

Conservatorio Superior de Música de Badajoz.
Profesor: Francisco Vila Doncel
Asignatura de Acústica.
Tema: Grabación y sonorización.

La grabación y la sonorización.

Elementos de sonorización: altavoces.

En los sistemas de sonido hay un elemento omnipresente que es el altavoz. Éste transforma una señal eléctrica, convenientemente amplificada, en ondas sonoras. Su principio de funcionamiento es el siguiente:

La señal eléctrica entra por dos hilos de cobre, rotulados con (+) y (-) o con los colores rojo y negro. Estos dos hilos conducen a una bobina que se pretende que tenga cuantas más vueltas mejor, y a la vez poca inercia, es decir, que sea muy ligera de peso. Por ello esta bobina se hace con un hilo de cobre extremadamente delgado. La bobina se encuentra dentro del campo magnético de un imán en forma de donut. Cuando la señal eléctrica atraviesa la bobina, el campo magnético que se crea en ella interacciona con el del imán, produciendo una fuerza hacia fuera o hacia dentro, dependiendo del sentido de la corriente. La bobina se encuentra adosada a una membrana en forma de cono, generalmente de cartón. Cuando la bobina se desplaza, empuja la membrana, que a su vez empuja al aire.

Puesto que la señal eléctrica cambia de sentido rápidamente, el campo magnético en la bobina se invierte, y se desplaza en sentido opuesto por la acción del imán, moviendo el cono de cartón también en el sentido contrario. De esta forma se convierten las señales eléctricas en ondas mecánicas que se transmiten por el aire, es decir, en sonido.

Un micrófono es, en cuanto a su estructura, igual que un altavoz, de hecho un altavoz se puede utilizar como micrófono sin ninguna modificación, como podemos ver en algunos porteros eléctricos, en los walkie-talkies, etc. La única diferencia es que los micrófonos suelen ser más pequeños.

En los micrófonos, cuando las vibraciones sonoras llegan a la membrana, mueven la bobina dentro del imán que induce las corrientes en ella al moverse. En los hilos de cobre que se encuentran a la salida, se encuentra una representación eléctrica de la onda sonora que llegó a la membrana, si bien esta señal es muy débil y es necesario amplificarla para que se pueda utilizar.

El amplificador es el aparato encargado, en todo sistema de sonido, de aumentar la amplitud de la señal eléctrica que llega a su entrada (por ejemplo, procedente de un micrófono), y entregarla a su salida (por ejemplo, con destino a un altavoz). Lógicamente, para entregar una señal de más intensidad que la que entró, el amplificador requerirá una energía para su funcionamiento. El elemento básico de todo amplificador es un componente electrónico llamado transistor, que está formado por un pequeño cristal de silicio semiconductor. Los transistores son el elemento básico de toda la electrónica moderna, encontrándose por millones en los lugares más insospechados, desde los relojes hasta las tarjetas de felicitación con música, y su uso como amplificador es el original para el que se inventó. El silicio semiconductor tiene la propiedad de dejar pasar más o menos corriente (la corriente de salida), en función de una pequeña intensidad de entrada.

Las propiedades ideales de un amplificador que se va a utilizar en la audición de música, son: baja distorsión, o sea, que la forma de onda se mantenga igual. Bajo nivel de ruido. Potencia suficiente para el tamaño del local en que se va a utilizar.

La HI-FI o Alta Fidelidad: concepto antiguo y superación del concepto en la actualidad.

Medios de grabación y reproducción del sonido:

Mecánicos. El fonógrafo de Edison. En este aparato, comercializado como "la máquina que habla", inventada por Edison en 1877. El sonido que se quería grabar era enfocado por una bocina sobre un diafragma, poniéndolo en vibración. Las vibraciones se transmitían a una aguja que marcaba un surco sobre un cilindro rotatorio cubierto de cera. La profundidad del surco representa, más o menos fielmente, la onda sonora que ha entrado por la bocina. En versiones posteriores, en el llamado gramófono, los substratos fueron planos, en forma de disco. Haciendo un molde en negativo de la grabación original, era posible realizar posteriormente varias copias a partir de este molde.

El disco de larga duración o LP, introducido en 1948, se diseñó para ser reproducido a una velocidad de 33 1/3 revoluciones por minuto; usaba "microsurcos" permitiendo almacenar hasta 30 minutos de tiempo de reproducción por cada lado. En 1949 apareció el disco de 45 rpm, con una duración máxima de ocho minutos por cada cara. Las grabaciones estereofónicas, con dos canales independientes de sonido en el mismo surco, aparecieron en 1958. Los discos cuadrafónicos, con dos canales adicionales utilizados para reproducir el sonido ambiental, estuvieron disponibles a principios de los años 70 pero no tuvieron éxito comercial. El principio del tocadiscos "actual" (pues ha sido desplazado por el CD) y más concretamente su cápsula fonográfica, es el siguiente: la aguja tiene una punta de diamante que recorre el surco. Éste está grabado de tal forma que su profundidad "hacia la derecha" representa la onda sonora del

canal derecho, y la situación simétrica sucede con el canal izquierdo. El vástago de la punta de diamante tiene en su extremo contrario un diminuto imán, menor que una cabeza de alfiler. El imán se mueve dentro de unas bobinas de fino hilo de cobre, con una orientación de 90° entre sí, que recogen la vibración del imán en cada sentido, produciendo unas pequeñas corrientes eléctricas que se encuentran a la salida en cuatro clavijas de conexión. Un cable lleva estas corrientes a la entrada de tocadiscos (PHONO) del amplificador, que se distingue de las demás entradas en que proporciona una amplificación mucho mayor, ya que las corrientes que se encuentran a la salida de una cápsula magnética son muy pequeñas.

Magnéticos. Los sistemas magnéticos de grabación del sonido datan de la década de 1890, cuando el ingeniero danés Valdemar Poulsen inventó un dispositivo que almacenaba información eléctrica magnetizando las partículas de un cable de acero. Varios científicos americanos y alemanes desarrollaron la cinta magnética alrededor de 1920, y durante los años 30 las grabadoras fueron perfeccionándose poco a poco; pero no fue hasta la Segunda Guerra Mundial cuando la grabadora de cinta se aplicó de forma general para la grabación de música. En la grabación en cinta, la señal eléctrica que se quiere grabar se aplica a la cinta mediante una "cabeza", consistente en una bobina enrollada alrededor de un núcleo de hierro, que tiene una abertura o entrehierro en el punto donde la cinta se mueve contra la superficie de la cabeza. La corriente que atraviesa la bobina produce un campo magnético a través del entrehierro, que magnetiza las partículas de la cinta. Durante la reproducción se vuelve a pasar la cinta por delante de la cabeza de reproducción, y las partes magnetizadas de la cinta hacen variar el flujo magnético en el interior del núcleo, generando una corriente eléctrica. La base de las cintas magnéticas es una película de plástico, recubierta de un material magnetizable, normalmente óxido de hierro, aunque también se utilizan el dióxido de cromo y partículas de metal puro. Los principales formatos de grabación en cinta son: la bobina abierta y el cassette. Las grabadoras de bobina abierta, que fueron las primeras en aparecer, son las que hoy en día se utilizan normalmente en la grabación profesional. Funcionan a diversas velocidades y tienen una gran flexibilidad, por ejemplo pueden ser capaces de grabar hasta 24 pistas independientes. El cassette consiste en par de bobinas, la de alimentación de cinta y la de recogida, ambas encerradas en una pequeña caja sellada. Aunque el cassette es menos flexible y en general tiene menos fidelidad que el formato de bobina abierta, ha sido el más popular principalmente por su facilidad de manejo.

Cuidados de las cintas. Debido a los pequeños campos magnéticos que están en la superficie de la cinta, y a lo delicado del entrehierro de la cabeza de grabación y reproducción, nunca se debe tocar la cinta con los dedos. Además las cintas deben estar alejadas de los campos magnéticos, como los que producen los transformadores, motores eléctricos, altavoces, pantallas de televisión, etc. Si no se tiene esta precaución, las grabaciones acumulan poco a poco ruidos de precedencia "misteriosa". Tampoco se deben dejar nunca en el interior de un coche, a no ser dentro de un compartimento especial, ya que el calor deforma la cinta y la carcasa

Ópticos

En las películas de cine, el sonido se encuentra grabado de dos formas principales. En la película normal de 35 mm, existen dos bandas sonoras situadas en el lateral de la película, grabadas fotográficamente. De acuerdo con la anchura de la parte transparente de estas bandas sonoras, que corresponden a los dos canales izquierdo y derecho, y mediante una transformación eléctrica de la señal que recoge una célula fotoeléctrica (un sensor de luz), se consigue producir una señal eléctrica que reproduce las dos ondas sonoras.

El otro sistema, que se utiliza en las películas de 70 mm, se ha empleado con gran profusión después del éxito de películas como "La guerra de las galaxias". En él la banda sonora consiste en seis pistas magnéticas que van sobre la película, correspondientes a seis canales de sonido, a saber: un canal central para los diálogos, cuatro canales para sonido ambiental y uno más para frecuencias bajas, sonidos que más que oírse se "sienten" como vibraciones.

En el terreno de la alta fidelidad doméstica, la lectura óptica se introdujo junto con el sistema de grabación digital en la forma del Disco Compacto de audio o CD, en un afán de aumentar la calidad de la reproducción frente a los sistemas mecánicos (discos de vinilo) y magnéticos (cinta).

La tecnología digital. El sistema de sonido digital en sí no está ligado a la lectura óptica, es independiente una cosa de la otra. Básicamente, el concepto de "digital" debe asimilarse a "numérico". La información digital es una simple secuencia (por cierto, enormemente larga) de números binarios, en los que sus dígitos son solamente "0's" (ceros) y "1's" (unos). Por ejemplo:

0100100101001010 1001010010100010

Cada número binario como el que hemos representado se llama una "muestra" y corresponde a un punto de la onda sonora. Así, la onda sonora, conocida como "señal analógica" se transforma en una larga sucesión de muestras que representan punto a punto esta onda, mediante una pareja de convertidores A/D, o sea, analógico-digital, uno para cada canal estereofónico. A la sucesión de muestras se le llama "señal digital". Para representar fielmente la señal analógica, estas muestras se deben suceder a un ritmo muy rápido, conocido como "frecuencia de muestreo", que en el CD es de 44.100 Hz, o sea, 44.100 muestras

por segundo, en cada canal. Cada una de las muestras tiene 16 dígitos binarios o "bits". Es fácil calcular cuántas muestras hay en total en un CD: tan sólo hay que multiplicar los 65 minutos de duración x 60 segundos que tiene un minuto x 44.100 muestras por segundo x dos canales estéreo = 391.608.000 muestras de 16 bits. La señal digital se puede grabar mediante un finísimo rayo láser en un disco de lectura óptica, o grabarse magnéticamente en una cinta tipo DAT (Digital Audio Tape: cinta de digital de audio)

Al leer la señal digital, se debe transformar de nuevo en analógica mediante un par de convertidores D/A, es decir, digital/analógico, cada uno saca la señal por su canal correspondiente, izquierdo o derecho.

La lectura óptica del disco compacto supone una ventaja sobre la lectura mecánica que realizaba la aguja del disco de vinilo, ya que el lector de rayo láser no toca el disco, sino que está enfocado en un plano intermedio, de este modo las pequeñas rayaduras o partículas de polvo no afectan, en teoría, a la lectura de la señal digital.

Características y defectos de una cadena de sonido:

Respuesta en frecuencia. Es el rango de frecuencias que el aparato reproduce. La medida es mejor cuanto más bajo es el límite inferior y más alto el límite superior. Para hacerse una idea, es bueno comparar con los límites del oído humano: de 20 a 20.000 Hz.

Por ejemplo: si la respuesta de frecuencias de un micrófono es de 100 a 15.000 Hz, y la de otro es de 50 a 18.000 Hz, está claro que la del segundo es mejor que la del primero.

Linealidad/ecualización. La respuesta de frecuencias no es suficiente indicativo de en qué medida un sistema o un aparato de sonido es capaz de reproducir las frecuencias extremadamente graves o agudas. Es necesario saber cuán plana es la curva de respuesta, ya que si la respuesta no es plana, algunas frecuencias pueden resultar demasiado atenuadas y otras pueden verse acentuadas. Esto produciría una coloración del sonido. Un sistema con respuesta plana se dice que es lineal y no colorea el sonido. Se expresa en decibelios el ancho de la franja dentro de la cual la respuesta es "aceptablemente plana", y ha de ser una medida lo más pequeña posible.

Por ejemplo: si la respuesta de un altavoz es de 35 a 16.000 Hz +/- 1 dB, ésta es mucho mejor (más plana) que si es de 35 a 16.000 Hz +/- 10 dB.

Relación señal/ruido. El nivel de ruido de un sistema se mide en relación con el de la señal o "sonido útil", si consideramos que el ruido de fondo es una especie de "sonido inútil". Expresado en dB, será mejor cuanto más alto sea.

Por ejemplo: la relación señal/ruido de un LP de vinilo puede ser de 45 dB, mientras que la de un CD puede ser de 90 dB, es decir, 31.000 veces mejor.

Distorsión. La distorsión armónica total, THD, muestra hasta qué punto las formas de onda se reproducen exactamente, con la misma forma, y se mide como un porcentaje que expresa el área contenida entre las dos ondas, en relación con el área total de una cualquiera de ellas. Este porcentaje es mejor cuanto más pequeño.

Por ejemplo: la distorsión de un amplificador con un 0,1% de THD es mejor que la de otro con un 2%.

Lloro y fluctuación. El "lloro" es un efecto desagradable, semejante a un vibrato muy rápido, que consiste en cambios de frecuencia en la señal musical que se reproduce, y tiene su origen en la velocidad poco constante de avance de la cinta o de giro del disco. Lógicamente esta magnitud ha de ser lo menor posible, por ejemplo la de un tocadiscos antiguo con un 1% de "lloro" es infinitamente peor que la de cualquier reproductor de CD que tiene un 0%. El hecho de no tener absolutamente ninguna fluctuación detectable, supone de hecho que ésta es igual a la del aparato con que se mide dicha fluctuación.

Acoplo.

Desfases.

Distorsión y sus tipos.

La grabación profesional.

Digitalización. Convertidores D/A y A/D. Fundamento del CD