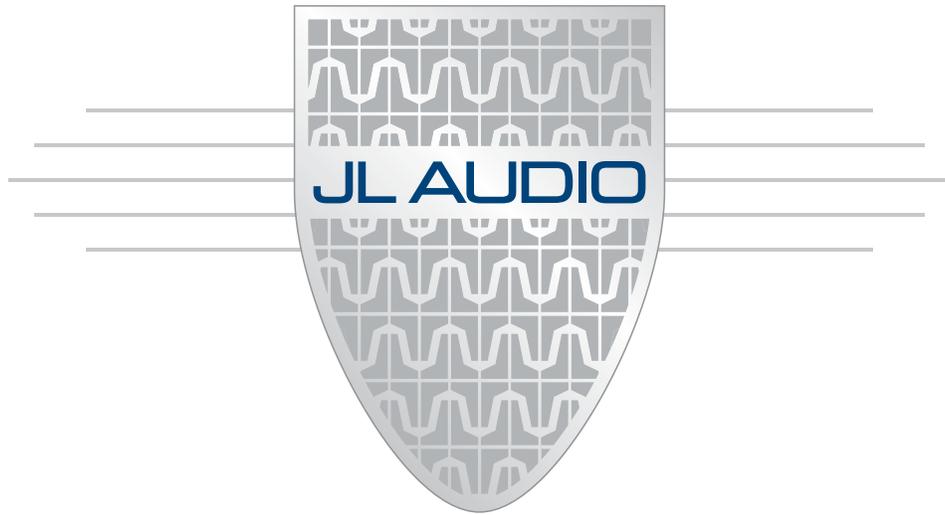


COGITO ERGO BOOM



---

# ESCUELA DEL SONIDO

Curso breve de audio



# Introducción

En el negocio del audio para auto, no solo vendemos productos y los instalamos. Vendemos algo mucho más interesante: el disfrute de la música. Para que la música se convierta en una experiencia, tiene que trascender las tuercas y los tornillos y hacer que el oyente se olvide de que está escuchando un equipo. Este nivel de rendimiento no se consigue sin más. Tiene que diseñarse con conocimiento y cuidado.

A veces es fácil olvidar lo que realmente buscan nuestros clientes y hasta qué punto encaja con nuestros objetivos como vendedores e instaladores.

## Los clientes quieren:

- 1) Rendimiento que cumpla y supere las expectativas
- 2) Confiabilidad
- 3) Confianza de haber comprado el producto adecuado a sus necesidades
- 4) Buen servicio (asesoramiento, calidad de la instalación, resolución eficaz de problemas)
- 5) Excelente relación calidad-precio, lo cual está directamente relacionado con los puntos 1-4

## Los minoristas quieren:

- 1) Rentabilidad
- 2) Crecimiento empresarial

El minorista solo consigue rentabilidad y crecimiento empresarial cuando los clientes obtienen sistemáticamente lo que desean. Los productos defectuosos cuestan tiempo y dinero a todo el mundo y hacen enfadar a los clientes, lo cual reduce la probabilidad de que te recomienden o repitan la compra. Los sistemas que no suenan bien también arruinan futuros negocios... ya se hace una idea. Para tener éxito de verdad, debemos esforzarnos por hacer felices a los clientes con unos sistemas confiables y de excelente rendimiento.

En esta capacitación, cubriremos varios temas importantes que son fundamentales para tomar buenas decisiones en el diseño de sistemas. Esta capacitación le ayudará a cubrir en detalle los siguientes temas:

- 1) Los fundamentos de la electricidad, incluida la ley de Ohm.
- 2) Los fundamentos de la acústica: decibelios, octavas, nivel de presión sonora, etc.
- 3) Los fundamentos de la potencia de los altavoces.
- 4) Los fundamentos de los sistemas de carga.
- 5) Los fundamentos de la distribución de energía en un sistema.
- 6) Los fundamentos del ajuste de niveles de un sistema.

Puede que parezcan temas bastante sosos, pero intentaremos ilustrar su aplicación de una forma muy relevante para nuestro negocio diario de recomendar, vender e instalar productos de audio. También hablaremos de algo de lo que rara vez se habla en las capacitaciones sobre audio móvil o marino: la música y su papel a la hora de tomar buenas decisiones en el diseño del sistema.

Esta información permitirá a los vendedores tomar buenas decisiones con confianza en diferentes situaciones y explicar sus recomendaciones a sus clientes. Los instaladores también se beneficiarán de la información sobre acústica, electricidad y puesta a punto de sistemas.



# Módulo 1: Fundamentos de la electricidad

Una buena comprensión de estos fundamentos es absolutamente necesaria para entender el audio en general. Empezaremos cubriendo los fundamentos de la teoría eléctrica, desde las definiciones básicas de corriente, tensión, resistencia y potencia hasta la ley de Ohm, el electromagnetismo y el cálculo de resistencias múltiples en circuitos en serie, en paralelo y en serie-paralelo. Gran parte de lo que aquí se explica es necesario para comprender las señales de audio musical, los sistemas de carga de los automóviles, el comportamiento de los altavoces, la tecnología de los amplificadores y mucho más.

## Empecemos por la corriente.

La **corriente** no es más que el movimiento de electrones por un conductor o un circuito. También puede describirse como el flujo de carga en un circuito. El símbolo científico de la corriente es la letra “I” (no la letra “C”), aunque en su medidor es probable que vea una letra “A” mayúscula. Esto se debe a que la corriente se mide en unidades del SI llamadas “amperios” o “amperes”, y para hacerlo se usa un instrumento llamado amperímetro.

## Existen dos tipos de corriente eléctrica:

La **corriente continua (CC)** fluye de la polaridad negativa de un circuito a la positiva (véase el diagrama de la batería más abajo). (Algunos libros explican que fluye en sentido contrario, lo cual no es del todo incorrecto). La corriente continua es típica de los circuitos alimentados por baterías, como una linterna o un receptor de radio. La batería proporciona esencialmente un suministro de electrones que fluyen, haciendo que sucedan cosas a lo que esté conectado a sus terminales. La analogía con una manguera de agua nos ayuda a comprender mejor la corriente continua. Imagínese una manguera de jardín conectada a un suministro de agua (véase el diagrama siguiente). La corriente continua en un cable es como el agua que fluye en esta manguera.

## Para que se produzca corriente continua, el circuito debe contener los siguientes elementos:

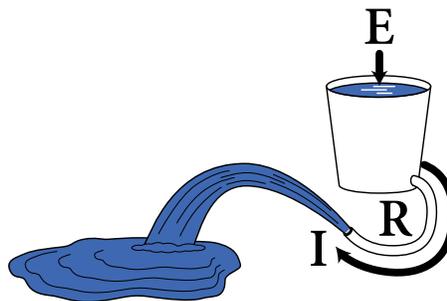
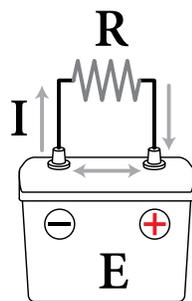
- 1) Una fuente o suministro de voltaje (una batería, por ejemplo).
- 2) Una carga que utilice el voltaje (un amplificador de auto, por ejemplo).
- 3) Un recorrido completo de cables de conexión.

La **corriente alterna (CA)** se produce cuando la carga fluye de un lado a otro en un cable. Llamamos a esta inversión de sentido un cambio de polaridad. La velocidad en que cambia la polaridad (alternancia) de la carga se denomina frecuencia y se mide en ciclos por segundo o hercios (Hz). La corriente alterna doméstica en EE. UU. alterna la polaridad a 60 Hz (60 veces por segundo). Otro ejemplo de corriente alterna es una señal de audio entre un amplificador y un altavoz.

El **voltaje o tensión eléctrica** es la presión eléctrica que hace posible la corriente y se mide en voltios. Una definición más técnica sería “la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos”. El instrumento utilizado para medirlo se llama voltímetro y su símbolo científico es la letra “E” (no la “V”). Sin embargo, es probable que el medidor muestre una “V” mayúscula. Seguramente esto es la parte más confusa de la electricidad.

Volviendo a la analogía de la manguera de agua, el voltaje de corriente continua es muy parecido a la presión del agua que alimenta la manguera. Un mayor voltaje puede crear un mayor movimiento de electrones de la misma forma que un aumento de la presión del agua puede crear un mayor movimiento del agua, dada una manguera determinada.

El voltaje por sí mismo no hace nada, hasta que a la carga se le da un camino que recorrer. Es solo la fuerza potencial de la electricidad.



La **resistencia** es la oposición que ofrece un conductor o circuito al flujo de carga (corriente). La unidad para medir la resistencia es el ohmio u ohm, y el instrumento para medirla se llama ohmímetro. El símbolo científico de la resistencia es la letra “R” (al menos este sí que tiene sentido). Para continuar con la tendencia, lo más probable es que su medidor le muestre en su lugar el símbolo “Ω”.

Esto es similar a la forma en que la manguera —en nuestra analogía del fluido de corriente continua— impone cierta fricción al flujo de agua, limitando su caudal. Si añadimos una boquilla regulable al extremo de la manguera, podemos añadir más fricción y restringir el caudal. Este aumento de la fricción puede describirse como la adición de una restricción al flujo de agua. El equivalente eléctrico a este fenómeno se llama resistencia.

La resistencia máxima se alcanza en un circuito abierto, uno que no ofrece un camino directo para que fluyan los electrones (piense en una boquilla cerrada en la manguera). En un cortocircuito, existe una resistencia mínima que ofrece un camino directo para que fluyan los electrones (piense en que se rompe el depósito de agua). Esto no suele ser bueno, ya que una corriente excesiva sobrecargará el flujo de electrones y quemará el material conductor. En las posibilidades que hay entre un circuito abierto y un cortocircuito es donde ocurren cosas útiles con la electricidad. Se trata de controlar la corriente, mediante la resistencia, para realizar trabajo. Todos los conductores presentan cierta resistencia y todo lo que funciona con electricidad utiliza la resistencia para aprovecharla.

#### Un subproducto inevitable de la resistencia es el calor.

En otras palabras, la energía que se pierde al atravesar la resistencia en realidad no se pierde, sino que se transforma en energía térmica (de forma parecida a como las pastillas de freno de su auto emplean la fricción para transformar la energía mecánica en calor con el fin de detener el auto).

**Ley de Ohm:** La relación entre el voltaje, la corriente y la resistencia está bien entendida y descrita en una fórmula llamada la ley de Ohm. Esta fórmula es la clave para comprender el comportamiento de la electricidad. La ley de Ohm establece que el voltaje (E) en un circuito es igual a la corriente (I) en el circuito multiplicada por la resistencia (R) en ese circuito. Puede utilizar álgebra básica para reformular la ecuación de modo que le permita hallar cualquiera de los tres parámetros conociendo los otros dos. Esto resulta extremadamente útil para analizar cualquier dispositivo electrónico o señal de audio.

Para encontrar las ecuaciones que necesita, coloque un pulgar sobre la variable que desea encontrar. Las dos letras restantes forman la ecuación deseada como se muestra a continuación.

### Según la ley de Ohm:

**voltaje (E) = corriente (I) × resistencia (R)**

Usando álgebra simple, podemos darle la vuelta a la fórmula básica para obtener la corriente o la resistencia de la siguiente manera:

**corriente (I) = voltaje (E) / resistencia (R)**

**resistencia (R) = voltaje (E) / corriente (I)**

Una forma sencilla y fácil de recordar y utilizar esta ley es el “círculo de la ley de Ohm”.



Para encontrar las ecuaciones que necesita, coloque un pulgar sobre la variable que desea encontrar. Las dos letras restantes forman la ecuación deseada como se muestra a continuación.



### Ejemplos:

**Ejemplo 1:** Si sabemos que tenemos 3 amperios de corriente (I) a través de una resistencia (R) de 4 ohmios... ¿Cuántos voltios (E) tenemos?

Utilizaremos  $E = I \times R$  para este caso:

$$E = ??$$

$$I = 3 \text{ amperios}$$

$$R = 4 \text{ ohmios}$$

$$E = I \times R$$

$$E = 3 \times 4$$

$$E = 12 \text{ voltios}$$

**Ejemplo 2:** Si sabemos que tenemos 12 voltios de potencial y una resistencia de 4 ohmios... ¿Cuántos amperios tenemos?

Utilizaremos  $E = I / R$  para este caso:

$$E = 12 \text{ voltios}$$

$$R = 4 \text{ ohmios}$$

$$I = ?? \text{ amperios}$$

$$I = E / R$$

$$I = 12 / 4$$

$$I = 3 \text{ A (amperios)}$$

**Ejemplo 3:** Si sabemos que tenemos 12 voltios de potencial en un circuito y 3 amperios de corriente, podemos averiguar la resistencia de la siguiente manera:

$$E = 12 \text{ voltios}$$

$$I = 3 \text{ amperios}$$

$$R = ?? \text{ ohmios}$$

$$R = E / I$$

$$R = 12 / 3$$

$$R = 4 \text{ ohmios}$$

Todos utilizamos a diario el término “**potencia**” cuando hablamos de productos de audio y todos sabemos que se mide en vatios. Pero, ¿qué es exactamente la potencia? En términos básicos, la potencia es la “velocidad de realización del trabajo”. Por ejemplo, digamos que necesita empujar un auto averiado un kilómetro; ese es el “trabajo”; para ello se requerirá una cierta cantidad de energía. Si lo empujamos nosotros solos (potencia de una sola persona), tardaremos mucho tiempo. Si conseguimos que dos personas empujen tan fuerte como puedan (potencia de dos personas), podremos hacerlo más rápido. Si llamamos a una grúa de 300 CV (potencia de 300 caballos)... ya se hace una idea. En los tres casos, el trabajo acaba realizándose y la energía total aplicada para realizarlo es la misma, pero disponer de más potencia hace que se realice más rápidamente.

Un vatio se define como “un julio por segundo”. El julio es la unidad de medida del trabajo, mientras que el vatio es la unidad de medida de la velocidad de realización de ese trabajo. Podríamos establecer una analogía con el hecho de que el kilómetro es la unidad de distancia y el “kilómetro por hora” es la unidad de medida de la “velocidad a la que se recorre esa distancia”.

**Afortunadamente, la ley de Ohm nos ayuda a calcular la potencia en vatios (sin necesidad de usar julios) utilizando las siguientes fórmulas básicas:**

$$\text{potencia (P)} = \text{corriente (I)} \times \text{voltaje (E)}$$

Así empezamos con buen PIE, ¿no cree?

Y podemos calcular fácilmente el voltaje o la corriente si conocemos los otros dos:

$$\text{voltaje (E)} = \text{potencia (P)} / \text{corriente (I)}$$

$$\text{corriente (I)} = \text{potencia (P)} / \text{voltaje (E)}$$

He aquí otras dos fórmulas muy prácticas para la potencia:

$$P = E^2 / R$$

potencia = voltaje al cuadrado, dividido por la resistencia

$$P = I^2 \times R$$

Potencia = corriente al cuadrado, multiplicado por la resistencia

**Pongamos en práctica la ley de Ohm con algunos ejemplos más:**

**Ejemplo 1: ¿Cuánto voltaje se necesita para hacer que pasen 20 amperios de corriente a través de una resistencia de 100 ohmios?**

Utilizaremos  $E = I \times R$  para resolver esto.

$$E = ?? \text{ volts}$$

$$I = 20 \text{ amperios}$$

$$R = 100 \text{ ohmios}$$

$$E = I \times R$$

$$E = 20 \times 100$$

$$E = 2000 \text{ voltios}$$

**Ejemplo 2: Con una tensión de 6 voltios, ¿cuál es la resistencia asociada a 3 amperios de corriente?**

Utilizaremos  $R = E / I$  para este caso:

$$R = ?? \text{ ohmios}$$

$$E = 6 \text{ voltios}$$

$$I = 3 \text{ amperios}$$

$$R = E / I$$

$$R = 6 / 3$$

$$R = 2 \text{ ohmios}$$

**Ejemplo 3: ¿Cuánta potencia consume una carga con 100 amperios y 100 voltios?**

Utilizaremos  $P = I \times E$  para resolver este problema.

$$P = ?? \text{ vatios}$$

$$E = 100 \text{ voltios}$$

$$I = 100 \text{ A (amperios)}$$

$$P = E \times I$$

$$P = 100 \times 100$$

$$P = 100 \times 100 = 10\,000 \text{ vatios (10 kilovatios)}$$

**Ejemplo 4: ¿Cuál es la potencia mínima de una resistencia de 20 ohmios si desea aplicar 12 voltios a través de sus terminales?**

Utilizaremos  $P = E^2 / R$ :

$$P = ?? \text{ vatios}$$

$$E = 12 \text{ voltios}$$

$$R = 20 \text{ ohmios}$$

$$P = E^2 / R$$

$$P = 12^2 / 20$$

$$P = 144 / 20$$

$$P = 7,2 \text{ vatios}$$

Para estar seguros, le recomendaremos una resistencia de 10 vatios.

**Ejemplo 5: El voltaje máximo de salida sin recortar de un amplificador diseñado para funcionar a 4 ohmios es de 27 voltios. ¿Cuántos vatios producirá en una carga de 4 ohmios y cuántos amperios de corriente habrá a través de la carga de 4 ohmios?**

Utilizaremos  $P = E^2 / R$  para calcular la potencia:

$$P = ?? \text{ vatios}$$

$$E = 27 \text{ voltios}$$

$$R = 4 \text{ ohmios}$$

$$P = E^2 / R$$

$$P = 27^2 / 4$$

$$P = 729 / 4$$

$$P = 182,25 \text{ vatios}$$

Ahora, utilizaremos  $I = E / R$  para calcular la corriente:

$$I = ?? \text{ amperios}$$

$$E = 27 \text{ voltios}$$

$$R = 4 \text{ ohmios}$$

$$I = E / R$$

$$I = 27 / 4$$

$$I = 6,75 \text{ A (amperios)}$$

Así, para suministrar 183 vatios de potencia a través de una carga de 4 ohmios se requieren 27 voltios y 6,75 amperios de corriente a través de la carga. Resolvimos todo el problema solo conociendo la resistencia de la carga y el voltaje de salida del amplificador.

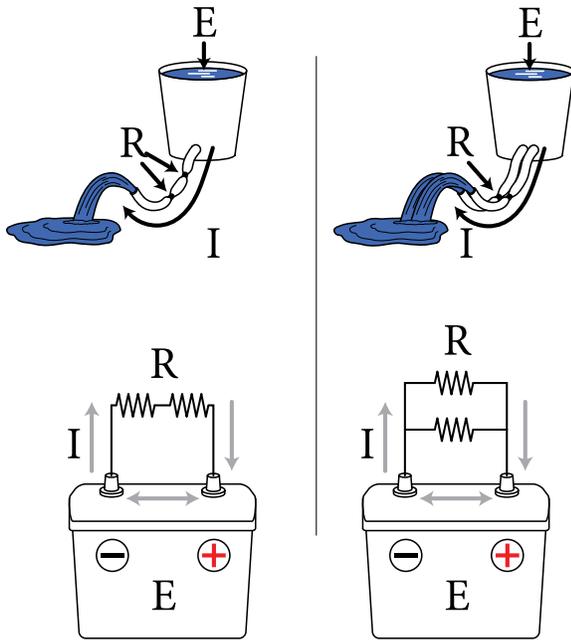
### Circuitos básicos

La mayoría de los circuitos contienen varios elementos resistivos que pueden estar en serie, en paralelo o en ambas configuraciones.

En un circuito en paralelo, las resistencias se conectan de forma que permiten la existencia de varias vías de corriente.

En un circuito en serie, las resistencias están conectadas en línea recta (como una cadena) y solo permiten la existencia de una vía de corriente.

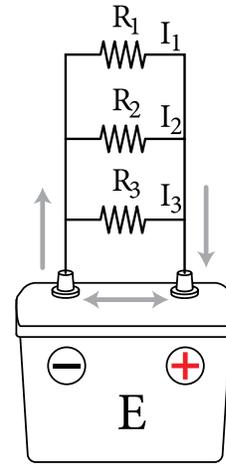
En el diagrama siguiente, la imagen de la izquierda compara dos resistencias en serie al flujo de agua de un cubo. La imagen de la derecha compara dos resistencias en paralelo al flujo de agua de un cubo.



### Los circuitos en paralelo tienen las siguientes propiedades:

- El voltaje permanece constante en todo el circuito porque tiene diferentes caminos que seguir.
- Puede haber muchas corrientes diferentes, ya que cada “rama” tiene el mismo voltaje pero puede tener resistencias diferentes. La corriente puede ser idéntica en todas las ramas solo si la resistencia de cada rama es la misma. Por ejemplo, si tuviéramos una manguera con poca restricción y otra con mucha restricción conectadas al mismo depósito de agua, el caudal sería mayor en la que tiene menos restricción.
- La corriente total en un circuito en paralelo es igual a la suma de todas las corrientes individuales de cada rama del circuito ( $I_{total} = I_1 + I_2 + I_3$ , etc.).
- La resistencia total de un circuito en paralelo se calcula de la siguiente manera:

$$R_{total} = 1 / (1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3, \text{ etc.})$$



Esta última fórmula puede asustar un poco, pero en realidad no es tan mala. He aquí algunos ejemplos que demuestran el uso de la fórmula.

Primero, uno fácil:

Si tenemos dos cargas de 4 ohmios conectadas en paralelo, ¿cuál es la resistencia total? Ya sabe la respuesta, ¿verdad? Hagamos cálculos para comprobarlo:

$$R_1 = 4$$

$$R_2 = 4$$

$$R_{total} = ??$$

$$R_{total} = 1 / (1/R_1 + 1/R_2)$$

$$R_{total} = 1 / (1/4 + 1/4)$$

$$R_{total} = 1 / (0,25 + 0,25)$$

$$R_{total} = 1 / 0,5$$

$$R_{total} = 2 \text{ ohmios}$$

Ahora una más complicada. Si tenemos una resistencia de 4 ohmios en la primera rama ( $R_1$ ), una resistencia de 2 ohmios en la siguiente rama ( $R_2$ ) y una resistencia de 2 ohmios en una tercera rama ( $R_3$ ), lo conectamos todo de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} R_1 &= 4 \\ R_2 &= 2 \\ R_3 &= 2 \\ R_{\text{total}} &= ?? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{\text{total}} &= 1 / (1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3) \\ R_{\text{total}} &= 1 / (1/4 + 1/2 + 1/2) \\ R_{\text{total}} &= 1 / (0,25 + 0,5 + 0,5) \\ R_{\text{total}} &= 1 / 1,25 \\ R_{\text{total}} &= 0,8 \text{ ohmios} \end{aligned}$$

¡Y eso es todo!

#### Los circuitos en serie tienen las siguientes propiedades:

- La corriente permanece constante en todo el circuito. Volviendo a la analogía del depósito de agua, es lógico que en ningún momento pueda pasar más agua por un limitador de caudal que por otro.
- Puede haber muchos voltajes diferentes, ya que habrá una caída de tensión en cada resistencia. Si las resistencias tienen valores diferentes, las caídas de voltaje serán diferentes. Si todas las resistencias tienen el mismo valor, entonces las caídas de voltaje puede ser las mismas a lo largo del circuito.
- La resistencia total de un circuito en serie es igual a la suma de todas las resistencias del circuito. ( $R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + R_3$ , etc.). Esto es mucho más fácil de calcular que las resistencias en paralelo; bastará con añadir las resistencias individuales y tendremos la respuesta.

Veamos un ejemplo fácil de este caso:

Si tenemos dos cargas de 4 ohmios conectadas en serie:

$$\begin{aligned} R_1 &= 4 \\ R_2 &= 4 \\ R_{\text{total}} &= ?? \end{aligned}$$

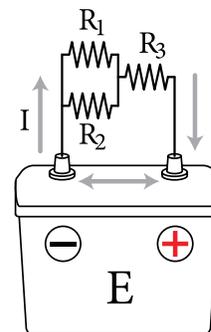
$$\begin{aligned} R_{\text{total}} &= R_1 + R_2 \\ R_{\text{total}} &= 4 + 4 \\ R_{\text{total}} &= 8 \end{aligned}$$

Resumiendo, solo hay que sumar todos los valores resistivos para hallar la resistencia total. Si tenemos una resistencia de 4 ohmios, una resistencia de 2 ohmios y otra resistencia de 2 ohmios en serie, sumaremos  $4 + 2 + 2$  para obtener un total de 8 ohmios.

**La resistencia en serie-paralelo** se produce cuando en un circuito están presentes resistencias tanto en serie como en paralelo, como se muestra en el siguiente diagrama.

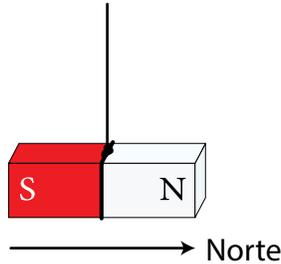
Las propiedades de los circuitos en serie y en paralelo se manifiestan en diferentes partes del circuito global serie-paralelo. Estas se pueden medir y analizar dividiendo el circuito en secciones más pequeñas y examinando las secciones una por una.

Por ejemplo, para calcular la resistencia total de un circuito en serie-paralelo, basta con calcular cada sección en paralelo y sumarla a la(s) resistencia(s) en serie. En el dibujo siguiente, habría que calcular la resistencia en paralelo de " $R_1$ " y " $R_2$ " y sumar ese resultado a " $R_3$ " para obtener la resistencia total del circuito.



## Electromagnetismo

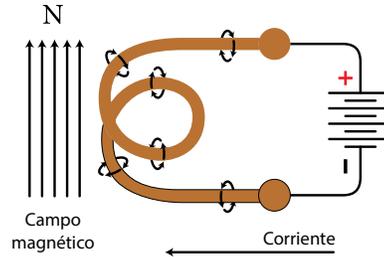
Si suspendemos una barra magnética de una cuerda de forma que pueda girar libremente, uno de sus extremos siempre apuntará hacia el norte. Llamamos a este extremo del imán su polo norte.



Si tenemos dos imanes y los orientamos de forma que el polo norte de uno se acerque al polo sur del otro, se atraerán el uno al otro. Si, por el contrario, intentamos unir los polos norte de los dos imanes o los polos sur de los dos imanes, comprobaremos que se repelen. Este efecto se denomina “ley de los polos” que, básicamente, afirma lo siguiente: “Los polos opuestos se atraen y los polos iguales se repelen”.

Los cables que transportan corriente producen el mismo tipo de campo magnético que existe alrededor de un imán permanente. La corriente eléctrica crea un campo magnético alrededor del cable en un proceso denominado inducción electromagnética. Para observar este fenómeno, podemos colocar una brújula magnética muy cerca de un cable que lleve corriente eléctrica. La aguja de la brújula girará hasta formar un ángulo recto con el cable, lo que demuestra que existe un campo magnético, en ángulo recto con el conductor.

Si a continuación enrollamos el cable conductor, la fuerza total del campo magnético se magnificará enormemente en comparación con un cable recto y de igual longitud. Así, la dirección del campo magnético se podrá predecir fácilmente. El polo positivo de la batería siempre está conectado al polo norte de la bobina, independientemente de si esta está enrollada en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario. Esto también significa que podemos controlar la polaridad de un electroimán (bobina) controlando la polaridad del voltaje que se introduce en él. Si piensa en la bobina de voz de un altavoz, empezará a entender cómo podemos conseguir que se mueva hacia arriba y hacia abajo en reacción al campo del imán permanente.



## ¡Hagamos electricidad!

De igual manera que una corriente al pasar por un cable genera un campo magnético, un campo magnético al pasar por un cable generará corriente. Esto se conoce como inducción **magnética o electromagnética**. Sabiendo esto, podemos generar electricidad moviendo un imán muy cerca de un cable.

El campo magnético debe estar en movimiento en relación con el cable para que se genere una corriente en él. En otras palabras, o bien el imán, o bien el cable deben estar en movimiento, y cuanto más rápido pase el cable por el campo, más corriente se generará.

Para que quede claro, según la ley física de conservación de la energía, esta no puede crearse ni destruirse. Y esto es una ley de la física, no una sugerencia, ni una directriz. Por lo tanto, la energía que estamos generando con nuestro cable e imán tiene que venir de alguna parte. En este caso, la energía del momento mecánico se transforma en corriente eléctrica mediante un proceso llamado inducción. Así es como funcionan todos los generadores (y alternadores).

Un experimento sencillo para mostrar el efecto de la inducción consiste en conectar un voltímetro (en modo de voltaje de CA) a los terminales de un altavoz colocado sobre una mesa. Ahora, mueva el cono del altavoz con la mano y observe el voltímetro. En realidad está generando electricidad utilizando la fuerza de su brazo para mover la bobina de voz dentro del hueco magnético del altavoz, lo que induce la corriente y hace que fluya la electricidad.

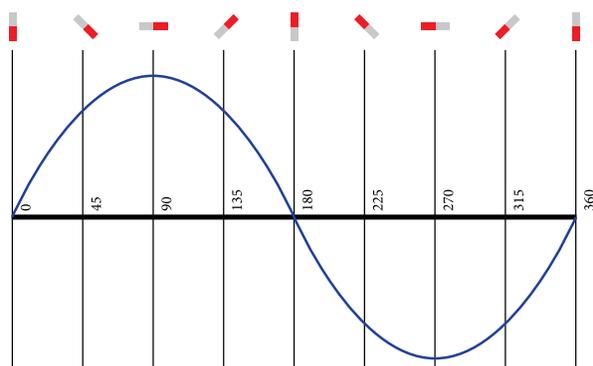
## Fundamentos de la corriente alterna

Hay varias formas de producir electricidad. Los dos más comunes son la química (baterías, pilas de combustible, etc.) y la mecánica (generadores, alternadores, etc.). Existe una diferencia fundamental entre el tipo de electricidad producida por una batería y la producida por un generador. Una batería produce corriente continua (CC), que ya hemos visto que viaja en un solo sentido. Un generador, en cambio, produce una forma más compleja de electricidad.

En el interior de un generador, al girar la bobina de cable, esta pasa primero por el polo norte del imán, produciendo una corriente eléctrica que fluye en un sentido determinado. A medida que la bobina continúa su trayectoria circular, se desplaza hacia el polo sur. Al acercarse al polo sur, la corriente eléctrica comienza a fluir en el sentido opuesto. Continúa fluyendo en este sentido hasta que, una vez más, se acerca al polo norte. Decimos entonces que la corriente eléctrica alterna entre positivo y negativo. A este tipo de corriente lo llamamos corriente alterna (CA).

Si trazáramos esta oscilación de positivo a negativo en un gráfico y la comparáramos con el tiempo que tarda el generador en girar, obtendríamos algo parecido al gráfico siguiente.

“” Representa una bobina giratoria que atraviesa un campo magnético.



Cuando el generador gira accionado por una fuerza mecánica, un lado de la bobina magnetizada se desplaza hacia el polo norte. Este extremo del cable se convertiría en positivo. Al mismo tiempo, el otro lado de la bobina se desplaza hacia el polo sur. Este lado de la bobina se vuelve negativo. La corriente comienza a fluir desde el positivo hacia el negativo y continúa fluyendo en esta dirección hasta que alcanza un pico en su ciclo. Esta cantidad máxima de flujo de corriente se alcanza cuando la bobina apunta exactamente al norte y al sur en relación con el campo magnético fijo del generador. La señal alcanza así su pico positivo a 90 grados de rotación. Una vez rebasado este punto, el voltaje comienza a descender, pero no llega a 0 hasta que de nuevo la bobina se sitúa directamente entre los imanes permanentes. Esto se produce con una rotación de 180 grados.

Ahora viene la inversión de la polaridad. A medida que la bobina sigue girando, el extremo que era positivo se desplaza ahora hacia el polo sur del imán. Como está pasando por el polo sur, este extremo de la bobina oscila en negativo. Al mismo tiempo, el lado de la bobina, que era negativo, ahora oscila en positivo. El sentido del flujo de corriente dentro del cable está ahora invertido. La corriente continúa en este sentido hasta que vuelve a alcanzar un pico (esta vez negativo) con una rotación de 270 grados. Finalmente, a medida que la bobina se acerca a su posición original, oscila en positivo hasta que el flujo de corriente alcanza de nuevo el valor 0. Ahora comienza un nuevo ciclo.

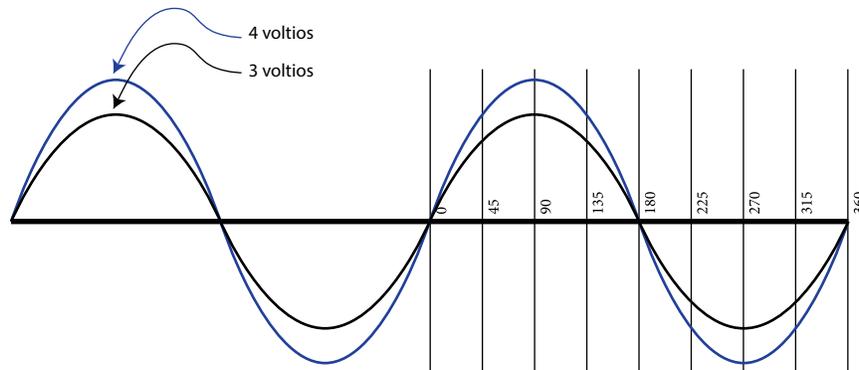
Al representar gráficamente la corriente en función del tiempo, obtenemos un dibujo conocido como **onda senoidal** u **onda sinusoidal**. Decimos que la onda sinusoidal tiene picos positivos y negativos a 90 grados y 270 grados respectivamente.

### He aquí algunas cosas que todo el mundo debe saber sobre las ondas sinusoidales:

- Un **ciclo** es una revolución completa de un generador, de 0 grados a 360 grados.
- La **longitud de onda** es la distancia física entre el comienzo de un ciclo y el comienzo del ciclo siguiente.
- Un **periodo** es el tiempo que tarda en completarse un ciclo.
- La **frecuencia** es el número de ciclos completos de onda sinusoidal generados en un segundo y se mide en ciclos por segundo, periodos por segundo o, técnicamente, en hercios (Hz).
- La altura de la onda sinusoidal se denomina **amplitud** y se mide en voltios. El punto más alto de cualquier onda se denomina **amplitud de pico** o **voltaje de pico**.
- La diferencia de amplitud entre el voltaje positivo más alto y el voltaje negativo más bajo se denomina “**voltaje de pico a pico**”, y es igual al doble del voltaje de pico.
- La **fase** es la relación temporal entre dos o más ondas sinusoidales.

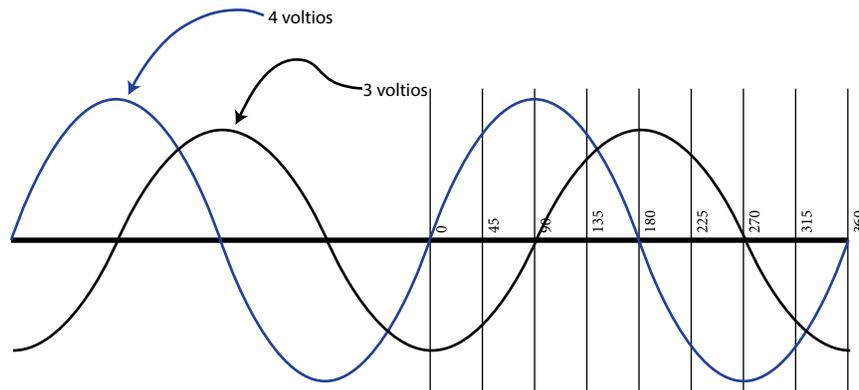
**Nota:** Incluso un “generador de CC” o “dinamo” generará primero CA, mediante el proceso descrito anteriormente. En estos dispositivos, la CA se convierte en CC en la salida mediante un conmutador que invierte la polaridad de la salida cada 180 grados de giro para crear una salida de CC pulsada. Los alternadores modernos convierten la CA en CC mediante un circuito rectificador.

Veamos la fase con mayor detalle. Si dos generadores (uno grande y otro pequeño) se conectan en serie a través de una carga dada, y si sus armaduras comienzan a girar juntas exactamente al mismo tiempo y a la misma velocidad, se producirán dos voltajes alternos diferentes. En el ejemplo siguiente, una es una onda sinusoidal de 4 voltios y la segunda es una onda sinusoidal de 3 voltios.



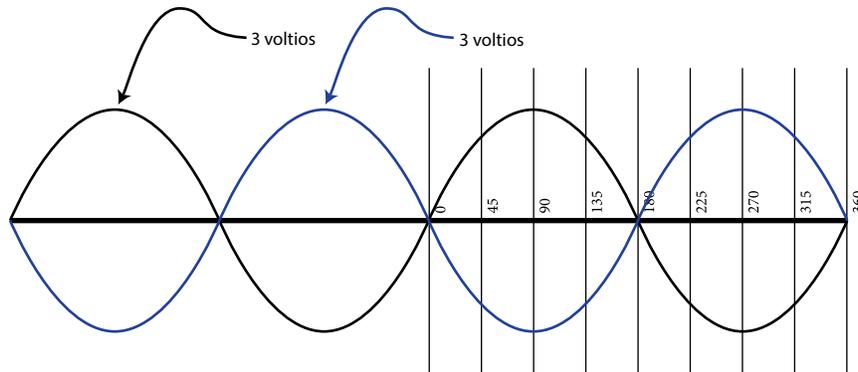
Si examinamos la imagen de cerca, encontraremos que ambas ondas sinusoidales se encuentran en los puntos de 0 grados y 180 grados. Además, ambas alcanzan su punto máximo a 90 grados y mínimo a 270 grados. Por tanto, podemos decir que las dos ondas producidas por los dos generadores diferentes están “en fase” entre sí. Siempre que dos ondas estén en fase, como es el caso, el voltaje resultante de las dos ondas será siempre diferente de los dos voltajes. El voltaje resultante será la suma de los dos voltajes. En este caso, tenemos 3 y 4 voltios producidos por los generadores, y el voltaje de salida resultante sería  $3 + 4 = 7$  voltios. Esto se debe a que las energías de los dos voltajes trabajan conjuntamente y se combinan para sumar hasta 7 voltios. Pero, ¿qué ocurre si los generadores no están en fase?

Cuando dos ondas se combinan y no están en fase, la forma de onda resultante no es tan sencilla de averiguar. Fíjese en la imagen de abajo. El generador de 3 voltios se puso en marcha más tarde que el de 4 voltios. Decimos que la onda de 3 voltios va por detrás de la onda de 4 voltios. En este caso, la onda de 3 voltios se retrasa 90 grados. Los voltajes que no están en fase no se pueden añadir solo sumándolos, como hacemos con las ondas en fase. Se requieren matemáticas más complejas, que quedan fuera del alcance de esta capacitación.



La onda sinusoidal de 3 voltios comienza en el punto 90 de la onda sinusoidal de 4 voltios

Si dos generadores de onda sinusoidal de voltaje idéntico están desfasados 180 grados, su salida combinada será cero. Es decir, se anularán mutuamente a la perfección, del mismo modo que dos woofers conectados “desfasados” no producen graves. (Técnicamente, el término “fase” es incorrecto en este caso. **Polaridad** es el término correcto, pero aquí utilizamos “fase” para ayudar a ilustrar el concepto).



Una onda sinusoidal de 3 voltios comienza en el punto 180 de la otra onda sinusoidal de 3 voltios

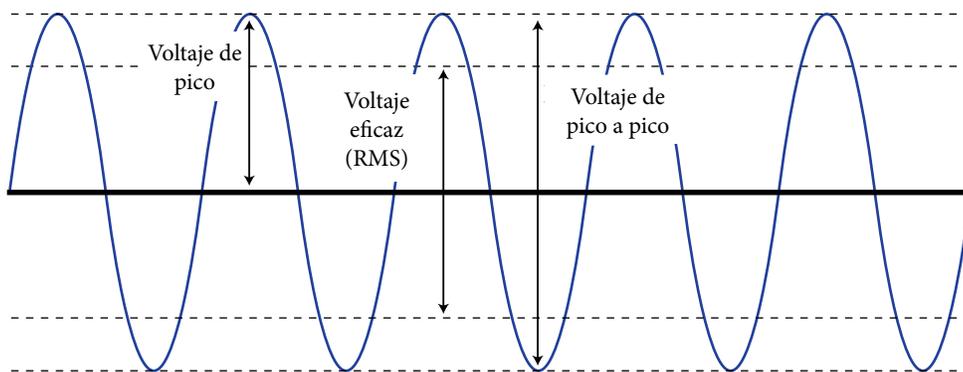
### Diferencias fundamentales entre el voltaje de CA y el de CC

El voltaje de CC es sencillo. Si son 10 voltios, son 10 voltios, y punto.

Calcular la CA implica matemáticas más complicadas que la CC. Un ejemplo de esto lo vemos cuando queremos convertir un nivel de voltaje de CA a su “voltaje equivalente” de CC, o viceversa.

Si observamos una onda de corriente alterna, en realidad tenemos 3 voltajes diferentes para comparar.

- El voltaje desde la línea 0 hasta el pico positivo de la curva de CA o “voltaje de pico”.
- El voltaje desde la parte superior del pico positivo hasta la parte inferior del pico negativo, o “voltaje de pico a pico”. Para una onda sinusoidal, equivale a dos veces el voltaje de pico.
- El “voltaje eficaz”. Se ha comprobado que hace falta una onda de CA de 141 voltios para realizar la misma cantidad de trabajo que una fuente de CC de 100 voltios. Así, el valor “eficaz” de una fuente de CA de 141 voltios es entonces de solo 100 voltios. Otro término para designar el voltaje eficaz es “valor cuadrático medio” (o “RMS”, de “root mean square”).



### Más información sobre este valor eficaz (RMS):

Un voltaje máximo de 10 voltios de CA no hará girar un motor tan rápido como un voltaje máximo de 10 voltios de CC porque un voltaje máximo de 10 voltios de CA es solo 10 voltios durante un instante, mientras que 10 voltios de CC son 10 voltios todo el tiempo.

Por esta razón, a menudo resulta útil convertir los voltajes de CA en voltaje eficaz o RMS. Esto puede considerarse como el “voltaje de CC equivalente”. Para ello se puede utilizar la siguiente fórmula.

$$E_{ef} = 0,707 \times E_{pico}$$

Si queremos obtener el voltaje de pico de CA a partir del voltaje eficaz, podemos utilizar la fórmula siguiente.

$$E_{pico} = 1,41 \times E_{ef}$$

Recuerde que  $E_{pico}$  equivale al voltaje de pico de una señal de CA, mientras que  $E_{ef}$  equivale a su equivalente eficaz (RMS) de CC.



# Módulo 2: Fundamentos del sonido

## Definición científica de sonido:

El sonido es una perturbación mecánica periódica que se propaga a través de un medio elástico (como el aire, por ejemplo).

## Definición sencilla de sonido:

El sonido es la percepción de vibraciones que estimulan el oído.

Una fuente vibrante (como un altavoz) empuja las moléculas de aire de un lado a otro, creando zonas de compresión (alta densidad / presión) y rarefacción (baja densidad / presión). Es importante darse cuenta de que, en realidad, el altavoz no provoca el desplazamiento del aire. En realidad solo provoca una onda de presión alterna que se desplaza por el aire.

La energía de una onda sonora se aleja de la fuente gracias a una serie de colisiones de moléculas. Cuanto mayor sea la presión inicial, más fuerte chocarán las moléculas y más lejos viajará la onda. La amplitud o volumen de una onda sonora es la cantidad de presión ejercida por una fuente sonora sobre las moléculas de aire.

*Alta presión = alta amplitud.*

La velocidad de una onda sonora depende de la temperatura del medio y de su elasticidad (más elasticidad significa que las moléculas se

moverán con mayor facilidad). La velocidad del sonido a través del aire es de aproximadamente 343 m/s (1125 ft/s). Esta velocidad puede variar ligeramente en función de la presión barométrica y la temperatura. Otra forma de verlo es que el sonido viaja 1,125 pies o 34,3 cm cada milésima de segundo (cada milisegundo).

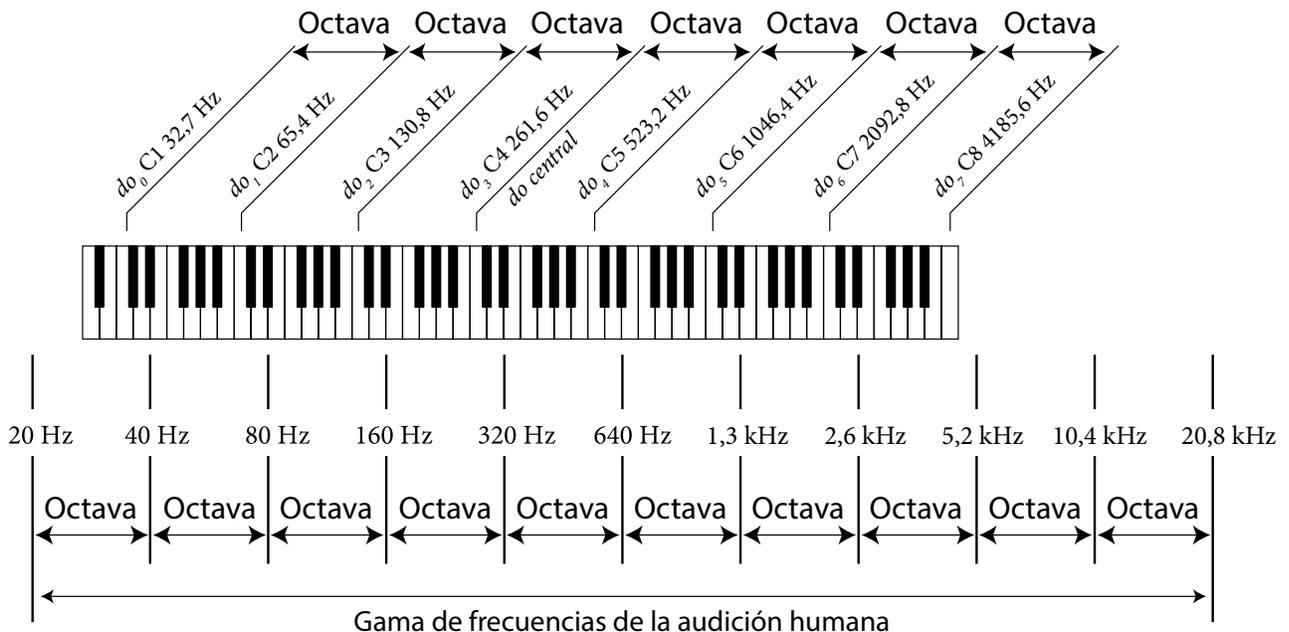
La velocidad de repetición de una onda sonora (o de cualquier onda) se conoce como **frecuencia**. Esta se expresa en ciclos por segundo, también conocidos como **hercios** (Hz). En general, se acepta que la gama de frecuencias audibles para el ser humano está entre los 20 Hz y los 20 000 Hz (también expresada como 20 kilohercios —1000 hercios son un kilohercio— y que puede abreviarse como “20 kHz”). Las ondas sonoras con una frecuencia inferior a 20 Hz se conocen como **infrasónicas** (no debemos confundirlas con “**subsónicas**”, que significa “más lentas que la velocidad del sonido”). Las frecuencias superiores a 20 kHz se consideran **ultrasónicas** (no debemos confundirlas con “**supersónicas**”, que significa “más rápidas que la velocidad del sonido”).

Las ondas sonoras infrasónicas y

ultrasónicas se consideran fuera del alcance de la audición humana.

La importancia de un solo **hercio** disminuye a medida que aumenta la frecuencia porque nuestro mecanismo auditivo percibe la frecuencia como una relación y no como un incremento. Por este motivo, describimos nuestra percepción de las frecuencias en **octavas** y fracciones de octava.

Una **octava** es un intervalo entre dos frecuencias en el que la más alta es el doble del valor (en hercios) de la más baja. El espectro entre 20 Hz y 20 000 Hz se compone de diez octavas. Las octavas no se limitan solo a múltiplos de 20 Hz. Cualquier rango de frecuencias en el que la frecuencia más alta sea el doble de la más baja es una octava. Por ejemplo, 330 Hz y 660 Hz o 3250 Hz y 6500 Hz. El **timbre** percibido de una onda sonora se denomina **tono**. En música, los distintos tonos se representan mediante notas (do, re, mi, etc.). El **tono** está directamente relacionado con la frecuencia y una octava musical es lo mismo que una octava acústica... también representa una duplicación de la frecuencia. Consulte a continuación la gama de frecuencias del piano.



El **volumen** es la percepción que nuestro sentido del oído tiene de la potencia de un sonido. Nuestro sentido del oído reacciona de forma logarítmica al sonido, tanto en amplitud como en frecuencia. La relación entre la presión sonora del límite más bajo que pueden oír los oídos (no dañados) y la presión que causa daños permanentes por una exposición breve es de más de un millón a uno. Para manejar una gama tan amplia de presiones, son más útiles las unidades logarítmicas, que expresan relaciones en lugar de incrementos. Los decibelios son unidades logarítmicas.

La **presión sonora** es una medida científica de la potencia de un sonido. Normalmente esta se indica y se mide en “decibelios de nivel de presión sonora”.

*La presión sonora cambia en función de la potencia:*

Como ya se ha dicho, el **decibelio** (dB) es una unidad logarítmica utilizada para describir una relación. En otras palabras, expresa una diferencia proporcional entre dos valores. La relación puede ser potencia, voltaje, intensidad o varias cosas más.

Un aumento de +10 dB equivale a 10 veces la potencia (vatios). Por ejemplo, 10 vatios son 10 dB más que 1 vatio, 100 vatios son 20 dB más que 1 vatio, etc. Cuando se relaciona con la presión sonora, **un aumento de 10 dB es percibido por el oído humano como una duplicación del volumen.**

Dado que los decibelios son medidas relativas, en realidad nunca se puede decir que algo tiene “20 dB” sin hacer referencia a con qué se está comparando. Es como decir que un producto está “a mitad de precio” sin anunciar el precio normal. Siempre debemos tener un punto de comparación o “referencia”.

Por ejemplo, en un ecualizador el nivel de referencia es “0 dB”, que representa el nivel original de la señal que entra en el ecualizador. El ecualizador permite aumentar o reducir la señal en un determinado número de decibelios por encima y por debajo del nivel de señal original en cada una de sus bandas.

Otro ejemplo común es la pantalla digital de volumen de una moderna unidad principal o receptor doméstico. Muchos muestran una cifra negativa de decibelios a cualquier volumen por debajo del máximo. Con el volumen al máximo, la pantalla indica “0 dB” y, a medida que se baje el volumen, se leerá -1, -2, -3... hasta llegar a -50 o -60. En este caso, “0 dB” es la salida máxima de la unidad principal y la pantalla de volumen le indica a cuántos decibelios por debajo de la salida total está ajustado el control de volumen.

Quienes hayan estudiado electrónica habrán visto el término “dBm”, en el que la referencia es un milivatio (1 mW). Otro término relacionado con los decibelios es “dBW”, en el que la referencia es un vatio (1 W). Siempre tiene que haber un punto de referencia.

Cuando hablamos de presión sonora, utilizamos “decibelios de nivel de presión sonora” o “dB SPL”. El sufijo “SPL” explica de qué estamos hablando y que estamos referenciando los decibelios a “0 dB SPL”, que se

acuerda internacionalmente como una lectura de presión de 20 micropascales, lo cual tampoco es imprescindible recordar. Basta decir que este es el volumen más bajo que un ser humano puede escuchar jamás en las mejores condiciones posibles. Los niveles de presión sonora en decibelios se refieren siempre a este estándar.

En las competiciones de autsonido medimos la presión sonora sin escala de ponderación (SPL no ponderado). Esto significa que la energía en todas las frecuencias recibe la misma importancia en la medición y da como resultado el número mayor. En los estudios sobre ruido industrial y ambiental casi siempre se utiliza una de las dos escalas de ponderación, A o C. Estas lecturas se anuncian como lecturas de presión sonora “dBA” o “dBC”, dependiendo de la escala de ponderación que se utilice. Ambas escalas de ponderación restan énfasis a los sonidos de baja y alta frecuencia, lo que hace que sus lecturas no sean comparables a las no ponderadas. Esta es la causa de muchas confusiones, sobre todo cuando las personas afirman barbaridades como que el equipo de música de un auto es tan ruidoso como un 747 en pleno despegue. Lo más probable es que el 747 se midiera con ponderación A y solo no se pueden comparar las cifras con las lecturas de nivel de presión sonora sin ponderar.

**Fijémonos en la magnitud de estos decibelios y lo que significan en términos de potencia:**

*Un cambio de 1 dB en el nivel de presión sonora es la diferencia más pequeña perceptible por el oído humano normal en condiciones muy controladas, utilizando un estímulo de tono puro (onda sinusoidal). Un cambio de nivel de 1 dB es muy difícil de percibir cuando se escucha música dinámica.*

Para producir un aumento de +1 dB es necesario aumentar la potencia (vatios) en un factor de 1,26. Así, si tenemos 102 dB SPL con 100 vatios y queremos 103 dB SPL, necesitaremos una potencia de 126 vatios. Para producir una disminución de -1 dB hay que dividir la potencia de referencia entre 1,26 (o multiplicarla por 0,79), así que se reduciría la potencia de 100 vatios a 79,4 vatios.

*Se considera que un cambio de 3 dB es la menor diferencia de nivel que es fácilmente perceptible por la mayoría de los oyentes que escuchan voz o música. Es una ligera subida o bajada de volumen.*

**Para producir un aumento de +3 dB bastará con duplicar la potencia (vatios).**

Así, si tenemos 102 dB SPL con 100 vatios y queremos 105 dB SPL, necesitaremos una potencia de 200 vatios. Para producir una disminución de -3 dB necesitaremos la mitad de potencia, por lo que reduciríamos la potencia de 100 vatios a 50 vatios (multiplicando por 0,5 o dividiendo entre 2).

Dado que este escalón de 3 dB da como resultado una proporción tan redonda, es sencilla de memorizar:

**2 veces la potencia = +3 dB**  
**1/2 de la potencia = -3 dB**

Se considera que un cambio de 6 dB es una diferencia significativa de nivel al escuchar voz o música. Esta es una subida o bajada de volumen bastante notable.

Para producir un aumento de +6 dB es necesario aumentar la potencia (vatios) en un factor de cuatro. Así, si tenemos 102 dB SPL con 100 vatios y queremos 108 dB SPL, necesitaremos una potencia de 400 vatios (cómo va creciendo, ¿verdad?). Para producir una disminución de -6 dB hay que dividir la potencia de referencia por 4 (o multiplicarla por 0,25), así que se reduciría la potencia de 100 vatios a 25 vatios.

Esta escalón de 6 dB también da lugar a proporciones redondas fáciles de memorizar:

**4 veces la potencia = +6 dB**  
**1/4 de potencia = -6 dB**

Se considera que un cambio de 10 dB es la diferencia de nivel que la mayoría de los oyentes perciben como el doble o la mitad de fuerte.

Para producir un aumento de +10 dB es necesario aumentar la potencia (vatios) en un factor de 10. Efectivamente, para conseguir el doble de volumen, **¡¡necesitamos una potencia diez veces mayor!!**

Así, si tenemos 100 dB SPL con 100 vatios y queremos 110 dB SPL, necesitaremos una potencia de 1000 vatios. Para producir una disminución de -10 dB hay que dividir la potencia de referencia entre 10 (o multiplicarla por 0,10), así que se reduciría la potencia de 100 vatios a 10 vatios.

También toca memorizar la regla de los 10 dB:

**10 veces la potencia = +10 dB**  
**1/10 de potencia = -10 dB**

Esta es una práctica tabla resumen que también anuncia el cambio de voltaje y la excursión del altavoz para cada cambio de nivel:

**Aumento de potencia / voltaje / decibelios:**

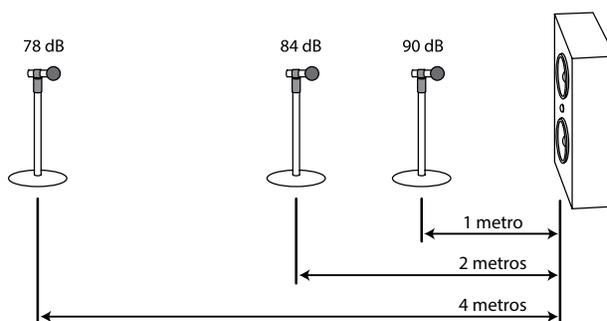
**1,26 × potencia (vatios) = 1,12 × voltaje/excursión = +1 dB**  
 1,59 × potencia (vatios) = 1,26 × voltaje/excursión = +2 dB  
**2,00 × potencia (vatios) = 1,41 × voltaje/excursión = +3 dB**  
 2,52 × potencia (vatios) = 1,59 × voltaje/excursión = +4 dB  
 3,18 × potencia (vatios) = 1,78 × voltaje/excursión = +5 dB  
**4,00 × potencia (vatios) = 2,00 × voltaje/excursión = +6 dB**  
 5,04 × potencia (vatios) = 2,24 × voltaje/excursión = +7 dB  
 6,35 × potencia (vatios) = 2,52 × voltaje/excursión = +8 dB  
 8,00 × potencia (vatios) = 2,83 × voltaje/excursión = +9 dB  
**10,0 × potencia (vatios) = 3,16 × voltaje/excursión = +10 dB**

**Reducción de potencia / voltaje / decibelios:**

**0,79 × potencia (vatios) = 0,89 × voltaje/excursión = -1 dB**  
 0,63 × potencia (vatios) = 0,79 × voltaje/excursión = -2 dB  
**0,50 × potencia (vatios) = 0,71 × voltaje/excursión = -3 dB**  
 0,40 × potencia (vatios) = 0,63 × voltaje/excursión = -4 dB  
 0,31 × potencia (vatios) = 0,56 × voltaje/excursión = -5 dB  
**0,25 × potencia (vatios) = 0,50 × voltaje/excursión = -6 dB**  
 0,20 × potencia (vatios) = 0,45 × voltaje/excursión = -7 dB  
 0,16 × potencia (vatios) = 0,40 × voltaje/excursión = -8 dB  
 0,13 × potencia (vatios) = 0,35 × voltaje/excursión = -9 dB  
**0,10 × potencia (vatios) = 0,32 × voltaje/excursión = -10 dB**

**La presión sonora cambia en función de la distancia:**

Al alejarse de una fuente sonora, la intensidad del sonido disminuye -6 dB cada vez que se duplica la distancia a la fuente y aumenta +6 dB cada vez que se reduce a la mitad la distancia. Así, si tenemos 90 dB de presión sonora a 1 metro de distancia, deberíamos tener 84 dB a 2 metros, 78 dB a 4 metros, etc.



Por eso nunca debemos poner la oreja cerca de un altavoz que esté sonando, ni siquiera a niveles moderados. El volumen crece exponencialmente a medida que nos acercamos.

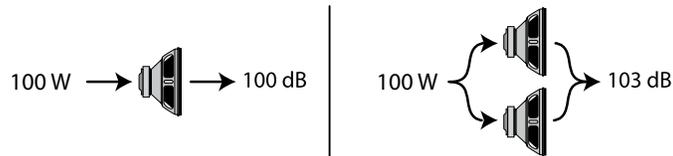
**Advertencia:** La regla anterior de los 6 dB presupone que no haya superficies reflectantes, por lo que no siempre es exacta en la práctica (especialmente en un auto). La pérdida en un auto será inferior a 6 dB al duplicar la distancia si se incluye la energía reflejada al medir.

**La presión sonora cambia en función del número de altavoces (superficie de las membranas):**

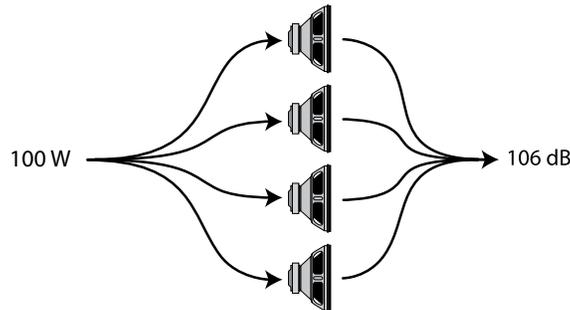
Duplicar el número de fuentes sonoras con igual potencia e igual energía da como resultado un aumento de +6 dB. Si se duplica el número de altavoces (superficie de membranas) que reproducen la misma señal sin aumentar la potencia total, se obtiene un aumento de +3 dB. Veámoslo con algunos ejemplos:

**Primero vamos a suponer que solo añadimos altavoces sin añadir potencia:**

Si un altavoz está sonando a 100 dB SPL con 100 vatios de potencia, al añadir un segundo altavoz idéntico (duplicando así la superficie de membranas) que comparta los 100 vatios de potencia con el primer altavoz (cada altavoz recibe 50 vatios), aumentará su nivel de presión sonora +3 dB.

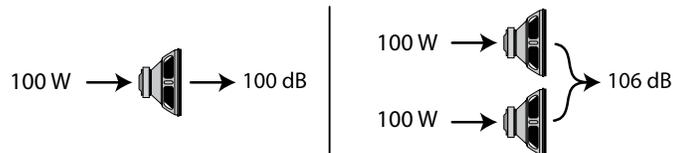


Si ahora añadimos dos altavoces más (duplicando de nuevo la superficie de membranas), tenemos un total de cuatro altavoces que compartirán los mismos 100 vatios (25 vatios cada uno), y conseguiremos un aumento de +6 dB en el nivel de presión sonora con respecto al altavoz único.

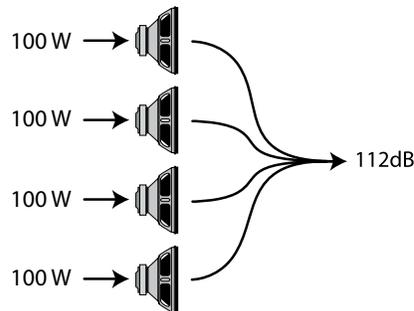


**A continuación, supondremos que añadimos altavoces con la misma potencia, pero además duplicamos la potencia:**

Si un altavoz está sonando a 100 dB SPL con 100 vatios de potencia, al añadir un segundo altavoz idéntico, también alimentado con 100 vatios de potencia (200 vatios en total), aumentará su nivel de presión sonora +6 dB.



Duplicando de nuevo el número a cuatro altavoces en total, cada uno con 100 vatios de potencia (400 vatios en total), aumentamos el nivel de presión sonora +12 dB con respecto al altavoz único.



Una forma fácil de tenerlo claro es separando el aumento de potencia del aumento de altavoces. Sabemos que al duplicar el número de altavoces (sin añadir potencia) ganamos +3 dB y también que al duplicar la potencia conseguimos +3 dB, obteniendo así un total de +6 dB. (Manteniendo las dos condiciones separadas podemos evitar confusiones).



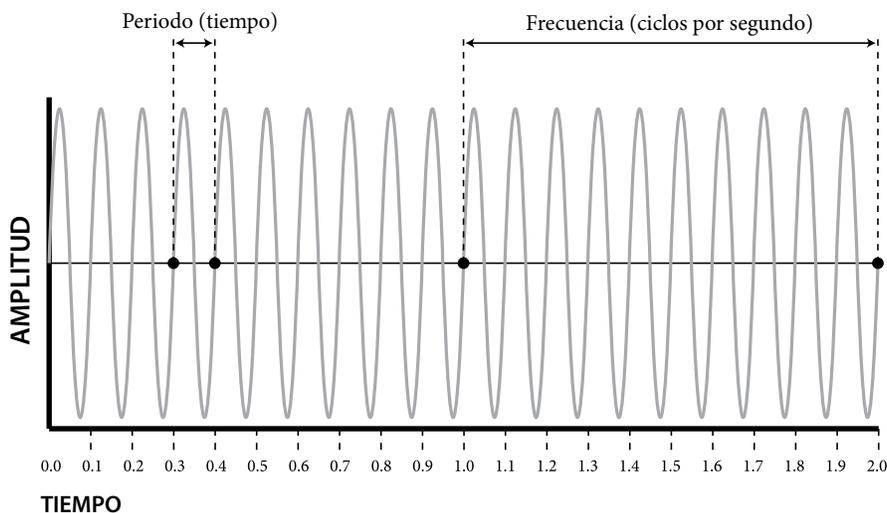


# Módulo 3: Todo sobre las formas de onda (música)

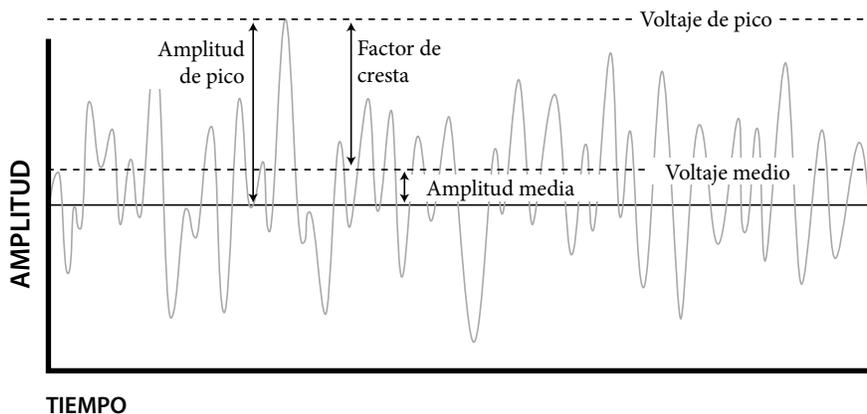
Las formas de onda de las señales musicales son señales de corriente alterna, lo que significa que invierten su polaridad... esto también describe el comportamiento de las ondas sonoras. Una señal de corriente continua no produciría ningún sonido porque no se genera una vibración repetitiva en el aire. Solo una señal de corriente alterna puede generar una vibración repetitiva.

Para describir las formas de onda, necesitamos entender algunos términos:

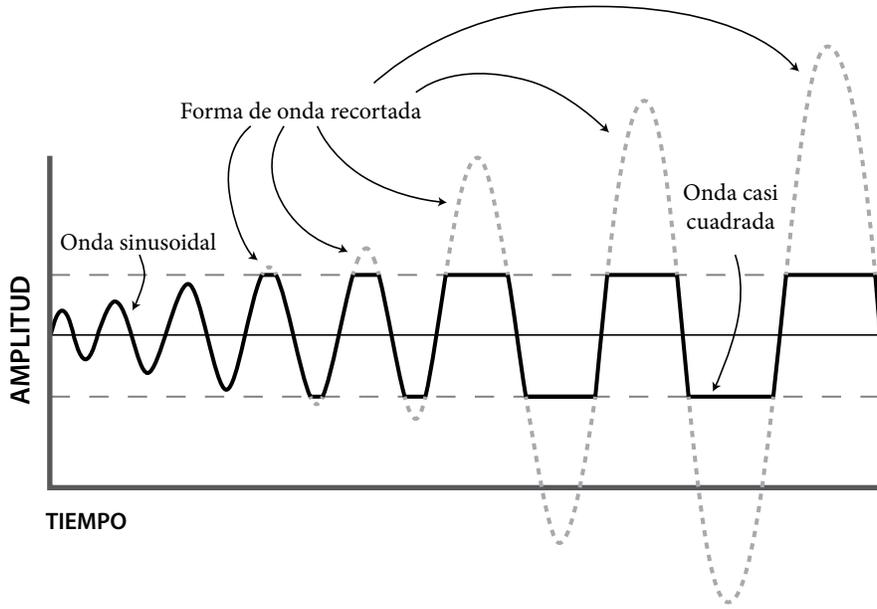
- **Frecuencia:** velocidad de repetición de los ciclos de una onda (ciclos por segundo o hercios (Hz)).
- **Longitud de onda:** distancia física recorrida por un solo ciclo de una onda. Se calcula tomando la velocidad del sonido (343 m/s o 1125 ft/s) y dividiéndola por la frecuencia.  
Ejemplo:  $343 / 50 = 6,86 \text{ m} = \text{longitud de onda de una onda de } 50 \text{ Hz}$ .  
Para los usuarios del sistema imperial, se tomaría la velocidad imperial del sonido (1125 ft/s) y se dividiría por la frecuencia (50 Hz) = 22,5 ft.
- **Periodo:** tiempo que tarda en desarrollarse un único ciclo de una onda. El periodo es la inversa de la frecuencia, así que para una señal de 50 Hz, el periodo es 1/50 de segundo... para una señal de 250 Hz es 1/250 de segundo, etc.
- **Amplitud:** fuerza de la señal o sonido (normalmente expresada en voltios).



- **Rango dinámico:** diferencia entre el nivel máximo de una señal y su nivel mínimo (expresado en dB).
- **Factor de cresta:** diferencia entre el nivel de pico de una señal y su nivel medio (RMS) (expresado en dB).

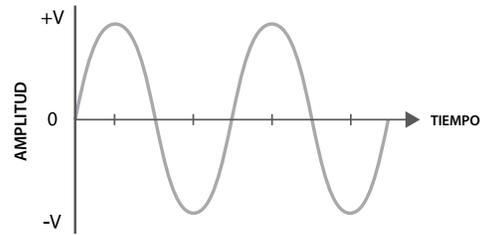


- **Armónicos:** frecuencias que son múltiplos directos de la frecuencia fundamental (la más baja) de una señal. Por ejemplo, los armónicos de 1 kHz son 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz, 5 kHz, etc.
- **Periódicas:** ondas que repiten la misma forma de onda una y otra vez y producen un tono fundamental. Las ondas sinusoidales y las ondas cuadradas son señales periódicas.
- **Aperiódicas:** ondas que no se repiten en un intervalo de tiempo fijo y no producen un tono fundamental. El ruido aleatorio es un ejemplo de señal aperiódica.
- **Recorte:** comportamiento de un circuito electrónico (un amplificador, por ejemplo) que sobrepasa su capacidad máxima de voltaje, lo que provoca el “recorte” de la parte superior de la forma de onda que se supone que está reproduciendo. Este recorte crea una distorsión armónica.



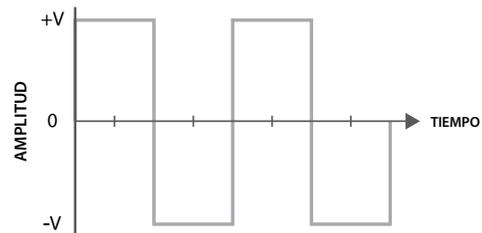
### Ondas sinusoidales

La forma de onda más simple es una onda sinusoidal, que suena como un tono puro. Una onda sinusoidal pura es periódica, tiene una amplitud (volumen) constante y su contenido espectral se limita a una sola frecuencia. El factor de cresta de una onda sinusoidal es siempre de 3 dB, lo que significa que su nivel máximo es 3 dB superior a su nivel medio.



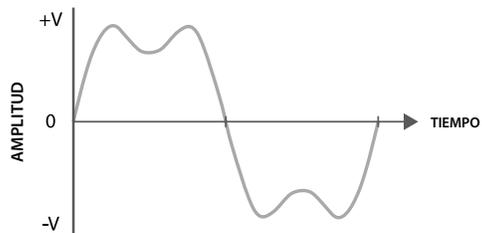
### Ondas cuadradas

Otra forma de onda periódica simple es la onda cuadrada. Una onda cuadrada no suena como un simple tono, porque la parte cuadrada de la onda produce armónicos (sonidos adicionales en frecuencias superiores a la frecuencia fundamental). El factor de cresta de una onda cuadrada es siempre de 0 dB, lo que significa que su nivel máximo es exactamente igual que su nivel medio. Las ondas cuadradas no suenan muy musicales y producen fatiga en el oído. A menudo son producidos por amplificadores u otros componentes electrónicos que sufren "recortes" (sobrepasan sus límites limpios de salida).



### Ondas periódicas complejas

Si se combinan dos o más ondas sinusoidales en una sola señal, se obtendrá una combinación de los dos sonidos de diferentes frecuencias en una única señal. El resultado es una onda periódica compleja con contenido espectral en varias frecuencias diferentes. El factor de cresta de una onda periódica compleja puede variar mucho en función de sus características.

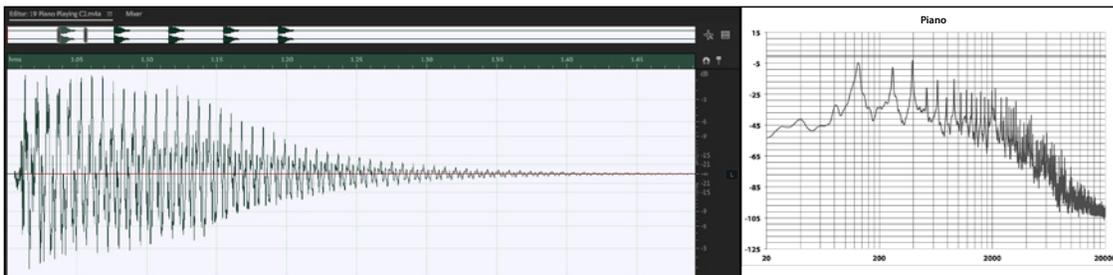


## Sonido de los instrumentos reales

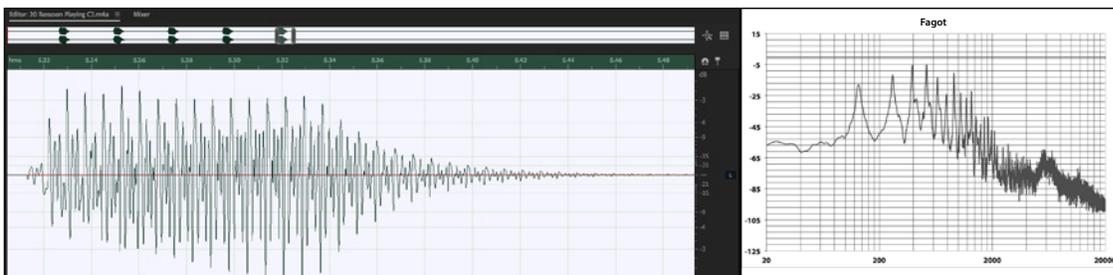
Los instrumentos reales y las voces producen formas de onda complejas que combinan formas de onda aperiódicas y periódicas. Por ejemplo, al golpear un tambor se producen ondas aperiódicas ricas al principio de su sonido (cuando la baqueta lo golpea), lo que se denomina “ataque”. Este “ataque” inicial se convierte después en formas de onda periódicas a medida que la resonancia del tambor sigue produciendo sonido tras el golpe. La “cola” del sonido a medida que la energía se disipa se denomina “caída”. Las características del ataque y la caída del sonido de un instrumento son una de las cosas que le dan su sonido individual y característico.



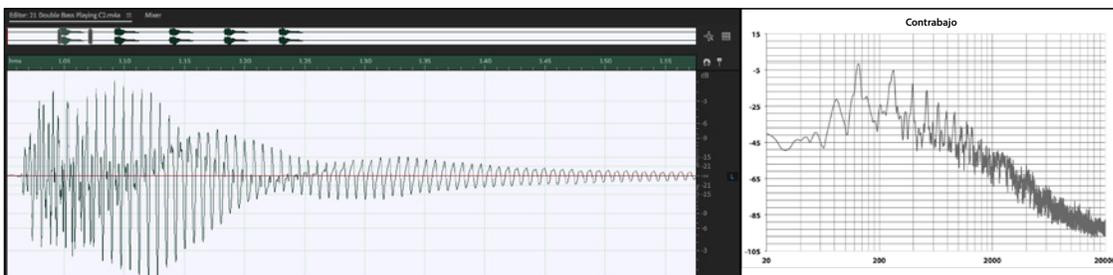
Como se puede ver en el gráfico espectral anterior, el tambor también produce sonido en una gama de frecuencias muy amplia (desde unos 250 Hz hasta 20 kHz, ¡casi siete octavas!). Esta salida por encima de la frecuencia fundamental es el resultado de los armónicos (múltiplos de las resonancias fundamentales del tambor), que son igualmente importantes para definir el sonido del tambor. En los siguientes ejemplos, comparamos un piano, un fagot y un contrabajo, tocando la misma nota (frecuencia fundamental), pero produciendo diferentes “ataques”, “caídas” y armónicos. Esto debería ilustrar por qué estos instrumentos suenan diferente aunque estén tocando la misma nota.



**Piano tocando  $do_1$  (C2 en notación anglosajona, frecuencia fundamental de 65,4 Hz).**



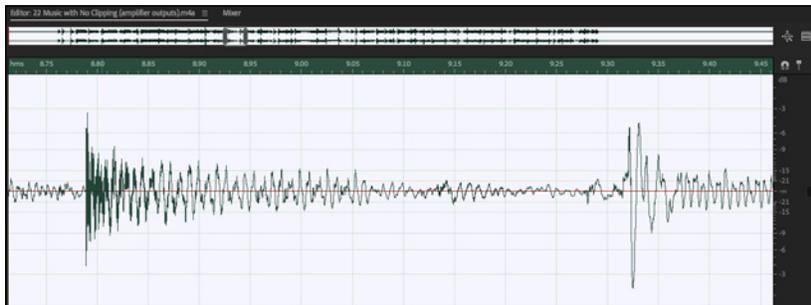
**Fagot tocando  $do_1$  (C2 en notación anglosajona, frecuencia fundamental de 65,4 Hz).**



**Contrabajo tocando  $do_1$  (C2 en notación anglosajona, frecuencia fundamental de 65,4 Hz).**

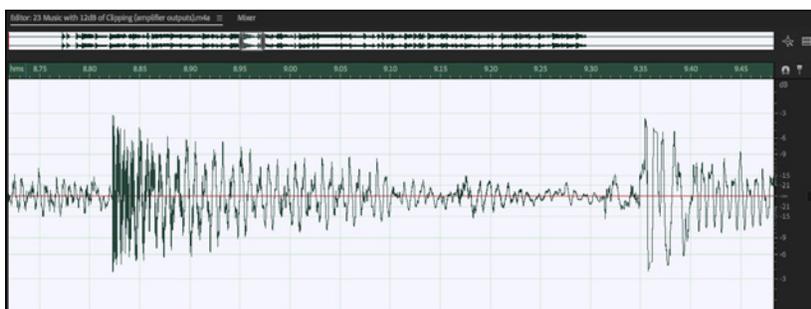
### Más sobre el tema del recorte:

Anteriormente, aprendimos la definición de recorte y lo vimos gráficamente utilizando una onda sinusoidal como ejemplo. Ahora veremos el recorte con música real. Los tres gráficos siguientes muestran la salida real de un amplificador (un canal de un JL Audio 300/4) que reproduce el mismo fragmento de una pista musical dinámica a tres niveles diferentes de saturación.



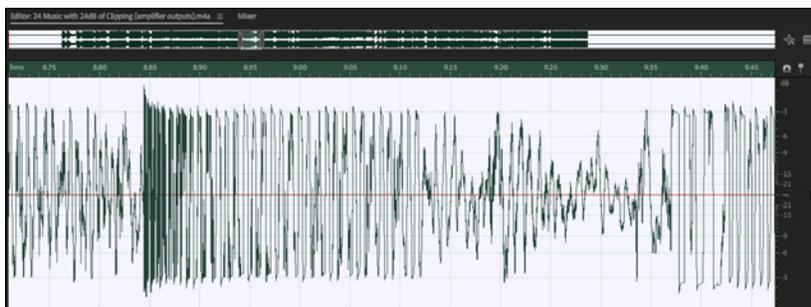
Factor de cresta: 20,4 dB

1) Un canal de 300/4 a plena potencia (sin recorte).



Factor de cresta: 17,5 dB

2) El 300/4 intentando reproducir música 12 dB por encima del nivel de recorte. Esta cantidad de distorsión es bastante tolerable para muchas personas.



Factor de cresta: 7,9 dB

3) El 300/4 intentando reproducir música 24 dB por encima del nivel de recorte. Esta cantidad de recorte no es tolerable para nadie (esperamos).

Este es el aspecto del recorte con música real. También es lo que se envía a sus altavoces.



## Módulo 4: Potencia de los altavoces

Comprender la potencia y lo que la afecta es esencial para diseñar sistemas confiables que proporcionen un sonido excelente. Utilizar altavoces con los niveles de potencia adecuados es importante para todos: los clientes de audio para auto quieren sistemas confiables, mientras que ni el minorista ni el fabricante de altavoces quieren que la garantía se convierta en un problema. En este módulo, hablaremos en detalle de la potencia de los altavoces y discutiremos cómo tomar decisiones inteligentes a la hora de adaptar los sistemas de altavoces a los sistemas de amplificación.

Todos sabemos que los altavoces se mueven cuando les aplicamos potencia, así es como producen sonido. El movimiento mecánico del altavoz está controlado por el motor del altavoz, la suspensión y la caja en la que está funcionando. Todos los altavoces tienen límites sobre cuánto pueden moverse sin que surjan problemas. **Este límite se conoce como potencia mecánica máxima.**

El movimiento mecánico de un altavoz es bastante violento. Piense en un woofer que reproduce una señal de 50 Hz; se le exige que se mueva hacia delante y hacia atrás 50 veces por segundo, lo cual lo somete a importantes fuerzas de aceleración y desaceleración. El woofer de un componente se mueve de un lado a otro entre 80 y 5 000 veces por segundo. Las frecuencias bajas requieren un mayor movimiento de vaivén (excursión) que las frecuencias altas. Cuanto más le exigimos a un altavoz que se mueva, mayores son las aceleraciones y desaceleraciones, y mayores son las tensiones a las que se ven sometidas las juntas de pegamento, los materiales de las arañas y los materiales del entorno. Evitando niveles de potencia perjudiciales, minimizamos la tensión a la que se ven sometidas estas partes.

En los límites extremos también hay que preocuparse por las colisiones entre las partes móviles del altavoz (araña, envolvente, formador de la bobina de voz, etc.) y sus partes no móviles (placa posterior, cesta, placa superior, etc.), fenómeno al que llamamos “exceso de excursión”. La mayoría de las personas evitarán estas colisiones porque son claramente audibles y suenan fatal, pero saber cuándo se está forzando mecánicamente a un altavoz, sin que haya exceso de excursión, es más difícil. El daño se produce cuando la suspensión del altavoz se fatiga gradualmente a lo largo del tiempo. Evitar los niveles de potencia que producen un estrés elevado beneficia a todos.

Como su nombre indica, el **potencia térmica máxima** se refiere a cuánto calor puede disipar un altavoz sin que su rendimiento se vea significativamente afectado o llegue a fallar por completo.

Cuando las bobinas de voz se calientan por encima de su zona de confort, su resistencia a la electricidad aumenta, lo que se traduce en un aumento de la impedancia. Este aumento de la impedancia reduce la potencia en la bobina, lo cual se convierte en una reducción de la salida. Este fenómeno se denomina **compresión de potencia**.

Si se sigue haciendo funcionar un altavoz a niveles de volumen elevados cuando ya ha superado la temperatura de su zona de confort, se acabará destruyendo el altavoz (quemando la bobina de voz).

Fundamentalmente, los altavoces son máquinas muy simples que utilizan corriente alterna (CA) que fluye a través de una bobina de voz y reacciona a un circuito magnético fijo para producir el movimiento lineal positivo y negativo de un diafragma. Este movimiento genera vibraciones audibles en el aire que, si todo funciona correctamente, son muy similares a la señal de CA que alimenta el altavoz en primer lugar.

Un amplificador suministra esta señal de corriente alterna, y deberá ser lo suficientemente potente como para hacer funcionar al altavoz y superar sus ineficiencias. Un transductor de subwoofer de automóvil, al ser un dispositivo increíblemente ineficiente, solo utiliza entre el 0,5 % y el 1 % de la potencia del amplificador para hacer cualquier trabajo eficaz (movimiento), el resto de la potencia se convierte en calor en la bobina de voz (muy parecido a las bobinas de una estufa eléctrica). Si ese calor no se elimina de la bobina de voz, el material brillante que recubre (y aísla) la bobina empieza a quemarse y, si no se hace nada al respecto, acabará desprendiendo ese olor tan desagradable en el auto, dejará de funcionar y habrá que reponerlo, con el costo que ello implica.

Los subwoofers eliminan el calor de la bobina de voz transfiriendo ese calor a las partes metálicas del motor (sobre todo la placa superior y la pieza de poste). Estas pesadas partes metálicas actúan como grandes disipadores de calor y ayudan a eliminar el calor hasta que ellas mismas se calientan tanto que dejan de ser útiles. Para mantener frías las partes metálicas, algunos diseños emplean una ventilación de poste, ventilación de marco y otros métodos para ayudar a generar corriente de aire alrededor de las partes metálicas, lo que ayuda hasta cierto punto.

A pesar de toda esta ayuda a la refrigeración, la capacidad de cualquier subwoofer para deshacerse del calor de la bobina de voz tiene un límite y es importante entender qué causa esas fallas para evitarlas durante la fase de diseño del sistema. La razón por la que se queman las bobinas de voz es bastante sencilla:

**Una potencia media excesiva aplicada a lo largo del tiempo quema las bobinas de voz.**

Cuando se trata de subwoofers, esto básicamente eso, no hay gato encerrado ni excepciones a la regla.

Analicemos esta afirmación para asegurarnos de que queda clara. Una potencia excesiva por sí misma no suele quemar la bobina de un subwoofer. Los subwoofers pueden aguantar enormes cantidades de energía en ráfagas de muy corta duración. Para que la bobina se queme, la potencia excesiva debe aplicarse durante mucho tiempo. Por esta razón, es útil distinguir entre la potencia de pico en una señal musical y la potencia media. La potencia máxima puede rasgar una envolvente o dañar una araña, pero no dura lo suficiente como para sobrecalentar una bobina (a menos que tuviéramos un amplificador de los que podría usar un soldador de arco en una bobina de voz bastante modesta). La potencia máxima apenas le hace cosquillas térmicas a la bobina. Es la potencia media de la señal la que calienta la bobina de voz hasta que echa humo. Se podría pensar que algo tan sencillo lo comprende la mayoría de los entusiastas del audio, pero no es así. He aquí algunos mitos relacionados con la potencia:

*“Tener muy poca potencia revienta los woofers”.*

o

*“Los recortes, al producir distorsión armónica o CC, revientan los woofers”.*

o

*“Hay que utilizar al menos el doble de la potencia para la que está clasificado el subwoofer si se quiere que suene fuerte”.*

o

*“Puedo controlar cuánta potencia llega a los subwoofers ajustando la ganancia del amplificador a un nivel bajo”.*

o

*“No está rentabilizando su dinero si no tiene suficiente potencia para alcanzar los límites de excursión de su woofer”.*

o

*“Los woofers grandes necesitan más potencia que los pequeños para sonar fuerte”.*

Estas afirmaciones son como leyendas urbanas realmente malas; no importa cuántas veces las desmientan personas razonables, resurgen una y otra vez. Antes de analizar estas perlas de la sabiduría, repasemos las dos verdades básicas sobre los usuarios de audio para auto que se aplican a la cuestión de la potencia.

**Verdad elemental n.º 1:** Cualquier usuario normal pondrá su sistema de audio muy por encima de su capacidad de salida limpia, independientemente de los ajustes de ganancia, los consejos del distribuidor o el sentido común... especialmente cuando un amigo (o dos) se sientan en el auto. Esto significa que el amplificador del subwoofer llegará muchas veces al punto de saturación (10 dB de saturación no es infrecuente). Incluso los “oídos de oro” pueden tolerar niveles de distorsión bastante elevados, sobre todo en las frecuencias bajas, así que no crea ni por un momento que no van a provocar recortes en su amplificador.

**Verdad elemental n.º 2:** Un usuario casi nunca dirá esto: “Fue culpa mía, lo que pasa es que estuve escuchando música con el volumen demasiado alto durante demasiado tiempo”. En su lugar, dirá algo parecido a esto:

*“Estaba escuchando las noticias cuando ocurrió”.*

*“Este woofer no sirve para nada, quiero uno nuevo, ¡ahora!”*

*“Anoche sonaba bien, pero esta mañana me subí al auto y ya no funcionaba”.* (Y no traerá a sus dos amigos que presenciaron el festival de música electrónica de tres horas que provocó las fallas).

Dado que consideramos que estas verdades son obvias (y teniendo en cuenta que no podemos conectar a los clientes a un polígrafo), debemos abordar estos conceptos erróneos comunes para determinar qué deberemos hacer para configurar sistemas de amplificador y subwoofer.

**“Tener muy poca potencia revienta los woofers”.**

Pensemos un momento en esta joya. Si esto fuera cierto, cada vez que bajáramos mucho el volumen de nuestro sistema, reventaríamos los woofers. Esto sería bastante molesto (y caro). Afortunadamente, no es así en absoluto. Recuerde que lo que sí que es cierto es precisamente lo contrario: demasiada potencia media a lo largo del tiempo revienta los woofers.

**“Los recortes, al producir distorsión armónica o CC, revientan los woofers”.**

La idea que subyace a este mito es que una señal recortada contiene un fuerte componente de distorsión armónica que puede ser perjudicial para las bobinas de voz. El problema es que eso es totalmente falso. El contenido armónico de la señal recortada no es el culpable en absoluto. (La inductancia del woofer aniquila prácticamente cualquier energía armónica de alta frecuencia. En el caso de los transductores de alta frecuencia, esto puede contribuir, pero no en el de los subwoofers). La CC (corriente continua) tampoco es la culpable. Los amplificadores no producen una CC significativa cuando hay recortes, a menos que el amplificador lo haya sido diseñado un cromañón. Ni siquiera los amplificadores baratos de mercadillo con luces intermitentes y termómetros en el disipador de calor tienen problemas relacionados con esto.

**Nota especial:** Se podría pensar que no tenemos razón conectando un multímetro ajustado en modo de voltaje de CC a las salidas de un amplificador y detectando algún voltaje de CC, pero lo único que se demostraría en realidad es que las señales musicales y las etapas de salida no siempre son simétricas, y estas asimetrías son malinterpretadas por el medidor como un valor de CC fluctuante. En realidad no se está detectando corriente continua.

El verdadero villano se llama “compresión del rango dinámico”, que es un aumento de la cantidad de energía media frente a la de pico de la señal de salida del amplificador cuando hay sobrecarga (recorte). Cuando un amplificador sufre un recorte, los picos de corta duración de la música se cortan, pero se permite que el nivel medio de la señal sea más alto de lo que sería si el amplificador funcionara por debajo del recorte. Los picos de corta duración no duran lo suficiente como para preocuparnos, en la mayoría de los casos, pero los aumentos en el nivel de potencia promedio acumulan calor muy rápidamente en una bobina de voz y son la causa directa de quemar las bobinas de voz. Un amplificador de 250 vatios con mucho recorte es capaz de suministrar una potencia promedio similar a la de un amplificador de 500 vatios sin recortar. Por lo tanto, no es la distorsión asociada al recorte lo que está destrozando los altavoces, es solo ese exceso de potencia promedio que, con el tiempo, calienta la bobina de voz y hace que se quemem.

**“Hay que utilizar al menos el doble de la potencia para la que está clasificado el subwoofer si se quiere que suene fuerte”.**

Este tipo de afirmación es realmente peligrosa, porque lleva a las personas a tomar decisiones muy equivocadas a la hora de combinar amplificadores con woofers. Las potencias nominales de un fabricante están pensadas como una guía para la adaptación de un amplificador, teniendo en cuenta las condiciones reales de audio de un auto y el comportamiento típico del usuario. Ya es bastante malo que alguien sobrecargue gravemente un amplificador de 500 vatios con un sistema de subwoofer de 500 vatios (recuerde que se comporta de forma similar a un amplificador de 1000 vatios cuando está sobrecargado). Recordando la verdad elemental n.º 1 y teniendo en cuenta que un amplificador de 1000 vatios sobrealimentado se comportará como un amplificador de 2000 vatios en términos de potencia media, podemos concluir razonablemente que no es una buena idea en un woofer típico de 10 pulgadas.

La idea de que el sistema no será ruidoso con su potencia nominal también es errónea. Los sistemas de subwoofer con una potencia nominal adecuada funcionarán perfectamente con amplificadores con una potencia nominal cercana a la del sistema de subwoofer y producirán la mayor parte de su potencial máximo sin provocar daños térmicos o mecánicos. Si se exprime hasta la última pizca de rendimiento sobrecargando los subwoofers, no sonará mucho más alto, pero se comprometerá la confiabilidad en el uso en el mundo real. Por ejemplo, si un solo woofer de 12 pulgadas está sonando bien a 130 dB con un amplificador de 500 vatios (su potencia nominal), 1000 vatios pueden hacer que suene 1,5-2 dB más fuerte, lo que supone una diferencia **apenas perceptible**. Podríamos conseguir 3 dB más con el doble de potencia, pero no lo conseguiremos si la bobina de voz se está sobrecalentando y está en compresión de potencia, disminuyendo así la potencia eficaz. Con un amplificador de 1000 vatios, llevado hasta el recorte, el woofer de 12 pulgadas se ve sometido a un calor excesivo/estrés mecánico y es mucho más probable que falle que con un amplificador de 500 vatios. ¿Por qué sobrecargar el woofer para obtener un aumento apenas perceptible de la potencia?

Luego está el dominguero del nivel de presión sonora. Estos usuarios disfrutan con el reto de competir en nivel de presión sonora con sus vehículos y sistemas de conducción de todos los días. Debido a esto, generalmente buscan la mayor potencia posible para maximizar sus puntuaciones y, en este caso, 1 o 2 dB son muy importantes. Un sistema de subwoofer puede manejar mucha potencia en ráfagas de corta duración para conseguir lecturas de nivel de presión sonora elevadas si el sistema está bien configurado y funciona correctamente (lo cual es difícil de conseguir). Si se elige una frecuencia incorrecta para el “eructo”, puede producirse un desastre, rompiendo la suspensión del altavoz o las juntas de pegamento. Si el competidor se deja llevar intentando mejorar la puntuación sin darse cuenta de que no va a conseguirlo recortando aún más el amplificador, las bobinas se quemarán (especialmente con amplificadores grandes). Ni que decir tiene que los subwoofers se convierten en los “chivos expiatorios” de cualquier error que pueda cometer el competidor en el fragor de la batalla.

Para empeorar aún más las cosas, cuando los competidores de nivel de presión sonora conducen sus autos por la ciudad escuchando música con sus configuraciones sobrecargadas y aplican esta potencia durante largos períodos de tiempo, surgirán problemas (y la pérdida de audición es de los peores). La única respuesta a este problema es educar al usuario y explicarle que las aplicaciones de potencia extrema (más del doble de la potencia nominal del altavoz) conllevan una importante pérdida de confiabilidad y que la garantía no cubre las fallas de los transductores provocadas por aplicaciones de alta potencia extrema. También resulta muy complicado diseñar una caja para subwoofer con alto nivel de presión sonora.

Por lo general, se trata de grandes cajas con ventana y frecuencias de sintonización elevadas, poco adecuadas para reproducir material de gran ancho de banda (como la música) y muy propensas a permitir un exceso de excursión a frecuencias muy bajas, lo que da lugar a roturas en envoltentes y arañas.

Nadie espera que un fabricante de autos reconstruya en garantía una transmisión para un auto de carreras de 10 segundos con inyección nitrosa, quema de metanol y sobrealimentación, ¿verdad? Si alguien quiere competir en los límites extremos, entonces tiene que aceptar la responsabilidad de romper cosas.

**“Puedo controlar cuánta potencia llega a los subwoofers ajustando la ganancia del amplificador a un nivel bajo”.**

No, no puede. El control de sensibilidad de entrada (comúnmente denominado “control de ganancia”) de un amplificador solo ajusta la sección de preamplificación de entrada del amplificador a un rango de voltaje que sea compatible con la unidad principal o el procesador que tenga delante. No es un control de potencia, es un control de nivelación. Si reduce deliberadamente la sensibilidad de entrada para limitar la potencia, nada impide al usuario subir los graves en la unidad principal, el ecualizador, el procesador de graves o el circuito de refuerzo del amplificador para obtener más salida del amplificador y del sistema de subwoofer. Tampoco hay nada que impida al usuario encontrar el control de sensibilidad de entrada y subirlo. Si no saben cómo hacerlo, su amigo les enseñará cómo.

**“No está rentabilizando su dinero si no tiene suficiente potencia para alcanzar los límites de excursión de su woofer”.**

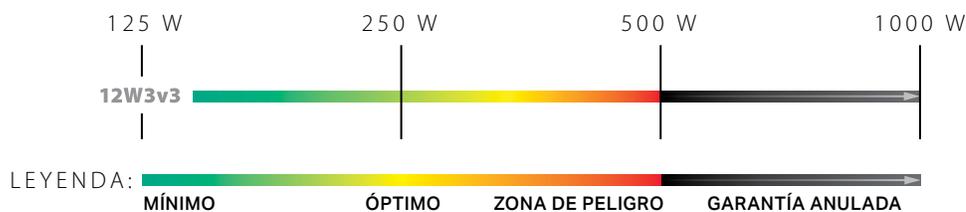
Esto puede ser cierto si está realizando experimentos destinados a batir el récord mundial de nivel de presión sonora y dispone de un presupuesto ilimitado para woofers, pero es una afirmación totalmente ridícula para los sistemas de audio de auto del mundo real. Piénselo de esta manera: puede llegar a destrozarse la suspensión de cualquier vehículo si está lo suficientemente loco, incluso en un todoterreno de los de la carrera Baja 1000. Esto no significa que sea una buena idea. Los ingenieros del camión de Baja se esfuerzan mucho para que eso no ocurra, y lo mismo hacen los pilotos (si quieren terminar la carrera).

El objetivo del audio para auto no es reventar los altavoces, sino reproducir la música a niveles agradables. Cuando los fabricantes diseñan la capacidad de excursión prolongada en sus woofers, lo hacen para mejorar su capacidad de reproducir frecuencias bajas y para disponer de un amplio margen de seguridad entre el rango de potencia operativa previsto del woofer y sus límites mecánicos y físicos. De este modo, los límites mecánicos se mantienen al margen de la envolvente operativa del altavoz, lo que se traduce en una mayor fidelidad y confiabilidad a largo plazo.

Los problemas los crearán quienes pretendan encontrar los límites de cualquier altavoz. Al producirse el exceso de excursión no estamos descubriendo nada especial, solo que la caja está mal diseñada, o que tenemos a nuestra disposición mucha más potencia de la que realmente necesitamos para ese sistema de subwoofer. Se trata de hacer funcionar el sistema dentro de sus límites, no en sus límites ni por encima de ellos.

**“Los woofers grandes necesitan más potencia que los pequeños para sonar fuerte”.**

Este es un clásico. Muy a menudo oímos hablar de personas a las que se les ha dicho que un altavoz más grande, como un subwoofer de 15 pulgadas, necesita más potencia que uno de 10 pulgadas. En realidad es lo contrario. Los subwoofers más pequeños son casi siempre **menos eficaces** que los subwoofers más grandes. Para una cantidad determinada de salida, el altavoz más grande necesitará generalmente menos potencia que el pequeño para sonar igual de fuerte. Para utilizar un ejemplo del mundo real, un 13W7AE sonará con más volumen que un 10W7AE con 500 vatios de potencia, gracias a que tiene más del doble de superficie de membranas. No hay nada malo ni vergonzoso en darle a un subwoofer menos potencia que la que puede aceptar. En realidad es algo totalmente lógico para los usuarios más agresivos. No es necesario reventar las bobinas de voz con kilovatios para aprovechar la ventaja de utilizar altavoces más grandes.



## PARA DISTRIBUIDORES DE JL AUDIO:

**“Los woofers JL Audio están muy infravalorados, se les puede meter mucha más potencia”.**

En comparación con las de otras empresas, nuestras potencias nominales pueden parecer bajas, pero son recomendaciones sinceras que proporcionarán al usuario un rendimiento y una confiabilidad excelentes. Probamos todos nuestros productos de acuerdo con los estrictos protocolos de prueba de la EIA, así como con métodos propios, para llegar a nuestras recomendaciones. No nos interesa exagerar las capacidades del producto. Nos esforzamos por ofrecerle recomendaciones útiles en las que pueda confiar.

La potencia nominal continua de manejo del woofer es la recomendación de JL Audio o la cantidad de potencia nominal continua (RMS) de salida del amplificador que debe utilizarse en ese woofer. Esta recomendación asume que el usuario escuchará música durante largos periodos de tiempo, mientras satura moderadamente (pero con regularidad) el amplificador.

Por ejemplo, un 10W7AE tiene una potencia nominal de 750 vatios. Esto significa que recomendamos un amplificador con una potencia nominal de unos 750 vatios continuos (RMS) (como el HD750/1). Dos 10W3v3 tienen una potencia nominal de 1000 vatios (500 vatios cada uno), por lo que debería recomendar amplificadores con aproximadamente 1000 vatios de salida continua (RMS) (el HD750/1 es una buena opción, al igual que el HD1200/1). Un HD1200/1 sería una elección cuestionable con un solo 10W7AE, y un par de HD750/1 sería forzar un poco las cosas con dos 10W3v3.

## Tabla de recomendaciones de potencia de JL Audio

Incluimos este gráfico en las fichas técnicas de los productos nuevos, en la documentación sobre los productos y también está disponible en nuestra página web ([www.jlaudio.com](http://www.jlaudio.com)). En este gráfico mostramos la “envolvente de potencia máxima” de cada uno de nuestros transductores de subwoofer. La gama de potencia recomendada para cada modelo cambia de color de verde (mínimo) a amarillo (óptimo) y a rojo (zona de peligro) a medida que aumenta la potencia. La zona verde (mínima) representa la mejor confiabilidad, a expensas de cierto rendimiento. La zona amarilla (óptima) muestra el mejor equilibrio entre rendimiento y confiabilidad. La zona roja (zona de peligro) representa un rendimiento óptimo a expensas de cierta confiabilidad (los hábitos de funcionamiento del usuario son más significativos aquí). Más allá de la zona roja, aparece una barra negra que muestra una potencia excesiva que, si se utiliza, anula la garantía del subwoofer.

La zona roja (zona de peligro) debería quedar reservada para los usuarios experimentados (poco frecuentes) que entienden que pueden llevar el sistema al límite durante breves periodos de tiempo, pero que se abstendrán de ponerlo a esos niveles durante horas y horas. Si se manejan con respeto, los sistemas de mayor potencia pueden ser confiables. Si un usuario agresivo dispone de este nivel de potencia de amplificación, es probable que se produzcan fallas.

Si nos ceñimos a la zona amarilla (óptima), los usuarios típicos (normales) a los que les gusta el volumen, pero que son algo sensibles a la distorsión, deberían conseguir un rendimiento y una confiabilidad muy buenos. Se obtiene así el 90 % del rendimiento disponible del altavoz, sin un riesgo excesivo de falla.

Los usuarios más agresivos deberían ceñirse a la zona verde (mínima). Es poco probable que la potencia de la “zona verde” dañe a un altavoz aunque el usuario sea extremadamente agresivo. Muchos woofers con una pequeña cantidad de potencia en cada uno es la mejor opción para los usuarios agresivos. Por ejemplo, es mucho mejor utilizar cuatro 12W3v3 con 1200 vatios (HD1200/1) que tener un solo 13W3v3 con 1200 vatios chamuscando esa única bobina de voz. Los cuatro 12W3v3 serán más ruidosos y fiables.

**Ahora que hemos desacreditado a fondo los mitos, echemos un vistazo a cómo diagnosticar las fallas cuando se producen y determinar las acciones correctivas para, con suerte, evitar que se repitan.**

**Fallas relacionadas con el exceso de excursión:**

- Roturas en envoltentes
- Desgarros o fatigas en arañas
- Fatigas o roturas en cables conductores
- Fallas en juntas encoladas

*El exceso de excursión puede estar causado por algunos factores diferentes de forma aislada o combinada.*

*Si la caja está construida correctamente y según las especificaciones adecuadas, céntrese en la causa n.º 1:*

**Causa n.º 1:** Demasiada potencia (en este caso, potencia de pico).

*Soluciones posibles:*

- Cambiar los hábitos de escucha (poco probable).
- Cambiar a woofers con mayor capacidad de potencia mecánica máxima.
- Doblar el número de woofers actualmente en uso (sin añadir potencia; reduciendo eficazmente la excursión de cada transductor).
- Usar un amplificador menos potente.

**Causa n.º 2:** Una caja sellada demasiado grande o con serias fugas.

*Solución: Construir correctamente una caja con el volumen adecuado.*

**Causa n.º 3:** Una caja reflectora de bajos demasiado grande o afinada demasiado alto.

*Solución: Construir correctamente una caja con el volumen y el ajuste de puertos adecuados.*

**Causa n.º 4:** Una combinación de cualquiera de las causas anteriores.

**Fallas relacionadas con el calor excesivo:**

- Las bobinas de voz se queman o delaminan.
- Los cables se queman.
- El formador de la bobina de voz y el cono/ la araña (fallo del pegamento) se separan.

**Causa:** Demasiada potencia media a lo largo del tiempo.

En términos sencillos: el amplificador que acciona el subwoofer o los subwoofers es demasiado potente para el sistema de subwoofer actual y los hábitos de escucha del usuario.

*Soluciones posibles:*

- Cambiar a un woofer con mayor capacidad de potencia térmica máxima.
- Aumentar (duplicar o triplicar) el número de woofers actualmente en uso (repartir la potencia del amplificador entre más bobinas de voz).
- Cambiar a un amplificador menos potente (poco probable).
- Sugerir al cliente un cambio en sus hábitos de escucha (muy poco probable).

**Ejemplo:**

- 1) Un cliente acaba de reventar su único woofer medio de 12 pulgadas con un amplificador de 750 vatios. ¿Qué se le puede recomendar?
- A) Cambiar a un woofer de 12 pulgadas con mayor potencia máxima (será ligeramente más ruidoso debido a la menor compresión de potencia).
  - B) Añadir un segundo woofer de 12 pulgadas (definitivamente será más ruidoso).
  - C) Cambiar a cuatro woofers de 10 pulgadas (será aún más ruidoso).

Todas estas son recomendaciones viables... si se sustituye el altavoz por uno igual, no se solucionará el problema, porque para empezar se vendió demasiada potencia.

*La opción C es la más conveniente para el cliente. El cliente conseguirá más salida y mejor calidad de sonido, y cada subwoofer solo necesitará manejar 1/4 de la salida de potencia del amplificador, manteniéndose así los cuatro frescos y felices.*

### ¿Qué importancia tiene lo que suena?

El material del programa (música) reproducido por el usuario tiene un gran impacto en la ecuación de la potencia media a lo largo del tiempo. Hay dos aspectos del material del programa que hay que tener en cuenta para analizar su impacto en la potencia máxima de los altavoces: Contenido espectral y factor de cresta.

El contenido espectral solo se refiere a cuánta energía tiene la música en toda la gama de frecuencias audibles. La “música grave”, por ejemplo, tiene un contenido de frecuencias bajas significativamente mayor que el jazz o el rock y, por tanto, plantea una mayor exigencia a los sistemas de subwoofer. El rock tiende a tener más energía relativa de rango medio que la música grave, lo que se traduce en mayores exigencias para los altavoces componentes de un sistema.

El factor de cresta, como ya se ha dicho en esta capacitación, es la relación entre la energía de pico y la energía media de una señal. Por ejemplo, una onda sinusoidal pura tiene un factor de cresta de 3 dB, lo que significa que la potencia media es exactamente la mitad de la potencia de pico.

Esto significa que si hacemos funcionar un amplificador de 100 vatios (potencia de pico) a su potencia máxima y limpia (sin recortar) con una onda sinusoidal, el altavoz disipará 50 vatios de potencia media. (En realidad, este amplificador tendría una potencia nominal de 50 vatios continuos).



**Una onda cuadrada tiene un factor de cresta de 0 dB, lo que significa que los niveles de potencia máxima y media son iguales. Nuestro amplificador de 100 vatios estaría suministrando una potencia media de 100 vatios al altavoz.**



**Si reproduce una onda sinusoidal pura en un altavoz a alta potencia, la bobina de voz se calentará muy rápidamente porque la potencia media es alta. Una onda cuadrada reproducida a la máxima potencia del amplificador entregará el doble de potencia a lo largo del tiempo que la onda sinusoidal, calentando la bobina del altavoz incluso más rápidamente que la onda sinusoidal.**

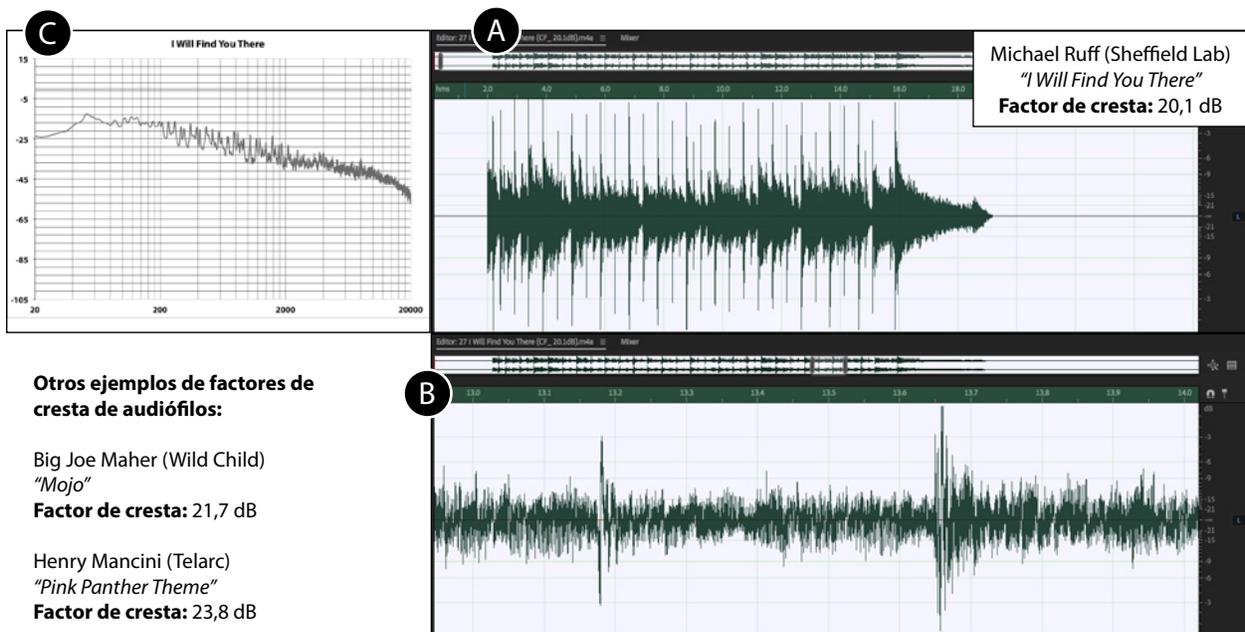
*Afortunadamente, no vamos por ahí escuchando ondas sinusoidales y cuadradas. Escuchamos música, que tiene factores de cresta mucho más elevados que estos tonos de prueba. ¿Cuánto más? Depende de la grabación.*

## Las discográficas audiófilas

Los sellos discográficos “audiófilos” de alta calidad (Telarc, Sheffield Lab, Chesky, Wild Child, etc.) suelen producir grabaciones con factores de cresta cercanos a los 20 dB. Esto significa que nuestro amplificador de 100 vatios solo suministra alrededor de 1 vatio de potencia media al altavoz. Si todos escucháramos esta música, las fallas de los altavoces debidas al calor serían muy raras, de hecho. La elevada dinámica de estas grabaciones es una de las razones clave por las que suenan tan bien, porque captan la dinámica realista de los instrumentos. Otro factor a tener en cuenta es que, con un ajuste de volumen determinado, estas grabaciones no suenan tan fuerte como las grabaciones pop más convencionales. Normalmente hay que subir un poco el volumen al escucharlas.

A continuación vemos la forma de onda musical real de un fragmento de 20 segundos de una de estas grabaciones. Los dos gráficos superiores (A) representan los canales derecho e izquierdo de “I Will Find You There”, de Michaels Ruff. En estos gráficos se muestra la amplitud (eje vertical) en función del tiempo (eje horizontal). La cantidad de negro que se ve en estos gráficos nos da una referencia visual de la potencia media a lo largo del tiempo en esta pista.

Los dos gráficos inferiores (B) muestran un fragmento más pequeño de tiempo en la grabación (alrededor de medio segundo) para que podamos tener una visión más clara de la naturaleza de la forma de onda. El tercer gráfico (C) es un trazado de frecuencias tomado de una sección de la grabación. Estos datos de respuesta en frecuencia nos indican cómo varía la potencia en función de la frecuencia en la vía, exactamente igual que lo leería un RTA en un promedio lento.

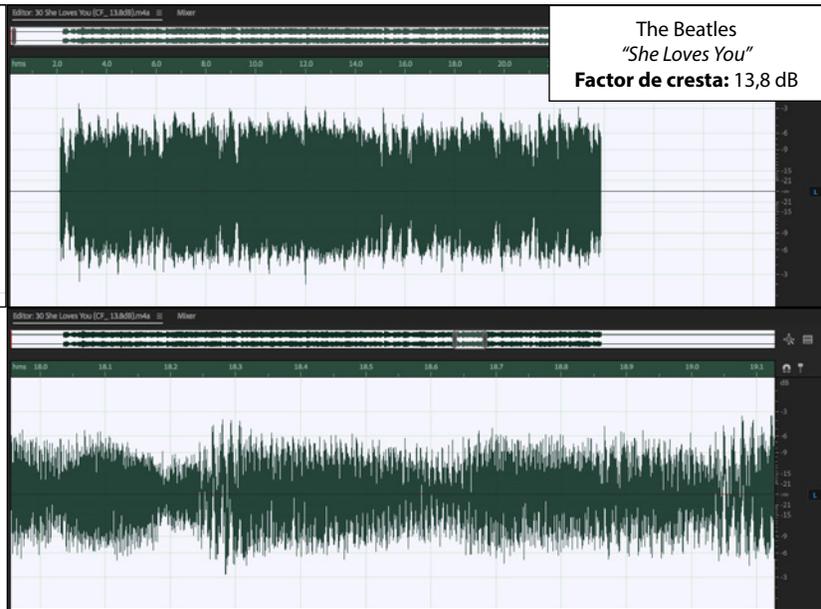
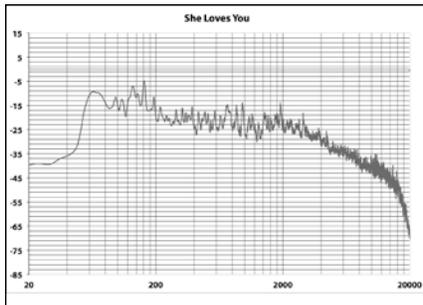


**El factor de cresta medio de las grabaciones de audiófilos que analizamos fue de 21,8 dB.**

¡Esto representa un nivel de potencia promedio inferior a una centésima parte de la potencia máxima!

## Música pop (años 60 y 70)

Las grabaciones de música pop a lo largo de los años varían mucho en cuanto al factor de cresta, pero se pueden definir algunas tendencias claras a partir de la medición de múltiples ejemplos.



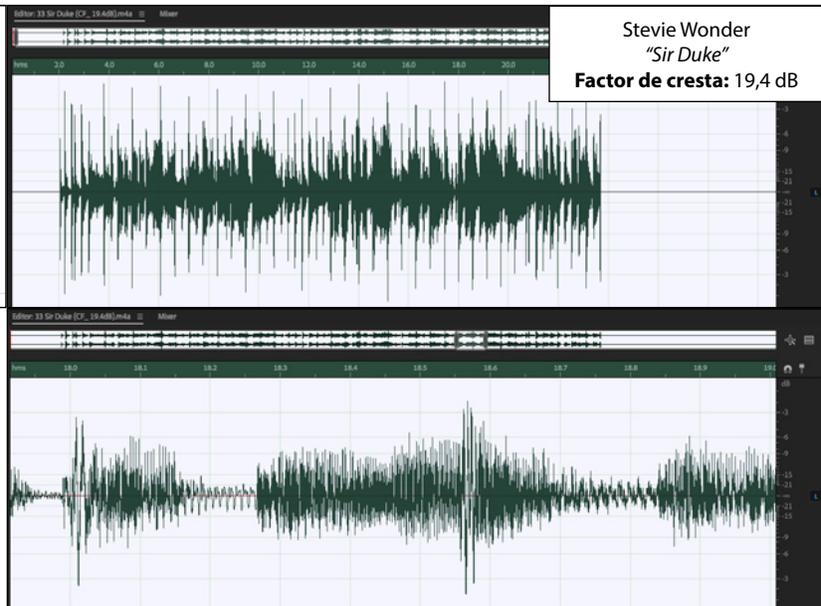
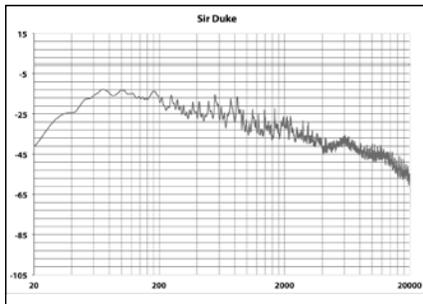
### Otros ejemplos de factores de cresta de los años sesenta:

Van Morrison  
"Brown Eyed Girl"  
Factor de cresta: 17,1 dB

Gladys Knight and the Pips  
"Midnight Train to Georgia"  
Factor de cresta: 22,6 dB

**Años 60: El factor de cresta medio de las grabaciones de los años 60 que analizamos fue de 17,8 dB.**

En los años 60, a pesar de que la tecnología de grabación era bastante primitiva, los lanzamientos típicos de música pop tenían factores de cresta de entre 13 y 23 dB. El contenido espectral de bajas y altas frecuencias era bastante limitado. Un buen ejemplo de ello es "She Loves You" de The Beatles.



### Otros ejemplos de factores de cresta de los años setenta:

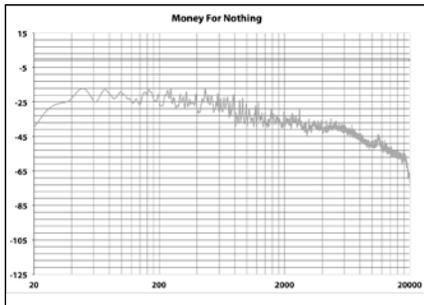
Santana  
"Black Magic Woman"  
Factor de cresta: 12,0 dB

Tower of Power  
"Squib Cakes"  
Factor de cresta: 19,4 dB

**Años 1970: El factor de cresta medio de las grabaciones de los años 70 que analizamos fue de 16,9 dB.**

En los años 70, la tecnología de grabación había progresado de una forma espectacular. Las grabaciones de esta década tenían mucho más contenido de frecuencias bajas y altas y la mayoría también mostraban muy buenos factores de cresta. Un buen ejemplo es "Sir Duke", de Stevie Wonder. "Black Magic Woman", de Santana, tenía un factor de cresta particularmente bajo y hace bajar el promedio.

## Sellos de música pop (años 80 y 90)



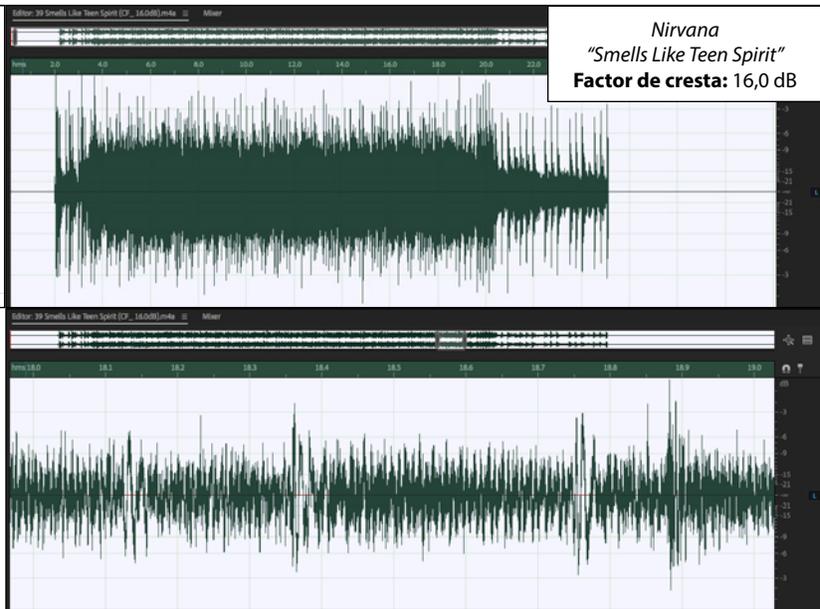
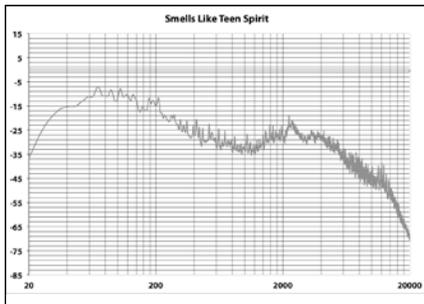
### Otros ejemplos de factores de cresta de los años ochenta:

Talking Heads  
*"Burning Down the House"*  
**Factor de cresta: 23,8 dB**

Run DMC  
*"Walk This Way"*  
**Factor de cresta: 20,1 dB**

### Años 1980: El factor de cresta medio de las grabaciones de los años 80 que analizamos fue de 22,0 dB.

Los años 80 fueron el comienzo de la era digital y el apogeo absoluto de la tecnología de grabación analógica. Las grabaciones de esta década tenían una dinámica impresionante, no muy diferente de la de los sellos audiófilos. "Money For Nothing", de Dire Straits, es un buen ejemplo, y también lo son los otros dos temas que aparecen a la izquierda.



### Otros ejemplos de factores de cresta de los años noventa:

Red Hot Chili Peppers  
*"The Power of Equality"*  
**Factor de cresta: 19,3 dB**

C & C Music Factory  
*"Everybody Dance Now"*  
**Factor de cresta: 19,4 dB**

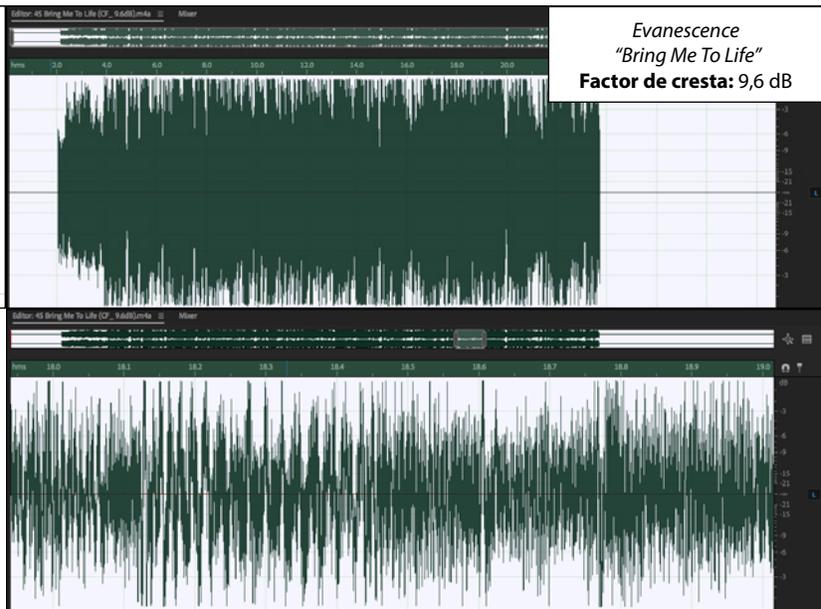
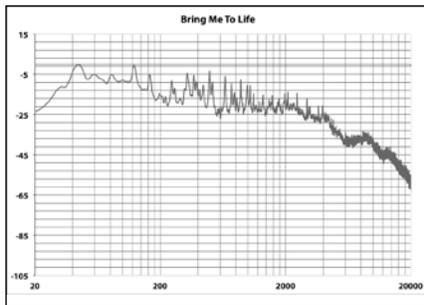
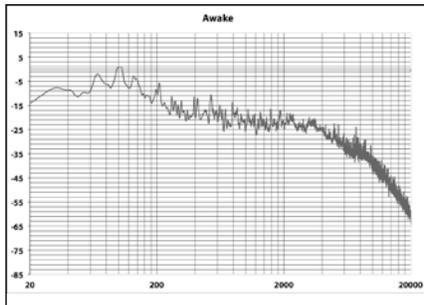
Brooks and Dunn  
*"Hard Workin' Man"*  
**Factor de cresta: 16,8 dB**

Metallica  
*"Until it Sleeps"*  
**Factor de cresta: 9,5 dB**

### Años 1990: El factor de cresta medio de las grabaciones de los años 90 que analizamos fue de 16,2 dB.

Algunas grabaciones populares de esta década presentan factores de cresta elevados y una muy buena extensión de las frecuencias bajas y altas. Incluso "Smells Like Teen Spirit" de Nirvana, que pretendía sonar "grunge", tenía un factor de cresta razonable. Solo "Until it Sleeps", de Metallica, pertenece al "Salón de la Vergüenza de la Dinámica".

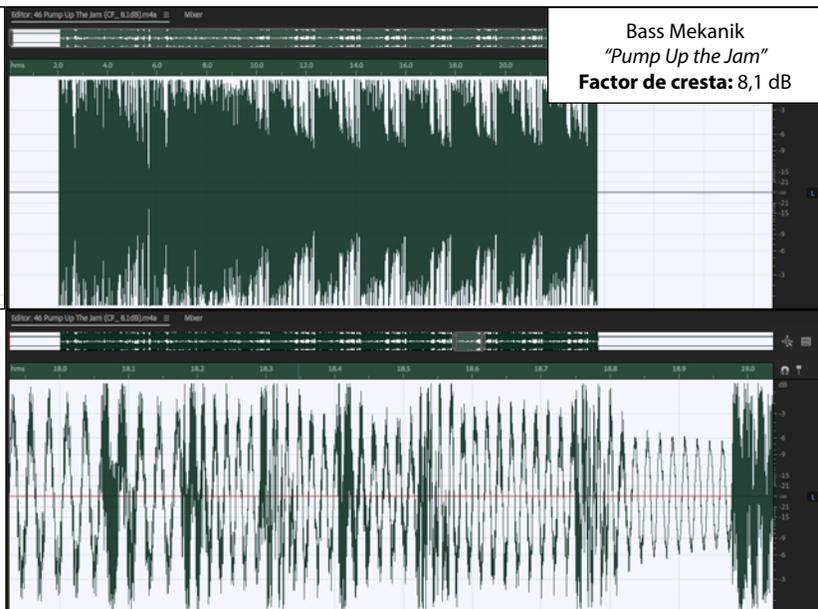
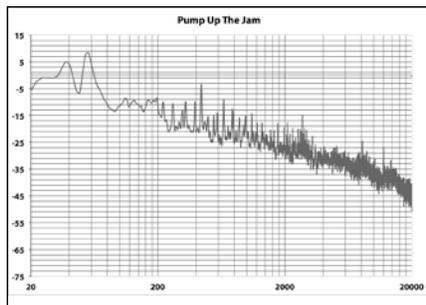
## Sellos de música pop (años 2000)



**Años 2000: El factor de cresta medio de las grabaciones de los años 2000 que analizamos... ¡fue solo de 10,1 dB!**

En los últimos años, las grabaciones se han comprimido en extremo para que la música suene “más fuerte” en los sistemas baratos. Parece que los productores musicales están menos preocupados por la alta fidelidad y más por crear grabaciones que “suenen fuerte”. Esta práctica representa un descenso significativo de la fidelidad debido a que no se está representando con exactitud la dinámica natural de los instrumentos. Estas grabaciones modernas comprimidas tienen menos factor de cresta que “She Loves You”, de los Beatles, ¡¡¡que se grabó hace más de cincuenta años!!! **El uso excesivo de la compresión ha provocado un salto gigantesco en la potencia media, en comparación con las grabaciones anteriores.**

## Sellos de música pop (años 2000, continuación)



### Otros ejemplos de factores de cresta de los años 2000:

Linkin Park  
"Somewhere I Belong"  
**Factor de cresta:** 8,4 dB

Santana  
"The Game of Love"  
**Factor de cresta:** 10,1 dB

Shakira  
"Tango"  
**Factor de cresta:** 11,0 dB

Eminem  
"Lose Yourself"  
**Factor de cresta:** 11,0 dB

4 Strings  
"Diving"  
**Factor de cresta:** 11,9 dB

50 Cent  
"In Da Club"  
**Factor de cresta:** 10,8 dB

No Doubt  
"Hey Baby"  
**Factor de cresta:** 9,5 dB

### ¿Qué podemos aprender de estos gráficos?

Por lo general, nuestros clientes no escuchan grabaciones de Sheffield Lab, Telarc ni de otros audiófilos. La mayoría de ellos escuchan música que es popular en la actualidad. Por esta razón, tenemos que ser muy conscientes de la naturaleza de las grabaciones actuales cuando diseñamos sistemas de sonido.

Las grabaciones actuales de jazz y música clásica son casi las únicas con factores de cresta consistentemente decentes (por encima de 15 dB). Más allá de estos géneros, el uso excesivo de la compresión camufla sus anchas en la industria musical. La presión para que la música pop suene más fuerte en la radio y en equipos de baja fidelidad es la culpable de este fenómeno. Los factores de cresta de la música grave, el hip-hop, el R&B, el rock moderno, el pop moderno, la música country moderna, la música latina e incluso el jazz popular, como el álbum de Norah Jones, ganador de varios Grammy, están ahora, tristemente, en el rango de los 9-12 dB.

Las grabaciones antiguas no solo suenan mejor que las grabaciones “modernas” excesivamente comprimidas, sino que también son mucho menos exigentes con los sistemas de audio. **“Money for Nothing” de Dire Straits, por ejemplo, tiene un factor de cresta de más de 22 dB, por lo que ofrecerá menos de una décima parte de la potencia media que Godsmack (9,7 dB de factor de cresta) con el mismo ajuste de volumen.**

Esto significa que debemos preocuparnos mucho por la potencia media a lo largo del tiempo. Si un usuario está escuchando a Godsmack a todo volumen en un sistema de 1000 vatios sin que nunca haya recortes los amplificadores (lo que no es nada probable), la potencia media a lo largo del tiempo será de aproximadamente 100 vatios, lo que probablemente sea soportable para el sistema de altavoces y comparable a que se recorte mucho “Money For Nothing”. Si el oyente sube aún más el volumen y recorta a Godsmack 10 dB, lo que no es infrecuente, los amplificadores producirán casi toda su potencia nominal (1000 vatios en este ejemplo) como nivel de potencia medio. Esencialmente, el factor de cresta se comprime mucho hasta cerca de 0 dB, lo que pone en peligro el sistema de altavoces y pasa factura a los amplificadores y el sistema de carga del vehículo. **Esto es algo en que pensar la próxima vez que quiera venderle a alguien el doble de la potencia de amplificación para la que están clasificados los altavoces.**

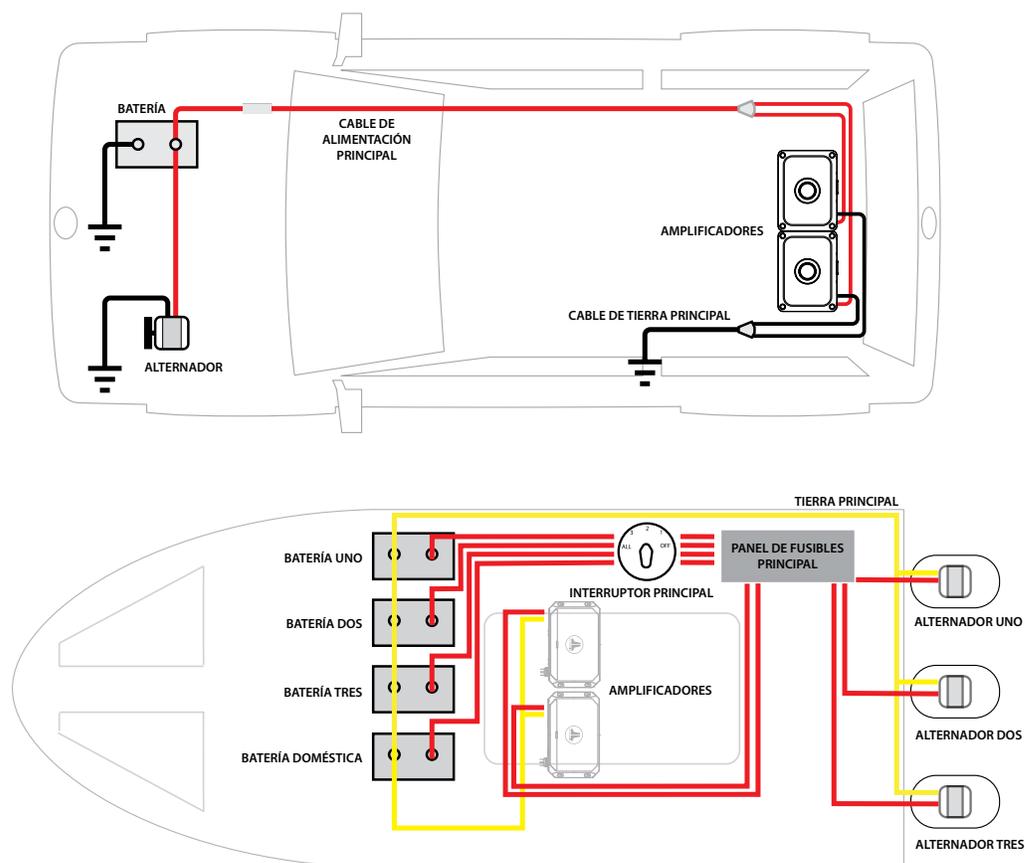


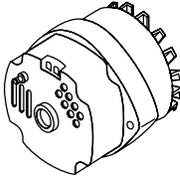
# Módulo 5: Fundamentos del sistema de carga

Comprender el comportamiento del sistema de carga es extremadamente importante para conseguir nuestro objetivo de diseñar sistemas de audio fiables y de alto rendimiento. Al diseñar estos sistemas, hay que tener muy en cuenta el sistema de carga para elegir bien la cantidad de potencia del amplificador que se va a utilizar. En esta sección, cubriremos los fundamentos de los sistemas de carga, tanto para automóviles como para embarcaciones marinas. Muchas de estas áreas tienen cierto solapamiento y se aplican muchas de las mismas normas, pero haremos distinciones cuando sea necesario. Una distinción clave es que algunas embarcaciones tendrán algo más que un sistema de carga de 12 voltios. Aunque esto también ocurre en algunos autos, es mucho más probable que suceda en los barcos que en los autos. Además de tener un sistema eléctrico basado en corriente continua, muchos barcos más grandes también tendrán un sistema basado en corriente alterna. Estos sistemas duales están un poco fuera del alcance de esta presentación, pero vale la pena mencionar que pueden surgir ciertos problemas cuando se trabaja en estas embarcaciones y, si le interesa saber más, encontrará información en el American Boat and Yacht Council (ABYC), la National Marine Electronics Association (NMEA) o la International Marine Electronics Alliance (IMEA).

Un sistema de carga típico consta de los siguientes elementos:

- 1) Un alternador
- 2) Un regulador de voltaje
- 3) Una batería (o varias)
- 4) Cableado





### Alternador

#### Finalidad del alternador:

Proporciona el voltaje necesario para el funcionamiento de los sistemas eléctricos del vehículo mientras el

motor está en marcha y para recargar la batería.

#### Cómo funciona un alternador:

Un alternador es un generador de CA con rectificación por diodos para convertir la CA (corriente alterna) en CC (corriente continua) pulsante. Dentro de un alternador hay un electroimán giratorio (llamado rotor) dentro de un anillo estacionario (estator) que soporta tres bobinados. Produce corriente alterna mediante inducción electromagnética en el estator. En términos más sencillos, el campo magnético del electroimán giratorio induce corriente en los bobinados del estator. Los diodos a la salida de los bobinados del estator rectifican la corriente alterna, lo que significa que la convierten en corriente continua pulsante. Una parte de la corriente se devuelve a los devanados de campo para aumentar la potencia del alternador. Hay que tener en cuenta que la potencia de un alternador solo está disponible cuando el rotor está en movimiento, lo que implica que el motor está en marcha. Aunque esto suele ser así en una aplicación móvil tradicional, no siempre es así en las aplicaciones marinas. Esto es sin duda algo a tener en cuenta.

#### Nota especial sobre el zumbido del alternador:

El zumbido que se detecta a menudo en muchos sistemas de audio se debe a que la salida de CC del alternador es pulsante, lo cual crea una “ondulación” en el voltaje de carga. Esta ondulación puede imitar una señal de audio de CA que varía en frecuencia con las RPM del motor si se introduce en la ruta de la señal de audio. De hecho, la mayoría de los ruidos extraños con los que nos encontramos (chasquidos, tics, zumbidos, etc.) serán el resultado de alguna “ondulación” u otro impulso eléctrico que consigue meterse en la ruta del audio.

### Regulador de voltaje

#### Finalidad del regulador de voltaje:

Controla la corriente en los devanados de campo para variar la potencia del alternador en función del voltaje de la batería. Así se evita tener una carga insuficiente o excesiva de la batería (o baterías). En algunos alternadores, el regulador de voltaje es un dispositivo externo e independiente, mientras que en otros está incorporado.



### Batería

#### La batería tiene tres funciones:

- Proporciona la potencia inicial para arrancar el motor y acciona todos los accesorios eléctricos basados en CC cuando el motor o motores están apagados.
- Proporciona energía adicional al sistema eléctrico cuando la demanda supera a la potencia del alternador.
- Actúa como amortiguador para suavizar los excesos de voltaje, los picos de voltaje y para estabilizar el voltaje de carga del sistema eléctrico mientras el motor o los motores están en marcha.

#### Cómo lo hace la batería:

La batería almacena energía en forma química. Cuando se necesita, la batería produce una reacción química que libera una gran cantidad de corriente eléctrica (CC) a un voltaje sostenido durante un periodo de tiempo determinado e intenta mantener el flujo de corriente mientras haya demanda. Cuando cesa la demanda, la reacción química se ralentiza gradualmente y la batería alcanza un estado de calma, denominado “reposo”. Si el ciclo de descarga se repite suficientes veces sin que haya suficiente recarga, la batería se descargará por completo (se agotará). Una batería solo se recargará cuando el voltaje de salida del alternador supere el voltaje de la batería. En este estado, la batería es una carga para el alternador, no un alivio ni un amortiguador.

#### ¿Qué tipo de salida eléctrica produce una batería?

Una batería móvil o marina de 12 V suministra corriente continua a un nivel de voltaje de CC. A medida que la batería se descarga, su voltaje de CC disminuye.

#### ¿Qué hay dentro de una batería?

Dentro de una batería de auto de 12 V hay seis “celdas” individuales. Cada célula produce 2,1 (CC) voltios. Las seis celdas están conectadas en serie dentro de la batería, y así se suman sus voltajes para obtener un total de 12,6 voltios (CC).

#### Nota especial sobre las baterías:

En la mayoría de las aplicaciones marinas, la cantidad de uso “con el motor apagado” de diversos componentes electrónicos suele ser mucho mayor que en las aplicaciones de automoción. Por lo general, esto hará que la batería se agote más antes de que el alternador vuelva a estar en funcionamiento (cuando el motor o los motores vuelvan a estar en marcha). Este profundo estado de descarga seguido de una recarga activa se conoce como “ciclo profundo” de la batería. Hay varias baterías disponibles pensadas para estas condiciones, y son opciones lógicas en cualquier aplicación en la que los componentes electrónicos vayan a utilizarlas durante largos periodos de tiempo antes de recargarlas de nuevo.

## Cableado

### *Finalidad del cableado:*

Conducir la corriente eléctrica del alternador a los sistemas eléctricos y a la batería, para su recarga. En muchas aplicaciones móviles y marinas modernas, es poco probable que pueda modificarse fácilmente.

### *La importancia del calibre de los cables:*

Los cables más gruesos ofrecen menos resistencia que los más finos y son necesarios para pasar grandes demandas de corriente continua sin caída de voltaje. Del mismo modo, si el cable es largo, puede que sea necesario aumentar su calibre (grosor) para reducir las caídas de voltaje. Esto es especialmente cierto en las aplicaciones marinas (véase la barra lateral).

### *¿Y el sistema de carga de un vehículo eléctrico?*

En general, la mayoría de los sistemas eléctricos de los VE van a seguir un esquema similar. La batería principal de alto voltaje que se utiliza para el motor o motores aportará energía al sistema de voltaje más bajo (normalmente sistemas de 12-16 voltios, con posibles sistemas inminentes de 48 voltios) a través de un inversor de potencia que está controlado por la computadora. La computadora supervisa la corriente absorbida y, si esta supera determinados valores, puede limitarla o desconectar los circuitos para evitar cortocircuitos o sobrecargas. Al añadir un sistema de audio posventa, hay que tener cuidado para asegurarse de que se puede soportar el consumo de corriente adicional puede y que no superará las limitaciones del vehículo.

### *¿Cuánta corriente necesita el auto/barco?*

En cualquier aplicación, se necesita cierta cantidad de energía eléctrica para que el auto o la embarcación funcionen realmente y ofrezcan al operador ciertos controles y comodidades. Como estamos intentando añadir beneficios adicionales mediante la instalación de un sistema de audio de alto rendimiento, debemos asegurarnos de que no estamos utilizando demasiada energía de la que hay disponible. Si no tenemos en cuenta las necesidades de la aplicación, podríamos provocar rápidamente fallas en el nuevo sistema de audio o en algunas funciones críticas del vehículo/embarcación.

Incluso sin conocer la cantidad específica de consumo de corriente para una aplicación determinada, se pueden hacer algunas generalizaciones. Es poco probable que los sistemas eléctricos pequeños o modestos puedan soportar kilovatios de amplificadores adicionales sin tener resultados negativos. A medida que los sistemas eléctricos sean más capaces, se podrá añadir algo de potencia adicional sin demasiadas preocupaciones.

## **Una nota especial sobre el cableado en aplicaciones marinas:**

El cableado de una embarcación también es un poco diferente del que encontrará en un automóvil típico. En un auto es práctica habitual utilizar el chasis metálico del vehículo como “vía de retorno” para los dispositivos electrónicos. Esto nos permite pasar un cable desde el borne positivo de la batería al dispositivo y conectar el otro borne (negativo) del aparato al chasis metálico. El poste negativo de la batería también está conectado al chasis, por lo que no es necesario el otro cable, basta con utilizar el metal que ya está allí. Dado que la mayoría de los cascos marinos no son conductores, esto no es posible en las aplicaciones marinas. Esto conlleva algunas consideraciones adicionales a la hora de añadir componentes electrónicos en una embarcación.

Otra consideración crítica para elegir la batería adecuada son los amperios de arranque. Los amperios de arranque suelen denominarse CCA (amperios de arranque en frío) en aplicaciones de automoción o MCA (amperios de arranque marinos) en aplicaciones marinas. Los MCA son esencialmente lo mismo que los CCA, excepto que los MCA se especifican a una temperatura ligeramente diferente (más alta). Los amperios de arranque son útiles para las necesidades eléctricas de corta duración, como el arranque de motores. Una batería con mayores amperios de arranque podrá arrancar el motor o los motores con mayor facilidad que una con menores amperios de arranque.

La especificación de la capacidad de reserva también adquiere gran importancia en las aplicaciones marinas, cuando es más probable que utilicemos la electrónica basada en CC con el motor o motores apagados (a la deriva, nadando, en barbacoas en bancos de arena, etc.). La capacidad de reserva de una batería es el número de minutos que una batería totalmente cargada a 80 grados Fahrenheit (27 °C) se descarga con el consumo de corriente habitual del vehículo/embarcación antes de que la batería caiga a 10,5 voltios (en un sistema de 12 voltios, aproximadamente una caída del 15 %). Sin añadir nada a una embarcación típica, la capacidad de reserva es el tiempo que puede pasar el motor apagado con la electrónica y los accesorios encendidos sin preocuparse mucho de que luego no arranque de nuevo el vehículo/embarcación (suponiendo que hay un único banco de baterías). Recuerde, esto es antes de añadir el audio y otros accesorios posventa. Cuando añadimos amplificadores y unidades fuente, se vuelve más importante anticipar las demandas actuales y aumentar la capacidad de reserva en consecuencia. La capacidad de reserva vendrá determinada por varios factores, como cuánta potencia se está utilizando (cuántos vatios), el tipo de amplificador (eficacia del amplificador), la aplicación (subwoofer o altavoces principales, etc.) y el tipo de oyente.

### ¿De cuánta corriente adicional dispone el alternador?

Es importante tener una idea de cuánta corriente es probable que consuman los componentes electrónicos basados en CC. A continuación se enumeran los consumos de corriente típicos, tanto para sistemas móviles como marinos, de los dispositivos electrónicos más comunes. Tenga en cuenta que encender accesorios adicionales basados en CC aumentará aún más el consumo de corriente.

AUTO	MARINO
Panel de instrumentos: 1,5 A	GPS/MFD de 16": 3-5 A
Encendido: 5-10 A	Sonar Chirp: 5 A
Bomba de combustible eléctrica: 4-6 A	Piloto automático (activo / en espera): 3 A
Ventilador de refrigeración eléctrico: 8-12 A	Piloto automático (en funcionamiento): 30 A
Luces incandescentes (con los faros encendidos): 20-30 A	Radar: 10-12 A
Luces LED (con los faros encendidos): 5-10 A	VHF (en espera): 1,5 A
Aire acondicionado: 15-25 A	VHF (TX baja potencia): 1,5 A
Unidad fuente (no amplificada): 5-10 A	VHF (TX alta potencia): 6 A
Calefactores de asientos: 15-20 A	
Dirección asistida eléctrica: 10-15 A	
Módulo de control de potencia: 10-20 A	

En general, los fabricantes de automóviles y embarcaciones no suelen poner mucha más capacidad de alternador y batería en un vehículo/embarcación de la que necesitarán los accesorios estándares. Los sistemas de carga más grandes cuestan dinero y repercuten en el ahorro de combustible, por lo que no les interesa proporcionar mucho margen de seguridad. Muchos vehículos modernos desconectan el campo del alternador (o el motor que los impulsa) para ahorrar combustible mientras el vehículo está parado. Por esta razón, debemos ir con cuidado a la hora de adaptar la potencia de audio adicional al sistema de carga del vehículo/embarcación (a menos que estemos dispuestos a mejorar el sistema de carga cuando sea posible).

Centrándonos en los vehículos por un momento, a partir del año 2000 aproximadamente, los sistemas eléctricos de serie empezaron a cambiar. Incluso los vehículos compactos y de tamaño medio vienen ahora con alternadores y sistemas de carga más robustos. A simple vista, puede parecer que estos cambios ofrecen al mercado posventa cierta libertad adicional. En realidad, el motivo de las actualizaciones está relacionado con el aumento de la demanda de la moderna electrónica de fábrica (dirección asistida, control de amortiguación y frenos electrónicos, asientos con control de temperatura, modos deportivos, cámaras, control de crucero adaptativo, pilotos automáticos y otras funciones de seguridad para el conductor, etc.). A todo esto cabe sumar las funciones clásicas, como el control de crucero, el aire acondicionado, los elevavinas eléctricos y el control de

tracción, que ahora vienen de serie en muchos vehículos. Por ejemplo, el Civic de los 90 que tenía un alternador de 65 amperios y un consumo de corriente de 45-60 amperios tiene ahora un alternador de 130 amperios con un consumo de corriente de hasta 125 amperios. Aunque el sistema eléctrico haya duplicado su tamaño, no hay más margen para aumentar el consumo de corriente de los dispositivos adicionales y, en algunos casos, hay incluso menos margen. Incluso los SUV grandes como el Chevrolet Tahoe pueden tener alternadores estándares de 150 amperios con opciones que aumentan aún más su consumo de corriente. A menos que sea el modelo base, el Ford Explorer tendrá un alternador de 200 amperios, pero si le restamos todo el sistema eléctrico, solo nos deja 10-20 amperios para accesorios. Los autos híbridos y eléctricos plantean otra consideración, ya que los clientes tienen que aceptar una pequeña disminución de la autonomía debido a la carga adicional sobre el sistema eléctrico. Sin embargo, dado que estamos aprovechando el aspecto de "12 voltios" de estos vehículos, la carga que estamos añadiendo está en la carga regenerativa y el consumo de las baterías de alto voltaje, esto es solo un pequeño porcentaje. Considere que, en un Tesla, la calefacción en el ajuste alto consume unos 6,4 kWh (kilovatios hora), lo que disminuirá la autonomía en unos 18-20 kilómetros por cada hora que esté encendida. Incluso con un amplificador de 1000 vatios, se perderá solo una décima parte de esa cantidad (1,5-2 millas / 2,4-3,2 km de autonomía perdidas por hora de jaleo). Aunque pueda parecer que tenemos un sistema de carga más robusto para empezar, en lo que tenemos que centrarnos es en la corriente disponible restante (o la pérdida de autonomía aceptable) para cada vehículo con el que trabajemos.

#### Salidas típicas del alternador:

Vehículo compacto de 4 cilindros: **80-130 A**

Vehículo de tamaño medio de 6 cilindros: **100-160 A**

Vehículo grande de 8 cilindros: **140-240 A**

Es importante tener en cuenta que las especificaciones de los alternadores suelen dar dos clasificaciones: "en frío" y "en caliente". Los alternadores suelen tener una clasificación en frío, (la clasificación SAE). Cuando el alternador se calienta, se produce una pérdida considerable de potencia. Siempre que se indiquen los valores nominales en frío y en caliente, utilice el valor nominal en caliente. Si no se distingue entre caliente y frío, suponga que la potencia nominal es en frío y multiplíquela por 0,85 para obtener una aproximación de la potencia nominal en caliente.

Un auto compacto, como un Honda Civic, normalmente tendrá un alternador de 130 A. Parte de esa corriente se perderá una vez que el alternador se caliente, (alrededor del 15 %) lo que resultaría en unos 110 amperios disponibles. Es probable que con las luces encendidas y el aire acondicionado apagado haya un consumo de unos 60-70 amperios. Con el aire acondicionado encendido, probablemente subirá hasta los 80-90 amperios. Teniendo en cuenta lo anterior, tenemos unos 20 amperios de corriente disponible en este auto. No es mucho con lo que trabajar.

Veamos ahora un auto mediano de 6 cilindros con un alternador de 150 amperios. Después de la pérdida por el calor, habrá unos 125 amperios disponibles. Es probable que con las luces encendidas y el aire acondicionado apagado haya un consumo de unos 70-80 amperios. Con el aire acondicionado encendido, probablemente subirá hasta los 90-100 amperios. Esto nos dejará unos 25-30 amperios disponibles. Eso está un poco mejor.

Un auto grande de 8 cilindros o un todoterreno con un alternador de 180 amperios perderá unos 30 amperios por el calor, lo que dejaría unos 150 amperios disponibles. El consumo medio es de unos 70-80 amperios con las luces y el aire acondicionado apagados, 80-100 amperios con el aire acondicionado encendido. Esto dejará unos 50 amperios de corriente disponible en este vehículo. ¡Ahora sí que tenemos algo más de energía!

Todo esto, por supuesto, suscita la siguiente pregunta: “¿Cuánta potencia de amplificación podemos introducir de forma segura y confiable en un vehículo/embarcación?”. Para responder a esto, debemos hacernos algunas preguntas más.

#### *¿Cuánta corriente consumen los amplificadores en el mundo real?*

No es una pregunta fácil de responder. La mayoría de los clientes variarán el volumen de la música a lo largo de su viaje. A veces, pueden poner el sistema a un nivel de potencia medio del 50 % (saturando sus amplificadores). Una parte del tiempo puede que solo lo ponen “bastante alto” (al 10 % de la potencia media) y otra parte del tiempo pondrán el sistema a un nivel medio moderado (al 1-2 % de la potencia media). Durante los fragmentos fuertes de la música, los amplificadores pueden consumir bastante corriente, pero también consumen bastante menos durante los fragmentos más tranquilos. Por eso es útil fijarse en el consumo medio de corriente de los amplificadores de un sistema de sonido.

#### *Regla práctica para predecir el consumo de corriente de un amplificador en el mundo real:*

**Advertencia:** La única manera de conocer con fiabilidad el consumo de corriente es medirlo con una pinza inductiva y un amperímetro a lo largo del tiempo y calcular el valor promedio. Predecir el consumo de corriente de un sistema de audio es muy difícil porque hay que tener en cuenta que los distintos oyentes tienen hábitos diferentes y que el hábito de un mismo oyente puede variar. Además, el voltaje del sistema de carga influye en el consumo de corriente, especialmente cuando se utilizan amplificadores con fuentes de alimentación reguladas. El tipo de música que se reproduce también influye. Como es tan complejo averiguar esto, necesitamos un método más sencillo que nos guíe a la hora de elegir la potencia del amplificador cuando diseñamos un sistema de sonido. A continuación ofrecemos una directriz general, que hace algunas suposiciones generales pero que es útil a efectos de diseño del sistema. No pretende predecir con exactitud el consumo real de corriente, sino

servir como “regla general” a la hora de diseñar un sistema. Vamos a suponer que la potencia media de salida del amplificador para un oyente típico en el transcurso de una conducción será del 20 % de la potencia nominal continua de los amplificadores. Esto supone que el usuario puede ponerlo a un volumen excesivamente alto durante unos minutos, a poco volumen durante un rato también, pero la mayor parte del tiempo lo escuchará a niveles altos. Si es más probable que el oyente lo ponga muy fuerte, la mayor parte del tiempo (cerca del 50 % de la potencia nominal continua del amplificador), debería plantearse reducir la cantidad de potencia utilizada. Del mismo modo, si el oyente es más audiófilo y no es probable que reproduzca el sistema con mucha intensidad durante mucho tiempo (más cerca del 10 % de la potencia nominal continua de los amplificadores), podría considerar un poco más de potencia del amplificador.

#### *Para calcular el consumo de corriente de un amplificador en el mundo real, siga los siguientes pasos:*

- 1) Tome la potencia nominal continua del amplificador y multiplíquela por 0,2 (el 20 % de la potencia nominal). Como ya se ha indicado, se trata de la cantidad media de potencia que es probable que produzca el amplificador durante un trayecto típico.
- 2) Para tener en cuenta la eficacia del amplificador y el ciclo de trabajo, siga estas pautas:
  - a) Para un amplificador de clase A/B que alimente altavoces principales, utilice un factor de 2,0.
  - b) Para un amplificador de clase A/B que alimente subwoofers, utilice un factor de 3,0.
  - c) Para un amplificador de clase D que alimente altavoces principales, utilice un factor de 1,5.
  - d) Para un amplificador de clase D que alimente subwoofers, utilice un factor de 2,0.
- 3) Tome el número del paso 2 y divídalo por el voltaje nominal del sistema de carga. El resultado será el consumo medio de corriente previsto para este amplificador. Si utiliza varios amplificadores, deberá hacer el cálculo para cada uno por separado y añadir los valores para obtener el consumo total de corriente del sistema.

**Aviso:** Al determinar la potencia nominal en el paso uno, debe utilizarse la de 12,5 voltios (no la de 14,4 voltios) y la potencia a la carga de impedancia prevista para el amplificador. Si el amplificador solo tiene una potencia nominal de 14,4 voltios, puede aproximarse a la de 12,5 multiplicando la potencia del anuncio por 0,75. Por ejemplo, si el amplificador tiene una potencia nominal de 1000 vatios a 14,4 voltios, suministrará unos 750 vatios a 12,5 voltios. En el ámbito marino, es bastante habitual utilizar un valor de 11 voltios, pero como la mayoría de los amplificadores tienen un valor nominal de 12,5 o 14,4 voltios, nos ceñiremos a 12,5 voltios también para los ejemplos marinos.

MODELO DE AMPL.	TIPO DE AMPLIF.	FUSIBLE	CORRIENTE ESPERADA
<b>MX300/1</b>	Amplificador mono	30	4-20 A
<b>MX280/4</b>	Multicanal	35	3-17 A
<b>MX500/1</b>	Amplificador mono	50	6-32 A
<b>MX500/4</b>	Multicanal	50	5-29 A
<b>MX600/3</b>	Aplicación del sistema	60	9-32 A
<b>JD250/1</b>	Amplificador mono	30	4-16 A
<b>JD500/1</b>	Amplificador mono	50	7-32 A
<b>JD1000/1</b>	Amplificador mono	80	16-64 A
<b>JD400/4</b>	Multicanal	40	6-29 A
<b>RD400/4</b>	Multicanal	40	6-29 A
<b>RD500/1</b>	Amplificador mono	50	7-32 A
<b>RD1000/1</b>	Amplificador mono	80	16-64 A
<b>RD1500/1</b>	Amplificador mono	150	24-120 A
<b>RD900/5</b>	Aplicación del sistema	60	12-50 A
<b>XDM200/2</b>	Multicanal	20	3-14 A
<b>XDM400/4</b>	Multicanal	40	6-29 A
<b>XDM600/6</b>	Multicanal	50	9-43 A
<b>XDM800/8</b>	Multicanal	60	12-58 A
<b>XDM300/1</b>	Amplificador mono	30	5-22 A
<b>XDM600/1</b>	Amplificador mono	50	10-40 A
<b>XDM1000/1</b>	Amplificador mono	80	16-64 A
<b>XDM500/3</b>	Aplicación del sistema	50	9-32 A
<b>XDM700/5</b>	Aplicación del sistema	60	12-46 A
<b>XDM1000/5</b>	Aplicación del sistema	80	15-62 A
<b>VX600/2i / MV600/2i</b>	Multicanal	50	7-36 A
<b>VX400/4i / MV400/4i</b>	Multicanal	40	6-29 A
<b>VX600/6i / MV600/6i</b>	Multicanal	60	9-43 A
<b>VX800/8i / MV800/8i</b>	Multicanal	60	12-58 A
<b>VX600/1i / MV600/1</b>	Amplificador mono	50	10-40 A
<b>VX1000/1i / MV1000/1</b>	Amplificador mono	80	16-64 A
<b>VX700/5i / MV700/5i</b>	Aplicación del sistema	60	12-46 A
<b>VX1000/5i / MV1000/5i</b>	Aplicación del sistema	80	15-62 A
<b>HD600/4 / MHD600/4</b>	Multicanal	50	14-48 A
<b>HD750/1 / MHD750/1</b>	Amplificador mono	60	18-60 A
<b>HD1200/1</b>	Amplificador mono	100	38-96 A
<b>HD900/5 / MHD900/5</b>	Aplicación del sistema	60	26-64 A

Ejemplos:

**Ejemplo 1: Un amplificador de clase D de rango completo utilizado para los altavoces principales.**

El amplificador tiene una potencia nominal de 140 vatios por canal a 12,5 voltios en dos altavoces de 4 ohmios (estéreo).

- 1)  $280 \text{ vatios} (140 \text{ vatios/canal, dos canales}) \times 0,2 = 56$
- 2)  $56 \times 1,5 = 84$
- 3)  $84 / 12,5 = 6,72$ . El voltaje nominal típico del sistema de carga es de 12,5 voltios. El resultado de "6,72" puede redondearse a 7 amperios.

**Ejemplo 2: Un amplificador de clase D de rango completo utilizado como amplificador de subwoofer.**

El amplificador tiene una potencia nominal de 450 vatios a 12,5 voltios en una sola carga de 4 ohmios (puenteada).

- 1)  $450 \times 0,2 = 90$
- 2)  $90 \times 2 = 180$
- 3)  $180 / 12,5 = 14,4$ . El voltaje nominal típico del sistema de carga es de 12,5 voltios. El resultado de "14,4" puede redondearse a 15 amperios.

**Ejemplo 3: Un amplificador de clase D de rango completo utilizado como amplificador de sistema (cinco canales).**

Los cuatro canales principales del amplificador tienen una potencia nominal de 60 vatios cada uno en altavoces de 4 ohmios.

El canal mono tiene una potencia nominal de 180 vatios a 12,5 voltios en un subwoofer de 4 ohmios.

- 1)  $(4 \times 60 =) 240 \times 0,2 = 48$
- 2)  $48 \times 1,5 = 72$
- 3)  $72 / 12,5 = 5,76$  (redondeamos a 6 A)

*Canal del subwoofer:*

- 1)  $180 \times 0,2 = 36$
- 2)  $36 \times 2 = 72$

Aunque se trata de un amplificador de clase D, las bajas frecuencias requieren mucho más de un amplificador, por lo que debemos utilizar el valor más alto para ajustar el ciclo de trabajo de esta aplicación.

- 3)  $72 / 12,5 = 5,76$  (redondeamos a 6 A)

En esta aplicación, nuestro amplificador de sistema de 5 canales tendrá un consumo medio de corriente de unos 12 amperios.

Si tuviéramos que utilizar un subwoofer de 2 ohmios, y este amplificador tiene una potencia nominal de 300 vatios a 2 ohmios, así es como cambiarían las cosas:

- 1)  $300 \times 0,2 = 60$
- 2)  $60 \times 2 = 120$
- 3)  $120 / 12,5 = 9,6 \text{ A}$  (redondeamos a 10 A)

Por tanto, estaríamos hablando de unos 16 amperios en total de consumo medio de corriente en su lugar.

**Ejemplo 4: Un amplificador de clase D de gama completa que alimenta tres pares de altavoces de 4 ohmios (seis canales).**

El amplificador tiene una potencia nominal de 75 vatios por canal en altavoces de 4 ohmios a 12,5 voltios.

- 1)  $450 \times 0,2 = 90$
- 2)  $90 \times 1,5 = 135$
- 3)  $135 / 12,5 = 10,8 \text{ A}$  (redondeamos a 11 A)

Si utilizamos ese mismo amplificador en la misma aplicación, pero con un oyente más agresivo, podemos ver cómo un "oyente extremadamente exigente" repercute en el sistema:

**Ejemplo 5: Un amplificador de clase D de gama completa que alimenta tres pares de altavoces de 4 ohmios (seis canales) con un "oyente extremadamente exigente".**

El amplificador tiene una potencia nominal de 75 vatios por canal en altavoces de 4 ohmios a 12,5 voltios.

- 1)  $450 \times 0,5 = 225$
- 2)  $225 \times 1,5 = 337,5$
- 3)  $337,5 / 12,5 = 27 \text{ A}$

Es probable que el oyente extremadamente exigente que utilice la misma configuración consuma más del doble de corriente. Es importante tener en cuenta que el consumo medio de corriente previsto no es el valor utilizado para determinar los fusibles adecuados. Este valor solo es útil para determinar las necesidades de capacidad de reserva.

**Ejemplo 6: Un amplificador de clase D que alimenta un subwoofer.**

El amplificador tiene una potencia nominal de 600 vatios en una carga de 2 ohmios a 12,5 voltios.

- 1)  $600 \times 0,20 = 120$
- 2)  $120 \times 2,0 = 240$
- 3)  $200 / 12,5 = 25 \text{ A}$

Observará que utilizamos un factor de eficacia de 2,0 en el paso dos para tener en cuenta que el amplificador de clase D se utiliza para alimentar un sistema de subwoofer. Si observamos los resultados de los ejemplos 4 y 6, podemos ver que, en un sistema común, estos dos amplificadores utilizados conjuntamente consumirán unos 36 amperios de corriente de promedio. Si el oyente es "extremadamente exigente", ese valor puede superar ampliamente los 50 amperios utilizando los mismos dos amplificadores. Planifique con prudencia.

Puede utilizar esta pauta general para predecir el consumo de corriente de cualquier amplificador que esté considerando para el diseño del sistema.

Ahora que podemos predecir el consumo de corriente probable, volvamos a nuestros ejemplos:

En una aplicación en la que tenemos entre 5-20 amperios de corriente disponible, ¿qué podemos recomendar? Una buena opción puede ser un amplificador de baja potencia de tres o cinco canales. El ejemplo tres daría como resultado entre 12 y 16 amperios de corriente, lo que encajaría perfectamente en una aplicación como esta. Como estamos limitados en la cantidad de potencia de amplificación que podemos instalar de forma fiable, si el cliente busca mucha potencia (sin mejorar el sistema eléctrico), tendremos que conseguirla mejorando la eficacia del sistema de altavoces (altavoces más grandes o varios altavoces más pequeños).

En una aplicación en la que tengamos entre 20 y 30 amperios de corriente disponible, podríamos considerar un amplificador de cinco canales más potente o quizá varios amplificadores en su lugar. Los ejemplos 2 y 4 nos darían un amplificador de subwoofer a 450 vatios y un amplificador de seis canales a 75 vatios por canal y acabaríamos con unos 26 amperios de consumo de corriente adicional. Si el usuario es un “oyente excesivamente exigente”, considere la posibilidad de mejorar el sistema eléctrico o de quedarse con la opción de cinco canales de menor potencia.

En una aplicación en la que tenemos entre 40-50 amperios de corriente disponible, tenemos cierta capacidad extra. Todo lo mencionado anteriormente funcionaría, ¡o se podría duplicar alguna parte! Aunque, si el deseo es añadir varios kilovatios, seguiría siendo necesaria una mejora del sistema eléctrico.

### Actualizaciones del sistema de carga:

Las siguientes son algunas pautas básicas a seguir en relación con los diferentes tipos de actualizaciones del sistema de carga. Las dos herramientas que debe tener para diagnosticar y solucionar correctamente los sistemas de carga son un multímetro digital (DMM) de buena calidad y una pinza amperimétrica inductiva para medir el consumo de corriente. Estas herramientas se encuentran en cualquier tienda.

#### Actualización 1: Los cables mágicos (audio para auto)

Sustituya la cinta (cable) de masa de fábrica entre la batería y el chasis (carrocería) del auto por un cable de calibre 4 como mínimo. Esto ayudará a minimizar las caídas de voltaje causadas por la alta resistencia del cable original. Sustituya también el cable de carga original entre la batería y el alternador por un cable de calibre 4 como mínimo. Si el alternador tiene un cable de masa del chasis, mejore también ese cable.

Esto es relativamente barato y debe hacerse para cada sistema de 500 vatios o más en potencia total del amplificador. Se podría argumentar que actualizar el cableado de una embarcación también sería beneficioso, sin embargo suele ser mucho más complicado y costoso.

#### Actualización 2: Alternador más potente

La verdad es que no hay nada como un buen suministro de corriente. Las baterías y los condensadores no producen nada; son solo tanques de almacenamiento. Cuando un motor está en marcha, el alternador suministra la mayor parte de la corriente que requieren los componentes electrónicos y el sistema de audio. Por esta razón, las actualizaciones del alternador tienen mucho sentido para los sistemas de audio potentes. No se trata de una mejora barata, pero debe considerarse antes que cualquiera de las siguientes si el sistema eléctrico tiene problemas para suministrar la corriente adecuada. A menudo es posible adquirir un alternador más potente por aproximadamente el mismo precio que un par de condensadores, una batería adicional y todo el cableado necesario para conectarlos.

**Aquí tiene una práctica tabla que puede facilitarle un poco este proceso. Muestra el consumo medio de corriente previsto basado en 100 vatios de potencia.**

	Clase D completo normal	Clase D sub. normal	Clase AB completo normal	Clase AB sub. normal	Clase D completo excesivo	Clase D sub. excesivo	Clase AB completo excesivo	Clase AB sub. excesivo
Por 100 vatios	2,4	3,2	3,2	4,8	6	8	8	12

### Actualización 3: Condensadores

Un condensador ayuda a mantener el voltaje durante picos muy breves de demanda. Pueden ser especialmente útiles en sistemas orientados a la calidad del sonido con una potencia moderada. Los amplificadores no regulados se beneficiarán más que los regulados. Sin embargo, no serán muy beneficiosos mientras reproduzca música con graves intensos a un volumen alto, ya que los condensadores no pueden complementar la corriente y el voltaje durante mucho tiempo. Normalmente, los condensadores pueden cargarse y descargarse más rápidamente que la mayoría de los tipos de baterías estándares, de plomo-ácido o AGM, lo que los hace muy eficaces para los sistemas de sonido.

### Actualización 4: Varias baterías

Tener varias baterías es útil para usar los sistemas con el motor apagado, pero suponen una carga adicional para el alternador, porque deberá suministrarles corriente una vez que el motor esté en marcha de nuevo. Las baterías múltiples no se recomiendan para los sistemas de sonido móviles de uso diario, aunque algunos autos de demostración y competición pueden beneficiarse de su uso. Puede haber algunas aplicaciones en vehículos en los que el vehículo apague el motor o motores, o el campo del alternador, para mejorar el consumo de combustible; en estos casos, varias baterías podrían ser beneficiosas.

Algunas embarcaciones marinas pueden tener solo una batería o posiblemente bancos de baterías específicos aislados para ciertos componentes electrónicos/motor(es). Si la demanda de energía adicional del sistema de audio va a añadir una tensión significativa en la(s) batería(s), puede valer la pena considerar la adición de una batería dedicada (separada) o un banco de baterías. Esto permitiría al usuario utilizar los accesorios en la embarcación sin correr el riesgo de que se agote la batería en caso de emergencia o cuando llegue el momento de volver a arrancar los motores y regresar a tierra.

Dado que la mayoría de las embarcaciones no utilizan el casco como parte del sistema eléctrico (o no pueden hacerlo), todos los componentes eléctricos necesitarán un cable primario y otro de retorno conectados con el banco o bancos de baterías. Esto hace que la longitud eficaz del tendido eléctrico sea el doble de lo que cabría esperar en una aplicación móvil (donde el chasis se utiliza a menudo como vía de retorno). Hay muchas tablas disponibles que le ayudarán a elegir bien el tamaño (AWG) del cable que debe utilizar. Todos estos gráficos se basan en la ley de Ohm. Incluso un cable muy grueso tendrá resistencia (normalmente se mide en “ohmios por pie” o algo similar) e incluso un valor de resistencia muy bajo en un tramo largo provocará una caída de voltaje inaceptable en toda la longitud del tramo.

**Caída de voltaje:**

La ley de Ohm dice que para una cantidad determinada de corriente, una mayor resistencia provocará una caída de voltaje ( $E = I \times R$ ) en esa parte del circuito. A medida que aumenta la resistencia o la corriente, el valor de E (voltaje) será mayor, lo que significa que está reduciendo el potencial. La industria naval ha establecido que las caídas de voltaje del 3 % o inferiores (menos de una caída) se consideran aceptables. Para un sistema de 12,5 voltios, eso supone una caída de voltaje de unos 0,375 voltios.

**Ejemplo:** Si nuestra embarcación tiene un sistema de audio que está clasificado para consumir unos 75 amperios de corriente y la batería está a 10 pies de distancia, deberíamos mirar la columna de “16-20 pies” (10 pies hacia los amperios desde la batería, y 10 pies más de regreso desde los amperios a la batería) y la fila de “60-80A”. La tabla siguiente indica que un cable de 4 AWG debería ser suficiente. Si quisiera comprobarlo con la ley de Ohm y la caída de voltaje aceptable, tendría que determinar los “ohmios por pie” para el cable de 4AWG (aproximadamente 0,00025 ohmios). If you take that value multiplied by the total length;  $0,00025 \times 20 = 0,005$  ohmios. Esta cifra parece increíblemente pequeña, pero cuando aplicamos la ley de Ohm con 75 amperios de corriente:

$E = I \times R$   
 $E = 75 \times 0,005$   
 $E = 0,375$  voltios

**Según la ley de Ohm:**

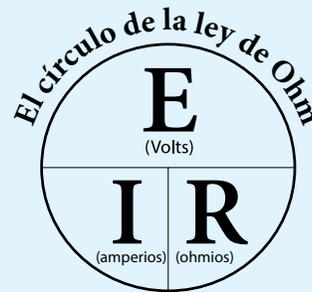
**voltaje (E) = corriente (I) × resistencia (R)**

Usando álgebra simple, podemos darle la vuelta a la fórmula básica para obtener la corriente o la resistencia de la siguiente manera:

**corriente (I) = voltaje (E) / resistencia (R)**

**resistencia (R) = voltaje (E) / corriente (I)**

Una forma sencilla y fácil de recordar y utilizar esta ley es el “círculo de la ley de Ohm”.



Para encontrar las ecuaciones que necesita, coloque un pulgar sobre la variable que desea encontrar. Las dos letras restantes forman la ecuación deseada como se muestra a continuación.



	0-3 ft	3-6 ft	6-10 ft	10-13 ft	13-16 ft	16-20 ft	20-25 ft
0-20 A	10 AWG	10 AWG	10 AWG	10 AWG	10 AWG	10 AWG	10 AWG
20-40 A	10 AWG	10 AWG	8 AWG	8 AWG	8 AWG	8 AWG	8 AWG
40-60 A	10 AWG	8 AWG	8 AWG	8 AWG	4 AWG	4 AWG	4 AWG
60-80 A	8 AWG	8 AWG	8 AWG	4 AWG	4 AWG	4 AWG	4 AWG
80-100 A	8 AWG	8 AWG	4 AWG	4 AWG	4 AWG	4 AWG	4 AWG
100-125 A	8 AWG	8 AWG	4 AWG	4 AWG	4 AWG	4 AWG	2 AWG
125-150 A	8 AWG	4 AWG	4 AWG	4 AWG	2 AWG	2 AWG	2 AWG
150-200 A	4 AWG	4 AWG	4 AWG	2 AWG	2 AWG	1/0 AWG	1/0 AWG
200-250 A	4 AWG	4 AWG	2 AWG	2 AWG	1/0 AWG	1/0 AWG	1/0 AWG
250-300 A	4 AWG	2 AWG	1/0 AWG	1/0 AWG	1/0 AWG	1/0 AWG	2/0 AWG

Como ya se ha indicado, 0,375 voltios es lo mismo que una caída del 3 % en un sistema de 12,5 voltios. Estos valores también se aplican al audio móvil. Los amplificadores potentes y de alta corriente necesitarán grandes cantidades de corriente. En muchos vehículos, el chasis puede estar limitado en su capacidad para pasar corriente, y muchos necesitarán que se añada una toma de tierra adicional como tierra aumentada. Aquí, un cable de tierra procedente de la batería se dirige al punto de tierra al que están conectados los amplificadores de audio y reduce la resistencia a tierra de todos los circuitos cercanos. Esto no solo mejorará el rendimiento del sistema de audio, sino que cualquier otro aparato electrónico cercano también se beneficiará de ello.

Una cosa importante que hay que recordar es que las tablas que se suelen encontrar para el calibre de cable recomendado en comparación con la longitud y la corriente se redondearán al calibre de cable de alimentación más cercano y fácilmente disponible. En este caso, si nuestro sistema estuviera dimensionado para 80 amperios, esa misma longitud de cable provocaría una caída de 0,4 voltios que, técnicamente, es demasiado alta. Un cable de 3 AWG solo tendría una resistencia de 0,0002 ohmios por pie, lo que daría como resultado una resistencia total de 0,004 ohmios y una caída de voltaje correspondiente de 0,32 voltios (por debajo del umbral del 3 %). Desgraciadamente, el cable de 3 AWG es increíblemente raro, por lo que no tendría mucho sentido mostrarlo en un gráfico. En caso de duda, utilice un cable más grueso (menor número AWG).

Por la misma razón que los subwoofers grandes son poco prácticos en espacios pequeños (no caben), los amplificadores potentes son poco prácticos en algunas aplicaciones (demasiada corriente). Conocer cuáles son los límites puede permitirnos diseñar e instalar sistemas que funcionen mejor y sean más fiables.



# Módulo 6: Distribución de potencia entre subwoofers y satélites

Como hemos aprendido, los instrumentos reales producen sonidos complejos que abarcan una amplia gama de frecuencias. Los bombos y los bajos, por ejemplo, producen frecuencias fundamentales que se centran en la gama de los subgraves y frecuencias armónicas que se extienden hasta las frecuencias medias. Por ello, para que un sistema de sonido reproduzca con precisión el carácter tonal de los instrumentos de baja frecuencia, debemos tener un equilibrio entre las frecuencias subgraves / medias graves / medias y altas.

Desgraciadamente, muchas personas ponen un énfasis desproporcionado en el extremo subwoofer del espectro (las dos octavas inferiores de 20-80 Hz), comprando grandes potencias y grandes woofers para conseguir mucha energía de graves. Luego gastan muy poco en mejorar la potencia de los altavoces satélites (medios-graves, medios, agudos) y la calidad de esos altavoces. Los satélites se encargan de reproducir ocho de las diez octavas audibles

(de 80 Hz a 20 000 Hz). Si el sistema de satélites se queda sin potencia, no solo sonarán distorsionados los medios-graves, los medios-agudos y los agudos, sino que los graves tampoco sonarán bien. Los armónicos necesarios para dar a los instrumentos de baja frecuencia su carácter no estarán presentes en las proporciones correctas.

Para reproducir música correctamente, por lo general debemos esforzarnos por conseguir relaciones potencia subwoofer / potencia satélite de entre 60 / 40 y 70 / 30.

Cuanto menor sea la potencia total del sistema, más cerca del 50 / 50 deberá intentar mantenerse. Los altavoces satélite necesitan mucha potencia limpia porque la distorsión es mucho más audible en las frecuencias medias y altas que en los subgraves. Este hecho nos permite recortar bastante el amplificador del subwoofer sin degradar la calidad del sonido a la vez que evitamos un recorte excesivo del amplificador del satélite.

**Por debajo de 500 vatios debemos intentar mantenernos cerca de 50 / 50 y no más de 60 / 40.**

**Por encima de los 500 vatios totales podemos inclinar la proporción hacia 70 / 30.**

Para calcular la relación, tome la salida de cada amplificador y divídala por la cantidad total de vatios del sistema, luego multiplique por 100. Por ejemplo, un VX600/6i a 12,5 voltios produce 60 vatios  $\times$  6, es decir, 360 vatios en total, y el VX600/1i produce 500 vatios a 12,5 voltios. Juntos, estos amplificadores producen 860 vatios. Ahora que tenemos la potencia podemos calcular la relación.

$360 / (360 + 500) = 360 / 860 = 0,42$ ; luego lo multiplicamos por 100 para obtener que el VX600/6i es el 42 %.

$500 / (360 + 500) = 500 / 860 = 0,58$ ; luego lo multiplicamos por 100 para obtener que el VX600/1i es el 58 %.

**Estos son algunos ejemplos de buenas combinaciones utilizando amplificadores JL AUDIO:**

JD250/1 y JD400/4D (220 vatios + 220 vatios = 440 vatios en total); relación de potencia: 50 / 50

RD500/1 y RD400/4 (400 vatios + 240 vatios = 640 vatios en total); relación de potencia: 62 / 38

XDM600/1 y XDM400/4 (240 vatios + 300 vatios = 540 vatios en total); relación de potencia: 55 / 44

XDM300/1 y XDM200/2 (120 vatios + 160 vatios = 280 vatios en total); relación de potencia: 57 / 43

XDM500/3 (160 vatios + 120 vatios = 280 vatios en total); relación de potencia: 57 / 43

VX700/5i (300 vatios + 240 vatios = 540 vatios en total); relación de potencia: 55 / 45

HD750/1 y HD600/4 (750 vatios + 600 vatios = 1350 vatios en total); relación de potencia: 55 / 45

VX1000/1i y VX800/8i (800 vatios + 480 vatios = 1280 vatios en total); relación de potencia: 62 / 38

**Aquí hay algunos ejemplos de malos emparejamientos utilizando amplificadores JL AUDIO, o al menos cuestionables:**

HD1200/1 y radio de fábrica (1200 vatios + 40 vatios = 1240 vatios en total) Relación de potencia: 97 / 3

HD750/1 y radio de fábrica (750 vatios + 40 vatios = 790 vatios en total); relación de potencia: 95 / 5

HD1200/1 y XDM200/2 (1200 vatios + 120 vatios = 1320 vatios en total); relación de potencia: 91 / 9

HD1200/1 y XDM400/4 (1200 vatios + 240 vatios = 1440 vatios en total); relación de potencia: 83 / 17



# Módulo 7: Consejos para ajustar los niveles del sistema

Los sistemas se vuelven cada vez más complicados y con ellos también el ajuste de los niveles. Un ajuste adecuado de los niveles por la ruta de la señal de audio puede ser crucial para el rendimiento y la confiabilidad de un sistema, por lo que hacerlo bien es obviamente importante. Hay un viejo refrán que dice algo así: “Consigamos ganancia lo antes posible”. Lo que esto significa es que querrá empezar con una señal buena, limpia y fuerte lo más cerca posible de la fuente de audio. Con cada dispositivo eléctrico que se añada a la ruta aumentará la probabilidad de que se meta ruido en el audio. Este ruido puede estar relacionado con problemas de conexión a tierra (silbidos) y con ruidos del sistema (siseos). Los ruidos por la conexión a tierra son intrínsecos a las conexiones eléctricas, pero los ruidos del sistema estarán relacionados con los ajustes de nivel.

En un sistema tradicional, podemos ver cómo el mantra de “obtener ganancia pronto” no deja de estar presente. En los amplificadores hay un ajuste de sensibilidad de entrada (a menudo denominado erróneamente control de “ganancia”). Como su propio nombre indica, este ajuste determina cuánta sensibilidad debe tener la etapa de entrada del amplificador con respecto a la señal (voltaje) que le llega. Al hacerlo más sensible (subirlo), aumentamos la relación entre el voltaje de entrada y el de salida; así, se necesita menos voltaje de entrada para que el amplificador produzca la misma potencia. Dado que el amplificador no es capaz de distinguir entre lo que es música y lo que es ruido, aumentar la sensibilidad también puede tener el efecto negativo de aumentar en el sistema el ruido que se percibe. En una configuración ideal, el amplificador alcanzaría su máximo potencial al mismo tiempo que la unidad fuente alcanza el volumen máximo. Esto se suele conseguir enviando una onda sinusoidal desde la unidad fuente al amplificador y visualizándola en un osciloscopio para ver cuándo se recorta la forma de onda. También puede utilizarse un medidor capaz de detectar la distorsión (que es indicativa de que se recorta la onda sinusoidal). Si tiene una señal de audio de mayor voltaje, puede mantener la sensibilidad de entrada baja y mejorar considerablemente el ruido del sistema sin comprometer la salida.

En realidad, si configuráramos un sistema de audio para que solo alcanzara una “salida completa y sin recortes” a todo volumen, la mayoría de las personas se sentirían decepcionadas con el nivel general de su sistema. Sabiendo que la música y las ondas sinusoidales son muy diferentes, y que las personas tienen ciertas expectativas, echemos un vistazo a algunos métodos para ajustar estos niveles.

El ajuste adecuado de los niveles comienza en realidad con la misma unidad fuente. Si quiere asegurarse de que todo está lo más “limpio” (sin distorsión) posible, debe utilizar una onda sinusoidal y un osciloscopio (o medidor de distorsión) para ver a qué nivel la unidad fuente entra en saturación, si es que lo hace. Aunque es útil saber cuál es ese voltaje, podría decirse que es menos importante que

conocer la posición del control de volumen. Si se puede subir hasta el máximo, entonces podemos estar tranquilos de que la señal llegará limpia al siguiente dispositivo de la ruta de audio. Sin embargo, si se produce un recorte, es útil saber cuándo ocurre. Por ejemplo, si la unidad fuente tiene una lectura numérica que muestra “100” cuando está a todo volumen y “0” cuando se baja del todo, y la forma de onda se recorta en “80”, entonces deberemos ajustar los niveles en esa posición o ligeramente por debajo (quizá en “75”) en la unidad fuente. De lo contrario, las otras mediciones se verán afectadas por el recorte de la fuente inicial.

Si tenemos la suerte de contar con una unidad fuente que no recorte, tendremos cierta libertad para fijar el control de volumen principal antes de ajustar los niveles del resto del equipo. Una buena práctica puede ser utilizar el 75 % del volumen máximo. Esto permite al usuario subir un poco más el nivel del sistema y permitir cierta cantidad de recorte. Recuerde que las ondas sinusoidales y la música son muy diferentes e incluso una música muy exigente es poco probable que envíe más voltaje que una onda sinusoidal, o al menos no tan a menudo. Un poco de recorte no solo se considera aceptable, sino que a menudo es deseable para mantener los niveles de audio donde sean agradables para las personas.

Con cualquier procesador que no disponga de ajustes regulares (sin controles de volumen o subnivel, etc.), podemos ser un poco más particulares en la forma de ajustar los niveles. Ponga su fuente en el “punto de referencia” que prefiera (p. ej., al 75 % del máximo), gire el ajuste del nivel de entrada y los ajustes de salida a su posición “media” (“0dB” o “referencia”, etc...), y luego mida la onda sinusoidal para asegurarse de que sigue sin recortarse. Si está recortada, baje el nivel de entrada hasta que deje de estarlo. Si no está recortada, **podría considerar** subirla hasta justo antes del recorte. A continuación, dirija su atención al nivel de salida y empiece a aumentarlo hasta justo antes de que la forma de onda se corte. Repita este procedimiento para cada uno de los procesadores de la ruta. Ajuste la entrada en la posición más baja antes de la saturación y la salida en la posición más alta antes de la saturación.

## Si se ajusta de esta manera, estos serán los resultados:

- 1) Todos los procesadores alcanzarán juntos su máximo potencial, sin recortes.
- 2) El ruido del sistema (siseo) se reducirá al mínimo.
- 3) Podrá sobrecargar ligeramente el sistema sin problemas audibles.

Afortunadamente, la mayoría de los procesadores tendrán indicadores que mostrarán cuándo la señal está alcanzando los límites. Esto puede permitirle establecer niveles haciendo unas pocas suposiciones.

La mayoría de las unidades fuente no sufrirán recortes al 75 % del nivel máximo (suposición n.º 1). La mayoría de los equipos de audio de calidad tienen indicadores que suelen señalar con precisión cuándo están alcanzando los niveles máximos (suposición n.º 2). A la mayoría de las personas no les gustará tener una señal de audio sin recortar a lo largo de toda la ruta de audio (suposición n.º 3), tiende a sonar por debajo de lo que la mayoría esperaría.

Si le parecen bien estas suposiciones, el nuevo procedimiento es el siguiente:

- 1) Ajuste la posición del volumen de la fuente al 75 % del máximo.
- 2) Suba todos los ajustes de entrada a la posición más alta antes de que haya recortes (usando las luces como guía).
- 3) Suba los ajustes de salida a la posición más alta antes de que haya recortes (usando las luces como guía).

Utilizando cualquiera de los dos procedimientos, si encuentra que el ruido del sistema (siseo) es demasiado notorio, puede bajar el nivel de entrada de cada procesador y volver a revisar los ajustes de salida en cada paso. Si se sigue percibiendo un silbido desagradable, es posible que se trate de un procesador ruidoso.

Este concepto puede continuar hasta el amplificador. Por supuesto, muchos amplificadores no tendrán luces que indiquen cuándo están al máximo (entrada o salida), así que tendremos que sacar el osciloscopio o encontrar otra forma. Afortunadamente, hay otra manera, pero habrá que aceptar las suposiciones que mencionábamos. Además de las suposiciones ya mencionadas, la suposición n.º 4 es que la impedancia nominal de los altavoces es lo suficientemente cercana para utilizar la ecuación de potencia, en este caso: potencia = voltaje al cuadrado dividido por la resistencia (“impedancia nominal”).

Hay que hacer unos pocos cálculos, pero nada del otro mundo. El funcionamiento de este método se remonta a la ley de Ohm (voltaje al cuadrado dividido por la resistencia). Ahora bien, técnicamente la resistencia se refiere a elementos de un circuito de CC (corriente continua) y cuando trabajamos con señales de audio, estamos tratando con CA (corriente alterna). No es una diferencia insignificante, por supuesto, pero para nuestros propósitos, podemos ignorar la diferencia y utilizar la fórmula de una forma ligeramente diferente (el voltaje es igual a la raíz cuadrada de la potencia por la resistencia) para encontrar un voltaje que sería igual a la potencia nominal de un amplificador. Un ejemplo ayudará a demostrarlo.

### Ejemplo:

Disponemos de un amplificador con una potencia nominal de 600 vatios en una carga de 2 ohmios. Utilizando nuestra fórmula, encontramos:

$$\begin{aligned}\text{voltaje} &= \sqrt{(\text{potencia} \times \text{resistencia})} \\ \text{voltaje} &= \sqrt{(600 \times 2)} \\ \text{voltaje} &= \sqrt{1200} \\ \text{voltaje} &= 34,64 \text{ V}\end{aligned}$$

Bien, ahora ya tenemos un objetivo. Si desconectara los cables de los altavoces y enviara una onda sinusoidal limpia a nuestro amplificador como se ha descrito anteriormente, puede ajustar la sensibilidad de entrada hasta que veamos, en este ejemplo, 34,6 voltios (CA) en nuestro medidor en las salidas del amplificador.

Aquí tiene una tabla que muestra los voltajes objetivo para algunos niveles de potencia habituales. Esto nos lleva a otra suposición: que la potencia nominal de los amplificadores es realmente la que se afirma (suposición n.º 5, para los que lleven la cuenta).

Guía de voltaje normal (utilice ondas sinusoidales de escala completa)					
Potencia (vatios)	4 $\Omega$	3 $\Omega$	2 $\Omega$	1,5 $\Omega$	1 $\Omega$
25	10,0	8,7	7,1	6,2	5,0
50	14,2	12,3	10,0	8,7	7,1
75	17,4	15,0	12,3	10,7	8,7
100	20,0	17,4	14,2	12,3	10,0
125	22,4	19,4	15,9	13,7	11,2
150	24,5	21,3	17,4	15,0	12,3
175	26,5	23,0	18,8	16,3	13,3
200	28,3	24,5	20,0	17,4	14,2
250	31,7	27,4	22,4	19,4	15,9
300	34,7	30,0	24,5	21,3	17,4
350	37,5	32,5	26,5	23,0	18,8
400	40,0	34,7	28,3	24,5	20,0
450	42,5	36,8	30,0	26,0	21,3
500	44,8	38,8	31,7	27,4	22,4
600	49,0	42,5	34,7	30,0	24,5
700	53,0	45,9	37,5	32,5	26,5
800	56,6	49,0	40,0	34,7	28,3
900	60,0	52,0	42,5	36,8	30,0
1000	63,3	54,8	44,8	38,8	31,7
1,100	66,4	57,5	47,0	40,7	33,2
1200	69,3	60,0	49,0	42,5	34,7
1300	72,2	62,5	51,0	44,2	36,1
1400	74,9	64,9	53,0	45,9	37,5
1500	77,5	67,1	54,8	47,5	38,8
2000	89,5	77,5	63,3	54,8	44,8

### Tabla de voltajes objetivos

Lo bueno de este método es que ni siquiera necesita saber cuál es el voltaje en las entradas. Nunca. Solo sería importante si tuviéramos que solucionar un problema con el sistema, pero para el ajuste del nivel, este método no requiere que lo mida en absoluto. De hecho, ¡este es un buen momento para hablar de lo útil que le puede resultar una señal óptica!

### Señales de audio digital óptico:

Si puede utilizar una señal óptica (normalmente mediante un cable TOSLINK) en lugar de una señal analógica (cables RCA) para su entrada, ¡ya no tendrá que preocuparse en absoluto de ajustar los niveles de entrada! Si su procesador tiene una salida óptica, no tendrá que preocuparse de nada de esto de ajustar el nivel hasta que llegue al amplificador.

La señal S/PDIF que se transmite por los cables TOSLINK es un flujo digital normalizado que se considera “a escala completa”, lo que significa que es igual a una señal máxima antes del recorte. Una cosa a tener en cuenta cuando utilice la señal digital: no tiene la posibilidad de sobredimensionar la entrada como podría hacerlo en las entradas analógicas. Esto puede dar lugar a una suposición engañosa e inexacta de que el sistema tiene “menos salida”. En realidad lo que tiene es menos recorte, menos distorsión y menos ruido.

Guía de voltajes objetivos FiX® (utilice la pista de calibración)					
Potencia (vatios)	4 Ω	3 Ω	2 Ω	1,5 Ω	1 Ω
25	2,5	2,2	1,8	1,6	1,3
50	3,6	3,1	2,5	2,2	1,8
75	4,4	3,8	3,1	2,7	2,2
100	5,0	4,4	3,6	3,1	2,5
125	5,6	4,9	4,0	3,4	2,8
150	6,1	5,3	4,4	3,8	3,1
175	6,6	5,8	4,7	4,1	3,3
200	7,1	6,1	5,0	4,4	3,6
250	7,9	6,9	5,6	4,9	4,0
300	8,7	7,5	6,1	5,3	4,4
350	9,4	8,1	6,6	5,8	4,7
400	10,0	8,7	7,1	6,1	5,0
450	10,6	9,2	7,5	6,5	5,3
500	11,2	9,7	7,9	6,9	5,6
600	12,3	10,6	8,7	7,5	6,1
700	13,3	11,5	9,4	8,1	6,6
800	14,2	12,3	10,0	8,7	7,1
900	15,0	13,0	10,6	9,2	7,5
1000	15,8	13,7	11,2	9,7	7,9
1100	16,6	14,4	11,8	10,2	8,3
1200	17,3	15,0	12,3	10,6	8,7
1300	18,1	15,6	12,8	11,1	9,0
1400	18,7	16,2	13,3	11,5	9,4
1500	19,4	16,8	13,7	11,9	9,7
2000	22,4	19,4	15,8	13,7	11,2

## PARA DISTRIBUIDORES DE JL AUDIO

### 1) Procesadores de integración FiX® OEM

Durante el proceso de calibración, el procesador FiX® ajusta automáticamente los niveles de entrada y salida. Esto se hace utilizando la pista de calibración, y utiliza una lógica diseñada para permitir al usuario ajustar los controles de tono (graves, agudos, etc.), sin preocuparse de sobrecargar las entradas (o las salidas). En consecuencia, puede utilizar la tabla de esta página **SOLO** cuando utilice un procesador FiX®.

### 2) Amplificadores VXi / MVi

Estos amplificadores no solo tienen indicadores para ajustar la sensibilidad de entrada, sino que también cuentan con indicadores para ajustar los niveles de salida. Esto simplifica aún más el método de ajuste de los niveles, aunque se basa exactamente en el mismo proceso.

#### Ajuste de la sensibilidad de entrada en un VXi / MVi:

- 1) Reproduzca una onda sinusoidal no atenuada al 75 % del volumen máximo en la unidad fuente.
- 2) Inicie el software TüN® y configure las conexiones de entrada en la pestaña "Setup" ("Configuración"). A continuación, haga clic en el símbolo " en el panel "Inputs" ("Entradas"). Esto abre los controles de ajuste de la sensibilidad de entrada.
- 3) Suba cada "nivel de entrada" (lentamente) hasta que vea que el indicador se vuelve rojo; entonces, baje a un número menos. La sensibilidad de entrada está lista.

- Cuando utilice las salidas analógicas de un procesador FiX® para alimentar una entrada VXi / MVi, todavía es más fácil: solo tiene que ajustar la sensibilidad de entrada en "7".
- Si está utilizando una entrada digital al VXi, no hay ajuste de sensibilidad de entrada. El nivel digital es conocido y, por lo tanto, está ya preestablecido.

Después de ajustar la sensibilidad de entrada, pasará por el proceso normal de sintonización. Esto incluirá sin duda el ajuste de los controles de recorte de los niveles de salida entre sí, para que el sistema esté equilibrado (los tweeters no suenan demasiado fuerte en comparación con los medios, los niveles izquierdo/derecho están ajustados, etc.). Una vez que haya terminado la sintonización, podrá maximizar los niveles de salida.

#### Maximización de los niveles de salida del VXi / MVi:

- 1) Ajuste el nivel de volumen de la fuente al 75 % y reproduzca música exigente.
- 2) Haga clic en el cuadro de enlace de la parte superior del panel "Outputs" ("Salidas") para enlazar todos los controles de recorte del nivel de salida.
- 3) Usando las flechas hacia arriba, ya sea en la interfaz o en el teclado, aumente todos los controles de recorte del nivel de salida a la vez hasta que alguno de los indicadores de nivel de salida se ponga rojo o alcance el nivel máximo (lo que ocurra primero).





# Conclusiones:

Hemos tratado muchos temas en esta capacitación y esperamos que la información le resulte útil.

Lo que ha aprendido en esta capacitación debería ayudar a tomar mejores decisiones que den como resultado sistemas con un sonido y confiabilidad excelentes para sus clientes y también para usted. Si hay algo que debe tener muy presente es que el proceso de adecuar los sistemas de amplificación a los sistemas de altavoces y luego ajustarlos correctamente requiere una cuidadosa reflexión.

Además de aprender conceptos básicos de acústica y electricidad, hemos tratado muchos puntos muy prácticos que deberían ser útiles en el día a día:

- Que la potencia del amplificador debe considerarse cuidadosamente en relación con el sistema de carga del vehículo o embarcación y lo que puede hacerse para mejorar un sistema de carga.
- Que la distribución de la potencia entre los sistemas de subwoofer y satélites es fundamental para conseguir un buen sonido.
- Que la potencia de amplificación que en realidad se observa en los altavoces depende de la música y de los hábitos del oyente.
- Que ajustar correctamente las sensibilidades de entrada del amplificador es esencial para obtener un buen sonido y confiabilidad.
- Que vender a un cliente más potencia de la recomendada solo creará problemas y no quedará satisfecho.

Pero, lo más importante, ha aprendido por qué estas cosas son ciertas. Esto le permitirá comunicar eficazmente sus recomendaciones a sus clientes y compañeros de trabajo.

Es importante darse cuenta de que el contenido de esta capacitación solo se introduce brevemente en cada uno de los temas vistos. Existe información mucho más detallada que ahora le resultará más fácil de digerir porque ha aprendido los conceptos básicos. Le animamos a que busque información más detallada sobre estos temas y estaremos encantados de proporcionar orientación en la dirección correcta... solo tiene que llamarnos o enviarnos un correo electrónico.

Gracias por haber completado este breve curso de audio.

# Glosario

**Alta frecuencia (High Frequency):**

Se refiere a las frecuencias de radio en la banda de 3-30 MHz. En audio suele referirse a las frecuencias en la banda de 5-20 kHz.

**Amperio (I) (Amperes):** Unidad de medida de la corriente. Un amperio de corriente que fluye son 6 240 000 000 000 000 electrones libres que pasan por un punto concreto cada segundo. Su símbolo es A.

**Amplificación (Amplification):**

Un aumento del nivel, la amplitud o la magnitud de la señal.

**Amplitud (Amplitude):** Medida de la cantidad de señal contenida en una señal alterna. La amplitud suele expresarse en voltios (V) o decibelios (dB).

**Amplitud de pico (Peak Amplitude):**

También puede denominarse "voltaje de pico", y es el punto más alto de una onda medida.

**Analizador de tiempo real (RTA)**

**(Real Time Analyzer):** Dispositivo de audio profesional que mide y muestra el espectro de frecuencias de una señal de audio. A menudo se utiliza para ver la ecualización de un sistema de audio y poder ajustarlo.

**Analógica (Analog):** Señal eléctrica en la que la frecuencia y el nivel varían continuamente en relación directa con las ondas sonoras acústicas originales. Analógico también puede referirse a un control o circuito que cambia continuamente el nivel de una señal en relación directa con el ajuste del control.

**Ancho de banda (Bandwidth):** Se refiere al "espacio" en la respuesta en frecuencia de un dispositivo a través del cual pueden pasar las señales de audio o datos.

**Aperiódica (Aperiodic):** Son las ondas que no se repiten en un intervalo de tiempo fijo y no producen un tono fundamental. El ruido aleatorio es un ejemplo de señal aperiódica.

**Armónico (Harmonic):** Sobretonos y subtonos que definen la diferencia acústica entre dos sonidos con la misma frecuencia fundamental.

**Atenuar (Attenuate):**

Disminuir la cantidad de fuerza, magnitud o valor de algo.

**Baffle infinito (Infinite Baffle):** Caja lo suficientemente grande como para que el aire detrás del altavoz no afecte a su rendimiento. En teoría, la caja tendría que ser infinitamente grande, pero en la práctica, un volumen tres veces el Vas del altavoz funciona bien.

**Baja frecuencia (Low Frequency):**

Se refiere a las frecuencias de radio en la banda de 30-300 kHz. En audio suele referirse a las frecuencias en la banda de 40- 160 Hz.

**Bajos (Bass):** La gama baja de frecuencias de audio, considerada normalmente por debajo de 125 Hz.

**Banda de tope (Stopband):** El rango o rangos de frecuencias fuera de la banda pasante (véase "banda pasante" más arriba).

**Banda pasante (Passband):** Gama de frecuencias que deja pasar uniformemente un filtro. Queda definida por dos frecuencias.

**Bobina de voz (Voice Coil):** Bobina de cable que toma la energía eléctrica procedente del amplificador y la convierte en energía acústica o movimiento mecánico.

**CA (corriente alterna) (AC - Alternating Current):** Energía que alterna de un lado a otro con una frecuencia determinada. La frecuencia se mide en hercios (Hz).

**Caída de voltaje (Voltage Drop):** Cantidad de energía consumida cuando un dispositivo tiene resistencia en su circuito. El voltaje (E) medido a través de una resistencia (R) que transporta una corriente (I).  $E = I \times R$ . Véase también "voltio".

**Caja con suspensión acústica (Acoustic-Suspension Enclosure):**

Un tipo de caja en el que la caja está completamente sellada. El aire atrapado en su interior se comprime y enrarece con el movimiento de los altavoces y ayuda a su suspensión. Véase también "caja con suspensión neumática" y "caja sellada".

**Caja con suspensión neumática**

**(Air-Suspension Enclosure):** Una caja sellada en la que el volumen de aire del interior de la caja ayuda a que las suspensiones de los altavoces (así como el motor) devuelvan el altavoz a su posición central. Véase también "caja con suspensión acústica" y "caja sellada".

**Caja con ventana (Ported Enclosure):**

Tipo de caja que utiliza una ventana para acoplar la energía de la parte trasera del altavoz con la energía de la parte delantera. Véase también "caja reflectora de bajos".

**Caja pasabanda (Bandpass Enclosure):**

Un tipo de caja en el que toda la salida procede de una ventana o varias. Véase también "pasabanda de doble reflejo", "pasabanda sintonizado en serie" y "pasabanda de reflejo único".

**Caja reflectora de bajos (bass-reflex)**

**(Bass-Reflex Enclosure):** Término utilizado para describir una caja que tiene una ventana o resonador que ayuda a la salida del altavoz. Véase también "caja con ventana".

**Caja sellada (Sealed Enclosure):**

Un tipo de caja en la que el aire, atrapado en el interior de la caja por estar completamente sellada, afecta al movimiento del altavoz y, por tanto, a su rendimiento. Véase también "caja con suspensión neumática" y "caja con suspensión acústica".

**Cajas con ventana (Vented Enclosures):**

Un tipo de caja que utiliza una ventana (resonador) para acoplar la energía de la parte trasera de un altavoz con la energía de la parte delantera. Véase también "caja reflectora de bajos".

**Calibre (Gauge):** Tamaño (grosor) de un cable. Comúnmente visto para cable de alimentación y cable de altavoz/señal en audio de auto.

**Característica resonante (Resonant**

**Characteristic):** Frecuencia a la que resuena algo. Todo tiene resonancia y, en el caso de una caja con ventana, esta resonancia se utiliza para ayudar a la salida de los altavoces.

**Carga (Load):** Cualquier componente eléctrico que esté conectado a un circuito y que consuma electricidad.

**CC (corriente continua) (DC -**

**Direct Current):** Flujo de electrones que viaja en un solo sentido.

**Chasis monocasco (Uni-Body**

**Chassis):** Diseño de chasis de vehículo en el que el bastidor y la cavidad de la carrocería principal están integrados en una única estructura. Para más información, véase "tierra".

**Circuito (Circuit):** Una trayectoria circular cerrada por la que fluye la corriente desde una fuente de energía, a través de diversos componentes, y de vuelta a la fuente de energía.

**Circuito en paralelo (Parallel Circuit):**

Circuito con múltiples caminos por los que circula la corriente. Los circuitos en paralelo tienen la misma diferencia de potencial (voltaje) en sus extremos.

**Circuito en serie (Series Circuit):**

Circuito en el que las resistencias están conectadas en línea recta (como una cadena) y solo permiten la existencia de una vía de corriente. La corriente en un circuito en serie pasa por todos los componentes del circuito. Por lo tanto, por todos los componentes de un circuito en serie pasa la misma corriente.

**Circuito en serie-paralelo (Series-Parallel Circuit):** Un circuito en el que hay resistencias tanto en serie como en paralelo.

**Condensador (Capacitor):**

Componente eléctrico pasivo de dos terminales utilizado para almacenar temporalmente energía eléctrica en un campo eléctrico. Los condensadores se utilizan ampliamente en los circuitos electrónicos para bloquear corriente continua (CC) permitiendo el paso de corriente alterna (CA).

**Convertidor de salida de línea (LOC) (Line Output Converter):** Dispositivo utilizado para convertir una señal de nivel alto (altavoz) en una señal de nivel bajo (línea) disminuyendo el voltaje. A menudo se necesita para integrar un amplificador posventa a una unidad principal de fábrica con cables RCA.

**Corriente (I) (Current):** Movimiento o "flujo" de electrones libres a través de un conductor; se mide en unidades llamadas amperios (símbolo: A).

**Cortocircuito (Short Circuit):** Condición que se produce cuando se crea una conexión entre los polos positivo y negativo de una batería, fuente de alimentación o circuito. Un cortocircuito puenteará toda la resistencia que haya en un circuito y hará que no funcione.

**Decibelio (dB) (Decibel):** Unidad logarítmica utilizada para expresar la relación entre dos valores de una magnitud física, a menudo la potencia o la intensidad.

**Desplazamiento de fase (Phase Shift):** Interacción de frecuencias en la región de cruce de los filtros de cruce pasivos que puede hacer que algunas frecuencias se retrasen con respecto a otras.

**Distorsión (Distortion):** Sonido modificado o cambiado de alguna manera. En un altavoz, la distorsión se produce por varios factores, muchos de los cuales están relacionados con una mala construcción. El roce de la bobina de voz (provocado por la sobrecarga) es la causa más común de distorsión.

**Disyuntor (Circuit Breaker):**

Dispositivo electromecánico diseñado para interrumpir rápidamente la conexión eléctrica en caso de que se produzca un cortocircuito o una sobrecarga. Un disyuntor es similar a un fusible, salvo que se restablece solo o puede restablecerse manualmente, y vuelve a conducir la electricidad.

**Ecuador gráfico (Graphic Equalizer):** Ecuador con frecuencias predefinidas en las que el usuario puede realizar cambios de amplitud (realzar o cortar).

**Ecuador paramétrico (Parametric Equalizer):** Ecuador que permite al usuario elegir la frecuencia para realizar cambios en la amplitud (realce o corte), así como el ancho de banda ("Q") del cambio de amplitud.

**Eficacia (Efficiency):** Medida de la capacidad de un altavoz o amplificador para convertir la potencia de entrada en potencia de salida (trabajo). Fórmula:  $\text{eficacia} = (\text{potencia de salida} / \text{potencia de entrada}) \times 100$ . La eficacia siempre se expresa en porcentajes.

**Electroimán (Electromagnet):** Gran bobina de cable que se convierte en imán cuando circula corriente a través de ella.

**Electromagnetismo**

**(Electromagnetism):** Uso de la electricidad para crear un campo magnético controlado, con los polos (norte y sur) determinados por el flujo de corriente.

**Energía acústica (Acoustical Energy):** Energía formada por ondas fluctuantes de presión llamadas ondas sonoras.

**Factor de cresta (Crest Factor):** Medida de una forma de onda, como la corriente alterna o el sonido, que muestra la relación entre los valores de pico y el valor eficaz. El factor de cresta es igual a la amplitud de pico de la forma de onda dividida por el valor eficaz de la forma de onda.

**Fase (Phase):** Medida de tiempo en grados en la que 360 grados equivalen a un ciclo. La fase está relacionada con la frecuencia.

**Filtro de cruce (Crossover):** Divide la señal de audio en bandas de frecuencia separadas que pueden dirigirse por separado a altavoces optimizados para esas bandas. Los filtros de cruce suelen tener una configuración pasiva o activa.

**Filtro de cruce pasivo (Passive Crossover):** Circuito eléctrico formado por condensadores, inductores y resistencias diseñado para separar una señal de audio en grupos específicos de altavoces.

**Filtro de paso alto (High Pass Filter):**

Red de componentes que atenúan todas las frecuencias por debajo de una frecuencia específica determinada por el diseñador. Las frecuencias que están por encima de la frecuencia de corte pasan sin verse afectadas.

**Filtro de paso bajo (Low Pass Filter):**

Red de componentes que atenúan todas las frecuencias por encima de una frecuencia específica seleccionada por el diseñador. Las frecuencias que están por debajo de la frecuencia de corte pasan sin verse afectadas.

**Filtro pasabanda (Bandpass Filter):**

Dispositivo que incorpora tanto un filtro de paso alto como uno de paso bajo para limitar y atenuar ambos extremos de la gama de frecuencias.

**Flexibilidad (Compliance):** Es el recíproco o inverso de la rigidez. Cuanto mayor sea la flexibilidad, menor será la rigidez.

**Forma de onda (Waveform):** Aspecto visual de una onda, normalmente vista en un osciloscopio.

**Frecuencia (Frequency):** Término de la física que se refiere a un número de vibraciones o ciclos que se producen en un tiempo determinado.

**Frecuencia de sintonización (Tuning Frequency):** La frecuencia a la que resuena una ventana.

**Función de transferencia (Transfer Function):** Cambio en el extremo inferior de un sistema de baja frecuencia provocado por la carga del dispositivo en el habitáculo de un vehículo.

**Hercio (Hz) (Hertz):** Unidad de frecuencia en ciclos por segundo.

**Imagen auditiva (Imaging):** Amplitud y definición de un escenario sonoro. Debe parecer que los instrumentos proceden de sus posiciones correctas, en relación con la grabación.

**Imán (Magnet):** Dispositivo que puede atraer o repeler trozos de hierro u otro material magnético. Los imanes de los altavoces proporcionan un campo magnético estacionario de modo que cuando la bobina produce energía magnética, esta es repelida o atraída por el imán estacionario.

**Impedancia (audio) (Impedance):** Medida de la resistencia a la corriente de audio de la bobina de voz del altavoz. Véase también "impedancia nominal".

**Impedancia (eléctrica) (Impedance):** Oposición resistiva dinámica que ofrece un dispositivo o circuito al flujo de corriente alterna (CA).

**Impedancia nominal (Nominal Impedance):** Impedancia mínima que un altavoz presenta a un amplificador, directamente relacionada con la potencia aplicada al altavoz. La impedancia real varía con la frecuencia aplicada.

**Inductor:** Componente eléctrico en el que la impedancia aumenta a medida que lo hace la frecuencia de la corriente alterna; las que se utilizan en los filtros de cruce pasivos también se conocen como “bobinas”.

**Infrasónico (Infrasonic):** Se refiere a los sonidos o señales cuyas frecuencias están por debajo del rango de audición humano normal, generalmente considerado como 20 Hz.

**Isobárico/Isobarik (Isobaric/Isobarik):** “Presión constante”. Técnica de montaje en la que se utilizan dos woofers juntos como una sola unidad. El resultado es una recomendación de cajas que acaba siendo la mitad de lo que necesitaría un solo altavoz.

**Julio (Joule):** Unidad de energía eléctrica igual al trabajo realizado cuando una corriente de un amperio atraviesa una resistencia de un ohmio durante un segundo.

**Ley de Ohm (Ohm’s Law):** Fórmula de la relación entre corriente, voltaje y resistencia. En ella,  $I$  = corriente,  $E$  = voltaje y  $R$  = resistencia.  $I = E / R$ ,  $E = I \times R$  y  $R = E / I$

**Ley de Watt (Watt’s Law):** Similar a la ley de Ohm, demuestra las relaciones entre el voltaje ( $E$ ) y la corriente ( $I$ ) para representar una cantidad de potencia ( $P$ ). Con la fórmula de la ley de Watt, conociendo dos elementos se puede calcular matemáticamente el tercer elemento.  $P = E \times I$ ,  $P = I^2 \times R$  y  $P = E^2 / R$

**Longitud de onda (Wavelength):** Longitud de la distancia que recorre un solo ciclo u onda sonora.

**Nivel de presión sonora (SPL):** La presión sonora o acústica es la desviación local de la presión respecto a la presión atmosférica ambiente (promedio o de equilibrio) provocada por una onda sonora. En el aire, la presión sonora puede medirse con un micrófono. Los cambios en el nivel de presión sonora (SPL) se miden en decibelios.

**Octava (Octave):** Una variación de la frecuencia a la mitad o al doble de esta. Por ejemplo, 40 hercios está una octava más alta que 20 hercios. 5000 hercios está una octava más baja que 10 000 hercios.

**Ohmio (Ohm):** La unidad de medida de la resistencia eléctrica.

**Onda (Wave):** Oscilación individual producida en la materia (por ejemplo, una onda sonora). Las ondas se desplazan hacia el exterior desde un punto de perturbación, se propagan a través de un medio y se debilitan a medida que viajan más lejos. El movimiento ondulatorio está asociado a la vibración mecánica, el sonido, el calor, la luz, etc.

**Onda cuadrada (Square Wave):** Forma de onda periódica no sinusoidal en la que la amplitud alterna con una frecuencia constante entre valores mínimos y máximos fijos, con la misma duración en el mínimo y en el máximo.

**Onda sinusoidal (Sine Wave):** También llamada “onda senoidal”, es una curva matemática que describe una suave oscilación repetitiva.

**Ondas sonoras (Sound Waves):** Ondas fluctuantes de presión que viajan a través de un medio físico como el aire. Una onda acústica consiste en una vibración de compresiones y rarefacciones alternas que se desplaza, y por la que el sonido se transmite, a través del aire u otros medios.

**Osciloscopio (Oscilloscope):** Tipo de instrumento de prueba electrónico que permite la observación de voltajes de señal que varían constantemente, normalmente como un gráfico bidimensional de una o más señales en función del tiempo.

**Pasabanda de doble reflejo (Dual-Reflex Bandpass):** Un tipo de caja pasabanda que tiene cámaras delantera y trasera con ventana.

**Pasabanda de reflejo único (Single-Reflex Bandpass):** Un tipo de caja pasabanda que tiene una sección sellada y una sección con ventana. Toda la energía del sistema llega a través de la ventana o ventanas de la sección con ventana.

**Pasabanda sintonizado en serie (Series-Tuned Bandpass):** Un tipo de caja pasabanda que tiene una sección trasera con un altavoz y una ventana que conecta con una segunda cámara con ventana. La salida de la caja procede de la segunda cámara con ventana.

**Periodo (Period):** Cantidad de tiempo necesaria para completar un solo ciclo de una onda sonora.

**Periódico (Periodic):** Son periódicas las ondas que repiten la misma forma de onda una y otra vez y producen un tono fundamental. Las ondas sinusoidales y las ondas cuadradas son señales periódicas.

**Pico (Peak):** Énfasis en una gama de frecuencias no superior a una octava.

**Polaridad (Polarity):** En electricidad, se refiere a la condición de ser positivo o negativo.

**Potencia (P) (Power):** La cantidad de energía (en julios) que un dispositivo suministra o consume dividida por el tiempo (en segundos) que el aparato está funcionando.

**Potencia mecánica máxima (Mechanical Power Handling):** Cantidad de potencia que puede soportar un altavoz antes de alcanzar sus limitaciones mecánicas en movimiento.

**Potencia térmica máxima (Thermal Power Handling):** Cantidad de calor que puede disipar un altavoz sin que su rendimiento se vea significativamente afectado o llegue a fallar por completo.

**Potencial (Potential):** Carga eléctrica que permite realizar trabajo en un circuito. El potencial se denomina comúnmente “voltaje” o “tensión”. Un circuito debe tener un potencial eléctrico para que fluyan los electrones.

**Potenciómetro (Potentiometer):** Resistencia variable fabricada con carbono o con material enrollado en cable que atenúa (añade resistencia) a una señal. A menudo se utiliza para ajustar la sensibilidad de entrada de un amplificador.

**Preamplificador (Pre-amp):** Unidad de circuito que toma una pequeña señal y la amplifica lo suficiente como para introducirla en el amplificador de potencia para que se pueda amplificar más. Un preamplificador incluye todos los controles para regular el tono, el volumen y el balance de canales.

**Puentear (Bridging):** Al puentear se combinan los canales izquierdo y derecho de un amplificador en un único canal mono L y R más potente. Es habitual puentear cuando se utiliza un amplificador para una aplicación de subwoofer.

**Puesta en escena (Staging):** Precisión con la que un sistema de audio convierte la información audible sobre el tamaño, la forma y las características acústicas del espacio de grabación original y la colocación de los artistas en él.

**Qtc:** Medida de un altavoz y su caja trabajando juntos como uno solo. Cuando se aplica al diseño de cajas, en particular de cajas selladas, es un indicador de la forma de la respuesta en frecuencia.

**Qts:** Medición del altavoz como motor, teniendo en cuenta todas las pérdidas mecánicas y eléctricas.

**Rango (Range):** Normalmente se describe como gama de frecuencias y es la respuesta en frecuencia de un sistema, más allá de la cual la frecuencia se atenúa por debajo de una tolerancia específica. También, las bandas de frecuencia o bandas con las que un receptor o componente está diseñado para funcionar.

**Rango de saturación (Headroom):** Diferencia entre el nivel más alto de una señal de audio y el nivel máximo que un dispositivo de audio puede manejar sin distorsión perceptible. Un mayor headroom reduce las posibilidades de distorsión no deseada en un sistema de audio.

**Rango dinámico (Dynamic Range):** Diferencia de rango entre los fragmentos más silenciosos y los más fuertes de la selección musical o la señal del programa que se está reproduciendo.

**Recorte (Clipping):** Una forma de distorsión de la forma de onda que se produce cuando un amplificador está sobrecargado e intenta suministrar un voltaje o corriente de salida por encima de su capacidad máxima.

**Relación señal/ruido (Signal-to-Noise Ratio):** La relación señal/ruido indica cuánta señal de audio hay en relación con el ruido, o un umbral de ruido especificado.

**Resistencia (R) (Resistance):** Oposición al flujo de corriente. Una mayor resistencia da lugar a una menor cantidad de flujo de corriente cuando se aplica la misma cantidad de voltaje.

**Resistor:** Componente eléctrico pasivo de dos terminales que implementa la resistencia eléctrica como elemento del circuito. Los resistores actúan para reducir el flujo de corriente y, al mismo tiempo, para bajar los niveles de voltaje dentro de los circuitos. En los circuitos electrónicos, las resistencias se utilizan para limitar el flujo de corriente, ajustar los niveles de señal, polarizar los elementos activos y terminar las líneas de transmisión, entre otros usos.

**Respuesta de frecuencia (Frequency Response):** Término que describe la relación entre la entrada y la salida de un componente con respecto a la frecuencia y la amplitud de la señal.

**Respuesta plana (Flat Response):** Señal de salida en la que las frecuencias fundamentales y los armónicos están en la misma proporción que los de la señal de entrada que se amplifica. Una respuesta en frecuencia plana mostraría una respuesta relativamente igual a todas las frecuencias de punto fijo dentro de un espectro determinado.

**Respuesta transitoria (Transient Response):** Capacidad de un altavoz para seguir la señal que se le envía.

**Roll-off (desplazamiento):** Se refiere a la atenuación de las frecuencias, por encima o por debajo de un punto dado en un estado específico.

**Ruido de fondo (Noise Floor):** Potencia acústica generada por un dispositivo de audio en ausencia de señales de entrada. Generalmente se mide en decibelios.

**Ruido rosa (Pink Noise):** Ruido aleatorio con la misma energía por octava que abarca de 20 Hz a 20 kHz y que suele utilizarse como señal de prueba.

**S/PDIF (Sony/Philips Digital Interface):** Tipo de interconexión de audio digital que puede transmitirse a través de cables coaxiales o cables TOSLINK (véase más adelante). Suele utilizarse con dos canales de audio sin comprimir, pero también puede emplearse para transmitir 5.1 o 7.1 comprimido (sonido envolvente).

**Señal de audio (Audio Signal):** Representación eléctrica de una onda sonora en forma de corriente alterna (AC) o voltaje.

**Sensibilidad (Sensitivity):** Clasificación de un altavoz que indica el nivel de intensidad sonora que produce el altavoz (en dB) a una distancia de un metro cuando recibe un vatio de potencia de entrada.

**Sintonización simétrica (Symmetric Tuning):** Término utilizado para describir la frecuencia de sintonización recomendada de una caja con ventana o una caja pasabanda. Esta frecuencia suele garantizar una respuesta suave y uniforme.

**Sonido (Sound):** Tipo de energía cinética física llamada energía acústica.

**Subwoofer:** Altavoz fabricado específicamente para reproducir frecuencias por debajo de 125 Hz.

**Tierra o masa (Ground):** Término dado a todo lo que tiene un potencial eléctrico de cero. La mayoría de los vehículos modernos están diseñados en torno a un sistema de tierra negativa, siendo el bastidor metálico la tierra del vehículo (eléctricamente también llamado "chasis" o "masa del chasis").

**TOSLINK:** Estilo de conector patentado desarrollado por Toshiba que se utiliza en las conexiones ópticas de los productos de audio digital.

**Transductor (Transducer):** Cualquier dispositivo que convierta la energía de una forma a otra, por ejemplo, de eléctrica a acústica o viceversa. Los altavoces y los micrófonos son dos tipos de transductores.

**Transductor de rango medio (Midrange Driver):** Altavoz diseñado específicamente para reproducir las frecuencias situadas en el centro del ancho de banda audible. La mayor parte de la energía musical reside en la banda de rango medio.

**Transformada rápida de Fourier (FFT) (Fast Fourier Transform):** Muestra el voltaje o la energía presente en cada frecuencia, lo que da como resultado una vista más detallada de una señal que la que proporciona un analizador de tiempo real típico (véase "analizador de tiempo real").

**Tweeter:** Pequeño altavoz o transductor destinado a reproducir altas frecuencias.

**Vas:** Flexibilidad mecánica. Medida en litros o pies cúbicos del volumen de aire que equivale a la flexibilidad de la suspensión total de un altavoz.

**Vataje (Wattage):** Potencia eléctrica.

**Vatio (Watt):** Unidad práctica básica de medida de la potencia eléctrica o acústica.

**Voltaje (E) (Voltage):** Diferencia de energía potencial eléctrica entre dos puntos por unidad de carga eléctrica.

**Voltaje de pico a pico (Peak-to-Peak Voltage):** Diferencia de amplitud entre el voltaje de pico más alto y el voltaje negativo más alto. Es igual al doble del voltaje de pico.

**Voltio (Volt):** Término utilizado para referirse a la propiedad de la presión eléctrica a través de un circuito.

**Volumen (Loudness):** Percepción subjetiva de la presión sonora (nivel de presión sonora).

**Woofers:** Altavoz dinámico de gran tamaño muy adecuado para reproducir frecuencias graves, normalmente de 6 a 18 pulgadas de diámetro cuando se utiliza en aplicaciones de audio para automóviles.

**Xmax:** Distancia que puede desplazarse un altavoz manteniendo constante el número de devanados de la bobina de voz dentro del hueco magnético del altavoz. Se muestra en pulgadas o milímetros en una dirección.



"How we play", "JL Audio" y el logotipo de JL Audio son marcas registradas de JL Audio, Inc. "W7AE", "W6v3", "TW5v2", "TW3v2", "TW1", "W3v3", "W1v3", "W0v3", "WXv2", "H.O. Wedge", "PowerWedge", "ProWedge", "MicroSub", "BassWedge", "NexD", XD, XDv2, XDM, VXi, MX, HD, MHD, TwK®, FIX® y sus respectivos logotipos son marcas comerciales de JL Audio, Inc. Todas las marcas de automoción mencionadas en esta publicación se utilizan solo como referencia y no implican la aprobación de nuestros productos por parte de sus respectivos propietarios.

©2023 JL Audio, Inc. • Para obtener información más detallada, visítenos en línea en [www.jludio.com](http://www.jludio.com). Dado que nuestra política de desarrollo continuo de productos, todas las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.

[www.jludio.com](http://www.jludio.com)

10369 North Commerce Parkway • Miramar, Florida • 33025 • EE. UU.

AUDIO PARA AUTO

AUDIO MARINO

DEPORTES DE MOTOR

AUDIO PARA EL HOGAR