

SONIDO: Nociones básicas Nro. 6

Micrófonos I

Como todos sabemos, cualquier sistema de Comunicación es, básicamente, la unión entre un *emisor* y un *receptor* por medio de un *canal*. Los sistemas de Audio no escapan a esta regla.

Una señal es la variación de un parámetro físico según una información emitida.

Cuando el dominio del parámetro físico es el *eléctrico* y su ancho de banda es de **20Hz a 20KHz**, estamos definiendo el sistema de **Audio**.

Cuando parte de la señal es la variación de la presión relativa y parte es eléctrica, estamos definiendo la porción **Electroacústica** del sistema. Y cuando la señal está compuesta solamente por variaciones de la presión relativa nos referimos exclusivamente al sistema **Acústico** (siempre para el ancho de banda antes mencionado).

Esta vez nos referiremos a aquella parte del sistema correspondiente a los Micrófonos, o sea componentes electroacústicos dedicados a transducir la energía acústica (variaciones *rápidas* de la presión relativa) en energía eléctrica (usualmente potencial). La señal resultante debería ser proporcional en amplitud y de idéntica variación en el tiempo a la primera.

Un micrófono posee muchas propiedades las cuales determinan su correcta aplicación, a saber:

Performance electroacústica: es la habilidad del micrófono para realizar correctamente la función para la que fue diseñado, medida generalmente en términos de *sensibilidad*, *directividad*, *respuesta en frecuencia*, *respuesta transitoria*, *linealidad*, *relación señal a ruido*, *ruido propio* y *rango dinámico*.

Comenzando con las definiciones (de las cuales no nos libraremos nunca), podemos decir que:

La **sensibilidad** es la relación entre la amplitud de la señal eléctrica producida y la presión acústica (o gradiente de presión) incidente sobre el micrófono.

La **directividad** es una medida de la respuesta preferencial a los sonidos que llegan en una dirección respecto de otra. En una forma más abstracta, es la relación, dependiente de la frecuencia, de la sensibilidad a una distancia y dirección de incidencia sonora específica respecto de aquella promediada en todas las posibles direcciones de captación.

Características eléctricas: la impedancia de salida del micrófono, lo que determina los métodos de amplificación a aplicar.

Sensibilidad a influencias externas: la habilidad del micrófono a operar independientemente de la temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del viento.

Costo.

Podemos también clasificar los micrófonos en función de su *aplicación*:

Para comunicación (de mensajes de voz, con un B.W. = 4Khz), para lo cual se los necesita *robustos*, *muy sensibles*, *pequeños* y de *bajo costo*.

Para la grabación sonora y radiodifusión, para lo que se los necesita *fieles* y de una *directividad* específica.

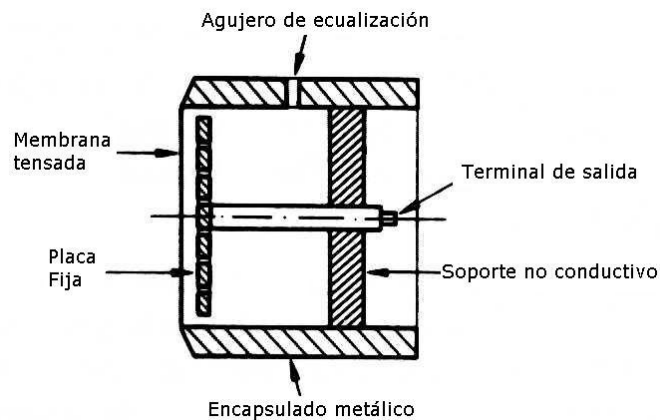
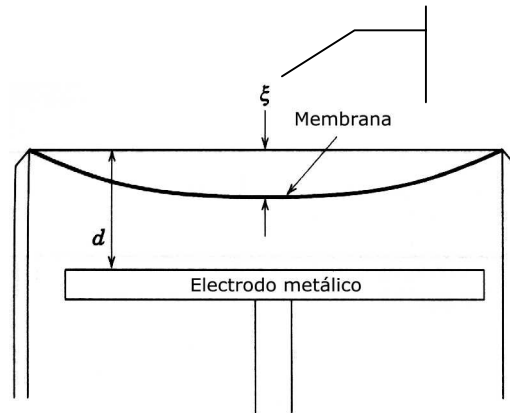
Para aplicaciones generales, con demandas variables.

Para mediciones, para lo cual se los necesita *exactos* y *estables*.

Podemos clasificarlos en función del mecanismo de transducción:

Micrófonos de **Condensador**:

El funcionamiento se simplifica al pequeño movimiento de un diafragma debido a la incidencia de las variaciones de presión sonora sobre él. Dicho diafragma es una de las placas (paralelas) de un **capacitor**, "**C**", (generalmente de 40 a 50pF), cargado con una carga estática por una tensión continua llamada "*phantom*", donde la otra placa está fija. Por lo tanto la señal sonora modula la distancia entre placas, variando así la capacidad resultante, lo que genera una *pequeña variación* de la tensión entre placas. Luego una etapa de ganancia (con muy alta impedancia de entrada) amplifica la señal para llevarla a un nivel más apropiado.



Este tipo de transducción es inherentemente *cuadrático*, es decir no lineal, porque relaciona la *energía electroestática almacenada* en el dispositivo con la *energía mecánica* de excitación (dado que la fuerza f , que es directamente proporcional a la tensión transducida, es proporcional al cuadrado de la carga Q almacenada en C). Pero si se mantiene una *tensión de polarización muy alta* respecto de la tensión resultante de la transducción y un *movimiento de la membrana pequeño* respecto de la separación entre placas, se puede afirmar que el dispositivo tendrá un funcionamiento nominalmente lineal y se podrán descartar las componentes de distorsión de segunda armónica.

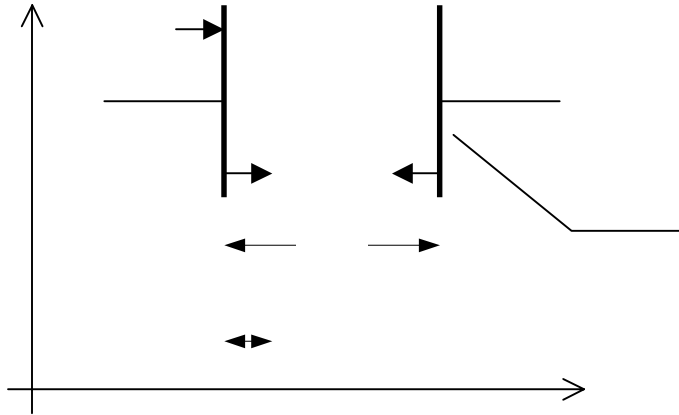
De esta forma la tensión entre las placas del C será proporcional a la señal acústica:

$$Q = V \cdot C$$

$$C = \frac{\xi \cdot Area}{dis\ tan\ cia}$$

$$Q_{inicial} = Q_{final}$$

Siendo Q la carga, V la tensión entre placas y C la Capacidad asociada.
Una forma de explicar el fenómeno es considerar que la carga inicial será igual a la final dado que el condensador cargado está desconectado de la fuente. La aplicación de una fuerza exterior correspondiente a la presión sonora sobre la membrana provocará una reducción de la distancia entre placas l , lo que incrementará la capacidad C y reducirá la tensión V entre placas:



$$Si\ f_{acustica} > 0 \Rightarrow \Delta l < 0 \Rightarrow C \uparrow \Rightarrow V \downarrow$$

$$V_i = \frac{Q_i}{\xi \cdot A} \cdot d_i$$

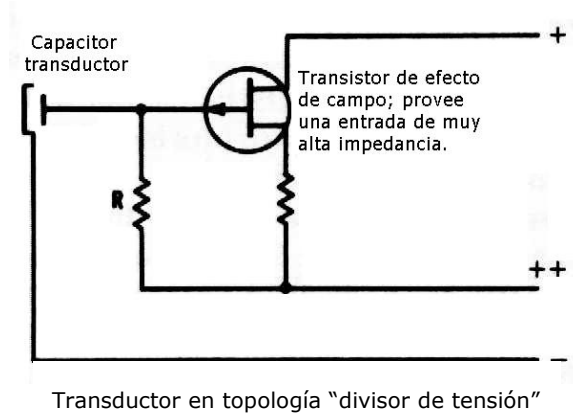
$$V_i - \Delta v = \frac{Q_i}{\xi \cdot A} \cdot (d_i - \Delta d)$$

$$\Delta v = \frac{Q_i \cdot \Delta d}{\xi \cdot A}$$

De esta forma vemos que la señal transducida es proporcional a las variaciones de la señal que produce las alteraciones en la distancia entre placas. Otra forma de expresarlo es:

$$e(t) = E_0 \cdot \frac{\Delta d}{d_0}$$

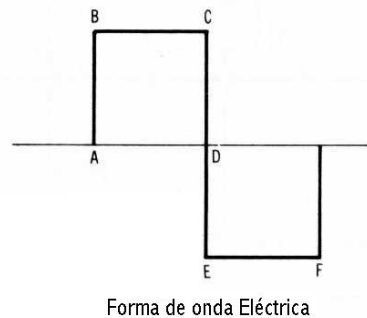
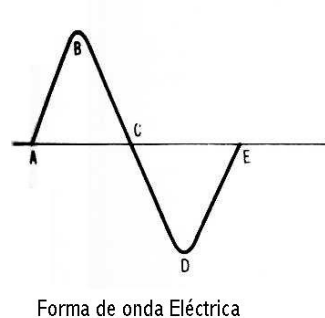
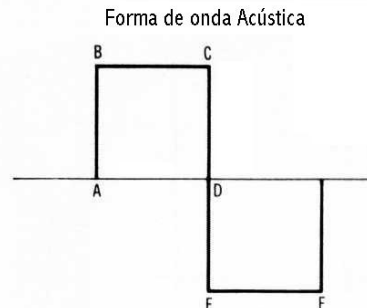
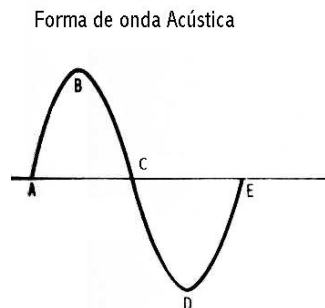
Siendo $e(t)$ la señal eléctrica transducida y E_0 la tensión de polarización del dispositivo.



Un micrófono de este tipo posee un "rise time" (tiempo que tarda la salida en llegar desde el 10% al 90% de su valor final excitando al sistema con una señal escalón) bajo, $15\mu s$, comparado con uno de bobina móvil (dinámico) de aproximadamente $40\mu s$, por lo que podrá seguir más fielmente cambios rápidos de la señal. Esto se debe a la *baja masa* de las partes móviles del transductor.

Algunas propiedades de los micrófonos tipo Capacitor son:

- Generan una salida eléctrica *en fase* con las señales acústicas (ver fig. siguiente).
- Poseen diafragmas de poca masa y muy rígidos.
- Poseen una respuesta en frecuencia suave y de gran ancho de banda (introducen poca coloración espectral).
- El ruido de un micrófono a condensador (20 a 30 dB SPL) es debido al que aporta la electrónica del preamplificador y al de la componente resistiva del equivalente electromecánico del transductor propiamente dicho.
- Poseen gran sensibilidad.



La *sensibilidad* del micrófono estará dada por:

$$\tau = \frac{e_0 \cdot a^2}{8 \cdot T \cdot d_0}$$

Siendo a el radio del área activa del diafragma, d_0 la distancia entre placas en reposo (sin excitación), e_0 la tensión (eléctrica) de polarización y T la tensión (mecánica) del diafragma.

El *límite de alta frecuencia* está dado por la menor frecuencia de resonancia de la membrana y esta está determinada por la tensión y masa de la misma. La respuesta a esta resonancia es controlada por resistencia resistencia detrás de la membrana.

Un micrófono poseerá buena respuesta al impulso sólo si tiene una respuesta en frecuencia plana y una membrana de *muy baja masa*.

Micrófonos Electret:

Son muy similares a los micrófonos de condensador descritos anteriormente, sólo que se elimina la aplicación de tensión de polarización externa y en su reemplazo se utiliza un material pre-polarizado denominado "electret".

Los micrófonos típicos de electret usan un film de polímero con un lado bañado en metal a ser utilizado como diafragma. El polímero es polarizado permanentemente (en una etapa constructiva del mismo) a un nivel comparable al usado en los micrófonos a condensador convencionales y dicha carga presenta *excelente estabilidad con el paso del tiempo*.

Con estos micrófonos se consiguen sensibilidades similares (y hasta respuestas en frecuencia, linealidad y respuesta transitoria en micrófonos de análogas dimensiones) a los de condensador.

Indudablemente las mayores ventajas es son su *reducido costo* y su *estabilidad ante situaciones climáticas extremas* (y un mayor rango dinámico y menor ruido interno en función de la electrónica de amplificación usada).

Algunos materiales usados como electret son el *Mylar*, el *Teflón* y el *Aclar*.

Indudablemente, adelantándome a las conclusiones finales, no existe el uso preestablecido de los micrófonos exhortado por el *departamento de marketing* de sus fabricantes. Sólo existe el **conocimiento** de sus funcionamientos y características, y el "oír" sus resultados.