# Tema 1. El sonido

## 1.1 Naturaleza del sonido

El sonido son ondas mecánicas que se propagan mediante variaciones de presión a las que se somete a las moléculas del aire y otro medio.

## 1.2 Magnitudes del sonido

a/ Presión sonora

La presión sonora se mide en decibelios (db), unidad logarítmica que nos permite representar magnitudes que adoptan valores muy diferentes.

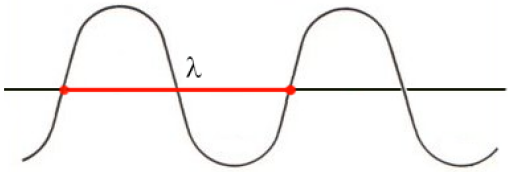
El SPL (Sound Presure Level) o nivel de presión sonora se utiliza para comparar diferentes niveles de sonido. Para determinar el nivel de presión de un sonido a partir de la presión sonora en un punto, debemos utilizar la siguiente formula:

$$\textbf{SPL (db)} = 20 \cdot \log \frac{P}{P\ ref}$$

En esta formula, P es igual a la presión sonora tomada en newton por metro cuadrado (N/m2) y Pref es igual al umbral de audición humana y se cuantifica en 2.10 elevado a la -5 N/m2.

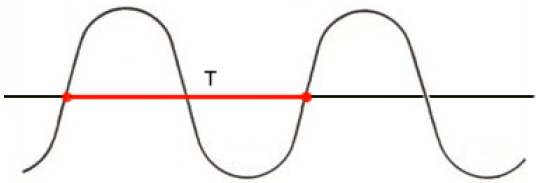
b/ Longitud de onda

La longitud de onda se identifica con la letra griega $\lambda$ (lambda) y se mide en metros.



c/ Periodo

Es el tiempo que tarda en completarse un ciclo. Se identifica con la letra T y se mide en segundos.



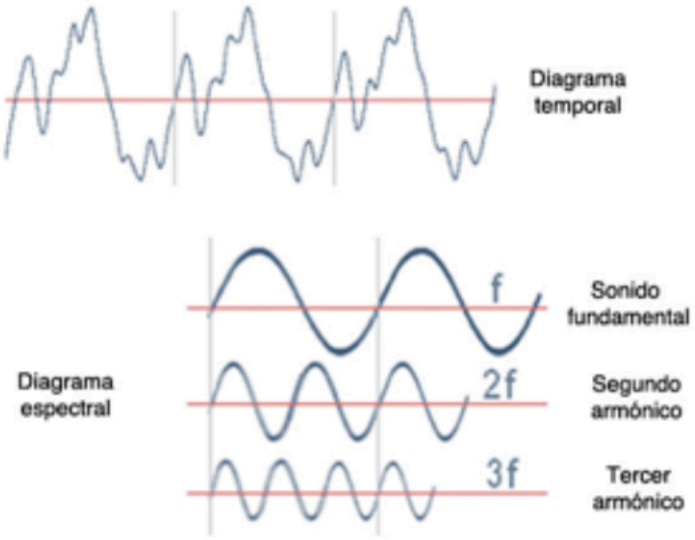

d/ Frecuencia

La frecuencia es el numero de ciclos que se completan en un segundo. Se representa con la letra F y se mide en hercios (Hz)

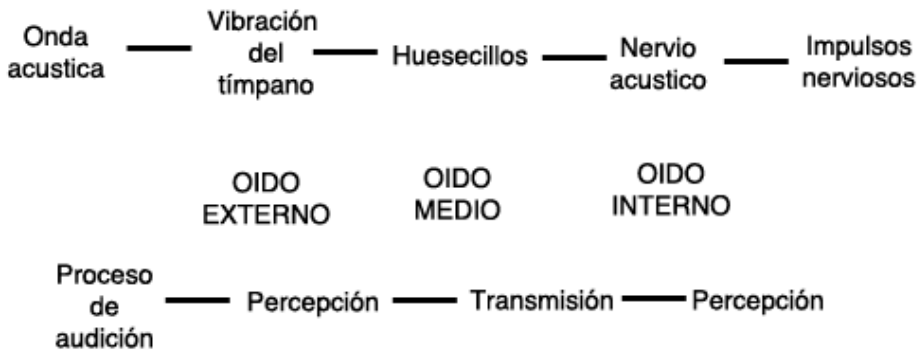
Los sonidos pueden ser simples o compuestos. Y esto depende de si está formador por una o más ondas de sonidos.

El sonido compuesto está formado por mas de una onda, se descompone en una señal fundamental y en uno o más armónicos. Estos serán todos aquellos sonidos que acompañan al fundamental. Los armónicos se denominan como segundo, tercer o cuarto armónico y así sucesivamente.

Esto se debe a que en cada armónico se repite ciclos de la señal fundamental tantas veces como indique su nombre.



## 1.3 Fisiología del oído

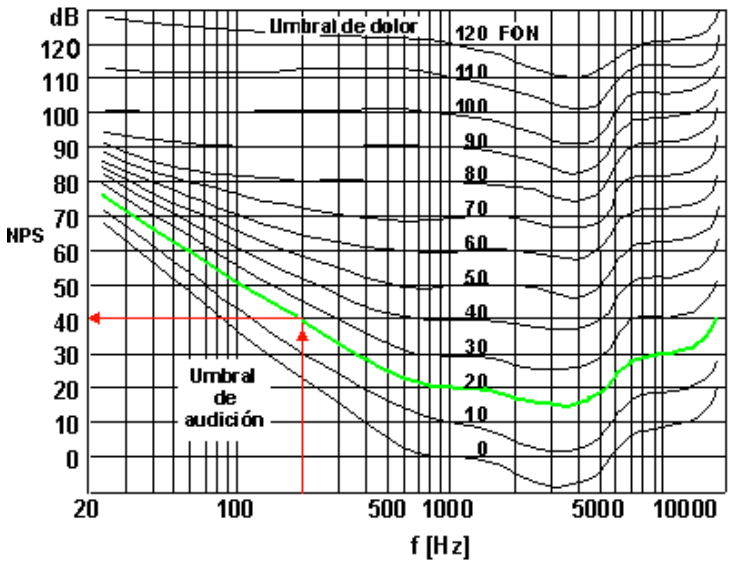



El grupo de frecuencias que pueden ser captadas es lo que se considera ancho de banda audible, este ancho de banda es el que se toma como referencia para las medidas de calidad de los equipos y sistemas de audio. Las personas podemos oír entre los 20 y 20.000 Hz, pero somos mucho mas sensibles entre 2 y 5 Khz.

El SPL es la presión sonora en el aire u otro medio, pero nosotros no podemos oír toda esa presión. El fonio es a como se llama a nuestra percepción de toda esa presión, es decir lo que nosotros realmente oímos. Una curva isofónica es aquella en la que siempre hay el mismo nivel de fonos.

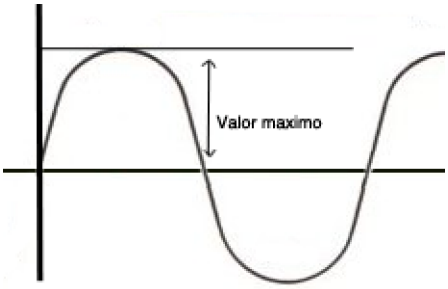
## 1.4 Medidas de señales de sonido

Para evaluar una onda de sonido propagada por el aire, necesitamos la ayuda de un sonómetro. Este capta las variaciones de presión efectuadas por la onda acústica y nos indica el nivel en db. Nuestros oídos no perciben por igual todas las frecuencias, por lo que a menudo necesitamos de curvas de ponderación  estas adaptan el nivel de sonido medido según la respuesta en frecuencia del oído humano.



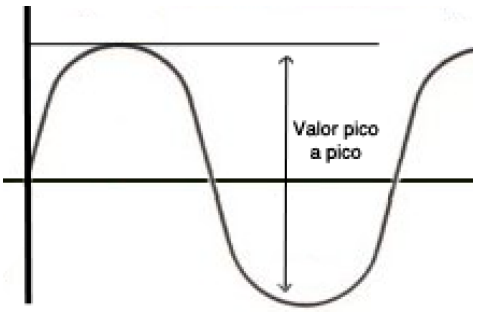
a/ Valor máximo - Vmax

Cuando la presión sonora se convierte en señal eléctrica, la visualizamos con un osciloscopio. Y en el podemos distinguir el valor máximo, este se mide desde el nivel de 0 hasta el punto más alto de la señal.




b/ Valor pico a pico - Vpp

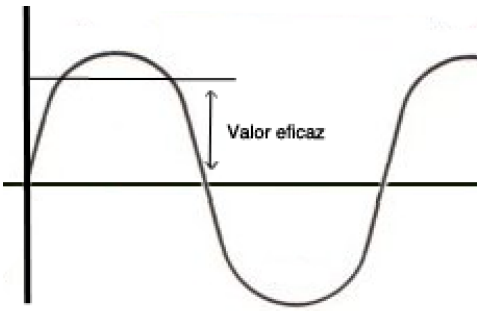
Es la diferencia entre el punto mas alto y el mas bajo de la señal. Esta medida normalmente corresponderá al doble del valor máximo.




c/ Valor eficaz - Vrms

Este valor relaciona nuestra señal alterna de referencia con otra sin variaciones e indica el nivel que tendría la señal en caso de ser continua. Y se obtiene a través de la siguiente formula;

$$Vrms= 0'7.Vmax$$



d/ Medidas de relación

El dBu es la señal de presión del sonido representada en voltios. Teniendo como referencia que 0 dBu es igual a 0’775 voltios.

e/ Unidad de volumen

El vu metro es el aparato que mide los dBu de un sonido, y nos permite conocer el nivel de la señal que se esta recibiendo. Los representa tanto en dBu como en db.

f/ Respuesta en frecuencia

Esta se refiere a como se comporta en cada frecuencia un aparato (me sube los graves, me atenúa los agudos..) Y su representación, seria la respuesta en frecuencia. De esta manera el ancho de banda también tiene referencia con los aparatos de música, ya que en este caso seria el margen de frecuencias para el que un equipo se puede utilizar.

La tolerancia, son las variaciones que permite el aparato en cuestión en el ancho de banda. A más tolerancia, más variaciones.

g/ Distorsión

Es cualquier variación que se produzca en la forma de la señal de salida de un equipo respecto a la que se aplicó a su entrada. Existen numerosas causas, si aplicamos un exceso de nivel de la señal de entrada se produce una saturación. Si introducimos dos señales de amplitud y frecuencia distintas, se pueden generar en el interior del equipo otras señales como resultado de su mezcla, y a esto se le llama intermodulación.

La forma más común de medir la distorsión es a través de la distorsión armónica total (THD) que compara el nivel de los armónicos generados por distorsión respecto del nivel de la señas fundamental.

h/ Impedancia

Es la oposición al paso de corriente, por ejemplo el plástico tiene mucha impedancia. Esta se reconoce por la letra Z y se mide en ohmios.

- Que la impedancia del equipo fuente de la señal sea exactamente igual a la del equipo que la recibe. Ésta es una condición para conseguir la máxima transferencia de potencia entre ambos.

- Que la impedancia del equipo receptor sea muy superior a la del equipo que genera la señal. Así debe ser para transmitir sonido.

i/ Relación señal/ruido

Es la diferencia entre el nivel de nuestra señal y del ruido que nos llega. Cuanta más diferencia halla entre ellos mejor. Esta relación suele expresarse en decibelios y se representa de la siguiente manera;

$$S/N\ (dB) = 20\ .\ \log \frac{V_{señal}}{V_{ruido}}$$

j/ Separación entre canales

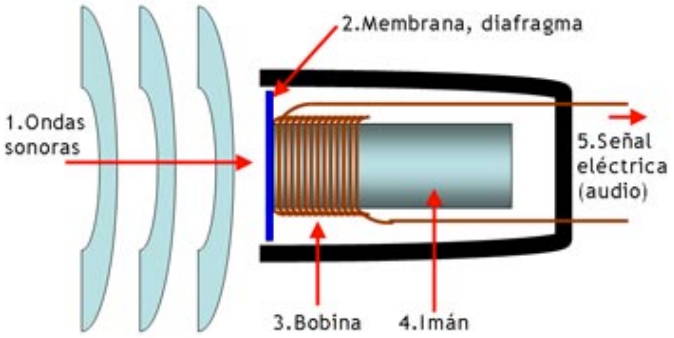
Cuando un sistema de sonido procesa varios canales simultáneamente, como en el caso de un equipo estéreo. A este efecto de mezcla de canales se lo conoce como diafonía.

## 1.5 Micrófonos

Los micrófonos son los elementos encargados de captar las ondas mecánicas que propagan el sonido y convertirlas en señales eléctricas.

a/ Micrófono dinámico

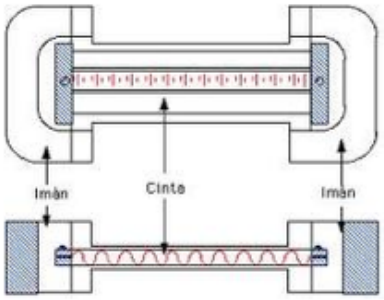
Su estructura está formada por un arrollamiento de hilo conductor unido a la membrana, q se mueve a partir de las variaciones de presión que llegan hasta ella. La bobina se coloca dentro del campo magnetico generado por un imán que cuando se desplaza, está corta las líneas del campo mágnetico del imán.




Estos micrófonos se comercializan como micrófonos de vocalista. En este micrófono surge a menudo el denominado efecto de proximidad. Se trata de un realce de la respuesta a frecuencias bajas cuando se utiliza el micrófono a muy corta distancia.

b/ Micrófono de cinta

Su funcionamiento es el siguiente, un conductor que se mueve en el interior de un campo magnético provocando la inducción en sus extemos de corriente eléctrica. En este tipo de micrófono se sustituye la membrana y la bobina por una delgada lámina de aluminio. Al recibir ondas sonoras, esta lámina comenzará a vibrar debido a la presión acústica. Estas vibraciones provocarán la inducción de corriente eléctrica en sus extremos, y esa corriente será proporcional a las ondas acústicas recibidas.

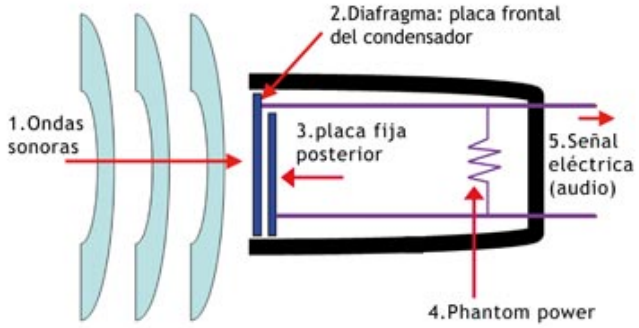


En este micrófono también existe el llamado efecto proximidad. En general, el sonido captado por un micrófono de cinta resulta muy suave, incluso en condiciones de alta presión acústica. Esto lo hace adecuado para captar sonidos de vocalistas a media distancia. También puede utilizarse para captar sonidos de instrumentos puesto que su respuesta en frecuencia es muy buena y acepta sonidos fuertes sin saturarse.

El problema de este tipo de micrófonos es el excesivo ruido de manipulación, esto es el ruido que aparece en el micrófono cuando se mueve o se cambia de mano, por ejemplo.

c/ Micrófono de condensador

Su estructura se forma a partir de una placa conductora fija, frente a la cual se dispone, separada por un pequeño espacio, una membrana móvil de material conductor.




La capacidad de almacenar energía de un condesador depende, entre otros factores, de la distancia que separa a las placas conductoras: cuanto más cerca estén, mayor capacidad eléctrica presentarán.

Para detectar esta variación debemos garantizar que el condensador se encuentra cargado, para lo que precisaremos una fuente de alimentación que suministre la corriente continua de polarización del condensador, lo cual resulta un inconveniente respecto a los sistemas dinámicos.

La ventaja de este micrófono es una repuesta en frecuencia, que en los sitemas de calidad puede resultar virtualmente plana, por lo cual son ideales en aplicaciones de calibración y adquisición de sonido para mediciones.

Este micrónfono necesita un pre-amplificador ya que dá una señal muy baja. Y esté también tendrá la necesidad de de alimentarse externamente, para lo cuál servirán una de estas 2 técnicas:

- Alimentación por bateria, algunos micrófonos incorporan en su empuñadura el alojamiento para una pila eléctrica.

- Alimentación phantom, la alimentación de los micrófonos de condensador será suministrada por el equipo al que se conecte.

d/ Micrófono electret

Este es una variante de bajo coste del micrófono de condensador. En lugar de ser el aire el elemento de separación entre las placas del codensador, ahora se dispone de un dieléctrico que mantiene un campo eléctrico entre sus caras.

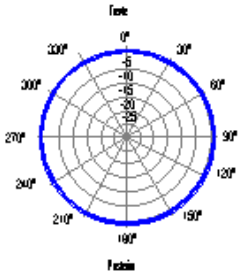
En este micrófono el nivel de la señal de salida es muy pequeño, lo que sigue haciendo necesario un previo de bajo ruido para elevar el nivel de la señal captada.

## 1.6 Directividad de micrófonos

La directividad de un micrófono es la dirección en la que mejor capta el sonido.

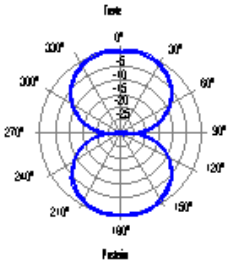
a/ Omnidireccionales

Son los micrófonos que reciben por igual sonidos procedentes de cualquier dirección.



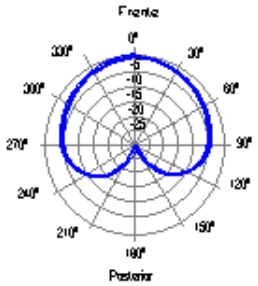

b/ Bidireccionales

Estos reciben ondas procedentes de los dos sentidos en la dirección de su eje.



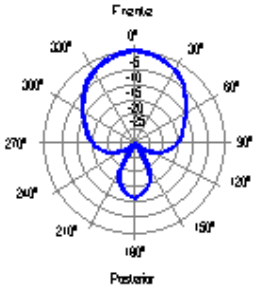
c/ Cardioides

Recibe correctamente las señales procedentes de la zona delantera disminuyendo su sensibilidad a medida que nos alejamos de esta dirección.




d/ Hipercardioides

Tiene una dirección preferente de captura, ya que presenta un lóbulo delantero marcadamente mayor que el trasero. La diferencia fundamental con el cadioide reside en su pequeño lóbulo trasero.




e/ Unidireccionales

Captan sólo los sonidos que llegan en una dirección concreta, desechando el resto. En los que resaltamos dos estructuras;

- De cancelación de fase, el micrófono está formado por una cápsula hipercardioide encerrada en el interior de un tubo hueco, en el cuál se han realizado orificios o ranuras que modificarán la respuesta original.

- Con reflector, esta es la estructura que mayor directividad proporciona y es la resultante de asociar un micrófono cardioide a un reflector parabólico.

## 1.7 Micrófonos inalámbricos

Estos pueden ser de dos tipos;

- De mano, tienen una respuesta hipercardioide y se montan sobre una caja ligeramente más grande que la convencional, en cuyo interior se alojan los circuitos de emisión de radio y la batería que lo alimenta.

- De solapa, tienen una respuesta omnidireccional para facilitar la captación del sonido en cualquier posición de la cabeza. La señal recogida se lleva por un fino cable hasta el emisor, que adopta la forma de una pequeña petaca disimulada entre el vestuario.

Como normalmente se utilizan en entornos cerrados, surge un problema importante con estos micrófonos inalámbricos: el desvanecimiento de la señal (fading) al llegar hasta la antena receptora otras señales que han recorrido varios caminos. Como la cantidad de señales recibidas y su potencia depende de múltiples variables, en algunas zonas de las salas los componentes de radio se sumarán; mientras que, al emitirse desde otros lugares, las señales recibidas estarán en oposición, causando una diminución de la señal captada por la antena que puede crear serios problemas de comunicación.

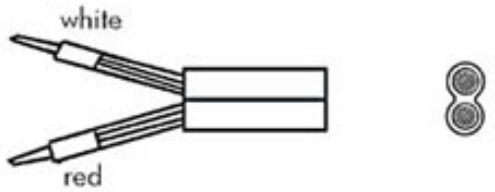
Para solucionar este inconveniente existe la técnica de recepción diversa (diversity), que consiste en utilizar dos antenas separadas para la recepción de las señales del radiomicrófono.

## 1.8 Líneas de transmisión

Son el sistema de transporte de las señales eléctricas, los cables, que sirve para interconectar los equipos que procesan la información y llevarla hasta el propio usuario.

a/ Línea paralela bifilar

Está compuesta de dos conductores paralelos, separados por un material dieléctrico que los aísla eléctricamente, a la vez que mantiene la distancia. Estos deben transportar señales de sonido que poseen un nivel lo suficientemente grande como para que el efecto del ruido externo sea inapreciable. Utilizados para conectar altavoces.



b/ Línea apantallada no balanceada

Estos tienen un mayor indice de protección de la señal transmitida. Estas compuestas por un conductor central su cubierta aislante, sobre la que se monta una segunda superficie conductora en forma de malla que recubre el hilo central. Esta malla conectada a tierra en el interior de los equipos, proporciona un apantallamiento frente a la inducción de ruido exterior.

c/ Línea apantallada balanceada

Se utiliza cuando se requiere el máximo nivel de protección y disminuir al mínimo lsa pérdidas. Se basa en el uso de una línea bifilar balanceada, que lleva la información eléctrica de la señal de sonido. Sobre las cubiertas se encuentra una malla conductora que, se cncargará de mantener aislado el interior del cable de perturbaciones externas. Es ideal para la conectividad de micrófonos.

**1.9 Conectores de audio**

a/ Conector de RCA

Muy utilizado en los sistemas de audio domésticos, sirve como elemento termina de una línea apantallada no balanceada.

b/ Conector Jack

Este puede tener 2 ó 3 zonas de contacto. El que sólo dispone de dos zonas utiliza un cable apantallado balanceado y normalmente transmite sonido mono. En caso del de 3 zonas de contacto, utiliza un cable apantallado balanceado. Dos de esas tres zonas se usan para transmitir el sonido y la tercera de protección de las anteriores.

El coenctor de jack puede ser de 2 tamaños de 6,3 mm ó el mini jack que es de 3,5 mm.

c/ Conector XLR (canón)

Es el conector más robusto de los utilizados en sonido, y su uso está dirigido a los micrófonos. Utiliza un cable apantallado balanceado.

d/ Conector speak-on

Se usa en la salida de muchos amplificadores profesionales, sobre todo de elevada potencia. Este conector facilita las conexiones entre el amplificador y el conjunto de altavoces.