

TEMA 18: *Equipos de tratamiento de señales de audio: tipología, características fundamentales y prestaciones.*

Autor: J. Manuel Sierra

Esquema:

- 1.- Introducción.
- 2.- Pre-amplificadores.
 - 2.1.- Preamplificadores con transistores.
 - 2.2.- Preamplificadores con JFET.
 - 2.3.- Preamplificadores con operacionales.
 - 2.4.- Preamplificadores multietapa.
 - 2.5.- Preamplificador con ecualización RIAA.
 - 2.6.- Preamplificadores con circuitos integrados.
- 3.- Tratamiento de las señales de audio.
 - 3.1.- Control de volumen.
 - 3.2.- Controles de tonos.
 - 3.3.- Compensador del efecto Loud-Ness.
 - 3.4.- Control de balance.
 - 3.5.- Control por tensión continúa.
- 4.- Amplificadores de potencia.
 - 4.1.- Amplificadores en clase A.
 - 4.2.- Amplificadores en clase B.
 - 4.3.- Amplificadores en clase AB.
 - 4.4.- Configuraciones típicas en los amplificadores de potencia.
 - 4.4.1.- Amplificador Darlington.
 - 4.4.2.- Amplificador en push – pull o simetría complementaria.
 - 4.4.3.- Amplificador booster.
 - 4.4.4.- Amplificadores integrados de potencia.
 - 4.6.- Red de Zobel.
 - 4.7.- Características de los amplificadores.
- 5.- Ecualizadores.
 - 5.1.- Filtros.
 - 5.2.- Filtro paso bajo.
 - 5.3.- Filtro paso alto.
 - 5.4.- Filtro pasa banda.

- 5.5.- Filtros activos.

- 6.- Mezcladores.
 - 6.1.- Mezclador potenciométrico.
 - 6.2.- Mezclador transistorizado.
 - 6.3.- Mezclador con operacional.

- 7.- Conjuntos electromecánicos.
 - 7.1.- Potenciómetros.
 - 7.2.- Botoneras.
 - 7.3.- Conexiones de entrada y de salida.
 - 7.4.- Vúmetros.
 - 7.5.- Relés.
 - 7.6.- Radiadores.

- 8.- Diagnósis y reparación de averías en los equipos de audio.
 - 8.1.- Averías en la alimentación de corriente continua.
 - 8.2.- Averías de carácter electromecánico.
 - 8.3.- Averías en el recorrido de la señal.

- 9.- Normas de seguridad personal y de los equipos.

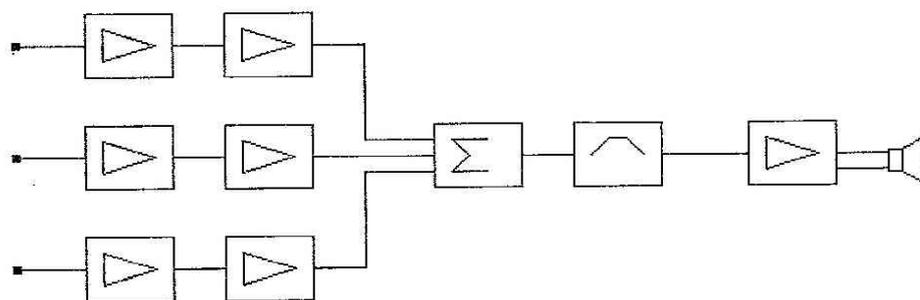
- 10.- Conclusiones.

- 11.- Referencias bibliográficas y documentales.

1.- INTRODUCCIÓN.

Las fuentes de señal que se utilizan en audio, como puedan ser micrófonos y cabezales magnéticos por poner solamente un ejemplo, proporcionan un nivel de señal salida muy bajo, del orden de unos pocos milivoltios en los micrófonos y de apenas 100 mV en los cabezales magnéticos. Estos niveles son insuficientes para excitar un altavoz. Es necesario utilizar unos equipos llamados amplificadores y preamplificadores para aumentar la señal. Por otro lado, dependiendo de la acústica del local o recinto donde se escuche el sonido, es posible que se tenga que retocar ciertas frecuencias de sonido con el fin de acondicionar la respuesta a la señal original, haciendo uso de equipos llamados ecualizadores. Con el fin de acondicionar los niveles de señal de las diferentes fuentes de sonido como micrófono, cabezal magnético, tocadiscos, reproductor CD, a un nivel determinado para que pueda ser tratado por el preamplificador se recurre a la utilización de equipos

mezcladores. En la figura 18.1 se representa el diagrama de bloques de un equipo de sonido, que debe trabajar en el espectro de audio, que abarca desde 20Hz hasta 20Khz.



ETAPAS PREAMPLIFICADORAS MEZCLADOR ECUALIZADOR POTENCIA ALTAVOZ

Figura 18. 1. Diagrama de bloque se un equipo de sonido.

2.- PREAMPLIFICADORES.

Constituyen la primera parte del diagrama de bloques ya mencionado anteriormente, y aumentan los niveles de las fuentes de señal para que puedan ser tratadas por el amplificador de potencia. En función de los semiconductores utilizados se pueden clasificar en:

- Preamplificadores con transistores bipolares.
- Preamplificadores con JFET.
- Preamplificadores con operacionales.
- Preamplificadores con integrados específicos.

2.1. Preamplificadores con transistores bipolares.

El diseño más típico consiste en utilizar el transistor como amplificador en clase A, siendo la configuración más utilizada la de emisor común. La configuración en base común prácticamente no se utiliza, mientras que la de colector común solamente se utiliza para adaptar impedancias, como por ejemplo la salida de un micrófono. La ganancia de este montaje es aproximadamente la unidad, mientras que la señal de salida se encuentra en fase con la entrada.

En estos preamplificadores es común encontrarnos con transistores de la siguiente gama: BC 547, BC548, BC557, BC558, 2N2222, etc. Cuando se trabaja con estos circuitos hay que tener en cuenta los siguientes parámetros técnicos:

Vcc Tensión de alimentación.
Ic Intensidad de colector.
Ib Intensidad de base.

Vsal Señal de salida.
Vent Señal de entrada.
Av Ganancia de tensión.
 β Ganancia de corriente.
Fsc Frecuencia superior de corte.
Rc Resistencia de carga de colector.
RI Resistencia de entrada de la siguiente etapa.

El amplificador en emisor común presenta una ganancia en tensión Av y una ganancia en corriente B, mientras que la señal de salida aparece desfasada 180° respecto de la señal de entrada.

$$Av = V_{sal} / V_{ent}$$

$$\beta = I_c / I_b$$

2.2. Preamplificadores con JFET.

El JFET es un tipo de transistor de la gama transistores de efecto de campo (las siglas FET en inglés). Para audio, la configuración más utilizada es la de surtidor. Se caracteriza por tener una muy elevada impedancia de entrada. A diferencia de los transistores bipolares, estos componentes funcionan por control de tensión, con lo cual los parámetros que se han de tener en cuenta son los siguientes:

Vdd Tensión de alimentación.

Vds Tensión drenador – surtidor. Lo normal es que se trabaje con una tensión Vdd / 2.

Id Intensidad de drenador.

2.3. Preamplificadores con operacionales.

La utilización de amplificadores operacionales en audio supone una gran ventaja a la hora de facilitar su diseño, ya que actuando sobre el valor de realimentación del operacional conseguimos fácilmente modificar su ganancia. Esencialmente consta de dos entradas denominadas inversora (-) y no inversora (+), y una salida. Dispone además de dos pines para alimentar el integrado, que puede realizarse a partir de una alimentación simétrica o de una sola alimentación positiva respecto a masa.

En aplicaciones de audio, la fuente de alimentación proporciona tensiones simétricas, por lo cual las dos configuraciones básicas de utilización las representamos para este tipo de alimentación.

Preamplificador inversor. Su configuración se representa en la figura 18.3. La ganancia viene dada por:

$$A_v = -R_2 / R_1$$

Donde el signo negativo de la ecuación indica que se produce un desfase de 180° entre la señal de salida y la señal de entrada.

La impedancia de entrada es $Z_i = R_1$.

La impedancia de salida es muy baja.

Preamplicador no inversor. Su configuración se representa en la figura 18.2. En este caso la ganancia viene determinada por:

$$A_v = (R_1 + R_2) / R_1$$

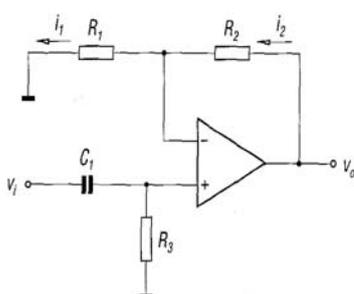


Figura 18.2.

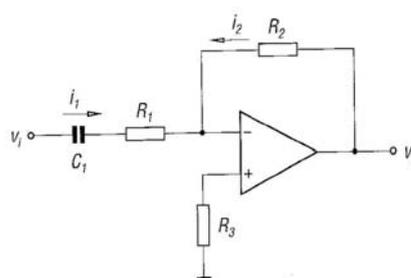


Figura 18.3.

La impedancia de entrada viene fijada por R_3 .

La impedancia de salida es muy baja.

2.4. Preamplificadores multietapa.

En este apartado nos referimos a conectar diferentes preamplificadores en cascada, sea cual sea su tipo, para conseguir una mayor ganancia.

Cada etapa, independientemente, está polarizada en continua. Sin embargo, el paso de la señal de una etapa a otra se realiza a través de un condensador. Esto permite una mayor flexibilidad en el desarrollo de preamplificadores. De esta forma se puede desarrollar una etapa para adaptar impedancias de micrófonos, otra para conseguir una determinada ganancia, etc. La ganancia total es la suma de las ganancias parciales. Una consideración a tener en cuenta es la frecuencia de corte que debe ser idéntica o superior, al menos, de la esperada.

2.5. Preamplificador con ecualización RIIA.

Durante la fase de grabación de discos vinilos, algunas de las señales son alteradas intencionadamente, es decir, no son grabadas con una amplitud directamente proporcional a la original. Las bajas frecuencias, correspondientes al espectro de graves se registran muy por debajo de su nivel, para evitar una excesiva profundidad en los surcos, resultando de esta forma atenuadas. En cambio las frecuencias altas, espectro de agudos, se registran con un nivel mucho más alto, siendo de esta forma reforzadas. Esta forma de registro se realiza siguiendo unas normas determinadas y normalizadas, y es conocida como curva RIIA de grabación. RIIA corresponde a las siglas Radio Industries Asociation of America. Así pues, el equipo de audio debe incorporar un preamplificador que realice el proceso inverso durante la reproducción de la señal, es decir realzar las frecuencias graves y atenuar aquellas frecuencias correspondientes a los agudos. En la figura 18.4 se observa ecualizador RIIA realizado con operacional.

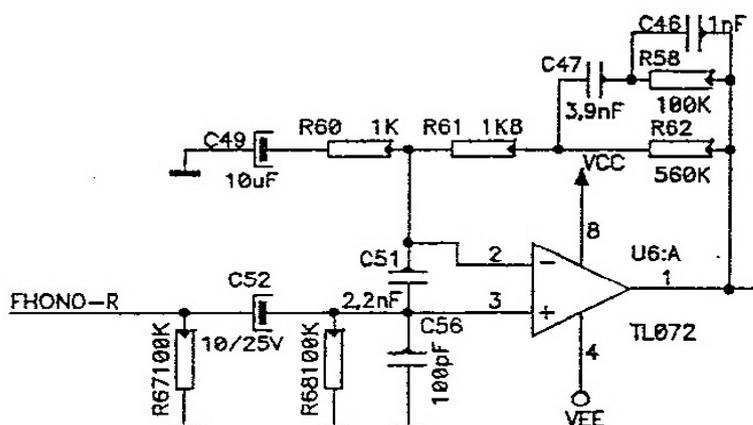


Figura 18.4. Preamplificador con ecualización RIIA.

2.6. Preamplificadores con circuitos integrados.

En el mercado electrónico existen integrados destinados al uso de preamplificadores de audio. Es el ejemplo del TDA 2320, NE542, LM386, que con solo unos pocos componentes externos se dimensiona para una ganancia determinada, incluso con ecualización RIIA.

3.- TRATAMIENTO DE LAS SEÑALES DE AUDIO.

En este apartado estudiaremos aquellos circuitos que afectan al control de la señal de audio, como es el caso del volumen, controles de graves y agudos, ambos basados en el control de tonos, y finalmente el control de balance.

El control de volumen nos permite controlar el nivel sonoro, aumentándolo o disminuyéndolo. El control de tonos cumple la función de realzar o recortar el nivel de los graves o los agudos. Incorpora una posición central para la cual la respuesta en frecuencia no se ve alterada. El control de balance permite el equilibrio o grado de desequilibrio del nivel sonoro entre ambos canales de amplificación, cuando se trata de equipos estéreo. Además también comentaremos que el control se puede realizar mediante componentes pasivos, o por componentes activos mediante la aplicación de una tensión continua.

3.1. Control de volumen.

Este control se realiza con un potenciómetro logarítmico superior en valor a 100 K, con el fin de no desequilibrar las impedancias del circuito. Se coloca entre la salida del preamplificador y la entrada del amplificador de potencia, con el fin de reducir el nivel de señal que le llega al amplificador.

3.2. Controles de tono.

Los controles permiten compensar en cierta medida los posibles desequilibrios existentes entre los diversos elementos del sistema. Existe una cierta variedad de controles de tono, pero el más utilizado es el control de tono tipo Baxandall, figura 18.5. Este circuito lleva un control independiente de agudos y graves, con lo que se puede obtener a voluntad la atenuación o realce de los tonos graves y agudos con relación a los tonos medios. Cuando el control de agudos está al máximo, y el de graves al mínimo, el circuito se convierte en un filtro paso alto, que atenúa las bajas frecuencias. Si los controles están colocados a la inversa, el circuito se comporta como un filtro paso bajo, siendo las altas frecuencias atenuadas.

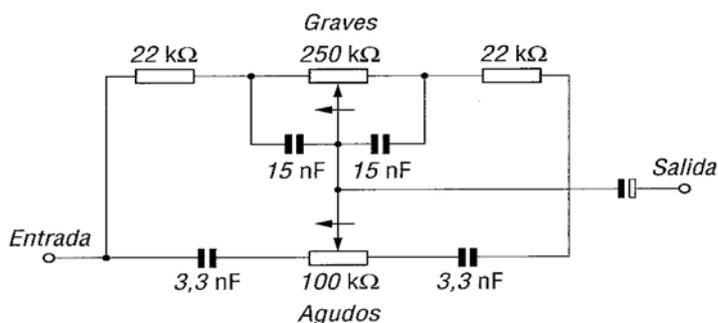


Figura 18.5. Circuito control de tono.

3.3. Compensador del efecto Fletcher-Munson o LOUD-NESS.

El oído humano no responde por igual a las frecuencias de audio cuando los niveles absolutos de sonido son distintos. Así, con niveles bajos la respuesta del oído es menor a las frecuencias graves que a las agudas, siendo ésta respuesta mejor para las frecuencias medias. Por otra parte, dado que en la sala de escucha de un equipo de sonido se reproduce el programa musical a un nivel inferior al original, se obtiene una respuesta del oído desigual para cada frecuencia. Este efecto se le conoce con el nombre de Fletcher-Munson. Para compensar este efecto, la mayoría de los amplificadores disponen de un mando compensador (loudness). Al accionarlo, el amplificador realza las frecuencias graves y agudas, manteniendo el nivel de las frecuencias medias, con niveles de sonido bajos.

3.4. Control de balance.

Este control trabaja sobre el nivel de señal que le llega a cada canal amplificador en un sistema estéreo, permitiendo equilibrar o desequilibrar el nivel de señal que le llega a ambos canales. De esta forma se corrige las diferencias, en cuanto a amplificación se refiere, sobre las dos etapas de amplificación cuando se trabaja en estéreo, puesto que en la práctica es difícil que ambos amplificadores sean iguales. Su principio de funcionamiento se basa en la utilización de un potenciómetro, derivando hacia masa la señal de un canal cuando desplazamos el potenciómetro hacia un extremo, reduciendo el nivel de señal que le llega a la etapa amplificadora. El nivel de atenuación de un canal respecto al otro puede llegar hasta los 20 dB, lo que supone 10 veces menos de amplificación, e incluso anular el canal completamente. Si los equipos de sonido son estéreo, los controles ya citados anteriormente han de ser dobles, uno por cada canal. La excepción la constituye el control de balance, que dependiendo de su configuración puede ser doble o sencillo.

3.5. Control por tensión continúa.

El control de los parámetros anteriores: volumen, graves, agudos, balance y loudness se puede realizar mediante la aplicación de una tensión continua a los circuitos que llevan a cabo el tratamiento de la señal. Comercialmente existen integrados que realizan esta función para los dos canales de estéreo. Se les conoce como procesadores de audio. Un ejemplo lo tenemos en el integrado TDA1524 que incorpora también función de MUTE.

4.- AMPLIFICADORES DE POTENCIA.

La señal de sonido proporcionada por el preamplificador es insuficiente para atacar a un altavoz. Por esta razón, entre el preamplificador y el altavoz se dispone de un amplificador de potencia. Su función básica consiste en amplificar la señal aplicada a su entrada, del orden de unos cientos de milivoltios procedente del preamplificador, a una señal considerable de potencia, del orden de vatios o decenas de vatios con el fin de hacer vibrar la membrana del altavoz.

Los amplificadores de potencia utilizados en alta fidelidad pueden ser de los tipos o clases denominados A, B y AB. La clase C no se suele utilizar.

4.1. Amplificadores en clase A.

La curva característica de un transistor $I_C=f(V_{be})$, presenta una zona recta que se arquea en sus extremos, véase figura 18.6. En los amplificadores de clase A se toma como punto de trabajo del transistor el punto central de su curva característica. El funcionamiento de un transistor como amplificador en clase A solo se puede dar en etapas asimétricas, y por ello es bastante utilizado en preamplificadores. Existe consumo de corriente incluso sin señal de entrada en el amplificador. En los de clase A, el rendimiento no alcanza el 50%, y desde el punto de vista de la fidelidad de la señal de salida con respecto a la entrada, el amplificador de clase A, proporciona una salida extremadamente lineal y con un mínimo de distorsión.

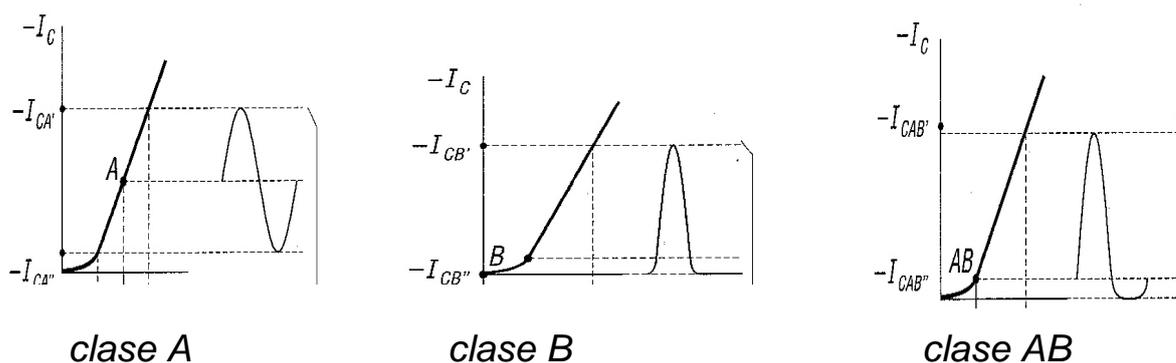


Figura 18.6. Curva característica de un transistor.

4.2. Amplificadores en clase B.

La principal diferencia existente entre este tipo de amplificador y el de clase A, es la elección del punto de funcionamiento de su curva característica $I_c=f(V_{be})$, que sitúa al transistor en el punto de corte, véase figura 18.6. Un amplificador en clase B amplifica un solo semiperiodo de la señal de entrada, y se requiere de dos transistores perfectamente complementarios, (dos transistores cuyas características técnicas de salida sean idénticas,) para restituir por completo la señal aplicada.

4.3. Amplificadores en clase AB.

En la práctica casi nunca se trabaja en clase B pura, puesto que como se observa en la figura anterior, introduce una distorsión conocida como distorsión de cruce, debido a la no linealidad de la curva en su parte inferior. Por este motivo, se prefiere trabajar con amplificadores en clase AB, donde el punto de trabajo del transistor se encuentra situado por encima del codo de su curva característica $I_c=f(V_{be})$, haciendo conducir ligeramente al transistor, véase figura 18.6.

4.4.- Configuraciones típicas en los amplificadores de potencia.

Nos referimos en este apartado a las configuraciones adoptadas por los amplificadores para conseguir un mayor rendimiento en cuanto a potencia se refiere, como el amplificador Darlington, el amplificador en push – pull o de simetría complementaria y el amplificador booster.

4.4.1.- Amplificador Darlington.

Este amplificador de acoplo directo, también llamado en cascada, es bastante utilizado en etapas de potencia. Los propios fabricantes de semiconductores ofrecen pares de transistores darlington ya integrados en un mismo encapsulado. Es el ejemplo de TIP147, TIP142, etc. Básicamente consiste en dos transistores en configuración seguidor de emisor o colector común, acoplados directamente. Este montaje consigue una elevada ganancia de corriente, tiene alta impedancia de entrada, baja impedancia de salida y una ganancia de tensión próxima a la unidad.

4.4.2.- Amplificador en push – pull o simetría complementaria.

En este tipo de montaje utiliza transistores complementarios, con el fin de que cada transistor amplifique un solo semiperiodo de la señal de entrada, véase figura 18.7. Se le suele hacer trabajar en clase AB para evitar la distorsión de cruce.

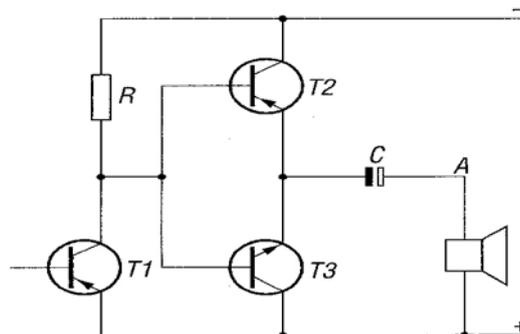


Figura 18.7. Amplificador en simetría complementaria.

4.4.3.- Amplificador booster.

Las etapas booster buscan un aumento adicional de ganancia de tensión o de corriente, con el propósito de que el amplificador pueda atacar cargas que de otra forma no se podrían conectar directamente debido a su elevado consumo. Un método común es el empleo de un circuito denominado en puente o en H. La carga, por ejemplo el altavoz, no está conectada directamente a masa, sino que se sitúa entre las salidas de los dos amplificadores. De esta forma se dispone de una tensión máxima de salida dos veces mayor que si se tratara de un montaje simple. Ambos amplificadores reciben la señal desfasada 180° . Al doblarse la tensión se hace cuádruple la potencia de salida, suministrando cada amplificador la mitad de la potencia.

4.4.4.- Amplificadores integrados de potencia.

Los fabricantes de semiconductores proporcionan integrados de potencia para audio y con diferentes niveles de potencia. Es el caso del TDA1514A que con una alimentación simétrica de $\pm 21\text{V}$ proporciona una potencia de 40 vatios.

4.6.- Red de Zobel.

La red de Zobel se coloca a la salida del amplificador. Se utiliza para compensar la inductancia del altavoz. Esta parte inductiva puede crear oscilaciones en el amplificador. Una vez compensada la parte inductiva, la impedancia resultante es puramente óhmica. Valores típicos de la red de Zobel son los siguientes:

$$R = 8 \text{ ohmios} \quad C = \text{desde } 47 \text{ nF hasta } 100 \text{ nF}$$

4.7. Características de los amplificadores.

- *Potencia de salida (power output)*. Es la máxima que entrega el amplificador a la carga (altavoces o baffles). Sin embargo debemos diferenciar entre dos tipos de potencia de salida que nos suele proporcionar el fabricante: la potencia continua ó eficaz y la potencia musical ó dinámica.
- *Potencia eficaz (continua ó continuous power)*. Es la máxima que realmente tendremos a la salida del amplificador. También suele llamarse potencia senoidal, RMS ó nominal. Viene dada en vatios. Para un amplificador monofónico ó estereofónico será 40 W y/o 40 + 40 W.
- *Potencia musical (dinámica ó music power)*. Expresa la capacidad de respuesta del equipo ante determinados tipos de potencia de alto nivel y de corta duración, en forma de picos. Un buen amplificador no debe representar un gran desnivel entre la potencia musical y nominal.
- *Respuesta en frecuencia (frequency response)*. La norma IHF indica que debe especificarse el espectro de frecuencias en la cual trabaja el equipo, señalando los dos extremos del mismo, y considerando en toda banda que existe una respuesta en potencia que varía en un máximo entre +1,5 y -1,5 dB. La norma DIN especifica una disminución de 3 dB en la potencia de salida a frecuencias extremas de la banda. En general los fabricantes proporcionan este dato mediante una curva de banda típica, desde 20Hz hasta 20Khz, sobre una determinada impedancia y distorsión armónica.
- *Sensibilidad de entrada (input level)*. Es el mínimo nivel de entrada que necesita el amplificador para que entregue la máxima potencia sobre la carga. Este nivel suele estar comprendido entre una señal mínima de 100 mV y una máxima de 1V.
- *Relación señal-ruido (signal-to-noise-ratio)*. Es la relación entre la señal y el ruido que entrega el amplificador al máximo volumen, con los controles de tono situados en posición media. La relación señal-ruido suele darse en las especificaciones para cada entrada de la que disponga el amplificador. Por ejemplo, la entrada PHONO suele tener 65 dB, la AUX 70 dB, etc.
- *Distorsión armónica total (armonic distortion)*. Es la suma de todas las señales de salida que son múltiplos de las frecuencias fundamentales de entrada. Este parámetro suelen venir expresado en % sobre el total presente en la salida del amplificador.

- *Distorsión de intermodulación (intermodulation distortion)*. Esta aparece cuando dos señales de diferentes frecuencias se suman dando lugar a otras dos señales: una con la frecuencia suma y otra con la frecuencia diferencia. Esta composición aparece como sonidos disonantes de frecuencia elevada ó bajo, interfiriendo el sonido original y en muchos casos dando lugar al ruido.
- *Factor de amortiguamiento (damping factor)*. Es un parámetro que expresa la capacidad del amplificador para amortiguar las vibraciones remanentes que se producen en el altavoz después de haber recibido éste la señal útil. Esto produciría un sonido residual no deseado que se añadiría al sonido original. Cuanto más baja sea la impedancia de salida del amplificador, mejor es este parámetro.
- *Impedancia de entrada*. La norma IHF indica que deberá definirse su valor resistivo y la capacidad en paralelo que exista a la entrada. La norma DIN especifica lo mismo, pero a una frecuencia de 1KHz, pero indica un valor mínimo para las entradas lineales, magnetófono, sintetizador... de 470K y para las no lineales ó bien cuando se requiere ecualización de fono de un valor de 47K.
- *Ruido residual*. Este término expresa la cantidad de ruido generado constantemente por el amplificador, siendo independiente donde se encuentren situados los mandos de control: volumen y tonos. Un buen amplificador que se considere HIFI no descenderá de 5mV.
- *Separación entre canales o diafonía*. Indica la influencia o la separación de la señal de un canal sobre el otro.

5.- ECUALIZADORES.

Un ecualizador es un corrector de tonos mejorado. Con el ecualizador es posible intervenir de una manera más eficaz a lo largo de toda la banda con el fin de mejorar la calidad de audición.

En principio podríamos establecer una primera clasificación de los ecualizadores en dos grandes grupos:

- Ecualizadores pasivos. No interviene ningún componente que amplifique la señal, tales como transistores u operacionales. En este tipo de ecualizador, el tratamiento de la señal se efectúa mediante redes de resistencias y condensadores. Como estos componentes provocan una atenuación de la señal, se hace necesario añadir posteriormente una etapa amplificadora.
- Ecualizadores activos. La ecualización se controla mediante elementos que comportan amplificación, aunque también intervengan resistencias y condensadores.

Según la zona de frecuencias sobre la que trabajan éstos se dividen en ecualizadores de baja, media y alta frecuencia.

Según la forma de tratar la señal podemos clasificar los ecualizadores en dos tipos: ecualizadores gráficos y ecualizadores paramétricos.

Un ecualizador gráfico consta de un determinado número de filtros, cuyas frecuencias centrales están distribuidas normalmente a intervalos de octava. Cada filtro tiene un control de ganancia, con lo que se puede aplicar un factor de amplificación o de atenuación.

Un ecualizador paramétrico tiene todos sus parámetros variables: ganancia, ancho de banda, factor de calidad y frecuencia central. Para usos domésticos es suficiente con tres filtros paramétricos.

Los ecualizadores de octava tienen sus frecuencias centrales en: 32Hz, 64Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1Khz, 2Khz, 4Khz, 8Khz y 16Khz.

Para el estudio de los ecualizadores es imprescindible conocer el funcionamiento de los filtros RC.

5.1.- Filtros.

Existen tres tipos de filtros: de paso bajo, de paso alto y de pasa banda. En lo referente a las características de estos filtros, ha de considerarse los siguientes términos. Otro filtro llamado de eliminación de banda no se suele utilizar en el desarrollo de ecualizadores.

Frecuencia de corte. Es aquélla frecuencia a la cual se produce una atenuación de la amplitud de la señal de -3dB . Esta atenuación corresponde a una ganancia de tensión A_v de 0,707. Existen dos frecuencias de corte: frecuencia de corte inferior (fci) y frecuencia de corte superior (fcs).

Ancho de banda. Es la diferencia entre las dos frecuencias a las cuales la amplitud de la señal disminuye a un 70% de su valor máximo.

Octava. Se dice que dos frecuencias f_1 y f_2 están separadas una octava, cuando la frecuencia de la superior es justo el doble de la inferior: $f_2/f_1 = 2$.

Década. Se dice que dos frecuencias f_1 y f_2 están separadas una década, cuando la frecuencia más alta es diez veces superior a la más baja: $f_2/f_1 = 10$.

Orden de un filtro. Recibe el nombre de orden de un filtro, el número de células que lo componen. Así, un filtro con una célula RC se denomina

de primer orden, si posee dos células de segundo orden, y así sucesivamente.

Pendiente. Se refiere a la inclinación de la curva de respuesta de un filtro, tanto en su subida como en su bajada. La pendiente depende del número de células que lo componen. Cuanto mayor sea el orden del filtro mayor será su pendiente.

5.2.- Filtro paso bajo.

Estos filtros dejan pasar todas las frecuencias desde cero hasta cierta frecuencia llamada frecuencia de corte superior, figura 18.8. La frecuencia de corte del filtro se calcula por la siguiente fórmula:

$$f_c = 1 / 2\pi RC$$

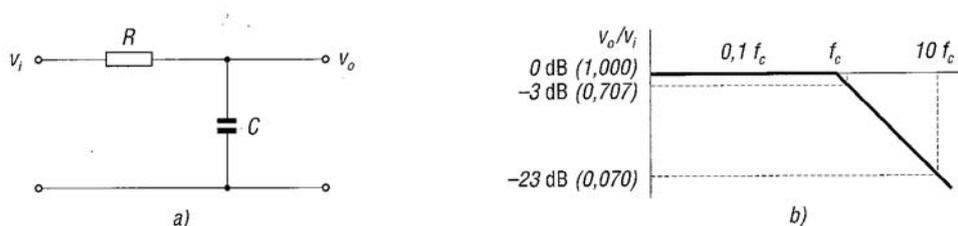


Figura 18.8. Filtro paso bajo.

5.3.- Filtro paso alto.

Este filtro deja pasar todas las frecuencias desde un determinado valor llamado frecuencia de corte, figura 18.9. La frecuencia de corte se determina por:

$$f_c = 1 / 2\pi RC$$

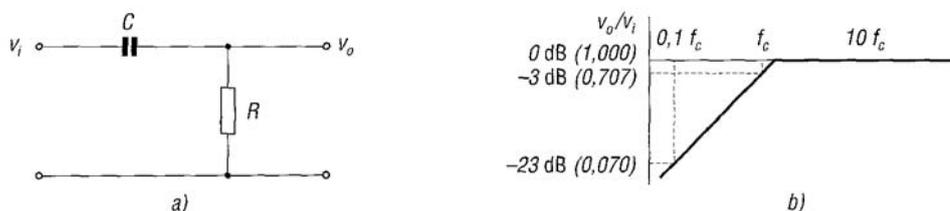


Figura 18.9. Filtro paso alto.

5.4.- Filtro pasa banda.

El filtro pasa banda permite el paso de una determinada banda de frecuencias, atenuando fuertemente las frecuencias por encima y por debajo de dicha banda. Es una combinación de un filtro paso bajo y de un filtro paso alto.

5.5.- Filtro activos.

Para mejorar la selectividad y el factor de calidad de los filtros a utilizar, no se utilizan prácticamente filtros de primer orden, sino que se recurre a utilizar al menos filtros de segundo orden, con la utilización de amplificadores operacionales. En la figura 18.10 (a) se representa un filtro paso bajo, mientras que en la figura 18.10 (b) se representa un filtro paso alto.

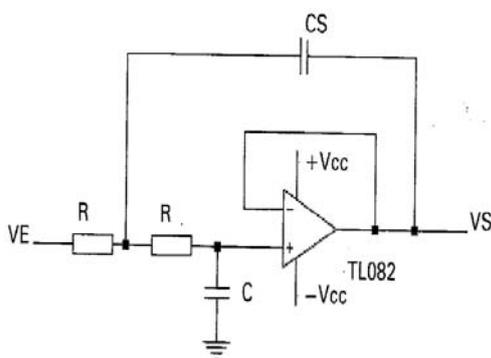


Figura 18.10(a). Filtro paso bajo

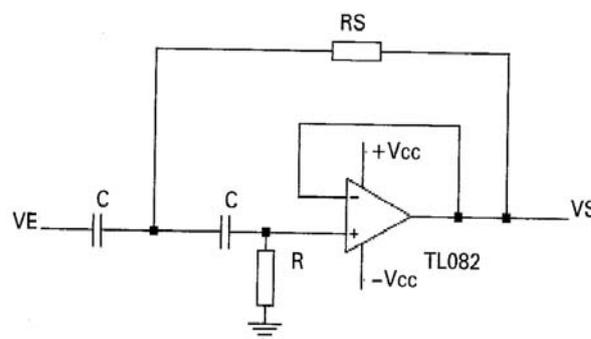


Figura 18.10 (b). Filtro paso alto.

6.- MEZCLADORES.

Si se desea mezclar varias señales de baja frecuencia procedentes de distintas fuentes como pueda ser un micrófono y una pletina, se necesita de un mezclador. Existen dos formas de efectuar una mezcla de señales: la más tradicional es mediante un sistema potenciómetrico, y la otra mediante la combinación de un amplificador y un adaptador de impedancias por cada canal.

El sistema de potenciómetro es más simple, pero un canal actúa sobre el otro y para disminuir este efecto los niveles de entrada han de ser casi iguales entre si. El segundo sistema es más complejo, sin embargo los resultados son mejores.

6.1.- Mezclador potenciómetrico.

Consiste en una red de resistencias y potenciómetros, diseñada para proporcionar un medio de combinar o mezclar señales procedentes de distintas fuentes de audio. La red se debe diseñar para que un cambio de nivel en una de las fuentes de entrada no afecte, o afecte lo más mínimo, al nivel de las otras fuentes de señal.

6.2.- Mezclador transistorizado.

En este caso se recurre a la utilización de transistores, que trabajan como amplificadores, para realizar la mezcla. Para cada fuente se utiliza un conjunto amplificador.

6.3.- Mezclador con operacional.

Una de las configuraciones típicas de los amplificadores operacionales es trabajar como circuito sumador. Esta característica se aprovecha para desarrollar mezcladores con este tipo de componentes. Se puede utilizar tanto su entrada inversora como la no inversora, figura 18.11.

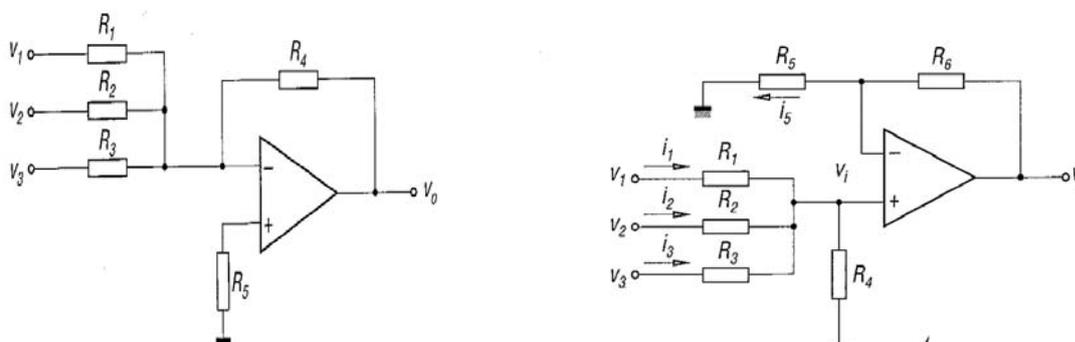


Figura 18.11. Mezclador con operacional.

7.- CONJUNTOS ELECTROMECHANICOS.

7.1.- Potenciómetros.

A partir de un control externo, accionamos una pestaña que se desliza normalmente sobre una superficie de carbón. En cuanto a su construcción pueden ser lineales o logarítmicos. Según la forma de su accionamiento pueden ser giratorios o deslizantes. En los equipos de audio también los podemos encontrar sobre un mismo eje

potenciómetros dobles, destinados al uso de equipos estéreo. Comercialmente también existen potenciómetros accionados por un motor eléctrico.

7.2.- Botoneras.

Cuando realizamos algunas acciones en los equipos de audio, ya sea la selección de la fuente de entrada de señal, el mejorar la calidad del sonido actuando sobre los filtros agudos o graves, el control loud-ness, accionamos unas teclas. Estas actúan mecánicamente sobre un conmutador o una serie de conmutadores eléctricos, con el fin de activar o desactivar una parte del circuito electrónico de audio. Cuando estos conmutadores están asociados mecánicamente en grupos, el conjunto recibe el nombre de botonera.

7.3.- Conexiones de entrada y de salida.

Estas conexiones se realizan mediante conectores RCA y jacks, para diferentes fuentes de entrada de señal y de conexión con la etapa de potencia de audio. Para la salida de potencia del amplificador se utilizan regletas de conexión, indicando la polaridad (colores rojo y negro), y también conectores speakon.

7.4.- Vúmetros.

Los amplificadores incorporan en su salida unos dispositivos indicadores del nivel de potencia. Pueden ser analógicos de aguja móvil, barras luminosas de diodos leds o pantallas luminiscentes.

7.5.- Relés.

Los amplificadores incorporan estos elementos electromecánicos. Su aplicación está destinada a la conexión retardada de la alimentación, cuando el relé se activa. También se utilizan en los circuitos de protección, encargándose de desactivar los altavoces en caso de avería.

7.6.- Radiadores.

También llamados disipadores de calor, se encargan de refrigerar aquellos componentes, que debido a las altas corrientes que por ellos circulan, generan bastante calor. Se debe prestar atención cuando por avería se sustituya alguno de estos componentes, que incorpore la suficiente cantidad de pasta disipadora de calor.

8.- DIAGNOSIS Y REPARACIÓN DE AVERÍAS EN LOS EQUIPOS DE AUDIO.

Antes de ponerse a reparar cualquier equipo de audio, conviene pararse a pensar y analizar el síntoma, con el fin de descartar aquellas partes del circuito que no son razonables de producir tal avería. Podemos establecer tres grupos de averías:

- Averías en la alimentación de corriente continua.
- Averías de carácter electromecánico.
- Averías en el recorrido de la señal.

8.1.- Averías en la alimentación de corriente continua.

Ante un fallo en la alimentación, que se manifiesta generalmente por encontrarse el aparato mudo, debemos utilizar como instrumento para la localización de la avería el polímetro. Con el voltímetro procedemos a efectuar las medidas de las diferentes alimentaciones que componen la fuente de alimentación, hasta localizar el fallo. Debemos señalar que generalmente las averías están localizadas, por este orden, en los fusibles de protección, resistencias de bajo valor de seguridad, diodos semiconductores y transistores de potencia, que suelen actuar como estabilizadores de tensión. Si la fuente de alimentación incorpora circuitos reguladores de tensión, mediremos la tensión de entrada y también la de salida. En caso de que falle esta última, procedemos a su sustitución. Ante un fallo de un fusible, resistencia o semiconductores, siempre podemos utilizar el polímetro utilizándolo en función de óhmetro para determinar la avería. Un cortocircuito en la etapa final del amplificador también puede dañar la fuente de alimentación. Si la alimentación se encontrara baja de valor de tensión, habrá que verificar con un capacitímetro los condensadores de la fuente de alimentación, o bien un excesivo consumo de alguna de las etapas de salida sonido. En este último caso se puede comprobar el consumo con un amperímetro.

8.2.- Averías de carácter electromecánico.

Muchas de estas averías son de simple deducción, ya que al accionar el correspondiente mecanismo, ya sea una botonera, tecla, etc. no realiza la función esperada. En este caso se debe verificar su continuidad con el óhmetro. En otras ocasiones se puede producir chasquidos, ruidos, al

desplazar los potenciómetros o incluso al accionar las botoneras. El motivo es la suciedad, que pudiera afectar al deslizamiento del mecanismo. A veces, una buena solución práctica consiste en aplicar una ligera capa de un aceite con residuo cero que venden en tiendas del sector electrónico. Cuando se sospecha que un relé pueda estar estropeado, se puede verificar la continuidad de la bobina con un óhmetro, aunque existen ocasiones que sus contactos se encuentran ya fogueados y la única solución consiste en su sustitución.

8.3.- Averías en el recorrido de la señal.

Para proceder a localizar este tipo de averías utilizamos un generador de baja frecuencia, o en su defecto un generador de funciones, y un osciloscopio. Introducimos una señal de 1.000Hz del tipo senoidal a la entrada del circuito afectado, y realizamos un seguimiento de la señal con el osciloscopio. Se supone que disponemos del esquema del aparato, puesto que en caso contrario hemos de deducir nosotros el recorrido de la señal. La mayoría de las veces la avería se debe a un transistor abierto o un condensador con pérdida de capacidad. Cuando la etapa amplificadora se encuentra integrada en un solo chip, no nos queda más remedio que sustituir dicho integrado. Cuando tengamos que sustituir un transistor y no encontramos el repuesto original, debemos asegurarnos que su equivalente tenga las mismas características, con el fin de no alterar las características finales del equipo. Recordemos que estamos trabajando en audio, y si el transistor no fuera totalmente equivalente, la curva de trabajo será ligeramente diferente, alterando la respuesta a la señal introducida, pudiendo llegar a producir distorsión. Si se dispone de un equipo medidor de distorsión, podemos comprobar el grado de distorsión del equipo de sonido.

9.- NORMAS DE SEGURIDAD PERSONAL Y DE LOS EQUIPOS.

Las directivas de ámbito europeo, aplicables en todos los estados miembros de la Unión Europea son las siguientes:

- Directiva 89/336/CEE del Consejo de 3 de mayo de 1989 sobre la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros relativas a la compatibilidad electromagnética. La directiva se aplicará a todos los aparatos eléctricos y electrónicos y a los equipos e instalaciones que tengan componentes eléctricos o electrónicos que puedan crear

perturbaciones electromagnéticas o cuyo funcionamiento pueda verse afectado por dichas perturbaciones.

- Directivas 91/263/CEE, 92/31/CEE y 93/68/CEE por la que se modifica la Directiva 89/336/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre compatibilidad electromagnética.
- Directiva de equipos de baja tensión 73/23/CEE, sobre material eléctrico, enmendada por 93/68/CEE.

En España han sido recogidas mediante los siguientes Reales Decretos:

- Real Decreto 444/1994, de 11 de Marzo de 1994, publicado en el BOE de 1 de Abril de 1994, por el que se establece los procedimientos de evaluación de conformidad y los requisitos de protección relativos a compatibilidad electromagnética de los equipos, sistemas e instalaciones, comercialización o puesta en servicio de los aparatos. En uno de sus apartados se especifica que dichos aparatos deben llevar el logotipo de la Unión Europea “ CE “.
- Real Decreto 1950/1995, de 1 de Diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 444/1994, por el que se establecen los procedimientos de evaluación de la conformidad y los requisitos de protección relativos a la compatibilidad electromagnética de los equipos, sistemas e instalaciones (B.O.E. nº 310 de 28/12/1995).
- Orden de 19 de Julio de 1999 por la que se publica la relación de normas españolas que transponen las normas europeas armonizadas, cuyo cumplimiento presume la conformidad con los requisitos de protección electromagnética (B.O.E. nº 178 de 27/7/1999).
- Orden CTE/3214/2002 de 28 de Noviembre, por la que se actualiza la relación de normas europeas, cuyo cumplimiento presupone conformidad con los requisitos de protección electromagnética (B.O.E. nº 301 de 17/12/2002).

Además deben cumplir con las siguientes normas de seguridad:

- EN 60065: 2000. Norma para aparatos de audio, video y aparatos electrónicos similares. Requerimientos de seguridad. También reflejada por la IEC 60065.

10.- CONCLUSIONES.

Hemos hecho un repaso a los bloques que integran los equipos de sonido. Comenzando por los diferentes circuitos preamplificadores, analizando las diferentes etapas amplificadoras de sonido, así como sus principales características, para terminar con los mezcladores y ecualizadores, equipos auxiliares de audio que nos permite integrar las diferentes fuentes de sonido y su ecualización.

Dentro del apartado de averías observamos que con unos instrumentos determinados, polímetro, osciloscopio y generador de funciones podemos identificar los componentes que causan las distintas averías en un equipo de sonido.

11.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y DOCUMENTALES.

- VALERO DIEGO, AGUILAR JUAN D.
Amplificadores de potencia. Teoría y problemas.
Paraninfo. Madrid. 1993.
- RUIZ VASALLO FRANCISCO.
Equipos de sonido.
Ediciones CEAC. Barcelona. 2007.
- REMIRO DOMÍNGUEZ FERNANDO.
Equipos de sonido.
McGraw – Hill. Madrid. 2000.
- BLANCO SOLSONA ANTONIO, FABREGAT GIL FRANCISCO
Equipos de sonido.
Paraninfo. Madrid. 2003.

- PROYECTO EDITORIAL
Equipos de Sonido
McGraw – Hill. Madrid 2006.

- MILLAN ESTELLER JUAN MANUEL
Instalaciones de Megafonía y Sonorización
Paraninfo- Madrid 2012.

AUTOR: José Manuel Sierra Menéndez