



EL estudio de grabación personal

Autores: Palomo, M.  
Ediciones AMUSIC, Madrid 1995, págs. 28-35  
ISBN: 8460523667

Esta obra está protegida por el derecho de autor y su reproducción y comunicación pública, en la modalidad puesta a disposición, se han realizado con autorización de CEDRO. Queda prohibida su posterior reproducción, distribución, transformación y comunicación pública en cualquier medio y de cualquier forma, con excepción de una única reproducción mediante impresora por cada usuario autorizado.



Incluye un disco compacto

con 99 ejemplos

# El estudio de grabación personal

De las ideas musicales  
al disco compacto

Miguel Palomo

AMUSIC

# **El estudio de grabación personal**

**De las ideas musicales  
al disco compacto**

**Miguel Palomo**



Copyright © 1995 Miguel Palomo

Copyright de los programas mencionados de sus respectivos propietarios

Ilustraciones: Miguel Palomo y Antonio Díaz

Diseño interior: Rafo Hernández

Composición y diseño de portada del autor

ISBN: 84-605-2366-7

Depósito Legal: M-9862-1995

Ediciones AMUSIC

Plaza del Conde del Valle de Suchil 7

28015 MADRID

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, ni en todo ni en parte, ni registrada en, ni transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea éste mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo del propietario del copyright.

Impreso en España por Grefol S. A.

Printed in Spain

## 2.1 Micrófonos, altavoces y amplificadores

La música es un esperanto sonoro.

**Emanuel Levy**

Con un micrófono transformamos las variaciones de presión de una señal de audio en variaciones análogas de tensión eléctrica. Una vez tratada, la señal es transformada de nuevo en una onda de presión por medio de *altavoces*. ¿Por qué resulta conveniente trabajar con señales eléctricas?

Hay varias razones:

- en primer lugar, es más fácil aumentar la energía de la señal -amplificárla en definitiva- con medios electrónicos que con medios mecánicos.
- es más sencillo mezclar varias señales eléctricas para obtener la grabación estéreo final
- después de la conversión, otras operaciones son posibles: ajuste del tono, grabación, adición de efectos como ecos o reverberaciones artificiales, etc.

A los dispositivos que transforman un tipo cualquiera de energía en otro se les llama **transductores** (*transducers*), por eso micrófonos y altavoces son transductores *electroacústicos*. En esta sección nos ocuparemos de describir sucintamente sus características. Como introducción puede serte útil el apéndice I para conocer las unidades eléctricas y quizás el II para familiarizarte con las medidas en decibelios y los niveles de las señales. En el V tienes todo lo referente a los conectores y conexiones equilibradas, elementos que se mencionan aquí ocasionalmente.

### Micrófonos

Los micrófonos están inspirados en el oído humano. Su "tímpano" es una membrana que sigue las variaciones de presión externas. Transformados en un sistema de conversión, los movimientos de la misma producen una pequeña señal de tensión eléctrica a la salida. Las características principales de un micrófono son su sensibilidad, fidelidad, directividad, impedancia interna, ruido que genera y sistema de conversión empleado. Puede que en una primera lectura deseas obviar estos detalles técnicos. No dejes de leer no obstante lo referente a la directividad y al sistema de conversión.

La **sensibilidad** (*sensitivity*) se expresa en milivoltios por Pascal (mV/Pa), y da una idea de la eficiencia en la conversión. Los micrófonos proporcionan señales de un nivel muy bajo (-60 dBV es un valor típico con programas sonoros normales) comparado con el que proporcionan sintetizadores y magnetófonos multipista (-10 dBV ó +4 dBu) y por ello hay que emplear preamplificadores para aumentarlo antes de entrar en una mesa de mezclas, por ejemplo. Para medir la sensibilidad el fabricante hace incidir sobre el micrófono una onda sinusoidal de presión de 1000 Hz y anota la tensión generada en los bornes. El **nivel de sensibilidad** es la relación logarítmica expresada en decibelios entre la sensibilidad (ahora en V/Pa) y el valor de referencia 1 V/Pa:

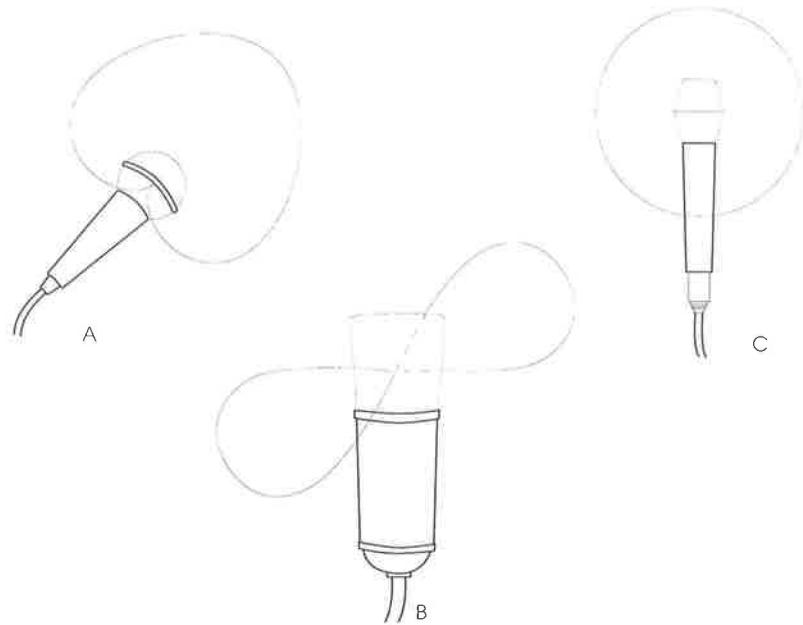
$$\text{nivel de sensibilidad} = 20 \log_{10}(\text{sensibilidad}/(1 \text{ V/Pa}))$$

Si tienes que elegir entre dos micrófonos de características similares, elige el de mayor sensibilidad. No son recomendables los de valor inferior a 1 mV/Pa.

La **fidelidad** (*fidelity*) es la respuesta en frecuencia del micrófono, la variación del nivel de sensibilidad con la frecuencia en definitiva, que no tiene por qué ser el mismo a 1 KHz que a 10 KHz. La fidelidad también depende de la proporcionalidad de la conversión. Cuanto más plana sea la respuesta y mayor sea la proporcionalidad, mayor fidelidad en el micrófono.

El **carácter direccional** o **directividad** (*directivity*) depende de la variación del nivel de sensibilidad con la dirección de las ondas incidentes (en general el nivel no es el mismo frente al micrófono, detrás de él o a los lados -fig. 1). Según su directividad los micrófonos se clasifican en tres tipos:

- **omnidireccionales.** La sensibilidad es la misma en todas las direcciones. Los utilizamos para captar el sonido de ambiente de una batería o para grabar guitarras acústicas. Si quieras que cada señal viaje por su cable de forma independiente, evitarás grabar con ellos varios instrumentos acústicos a la vez.



**fig. 1 Diagramas de directividad microfónica.** A: unidireccional (cardioide), B: bidireccional, C: omnidireccional.

**17. Directividad de un micrófono cardioide.** Este corte contiene dos fragmentos. El primero es un poema recitado frente a un micrófono cardioide en la dirección de máxima sensibilidad. El segundo es el mismo poema recitado alrededor del micrófono, describiendo un círculo que empieza y termina en la parte frontal del mismo, con la emisión siempre dirigida al micrófono. Aprecia las pérdidas de sensibilidad que se producen en los laterales y, sobre todo, en la parte posterior del dispositivo.

- **bidireccionales.** La sensibilidad es máxima en las partes frontal y posterior. Son útiles para grabar a dos cantantes a la vez o a un cantante y sus coros. También pueden utilizarse para captar el ambiente por la parte posterior y al cantante por la anterior. Son poco frecuentes en el estudio.
- **unidireccionales.** La dirección frontal prima sobre el resto. Son los que mejor evitan el efecto de realimentación acústica (efecto Larsen) que se produce cuando parte del sonido procedente de altavoces próximos es captado por el micrófono y amplificado, produciendo un sonido agudo desagradable. Por esta razón se utilizan con frecuencia en las actuaciones en directo, cuando los músicos tienen frente a sí altavoces monitores. Entre los unidireccionales, el **cardioide** es el más utilizado.

La **impedancia interna** define la relación entre la tensión en los bornes del micrófono y la corriente que éste suministra. Hay micrófonos de baja (unos cientos de ohmios) y de alta impedancia (del orden de las decenas de miles de

ohmios). Los primeros son de mejor calidad, suelen proporcionar señales equilibradas (ver apéndice V) para combatir el ruido y estar equipados con conectores XLR macho. Los de alta impedancia son más asequibles, y no suelen tener salidas simétricas.

La impedancia influye en la longitud máxima del cable utilizado. Si excede de los 8 metros, algo frecuente en las actuaciones en directo, es recomendable utilizar micrófonos de baja impedancia con salida equilibrada. Para reducir el ruido al máximo y obtener al mismo tiempo un buen nivel de señal, al conectar un micrófono a una mesa de mezclas hay que tener en cuenta las reglas de adaptación de impedancias mencionadas en el apéndice I. Como los micrófonos se adaptan por potencia, la impedancia de entrada de la mesa debe ser parecida a la de salida del micrófono. Cuando hay diferencias se utilizan transformadores de adaptación (*impedance matching transformers*).

El **ruido interno** es una señal aleatoria de tensión, generada en el propio micrófono, que rebaja la calidad de la señal útil. En uno profesional es mucho más pequeño que el presente a la entrada del preamplificador al que se conecta (en efecto, los preamplificadores y muchos otros equipos generan ruido interno).

**Sistema de conversión.** Atendiendo al mecanismo conversor, los micrófonos pueden ser **electrodinámicos** y **electrostáticos**. De los primeros el más utilizado en los estudios es el **de bobina móvil**, y de los segundos el de **condensador**. Si te lo puedes permitir, lo ideal es tener uno de cada tipo en el estudio para experimentar con ellos en cada situación. El primero se usa para captar baterías y amplificadores de guitarra y es barato y resistente, aunque no muy fiel en altas frecuencias. El Shure SM57 o el Nanyo 9741 son de este tipo. El micrófono de condensador es más sensible, y por ello se emplea para grabar voces, guitarras españolas y en general, sonidos delicados y con matices. No le sientan muy bien los sonidos fuertes y distorsiona con más facilidad que el dinámico. Suelen estar conectados a la mesa con una línea equilibrada y necesitan estar alimentados con tensión continua para funcionar. La energía puede provenir de una fuente propia o de la mesa de mezclas; en este último caso se utiliza una técnica denominada "alimentación fantasma" (*phantom power*), que permite enviar la tensión por el mismo cable de audio. Un micrófono de condensador clásico, oneroso y de gran calidad es el Neumann U89. Otro más asequible es el AKG C1000S.

### Colocación de los micrófonos

¿Dónde hay que colocar el micrófono? A primera vista (o a primer oído) parece lógico situarlo lo más cerca posible de la fuente. Hay sin embargo un límite práctico en la captación de voces y guitarras impuesto por el **efecto**

**18. Efecto proximidad.** Cuando un micrófono está muy cerca de la fuente se produce un refuerzo indeseable de las frecuencias bajas. Las frases están grabadas en el primer caso a una distancia normal del micrófono, y tan cerca que aparece el efecto en el segundo.

**19. Anti-pop.** El primer fragmento muestra cómo las "pes" destacan anormalmente sobre el resto. En el segundo, un filtro especial (filtro anti-pop) colocado delante del micrófono elimina el golpe acústico indeseado.

**20. Inversiones de fase.** Para este ejemplo se han empleado dos micrófonos separados por una distancia de 10 cm. En el primer fragmento uno está activo y el otro no. En el segundo ambos recogen la señal. Observa cómo se pierden en este último caso las frecuencias bajas, un indicio claro de que las señales llevan distintas fases.

**de proximidad** (*proximity effect*), que se manifiesta por un refuerzo ostensible y no deseado de las bajas frecuencias. Cuando se graban voces también hay que evitar el golpe de aire producido en las consonantes oclusivas (p, b, t) que se manifiesta en la escucha por un ruido sordo (*pop*). Para evitarlo hay que colocar filtros (*anti-pop*) frente al micrófono y hacer que la voz no incida en la dirección de mayor sensibilidad. Situaremos para ello el micrófono por encima de la línea de emisión, y a una distancia de unos 20 cm del cantante si es el caso. A falta de un filtro profesional, un colador semiesférico forrado con una media puede darte el mismo servicio. Hay grabaciones que requieren varios micrófonos. Éste es el caso cuando además de obtener sonido directo quieras captar el ambiente de la sala. Te interesarás entonces colocar otro micrófono lejos de la fuente para recibir las reflexiones del sonido en paredes, techo y suelo. Otros ejemplos de registro múltiple son la grabación en estéreo (que emplea un mínimo de dos micrófonos) y la de baterías, que puede requerir varios.

Como en estos casos las ondas de presión llegan a cada micrófono después de recorrer caminos distintos, puede que algunas generen sobrepresiones en el diafragma al tiempo que otras induzcan depresiones, produciéndose entonces atenuaciones y refuerzos indeseados en la señal que pueden llegar a anularla si existen *inversiones de fase*, el caso extremo. Siempre que utilices más de un micrófono simultáneamente piensa en este riesgo. En el apéndice V tienes un procedimiento para detectar y corregir inversiones de fase. Otra medida para combatirlas es probar distintas colocaciones de los micrófonos.

## Amplificadores

Amplificar una señal de tensión es una necesidad habitual en el estudio. Por ejemplo, para homogeneizar los niveles de las señales que entran en una mesa se utilizan amplificadores y atenuadores en los canales de entrada y salida. Las unidades de tratamiento también incorporan amplificadores a la entrada (para elevar el nivel de las señales que llegan) y a la salida (para hacer lo propio con las que entregan). Además de amplificar tensión es muy común tener que amplificar potencia (energía por unidad de tiempo, ver apéndice I). Las señales que llegan a los altavoces ilustran muy bien este caso. Los altavoces necesitan energías muy superiores a las que pueden

suministrar los reproductores de discos compactos, los magnetófonos, los sintetizadores o las mesas, que entregan entre 0,1 y 100 milivatios (mW), mientras que los primeros requieren entre 0,5 y 500 vatios (potencia ésta última para altavoces de megafonía, PA). Para excitarlos se utilizan *amplificadores de potencia*, algunas de cuyas características son las siguientes:

**Potencia continua** que es capaz de suministrar (*continuous power*). Para que sea significativo este dato, debe especificarse la impedancia sobre la que se disipa, el margen de frecuencias y la distorsión armónica total (concepto explicado seguidamente). El amplificador de tu cadena hifi puede servirte inicialmente porque proporciona potencia suficiente (entre 40 y 100 W por canal), sólo tienes que hacerte con un par de cables para llevar la salida de la mesa a una de sus entradas auxiliares, por ejemplo a la que se conecta el reproductor de compactos.

**Respuesta en frecuencia** (*frequency response*). La **ganancia** de potencia de un amplificador es la relación entre la potencia de entrada y la de salida, y se fija con el mando correspondiente. La ganancia de tensión se define de forma análoga. Como es lógico, interesa que la respuesta sea plana en todo el espectro audible para cualquier valor de ganancia.

**Relación entre la señal y el ruido, S/R** (*S/N, signal to noise ratio*). Es el cociente entre la señal útil, con el control de ganancia al máximo, y los ruidos interferentes generados en el propio amplificador. Nos volveremos a encontrar con esta medida en varias ocasiones por distintos motivos.

**Distorsión armónica total** (*total harmonic distortion, THD*). Cuando se aplica una señal sinusoidal pura a la entrada de un amplificador, a la salida aparece amplificada junto con algunos armónicos que distorsionan el resultado. Estas interferencias son generadas por el propio amplificador, e interesa como es obvio reducirlas al máximo. La relación, expresada en porcentaje, entre los valores de los armónicos y el de la señal es la distorsión armónica total. Si la medimos cuando el amplificador entrega su potencia nominal, los valores inferiores al 0,1 % pueden considerarse buenos, y muy buenos los inferiores al 0,05 %.

## Altavoces

Los altavoces transforman las señales eléctricas en señales de presión. De los diferentes tipos que existen los más utilizados en los estudios son los **electrodinámicos**. En ellos, un cono de papel está unido a una bobina formada por el arrollamiento de un conductor de cobre. Por este conductor circula la corriente que suministra el amplificador, y como la bobina está inmersa en el campo magnético de un imán permanente, el conjunto for-

mado por el cono y la bobina se mueve siguiendo las variaciones de corriente de la señal de audio. El principio físico es el mismo que rige el funcionamiento de los motores eléctricos. Es frecuente montar un altavoz para agudos (*tweeter*), otro para medios (*squawker*) y otro para graves (*woofer*) en la cara frontal (*baffle*) de un **recinto acústico** (*speaker cabinet*). Gracias a los **filtros divisores de frecuencia** cada altavoz recibe la parte del espectro original en la que mejor se comporta, es decir, aquélla en la que su respuesta es más plana. Es otro ejemplo de especialización del trabajo.

¿Recuerdas la medida objetiva de la presión y la subjetiva de la sonoridad (*loudness*) del primer capítulo? Resulta que las variaciones percibidas en la sonoridad no son proporcionales a las de presión que las ocasionan, y además la relación varía con la frecuencia como puedes ver claramente en la figura 9 del apéndice II. Esto explica por qué se pierden las bajas y las altas frecuencias más rápidamente que las medias cuando reducimos progresivamente la ganancia del amplificador (la tecla *loudness* de los amplificadores *hifi* tiene precisamente la misión de reforzar las bajas frecuencias a niveles bajos de escucha). Para lograr la máxima fidelidad, veremos en el capítulo 4 que la mezcla final de cualquier programa debe realizarse a un *nivel de escucha próximo al que típicamente fijarán los futuros oyentes*, lo que implica probar varios niveles y realizar ajustes antes de registrar la mezcla definitiva. Algunos parámetros que caracterizan a los altavoces son los siguientes:

La **respuesta en frecuencia** informa como vimos del comportamiento del dispositivo a distintas frecuencias. Aunque en un estudio doméstico se pueden utilizar los de la cadena de alta fidelidad, en un estudio profesional siempre encontrarás altavoces **de referencia** (*reference speakers*), que se caracterizan por tener una respuesta en frecuencia muy plana y uniforme. Uno de los modelos más populares es el NS-10 de Yamaha. Se comenta que su difusión se debe en parte a la preferencia de Quincy Jones por ellos.

La **sensibilidad** es el nivel de presión sonora que produce el altavoz a un metro de distancia cuando es alimentado con un vatio de potencia eléctrica. Es el recíproco del parámetro microfónico del mismo nombre. Los valores típicos en altavoces *hifi* rondan los 90 dB SPL. En el apéndice II se muestra cómo utilizar la sensibilidad para calcular el nivel de presión para cualquier otro valor de la potencia.

Como ya vimos también en los amplificadores, el valor de la **distorsión armónica** indica en % los armónicos que crea y añade el altavoz a la señal original.

La **impedancia interna** es un valor variable con la frecuencia. En las características se suele dar la nominal, que es puramente resistiva y oscila entre 4 y 16  $\Omega$ .

La **capacidad de potencia**, expresada en vatios, es la máxima que puede absorber el altavoz sin sufrir daño.

Los **auriculares** (*earphones*) son microaltavoces que permiten apreciar los detalles sonoros más sutiles, al tiempo que proporcionan aislamiento y evitan la influencia de la sala en la escucha. Son de uso obligado para dar una referencia a los músicos en la grabación de voces y guitarras que no vayan directamente a la mesa. Elígelos teniendo en cuenta la fidelidad de reproducción y la comodidad por un lado, y tu presupuesto por otro.