

## *Características técnicas de los transductores.*

Las características técnicas mas importantes de un transductor podemos resumirlas en las siguientes:

1. Impedancia nominal (**Z**).
2. Frecuencia de resonancia (**Fs**).
3. Respuesta de frecuencia.
4. Potencia RMS.
5. Potencia programa.
6. Potencia pico.
7. Resistencia de la bobina móvil (**Re**).
8. Inductancia de la bobina móvil (**Le**).
9. Flujo magnético en el entrehierro (**B**).
10. Factor de fuerza (**BL**).
11. Eficiencia ( $\eta_0$ ).
12. Elasticidad acústica (**Vas**).
13. Excursión lineal máxima (**Xmáx**).
14. Superficie del diafragma (**Sd**).
15. Volumen de aire desplazado (**Vd**).
16. Resistencia mecánica de la suspensión (**Rms**).
17. Elasticidad de la suspensión (**Cms**).
18. Masa mecánica (**Mms**)
19. Factor de calidad eléctrico (**Qes**)
20. Factor calidad mecánico (**Qms**)
21. Factor calidad Total (**Qts**)
22. EBP (Efficiency Bandwidth Product)

Además de la indicadas, los fabricantes facilitan otras tales como el peso de la unidad, las dimensiones y peso de la bobina móvil, volumen que ocupa el transductor, etc.

### **Parámetros Thiele-Small.**

Los parámetros Thiele-Small permiten determinar el volumen optimo de una caja acústica para un determinado transductor y suelen indicarse en las hojas características de los transductores que facilitan los fabricantes. Aunque son muchos, en la realidad los más importantes son cuatro se muestran en este apartado más adelante:

1. Frecuencias de resonancia **Fs**.
2. Sobre tensión eléctrica **Qes**.
3. Sobre tensión mecánica **Qms**.
4. Sobre tensión total **Qts**.

### **Impedancia nominal (Z)**

La impedancia de un transductor depende del tipo y de su forma constructiva.

Los factores determinantes de la impedancia:

- a) La resistencia óhmica del hilo de la bobina móvil, dependiente de la longitud, sección y material del hilo.
- b) La reactancia inductiva de la bobina móvil, dependiente de la frecuencia aplicada y su coeficiente de auto inducción.
- c) Las corrientes inducidas en la bobina móvil, a causa de sus desplazamientos dentro del campo magnético de excitación del imán permanente.

## *Características técnicas de los transductores.*

Este tercer factor es el más difícil y delicado de mantener constante, pues como la bobina móvil arrastra en su movimiento al diafragma y a la masa del aire que lo rodea, dichos desplazamientos están condicionados por la forma constructiva del transductor (masa del diafragma, elasticidad de suspensión, volumen del aire de la caja acústica donde se aloje, etc.)

Los fabricantes procuran que el diseño de sus transductores afecte lo menos posible a la impedancia, ya que una variación de la impedancia provoca una variación de la carga en el amplificador de salida y, como consecuencia, un aumento de la distorsión.

De todas formas es prácticamente imposible que, dentro del rango de las señales de audio (20 Hz a 20KHz) la impedancia del altavoz se mantenga constante para todas las frecuencias. Es por ello por lo que los fabricantes de altavoces indican la impedancia nominal de los mismos para una frecuencia de 1 KHz.

Para esta frecuencia, la impedancia nominal de los transductores dinámicos oscila entre 2 y 800  $\Omega$ , según diseño, siendo los valores más usuales los de 4, 8 y 16  $\Omega$ .

La impedancia real del transductor puede diferir cierto valor de la nominal indicada por el fabricante, no debiendo ser inferior al 80% de la nominal.

### **Frecuencia de resonancia ( $F_s$ ).**

La frecuencia de resonancia ( $F_s$ ) de un transductor es la frecuencia a la que vibra el altavoz espontáneamente ante cualquier perturbación. Frecuencia en la cual la impedancia eléctrica alcanza un máximo y esto ocurre cuando la impedancia de la masa es igual a la de la compliancia. Esta frecuencia es de suma importancia, pues marca el límite inferior de la curva de respuesta del transductor, es decir, el transductor no opera para frecuencias inferiores a la de resonancia por esa razón  $F_3$  dependerá de  $F_s$  y  $Q_{ts}$  por lo general es bastante cercana a  $F_s$ .

Si a un transductor se le aplica un impulso eléctrico que separe la bobina móvil y el diafragma de su posición de equilibrio, y ese impulso se corta bruscamente, la bobina móvil y el diafragma oscilarán con una cierta frecuencia fija, de amplitud de onda decreciente hasta recuperar su posición de equilibrio. Dicha frecuencia es la frecuencia de resonancia del transductor.

La frecuencia de resonancia depende esencialmente de las características constructivas del transductor, tales como el sistema mecánico de montaje, masa del cono, carga acústica, etc.

De entre los factores que más influye en la frecuencia de resonancia de un transductor cabe destacar el diámetro del diafragma, de tal forma que podemos decir que la frecuencia de resonancia es inversamente proporcional al diámetro del diafragma. Cuanto menor es su diámetro mayor será la frecuencia de resonancia del transductor.

Pero no sólo el diámetro del diafragma afecta a la frecuencia de resonancia también su rigidez influye sobre el valor de la frecuencia de resonancia. Así, un diafragma muy rígido tiene una frecuencia de resonancia más elevada que un diafragma suave.

Otro elemento que afecta al valor de la frecuencia de resonancia es la suspensión. Cuanto más rígida sea, mayor será la frecuencia de resonancia.

# Documentos Técnicos



## *Características técnicas de los transductores.*

### **Respuesta de frecuencia.**

La curva de respuesta de frecuencia es una de las características más importantes de los transductor, pues mediante ella podemos conocer el nivel de intensidad sonora (SPL) proporcionada por el transductor para cada una de las frecuencias de audio que debe reproducir; es decir, se trata de la curva características intensidad sonora en función de la frecuencia.

La curva de respuesta de frecuencia se obtiene suministrado, para cada frecuencia, una potencia siempre igual al transductor; a continuación se mide la potencia sonora generada por el transductor y se transforma nuevamente en energía mecánica que impulsa un estilete trazador de la curva.

Las oscilaciones de las curvas de respuesta de frecuencia carecen de importancia siempre que entre una cresta y un valle próximos de las misma no exista una diferencia de intensidad sonora mayor de 10 dB, aunque en ciertos casos, en los que la exigencia de reproducción no es muy severa, pueden admitirse diferencias de intensidad sonora de hasta 15 dB.

Un altavoz entra dentro de la categoría de alta fidelidad, cuando el máximo de la frecuencia de resonancia no excede en más de 5 dB al mínimo que le sigue.

### **Potencia RMS.**

Señal de prueba de larga duración, mayor de 1 hora. Esta medición proporciona el valor de potencia más bajo. Para su calculo se utiliza el valor RMS.

### **Potencia AES:**

El AES (Audio Engineering Society) publica una norma para la medida de parámetros de componentes de altavoz. Puede hablarse de potencia AES si se sigue esta norma, que especifica una prueba de 2 horas utilizando una señal de ruido rosa, con una dinámica definida, y procesada con un filtro pasa-banda para adecuar el rango de frecuencias al rango de utilización del componente. Aunque la norma está pensada para componentes, por extensión se puede aplicar también a las diferentes vías de un sistema activo. Esta medida siempre se basa en valores RMS de voltaje o corriente, por lo tanto es una medida de potencia media ("RMS").

### **Potencia Programa.**

La potencia de programa aplican una convención según la que la potencia de programa es el doble de la potencia media RMS (+3 dB), aunque otros fabricantes usan otras relaciones entre ambas potencias, que incluso varían según el tipo de altavoz. Hoy en día el término "potencia de programa" no tiene un significado concreto, aunque podría usar se como una recomendación de potencia de amplificador en aplicaciones de gran control.

### **Potencia Pico.**

La potencia de pico es la potencia máxima que pueden soportar en un periodo corto de tiempo antes de que sufran una avería o su destrucción, corresponde a los picos de señal que entrega el amplificador al transductor durante una prueba de potencia. Lo habitual es utilizar una señal que tiene cuatro veces más (+6dB) de energía en los picos que en la media de la señal, de ahí que la potencia de pico sea habitualmente cuatro veces más que la potencia media RMS.

## *Características técnicas de los transductores.*

### **Resistencia de la bobina móvil ( $R_e$ )**

Este es otro de los parámetros importantes que debe conocerse de un transductor.

Es la resistencia, en corriente continua, del hilo que constituye el devanado de la bobina móvil. Esta resistencia determina la potencia disipada en calor por efecto Joule al paso de la corriente.

El valor de esta resistencia es siempre inferior al de la impedancia nominal.

### **Inductancia de la bobina móvil ( $L_e$ )**

Se trata del valor de la inductancia de la bobina móvil en el entrehierro y se expresa en henrios (H).

Dado que este parámetro varía con la frecuencia, se referencia a 1 KHz, siempre que la frecuencia de resonancia  $f_s$  sea muy diferente de 1 KHz.

### **Flujo magnético en el entrehierro (B)**

Densidad de flujo magnético su valor depende únicamente de la calidad del imán y su magnitud permanece invariable. Cuando más grande sea se logrará un mayor rendimiento, mejor linealidad, menor distorsión, aumento de potencia acústica y mejor respuesta transitoria. Aquí la elección es fácil: escoger el transductor con mayor densidad de flujo magnético en el entrehierro. Se expresa en teslas (T) o en weber/metro<sup>2</sup> (Wb/m<sup>2</sup>), siendo 1 T igual a 1Wb/m<sup>2</sup>

### **Factor de fuerza (BL)**

Es el parámetro anterior multiplicado por la longitud del hilo de la bobina. Es el valor de la fuerza ejercida por la bobina móvil en el entrehierro cuando por ella circula una corriente de 1<sup>a</sup>. A mayor magnitud, más bajo será  $Q_{es}$  y se obtendrá un mejor gobierno del diafragma. Se mide en newton/amperio (N/A)

### **Rendimiento de referencia ( $\eta_0$ )**

El rendimiento de referencia, o eficiencia del transductor, expresa el tanto por ciento de la cantidad de energía acústica radiada en la banda de audio. Es la relación entre la potencia acústica y la potencia eléctrica. Como no es constante con la frecuencia se define la eficiencia de referencia que es el rendimiento a frecuencias medias. Se calcula teóricamente y no tiene nada que ver ni con el acoplamiento acústico ni con fenómenos de radicación.

Es un parámetro diferente del SPL, que se mide experimentalmente.

La eficiencia de un transductor es inversamente proporcional a la resistencia de la bobina móvil  $R_e$  y directamente proporcional al cuadrado del factor de fuerza BL:

Se expresa en tanto por ciento.

### **Elasticidad acústica ( $V_{as}$ )**

Se trata del volumen de aire con la misma elasticidad que la suspensión del transductor. Se expresa en m<sup>3</sup>.

## *Características técnicas de los transductores.*

### **Excursión lineal máxima (X<sub>máx</sub>)**

Se expresa en metros e indica el máximo desplazamiento del diafragma dentro de las condiciones estipuladas por el fabricante del transductor: baja distorsión de la respuesta y sin sobrepasarse las capacidades mecánicas del transductor. Para calcularlo se considera el campo magnético y la elasticidad de la suspensión constante.

### **Superficie lineal máxima (S<sub>d</sub>)**

Como toda superficie este parámetro se mide en m<sup>2</sup>. Se calcula con la fórmula:

$$S_d = \pi r^2$$

Donde r es la distancia entre el centro del transductor y la mitad de la suspensión.

### **Volumen desplazado (V<sub>d</sub>)**

Este parámetro indica el volumen máximo de aire desplazado por el diafragma del transductor. Se expresa en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) y se calcula con la fórmula:

$$V_d = X_{máx} \times S_d$$

Es un parámetro muy importante para el cálculo del SPL.

### **Resistencia mecánica (R<sub>ms</sub>)**

Este parámetro nos indica la resistencia mecánica de la suspensión. Pérdidas de energía por rozamiento. Si no existiera dicha resistencia el diafragma oscilaría indefinidamente. Se expresa en kilogramos/segundo (kg/s).

### **Elasticidad de la suspensión (C<sub>ms</sub>)**

Se mide en metros/newton y se expresa el desplazamiento de la suspensión al aplicarle una fuerza de 1 Newton.

### **Masa mecánica (M<sub>ms</sub>)**

Masa mecánica se incluyen la bobina, el diafragma y el aire desplazado en ambos lados. Proporciona una idea de la capacidad de la masa para almacenar energía en forma de inercia, por lo tanto, la mejor respuesta temporal se obtendrá con **M<sub>ms</sub>** bajos. Cuanto mayor sea la masa peor será el rendimiento y su respuesta en agudos será peor.

### **Factor de calidad eléctrico (Q<sub>es</sub>)**

Proporción entre la energía almacenada y la disipada en la resonancia, e indica las pérdidas por motivos electromagnéticos.

## *Características técnicas de los transductores.*

### **Factor de calidad mecánico (Qms)**

Proporción entre la energía almacenada y la disipada en la resonancia, e indica las pérdidas por motivos mecánicos.

- Un Qms alto suele tener una buena definición y una distorsión mínima poseen un bajo amortiguamiento.
- Un Qms bajo su sonido es más suave, con menos coloraciones y respuesta más plana. Gracias a su bajo Qms se obtiene un buen amortiguamiento. En su contra tiene una distorsión mas alta y una peor resolución.

### **Factor de calidad total (Qts)**

Indica amortiguación total de la resonancia por motivos electromagnéticos y mecánicos. Mostrando la anchura relativa del pico de la resonancia. Se halla efectuando el "paralelo" entre Qes y Qms por lo que siempre estará muy cercano a Qes.

En relación a su respuesta transitoria

- Qts mayor a 0,5 menos amortiguado, pico resonancia más estrecho mala respuesta temporal aunque sea más rápida.
- Qts menor a 0,5 más amortiguado, pico resonancia más ancho, buena respuesta transitoria sin sobreoscilaciones.

### **EBP (Efficiency Bandwith Product).**

La eficiencia del ancho de banda del producto (EBP) es un número que muestra el compromiso entre la eficiencia y el ancho de banda de un transductor. Es útil en la determinación de si un transductor es más adecuado para una caja sellada, bass reflex o también para determinar la idoneidad para un recinto de bocina plegada.

Se obtiene de la división de (FS) frecuencia de resonancia con el (QES) sobre tensión eléctrica.

Si el resultado de la división es inferior a 50 se recomienda usar un recinto de caja sellada si es superior a 90 se recomienda caja bass reflex y si el resultado estuviera entre 50 y 100 se podría llegar a adaptar a los 2 tipos.

### **Elección del transductor.**

Escoger siempre los transductores que tengan las distorsiones mas pequeñas de fase, amplitud y armónica total en su banda útil, en este orden de cosas, examinar la curva de respuesta en frecuencia eligiendo la mas plana, sin olvidarse de la distorsión producida por los molestos armónicos de orden impar.

La respuesta transitoria, o temporal, indica como y en cuanto tiempo reacciona el transductor al aplicarle una señal, por tanto la respuesta del transductor seleccionado deberá aproximarse todo lo posible a la ideal respuesta rápida y con bajas, o nulas sobreoscilaciones.

### **Bibliografía Consultada:**

- Diseño y fabricación de baffles - Francisco Ruiz Vassallo - Creaciones Copyright
- FAQ Das Audio aguante potencia.
- Cajas acústicas - Jesús Losada Prieto