

ALTAVOCES Y MICRÓFONOS: EL TRANSDUCTOR (Informe)

En una cadena de reproducción y grabación sonora se trabaja con señales eléctricas que representan sonidos. Estos sonidos, son variaciones de presión que tienen que ser convertidas en señales eléctricas antes de entrar en la cadena de sonido, y posteriormente al ser reproducidos. El primer dispositivo al que hacemos referencia es el micrófono, mientras que la conversión de la señal eléctrica a sonido se realiza con la ayuda del altavoz.

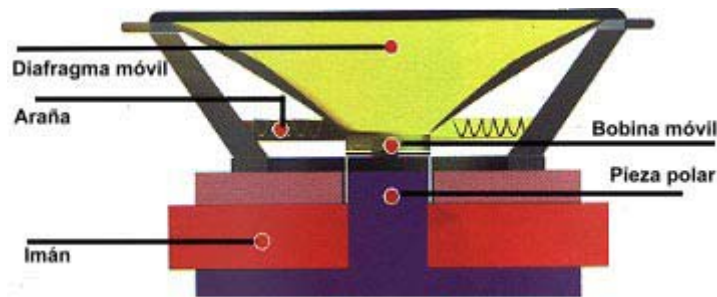
EL TRANSDUCTOR

Un dispositivo que realiza esta transformación, de magnitud física a una magnitud eléctrica, es lo que se denomina un transductor. Los transductores más típicos dentro del mundo de la audiofrecuencia son los micrófonos, que convierten ondas de presión sonora en señales eléctricas; los altavoces, que convierten señales eléctricas en ondas de presión sonora; y la cápsula de un tocadiscos, que convierte desplazamientos en señales eléctricas, etc.

De todos los tipos de transductores que pueden intervenir en la cadena de sonido empezaremos hablando de uno que es partícipe en todos los entornos relacionados con la audiofrecuencia: los altavoces.

EL TRANSDUCTOR ELECTROACÚSTICO: EL ALTAVOZ

Un altavoz es un dispositivo que se conecta a una fuente de señales de audio y produce las ondas sonoras asociadas a la señal eléctrica inyectada al dispositivo. No obstante, debemos tener claro que existe una amplia variedad de construcciones distintas que pueden responder al concepto de transductor electroacústico y que pueden ser clasificadas por los principios físicos empleados en la generación de las ondas sonoras.



Corte esquemático de un altavoz dinámico en el que se puede apreciar el diafragma, el imán y el chasis. El tamaño del imán, junto con la superficie del diafragma, son factores importantes dentro del diseño de los altavoces,

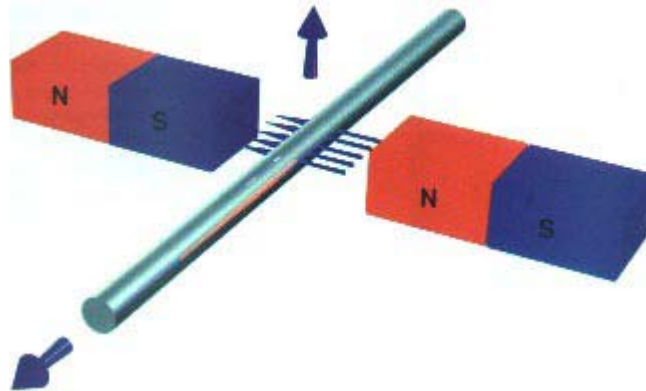
Existe una amplia variedad de altavoces que pueden ser clasificados según el principio físico por el que se produce la generación del movimiento. Los principales sistemas de transducción son tres: altavoces dinámicos, electrostáticos y de cinta. Al margen de estos tres tipos que acaparan más del 95% de los sistemas comerciales, existen otros sistemas que se mantienen dentro de la propia curiosidad, aunque en algunos casos puedan hacer gala de elevadísimos niveles de calidad. Estamos hablando de altavoces de plasma, torsionales, etc.

EL ALTAVOZ DINÁMICO

El sistema más tradicional y económico es el altavoz dinámico, que se basa en la interacción de campos magnéticos (proporcionados por un imán permanente) y las corrientes (proporcionadas por una bobina que se conecta a la señal que se desea generar). La fuerza generada al incidir el campo magnético,

perpendicularmente al paso de la corriente por la bobina, es transmitida a un diafragma que será el elemento encargado de generar las ondas sonoras.

Cuando la tensión de la señal eléctrica aplicada a la bobina es positiva, el diafragma del altavoz se desplaza hacia el exterior, mientras que si la tensión es negativa, el sentido es el opuesto: hacia el interior del altavoz. Como es lógico, todos estos sistemas disponen de una serie de limitaciones como es la potencia máxima admisible y la presión máxima que pueden generar. Es importante no confundir estos términos, puesto que NADA tienen que ver.



El principio de funcionamiento de los altavoces dinámicos es sencillo: una corriente eléctrica atravesada perpendicularmente por un campo magnético es sometida a una fuerza proporcional a las magnitudes de ambos factores y con un sentido perpendicular a los anteriores.

Habitualmente, cuando un usuario cualquiera desea adquirir un equipo de sonido, ya sea para coche o para un sistema doméstico, formula la pregunta mágica: ¿de cuántos vatios es este altavoz? Planteamiento erróneo. Veamos...

La limitación de potencia máxima que puede disipar un altavoz se debe a dos causas distintas. La primera es la generación de calor en la bobina del altavoz que, no olvidemos, está recibiendo un paso de corriente. Cuanto mayor es el desplazamiento del altavoz, mayor será la corriente que atraviesa la bobina. Existe una ley física conocida como la Ley de Joule, que relaciona el paso de corriente por un conductor con una generación de calor, de modo que a un paso mayor de corriente por un conductor, mayor generación de calor se produce. Si el valor de la corriente aumenta desproporcionadamente, se puede generar tal cantidad de calor que se puede fundir el esmalte que aísla las espiras de la bobina y destruirse. El altavoz se habrá quemado porque hemos superado la potencia máxima admisible.

Pero hay otra causa que limita el nivel de corriente admisible por un altavoz, y es función del desplazamiento máximo que puede realizar el diafragma del altavoz. Recordemos que el diafragma se encuentra suspendido en un punto de equilibrio con la ayuda de una suspensión. Cuando se le aplica una señal eléctrica a la bobina, que se encuentra pegada solidariamente al diafragma, el conjunto se desplaza de la posición de equilibrio. Lógicamente el recorrido dispone de un punto máximo ya que la suspensión se alarga junto con el diafragma en su viaje hacia el exterior del sistema. Si este punto se supera, se romperá la suspensión y con ella el altavoz.

De los dos factores que limitan la potencia máxima admisible por un altavoz hay que seleccionar el valor más restrictivo. Por ejemplo, si un altavoz admite una potencia máxima en la bobina de 100 vatios, esto es, que es capaz de disipar hasta 100 vatios en forma de calor, y el diafragma llega al recorrido total del desplazamiento posible con 50 vatios, la potencia máxima del altavoz será de 50 vatios. Si por el contrario el recorrido total del desplazamiento se produce cuando se aplica una señal eléctrica de 200 vatios, la limitación global la impondrá la capacidad de disipar energía de la bobina, que como ya hemos mencionado anteriormente es de 100 vatios.

LA POTENCIA MAXIMA ADMISIBLE Y EL NIVEL DE PRESION SONORA

La relación entre la potencia máxima admisible de un altavoz y el nivel de presión sonora que puede generar es inexistente. Un altavoz puede disponer de un valor muy elevado de potencia máxima admisible y generar un nivel de presión sonora muy reducido, o por el contrario ser ensordecedor. No depende de la potencia máxima admisible.

Esta máxima tendría que ser leída en un cuadro a la disposición de todos los amables clientes de tiendas especializadas de audio/video, puesto que es un mal que se extiende más rápido que la pólvora. Intentemos esclarecer el concepto de nivel de presión sonora...

El sonido generado por un altavoz proviene del desplazamiento del diafragma. Éste, que produce una onda de presión. Cuanto mayor sea el valor de la presión instantánea producida por este cono, mayor será la sensación de volumen que podremos percibir. Bien, ¿y? Que la presión sonora generada depende de la aceleración que pueda imprimir el altavoz al diafragma y del desplazamiento máximo que pueda tener asociado dicho diafragma. La aceleración del diafragma la impone el imán del altavoz. Por lo tanto, cuanto mayor sea el campo magnético que atraviese la bobina, mayor será la fuerza ejercida para la misma cantidad de corriente por la bobina.

A un altavoz con un gran imán hay que suministrarle menos corriente para producir el mismo volumen sonoro.

Como consejos generales, buscar altavoces como un generoso imán y, dependiendo de la aplicación que se les vaya a dar, con una suspensión más o menos blanda.

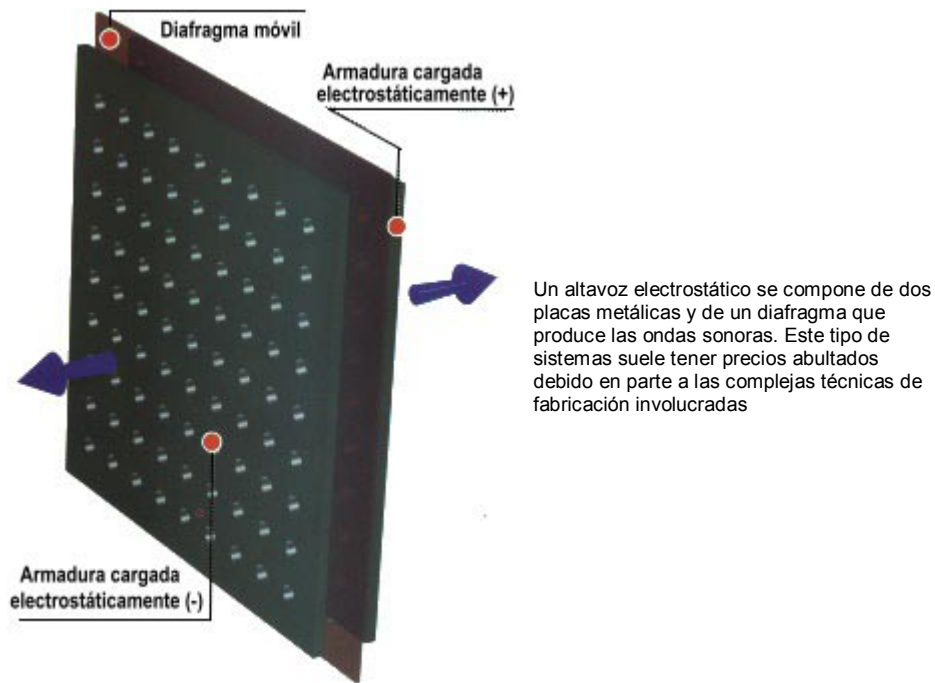
EL ALTAVOZ IDEAL

Como resumen de todo lo anterior se puede destacar lo siguiente: el altavoz ideal debería admitir una potencia cercana a los cero vatios, pero capaz de generar un nivel de presión sonora de más de 130 dB, lo cual sería de la definición de un sistema altamente eficiente que no requiere de amplificadores y que en la actualidad no existe.

EL ALTAVOZ ELECTROSTÁTICO

El altavoz electrostático es más costoso de producir que un altavoz del tipo dinámico, por lo que este tipo de sistemas se destinan principalmente a entornos de elevado coste. El principio físico por el que funcionan es mucho más sencillo de entender que el de los sistemas dinámicos: las cargas de igual signo se repelen y las de distinto signo se atraen.

Básicamente consiste en dos placas metálicas perforadas, colocadas paralelamente, y que contienen una tercera plancha, ésta mucho más delgada que las anteriores, a modo de diafragma. En algunas ocasiones este diafragma se construye de forma que pese menos que la columna de aire que va a desplazar (!).

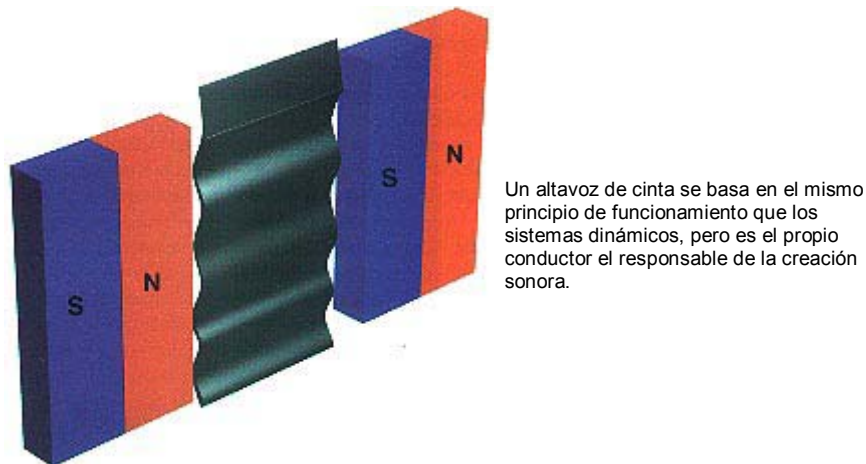


Las dos placas principales se polarizan con una tensión muy elevada de forma que la fuerza generada sea también muy elevada. En el diafragma se conecta la señal eléctrica de audiofrecuencia que se desea convertir a señales sonoras y se amplifica en tensión hasta alcanzar hasta los 500 voltios.

De esta forma, si la tensión es positiva el diafragma se desplaza hacia la placa polarizada con una tensión negativa, mientras que si la tensión es negativa, el diafragma se desplaza hacia la placa polarizada con una tensión positiva.

EL ALTAVOZ DE CINTA

El altavoz de cinta se basa en un principio similar al del sistema dinámico, pero con importantes diferencias a la hora de implementado físicamente. La principal diferencia es que el propio conductor y portador de la señal de audiofrecuencia es el diafragma que va a producir las ondas sonoras. Por lo tanto se intenta aumentar la superficie eficaz del sistema construyendo conductores en forma de cinta, esto es, anchos y muy delgados.



La ventaja de este tipo de sistemas es que la masa en movimiento es muy inferior al de los sistemas dinámicos, aunque cuentan con una serie de problemas añadidos que limitan el uso de esta tecnología en sistemas de elevado coste.

LOS MICROFONOS

Algo que parecía una palabra tabú como transductor se emplea en buen número de ocasiones cuando hacemos referencia al sonido. Como pudimos comprobar con anterioridad, los transductores son dispositivos que realizan la conversión de una magnitud eléctrica en una física o viceversa. Introdujimos los altavoces, dispositivos que son capaces de convertir una tensión en una onda de presión.

Y ahora es el momento de hablar de los micrófonos, dispositivos que son capaces de convertir una onda sonora en una magnitud eléctrica, justo el proceso contrario que exhiben los altavoces. Pero aunque tengan un concepto de funcionamiento similar, lo cierto es que guardan unas profundas diferencias respecto a sus homólogos.

EL EFECTO INVERSO

Cuando hablábamos de los altavoces hacíamos una distinción en función del principio físico que realizaba la transformación de las ondas eléctricas en acústicas. Según estos tipos, podíamos hablar del principio magnetodinámico, el sistema de cinta y el electrostático.

Pues éstos son precisamente los tres tipos distintos de micrófonos que se pueden encontrar habitualmente y, como es lógico, se basan en los mismos principios que los altavoces. La razón de la equivalencia entre sistemas es sencilla: si en un altavoz dinámico al aplicar una tensión eléctrica en bornes de la bobina móvil se produce una fuerza que desplaza el diafragma, al ejercer únicamente una fuerza sobre el diafragma se induce una tensión sobre la bobina que guarda la misma relación que en el primer caso.

Esto quiere decir que un altavoz dinámico cualquiera se puede emplear como un micrófono, aunque éste dispondrá de un rendimiento muy bajo ya que la masa del diafragma suele ser elevada y las débiles ondas sonoras no serán capaces de desplazar la masa total del diafragma.

Por lo tanto, a la hora de diseñar un micrófono hay que tener en cuenta que hay que tomar la muestra de un determinado punto del espacio y analizar la evolución de la presión sonora sobre ese punto en el tiempo. Para ello se emplean membranas muy ligeras en forma de diafragma. Las variaciones de presión originaran el movimiento de la membrana, induciendo las correspondientes tensiones sobre la bobina móvil.

EL MICROFONO DE CONDENSADOR

El micrófono que se usa profesionalmente como elemento de referencia de precisión, aunque no de robustez, es el micrófono de condensador, tanto para captar contenido musical como para la medición.

La membrana es plana y se encuentra "recluida" entre dos membranas que son los electrodos que forman el conjunto del condensador.

En los micrófonos de condensador, al producirse el movimiento de la membrana, automáticamente cambia el valor de la capacidad, y por lo tanto el valor de la tensión, puesto que si recordamos la teoría de condensadores, la tensión, la capacidad y la carga se encuentran relacionados. Si el valor de la tensión de polarización del diafragma se eleva, lo que se obtiene es un sistema con mayor rendimiento y habrá que amplificar la señal de entrada un menor número de veces.

Al contrario de lo que sucedía con los micrófonos del tipo dinámico, en los que el principio de funcionamiento era recíproco, con los micrófonos del tipo de condensador no existe una comunicación en ambos sentidos o, dicho de otro modo, si una tensión se aplica en un altavoz electrostático y se genera

un movimiento en el diafragma del sistema, al generar artificialmente un movimiento en dicho diafragma no se producirá una tensión inducida.

La problemática que trae consigo la instalación y uso de los micrófonos de condensador es que se requiere una fuente de alimentación que polarice el dispositivo. Para realizar esta polarización se emplean tradicionalmente dos procedimientos: enviar un conductor especial junto con los cables de señal para polarizar, o bien implementar lo que se conoce como alimentación fantasma.

La fuente fantasma o Phantom es un dispositivo que dispone de una entrada y una salida. A la entrada se conecta el micrófono, habitualmente con conexiones del tipo XLR (profesionales) y a la salida se realiza la conexión hacia la mesa de mezclas.

La entrada de la fuente fantasma dispone de un cableado de conexión que superpone la tensión de polarización a la tensión que va a recoger el micrófono, y será la fuente fantasma la encargada de procesar la señal y obtener únicamente la señal requerida para transferirla a la mesa de mezclas, grabadora, etc. Habitualmente esta tensión de polarización que entrega la fuente fantasma es de 48 voltios de corriente continua.

LOS MICROFONOS DE CINTA

El principio del micrófono de cinta es idéntico en concepto al altavoz del mismo tipo, disponiendo del mismo efecto retroactivo que los sistemas dinámicos, por lo que un movimiento en la membrana produce un paso de corriente y por lo tanto la creación de una diferencia de potencial en ambos extremos de la cinta.

Estos micrófonos son especialmente adecuados para la grabación de las voces y fuentes sonoras con especial contenido en frecuencias medias.

LOS PATRONES DE DIRECTIVIDAD

Junto con la tecnología que emplea un micrófono para realizar la conversión de magnitud física a eléctrica, hay que tener en cuenta otros parámetros como la directividad, la sensibilidad y la impedancia.

Un micrófono no responde de igual forma cuando se encuentra apuntando a la fuente sonora que cuando se haya a 90 grados de ésta. 0 en algunos casos sí. Todo depende del tipo de tecnología y construcción que se emplee. Para definir los comportamientos de los micrófonos ante estas eventualidades existen los patrones de directividad que definen la respuesta eléctrica que experimenta un micrófono cuando se gira respecto a la fuente sonora.

Cuando el micrófono no experimenta cambio alguno cuando es girado los 360 grados se dice que el micrófono es omnidireccional. En cambio, cuando el micrófono únicamente muestra una señal eléctrica en un reducido ángulo, se dice que es direccional.

Pero aún hay más, puesto que el patrón de directividad al que nos referimos es función de la frecuencia. De esta forma, cuando se analizan frecuencias bajas, la práctica totalidad de los micrófonos muestran problemas de directividad, aproximándose al concepto de la omnidireccionalidad.

En cambio, según aumenta la frecuencia de trabajo, automáticamente el patrón de directividad se encoge y se muestra alargado y extraño. La elección del tipo de micrófono ha de realizarse conforme a la aplicación final a la que se vaya a destinar el equipo.

LA SENSIBILIDAD

Otro de los parámetros que son importantes a la hora de adquirir o usar un micrófono es la sensibilidad. Este dato indica la tensión que se genera a la salida del micrófono cuando sobre el diafragma incide una

determinada presión. Gracias a este parámetro sabremos si requerimos de un preamplificador de micrófono que aumente las débiles tensiones recibidas, o si por el contrario dispondremos de una fuente de señal fuerte y duradera.

LA IMPEDANCIA

La impedancia es el valor de resistencia equivalente que presenta el micrófono. Este valor es especialmente importante cuando se emplean dispositivos de precisión. En el caso de ser una impedancia de valor elevado, tendremos que poner un especial cuidado para que los cables que empleemos sean de baja capacidad.

En el caso contrario, se combinaría el valor de la impedancia con el valor de la capacidad del cable, formando un circuito R-C y atenuando la parte alta del espectro audible. Para evitar estos problemas se recurre al empleo de los transformadores que adapten las impedancias. No obstante este tipo de problemas se eliminan con los cables de elevado metraje, etc.

EL VALOR DE LA FRECUENCIA MAXIMA

Los micrófonos, como cualquier otro dispositivo mecánico, dispone de una frecuencia máxima a la que pueden producir señal eléctrica proveniente de las ondas sonoras en el espacio. Estos límites los imponen los mecanismos de construcción, el diámetro del diafragma, etc. Esto es especialmente acusado con señales de frecuencia elevada.

Como ley general podríamos afirmar lo siguiente: cuanto más pequeño es el diafragma de un micrófono, mayor carácter omnidireccional impone como característica de su funcionamiento. No obstante, todos los micrófonos disponen de un límite a partir del cual su comportamiento se aproxima al de los dispositivos direccionales.

Por ejemplo, con los micrófonos de muy alta frecuencia se requiere el uso de diafragmas muy ligeros que puedan desplazarse al ritmo de las ondas de presión. Estos diafragmas se construyen con elementos como el "mylar" y recubiertos de una capa conductora. En la actualidad los micrófonos de laboratorio se comportan "linealmente" hasta los 150 KHz.

Además sucede un curioso fenómeno con los micrófonos cuando se opera cerca de su límite máximo de frecuencia: se produce un pequeño bache en la respuesta de amplitud que proporciona un cierto toque agudo al sonido tomado.

ALGUNOS CASOS ESPECIALES

En algunos casos especiales de alta calidad, en entornos de estudios de grabación, se incluye dentro del propio micrófono un preamplificador, en algunos casos a base de válvulas de vacío. Esto es debido a que la tensión en la propia cápsula del micro es muy elevada y puede ser conectada directamente a una válvula de vacío sin necesidad de ningún tipo de circuitería de control.

Gracias a esto se logra obtener una señal de audio que atraviesa el mínimo número posible de etapas y elementos, que es sinónimo de baja distorsión, bajo ruido, etc.