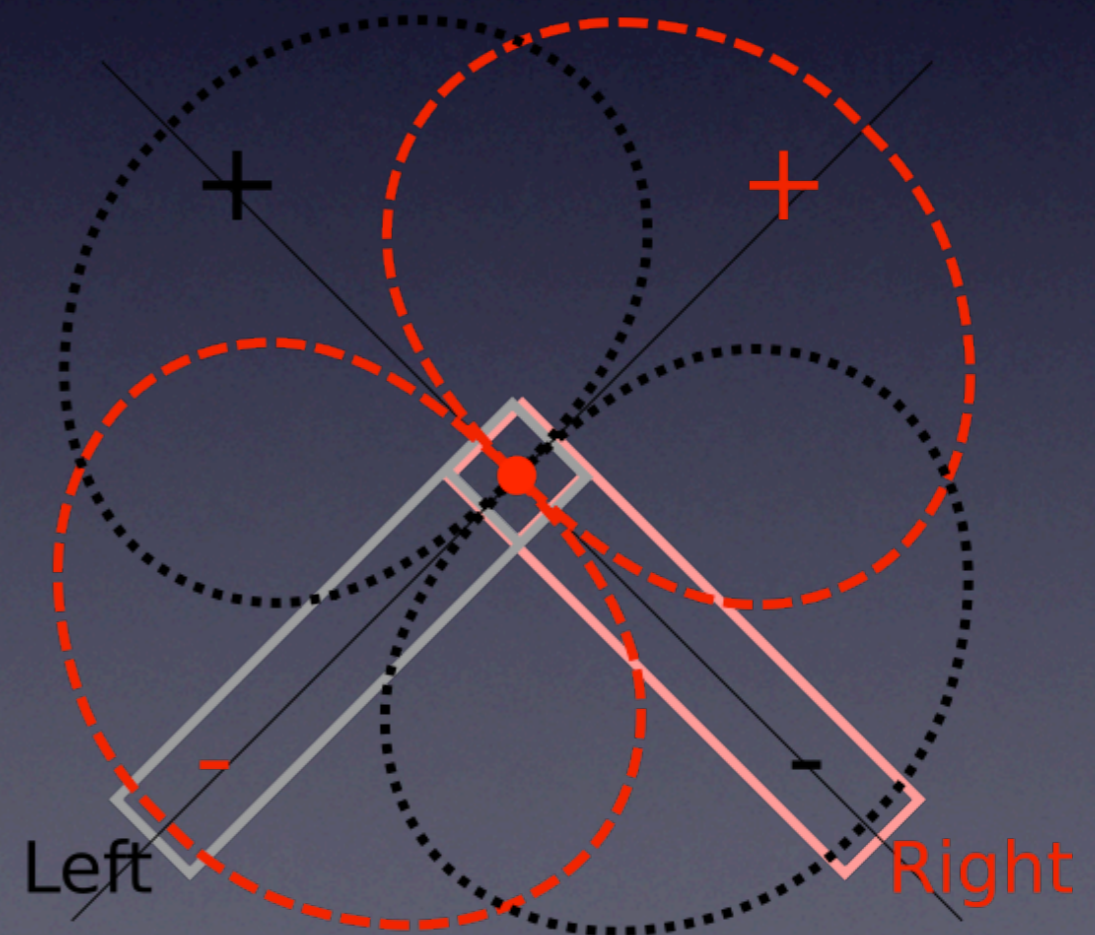
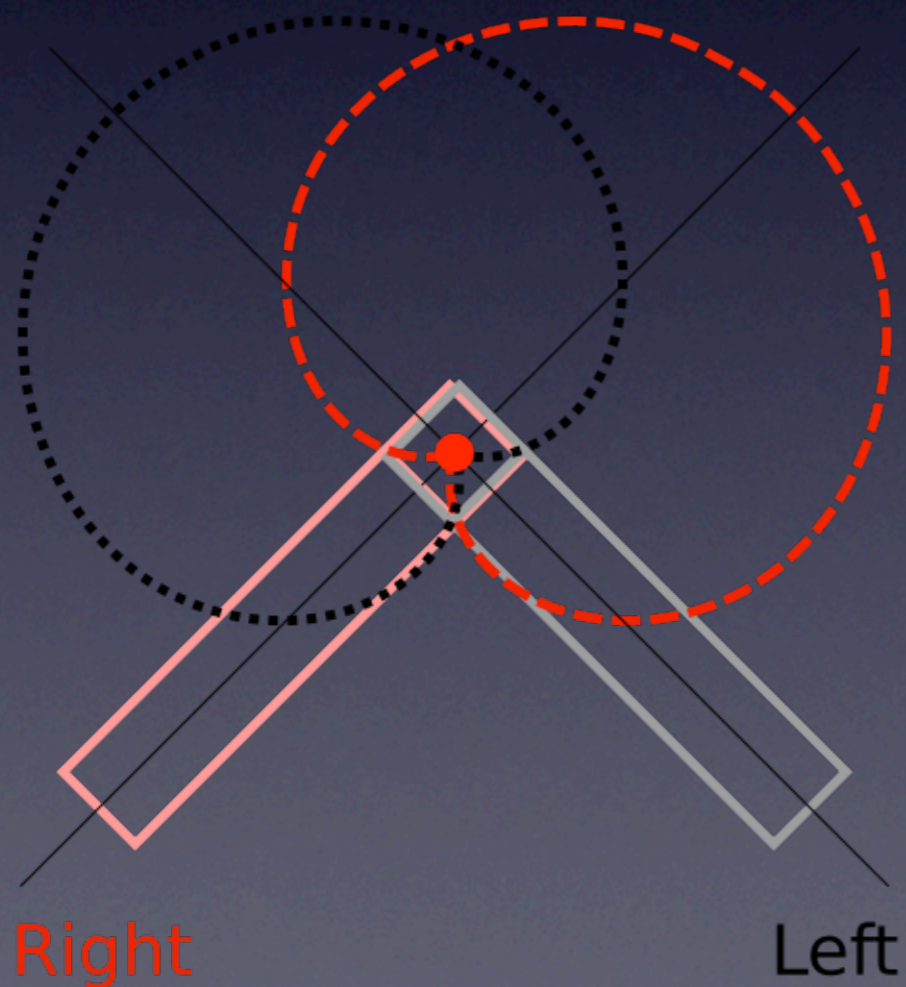


# I Microfoni

- la ripresa microfonica: introduzione
- il design dei microfoni:
  - dinamico
  - a bobina mobile
  - a nastro
  - a condensatore
- caratteristiche microfoniche:
  - la risposta direzionale
  - la risposta in frequenza
  - la risposta ai transienti
  - caratteristiche di uscita

# La ripresa microfónica: introduzione



Il microfono è spesso il primo dispositivo che si incontra nella catena di registrazione; esso è un **trasduttore** che trasforma l'**energia** da una certa forma (**onde sonore**) in energia diversa (**segnale elettrico**).

La qualità della ripresa microfonica dipende da molte variabili esterne, per esempio la **collocazione** dei microfoni e l'**ambiente acustico** e anche da variabili interne vale a dire il tipo di **progettazione**.

Questi elementi interdipendenti contribuiscono alla qualità della ripresa complessiva del microfono. Allo scopo di soddisfare le necessità di un gran numero di applicazioni e di gusti personali, si ha una notevole varietà di microfoni per l'uso professionale.

Dato che le particolari caratteristiche di ciascuno di essi si adattano meglio a un uso specifico, l'utilizzatore può ottenere la migliore ripresa di una sorgente acustica combinando attentamente la scelta del microfono e il suo utilizzo.

Quando si sceglie il posizionamento microfonico più adatto, si devono tenere presenti le due raccomandazioni elencate qui di seguito:

**- non ci sono regole, solamente linee guida.**

Anche se tali linee guida possono aiutare ad ottenere una buona ripresa, non bisogna dimenticarsi di sperimentare altre soluzioni, che potrebbero adattarsi maggiormente al proprio gusto personale.

**- La qualità del segnale audio, ripreso e registrato, non risulterà migliore rispetto alla qualità data dal dispositivo meno valido che si trova nel percorso di registrazione del segnale stesso.**

Il microfono è un **trasduttore** di tipo elettro-meccanico in grado di convertire le onde di pressione sonora in segnali elettrici.

Esistono diversi tipi di microfono che basano il proprio funzionamento su differenti tecnologie e metodi di conversione.

I microfoni vengono classificati principalmente secondo la **tipologia di funzionamento** (in pratica il tipo di trasduttore) e la **caratteristica direzionale** (ovvero la diversa sensibilità del trasduttore in relazione alla direzione di provenienza del suono).

Altre caratteristiche tecniche sono la banda passante / **risposta in frequenza, dinamica e sensibilità, l'impedenza**, la necessità o meno di **alimentazione**.

Vi sono poi le caratteristiche psico-acustiche: **trasparenza del suono, risposta ai transienti, selettività, resa sulle armoniche**, ecc.

Possono fare parte del sistema microfonico, a seconda del tipo: trasduttori meccanici ed elettrici, cavità di risonanza, tubi ad interferenza, filtri, sospensioni, alimentatori, amplificatori.

# Il design dei microfoni



# Microfono Dinamico

Il microfono dinamico è strutturalmente simile ad un piccolissimo altoparlante, con funzionamento inverso: sfrutta la legge di Lenz per convertire il movimento di una membrana (la parte destinata a raccogliere le pressioni sonore) in forza elettromotrice, grazie ad un avvolgimento di filo conduttore sottilissimo meccanicamente fissato alla membrana stessa; tale avvolgimento è immerso nel campo magnetico generato da un nucleo di magnete permanente.

In teoria, il sistema di ripresa **dinamico** opera mediante **induzione elettromagnetica** per generare un segnale di uscita.

Quando un elemento metallico, elettricamente conduttore, è posizionato in modo da incrociare perpendicolarmente le linee di flusso di un campo magnetico, all'interno del metallo stesso si genera una corrente di ampiezza e direzione date.

I microfoni dinamici sono di due tipi: a **bobina mobile** e a **nastro**.

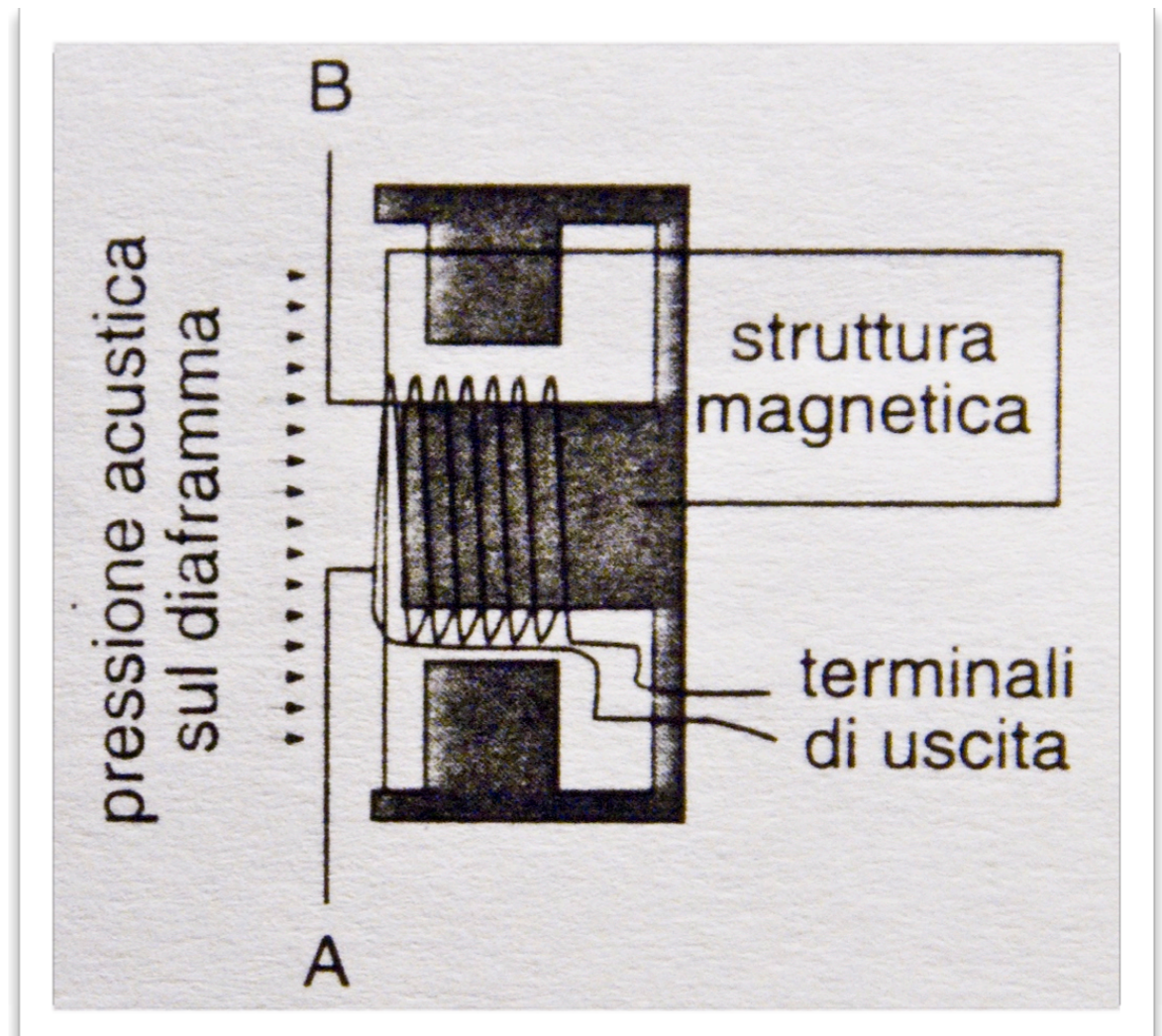
# Microfono a bobina mobile

Lo schema di questo design microfonico è rappresentato nella figura a pagina successiva e di solito è composto da un **diaframma di mylar** di circa 0.35 mm di spessore.

A questo è collegato un avvolgimento ben realizzato di filo, detto **bobina mobile**, sospeso con molta precisione all'interno di un **campo magnetico di alta intensità**.

Quando un'onda sonora raggiunge un lato di questo diaframma (A), la vicina bobina (B) è mossa in maniera direttamente proporzionale all'ampiezza e alla frequenza dell'onda, facendo sì che la bobina stessa attraversi il percorso delle linee del flusso magnetico generato da un magnete permanente (C).

In questo modo, ai capi della bobina si genera un segnale elettrico analogo (di ampiezza e direzione specifiche).





Shure SM58



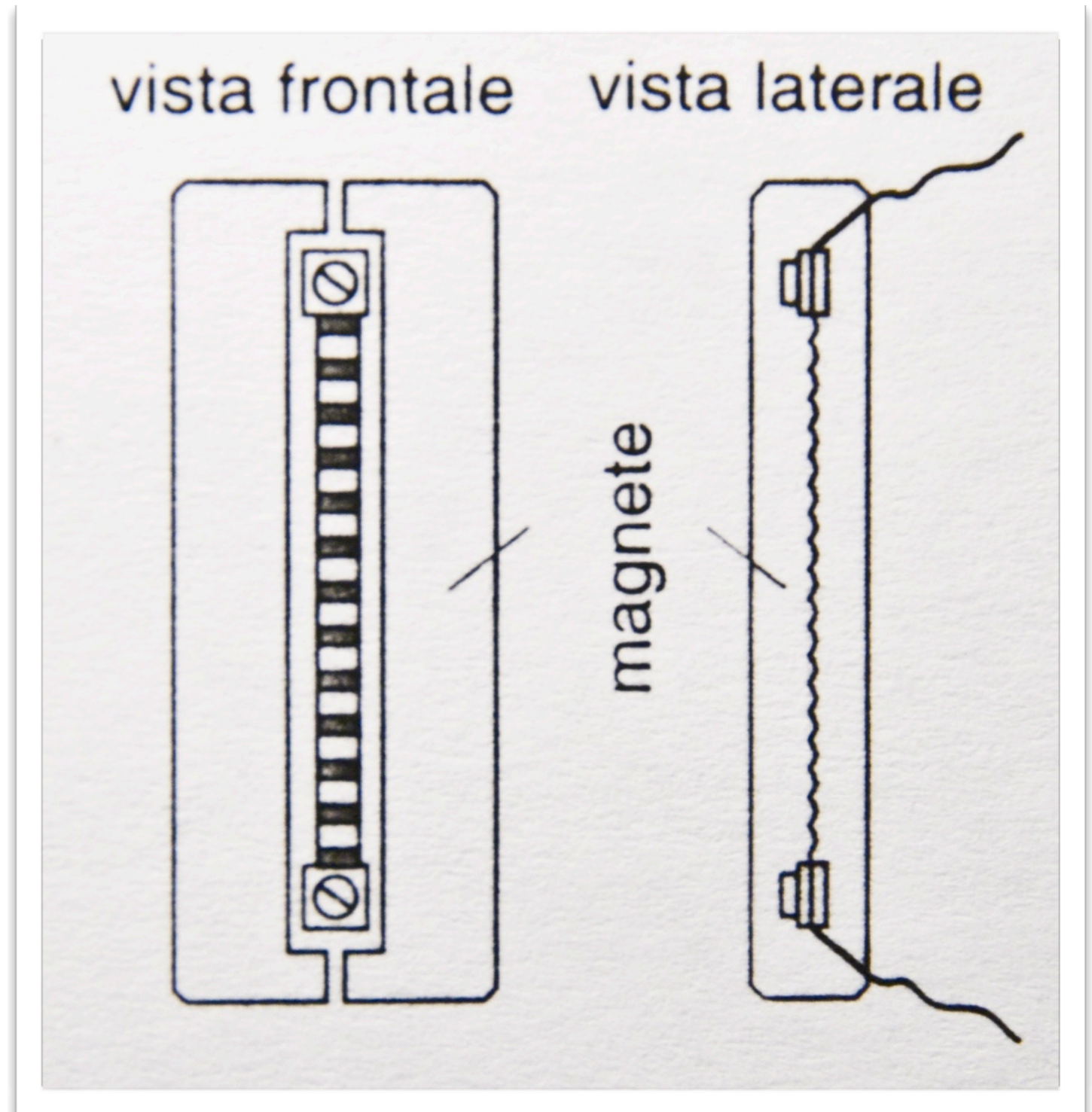


# Microfono a nastro

Il microfono a nastro (fig a lato), similmente a quello a bobina mobile, si basa sul principio dell'induzione elettromagnetica. In questo caso tuttavia si usa un diaframma composto da un nastro di alluminio molto sottile (2 micron). Spesso questo diaframma presenta delle ondulazioni trasversali (lungo la sua lunghezza), ed è sospeso all'interno di un campo magnetico con flusso magnetico molto forte.

Quando le variazioni di pressione sonora, secondo la velocità delle particelle dell'aria, fanno muovere il diaframma metallico, il nastro si muove perpendicolarmente rispetto alle linee di flusso del campo magnetico.

Ciò induce nel nastro una corrente di intensità ed ampiezza proporzionale all'onda sonora.



A causa della lunghezza ridotta del diaframma a nastro (se paragonato alla bobina mobile), la sua resistenza elettrica è dell'ordine di  $0.2 \Omega$ .

L'impedenza considerata è troppo bassa per essere connessa direttamente ad un preamplificatore microfonico, e quindi si deve usare un trasformatore elevatore per portare l'impedenza stessa ad un valore accettabile, compreso tra i  $150$  e  $600 \Omega$ .



# Recenti sviluppi nella tecnologia del microfono a nastro

Negli ultimi trent'anni, alcuni costruttori di microfoni hanno fatto grandi passi avanti nella miniaturizzazione e nel miglioramento delle caratteristiche funzionali dei microfoni a nastro.

Per esempio la **Beyerdynamic** ha progettato i modelli **M260** e **M160**: nel caso del **M260**, Beyerdynamic usa un **magnete a terre rare** per formare una struttura magnetica abbastanza piccola da poter stare in una griglia sferica di 2" di diametro - molto più piccola dei tradizionali microfoni a nastro, per esempio i tipi **RCA 44 o 77**.

Il nastro, che è **ondulato** nel senso della lunghezza per conferirgli maggior resistenza e più flessibilità alle estremità, ha spessore di circa **3 micron**, larghezza **0,20 cm**, lunghezza **2 cm** e pesa solamente **0,312 mg**. Un tubo di plastica è fissato sopra il nastro e contiene un **filtro antipop**.

Due **filtri addizionali** e la **griglia sferica** riducono di molto il rischio che il nastro venga danneggiato dal vento, rendendolo adatto per le riprese in esterni e ad essere tenuto in mano.

Un altro sviluppo recente nella tecnologia dei microfoni a nastro è il **microfono a nastro stampato**. In teorica, il nastro stampato opera nello stesso identico modo del nastro tradizionale. Il diaframma è fatto di una sottile pellicola di **poliestere** sulla quale viene **stampato** un nastro di alluminio a forma di spirale. La struttura magnetica è data da due magneti ad anello in fronte a due dietro al diaframma stesso; ciò provoca una cascata di flusso magnetico, che, attraverso del nastro, induce in esso una determinata corrente elettrica.



# Microfono a condensatore

Il microfono a condensatore (electret) sfrutta le variazioni di capacità del **condensatore**, realizzato con una lamina metallica o di plastica metallizzata costituente l'armatura fissa del condensatore, ed una seconda, mobile (la membrana).

Questo design microfonico si basa su un **principio elettrostatico** piuttosto che elettromagnetico, come succede invece nel caso dei microfoni dinamici e di quelli a nastro.

La capsula del microfono a condensatore, avendo caratteristiche di alta sensibilità, si presta a **prelevare suoni anche a grande distanza**: per tale uso è possibile accentuare le caratteristiche direzionali del microfono, montando la capsula all'interno di tubi progettati e calibrati per ottenere determinate interferenze additive e sottrattive.

Viene spesso impiegato nella **sonorizzazione** di molti film. Altri impieghi del microfono a condensatore sono: conferenze, televisione (microfoni a cella per cravatta) traduzioni simultanee ecc.

Il microfono a condensatore, il cui principio di funzionamento si basa sulla variazione di un campo elettrico, per funzionare ha bisogno di una batteria di alimentazione che viene utilizzata per generare il campo elettrico necessario.

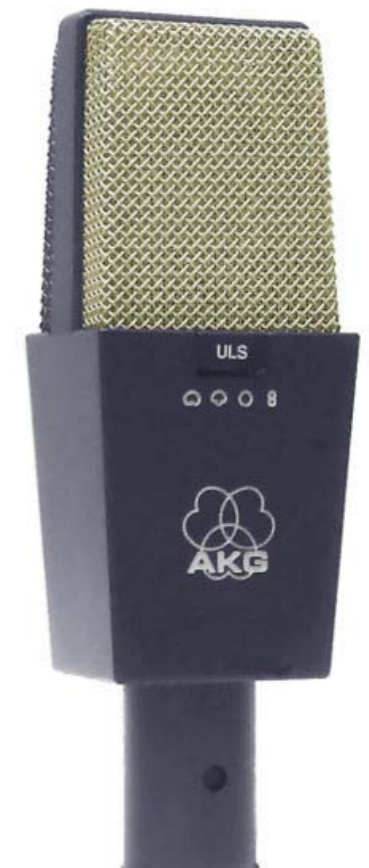


La sua figura polare può essere **omnidirezionale, bidirezionale** (cosiddetta "**figura 8**") o **unidirezionale (cardioide, supercardioide, ipercardioide e shotgun)**.

Il microfono a condensatore può essere ritenuto qualitativamente migliore perché più **sensibile ai transienti** e alle **sollecitazioni**, tuttavia la capsula non ha un grande rendimento per cui viene aggiunto nel corpo del microfono un **preamplificatore** preposto ad alzare il livello del segnale generato, il quale però necessita di essere alimentato (la capsula può essere invece prepolarizzata nei microfoni electret).

Il preamplificatore rappresenta però anche il **punto debole** di un microfono a condensatore perché se di bassa qualità può indurre saturazioni, distorsioni e introdurre rumore (di solito è il preampli a determinare il massimo e il minimo livello sopportabile dal microfono). L'alimentazione può essere separata o viaggiare sul cavo del microfono (in questo caso detta phantom) e di solito è di 48 volt ma può essere specifica per ogni microfono (da 5 a svariate centinaia di volt per quelli a valvola).

Uno dei costruttori storici più apprezzati è **Neumann**. L'esperienza cinquantennale di questa casa nella trasduzione elettromeccanica del suono fa sì che venga preferita nella scelta dei microfoni da utilizzare negli studi di registrazione. Alcuni modelli di questo produttore, la cui attività risale agli anni 40, sono contrattati come pezzi storici, da appassionati collezionisti.



La testa o **capsula** del microfono a condensatore consiste di **due lamine molto sottili**, una **fissa** ed una **mobile**, dette **armature**.

Queste due lamine formano un **capacitore** (in origine chiamato condensatore, da cui il nome di microfono a condensatore).

Un condensatore è un dispositivo elettrico in grado di immagazzinare una carica elettrica; l'ammontare della carica che un condensatore può immagazzinare è dato dal valore della sua capacità e dalla tensione applicata, secondo la seguente equazione:

$$Q = CV$$

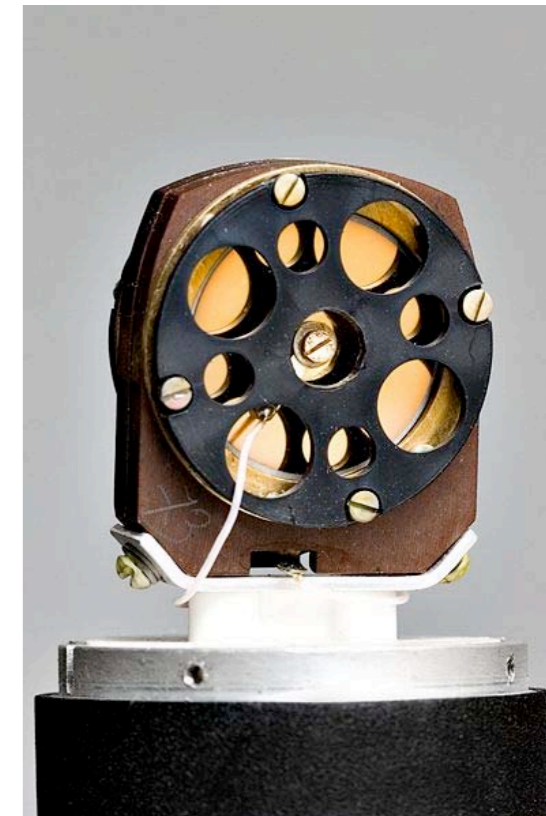
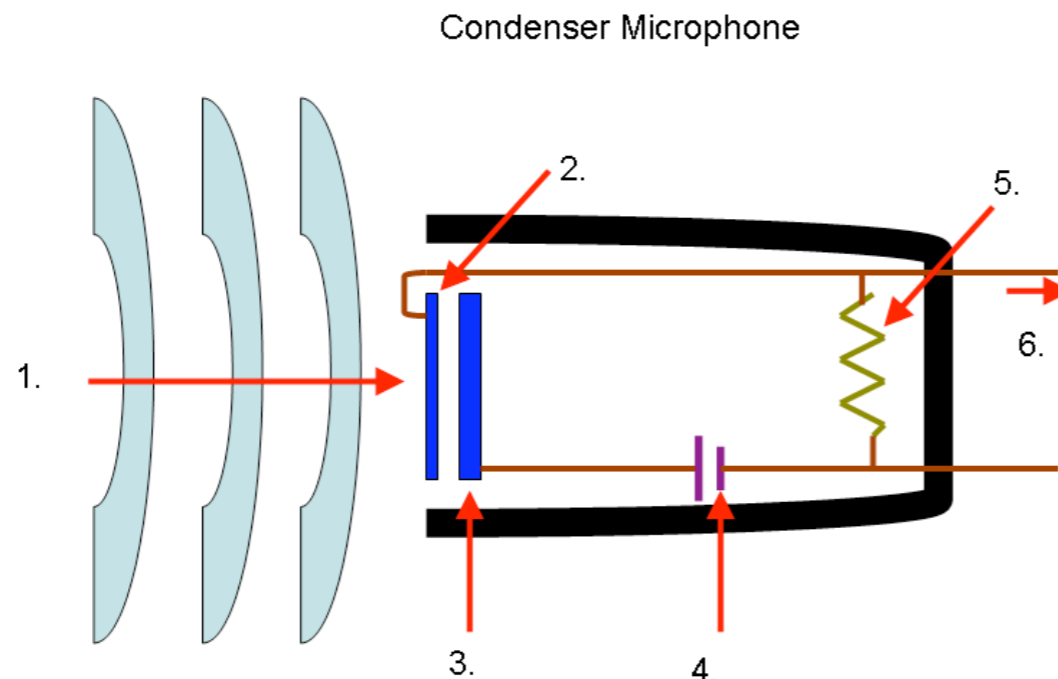
**Q** è la carica elettrica in **coulomb**

**C** è la capacità elettrica, in **farad**

**V** è la tensione, in **volt**

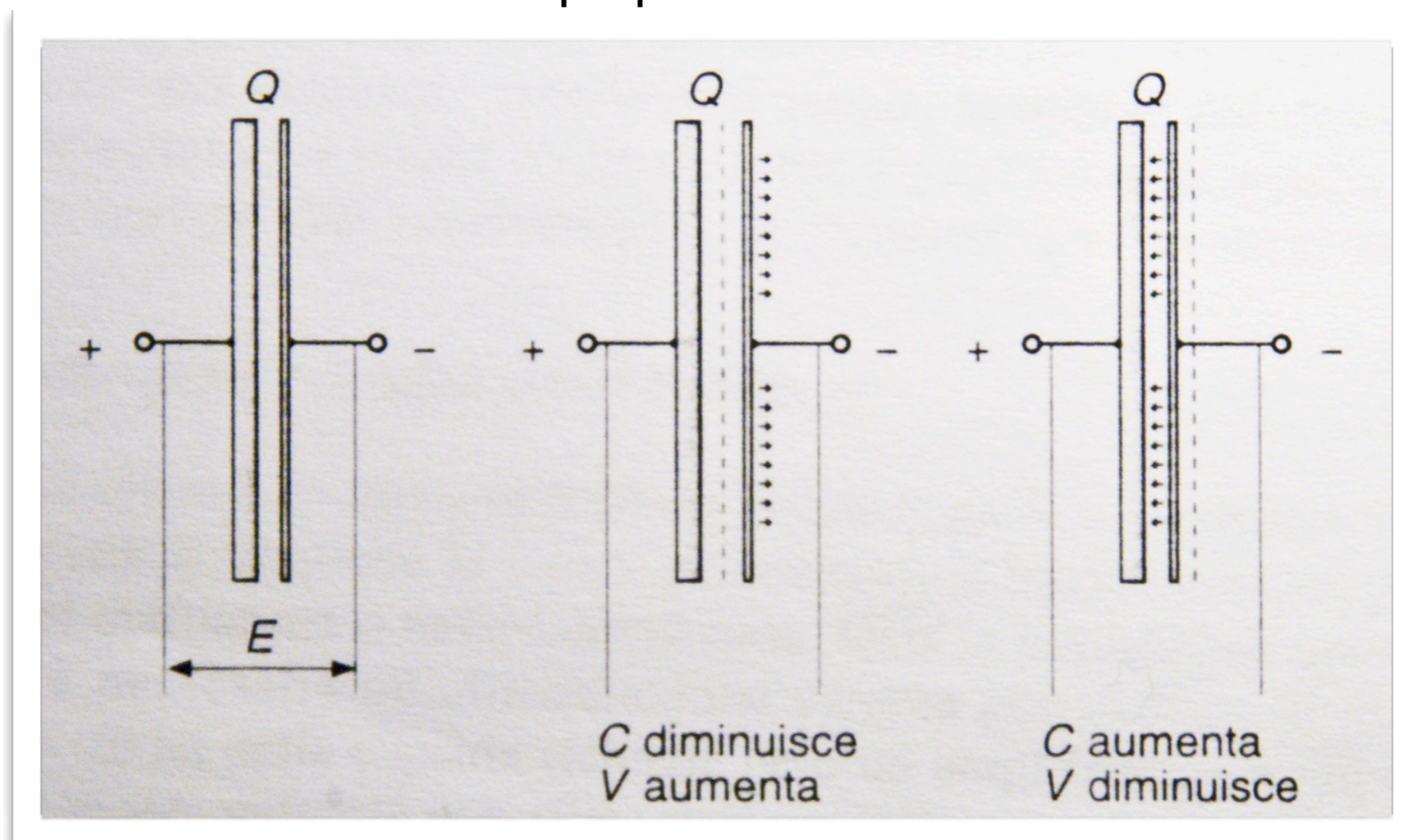
La **capacità** della capsula è determinata dalla **superficie** delle due lamine, dal **dielettrico**, cioè la sostanza presente fra le lamine (che nel nostro caso è l'aria), e dalla **distanza** fra le lamine stesse (**che varia a seconda della pressione sonora**).

**Perciò, le lamine della capsula di un microfono a condensatore formano un condensatore sensibile alle variazioni di pressione sonora.**



Nel design più usato dai costruttori, le lamine sono collegate ai poli di un alimentatore in continua, che fornisce una tensione di polarizzazione per il capacitore (la Phantom). Gli elettroni sono portati via dalla lamina connessa con il polo positivo dell'alimentatore e attraversano un resistore di grande valore fino alla lamina connessa con il polo negativo dell'alimentatore. Tale processo continua fino a che la carica presente nella capsula (cioè la differenza fra il numero di elettroni presenti sulla lamina caricata positivamente e quelli presenti sulla lamina caricata negativamente) sia uguale alla capacità della capsula per la tensione di polarizzazione. Quando si raggiunge questo equilibrio non scorre più una corrente apprezzabile attraverso il resistore. Se il microfono è raggiunto da un'onda di pressione sonora, la capacità della capsula varia. Se la distanza fra le lamine diminuisce, aumenta la capacità; viceversa se la distanza aumenta, diminuisce la capacità.

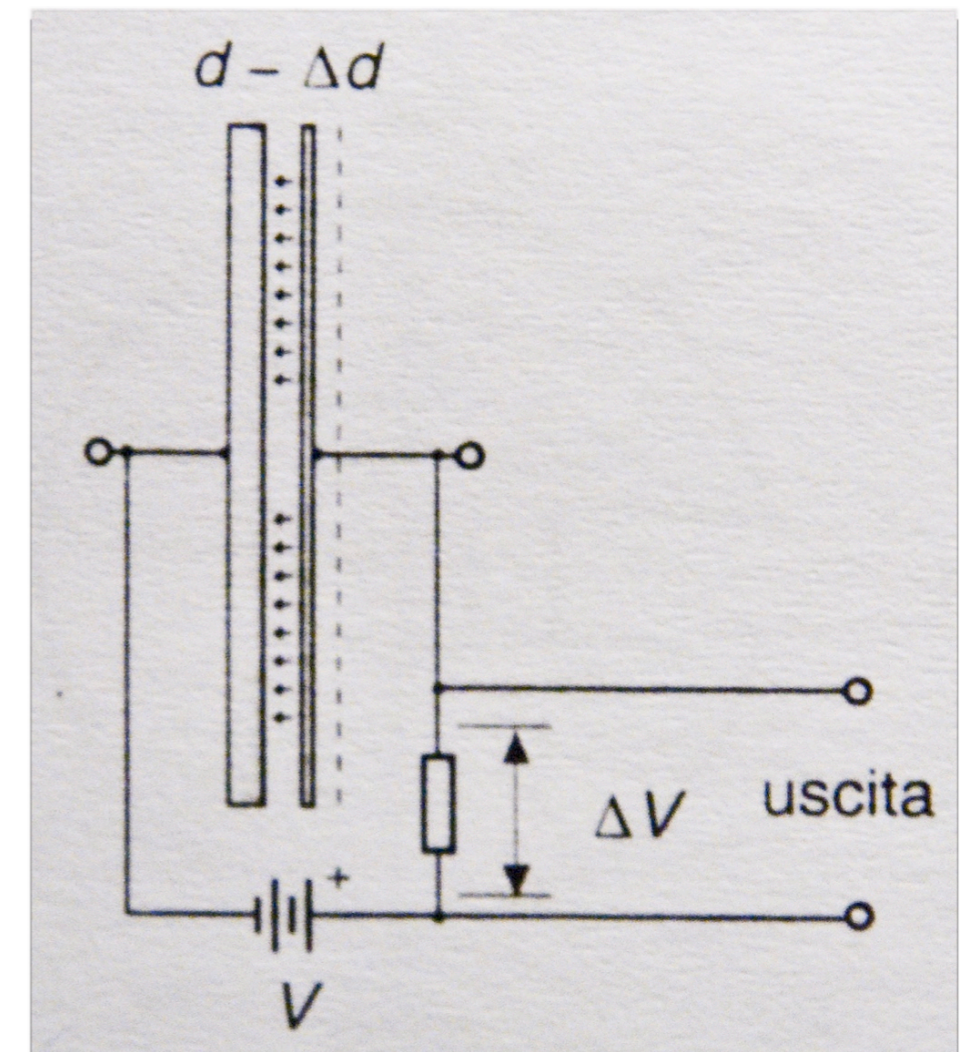
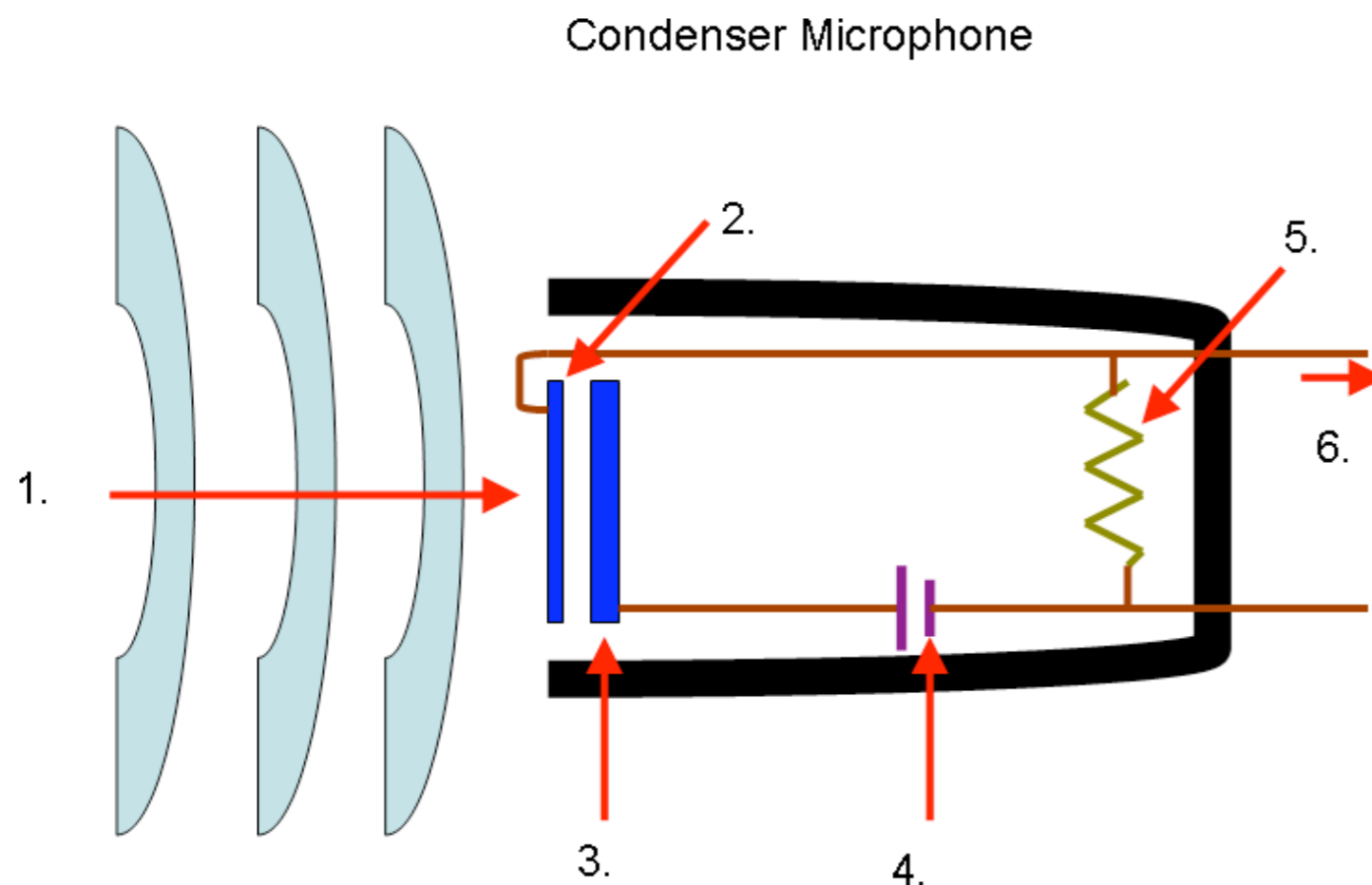
Secondo la precedente equazione,  $Q$ ,  $C$  e  $V$  sono interrelati fra di loro; quindi se la carica  $Q$  è costante e la pressione sonora fa variare la capacità del diaframma  $C$ , la sua tensione  $V$  cambierà in maniera proporzionale.



Insieme con la capacità delle lamine, un resistore di alto valore dà una costante di tempo del circuito maggiore del ciclo di qualsiasi frequenza audio. (La costante di tempo di un circuito è proporzionale al tempo necessario al circuito stesso per caricarsi o scaricarsi).

Dato che il resistore previene variazioni della carica del condensatore che siano causate dai rapidi cambiamenti in capacità dovuti alla pressione sonora applicata, la tensione presente nel capacitore varia in base alla formula  $V = Q/C$ .

Il resistore e il capacitore sono in serie con l'alimentazione, così che la somma delle rispettive tensioni eguaglia quella di alimentazione. Quando varia la tensione ai capi del capacitore, cambia in maniera eguale la tensione ai capi del resistore - ma con segno opposto. La tensione ai capi del resistore diventa quindi il segnale in uscita.





Dato che il segnale al di fuori del diaframma ha un'impedenza molto alta, il capacitore è alimentato mediante un **amplificatore** a conversione di impedenza, posizionato nella circuiteria il più vicino possibile al diaframma (spesso 2" o meno).

Tale amplificatore è messo all'**interno** del corpo del microfono in modo da prevenire i **ronzii**, la ripresa di **rumori** e la **perdita di livello del segnale** che altrimenti si verificherebbero.

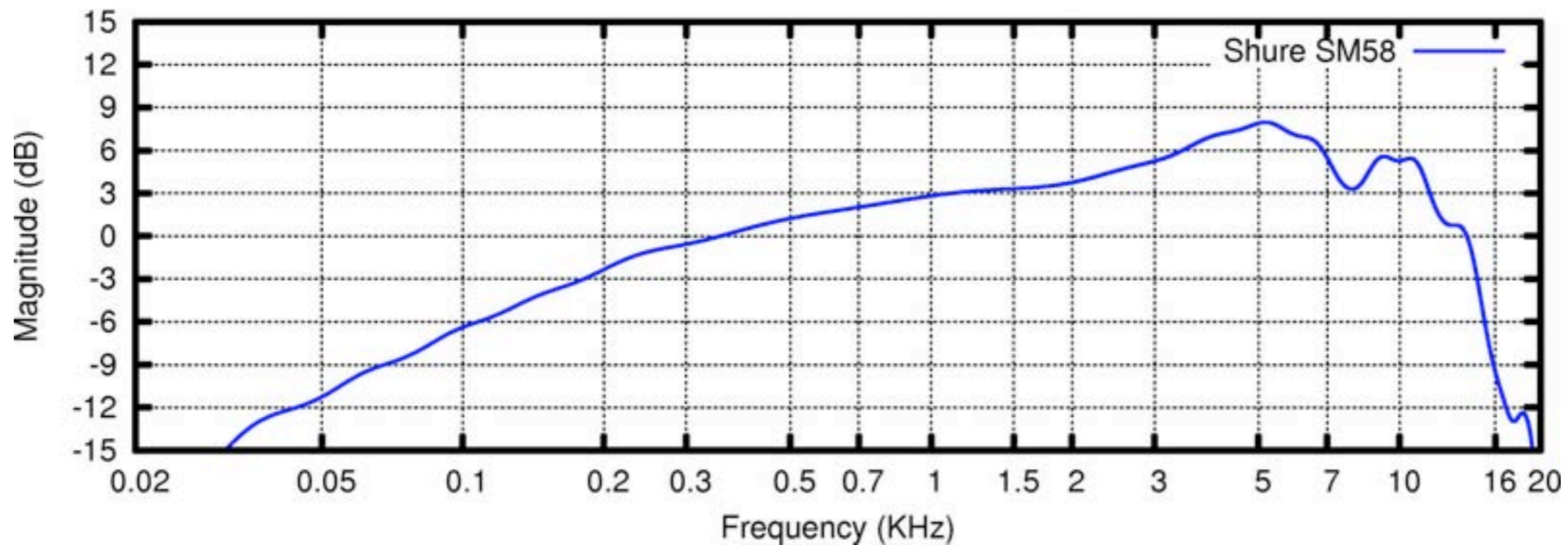
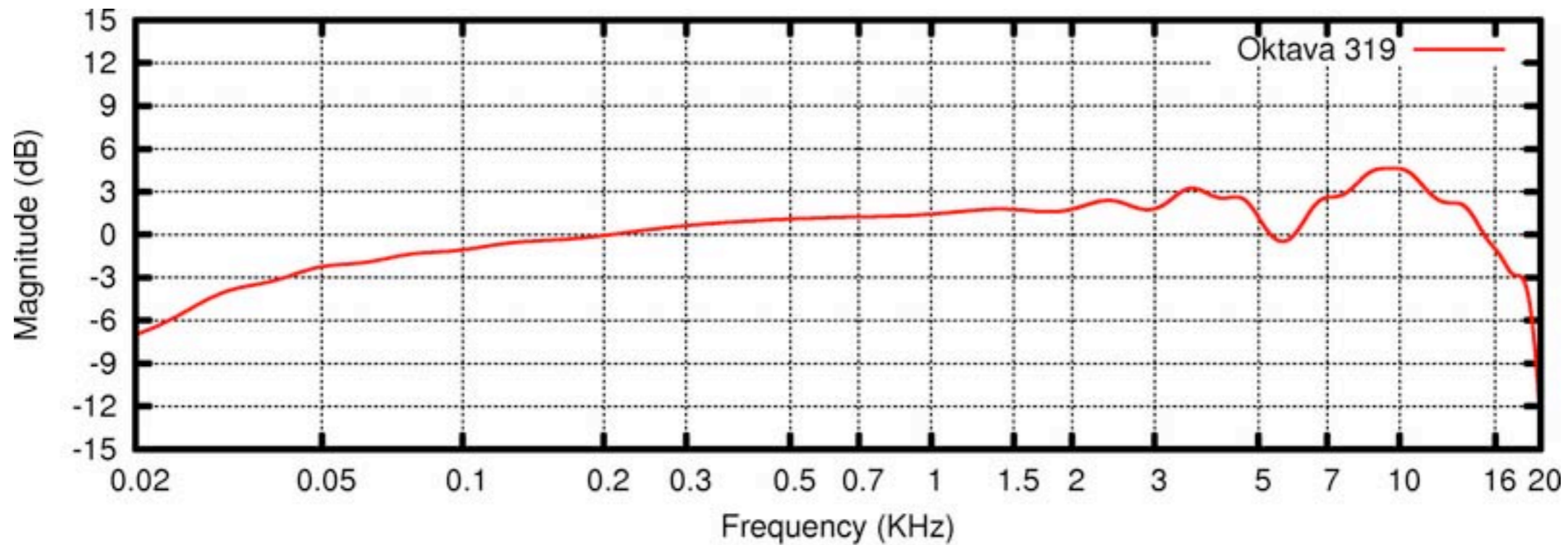
Questo è un altro dei motivi per cui un microfono a condensatore necessita di un'**alimentazione** per funzionare (phantom, pila etc).

Anche se la maggior parte dei microfoni attualmente in uso ha un **FET** (transistor ad effetto di campo) per diminuire l'impedenza della capsula, alcuni design più vecchi e di gran fama (e i nuovi rifacimenti di tali modelli) usano delle **valvole a gas rarefatto** messe all'interno della capsula.

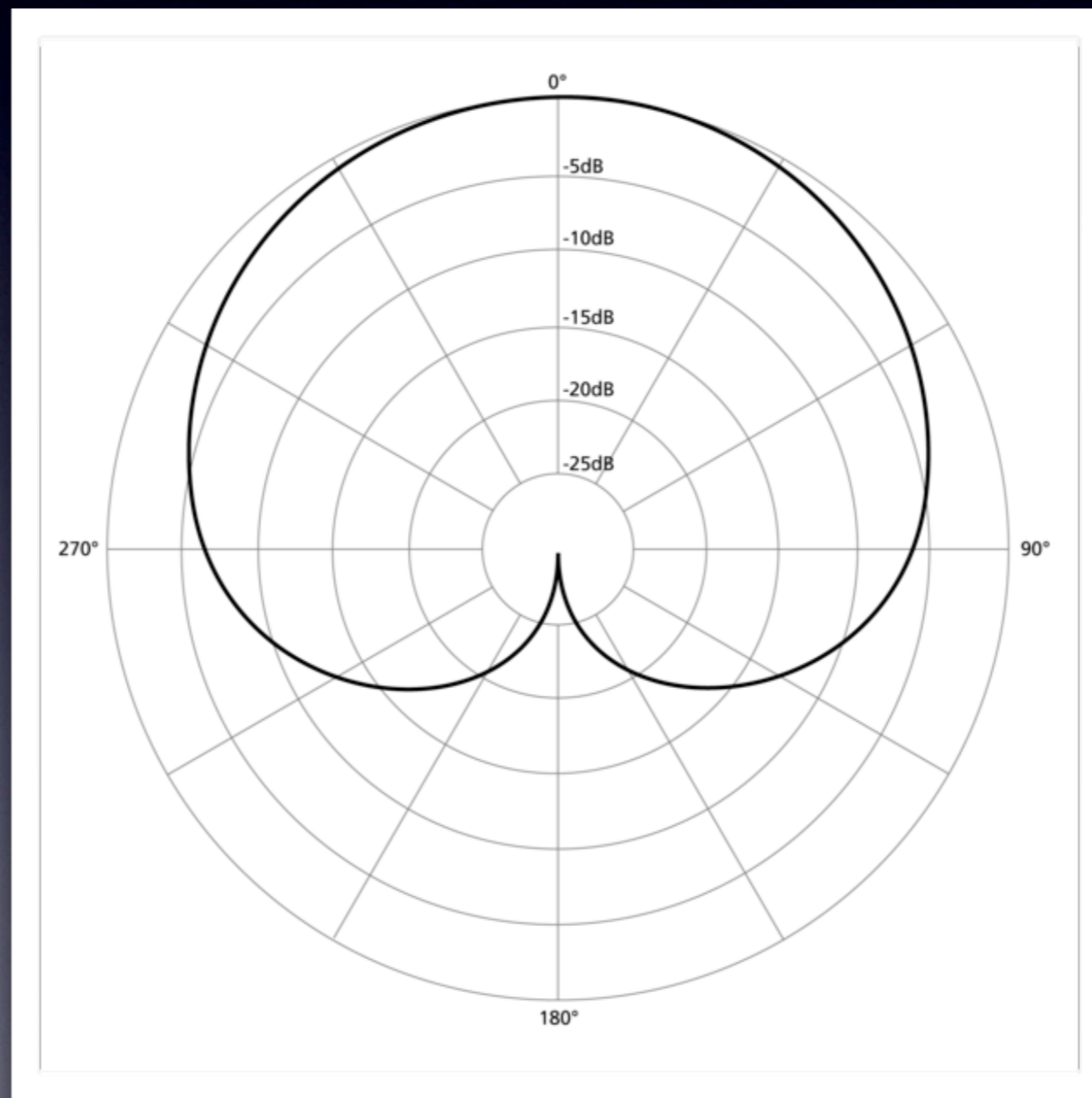
Questi microfoni di solito sono molto apprezzati dagli studi o dai collezionisti per il loro suono **valvolare**; generalmente danno una piacevole colorazione tonale, risultante dal design stesso (spesso hanno un'intelaiatura più ampia e una chiusura a griglia a rete) e dalla **distorsione degli armonici pari**, oltre ad altre caratteristiche che si incontrano quando si usano le valvole.



# condenser vs dynamic

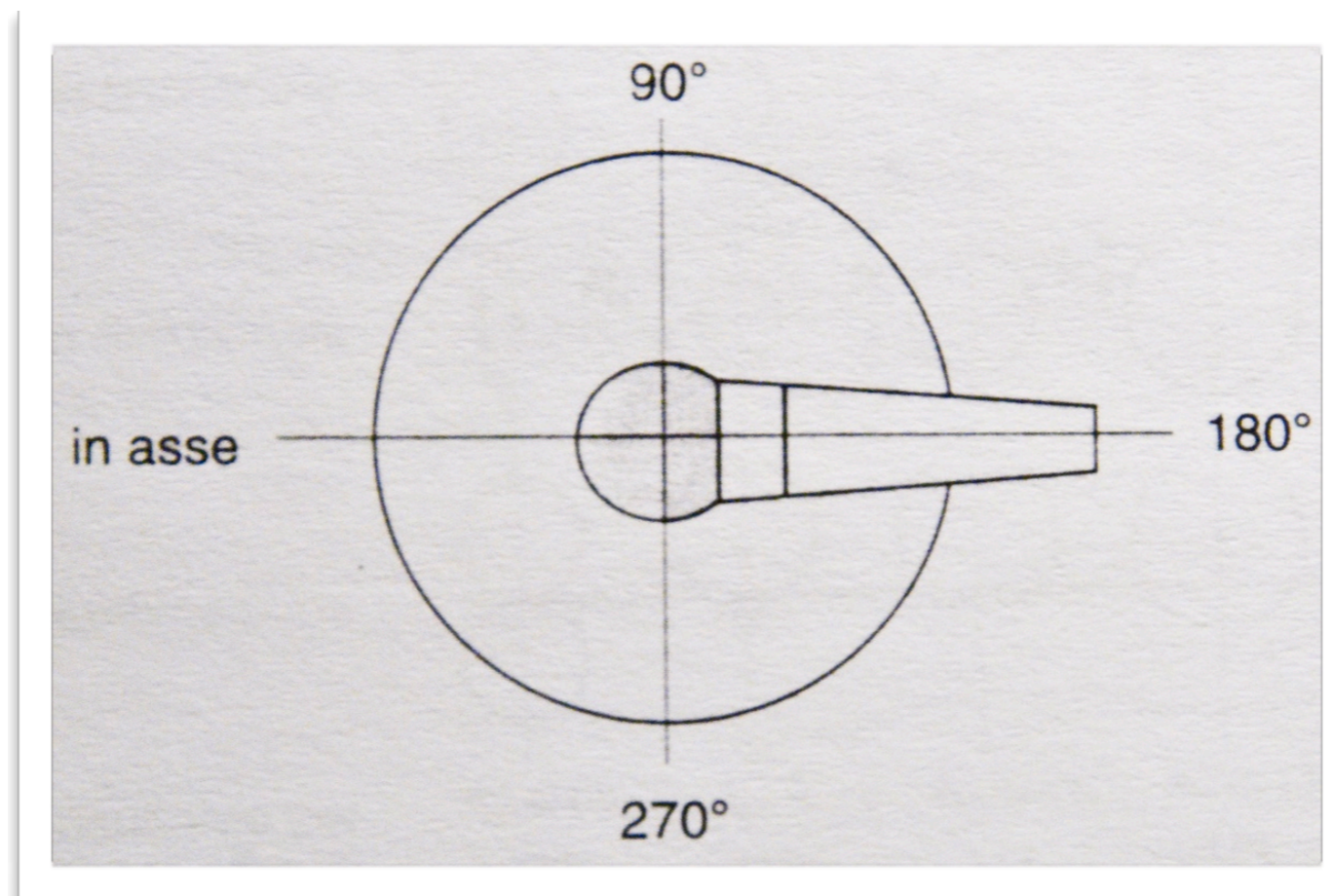


# Caratteristiche Microfoniche



# La risposta direzionale

La risposta direzionale di un microfono si riferisce alla sua sensibilità (cioè livello di uscita) per diversi angoli di incidenza del suono rispetto all'asse centrale (frontale) del microfono stesso:

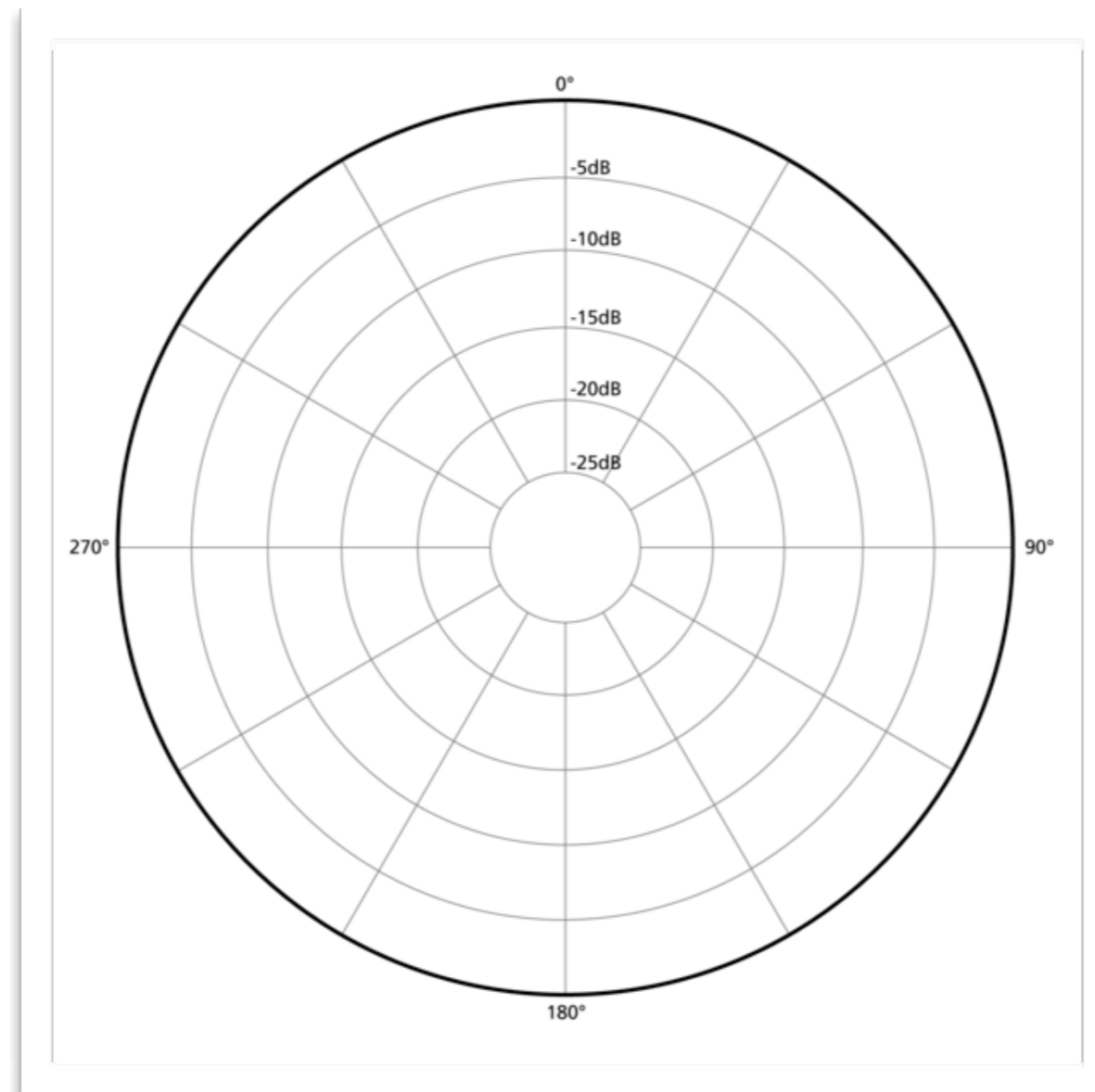


Tale grafico, noto come **diagramma polare** o **risposta polare** del microfono, è usato per definire graficamente la sensibilità del microfono rispetto alla direzione di provenienza e alla frequenza di un suono, su 360°.

La direzionalità di un microfono può essere classificata in due tipi fondamentali:

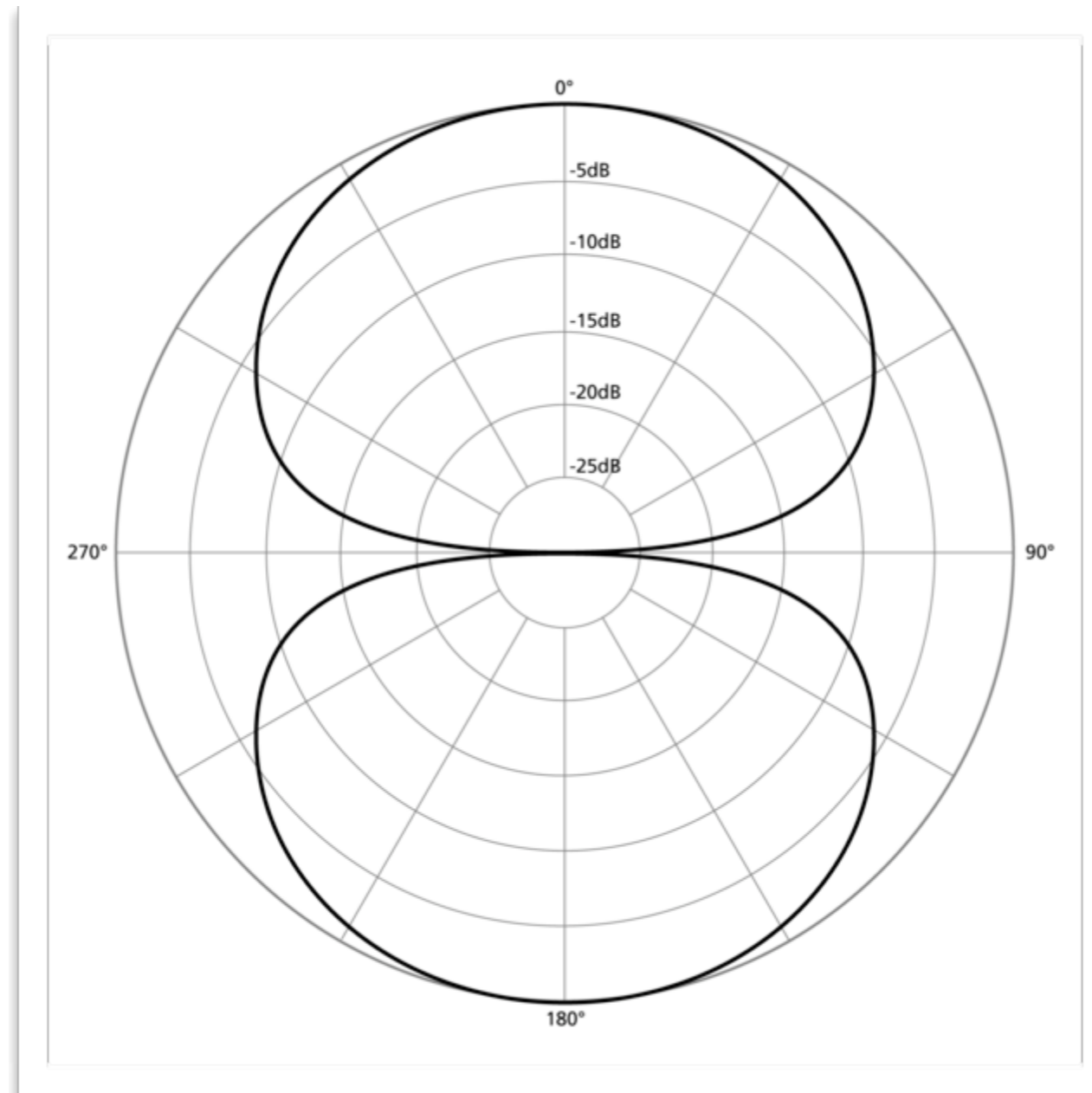
- risposta polare omnidirezionale
- risposta polare direzionale

Il **microfono omnidirezionale** è un dispositivo sensibile alla pressione; il suo diaframma reagisce in maniera eguale a tutte le variazioni di pressione sulla sua superficie, senza operare discriminazioni basate sulla posizione della sorgente. Il tipo di ripresa che mostra caratteristiche direzionali è detta a **gradiente di pressione**; ciò significa che il sistema è sensibile alle differenze di pressione fra le due facce del diaframma.



Un microfono a gradiente di pressione **assoluto** ha un diagramma polare **bidirezionale** detto “a coseno” o a “**figura a 8**”.

La maggior parte dei microfoni a nastro ha diagramma polare bidirezionale; dato che il diaframma del microfono a nastro è esposto alle onde sonore sia sull'asse anteriore che su quello posteriore, esso è sensibile in maniera eguale ai suoni provenienti da entrambe le direzioni.

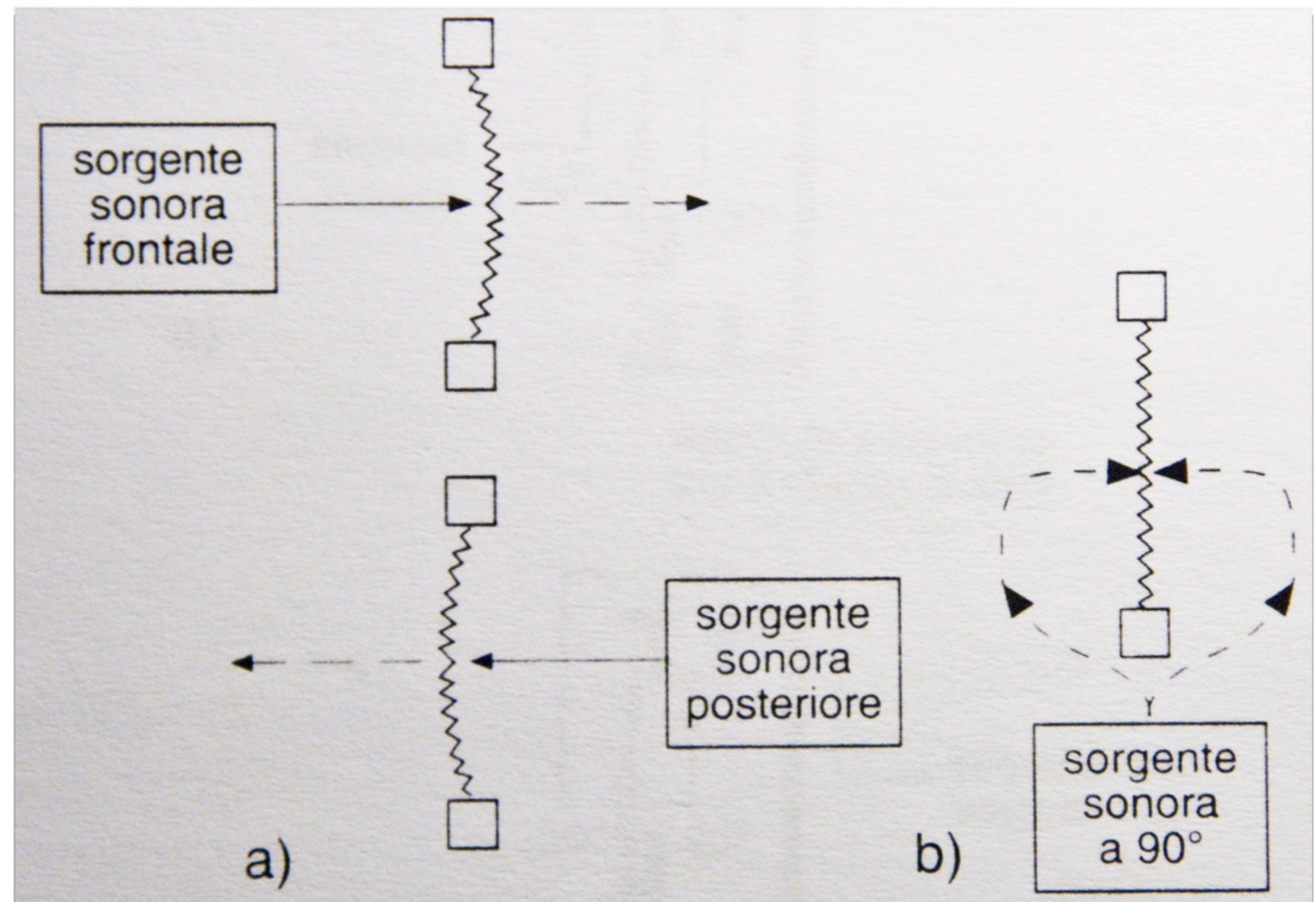


I suoni provenienti posteriormente rispetto al diaframma danno una tensione che è di  $180^\circ$  fuori fase rispetto al segnale in asse equivalente. I suoni provenienti da  $90^\circ$  fuori asse producono una pressione eguale in valore ma opposta per entrambe le parti del nastro e quindi si cancellano sul diaframma, dando come risultato un segnale nullo.

Sorgenti sonore in asse e a  $90^\circ$  fuori asse rispetto al diaframma di un microfono a nastro.

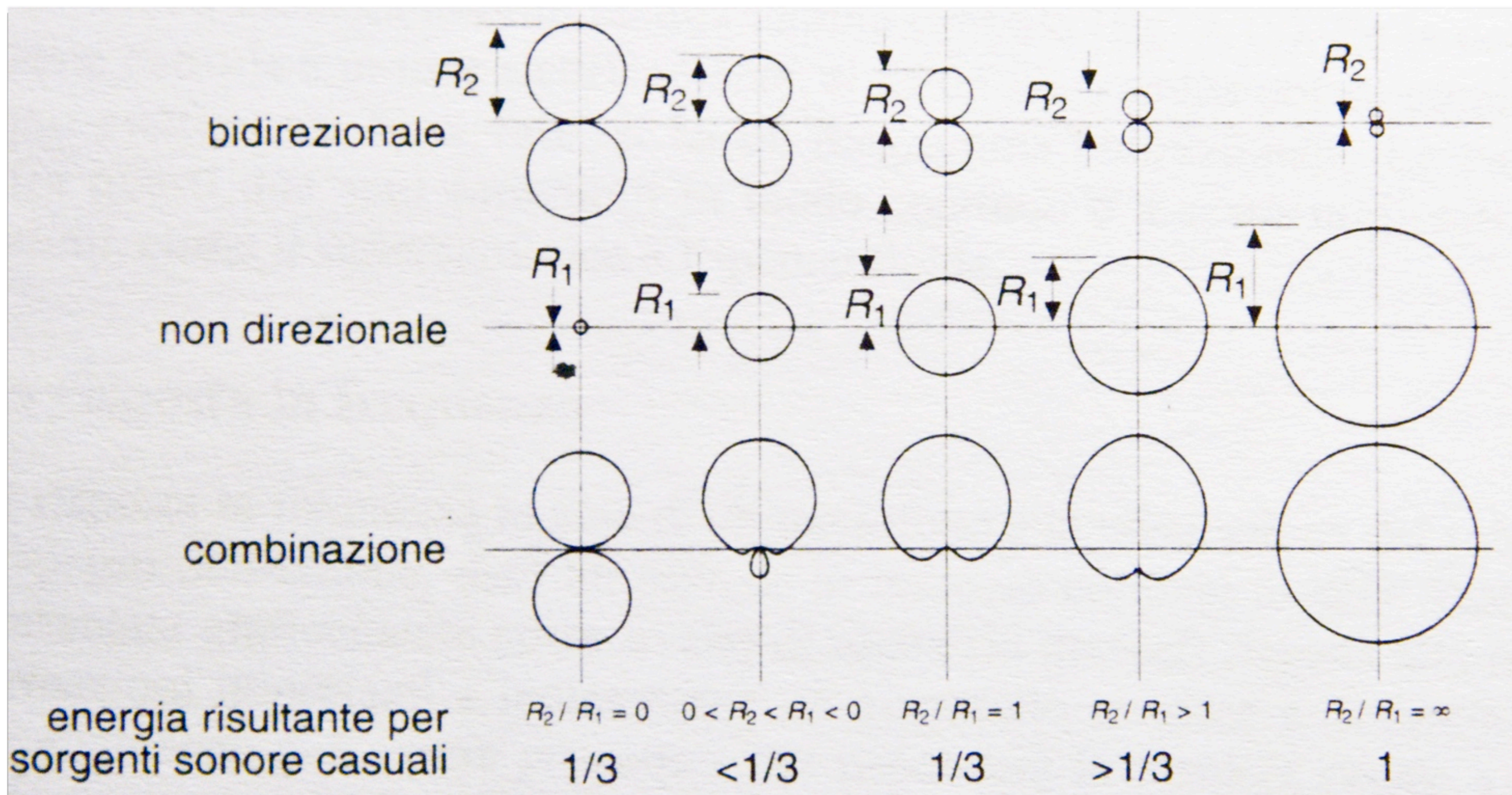
a) il nastro è sensibile ai suoni provenienti anteriormente e posteriormente

b) Onde sonore provenienti da  $90^\circ$  fuori asse



La figura qui sotto illustra graficamente come l'output di un **bidirezionale** (a gradiente di pressione) e di un **omnidirezionale** (a pressione) possano essere combinati per ottenere diversi altri diagrammi direzionali (e, in effetti, se ne possono avere un'infinità).

I diagrammi risultanti più noti sono il **cardioide**, il **supercardioide** e l'**ipercardioide**.





Il microfono a bobina mobile può dare una risposta di tipo cardioide se presenta una apertura nella parte posteriore della sua capsula; essa serve da labirinto acustico per creare un **ritardo** o **resistenza acustica**. Un feltro leggero o un foglio di nylon sono spesso usati per attenuare la risonanza del diaframma su tutte le frequenze.

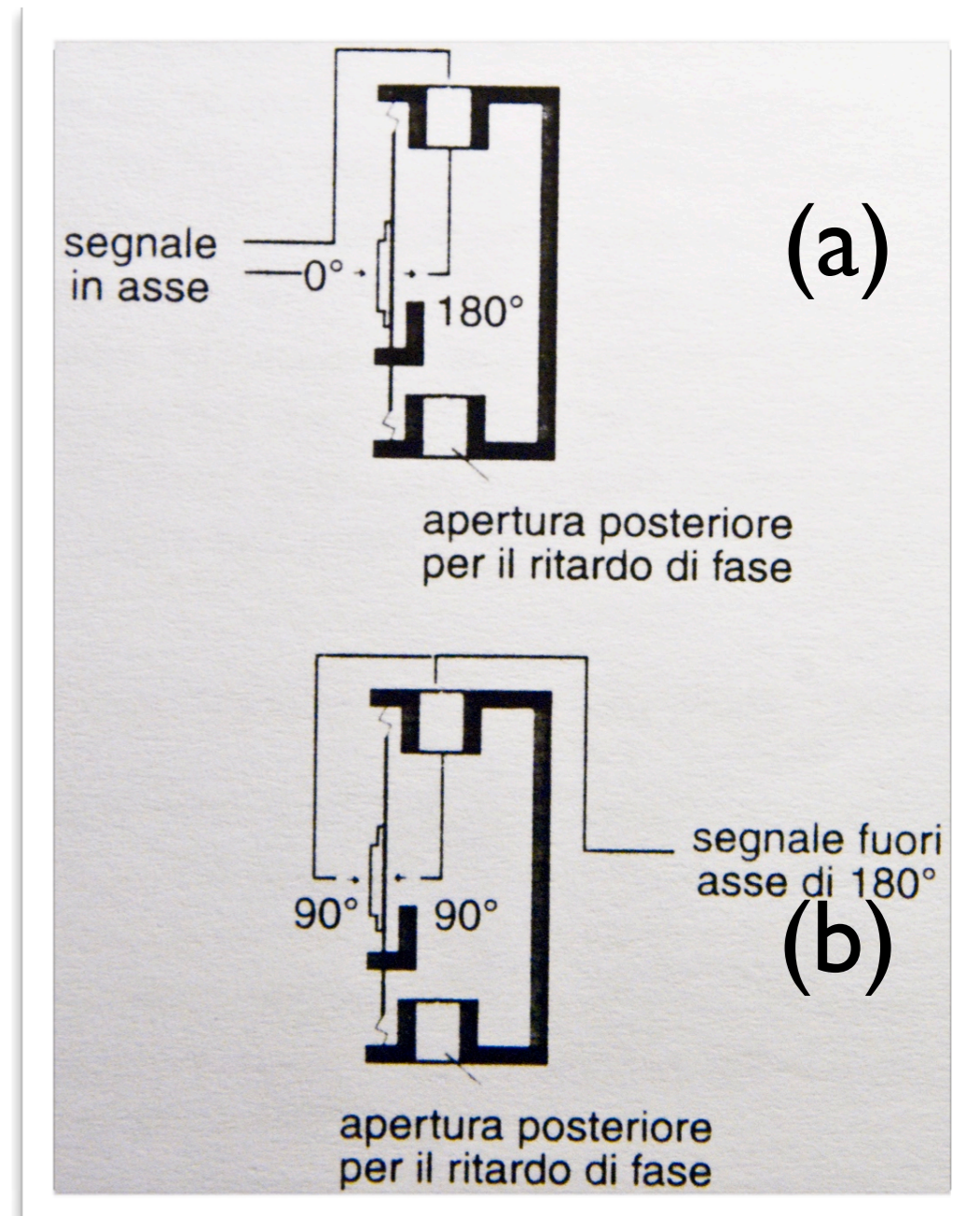
Nella figura (a) è raffigurato un microfono dinamico con risposta cardioide che riceve un segnale sonoro in asse (a  $0^\circ$ ).

In realtà il diaframma riceve due segnali: quello incidente frontalmente e quello posteriore in ritardo. In questo caso il segnale in asse esercita una pressione positiva sul diaframma e si porta anche a  $90^\circ$  verso l'apertura laterale, dove viene ritardato di altri  $90^\circ$  (trovandosi così sfasato di  $180^\circ$  nella parte posteriore del diaframma).

Durante tale periodo di ritardo, il segnale in asse comincia ad esercitare una pressione negativa sul diaframma, venendosi a trovare ora in fase con il segnale posteriore ritardato.

Dato che le pressioni esistenti sulle due opposte facce del diaframma sono in fase, si ha un ben preciso segnale in uscita.

La figura (b) mostra un suono che si origina a  $180^\circ$  fuori asse rispetto al microfono. Il segnale si porta a  $90^\circ$  lateralmente al microfono ed entra nel labirinto di ritardo, venendo quindi ritardato di altri  $90^\circ$  (in totale  $180^\circ$ ). anche il suono che colpisce la parte frontale del diaframma è stato ritardato di  $180^\circ$  (a causa del tempo necessario per girare attorno all'elemento di ripresa) ed è perciò acusticamente fuori fase rispetto alla parte posteriore del diaframma.

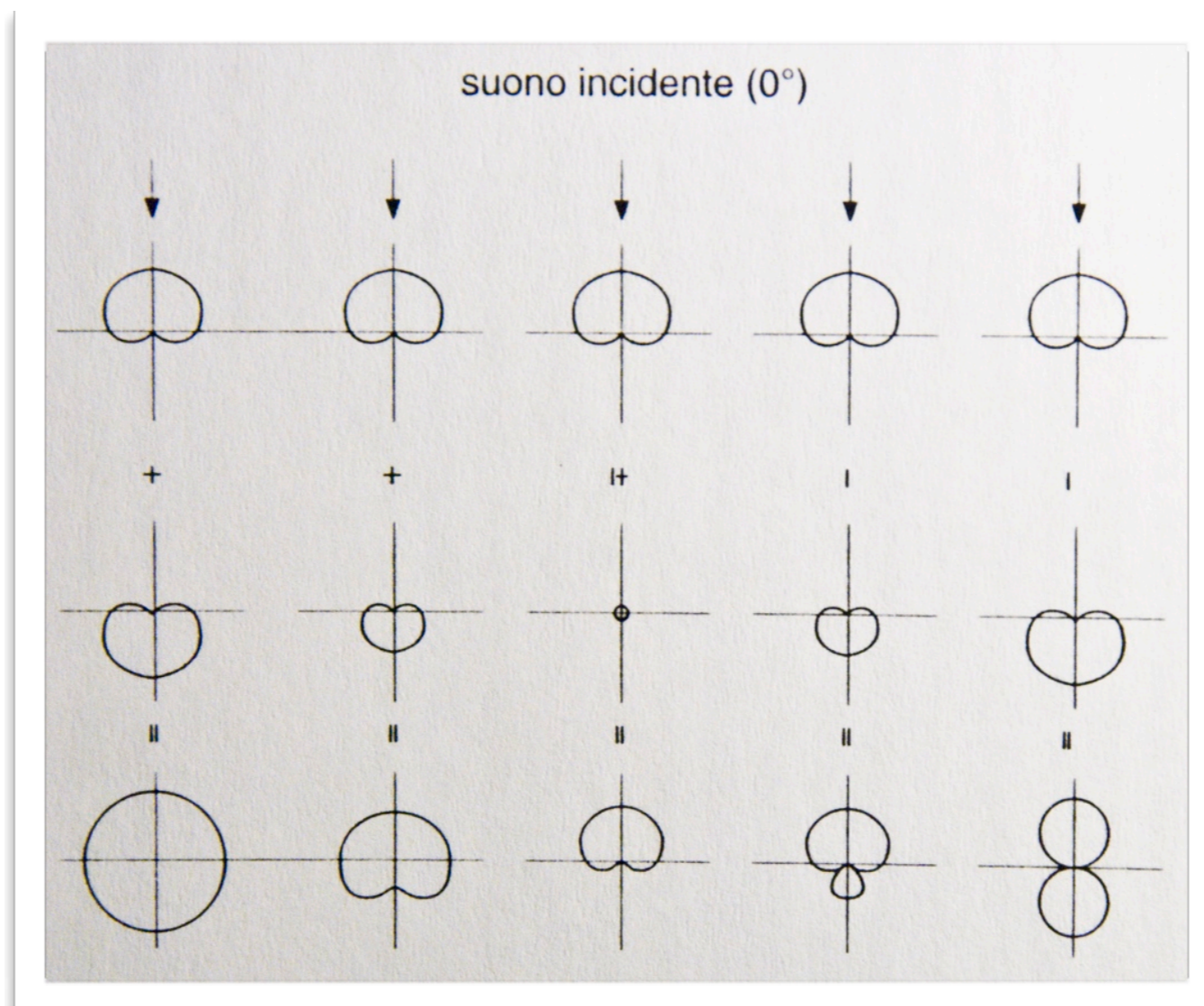


Ciò si traduce in una serie di cancellazioni acustiche, e quindi il segnale in uscita sarà nullo o molto basso.

L'attenuazione di tale segnale fuori asse, rispetto a un segnale in asse dello stesso valore, è nota come discriminazione fronte - retro di un microfono ed è espressa in decibel.

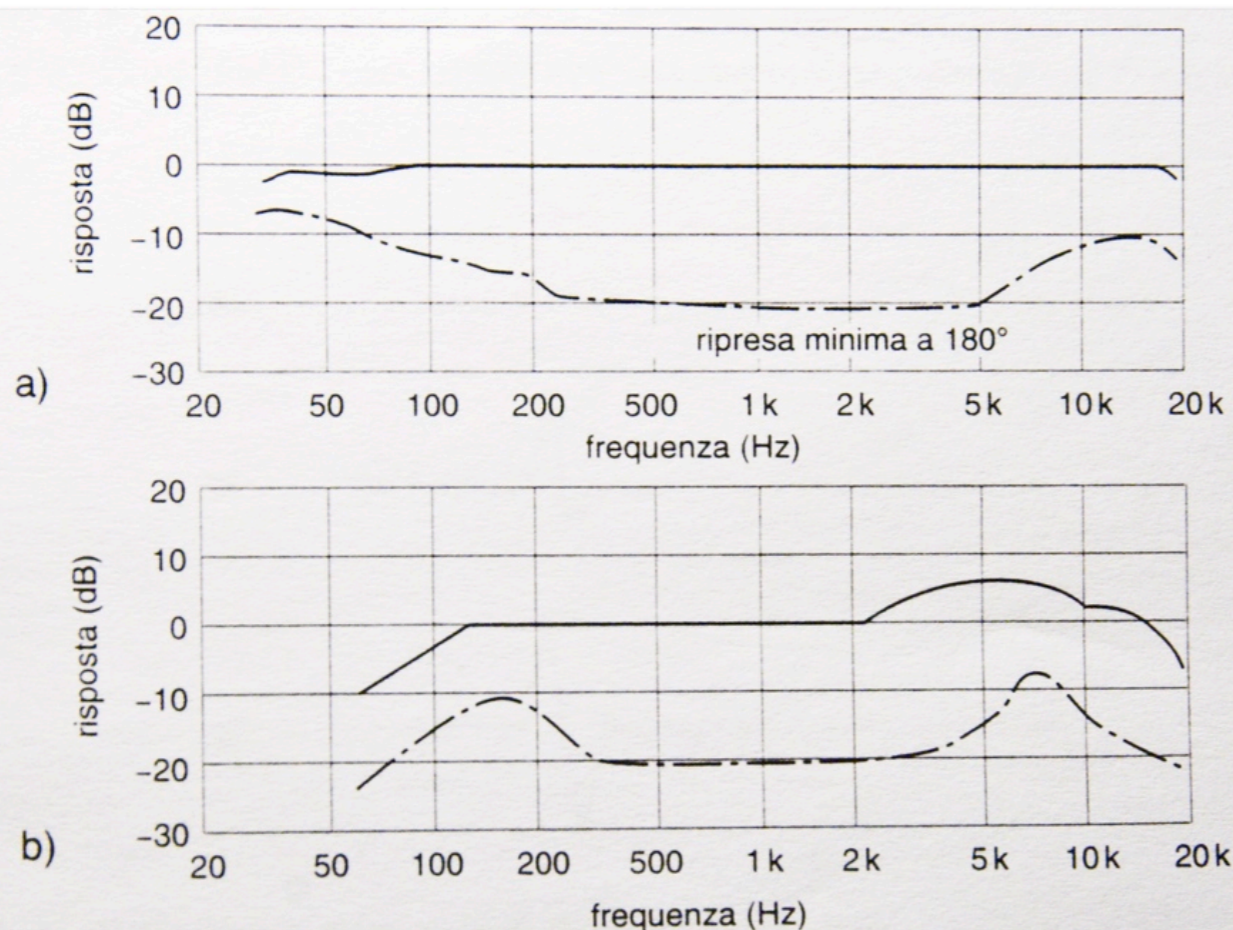
In molti microfoni a condensatore, tramite un interruttore, si può passare da un diagramma a un altro; è un'operazione di tipo elettrico che si serve di un sistema di capsula a doppia membrana montata attorno ad una lamina centrale (figura sotto).

Se la configurazione di queste capsule è in fase elettricamente, si ha un diagramma polare omnidirezionale; se sono configurate fuori fase, si ha un diagramma bidirezionale. Le variazioni comprese fra questi due stati (ottenibili in modo continuo o a scatti prefissati) danno altri diagrammi, come il supercardioide e l'ipercardioide.



# La risposta in frequenza

La curva di risposta in frequenza di un microfono è la misurazione del suo output su tutto lo spettro dell'udibile, dato un segnale in ingresso costante in asse. Tale curva, che è rappresentata graficamente come livello di uscita (in decibel) rispetto alla frequenza, dà informazioni importanti e indica come un microfono reagisce a determinate frequenze.



**Fig. 4.16** Curve di risposta in frequenza.  
a) Curve di risposta dell'AKG C-460B/CK61 ULS.  
b) Curve di risposta dell'AKG D321.

(Fonte: AKG Acoustics, Inc.)

Un microfono può essere progettato per rispondere in maniera eguale a tutte le frequenze. In questo caso si dice che ha una risposta in frequenza piatta (**flat**).

Altri microfoni possono essere disegnati per enfatizzare o attenuare la risposta nella parte alta, nella parte media o in quella bassa dello spettro audio.

Le curve di risposta in frequenza della figura a pagina precedente, sono basate su misurazioni in asse e mostrano risposte di segnali accettabili.

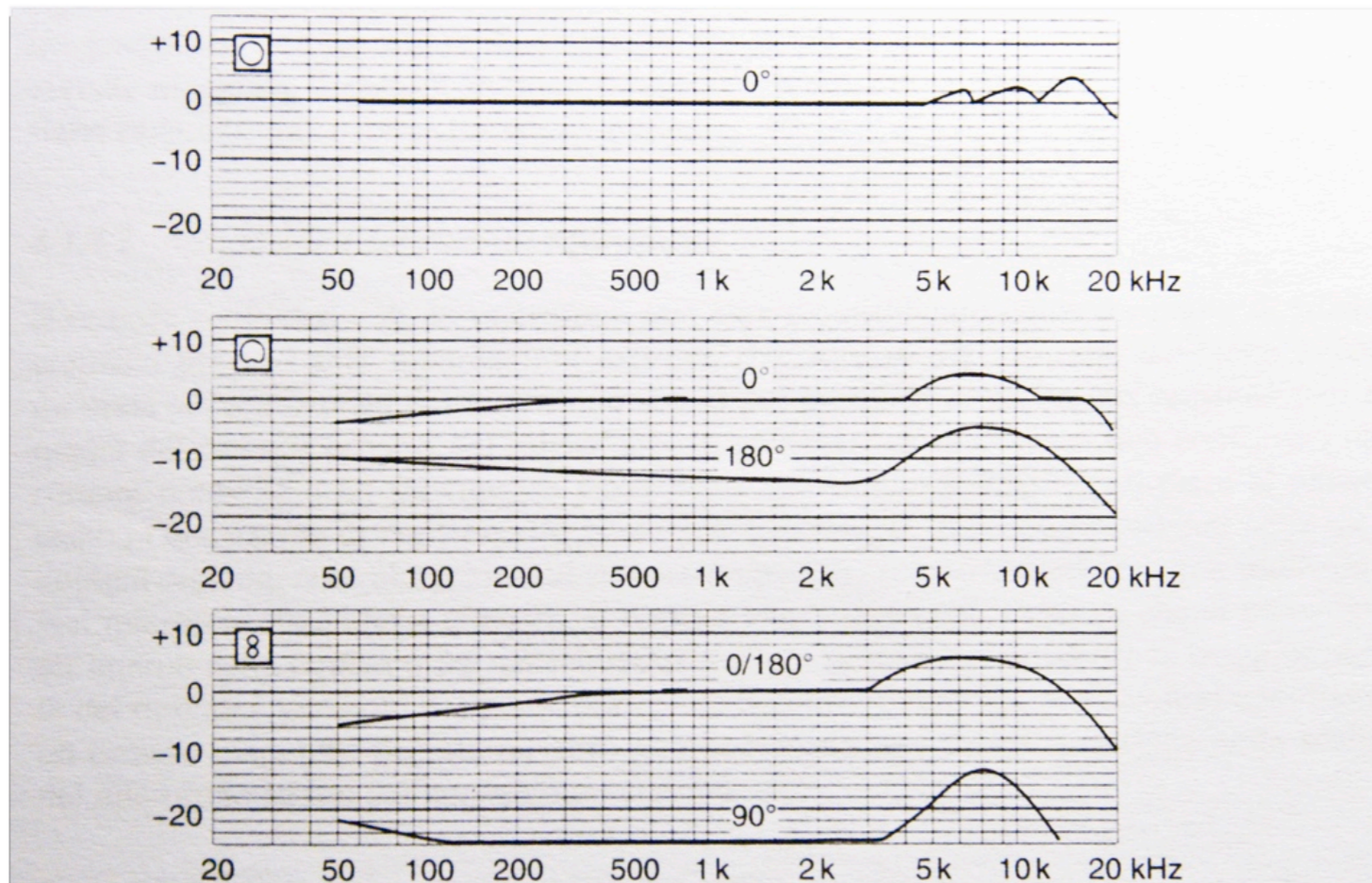
**Alcuni design, comunque, danno risposte più che irregolari se usano misurazioni fuori asse.**

Questa **colorazione** del segnale può diventare molto evidente quando il microfono opera in una zona in cui i suoni fuori asse (sotto forma di dispersione) raggiungono l'elemento di ripresa, traducendosi in un cambiamento delle caratteristiche timbriche. La risposta in frequenza fuori asse di un microfono (che indica la fedeltà del microfono nel riprendere suoni fuori asse) può essere rappresentata graficamente assieme alla curva in asse (come si può vedere nelle curve di risposta tratteggiate delle figure a pagina precedente e nella curva di risposta fuori asse della figura a pagina successiva).

# Caratteristiche di risposta in frequenza alle basse frequenze

Alle basse frequenze, il rimbombo di sottofondo (dato da vibrazioni di alto livello nella regione compresa fra i 3 Hz e i 25 Hz) può essere trasmesso in uno studio o in una sala, oppure attraverso la superficie di un pavimento grande e non opportunamente costruito.

Si può eliminare questo effetto indesiderato in uno qualunque dei tre modi seguenti:



**Fig. 4.17** Curve di risposta in frequenza del Microtech UM70S, per differenti angoli di incidenza del suono.

(Fonte: Microtech Gefell GMBH)

1. usare una gabbia elastica (**shock mount**) per isolare il microfono dalle vibrazioni provenienti dal pavimento e dall'asta;

2. usare un microfono che abbia una limitata risposta in frequenza alle basse;

3. diminuire l'ampia risposta in frequenza di un microfono mediante l'uso di filtri taglia basso (**rolloff**).

# Effetto prossimità

Un altro fenomeno che si verifica nella maggior parte dei microfoni direzionali è noto come **l'effetto prossimità**.

Esso provoca un incremento nella risposta alle basse frequenze man mano che la sorgente sonora si avvicini al microfono; si nota moltissimo quando la sorgente sia a meno di 30 cm rispetto al microfono stesso. Questo effetto di incremento alle basse aumenta proporzionalmente alla diminuzione della distanza, ed è, in un certo modo, maggiore per microfoni bidirezionali rispetto a microfoni con diaframma cardioide.

Per compensare questo effetto sui microfoni è spesso presente un **filtro** che tagli le basse frequenze: esso riporta la risposta alle basse frequenze ad una curva di risposta piatta e ad un bilanciamento che suoni più naturale; di solito lo si mette in funzione tramite un interruttore posizionato sul corpo del microfono oppure tramite la sezione di equalizzazione di un mixer.

Un altro modo per eliminare l'effetto prossimità, e l'enfaticizzazione delle lettere **p** e **b** dette *plosive*, è quello di sostituire il microfono direzionale con un omnidirezionale (a pressione), se si sta attuando un microfonaggio ravvicinato.

Tuttavia tale incremento nella risposta alle basse frequenze è molto apprezzato dai cantanti, i quali lo sfruttano se hanno una voce piuttosto sottile, per ottenere una sonorità più **piena** e **ingrossata** rispetto a quanto non sia nella realtà. In molti casi il microfono direzionale è quindi diventato una parte fondamentale della sonorità voluta da un artista.

# La risposta ai transienti

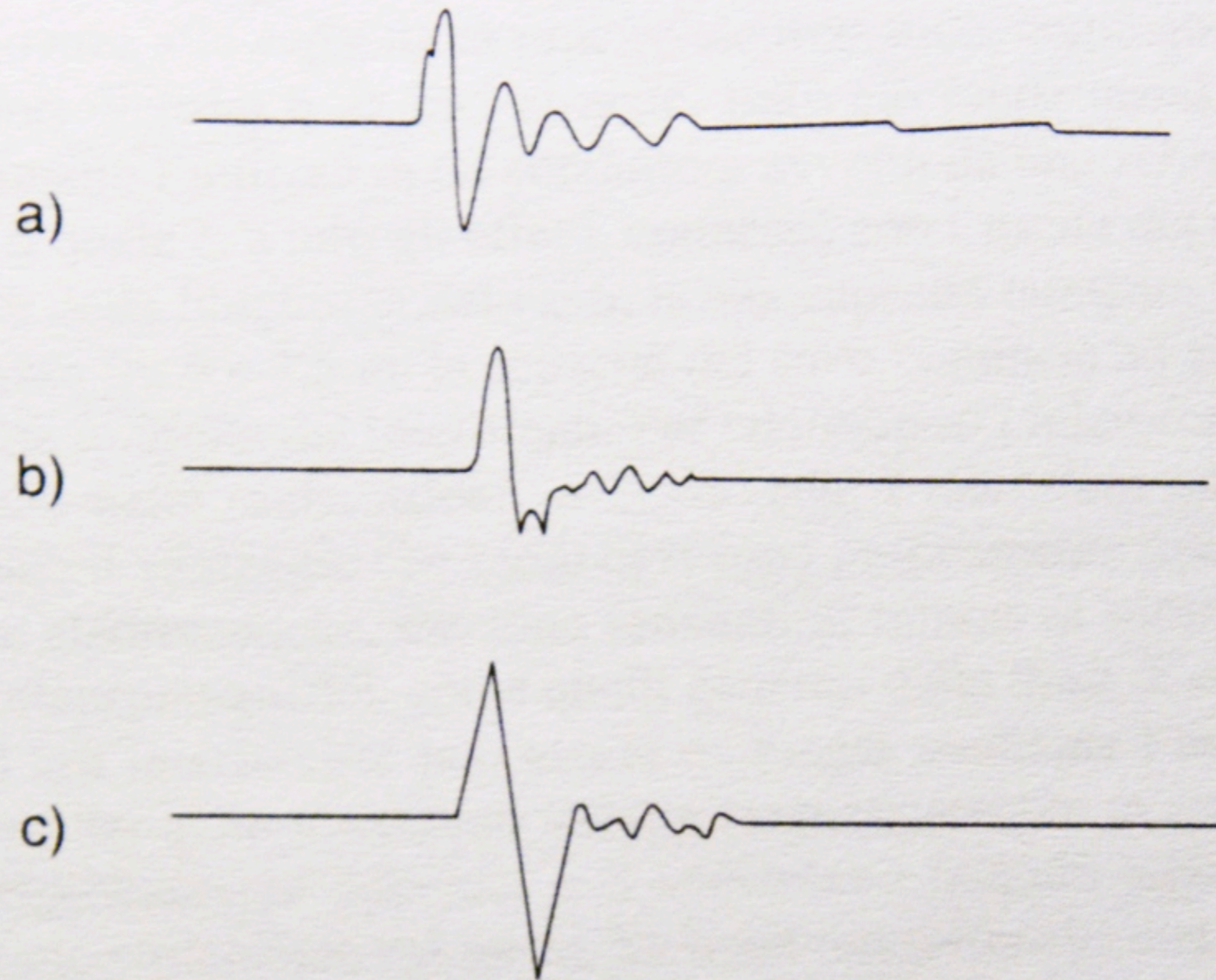
La risposta ai transienti costituisce un aspetto molto significativo, pur non rientrando ancora in un sistema di misurazione standard.

La risposta ai transienti è la misura della velocità di reazione del diaframma di un microfono all'onda sonora. Tale valore varia ampiamente a seconda dei microfoni ed è una delle ragioni fondamentali della differenziazione di sonorità fra le tre tipologie più importanti di trasduttori.

Il diaframma di un microfono dinamico, che può essere abbastanza grande (fino a 6.5 cm), unito alla bobina mobile, oppone una notevole massa se paragonata con l'intensità dell'onda sonora incidente. Quindi un microfono dinamico può reagire molto lentamente ad un'onda sonora, dando un suono **duro**.

In confronto, il diaframma di un microfono a nastro è molto più leggero, e quindi ha una risposta ai transienti molto superiore (sempre che il nastro stesso sia in ottime condizioni di lavoro e non sia deformato da un uso errato). Anche il microfono a condensatore ha un diaframma estremamente leggero, il cui diametro varia da 0.6 a 6.5 cm, con uno spessore di circa 0.00375 cm.

Ciò significa che il diaframma stesso offre una resistenza meccanica molto piccola all'onda di pressione sonora, permettendogli quindi di seguire l'onda stessa accuratamente lungo tutto lo spettro delle frequenze.



**Fig. 4.18** Tipica risposta ai transienti di diversi tipi di microfoni.  
a) Microfono dinamico.  
b) Microfono con doppio nastro.  
c) Microfono a condensatore, di alta qualità.



# Caratteristiche di uscita

Le caratteristiche di uscita di un microfono si riferiscono alla misura della sua sensibilità, del rumore equivalente, delle caratteristiche di distorsione, di impedenza e altri tipi di risposta in uscita.

## **Valutazione della sensibilità:**

Può essere definita come il livello in uscita (in volt) che un microfono produce, dato un livello in ingresso specifico e standardizzato (espresso in dB SPL). Tale specifica implica che sia necessario un certo grado di amplificazione per portare il segnale microfonico al livello di linea (-10 dBV o +4 dBm). Tale valore permette inoltre alla persona che sta registrando di giudicare agevolmente le differenze di livello di uscita fra due microfoni. Un microfono con un valore di sensibilità maggiore produce una tensione in uscita del segnale maggiore rispetto a un microfono con una sensibilità inferiore, supposto che essi siano raggiunti dalla stessa pressione sonora.

## **Valutazione del rumore equivalente:**

Il rumore equivalente di un microfono può essere considerato come il rumore di fondo elettrico proprio dell'apparecchio; esprime il valore in dB SPL che dovrebbe avere un'onda sonora captata dal microfono stesso per produrre in uscita una tensione pari a quella del rumore proprio del microfono. In generale, un microfono non conferisce un rumore notevole a un sistema, se paragonato allo stadio di amplificazione e al nastro usato in una catena di registrazione analogica.

Comunque con i miglioramenti nella tecnologia digitale, tali valutazioni sul rumore proprio assumono sempre maggior interesse.

Nei microfoni dinamici o a nastro, il rumore è generato dagli elettroni che si muovono all'interno della bobina o del nastro stesso; nei microfoni a condensatore la maggior parte del rumore è generato dal preamplificatore interno. Alcuni tipi di microfoni apportano un rumore maggiore rispetto ad altri; perciò bisogna fare una molta attenzione nella scelta del microfono adatto per applicazioni critiche.

## **Caratteristiche di distorsione:**

Così come l'utilizzo di un microfono è limitato verso il basso dal suo rumore proprio, è parimenti limitato verso l'alto della sua incapacità di gestire livelli di pressione molto alti, che causano problemi di distorsione. In termini di distorsione, il microfono dinamico è estremamente resistente, spesso capace di sopportare pressioni sonore di 140 dB. Di solito anche un microfono a condensatore non darà distorsione - con esclusione dei livelli più estremi di pressione sonora.

Tuttavia i condensatori differiscono dai dinamici per il fatto che ad alti livelli acustici l'output della capsula può essere sufficiente per mandare in distorsione il preamplificatore del microfono.

Per evitare che ciò avvenga, molti condensatori hanno un interruttore di attenuazione, detto **pad**, immediatamente successivo all'uscita del trasduttore, e che serve a ridurre il livello del segnale e quindi la distorsione di sovraccarico.

Quando si inserisce il pad nel circuito microfonico, bisogna ricordarsi che il rapporto segnale-rumore del microfono stesso viene ridotto di un ammontare pari a quello dell'attenuazione. Perciò è saggia abitudine togliere il pad se si usa il microfono in condizioni di pressione sonora normale.

## **Impedenza del microfono:**

I microfoni sono disponibili con diverse impedenze in uscita. L'impedenza in uscita è un valore usato per uniformare la capacità di rendere segnale di un'apparecchiatura con i requisiti di ricezione di segnale (impedenza in ingresso) di un'altra apparecchiatura.

L'impedenza è misurata in ohm ( $\Omega$ ) e il suo simbolo è Z.

L'impedenza in uscita dei microfoni comunemente usati è di 50  $\Omega$ , o dai 150 ai 250  $\Omega$  (bassa impedenza) e dai 20 ai 50 K $\Omega$  (alta impedenza).

Ciascun valore di impedenza ha i suoi vantaggi. In passato i microfoni ad alta impedenza erano meno costosi, dato che l'impedenza in ingresso degli amplificatori a valvole era molto alta; per essere usati con microfoni a bassa impedenza, gli amplificatori a valvole necessitavano di trasformatori in ingresso molto costosi. Tutti i microfoni dinamici, comunque, sono a bassa impedenza, e quelli che hanno alta impedenza la raggiungono mediante l'utilizzo di un trasformatore interno elevatore di impedenza.

Uno svantaggio dei microfoni ad alta impedenza è la sensibilità dei loro cavi ad alta impedenza alla capacità di rumore elettrostatico, come quello provocato, per esempio, da motori elettrici o da luci al neon; tutto ciò rende necessario l'uso di cavi schermati. Nondimeno l'utilizzo di un conduttore avvolto da uno schermo crea in pratica un condensatore il quale è, a tutti gli effetti, connesso con l'uscita del microfono.

All'aumentare della lunghezza del cavo, la sua capacità aumenta fino a che, per una lunghezza compresa tra 6 e 7,5 m, la capacità del cavo comincia ad attenuare le alte frequenze nel segnale in uscita dal microfono. Per tale motivo i microfoni ad alta impedenza sono poco usati nella registrazione professionale. I microfoni ad impedenza molto bassa (50  $\Omega$ ) hanno il vantaggio che i loro cavi sono praticamente insensibili ai problemi dati dalle cariche elettrostatiche, ma sono sensibili ai rumori di sottofondo e ronzii provocati da campi elettromagnetici, come quelli generati dalle linee di corrente alternata.

La ripresa di tali interferenze può essere eliminata mediante l'uso di cavi a doppia spirale, per mezzo dei quali le correnti indotte magneticamente in questi cavi viaggiano in direzione reciprocamente opposta, e si cancellano quando arrivano allo stadio di ingresso microfonico bilanciato del mixer. Le linee microfoniche con impedenza dai 150  $\Omega$  ai 250  $\Omega$  presentano perdite di segnale molto contenute e possono essere usate con cavi microfonici lunghi fino a diverse centinaia di metri. Queste sono meno sensibili alla ripresa di correnti elettromagnetiche rispetto alle linee a 50  $\Omega$ , ma sono più sensibili a quelle elettrostatiche.

Perciò viene usato un **cavo schermato a doppia spirale** e si ottengono livelli di rumore molto bassi grazie all'utilizzo di una **linea bilanciata**.

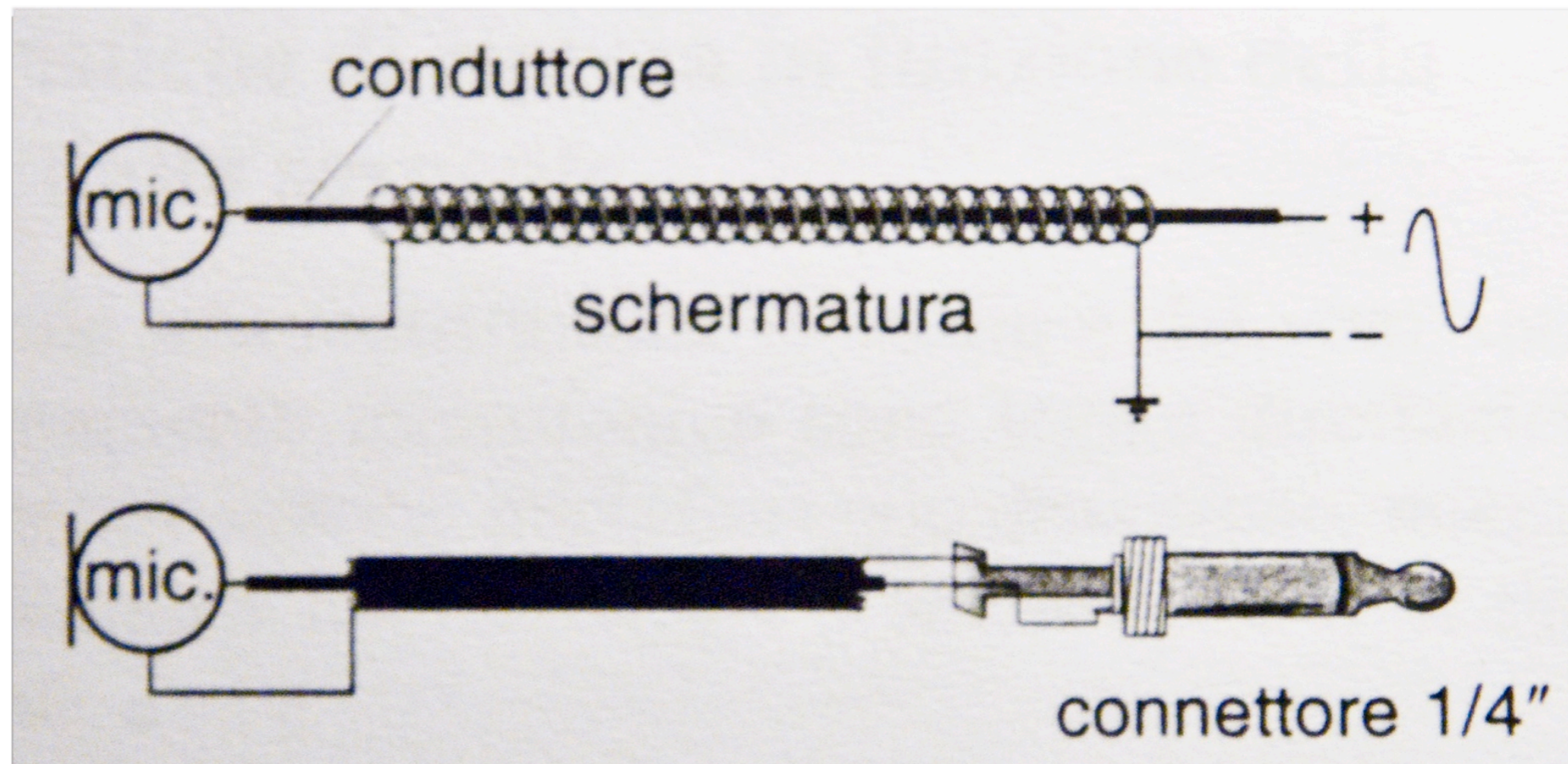
All'interno di tale linea due fili portano il segnale, mentre un terzo conduttore, un filo e/o una schermatura, viene usato come massa, cioè come neutro. D'altro canto i microfoni ad alta impedenza o gli strumenti che entrano **in line** usano **circuiti sbilanciati**, in cui un filo porta il segnale con potenziale positivo fino all'apparecchiatura, mentre il secondo filo, (garza) che serve come massa, viene usato in pratica per completare il percorso del circuito di ritorno del segnale.

Le linee bilanciate si basano sul principio che la corrente alternata di un segnale audio avrà polarità opposta nei due conduttori, mentre qualunque rumore di origine elettrostatica o elettromagnetica sarà simultaneamente indotto in entrambi i conduttori con la stessa polarità.

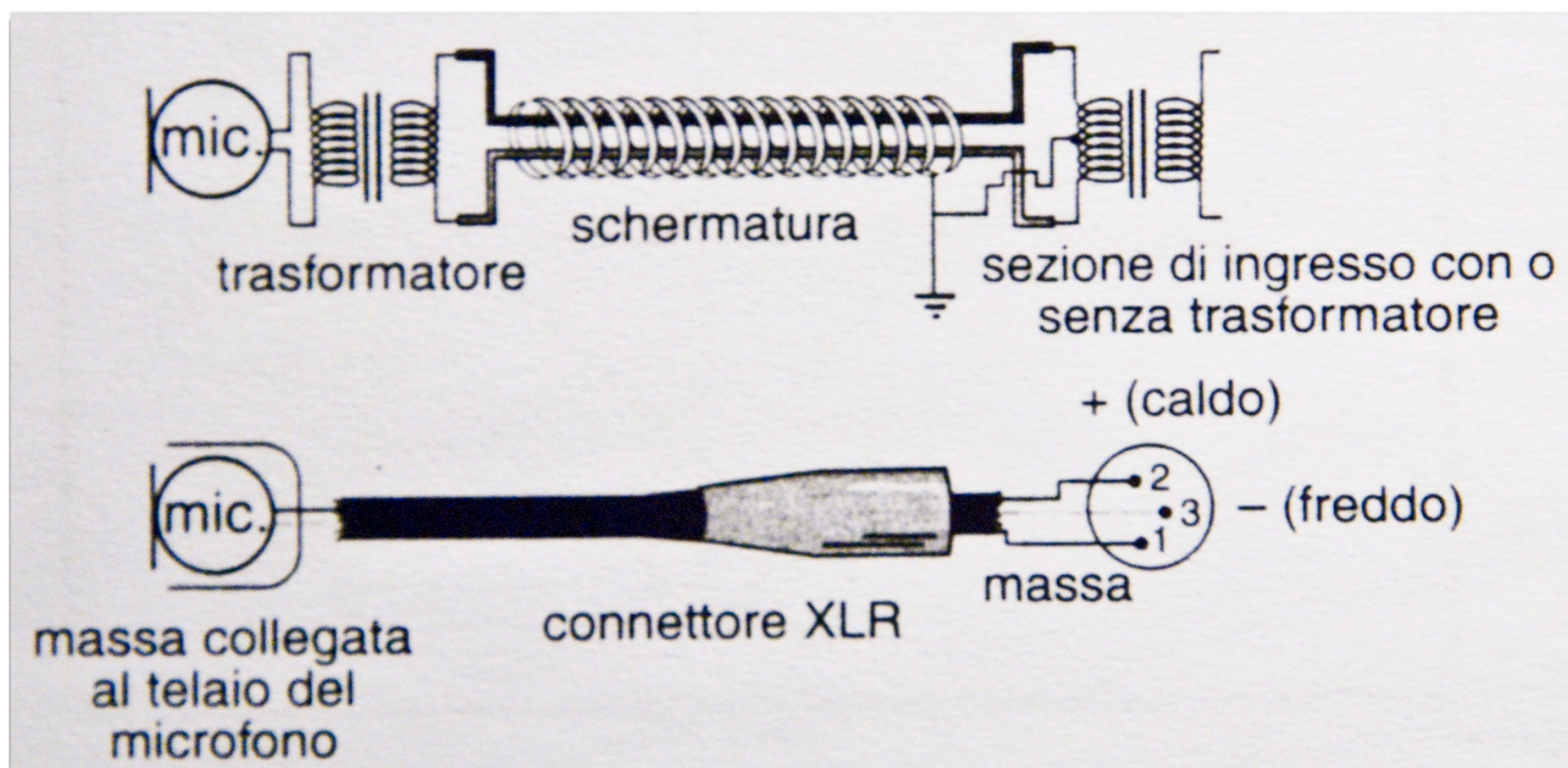
Il trasformatore in ingresso o l'amplificatore che bilancia risponderà solo alle differenze di tensione fra i due conduttori, e ciò si tradurrà nella cancellazione del segnale non desiderato, mentre il segnale musicale resterà inalterato.

Nella grande maggioranza degli studi, le linee di trasmissione sono linee bilanciate a 200  $\Omega$  con schermatura solo all'uscita del preamplificatore e all'impugnatura del microfono. Lo standard adottato per una corretta polarità di un cavo bilanciato, il connettore bilanciato XLR, specifica che il piedino (pin) 2 è il polo positivo, o caldo, il 3 è quello negativo o freddo. La schermatura esterna e il cavo di massa sono connessi con il piedino 1. Se il polo caldo o freddo di un cavo microfonico bilanciato sono invertiti per errore, in uno studio di registrazione, è possibile che molti microfoni si trovino con le polarità invertite e possono avvenire fenomeni indesiderati di controfase.

Linea sbilanciata



Linea bilanciata



## L'alimentazione phantom

La maggior parte dei microfoni a condensatore professionali attualmente usati non ha bisogno, per poter funzionare, di una batteria di alimentazione interna, esterna oppure di una fornitura di corrente alternata. Essi sono stati progettati per essere alimentati direttamente dalla consolle per mezzo di una alimentazione phantom, cioè fantasma.

Questa opera fornendo una tensione positiva in corrente continua di +48 volt a entrambi i conduttori (piedini 2 e 3) della linea microfonica bilanciata.

Questa tensione è equamente distribuita mediante resistenze di pari valore (4,7 K $\Omega$ , con una tolleranza di  $\pm 1\%$  sono valori accettabili), in modo che non ci sia una differenza di potenziale fra i due conduttori. La parte positiva della tensione in corrente continua non è perciò elettricamente visibile nello stadio di ingresso di un preamplificatore microfonico bilanciato.

Invece viene recepito solo il segnale audio che è stato simultaneamente portato sui due conduttori.

Il circuito in corrente continua è completato fornendo la parte negativa dell'alimentazione al terzo conduttore del cavo o alla schermatura.

Le resistenze usate per distribuire la corrente ai conduttori del segnale possono dare un certo grado di isolamento rispetto agli altri ingressi microfonici in una consolle. Se un conduttore di segnale fosse accidentalmente mandato in corto circuito con la massa (come potrebbe effettivamente accadere se si usassero cavi difettosi o XLR sbilanciati), l'alimentazione dovrebbe comunque essere in grado di fornire potenza agli altri microfoni presenti nel sistema.

**Se due o più ingressi sono in corto circuito, comunque, la tensione dell'alimentazione phantom potrebbe scendere a livelli troppo bassi per essere utilizzata.**