

# Amplificadores

- **Conceptos básicos:**

Los Amplificadores o etapas de potencias tienen como función incrementar la señal entrante en función de obtener una ganancia de tensión y por ende de corriente, que será luego traducida en una ganancia de presión sonora gracias a los parlantes. El proceso básico de amplificar consiste en tomar la señal de 50Hz alterna de la red eléctrica, rectificarla a una señal continua y modularla con una pequeña señal de audio (alterna) que es la señal entrante. El punto está entonces en lograr la mayor efectividad y calidad de "modulación", manteniendo la integridad de la señal original.

Las unidades de potencia son equipos en general de gran robustez eléctrica y fácil manejo; no traen demasiados controles, y con un criterio simplista podríamos afirmar que no modifican en demasía las características de la señal. Se podría aceptar que pertenecen al segmento de la cadena de audio que menos problemas traen respecto al tratamiento de la señal; claro está, que cuando comienzan las exigencias, se puede observar diferencias claras entre un equipo bien diseñado y el que no lo está.

No obstante esto debemos conocer cuáles son sus características para que podamos enlazar correctamente al amplificador con los sistemas de parlantes, ya que estos trabajan íntimamente asociados y un mal uso puede acarrear roturas en cualquiera de las dos partes, como así también un mal gasto de potencia y entonces de dinero.

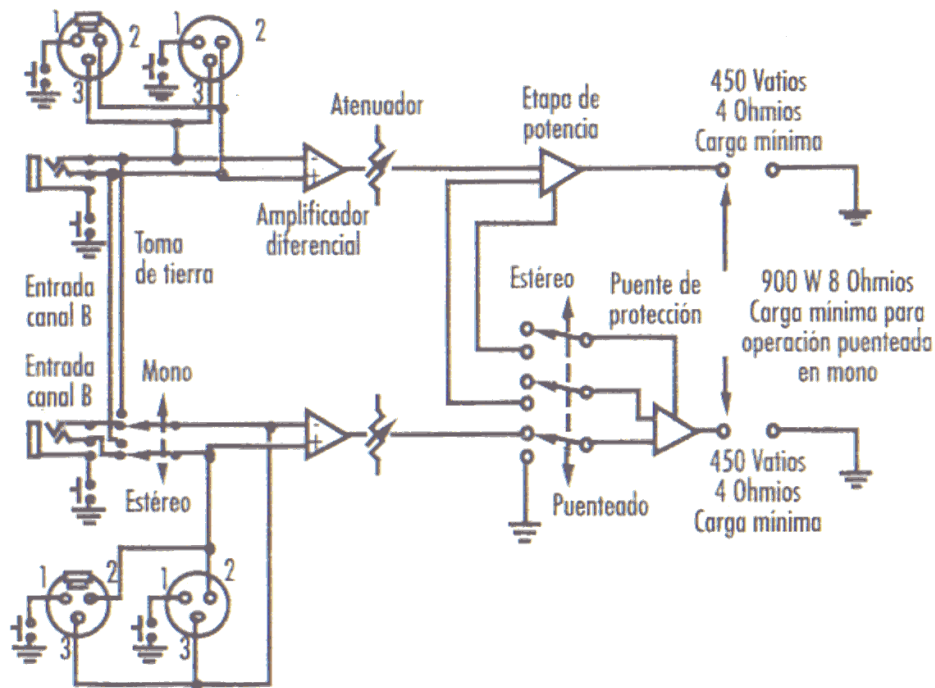
- **Etapas de entrada**

Las unidades de potencias profesionales vienen compuestas en realidad por dos etapas de potencias, esto quiere decir que dentro del gabinete del amplificador tenemos dos etapas similares, las cuales pueden o no ser independientes de acuerdo a una utilización estéreo, mono, o puente. En general, los amplificadores de dos canales de uso profesional funcionan por defecto en modo **estéreo** (en inglés, *stereo*). Es decir, cada canal de amplificador recibe señal de su conector de entrada y envía la misma con mayor nivel a su correspondiente conector de salida.

A menudo se requiere que los dos canales lleven la misma señal. Esto lo conseguimos poniendo las entradas de los canales en paralelo. Para ello podemos hacer un cable tipo "Y" (i griega) en la que salimos de la fuente de señal (por ejemplo, un mezclador) y llegamos a ambos canales. Otra manera de hacer lo mismo es, si el amplificador dispone de más de un conector de entrada, llevar la señal de un canal a otro del amplificador utilizando un cable corto que "sale" del conector libre de un canal y entra en un conector del otro. Es habitual que los amplificadores nos simplifiquen la tarea de utilizar cableados extras o fichas "y". Para ello proporcionan un conmutador que activa el modo **paralelo** (en inglés,

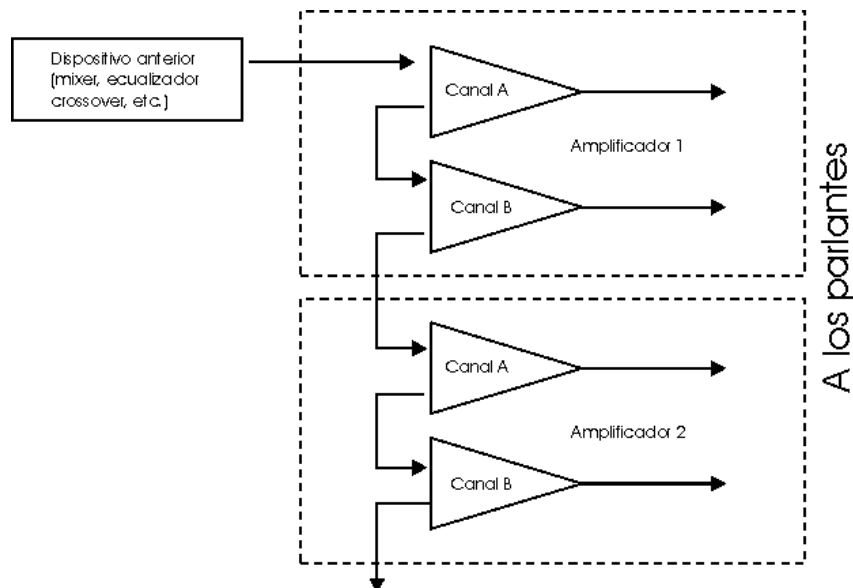
*parallel*) o **mono** que simplemente nos ponen en paralelo los dos canales del amplificador para que lleven la misma señal de entrada. Normalmente, el seleccionar el modo paralelo/mono, el amplificador toma la señal del canal 1 o A y se desconecta la entrada del canal 2. Dependiendo del modelo de amplificador, cada canal seguirá manteniendo su control de volumen, o bien el canal 1 controlará el nivel de señal que va a los amplificadores de ambos canales. Algo parecido ocurre si queremos usar un amplificador en modo **punteo** (en inglés, *bridge*), utilizando los dos canales del amplificador como un solo canal más potente. Para ello necesitamos llevar la misma señal a ambos canales, excepto por que el canal 2 deberá llevar polaridad opuesta al canal 1. Luego sacaremos la señal de potencia conectando a los dos terminales positivos de salida de potencia hacia los altavoces (parlantes). Para evitarnos la complicación del cableado, y al igual que ocurría con el modo paralelo, es común que muchos amplificadores que disponen de la opción de uso en modo puente, proporcionen un conmutador que permite activar el modo puente entrando solamente al canal 1. Dependiendo del modelo de amplificador, cada canal seguirá manteniendo su control de volumen, por lo que deberemos utilizar el amplificador siempre con los dos volúmenes al máximo. O bien de lo contrario el canal 1 controlará el nivel de señal que va a los amplificadores de ambos canales, de forma que podemos utilizar el control de volumen del canal 1 como el control de nivel de lo que es ahora un único amplificador.

*Nota: En cualquier caso conviene tener en cuenta que estos conmutadores de modo que proporcionan muchos amplificadores sólo son una forma cómoda de hacer lo mismo que podríamos hacer con cableado.*



Dada la opción de utilizar varios amplificadores con una sola señal de entrada, debemos saber que esto tiene un límite, y está relacionada con la impedancia de entrada de salida del equipo previo al amplificador (master out del mezclador por ejemplo) y con la impedancia de entrada del mismo. Debemos recordar que en una conexión en paralelo la tensión no varía, pero la corriente disminuye con cada resistencia que se agrega de acuerdo a la ley de Kirchoff. Por lo tanto cada amplificador que posee una resistencia a la entrada (impedancia  $Z$ ) recibiría cada vez menos corriente señal hasta que llegaría un punto que no podría funcionar. Para esto tenemos que no se recomienda conectar más de 8 entradas en paralelo.

A efectos de hacer un cálculo más exacto podemos decir que el número máximo de entradas que se pueden conectar esta dado por la siguiente formula:



*Nota: Debemos recordar que dependiendo de la polaridad de entrada que tengamos en el amplificador, será la polaridad de salida; esto es imprescindible controlarlo en el conexionado de parlantes por el fenómeno de las cancelaciones (efecto peine).*

### • **Etapas de salida**

Como dijimos antes, los amplificadores son realmente muy sencillos en su funcionamiento; con la señal adentro, simplemente amplifican la misma y luego recogemos esta a la salida con mayor amplitud y mayor corriente. Pero así como también hay que tener en cuenta las conexiones de entrada, lo mismo sucede a la salida de las unidades, donde el parámetro más importante es la relación entre la corriente que puede entregar el equipo y la impedancia (resistencia) del circuito de salida (transistores de potencia), dada por los parlantes que se conectarán.

Siempre manejándonos con la ley de Ohm, sabemos que si disminuimos la resistencia (R) al doble, la circulación de corriente (A) debe aumentar lo mismo para mantener la tensión (V) constante. Veamos un ejemplo:

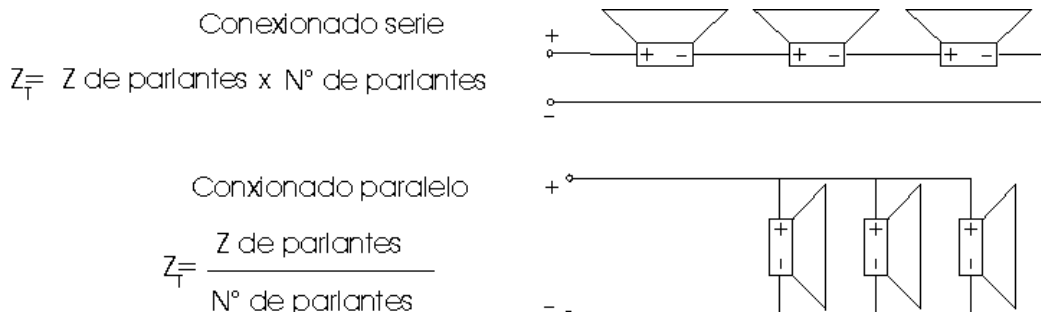
*-Si un amplificador entrega 10A (ampere) a 80V (volt) dando 400W (watt) a la salida en 8Ω (ohms); en 4 Ω entregará el doble o sea 20A (800W); y si lo conectamos en 2 Ω, entregara 40 (1600w).*

Esto es en realidad teórico porque al reducir la impedancia nunca se llega al doble de corriente o potencia ya que se ponen en juego ciertos factores eléctricos que resaltan la poca eficacia del sistema para obtener ganancias de tensión y corriente, generando cada vez mas perdidas por calor, con la consiguiente perdida de energía útil. Lo importante es comprender que el amplificador en si, entrega corriente según los requerimientos que hay a la salida, el problema de su uso esta limitado a una situación física acerca de la construcción y resistencia de sus componentes, diseño del circuito, espesor de las pistas internas, etc. Es por esto que el fabricante siempre recomienda dentro de las especificaciones, cual es la impedancia de carga mínima que soporta la unidad.

*Nota: Como la impedancia es la suma de la resistencia más la reactancia, y esta ultima varia de acuerdo a la frecuencia, la Z viene dada en general a la frecuencia de laboratorio que es 1 Khz. Esta varía de acuerdo a la señal inyectada y puede aumentar o disminuir; pero esto no presenta dificultades, ya que los parlantes también vienen especificados de acuerdo a la impedancia en 1 Khz.*

Como información de referencia recordamos que un amplificador en modo puente ve una impedancia que es la mitad que la impedancia del altavoz. Es decir, que si nuestro altavoz es de 8 ohms, el amplificador verá 4 ohms. El amplificador intentará entregar cuatro veces (en teoría, en la práctica será algo menos, del orden de solamente tres veces más) más de potencia que en modo estéreo por canal (6 dB más), por lo que es habitual que la impedancia mínima del amplificador en modo puente sea mayor que la del modo estéreo. Por ejemplo:

- *un amplificador de 1000W por canal a 4 ohmios conectado a una única carga de 4 ohmios en modo puente intentará entregar 4000W (en la práctica unos 3000W), lo cual excedería la capacidad de potencia del amplificador, por lo que puede ser que el fabricante nos especifique que ese amplificador sólo baja a 8 ohmios en modo puente. De igual manera un amplificador que baje a 2 ohmios en modo estéreo sólo bajaría a 4 ohmios en modo puente.*



- **Especificaciones:**

**-Máximo Voltaje de salida:** Nos indica la tensión máxima que puede amplificar. Puede venir en valor eficaz o pico. Por ejemplo 70V RMS

**-Respuesta en frecuencia:** En general se presta atención a este parámetro cuando se utiliza al amplificador en bajas frecuencias, donde la estabilidad del mismo se ve afectada cuanto mas bajo es el régimen de frecuencia t la impedancia de carga. Se declara la tolerancia que tiene el equipo entre 20Hz y

**-Factor de Damping:** Podríamos definir el factor de amortiguamiento (en inglés, *damping factor*) de un amplificador como su capacidad para controlar el movimiento de la bobina de un altavoz. Un factor de amortiguamiento alto es deseable para obtener un sonido seco en las frecuencias bajas, que de lo contrario sonarán "flojas" y "seltas".

Un amplificador ideal tiene un factor de amortiguamiento infinitamente alto. En la práctica, aquí en el planeta tierra por lo menos, los amplificadores exhiben cierta impedancia de salida, lo que da lugar a factores de amortiguamiento típicos entre 300 y 600 para una carga de 8 ohmios.

El factor de amortiguamiento se calcula como la relación entre la impedancia (designada con la letra Z) de carga y la impedancia de salida:

Por ejemplo, un impedancia de salida de 0.02 ohm con una carga de 8 ohm da como resultado un amortiguamiento de 400. Como el factor es directamente proporcional a la impedancia de carga, cuando menor sea la impedancia, peor será el factor de amortiguamiento. En este ejemplo el amortiguamiento sería de 200 para 4 ohm, 100 para 2 ohm, y, siguiendo la misma lógica, 800 para 16 ohm.

Hasta ahora todo va bien. Normalmente se recomienda un factor de amortiguamiento de 50, con un mínimo de 25. Como hemos comentado antes, esto es particularmente importante para las frecuencias bajas.

Las cosas se complican cuando añadimos un cable de cierta longitud. La impedancia del cable es directamente proporcional a su longitud. E inversamente proporcional a su sección, es decir, que cuanto más grueso menor es su impedancia.

Para calcular el factor de amortiguamiento con un cable real, de una longitud y grosor dados, entre el amplificador y la carga (el altavoz), hemos de añadir a la fórmula anterior un término adicional que es la impedancia del cable.

VER TABLA ADJUNTA

A medida que la impedancia del cable se va haciendo grande con respecto a la impedancia de salida del amplificador, el factor inicial de amortiguamiento del amplificador va tomando menor importancia. Por ejemplo, si duplicáramos el amortiguamiento del amplificador de nuestro ejemplo a 800 (a 8 ohm), el factor de amortiguamiento resultante sería de 100 y 36 para 5 y 20 metros respectivamente, lo que no es muy diferente de los resultados que obteníamos para el factor 400 (80 y 33, como puede ver en la tabla de arriba), particularmente para 20 m, puesto que cuanto más largo sea el cable menor es la importancia del factor (inicial) de amortiguamiento del amplificador.

**-Ganancia de voltaje:** Es la relación de ganancia que tiene el amplificador. Por ejemplo 68:1 Si entran 1V salen 68V.

**-Máxima corriente de trabajo:** Como su nombre lo indica los amplificadores necesitan de una gran corriente de entrada para poder trabajar. De no poseerla, su amplificación será deficiente principalmente en las bajas frecuencias ya que éstas son las que más energía consumen. Por esto siempre se debe respetar el cable y la toma con la que se va a alimentar a la unidad de potencia. Si tenemos una etapa que entrega 18A a la salida, jamás la corriente de entrada podrá ser igual o inferior a esta para mantener el rendimiento óptimo.

**-Sensibilidad de entrada:** Nos indica cual es el nivel máximo de la señal que puede recibir el amplificador a la entrada antes de saturar. Puede expresarse en Volt o en dB y debemos saber que cuando se reduce la impedancia esta "disminuye", con lo cual la unidad tendrá cada vez menos headroom. En general las unidades de potencias incluyen algún vúmetro de entrada, lo cual nos permite calibrar todo el sistema en función del punto de saturación (**clipping point**) del amplificador.

**-Requerimiento de potencia:** La potencia adecuada para un sistema esta relacionada con el tipo de sistema, si es mono -bi o triamplificado, y de acuerdo a la calidad de respuesta que buscamos. Por ahora diremos que para una respuesta correcta utilizaremos un amplificador en  $4\Omega$ , con una potencia cerca del valor de programa del parlante. Estos temas, como la potencia necesaria para sonorizar un recinto se trataran en la unidad de Parlantes y bafles.

- **El cable**

A menudo se polemiza sobre la importancia del cable. Los aficionados a la alta fidelidad gastan fortunas en cables que prometen resultados espectaculares y los fabricantes de los mismos aseguran haber encontrado un material de mejor condición o menor ruido o de performance mas "dulce". Nuestra corta memoria auditiva y la subjetividad llevan a muchos a confirmar esas mejoras en sus sistemas.

Lo cierto es que hay muy pocos estudios serios sobre la importancia del cable en relación a la calidad de sonido percibida. Un cable tiene impedancia (oposición a la corriente eléctrica en función de la frecuencia), capacitancia (se comporta en cierta medida como un condensador) e inductancia (se comporta como una bobina). Sin embargo, hace unos años un artículo del AES concluyó que las diferencias entre cables eran muy pequeñas en cuanto a capacitancia e inductancia, y sólo reconocía la importancia de la impedancia.

Por ello se invito profesionalmente a dejar de lado todo cable de precio tan exagerado como sus promesas, para centrarse solamente en el grosor del cable.

## **Pérdida de potencia**

Puesto que la impedancia del cable está en serie con la del altavoz, el amplificador está entregando energía tanto al altavoz como al cable. Además, al subir el cable la impedancia total del sistema, el amplificador entregará menos potencia. Sin embargo, puesto que los decibelios se calculan de forma logarítmica, el cable ha de ser muy fino y su longitud muy grande para que la pérdida de potencia sea significativa en término auditivos, o sea, en decibelios.

Podríamos decir que una pérdida de 1 dB es aceptable, y una pérdida de 3 dB razonable, lo que equivale a desperdiciar en el cable el 11% y 29%, respectivamente, de la potencia que sale del amplificador. Aunque la pérdida de potencia esté dentro de

límites razonables, eso no quiere decir que el factor de amortiguamiento sea igualmente razonable. De hecho, desde el punto de vista del factor de amortiguamiento, una reducción de nivel de presión sonora mayor a 0.3 dB no es aceptable. Sin embargo, para aplicaciones de megafonía/perifoneo y sonido ambiente donde el factor de amortiguamiento no es crítico, podremos utilizar un criterio para la selección del cable basado solamente en la reducción de nivel de presión (o la pérdida de potencia). VER TABLA ADJUNTA

## **Líneas de transformador**

Las líneas de transformador, que utilizan voltajes como pueden ser 50, 70 o 100V, permiten el uso de cable más fino que en instalaciones de conexión directa (sin transformador). Nos referimos a estos sistemas de línea como de "alta impedancia", mientras que los habituales de 2, 4, 8 o 16 ohmios son "baja impedancia". La impedancia de entrada de un altavoz equipado con una transformador de entrada oscila típicamente entre varios cientos y varios miles de ohmios, lo que quiere decir que la impedancia del cable es ahora pequeña comparada con la impedancia de los altavoces. En la práctica esto significa que podemos utilizar un cable más fino (y más económico), o bien llevar grandes longitudes de cable. En estas instalaciones el único criterio a la hora de seleccionar el cable ha de ser la pérdida de potencia, olvidándonos del factor de amortiguamiento. A veces se decide usar altavoces con transformadores en una instalación para evitar pérdidas de energía, cuando a menudo un cable más grueso con altavoces de baja impedancia nos darán un sistema más económico con una pérdida potencia dentro de lo razonable.

## **Conclusión**

Debemos recordar que un sistema se compone de diferentes partes cuyo funcionamiento esta interrelacionado; motivo por el cual, en la etapa de amplificación: el amplificador de potencia, el cable y los parlantes, deben responder a una línea de funcionamiento en común, para aprovechar al máximo las cualidades de los componentes y para evitar además cualquier avería de los mismos.

Debido a que el audio trabaja en fajas frecuencias, realmente no es demasiada la importancia que se les da a los cables, al menos no mas de la que llevamos vista en el curso; pero quiero comentar que para aplicaciones de comunicaciones, por ejemplo, existe la teoría de las líneas de transición, dónde se desarrollan extensos análisis a fin de evitar perdidas de señal, vulnerabilidad al ruido, etc.

Longitud máxima de cable para sistemas de 70V						
Sección de cable	Número de cable AWG	Resistencia del cable para 100m	Longitud máxima de cable			
			Potencia Total por canal			
			125W	250W	500W	1000W
13,30mm <sup>2</sup>	6	0,25 ohm	2136m	1064m	528m	260m
6,63mm <sup>2</sup>	8	0,49 ohm	1065m	530m	263m	130m
5,26mm <sup>2</sup>	10	0,62 ohm	845m	421m	209m	103m
3,31mm <sup>2</sup>	12	0,99 ohm	532m	265m	131m	65m
2,08mm <sup>2</sup>	14	1,57 ohm	334m	166m	83m	41m
1,31mm <sup>2</sup>	16	2,49 ohm	210m	105m	52m	26m
0,82mm <sup>2</sup>	18	3,98 ohm	132m	66m	33m	16m
0,52mm <sup>2</sup>	20	6,28 ohm	84m	42m	21m	10m
0,33mm <sup>2</sup>	22	9,89 ohm	53m	26m	13m	6m
Impedancia resultante de la línea			39ohm	20ohm	10ohm	5ohm

Longitud máxima de cable para sistemas de 100V						
Sección de cable	Número de cable AWG	Resistencia del cable para 100m	Longitud máxima de cable			
			Potencia Total por canal			
			125W	250W	500W	1000W
13,30mm <sup>2</sup>	6	0,25 ohm	4367m	2180m	1086m	539m
6,63mm <sup>2</sup>	8	0,49 ohm	2177m	1087m	541m	269m
5,26mm <sup>2</sup>	10	0,62 ohm	1727m	862m	429m	213m
3,31mm <sup>2</sup>	12	0,99 ohm	1087m	542m	270m	134m
2,08mm <sup>2</sup>	14	1,57 ohm	683m	341m	170m	84m
1,31mm <sup>2</sup>	16	2,49 ohm	430m	215m	107m	53m
0,82mm <sup>2</sup>	18	3,98 ohm	269m	134m	67m	33m
0,52mm <sup>2</sup>	20	6,28 ohm	171m	85m	42m	21m
0,33mm <sup>2</sup>	22	9,89 ohm	108m	54m	27m	13m
Impedancia resultante de la línea			80ohm	40ohm	20ohm	10ohm