

Clase 11: Criterios de selección de micrófonos

La elección del micrófono es el punto de partida para lograr el sonido buscado. Muchas veces, malas tomas o elección errónea del micrófono hacen que la edición del audio se vuelva muy compleja, o que necesariamente se deba rehacer la grabación. Para poder ubicar correctamente un micrófono en un instrumento, primero deberemos conocer sus características, a fin de realizar correcta y criteriosamente su elección en base a su idoneidad para cada caso particular.

Tipos de Micrófonos

No es nuestro objetivo conocer las características constructivas en detalle de cada uno de los diferentes tipos de micrófonos. Sin embargo, veremos dos clasificaciones clásicas donde uno de los criterios de ordenamiento es en base a su funcionamiento y construcción. Todos los micrófonos son transductores, capaces de transformar un tipo de energía en otro tipo (en este caso, presión sonora en señales eléctricas). En realidad, cada micrófono es la combinación de dos tipos de transductores: un primer transductor acústico-mecánico (en principio el diafragma), y un segundo transductor mecánico-eléctrico (dependiendo del tipo de micrófono). Las Tablas 1 y 2 muestran la clasificación en base a los transductores.

Clasificación según su Transductor Acústico-Mecánico	De resistencia variable (carbón)	
	Piezoeléctricos (cerámicos y cristales)	
	Electrodinámicos	De bobina
		De cinta
	Electrostáticos (de capacitor)	
Electret		

Tabla 1 - Clasificación según su Transductor Acústico-Mecánico

Clasificación según su Transductor Mecánico-Eléctrico	De presión -omnidireccionales- (la presión es independiente de la frecuencia)	
	De gradiente -bidireccionales o en 8- (la presión es proporcional a la frecuencia)	
	De presión y de gradiente	Unidireccional
		Cardioide
		Hipercardioide
Supercardioide		
De interferencia -gunshot-		

Tabla 2 - Clasificación según su Transductor Mecánico-Eléctrico

Parámetros y especificaciones más comunes

-Sensibilidad

Es la relación entre la tensión de salida del micrófono y la presión sonora que percibe ($S = v/p$). Se expresa en Voltios sobre Pascales, y suele encontrarse en su expresión logarítmica, donde $S = 20 \log \frac{S(V/Pa)}{1V/Pa}$, generalmente referida a la frecuencia de referencia de 1kHz.

-Patrón Polar

El patrón polar, también conocido como *Directividad D*, refiere al comportamiento del micrófono y su nivel de sensibilidad en base al ángulo de incidencia del frente de onda, donde

$$D = \frac{\text{Sensibilidad } \phi}{\text{Sensib. Máxima}}$$

Los hay de diferentes patrones polares, como muestra la Figura 1.

- **Omnidireccionales**

Son aquellos micrófonos que presentan igual sensibilidad respecto a la onda incidente, sin importar el ángulo de precedencia. En alta frecuencia esto puede variar un poco, pero no demasiado (Figura 2).

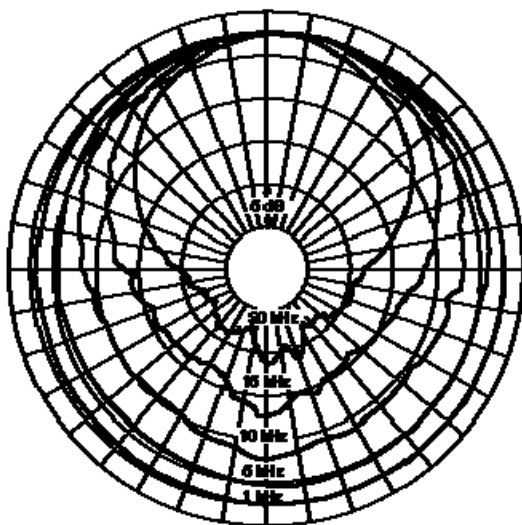


Fig. 2 - Diagrama polar del micrófono omnidireccional DPA 4006

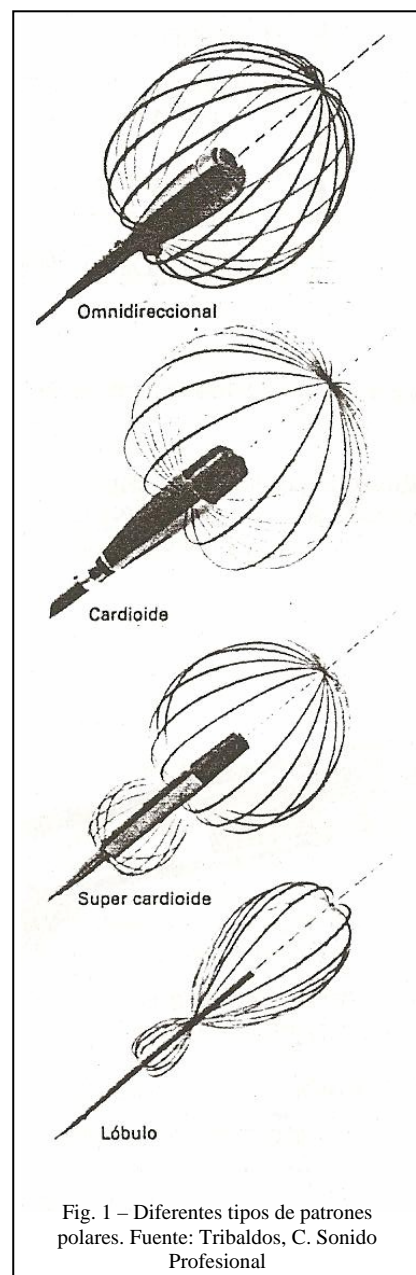


Fig. 1 – Diferentes tipos de patrones polares. Fuente: Tribaldos, C. Sonido Profesional

- **Bidireccionales**

Estas directividades se consiguen con micrófonos que reciben la presión por ambos lados del diafragma, lo que da un diagrama polar en forma de 8, donde las máximas sensibilidades se sitúan a los 0° y 180°. Es un comportamiento típico de los micrófonos que funcionan a gradientes de presión.

- **Cardioides**

Son el resultado de la combinación de los principios de funcionamiento de los micrófonos de presión y de gradiente de presión. Esto nos permite lograr diferentes patrones polares, tales como:

-Cardioides. Su ecuación polar responde a $F = \alpha \frac{1}{2}(1 + \cos \phi)$

-Hipercardioides. Su ecuación polar responde a $F = \alpha \frac{1}{2}(1 + 3 \cos \phi)$

-Supercardioides. Su ecuación polar responde a $F_0 = \alpha(0.37 + 0.63 \cos \phi)$

Estos tipos de micrófonos permiten independizarnos fácilmente del entorno, y se utilizan especialmente para tomas en vivo, de exteriores, baterías y orquestas muy numerosas.

- **De interferencia**

Poseen muy alta direccionalidad, empleándose para tomas cuyo objetivo es enfocar sólo determinados sonidos, desafectándolo del entorno. Los clásicos “gun-shot” son ejemplos de este tipo particular de micrófonos, los cuales están contruidos en un tubo con rejillas y combinación de materiales aislantes y absorbentes a fin de evitar que los sonidos laterales exciten la membrana.

Respuesta en frecuencia

La respuesta en frecuencia gráfica nos expresa la sensibilidad del micrófono a diversas frecuencias. Cuanto más plana sea esta gráfica y mayor ancho de banda tenga en el espectro audible, más fiel será el micrófono. Sin embargo, sabemos que esta respuesta puede cambiar según ciertos factores: influirán las longitudes de onda respecto a las dimensiones del diafragma y forma del micrófono. Además, para los omnidireccionales variará su respuesta en alta frecuencia (Figura 3); para los direccionales variará su respuesta debido al ángulo; para los de gradiente de presión habrá efecto proximidad en bajas frecuencias; etc.

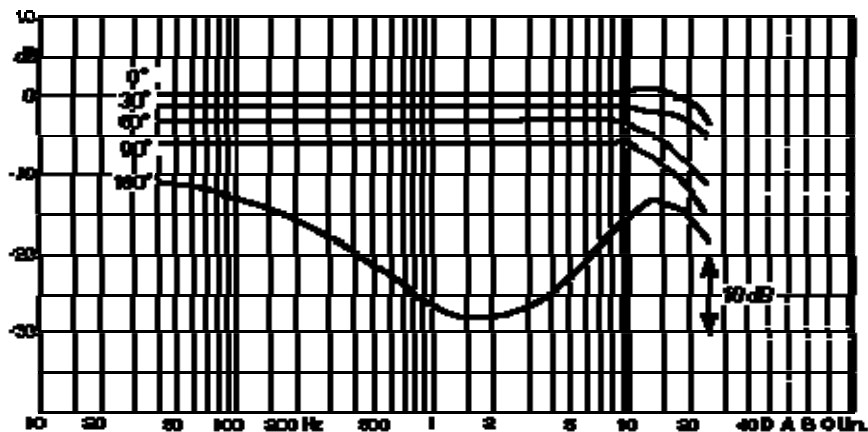


Fig. 3 - Respuesta en frecuencia on y off-axis del DPA Type 4011 a 30cm de la fuente

-Impedancia

La impedancia interna de un micrófono es debida a que éste es un dispositivo electrónico, y en base a una excitación eléctrica y el paso de corriente por él, se comportará como una resistencia óhmica. En las hojas de datos generalmente se expresa su impedancia nominal, considerando al micrófono como una resistencia pura, especificando su valor para una frecuencia de 1kHz.

Los hay de alta impedancia (puede rondar los 10kOhms) y de baja impedancia (menores a 500Ohms), prefiriéndose estos últimos en sonido profesional debido a que presentan menores niveles de ruido y mayor sensibilidad.

-Nivel de Ruido

Corresponde al ruido eléctrico intrínseco del micrófono, y es el resultado de la medición de su tensión en bornes, sin ningún tipo de excitación. Hay dos formas de expresar su valor: asociándolo al valor que le correspondería en nivel de presión sonora equivalente (en dB), o –el más común– mediante la relación señal/ruido, donde $S / R_{dB} = 20 \log_{10} \frac{\text{señal}}{\text{ruido}}$.

-Distorsión Armónica

Corresponde a la deformación de onda de salida respecto a la forma de onda de entrada. Suele expresarse para una frecuencia tonal, generalmente 1kHz, y la *Distorsión Armónica Total* (THD) corresponderá a un porcentaje de la componente armónica respecto a la frecuencia incidente, donde $THD\% = \sqrt{\frac{Pd}{Pi}}$ para la potencia distorsionada Pd y la potencia incidente Pi .

-Máximo SPL

Corresponde al nivel de presión sonora para el cual el diafragma golpea la placa posterior, o el micrófono devuelve una tensión de 1.55V, lo que implicaría un clipeo en el nivel de entrada de un preamplificador estándar. En otros casos, especifica el nivel de presión sonora para el cual excede la tolerancia del nivel de distorsión armónica especificado.

Clasificación según su Transductor Mecánico-Eléctrico

-Micrófonos de Resistencia variable

Pertenecen a las más antiguas familias de micrófonos, los cuales modifican su resistencia óhmica en base a las variaciones de de presión entre el exterior y el interior. El clásico micrófono de resistencia variable es el de *carbón*.

- **Micrófonos de Carbón**

Constructivamente están formados por gránulos de grafito o antracita dentro de un compartimiento cerrado, adosado al centro de un diafragma metálico. Al moverse el diafragma, el desorden de los gránulos produce un cambio en su resistencia, generando una tensión en bornes proporcional al movimiento de la membrana. No poseen buena respuesta en frecuencia ni relación señal/ruido, y su sensibilidad oscila los -30V/Pa.

-Micrófonos Piezoeléctricos

Del griego, presionar, el elemento piezoeléctrico genera una carga eléctrica cuando se ve sometido a una deformación. También son conocidos como micrófonos de contacto, y los hay de dos tipos: *cristales* y *cerámicos* piezoeléctricos.

- **Micrófonos de Cristal**

Ciertos tipos de cristales generan una fuerza electromotriz sin necesidad de polarización exterior, cuando son doblados por una vibración. En la actualidad se utilizan fosfatos de ácido de amonio, los cuales no son los más sensibles, pero proveen gran estabilidad. Presentan respuestas en frecuencia que cuyo ancho de banda abarca entre 80Hz y 10kHz, lo cual limita su uso.

- **Micrófonos Cerámicos**

Su funcionamiento es similar al de los cristales, pero en este caso el material es un cerámico, generalmente titanio de bario bimorfo, donde se captará tanto si se dobla como si se retuerce. Su sensibilidad está muy por debajo de los cristales, y su impedancia oscila los 4megohms.

-Micrófonos Electrodinámicos

El principal funcionamiento de estos micrófonos radica en una *bobina móvil* o una *cinta* que se desplaza dentro del campo magnético generado por un imán permanente, impulsado por la presión sonora.

- **Micrófonos de Bobina Móvil**

Generalmente presentan una forma cilíndrica, donde un imán permanente es envuelto en una bobina que acompaña el movimiento del diafragma. A mayor cantidad de vueltas, más tensión entregará la bobina, pero como ello implica mayor masa, se compensa utilizando imanes muy potentes, como el neodimio. El conjunto bobina-imán se suele montar en una superficie de goma para reducir la transmisión de vibraciones del cuerpo del micrófono. Sus impedancias varían entre 150 y 600 Ohms, y su respuesta en frecuencia puede llegar a abarcar todo el espectro audible. También soportan altas presiones sonoras.

- **Micrófonos de Cinta**

Su sistema consta de una delgada y ligera cinta metálica expuesta al campo magnético de un imán permanente con forma de herradura que sustituye a la bobina. A estos micrófonos también se los conoce como “de velocidad”, debido a que al vibrar la cinta se genera una tensión similar a la velocidad de la onda de presión. Brindan una respuesta en frecuencia muy uniforme y poseen patrón polar bidireccional, aunque también se pueden obtener patrones cardioides. Son muy costosos y extremadamente frágiles.

-Micrófonos Electrostáticos (de Capacitor o *Condenser*)

Utilizan como principio de funcionamiento las diferencias de capacidad entre el capacitor generado por la armadura y la delgada placa frontal que actúa de diafragma. Al vibrar el diafragma, varía la separación entre placas, las cuales están cargadas por una tensión de polarización, y estas diferencias son proporcionales al frente de onda percibido.

Dado que el capacitor que se genera posee una capacidad de entre 40 y 50pF, la impedancia interna del micrófono es muy alta, lo que implica que en su interior posea un preamplificador para reducir la impedancia de salida. Al no poseer bobina, son mucho más susceptibles a vibrar con presiones sonoras más débiles, y además poseen una muy buena respuesta en frecuencia. Sus patrones polares son muy variables.

-Micrófonos Electret

El principio de funcionamiento es similar a los *condenser*, aunque su rendimiento es notablemente inferior. La membrana que poseen es plástica, generalmente policarbonato fluorado o fluorocarbono, con la cara externa cubierta de una fina película metálica que actúa de electrodo móvil.

En estos micrófonos, el estado de carga es permanente, proveniente de un proceso de fabricación a altas temperaturas. Son dispositivos muy económicos, su respuesta en frecuencia es aceptable, y su impedancia es alta.

Micrófonos Direccionales y Cardioides vs. Omnidireccionales

Para justificar una elección primero deberemos analizar si debemos o no independizarnos del entorno en nuestra toma. Y luego, en el caso de querer hacerlo, ver si estamos dispuestos a pagar ese precio.

En primer lugar, debemos separar las tomas de vivo para refuerzo sonoro de las tomas de grabación. Un micrófono omnidireccional será más propenso a retroalimentaciones (*acoples*), aunque también puede proporcionar mayor soltura de movimientos del artista como sucede en obras teatrales, así como contrarrestar la coloración de fuera de eje (*off-axis*).

Las tomas multicanal, ya sean estéreo, 4.0 o 5.0, pueden ser realizadas con micrófonos cardioides, pero los omnidireccionales proporcionarán mejor sensación de naturalidad, y mayor carácter de la sala.

Los micrófonos direccionales poseen diafragmas mucho más suaves, lo cual hace que el popeo o ruidos de viento se perciban más notoriamente. Además, sufren del *efecto de proximidad*, que implica una coloración con refuerzo en bajas frecuencias para fuentes muy próximas al micrófono (Figura 4).

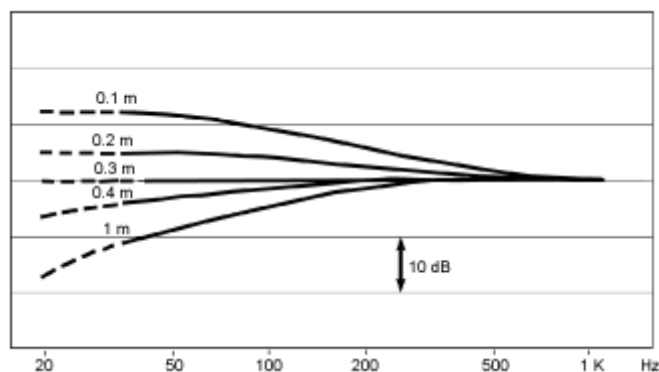


Fig. 4 - Efecto proximidad del 4011

Sin embargo, a distancias mayores a los 30cm, los micrófonos omnidireccionales desempeñan mejor respuesta en bajas frecuencias.

Por último, los micrófonos direccionales suelen tener mayor distorsión armónica que los omnidireccionales, especialmente a altos niveles de presión sonora.

Diafragma Chico vs. Diafragma Grande

En la Tabla 3 se sintetizan algunos de los criterios de elección:

	Diafragma Chico	Diafragma Grande
Ruido Propio	Alto	Bajo
Sensibilidad	Baja	Alta
SPL Máximo	Alto	No tan alto
Respuesta en Frecuencia	Muy ancha	Un poco más estrecha
Sombra Acústica	Pequeña	No tan despreciable
Rango Dinámico	Mayor	Menor

Tabla 3 – Comparación entre diafragmas grandes y chicos

Los micrófonos de diafragma pequeño poseen mayor ruido propio, ya que la membrana pequeña se torna muy rígida y las partículas de aire que chocan no sufren tanto amortiguamiento. Es por ellos que a su vez el micrófono de diafragma grande es más sensible, ya que posee más superficie que le permite excitarse con menores niveles sonoros, y por lo tanto darle un mayor rendimiento. Sin embargo, la falta de rigidez hace que soporte menores niveles de presión sonora que el de diafragma chico.

Respecto a la respuesta en frecuencia, cuando más grande sea la membrana, más masa tendrá, lo que disminuirá su desempeño en alta frecuencia. A su vez, sus dimensiones también proporcionarán sombra acústica para sonidos de espectros muy agudos provenientes por detrás del micrófono.

Por último, haciendo referencia al rango dinámico, si bien los niveles del piso de ruido pueden ser apenas más altos que para los micrófonos de diafragma grande, la rigidez del diafragma chico permite manejar niveles de presión sonora más altos, lo que permite un mayor grado de libertad en cuanto al manejo de señales muy cambiantes en amplitud.

Bibliografía

DPA Microphones Users Guide.

Miyara, Federico. Acústica y Sistemas de Sonido, UNR Editora, 2006.

Tribaldos, Clemente. Sonido Profesional, Editorial Paraninfo, 1993.

Wikipedia, Free Encyclopedia, 2009.