

Pasquale Citera

Dipartimento di Musica Elettronica
Conservatorio di Santa Cecilia
Roma (IT)
pasqualecitera81[at]gmail[dot]com

Lezione III

La Catena Elettroacustica

Nella terza lezione sono state mostrate le componenti base della Catena Elettroacustica, spiegando tipologie di microfoni, configurazioni di registrazione e concetti d'amplificazione.

PREMESSA

Nella prima parte di questa dispensa verranno affrontati gli argomenti usando testi scelti dalle dispense del prof. Piero Schiavoni.

IL SEGNALE ANALOGICO E LA TRASDUZIONE

Per *Segnale Analogico* si intende un segnale che è una rappresentazione o trasformazione di una grandezza fisica tramite una sua analoga. Nello specifico la trasformazione dell'onda acustica in segnale elettrico. Questo processo prende il nome di *trasduzione*.

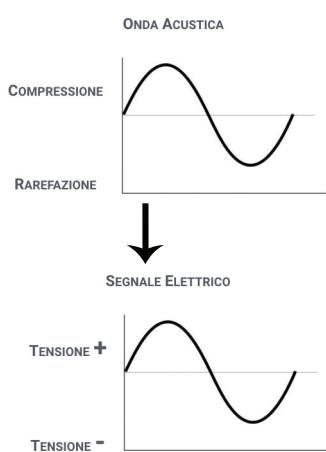


fig.1. Trasduzione

Se osserviamo la fig. 1, vediamo come le onde sonore acustiche vengano trasformate dal microfono in onde elettriche. Ad una compressione dell'onda sonora corrispon-

de un valore positivo di tensione, e ad una rarefazione un valore negativo.

1. LA CATENA ELETTROACUSTICA

S'intende per Catena Elettroacustica l'insieme degli strumenti che concorrono alla ricezione, trasmissione, elaborazione e diffusione del segnale acustico convertito in segnale elettrico. Analizziamo ora ognuno di questi stadi.

1.1 RICEZIONE (MICROFONI)

I microfoni, che siano utilizzati per la registrazione o per l'amplificazione, si suddividono in diverse famiglie a seconda delle seguenti tipologie:

- Architettura
- Curve polari

Riguardo l'architettura e i principî di funzionamento affrontiamo le tre tipologie più comuni.

1.1.1 Microfoni dinamici

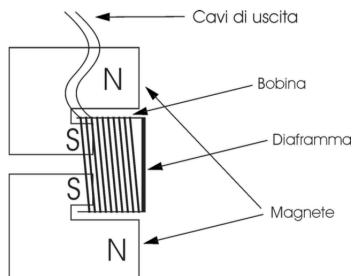


fig.2 Architettura di un microfono dinamico

A tale famiglia appartengono microfoni, la cui architettura è schematizzata in fig. 2, il cui principio di funzionamento è basato su un diaframma circolare messo in vibrazione dalle onde sonore trasmesse nell'aria e solidale con un avvolgimento di filo di rame libero di muoversi all'interno di un campo magnetico costituito da un magnete permanente. Le onde sonore, costituite da compressioni e rarefazioni dell'aria secondo una determinata frequenza (corrispondente all'altezza del suono), vengono perciò trasformate, attraverso tale trasduttore, in corrente elettrica, presente sui cavi di uscita alle estremità dell'avvolgimento di rame, con variazioni di ampiezza e frequenza corrispondenti a quelle delle onde acustiche. Questo principio di trasduzione, come vedremo in seguito, non è altro che il procedimento inverso a quello della maggior parte degli altoparlanti: in quel caso, una corrente elettrica proveniente dall'amplificatore si presenta ai poli estremi di una bobina mobile, anch'essa libera di muoversi all'interno di un campo magnetico, e genera una corrispondente vibrazione sul cono dell'altoparlante solidale alla bobina. Le caratteristiche salienti di questo tipo di microfono sono l'estrema robustezza ed affidabilità, dovuta al semplice principio di funzionamento, ma anche un segnale di uscita molto

basso.

1.1.2 Microfoni a nastro

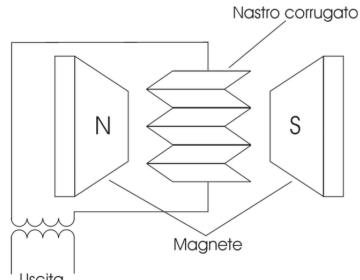


fig.3 Architettura di un microfono a nastro

In questo tipo di microfono, rappresentato in fig. 3, il principio di funzionamento è lo stesso del microfono dinamico, con la differenza che la parte vibrante, invece di essere costituita da un diaframma solido ad una bobina mobile, è costituito da un sottilissimo foglio di alluminio corrugato, anch'esso libero di vibrare tra i poli di un magnete permanente, e alle estremità del quale si produce una tensione elettrica corrispondente alle onde sonore in entrata. In altre parole, in questo tipo di microfono le funzioni di vibrazione e di trasduzione sono svolte dallo stesso elemento fisico. Le caratteristiche timbriche del microfono a nastro sono: a) assenza di coloratura dovuta alla frequenza di risonanza situata molto più in basso rispetto ai microfoni dinamici (40 Hz); b) risposta estesa sulle alte frequenze a causa della ridotta massa del diaframma vibrante.

1.1.3 Microfoni a condensatore

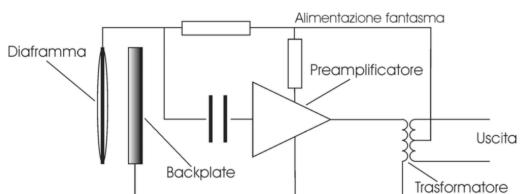


fig.4 Architettura di un microfono a condensatore

Nel microfono a condensatore, schematizzato in fig. 4, il diaframma che entra in vibrazione all'arrivo delle onde sonore non è solidale con una bobina, ma è costituito da una lamina metallica distanziata da una seconda lamina fissa (backplate). Le due lame hanno tra loro una differenza di potenziale in quanto viene applicata una tensione di polarizzazione in corrente continua ad una delle due. Secondo il principio di funzionamento del condensatore, la vibrazione fa quindi variare periodicamente la distanza tra le due lame, generando una corrispondente variazione periodica del campo elettrico e la conseguente generazione di un'onda in uscita. Ne deriva che questo tipo di microfono, a differenza del microfono dinamico, necessita di una alimentazione, che può essere fornita o tramite batterie situate nel corpo del microfono, o tramite il mixer o un alimentatore esterno, secondo un sistema noto come alimentazione fantasma (phantom powering), che consiste nel far viaggiare sul cavo microfonico una determinata quantità di corrente continua (48Volt). Tale alimentazione consente inoltre di installare, sempre all'interno del corpo microfono, un circuito di preamplificazione, indispensabile, dato il bassissimo voltaggio generato dalle lame, a fornire un segnale d'uscita di livello adeguato. In virtù di queste caratteristiche, il microfono a condensatore, rispetto al microfono dinamico, offre un segnale d'uscita maggiore ed una migliore curva di risposta in frequenza, contro una robustezza inferiore ed un costo superiore.

1.1.4 Curve polari

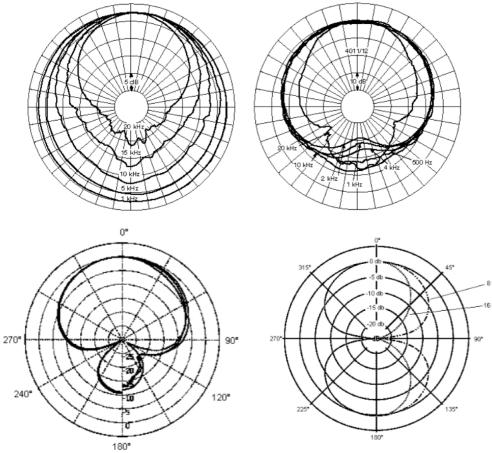


fig.5 Curve polari

(Omnidirezionale, Cardioid, Supercardioid, Figura 8)

Il diagramma polare (o curva polare) è invece un grafico a disegno circolare dove i parametri sono dati dall'ampiezza e dall'angolo d'incidenza, mentre le frequenze sono rappresentate da famiglie di curve. In pratica mostrano l'efficienza della ripresa del microfono a diverse frequenze ed a diverse posizioni dell'angolo di incidenza del suono rispetto al microfono stesso. La posizione frontale al microfono è in corrispondenza degli 0°, in alto ad ogni curva polare. In presenza di un'unica curva, si intende che questa è riferita ad una frequenza di 1 KHz.

1.1.5 Le Coppie Stereofoniche

Essendo di fondamentale importanza un'analisi delle varie configurazioni di coppie stereofoniche, perché, soprattutto nel campo della registrazione, esse possono, e molto spesso devono, essere considerate come il punto di partenza per l'installazione di un set-up di registrazione. Le ragioni di questo stanno innanzitutto nella fisiologia dell'ascolto umano: le nostre due orecchie, oltre a riferire al cervello del mondo acu-

stico circostante, sono in grado di fornire le informazioni necessarie alla ricostruzione tridimensionale di tale mondo. Naturalmente, per quanto possano essere tecnologicamente avanzati, i microfoni non potranno neanche lontanamente eguagliare la perfezione dell'udito umano, che si avvale di qualche millennio di "affinamento" evolutivo, nondimeno un corretto uso delle varie tecniche di ripresa stereofonica è il mezzo per portarci quanto più vicino possibile al lavoro compiuto internamente dal nostro apparato uditivo.

PARAMETRI DI VALUTAZIONE DELLA RIPRESA STEREOFONICA

Una ripresa stereofonica può essere valutata sotto diversi aspetti, ognuno dei quali costituisce un parametro d'ascolto. Esaminiamo più in dettaglio questi parametri:

1. *Localizzazione.* È la capacità della ripresa di riprodurre una posizione degli strumenti nello spazio orizzontale (da sinistra a destra) che si avvicini il più possibile a quella originaria.
2. *Definizione timbrica.* È dovuta in gran parte alla capacità di riprodurre la gamma di frequenze originaria senza coloriture e senza perdite.
3. *Profondità.* La possibilità di distinguere, all'interno del gruppo orchestrale, differenti piani sonori, come è nella realtà, per cui gli archi devono risultare in un piano più ravvicinato rispetto ai legni, collocati immediatamente alle spalle dei primi, e questi devono essere a loro volta collocati davanti agli ottoni e alle percussioni.
4. *Spaziosità.* Consiste nella capacità di riproduzione dell'ambiente in cui si

effettua la ripresa, quindi una registrazione che voglia tener conto di questo parametro conterrà una certa dose del riverbero ambientale presente nella sala. Naturalmente, la misura del riverbero ambientale dovrà essere dosata, oltre che dall'esperienza e dal gusto, dall'attenzione che deve essere posta nella salvaguardia della definizione timbrica dello strumento.

Entrando nel dettaglio sulle tipologie di configurazione, possiamo dividere le copie in tre categorie: coppie coincidenti, quasi-coincidenti, spaziate.

1. *Coppie Coincidenti.* Comunemente note come XY, consistono in due microfoni i cui diaframmi di ripresa sono posizionati in modo da essere esattamente sovrapposti sull'asse verticale.



fig.6 Coppia stereofonica coincidente

2. *Coppie Quasi-Coincidenti.* Consistono in due microfoni distanziati di poco rispetto alle precedenti, usualmente di circa 17cm (configurazione ORTF). Offrono una maggiore ampiezza di immagine stereofonica ed una re-

sa più ricca della riverberazione ambientale.



fig.7 Coppia stereofonica quasi-coincidente

3. *Coppe Spaziate.* Sono generalmente costituite da microfoni omnidirezionali posizionati in parallelo tra di loro, rivolti verso la fonte sonora, e spaziati di una certa distanza. Essendo entrambi i microfoni orientati nella stessa direzione senza angolatura, la stereofonia è data dalla diversità di tempo con cui il suono raggiunge i due microfoni. E' un tipo di ripresa molto adatto in ambienti dove il riverbero ambientale è molto equilibrato, come ad esempio un auditorium, in quanto la capsula omnidirezionale riesce a restituire con ricchezza di dettaglio anche gran parte del suono fuori asse.



fig.8 Coppia stereofonica spaziata

Citiamo in ultimo una particolare configurazione stereofonica di ripresa; la cosiddetta "Testa artificiale" (*Dummy Head*), che consiste in una coppia di microfoni, generalmente omnidirezionali, installati all'interno di una struttura riproducente la conformazione di una testa umana, e posizionati in corrispondenza delle orecchie. Tale configurazione, tendente a simulare nel modo più accurato possibile la percezione umana, produce un tipo di registrazioni note come *registrazioni binaurali*.



fig.9 Dummy Head

Di seguito un argomento non trattato a lezione che serve solo per dare spunti sui principi base di funzionamento di un mixer.

1.3 ELABORAZIONE (MIXER)

La consolle di missaggio (mixer) è l'elemento centrale nel processo dei suoni, sia per quel che riguarda la registrazione, sia per la diffusione, ed anche in quei casi in cui l'apparecchio non sia fisicamente presente, ma esista in forma virtuale, come nelle *workstation* dedicate o negli editor inseriti come software su computer, la sua architettura logica rimane nella sostanza la medesima. Il concetto base è quello di un dispositivo adatto a gestire, miscelandoli tra loro, segnali audio di diversa prove-

nienza, assegnandoli a determinate uscite e modificandoli in una serie di parametri. Si potrebbe anche vederlo come un "controllo remoto unico" di un sistema complesso costituito da un insieme di dispositivi (microfoni, preamplificatori, equalizzatori, amplificatori, ecc.). Volendo catalogare le differenti funzioni svolte da un mixer, possiamo affermare che esso:

- 1) pre-amplifica il segnale in ingresso
- 2) elabora la risposta in frequenza
- 3) invia il segnale ad altri circuiti di elaborazione esterni
- 4) somma i diversi ingressi
- 5) ri-distribuisce i segnali su diverse uscite
- 6) permette un controllo sui volumi



1.4 DIFFUSIONE (AMPLIFICAZIONE)

Riguardo lo stadio finale della Catena Elettroacustica possiamo a grandi linee considerare quattro metodologie:

1. **Amplificazione per necessità.** Lo scopo è di rendere udibile del ma-

teriale sonoro in situazioni in cui ciò è reso impossibile da condizioni ambientali (manifestazioni all'aperto, teatri o sale d'ascolto di grandi dimensioni, ecc.). In questo caso il compito dell'amplificazione è quello di catturare tutte le componenti del materiale sonoro, strumento per strumento, e di renderle intelligenziali e godibili, nelle loro dinamiche e nei loro dettagli timbrici, a tutto l'uditore, ricreando in toto anche l'ambientazione spaziale, i passaggi dinamici, ecc. La caratteristica di questo tipo di amplificazione è che essa è una necessità e non una scelta artistica, e come tale l'amplificazione deve essere avvertibile nella misura in cui svolge il suo compito, lasciando il più possibile inalterate le caratteristiche sonore degli strumenti, esclusa naturalmente la loro pressione acustica.

2. Amplificazione come rinforzo.

Questo tipo di amplificazione si applica in situazioni in cui il suono che raggiunge gli ascoltatori è composto in parte dal suono acustico diretto proveniente dagli strumenti, ed in parte dal suono proveniente dall'impianto di amplificazione. Tale utilizzo, estremamente complesso e raffinato, si cerca nelle situazioni in cui il suono naturale risulterebbe udibile, ma povero di coinvolgimento emotivo, oppure sbilanciato in alcune sue componenti (ad es. un solista di voce o strumento con limitate capacità dinamiche). A differenza del primo caso, il trattamento può riguardare anche solo una parte dell'organico, e più esattamente quella parte che necessita maggiormente di essere rin-

forzata. La caratteristica di questo tipo di amplificazione è che la meccanica del processo deve essere il più possibile non avvertibile e deve combinare una sensazione di naturalezza con un arricchimento di presenza del suono: il risultato ideale lo si ottiene quando il pubblico sente l'equilibrio degli strumenti senza poter individuare quali siano amplificati.

3. Amplificazione per esigenze di linguaggio. I casi più evidenti sono le amplificazioni di musica leggera e jazz, dove si combinano strumenti acustici e strumenti elettrici. Sono i casi cioè dove il suono prodotto dagli strumenti e dalle voci viene amplificato sia per aggiungere una componente dinamica e di coloritura funzionale al linguaggio prescelto, sia per poter bilanciare fonti sonore con dinamiche di partenza molto distanti fra loro (si pensi ad una voce o ad chitarra acustica che suonino insieme ad una batteria). La caratteristica di questo tipo di amplificazione è la piena avvertibilità del processo, in quanto componente fondamentale del risultato finale.

4. Amplificazione come componente artistica. Questo è il caso più specifico dell'utilizzo dell'amplificazione nell'ambito della musica elettronica: in esso l'utilizzo dell'impianto audio può anche essere slegato dalla funzione di amplificazione, e diventa esso stesso parte del processo creativo musicale, unitamente ad una vera e propria progettazione dello spazio d'ascolto. Ne sono esempi l'uso delle spazializzazioni, dove un sistema di ascolto multicanale (ad es. in qua-

drifonia) viene utilizzato per l'esecuzione di nastri magnetici, con o senza l'apporto di strumenti o voci, oppure l'elaborazione dal vivo, mediante la più varia quantità di dispositivi, di uno o più strumenti (e/o voci), o infine la combinazione di entrambe le procedure. Naturalmente, in modo ancor più marcato rispetto al caso precedente, anche qui la caratteristica di questo tipo di amplificazione è la piena avvertibilità del processo, in quanto il sistema di amplificazione assume un ruolo equivalente a quello di uno strumento musicale.

1.4.1 Gli altoparlanti

Un altoparlante è un trasduttore in grado di convertire un segnale elettrico in un segnale acustico, compiendo così il procedimento inverso rispetto a quanto effettuato dal microfono, e non solo dal punto di vista concettuale, ma anche sfruttando gli stessi principi elettromagnetici.

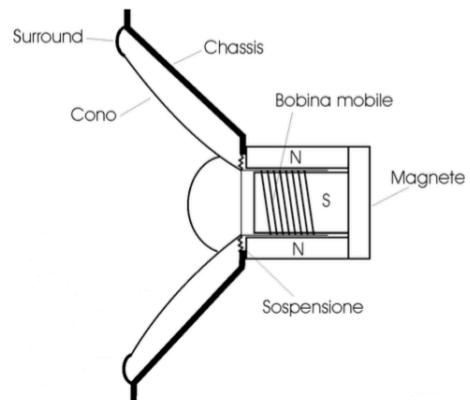


fig.10 Architettura di un cono altoparlante.

Nella figura precedente vediamo schematizzato un tipico altoparlante nelle sue componenti principali. Al centro di un robusto telaio (*chassis*) è situato un magnete in grado di ospitare al suo interno una bobina avvolta attorno ad un cilindro di ma-

teriale sintetico, libero di oscillare rispetto al magnete, e solidale ad un diaframma a forma di cupola dello stesso materiale. A tale diaframma è unito un cono di cartone od altro materiale, collegato allo chassis tramite un anello, generalmente in gomma, detto *surround*, mentre il diaframma sarà fisicamente collegato allo chassis tramite una sospensione di materiale corrugato. Il principio di funzionamento di questo dispositivo, come abbiamo anticipato, è esattamente l'inverso di quello del microfono dinamico: il segnale elettrico, tramite la bobina oscillante all'interno del campo magnetico, mette in vibrazione il complesso costituito dalla cupola e dal cono, provocando così delle compressioni e rarefazioni dell'aria secondo la frequenza e le componenti armoniche del segnale elettrico stesso. Tale segnale acustico così generato si propagherà nello spazio in maniera tendenzialmente emisferica, con direzionalità più marcata per le alte frequenze e meno per quelle gravi.

Bibliografia

- PIERO SCHIAVONI, Dispense del Corso di Tecniche di Registrazione e Diffusione del Conservatorio di Santa Cecilia, 2006-2009
- MAX V. MATHEWS, estratti da *The Technology of Computer Music*, Max V. Mathews, Joan E. Miller, F. R. Moore, John R. Pierce, J. C. Risset. M.I.T. Press, 1977
- HENRI POUSSEUR, *La Musica Elettronica*, Feltrinelli, Milano 1976

