

_introducción

Los micrófonos son, por supuesto, fundamentales para el sonido en cine en su función de capturar los sonidos presentes en un set, en la captura de efectos de sonido en una expedición documental, en la sala de grabación de música de una película, o en cualquier otra parte, y en convertir el sonido en un voltaje eléctrico, que es conducido por los cables hasta un preamplificador de micrófono. El voltaje que entrega el micrófono es proporcional a la amplitud de la forma de onda.

Un micrófono es llamado generalmente un transductor, ya que convierte energía de una forma (acústica) en otra forma (eléctrica); de la misma manera, un parlante también es un transductor, funcionando en la dirección opuesta al micrófono.

Hay otros transductores así como los micrófonos utilizados muy ocasionalmente en sonido para cine. Estos incluyen hidrófonos (micrófonos subacuáticos) y acelerómetros (instrumentos de captura sensibles a la vibración que están directamente en contacto con la fuente, obviando la transmisión a través del aire).

TIPOS DE MICRÓFONOS SEGÚN SU MÉTODO DE TRANSDUCCIÓN

Todos los micrófonos convierten energía acústica en energía eléctrica, pero hay muchas maneras de conseguir esto, con áreas de aplicación variable.

_carbón

Los primeros micrófonos estaban compuestos por un diafragma sujeto a una cavidad rellena de carbón granulado. La presión sonora presiona sobre el carbón, compactándolo levemente. Esto reduce la resistencia eléctrica de la maza de carbón, entonces cuando se lo conecta a una fuente de energía como una batería, un voltaje proporcional a la presión sonora puede ser generado. Es extremadamente difícil hacer que estos micrófonos sean a la vez sensibles y de respuesta plana, y sufren de una alta distorsión debido a la no linealidad de la maza del carbón. Sin embargo, estos micrófonos formaron el corazón de la industria telefónica durante 100 años, por lo que hay millones de ellos en uso diario.

Los micrófonos de carbón son escasamente usados directamente en sonido para cine, pero puede ser necesario grabar conversaciones telefónicas. Esta calidad de sonido puede llegar a ser mas apropiada para una conversación telefónica que el uso de un mejor micrófono.

_cerámico

Ciertos materiales cristalinos, cuando son alcanzados por una vibración, producen un voltaje debido al efecto piezo eléctrico. La vibración puede ser conducida desde un diafragma al elemento transductor, y de esta manera formar un micrófono cerámico. Los bloques pequeños de estos materiales cerámicos son muy resonantes, como una campana, por lo que es difícil obtener una amplia respuesta de frecuencia. El uso primario de estos micrófonos en el sonido para cine y video es en hidrófonos (micrófonos subacuáticos) para los cuales la alta estabilidad de estructuras vidriosas es muy útil. En este caso, el micrófono es provisto con su propio mecanismo eléctrico para producir un nivel de línea, apropiado para grabación. Por otra parte, también se pueden realizar grabaciones subacuáticas con otros tipos de micrófonos encapsulados en gabinetes impermeables, pero esta protección puede influir en la captación del sonido.

_dinámico

Si un conductor eléctrico como el cobre o la plata es movido dentro de un campo magnético, se induce un voltaje al final del conductor. El conductor puede ser un cable aislado dispuesto en una bobina adosada a un diafragma. Con la forma de imán correspondiente, el diafragma provocara que la bobina produzca un voltaje correspondiente al movimiento del diafragma en el extremo del cable.



_microfonos

_sound for film & television - tomlinson holman, focal press

Los micrófonos dinámicos generan su propia electricidad, sin necesidad de una fuente externa de alimentación, como es el caso de otros tipos de micrófonos. También son típicamente más resistentes comparados con otros tipos, soportando mejor que otros micrófonos tanto golpes como variaciones de temperatura. Por esta causa son preferidos al menos como micrófonos de cobertura en varias situaciones de grabación. Contienen poderosos imanes, y algunos emanan un campo magnético, lo que significa que deben ser guardados separados de la cinta de audio. El micrófono dinámico mas simple de hacer es el del tipo omnidireccional, pero también los hay disponibles con otros diagramas polares, siendo el cardioide probablemente el mas popular.

Debido a la particular combinación de ventajas en el micrófono, es típicamente utilizado en rodajes de cine y televisión, donde prevalecen los requerimientos de confiabilidad bajo condiciones rusticas y adversas. La calidad final del micrófono dinámico, sin embargo, es potencialmente limitada por el requerimiento de que el sonido mueva la maza del diafragma y la bobina, con fin de producir un voltaje de salida, y esta maza, aunque baja, es mas alta que en los micrófonos electroestáticos o de condensador (expuestos mas adelante). Si bien micrófonos dinámicos bien diseñados pueden ser muy buenos, no son considerados como el transductor optimo.

Nótese que el micrófono de cinta (ribbon microphone) emplea el mismo principio de transducción que los micrófonos dinámicos convencionales, pero la menor cantidad de cable en su campo magnético, típicamente lleva a menores niveles de salida, que deben ser realzados a niveles mas utilizables por un transductor en el micrófono. Aun realzado de nivel, el micrófono de cinta usualmente tiene muy baja sensibilidad para usos convencionales en cine, pero pueden ser encontrados en estudios de música, especialmente enfrente de instrumentos que producen mucha sonoridad.

El micrófono electroestático tiene solo una parte móvil, el diafragma. El movimiento del diafragma es detectado midiendo una propiedad eléctrica (capacitancia) entre el diafragma y una placa fija. La capacitancia es la habilidad de dos conductores, separados por un aislante, de guardar una carga (electrones). En el caso del micrófono de capacitor, existe una cantidad fija de capacitancia, que es modificado por el movimiento del diafragma debido al sonido. Es el cambio en la capacitancia con el sonido que es detectado, usando uno de tres métodos:

El primer método es cargar el capacitor formado por el diafragma y la placa trasera, con aire como aislante entre ellos, usando un voltaje polarizador, generalmente entre 45 a 200 Vcd. Proveyendo de componentes electrónicos, usualmente ubicados detrás de la placa trasera, las variaciones la carga resultando de los cambios en el espacio entre la placa trasera y el diafragma, que se convierten en un voltaje de salida. Este método es bastante estable y es el utilizado en mediciones y muchos micrófonos de grabación.

El segundo método es usar los cambios en la capacitancia causados por los cambios que provoca el sonido en la frecuencia de un oscilador operando alrededor de los 10MHz. Los cambios en la frecuencia son detectados por un detector de modulación de frecuencia, que trabaja como un detector de radio de FM, y convertidos en señal de audio. Este método evita el uso de un voltaje polarizador, lo que aumenta la confiabilidad de los micrófonos que lo utilizan. Este método esta restringido a un solo fabricante, debido a la patente, que es Sennheiser.

El tercer método es utilizado en micrófonos de capacitor económicos, como los que se encuentran en contestadores automáticos, pero hay un gran numero de micrófonos poco

**_electroestáticos
(de capacitor o
condensador)**



costosos que también hacen uso de esta técnica. Son polarizados electroquímicamente durante su fabricación, y por lo tanto no requieren de una fuente externa de voltaje para la polarización (aunque aun necesitan alimentación para la electrónica, que debe seguir a la cápsula). Estos micrófonos pre-polarizados son llamados de capacitor o condensador electret. El tratamiento polarizador para almacenar carga puede ser efectuado tanto sobre el diafragma como la placa posterior. Mientras que los mejores micrófonos de este tipo pueden ser tan buenos como los de condensador, pocos de micrófonos de mejor calidad utilizan este principio.

Estos tres métodos de convertir variaciones en la capacitancia en un voltaje de salida, requieren de electrónica para realizar la conversión, y por lo tanto requieren de alimentación. El proveedor de la alimentación puede consistir en una pila o batería en el propio micrófono, en una fuente o caja externa, o en la unidad a la cual se conecta el micrófono (consola, grabador, etc.).

Existe mas de un método para proveer la alimentación En el método mas simple, una batería es insertada en el mismo cuerpo del micrófono, o posiblemente en un conector cableado en la otra punta del cable del micrófono. Estas baterías, son fáciles de ser olvidadas porque usualmente duran cientos de horas y normalmente son de tipos especializados, que no son muy disponibles, por lo que resulta esencial tener recambios disponibles.

Existen algunos micrófonos electret muy económicos, los cuales, si tienen dos cables, son alimentados con corriente continua (DC) a través del cable de la señal. Si tienen tres cables, uno normalmente es la tierra común, otro es la salida de la señal, y el tercero la alimentación. Estos son utilizables para plantar en sets o para shows sobre naturaleza, donde pueden ser destruidos o comidos, por ejemplo.

Hay varios métodos para proveer de alimentación a los micrófonos remotamente, a través de líneas balanceadas. El método mas popular es el phantom power (alimentación phantom), en el que un voltaje positivo es aplicado a ambos conectores balanceados del micrófono y el voltaje negativo a el tercer cable (tierra). Los micrófonos que utilizan este método, normalmente tienen la letra "p" en su nombre de modelo. Estos micrófonos son, por lo tanto, aptos para la conexión con preamplificadores de micrófono que proveen phantom power (que es en la mayoría de los casos, seleccionable "on" / " off").

Un segundo, menos habitual método de alimentación es proveer voltaje positivo a uno de los cables balanceados, y voltaje negativo al otro cable balanceado. Llamado A-B o T Power, este método no es tan popular como la alimentación phantom, debido al potencial daño a otros tipos de micrófonos que pudieran ser conectados inadvertidamente. Conectando un micrófono de cinta a una entrada de micrófono que suministra alimentación A-B volara la cinta de la cavidad del micrófono, porque intenta "traducir" un voltaje aplicado en reversa, y actuar como un parlante; este daño también puede ocurrir con micrófonos dinámicos. Los micrófonos que hacen uso de este tipo de alimentación, normalmente tienen la letra "t" en su nombre de modelo.

Una prestación de seguridad de la alimentación phantom es que conectando un micrófono dinámico o de cinta a tal entrada resulta en ambos lados de la bobina con exactamente el mismo voltaje, y por lo tanto, el micrófono se mantiene a salvo. De todas maneras, es mejor practica no suministrar alimentación a los micrófonos de cinta o dinámicos.

Como no existe una designación común a qué tipo de alimentación usa un cierto micrófono, es difícil saber qué método utilizar sin fijarse en la carta de especificaciones

_microfonos

_sound for film & television - tomlinson holman, focal press

técnicas del micrófono. Por ejemplo, un micrófono con un número de modelo que termina en P48 es probablemente entendido para alimentación phantom de una fuente de 48 dcV.

Los micrófonos de condensador que utilizan aire como aislante con diafragmas de nickel y placa trasera son extremadamente estables, y esta construcción es utilizada para micrófonos de medición. Los micrófonos de grabación mas frecuentemente utilizan diafragmas de plástico revestidos de un conductor como puede ser el oro. Estos también pueden ser bastante estables. Por el otro lado, los micrófonos de capacitor dependen vitalmente de la calidad de aislamiento entre las dos partes conductivas. Cualquier cosa que reduzca el aislamiento puede llevar a fallas o ruido. Por ejemplo, la condensación de humedad entre las dos superficies, reduce el aislamiento considerablemente y provoca que el micrófono se vuelva ruidoso, incrementando el hiss e incluso popeo. Las condiciones que llevan a fallar a un micrófono son bastante posibles en el entorno de un rodaje, donde los micrófonos son expuestos a cambios climáticos. El grado avanzado de diseño de tales micrófonos esta indicado por el hecho de que cada vez ocurren menos problemas. Los micrófonos de condensador pueden ser a veces restaurados a su condición original por un calentamiento cuidadoso, si la humedad fue la causa de su mal funcionamiento.

Finalmente, el principio del micrófono de condensador es aplicado a lo que son los micrófonos de mas alto grado, porque este principio funciona con el menor movimiento de maza y la mas alta eficiencia de conversión de sonido a energía eléctrica, pero a un costo alto, y con la necesidad de alimentación externa.

Los micrófonos de capacitor, pueden ser construidos como transductores de presión o gradiente de presión en múltiples diagramas polares. Algunos de los del tipo de gradiente de presión trabajan usando diafragmas duales back-to-back, mientras otros emplean correcciones de fase acústicas detrás del diafragma para aceptar y retrazar el sonido desde atrás para producir cardioides, hipercardioides, subcardioides o tubos de interferencia. Algunos diseños de diafragmas duales, obtienen mejor relación señal ruido que los diseños de un solo diafragma.

MICRÓFONOS DE PRESIÓN

Si nos pidieran construir un micrófono, una manera de proceder seria copiar la manera en que el oído trabaja: Colocar un diafragma sobre una cámara sellada y medir el desplazamiento del diafragma de alguna manera, convirtiendo esta vibración en voltaje. Esta es la forma en que los micrófonos mas simples funcionan. Comparado con el oído, sin embargo, hace falta que haya varios ajustes. Uno es que el canal auditivo provee de un tubo de resonancia en frente del tímpano aumentando la sensibilidad en un cierto rango de frecuencia. Como normalmente queremos que nuestro micrófono conserve el timbre intacto, típicamente querremos tener una respuesta de frecuencia plana, por lo que el tubo tendrá que irse: El diafragma debe estar expuesto tanto como sea posible al campo sonoro. (Cierta concesión es hecha aquí usualmente, y el diafragma esta levemente retirado para prevenir el daño.) Esta construcción del micrófono es llamada micrófono de presión, porque el movimiento del diafragma, y el consecuente voltaje, resulta de las variaciones de presión causadas por el sonido.

Nótese que para las longitudes de onda del sonido que son grandes comparadas con el diafragma, no importa de que dirección la presión sonora venga; cualquier compresión en el campo sonoro presiona al diafragma en la cavidad detrás de él produce un voltaje positivo a la salida del micrófono. Esto es porque las ondas sonoras que vienen desde



_microfonos **_sound for film & television - tomlinson holman, focal press**

atrás del micrófono se difractan alrededor del cuerpo del micrófono, y una compresión empuja el diafragma dentro del cuerpo del micrófono. Los micrófonos de presión son entonces inherentemente omnidireccionales, aceptando el sonido desde todas las direcciones.

En las altas frecuencias, donde la longitud de onda de las ondas sonoras se vuelve comparable a las dimensiones del micrófono, la direccionalidad se rompe porque al sonido proveniente de atrás de la cara del diafragma, el cuerpo del micrófono impone una "sombra acústica". Sin embargo, el sonido proveniente desde atrás logra llegar al diafragma a través de la difracción, aunque en ello se atenúa. Entonces, los micrófonos de presión de un tamaño práctico atenúan (roll off) el sonido que proviene desde atrás en las altas frecuencias.

Algo más ocurre en las altas frecuencias provenientes del frente. Si el micrófono no estuviera presente, el sonido fluiría libremente. Colocando el micrófono en el campo sonoro interrumpe el campo, pero es difícilmente notado en longitudes de onda en las que el micrófono es relativamente pequeño, por lo que en la mayoría del rango de frecuencias audible hay muy poco efecto. En las altas frecuencias, sin embargo, la presión "se congestiona" enfrente al diafragma y aumenta su nivel; este es el mismo efecto que ocurre en las paredes de los cuartos, en los que la presión sonora aumenta debido al énfasis en la presión en la barrera. Entonces sin acción correctiva, la respuesta de frecuencia de un micrófono de presión va a "subir" en eje, aumentando su nivel de salida a medida que la frecuencia aumenta. Esto no es un efecto pequeño, llegando a 9dB a 20 KHz para un micrófono con un diafragma de 1/2 pulgada.

El énfasis en la respuesta en altas frecuencias en eje en un micrófono de presión sin corrección, fue inicialmente utilizado para agregar "claridad" porque casi inevitablemente habría una pérdida en este sector del espectro en las grabaciones antiguas, y el micrófono resultaba útil en compensarla. Luego, como el resto de la cadena mejoró, el mercado desarrollo micrófonos con una respuesta más plana, y el diseño fue modificado para hacerlos planos en eje.

Hoy en día, ambos tipos son ofrecidos como micrófonos de grabación, porque los micrófonos con énfasis en altas frecuencias son especialmente útiles cuando son posicionados a grandes distancias, donde se busca compensar las pérdidas por la absorción del aire, y los micrófonos planos en eje son utilizados para trabajos más cercanos en ámbitos más pequeños.

En terminología de micrófonos de medición de precisión, un micrófono no corregido (con respuesta enfatizada en eje) es llamado un micrófono de presión, mientras que los modelos corregidos para tener una respuesta plana en eje son llamados micrófonos de campo libre (free-field microphones). Estos micrófonos de medición de precisión son utilizados cuando hay una sola dirección para el campo sonoro, como sucede en cámaras anecoicas. Los micrófonos de presión son utilizados en campos sonoros mixtos, con el diafragma orientado perpendicularmente al sonido directo, eliminando de esta forma el efecto de congestión. Un micrófono de presión sonora es preferido para campos sonoros mixtos porque su respuesta al sonido sumado de todos los ángulos, su respuesta de campo difuso, es más plana. Entonces, mide el campo reverberante más correctamente, así como el campo directo también si se lo orienta correctamente. Esto es por que se puede ver a los técnicos apuntando micrófonos al techo cuando ajustan salas de doblaje y teatros, están utilizando micrófonos de presión.

Estos efectos en las altas frecuencias, de atenuación por el cuerpo del micrófono, y congestión de presión enfrente del micrófono, son peores para los de diafragmas de mayor diámetro que para los mas chicos. Por el otro lado, los micrófonos de diafragma mas grande captan mas energía y por lo tanto son mas sensibles, produciendo una mejor relación señal ruido. La mejor relación entre estos dos factores resulta en micrófonos de un diámetro de alrededor de 1/2 pulgada. Micrófonos mas pequeños son utilizables, como en lavaliers, con algunos consensos, y los mas grandes son deseables algunas aplicaciones musicales, donde los "defectos" del tamaño mas grandes pueden ser usados en beneficio de alguna cualidad sonora, como compensar la distancia con el énfasis en eje.

En suma, los micrófonos de presión son naturalmente omnidireccionales, generalmente aceptando el sonido proveniente de todas las direcciones igualmente, excepto las altas frecuencias (longitud de onda pequeña), donde el cuerpo del micrófono y el micrófono son objetos acústicamente grandes, entonces hay diferencias con respecto a la dirección: Sonidos de altas frecuencias provenientes de atrás son atenuadas, y las del frente enfatizadas. Esto ultimo puede ser corregido, pero para hacer esto, modifica toda la respuesta, de manera que el sonido que llega por detrás se encuentra aun mas atenuado para lograr que el sonido que llega desde enfrente sea plano. Esto es por que los micrófonos utilizados en sets mas habitualmente utilizan diafragmas pequeños, mientras que los micrófonos utilizados en estudio habitualmente emplean diafragmas mas grandes. La diferencia es que en el set, uno nunca puede saber con certeza la dirección en que vendrá el sonido siempre, pero en el estudio, bajo situaciones mas controladas, el actor puede ser puesto enfrente del micrófono todo el tiempo.

_micrófonos de placa

Un tipo especial de micrófono de presión ha sido desarrollado para ser colocado en una barrera grande, como las paredes o el techo de una habitación. Estos micrófonos están especialmente construidos como placas prácticamente planas con el micrófono adosado a la placa.

La ventaja de esta construcción es que el micrófono se beneficia de la presión que existe en la superficie a lo largo de todas las frecuencias; la "congestión" que ocurre en frente del diafragma en altas frecuencias en micrófonos convencionales es hecha trabajar en todas las longitudes de onda porque el diafragma es esencialmente parte de una gran superficie. Por lo tanto, el énfasis en altas frecuencias visto en micrófonos convencionales no ocurre en el eje de este micrófono. La direccionalidad es, por definición, hemisférica.

_susceptibilidad al viento

Los micrófonos de presión son los menos susceptibles al ruido inducido por el viento, debido a su cavidad sellada, solo exponiendo una superficie al viento, y una alta tensión en la que son sujetos los diafragmas comparados con los de otros tipos.

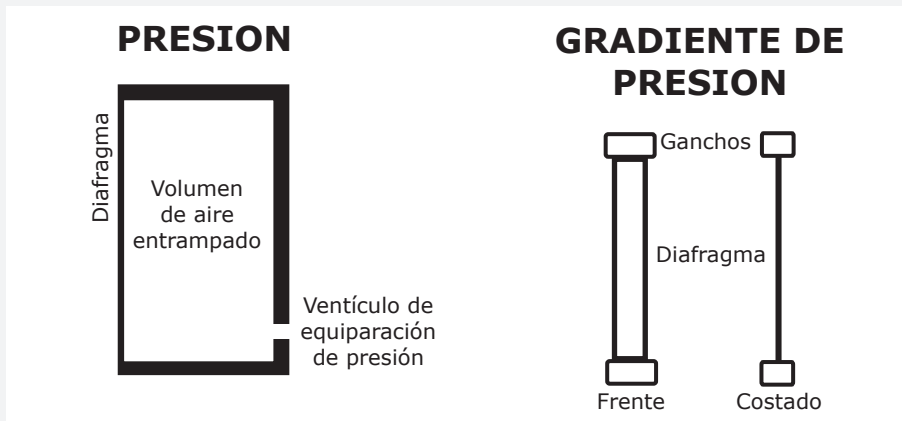
MICRÓFONOS DE GRADIENTE DE PRESIÓN

En un micrófono de gradiente de presión, ambos lados del diafragma están expuestos al campo sonoro, a diferencia del micrófono de presión. Lo que este dispositivo mide es la diferencia de presión entre los dos lados del diafragma. El diafragma, reaccionando a la diferencia entre ambos lados, trabaja de una manera fundamentalmente diferente a un micrófono de presión, llevándolo a tener propiedades direccionales muy diferentes que son esenciales para el trabajo en cine y televisión. Hay también consecuencias de esta direccionalidad, que pueden ser utilizadas si son entendidas correctamente.

El primer tipo de micrófonos de gradiente de presión desarrollado fue el micrófono de cinta (ribbon mic). En él, un diafragma consistente en una cinta fina y liviana (2 mg.) de



de un metal conductivo, es suspendida en un fuerte campo magnético. Una onda de compresión, perpendicular a la cinta proveniente del frente, presiona la cinta, y su movimiento a través del campo magnético induce un voltaje positivo al final de la cinta, convirtiendo al sonido en electricidad. Una onda de compresión proveniente de la parte trasera también presiona el diafragma, pero en la dirección opuesta al sonido del frente, por tanto las ondas de compresión que llegan desde atrás inducen un voltaje negativo, una diferencia a ser discutida más adelante.



Hemos visto que el sonido que viene del frente y de atrás son ambos convertidos en energía eléctrica, pero qué es lo que sucede con las ondas provenientes del costado de la cinta? Aquí el campo sonoro enfrenta a la cinta en su borde, y no existe virtualmente ningún movimiento del diafragma, por lo tanto no hay salida de corriente eléctrica. Cotejar las características de la salida de señal contra el ángulo de incidencia moviendo el micrófono es llamado el diagrama polar (polar pattern) del micrófono. En este caso, el diagrama polar sería de figura ocho, llamado bipolar o dipolar, indicando que la parte trasera y la parte frontal son sensibles, mientras que el sonido que llega de cualquiera de los lados es severamente atenuado.

Notese que el diagrama polar de figura ocho es tridimensional, que es el tipo de superficie obtendremos girando el símbolo del número 8 en su eje vertical.

Los micrófonos de gradiente de presión exhiben un comportamiento que no se encuentra en los micrófonos de presión porque son sensibles a la diferencia de presión en lugar de presión. La distancia entre la fuente y el micrófono disminuye, la respuesta en bajas frecuencias es enfatizada, lo que es llamado efecto de proximidad.

Este efecto ocurre debido a la onda curva cercana a la fuente y su medición en dos puntos del espacio en lugar de uno. A largas distancias, la onda dispersándose, que es en realidad esférica, al ser muestreada por un micrófono pequeño, aparece plana.

Los diseñadores de micrófonos se ajustan al efecto de proximidad de maneras variadas. Sin ajustes en absoluto, el micrófono es plano a grandes distancias, y los graves aumentan mientras se lo acerca a la fuente. Por el otro lado, un diseñador puede ajustar la respuesta de manera que los graves son atenuados (roll off) a gran distancia, es plano a una distancia intermedia, y luego enfatizado a distancias más cercanas. Desafortunadamente, los fabricantes no brindan suficiente información al usuario como para saber a qué distancia el micrófono se comporta de manera plana, y prevalecen otros factores, pero es una información útil de saber. Los antiguos conductores de radio utilizaban el efecto de proximidad para ventaja de sus carreras. Hablaban al micrófono de



presión de cerca, consiguiendo aumentar los graves y su reputación a la vez.

Comparando un micrófono de presión omnidireccional con un figura ocho de gradiente de presión operando en un mismo cuarto, demuestran importantes diferencias. El cuarto tiene sonido directo, reflexiones, y reverberación, y el sonido directo tiene una dirección conocida, mientras la reverberación no es direccional. Si un micrófono omni y un figura ocho son puestos uno al lado del otro y apuntados a la fuente, y tienen la misma sensibilidad, ambos van a tomar el sonido directo de igual manera, pero el omni va a captar más reverberación que el micrófono de figura ocho. Esto es, por supuesto, porque el omni es sensible todo alrededor, mientras que la parte de reverberación proveniente del costado es atenuada en el micrófono de figura ocho. En sonido para cine, esta característica es muy valorada porque significa que un micrófono de gradiente de presión puede ser utilizado a mayor distancia de la fuente, y aún así captar la misma proporción de sonido directo/ reverberación que un micrófono omnidireccional más cercano.

Mantener la reverberación baja es deseable generalmente en las grabaciones, debido al hecho de que es esencialmente imposible reducir la reverberación en postproducción, y es una simple rutina agregarla. Por lo que las grabaciones "secas" prevalecen.

Otra diferencia entre los tipos de micrófonos ocurre en cuartos. La discusión generalmente asume un campo libre para el sonido directo, o un campo difuso para el sonido reverberante. En las bajas frecuencias, donde las ondas estacionarias dominan el cuarto, no observamos un campo libre o difuso, sino ondas estacionarias, y los micrófonos de presión o gradiente de presión pueden ser bastante diferentes. Solo rotando un micrófono de gradiente de presión sobre su eje en un cuarto con ondas estacionarias, puede producir un cambio dramático en bajas frecuencias porque las ondas estacionarias tienen direcciones particulares. Los dos tipos responden a diferentes campos sonoros, produciendo potencialmente señales muy distintas. Por ejemplo, puede haber grandes diferencias en algunos rangos de bajas frecuencias, llevando a un muy distinto timbre en dos micrófonos puestos uno al lado del otro.

COMBINACIONES DE MICRÓFONOS DE PRESIÓN Y DE GRADIENTE DE PRESIÓN

Hasta aquí hemos visto dos diagramas polares, omnidireccional y dipolar. Estos dos patrones pueden ser útiles en muchas maneras que discutiremos más adelante, pero no cubren todos los usos posibles. Ciertamente, uno de los diagramas polares más populares es el cardioide. Un cardioide (y sus variaciones) puede ser hecho de una manera utilizando elementos de un micrófono de presión y uno de gradiente y combinando sus señales de salida en conjunto. Recordemos que las diferencias entre la mitad frontal y la trasera de un micrófono de cinta era la polaridad, con un lado produciendo un voltaje positivo por energía positiva y el otro produciendo un voltaje negativo por energía negativa. La plata trasera se encuentra "fuera de fase" con la mitad frontal. Es esta característica lo que podemos poner en uso. Sumando el voltaje negativo proveniente de la mitad trasera del dipolo al voltaje positivo recibido por un micrófono omnidireccional, se consigue una cancelación por el sonido proveniente desde atrás: $(+1) + (-1) = 0$. El sonido proveniente desde el frente, por el otro lado, suma en fase: $(+1) + (+1) = 2$, y la sensibilidad se duplica. Siguiendo esta característica de salida contra ángulo alrededor del micrófono resulta en una forma cardioide.

Para estos micrófonos cardioides, la supresión de reverberación es más o menos la misma que para un figura ocho. Aunque esta característica también es útil, es la preferencia por el sonido frontal lo que lo hace favorable para aplicaciones de cine o tv. El método de

producir un diagrama polar cardioide que se basa en sumar sumar dos elementos de micrófonos es algo torpe, pero fue la primer forma en que los micrófonos cardioides eran hechos. Luego de la importancia que este diagrama polar estableció en el mercado, otros métodos de construcción fueron encontrados que conseguían un diagrama cardioide.

Los métodos utilizados incluyen agregar cámaras, huecos, mallas metálicas y otros métodos de modificación de fase acústica aplicados del exterior a la parte trasera del diafragma, todos los que están dirigidos a producir un diagrama polar cardioide en una amplia región del espectro de frecuencias. En un método alternativo, dos diafragmas son usados, y sumados eléctricamente para producir varios diagramas polares.

Existe una necesidad de micrófonos que sean direccionales, especialmente en grabaciones para cine y televisión, donde el micrófono debe trabajar muy seguido a grandes distancias. El cardioide o el figura ocho pueden ser utilizados a una distancia solo 1,7 veces mayor que un micrófono omnidireccional para una captura igualmente reverberante.

El cardioide se generaba sumando la salida de dos receptores, uno de presión y uno de gradiente de presión, en iguales proporciones, causando un nodo hacia la parte trasera. Si los dos receptores son balanceados diferentemente, el patrón puede verse como un cardioide, con una importante diferencia, los costados son "metidos para adentro" comparado con el cardioide, logrando que el sonido incidente a 90° produzca una salida notablemente inferior. Además, hay un pequeño lóbulo o región de sensibilidad apuntado hacia atrás. Este diagrama polar es llamado hipercardioide o supercardioide. Es uno de los más valiosos diagramas polares en filmación por varias razones:

- Debido a su mayor direccionalidad, la respuesta a la reverberación es menor que cualquier micrófono discutido hasta este punto, teniendo una relación de 2.0 comparado con un micrófono de presión. Un factor fundamental para su alta aceptación entre los sonidistas.

- En lugar de tener el "nodo" directamente hacia atrás como un micrófono de tipo cardioide, el hipercardioide tiene su nodo con forma de cono. Esto quiere decir que en la posición "sobre cabezas" de un boom, el frente sensible del micrófono puede ser apuntado hacia el actor, mientras que el nodo puede ser dirigido a la cámara. De esta forma el actor puede ser bien grabado y el ruido de la cámara rechazado, lo que es importante en las aplicaciones audiovisuales (las cámaras de cine son ruidosas debido al movimiento de película comparado con las cámaras de televisión que raramente tienen partes móviles).

- Los hipercardioides son más fácilmente diseñados para un amplio rango de frecuencias, con una similar respuesta en frecuencia en eje y fuera de eje, y por lo tanto, preservar más fielmente el timbre que los comúnmente vistos tubos de interferencia (a ser discutidos luego).

Si la suma entre elementos es realizada de forma diferente, entonces un diagrama subcardioide (también llamado limaçon) puede ser generado, sin un nodo completo, pero con preferencia hacia adelante. Utilizados ocasionalmente en grabaciones musicales para un apropiado balance entre sonido directo y reverberación, es raramente si acaso utilizado en sonido para cine. Con una suma diferente, se consigue un supercardioide, con características entre un cardioide e hipercardioide. Estos también son usados infrecuentemente.

**_hipercardioides
y subcardioides**



_sonido uno

_apunte de catedra

_microfonos

_sound for film & television - *tomlinson holman, focal press*

_micrófonos de directividad variable

Como estos varios diagramas polares son generados sumando los diferentes ingredientes de un campo sonoro, es posible construir tanto micrófonos de direccionalidad fija (diagrama polar fijo) como de direccionalidad variable, con la variación entre los patrones conseguida mecánica o eléctricamente. En términos generales, sin embargo, los micrófonos de directividad variable son compromisos que se toman a favor de la flexibilidad, en detrimento de la performance en comparación a micrófonos de un solo diagrama polar, y por lo tanto utilizados en aplicaciones donde existe un énfasis en la flexibilidad. En la grabación de sonido para cine y televisión, es extraño encontrar micrófonos de directividad ajustable, aunque en estudios de grabación de música hacen mayor uso de este tipo de micrófonos.

Nótese que el grado de efecto de proximidad variará dependiendo del diagrama en el que está dispuesto el micrófono.

_micrófonos de tubo de interferencia

El último patrón de directividad es uno de los más importantes en usos de cine y televisión. Fue desarrollado originalmente para resolver el problema de mantener el micrófono fuera del encuadre de cámara y aún mantener una alta relación de sonido directo- sonido reverberante. Para conseguir esto, se requería aún más direccionalidad que la que se podía conseguir combinando dos receptores, como ocurre en los hipercardioides. El tubo de interferencia desarrollado en Estados Unidos para la introducción de la televisión en el año 1939 ha transitado varias generaciones de desarrollo, siendo el actual el descrito aquí.

Si un tubo es dispuesto con ranuras a lo largo de toda su longitud, las ranuras son cubiertas con un material resistente acústicamente como la seda, y el final del tubo termina en un micrófono cardioide, entonces las ondas sonoras que progresan a lo largo del eje del tubo no van a ser impedidas. El sonido incidente desde 90° sufrirá efectos de interferencia dentro del tubo y no se sumará en el transductor. El sonido proveniente de la parte trasera será el nodo del cardioide. Entonces, en suma, hay un incremento de la directividad comparado con cualquier otro tipo de micrófono, con un acompañante reducción de la reverberación y otros sonidos fuera de eje (off-axis).



El micrófono Sennheiser MKH 416 "short shotgun" es un cardioide en bajas frecuencias, y se convierte más cerrado en su diagrama polar a medida que la frecuencia aumenta debido al tubo de interferencia en frente del diafragma.

En los rodajes contemporáneos, este es probablemente el tipo de micrófono más popularmente utilizado como micrófono de caña (boom). Sin embargo, presenta los siguientes inconvenientes:

- El sonido fuera de eje es reducido a través de interferencia. Esto causa picos y valles en la respuesta de frecuencia fuera de eje, porque la interferencia se convierte en constructiva o destructiva en varias frecuencias. Aunque atenuado, el sonido fuera de eje es altamente "coloreado", esto es, el timbre es modificado bastante notoriamente. Esto

puede tener un efecto, por ejemplo, en pasos, donde el micrófono es apuntado a la boca del actor desde arriba de su cabeza. Los pies están muy fuera de eje del micrófono, y pueden sonar como si hubieran sido grabados en un barril.

- Cuanto más largo es el tubo de interferencia, más ancho es el rango de frecuencia sobre el cual la direccionalidad es alcanzada. Por tanto, los micrófonos que tienen más uniformidad en su directividad en las distintas frecuencias, utilizan largos tubos. Esto los hace más incómodos para aplicaciones de caña y provoca más cansancio en los brazos y hombros del microfonista que cualquier otro tipo de micrófono.



El micrófono shotgun Sennheiser MKH 816. Su largo más grande comparado con el MKH 416 le permite mantener un diagrama polar cerrado a través de un

mayor rango de frecuencias. Este tipo es habitualmente utilizado en exteriores, en conjunto con un zeppelín y un windjammer.

- La susceptibilidad al viento es relativamente alta. Esto significa que deben utilizarse antivientos efectivos, que también son largos, para crear una región alrededor del micrófono que sea relativamente menos turbulenta.

TIPOS DE MICRÓFONOS POR SU DIRECTIVIDAD (DIAGRAMA POLAR)

A lo largo de esta revisión de tipos de micrófonos, de presión y de gradiente de presión, y sus métodos de transducción, hemos visto varios tipos de construcciones de micrófonos que llevan a los siguientes diagramas polares:

- Omnidireccional
- Subcardioide (Limaçon)
- Cardioide
- Hipercardioide (Supercardioide)
- Shotgun o de tubo de interferencia

Esta lista está ordenada desde el más sensible al campo reverberante al menos sensible cuando los micrófonos son comparados a la misma distancia de una fuente a la cual están apuntados. Siendo todas el resto de las cosas iguales, el costo de un micrófono que tenga una amplia y plana respuesta en frecuencia así como una similar respuesta en y fuera de eje, aumenta a medida que uno baja en la lista. Esto se debe a que el convencional micrófono de presión es el más simple y el de tubo de interferencia el más complejo en su construcción. Por tanto, a igual precio, un micrófono de presión omnidireccional es probable que sea mejor que un superficialmente similar hipercardioide.

La forma en que los usuarios pueden típicamente distinguir un micrófono direccional de uno no-direccional es que el micrófono direccional tendrá más de una entrada primaria para el sonido, mientras que el micrófono no-direccional tendrá solo una entrada (sin tener en cuenta la rejilla de ecualización de presión).

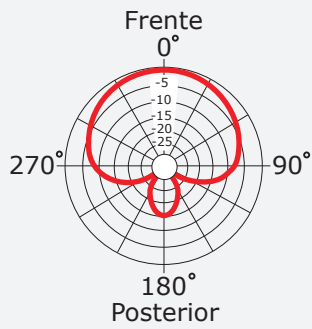
Para los micrófonos de doble diafragma (dual-diafragm) en los que la cápsula se encuentra perpendicular al cuerpo del micrófono y la cápsula está cubierta por una pantalla, ambas entradas pueden estar cercadas en una estructura y no ser obvio.

_sonido uno

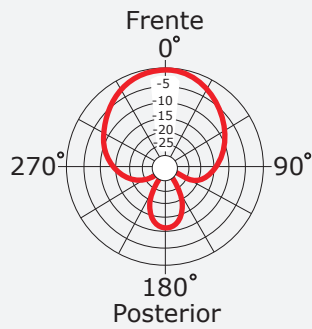
_apunte de catedra

_microfonos

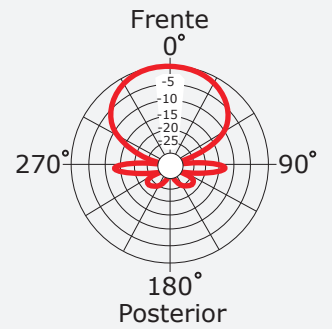
_sound for film & television - *tomlinson holman, focal press*



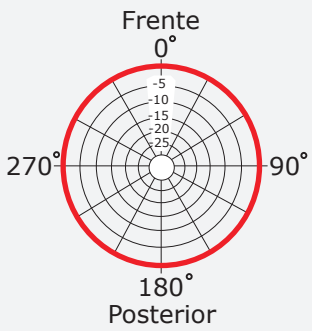
Supercardioid



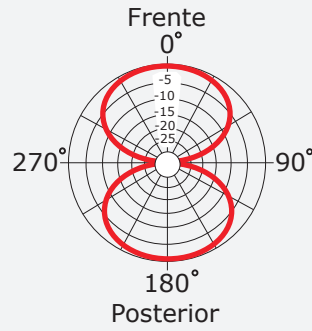
Hipercardioid



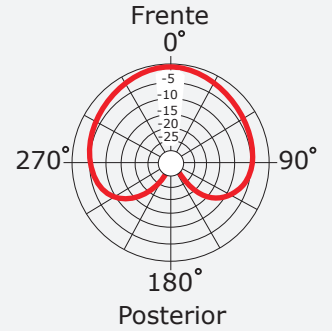
Shotgun



Omnidireccional

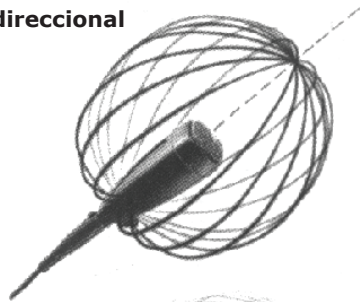


Bidireccional

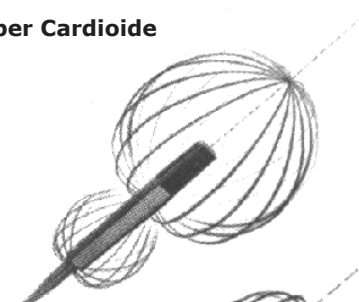


Cardioide

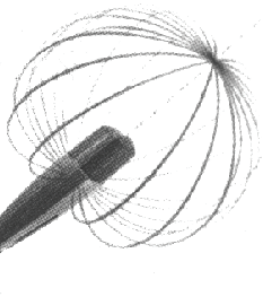
Omnidireccional



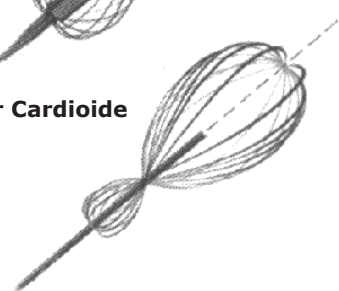
Super Cardioide



Cardioide



Hiper Cardioide



El eje de un micrófono es normalmente a su largo, entonces el cuerpo del micrófono es apuntado a la fuente. Estos son llamados end-address microphones. Existen algunos micrófonos, sin embargo, que están apuntados hacia el costado, especialmente micrófonos de capacitor de doble diafragma, generalmente con directividad seleccionable. Se pueden distinguir por tener una base sólida o la forma de la grilla, y son llamados side-address microphones o vertical microphones (micrófonos verticales). Como algunos de estos micrófonos son cilíndricos, es difícil saber qué lado es el frente; por lo que tienen normalmente un punto rojo o un símbolo de su direccionalidad en el lado frontal del micrófono para indicar el lado que debe ser apuntado hacia la fuente.

