

## Fonica: Scheda 8

(a cura di Pietro Di Mascolo)

### Microfoni

Come è noto la funzione di un microfono è quella di “catturare” i suoni per poterli amplificare, registrare o trasmettere.

Il microfono è quindi un trasduttore acustico-elettrico, ossia trasforma l'energia acustica in energia meccanica e questa in energia elettrica. Ritroviamo in questa definizione una grande analogia con quanto detto a proposito degli altoparlanti: il microfono può essere considerato l'inverso dell'altoparlante.

Le caratteristiche costruttive di un altoparlante dinamico sono molto simili a quelle di un microfono dinamico, tranne naturalmente le dimensioni delle singole parti. L'altoparlante poi può in casi particolari fare le funzioni di microfono, ad esempio nei *walkie-talkie* economici.

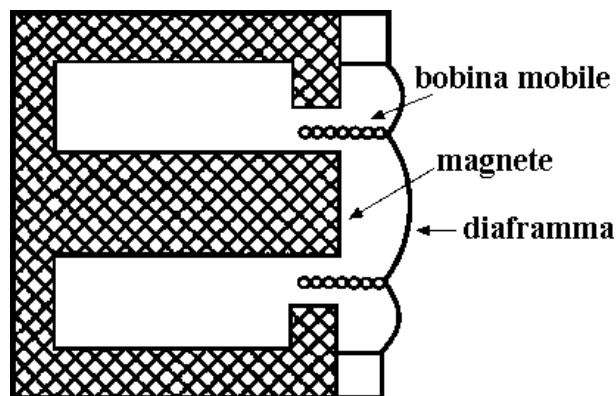
I microfoni si differenziano fra di loro per il diverso modo in cui generano da un'onda sonora un segnale audio analogico. Prevalentemente usati nello spettacolo sono i microfoni *dinamici* e quelli a *condensatore*. Vi sono poi microfoni *a carbone*, *piezoelettrici* e *a nastro* dei quali tratteremo brevemente.

### Microfoni dinamici (o a bobina mobile)

Come abbiamo detto sono strutturalmente molto simili agli altoparlanti dinamici. Sono composti da un magnete permanente, dotato di una feritoia circolare, denominata **traferro**, nella quale può muoversi una bobina mobile a cui è solidale un diaframma sensibile alle onde sonore. Il movimento della bobina generato dalla pressione acustica sviluppa in essa per induzione un segnale elettrico, il cui valore è proporzionale alle onde sonore incidenti.

Il microfono dinamico ha buone prestazioni, è sufficientemente robusto ed economico. È particolarmente adatto a captare suoni di forte intensità.

Il principale limite dei microfoni dinamici è rappresentato dalla massa relativamente notevole dell'*equipaggiamento mobile* (membrana e bobina mobile), che è causa di una certa inerzia. Per questo motivo tali microfoni non sono molto indicati per captare suoni di debole intensità e di frequenza particolarmente elevata.



schema di un microfono dinamico

## Microfoni a condensatore

In questo tipo di microfono il diaframma sensibile alle onde sonore è una sottilissima lamina metallica; questa è sospesa parallelamente e a distanza ravvicinata con una piastra rigida metallica. Questi due elementi costituiscono le *armature* di un *condensatore piano* avente l'aria come *dielettrico*.

La lamina metallica sollecitata dalle onde sonore, si flette facendo così variare la distanza fra le armature e, in proporzione, la capacità del condensatore. Per fare in modo che tale variazione di capacità determini una variazione di tensione, e quindi un segnale audio analogico, occorre *polarizzare* le armature del condensatore, ossia applicare ad esse una tensione

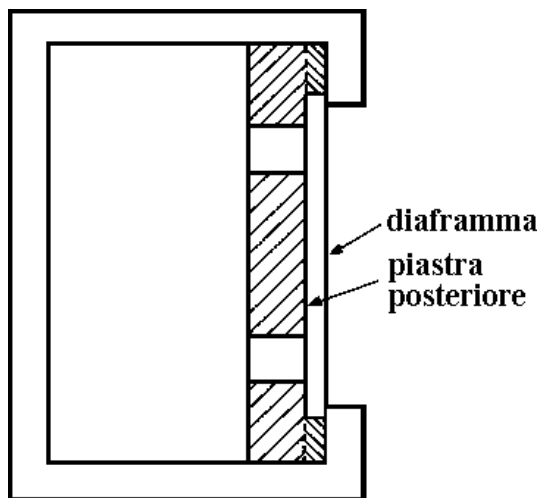
continua. Questo può essere fatto mediante una o più pile inserite nel corpo del microfono, oppure tramite una apposita *alimentazione phantom* che giunge al microfono attraverso il cavo di collegamento.

L'alimentazione phantom viene fornita ai microfoni a condensatore da appositi alimentatori, o direttamente dal mixer o dal preamplificatore. Essa deve arrivare al microfono senza naturalmente interferire minimamente col segnale analogico in uscita. Questo si realizza sfruttando i tre conduttori della linea bilanciata con cui il microfono è collegato; in particolare si applica la tensione positiva contemporaneamente ai due conduttori in fase e in controfase in modo che fra tali due conduttori non vi sia nessuna tensione continua. La tensione negativa è applicata alla schermatura del cavo. Abbiamo osservato che in presenza di alimentazione phantom non sia possibile *sbilanciare* la linea unendo lo schermo con il conduttore in controfase, perché in tale modo si porrebbe in corto circuito l'alimentazione phantom.

Il microfono a condensatore, grazie alla limitata massa del suo equipaggiamento mobile, riesce a superare i problemi tipici dei microfoni dinamici, per cui risulta particolarmente indicato per suoni di debole intensità, riprese a distanza, e per i suoni di alta frequenza e ricchi di armoniche. Questo tipo di microfono può essere messo in crisi da suoni di elevata intensità, in quanto può verificarsi che, per un eccessivo spostamento, le armature vengano in contatto. Per questo motivo sui suoni di alta intensità o di bassa frequenza si preferisce usare dei microfoni dinamici. Per usare microfoni a condensatore anche in queste situazioni occorre rivolgersi ai modelli a diaframma largo.

Un buon microfono a condensatore è generalmente molto più costoso di un microfono dinamico, tuttavia con le casi produttrici tendono ad offrire prodotti a prezzi sempre più accessibili, per cui i microfoni a condensatore si stanno diffondendo in misura sempre maggiore.

Un tipo particolare di microfono a condensatore è quello denominato **electret**, o a *polarizzazione permanente*. Mediante l'uso di particolari materiali e di particolari tecniche costruttive si riesce a realizzare un microfono molto economico e molto piccolo, che trova vaste applicazioni ove non sia richiesta un'alta qualità di ripresa (ad esempio nei telefoni cellulari).



schema di un microfono a condensatore

## Altri tipi di microfono

### Microfono a carbone

È costituito da una scatoletta cilindrica riempita con granuli di carbone, dotata di un coperchio superiore a lamina cedevole e di un fondo di metallo rigido. Il suono colpisce la lamina superiore, trasmettendo una pressione variabile, che comprime i granuli di carbone sottostanti, i quali fanno variare a loro volta la resistenza elettrica del microfono.

Il microfono quindi non è in grado di generare autonomamente un segnale audio, ma si comporta come un elemento a resistenza elettrica variabile. Per questo motivo deve essere inserito in un circuito a corrente continua.

Questo tipo di microfono viene utilizzato esclusivamente negli apparecchi telefonici domestici e nei citofoni. La qualità audio è piuttosto scarsa.

### Microfono piezoelettrico (a cristallo)

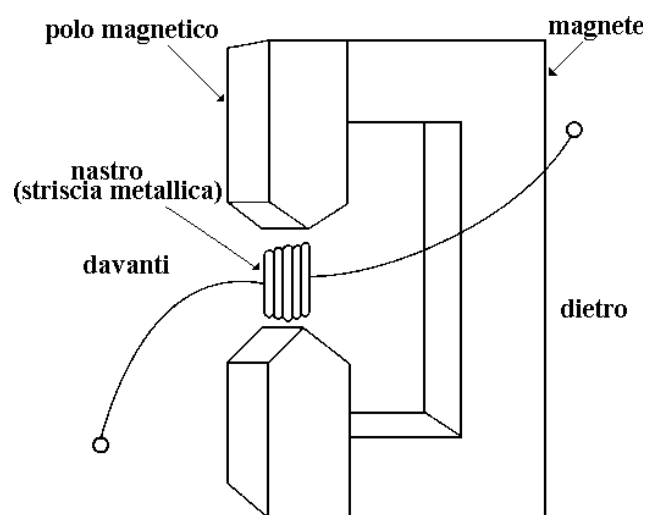
In questo microfono viene sfruttata la caratteristica di alcuni solidi cristallini di generare differenze di potenziale in presenza di azioni torsionali o di compressione. In pratica la membrana posta in vibrazione dalle onde sonore agisce meccanicamente sul cristallo, il quale genera una tensione proporzionale alla sollecitazione ricevuta.

Questo tipo di microfono produce un segnale audio di grande ampiezza, ma con una qualità molto bassa. Al giorno d'oggi non è quasi più usato.

### Microfono a nastro

In questi microfoni una sottile e leggera striscia metallica (nastro), sensibile alle onde sonore, è sospeso fra le espansioni polari di un magnete permanente. Al vibrare di questa lamina, si genera, per induzione, ai suoi estremi, una corrente elettrica di intensità proporzionale alla pressione sonora.

I microfoni a nastro hanno un'ottima qualità, ma a causa della complessità della costruzione sono molto costosi e sono inoltre estremamente fragili. È impensabile il loro uso durante uno spettacolo dal vivo, ed anche in studio occorre trattarli con estrema delicatezza.



schema di un microfono a nastro

## Uso dei diversi microfoni

Senza avere la presunzione di esaurire in queste poche righe un argomento quale la scelta del microfono, che rappresenta un fattore determinante per la riuscita del lavoro, e che spesso è una prerogativa personale del fonico, alla luce delle sue conoscenze, ma soprattutto delle sue esperienze, consideriamo semplicisticamente diverse situazioni e vediamo di attribuire il tipo di microfono che può apparire il più adatto:

- Voce, cantante rock dal vivo: *microfono dinamico o specifico<sup>1</sup> a condensatore*
- Voce, cantante rock in studio: *microfono a condensatore con diaframma largo*
- Voce, cantante lirico uomo o donna: *microfono a condensatore con ripresa a distanza<sup>2</sup>*
- Voce recitante, attore con voce impostata: *microfono dinamico o specifico a condensatore*
- Voce, conferenza, persona con voce non impostata: *microfono a condensatore*
- Batteria, cassa, rullante, tom e timpano: *microfono dinamico*
- Batteria, charleston e piatti: *microfono a condensatore*
- Batteria jazz, ripresa panoramica con un solo microfono: *microfono a condensatore*
- Percussioni, ripresa ravvicinata: *microfono dinamico*
- Percussioni, ripresa panoramica: *microfono a condensatore*
- Amplificatore di una chitarra elettrica: *microfono dinamico*
- Chitarra classica o acustica: *microfono a condensatore*
- Strumenti a corda pizzicata, arpa, clavicembalo: *microfono a condensatore*
- Pianoforte: *microfono dinamico o a condensatore oppure microfono a zona di pressione*
- Violino, viola: *microfono a condensatore*
- Violoncello: *microfono dinamico o a condensatore*
- Contrabbasso: *microfono dinamico o a condensatore con diaframma largo*
- Sassofono: *microfono dinamico*
- Tromba: *microfono dinamico o a condensatore con diaframma largo*
- Trombone, corno, basso tuba: *microfono dinamico*
- Flauto, ottavino: *microfono dinamico*
- Oboe, corno inglese, fagotto: *microfono a condensatore*
- Clarinetto<sup>3</sup>, clarinetto basso: *microfono dinamico o a condensatore*
- Coro, ripresa panoramica: *microfono a condensatore con diaframma largo*
- Orchestra, ripresa panoramica: *microfono a condensatore con diaframma largo*
- Scena teatrale, ripresa panoramica: *microfono a condensatore*

In questa scelta si è optato per microfoni a condensatore in tutte le riprese panoramiche e a distanza, ed in tutti quei casi in cui gli strumenti avessero un'emissione di intensità non elevata, o che presentassero un'emissione verso la parte acuta dello spettro o comunque un suono ricco di armoniche. Il microfono dinamico è consigliato per emissioni di forte intensità o di timbro grave.

Come abbiamo già detto l'esperienza di un bravo fonico può portare a scelte anche molto differenti da quelle sopra illustrate.

---

<sup>1</sup> Per quanto riguarda la voce rock in esibizioni dal vivo, fino a qualche tempo fa era di rigore la ripresa con microfono dinamico. Attualmente sono in commercio dei microfoni a condensatore specificatamente concepiti per questo impiego, e che forniscono prestazioni superiori ai modelli dinamici.

<sup>2</sup> Distanza di ripresa di circa 60 centimetri

<sup>3</sup> Nel jazz: microfono dinamico

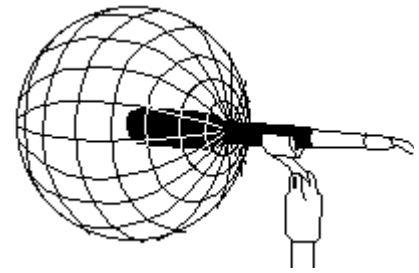
## Caratteristiche direzionali dei microfoni

I microfoni possono essere classificati a seconda della maniera in cui rispondono ai suoni provenienti da diverse direzioni. Alcuni rispondono allo stesso modo a suoni provenienti da qualunque direzione, altri hanno diversi livelli di uscita a seconda della diversa angolazione delle sorgenti attorno ad essi.

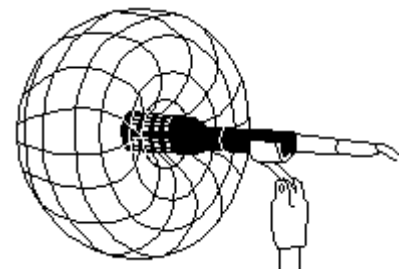
Chiameremo **omnidirezionale** il microfono che è sensibile in maniera uguale ai suoni provenienti da qualunque direzione.

Quei microfoni che presentano una sensibilità accentuata verso i suoni provenienti da una specifica direzione si dicono **direzionali**. Possiamo in particolare denominare **cardioidi** i microfoni a bassa direzionalità, **supercardioidi** quelli a media direzionalità, **ipercardioidi** quelli ad alta direzionalità.

Vi sono poi microfoni che presentano una sensibilità alta dalla parte anteriore e da quella posteriore, mentre hanno una sensibilità nulla per i suoni provenienti lateralmente. Tali microfoni prendono il nome di **bidirezionali**, o anche di **figura a 8**.

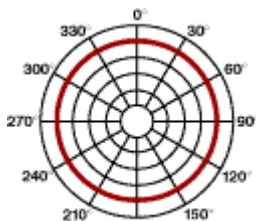


**microfono omnidirezionale**

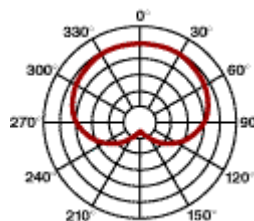


**microfono cardiode**

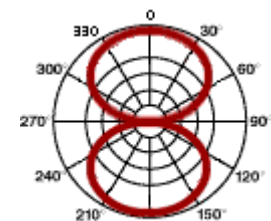
La caratteristica direzionale di un microfono è rappresentata da un diagramma polare.



**microfono omnidirezionale**



**microfono cardiode**



**microfono bidirezionale**

Come è facilmente immaginabile la caratteristica direzionale di un microfono ha una grande importanza in relazione all'uso che se ne deve fare. Nello spettacolo sono usati soprattutto i microfoni direzionali, in particolar modo quando il suono deve essere amplificato, e questo allo scopo di ridurre l'effetto Larsen.

Quanto più la sorgente del suono da captare è distante, maggiormente il microfono deve essere direzionale. Esistono dei microfoni particolari, denominati **fucili**, o **shotgun**, estremamente direzionali, studiati appositamente per la ripresa di sorgenti sonore lontane. Questi microfoni sono del tipo *a condensatore*, dovendo riprendere suoni di bassa intensità.

L'uso di microfoni omnidirezionali nello spettacolo è piuttosto limitato. Questi trovano applicazione soprattutto quando sia necessario evitare **l'effetto di prossimità**, ossia quella caratteristica, propria dei microfoni direzionali, di accentuare le basse frequenze quanto più è vicina la fonte del suono. Questo effetto può essere sfruttato creativamente dai cantanti che possono variare il timbro della propria voce avvicinandosi o allontanandosi dal microfono.

Un uso tipico di un microfono con caratteristica polare bidirezionale (figura a 8), si ha negli studi delle emittenti radiofoniche in cui ad un tavolo sopra il quale è sospeso un microfono di questo tipo siedono, uno di fronte all'altro, due speaker che si alternano nel parlare. È il caso di osservare che dal momento che in questa situazione la voce di uno speaker viene captata dalla parte anteriore della membrana del microfono, e la voce dell'altro la parte posteriore, le due voci risulteranno in *controfase*. In questa situazione tuttavia questo comporta effetti negativi.

## Microfoni a zona di pressione (P.Z.M.)

In molte situazioni il fonico è costretto a mettere i microfoni nelle vicinanze di una superficie riflettente il suono. Esempi tipici di questa situazione sono la ripresa "panoramica" di una scena che si svolge sopra un palcoscenico, oppure la ripresa di un pianoforte a coda con la coda aperta. Il piano del palcoscenico ed il coperchio del pianoforte sono superfici che riflettono il suono.

In queste condizioni al microfono giunge sia il suono diretto che quello riflesso (**figura 1**). Il suono riflesso dovrà percorrere un percorso maggiore quindi arriverà al microfono in ritardo rispetto al suono diretto. Per talune frequenze il suono diretto e quello riflesso saranno in fase, e quindi si sommeranno, per altre saranno in controfase, e quindi tenderanno ad annullarsi.

Possiamo dire che questo provoca un effetto "filtro a pettine" (**figura 2**) per cui talune frequenze saranno esaltate, alcune attenuate, altre addirittura cancellate.

Avvicinando il microfono alla superficie riflettente, la differenza nella lunghezza del percorso che i due suoni devono percorrere è minore (**figura 3**), minore sarà quindi il ritardo con cui giunge il suono riflesso. Anche in questo caso avremo un effetto "filtro a pettine", ma questo interesserà suoni a frequenza maggiore.

Quindi più si avvicina il microfono alla superficie, minore è il ritardo del suono riflesso, e più alto è il campo di frequenze interessato dal deleterio effetto "filtro a pettine".

Seguendo questo principio l'americana Crown ha studiato il suo **PZM** (Pressure Zone Microphone) in modo da utilizzare la combinazione fra suono diretto e suono riflesso per ottenere un miglioramento nella ripresa acustica.

Il microfono PZM (**figura 4**) è formato da un piano metallico che costituisce la continuazione ideale della superficie riflettente, sul quale è sospesa orizzontalmente a brevissima distanza una capsula microfonica a condensatore.

In questo modo l'effetto "filtro a pettine" interessa frequenze ultrasoniche. Nel campo

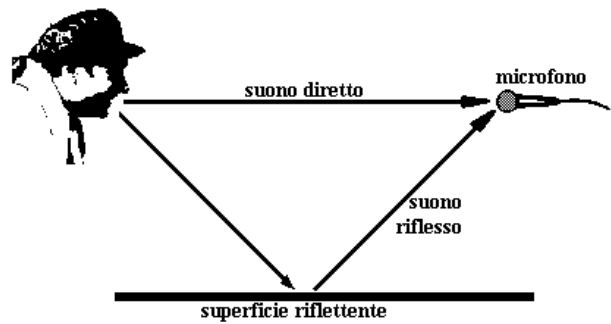


Figura 1 ripresa microfonica in prossimità di una superficie

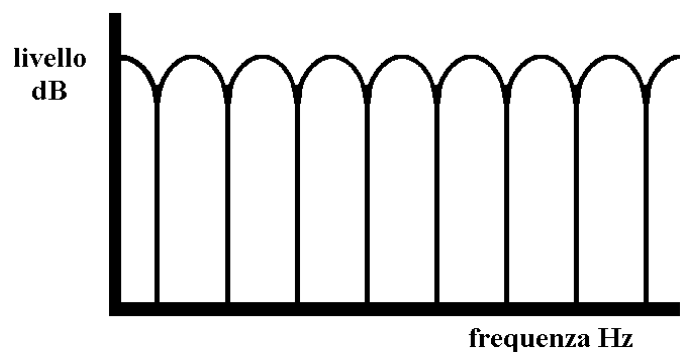


Figura 2 effetto "filtro a pettine"

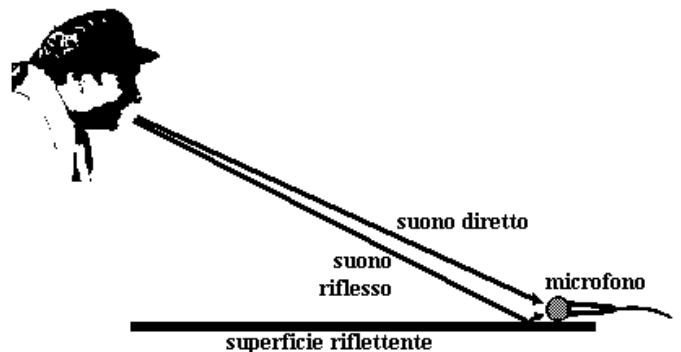


Figura 3 ripresa con microfono ravvicinato alla superficie

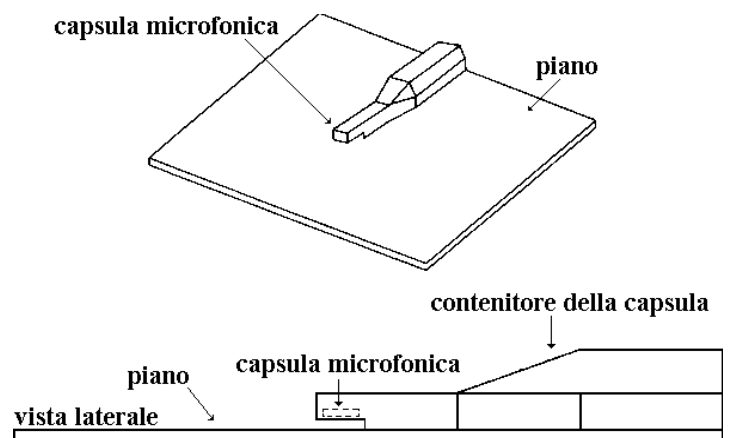


Figura 4 microfono PZM

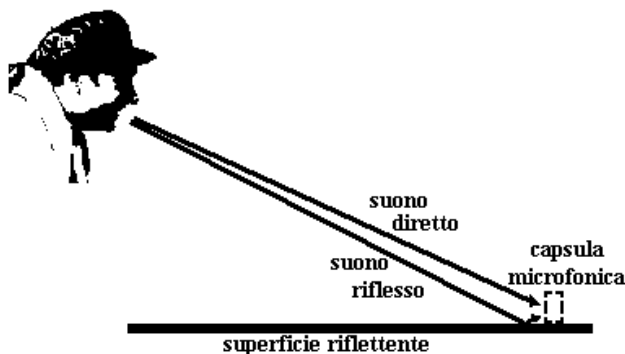
udibile il suono diretto e quello riflesso sono sempre in fase, è questo comporta un incremento della pressione sonora di 6 dB.

### Microfoni P.C.C..

Il microfono PZM che abbiamo appena visto presenta una caratteristica polare omnidirezionale, anzi per maggiore precisione, dal momento che sfrutta una superficie riflettente, ha una direzionalità di tipo emisferico. Questa caratteristica, come si è detto, non è indicata per talune applicazioni, in particolare quando il suono deve essere amplificato. Per questo motivo la Crown ha studiato il microfono **PCC** (Phase Coherent Cardioid), applicando gli stessi ragionamenti visti per i microfoni PZM, per ottenere un microfono direzionale che sfrutti in maniera positiva l'interazione del suono diretto con quello riflesso da una superficie.

Nel microfono PCC, invece di sospendere orizzontalmente una capsula microfonica a brevissima distanza dal piano, si utilizza una capsula microfonica cardioide a condensatore di dimensioni minime (meno di 1 cm.), fissato verticalmente a contatto con il piano.

Il microfono PCC può essere quindi considerato un PZM con caratteristiche direzionali cardioidi.



### Uso (e abuso) dei microfoni PZM e PCC

Come abbiamo specificato più volte il principio di funzionamento dei microfoni PZM e PCC è legato alla presenza di una superficie riflettente. Il piano dei microfoni è in effetti una continuazione della superficie; questi microfoni **devono** essere usati a stretto contatto con essa.

Il PZM, con la sua caratteristica emisferica si presta soprattutto per la registrazione. In realtà tale caratteristica può essere variata montando il microfono su pannelli opportunamente disposti, esiste un'ampia letteratura in proposito, tale sistema tuttavia comporta degli ingombri fisici e visivi che sono difficilmente proponibili in uno spettacolo dal vivo. Come fare ad esempio a sospendere due pannelli di 60 X 60 centimetri a 40 centimetri dalla testa dei componenti di un coro, come consigliato dalla guida!

L'applicazione più interessante del microfono PZM dal vivo, è, secondo me, la ripresa del pianoforte a coda, incollando (con delicatezza) un PZM al centro del coperchio aperto della coda. In questo caso il suono proveniente dall'intero piano armonico, diretto e riflesso dal coperchio, può essere captato con grande qualità.



microfono PZM



microfono PCC

Il PCC (detto anche "talpa" o "tartaruga") può essere usato sugli altari, o sui podi degli oratori; la direzionalità meno accentuata rispetto a un microfono "mezzo fucile" può creare qualche problema di Larsen, ma il suono è ottimo e il microfono è praticamente invisibile.

L'applicazione più diffusa di questo microfono riguarda la ripresa panoramica di eventi teatrali. La guida suggerisce di piazzare fino a 3 PCC (a seconda della larghezza del palco) a circa 30 centimetri dal bordo del palcoscenico, distanziati fra di

loro di 4 – 6 metri. La guida raccomanda anche di aprire solo un microfono per volta, quello naturalmente più vicino a chi recita.

Questa applicazione è di solito caldeggiata dai registi soprattutto per motivi estetici, e dai produttori per motivi economici. Per i tecnici non è certo semplice ottenere dei risultati accettabili con questi microfoni, ed in generale con la ripresa panoramica. La tecnologia attuale fornisce con i radiomicrofoni il mezzo per avere ottimi risultati, tuttavia per motivi estetici o economici può essere difficile farli accettare.

I PCC usati su di un palcoscenico hanno il difetto di essere molto sensibili al rumore dei passi, che si trasmettono attraverso il legno del palco. Alcuni poco competenti vorrebbero risolvere questo problema interponendo della spugna fra il microfono e il palco. In questo modo naturalmente si annullano tutti i vantaggi di questa tecnologia!

## Radiomicrofoni

Quando, alla metà degli anni '80 apparvero i primi radiomicrofoni, non erano certo gli strumenti affidabili che abbiamo adesso, tuttavia era chiaro che si apriva una nuova era nella tecnica della sonorizzazione. La tecnologia “wireless” ha consentito negli spettacoli musicali di eliminare quel “cordone ombelicale” che inesorabilmente seguiva i cantanti, limitandoli nei loro movimenti, e di avere nel complesso palchi più ordinati. Negli spettacoli teatrali questa tecnologia, unita ad un'exasperata miniaturizzazione delle capsule microfoniche, consente una ripresa acustica direttamente a contatto degli attori, in maniera quasi invisibile!

Tecnicamente un **sistema radiomicrofonico** consta in una capsula microfonica connessa ad un trasmettitore radio miniaturizzato ed alimentato con una pila, e in un ricevitore radio *sintonizzato* sulla stessa frequenza. Il ricevitore è dotato di uscite audio che possono essere di tipo bilanciato, solitamente a livello microfonico, o sbilanciate a livello linea.

## Tipi di radiomicrofoni

Attualmente sono disponibili radiomicrofoni di due tipi: a mano, detti anche a gelato o hand held, e bodypack o da tasca; si differenziano per la parte trasmittente, mentre il ricevitore resta uguale per entrambe i tipi.

- ❖ Il **radiomicrofono a mano** ha l'aspetto di un classico microfono da canto, privo naturalmente del connettore per il cavo di collegamento, con dimensioni maggiori. Può esservi una antenna rigida o a filo, oppure questa può essere integrata nella lunghezza del corpo del microfono. Nel corpo di un radiomicrofono a mano è integrata sia la capsula microfonica che il dispositivo trasmittente.
- ❖ Il **radiomicrofono bodypack** si presenta come una scatola metallica o in plastica delle dimensioni di un pacchetto di sigarette contenente il trasmettitore, a cui viene connessa una capsula microfonica di vario tipo. Le tipologie di capsule microfoniche attualmente usate sono principalmente quattro:
  - **lavalier**, detta anche “a collarino” o “a clip”, con caratteristiche polari cardioidi
  - **lavalier miniaturizzato**, detta anche “a pulce”, o “a mosca”, con caratteristiche polari omnidirezionali
  - **headset**, detta anche “a cuffietta” o “ad archetto” con capsula integrata in una montatura di plastica o di metallo flessibile che, poggiandosi sulle orecchie, situa il microfono in prossimità della bocca



- **headset leggero**, come l'headset ma con montatura estremamente leggera e generalmente di colore beige. Può anche essere di tipo sospeso sotto le orecchie.

### Uso dei radiomicrofoni

Il **radiomicrofono a mano** è usato soprattutto in due casi:

- per cantare; avendo caratteristiche acustiche sostanzialmente uguali a quelle di un microfono a filo, da modo al cantante di sfruttare creativamente l'effetto di prossimità del microfono.
- Per presentare, qualora non sia possibile dotare i presentatori di radiomicrofoni lavalier. In questo modo è possibile far parlare diverse persone con un solo microfono facendolo passare. È quello che avviene nei "talk show", o comunque in quelle occasioni in cui è necessario far intervenire persone dal pubblico, ad esempio in una conferenza stampa.

Il radiomicrofono a mano dà ottime prestazioni e, grazie alla sua direzionalità ed al fatto che viene usato abbastanza vicino alla bocca, è abbastanza insensibile all'effetto Larsen, tuttavia ha l'inconveniente di tenere occupata permanentemente una mano. Per ovviare a questo problema possiamo impiegare i radiomicrofoni bodypack, in cui il trasmettitore può essere tenuto in una tasca, o appeso alla cinta, ed il microfono è attaccato ai vestiti o al viso di chi parla.

In particolare una **capsula microfonica lavalier** è dotata di una clip per essere fissata al vestito, alla giacca o alla cravatta di chi parla, ad una distanza di 15 – 20 centimetri dal mento. Qualora il vestito non consentisse il fissaggio della clip, esistono accessori quali calamite, che permettono di assicurare il microfono anche agli indumenti più sottili.

Questo tipo di microfono è quello che vediamo abitualmente in tutti i programmi televisivi; si dimostra particolarmente adatto per il parlato, tuttavia può essere usato con successo per il canto in quei casi in cui la voce debba avere una resa "acustica" e naturale, senza richiedere alti volumi. La ripresa è ottima quando si tratta di trasmettere o di registrare, i problemi sorgono quando si deve amplificare il suono. Il microfono è lontano dalla bocca, quindi deve essere maggiore il guadagno dell'amplificazione; in queste condizioni insorgono rientri ed effetto Larsen. Si possono raggiungere risultati accettabili solo disponendo i diffusori con molta attenzione.

La strada da percorrere per contenere l'effetto Larsen nelle amplificazioni con radiomicrofoni lavalier è quella di avvicinare il microfono alla sorgente del suono, ossia alla bocca. Qualche anno fa alcuni fonici hanno provato a fissare con dei cerotti, dei **microfoni lavalier miniaturizzati**, direttamente sul viso degli attori. Una capsula miniaturizzata può avere le dimensioni di un chicco di riso, e può quindi essere dissimulata alla vista. I risultati sono stati positivi, ed oggi forse il miglior modo di microfonare un attore è fermare un microfono "a pulce" sulla sua fronte, o sulla guancia, anche con l'aiuto di un piccolo braccetto di plastica appoggiato all'orecchio.

Per avere i migliori risultati estetici è meglio ove possibile avvalersi dell'aiuto di un truccatore, che potrà nascondere al meglio la capsula e il suo filo. È inoltre conveniente non mettere direttamente la capsula a contatto con la pelle, ma tenerla separata con un sottile strato di cotone, in questo modo si evita che il sudore dell'attore possa bagnare il microfono danneggiandolo.

Resta da parlare del **microfono headset**. In principio fu studiato per poter cantare con le mani libere, magari ballando. La capsula sospesa lateralmente vicino alla bocca (e non davanti, pena la riproduzione di disturbi dovuti al fiato), consente un'amplificazione con alto livello di uscita, quasi come il microfono a mano, con limitata sensibilità all'effetto Larsen. Certo il dispositivo è tutt'altro che invisibile, anzi fa apparire la persona molto "tecnologica", tuttavia il microfono headset è attualmente molto usato dai cantanti dei musical, dai cabarettisti nei locali in cui l'impianto audio è approssimativo, dagli istruttori di ginnastica aerobica, ed in generale da chi canta ballando.

## Tecnologia a radiofrequenza

Dopo aver visto le caratteristiche e le funzioni dei radiomicrofoni, vediamo di capirne il funzionamento.