e relativo guadagno ΔL_m a 0 dB. Ricalcolando, G_{mo} risulta 25,6 > Gr. Un'altra soluzione può essere quella di ridurre ΔL_2 di 3,4 dB. In questo caso il ΔL_2 viene ad essere 33,5 dB (36,9-3,4). Sul grafico, in corrispondenza di un guadagno pari a 33,5 dB si legge la distanza massima imposta per L_2 : 14 mt.

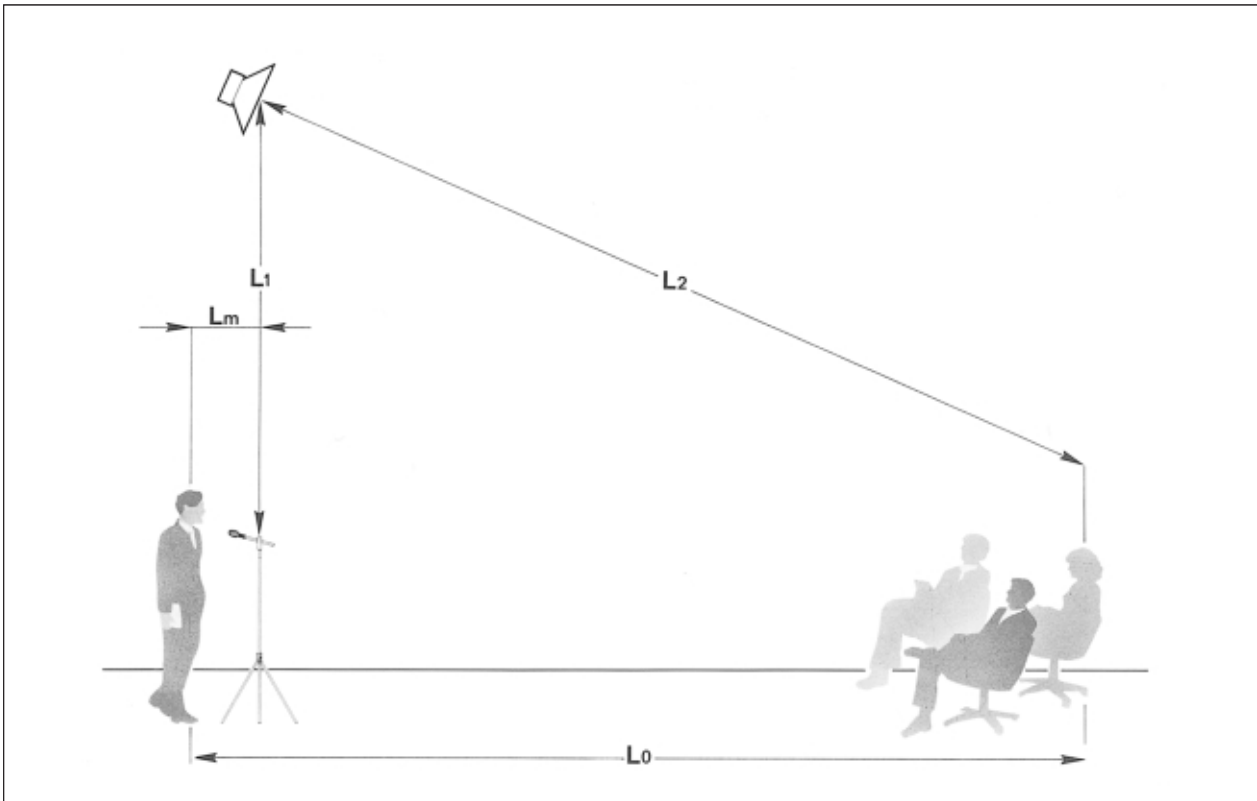


Fig. 16 Schema esplicativo per lo studio della reazione acustica

2.3 ACUSTICA AMBIENTALE

Nel momento in cui una sorgente sonora viene posizionata in ambiente chiuso, la trasmissione dell'informazione, essendo funzione di un maggiore numero di parametri, risulta essere modificata.

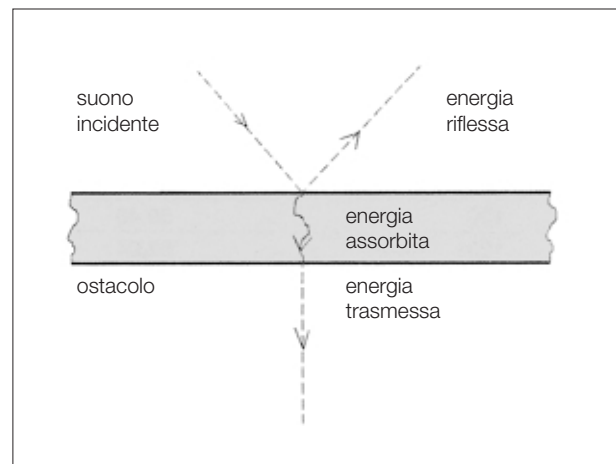
Mentre in un ambiente esterno le onde sonore che non colpiscono direttamente la zona di ascolto vengono disperse senza effetti indesiderati, in un ambiente chiuso esiste il fenomeno della *riflessione*.

Quando un suono incontra un ostacolo (una parete, il pavimento od il soffitto) come schematicamente rappresentato in figura, una parte dell'energia acustica è trasmessa attraverso il materiale, una parte viene assorbita, la rimanente è riflessa nell'ambiente.

Massa e costituzione del materiale determineranno la quantità di energia acustica trasmessa, assorbita e riflessa alle diverse frequenze.

Per esprimere quantitativamente tale fenomeno si utilizzano i *coefficienti di assorbimento*, normalmente compresi tra 0 e 1 riferiti alla superficie di un metro quadrato. Valori superiori all'unità sono caratteristici dei materiali studiati appositamente per l'insonorizzazione. Tali materiali, caratterizzati da speciali curvature superficiali, presentano all'onda sonora incidente un'area equivalente maggiore di quella effettivamente occupata sulla parete.

L'energia acustica non assorbita o trasmessa dall'ostacolo viene riflessa nell'ambiente: ad ogni posizione di ascolto corrisponde una ben precisa quantità di suono *indiretto*, costituito dalla somma delle riflessioni provenienti dalle superfici circostanti. Tali riflessioni arrivano nella posizione di ascolto in diversi istanti di tempo, tendendo a persistere anche dopo che il suono diretto è terminato. Questa persistenza prende il nome di *riverberazione*.



2.4 RIVERBERAZIONE

Così è denominato il fenomeno che il suono produce quando, incontrando nella sua area di diffusione impedimenti od ostacoli di varia natura non viene percepito esclusivamente in via diretta da chi ascolta.

Il tempo di riverberazione T è quello impiegato dal suono per attenuarsi di 60 dB, a partire dal momento in cui la sorgente sonora interrompe l'emissione del suono originario. Una differenza di 60 dB tra il suono originario e quello indiretto (o secondario), rappresenta una attenuazione talmente elevata da rendere trascurabile il livello del suono riverberato all'istante T nei confronti di quello iniziale.

Il tempo di riverberazione è determinabile tramite la *formula di Sabine*, conoscendo il volume dell'ambiente, le sue caratteristiche geometriche ed i materiali impiegati:

$$T = RT = RT_{60} = 0.161 V / A$$

In questa formula compare il volume V , misurato in metri cubi. La superficie riflettente totale S , espressa in metri quadri è inglobata nella formula dell'assorbimento totale delle superfici A .

$$A = S_1 a_1 + S_2 a_2 + S_3 a_3 + \dots + S_n a_n$$

dove $S_1, S_2 \dots$ sono le generiche superfici riflettenti (espresse in metri quadrati) ed $a_1, a_2 \dots$ i rispettivi *coefficienti di assorbimento* per unità di superficie.

Il tempo di riverberazione risulta essere proporzionale al volume dell'ambiente e inversamente proporzionale alla somma delle superfici assorbenti, dipendendo sia dal volume stesso dell'ambiente che dal grado di assorbimento degli elementi che lo compongono.

In tab. 5 sono riportati i coefficienti di assorbimento per i materiali più comunemente utilizzati. Detti coefficienti sono riferiti all'unità di superficie.

Nel caso in cui si utilizzino materiali con coefficiente superiore allo 0,2 è più corretto utilizzare la formula di Eyring:

$$T = 0.161 V / [-S \ln (1 - A)]$$

È di facile comprensione la dipendenza dei coefficienti di assorbimento dalla frequenza: ciò che distingue acusticamente una stanza dall'altra è appunto il differente "colore" acustico conferito dal riverbero. Materiali quali il cemento, la ceramica, il marmo e il linoleum, non essendo in grado di assorbire energia acustica, rendono l'ambiente estremamente riverberante. Al contrario, tappeti, tendaggi, moquettes, poltrone imbottite, il pubblico presente in ambiente assieme a tutti i materiali assorbenti, concorreranno a diminuire il tempo di riverbero.

È essenziale, affinché non si vengano a creare nocive interferenze tra suoni diretti e suoni riflessi, che questi ultimi, se ritardati di oltre 50 msec, giungano all'ascoltatore attenuati di almeno 10 dB.

I suoni indiretti, che giungono all'orecchio dell'ascoltatore entro 40/50 m/sec dal suono diretto, vengono infatti interpretati dal sistema uditivo come rinforzo, coloritura dell'originale; i suoni riverberati, che arrivano con ritardi compresi tra i 50 e gli 80 m/sec, producono, al contrario, effetti degradanti del segnale originario e possono determinarne l'assoluta incomprensibilità; i suoni riflessi con ritardi superiori agli 80 m/sec generano echi, risultando ben distinguibili dal suono che li ha generati. Anche l'eco è un fenomeno che può ovviamente causare degradazione del suono primario.

Al fine di ridurre al massimo la quantità dei suoni indiretti, è necessario limitare la dispersione dei diffusori verso le superfici dell'ambiente, siano esse orizzontali o verticali. Ciò si ottiene adottando diffusori direttivi, che permettono di indirizzare il suono verso aree predefinite riducendo le propagazioni indesiderate.

Tab. 5 Tabella coefficienti di assorbimento

Coefficienti di Assorbimento						
Tipo di superficie	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
Mattoni a vista	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07
Intonaco dipinto	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05
Cemento	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10
Moquette su cemento	0.02	0.06	0.14	0.37	0.60	0.65
Marmo	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Linoleum	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
Parquet	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07
Porte in legno	0.1	0.07	0.05	0.04	0.04	0.04
Vetro	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
Tendaggi	0.05	0.07	0.13	0.22	0.32	0.35
Griglie di ventilazione	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4
Superficie dell'acqua	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03
Sedie in legno vuote	0.04	0.05	0.06	0.1	0.1	0.08
Sedie in legno occupate	0.3	0.41	0.49	0.84	0.87	0.84
Panche in legno vuote	0.1	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08
Panche in legno occupate	0.5	0.56	0.66	0.76	0.8	0.76
Poltroncine vuote	0.49	0.66	0.8	0.88	0.82	0.7
Poltroncine occupate	0.6	0.74	0.88	0.96	0.93	0.85
Area con pubblico	0.25	0.35	0.42	0.46	0.5	0.5

2.5 RAPPORTO DI DIRETTIVITÀ DELL'EMISSIONE ACUSTICA

La distribuzione nello spazio del suono emesso da un diffusore dipende, alla medesima distanza, sia dalla posizione dell'ascoltatore (frontale, laterale, posteriore e tutte le relative combinazioni) che dalla frequenza.

Il livello di pressione sonora SPL se misurato ad una distanza costante dal diffusore, assume normalmente il massimo valore sull'asse perpendicolare al centro di emissione della sorgente.

L'indice di direttività "Q" è definito come il rapporto tra il quadrato del valore dell'SPL misurato sull'asse del diffusore ed il valore medio del quadrato dell'SPL, rilevato alla medesima distanza, per tutte le direzioni di emissione.

Il fattore Q si può quindi esprimere con la seguente relazione:

$$Q = \text{SPL}_{\text{asse}}^2 / \text{SPL}_{\text{medio}}^2$$

Al crescere della frequenza l'indice di direttività aumenta, in quanto le alte frequenze sono prevalentemente emesse in prossimità dell'asse dell'altoparlante. E quindi indispensabile associare ad ogni valore di Q la relativa frequenza.

Il valore della direttività fornisce preziose informazioni sulla distribuzione acustica di una sorgente: un suo incremento implica una maggiore concentrazione del suono in prossimità dell'asse.

Per ambienti riverberanti, ad esempio, è consigliabile utilizzare diffusori con elevato Q alle frequenze medio-basse, in modo che all'ascoltatore giungano quasi esclusivamente suoni diretti, minimizzando così la distribuzione del suono nelle direzioni indesiderate e quindi le riflessioni nocive prodotte dall'ambiente.

È facile intuire l'importanza dell'indice di direttività per il calcolo dell'intelligibilità del parlato nella fase di progettazione di un sistema acustico per interni.

2.6 DISTANZA CRITICA, DISTANZA LIMITE E INTELLIGIBILITÀ

Distanza critica

Come già visto, ad ogni posizione dell'ascoltatore nell'ambiente corrisponde una differente combinazione di suono diretto e indiretto.

La distanza tra la sorgente sonora e il punto in cui i livelli del suono diretto e di quello indiretto (riflesso cioè dall'ambiente) si equivalgono viene detta *Distanza critica*. Questa può essere calcolata tramite la seguente formula:

$$D_c = 0.057 \sqrt{(QV / T)}$$

dove D_c è la *distanza critica* (metri), V è il *volume dell'ambiente* (metri cubi), Q l'*indice di direttività* dei diffusori, T il *tempo di riverberazione* dell'ambiente (in secondi). Sperimentalmente si è osservato che il valore più significativo di Q per il calcolo di D_c è quello relativo alla frequenza di 2 kHz.

La distanza critica risulta così direttamente proporzionale all'indice di direttività della sorgente.

Degrado dell'intelligibilità

Il termine *intelligibilità* in acustica indica la possibilità di udire e distinguere correttamente tutti i fonemi del linguaggio cioè ogni costituente elementare del linguag-

gio stesso. L'intelligibilità della parola è il parametro più significativo per valutare la qualità di una installazione audio: essa dipende soprattutto dalla corretta comprensione delle consonanti.

Sia il riverbero che un elevato rumore di fondo degradano l'intelligibilità del parlato, mascherando le consonanti più significative. La *percentuale di consonanti "perdute"* fornisce una valutazione del degrado del messaggio sonoro: essa viene indicata con il termine *%ALcons*. Nel caso di un segnale estremamente variabile nel tempo come il parlato, e considerando le tipologie di rumore presenti nei diversi ambienti, un *rapporto segnale/rumore* sufficientemente elevato (almeno 10 dB) consente una migliore comprensione del messaggio.

L'intelligibilità diminuisce all'aumentare della distanza tra sorgente ed ascoltatore sino ad una lunghezza limite D_1 , la *distanza limite*. Per lunghezze superiori l'intelligibilità rimane costante qualsiasi sia la posizione dell'ascoltatore, dipendendo esclusivamente dal tempo di riverbero.

La distanza limite è legata alla distanza critica tramite la relazione:

$$D_1 \approx 3 D_c$$

Questa formula è corretta quando il tempo di riverbero dell'ambiente è minore di 2 secondi. Per tempi superiori il coefficiente di moltiplicazione "3" si riduce sensibilmente.

Per la valutazione della percentuale delle consonanti perdute (*% Alcons*) ci si riferisce sempre alla distanza dell'ascoltatore più lontano dalla sorgente, normalmente la posizione peggiore.

La relativa equazione è, per distanze inferiori a quella limite di:

$$\% \text{ Alcons} \approx [(200 D^2 T^2 N) / VQ]$$

mentre per distanze superiori alla distanza limite D_1 :

$$\% \text{ Alcons} = (9T)$$

dove D è la *distanza tra la sorgente sonora e l'ascoltatore* (in metri), T è il *tempo di riverbero dell'ambiente* (in secondi), N un fattore che tiene conto del numero di diffusori non direttamente orientati verso l'ascoltatore, V il *volume dell'ambiente* (in metri cubi), Q il rapporto di direttività. Ogni posizione di ascolto è quindi caratterizzata da un ben definito valore di *% Alcons*.

Il tempo di riverberazione T è proporzionale alla perdita delle consonanti: non è però facile diminuirne il valore, dato che ciò implica intervenire direttamente sulla geometria e/o sui materiali presenti nell'ambiente.

Aumentando il fattore di direttività Q della sorgente si riduce proporzionalmente *% Alcons*. Questa soluzione prevede però un aumento del numero dei diffusori acustici, dato che diffusori più direttivi hanno un minore angolo di copertura.

Ridurre D può portare ad un miglioramento notevole: riducendo tale fattore alla metà, si riduce ad un quarto la perdita Alcons prima della distanza limite. Il fattore N, nel caso di un sistema con diffusori identici e pilotati con la stessa potenza, è pari a:

$$N = \frac{\text{numero totale di diffusori}}{\text{numero di diffusori orientati verso l'ascoltatore}}$$

Per sistemi che impiegano differenti tipi di diffusori con diverse potenze applicate, il calcolo preciso di N risulta più complesso, dovendo tenere conto delle differenti potenze acustiche applicate ad ogni singola sorgente.

Per un corretto progetto acustico

Parlando in termini di percentuale di consonanti perdute, una corretta progettazione acustica dovrebbe prevedere un valore massimo di %Alcons pari al 15%, sebbene il 25% venga spesso considerato accettabile in ambienti particolarmente riverberanti. Una corrispondenza tra qualità di ascolto e valore %Alcons è riportata in tabella.

%Alcons	Qualità di ascolto
0% - 4%	Eccellente
5% - 8%	Buona
9% - 15%	Discreta
16% - 30%	Sufficiente
maggiore del 30%	Insufficiente

2.7 GUADAGNO DI UN SISTEMA AUDIO PER INTERNI

In luoghi chiusi il guadagno richiesto all'impianto per ottenere un livello di ascolto adeguato anche per gli ascoltatori più distanti dall'oratore dipende, oltre che dalla direttività dei diffusori, anche dalle caratteristiche fisiche dell'ambiente.

Facendo riferimento alla figura 16 di pagina 16 e **supponendo il sistema di rinforzo voce disattivato**, se il livello acustico prodotto nel microfono dall'oratore è pari a SPL_{mic}, all'ascoltatore perverrà un livello di pressione acustica pari a:

$$\text{SPL ascoltatore} = \text{SPL mic} - 20 \log (D_c \text{ oratore} / L_m)$$

dove L_m è la distanza tra oratore e microfono, mentre D_c D_c oratore è la distanza critica relativa all'oratore (entrambe in metri). Per il calcolo di D_c, oratore si utilizza un fattore di direttività pari a 2, valore ritenuto medio per l'apparato vocale umano.

La formula sopra esposta è valida se LO è maggiore di D_c oratore: questa è la condizione per cui l'ascoltatore si trova nella cosiddetta zona di *campo riverberato*, cioè

ove il suono riflesso dall'ambiente è, in percentuale, maggiore di quello emesso dal conferenziere.

Il livello complessivo del suono percepito dall'ascoltatore è praticamente costante in ogni punto del campo riverberato e pari a quello rilevato alla distanza D_c oratore (il confine tra campo diretto e campo riverberato). **Attivando ora il sistema di rinforzo voce**, il cui obiettivo è quello di garantire al pubblico una uniforme distribuzione acustica, e regolando il guadagno sino ad ottenere un livello per l'ascoltatore più lontano uguale a SPL_{mic}, la differenza tra il livello percepito dall'ascoltatore medesimo nel caso di impianto inserito e disinserito determina il guadagno richiesto per l'applicazione:

$$G_{\text{richiesto}} = 20 \log C_d \text{ oratore} - 20 \log L_m$$

La formula appena descritta è valida a condizione che oratore e ascoltatore si trovino nella zona di campo riverberato del diffusore, cioè la zona in cui il suono riflesso dall'ambiente ha livello più elevato rispetto a quello emesso dal diffusore stesso.

2.8 CONCETTO DI CAMMINO LIBERO MEDIO

La distribuzione del livello sonoro associato a parola o a musica è variabile nel tempo, a causa della natura stessa del segnale.

Solo nel caso **ideale** di una distribuzione sonora uniforme e stazionaria nell'ambiente, cioè costante nel tempo, è possibile introdurre il *concetto cammino libero medio (mfp)*. Esso rappresenta la distanza che il suono percorre *mediamente* prima di incontrare un ostacolo. Per un ambiente tipico, il cammino libero medio mfp risulta essere:

$$\text{mfp} = 4V / S$$

dove V è il volume della stanza in metri cubi e S la superficie totale in metri quadrati.

Le onde sonore colpiscono le pareti e gli ostacoli presenti nell'ambiente un certo numero di volte prima di venire completamente smorzate: ad ogni riflessione il livello del suono diminuisce. Associando all'assorbimento, fornito sinora sotto forma di coefficienti, una diminuzione di SPL, è possibile calcolare il numero di riflessioni necessarie per avere una determinata diminuzione del livello sonoro riflesso rispetto al livello emesso dalla sorgente.

Riferendo il cammino libero medio ad un *tempo libero medio*, pari a

$$\text{mft} = \text{mfp} / V_{\text{suono}}$$

cioè all'intervallo di tempo medio in cui l'onda viaggia senza incontrare ostacoli tra una riflessione e la successiva e conoscendo l'attenuazione in dB relativa ad una

singola riflessione, è possibile calcolare il tempo T di riverberazione della stanza (che, come ricordiamo, è il tempo impiegato dal suono riflesso per diminuire di 60 dB rispetto al suono originale).

$$T \approx \frac{60 \cdot mft}{(1 - \bar{a})_{dB}}$$

$$\text{dove } \bar{a} = \frac{a_1 S_1 + \dots + a_n S_n}{S_t}$$

è il coefficiente medio di assorbimento della stanza e $(1 - \bar{a})_{dB}$ è il coefficiente di riflessione medio presente in tabella sottostante. Si è considerata trascurabile la quantità di suono trasmessa dall'ostacolo.

Il tempo di riverberazione risulta essere direttamente proporzionale al cammino libero medio.

Ora si applichi il modello semplificato (campo sonoro stazionario, concetto di cammino libero medio) al caso reale di una stanza nell'istante di tempo immediatamente successivo alla cessata emissione acustica dalla sorgente. Le onde sonore continueranno a viaggiare per una distanza pari al cammino libero medio e incontreranno un ostacolo caratterizzato da un coefficiente di assorbimento: una percentuale dell'energia verrà dissipata, la rimanente sarà riflessa, attraversando nuovamente una distanza pari al mfp prima di incontrare una superficie... e così via.

Coefficienti di riflessione in dB in funzione dei coefficienti di assorbimento

Coeff. Assorbimento \bar{a}	Coeff. Riflessione $(1 - \bar{a})$	Coeff. Riflessione dB $(1 - \bar{a})_{dB}$
0.01	0.99	-0.044
0.02	0.98	-0.088
0.03	0.97	-0.13
0.04	0.96	-0.18
0.05	0.95	-0.22
0.07	0.93	-0.32
0.10	0.90	-0.46
0.20	0.90	-0.46
0.20	0.80	-0.97
0.30	0.70	-1.5
0.40	0.60	-2.2
0.50	0.50	-3.0
0.60	0.40	-4.0
0.70	0.30	-5.2
0.80	0.20	-7.0
0.90	0.10	-10.0

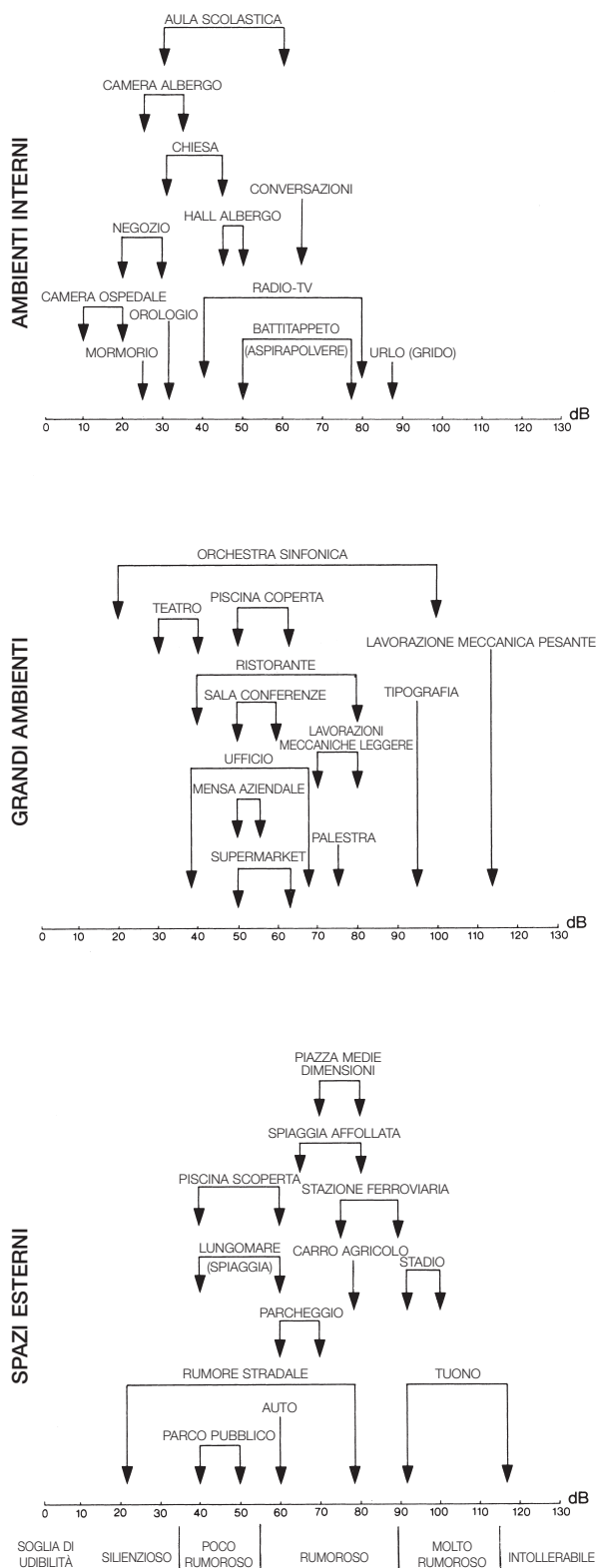


Fig. 17 Livelli indicativi di rumore ambiente

FUNZIONI DELL'IMPIANTO ELETTROACUSTICO

3.1 Le funzioni che un impianto elettroacustico può essere chiamato a svolgere sono di vario tipo:

— **Rinforzo dei suoni:** chiese, teatri, sale conferenza, ecc.

— **Diffusione ad alto livello:** chiamata persone in stabilimenti, diffusione di comizi in piazze, distribuzione suono ed annunci in campi sportivi, avvisi e comunicazioni da mezzi mobili.

— **Diffusione a basso livello (musica di sottofondo):** alberghi, uffici, negozi, supermarket, sale d'attesa.

— **Di tipo misto:** con distribuzione di musica di sottofondo e insieme possibilità di intervento ad alto livello per chiamate, comunicazioni, allarmi, ecc.

3.2 COMPONENTI DELL'IMPIANTO ELETTROACUSTICO

Ogni impianto di diffusione sonora è costituito da almeno tre componenti essenziali:

Il **microfono**, l'apparecchio cioè che trasforma le vibrazioni sonore in oscillazioni elettriche permettendo così la trasmissione e l'amplificazione del suono.

Anche le sorgenti sonore musicali quali ad esempio registratori a cassette, lettori di compact disc, sintonizzatori radiofonici o ricevitori per filodiffusione, generano segnali elettrici utilizzando dispositivi in grado di leggere e tradurre informazioni memorizzate su diversi tipi di supporto (magnetico, ottico), o di ricevere e convertire in segnale elettrico onde elettromagnetiche ad altissima frequenza, o ancora di demodulare un segnale elettrico di tipo complesso.

L'**amplificatore** riceve in ingresso una oscillazione di lieve entità a basso contenuto energetico dalla sorgente sonora, poi, attraverso gradualissimi accrescimenti operati mediante più stadi di "amplificazione", la restituisce in uscita amplificata a livelli molto più elevati.

Il rapporto tra il livello in uscita e quello in ingresso a denominato "guadagno".

Un controllo di volume consente di stabilire l'entità del guadagno da 0 (zero) alla potenza nominale.

L'**altoparlante** opera la riconversione in segnale sonoro del segnale elettrico proveniente dall'amplificatore, rendendo possibile l'ascolto del suono amplificato.

Microfono, amplificatore e altoparlante, sono i tre elementi che costituiscono la base di ogni impianto sonoro. I modelli scelti, la loro combinazione e collocazione risultano determinanti per la buona riuscita dell'intero sistema di diffusione sonora.

3.3 IL MICROFONO

Il microfono è un dispositivo che trasforma le variazioni di pressione acustica in corrispondente energia elettrica, permettendo così la trasmissione e l'amplificazione del suono.

Questa conversione di energia opera sulla base di fenomeni induttivi, nel caso dei microfoni magnetodinamici, o di variazione capacitiva, nel caso dei microfoni a condensatore.

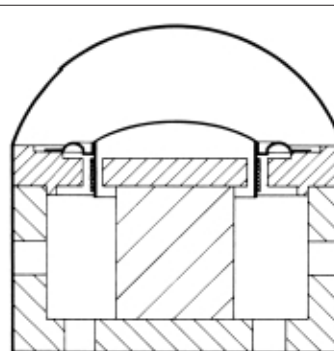


Fig. 18 Sezione capsula microfonica dinamica

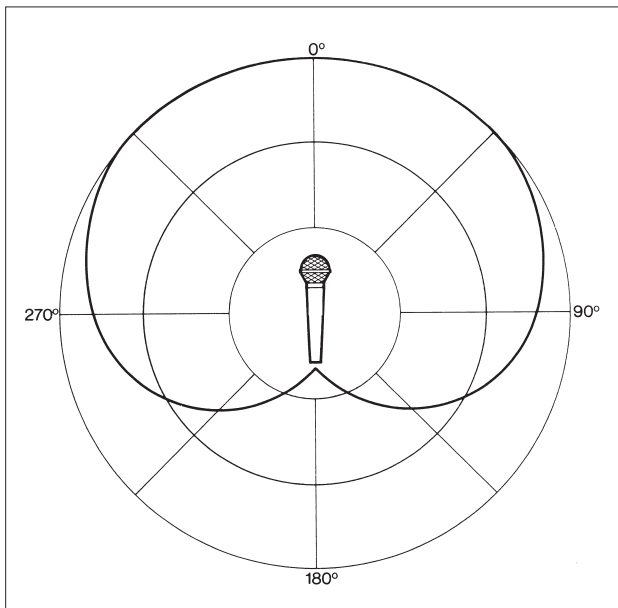


Fig. 19 Risposta polare microfono cardioide

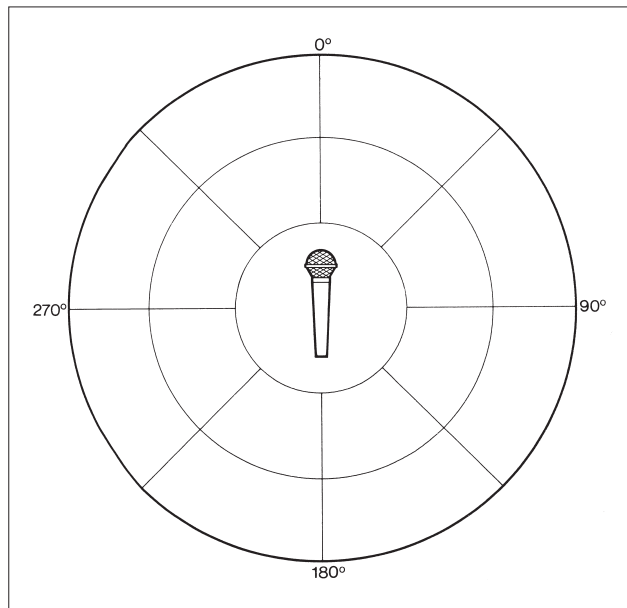


Fig. 19a Risposta polare microfono panoramico

Questi due tipi di microfoni costituiscono la stragrande maggioranza dei microfoni professionali oggi in uso.

Microfono Magnetodinamico. Nel microfono magnetodinamico il diaframma, che si muove oscillando sotto la pressione delle onde sonore, è solidale con la bobina la quale scorre nel traferro di un magnete permanente. Alle estremità della bobina si forma una tensione proporzionale all'intensità della pressione sonora che agisce sul diaframma stesso (perché proporzionale alla velocità di spostamento della bobina).

Il microfono magnetodinamico è quello più comunemente usato: per la buona qualità, per la solida struttura poco soggetta all'influenza dell'umidità atmosferica e per il costo non elevato in rapporto alle prestazioni rese.

Microfono Elettrostatico o a Condensatore. Funziona sul principio del condensatore ed è formato appunto da due armature, una delle quali costituisce il diaframma. Quest'ultimo, sottoposto alle vibrazioni sonore, va a modificare la distanza tra le armature, dando origine a variazioni di capacità.

Considerato che alle due armature è applicata una tensione continua, le correnti di carica e scarica provocano variazioni di tensione ai capi di un resistore, proporzionali agli spostamenti del diaframma e quindi anche alla pressione sonora originaria. Per ovviare alla bassa tensione in uscita, tipica di questo microfono, si rende necessario il suo abbinamento ad un preamplificatore, che di solito è incorporato all'interno del microfono stesso e che provvede ad elevare il segnale in uscita determinando un ottimo livello di sensibilità. È quindi facile comprendere come il microfono a condensatore debba essere alimentato tramite una minibatteria (solitamente incorporata) o, se è predisposto, prelevando tensione

dall'amplificatore utilizzando gli stessi fili usati per il segnale (alimentazione "fantasma"). Si raggiunge qui un'ottima prestazione, a fronte però di un costo elevato; per questa ragione il microfono elettrostatico viene impiegato quasi esclusivamente agli alti livelli del campo professionale.

È indispensabile, al fine di poter esprimere un valido giudizio circa le prestazioni di un determinato microfono, valutarne qualità, direttività e sensibilità.

— **Qualità:** È ottima se la risposta in frequenza, cioè la capacità di riprodurre fedelmente tutto lo spettro delle frequenze udibili, raggiunge un'ampia estensione, e la relativa caratteristica ha andamento pressoché "piatto". In questo modo anche la fedeltà di riproduzione è la migliore. La scelta di un microfono deve essere operata in relazione al suo effettivo utilizzo finale.

— **Direttività:** I microfoni più usati negli impianti di sonorizzazione sono quelli di tipo cardioide (fig. 19), poiché sono sensibili esclusivamente alle pressioni sonore che li raggiungono frontalmente. Essi permettono di ottenere che la probabilità di captare suoni e rumori indesiderati sia ridotta al minimo, anche in presenza di locali riverberanti, e soprattutto nel caso che altoparlanti e microfoni debbano coesistere ravvicinati nel medesimo ambiente con il pericolo di reazione acustica.

I microfoni omnidirezionali (o di tipo panoramico) raccolgono invece tutti i suoni che li circondano su di un ampio fronte, sono quindi adatti per applicazioni in luoghi ove si voglia captare il suono che proviene non da un solo punto ma da una intera zona (fig. 19a).

— **Sensibilità:** La sensibilità di un microfono è espressa in mV/Pa ($20 \mu\text{Pa} = 0 \text{ dB}$). Maggiore è la sensibilità, maggiore è anche la tensione in uscita, a parità di pressione sonora agente sulla membrana. Una tensione in uscita più elevata significa poter pilotare con maggior

tranquillità l'ingresso microfonico di un preamplificatore anche in presenza di una linea di collegamento relativamente lunga. Si ha inoltre il vantaggio di poter mantenere il microfono più distante dall'oratore con uguale resa. La sensibilità deve poi essere rapportata al diagramma polare del microfono, occorre cioè analizzare il comportamento del microfono stesso al variare dell'angolo compreso tra il suo asse e la direzione del suono che lo investe.

3.4 L'AMPLIFICATORE

Si ricordi che qualunque tipo di microfono o di sorgente sonora (sintonizzatore, lettore di cassette, lettore di CD) non amplificata, non è in grado di pilotare direttamente un altoparlante. È allora necessario fare ricorso ad un amplificatore, cioè ad un dispositivo in grado di elevare il segnale a basso livello, proveniente da una sorgente qualsiasi, ad un sufficiente livello per l'ascolto da altoparlante. Spesso è dato ad un preamplificatore il compito di alzare il livello del segnale fino ad una tensione standard di 0,775 V (non ancora sufficiente per alimentare direttamente i diffusori) e, successivamente, all'unità di potenza quello di amplificare ulteriormente il segnale per il pilotaggio dei diffusori. Amplificatore integrato è l'apparecchio che integra in un solo componente preamplificatore ed unità di potenza (per brevità di seguito sarà indicato semplicemente come "amplificatore"). Tutti gli amplificatori RCF dispongono anche di un controllo-toni che permette di bilanciare il segnale sonoro nelle sue componenti tonali. Questa regolazione consente di rendere il suono più piacevole e maggiormente intelligibile qualora l'ambiente non sia acusticamente dei più validi. Nel caso di ambienti particolarmente riverberanti, è consigliabile inserire nella catena di amplificazione un dispositivo di equalizzazione (in pratica, un controllo di toni più sofisticato) che dà modo di ottenere una più efficace e precisa attenuazione delle frequenze che possono accentuare riverberazioni e reazioni acustiche tipiche dell'ambiente consi-

derato e una esaltazione di quelle che aiutano ad accrescere l'intelligibilità.

Parametri "chiave" per la scelta di un amplificatore sono: — *Potenza*: È consigliabile che la potenza nominale sia sempre superiore a quella effettivamente richiesta per il pilotaggio dei diffusori; ciò consente all'unità di potenza di poter lavorare in condizioni di tutto riposo e offre la possibilità di aggiungere, in un secondo tempo, altri diffusori (sempre e comunque a condizione di non sovraccaricare il dispositivo oltrepassando la sua potenza nominale).

— *Risposta in frequenza*: Come già detto a proposito del microfono è preferibile sia estesa e lineare.

— *Distorsione*: È indicata in % e riferita alla potenza nominale di funzionamento. Gli amplificatori e le unità di potenza prodotte dalla RCF per il settore P.A. presentano distorsioni molto contenute, generalmente dell'ordine dell'1- max 2%.

— *Ingressi*: Il numero degli ingressi necessari per un determinato sistema deve essere valutato in relazione al numero di sorgenti sonore che si intendono collegare. Questo parametro è determinante solo ai fini della sezione preamplificatrice, propria di preamplificatori e amplificatori (preamplificatore + unità di potenza), in quanto i finali di potenza, dipendendo da questi ultimi, dispongono del solo ingresso per il pilotaggio, unificato a 0,775V. Le sensibilità degli ingressi differiscono tra loro sensibilmente, a seconda che si tratti di ingressi microfonici o ausiliari (per sorgenti musicali). Bisogna quindi prestare attenzione a che il circuito di preamplificazione sia già predisposto per ricevere entrambi i livelli di segnale, altrimenti è necessario adottare schede di conversione opzionali per il collegamento delle diverse sorgenti sonore. Solitamente tutti gli ingressi presenti sono in miscelazione tra di loro, cioè si ha in uscita il risultato della loro somma. Volendo, è possibile rendere prioritari uno o più ingressi corredando, anche per questa funzione, i preamplificatori di appositi moduli opzionali. Una ulteriore possibilità è data dalla facoltà di inserire all'interno dell'apparecchio un circuito generatore di "DIN-DON".

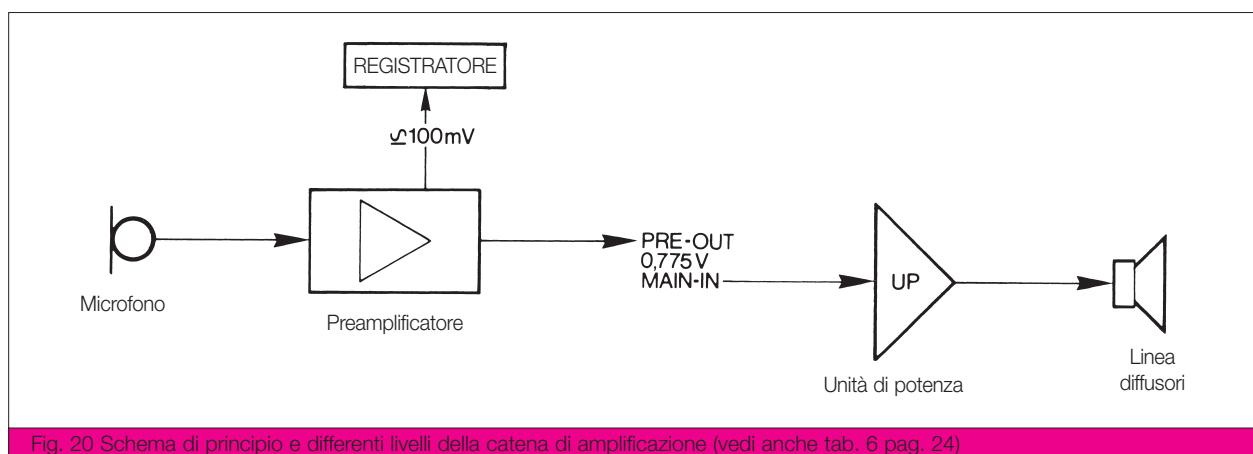


Fig. 20 Schema di principio e differenti livelli della catena di amplificazione (vedi anche tab. 6 pag. 24)

Tab. 6

Sorgenti sonore	Tipo ingresso (sensibilità)
Microfono	Microfono (0.8 mV)
Giradischi a testina magnetica	Phono magnetico equalizzato RIAA (2 mV)
Letto cassette - Sintonizzatore Letto CD - Ricevitore FD ecc.	Aux/Tape (40 ÷ 100 mV)

L'introduzione di un sistema di schede opzionali, per ottenere servizi ritenuti non indispensabili dal complessivo degli acquirenti, dà modo all'utente di personalizzare l'impianto a seconda delle proprie reali esigenze, evitandogli l'acquisto forzato di prestazioni accessorie spesso superflue, che inciderebbero comunque sul prezzo di acquisto dell'oggetto.

— *Protezioni*: Garantiscono l'incolumità dell'amplificatore in caso di sovraccarichi e/o cortocircuiti sulla linea di uscita. Tutti gli amplificatori RCF sono "controreazionati", sono cioè provvisti di un circuito di controllo che mantiene il funzionamento degli stadi finali di potenza in un'area di massima sicurezza. Questa protezione attiva contribuisce ad allungare la vita dell'amplificatore impedendone il dannoso surriscaldamento provocato da condizioni di sovraccarico accidentali o temporanee. I modelli di maggior potenza sono dotati anche di circuiti di protezione ausiliari per una ancora superiore garanzia di funzionamento.

— *Affidabilità*: La RCF, particolarmente attenta a questo aspetto, al fine di accrescere l'affidabilità dei suoi amplificatori professionali, opera un sovradimensionamento e una selezione della componentistica elettronica impiegata. A tutto questo aggiunge una fase di collaudo molto severa dell'oggetto finito che comprende tra l'altro il funzionamento dell'amplificatore per 24 ore alla potenza nominale.

3.5 L'ALTOPARLANTE

L'altoparlante converte l'energia elettrica in energia acustica, restituisce cioè gli impulsi elettrici che riceve dall'amplificatore in onde sonore. Svolge pertanto una funzione esattamente opposta a quella del microfono. Pur esistendo diversi tipi di altoparlanti, funzionanti in base a principi diversi, trattiamo qui unicamente dell'altoparlante magnetodinamico che è il solo di cui praticamente ci si serve. Il suo funzionamento si basa, come per il microfono, sul principio della bobina mobile percorsa da corrente immersa nel campo magnetico generato da un magnete permanente; la membrana (o cono) dell'altoparlante, solidale con l'avvolgimento, genera vibrando una pressione sonora proporzionale alla tensione applicata ai capi della bobina stessa.

Gli altoparlanti magnetodinamici possono essere suddivisi in due categorie:

— **altoparlanti (magnetodinamici) a "cono"** o radiazione diretta nei quali la membrana è accoppiata direttamente con il mezzo elastico.

— **altoparlanti (magnetodinamici) a tromba** dove la membrana, di dimensioni ridotte, è accoppiata al mezzo elastico attraverso un trasformatore acustico costituito da un condotto a sezione crescente.

Gli altoparlanti a cono sono i classici usati per cassette acustiche, colonne sonore, proiettori di suono, plafoniere e sono contraddistinti da buona fedeltà di riproduzione, ma da scarsa efficienza se confrontati con quelli a padiglione (trombe) che, oltre ad essere più efficienti sono anche più robusti e adatti per impieghi anche all'aperto con umidità, sole, pioggia. Un diffusore a tromba è in media 30 volte più sensibile di un altoparlante; per ottenere infatti la stessa pressione acustica (e quindi lo stesso volume di suono) utilizzando un altoparlante a cono, a seconda dei modelli presi in conside-

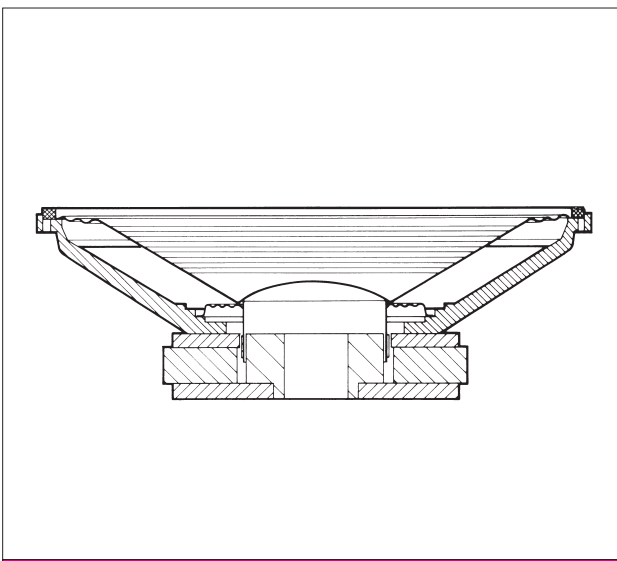


Fig. 21 Sezione altoparlante a cono

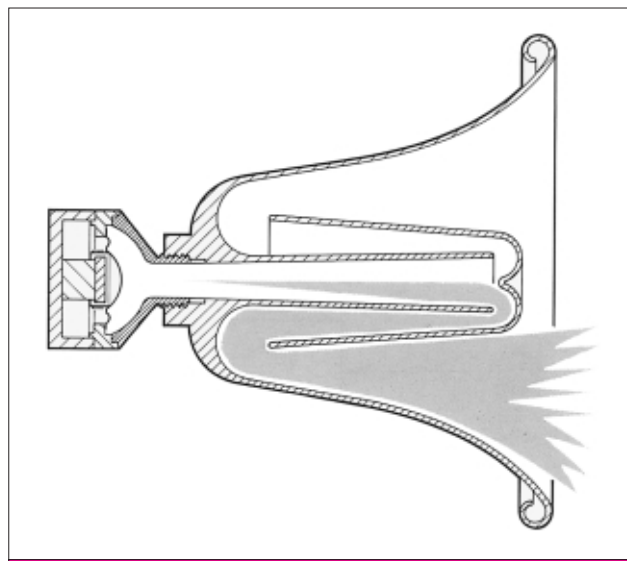


Fig. 22 Sezione altoparlante a tromba

razione, occorre fornirgli una potenza circa 30 volte superiore. Gli altoparlanti a tromba, per le proprie caratteristiche fisiche costruttive, non sono particolarmente indicati per la riproduzione di musica, o comunque per un ascolto ad alta fedeltà; ma, per quanto concerne la gamma della parola, ne permettono un ascolto ad ottimi livelli di intelligibilità anche in ambienti rumorosi avendo ottime sensibilità e direttività.

Per ottenere elevata direttività da un altoparlante a cono, occorre associarlo ad altri in una linea di suono o colonna sonora.

Detta colonna, per il particolare modello costruttivo, offre prestazioni di alta direttività, in quanto diffonde verso un medesimo punto una notevole pressione sonora, evitandone la dispersione incontrollata in ogni direzione, tanto più verso pavimento e soffitto.

Qualora si utilizzino colonne sonore molto direttive (il grado di direttività è proporzionale al numero di altoparlanti incorporati e quindi alla lunghezza della colonna stessa), risulta più facile la collocazione del microfono fuori dal campo acustico entro cui irradia direttamente la colonna. Si intuisce come, grazie alla dispersione controllata entro angoli sufficientemente stretti (soprattutto sul piano verticale), a tutto vantaggio di una minor eccitazione dell'ambiente sonorizzato, la quantità di suoni indiretti, responsabili in maggior misura delle riverberazioni ambientali, sia più contenuta. Il **proiettore di suono** è un diffusore a cono, studiato con accentuate caratteristiche di direttività ed efficienza. È montato in uno speciale contenitore cilindrico munito di un risonatore acustico che provvede ad attenuare l'emissione delle basse frequenze responsabili dell'effetto di "rimbombo", tipico di determinati ambienti dove quasi sempre il proiettore di suono viene introdotto.

L'involucro cilindrico conferisce al proiettore stesso anche doti di robustezza e resistenza, resistenza anche agli agenti atmosferici, se in versione stagna. Praticamente è il miglior compromesso tra l'estensione della risposta in frequenza di un altoparlante a cono e l'efficienza e la direttività di un altoparlante a tromba. Si ricorre generalmente all'uso di proiettori di suono per la sonorizzazione di ambienti con rumore di fondo elevato, o di ambienti riverberanti ove non sia possibile una sonorizzazione a pioggia, e dove non si voglia rinunciare ad una buona qualità di riproduzione.

Un cenno a parte meritano gli **altoparlanti a cono a direttività costante**. Utilizzando questi diffusori, è possibile ottenere una perfetta dispersione di tutta la gamma delle frequenze riprodotte con ottime efficienza e distribuzione su tutto il "cono" di copertura del trasduttore, quindi un'eccellente omogeneità di funzionamento. Da alcuni di questi componenti a direttività costante, la RCF è riuscita, in sede di progettazione, ad ottenere un angolo di copertura particolarmente esteso, tale da servire in maniera uniforme spazi più ampi. Per esempio, grazie a questa nuova generazione di diffusori, nella versione a plafoniera e a parete, risulta agevole realizzare ottime sonorizzazioni con un numero inferior-

re di diffusori, se confrontato con quello di plafoniere tradizionali.

I **diffusori a dispersione controllata** RCF rappresentano una nuova generazione di diffusori per uso professionale e P.A. In questi diffusori, capaci di esprimere pressioni acustiche elevate, il concetto di direttività è stato ripreso e ampliato.

Qui, la direttività, che è pur sempre costante, viene garantita entro angoli di dispersione abbastanza ristretti per consentirne la collocazione in ambienti di dimensioni medio-grandi, dove si vogliono ottenere eccellenti risultati anche in presenza di rilevanti problematiche acustiche ambientali. Sono contraddistinti dall'utilizzo di componentistica d'avanguardia, espressamente studiata ad elevata efficienza, che in alcuni modelli può essere integrata da un processore di controllo DP 260 (diffusori RCF Serie VISION) che sovrintende al funzionamento del complesso amplificatore-diffusori, migliorandone soprattutto efficienza, dinamica, immagine sonora e sicurezza di funzionamento, mantenuto quest'ultimo dal processore in un'area di utilizzo tale da non sovraccaricare i singoli componenti del diffusore stesso.

Il **diffusore a tromba**, pur nella sua apparente semplicità, richiede studi di forme e materiali che solo pochi costruttori sono in grado di affrontare. Come già accennato, esso ha a suo sfavore il "solo" fattore fedeltà ma, in relazione a tutte le altre prestazioni, si trova in netto vantaggio sotto ogni punto di vista (efficienza, robustezza, direttività).

Impedenza, risposta in frequenza, potenza/efficienza, dispersione, direttività, design e realizzazione costruttiva si rivelano essenziali ai fini della scelta dell'altoparlante più idoneo per una certa applicazione.

— *Impedenza*: Ogni diffusore ha una propria impedenza nominale caratteristica; essa condiziona il tipo di collegamento (serie/parallelo) nei sistemi a impedenza costante, e la scelta dell'impedenza nominale secondaria del trasformatore di linea per i sistemi di collegamento a tensione costante.

— *Risposta in frequenza*: È da preferire quella più estesa ed uniforme, relativamente anche al servizio che sarà chiamato a svolgere il diffusore (parola, musica o trambe).

— *Potenza*: La potenza scelta, per un determinato altoparlante, sarà sempre quella che ci permette di ottenere la pressione sonora richiesta dall'applicazione in rapporto alla sua efficienza. Si dovrà fare riferimento alla potenza nominale, a volte indicata come RMS.

— *Efficienza*: Partendo dal presupposto che, a parità di potenza, un altoparlante più efficiente fornisce una pressione acustica (volume di suono) più elevata, è facile comprendere come un altoparlante più efficiente necessiti di minore potenza per esprimere la medesima pressione acustica. Spesso, a conti fatti, si ottengono pressioni sonore maggiori da altoparlanti più efficienti, anche se hanno potenze nominali inferiori; ne conseguono potenze in gioco inferiori e, pertanto, un sensibile risparmio sull'acquisto delle unità di potenza.

La RCF, attenta a questo parametro, sinonimo di qualità e tecnologia, annovera tra i suoi diffusori solo componenti ad alta efficienza.

— *Dispersione*: Rappresenta l'effettivo comportamento del diffusore in fase di funzionamento, indicando come "disperde" il suono nello spazio.

È evidenziata con un angolo, riferito al centro di emissione dell'altoparlante.

Per alcuni tipi di diffusore sono riportate separatamente le dispersioni orizzontale e verticale, che possono essere diverse tra loro.

— *Direttività*: È da preferire il diffusore direttivo che ha dispersione più omogenea per tutto lo spettro delle frequenze riprodotte. Tale caratteristica, che racchiude in

se contenuti progettuali innovativi, viene detta "direttività costante".

È il contesto ambientale in cui dovrà essere inserito il diffusore che determina la scelta di adottare un altoparlante più o meno direttivo. L'indice di direttività è un numero superiore all'unità che specifica il grado di direttività del trasduttore. Varia in maniera proporzionale al livello di direttività.

— *Design & Realizzazione costruttiva*: A seconda del luogo ove sarà installato l'altoparlante, si dovrà optare per un modello esteticamente idoneo e, là dove è prevista una installazione che sottopone il diffusore agli agenti atmosferici, sarà da preferire una tromba o comunque un diffusore a tenuta stagna.

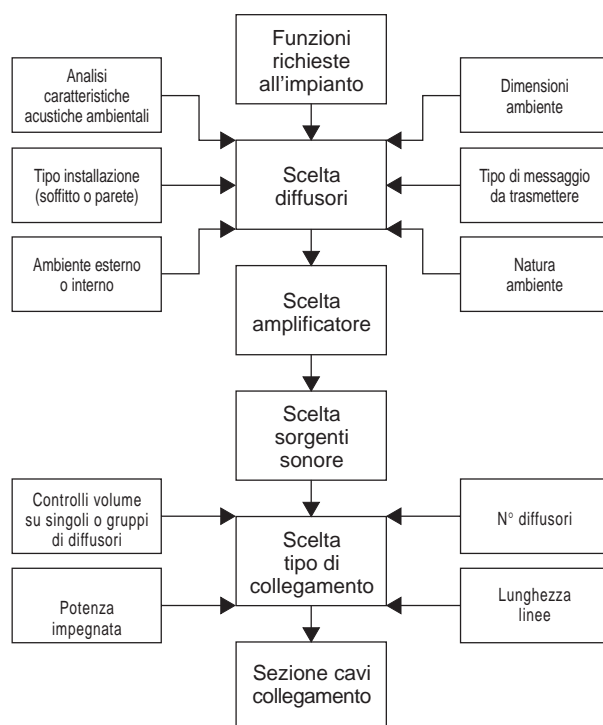
STUDIO DEL SISTEMA DI SONORIZZAZIONE

4.1 È consigliabile iniziare lo studio di un sistema acustico dai diffusori sonori, per poi passare a definire la potenza ed il modello dell'amplificatore, e scegliere infine le sorgenti sonore e il sistema di collegamento più adatto per gli altoparlanti. Più dettagliatamente bisogna:

- 1) Stabilire le funzioni richieste all'impianto partendo dalle esigenze dell'utilizzatore.
- 2) Analizzare le caratteristiche ambientali degli spazi da sonorizzare. Vedere § 2.
- 3) Scegliere i diffusori in funzione della natura e delle dimensioni dell'ambiente da sonorizzare, del tipo di messaggio da trasmettere (parola/musica) e del livello di rumore ambiente. Con rif.to al § 3.5.
- 4) Optare per un amplificatore idoneo a servire il complesso dei diffusori e con un numero di ingressi sufficienti ad ospitare tutte le sorgenti sonore di cui al punto 5. Vedere § 3.4.
- 5) Definire le sorgenti sonore (microfoni, sintonizzatori radio, lettori di cassette ecc.).
- 6) Valutare il sistema di collegamento per i diffusori e determinare la sezione dei cavi. Con rif.to § seguenti.

Va anche detto che la qualità di un sistema di amplificazione è rapportata alla qualità del componente della catena di sonorizzazione avente caratteristiche inferiori. Per esempio, se dotiamo un sistema con una sorgente sonora di alto livello qualitativo e poi inseriamo altoparlanti non adeguati alle caratteristiche di detta sorgente, otterremo come risultato finale una diffusione sonora con qualità limitata a quella degli altoparlanti. Per similitudine si può paragonare una catena di amplificazione (sorgente- amplificatore-diffusore) ad una catena ad anelli; come per la catena è sufficiente che un solo anello abbia robustezza inferiore per comprometterne la resistenza meccanica, così la qualità di un siste-

Studio del Sistema Sonoro



ma di sonorizzazione è rapportata al componente di qualità inferiore, o comunque non adatto per quell'impianto specifico (ES. non si può pretendere da un diffusore a tromba di riprodurre una sorgente musicale con fedeltà elevata). È quindi consigliabile che tutti i componenti di un sistema di sonorizzazione siano allineati qualitativamente (È inutile spendere una cifra enorme per acquistare un microfono altamente professionale se poi la voce verrà diffusa attraverso un gruppo di altoparlanti a tromba).

Anche l'ambiente rappresenta un anello della catena di amplificazione, è quindi di fondamentale importanza un suo studio approfondito.

Un locale scadente sotto il profilo acustico, in nessun caso consentirà il conseguimento di risultati soddisfacenti.

Solo intervenendo "a monte", apportando variazioni sostanziali, o comunque di una certa entità (vincoli architettonici permettendo), a tutti quegli elementi che contribuiscono a migliorare l'acustica dell'ambiente, quali l'arredamento, i rivestimenti, la tappezzeria, si potranno ottenere risultati rilevanti. È altrettanto importante che le prestazioni dei diffusori scelti, la loro quantità nonché il loro posizionamento, siano adeguati all'ambiente in cui verranno inseriti.

4.2 COLLEGAMENTO DEI DIFFUSORI CON SISTEMA A IMPEDENZA COSTANTE

Tutti gli amplificatori e le unità di potenza RCF sono dotati di uscite ad **impedenza costante** e **tensione costante** (vedi paragrafo seguente).

Si utilizzeranno le uscite a **impedenza costante** soprattutto in presenza di un numero ridotto di diffusori di una certa potenza, posti a minima distanza dall'amplificatore, e quando notevole importanza riveste l'assoluta fedeltà di riproduzione.

Usando questo sistema di collegamento non è quasi mai possibile collegare tutti gli altoparlanti in parallelo (dovrebbero essere veramente pochi), perchè l'impedenza risultante potrebbe anche essere inferiore ad 1 Ohm.

Ciò provocherebbe quasi un corto circuito all'amplificatore, che ne uscirebbe sicuramente danneggiato (se non dotato di adeguate protezioni).

La connessione tra i diffusori acustici non potrà quindi ridursi ad un semplice parallelo degli stessi, ma dovrà essere un misto serie/parallelo, realizzato in modo tale da ricondurre l'impedenza complessiva degli altoparlanti ad un valore non critico per l'amplificatore. Un numero "pari" di altoparlanti aventi uguale impedenza, semplifica notevolmente l'applicazione di questo tipo di collegamento.

Impedenze in gioco dell'ordine di pochi Ohm, significano inoltre correnti circolanti sulle linee di collegamento dei trasduttori elettroacustici di una certa entità. Solo l'impiego di cavi con sezioni abbondanti e linee brevi consente di contenere le perdite per dissipazione d'energia lungo la linea, proporzionali al quadrato della corrente circolante, entro valori accettabili.

Collegando i diffusori in parallelo, tutti i terminali contrassegnati (o "positivi") saranno collegati fra loro, come pure i non contrassegnati (o "negativi") tra loro; mentre, nel collegamento in serie, ad un terminale positivo andrà collegato il terminale "negativo" del diffusore che segue.

In tutti gli schemi riportati nel seguito, gli altoparlanti hanno un terminale contrassegnato da un punto nero, che sta ad indicare il polo "positivo". Le modalità sopra esposte permettono di ottenere la corretta messa in fase delle membrane di tutti gli altoparlanti installati; si sommano così le pressioni acustiche generate dai loro spostamenti in senso concorde.

È da notare che, mentre ai capi di diffusori di uguali caratteristiche collegati in parallelo è presente la stessa ten-

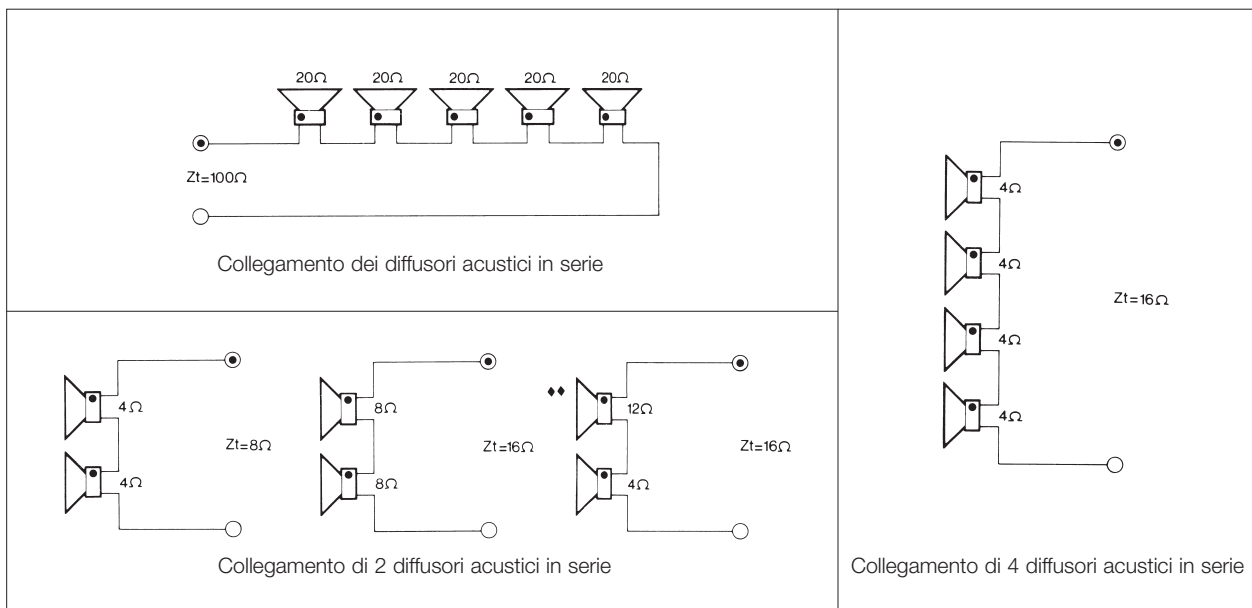
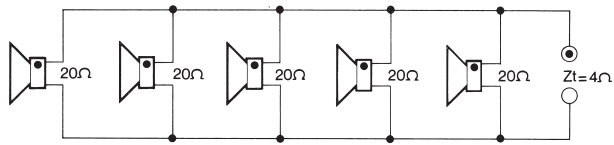
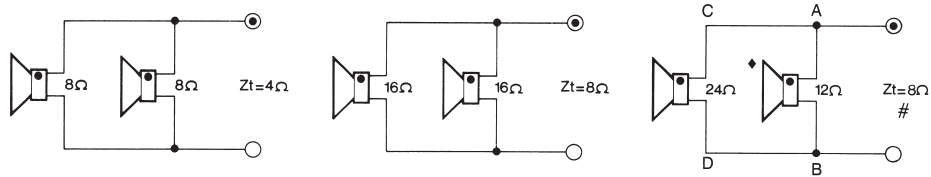


Fig. 22 Collegamento di diffusori a impedenza costante

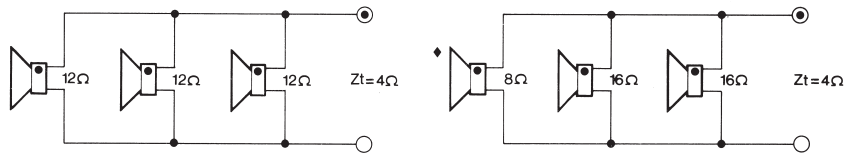
◆◆ La potenza di questo diffusore deve essere tre volte maggiore di quella scelta per l'altro diffusore.



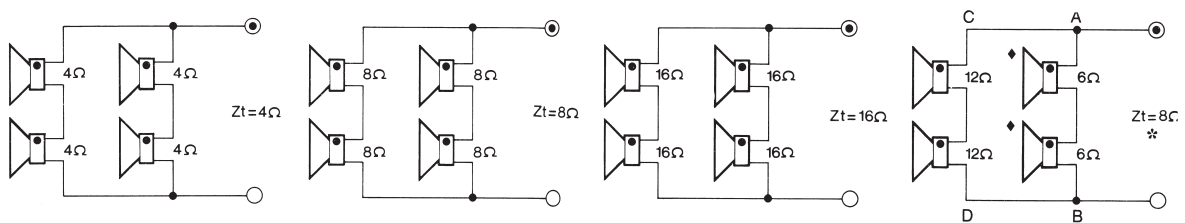
Collegamento dei diffusori acustici in parallelo



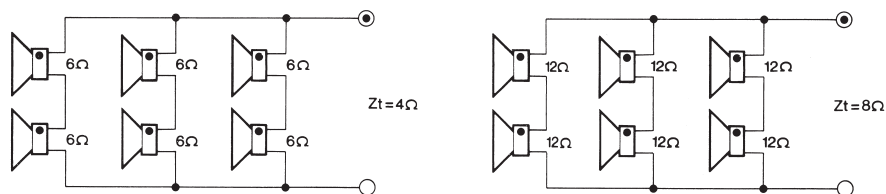
Collegamento di 2 diffusori acustici in parallelo



Collegamento di 3 diffusori acustici in parallelo



Collegamento di 4 diffusori acustici in serie/parallelo



Collegamento di 6 diffusori acustici in serie/parallelo

Fig. 23 Collegamento di diffusori a impedenza costante

◆ La potenza di questo diffusore deve essere due volte maggiore di quella scelta per gli altri.

sione, e quindi viene da essi generata la stessa pressione acustica, i diffusori collegati in serie sono invece sottoposti a tensioni inferiori a quella nominale, e danno pertanto luogo a pressioni che sono inferiori di 6dB ad ogni dimezzamento della tensione pilota.

Nel collegamento ad impedenza costante, è sempre meglio fare in modo che la potenza totale dei diffusori installati sia superiore a quella fornibile dall'amplificatore, in modo tale che, a fronte di una erogazione di potenza prossima a quella nominale, risulti impossibile danneggiarli per sovraccarico.

È da prestare la massima attenzione nel caso si vogliano collegare su di una stessa linea diffusori di differente impedenza; per il fatto che, anche se l'impedenza risultante propria della linea si presenta tale da rispettare l'impedenza di uscita dell'amplificatore, la potenza erogata da quest'ultimo si distribuirà secondo le impedenze nominali dei diffusori e le rispettive modalità di collegamento. Solo nel caso in cui dette impedenze siano state preventivamente assegnate in modo corretto, e le potenze dei singoli altoparlanti scelte valutando attentamente le ripartizioni di tensioni e correnti su ogni ramo ed ogni componente del circuito, si otterrà il corretto funzionamento del sistema.

Qualora si renda necessario nel collegamento ad impedenza costante regolare indipendentemente il volume di uno o più diffusori, o si voglia momentaneamente escluderne qualcuno, non è possibile ricorrere a semplici resistenze o interruttori, in quanto si verrebbe a modificare l'impedenza complessiva risultante della linea; è indispensabile, invece, usare interruttori, o atte-

nuatori, che agiscano mantenendo costante l'impedenza dell'altoparlante, o del gruppo, agli effetti della linea stessa. Se utilizziamo uno schema di collegamento a impedenza costante, non è poi possibile aggiungere o togliere semplicemente diffusori, rispettivamente per ampliamenti o "eliminazioni", ma bisogna riconsiderare i collegamenti tra gli altoparlanti, allo scopo di riportarne l'impedenza totale ad un valore ammissibile per l'amplificatore.

Per il collegamento in parallelo di diffusori acustici, la impedenza totale è data da:

$$Z_t = \frac{1}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \frac{1}{Z_4} + \dots + \frac{1}{Z_n}}$$

se i diffusori hanno uguale impedenza si può ricorrere alla seguente formula semplificata:

$$Z_t = Z \text{ di un diffusore/nr. di diffusori}$$

Nel collegamento in serie, qualunque sia l'impedenza dei singoli diffusori, la impedenza totale è data dalla somma delle impedenze:

$$Z_t = Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_n$$

Nel collegamento misto serie/parallelo, l'impedenza totale si otterrà dalla combinazione delle formule sopra esposte, tenendo presente che si dovranno effettuare prima i calcoli delle serie sui diversi rami del circuito, e poi il parallelo di questi.

Con riferimento all'esempio di figure a pag. 29, abbiamo che: l'impedenza del ramo A-B è data da

$$Z_{A-B} = Z_1 + Z_2 = 6 + 6 = 12 \text{ Ohm}$$

l'impedenza del ramo C-D è data da

$$Z_{C-D} = Z_3 + Z_4 = 12 + 12 = 24 \text{ Ohms}$$

l'impedenza totale è data da

$$Z = \frac{1}{\frac{1}{Z_{A-B}} + \frac{1}{Z_{C-D}}} = \frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{1}{24}}$$

$$= \frac{1}{0,083 + 0,042} = \frac{1}{0,125} = 8 \text{ Ohms}$$

Nei collegamenti ad impedenza costante, al fine di semplificare la progettazione dell'impianto e delle linee distributive, è comunque consigliabile impiegare diffusori acustici di uguali impedenza e potenza, ed allestire il

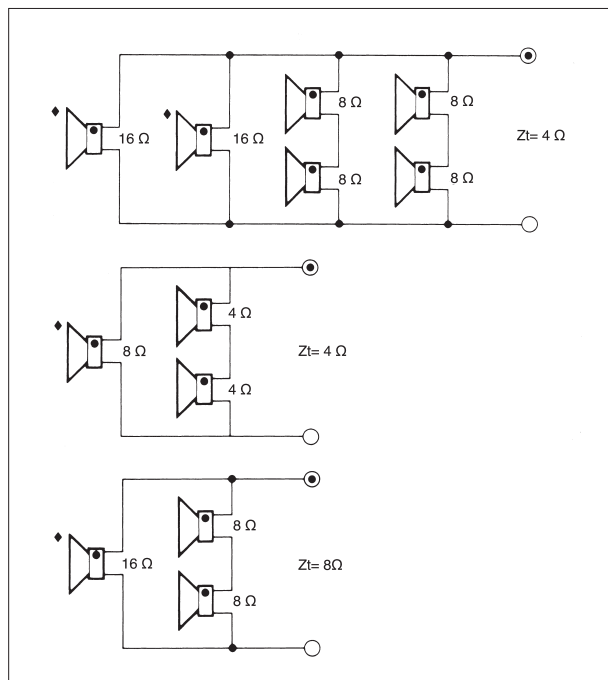


Fig. 24 Collegamento a impedenza costante

◆ La potenza di questo diffusore deve essere due volte maggiore di quella scelta per gli altri.

circuito in modo simmetrico impiegando ramificazioni identiche tra loro.

Nel caso ci si trovi a dover risolvere situazioni in cui vi siano diffusori con potenze prefissate molto diverse fra loro, anche quando i diffusori siano pochi, è tecnicamente e praticamente consigliabile ricorrere alla distribuzione a tensione costante descritta nel paragrafo successivo.

4.3 COLLEGAMENTO DEI DIFFUSORI CON SISTEMA A TENSIONE COSTANTE

Il sistema di collegamento a tensione costante introduce tanti e tali vantaggi da farne il sistema ideale per impianti di sonorizzazione di ogni dimensione.

Questo sistema di collegamento prevede che ogni diffusore sia corredato di un proprio trasformatore di linea, che provvede ad adattare l'impedenza dell'altoparlante, solitamente molto bassa (4-8-16 Ohm), a quella ben più elevata della linea stessa. A differenza del sistema di collegamento a impedenza costante, dove è l'altoparlante stesso che costituisce il carico per l'amplificatore, nel sistema a tensione costante è invece il trasformatore (collegato all'altoparlante), con la sua alta impedenza, a rappresentare un carico pressochè costante per l'unità di potenza.

Ogni amplificatore deve essere invece provvisto di uscite a tensione costante, oramai standardizzate a 50-70-

100 Volt (ad alta impedenza) e presenti su tutti gli amplificatori RCF, (con l'eccezione di quelli per uso su mezzi mobili, generalmente di bassa potenza, e dove, per ragioni di sicurezza e per il ridotto numero di diffusori, viene sempre utilizzato il sistema a impedenza costante).

Tutti gli altoparlanti sono collegati in parallelo all'uscita dell'unità di potenza; quindi, se si renderà necessario un ampliamento dell'impianto (sempre che in fase di prima installazione sia stato scelto un amplificatore di potenza maggiore a quella strettamente necessaria), sarà estremamente semplice realizzarlo derivandosi da uno qualsiasi dei diffusori installati in precedenza. Allo stesso modo, e quindi senza effetti collaterali per l'amplificatore, si possono eliminare gli altoparlanti non più utilizzati semplicemente scollegandoli.

Risulta molto utile avere anche l'opportunità di attribuire ad ogni singolo altoparlante il valore della potenza massima effettivamente utilizzata e richiesta nel locale ove il diffusore è installato; questo si opera, in fase di installazione, mediante la sua connessione ad una delle numerose prese di potenza, sempre disponibili al secondario dei trasformatori di linea, di cui ogni diffusore è dotato.

I diffusori provvisti di trasformatore permettono, infatti, di variare la pressione acustica generata intervenendo direttamente sulla potenza trasmessa al diffusore (agendo sul trasformatore), fino ad un livello massimo coincidente con il raggiungimento della loro potenza nominale.

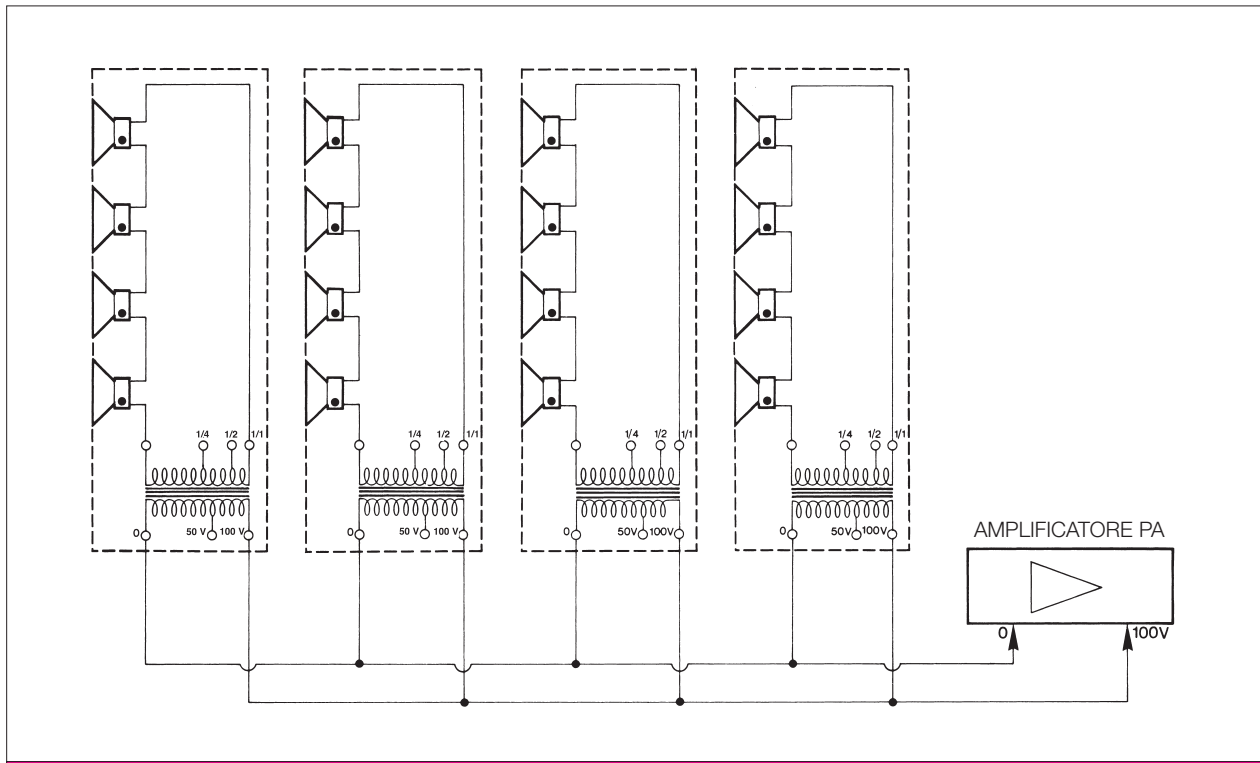


Fig. 25 Schema elettrico di un impianto con quattro colonne sonore corredate di trasformatore alimentate a tensione costante.

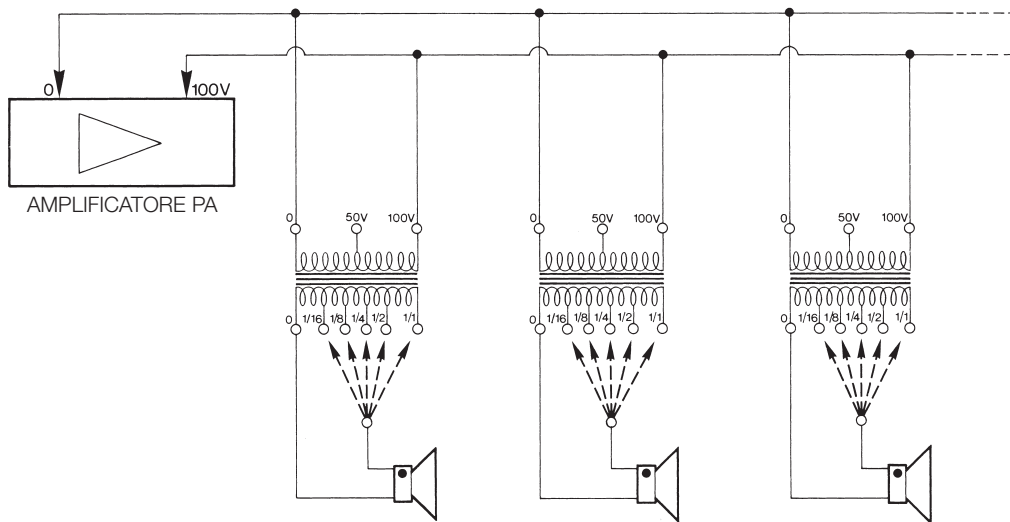


Fig. 26 Esempio di collegamento di diffusori acustici a linee a tensione costante

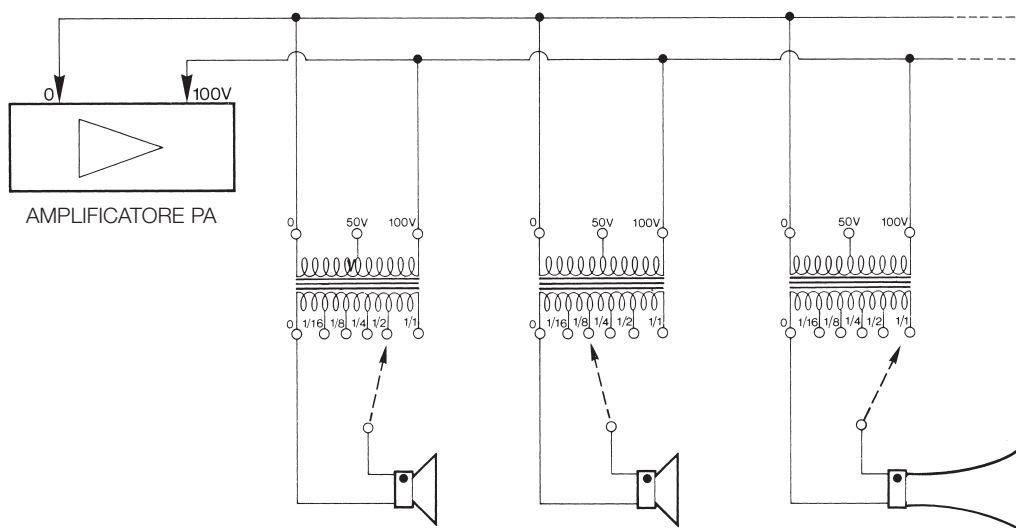


Fig. 27 Esempio di collegamento di diffusori di diverso tipo e per diverse potenze d'uscita su linea a tensione costante

In fase di calcolo della potenza richiesta dal sistema di altoparlanti, si potrà conteggiare la potenza effettivamente impegnata dal singolo altoparlante, se minore di quella nominale, ottenendo così, soprattutto nel caso di grandi sistemi, un sensibile "risparmio" per quanto riguarda il dimensionamento dell'amplificatore (o degli amplificatori).

Ovviamente, operando sul controllo di volume dell'amplificatore, o su quello di attenuatori che controllano gruppi di diffusori, il volume di singoli altoparlanti collegati a potenze diverse, varierà in proporzione alla massima potenza nominale assegnata ad ognuno in fase di loro predisposizione.

Le perdite d'energia di una linea elettrica di trasporto sono proporzionali al "quadrato" della corrente circolante (aumentano crescendo con il quadrato di detta corrente: $P_{\text{dissipata}} = Z_{\text{linea}} \times I^2 = V^2/Z$). A parità di potenza trasmessa, le correnti in gioco su di una linea a 50/100 Volt sono sensibilmente minori rispetto a quelle circolanti sui conduttori di un impianto a impedenza costante, che lavora solitamente con tensioni dell'ordine di poche decine di Volt, e di conseguenza anche le perdite presenti lungo la linea sono inferiori; e ciò è tanto più vero quanto più è lunga la linea stessa di collegamento. Questo si traduce inoltre nel vantaggio di poter utilizzare cavi di collegamento di sezioni inferiori senza peraltro incidere sul valore delle perdite.

Il sistema di collegamento a tensione costante è possibile sia per gli altoparlanti a cono che per gli altoparlanti con unità magnetodinamica, cioè a tromba.

Come per il sistema ad impedenza costante, è necessario rispettare la "fase" nei collegamenti sia del singolo diffusore al proprio trasformatore, che nel collegamento in parallelo del diffusore, completo di trasformatore, alla linea di distribuzione. Si evita così l'annullamento delle pressioni sonore generate da altoparlanti vicini, soprattutto in corrispondenza delle frequenze più basse. Uno dei due morsetti è, per questa ragione, sempre contrassegnato.

Su di uno stesso amplificatore si possono utilizzare contemporaneamente anche tutte le uscite a tensione costante (50/70/100V), a patto che la potenza nominale dell'amplificatore rimanga uguale, o superiore, alla somma delle singole potenze degli altoparlanti installati su di ogni singola linea in uscita. In un impianto a tensione costante, il calcolo di qualsiasi potenza in gioco applicata ad ogni diffusore, può anche essere fatto semplicemente applicando la formula: $P = V^2/Z$ dove V è 50/70/100 V, e Z è l'impedenza primaria del trasformatore connesso ad un dato diffusore. La potenza applicata al diffusore è inversamente proporzionale al valore dell'impedenza (se l'impedenza diminuisce, la potenza assorbita aumenta in proporzione).

Quindi, anche se è noto il valore dell'impedenza al primario, corrispondente ad ogni singola presa disponibile al secondario del trasformatore di linea, è facile risalire alla rosa delle potenze effettivamente impegnate dall'altoparlante eventualmente collegato. Viceversa, se dalla relazione precedente si ricava: $Z = V^2/P$, si può ri-

salire all'impedenza che deve presentare il trasformatore di linea, conoscendosi la tensione primaria (100-70-50V) e la potenza (o le potenze) nominale secondaria del trasformatore stesso.

Impiegando la formula: $Z = V^2/P$, si ricava agevolmente anche la minima impedenza d'uscita tollerata da un amplificatore con uscite a tensione costante; o si può risalire ($P = V^2/Z$) alla potenza nominale erogata dall'amplificatore, note una impedenza nominale di funzionamento e la corrispondente tensione di uscita.

Esempio:

1) Se un amplificatore è in grado di esprimere una potenza di 120W allora, sulla presa di uscita a 100V, si potrà collegare un carico di altoparlanti con trasformatore per linee a tensione costante tale da non scendere al di sotto di $Z = 100^2/120 = 83,33$ Ohm.

2) Altoparlanti (muniti di trasformatore per il funzionamento a 100V), predisposti per una potenza nominale di funzionamento pari a 4W, presenteranno cadauno una impedenza di $(100^2/4) 2500$ Ohm; mentre, altoparlanti predisposti per una potenza uguale a 2W, avranno impedenze singole di $(100^2/2) 5000$ Ohm. E così via.

3) Gli altoparlanti di cui al punto 2) potranno essere connessi in parallelo fino ad ottenere l'impedenza risultante di cui al punto 1). Per altoparlanti in parallelo si ha: $Z_{\text{tot}} = 1/Z_1 + 1/Z_2 + 1/Z_3 + 1/Z_4 \dots$

Allo scopo di facilitare il compito all'utilizzatore, la RCF riporta sulla targhetta, sempre presente sul trasformatore, i dati di potenza relativi alle molteplici prese disponibili. Sarà pertanto sufficiente sommare le potenze utilizzate su di ogni trasformatore, per ottenere il dato di potenza nominale relativo all'amplificatore da adibire al pilotaggio della linea di distribuzione suono. Per esigenze di tipo particolare è possibile utilizzare trasformatori ad alta fedeltà (H.F.) così denominati per la banda passante particolarmente estesa.

Si può pensare, per analogia, alla rete di distribuzione a tensione costante come ad una linea elettrica che alimenta diverse lampade collegate in parallelo (gli altoparlanti), le quali possono avere potenze differenti l'una dall'altra, ma la cui potenza complessiva non può superare quella di contatore ENEL (nel nostro caso quella nominale dell'amplificatore).

4.4 ATTENUATORI A IMPEDENZA COSTANTE E A TENSIONE COSTANTE

Attenuatori a Impedenza Costante

Come già precedentemente sottolineato, quando si è in presenza di un sistema di distribuzione a impedenza costante, non è sufficiente interporre una o più resistenze in serie all'altoparlante per ottenere una regolazione, più o meno lineare, della sua potenza d'uscita; poiché, così facendo, si andrebbe a variare l'equilibrio dell'intero sistema.

Occorre invece introdurre attenuatori ad impedenza

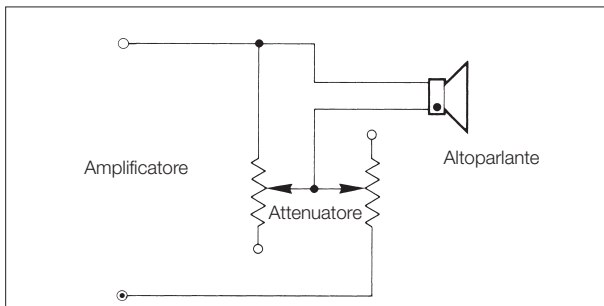


Fig. 28a Schema di principio di un attenuatore a impedenza costante per singoli diffusori con regolazione continua

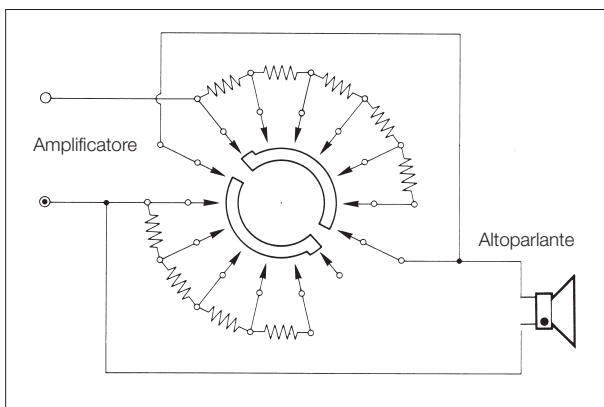


Fig. 28b Schema di principio di un attenuatore a impedenza costante per singoli diffusori con regolazione a gradini

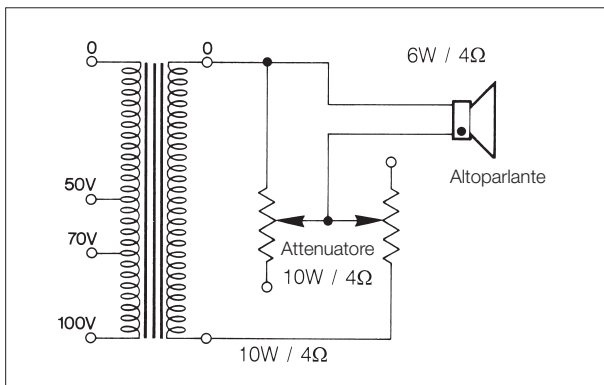


Fig. 28c Schema di principio di attenuatore a impedenza costante collegato al secondario di un trasformatore di linea

costante, cioè a "doppia azione", in grado di regolare in modo costante il volume del singolo diffusore o di escluderlo, e allo stesso tempo di mantenerne invariata l'impedenza nei confronti della linea e quindi dell'amplificatore. Tutto questo è possibile quando si adottano non semplici potenziometri ma doppi regolatori che, oltre a porre una resistenza in serie al diffusore o interporne il collegamento (a seconda che lo si desideri disinserire parzialmente o completamente), inseriscono contemporaneamente una seconda resistenza, sempre di valore opportuno e in parallelo al diffusore stesso, riportandone l'impedenza al valore nominale.

L'attenuatore andrà dimensionato per una potenza nominale superiore o, al limite, uguale a quella massima che può interessare l'altoparlante collegato, perché dovrà essere in grado di dissiparla in posizione di attenuazione completa; mentre l'impedenza tipica dell'attenuatore dovrà essere anche quella nominale del diffusore da collegarvi.

Talvolta si usa interporre un attenuatore a impedenza costante tra il trasformatore di linea e l'altoparlante ad esso collegato come illustrato in figura 28c.

Attenuatori a Tensione Costante

Nei sistemi a tensione costante, gli attenuatori sono in pratica costituiti da un commutatore rotativo, che agisce su di un trasformatore di linea con secondario a più prese, e che permette una regolazione del diffusore non di tipo "fisso" (effettuabile cioè solo in fase di installazione, mediante il collegamento dell'altoparlante ad una delle prese di potenza del trasformatore di linea), ma di tipo variabile a molte posizioni.

Nel caso di attenuatori di piccola potenza (4-5W), la potenza "erogata" dall'attenuatore dovrà essere uguale o inferiore a quella nominale dell'altoparlante collegato (se inferiore, la potenza dell'altoparlante risulta limitata a quella dell'attenuatore), mentre l'impedenza dovrà coincidere con quella caratteristica del trasduttore medesimo.

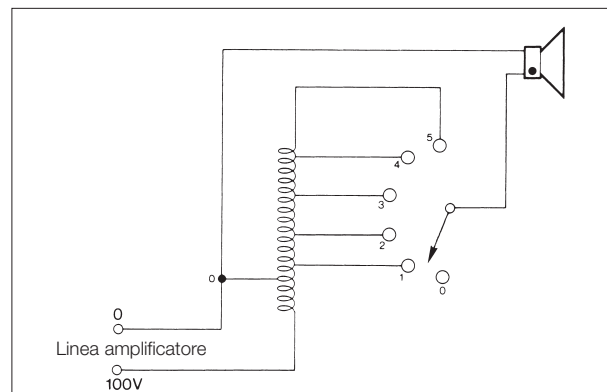


Fig. 29 Attenuatore a trasformatore a tensione costante per singoli diffusori

Attenuatori per Gruppi di Diffusori

I variatori di volume per il controllo della potenza di un gruppo di diffusori su linee ad **impedenza costante**, devono avere un'impedenza caratteristica tale da essere rispettata sia nel collegamento degli altoparlanti a valle dell'attenuatore, sia in quello dell'attenuatore stesso alla linea d'uscita dell'amplificatore. La potenza dell'attenuatore deve essere uguale o superiore a quella diretta sugli altoparlanti.

Sono due i tipi di attenuatore adatti per la regolazione del volume di più altoparlanti collegati insieme su linee di distribuzione a **tensione costante**. Entrambi i tipi incorporano un trasformatore a prese multiple con Primario 0-50/100 V ed un commutatore rotativo avente diverse posizioni per la selezione del livello d'ascolto.

— Appartengono al primo tipo gli attenuatori che hanno, oltre all'ingresso, anche l'uscita a tensione costante. Ogni diffusore, collegato in parallelo agli altri sul secondario dell'attenuatore, va corredato del proprio trasformatore di linea. Quest'ultimo consente anche la predisposizione della potenza massima di funzionamento per singolo trasduttore. La potenza nominale dell'attenuatore deve essere superiore o uguale a quella complessiva degli altoparlanti pilotati.

— Fanno parte del secondo tipo i regolatori di volume che prevedono il collegamento al secondario di un carico ad impedenza costante (4/8/16Ohm). In questo caso, la potenza tipica dell'attenuatore è consigliabile non sia superiore a quella totale inviata ai diffusori connessi, al fine di evitare la loro rottura per sovraccarico. Inoltre bisogna fare in modo che venga rispettata l'impedenza nominale d'uscita dell'attenuatore nel collegamento serie/parallelo dei diffusori.

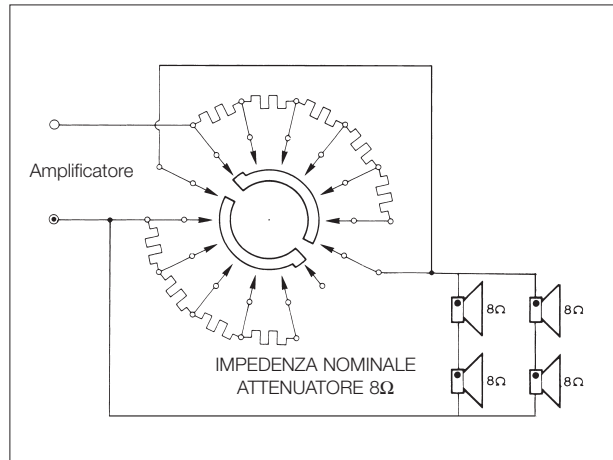


Fig. 30 Schema di principio di un attenuatore di potenza a impedenza costante per più diffusori

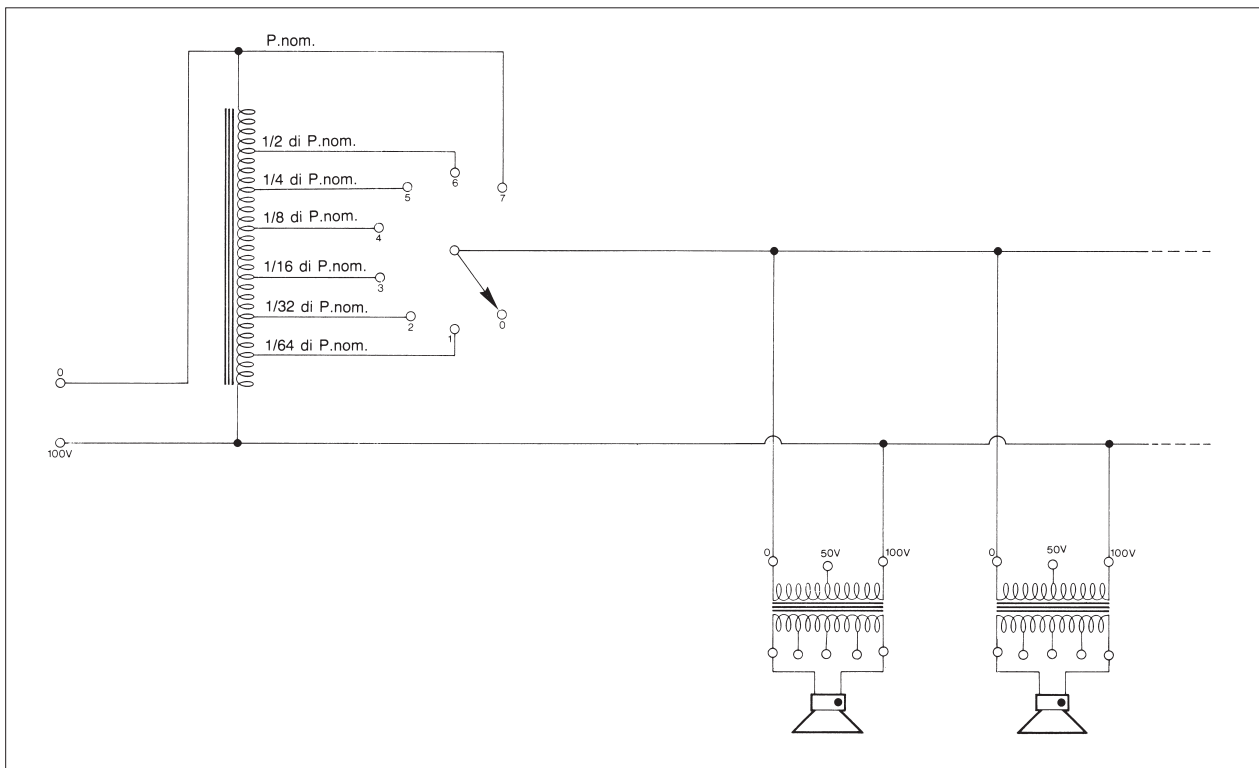


Fig. 31 Schema di principio di attenuatore a trasformatore a tensione costante per più diffusori

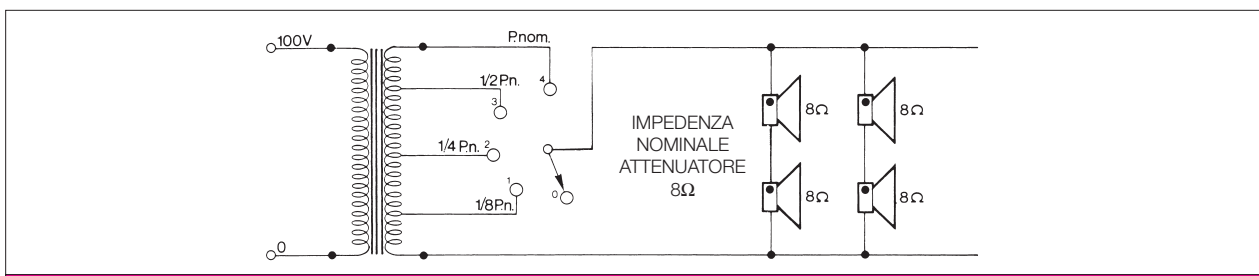


Fig. 32 Schema di principio di attenuatore a trasformatore per più diffusori

4.5 INSTALLAZIONE DEL SISTEMA DI DIFFUSIONE SONORA

In fase di installazione raccomandiamo di seguire le istruzioni di carattere generale indicate nei paragrafi seguenti.

4.6 MICROFONI

Va ribadito che, in nessun caso, il microfono deve essere orientato verso l'altoparlante o la sua zona di diffusione, in quanto ciò può generare reazioni acustiche (vedi paragrafo 2.2). Nel qual caso è utile abbassare il volume dell'amplificatore, o agire sul suo controllo toni oppure, a fronte di situazioni particolarmente svantaggiose, introdurre nella catena di amplificazione un equalizzatore del tipo grafico o, ancora meglio, di tipo parametrico, che consenta il filtraggio delle frequenze maggiormente responsabili dell'innescio acustico. In casi estremi, occorre considerare un intervento sull'ambiente agendo sui componenti o sui materiali d'arredamento, oppure introducendo trappole o schermi sonori "accordati" per l'attenuazione delle frequenze (quelle basse/medio-basse), che maggiormente eccitano l'ambiente in esame.

Per il collegamento del microfono all'amplificatore, è sempre preferibile utilizzare linee microfoniche brevi, tassativamente realizzate in cavo schermato del tipo a due conduttori interni.

I cavi di collegamento dei microfoni vanno tenuti alla distanza di almeno 30/50 cm dai cavi di collegamento degli altoparlanti, o di altre utenze elettriche, e, quando detti cavi risultano essere lunghi (generalmente più di 6/8 metri), è meglio collegare il microfono ad un ingresso bilanciato dell'amplificatore, così da ottenere un ascolto sicuramente privo di disturbi (ronzii, interferenze) anche con linee di varie decine di metri. Per linee microfoniche più lunghe, è indispensabile fare uso di appositi preamplificatori microfonici, per mezzo dei quali si possono raggiungere distanze anche superiori al chilometro, sempre impiegando linee bilanciate.

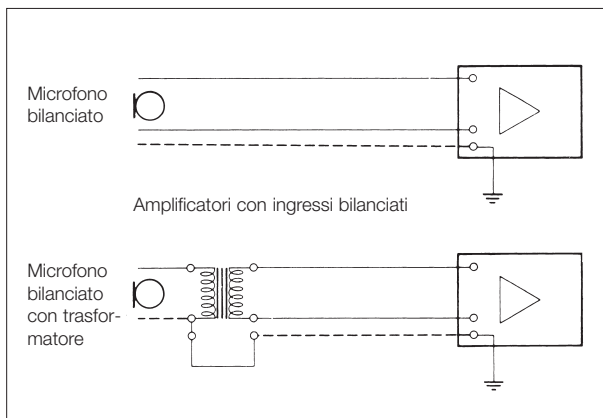


Fig. 33 Schema di collegamento di microfono bilanciato e sbilanciato su linee bilanciate

Inoltre, per la connessione di microfoni a condensatore (rif.to 5 3.3) del tipo predisposto per essere alimentato tramite il circuito di alimentazione dello stesso preamplificatore al quale andranno collegati (alimentazione fantasma), sono da seguire con attenzione le indicazioni riportate sui libretti istruzioni che accompagnano i singoli microfoni, indicazioni che in questo caso comprenderanno anche le modalità per l'alimentazione del loro circuito interno di preamplificazione.

4.7 AMPLIFICATORI

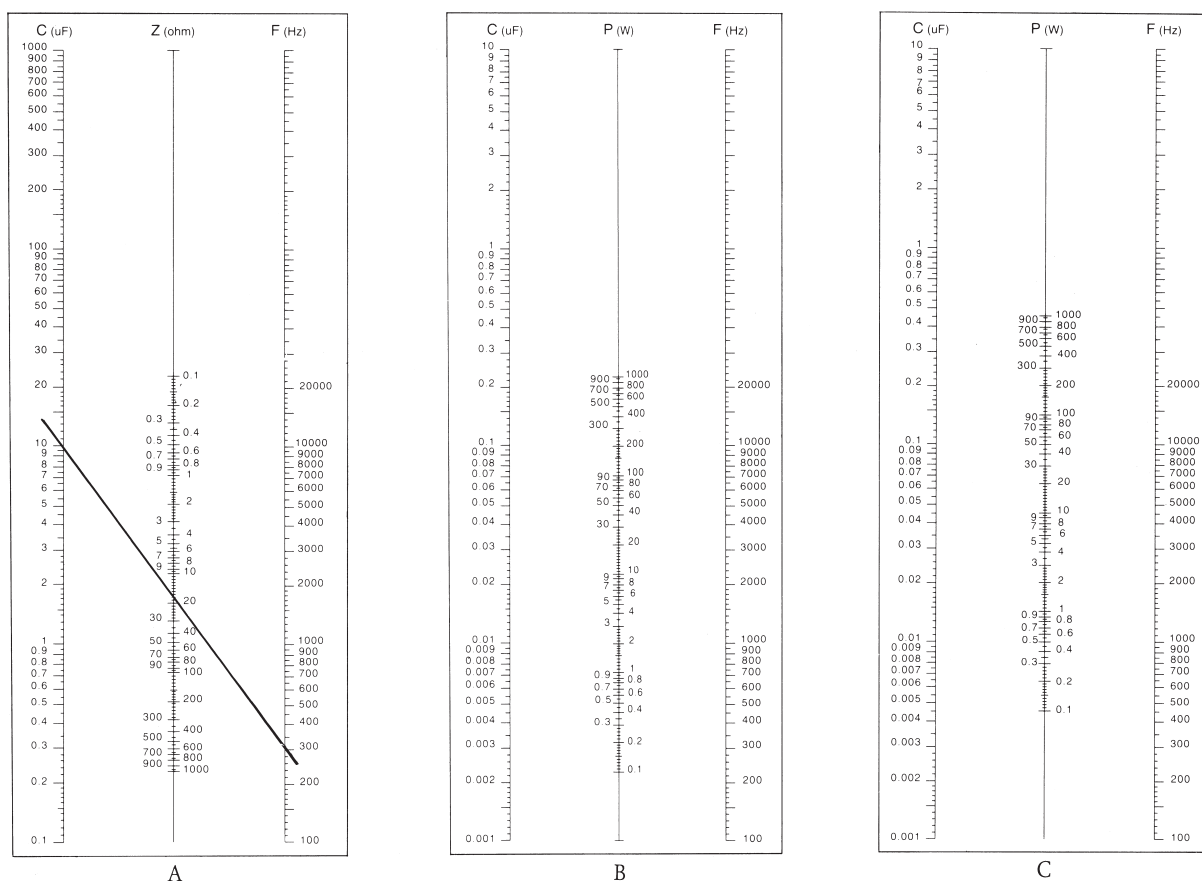
Non bisogna mai dimenticare che, nel collegamento dell'amplificatore a tensione costante (parallelo con trasformatori), la potenza nominale dell'amplificatore non deve risultare in ogni caso di valore inferiore alla somma delle singole potenze nominali a cui sono collegati gli altoparlanti. Nel collegamento a impedenza costante (serie/parallelo), è preferibile invece che, nel rispetto dell'impedenza nominale in uscita, la potenza complessiva dei diffusori sia superiore a quella nominale dell'amplificatore, onde evitare, ad alti livelli di ascolto, la rottura per sovraccarico dei diffusori stessi.

È intuitivo che se si introducono più amplificatori (unità di potenza), a questi arriveranno più linee di distribuzione, ai capi di ognuna delle quali saranno collegati un certo numero di diffusori, le cui potenze sommate saranno uguali o inferiori alla potenza di targa del rispettivo amplificatore (unità di potenza). Questa scelta dovrà essere effettuata dopo un attento esame del catalogo, tenendo ben presenti le necessità richieste dall'impianto, come ad esempio: il numero degli ingressi microfonici, controlli volume separati per singola area sonorizzata, disponibilità di ingresso/uscita registratore, controllo toni, uscita per il collegamento di unità di potenza supplementari e così via; senza trascurare, infine, l'eventualità di ampliamenti che, se previsti in prima sede, spesso danno modo, a fronte di una spesa di predisposizione irrisoria, di risparmiare in maniera consistente quando sorgerà l'effettiva necessità di estensione. Come visto precedentemente, il diffusore a tromba ha una risposta in frequenza più limitata di un altoparlante a cono, inoltre, può venire danneggiato per sovraccarico se gli si inviano frequenze troppo alte o troppo basse, che, non essendo in grado di riprodurre, lo solleciterebbero inutilmente; tra l'altro le prime, quelle alte, si limiterebbero a surriscaldare l'avvolgimento della bobina, dissipandosi in calore; mentre le seconde, quelle basse, impegnerebbero la bobina stessa e l'intero equipaggio mobile anche meccanicamente, costringendolo a compiere escursioni di entità eccessiva. Per questo motivo, si consiglia di regolare i controlli dei toni presenti sul preamplificatore PR 4000 e sui mixer-amplificatori serie 4000 e 1000 (ad eccezione delle unità di potenza serie 1000).

Se l'impianto elettroacustico prevede l'impiego simultaneo di altoparlanti a cono e di trombe, la cui alimentazione avvenga mediante un unico amplificatore; data la diversa banda di frequenze che caratterizzano i due tipi di diffusori, è necessario, per i motivi sopra descritti, che almeno le frequenze più basse non raggiungano le trombe stesse. Ciò si ottiene mediante un condensatore di tipo non polarizzato di capacità adeguata, collegato in serie alla tromba. Il valore di questa capacità è rilevabile dal diagramma di figura 34 ed il collegamento verrà effettuato come indicato nelle figure 35 e 36, a seconda si tratti di una distribuzione a impedenza costante o a tensione costante. La maggior parte delle trombe prodotte da RCF è già corredata dell'apposito condensatore di filtro. La RCF produce amplificatori per sistemi PA in una gamma di potenze comprese tra i 30W e i 480W nominali. Quando sono necessarie potenze più elevate, colle-

gate ad una unica sorgente sonora, si fa solitamente uso di un solo organo di preamplificazione al quale si collegano più unità di potenza in cascata; tale sistema permette di avere controlli di volume indipendenti per singola linea, visto che ogni unità di potenza è dotata di questi controlli. Nelle installazioni è molto importante la corretta messa a terra delle connessioni in ingresso agli amplificatori, specialmente quando sono stati usati cavi di lunghezza notevole per i collegamenti microfonici. Un'errata messa a terra, infatti, può generare ronzii, dovuti principalmente alla presenza di anelli di terra. Nel caso di segnali bilanciati, per evitarli occorre collegare una sola estremità della "calza" dei cavetti schermati a terra, e solo sull'apparecchio a valle (quello d'arrivo), avendo cura che sia uno solo il punto collegato direttamente a terra ed al quale faranno poi capo tutti i collegamenti di terra dell'impianto di sonorizzazione.

Fig. 34



A - Diagramma per determinare la capacità del condensatore per il taglio di frequenza nelle trombe collegate a **impedenza costante**.
 B - Diagramma per determinare la capacità del condensatore per il taglio di frequenza nelle trombe collegate alla **tensione costante di 100 Volt**.
 C - Diagramma per determinare la capacità del condensatore per il taglio di frequenza nelle trombe collegate alla **tensione costante di 50 Volt**.
 Per rilevare il valore della capacità del condensatore si traccia una retta che congiunga i valori corrispondenti alla frequenza di taglio della tromba ed al valore di impedenza dell'unità nel diagramma A, oppure alla tensione di alimentazione del trasformatore nei diagrammi B, C. Questi valori sono riportati nelle caratteristiche a catalogo o nei libretti di istruzioni. Il prolungamento della retta tracciata incontra la colonna delle capacità e nell'esatto punto d'incrocio se ne legge il valore. Nell'esempio riportato su diagramma A per una frequenza di taglio della tromba di 300 Hz ed una impedenza di 16 Ohm si deve impiegare un condensatore non polarizzato avente la capacità di μ F.

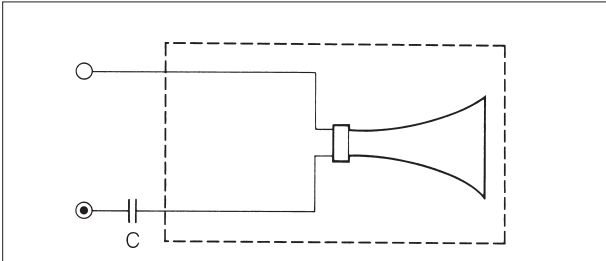


Fig. 35 Collegamento del condensatore (non polarizzato) alle trombe impiegate in impianti a impedenza costante

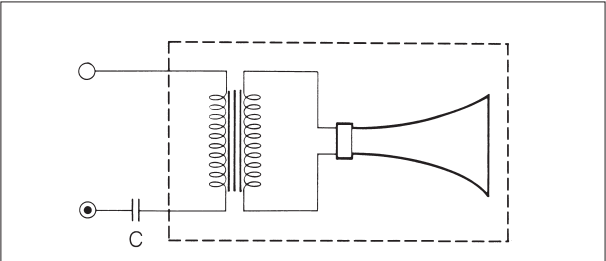


Fig. 36 Collegamento del condensatore (non polarizzato) alle trombe in impianti a tensione costante

Accensioni e spegnimenti troppo ravvicinati rappresentano uno stress per i componenti elettronici presenti all'interno di ogni amplificatore causando il loro

invecchiamento precoce. Si consiglia invece, ove possibile, il funzionamento continuo delle apparecchiature.

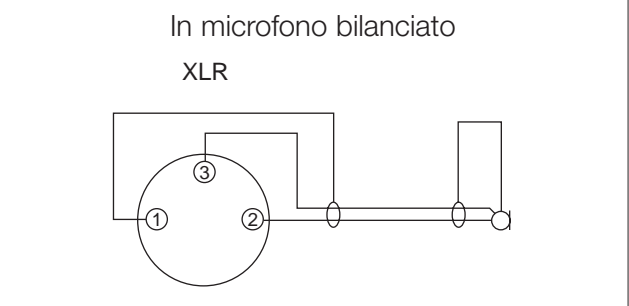
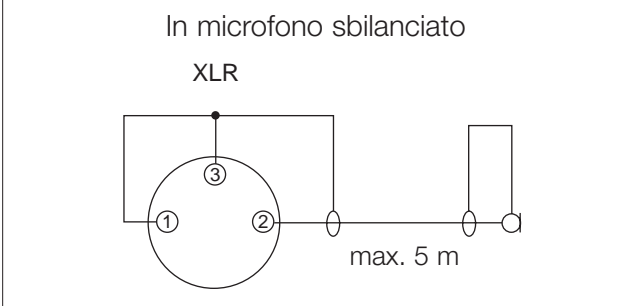
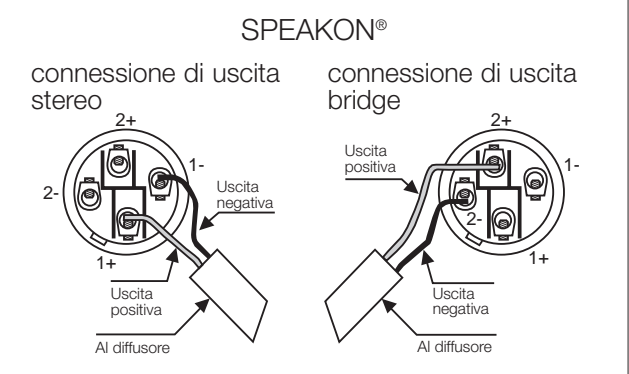
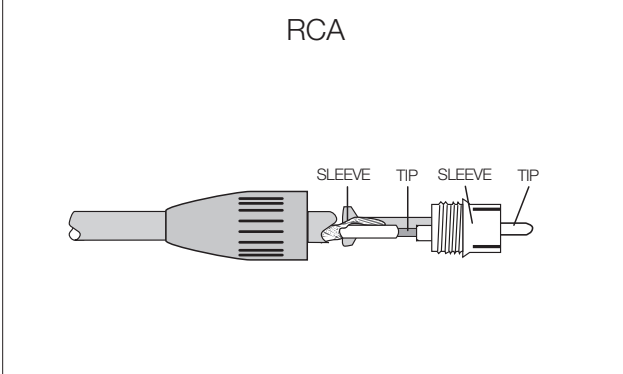
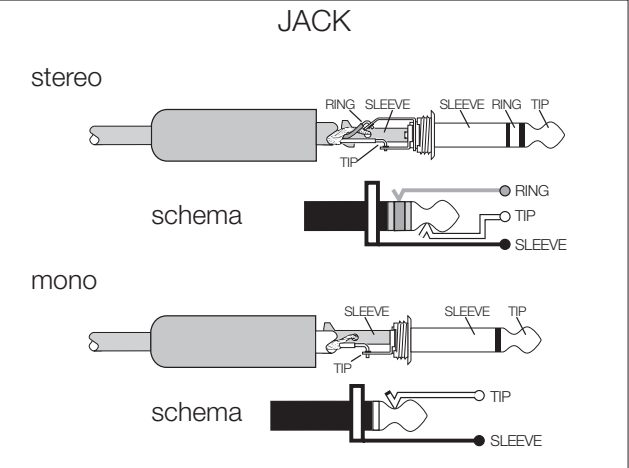
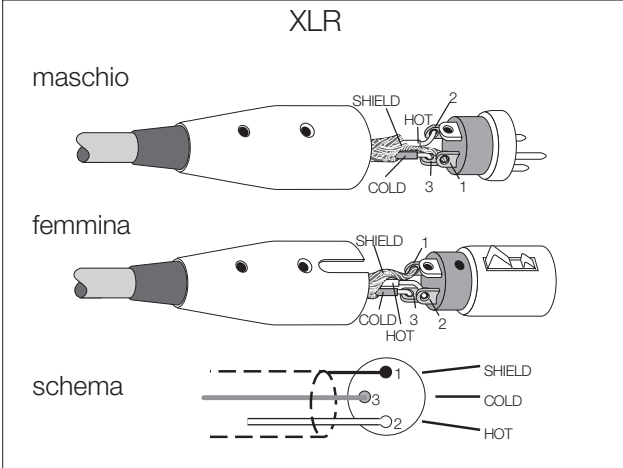
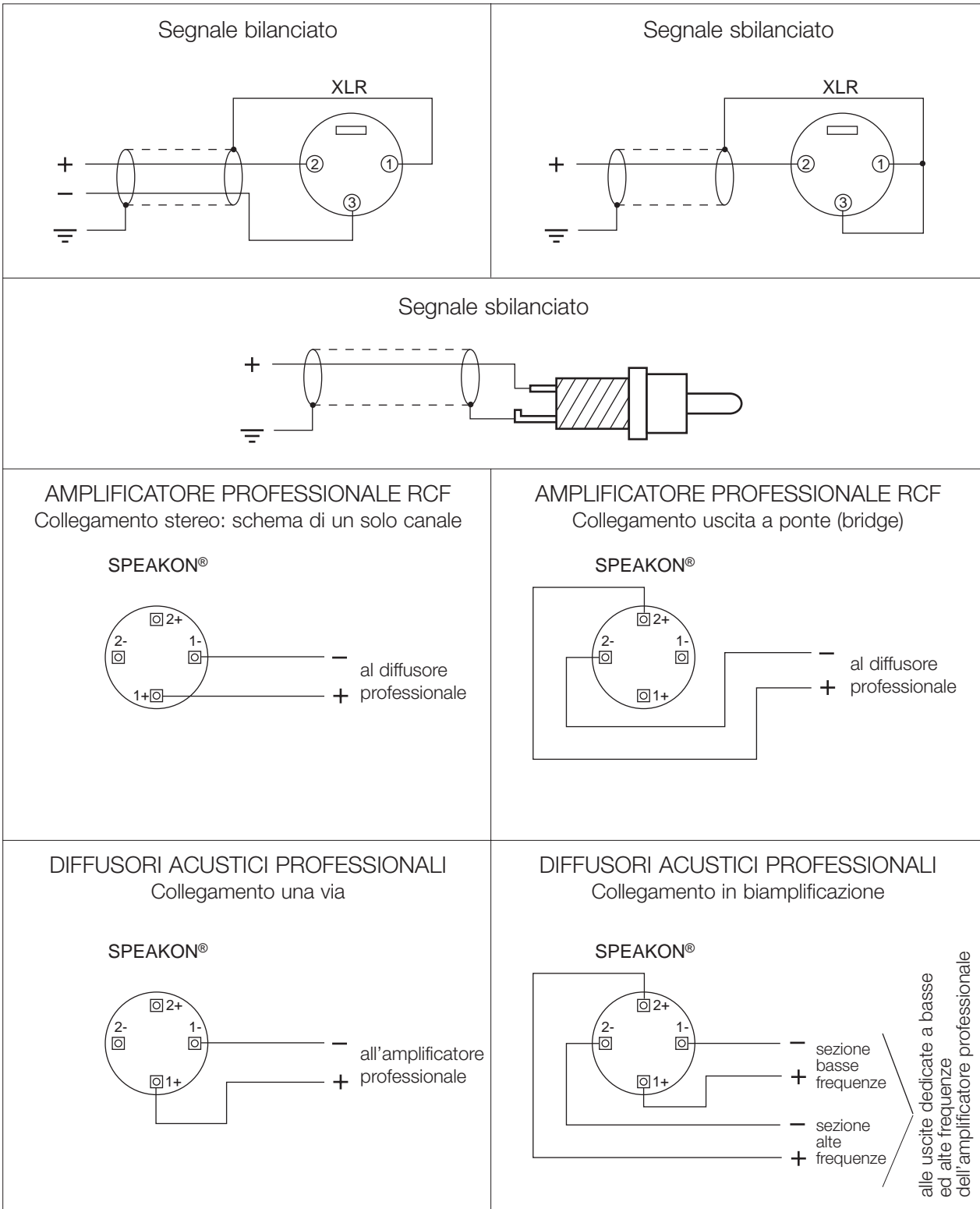


Fig. 36 Schemi elettrici per connessioni standard tra componenti elettroacustici



Importante: Prima di effettuare le connessioni verificare le specifiche di collegamento sul manuale di istruzione a corredo di ogni prodotto RCF.

Fig. 37 Schemi elettrici per il collegamento delle diverse apparecchiature

IL CLIPPAGGIO DELL'AMPLIFICATORE

Il clippaggio (o clipping) è sempre associato in maniera progressiva alla distorsione del segnale audio amplificato, che risulta sempre sgradevole all'ascolto. Si ha la condizione di "clippaggio" quando all'amplificatore è richiesto di erogare maggiore tensione (potenza) di quanta è la rispettiva massima nominale, elevando per esempio oltre misura il volume di uscita. Ne deriva una insufficiente capacità di resa dovuta a mancante tensione di uscita; si ha, come risultato, un'onda "quadra" in luogo di quella sinusoidale e, per conseguenza, un aumento del valore efficace della corrente circolante sulla bobina dell'altoparlante, dovuto alla componente continua intrinsecamente presente nell'onda quadra, che ne può determinare l'irreparabile danneggiamento.

4.8 ALTOPARLANTI

Collegamento a Tensione Costante (Rif.to § 4.3)

Quasi tutti i diffusori della gamma PA hanno il trasformatore di linea per poter essere connessi a linee a tensione costante (i diffusori senza trasformatore possono esserne comunque equipaggiati). I lati primari dei trasformatori saranno collegati in parallelo su linee 50/70/100 V; il lato secondario di ognuno di essi permetterà la connessione diretta del trasduttore con possibilità di scelta tra molti livelli di potenza, compresi in genere tra quella nominale del trasformatore e 1/16 della medesima. Questo consentirà di attribuire a diffusori posizionati in ambienti diversi (o in zone diverse del

lo stesso locale), e aventi particolari esigenze nonchè livelli di rumore ambiente, differenti valori di potenza. Ciò mediante il semplice posizionamento, in fase di installazione, del cavetto contrassegnato dell'altoparlante ad una delle prese disponibili al secondario del trasformatore di linea. Il morsetto non contrassegnato andrà invece collegato all'apposito morsetto con dicitura "0" (zero) o "com." (comune), ugualmente presente sul secondario di ogni trasformatore.

Ogni diffusore, pertanto, o gruppo di diffusori, dovrà essere equipaggiato di un trasformatore avente i seguenti requisiti:

— Tensione di ingresso (primaria) uguale a quella che si è decisa di adottare per la linea di distribuzione (tutti i trasformatori RCF sono predisposti per almeno due tensioni: 50 e 100V).

— Impedenza secondaria uguale all'impedenza del diffusore, o del gruppo di diffusori che si intende collegare.

— Potenza uguale o inferiore alla potenza del diffusore da collegare. Se inferiore, la potenza dell'altoparlante verrà limitata a quella nominale del trasformatore: utilizzando il trasformatore TD105 (pot. nom. 4W/4Ω) con il diffusore PL/I (pot. nom. 6W/4Ω) la potenza assorbita dalla linea a tensione costante ed inviata al diffusore potrà essere al massimo 4W.

— Nel caso di diffusione sonora ad alta fedeltà, anche il trasformatore adottato dovrà avere caratteristiche allineate a quelle degli altri componenti dell'impianto sonoro. La RCF contrassegna i propri trasformatori idonei per questo impiego con la sigla HF. (Es.: TD 10/HF).

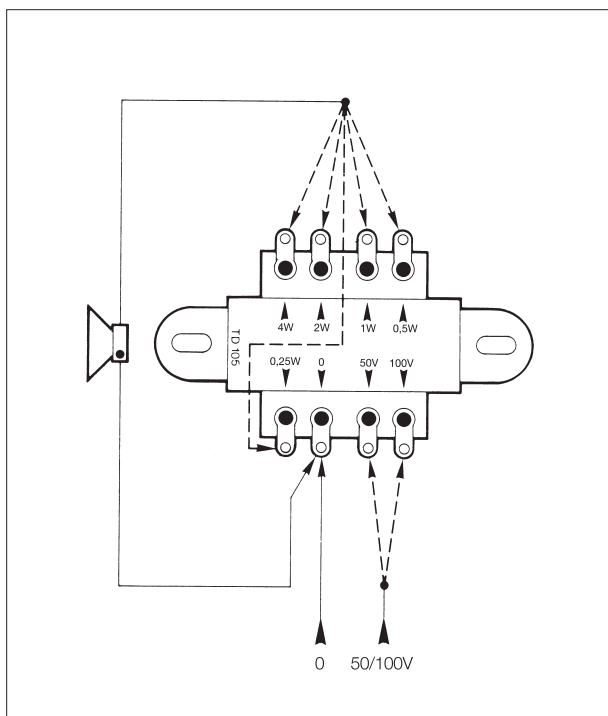


Fig. 38a Trasformatore di linea TD105, 4W, 50-100V / 4Ω

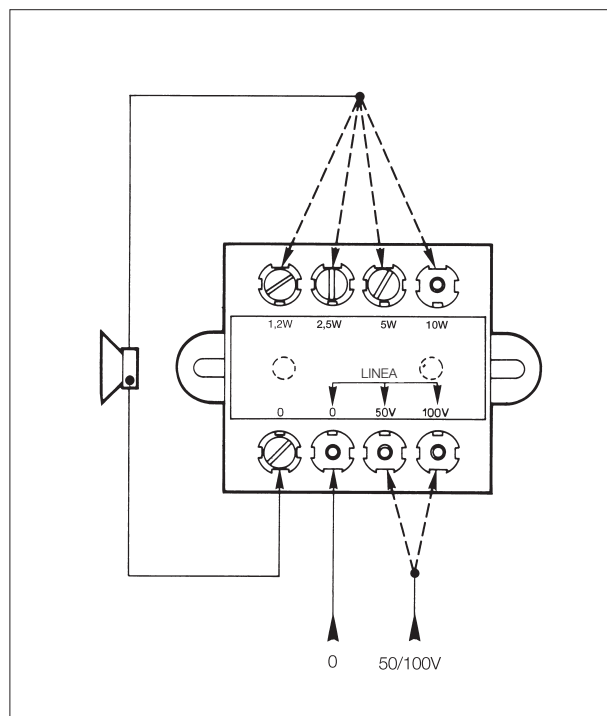


Fig. 38b Trasformatore di linea HI-FI TD10/HF, 10W, 50-100V / 4Ω

Tab. 7 - Tabella Riassuntiva delle diverse situazioni di adattamento del carico nel collegamento dei diffusori a tensione costante

Tensione Uscita amplificatore Tensione collegamento primari dei trasf. di linea	100 V	70 V	50 V
100 V	L'amplificatore eroga la potenza nominale	L'amplificatore eroga la metà della potenza nominale	L'amplificatore eroga un quarto della potenza nominale
70 V	Situazione NON ammessa, Amplificatore sovraccaricato	L'amplificatore eroga la potenza nominale	L'amplificatore eroga metà della potenza nominale
50 V	Situazione NON ammessa, Amplificatore sovraccaricato	Situazione NON ammessa, Amplificatore sovraccaricato	L'amplificatore eroga la potenza nominale

Amplificatore RCF con uscita a tensione costante

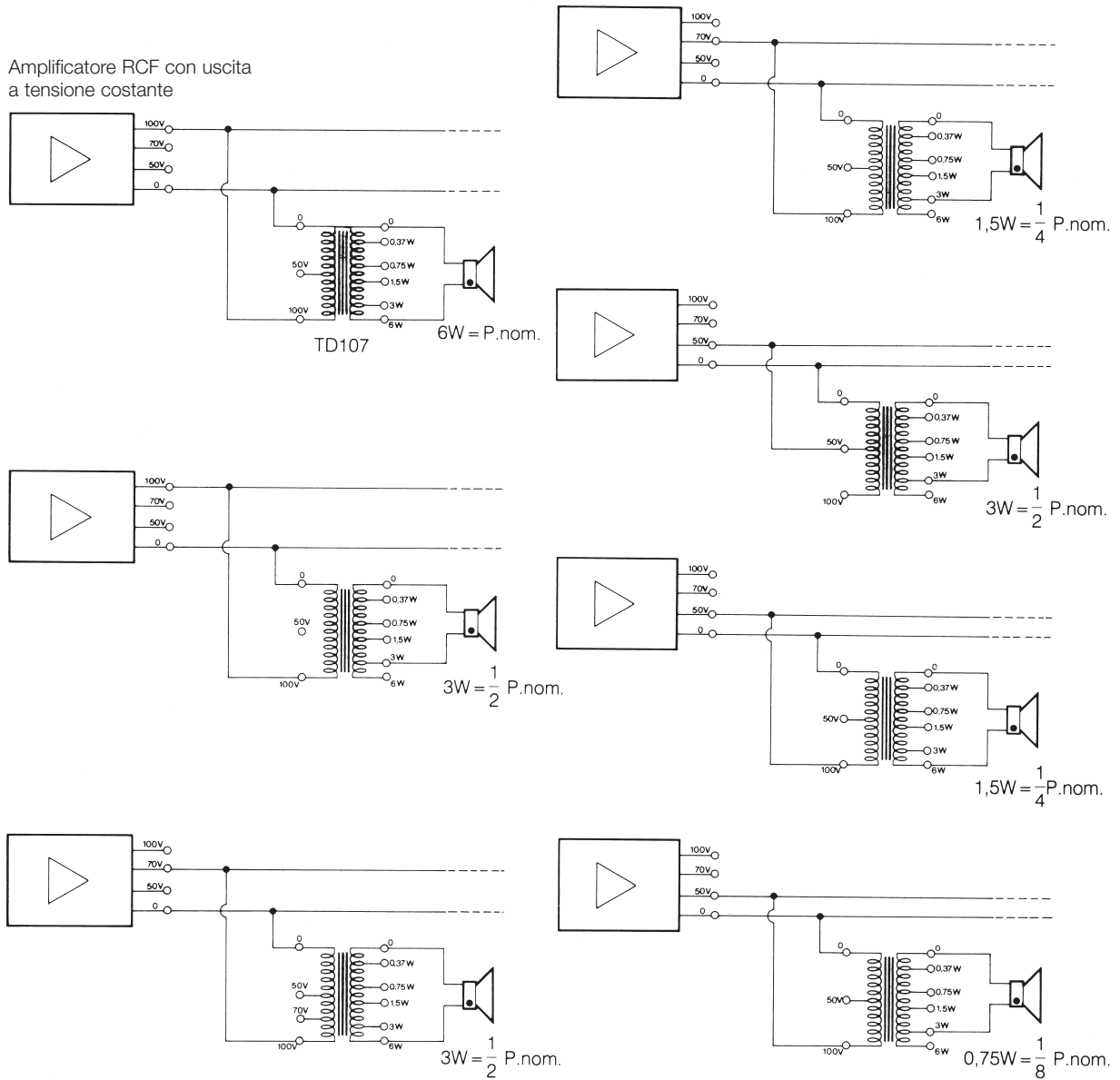


Fig. 39 Esempi di collegamento di altoparlante 6W/4Ω con TD107 a diverse potenze su linee a tensione costante

Tab. 8 - Tabella riassuntiva delle diverse situazioni di adattamento del carico nel collegamento dei diffusori a impedenza costante

Situazione		Effetti	Note
Impedenza	Potenza		
Z tot. diff. = Z ampl.	P tot. diff. = P ampl.	Massimo trasferimento di potenza dall'amplificatore ai diffusori	Condizione ottimale
Z tot. diff. > Z ampl.	P tot. diff. = P ampl.	I diffusori forniscono una potenza inferiore alla loro potenza nominale	Condizione che non arreca inconvenienti
Z tot. diff. < Z ampl.	P tot. diff. = P ampl.	L'amplificatore è sovrraccaricato	Si danneggiano gli stadi finali dell'amplificatore
Z tot. diff. = Z ampl.	P tot. diff. > P ampl.	I diffusori forniscono una potenza inferiore alla potenza nominale	Condizione ottimale per rimanere sempre in zona di sicurezza
Z tot. diff. = Z ampl.	P tot. diff. < P ampl.	I diffusori sono in sovrraccarico	Da un certo livello del volume in poi i diffusori si danneggiano
Z tot. diff. = Z ampl. Ma con i diffusori di impedenza e potenza diverse	P tot. diff. ≥ P ampl.	Diffusori con potenze non adeguate potrebbero danneggiarsi	Con le potenze dei diffusori ben distribuite la situazione è normale

Z tot. diff. = Impedenza totale dei diffusori
P tot. diff. = Potenza nominale totale dei diffusori

Z ampl. = impedenza d'uscita dell'amplificatore
P ampl. = potenza nominale dell'amplificatore

Collegamento a Impedenza Costante (Rif.to § 4.2)

Per quanto concerne il collegamento ad impedenza costante, raccomandiamo il rispetto delle seguenti norme:
— Impedenza del complesso degli altoparlanti identica a quelle presenti sull'uscita dell'amplificatore, connettendo gli altoparlanti secondo schemi serie/parallelo.
— Potenza dell'amplificatore uguale o minore a quella assorbita dai diffusori.

Collegamento a Tensione Costante e Impedenza Costante

Particolare attenzione deve essere posta nel rispettare la "fase" nel collegamento degli altoparlanti (soprattutto se collocati nello stesso ambiente), pena l'annullamento delle pressioni sonore, col risultato di una cattiva sonorizzazione. Su ciascun modello di altoparlante è sempre indicato il riferimento per effettuare il collegamento, sia a tensione che ad impedenza costante (punto rosso, marcatura 100V, cavetti colorati con riferimento al libretto istruzioni), peraltro sempre facilmente intuibile. Le linee di distribuzione dovranno essere realizzate in **cavo intrecciato bicolore**, quello normalmente utilizzato per il cablaggio di impianti elettrici. In questo caso, i due conduttori in quanto ricettori di disturbi, dovranno essere intrecciati (cioè spiralati), per minimizzare gli effetti induttivi dovuti all'accoppiamento con campi elettrici circostanti, e obbligatoriamente di diverso colore, per dar modo all'installatore di individuare immediatamente il polo "contrassegnato". La sezione dei conduttori di linea dovrà essere adeguata alla potenza da distribuire e tale da non incorrere in sensibili perdite di potenza sulla linea medesima. I diagrammi di fig. 41-42-43 tengono conto di una perdita

ammessa del 10%, che corrisponde ad una attenuazione del segnale di circa 1dB; il carico è inteso come concentrato alla fine della linea. Normalmente però, i diffusori sono distribuiti lungo la linea, intervallati da spazi più o meno costanti; solo in questo caso la sezione sul diagramma può essere quasi dimezzata. Raccomandiamo in ogni modo di abbondare ove possibile nella sezione dei conduttori, specialmente nei grossi impianti o dove sono in gioco potenze elevate.

Alla stessa soluzione si può arrivare utilizzando le seguenti formule semplificate:

a: Per linee a V Kost. Sez. $\geq \frac{0,37 \cdot L \cdot P}{V^2}$

b: Per linee a Imp. Kost. Sez. $\geq \frac{0,37 \cdot L}{Z}$

Dove: L = lunghezza linea bifilare in rame (distanza amplificatore-diffusore più remoto in m.); P = potenza del carico applicato a fine linea in Watt; V = tensione di collegamento nelle linee a tensione costante in Volt; Z = impedenza nominale del carico nelle linee a impedenza costante in Ohm; Sez. = sezione di ognuno dei due conduttori di linea espressa in mm². Anche in questa sede, nel caso di carico uniformemente distribuito, è data la facoltà di utilizzare sezioni ridotte. Supponiamo due ipotesi di collegamento dello stesso sistema.

N.B.: La formula in **b** non tiene conto della portata max del cavo riferita alla potenza del segnale trasmesso.

In entrambi i casi si hanno:

Lunghezza della linea = 60 mt.

Potenza altoparlanti = 200 W

Nel primo caso, attuando il collegamento del carico alla tensione costante di 100V otteniamo una sezione minima pari a 0,45 mm²; nel secondo, considerando un'impedenza nominale di 4 Ohm ricaviamo una sezione minima di 5,55 mm².

Si noti come, a parità di potenza trasportata, sia sensibilmente inferiore la sezione del cavo di collegamento richiesto per linee a tensione costante.

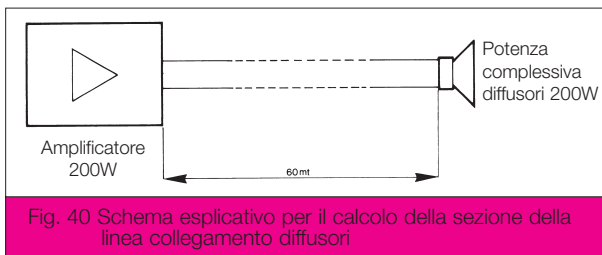


Fig. 40 Schema esplicativo per il calcolo della sezione della linea collegamento diffusori

La linea di distribuzione-suono non dovrebbe essere inserita nella stessa tubazione/conduffura/canalina dove si trovano cavi microfonici, o linee di segnale a basso livello, che fanno capo all'amplificatore. La distanza minima che deve intercorrere tra le suddette linee deve essere di almeno 30/50 cm.

È fortemente sconsigliato inserire i cavi relativi alla sonorizzazione nelle canale predisposte per gli impianti di illuminazione e forza motrice, questa operazione potrebbe compromettere il perfetto funzionamento dell'impianto, introducendo ronzii e disturbi.

Collegamento a Terra Altoparlante

Le Norme vigenti in materia non prevedono il collegamento a terra della carcassa metallica (cestello) propria dell'altoparlante o dell'involucro metallico del trasformatore di linea ad esso abbinato, in quanto trattasi di apparecchiature completamente isolate dalla rete di alimentazione.

Posizionamento Altoparlanti

Nell'installazione degli altoparlanti, dovranno essere seguite attentamente tutte le modalità di montaggio riportate sul libretto istruzioni presente in ogni imballo. Il manuale di impiego indica tra l'altro anche alcune regole per ottenere i migliori risultati di funzionamento. Quando possibile, evitare l'installazione dei diffusori in prossimità di angoli. Questo darebbe origine all'esaltazione delle basse frequenze e, come risultato, ad un suono "chiuso-cupo", non limpido. Se ciò si verifica, intervenire sul controllo toni della sezione preamplificatrice per migliorare la resa sonora.

Negli impianti di rinforzo voce, è meglio indirizzare il fascio di emissione delle colonne di suono, e degli altoparlanti in genere, in modo tale che ai presenti il suono sembri provenire direttamente dalla persona che sta parlando.

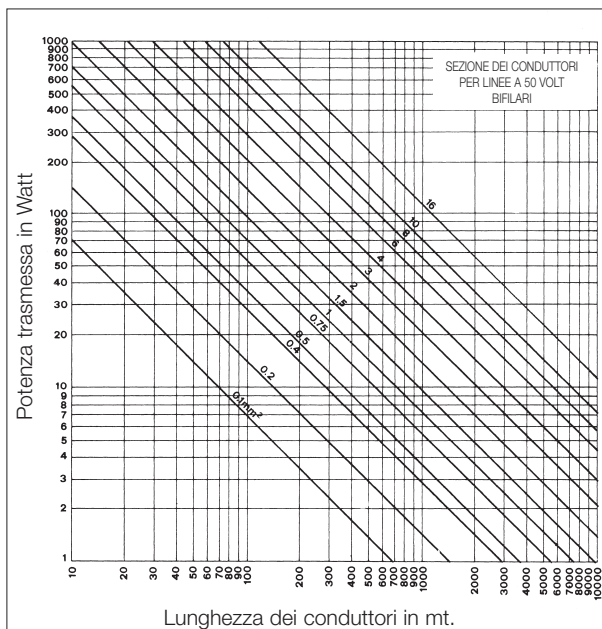


Fig. 42 Diagramma per determinare la sezione dei conduttori delle linee bifilari per l'alimentazione a 50 V costanti dei diffusori acustici

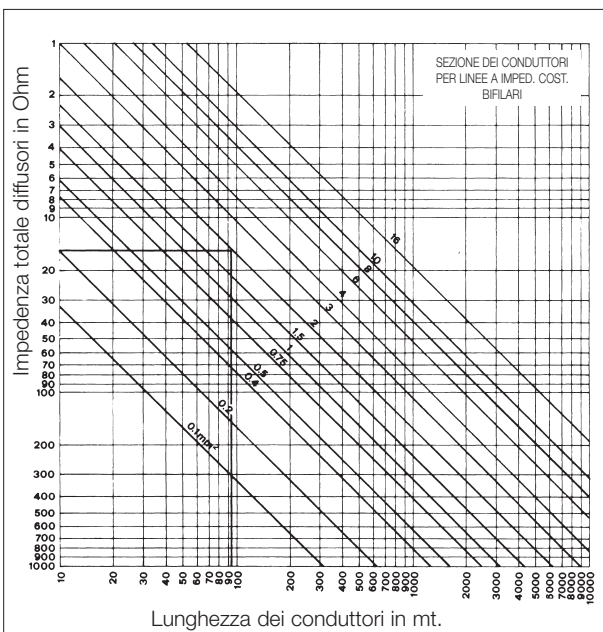


Fig. 41 Diagramma per determinare la sezione dei conduttori delle linee bifilari per l'alimentazione dei diffusori acustici collegati a impedenza costante

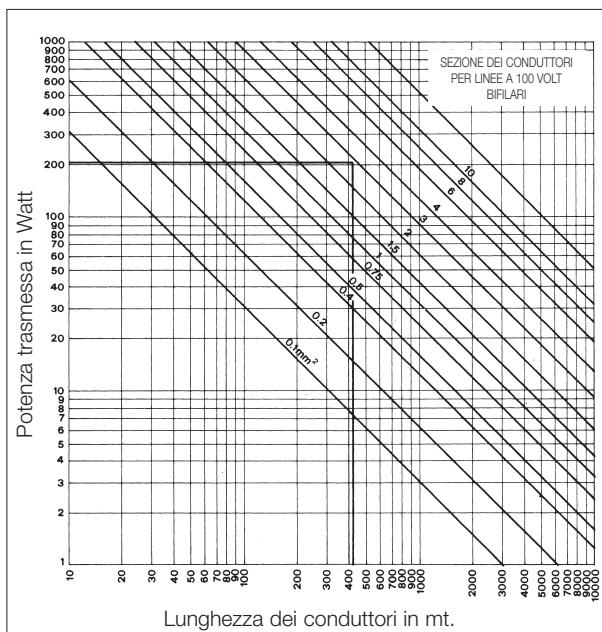


Fig. 43 Diagramma per determinare la sezione dei conduttori delle linee bifilari per l'alimentazione a 100 V costanti dei diffusori acustici

Colonne Sonore

Una colonna sonora, con buona approssimazione, può ritenersi in grado di sonorizzare uno spazio corrispondente, sul piano orizzontale contenente il suo asse, ad un angolo di 60° e profondo circa 10-20 volte l'altezza della colonna stessa; sul piano verticale, il fascio ha un'apertura di pochi gradi e comunque commisurata all'altezza (e quindi alla direttività) della colonna (Fig. 44). Per un'ottimale collocazione delle colonne sonore, occorre attenersi alle seguenti norme: installare le colonne con la base a circa 1,5 mt. dal pavimento, in caso gli ascoltatori siano seduti; a circa 1,70 mt. per ascoltatori in piedi. Inclinare eventualmente la colonna di qualche grado per meglio "avvolgere" la platea (con rif.to alla fig. 45). E buona norma non installare la colonna nei pressi di un angolo.

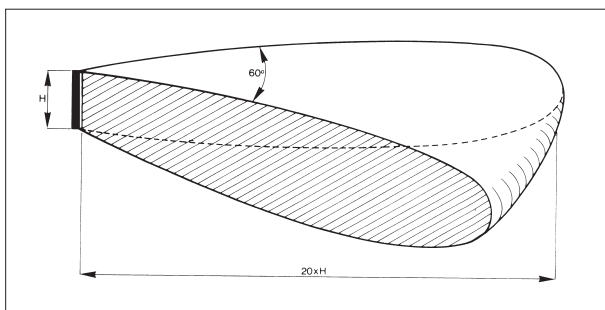


Fig. 44 Rappresentazione tridimensionale della dispersione acustica di una linea di suono (colonna sonora)

Diffusione Multipunto

La migliore sonorizzazione, cioè quella che permette di ottenere la migliore intelligibilità di musica/annunci in ambienti civili, è quella che ricorre alla diffusione del

suono più omogenea. Si effettua mediante l'impiego di un numero idoneo di punti di suono, ben distribuiti (meglio se a soffitto) e pilotati con basse potenze. In questo modo, anche se l'ambiente è riverberante, operando a singoli livelli di volume acustico ridotti, si ha la migliore garanzia di non "eccitarlo", e di non provocare eventuali risonanze meccaniche mandando in vibrazione parti di arredamento, false pareti ed infissi non perfettamente stabili.

Diffusione a Pioggia

È noto che l'installazione degli altoparlanti a soffitto (diffusione a pioggia) è il miglior sistema di sonorizzazione per annunci e musica in impianti PA. In qualche caso può rivelarsi impraticabile, causa l'altezza o la particolare struttura del soffitto. Di solito tale sistema è più costoso di quello che prevede la diffusione da pochi punti, ma poiché i vantaggi di un sistema di diffusione dall'alto sono molteplici, è comunque questo il sistema che va considerato prima di tutti gli altri. Con questo sistema, essendo le plafoniere equidistanti rispetto alla zona di ascolto, si ottengono la massima uniformità di diffusione e la minor probabilità di provocare riverberazioni nell'ambiente, in quanto si riesce a lavorare con bassi livelli unitari di energia sonora.

Una volta deciso quale tipo di diffusori a plafoniera installare e noto l'angolo di copertura del singolo diffusore, partendo dall'altezza del soffitto e dall'area del locale da sonorizzare, si riesce a calcolare il numero di diffusori da impiegare.

La tabella di pag. 46 fornisce il numero dei diffusori a plafoniera RCF nei vari modelli e versioni, occorrenti per sonorizzare, con ottimi risultati e uniformità di dispersione, un ambiente di cui si conoscano superficie ed altezza. Il numero dei diffusori, riportato sulla tavo-

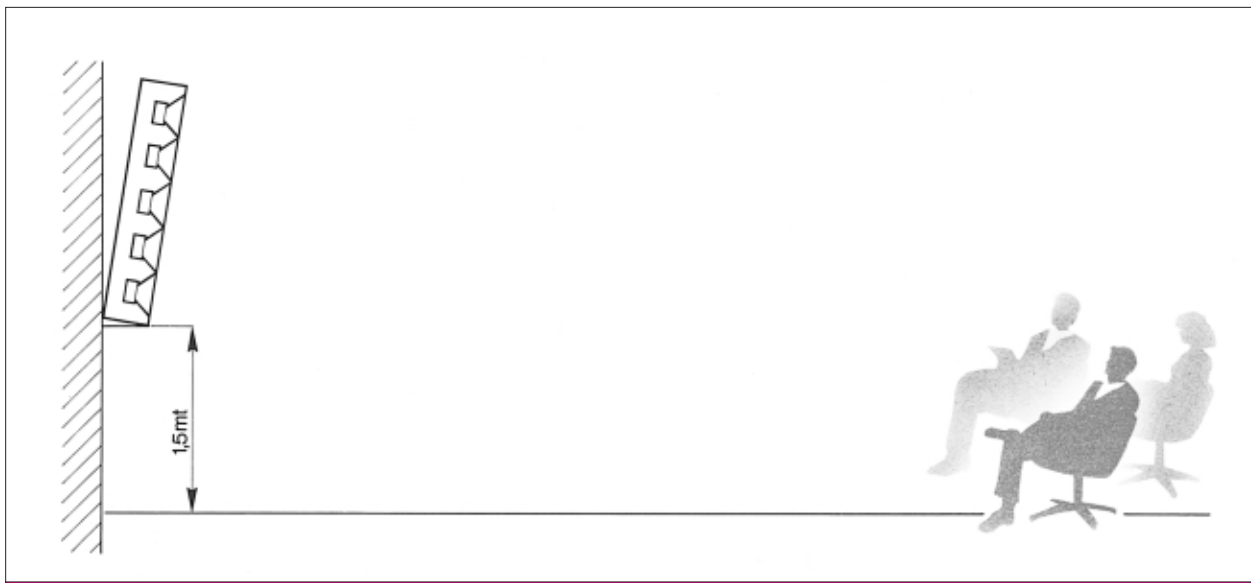


Fig. 45 Posizionamento della colonna sonora rispetto agli ascoltatori

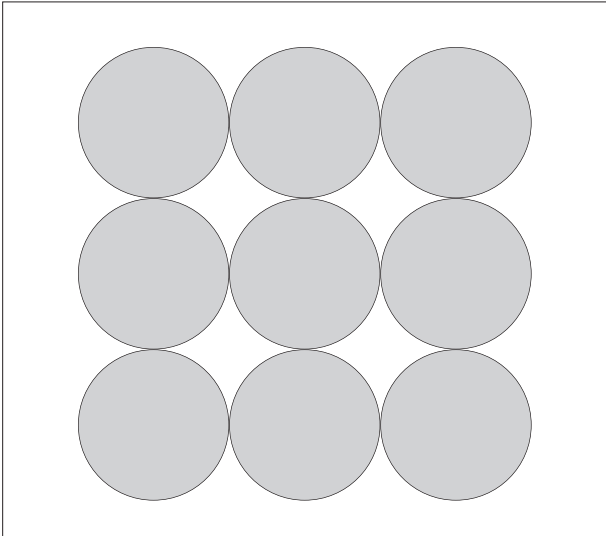


Fig. 46 Disposizione diffusori per copertura 80%

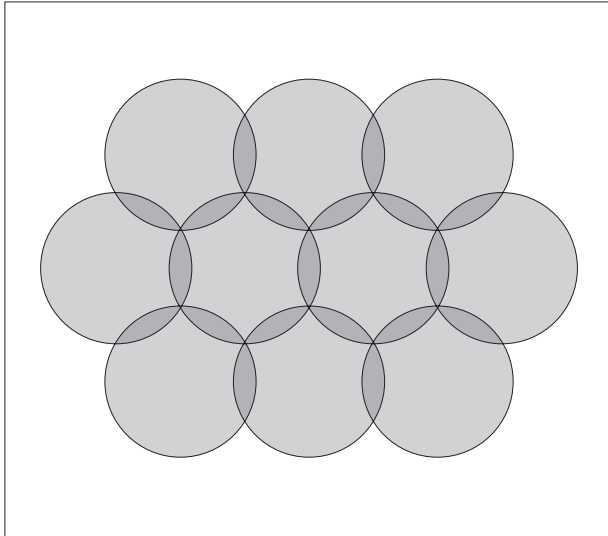


Fig. 47 Disposizione diffusori per copertura 100%

la all'incrocio delle due dimensioni, consente, adottando una disposizione come da schema fig. 46, di ottenere un'ottima copertura, che è in realtà pari all'80% di quella effettiva. Nel caso di impianti di prestigio, aumentando del 50% (x 1,5) il valore di tabella, è possibile giungere ad una copertura completa (100%); si adatterà in questa eventualità una disposizione secondo

lo schema Fig. 47. Per definire con sufficiente approssimazione la superficie "S" di un ambiente con soffitto di altezza "H" sonorizzata da un altoparlante a plafoniera generico, si può adottare la seguente formula (con riferimento fig. 48):

$$S = [2 \cdot (H - 1,5 \text{ Mt})]^2$$

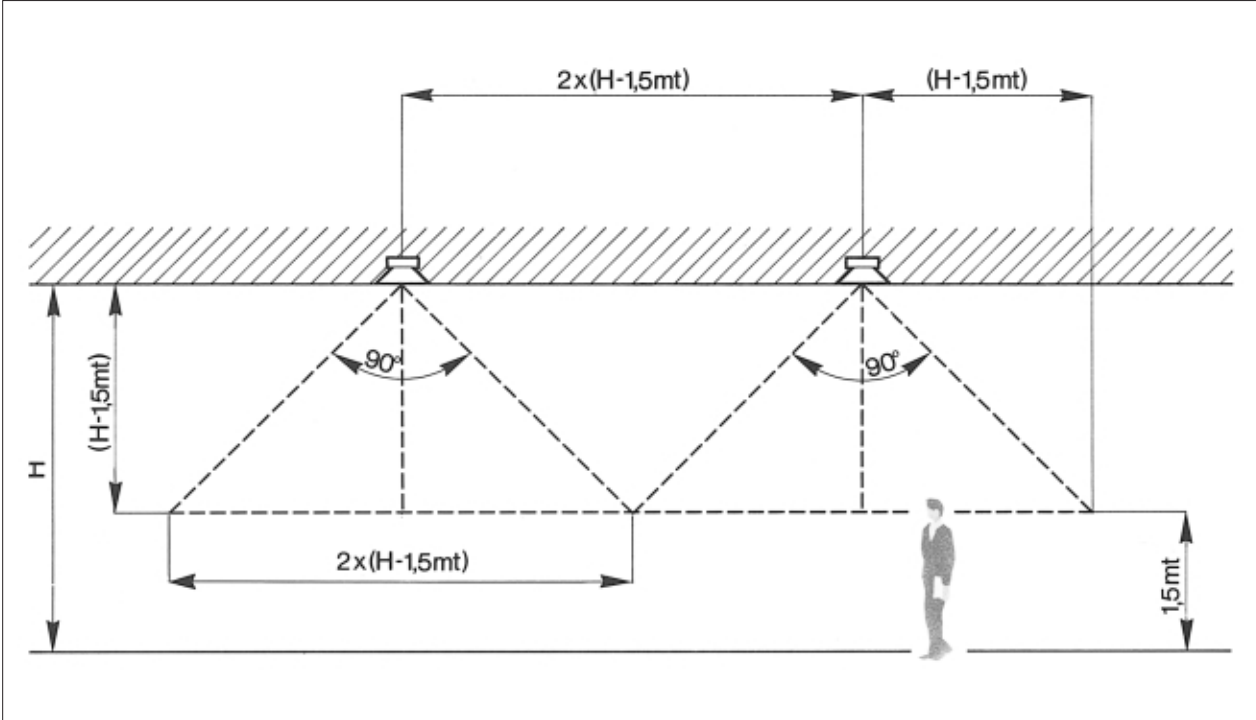


Fig. 48 Schema esplicativo per il calcolo della copertura acustica dei diffusori a soffitto

Tab. 9 - Tabella coperture plafoniere RCF. Da considerare che occorrono circa il 50% di diffusori in più per adottare una copertura al 100%

Livello pressione sonora all'altezza H = 1.5 m		Altezza Soffitto (m).	SUPERFICIE EFFETTIVA DA SONORIZZARE IN m ²															
			25	35	50	80	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
P. nom. 4W	1/2 P. nom. 2W		NUMERO DIFFUSORI															
DS 313 / WT	97.5	94.5	3	4	5	7	11	14	20	27	40	53	67	80	93	106	120	133
	95	92	3.5	2	3	4	6	8	11	15	23	30	38	45	53	60	67	75
	93	90	4	1	2	3	4	5	7	10	15	19	24	29	34	39	43	48
	91.5	88.5	4.5	1	1	2	3	4	5	7	10	14	17	20	24	27	30	33
	90	87	5	1	1	2	2	3	4	5	8	10	12	15	17	20	22	25
	89	86	5.5	1	1	1	2	2	3	4	6	8	10	11	13	15	17	19
	88	85	6	1	1	1	1	2	3	3	5	6	8	9	11	12	14	15
	87	84	6.5	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12
	86	83	7	1	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Livello pressione sonora all'altezza H = 1.5 m		Altezza Soffitto (m).	SUPERFICIE EFFETTIVA DA SONORIZZARE IN m ²															
			25	35	50	80	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
P. nom. 4W	1/2 P. nom. 2W		NUMERO DIFFUSORI															
PL/I • PL/E	97.5	94.5	3	3	4	6	9	11	17	23	34	45	56	67	78	89	100	111
	95	92	3.5	2	2	3	5	7	10	13	19	25	32	38	44	50	57	63
	93	90	4	1	2	2	4	4	6	8	12	16	20	24	28	32	36	40
	91.5	88.5	4.5	1	1	2	3	3	4	6	9	11	14	17	20	23	25	28
	90	87	5	1	1	1	2	2	3	4	6	8	11	13	15	17	19	21
	89	86	5.5	1	1	1	2	2	3	3	5	7	8	10	11	13	14	16
	88	85	6	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6	8	9	10	11	13
	87	84	6.5	1	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	86	83	7	1	1	1	1	1	2	2	3	4	4	5	6	7	8	9

PL 80/A	97.5	94.5	3	2	3	4	7	8	12	16	24	32	40	47	55	63	71	79
	95	92	3.5	1	2	3	4	5	7	9	14	18	22	27	31	36	40	44
	93	90	4	1	1	2	3	3	5	6	9	12	14	17	20	23	26	29
	91.5	88.5	4.5	1	1	1	2	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	90	87	5	1	1	1	1	2	2	3	5	6	8	9	10	12	13	15
	89	86	5.5	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	88	85	6	1	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6	6	7	8	9
	87	84	6.5	1	1	1	1	1	1	2	2	3	4	5	5	6	7	7
	86	83	7	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	4	4	5	6	6

PL 81/A	103.5	100.5	3	2	3	4	6	7	10	13	20	26	33	40	46	53	59	66
	101	98	3.5	1	2	2	3	4	6	8	11	15	19	22	26	30	33	37
	99	96	4	1	1	1	2	3	4	5	7	10	12	14	17	19	22	24
	97.5	94.5	4.5	1	1	1	2	2	3	4	5	7	8	10	12	13	15	17
	96	93	5	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12
	95	92	5.5	1	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	94	91	6	1	1	1	1	1	1	2	2	3	4	5	5	6	7	8
	93	90	6.5	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	4	4	5	6	6
	92	89	7	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5

Diffusione a parete

Il posizionamento a parete di diffusori Public Address è utilizzato quando, per vincoli architettonici o per l'elevata altezza del soffitto, non è possibile realizzare una sonorizzazione a pioggia. In questo tipo di installazione l'ascoltatore può trovarsi ad una distanza dal diffusore superiore alla distanza critica D_c , con relativo degrado dell'intelligibilità e della qualità sonora (Rif.to § 2.6).

Fondamentale importanza rivestono le dimensioni dell'ambiente, in particolare lunghezza e larghezza. Per conseguire buoni risultati è consigliabile avvalersi di questa tipologia di installazione in ambienti dove una delle due dimensioni in pianta è inferiore a 10 metri. In

caso contrario, la distribuzione della pressione sonora risulterà non uniforme, per qualsiasi posizionamento delle sorgenti a muro.

Se la dimensione inferiore in pianta dell'ambiente non supera i 5 metri, si ottengono buoni risultati installando i diffusori su una delle pareti più lunghe, ad un'altezza compresa tra 1,8 e 2 metri. La distanza tra due diffusori adiacenti potrà variare da 6 a 4 metri per una distribuzione ottimale.

Quando la dimensione inferiore in pianta è compresa tra 5 e 10 metri è consigliabile installare i diffusori su entrambe le pareti lunghe, alternandoli come in figura 50. In tal caso la distanza consigliata tra diffusori adiacenti può raddoppiare.

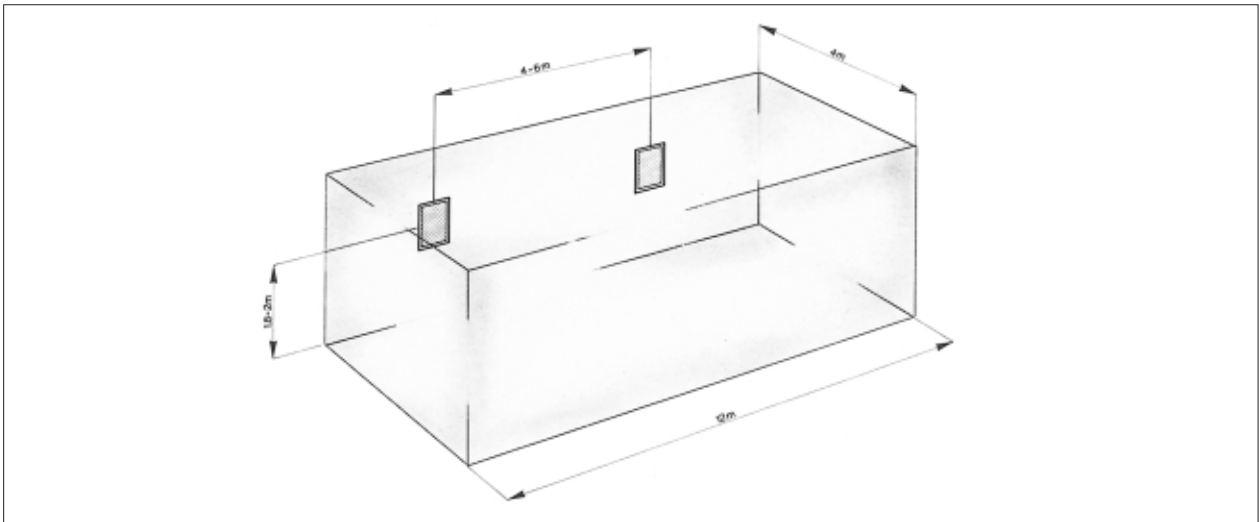


Fig. 49 Schema per il posizionamento dei diffusori a parete in ambienti medio-piccoli

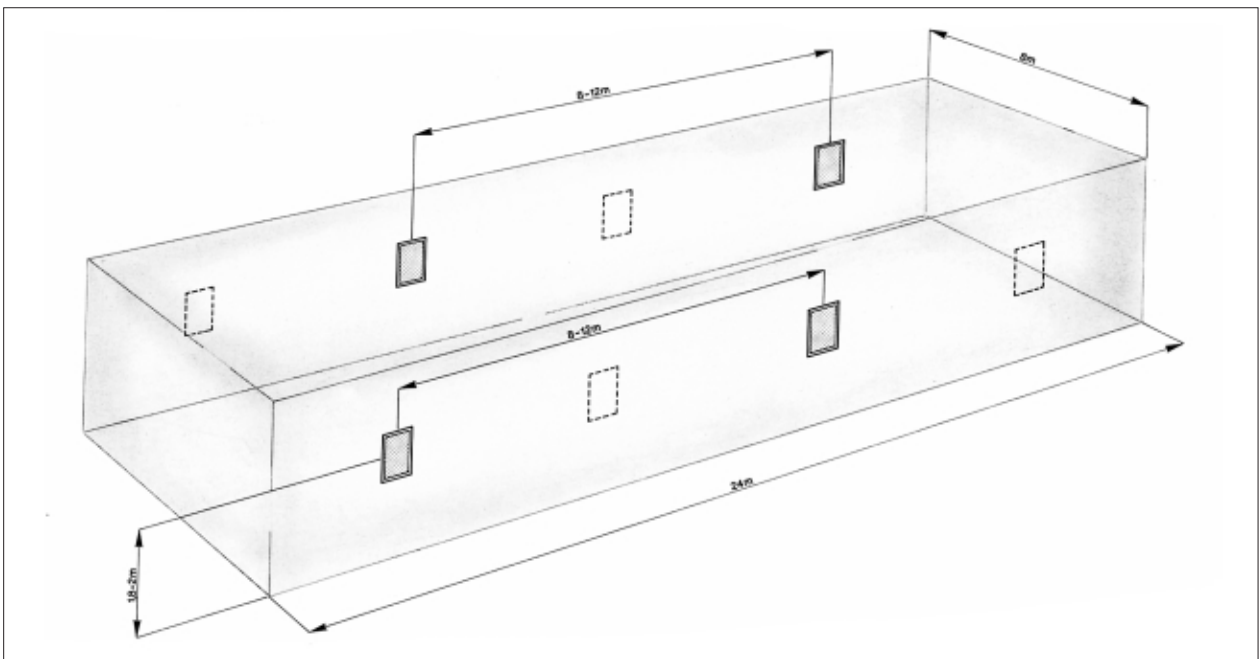


Fig. 50 Schema per il posizionamento dei diffusori a parete in ambienti medio-grandi

Diffusione con Cluster

In locali "difficili", come la maggior parte delle chiese, dei palazzi dello sport e del ghiaccio, ambienti con superfici vetrate estese nonchè con pavimenti a specchio e così via, dove difficilmente è possibile intraprendere la strada della diffusione "a pioggia", la miglior cosa è sempre quella di effettuare una diffusione "multipunto", a parete o sospesa a soffitto.

In strutture medio-grandi/grandi, spesso si ricorre, con buoni e talvolta ottimi risultati, alla configurazione degli altoparlanti, meglio se del tipo a direttività costante, a "grappolo" (cluster). Il cluster andrà appeso a soffitto, in posizione generalmente equidistante dalle pareti. I singoli diffusori dovranno essere attentamente orientati verso il pubblico per le migliori resa e copertura e per la riduzione di riflessioni sonore indesiderate.

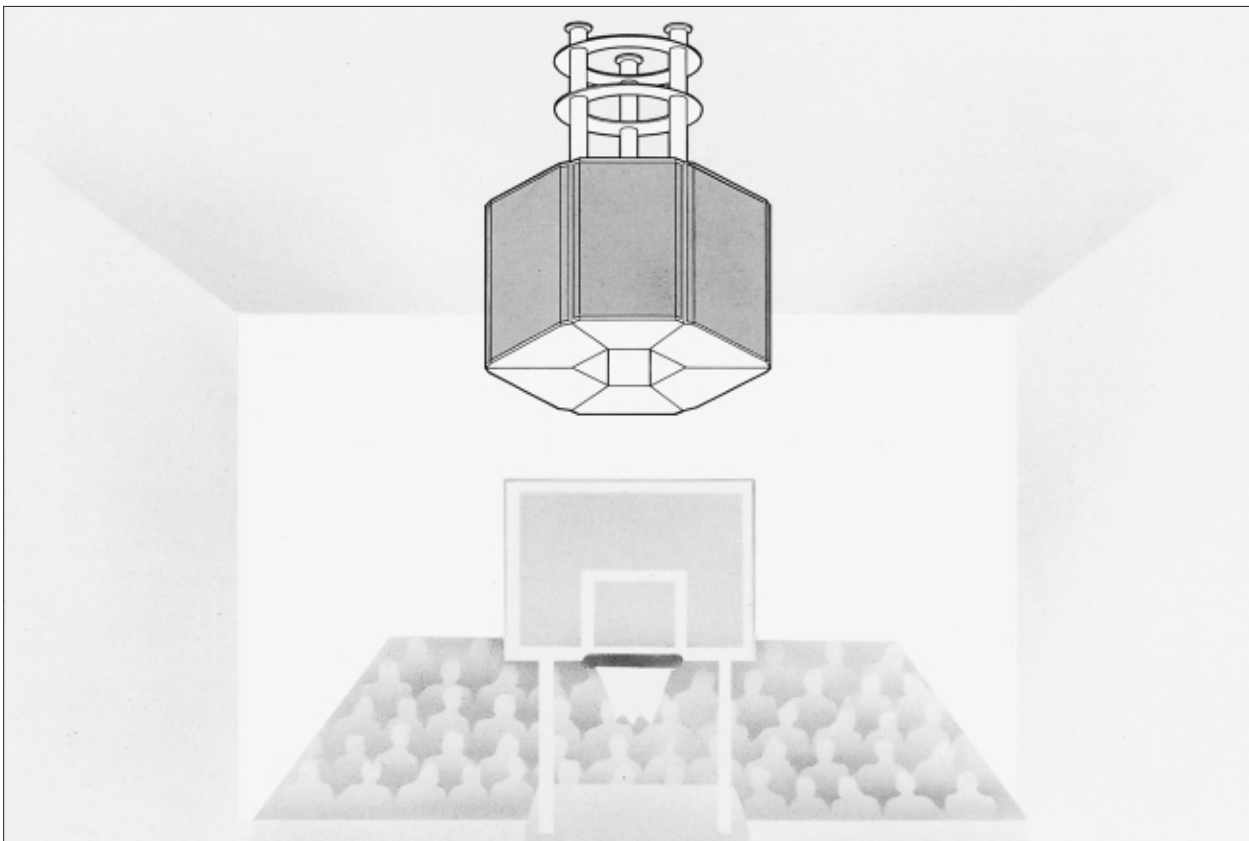


Fig. 51 Sonorizzazione con diffusori installati al centro dell'ambiente

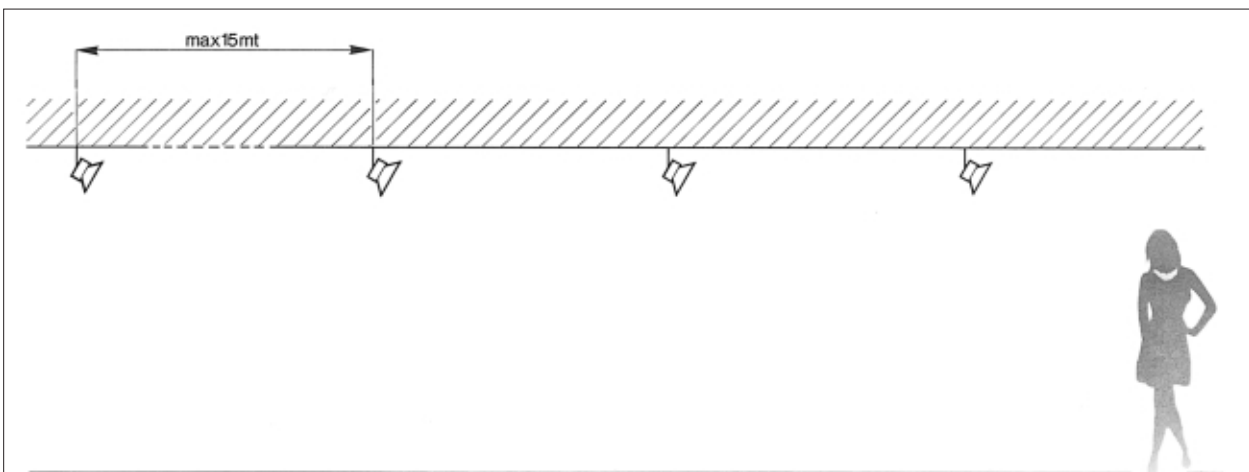


Fig. 52 Posizionamento diffusori per la sonorizzazione di un corridoio

Sonorizzazione di Corridoi e Percorsi

È attuata in genere con altoparlanti (proiettori di suono, trombe) disposti ad ugual distanza ed orientati nella stessa direzione, sia che si tratti di corridoi al chiuso che di percorsi all'aperto. Essi devono essere posizionati alla distanza massima di 15 metri l'uno dall'altro, altrimenti l'ascoltatore che si sposta lungo la linea dei diffusori, percepisce, oltre al suono proveniente dal diffusore a lui vicino, anche quello proveniente dall'altoparlante precedente con un ritardo superiore ai 50msec., ritardo che, come già descritto al § 2.4, comporta il calo dell'intelligibilità del messaggio trasmesso.

Una alternativa a quanto sopra detto può essere rappresentata dall'impiego di Diffusori Bidirezionali installati a "bandiera" lungo il corridoio, indifferentemente a parete o a soffitto. Incorporano ciascuno due altoparlanti contrapposti, coi coni affacciati esternamente nei due sensi di marcia. Tali altoparlanti sono connessi tra loro in opposizione di fase: al morsetto contrassegnato dell'uno corrisponderà quello non contrassegnato dell'altro; mentre la membrana di uno avanzerà, quella dell'altro indietreggerà, e viceversa, assecondandosi nel movimento.

Potremo così ritenere di avere un'unica membrana che irradia in entrambi i sensi, su di un angolo orizzontale di 360°. In questa particolare applicazione ciò contribuisce ad un miglioramento dell'intelligibilità.

I Bidirezionali andranno collegati in fase tra loro, così da avere sempre coppie di altoparlanti che si muovono in modo concorde; ed installati a non più di 30 mt. l'uno dall'altro per evitare, anche qui, l'insorgere di riverberi o echi.

In luogo dei diffusori a bandiera, nulla vieta l'uso di coppie di altoparlanti a tromba o di altro tipo, posizionati contrapposti sullo stesso sostegno, e collocati alla distanza consueta di 30mt. massimi.

Naturalmente, nelle due soluzioni, i migliori risultati, soprattutto al chiuso, si ottengono con altoparlanti ravvicinati che lavorano a minor potenza.

Diffusione a Lunga Portata

Come già accennato al paragrafo 1.2, se più altoparlanti (trombe e proiettori di suono compresi) ravvicinati irradiano nella medesima direzione una medesima pressione sonora, ci troveremo in presenza di un incremento di pressione acustica pari a 3 dB ad ogni raddoppio dei diffusori; può essere utile quando c'è bisogno di raggiungere elevate distanze non ricopribili con singoli componenti.

Fronte Sonoro

Nella tavola di fig. 54 è riportata l'ampiezza in metri del fronte sonoro in relazione alla direttività del componente (indicata in gradi con riferimento all'asse) e alla distanza di ascolto. Non bisogna dimenticare che, se da un lato si ha l'estensione del fronte sonoro, dall'altro con l'aumentare della distanza, si assiste ad una diminuzione della pressione sonora.

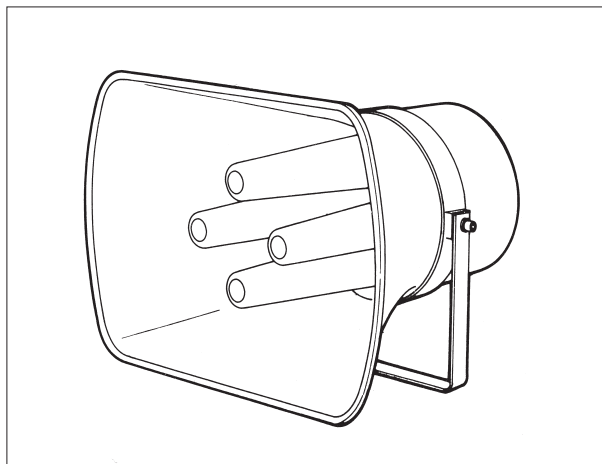


Fig. 53 Diffusore a tromba per lunghe portate

Se, ad esempio, si deve sonorizzare una platea lunga 20 metri e profonda 3, possiamo servirci di proiettori di suono che hanno un angolo di copertura di circa 80°. Decidendo di porli a 5 metri dalla linea antistante il pubblico, consultando la tabella 9, si apprende come ne occorrono 4, visto che ognuno serve un fronte di 6 metri. La profondità non costituisce un problema perchè, rapportata al decremento di pressione, provoca un calo di soli 18 dB.

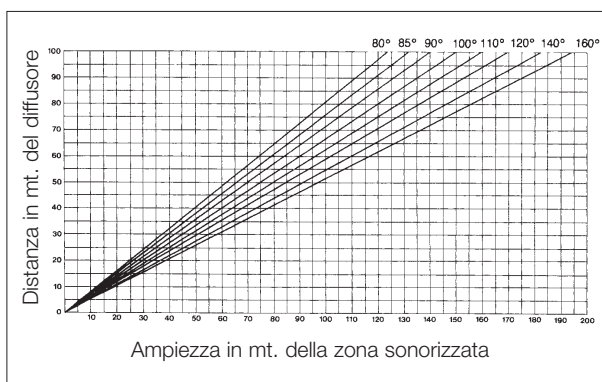


Fig. 54 Diagramma per determinare l'ampiezza del fronte sonoro conoscendo la distanza dal punto più lontano d'ascolto e l'angolo di dispersione del diffusore.

Zone d'Ombra

Col termine "zone d'ombra" si fa riferimento a quelle aree in cui, anche senza giungere alla sordità completa, si ha un non sufficiente livello di pressione acustica, associato ad una carenza di intelligibilità; vuoi per l'insufficiente numero dei diffusori impiegati, vuoi per il loro non perfetto posizionamento. In ambienti chiusi, la propagazione dei suoni indiretti, a volte, sopperisce in parte al problema delle zone d'ombra (se presente in misura minima), se non si esigono uniformità di dispersione per pressione sonora e frequenza. Impiegando per la sonorizzazione di una stanza di medie dimensioni e medio rumore ambiente un altoparlante

lante in cassetta, pertanto non direttivo, si ha che il suono, grazie all'effetto rinforzante dei suoni indiretti, pur perdendo in termini di qualità (le alte frequenze sono infatti prettamente direttive, e sono anche quelle maggiormente assorbite dai mobili e dagli arredi di un ambiente standard), rimane udibile in tutta la stanza. In uno spazio aperto ciò non si verificherebbe.

Con l'impiego di componenti direttivi (trombe, proiettori di suono, colonne sonore), a direttività costante (ad es. plafoniere PL80/A, P81/A), o a dispersione controllata (ad es. diffusori serie VISION), è possibile, in sede di progetto, sulla carta, predefinire con ottima approssimazione quello che sarà il risultato finale proprio del sistema di altoparlanti.

Per esempio (fig. 55), due diffusori PA 152 appartenenti alla serie VISION con apertura orizzontale di 60° se affiancati angularmente, copriranno esattamente un fronte sonoro di ampiezza 120° in maniera eccellente, senza dispersioni oltre i detti 120° e senza zone d'ombra.

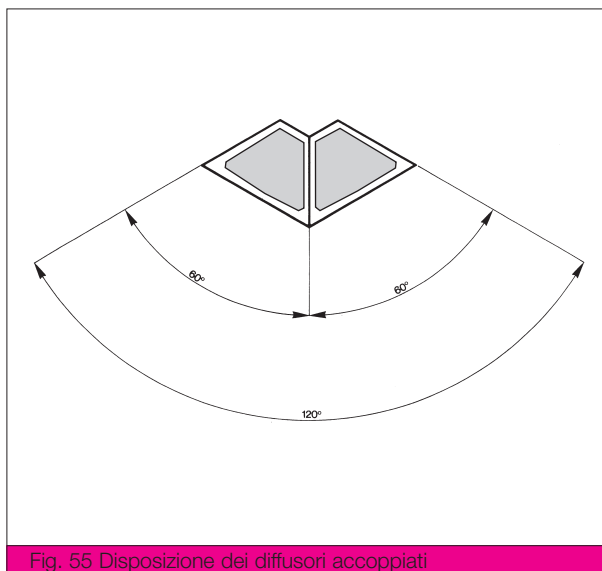


Fig. 55 Disposizione dei diffusori accoppiati

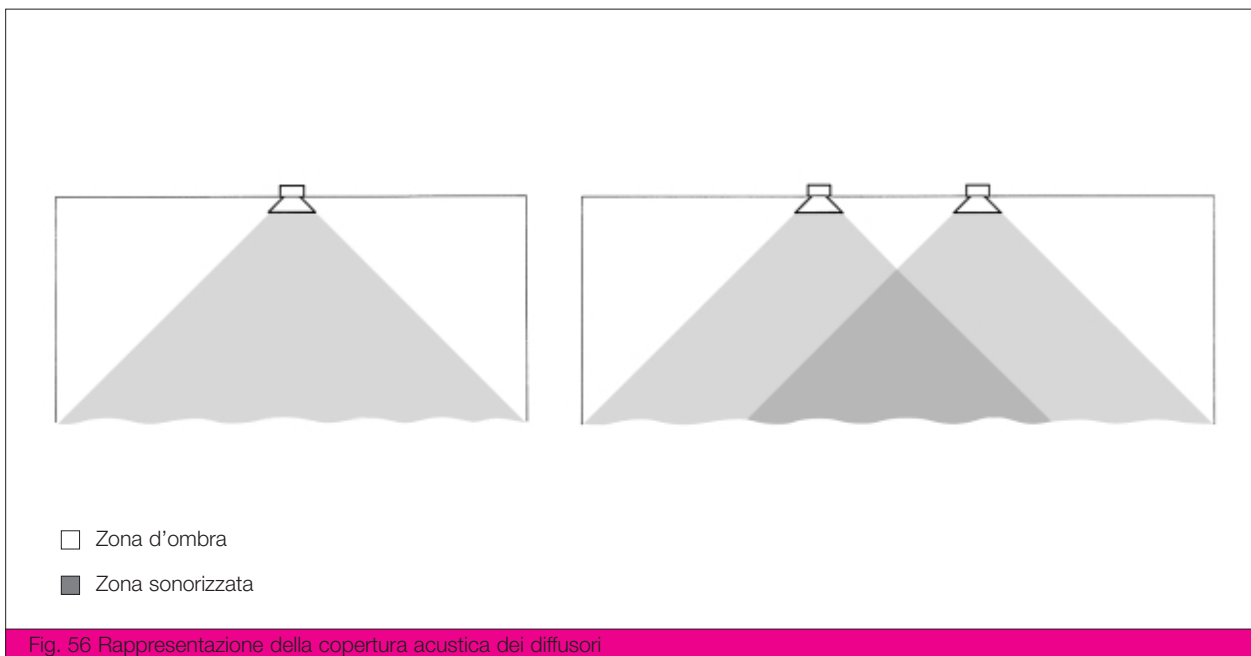


Fig. 56 Rappresentazione della copertura acustica dei diffusori

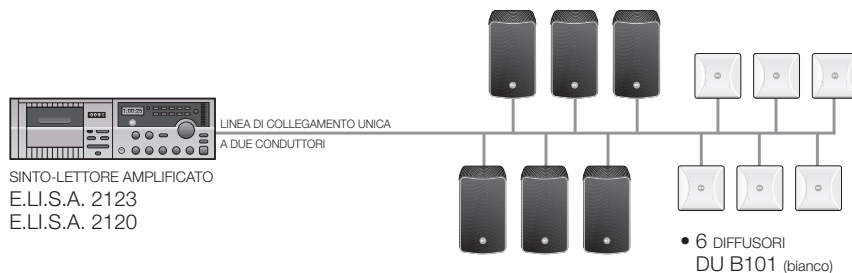
Parte Seconda

**ESEMPI DI UTILIZZAZIONE
E COLLEGAMENTO DEI PRODOTTI
PUBLIC ADDRESS RCF**

SISTEMI DI DIFFUSIONE SONORA LINEA "EASY LINE"

Ristoranti / Pizzerie

- 6 DIFFUSORI (10 W ciascuno)
MR 3S/T-K (nero) oppure MR 3SW/T-K (bianco)



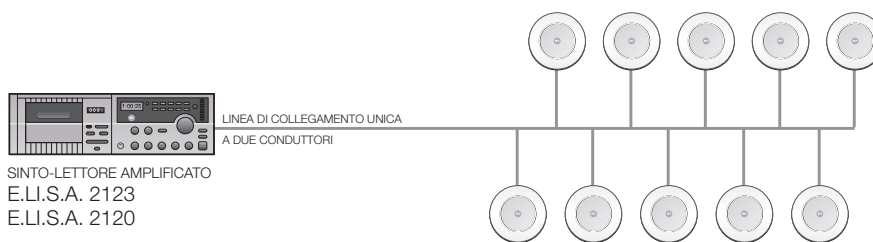
Bar

- 6 DIFFUSORI
MR 3S/T-K (nero) oppure MR 3SW/T-K (bianco)



Beauty Centre

- 10 DIFFUSORI
DS 313/WT (bianco)

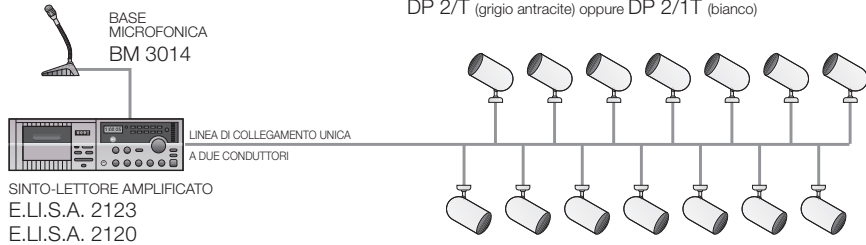


Boutique

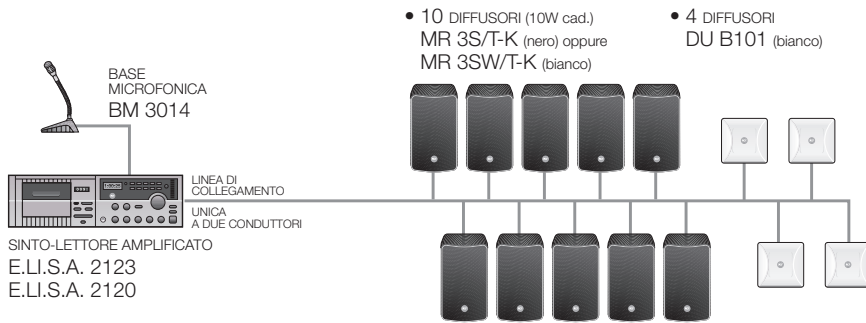
- 4 DIFFUSORI
MR 3S/T-K (nero) oppure MR 3SW/T-K (bianco)



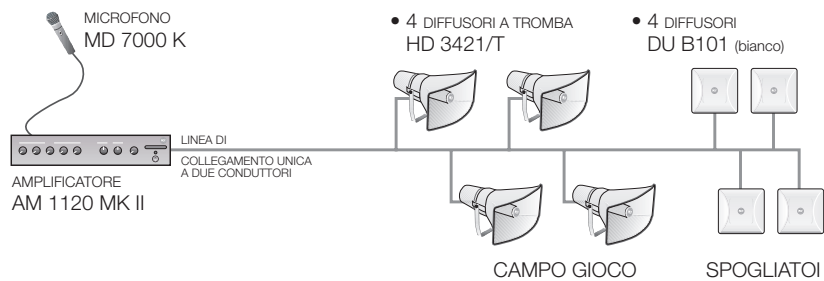
Mini Market



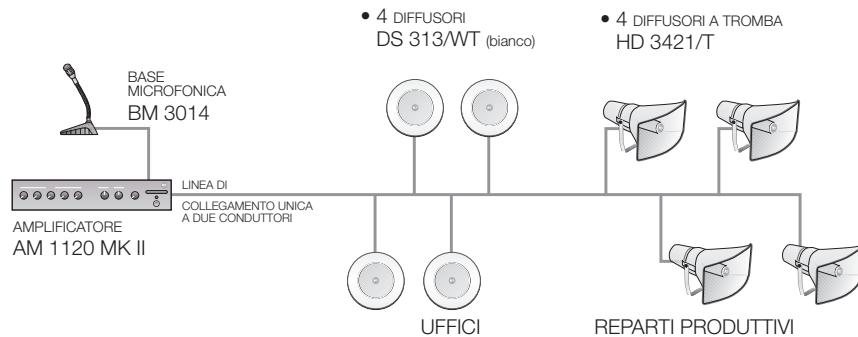
Fitness Centre / Palestre



Oratori



Fabbricato industriale con uffici



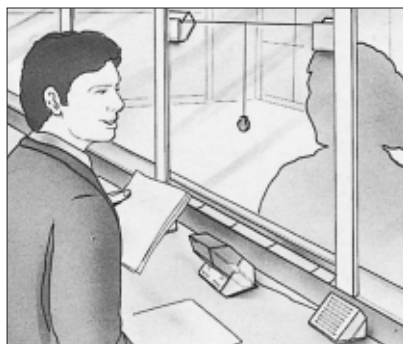
SISTEMA INTERFONICO MP 300

Il sistema interfonico MP 300 realizza un collegamento audio bidirezionale tra due postazioni separate l'uno dall'altra da strutture fisse (pareti, lastre di vetro, ecc.) che impediscono la comunicazione diretta, come sportelli bancari, biglietterie, portinerie, uffici postali, sale ospedaliere, ecc.).

Il tutto si svolge in modo automatico, senza richiedere

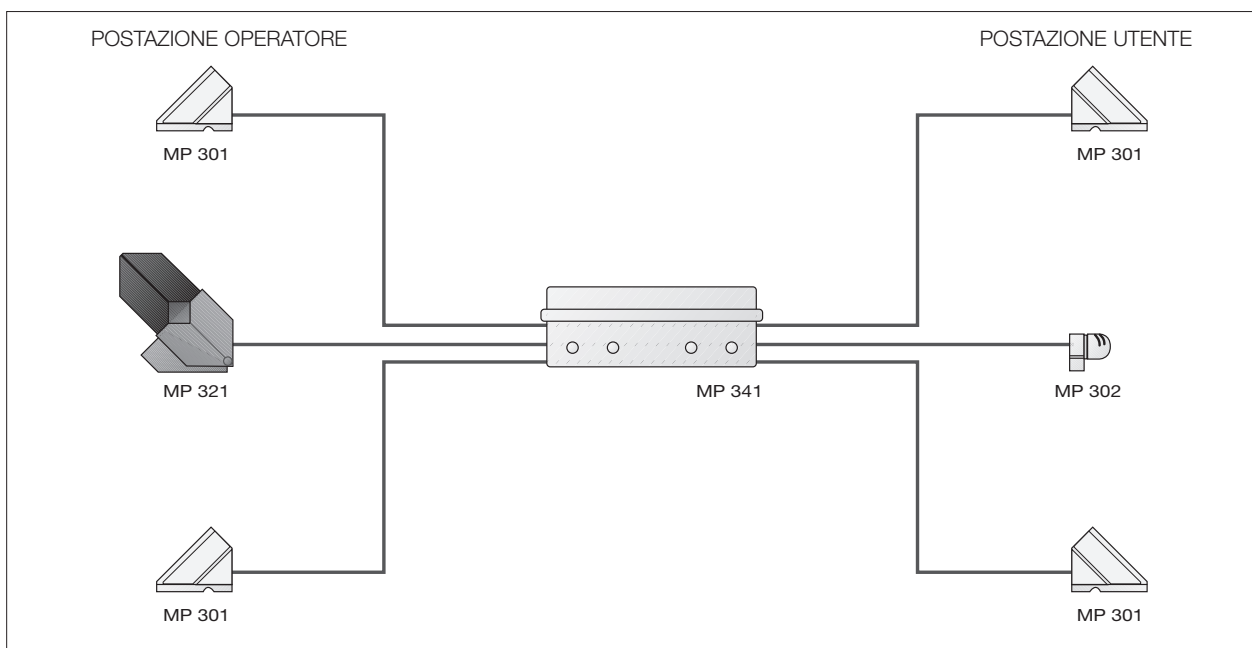
ai partecipanti l'attivazione di pulsanti o l'uso di micro-telefoni o apparecchiature simili.

Risulta possibile scegliere 4 modi di funzionamento delle linee a seconda dell'intensità di rumore che presenta mediante l'ambiente (vedi tabella 4), operando sui deviatori montati internamente all'unità di controllo.



Funzionamento delle linee in funzione del rumore ambiente

Modo di funzionamento	Linea operatore	Linea utente	Intensità rumore ambiente operatore	Intensità rumore ambiente utente
1	commutazione elettronica	commutazione elettronica	normale	normale
2	commutazione elettronica	diretta	alta	normale
3	diretta	commutazione elettronica	normale	alta
4	diretta	diretta	alta	alta



DIFFUSIONE MUSICALE MULTIAMBIENTE CON DIFFUSORI ALTA FEDELTA

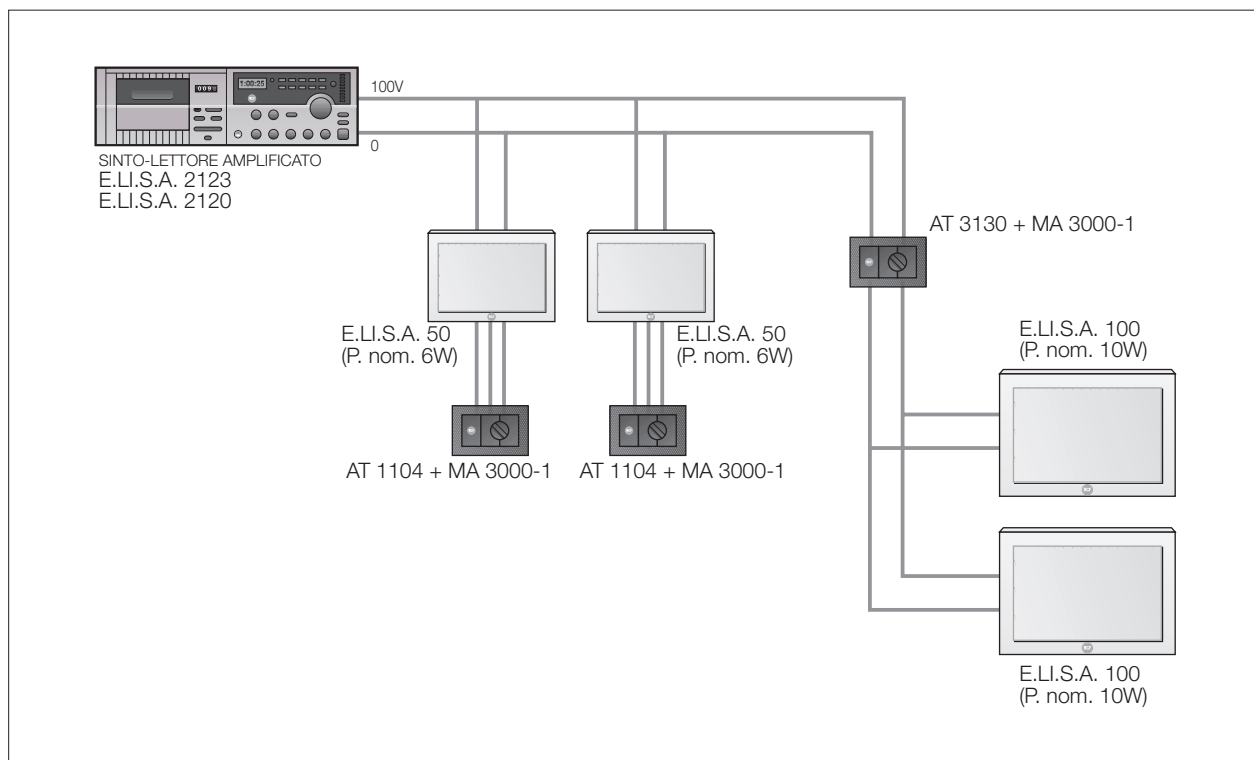
Soluzione "A"

Sorgente musicale indicata allo scopo è il sintonizzatore amplificato E.L.I.S.A. 2120 (con lettore di cassette autoreverse) oppure E.L.I.S.A. 2123 (con lettore multiCD), completi di un radiorecettore digitale AM/FM e di un amplificatore con potenza nominale di 120 Watt, potenza ampiamente sufficiente per una sonorizzazione di sottofondo in ambiente domestico.

L'impianto si avvarrà della distribuzione a tensione costante. I diffusori serie E.L.I.S.A. sono già completi del trasformatore di linea (n° 2 altoparlanti x 6 W + n° 2 altoparlanti x 10 W = 32 W totali).

Ogni altoparlante serie E.L.I.S.A. è intercollegabile con un attenuatore modello AT 1104 che ne permette la regolazione del volume d'ascolto.

Utilizzando un attenuatore di linea AT 3130 si può invece effettuare la regolazione unica di 2 altoparlanti muniti del relativo trasformatore di linea.

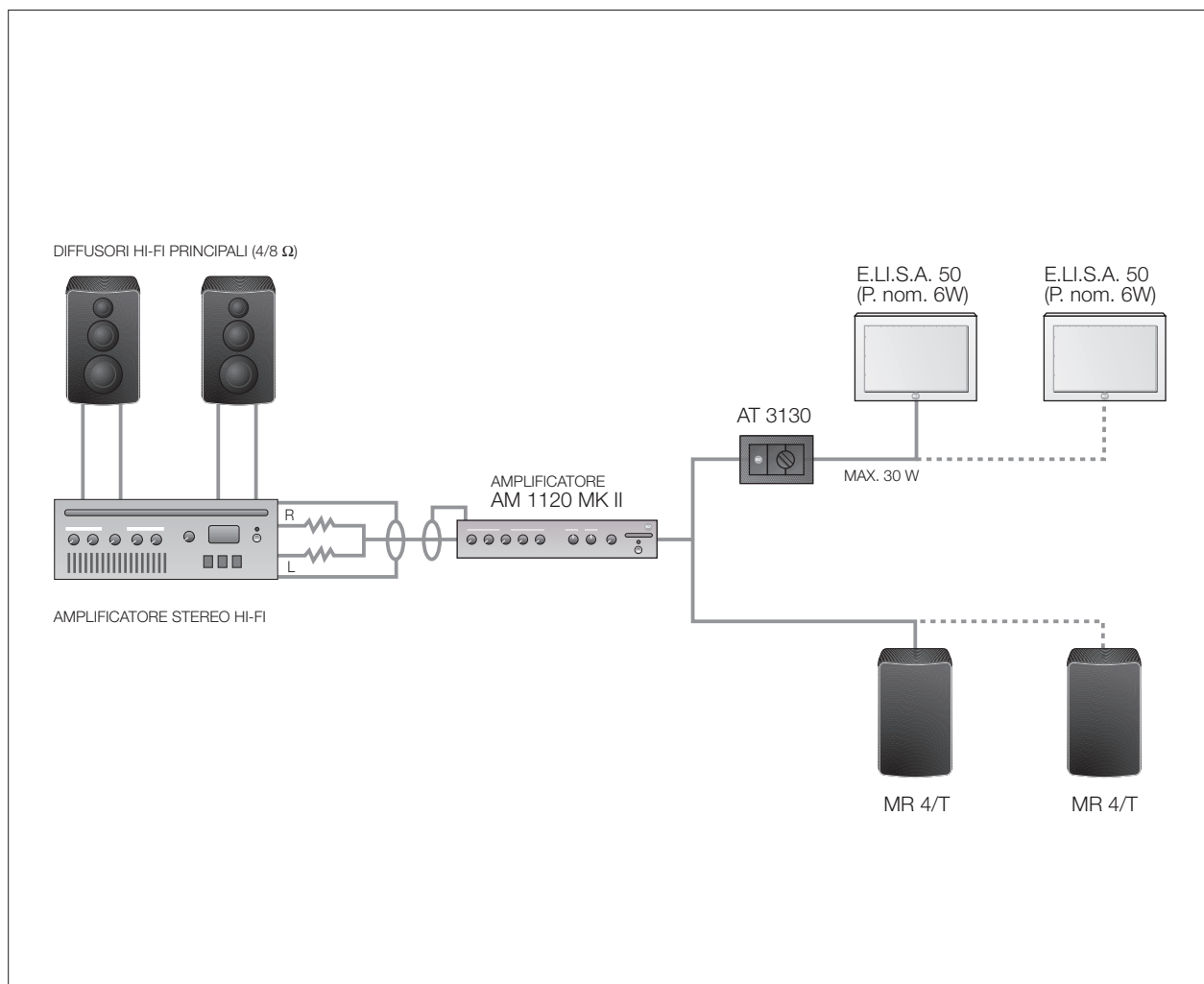


Soluzione "B"

In presenza di un impianto stereofonico tradizionale collegato ai diffusori principali, si può operare un collegamento come da schema sottostante, sfruttando così le sorgenti sonore esistenti in abbinamento ai molteplici vantaggi propri di un sistema di distribuzione a tensione costante. La scelta dell'amplificatore andrà fatta in funzione del numero dei diffusori e delle loro singole potenze impegnate.

In luogo degli altoparlanti serie E.L.I.S.A., è possibile per esempio impiegare diffusori DP 3011 (20 W nom. cad.) già corredati del trasformatore di linea, oppure altri diffusori ancora scelti dal catalogo RCF, ma sempre con il proprio trasformatore di linea.

Una regolazione individuale del livello sonoro è ottenibile sostituendo il trasformatore di linea del diffusore che si vuole sottoporre a regolazione di volume con un attenuatore a trasformatore di linea prestando attenzione alle caratteristiche a cui detti attenuatori devono rispondere (vedi paragrafo 4.4).



Soluzione "C"

Come illustrato nello schema sottostante è possibile effettuare il collegamento diretto di altoparlanti muniti di trasformatore di linea con presa di ingresso a 25V all'amplificatore Hi-Fi domestico.

Il collegamento è realizzabile in alternativa alle casse acustiche principali.

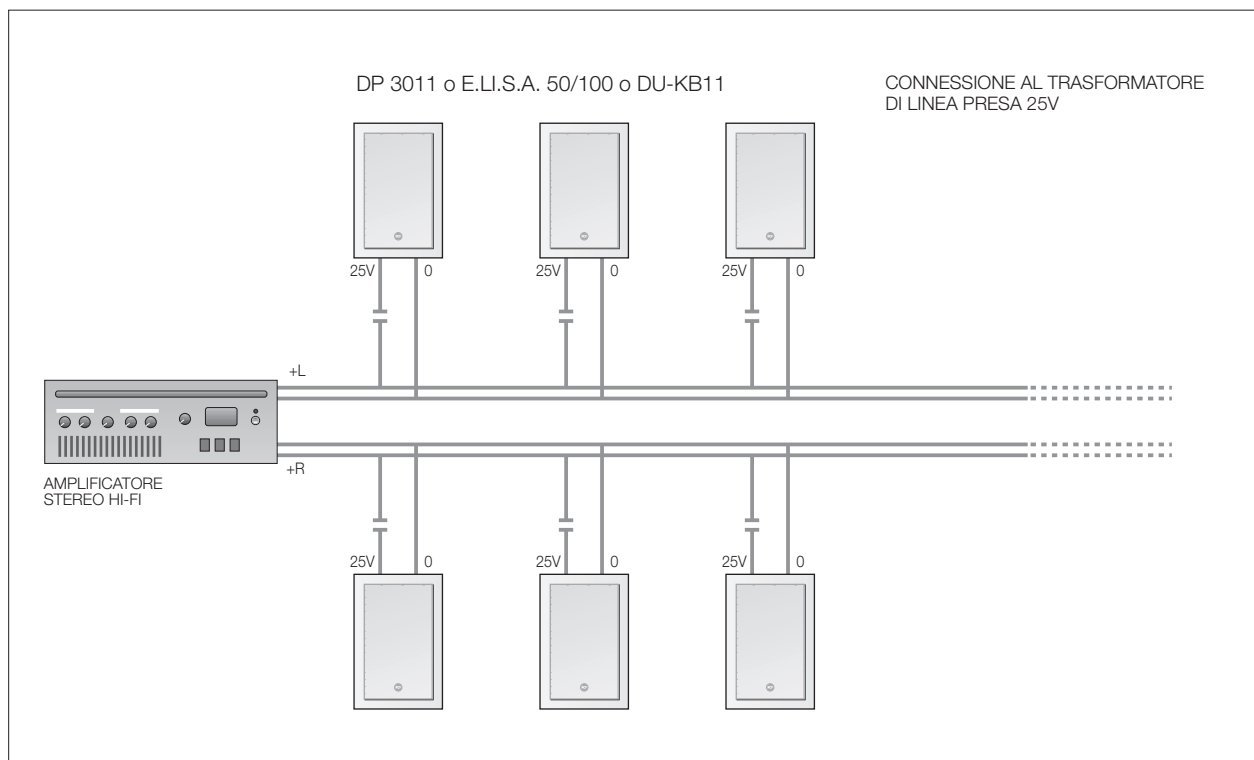
Se si desidera una regolazione del volume indipendente per ogni diffusore si suggerisce il collegamento dell'attenuatore ad impedenza costante AT 1104 (da completare con l'apposita cornice frontale) da effettuarsi come da disegno.

Nel caso di utilizzo dell'AT 1104 con i diffusori DP 3011 la potenza di questi dovrà essere ridotta a 10W operando sul trasformatore di linea.

Si raccomanda di collegare in serie al morsetto contrassegnato dei diffusori DP/DU-K un condensatore non polarizzato (47 μ F/63V) come indicato nello schema (nei diffusori E.L.I.S.A. il condensatore è già presente).

N. MAX. DI DIFFUSORI COLLEGABILI DIRETTAMENTE AD UN AMPLIFICATORE HI-FI UTILIZZANDO LA PRESA A 25 V

DP 3011	4 Diffusori per canale
E.L.I.S.A. 50 / 100 DU-KB11 DP 3011 (10W)	8 Diffusori per canale



**DIFFUSIONE DI SOTTOFONDO MUSICALE
PER AMBIENTI DI DIMENSIONI MEDIO/PICCOLE,
COME NEGOZI, STUDI MEDICI,
SALE DI ATTESA, BAR, BOUTIQUES,
SPORTELLI BANCARI**

Esempio di una diffusione “a pioggia” ad alta fedeltà di sottofondo musicale per un locale controsoffittato avente un’area di 80 mq ed un’altezza di 3,5 m.

Dalla tabella di pag. 46 risulta che, per un locale di queste dimensioni, il numero dei diffusori a plafoniera ad alta fedeltà PL 81/A è di 3 (valore letto all’incrocio tra la riga 3,5 m e la colonna 80 mq).

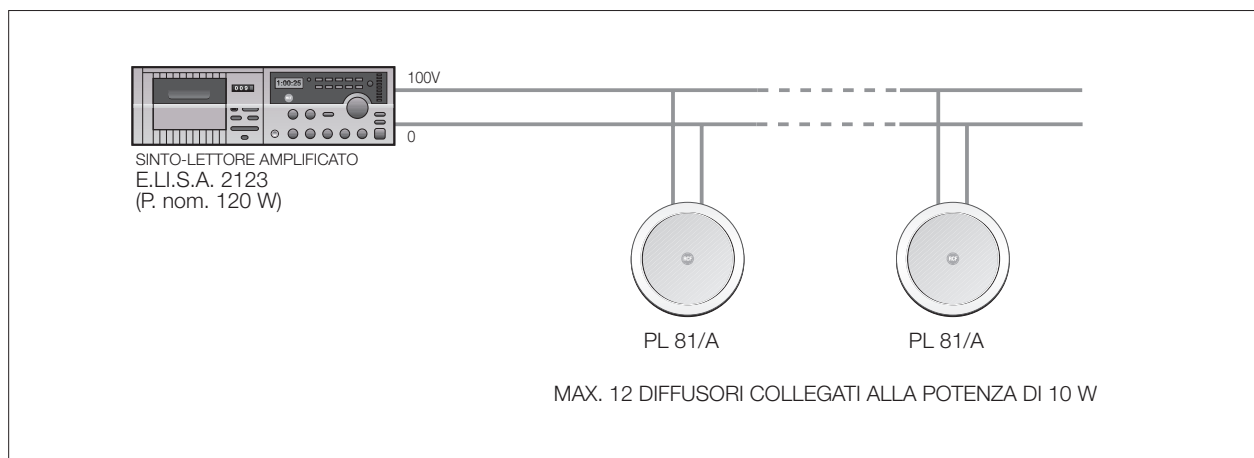
Considerata l’altezza del soffitto non eccessiva, non si pone il problema di impiegare pressioni acustiche elevate. Per questo motivo gli altoparlanti potranno essere collegati ad una potenza inferiore a quella nominale (5W saranno sufficienti allo scopo).

La collocazione dei diffusori all’interno dell’ambiente dovrà avvenire in maniera uniformemente distribuita. Un valido risultato si può ottenere anche impiegando altri diffusori del tipo a “plafoniera” (es. i modelli PL/I, DS 313/WT, ecc.); le quantità di questi diffusori, in funzione del loro angolo di dispersione, sono riportate nelle tabelle a pag. 46.

In assenza di controsoffittatura, potrebbero essere utilizzati i diffusori PL/E, DS 313/WT con l’accessorio A 1383, DU-KB 11, ecc...

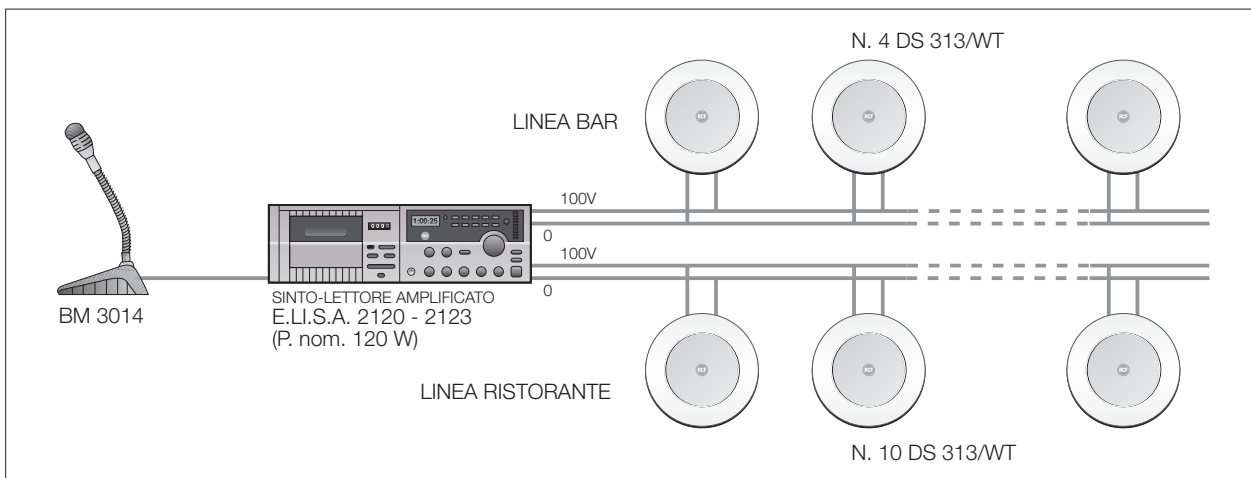


In qualità di amplificatore, è stato scelto l’E.L.I.S.A. 2123 (già completo di sorgenti sonore: sintonizzatore radio AM/FM, lettore CD) che ha una potenza di 120W.



DIFFUSIONE AUDIO CON MUSICA DI SOTTOFONDO IN AMBIENTI DI MEDIE DIMENSIONI QUALI BAR/TRATTORIE, MINIMARKETS

È stata inoltre presa in considerazione la possibilità di eseguire annunci per ricerca persone separatamente in due zone.



Altezza: 3,5 m.

Superficie bar: 50 mq

Superficie ristorante: 100 mq

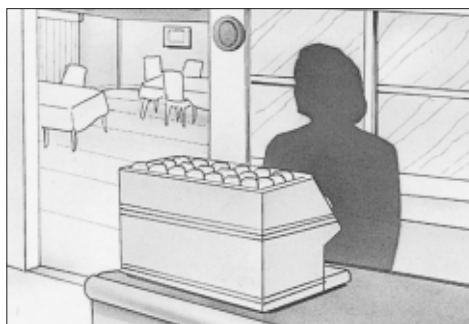
Scegliendo dal catalogo i diffusori a plafoniera DS 313/WT e consultando la tabella di pag. 46, risultano necessari 4 diffusori per la zona bar (50 mq) e 10 diffusori per la zona ristorante (100 mq).

Collegando i diffusori alla potenza di 4 Watt, si ottiene una pressione sonora pari a 92 dB ad un metro e mez-

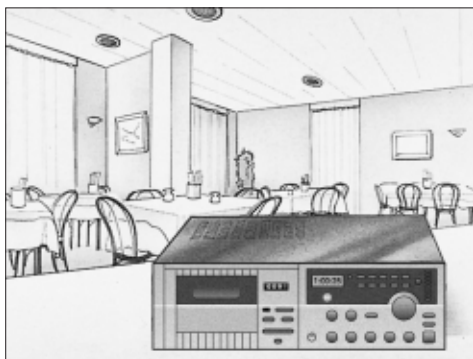
zo da terra (livello medio di ascolto), valore ben superiore, in caso di messaggi anche di emergenza, al massimo rumore di fondo tipico di questi esercizi.

Dall'E.L.I.S.A. 2120 o E.L.I.S.A. 2123 è possibile attivare, con la semplice pressione di appositi tasti, fino a 2 linee diffusori a tensione costante appartenenti a 2 zone distinte.

Sono disponibili ingressi ausiliari per sorgenti esterne.



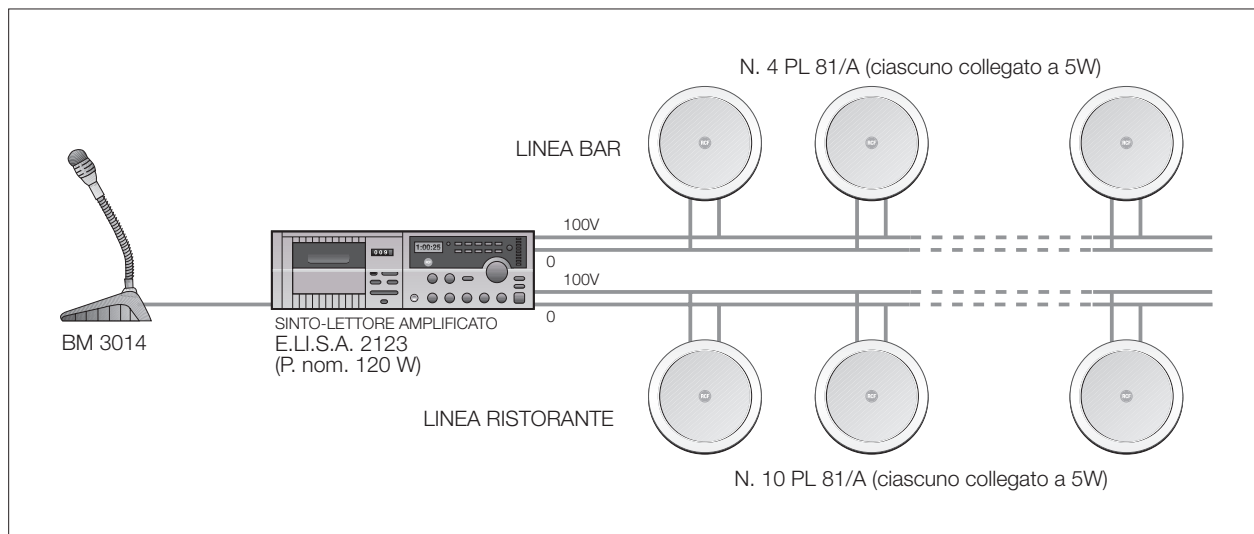
IMPIANTO PER LA DIFFUSIONE DI MUSICA A BASSO LIVELLO IN RISTORANTE



Area ristorante: 500 mq

Altezza soffitto: 3,5 m.

Abbiamo optato per una sonorizzazione del tipo multi-punto a pioggia utilizzando diffusori a direttività costante come la plafoniera PL 81/A, già completa del trasformatore per essere impiegata su linee di distribuzione a tensione costante. Dalla tabella di pag. 46 emerge che sono necessari 14 diffusori del tipo scelto. Nessun problema per quanto concerne la loro potenza (P_{nom.} = 10W), che potrà anche essere ridotta a 5W per ogni diffusore, garantendo comunque un ottimo livello di ascolto.



SONORIZZAZIONE DI UN SUPERMERCATO CON MUSICA, ANNUNCI E MESSAGGI PREREGISTRATI

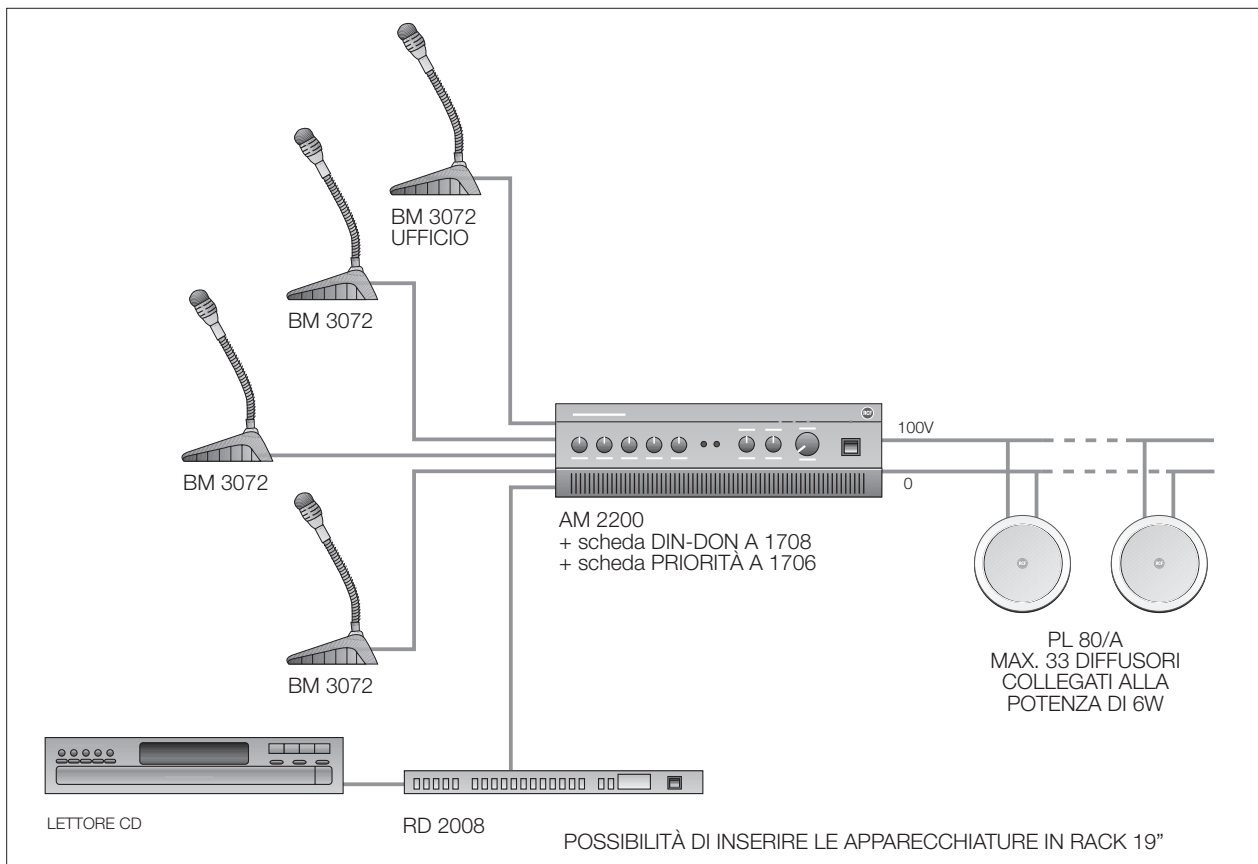
Superficie complessiva dell'area vendita: 1000 mq
 Superficie effettiva da sonorizzare: 800 mq
 Altezza soffitto: 4 m
 N° microfoni: 4 (interbloccati tra loro e prioritari sul registratore digitale).

Sorgenti musicali: lettore multiplo di compact disc.
 Solitamente in ambienti di questo genere si tende a sonorizzare la superficie effettivamente destinata alla circolazione del pubblico tralasciando le aree impegnate dalle scaffalature e la zona occupata dalle "casse" (che comunque risulta ugualmente raggiunta dai diffusori circostanti, una sonorizzazione diretta risulterebbe infatti fastidiosa per chi vi opera).

Dalla tabella di pag. 46 si ricava il n° di diffusori a plafoniera completi di trasf. di linea mod. PL 80/A occorrenti per sonorizzare un'area di 800 mq area che in questa sede consideriamo quella effettiva da sonorizzare; il numero dei diffusori da installare è 23. Andranno distribuiti cercando di coprire omogeneamente le aree da servire. Vista la rumorosità dell'ambiente (dalla fig. 17 di pag. 20 si può notare che indicativamente nei locali di questo genere si raggiungono i 65 dB di rumore

ambiente) la pressione sonora di 93 dB (sempre leggendo la tabella di pag 46), che si ottiene al livello di ascolto predisponendo gli altoparlanti per una potenza di lavoro di 6W, si rivela ampiamente sufficiente anche nel caso di chiamate di emergenza.

Il registratore digitale RD 2008 inserito a valle della sorgente, provvederà all'attenuazione automatica del segnale musicale al momento dell'invio del messaggio comandato da pulsante esterno normalmente aperto.



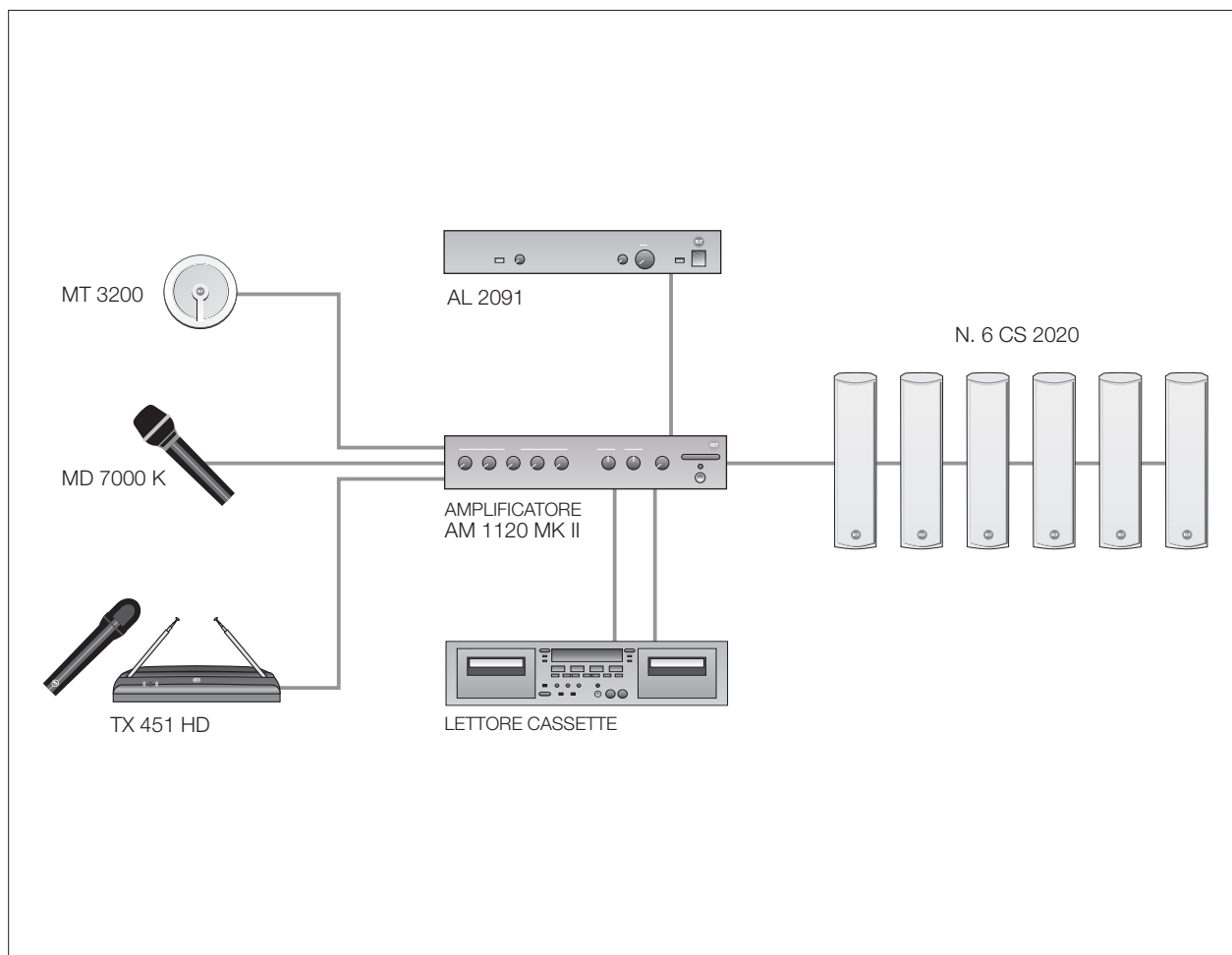
IMPIANTO DI RINFORZO VOCE TIPICO PER LUOGO DI CULTO DI MEDIE DIMENSIONI

È raccomandato l'utilizzo di colonne sonore di alta direttività, installate seguendo le indicazioni riportate al paragrafo 4.8 (pag. 44).

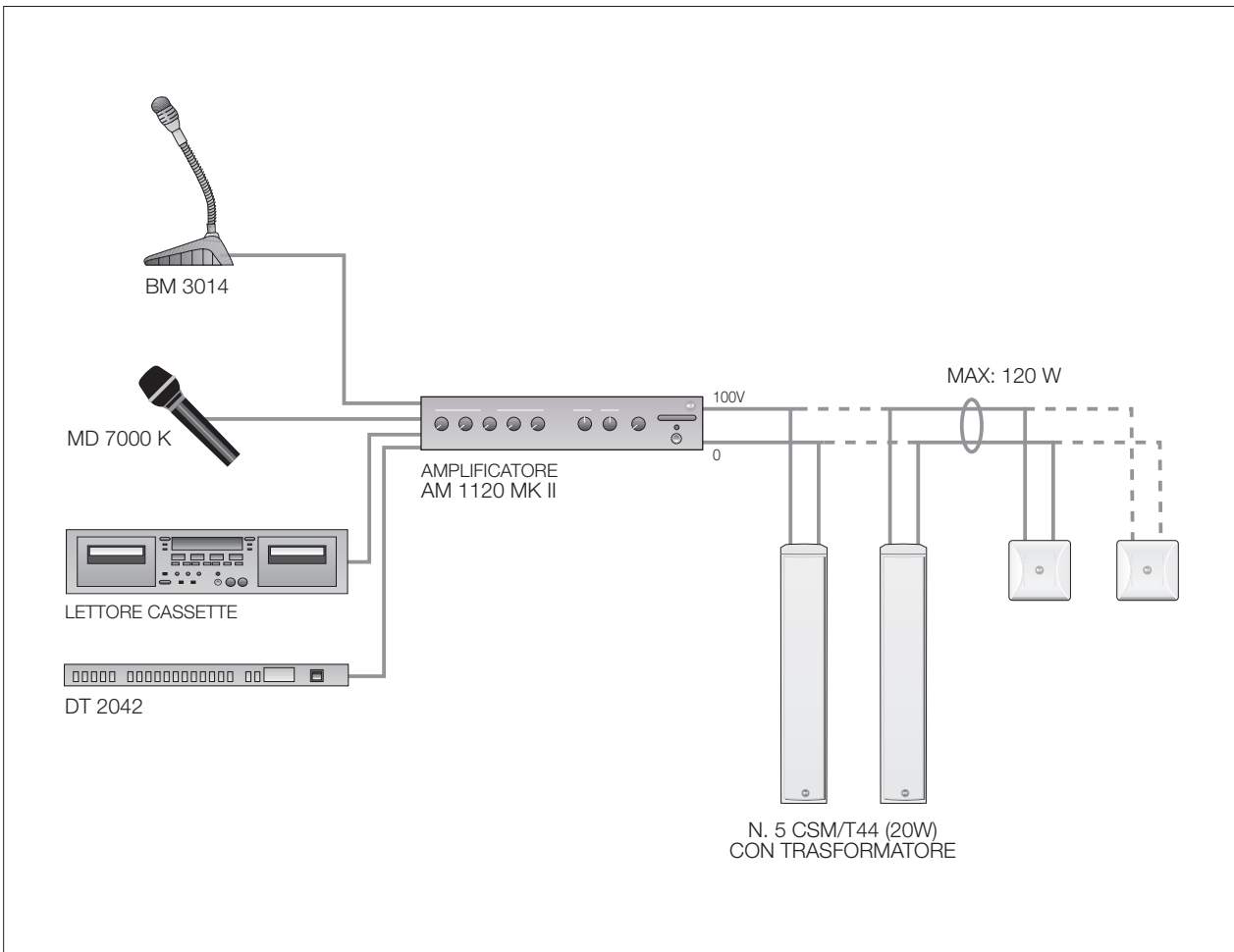
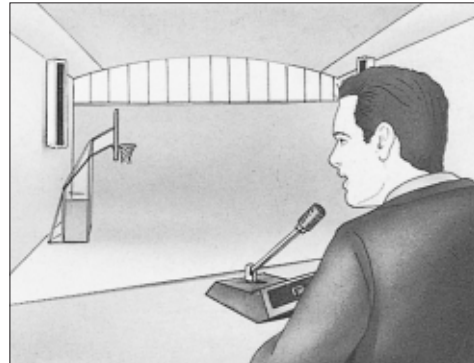
L'utilizzo del processore di segnale AL 2091 (Anti-Larsen) permette di ovviare ai problemi acustici facilmente riscontrabili in questi ambienti.

Per ottenere i migliori risultati colonne sonore che servono la stessa area vanno mediamente distanziate di -6 m., max. 8 m.

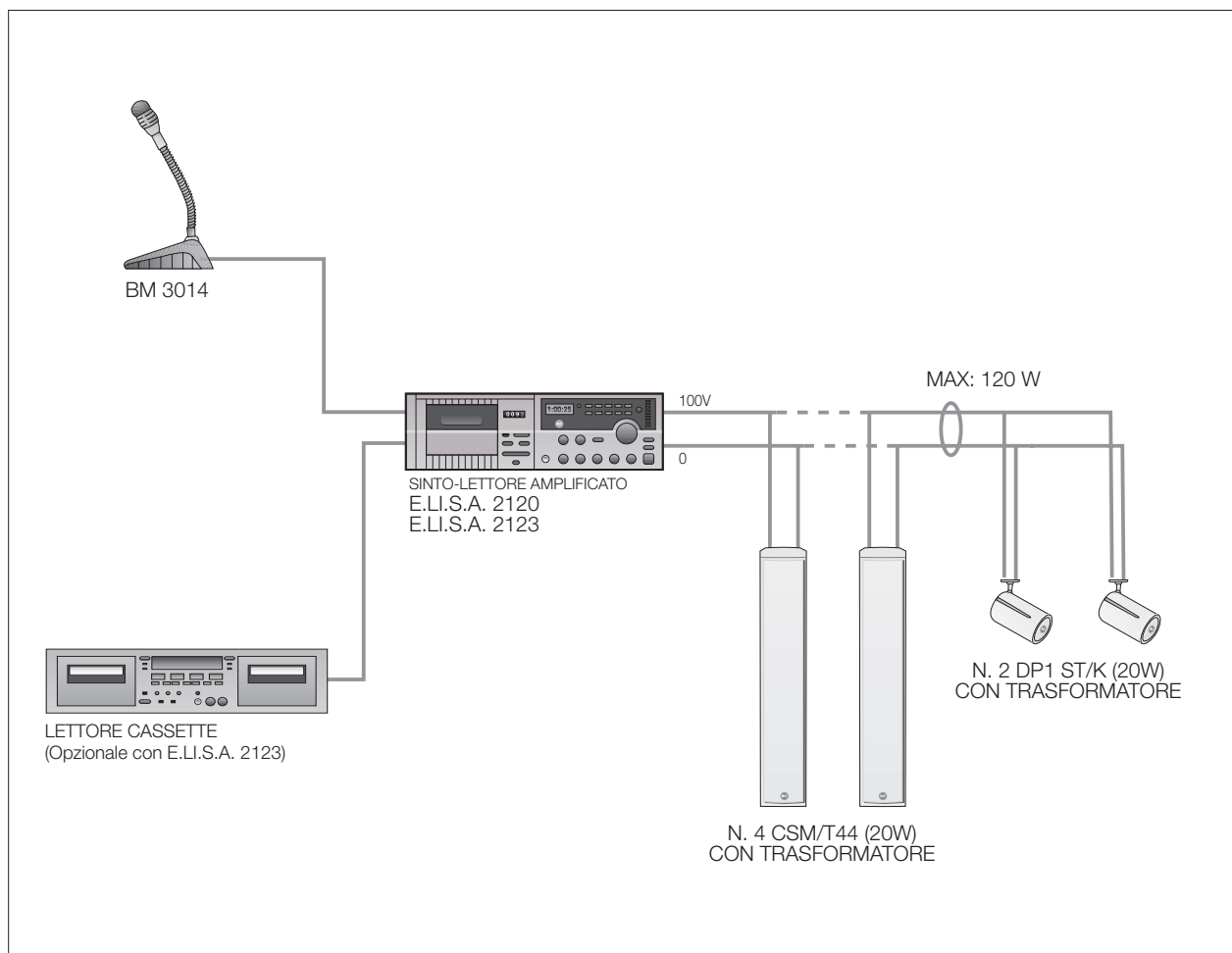
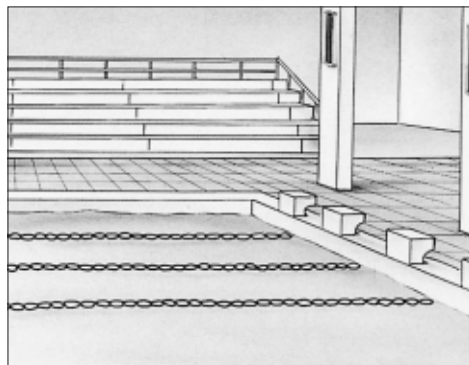
Ricordiamo che per le stesse motivazioni esposte al paragrafo 4.8 (pag. 44), è fortemente sconsigliato collocare colonne sonore o diffusori consecutivi in genere (vedi disegno) ad una distanza prossima ai 15 mt.



**SISTEMI PER LA DIFFUSIONE DI
ANNUNCI E SOTTOFONDO MUSICALE IN
UNA PALESTRA**



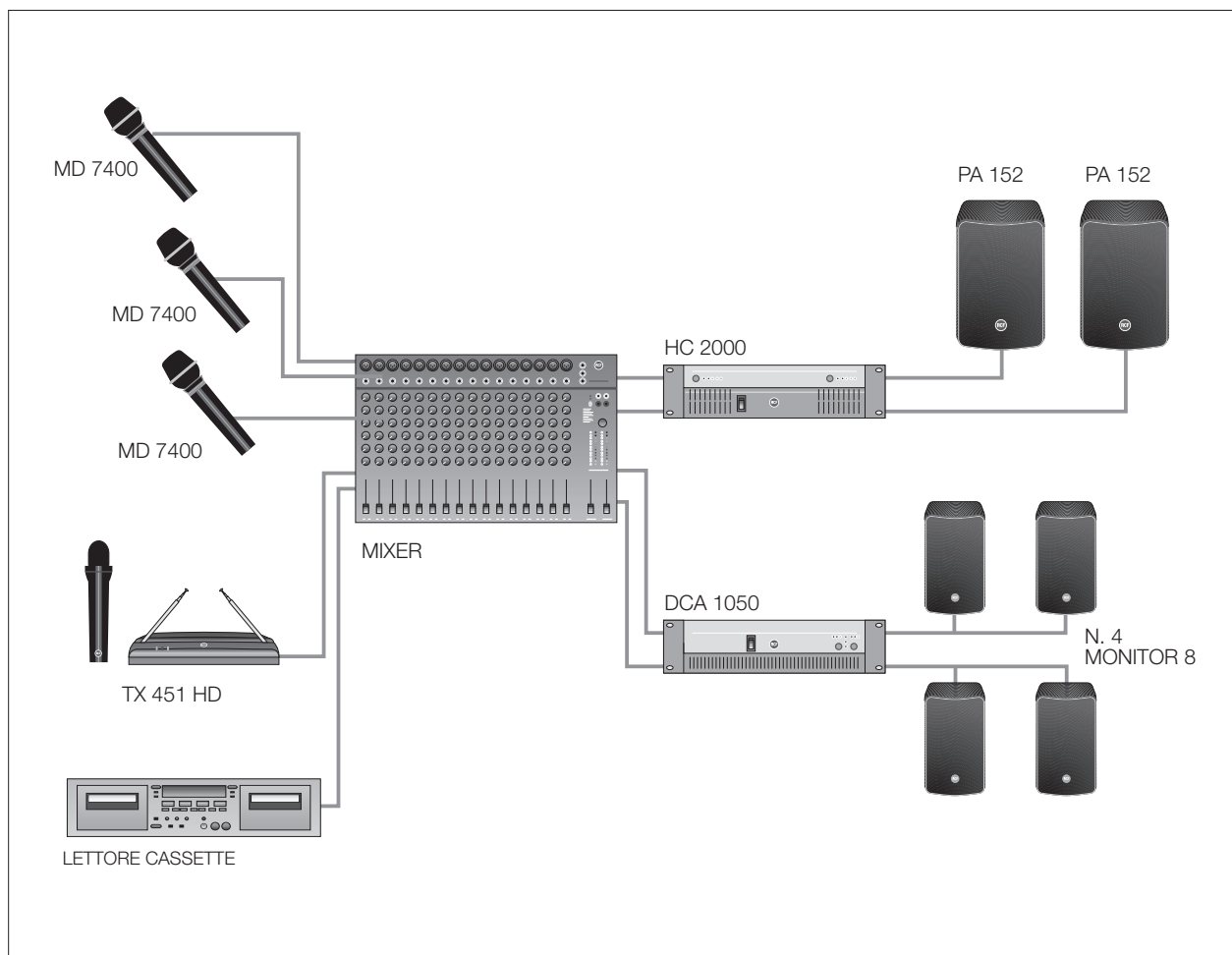
SONORIZZAZIONE DI PISCINA COPERTA



SISTEMA AUDIO PROFESSIONALE PER PIANO BAR (INSTALLAZIONE FISSA)

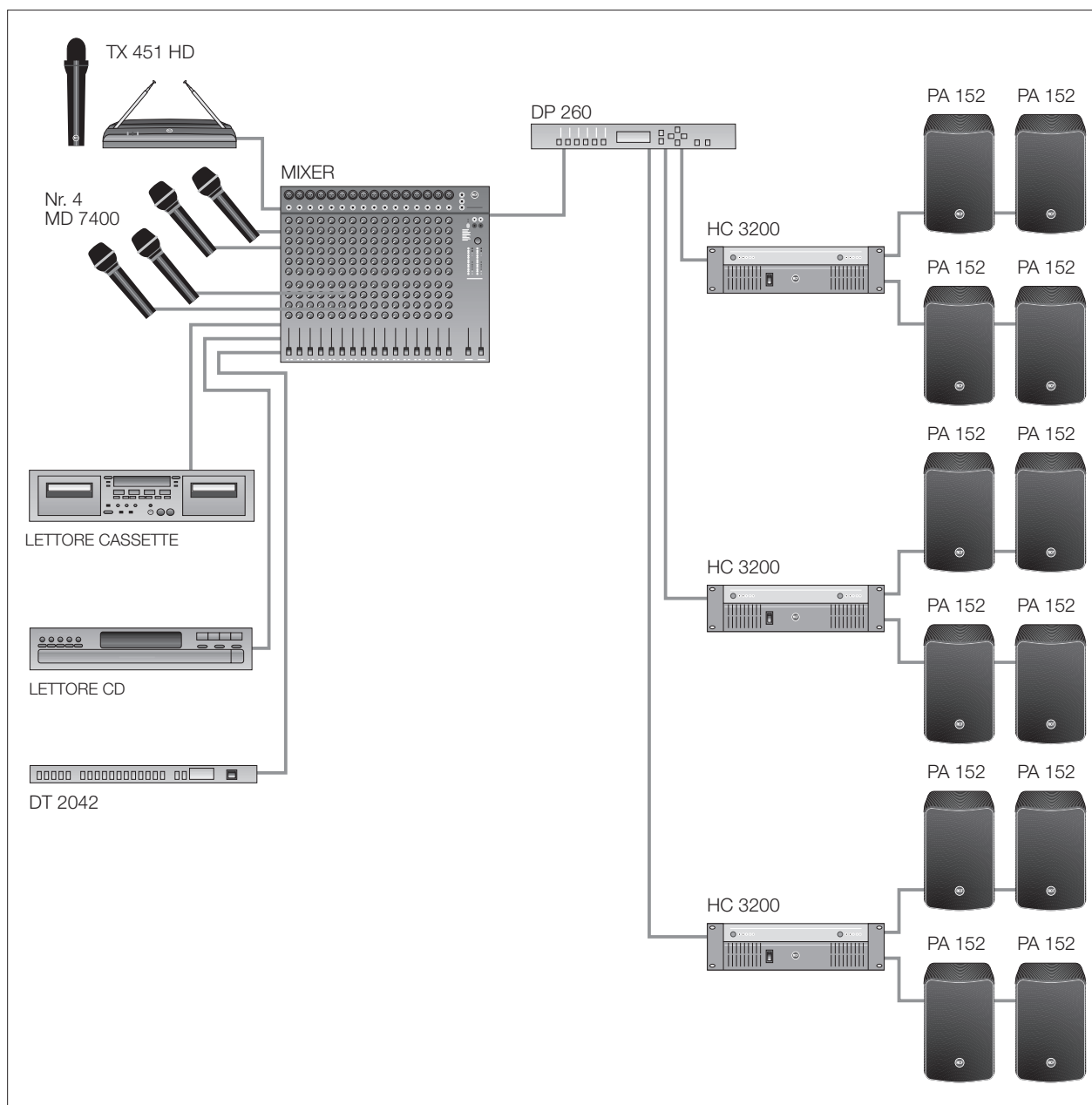
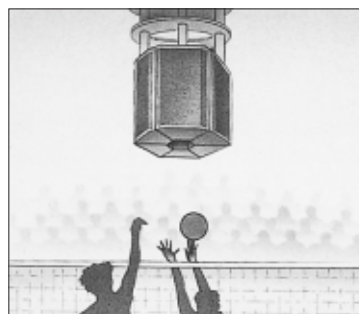
Come diffusori principali sono stati previsti n° 2 PA 152 (serie VISION).

La diffusione sonora nei locali adiacenti viene effettuata utilizzando 4 diffusori MONITOR 8.



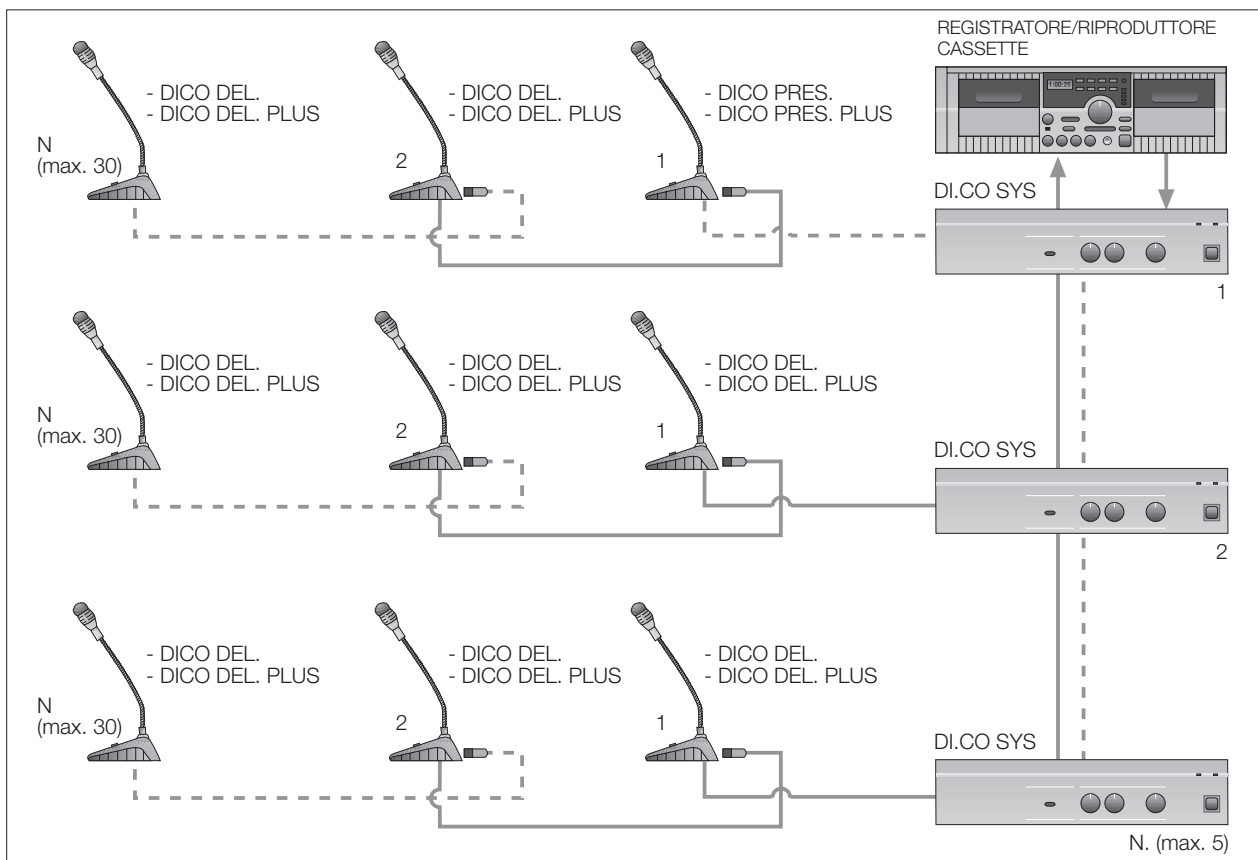
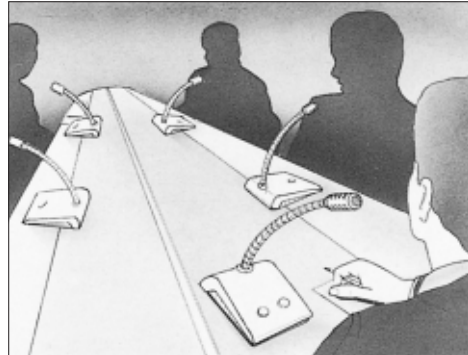
SISTEMA DI DIFFUSIONE AUDIO PER PALAZZETTO DELLO SPORT

È stato previsto l'impiego di diffusori della serie VISION PA 152, particolarmente indicati per ambienti difficili da sonorizzare grazie alla loro direttività. L'utilizzo del processore digitale DP 260 permette di incrementare l'intelligibilità del segnale audio equalizzando (in funzione dell'ambiente) e ritardando l'emissione sonora dei gruppi di diffusori posti in posizioni differenti rispetto a quelli centrali.



SISTEMA MICROFONICO COMPATTO PER SALA CONSILIARE

L'allestimento di sale consiliari e sale conferenze è agevolato dall'utilizzo del prodotto RCF modello DI.CO SYS, costituito da un unico apparecchio che incorpora un preamplificatore-sommatore microfonico accoppiato ad un amplificatore da 30W nom. Ad 1 DI.CO SYS possono essere collegate max 30 basi microfoniche. È possibile ottenere un sistema con più di 30 basi microfoniche collegando tra loro fino a N° 5 DI.CO SYS. Su entrambi i modelli di base microfonica DI.CO PRES e DI.CO DEL dedicati al sistema DI.CO SYS, rispettivamente posto presidente e posto oratore, è presente un altoparlante dotato di trasformatore di linea (Pnom. 1W) per il monitoraggio della voce, alimentato dall'amplificatore interno al DI.CO SYS. La base microfonica presidente è completa di due tasti: il primo comanda l'inserzione del microfono, il secondo (tasto priorità) disabilita le basi microfoniche oratore. La base oratore è completa dal solo tasto d'inserzione microfonico. I modelli DI.CO PRES PLUS e DI.CO DEL PLUS sono equipaggiati con un microfono di tipo "electret" e provvisti di un indicatore luminoso ad anello situato nella testina microfonica. Si può inoltre registrare e riascoltare la conferenza tramite un registratore collegato alla apposita presa disposta sul retro dell'apparecchio.



SALA CONFERENZE CON DIFFUSORI A DIRETTIVITÀ COSTANTE PA 281 E MIXER/PROCESSORE DIGITALE DX 8

Mixer/Processore digitale DX 8

Il DX 8 è un mixer / processore digitale in cui vi sono otto ingressi universali che possono essere miscelati ed indirizzati indipendentemente sulle due uscite. Ognuno degli otto ingressi ha un indicatore (barra LED) per visualizzare, secondo l'impostazione, il livello del segnale audio, il punto d'esatta regolazione, ecc..

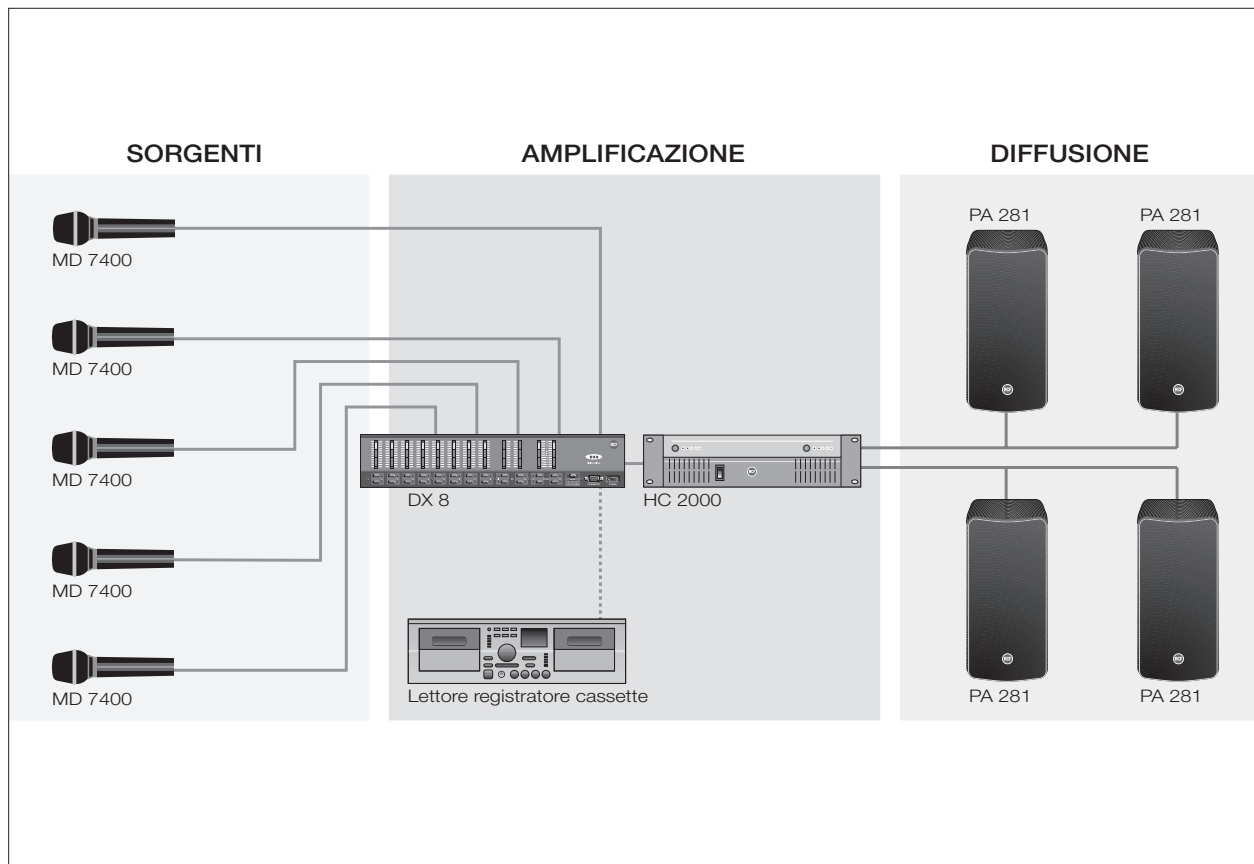
Tutte le funzioni di base sono modificabili tramite i comandi del pannello frontale.

Il DX 8 può essere connesso ad un P.C. (s.o. Windows) ed è possibile accedere alle funzioni di regolazione più avanzate tramite il relativo software standard. L'altro aspetto della connessione con il computer è la possibilità di caricare all'interno del DX 8 software opzionali per implementarne le funzioni (es. mixer automatico, equalizzatore grafico, anti-feedback, ecc.).

PA 281

Diffusore compatto bass reflex a 2 vie

- 2 woofer da 8" in fibra di carbonio
- Driver a compressione da 1" caricato a tromba a direttività costante
- Crossover con filosofia LICC (Low Impedance Compensated Crossover).
- Protezione dinamica sul driver.
- 2 connettori di potenza Speakon™.
- Mobile in multistrato di betulla da 19 mm. Griglia metallica con spugna di protezione interna.
- Inserti M10 per l'appendibilità



SISTEMI PER CONFERENZE A GESTIONE DIGITALE SC 5500 - SC 5500V

Il sistema SC5500 è stato studiato per gestire agevolmente gli interventi di 63 oratori più 1 presidente nell'ambito di conferenze, congressi, convegni, ecc.. Esso è inoltre dotato della funzione "Votazione" (disponibile impiegando le basi microfoniche BM 5051-V e BM 5052-V) che consente in modo semplice e veloce di votare su di un argomento in discussione. Un ingresso universale audio (per microfoni, radiomicrofoni, ecc.), può funzionare in miscelazione con le basi degli oratori e del presidente e consentire quindi sia eventuali interventi esterni alla conferenza (p.e. dal pubblico) sia l'invio di messaggi vocali da parte del segretario/oratori. Tutto il sistema è completamente gestibile anche attraverso un personal computer, con l'ausilio di un semplicissimo programma funzionante con sistema operativo WINDOWS. L'utilizzo di un P.C. e stampante consente la stampa della durata di ogni singolo intervento nella modalità CONFERENZA e, nella modalità VOTAZIONE, la stampa del rapporto della votazione medesima, con la possibilità di aggiungere da parte dell'incaricato l'oggetto della votazione ed eventuali commenti.

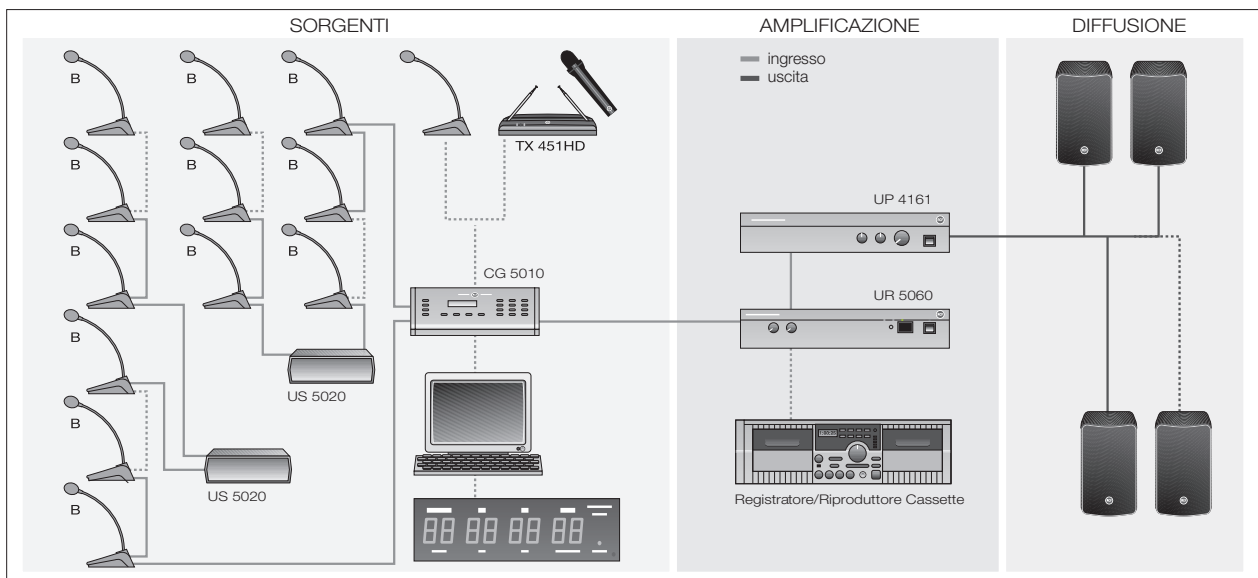
Supporto Software

E' possibile controllare tutte le funzioni del sistema anche tramite un apposito programma, funzionante con sistema operativo WINDOWS. Il programma, di semplice utilizzo, riproduce tutti i comandi e le funzioni della console, ed in più consente alcune personalizzazioni, come per esempio l'associazione di un nome o di una sigla a ciascun oratore o la scrittura su file o stampante dei risultati della votazione. Utilizzando il personal computer inoltre, diviene possibile votare in modo palese e memorizzare i risultati su un file. Il programma è completato dall'interfaccia per pilotare il tabellone TB 5000-IT. Se è disponibile la stampante in modalità CONFERENZA si può eseguire la stampa relativa alla durata di ciascun intervento. Nella modalità VOTAZIONE è possibile stampare il verbale della vota-

zione, personalizzato con l'inserimento dell'oggetto della votazione e con eventuali commenti. Nel caso di votazione palese il verbale contiene anche i nomi dei votanti suddivisi in funzione della preferenza espressa.

Caratteristiche generali del sistema

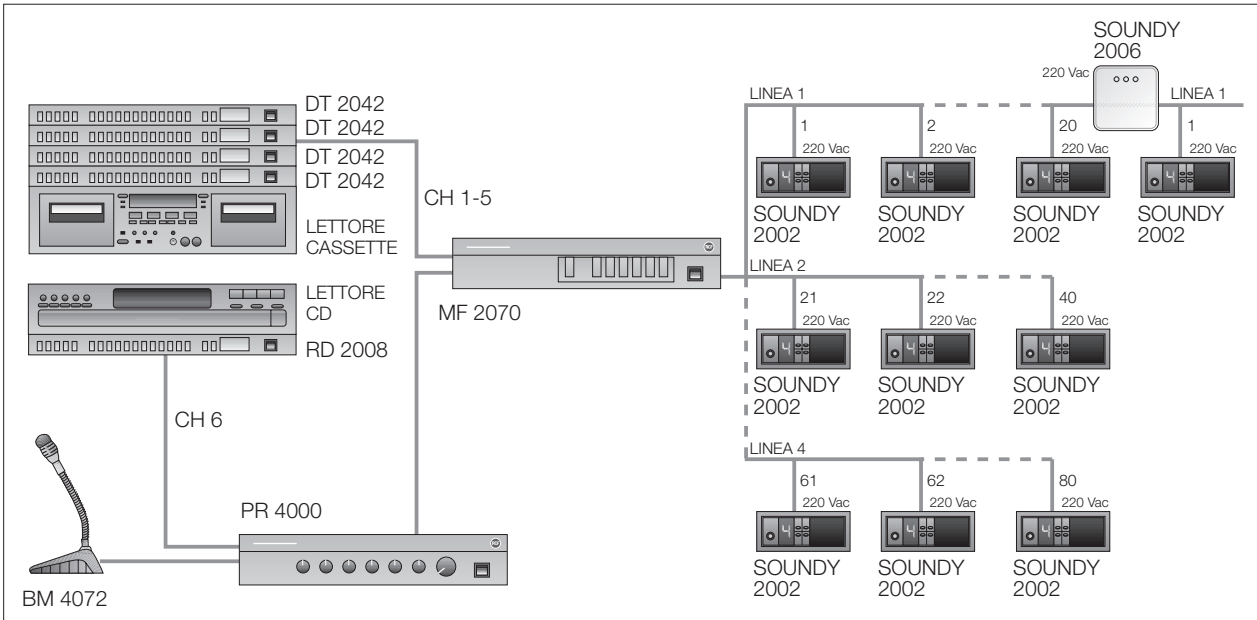
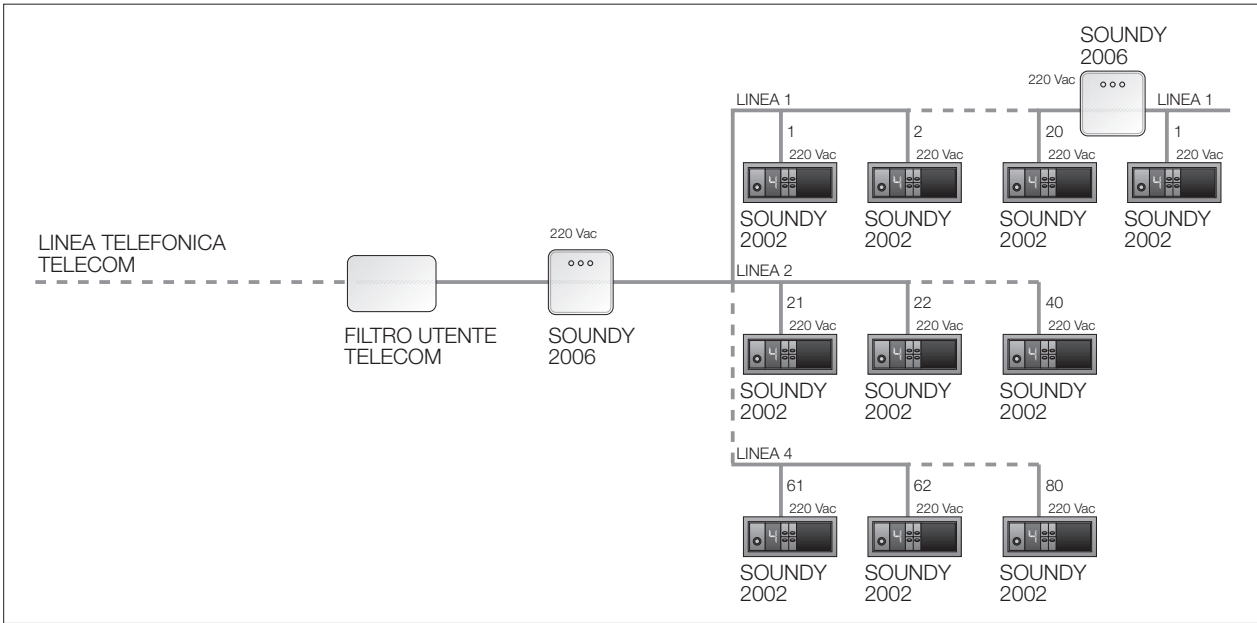
- 1) L'impianto può essere composto da un massimo di 64 basi microfoniche (63 basi oratore + 1 base presidente).
- 2) La struttura dell'impianto deve prevedere due gruppi di basi che fanno capo alla console di gestione CG 5010; in ciascun gruppo le basi vengono collegate fra loro in serie.
- 3) Il collegamento in serie delle basi microfoniche si realizza mediante un unico cavo multipolare, che porta i segnali audio, le alimentazioni ed i segnali di controllo.
- 4) In ciascuno dei due gruppi di basi microfoniche che fanno capo alla console di gestione CG 5010 occorre prevedere un'unità sommatrice US 5020 quando:
 - a) il numero delle basi è superiore a 16; in questo caso l'unità sommatrice deve essere inserita dopo la metà delle basi della serie. Considerando ad esempio un impianto con due gruppi di 20 basi che si dipartono dalla console CG 5010, dopo le prime 10 basi di ciascun gruppo si dovrà inserire un'unità sommatrice US 5020. E' opportuno prevedere una "US 5020" ogni linea di 10-12 basi microfoniche
 - b) la lunghezza complessiva di tutti i cavi che collegano in serie fra loro le basi supera il valore di 120 metri. Questa condizione viene raggiunta quando non si utilizzano i cavi di lunghezza standard AC 5040 e AC 5041; in questo caso l'unità sommatrice US 5020 deve essere inserita dopo una lunghezza complessiva del cavo di circa 120 metri. Ovviamente le indicazioni sopradescritte hanno un carattere generale, e l'impiego dell'unità sommatrice dovrà essere valutato in base alle specifiche caratteristiche dell'impianto.
- 5) Gli unici apparecchi che richiedono un collegamento con la rete di alimentazione a 115/230 Vac sono l'unità ricevente UR 5060 e le eventuali unità sommatrici US 5020.



SISTEMA DI DIFFUSIONE SONORA SOUNDY 2000 PER ALBERGHI, COMUNITÀ E NAVI DA CROCIERA

Riportiamo nel seguito due esempi di utilizzazione del sistema Soundy 2000. Il primo prevede l'interconnessione con la linea telefonica TELECOM tramite l'amplificatore a larga banda Soundy 2006, attuabile in quelle zone raggiunte da servizio di filodiffusione nello standard italiano. Il secondo impiega invece sei sorgenti sonore connesse al modulatore MF 2070 per la distribuzione locale dei programmi musicali.

Consapevoli di non avere esaurito nell'ambito di questa pubblicazione, di carattere riassuntivo, la trattazione di tutti i servizi offerti da questa soluzione d'impianto e la descrizione dei vantaggi legati alla sorprendente flessibilità strutturale propria del sistema Soundy 2000, vi invitiamo a contattare per eventuali ulteriori chiarimenti o per una richiesta d'offerta l'agenzia RCF di zona. (nominativi a pag. 92)



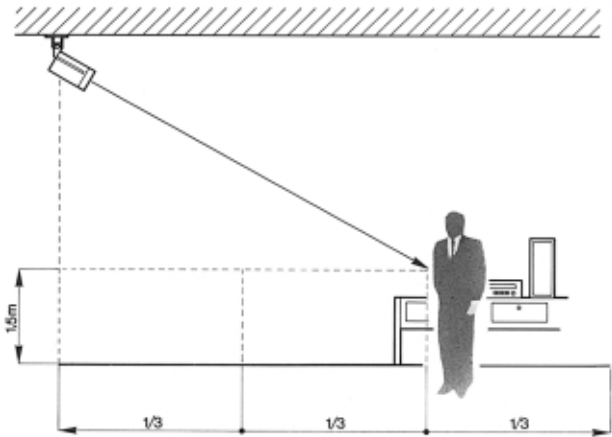
SISTEMA AUDIO PER LA RICERCA DI PERSONE E L'EVENTUALE DIFFUSIONE DI SOTTOFONDO MUSICALE IN REPARTI DI LAVORAZIONE MEDIAMENTE RUMOROSI CON L'IMPIEGO DI PROIETTORI DI SUONO

Dato come 66 dB il livello max del rumore ambiente nel reparto di lavorazione in oggetto, se si adottano proiettori di suono modello DP1T/G (106 dB Pnom./1 mt., già corredati del trasf. di linea), si coprono le distanze di 16 mt. max. per la zona "A" e 25 mt. max. per la zona "B" con pressioni acustiche rispettivamente di 82 dB e 78 dB, ampiamente sufficienti anche per rendere udibili appelli di emergenza, essendo valori superiori di almeno 10 dB rispetto al rumore di fondo.

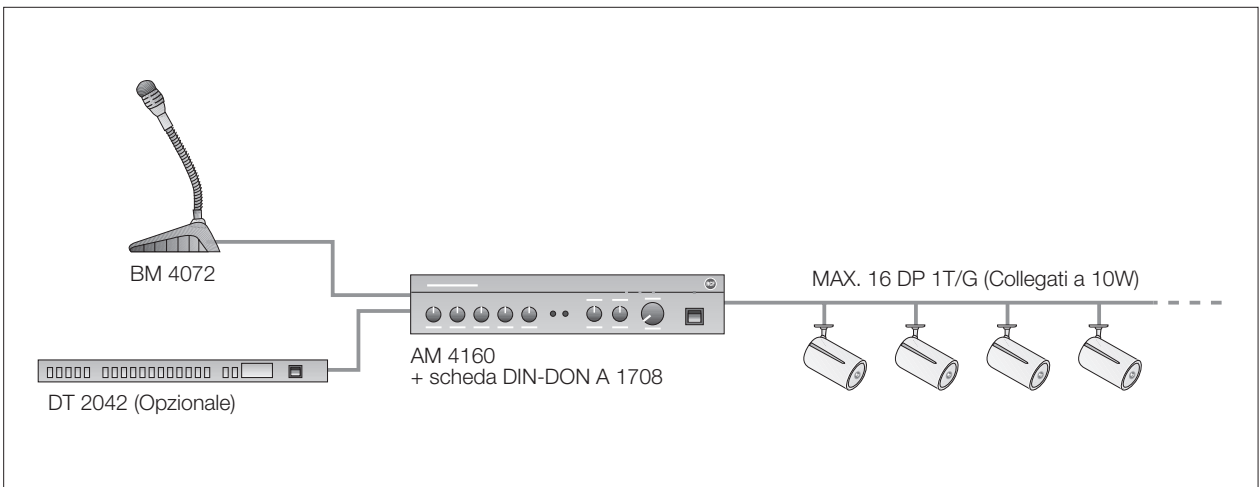
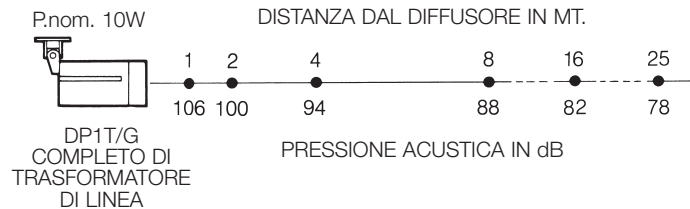
Attenuazione dovuta alla distanza di 16 mt = 24 dB
 Attenuazione dovuta alla distanza di 25 mt = 28 dB

N.B.: I diffusori DP1T/G situati nella zona "A" possono essere predisposti per il funzionamento a metà potenza 5W (-3 dB), in questo modo il numero dei proiettori collegabili all'amplificatore riportato nello schema sotto può crescere fino a che il totale delle potenze nominali effettive degli altoparlanti non supera la potenza nominale dell'amplificatore.

Ogni qualvolta si scelga di sonorizzare uno spazio utilizzando diffusori a tromba oppure proiettori di suono, installati in posizione elevata, consigliamo di orientare i

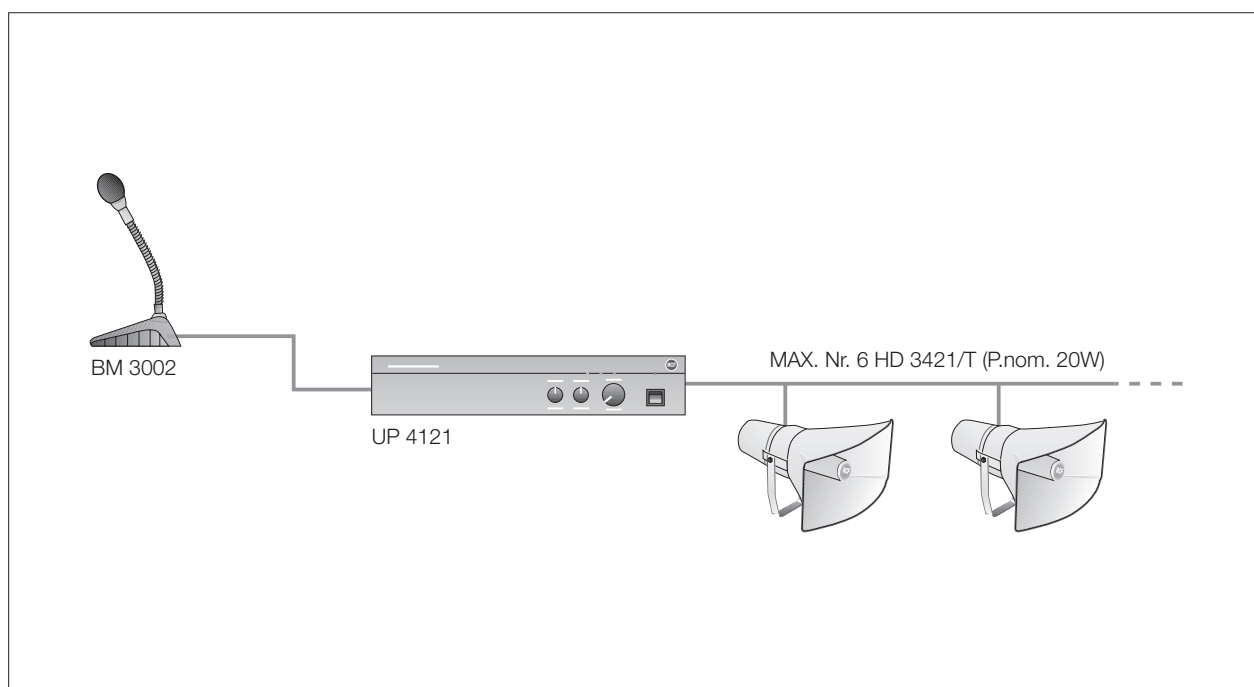
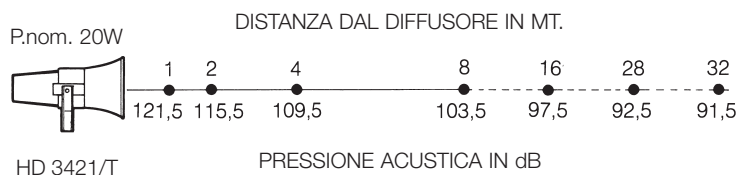
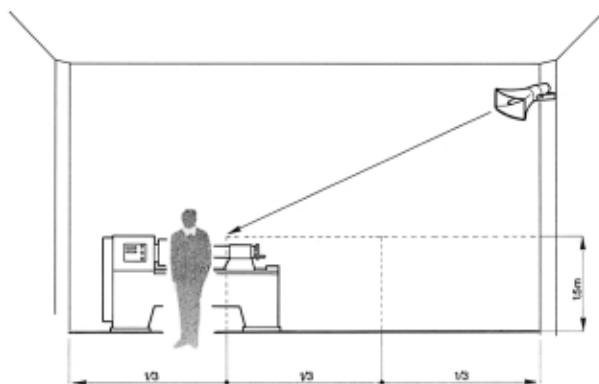


trasduttori seguendo lo schema a lato. Si suddivide la distanza tra il diffusore ed il limite dell'area da servire in tre parti e si punta il diffusore in corrispondenza del punto ideale situato a 2/3 di tale distanza e ad un metro e mezzo di altezza.



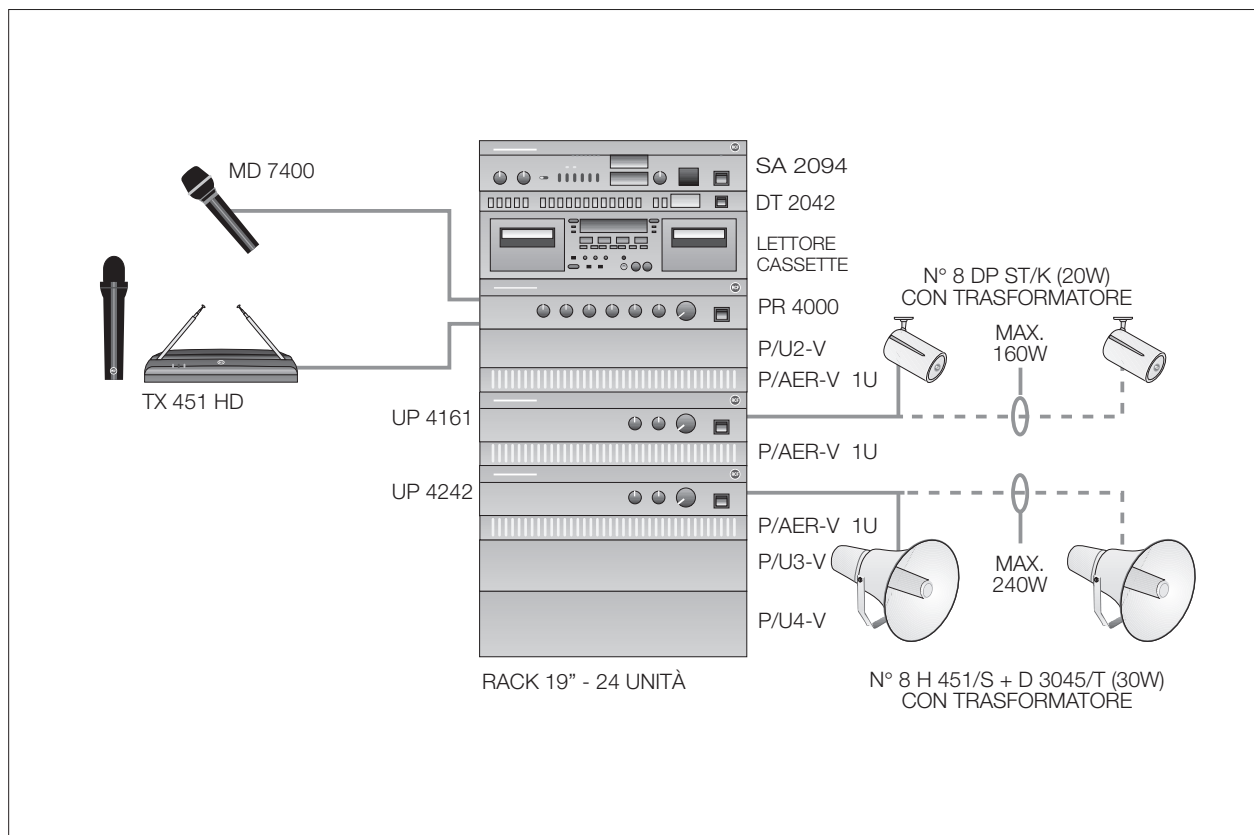
RICERCA DI PERSONE IN REPARTO DI LAVORAZIONE MOLTO RUMOROSO CON SISTEMA DI DIFFUSORI A TROMBA

Noti il rumore massimo di fondo, nel ns. caso 80 dB, e la distanza tra il diffusore e l'operatore alla macchina utensile 28 mt., per mezzo della figura 7 di pag. 10 si ottiene il calo di pressione sonora dovuta alla distanza di 28 mt., e corrispondente a 29 dB ($20 \log_{10} 28 = 29$ dB). Al fine di rendere chiaramente udibile il messaggio anche in caso di emergenza occorre raggiungere l'operatore con una pressione acustica di almeno 90 dB (10 dB sopra il livello max del rumore ambiente). Adottando diffusori a tromba modello HD 3421/T collegati su linee a tensione costante alla potenza nominale di 20W (121,5 dB potenza nom. /1 mt), otteniamo al punto in esame una pressione di 92,5 dB, valore da considerarsi sufficiente.



IMPIANTO DI SONORIZZAZIONE PER UN CAMPO DI CALCIO CON TRIBUNA COPERTA E PISTA DI ATLETICA

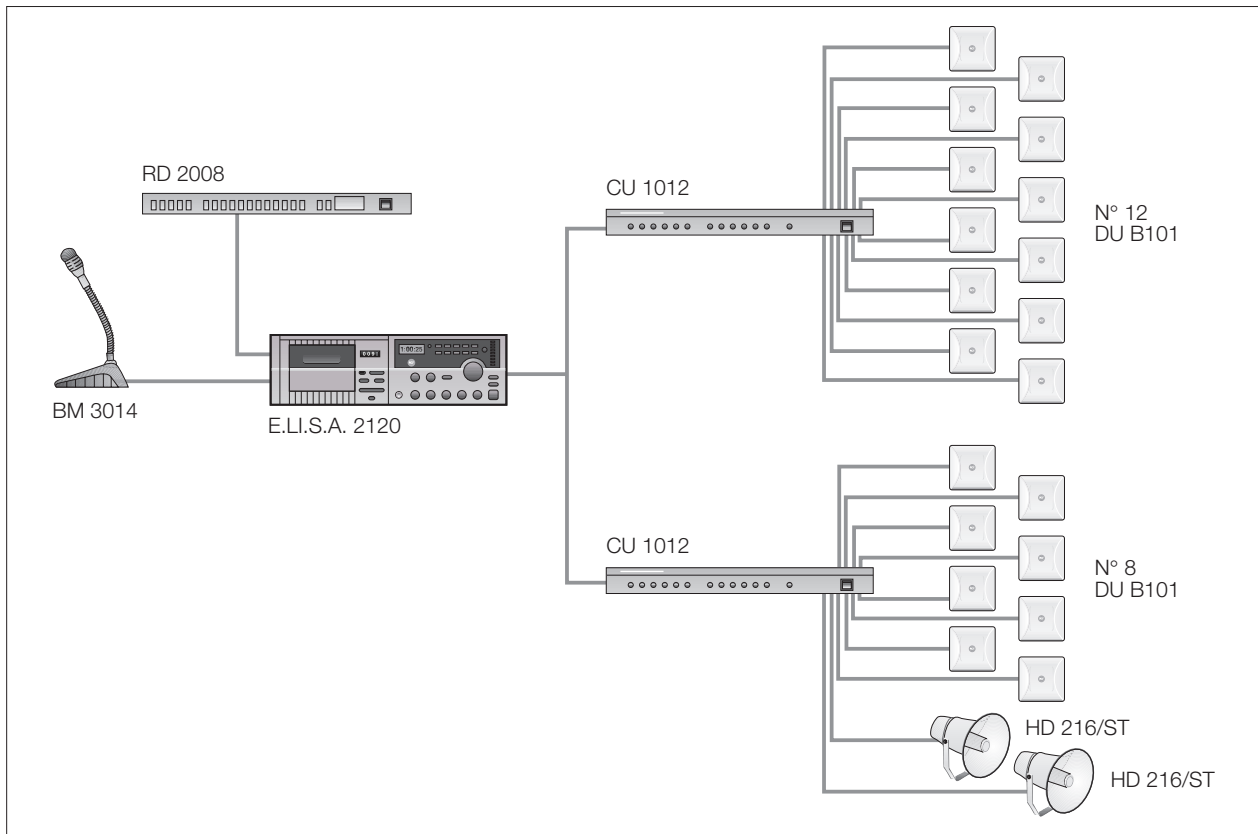
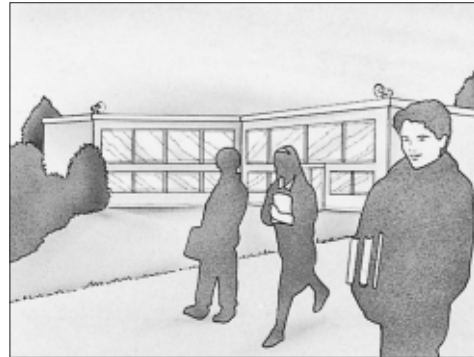
Facendo uso di unità di potenza separate per il pilotaggio di trombe e proiettori di suono si ha, oltre alla facoltà di controllarne il volume indipendentemente, anche la possibilità di equalizzare diversamente due tipi di diffusori.



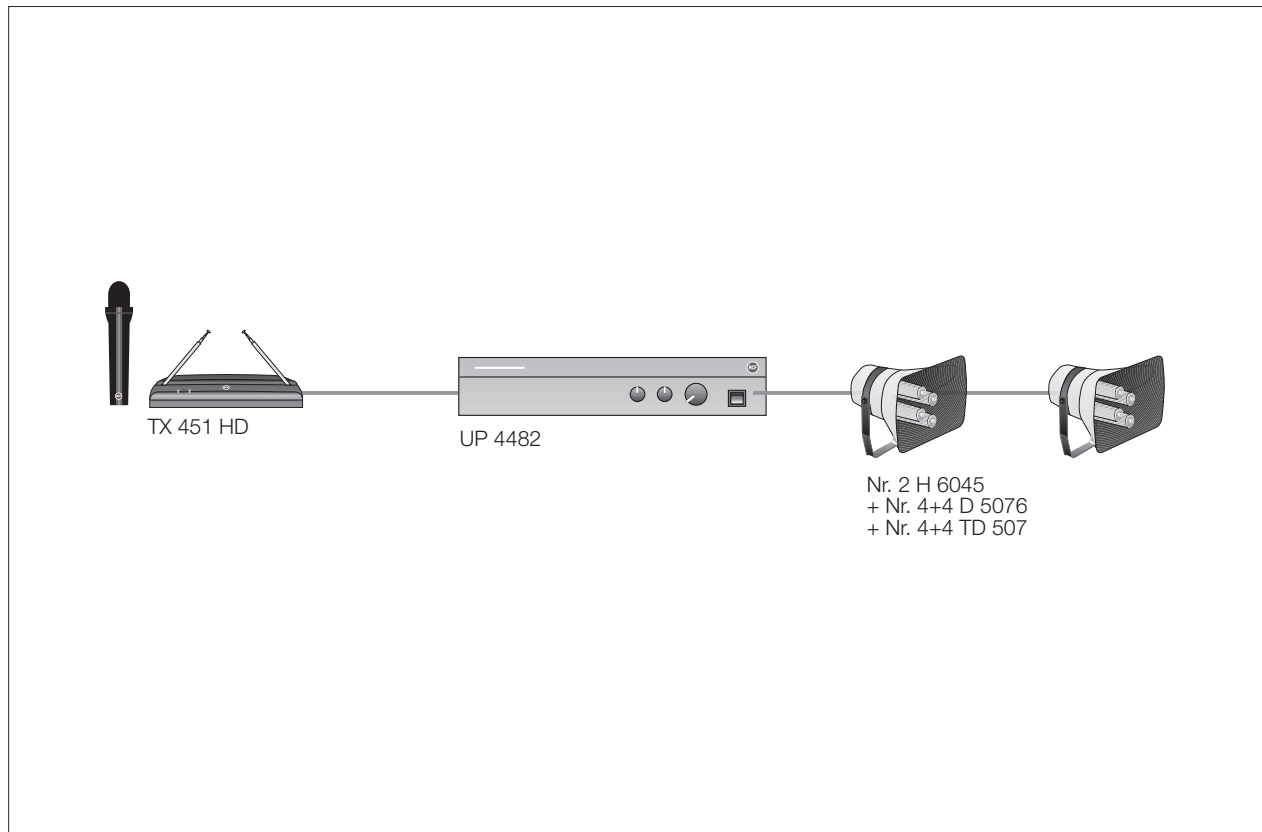
SISTEMI DI SONORIZZAZIONE PER EDIFICIO SCOLASTICO CON CORTILE ANNESSO (PAROLA+MUSICA)

Numero delle aule: 20.
 Dimensioni delle aule: circa 5x7 mt.
 Dimensioni per il cortile: 40x60 mt.
 Livello rumore di fondo: 75 dB max.
 Si vuole effettuare la chiamata selettiva di ogni singola aula e del cortile.
 Nelle aule si desidera installare altoparlanti in cassetta montati a parete DU-B101 completi del trasformatore di linea; per il cortile si è scelta una coppia di diffusori in alluminio stagni del tipo a tromba HD 216/ST equipaggiati con trasf. di linea, installati ad una altezza di circa 5-6 mt. ed orientati verso il fondo del cortile in modo tale che il fascio sonoro più diretto non disturbi chi si trova nelle vicinanze dei diffusori. Questi ultimi sono in grado di coprire l'intero cortile senza presentare zone d'ombra assoluta.
 Nella zona più remota del cortile (60 mt = 35,5 dB di attenuazione), con trombe alla potenza nominale (121,5 dB 20W/1 mt.) si hanno circa 85 dB di pressione sonora.

Nell'esempio in oggetto si è ricorsi ad una sola unità di potenza per il pilotaggio di altoparlanti a cono e a trombe. Si rivela quindi indispensabile in questa circostanza fare ricorso alla figura di pag. 37 per determinare la capacità del condensatore da collegare ad ogni singola tromba seguendo le modalità descritte alla pag. 38 per evitarne il danneggiamento. In questa sede si faccia riferimento al calcolo della capacità relativo a linee a tensione costante



SISTEMA DI AMPLIFICAZIONE PER UNA PIAZZA



SISTEMI CON MICROFONI AMPLIFICATI MT 3100 / MT 3200

I microfoni MT 3100 / MT 3200 sono stati espressamente progettati per essere posizionati su una superficie piana, quale può essere un tavolo per conferenze, l'altare di una chiesa, ecc.

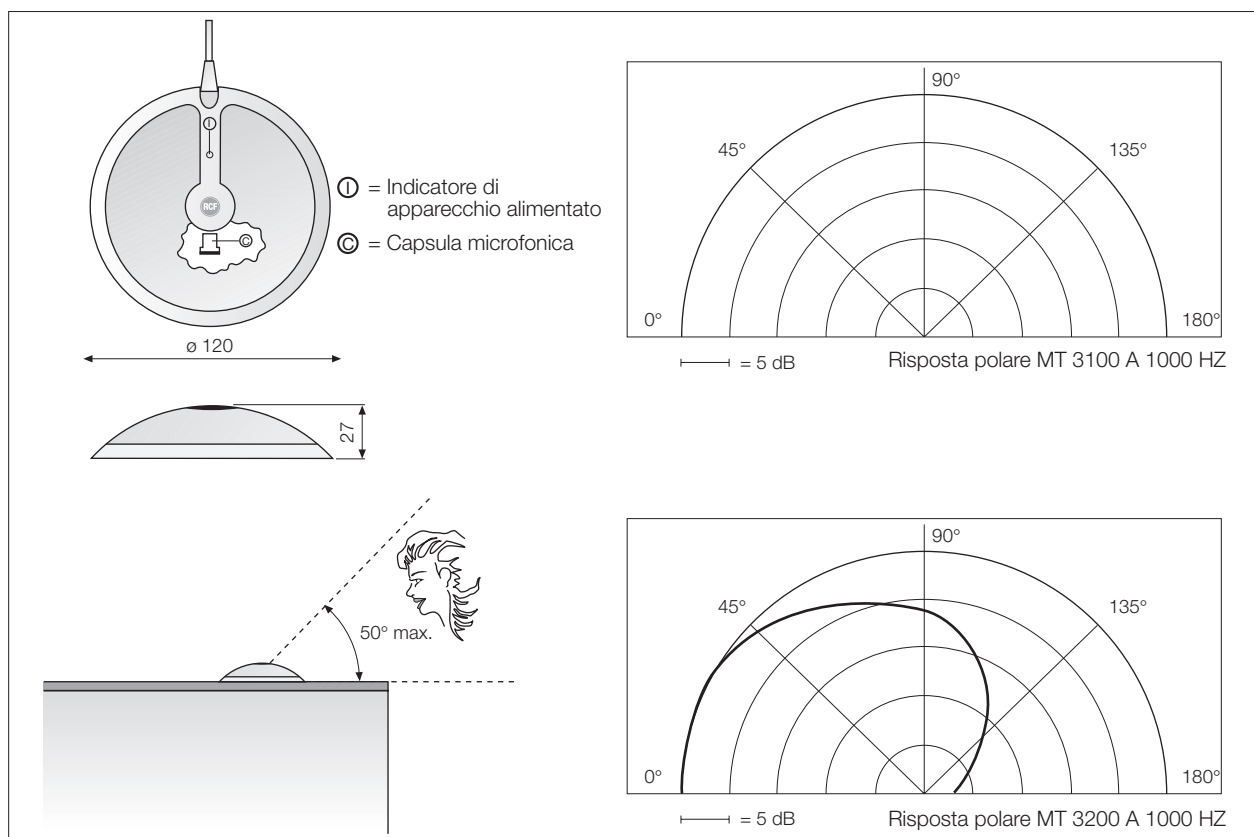
Il principio di funzionamento di questi apparecchi si basa sull'effetto di una superficie riflettente per migliorare il più possibile la ricezione del suono.

La capsula microfonica infatti, si viene a trovare all'incirca sullo stesso piano della superficie di riflessione acustica (piano di appoggio del microfono) e diretta verso la fonte sonora; questo fa sì che le onde sonore dirette e riflesse arrivino alla capsula in fase fra loro e si sommino, aumentando la sensibilità del microfono rispetto ai modelli tradizionali, e migliorando l'insensibilità ai rumori di fondo. Le dimensioni particolarmente contenute della capsula microfonica, assicurano una produzione delle alte frequenze esente da problemi di fase, per una risposta in frequenza estesa e lineare. La massima pressione acustica di 130 dB SPL, garantisce che il microfono non andrà mai in distorsione durante il normale utilizzo. Un'attenta progettazione ha portato all'ottimizzazione di tutti i particolari, ed ha permesso di ottenere delle ottime prestazioni nella riproduzione della voce, che è caratterizzata da un'elevata intelligibilità e chiarezza.

I due modelli sono contraddistinti da un'estetica particolarmente innovativa, con un ingombro estremamente ridotto in senso verticale, per lasciare libero lo spazio davanti all'oratore e consentire la più ampia libertà di movimento. Realizzati in materiale plastico con retina di protezione in acciaio, sono dotati di un indicatore di apparecchio alimentato, e vengono forniti completi di cavo di connessione intestato con un connettore a 3 poli di tipo XLR. Tutti i circuiti elettronici sono contenuti all'interno del corpo del microfono, evitando l'impiego di scomodi preamplificatori esterni.

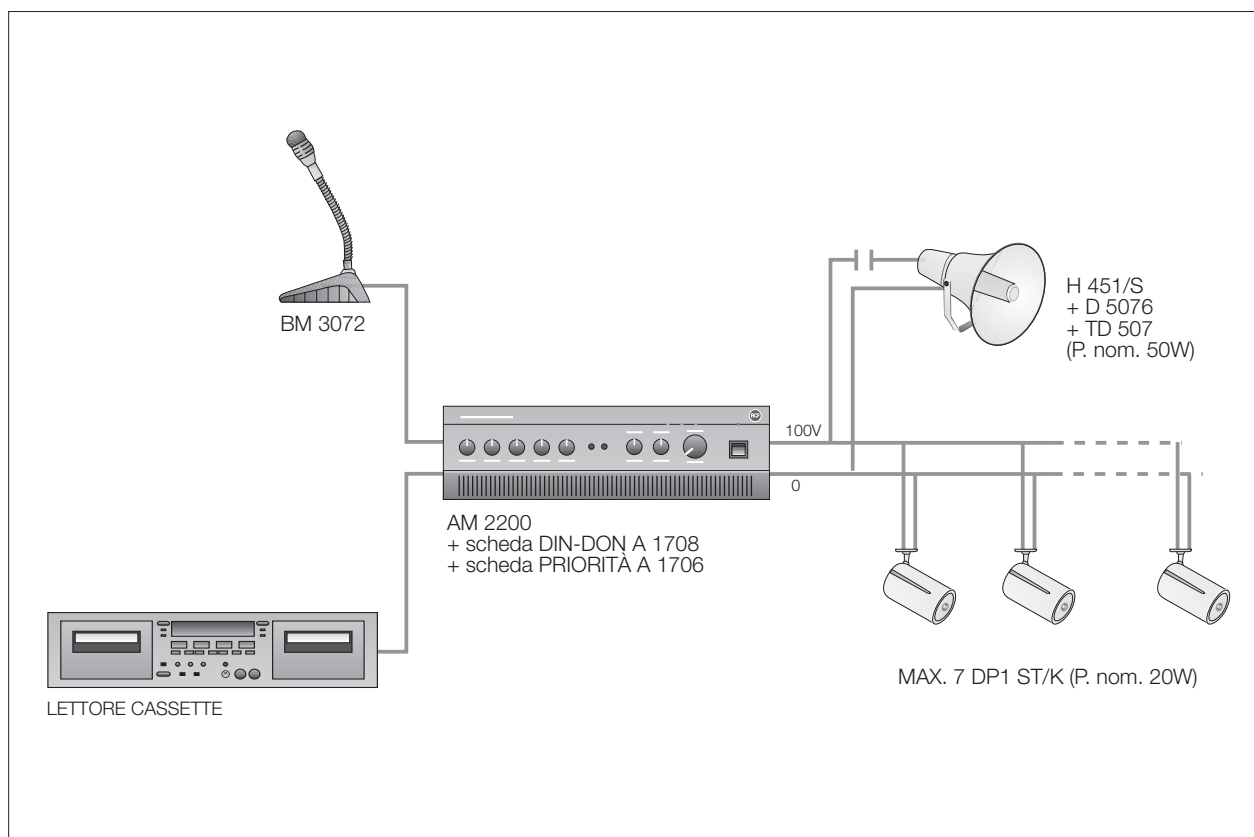
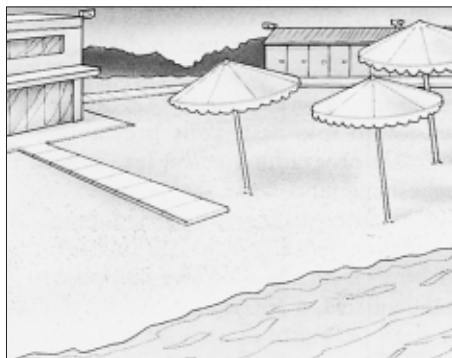
Grazie all'azione combinata di una particolare sospensione elastica che sorregge la capsula microfonica, e di un filtro elettronico che agisce sulle basse frequenze, i microfoni risultano particolarmente insensibili alle vibrazioni trasmesse dal piano di appoggio.

L'MT 3100, di colore grigio antracite, è indicato per l'impiego in sale conferenze ove è necessaria la panoramicità; l'MT 3200, di colore bianco, è adatto per l'utilizzo in luoghi di culto ove è richiesta la direzionalità. Entrambi gli apparecchi sono in grado di accettare un'alimentazione di tipo "Phantom" compresa fra 11 e 52 Vdc, assicurando l'abbinabilità con la maggior parte degli amplificatori in commercio.



**SISTEMA PER LA DIFFUSIONE DI MUSICA E
ANNUNCI A BREVE PORTATA E SOLI
ANNUNCI A MEDIA PORTATA PER
STRUTTURA BALNEARE**

Tra i fattori che possono influenzare sensibilmente la trasmissione sonora su distanze medie/medio-lunghe primaria importanza rappresentano la temperatura, il tasso di umidità dell'aria e la velocità e direzione del vento (vedi paragrafo 2.1).



SISTEMA INTEGRATO PER LA DIFFUSIONE DI ANNUNCI E MUSICA

ZM 2404 è prodotto completo, molto versatile e flessibile per la realizzazione di sistemi audio fino a quattro zone e possiede tutti gli elementi necessari per approntare impianti di ricerca persone con distribuzione di sottofondo musicale.

E' in grado di generare un programma musicale, da inviare solo nelle zone desiderate, utilizzando una delle sue due sorgenti musicali interne (lettore CD multiplo e sintonizzatore radio AM/FM) oppure una terza esterna. Fino a tre basi microfoniche BM 3004 possono essere collegate al sistema ZM 2404, attribuendo loro livelli di priorità diversi. Da ciascuna base mic. BM 3004, è possibile effettuare chiamate selettive su quattro zone con priorità sulla musica di sottofondo ed inviare fino a due messaggi (di allarme e/o di routine) preregistrati sul registratore digitale RD 2008 (opzionale).

Basi mic. supplementari possono essere connesse all'unità centrale per la chiamata generale nelle quattro zone del sistema oppure, tramite i pulsanti del pannello frontale, per l'inoltro selettivo dei messaggi.

Il generatore di tono di preavviso ("din-don") è incorporato ed azionabile anche in modo continuo tramite l'apposito comando.

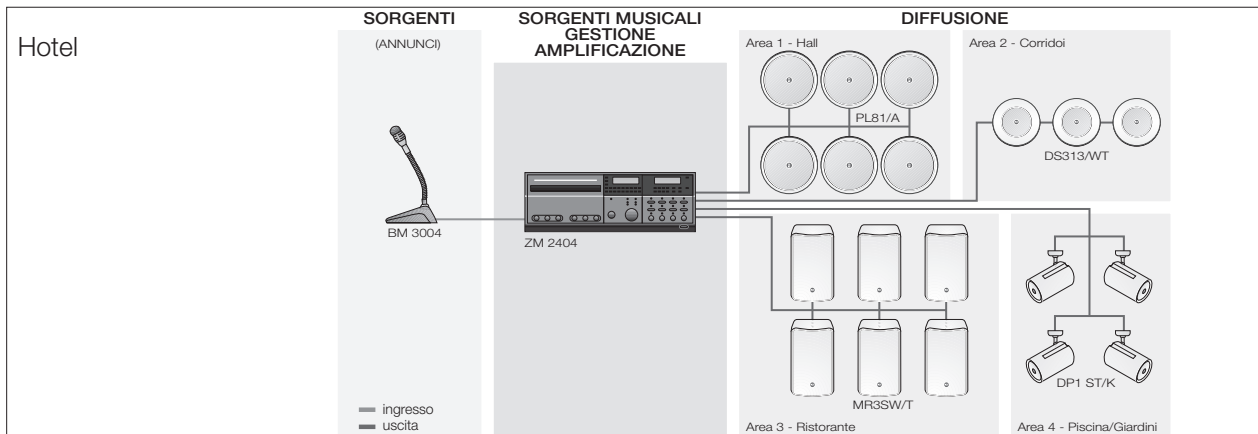
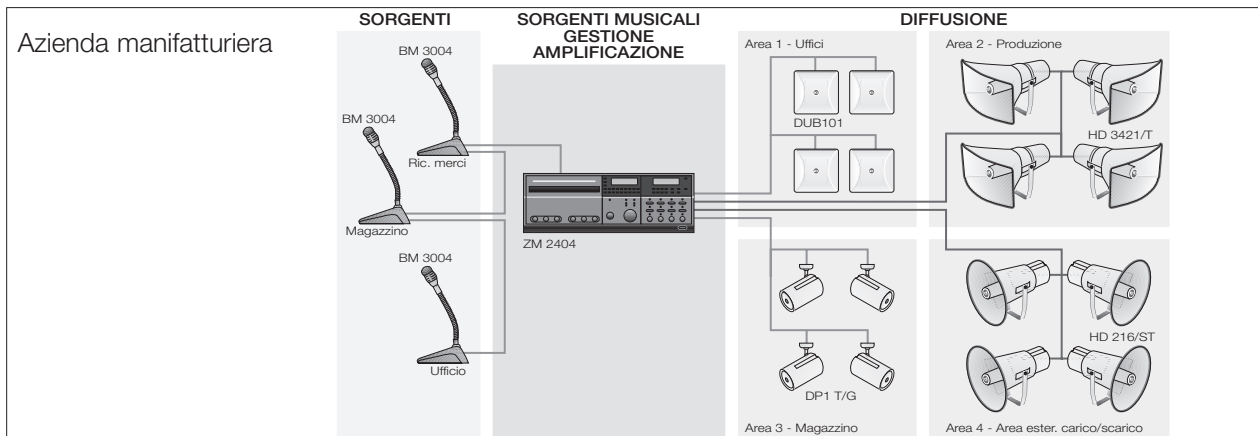
L'amplificatore interno da 240 W ne permette l'impiego in ambienti di dimensioni ragguardevoli. Apposite uscite per il collegamento di amplificatori esterni supplementari consentono successivi ampliamenti del sistema. La potenza dell'amplificatore (240 W) può essere distribuita a piacere tra le quattro zone di diffusori.

E' inoltre possibile predisporre ZM 2404 per funzionare come due amplificatori da 120 W (uno per gli annunci microfonici, uno per la musica di sottofondo) in modo da mantenere il programma musicale nelle zone non interessate dalla chiamata.

Alimentazione e comandi ausiliari sono disponibili per il controllo di relè d'emergenza eventualmente presenti su attenuatori di volume installati localmente.

ZM 2404 può essere alimentato a 24 Vdc per permettere l'utilizzo in impianti di sicurezza, dove la diffusione di annunci d'emergenza deve essere sempre garantita.

La componentistica impiegata e le protezioni attive (elettroniche e termiche) dell'amplificatore ne garantiscono l'impiego continuo e la massima affidabilità in ogni condizione d'uso.

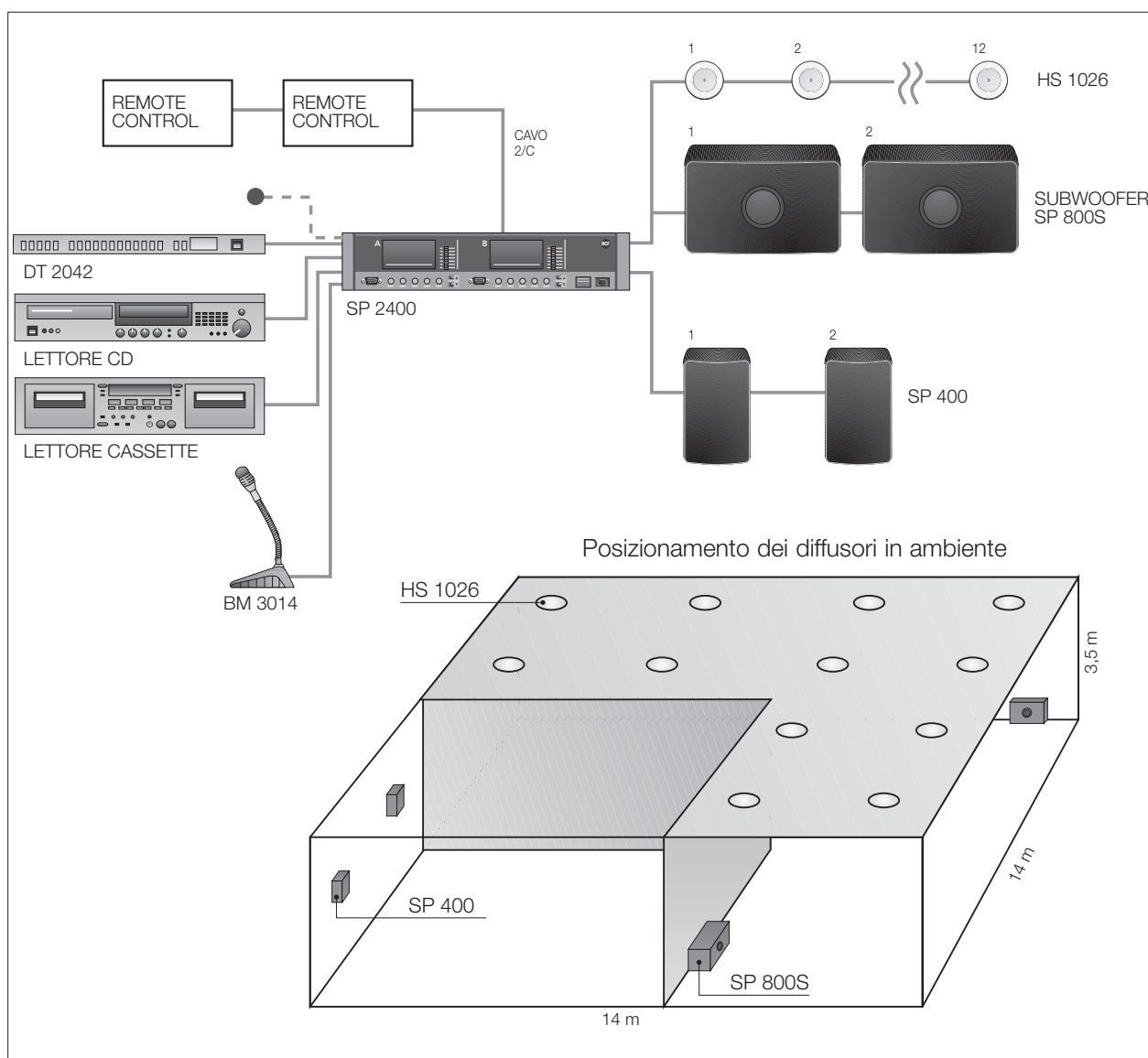


SISTEMA PER LA DIFFUSIONE E DISTRIBUZIONE DI MUSICA AMBIENTALE DI QUALITA' ED EVENTUALI ANNUNCI MICROFONICI

Si consideri un ristorante di circa 200 m² suddiviso in due sale (1/4 e 3/4). Utilizzando il sistema SP 2400, per ciascuna delle due zone (servite da altrettante linee a tensione costante) è possibile abbinare in modo indipendente una delle quattro sorgenti musicali collegate. La selezione delle sorgenti musicali e la regolazione del volume possono essere effettuate sia premendo i relativi tasti sul pannello frontale dell' SP 2400 sia tramite dei controlli a distanza dedicati. La potenza complessiva dei diffusori per ciascuna area non può raggiungere i 200 W.

Sono stati previsti i seguenti diffusori:

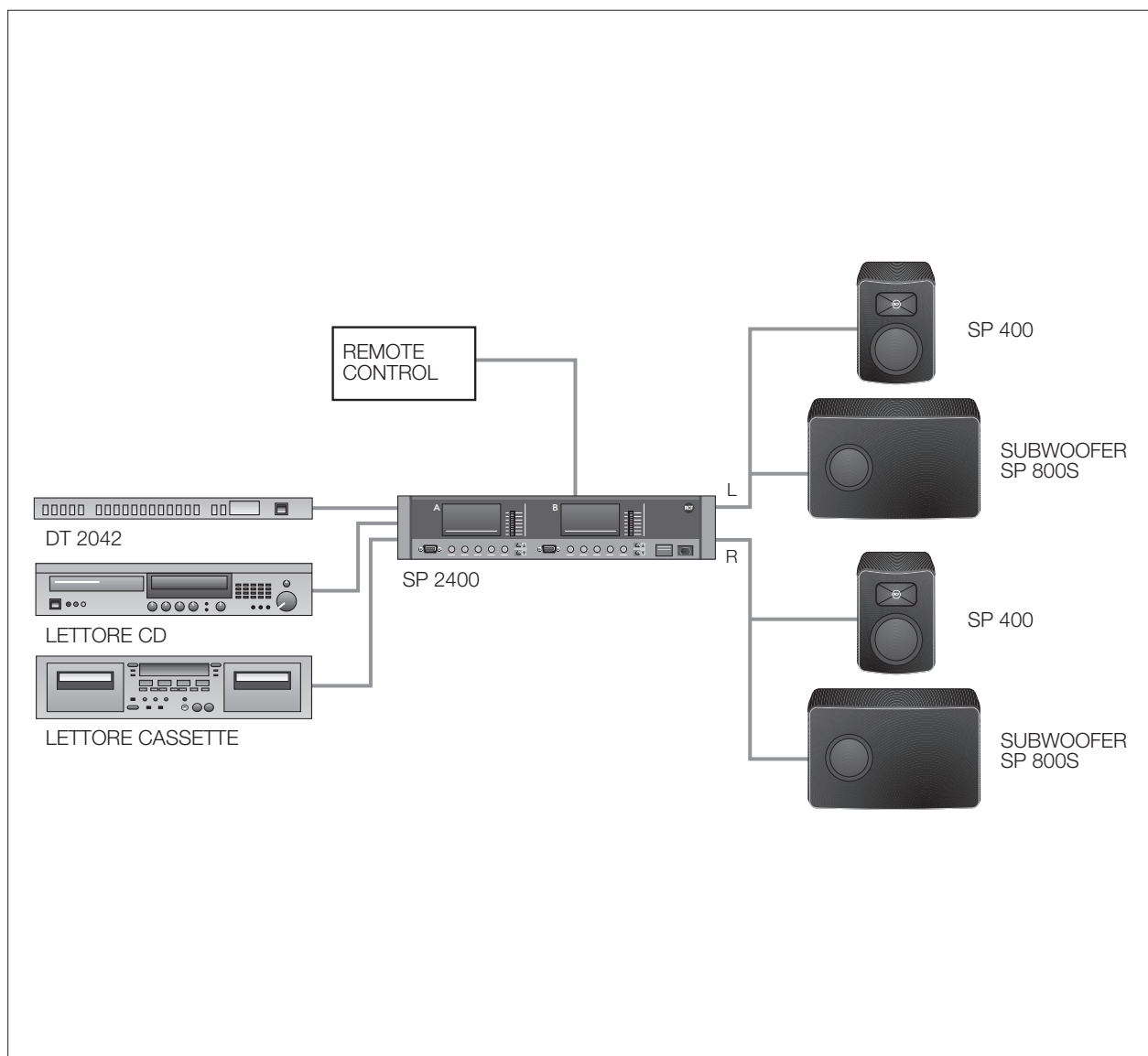
- di piccole dimensioni (simili ai faretto luminosi) per l'area controsoffittata, mod. HS 1026, 6 W, dotati di trasformatore di linea, disponibili nei colori bianco, cromato, oro;
- subwoofer mod. SP 800S, 60 W, disponibili nei colori bianco o nero, con trasformatore di linea, da utilizzare come complemento dei HS 1026;
- diffusori da parete SP 400, 30W, disponibili nei colori bianco o nero, con trasformatore di linea (da installare nell'area non controsoffittata).



SISTEMA PER LA DIFFUSIONE E DISTRIBUZIONE DI MUSICA AMBIENTALE DI QUALITA' IN STEREOFONIA

Questa configurazione è paragonabile ad un sistema stereo professionale per l'ampio spettro di frequenze riproducibili e per la dinamica fornita dai diffusori (una coppia di SP 400 con i relativi subwoofer SP 800S) che sono stati previsti.

E' possibile selezionare (sia utilizzando i comandi del pannello frontale del SP 2400, sia tramite un controllo a distanza) una delle tre sorgenti musicali disponibili, le quali sono gestite da un sistema che provvede a mantenere il livello di volume uniforme e ad effettuare commutazioni in miscelazione.



MATRICE PROGRAMMABILE PER LA GESTIONE ED IL CONTROLLO DEI SISTEMI

RX 3000

Matrice programmabile per la gestione ed il controllo dei sistemi

– La matrice RX 3000 è stata progettata da RCF per soddisfare le esigenze dei sofisticati sistemi tecnologici per la gestione delle moderne strutture commerciali, industriali, civili come aeroporti, centri commerciali, hotels, centri direzionali, stazioni ferroviarie, ect..

– E' questa una matrice ad accesso totale, completamente programmabile ed espandibile fino a 32 ingressi x 128 uscite; ogni ingresso può essere indirizzato su una o più uscite secondo configurazioni e livelli di priorità memorizzati.

– Data la sua struttura modulare, il sistema RX 3000 è assemblato in base alle funzioni richieste e successivamente può essere ampliato secondo le eventuali e future necessità dell'impianto non prevedibili all'atto dell'installazione.

– L'unità centrale CP 3100 (3 unità rack) controlla tutti i componenti del sistema RX 3000. Essa può essere facilmente configurata e programmata utilizzando sia la tastiera presente sul pannello frontale, unitamente al grande display alfanumerico LCD retroilluminato, oppure tramite un P.C. esterno (interfaccia seriale RS 232) grazie al software di configurazione opzionale per Win'95 / 98.

– È possibile effettuare chiamate selettive su 128 zone precedute da un tono di preavviso (o altri toni d'allarme) con priorità sulla musica di sottofondo (quest'ultima, se presente, viene mantenuta nelle zone non interessate dall'annuncio), utilizzando le basi microfoniche digitali BM 3616 (fino a 16) o le più semplici basi microfoniche BM 3604, e gestendo in modo personalizzato eventuali situazioni di conflitto. 24 linee di basi mic. analogiche possono essere utilizzate per l'accesso ad un numero ridotto di zone.

– La scheda madre di ogni unità MB 3200 (4 unità rack) può ospitare fino a quattro schede ingressi IB 3210 o IB 3280 e fino ad otto tra schede di uscita uscite OB 3230 e schede di servizio IO 3250. Sul pannello frontale sono visibili i LED di stato per ogni scheda inserita.

– Il CP 3100 include un altoparlante per monitorare selettivamente o in successione automatica ogni punto della catena audio: gli ingressi e le uscite della matrice e le uscite a tensione costante degli amplificatori.

– Il sistema prevede inoltre la registrazione e la gestione completa di 99 messaggi preregistrati e la creazione di toni di preavviso e allarme personalizzati.

– Utilizzando una base mic. digitale BM 3616, nel caso che il sistema sia occupato (conflitto di priorità tra una o più zone chiamate simultaneamente), un messaggio vocale può essere registrato localmente e poi inviato automaticamente quando il sistema è di nuovo libero.

– Una porta parallela è disponibile in modo da connettere una stampante per la stampa di report di configurazione ed eventi di allarme.

– Le apparecchiature esterne (come le basi mic. digitali BM 3616, le schede ausiliarie per il controllo degli amplificatori) sono connesse all'unità centrale tramite due porte seriali RS 485.

– 8 è il numero degli ingressi e delle uscite presenti sulle rispettive schede audio IB 3210 e OB 3230, quella di ingresso è disponibile anche con ingressi bilanciati tramite trasformatore IB 3280.

– Sono disponibili degli ingressi programmabili ad attivazione vocale per il collegamento di sorgenti sonore e sistemi esterni privi di organi di comando.

– La IO 3250 è una scheda particolare che fornisce 16 ingressi programmabili per gestire altrettanti comandi, utilizzati per la connessione di basi mic. analogiche, per inviare messaggi pre-registrati, per interfacciare l'RX 3000 con un sistema esterno senza ricorrere all'apposita porta seriale. Essa ha inoltre 24 relè d'uscita per la gestione di eventi programmati.

– Utilizzando le schede dedicate gli amplificatori di potenza e le linee diffusori possono essere completamente monitorate grazie al sistema di diagnosi a bassa frequenza. Nel caso un amplificatore sia guasto, la matrice provvede all'inserimento automatico di quello di riserva (quando presente).

– I concetti di affidabilità e funzionalità, probabilmente i più importanti per un sistema industriale, nell'RX 3000 sono stati imposti come primi vincoli progettuali.

– E' nato per questo il sistema di comunicazione esclusivo RCF "DCI" (Data Communication Interface) che interfaccia tutti i componenti del sistema, dalle configurazioni di sistema memorizzate su memorie "flash" (continuamente aggiornate dall'unità centrale CP 3100) e dalle protezioni dell'alimentazione presenti in ogni scheda. Le interazioni reciproche tra i singoli componenti hardware sono praticamente assenti ed eventuali malfunzionamenti restano limitati soltanto alle periferiche danneggiate (singole schede, basi microfoniche etc.). Nel caso sia segnalato un guasto è possibile verificare sul grande display del CP 3100 in ogni dettaglio il problema occorso; ogni componente del sistema RX 3000 può essere facilmente e velocemente sostituito grazie alla facilità d'accesso ed alle connessioni ad innesto rapido.

– L'RX 3000 è stata pensata come strumento al servizio dell'operatore : la gestione e la manutenzione dell'impianto sono estremamente facilitate. Il sistema è in grado di autodiagnosticare ogni malfunzionamento e allertare l'operatore indicando nel dettaglio la causa.

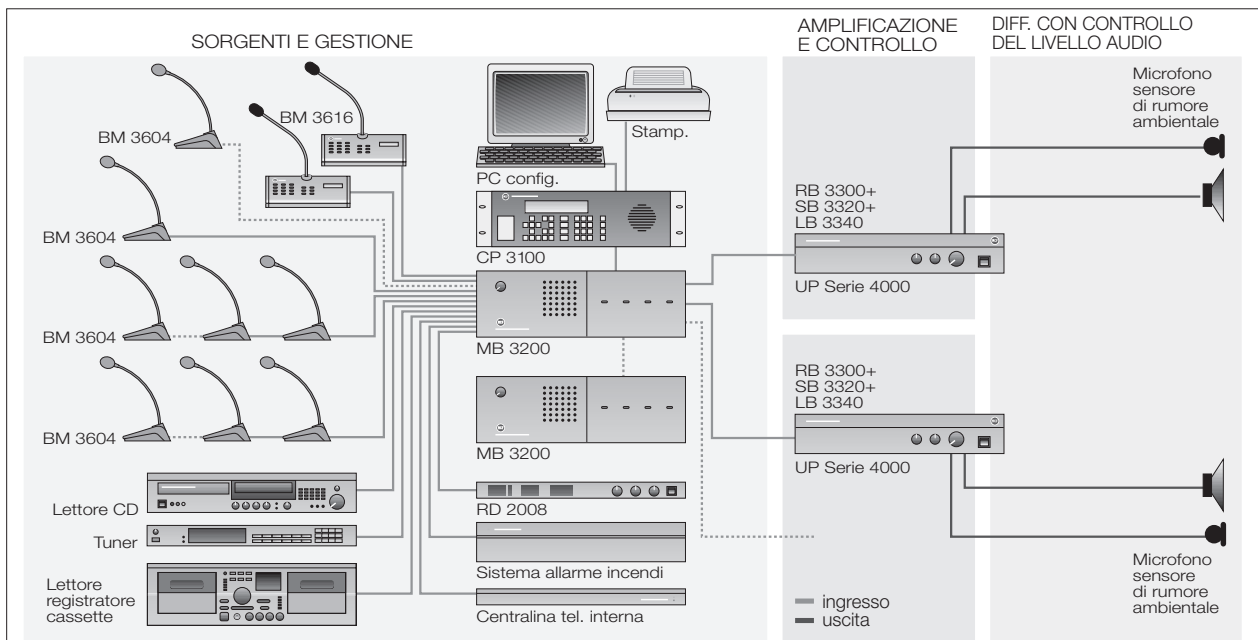
– L'installazione è semplificata dall'autoindirizzamento delle schede con verifica automatica e report di configurazione, dai terminali a vite rimovibili facilmente accessibili su ampio pannello posteriore fornito da installare sul retro della centrale rack in corrispondenza del telaio MB 3200.

– La programmazione del sistema da CP 3100 può essere fatta tramite semplici menù che permettono di attribuire sigle o nomi ad ogni sorgente, ingresso, uscita, periferica, console microfonica, messaggi preregistrati; o tramite Personal Computer, operando in ambiente Windows con l'utilizzo del mouse rendendo la programmazione stessa più facile e veloce.

Caratteristiche principali

- Matrice ad accesso totale
- 32 ingressi modulari
- 64 uscite modulari (estendibili a 128)
- ingressi opto/uscite con relè programmabili per comandi e commutazioni
- bus di monitoraggio audio per ingressi e uscite di matrice e uscite amplificatori di potenza
- Registrazione / diffusione di messaggi e toni di allarme (9 toni preregistrati)
- ingresso per registrazione digitalizzata messaggi (CD quality) con uscita dedicata per la diffusione
- Porte RS 232C (nr. 2: pc + ext. Interface)
- porte RS 485 (nr. 2: consoles digitali + schede retroamplif.)
- porta parallela per il collegamento di una stampante per report di configurazione e diagnostica
- Interazione hardware minima tra i vari componenti del sistema grazie all'esclusivo protocollo "dci" studiato da RCF per il sistema RX 3000. Consente di limitare eventuali malfunzionamenti esclusivamente ai soli componenti danneggiati.
- Ogni scheda ed unità periferica è equipaggiata con hardware watch-dog per l'immediato recupero delle normali condizioni di funzionamento nel caso di interferenze indotte
- Diagnosi completa degli amplificatori di potenza e delle linee altoparlanti con verifica delle dispersioni verso terra impiegando gli stessi cavi di collegamento delle linee audio 100V
- Controllo automatico del rapporto segnale/rumore ambiente con sistema a controllo digitale
- hi-speed CPU
- connessione diretta di 16 consoles digitali BM 3616
- collegamento diretto di 120 schede retroamplif. RB 3300
- alimentazione incorporata per l'unità CPU

- alimentazione esterna per unità periferiche (consoles microfoniche, schede retroamplif., Ingresso, uscita, commutazione) tramite unità rack PS 3400
- software standard in dotazione:
 - configurazione da supervisore tramite password
 - configurazione clock-timer-printer
 - configurazione completa delle consoles (priorità, pulsanti etc.)
 - configurazione degli ingressi (priorità, livelli, toni, etc.)
 - configurazione per la completa gestione delle situazioni di conflitto dovute ai diversi livelli di priorità programabili (eventi a priorità e precedenza assolute, eventi a priorità definita, eventi standard prioritari sull'eventuale musica di sottofondo ma interbloccati con altri eventi di pari priorità etc.)
 - configurazione delle uscite (livelli, etc.)
 - configurazione i/o digitali/controlli (eventi, priorità, timers, etc.)
 - configurazione amplificatori (principali, riserve, etc.)
 - configurazione monitoraggio audio (ingresso, uscita, amplif.)
 - configurazione, registrazione ed esecuzione di toni e messaggi digitalizzati anche di allarme (periferiche interessate: P.C. Monitor, display, stampante, consoles digitali, etc.)
- I toni e i messaggi registrati nella memoria interna con qualità "CD" possono essere inviati in zone predefinite in modi diversi:
 - Una volta ad un orario prestabilito
 - Ripetuti entro un periodo di tempo definito (ad esempio ogni ora)
 - Tramite un contatto esterno di chiusura attraverso la scheda comandi
 - Utilizzando le basi microfoniche
- Software per P.C. configuratore esterno (ambiente Windows) opzionale (collegamento via RS 232C)



CP 3100 **CPU**

- pannello frontale con pulsanti per configurazione e diagnostica
- display alfanumerico retroilluminato 4 x 40 char.
- hard-disk e scheda audio digitale
- unità di alimentazione incorporata
- altoparlante monitor
- Connessione al mainframe MB 3200
- 3U rack 19" standard

MB 3200 **Mainframe**

- connettori e guide per schede standard din 41612
- Ogni MB 3200 può ospitare fino a 4 schede IB 3210 oppure IB 3280 e un totale di 8 schede tra OB 3230 e IO 3250
- tutte le connessioni sono riportate su pannello posteriore dedicato tramite morsetti a vite sfilabili.
- indicazioni dello stato di funzionamento delle schede sul pannello frontale
- 4U rack 19"
- due o più pannelli MB 3200 possono essere interconnessi ad una unità CP 3100

IB 3210

IB 3280

Schede ingressi

- 4 schede possono trovare posto in un mainframe MB 3200 per un totale di 32 ingressi
- 8 ingressi per ogni scheda:
- IB 3210: sbilanciati e bilanciati elettronicamente, il 1° con trasformatore
- IB 3280: sbilanciati, 8 bilanciati con trasformatore
- trimmers per il controllo di tonalità su ogni ingresso ($\pm 12\text{db}$ a 100hz e 10 khz), inseribile da software
- controllo del livello di ogni ingresso a mezzo software da 0 a +20db (1 db step)
- impedenza 47 kohm
- Risposta in frequenza 20 hz - 20 khz
- Rapporto S/N >85db
- monitoraggio audio degli ingressi selezionabile da software
- auto-configurazione delle schede installate
- configurazione e set-up delle schede memorizzato su E2PROM per un immediato riavviamento del sistema

OB 3230

Scheda uscite

- fino a 8 schede possono trovare posto in un MB 3200 per un totale di 64 uscite
- 8 uscite per scheda, bilanciate e sbilanciate
- 8 ingressi configurabili ad attivazione vocale su una o più uscite per ogni scheda
- uscite a bassa impedenza 600 ohm
- controllo del livello di uscita da software: 0÷36 dB (1 dB step)
- Risposta in frequenza 20 ÷ 20 kHz
- Rapporto s/n >85 dB
- Monitoraggio audio delle uscite selezionabile da software
- auto-configurazione delle schede installate
- configurazione e set-up delle schede memorizzato su

E2PROM per un immediato riavviamento del sistema

OT 3500

Trasformatore di uscita

- Trasformatore di linea 0 dB da utilizzare per collegamenti a lunga distanza tra IB 3230 e amplificatori di potenza.

IO 3250

Scheda commutazioni

- fino a 8 schede possono trovare posto in un MB 3200 per un totale di 16 ingressi opto-isolati e 24 relé di uscita per ogni scheda, completamente programmabili da CPU. La scheda IO 3250 permette l'utilizzo di consoles "analogiche" (es. BM 3604) per semplici operazioni come l'attivazione di annunci preregistrati, l'inoltro di messaggi microfonic verso un numero limitato di zone o gruppi di zone, l'intercollegamento del sistema RX 3000 con sistemi esterni quali centrali di allarme / incendio effettuati tramite contatti-comandi. L'interfacciamento via RS 232C del sistema RX 3000 con altri sistemi è possibile sviluppando estensioni software dedicate.
- Livello di ingresso opto da 12 a 48 VDC
- Portata relé 48 Vdc, 0,5 a
- configurazione e set-up delle schede memorizzato su E2PROM per un immediato riavviamento del sistema

BM 3604

Console analogica

- 4 pulsanti programmabili per selezione di zone o gruppi di zone
- Pulsante per la chiamata generale di tutte le zone configurate
- generatore di segnale di preavviso incorporato
- Pulsante programmabile ausiliario per l'attivazione di un messaggio preregistrato oppure un relay di scheda IO 3250 ausiliario. Indicatore luminoso di evento in corso
- indicatori led associati ad ogni tasto
- Microfono electret con anello luminoso di microfono inserito
- uscita ad alto livello bilanciata con trasformatore. Livello di uscita regolabile.
- controllo automatico di livello per una diffusione a volume costante
- indicatori led di selezione e funzionamento
- connessioni audio/comandi/alimentazione al sistema RX 3000 tramite terminali a vite rimovibili
- Uscita ausiliaria preamplificata con pulsante di attivazione per il collegamento di un amplificatore locale (attiva anche in occasione di chiamata generale)
- Possibilità di interconnettere più consoles BM 3604 in cascata sulla medesima linea (fino ad un massimo di 32 per ogni linea)

BM 3616

Console microfonica digitale

- display LCD alfanumerico retro-illuminato 16 x 1 per la visualizzazione di messaggi (diagnostica, operatività, allarme etc.)
- 16 pulsanti programmabili per la selezione di zone o gruppi di zone, ognuno dotato di indicatore led per "libero", "occupato" e "selezionato"

- Pulsante per chiamata in generale
- Pulsante di allarme
- 3 pulsanti completamente programmabili per altre funzioni (invio messaggi preregistrati, inoltro comandi etc.)
- Nel caso in cui una o più zone del sistema che si intendono chiamare risultino occupate, è possibile comunque procedere registrando l'annuncio sulla BM 3616. Esso sarà automaticamente diffuso a sistema libero, rispettando la priorità della console medesima.
- generatore di segnale di preavviso "din-don" (1, 2 o 3 toni preselezionabili)
- microfono electret con anello luminoso su braccio flessibile
- configurazione e set-up memorizzato su E2PROM per un immediato riavviamento del sistema
- uscita audio hi-level bilanciata con trasformatore
- controllo automatico del livello di uscita
- indicatori led di status per le funzioni principali, avvisatore acustico
- Password di attivazione inseribile
- connessioni per audio, RS 485 e alimentazione
- Uscita per il riascolto del messaggio registrato sulla memoria statica della console

RB 3300

Scheda retroamplificata e

SB 3320 - LB 3340

Schede aggiuntive:

– È una unità periferica da installare a rack in corrispondenza del pannello posteriore dell'amplificatore da controllare. È connessa all'unità CP 3100 tramite un bus digitale ed un bus audio di monitoraggio del mainframe MB 3200 per quanto riguarda i segnali audio di zona.

Essa consente:

– Il monitoraggio audio dell'amplificatore intercollegato tramite l'altoparlante presente sull'unità CP 3100

- commutazione automatica di un amplificatore di riserva al posto di quello guasto, seguendo programma predefinito.

Può essere comandata tramite il contatto in chiusura reso disponibile dalla scheda protezioni degli amplificatori RCF serie "4000" (oppure tramite la scheda aggiuntiva SB 3320).

– Diagnosi in bassa frequenza modulata dell'amplificatore di potenza (con scheda aggiuntiva SB 3320) anche in presenza di segnale

– Verifica dell'impedenza della linea dei diffusori e relative dispersioni verso terra tramite segnale in bassa frequenza modulata, sistema affidabile anche nel caso di linee di collegamento particolarmente lunghe o realizzate con cavi ad isolamento minerale (scheda aggiuntiva SB 3320)

– Ingresso diretto sull'unità di potenza controllata, gestito dall'unità centrale CP 3100, per il collegamento di sistemi ad altissime priorità e sicurezza (con scheda aggiuntiva SB 3320). Il sistema è attivo anche in presenza di segnale

- controllo digitale automatico del livello sonoro in funzione del reale rumore ambiente. Fino a quattro microfoni omnidirezionali oppure altoparlanti equipaggiati con trasformatore di linea possono essere impiega-

ti per rilevare il rumore ambiente che, elaborato digitalmente e opportunamente filtrato viene impiegato per mantenere costante il rapporto tra il segnale e il rumore di fondo nell'ambiente controllato (con scheda aggiuntiva LB 3340).

– Possibilità di commutare l'amplificatore controllato su di un livello di uscita preselezionato, inferiore a quello definito da sistema, ad un'ora stabilita sull'unità centrale: es. Livello sonoro notturno -15db rispetto a quello diurno (scheda aggiuntiva LB 3340)

Le schede di controllo RB 3300, SB 3320 ed LB 3340 possono essere utilizzate anche in maniera indipendente dal sistema RX 3000, esse svolgono comunque tutte le funzioni di base (diagnosi amplificatore-linea, inserzione automatica dell'amplificatore di emergenza, controllo del rapporto segnale/rumore ambiente; tramite apposito comando in uscita è possibile segnalare a distanza ogni eventuale stato di emergenza. Anche in questa configurazione occorre utilizzare l'alimentatore PS 3400.

PS 3400

Unità di alimentazione

– Unità di alimentazione dedicata per i componenti del sistema RX 3000

– Multitensione stabilizzata per alimentare schede di ingresso, uscita, commutazione, consoles e retroamplificatore.

– Protezioni elettroniche in tensione e corrente e termica

– Dimensioni: 1 unità rack 19

IF 3260

Pannello supporto per schede di connessione MB 3200

ES 3000

Software di configurazione sistema (opzionale)

Opzioni speciali disponibili su richiesta:

- possibilità di memorizzare messaggi e toni di allarme su hard-disk statico (quando richiesto dagli standard di sicurezza)
- versioni software speciali per installazioni / interfacciamenti specifici

Elenco dei componenti

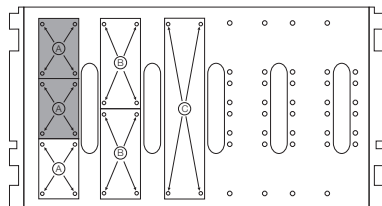
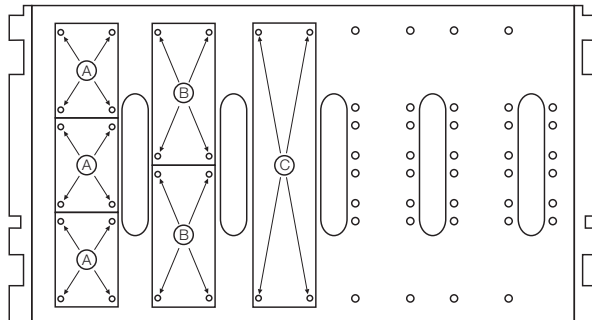
- 1 CP3100 unità di controllo
- 2 MB 3200 telaio modulare portaschede
- 3 IB 3210 scheda ingressi
- 4 IB 3280 scheda ingressi
- 5 OB 3230 scheda uscite
- 6 OT 3500 trasformatore d'uscita
- 7 IO 3250 scheda commutazione
- 8 BM 3616 base microfonica digitale
- 9 BM 3604 base microfonica
- 10 RB 3300 scheda retro-amplificatore
- 11 SB 3320 schede accessorie
- 12 LB 3340 scheda accessorie
- 13 PS 3400 unità di alimentazione
- 14 IF 3260 Pannello supporto per schede di connessione MB 3200
- 15 ES 3000 Software di configurazione sistema (opzionale)

IF 3260

Pannello connessioni

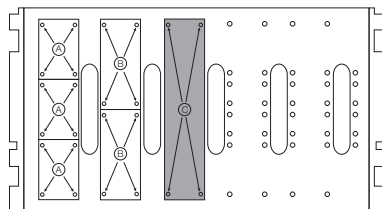
Il pannello (da collocare nella parte posteriore del contenitore rack) consente l'installazione delle schede di connessione dei moduli presenti nel sub-rack MB 3200.

- Pannello rack 19" da 6 unità in lamiera verniciata
- Possibilità di installare in alternativa:
 - 15 schede di connessione a 12 morsetti (spazio A);
 - 10 schede di connessione a 20 morsetti (spazio B);
 - 5 schede di connessione a 32 morsetti (spazio C).



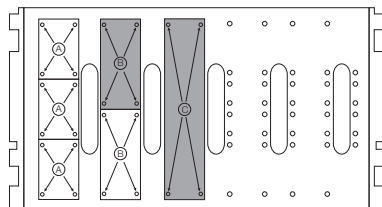
IB 3210 (o IB 3280)

Sono necessarie 2 schede di connessione a 12 morsetti (2 spazi A)



OB 3230

È necessaria 1 scheda di connessione a 32 morsetti (1 spazio C)



IO 3250

Sono necessarie 2 schede di connessione:

- la prima con 20 morsetti per gli ingressi (1 spazio B);
- la seconda con 32 morsetti per le uscite (1 spazio C).

PS 3400

Alimentatore

PS 3400 è un alimentatore multitemperatura stabilizzato in corrente continua che permette di alimentare i seguenti componenti del sistema RX 3000: le basi mic. BM 3616 e BM 3604; le schede IB 3210, IB 3280, OB 3230, IO 3250; le schede retroamplif. RB 3300.

Presenta le seguenti caratteristiche:

- Uscita tensione stabilizzata 5 Vdc
- Uscita tensione stabilizzata 12 Vdc
- Uscita tensione stabilizzata 24 Vdc

- Relé ausiliario comandato dalla protezione termica con un contatto di scambio riportato su morsettiera
- Possibilità di collegare in parallelo più alimentatori
- Protezione contro cortocircuiti sulle uscite
- Indicatori luminosi per "5 Vdc", "12 Vdc", "24 Vdc", "OVERHEATING", "ON"
- Telaio adatto al montaggio a rack (1 unità)
- Doppia alimentazione in corrente alternata (115/230 Vac)
- Morsettiera di collegamento estraibile.

SPA 8000 SISTEMA SELEZIONE ZONE

Questo sistema permette ad un numero di operatori variabile da 1 a 6 di attivare o disattivare, tramite una console di comando, determinate zone di un impianto di sonorizzazione, in modo da poter diffondere il messaggio desiderato solo nelle zone prestabilite e mantenere il normale programma audio (es. musica di sottofondo) nelle rimanenti zone.

L'SPA 8000 adotta un innovativo sistema di selezione a microprocessore, basato sull'impiego di particolari ricevitori di zona che, "colloquiando" con la console di comando attiva, mediante un sistema digitale di trasmissione dati, permette di attivare o disattivare le varie zone del sistema.

Il sistema è composto da una o più console di comando provviste di microfono BM 8001 (massimo 6), dalle quali è possibile comandare l'invio di messaggi in determinate zone audio utilizzando fino a 4 unità di commutazione RU 8020 (ciascuna delle quali provvede a controllare 8 zone del sistema fino a 31 zone max.) e dal ricevitore-miscelatore RM 8080, che alimenta le console ed i ricevitori eventuali, comanda i riproduttori di messaggi preregistrati, inserisce il segnale DIN-DON prima degli annunci microfonicici e collega il sistema SPA 8000 con l'impianto di amplificazione sonora.

Ciascun operatore ha la possibilità sia di diffondere degli annunci tramite il microfono della console, sia di inviare dei messaggi della durata massima di 30 secondi, preregistrati sul registratore digitale RD 2008.

Sulla console BM 8001 è presente anche un tasto di allarme che, con assoluta priorità rispetto ad eventuali messaggi di altre console, comanda l'invio del messaggio preregistrato numero 1 e permette la diffusione di un annuncio microfonico in tutte le aree del sistema.

Qualora nel sistema siano presenti più console di comando BM 8001, l'intervento di ciascuna di esse può essere regolato da un sistema di priorità scalare a 6 livelli, che permette a determinate console di poter intervenire anche quando il sistema è occupato.

Tutti i comandi vengono impartiti dall'operatore alla console in modo assai semplice, seguendo le indicazioni visualizzate sul display a cristalli liquidi, e utilizzando i tasti di funzione e il tesserino numerico.

Numerose funzioni permettono di facilitare e velocizzare le operazioni alla console BM 8001, come l'attivazione/disattivazione automatica di tutte le zone, la memorizzazione di 4 configurazioni con le quali altrettanti gruppi di zone definibili a piacere possono essere richiamati e attivati, e la disattivazione automatica della console attiva, qualora non venga utilizzata per un certo periodo di tempo.

L'SPA 8000 è dotato di un sofisticato sistema diagnostico, in grado di individuare e segnalare sul display della console BM 8001 il numero delle zone in cui si è verificato il cattivo funzionamento.

Al posto delle unità di commutazione RU 8020, è possibile utilizzare dei ricevitori locali SZ 8040.

Questa soluzione è indicata per i sistemi che hanno un

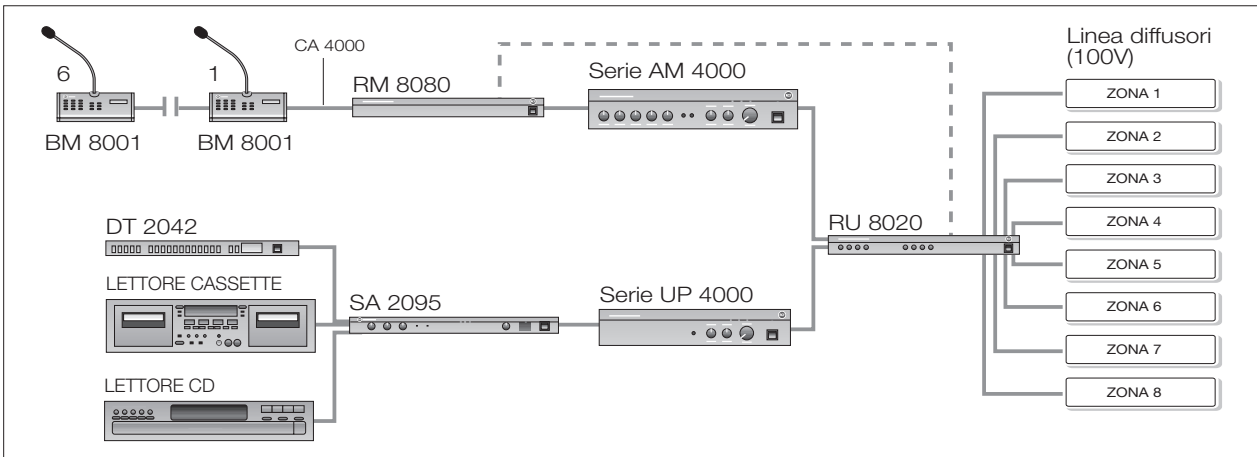
numero limitato (qualche unità) di diffusori per ogni zona. Ciascun SZ 8040 è assegnato ad una zona del sistema e può fornire all'uscita una potenza massima di 60 watt. SPA 8000 può essere fornito in una versione speciale con commutazione fino a 120-125 zone.

Contattare RCF S.p.A. per ulteriori informazioni.

SISTEMA SPA 8000 Esempio nr. 1: commutazione su linea a 100 V

Da ciascuna delle 6 basi mic. BM 8001 è possibile effettuare chiamate selettive su 8 zone (espandibili ad un max. di 31 implementando il sistema con altre 3 unità RU 8020) con il tono di preavviso (DIN-DON) e la priorità sulla musica di sottofondo, la quale è mantenuta nelle zone non interessate dalla chiamata. La potenza complessiva dei diffusori non deve superare quella sin-

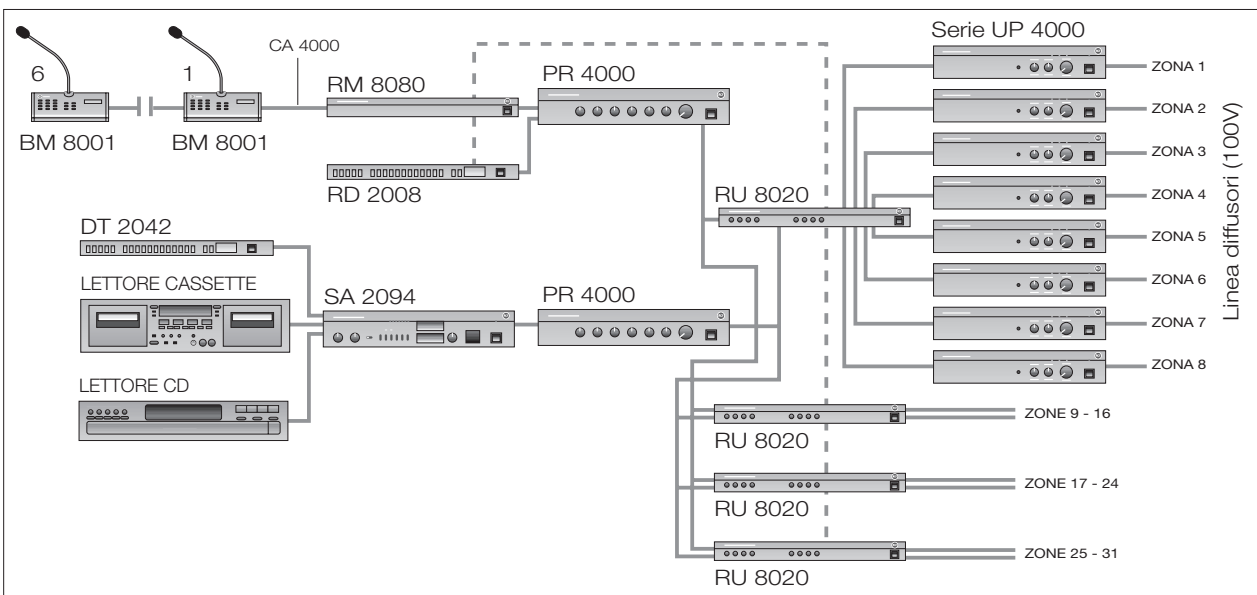
gola di un amplificatore (in questo esempio, un amp. è utilizzato per le chiamate mic. e l'altro per la musica di sottofondo). È possibile selezionare la sorgente musicale da inviare a tutto il sistema tra le 3 disponibili (lettore CD, riproduttore/reg. di cassette, sintonizzatore radio DT 2042) utilizzando il relativo selettore dell'unità di controllo SA 2095.



SISTEMA SPA 8000 Esempio nr. 2: commutazione sui segnali preamplificati (0 dB)

Da ciascuna delle 6 basi mic. BM 8001 è possibile effettuare chiamate selettive su max. 31 zone (utilizzando 31 unità di potenza e 4 unità di commutazione RU 8020) con il tono di preavviso (DIN-DON) e la priorità sulla musica di sottofondo, la quale è mantenuta nelle zone non interessate dalla chiamata. È inoltre possibile inviare fino a 3 messaggi (non contemporaneamente) preregistrati sul registratore digitale RD 2008.

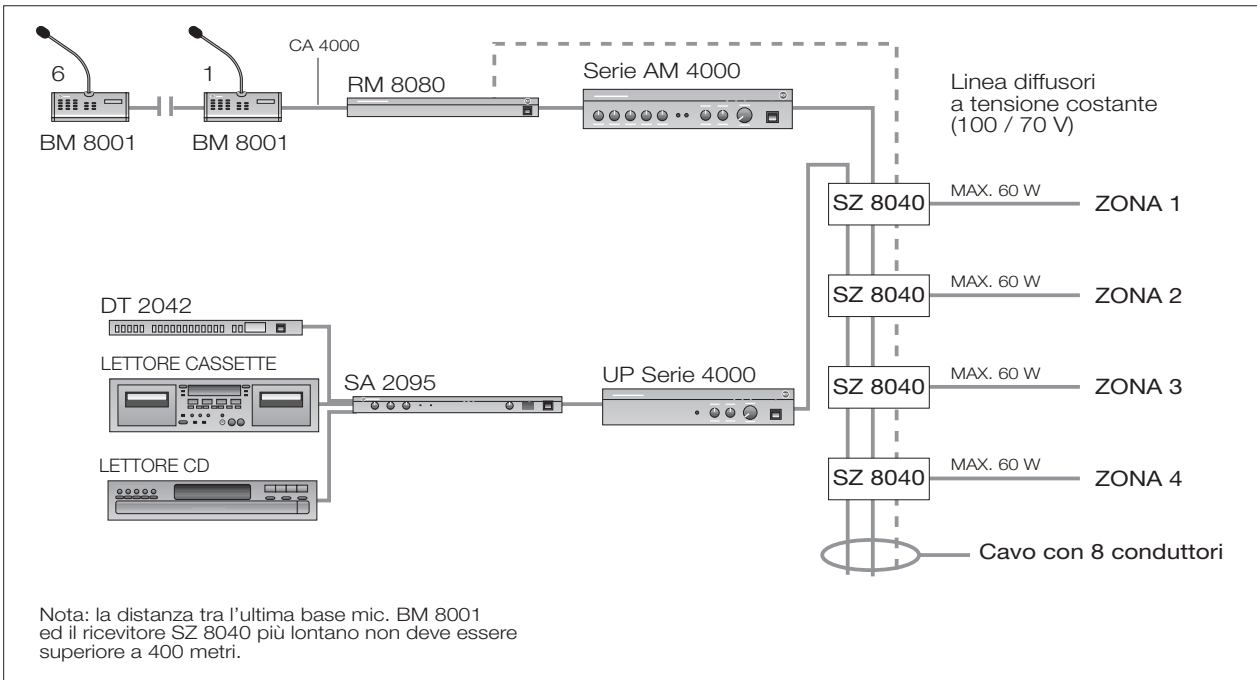
La potenza complessiva dei diffusori di una zona non deve superare quella del relativo amplificatore. Come nell'esempio precedente, si può selezionare la sorgente musicale da inviare a tutto il sistema tra le 3 disponibili (lettore CD, riproduttore/reg. di cassette, sintonizzatore radio DT 2042) utilizzando il relativo selettore dell'unità di controllo SA 2095.



SISTEMA SPA 8000 Esempio nr. 3: commutazione su linea a 100 V con schede SZ 8040

Da ciascuna delle 6 basi mic. BM 8001 è possibile effettuare chiamate selettive su max. 31 zone (nr. 31 SZ 8040) con il tono di preavviso (DIN-DON) e la priorità sulla musica di sottofondo, la quale è mantenuta nelle zone non interessate dalla chiamata. La potenza complessiva dei diffusori non deve superare quella singola di un amplificatore (in questo esempio,

un amp. è utilizzato per le chiamate mic. e l'altro per la musica di sottofondo). È possibile selezionare la sorgente musicale da inviare a tutto il sistema tra le 3 disponibili (lettore CD, riproduttore/reg. di cassette, sintonizzatore radio DT 2042) utilizzando il relativo selettore dell'unità di controllo SA 2095.

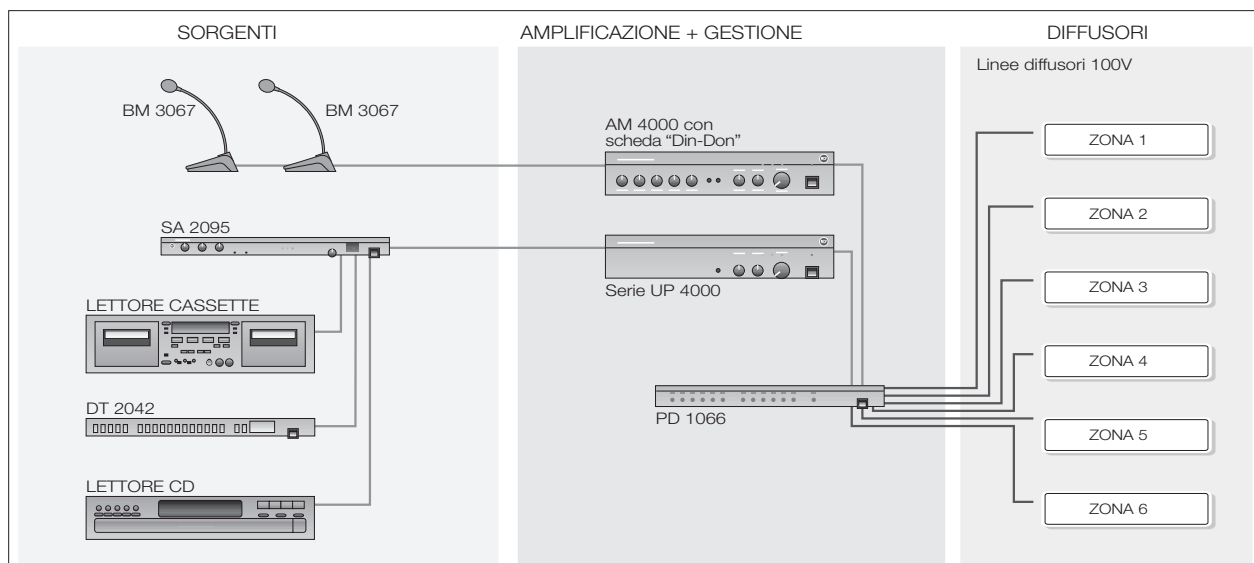


SISTEMA PA CON UNITÀ DI COMMUTAZIONE PD 1066

Esempio nr. 1: commutazione su linea a 100 V

Da ciascuna delle 2 basi mic. BM 3067 è possibile effettuare chiamate selettive su 6 zone con il tono di preavviso (DIN-DON) e la priorità sulla musica di sottofon-

do (una delle 3 sorgenti musicali disponibili), la quale viene mantenuta nelle zone non interessate dalla chiamata.

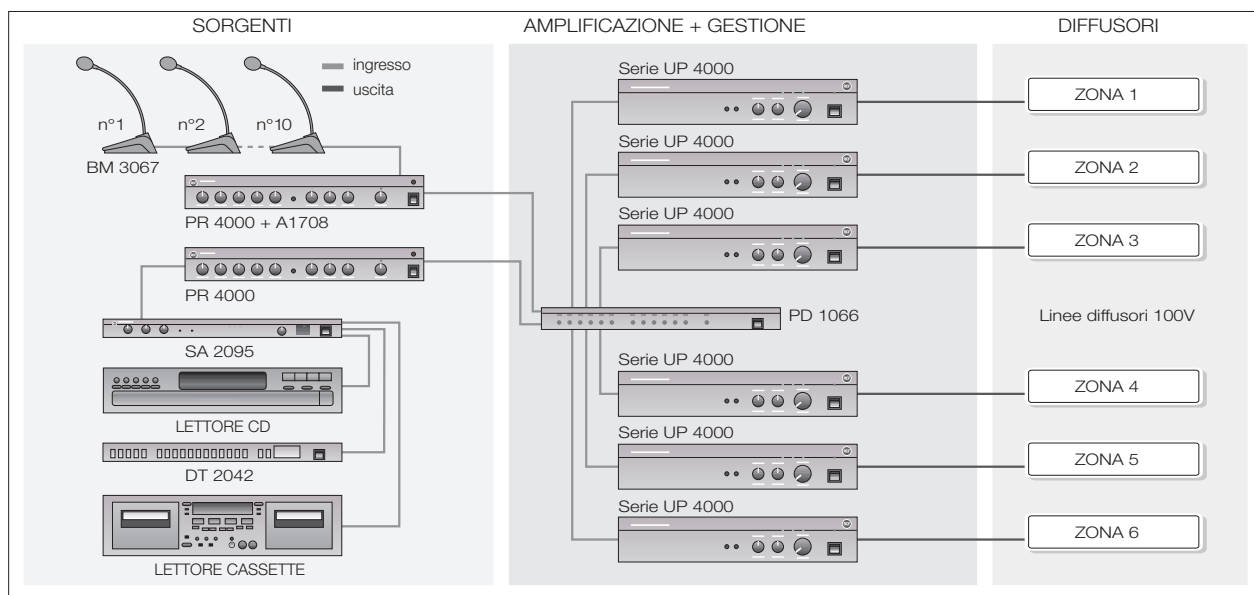


SISTEMA PA CON UNITÀ DI COMMUTAZIONE PD 1066

Esempio nr. 2: commutazione sui segnali preamplificati

Da ciascuna delle 10 basi mic. BM 3067 è possibile effettuare chiamate selettive su 6 zone con il tono di preavviso (DIN-DON) e la priorità sulla musica di sotto-

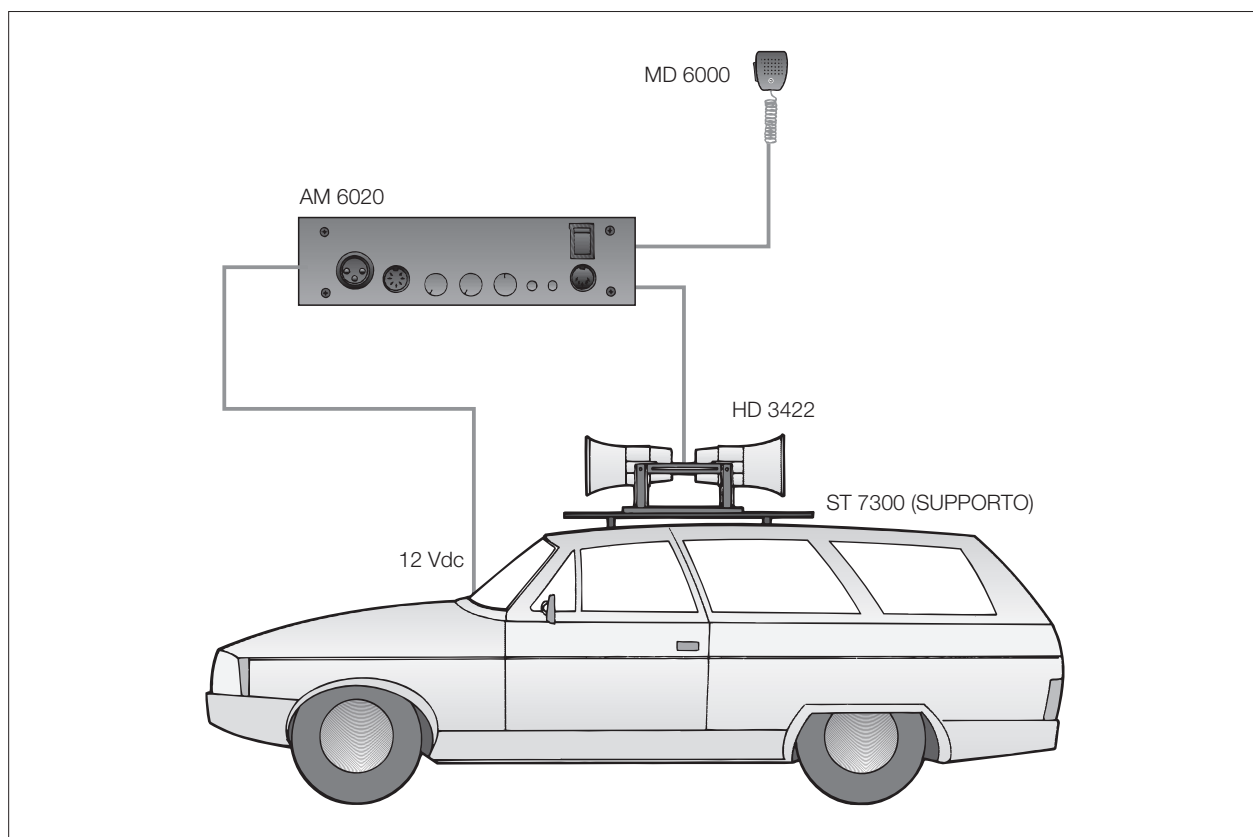
fondo (una delle 3 sorgenti musicali disponibili), la quale viene mantenuta nelle zone non interessate dalla chiamata.

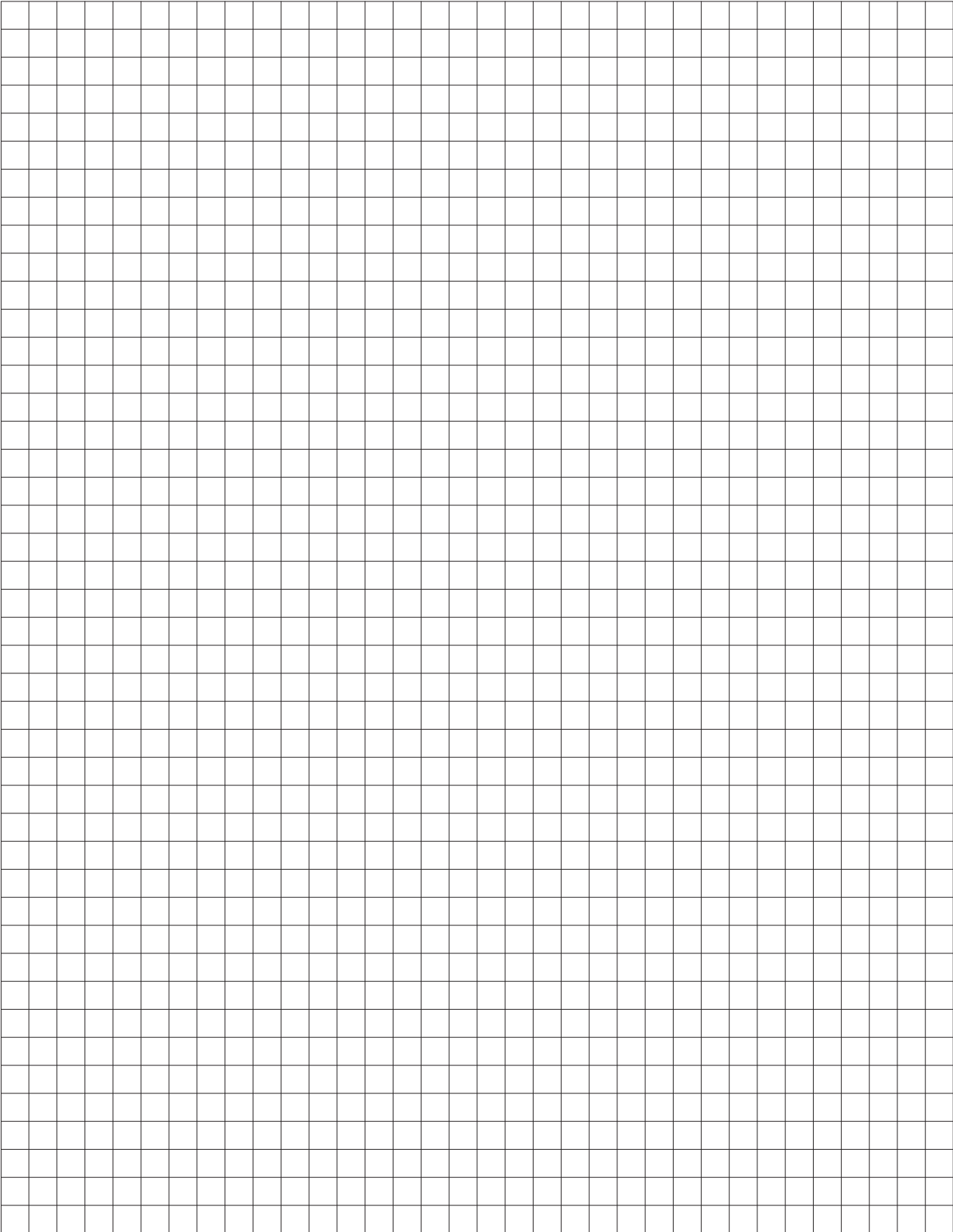


AMPLIFICAZIONE SU MEZZI MOBILI

Possibili soluzioni

Microfono	Amplificatori	Trombe
MD 6000	AM 6020	2xHD 3422 (20W/8Ω) collegate in parallelo all'uscita dell'amplificatore.





Per esigenze specifiche d'impianto il ns. Ufficio Audio Sistemi è a disposizione della Clientela per soluzioni personalizzate in base alle reali necessità di utilizzo del sistema di diffusione sonora.



RCF S.p.A.
Via G. Ferraris, 2 • 42029 S. Maurizio (Reggio Emilia) • Italy
Tel. 0522 354 111 • Fax 0522 551 875
www.rcf.it • E-mail: rcfspa@rcf.it

UN'AZIENDA DELLA MACKIE DESIGNS INC. www.mackie.com 

Organizzazione di vendita in Italia

PIEMONTE - VALLE D'AOSTA

Allegro Giorgio s.n.c.
Via Tripoli, 10 - 10136 TORINO
Tel. 011 3272123 - Fax 011 3246763
E-mail: allegrogiorgio@libero.it

LIGURIA

ELECTRONIC SERVICE s.a.s.
Via Palestro, 69/R - 16122 GENOVA
Tel. 010 884900 - Fax 010 8371343
E-mail: electronicsvc@libero.it

COMO - VARESE - SONDRIO

RTV ELETTRONIC s.a.s. di Colli, Carano & C.
Via Ceruti, 2/4 - 22100 COMO
Tel. 031 507489 - Fax 031 520980
E-mail: rtvelett@tin.it

MILANO - PAVIA

AUDIOVER s.r.l.
Via Pompeo Marchesi, 18 - 20153 MILANO
Tel. 02 48201151 - 02 48201171 - Fax 02 48202833
E-mail: audiover@tin.it

BERGAMO - BRESCIA - CREMONA

MANTOVA - PIACENZA
Galantino Domenico
Via P. Marone, 3/B - 25121 BRESCIA
Tel. 030 293045 - Fax 030 293081
E-mail: galantino@tin.it

TRE VENEZIE

M.P.S, AUDIO s.r.l.
Via Longhin, 47 - 35128 PADOVA
Tel. 049 8078117 - 049 8078118 - Fax 049 8078139
E-mail: mpsaudio@intercity.it

EMILIA ROMAGNA (Esclusa Piacenza)

A.R.P.E.R. s.r.l.
Via dei Lapidari, 8 - 40129 BOLOGNA
Tel. 051 328141 - Fax 051 326525
E-mail: arpersrl@tin.it

TOSCANA - UMBRIA

S.B. di Lorenzo Santucci & C. s.n.c.
Via Arturo Ferrarin, 37 - 50145 FIRENZE
Tel. 055 308308 - Fax 055 301424
E-mail: sbsantucci@hotmail.com

MARCHE - ABRUZZO e MOLISE

Feliziani Rappresentanze di Giulioni, Olivieri, Possanzini & C. s.n.c.
Via Ugo Tombesi, 8 - 60131 ANCONA
Tel. 071 2861747 - Fax 071 2861487
E-mail: felrap@tin.it

LAZIO

EL.CA di Casali A. & C. s.n.c.
Via Gregorio VII, 174/176/178 - 00165 ROMA
Tel. 06 39366525 (4 linee r.a.) - Fax 06 39366416
E-mail: elcaroma@tin.it

CAMPANIA - CALABRIA - POTENZA

GEMCO s.r.l.
Contrada Salice, 11 - 80021 AFRAGOLA (NA)
Tel. 081 8513430 - 081 8693939 - Fax 081 8511488
E-mail: gemcosrl@tin.it

PUGLIA e MATERA

Barnabei Rappresentanze di Faccitondo D. e Introna V. & C. s.a.s.
Via S. Matarrese, 11/5 - 70100 BARI
Tel. 080 5041938 - 080 5041989 - Fax 080 5041992
E-mail: introna@tin.it

SICILIA (ME-CT-SR-RG-EN)

Fichera Benedetto
Via XX Settembre, 73 - 95027 SAN GREGORIO (CT)
Tel. 095 7123226 - 095 7123417 - Fax 095 498902
E-mail: bfichera@tiscalinet.it

SICILIA (PA-AG-TP-CL)

C.AR.EL. di Mancuso G. & C. s.n.c.
Via Buzzanca, 7/B - 90145 PALERMO
Tel. 091 6850700 - Fax 091 6850709
E-mail: biemme_snc@tin.it

SARDEGNA

EFFEVU RAPPRESENTANZE di Francesco Vanacore
Viale Merello, 18 - 09123 CAGLIARI
Tel. 070 272169 - Fax 070 272160
E-mail: effevu@tiscalinet.it