

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA

**CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO PORTÁTIL DE AUDIO PARA EL
CENTRO CRISTIANO HERENCIA ESCOGIDA**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

LASSO ANDINO GERMANIA DEL ROCÍO

DIRECTOR: ING. PATRICIO CARRASCO

Quito, noviembre del 2006

DECLARACIÓN

Yo, Lasso Andino Germania del Rocío, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Lasso Andino Germania del Rocío

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Lasso Andino Germania del Rocío bajo mi supervisión

Ing.: Patricio Carrasco
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mis más sinceros agradecimientos a mis Padres por su valiosa ayuda en este plan, y permitir que este proyecto se haga realidad.

Y a mis Maestros, por las enseñanzas recibidas.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en nuestro medio, se ha observado la necesidad de obtener equipos que sean fáciles de llevar y sobre todo que no dependan de ningún medio, como la energía eléctrica.

Cada vez con el avance de la tecnología y por la necesidad de reducir espacio y tiempo, los inventores se ven obligados a cumplir con estos requisitos frente a un consumidor que cada vez exige mayor comodidad debido a que por las ocupaciones diarias el tiempo es una limitante. Tal es el caso que cada vez la ciencia apunta a esta característica; facilitar al consumidor un estilo de vida que le permita hacer varias actividades y sobre todo con instrumentos que sean fáciles de llevar y manejar.

El Amplificador Portátil de Audio es un equipo que por sus características es muy cómodo de transportar y sobre todo no depende de un tomacorriente, esta es una característica importante, ya que al usuario le dará la facilidad de transportar el equipo a cualquier lugar, por el hecho de que este usa baterías; y que para dar mayor ganancia en cuanto a ahorro económico se ha construido un cargador de baterías, permitiendo que el equipo tenga no solamente mayor durabilidad sino también que sea económicamente asequible.

La mayoría de equipos con estas características por el mismo hecho de sus ventajas, se encuentran en precios en gran manera mayores al que este equipo refleja, debido a que son portátiles. En este caso los elementos utilizados en el equipo son en su mayoría de valores muy bajos, haciendo que su costo sea el mínimo en el mercado.

En ocasiones dependiendo del uso que se le de al equipo habrá la necesidad de que alguno de sus elementos sea cambiado, debido a este motivo las ventajas aumentan por el hecho de que los elementos utilizados se los puede conseguir en cualquier centro de distribución de estos componentes, por el contrario para otros equipos, en los cuales sus elementos no solamente son difíciles de encontrar sino que en ciertas ocasiones no se encuentran en nuestro medio.

En este trabajo se detallan todos los elementos utilizados en la construcción del Amplificador Portátil de Audio con su respectivo Cargador de Baterías.

PRESENTACIÓN

El Trabajo que se ha desarrollado está organizado en dos Capítulos, los mismos que se exponen a continuación.

En el Capítulo uno, se presenta las cualidades de las señales de audio, una breve reseña del amplificador operacional, al igual que se expone los diferentes tipos de micrófonos, constitución de los parlantes, conceptos básicos acerca de baterías, tipos de carga de una batería, clasificación de los audífonos; y varios conceptos que permitirán tener una mejor apreciación del funcionamiento del equipo.

En el Capítulo dos, se presenta el diseño y construcción del amplificador portátil de audio, orientado en aplicar los conocimientos adquiridos en la realización del Capítulo uno, además se respalda con los diagramas lógicos que detallan los diferentes componentes a usar en la construcción del amplificador, para finalizar con las conclusiones y recomendaciones que se obtuvo del diseño y construcción del equipo.

RESUMEN

Este equipo ofrece una completa seguridad en su operación debido a que está protegido contra cortocircuito, temperaturas elevadas, inversión de polaridad, etc. Además provee de varias utilidades que se han distribuido en las diferentes etapas, básicamente consta de tres:

Amplificación de mediana potencia, esta etapa se encarga de la amplificación de voz la cual tiene una potencia de salida de 8w; el amplificador operacional de potencia TDA2002 nos permite amplificar señales de voz receptadas, en este caso por un micrófono electret además consta de un potenciómetro mediante el cual podemos controlar el ingreso de señales de voltaje y por consecuencia el volumen. Los valores característicos de los componentes secundarios como resistencias, condensadores, parlante, etc., son previamente establecidos de acuerdo a la ganancia que se quiera obtener.

Amplificación de baja potencia, esta etapa amplifica las señales de audio a escalas en las cuales se puede escuchar a través de audífonos estereofónicos, básicamente está conformada por un amplificador operacional y varios componentes que a su vez controlan los voltajes y permiten que la señal de salida pueda ser escuchada. Además de poseer un bajo consumo de corriente (4mA.), es adecuado para todo tipo de audífonos y provee una baja distorsión (0.1%).

Cargador de Baterías, esta etapa se encuentra fuera del equipo de amplificación, ya que se encarga exclusivamente de proveer a la batería la corriente suficiente en el caso de que el equipo se haya utilizado con frecuencia. Los tiristores dependiendo si reciben un valor de voltaje en el gate permiten el paso de corriente hacia la batería; en el caso del diodo zener, este se encarga de la conexión y desconexión automática en los estados en que la batería se encuentra alta o baja de carga. A parte de estos beneficios el cargador de baterías posee un indicador, el cual permite observar mediante leds si la batería se encuentra con el voltaje apropiado para el funcionamiento del circuito

PRESENTACIÓN

El Trabajo que se ha desarrollado está organizado en dos Capítulos, los mismos que se exponen a continuación.

En el Capítulo uno, se presenta las cualidades de las señales de audio, una breve reseña del amplificador operacional, al igual que se expone los diferentes tipos de micrófonos, constitución de los parlantes, conceptos básicos acerca de baterías, tipos de carga de una batería, clasificación de los audífonos; y varios conceptos que permitirán tener una mejor apreciación del funcionamiento del equipo.

En el Capítulo dos, se presenta el diseño y construcción del amplificador portátil de audio, orientado en aplicar los conocimientos adquiridos en la realización del Capítulo uno, además se respalda con los diagramas lógicos que detallan los diferentes componentes a usar en la construcción del amplificador, para finalizar con las conclusiones y recomendaciones que se obtuvo del diseño y construcción del equipo.

CONTENIDO:

INTRODUCCIÓN

PRESENTACIÓN

RESUMEN

Capítulo 1: "Fundamentación teórica de la parte electrónica necesaria para el diseño y construcción del amplificador" 1

1.1 Señales de audio	1
1.1.1 El sonido	1
1.1.1.1 Velocidad del sonido.....	2
1.1.1.2 Frecuencia del sonido.....	2
1.1.1.3 Longitud de onda	3
1.1.1.4 Onda plana	3
1.1.1.5 Presión sonora.....	4
1.1.1.6 Potencia sonora.....	4
1.1.1.7 Intensidad sonora	4
1.1.1.8 Características de las señales sonoras	5
1.1.1.9 Escalas para el sonido: el decibelio.....	6
1.1.2 Alta fidelidad.....	7
1.1.2.1 Factores humanos en la percepción de sonido	8
1.1.2.2 Definiciones de alta fidelidad y de verdadera fidelidad	8
1.1.2.3 Requisitos para un sistema de verdadera fidelidad	9
1.2 El amplificador operacional.....	10
1.3 Micrófonos	12
1.3.1 Propiedades de los micrófonos	13
1.3.1.1 Directividad	13
1.3.1.1.1 Omnidireccionales.....	14
1.3.1.1.2 Bidireccionales.....	14
1.3.1.1.3 Cardioides.....	15
1.3.1.1.4 De interferencia.....	15
1.3.1.2 Sensibilidad	15
1.3.1.3 Respuesta de frecuencias	15
1.3.1.4 Impedancia	16
1.3.1.5 Nivel de ruido.....	16

1.3.1.6 Distorsión.....	16
1.3.1.7 Efecto de desfase	16
1.3.2 Clasificación según su transductor mecánico-eléctrico	17
1.3.2.1 Micrófonos de resistencia variable.....	17
1.3.2.2 Micrófonos piezoeléctricos	17
1.3.2.2.1 Micrófonos de cristal	17
1.3.2.2.2 Micrófonos cerámicos	18
1.3.2.3 Micrófonos electrodinámicos	18
1.3.2.3.1 Micrófonos de bobina móvil.....	18
1.3.2.3.2 Micrófonos de cinta	18
1.3.2.4 Micrófonos electrostáticos o de condensador.....	19
1.3.2.5 Micrófonos electret	19
1.3.3 Otros tipos de micrófonos	19
1.4 Parlantes.....	20
1.4.1 Constitución de los parlantes	20
1.4.1.2 Cono o diafragma	21
1.4.1.3 Campana	22
1.4.1.4 Yugo	22
1.4.1.5 Imán permanente.....	22
1.4.1.6 Bobina móvil	22
1.4.1.7 Araña	23
1.4.1.8 Tapa de retención de polvo	23
1.4.1.9 Sistema de conexión de la bobina móvil.....	23
1.4.2 Tipos de parlantes.....	23
1.4.2.1 Parlantes dinámicos	23
1.4.2.2 Parlante electrostático	24
1.4.2.3 Parlante magnético plano	25
1.4.2.4 Parlante AMT.....	26
1.4.2.5 Parlante ATD	26
1.4.2.6 Parlante walsh	26
1.4.3 Características técnicas de los parlantes	26
1.4.3.1 Impedancia	27
1.4.3.2 Frecuencia de resonancia	27

1.4.3.3	Respuesta de frecuencia	28
1.4.3.4	Potencia admisible.....	28
1.4.3.5	Potencia mínima	28
1.4.3.6	Directividad	29
1.4.3.7	Distorsiones	29
1.4.3.8	Rendimiento	29
1.4.3.9	Sensibilidad	29
1.4.3.10	Resistencia de la bobina móvil	30
1.4.3.11	Campo magnético del imán permanente	30
1.5	Baterías	30
1.5.1	Partes fundamentales de una batería	30
1.5.1.1	Celda	30
1.5.1.1.1	Celdas primarias	30
1.5.1.1.2	Celdas secundarias.....	31
1.5.1.2	Electrodos.....	31
1.5.1.3	Electrolito.....	31
1.5.2	Tipos de celdas	31
1.5.2.1	Celda voltaica	32
1.5.2.2	Baterías de carbón – zinc.....	32
1.5.2.3	Baterías de dióxido de manganeso alcalinas.	32
1.5.2.4	Baterías de plomo-acido (acumulador).....	33
1.5.2.5	Otros tipo de baterías secundarias	34
1.5.2.5.1	Batería níquel-cadmio	34
1.5.2.5.2	Batería níquel-zinc	34
1.5.2.5.3	Celdas solares	34
1.5.3	Conexión serie y paralelo de baterías	35
1.5.4	Cargadores de baterías.....	35
1.5.4.1	Tipos de carga.....	36
1.5.4.1.1	Carga inicial	36
1.5.4.1.2	Carga normal	37
1.5.4.1.3	Carga igualadora.....	37
1.5.4.1.4	Carga flotante.....	37
1.5.4.1.5	Carga rápida	37

1.5.4.2 Tipos de cargadores	38
1.6 Audífonos.....	38
1.6.1 Clasificación de los audífonos.....	39
1.6.1.1 Audífonos dinámicos	40
1.6.1.2 Audífonos electrostáticos.....	41
1.6.1.3 Audífonos abiertos.....	41
1.6.1.4 Audífonos cerrados.....	41
1.6.1.5 Audífonos semiabiertos	42
1.6.2 Características técnicas de los audífonos	42
1.6.2.1 Respuesta de frecuencia	42
1.6.2.2 Nivel de presión sonora	43
1.6.2.3 Sensibilidad	43
1.6.2.4 Presión sonora.....	43
1.6.2.5 Distorsión armónica total	43
1.6.2.6 Impedancia	44
1.6.2.7 Presión de contacto	44
1.6.2.8 Peso	44
Capítulo 2: " Construcción del equipo"	45
2.1 Diagrama de bloques del equipo	45
2.2 Funcionamiento del equipo.....	45
2.2.1 Etapa sensora	45
2.2.2 Eliminador de frecuencias indeseadas y desacoplamiento del nivel dc	46
2.2.3 Etapa amplificadora	47
2.2.4 Acoplamiento de impedancias (salida del amplificador).....	48
2.3 Construcción del equipo	48
2.3.1 Diagrama circuital del equipo	48
2.3.2 Diagrama esquemático	49
2.3.3 Circuito impreso del amplificador de mediana potencia	49
2.3.4 Ensamblaje del equipo	50
2.4 Construcción del amplificador portátil de baja potencia.....	51
2.5 Construcción de los cargadores de baterías.....	53
2.5.1 Cargador de baterías para 6v.....	53
2.6 Calibración y pruebas	56

2.6.1 Calibración del equipo.....	56
2.6.2 Pruebas.....	56
2.6.2.1 Pruebas con la etapa amplificadora de mediana potencia	56
2.6.2.1.1 Voltaje de alimentación 6v	56
2.6.2.2 Pruebas con la etapa amplificadora de baja potencia	57
2.6.2.3 Pruebas con los cargadores de baterías	57
2.6.2.3.1 Intensidad de iluminación de los leds.....	57
2.6.2.3.2 Conexión y desconexión automática del equipo	57
2.7 Análisis técnico-económico.....	57
2.7.1 Análisis técnico	57
2.7.2 Análisis económico	58

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

CAPITULO 1

“FUNDAMENTACIÓN TEORICA DE LA PARTE ELECTRÓNICA NECESARIA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL AMPLIFICADOR”

En este capítulo se describe la información teórica necesaria para el diseño del amplificador de audio, como las señales de audio, el amplificador de potencia, transductores de audio, etc.

1.1 SEÑALES DE AUDIO

1.1.1 EL SONIDO

El sonido es la sensación percibida por el oído como resultado de variaciones rápidas de la presión en el aire. En términos físicos, “sonido” es la vibración mecánica de un medio elástico gaseoso, líquido o sólido, a través del cual se transmite la energía, de un modo continuo, desde la fuente por ondas sonoras progresivas. Cada vez que un objeto vibra o se mueve, una pequeña parte de la energía relacionada con este proceso se pierde, siendo radiada al medio en forma de ondas sonoras conocidas como sonido.¹

Las ondas sonoras son un tipo de ondas conocidas como ondas elásticas. Las ondas elásticas pueden producirse en un medio que tiene las propiedades de masa y elasticidad. Si una partícula de este medio es desplazada de su lugar de equilibrio, las fuerzas elásticas presentes tenderán a arrastrarla a la posición original de la cual fue sacada por la perturbación.

La partícula desplazada de su lugar de equilibrio posee inercia y, por tanto, al desplazarse golpea las partículas próximas, haciendo que éstas se muevan de forma idéntica a como esta lo hizo. Estas partículas próximas golpearán a sus vecinas y así sucesivamente, propagándose de este modo la perturbación a través del medio. La perturbación se propaga por medio de oscilaciones sucesivas de partículas elásticas próximas. Las partículas no se propagan juntamente con la onda, solamente la “energía” es la que se transmite.

¹ Clemente Tribaldos, Sonido Profesional (1999, p.30)

1.1.1.1 Velocidad del Sonido

Es el tiempo necesario para que el movimiento se propague de unas partículas a las próximas, por tanto la velocidad de propagación de la perturbación, depende de la masa y de la elasticidad del medio.²

La elasticidad del aire se determina mediante experimentos, resultando una constante multiplicada por la presión atmosférica. Esta constante, γ , es la relación entre el calor específico del aire a presión constante y el calor específico a volumen constante. Para el margen de temperatura en el que se trabaja normalmente con sonido, esta relación es de 1,4. La “velocidad del sonido”, c , en el aire está dada por:

$$c = \sqrt{\frac{1.4P_o}{\rho}} \quad 3$$

donde P_o es la presión atmosférica (Pa) (Pascal) y ρ es la densidad del aire ($\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$).

Suponiendo que el aire actúa como un gas ideal, se puede demostrar que la velocidad del sonido depende únicamente de la temperatura absoluta del aire, de acuerdo con la ecuación:

$$c = 332 \sqrt{1 + \frac{t}{273}} \quad 4$$

donde t es la temperatura del aire ($^{\circ}\text{C}$) y c es la velocidad del sonido (ms^{-1}).

En condiciones normales, la velocidad del sonido es aproximadamente 344 ms^{-1} a 20°C .

1.1.1.2 Frecuencia del Sonido

El sonido se produce como consecuencia de las vibraciones que se generan en él.

La frecuencia de una onda sonora se define como el número de pulsaciones (ciclos) que tiene por unidad de tiempo (segundo). La unidad correspondiente a un ciclo por segundo es el hertzio (Hz).

² Clemente Tribaldos, Sonido Profesional (1999, p.30)

³ Clemente Tribaldos, Sonido Profesional (1999, p.32)

⁴ Clemente Tribaldos, Sonido Profesional (1999, p.32)

Las frecuencias más bajas se corresponden con lo que habitualmente llamamos sonidos "graves", son sonidos de vibraciones lentas. Las frecuencias más altas se corresponden con lo que llamamos "agudos" y son vibraciones muy rápidas.

El espectro de frecuencias audible varía según cada persona, edad etc. Sin embargo, como se conoce, normalmente se acepta como los intervalos entre 20 Hz y 20 kHz.

A veces resulta conveniente expresar la frecuencia en términos de "frecuencia angular" (también llamada frecuencia circular o pulsación). Para una frecuencia de vibración, f , la frecuencia angular, w , correspondiente es:

$$W = 2\pi f \quad ^5$$

Su unidad es el radián / segundo.

1.1.1.3 Longitud de Onda

La "Longitud de onda", λ , es la distancia entre dos máximos sucesivos o entre dos mínimos sucesivos en una onda plana. La relación entre λ , c , T y f es:

$$\lambda = cT = \frac{c}{fm} \quad ^6$$

La longitud de onda viene medida en metros.

1.1.1.4 Onda Plana

Llamada así porque se propaga, alejándose de la fuente, en única dirección; los frentes de onda se propagarán siempre paralelos unos a otros. Debido a que este tipo de onda no puede diseminarse en el medio, la única atenuación que sufrirá es la debida a las pérdidas por transmisión y dispersión producidas por turbulencias y desnivel de temperatura en del medio en que se propagan. Generalmente la magnitud de una onda sonora se la puede medir mediante "presión sonora" antes de cualquier otro parámetro, tales como desplazamientos o velocidad de la partícula, los cuales son extremadamente difíciles de medir en la práctica.

Estos parámetros son exigidos cuando las medidas se han de realizar en puntos muy próximos a la fuente sonora. En esta zona, la velocidad de la partícula no tiene necesariamente la misma dirección que la de propagación de la onda; la

⁵ Gómez de Tejada, Tecnología Electrónica (1970, p 135)

⁶ Clemente Tribaldos, Sonido Profesional (1999, p 34)

presión sonora puede variar considerablemente, para intervalos cortos, a lo largo de la dirección de propagación.

1.1.1.5 Presión Sonora.

Las variaciones de presión producidas por una onda sonora en su propagación a través del aire (“presión sonora”) son muy pequeñas comparadas con la presión atmosférica ambiental y están superpuestas a éstas.

El sonido más tenue que un adulto joven puede detectar corresponde a una presión sonora de 0,00002 Pa (1 Pascal = 1 Pa = 1 N. m⁻²; N = Newton), mientras que la presión atmosférica es de 10⁵ Pa.⁷

1.1.1.6 Potencia Sonora

Cualquier fuente de sonido está caracterizada por su potencia sonora. La potencia sonora es una propiedad física que va a depender únicamente de la fuente. Es un parámetro absoluto que se usa normalmente para valorar y comparar fuentes sonoras; para estos fines no se usa la presión sonora producida por la fuente ya que ésta va a depender de diversos factores extrínsecos a la fuente, como la distancia y orientación del receptor, los gradientes de velocidad y temperatura en el aire y el entorno mismo. Viene definida como la energía transferida en un determinado intervalo de tiempo dividida por la duración de dicho intervalo. El símbolo usado internacionalmente para designarles es P o Pa. La unidad en que se mide es el Watio (W).

1.1.1.7 Intensidad Sonora⁸

La intensidad, I, de una onda sonora, se define como el valor medio de la energía acústica que atraviesa una unidad de área en el campo sonoro (perpendicular a la prolongación de la onda si el campo no es difuso) en la unidad de tiempo. Dependiendo de cómo sea el campo sonoro, la expresión de la intensidad es diferente.

Para un campo libre en el cual la onda llega únicamente en la dirección de la fuente:

⁷ Clemente Tribaldos, *Sonido Profesional* (1999, p 35)

⁸ Clemente Tribaldos, *Sonido Profesional* (1999, p 40)

Este sonido podemos considerarlo como una combinación, bastante compleja, de un gran número de sonidos sinusoidales superpuestos, (esto es en síntesis el concepto del Análisis de Fourier).

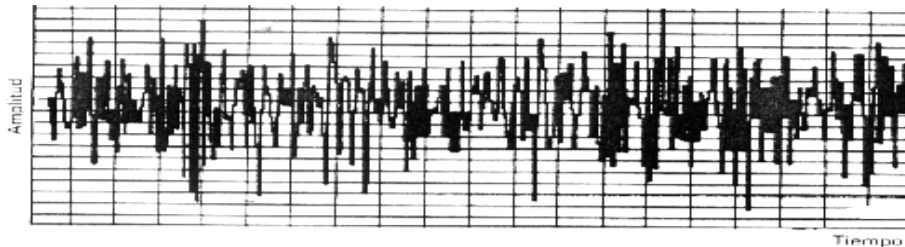


Fig. 1.2 Ejemplo de sonido aleatorio. ⁹

1.1.1.9 Escalas para el sonido. El Decibelio

El método normal de medida de la presión en una escala lineal da lugar a determinados problemas cuando se relaciona con aplicaciones del oído humano. El sonido más tenue, de 1000 Hz, que un promedio de personas jóvenes puede escuchar, se encuentra en torno a los 20 μPa ; se ha estandarizado este valor como el umbral de audición nominal para fines relacionados con las medidas del sonido. En el otro extremo de la escala, el umbral del dolor se produce a una presión sonora de aproximadamente 100 Pascales, lo que da en la relación con el nivel anterior una proporción de un millón a uno.

La unidad llamada el Bel. (En honor a Alexander Graham Bell). Se define como el logaritmo en base 10 (decimal) de la relación de dos potencias sonoras o dos intensidades; pero esta unidad se encontró, en la práctica, que era demasiado grande, por lo que se tomó como unidad la décima parte del Bel, el decibelio, el cual ha llegado a ser de uso general.

Como la intensidad acústica es proporcional, en el campo lejano, al cuadro de la presión sonora, se definió para las medidas sonoras una escala conveniente que está dada por: Nivel de presión sonora.

$$L_p = 10 \log\left(\frac{p^2}{p_o^2}\right) = 20 \log \frac{p}{p_o}$$

Donde p es la presión sonora medida, p_o es la presión sonora de referencia, normalmente 20 μPa y la palabra nivel se añade a presión sonora como una

⁹ Clemente Tribaldos, Sonido Profesional (1999, p 38)

indicación de que el valor medio tiene un cierto nivel por encima de un valor de referencia definido previamente.

Cualquier medida se puede expresar en decibelios (dB), cualquiera que sean sus unidades mientras se cite el valor absoluto de referencia de la unidad usado en la relación logarítmica.

El uso de la escala logarítmica reduce el margen dinámico de la presión sonora de un millón a uno a un margen más manejable de niveles de presión sonora de 0 a 120 solamente. El 0 indica el umbral mínimo (usado como referencia) y 120 es aproximadamente el umbral de dolor. La figura 1.3 muestra algunos niveles típicos de presión sonora.

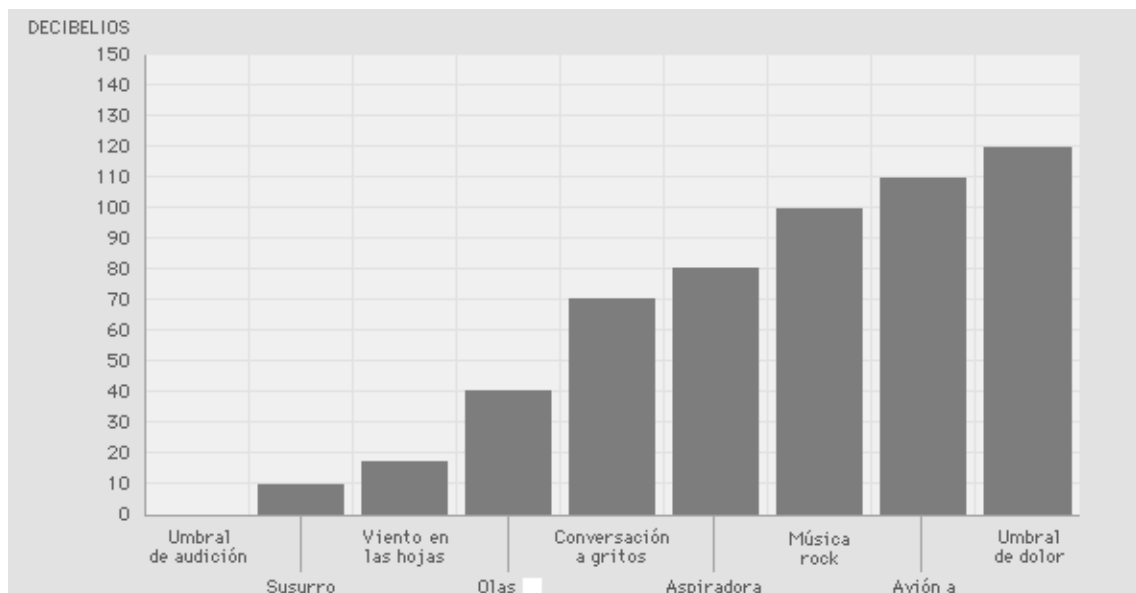


Fig. 1.3 Intensidad Fisiológica del Sonido ¹⁰

1.1.2 ALTA FIDELIDAD

Es evidente que la alta fidelidad no es absoluta, y que se hace necesario considerar que existen diversos grados de ella. En cada caso, el grado requerido dependerá del oyente y no de cualquier patrón técnico que pudiera servir para medirlo.

Un sistema de alta fidelidad debe ser capaz de agradar al oyente conocedor. En el proyecto y construcción de un sistema tiene gran importancia conocer con exactitud la forma en que deben calcularse proporcionalmente ciertos costos a fin

¹⁰ Microsoft Corporation, Enciclopedia en Carta (2004, decibelio)

de evitar que algunos componentes resulten anticuados cuando se hagan más tarde mejoras y adiciones.

1.1.2.1 Factores Humanos en la Percepción de Sonido

Al considerar un material de alta fidelidad, es necesario tomar en cuenta el factor humano. No solo existen numerosas teorías para explicar las varias disposiciones de los equipos de alta fidelidad, sino que los oyentes son individuos que, como tales, tienen diversos gustos y, además con frecuencia escuchan de diferente manera.

Es, por lo mismo, muy difícil definir las características electroacústicas capaces de satisfacer debidamente a los millones de seres humanos que habitan la Tierra. De acuerdo a los niveles de audición en los seres humanos, que varía de acuerdo a la edad, la fidelidad podría considerarse como un factor variable.

1.1.2.2 Definiciones de Alta Fidelidad y de Verdadera Fidelidad ¹¹

Se entiende por fidelidad la medida en que es exacta una reproducción, y la expresión “alta fidelidad” se refiere, necesariamente, a un alto grado de la misma. Sin embargo, para fines prácticos debe tomarse también en consideración el factor subjetivo del placer que brinda la audición; si bien la reproducción fiel y el placer van unidos, ambos términos no son sinónimos en todos los casos. Podemos, por lo tanto, decir:

La reproducción de verdadera alta fidelidad es aquella que no puede distinguirse del original y plantea los problemas técnicos de la reproducción exacta.

Para un oído estrictamente musical, la reproducción que no puede distinguirse de la ejecución original es de suprema importancia y va siempre acompañada por el deleite de la audición. Para otros, la reproducción exacta no es esencial para obtener el máximo deleite. En consecuencia, mientras una persona determinada puede considerar que un sistema es el mejor, es posible que otro oyente prefiera un sistema completamente distinto.

Las exigencias técnicas de la verdadera fidelidad y de la alta fidelidad requieren que se reduzca las diversas formas de distorsión e interferencia. Para conseguir la verdadera fidelidad deben usarse ciertas formas de compensación eléctrica,

¹¹ Jhon H. Newitt, Técnicas de la Alta Fidelidad (1979, p 15)

tales como el aumento de frecuencia, la expansión del volumen, etc., a fin de compensar aquellos componentes que no pueden hacerse casi perfectos. Con frecuencia se emplean estos mismos recursos para producir efectos artificiales que, para ciertas personas, aumentan el placer de la reproducción en los sistemas de alta fidelidad, aunque puedan traducirse en una divergencia notable con respecto a la reproducción exacta del material original.

1.1.2.3 Requisitos para un Sistema de Verdadera Fidelidad ¹²

La reproducción de verdadera fidelidad la podemos tomar como un factor que depende de costos y cuidado del equipo considerables, esta sería una condición ideal, puesto que lo que se persigue es la duplicación técnica exacta de un programa original, la reproducción debe tener en cuenta no solo la distorsión de frecuencia en el sistema eléctrico y el diseño de la bocina, sino también factores tales como los efectos estereofónicos. El nivel del volumen y el alcance dinámico deben ser exactamente iguales o tener una aproximación considerable a los de la ejecución original.

El problema que ofrece la obtención de efectos estereofónicos no es de fácil solución. En primer lugar, los micrófonos que recogen las características sonoras distribuidas espacialmente para los canales de un sistema estereofónico, deben estar espaciados. Los sistemas estereofónicos en los que se han empleado canales múltiples con micrófonos muy separados son una simulación de una orquesta espaciada, pero los reproductores dispuestos de modo semejante no siempre reproducen una buena simulación debido al hecho de que un solo micrófono puede recoger el sonido de varios instrumentos de la orquesta situada a diferentes distancias. Para acercarse a la perfección se requeriría un gran número de canales.

Un sistema que sea perfecto desde el punto de vista eléctrico y que carezca de distorsión perceptible, no será un sistema de verdadera fidelidad a no ser que se dupliquen las condiciones acústicas originales. En virtud de que la mayor parte de la música se escucha en la sala de un hogar, cuyas dimensiones son considerablemente menores que las de la sala de conciertos o del estudio en que se ofrece la audición original, la mayor parte de los oyentes no escucharán

¹² Jhon H. Newitt, Técnicas del Alta Fidelidad (1979, p 17)

música en su volumen original; con esto se hace evidente la imposibilidad de obtener la verdadera fidelidad en el hogar. El reducido número de modelos experimentales que han reproducido la música en forma tal que no pueda distinguirse de la original, han sido empleados en beneficio de aquellas personas que no encontraron cabida en la sala de conciertos o, sencillamente, con fines de demostración.

Ejemplos de Diversos Grados de Alta Fidelidad.- Un sistema de poco precio puede emplear un amplificador que tenga un transformador de salida de calidad aceptable. Se debería tener control para los sonidos graves como para los agudos.

Se podría emplear una bocina cuyo diámetro sea de 10 ó 12 pulgadas.

En estas condiciones, pueden agregarse ciertos refinamientos sin aumentar considerablemente el costo. Si se coloca la bocina en una caja de resonancia, se podría apreciar una respuesta de frecuencia mejorada. Entonces podrá agregarse una bocina de agudos para mejorar el alcance superior de frecuencias. Para el oyente que prefiere la música clásica y características completas en el alcance de frecuencia, pueden agregarse otras condiciones. Pero, a partir de este punto, las mejoras que se obtienen no están en proporción con su costo. Además, es necesario seleccionar desde el principio un equipo de calidad superior. Para obtener la mayor fidelidad posible, debe adquirirse un amplificador de tipo profesional, ya que los componentes especialmente diseñados que se encuentran en estos amplificadores son el resultado de muchos años de experimentación y comprobación.

1.2 EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL

Los amplificadores operacionales ¹³ fueron lanzados al mercado a principios de la década de 1940. Se diseñaron con tubos de vacío y se utilizaron para realizar adiciones, sustracciones y otras operaciones matemáticas: de aquí el nombre de amplificador operacional.

El amplificador operacional es un amplificador de acoplamiento directo de alta ganancia que tiene a si mismo la capacidad de retroalimentación externa. A través de esta última se puede controlar la respuesta del amplificador en forma

¹³ Charles Belove, Enciclopedia de la Electrónica (1987, p 650)

virtualmente independiente de sus parámetros internos. En la figura 1.4 se representa a un amplificador operacional típico.

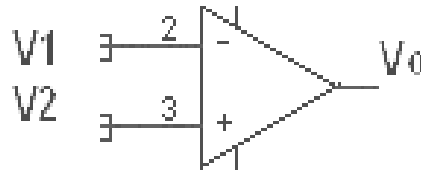


Fig. 1.4 Amplificador operacional.

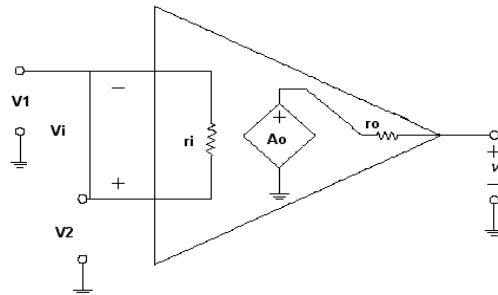


Fig. 1.5 Circuito Equivalente del amplificador operacional

Los terminales de entrada rotulados como (-) y (+) se denominan terminales de inversión y de no inversión, respectivamente. Estos terminales se conocen también como terminales de entrada diferencial porque el voltaje de salida V_o depende de la diferencia de voltaje entre ellas. Esto es:

$$V_o = A_o(V_2 - V_1)$$

Donde A_o es la ganancia de voltaje de ciclo abierto del amplificador operacional. modelo del circuito equivalente del amplificador operacional se muestra en la Figura 1.5, donde r_i representa la resistencia de entrada y r_o la resistencia de salida del amplificador.

La tabla (ANEXO A) resume las características de un amplificador operacional ideal. Éste tiene ganancia de tensión infinita, frecuencia de ganancia unidad infinita, impedancia de entrada infinita CMRR infinita. También posee resistencia de salida cero, corriente de polarización cero y offsets cero. Esto es lo que los fabricantes construirían si pudieran. Lo que se puede fabricar en la realidad se aproxima a estos valores ideales.

Por ejemplo el LM741C es un amplificador operacional estándar, un clásico que ha estado en el mercado desde la década de los sesenta. El LM741C tiene una

ganancia de tensión de 100000 una frecuencia de ganancia unidad de 1 MHz, una impedancia de entrada de $2M\Omega$, etc. Debido a que la ganancia de tensión es tan alta, los offsets de entrada pueden saturar fácilmente el amplificador operacional. Ésta es la razón de que los circuitos prácticos necesiten componentes externos entre la entrada y la salida de un amplificador operacional para estabilizar la ganancia de tensión.

- EL AMPLIFICADOR DE POTENCIA TDA 2002.- El amplificador de potencia TDA 2002 es una variación del amplificador operacional, el cual por tener características idénticas, su funcionamiento es similar al de un amplificador LM741C, con la diferencia de que amplifica a mayor potencia.

A continuación podemos ver los parámetros característicos de este amplificador

Este circuito se caracteriza porque necesita pocos componentes externos, es fácil de ensamblar, y provee una corriente de salida bastante grande.

En la siguiente figura (Figura 1.6) podemos ver la conexión de pines en el circuito integrado TDA2002.

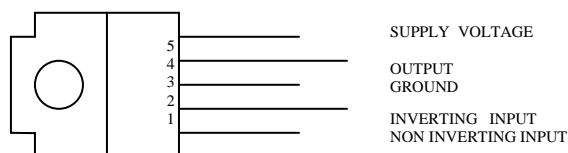


Figura 1.6 (C.I. TDA 2002)

Mediante las características técnicas (ANEXO B) podemos apreciar las funciones de este circuito operacional de potencia.

1.3 MICRÓFONOS

Se llaman micrófonos a los sistemas acústico-mecánico-eléctricos que transforman la energía sonora en energía eléctrica. Esta energía eléctrica es posteriormente utilizada en otros dispositivos eléctricos, como los amplificadores.

Todo micrófono consta de un sistema mecánico y un sistema eléctrico. Al llegar una onda sonora portadora de una cierta energía acústica, el sistema mecánico

se mueve y determina una variación de intensidad o voltaje en el sistema eléctrico, según determinadas leyes y de acuerdo con el principio físico aplicable dependiente de la clase de micrófono. Pueden clasificarse los micrófonos con relación al sistema mecánico o al eléctrico. Los micrófonos son sensibles cuando producen tensiones grandes para pequeñas presiones acústicas, y son de gran fidelidad cuando reproducen con exactitud todas las frecuencias, es decir, tienen un rendimiento constante.¹⁴

1.3.1 PROPIEDADES DE LOS MICRÓFONOS

Hay diferentes parámetros que van a influir en su calidad y forma de trabajo.

1.3.1.1 Directividad

La directividad es una propiedad particular de cada micrófono y se la puede calcular con la fórmula:

$$D = \frac{\text{Sensibilidad } \phi}{\text{Sensibilidad máxima}} \quad 15$$

Esto nos permite conocer su comportamiento y su nivel de sensibilidad respecto a la onda incidente. Figura 1.7

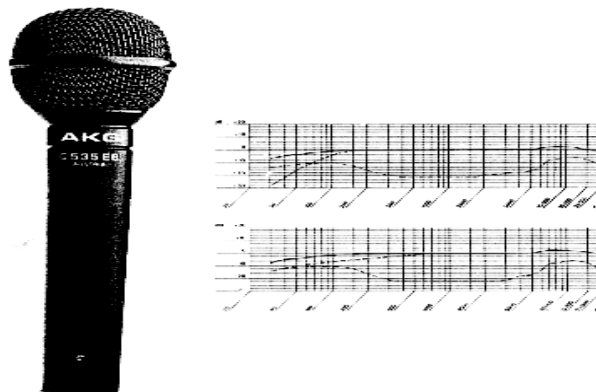


Fig. 1.7 Micrófono de condensador C535 EB de AKG con su respectivo curva de respuesta.

Este parámetro nos va a permitir agrupar a los micrófonos en diferentes tipos:
Figura 1.8

¹⁴ Juan José Ramil, Megafonía y Electroacústica (1949, p 39)

¹⁵ Clemente Tribaldos, Sonido Profesional (1999, p 363)

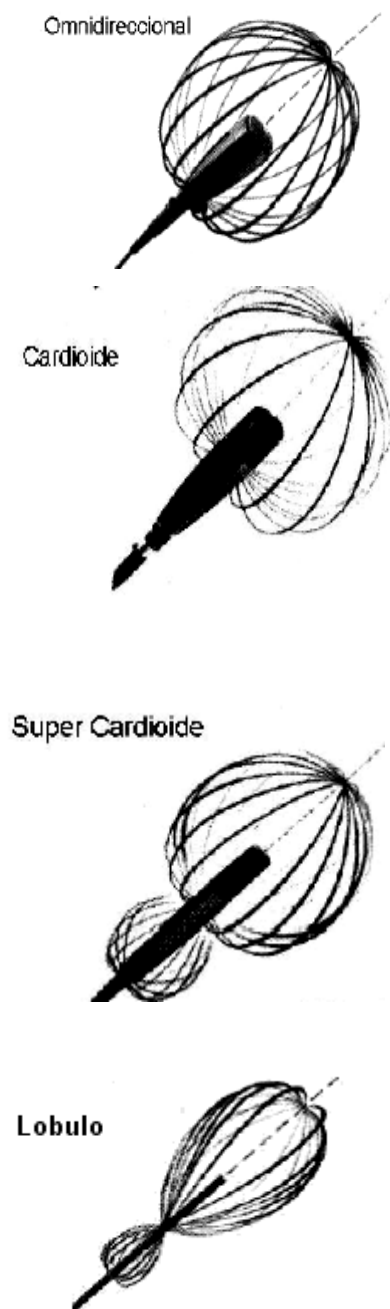


Fig. 1.8 Clases de micrófonos de acuerdo a la directividad

1.3.1.1.1 Omnidireccionales.- Son los que tienen igual sensibilidad de recepción respecto a la onda incidente, sea cual sea el punto de emisión. Su diagrama polar se representa con un círculo cuyo centro coincide con el eje de las coordenadas.

1.3.1.1.2 Bidireccionales.- Este tipo de directividad se consigue con los micrófonos que reciben la presión por ambos lados del diafragma, teniendo su máxima sensibilidad entre los 0° y los 180° , de forma que todos los sonidos que llegan procedentes de otras longitudes son atenuados.

Su diagrama polar consiste en la típica forma de 8.

1.3.1.1.3 Cardioides.- Resultan de la combinación de los principios de funcionamiento de los micrófonos de presión y de gradiente de presión y nos permiten obtener otros tipos de diagramas polares intermedios. Así, pueden ser:

1. Cardioides, cuya ecuación polar es $F = \alpha \frac{1}{2} (1 + \cos \varphi)$;
2. Hipercardioides, cuya ecuación es $F = \alpha \frac{1}{2} (1 + 3 \cos \varphi)$;
3. Supercardioides, cuya ecuación es $F = \alpha (0.37 + 0.63 \cos \varphi)$.

1.3.1.1.4 De Interferencia.- Son micrófonos súper direccionales concebidos para poder enfocar un sonido determinado, consiguiendo eliminar todos los demás que se producen en el entorno.

Son los conocidos como micrófonos de cañón y constan de un largo tubo, con rejillas y un tipo de material aislante absorbente que evitará que todos los sonidos laterales lleguen hasta la membrana.

1.3.1.2 Sensibilidad

Es la relación existente entre la tensión de salida y la tensión que la provoca. Nos vendrá dada en decibelios.

$$S = \frac{e}{p} \quad 16$$

La eficacia nominal, al estar en función de la frecuencia vendrá expresada tomando como referencia 1000Hz.

La eficacia característica es obtenida en todo el ancho de banda.

1.3.1.3 Respuesta de Frecuencias ¹⁷

Indica la sensibilidad microfónica a diversas frecuencias, la respuesta varía dependiendo de la frecuencia y de su ángulo de incidencia. Lógicamente, cuanto más plana sea su respuesta, mayor será su fidelidad.

Los micros omnidireccionales suelen causar problemas en su respuesta en relación con su ángulo; en los de gradiente de presión tenemos el problema típico del efecto de aproximación.

¹⁶ Clemente Tribaldos, *Sonido Profesional* (1999, p 367)

¹⁷ Clemente Tribaldos, *Sonido Profesional* (1999, p 368)

1.3.1.4 Impedancia ¹⁸

Sabemos que la impedancia es la propiedad de un elemento o circuito que restringe en alguna medida el paso de la corriente. Se mide en Ohmios.

La impedancia de salida viene dada desde los terminales eléctricos hasta su interior.

1.3.1.5 Nivel de Ruido ¹⁹

Es el resultado de la medición de la tensión sonora obtenida en la salida del micrófono sin ningún tipo de excitación externa.

Se produce a causa del propio interno causado por el movimiento térmico de los electrones en su parte eléctrica. Al ser una medida respecto al ruido equivalente a presión, el resultado estará especificado en dB.

1.3.1.6 Distorsión ²⁰

Se puede definir la distorsión como una deformación de la onda en la salida y cuyo resultado se puede apreciar auditivamente, estropeando en mayor o menor grado la señal resultante.

La medición de esta distorsión se efectúa excitando el micrófono por medio de un tono. Esto nos da una aparición de armónicos. La medición de la distorsión armónica total aparecerá expresada en un tanto por ciento de la componente armónica respecto a la frecuencia incidente.

1.3.1.7 Efecto de Desfase

Cuando en un micrófono inciden dos ondas, una directa que denominaremos D1 y otra reflejada y, por tanto, retrasada en el tiempo, D2 se producirá un desfase entre ellas. Su magnitud vendrá dada por la fórmula:

$$\Gamma = \frac{D2 - D1}{C} \quad 21$$

Siendo C la velocidad de propagación del sonido.

¹⁸ Clemente Tribaldos, Sonido Profesional (1999, p 368)

¹⁹ Clemente Tribaldos, Sonido Profesional (1999, p 369)

²⁰ Clemente Tribaldos, Sonido Profesional (1999, p 370)

²¹ Clemente Tribaldos, Sonido Profesional (1999, p 371)

1.3.2 CLASIFICACIÓN SEGÚN SU TRANSDUCTOR MECÁNICO-ELÉCTRICO

1.3.2.1 Micrófonos de Resistencia Variable²²

Su actuación se plantea en base a las variaciones de presión existentes entre el exterior y el interior, de forma que al producirse una diferencia de presión se modifique la resistencia.

- **Micrófonos de Carbón.**- Su funcionamiento consiste en la inclusión en un compartimiento cerrado, de varios centenares de gránulos de carbón, generalmente de grafito o antracita, y este comportamiento se encuentra adosado al centro de un diafragma metálico.

Al incidir la onda sonora en la superficie, produce un desorden en los gránulos, haciendo variar la resistencia de contacto entre ellos y originando una tensión que es proporcional al desplazamiento de la membrana.

Estando entre los 250 Hz y los 300 KHz, producen una notable distorsión por lo que su utilización queda muy reducida al campo de la telefonía.

1.3.2.2 Micrófonos Piezoeléctricos²³

Su nombre proviene del griego, presionar. En ellos, un elemento piezoeléctrico genera una carga eléctrica cuando se le somete a cualquier tipo de deformación por medio de una presión sonora.

También son llamados micrófonos de acción directa. Son sistemas controlados por elasticidad que funcionan a presión.

Son de dos tipo: de cristal o cerámicos.

1.3.2.2.1 Micrófonos de Cristal

Basan su funcionamiento en la utilización de cristales situados de tal forma que al ser golpeada su superficie por la onda sonora se doblan. Al someter el cristal a un esfuerzo mecánico, aparece una fuerza electromotriz sin necesidad de ningún tipo de polarización exterior, obteniéndose una tensión proporcional al desplazamiento causado.

²² Clemente Tribaldos, *Sonido Profesional* (1999, p 371 a 372)

²³ Clemente Tribaldos, *Sonido Profesional* (1999, p 373)

Sus posibilidades de respuesta de 80 a 10000 Hz, lo que limita mucho su utilización.

1.3.2.2.2 Micrófonos Cerámicos

Son muy similares en su concepción a los anteriores, salvo en que utilizan piezas cerámicas, principalmente de titanio de bario que se obtienen cortando determinados ejes cristalográficos que determinarán si se doblan o se retuercen. Trabajan con una impedancia de 4 megaohmios y su sensibilidad está bastante por debajo de los cristales por lo que, pese a su bajo costo, sólo tiene aplicaciones en el campo de la megafonía.

1.3.2.3 Micrófonos Electrodinámicos²⁴

Su funcionamiento se basa en unos transductores en los que un conductor eléctrico, una bobina móvil o una cinta, se desplazan dentro del campo creado por un imán permanente a causa de la fuerza generada por la onda sonora.

1.3.2.3.1 Micrófonos de Bobina Móvil

Suelen tener una forma cilíndrica y redondeada, de un diámetro exterior de unos 8 cm.

Su funcionamiento está concebido gracias a la utilización de dos transductores independientes.

Los dos sistemas son transductores de gradientes de presión. Da como resultado la eliminación del problema del efecto de proximidad ya que las bajas frecuencias deben seguir una larga trayectoria acústica interna, lo que además los hace poco sensibles al viento y a la vibración. También se les denomina micrófonos de dos vías.

1.3.2.3.2 Micrófonos de Cinta

Su sistema de transducción es electromagnético y resuelve su funcionamiento suspendiendo una cinta metálica muy ligera de tan sólo unas 20 micras y de muy pocos miligramos, expuesta a las ondas sonoras por las dos caras e interna en un campo magnético generado por un imán permanente que sustituye a la bobina.

²⁴ Clemente Tribaldos, *Sonido Profesional* (1999, p 374 a 375)

Al vibrar la cinta a causa de la presión de las ondas, se genera una tensión similar a la velocidad de la onda de presión. De ahí que se les denomine también micrófonos de velocidad.

Su diagrama es bidireccional pero también puede ser cardioide

1.3.2.4 Micrófonos Electrostáticos o de Condensador²⁵

Este micrófono, muy utilizado, posee un diafragma de duraluminio suficientemente tenso para que tenga una frecuencia propia por encima de los 6000 ciclos.

Cuando varía la presión atmosférica se deforma el diafragma y varía la sensibilidad del aparato, pero de esta forma se encuentra una cierta resistencia debida al aumento de presión que sufre la masa de hidrógeno; sin embargo, conviene que la pared de la camareta recipiente no sea indeformable, y por ello se hace de una sustancia plástica con goma.

1.3.2.5 Micrófonos Electret²⁶

Su tipo de concepción es muy similar a los micrófonos de condensador aunque su rendimiento es notablemente inferior.

Están contruidos con una membrana de material plástico, normalmente policarbonato fluorado, cubierta su cara externa por una fina película metálica para hacer la función de electrodo móvil en el que se ha establecido un estado de carga permanente. Esto crea un campo eléctrico con la placa metálica fija, que sufre variaciones en función de la distancia creada al variar el campo a causa de la vibración de las ondas sonoras, creando una tensión similar en los terminales de salida.

1.3.3 OTROS TIPOS DE MICRÓFONOS

- Micrófonos PZM y PCC²⁷.- Son micrófonos de condensador en miniatura montados en la parte de bajo, en la zona de presión de una placa reflectante. De ahí su nombre, micrófono de zona de presión. Lleva el diafragma colocado paralelamente al lado de la superficie, con lo que logra que las ondas directas y reflejadas se combinen en fase.

²⁵ Clemente Tribaldos, Sonido Profesional (1999, p 376)

²⁶ Clemente Tribaldos, Sonido Profesional (1999, p 378)

²⁷ Clemente Tribaldos, Sonido Profesional (1999, p 380)

Los micrófonos PCC, siglas de cardioides de fase coherente, utilizan una cápsula miniatura supercardioide que permite establecer una coherencia de fase en las altas frecuencias consiguiendo una respuesta muy plana. En este caso, y a diferencia de los anteriores, el diafragma va perpendicular al borde de la placa, de forma que el eje de captación sea paralelo al plano en que esté situado el micrófono.

- Micrófonos MIDI.- En los últimos años han aparecido diversos tipos de micrófonos que permiten la utilización MIDI con todas las posibilidades que esto implica.

Los últimos diseños van más allá, y su arquitectura básica se fundamenta en la aplicación de un procesador de señal de 24 bits en Coma Flotante. Incorpora una EPROM, con un microprograma desarrollado en lenguaje C, a un micrófono dinámico convencional.

1.4 PARLANTES

Se llama parlante al dispositivo capaz de transformar la energía eléctrica en acústica, y con la suficiente intensidad para que se pueda oír a cierta distancia.

Existen muchos tipos de parlantes, cada uno de los cuales utiliza un principio físico distinto, pero también pueden clasificarse atendiendo a otras características.

1.4.1 CONSTITUCIÓN DE LOS PARLANTES²⁸

La transformación de energía eléctrica en ondas sonoras no se lleva a cabo directamente, sino lo que en realidad hace el parlante es transformar primero la energía eléctrica en mecánica y, en un segundo paso, la energía mecánica en energía acústica. Atendiendo a éstas características, podemos dividir los órganos constituyentes de un parlante en las siguientes partes:

- Parte electromagnética: constituida por el imán y la bobina móvil. En ésta parte la energía eléctrica llega a la bobina móvil situada dentro del campo magnético del imán y, por tanto, se produce el movimiento de la bobina.

²⁸ Francisco Ruiz Vasallo, Equipos de Sonido (2000, p 341)

- Parte mecánica: constituida por el cono y su suspensión. Sobre el cono está montada la bobina móvil, la cual, al moverse, lo arrastra haciéndolo vibrar.
- Parte acústica: es la que transmite al recinto de audición la energía sonora desarrollada por el cono.

De todos los tipos de parlantes existentes, el dinámico es el más utilizado, ya que reúne características generales muy superiores a los demás tipos. Está constituido por los siguientes elementos (Figura 1.9)

- Cono o diafragma.
- Campana.
- Yugo.
- Imán permanente
- Bobina móvil.
- Araña.
- Tapa de retención de polvo.
- Conexión de la bobina móvil.

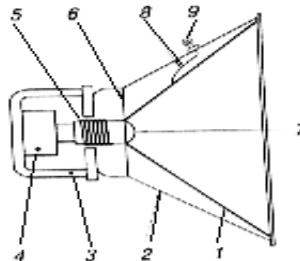


Fig. 1.9 Constitución de un parlante dinámico: 1) Cono o diafragma. 2) Campana. 3) Yugo. 4) Imán permanente. 5) Bobina móvil. 6) Araña. 7) Tapa de retención de polvo. 8) Cables de conexión de la bobina móvil. 9) Terminales de conexión.

1.4.1.1 Cono o Diafragma

El cono, también llamado diafragma, está fabricado con un material fibroso y rígido y, a la vez, liviano, con el fin de que ofrezca la menor inercia posible. De ésta forma no incluye en la respuesta transitoria del parlante.

Usualmente se fabrican con pulpa de papel convenientemente tratada con sustancias higroscópicas. También se utilizan conos moldeados en plástico, que

poseen mayor rigidez, y conos de fibras de cartón, que aportan una gran rigidez sin aumentar la masa.

La forma del cono es muy diversa, según el margen de frecuencias que ha de reproducir, las características de directividad y la potencia admisible por el parlante.

1.4.1.2 Campana

La campana se fabrica, normalmente, con chapa metálica muy delgada, aunque en la actualidad también es posible encontrar un gran número de parlantes en los que la campana se fabrica con material plástico.

La finalidad de la campana es múltiple ya que, además de servir como soporte a todas las piezas constituyentes del altavoz, posee una serie de orificios en su contorno para la sujeción al parlante.

Es necesario que la campana esté cubierta por una delgada capa galvanoplástica que evite su oxidación.

1.4.1.3 Yugo

El yugo aloja en su interior el imán permanente y tiene forma de vaso.

Este elemento se fabrica con material ferromagnética de elevada permeabilidad, con el objetivo de evitar pérdidas del campo magnético proporcionado por el imán permanente. Además, el material constituyente del yugo debe presentar unas propiedades mecánicas que faciliten su proceso de fabricación.

1.4.1.4 Imán Permanente

El imán permanente es el sistema de excitación del parlante. Va alojado en el interior del yugo y consiste en un imán cilíndrico de alta inducción.

Actualmente se fabrican con óxidos ferromagnéticos, lo que permite inducciones magnéticas muy superiores a las de los imanes clásicos y un peso bastante inferior.

1.4.1.5 Bobina Móvil

La bobina móvil consiste en un devanado de hilo de cobre lacado, montado sobre un tubo aislante cilíndrico

El tubo aislante debe poseer unas características muy especiales, ya que ha de ser capaz de soportar los esfuerzos que se originan durante el bobinado, así como los provocados por la araña durante el movimiento vibratorio de la bobina. Téngase presente que en parlantes de gran potencia la corriente que circula por la bobina es muy elevada, pudiéndose alcanzar en ella, por efecto Joule, temperaturas cercanas a los 200°C.

1.4.1.6 Araña

La misión de la araña es centrar la bobina móvil en el entrehierro, para que no se produzcan roces de la bobina con el imán permanente ni con el yugo. Se coloca en el cuello del diafragma, siendo además la pieza que sirve de unión entre éste y la bobina móvil.

1.4.1.7 Tapa de Retención de Polvo

La acumulación de polvo en el entrehierro puede provocar la inmovilización de la bobina móvil. Para evitarlo se recurre a la colocación, en el interior del cono, tapando el agujero del soporte de la bobina móvil, de una tapa de retención de polvo.

Estas tapas suelen ser planas o esféricas.

1.4.1.8 Sistema de Conexión de la Bobina Móvil

El sistema de conexión de la bobina móvil consiste en dos hilos que, por la parte posterior del cono, unen los terminales de la bobina con dos terminales de conexión situados sobre la campana del parlante por la parte posterior. Estos terminales de conexión van situados sobre una regleta aislada colocada en la corona de la campana, o en dos brazos distintos de la campana y sujetos a ellos mediante remache aislado.

1.4.2 TIPOS DE PARLANTES ²⁹

1.4.2.1 Parlantes Dinámicos

La parte motora, u órgano que transforma la energía eléctrica en energía mecánica, de un parlante dinámico está compuesta por un imán permanente cuyo

²⁹ Francisco Ruiz Vasallo, Equipos de Sonido (2000, p 345 a 350)

núcleo se introduce (en parte) dentro de la bobina móvil. el principio de funcionamiento es como sigue: la bobina se conecta a la salida del amplificador de potencia, con lo cual circula por ella una corriente alterna variable en frecuencia y en amplitud, según la forma de onda acústica grabada en el CD en la cinta. Como consecuencia, alrededor del hilo de la bobina se genera un campo magnético cuya polaridad y fuerza es proporcional a la corriente que lo atraviesa. Dado que la polaridad del imán permanente no cambia de sentido, la bobina móvil se siente atraída o repelida por éste según se genere en ella un campo magnético de signo opuesto o del mismo signo que el generado por el imán permanente. Con ello se produce una vibración de la bobina hacia delante o hacia atrás, al ritmo de la corriente alterna aplicada. Como la bobina está unida a la araña y esta última al diafragma, las vibraciones de la bocina se transmiten al diafragma, produciendo éste compresiones y depresiones de aire, es decir, ondas sonoras cuya frecuencia y amplitud son un reflejo exacto de la frecuencia y amplitud que en cada instante posea la corriente alterna procedente del amplificador.

1.4.2.2 Parlante Electrostático

El parlante electrostático está formado por un diafragma muy ligero, por lo general de poliéster, colocado entre dos electrodos acústicamente transparentes. Su funcionamiento se basa en la variación de la distancia (variación de la capacidad) de las placas de un condensador, una fija y la otra móvil. Las tensiones de frecuencia variable modifican la atracción entre un diafragma y una placa, haciendo que el diafragma se mueva.

Una de las ventajas de los parlantes electrostáticos se encuentra en la atracción del diafragma, el cual es accionado por igual en todos los puntos de su superficie; de esta forma se reduce la distorsión y las diferencias de fase.

El parlante posee una respuesta de frecuencia muy amplia, pudiendo reproducir toda la gama de audio.

La tensión de polarización de los parlantes electrostáticos oscila, normalmente, entre 1 y 2 KV.

Como ventaja de este tipo de parlantes cabe citar que el desplazamiento del diafragma es muy reducido, lo que, unido a su ligereza, proporciona una excelente reproducción de las señales transitorias. Otra ventaja del parlante

electrostático es no necesitar caja acústica, quedando con ello eliminada la resonancia propia de ésta.

Como inconvenientes se pueden citar los siguientes: al no utilizar caja acústica no hay separación entre la señal emitida por la parte frontal y la emitida por la parte posterior (de signo contrario), reduciéndose con ello el nivel de la señal reproducida. Para solucionar este problema se han ideado unidades híbridas, es decir, unidades en las que se añade un parlante dinámico encargado de reproducir las bajas frecuencias de audio.

Otro inconveniente es que se produzca una chispa que perfora el diafragma, ya que las tensiones utilizadas son muy elevadas.

Un tercer problema que presentan estos parlantes es su elevada impedancia, eminentemente capacitiva, por lo que pocos amplificadores pueden trabajar con ellos, necesiándose amplificadores específicos diseñados para este tipo de carga.

1.4.2.3 Parlante Magnético Plano

El parlante magnético plano puede considerarse una variante del parlante electrostático. Consta de dos paneles magnéticos acústicamente transparentes, entre los cuales se sitúa un diafragma de material ligero. Sobre el diafragma se dispone, pegado o pintado, un material conductor que forma la bobina móvil del parlante.

El principio de funcionamiento es el mismo que en el parlante dinámico, es decir, el campo magnético generado en la bobina por el paso de la corriente alterna procedente del amplificador se opone, con mayor o menor fuerza, al campo magnético estático de los paneles magnéticos, produciéndose así el movimiento del diafragma.

Como ventajas de este tipo de parlante se pueden citar la baja velocidad de su diafragma, su buena reproducción de los transitorios y el tener un diafragma ligero; es decir, las mismas que las del altavoz electrostático, con la ventaja adicional de no haber posibilidad de perforación del diafragma.

Al igual que el parlante electrostático, el parlante magnético plano no utiliza caja acústica, lo que obliga la utilización de grandes superficies de radiación para la reproducción de las bajas frecuencias.

1.4.2.4 Parlante AMT

Los parlantes AMT (Air Motion Transformer), se utilizan para la reproducción de frecuencias medias y altas. En los altavoces de agudos la resonancia se encuentra más allá de la gama audible, no presentando ningún problema, pero en el parlante de graves la resonancia se localiza en la zona de medios, por lo que este tipo de parlante no reproduce bien los graves.

El principio de funcionamiento es similar al de los parlantes planos magnéticos, pues consiste en un diafragma de mylar en el que va impresa la bobina móvil, ocupando ésta casi la totalidad del mismo. La diferencia estriba en que en el parlante AMT el diafragma está plegado como un acordeón, por lo que cuando la bobina circula una corriente eléctrica de intensidad variable, los pliegues del acordeón se abren y se cierran.

1.4.2.5 Parlante ATD

El parlante ATD es un parlante de graves. El sistema consta de 5 ligeros diafragma de cuatro pulgadas (unos 10 cm) de diámetro, colocados horizontalmente uno encima del otro y separados por unas unidades estacionarias. Estos cinco diafragmas están conectados entre sí por cuatro varillas de fibra de carbón, las cuales están unidas a una bocina móvil encargada de excitarlo.

1.4.2.6 Parlante Walsh

El parlante Walsh, se basa en el uso de un único cono para reproducir todas las frecuencias.

En este parlante el cono está fabricado en su parte superior de titanio, y en su parte inferior de aluminio. Esto se hace así para que el tiempo que tarda el impulso de aire en viajar a través del cono sea el mismo que tarda en recorrer la distancia entre el cono y una línea vertical al eje de suspensión. El funcionamiento del parlante walsh es idéntico al de un parlante dinámico.

1.4.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS PARLANTES ³⁰

Las características técnicas más importantes de un parlante son:

³⁰ Francisco Ruiz Vasallo, Equipos de Sonido (2000, p 350 a 355)

- Impedancia.
- Frecuencia de resonancia.
- Respuesta de frecuencia.
- Potencia admisible.
- Potencia mínima.
- Directividad.
- Distorsiones.
- Rendimiento.
- Sensibilidad.
- Resistencia de la bobina móvil.
- Campo magnético del imán permanente.

1.4.3.1 Impedancia

La impedancia de un altavoz depende del tipo de su forma constructiva. Los factores determinantes de la impedancia de un altavoz son:

- La resistencia óhmica del hilo de la bobina móvil depende de la longitud, y de la sección y material del hilo.
- La reactancia inductiva de la bobina móvil, dependiente de la frecuencia aplicada y del coeficiente de autoinducción de la misma.
- Las corrientes inducidas en la bobina móvil, como consecuencia de sus desplazamientos dentro del campo magnético de excitación del imán permanente.

1.4.3.2 Frecuencia de Resonancia

La frecuencia de resonancia de un altavoz es la frecuencia mecánica de vibración del diafragma y de la bobina móvil. Si a un parlante se le aplica un impulso eléctrico que separe la bobina móvil y el diafragma de su posición de equilibrio, y dicho impulso se corta bruscamente, la bobina móvil y el diafragma oscilarán con una cierta frecuencia fija hasta recuperar su posición de equilibrio. Dicha frecuencia es la frecuencia de resonancia del parlante, y es de suma importancia, pues marca el límite inferior de la curva de respuesta del parlante, es decir, el parlante es inoperante para frecuencias inferiores a la de resonancia.

En la Figura 1.10, se ha dibujado una curva característica de la impedancia de un parlante en función de la frecuencia, y en ella se ha señalado la frecuencia de resonancia.

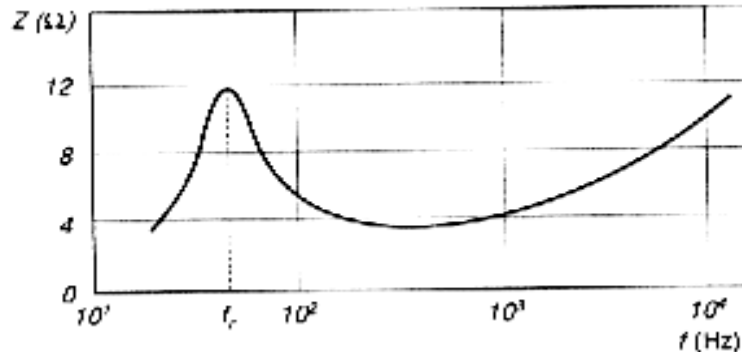


Fig. 1.10. Curva característica de la impedancia de un parlante en función de la frecuencia.

1.4.3.3 Respuesta de Frecuencia

la curva de respuesta de frecuencia es una de las características más importantes de los parlantes, pues mediante ella se conoce la intensidad sonora proporcionada por el parlante para cada una de las frecuencias de audio que debe reproducir, es decir, se trata de la curva característica de la intensidad sonora en función de la frecuencia.

1.4.3.4 Potencia Admisible

La potencia admisible de un parlante es el valor máximo de potencia que puede aplicársele, durante un corto intervalo de tiempo, sin que el parlante se deteriore. No debe confundirse la potencia admisible con la potencia en régimen, la cual es la potencia máxima que se puede aplicar a un parlante de forma continuada. La potencia de un parlante depende de sus dimensiones y forma constructiva.

1.4.3.5 Potencia Mínima

La potencia mínima viene determinada por la sensibilidad de la pantalla, y es la potencia que debe suministrar, como mínimo, el amplificador a la pantalla para obtener un nivel confortable de audición.

1.4.3.6 Directividad

La energía acústica generada en un parlante no se envía al espacio por igual en todas las direcciones, sino que se manda en todas las direcciones según unas características de direccionalidad bien determinadas.

Para conocer la direccionalidad de la energía acústica generada en un parlante se recurre a los diagramas polares de directividad. Dado que la directividad no es la misma para todas las frecuencias.

1.4.3.7 Distorsiones

En los altavoces se dan tres tipos de distorsiones: la distorsión armónica, la de intermodulación y la de diferencia de frecuencia.

La distorsión armónica suele representarse por medio de curvas separadas por armónicos, ya que es importante conocer de qué número de armónico se trata. Así, la distorsión generada por los armónicos impares (3,5,7,etc.) es mucho más desagradable que la producida por los armónicos pares, pues estos últimos están en armonía con la onda fundamental.

1.4.3.8 Rendimiento

El rendimiento es la relación entre la potencia de salida del parlante y la suministrada por el amplificador. Se expresa en tanto por ciento:

$$\eta = \frac{P_{\text{parlante}}}{P_{\text{amplificador}}} 100$$

El rendimiento de un altavoz es muy reducido, dado que los altavoces son muy deficientes en la transformación de la energía eléctrica en energía acústica, dándose elevadas pérdidas en ellos.

1.4.3.9 Sensibilidad

La sensibilidad se define como el nivel de presión sonora producida por el altavoz a una determinada distancia (generalmente 1m), cuando éste se alimenta con una potencia de 1 w.

Mediante este parámetro se puede conocer qué potencia del amplificador se necesita para obtener un determinado nivel de audición.

1.4.3.10 Resistencia de la Bobina Móvil

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

1.4.3.11 Campo Magnético del Imán Permanente

De las características del imán permanente, las más interesantes son el material con el que se fabrica, su diámetro y la densidad de flujo magnético por el imán. La densidad de flujo magnético, es decir, el flujo magnético por unidad de superficie, se mide en Teslas. Su valor, para la mayor parte de los parlantes, es de 1T.

1.5 BATERIAS

La primera batería de celda seca se fabricó en 1888, bajo el auspicio del Dr. Gassner y constituyó el prototipo de la primera batería o celda seca en la industria.

Una batería consiste de un número de celdas ensambladas en un recipiente común y conectadas en conjunto para funcionar como una fuente de energía eléctrica.

1.5.1 PARTES FUNDAMENTALES DE UNA BATERÍA

1.5.1.1 Celda ³¹

Una celda o batería es un dispositivo que transforma energía química en energía eléctrica. Las celdas más simples que se conocen, son la celda voltaica y la celda galvánica. Consiste básicamente de una pieza de carbón (C) y una pieza de zinc (ZN) en un recipiente que contiene una solución de agua (H₂O) y ácido sulfúrico (H₂SO₄).

La celda es la unidad fundamental de una batería, consiste de dos electrodos colocados dentro de un recipiente que contiene al electrolito.

1.5.1.1.1 Celdas Primarias

Este tipo de celdas, una vez que se han usado y perdido su carga, no pueden ser recargables, por lo tanto, deben ser desechadas, la razón de esto, es que la

³¹ Gilberto Enríquez Harper, Fundamentos de Electricidad I (1990, p 292,293)

reacción química interna no se puede restaurar. A este tipo corresponden las celdas Carbón-Zinc.

1.5.1.1.2 Celdas Secundarias

Este tipo de celdas pueden ser recargadas, debido a su acción química que es reversible cuando suministran corriente a una carga resistiva.

Se dice que la celda se está descargando, en la medida que la corriente tiende a neutralizar las cargas separadas en los electrodos. Para el caso opuesto, la corriente puede invertirse para reactivar los electrodos en la medida que la reacción química se invierte.

Esta acción es de cargar la celda. La corriente de carga se debe suministrar por una fuente externa de corriente continua (corriente directa como la denominan en ocasiones). La celda, entonces se comporta como carga resistiva. El proceso de descarga y carga, se conoce como el ciclo de la celda, dado que una celda secundaria se puede recargar, se le llama también “acumulador”, el tipo más común de acumuladores es el llamado “Plomo-Acido”, usado generalmente para los automóviles.

1.5.1.2 Electrodo

Los electrodos son los conductores por los cuales la corriente sale y regresa al electrolito. En una celda simple pueden ser carbón y zinc en forma de barras o cintas colocadas dentro del electrolito, en tanto que una celda seca puede ser una barra de carbón colocada en el centro y el recipiente de zinc en el cual se ensambla la celda.

1.5.1.3 Electrolito

El electrolito es la solución que actúa sobre los electrodos, los cuales están colocados en él. El electrolito puede ser sal, un ácido o una solución alcalina. En una celda galvánica sencilla, así como en la batería de los automóviles, el electrolito está en la forma líquida, tanto que en una celda seca el electrolito es una pasta.

1.5.2 Tipos de Celdas (ANEXO C)

1.5.2.1 Celda Voltaica³²

Cuando dos materiales conductores distintos se disuelven en un electrolito, la acción química de formación de una nueva solución resulta como una separación de cargas.

Este método de conversión de energía química en energía eléctrica, es una “celda voltaica”, y se conoce también como “celda galvánica” en honor a Luigi Galvani.

No se encuentra disponible en la forma comercial, ilustra claramente el principio de las reacciones químicas en los distintos tipos de celdas que se encuentran en la práctica, ya que muestran cómo se separan las cargas por el movimiento de IONES en una celda “celda voltaica”.

1.5.2.2 Baterías de Carbón – Zinc

Este tipo de baterías han sido usadas por años para energizar lámparas de mano, radios portátiles, calculadoras, etc. Este tipo de baterías se puede decir que es la más barata y se encuentra disponible en distintos tamaños de uso popular.

Las baterías de carbón – zinc, trabajan mejor, cuando los requerimientos de potencia son bajos, con cada día de uso, el voltaje decae hasta que se presente la condición para que sean desechadas. Estas baterías, en la actualidad tienen limitado su uso con algunos productos electrónicos portátiles debido a los requerimientos que tienen de tamaño reducido y de demandas altas, pero son apropiadas para lámparas portátiles en general o bien otras aplicaciones con uso intermitente.

Estas baterías, no resisten muy bien el calor y el frío. Con periodos de almacenamiento más o menos largos y temperaturas superiores a 30°C no se obtiene un buen comportamiento, pero tienen tres grandes ventajas, bajo costo, una amplia gama de tamaños y se encuentran por lo general siempre disponibles.

1.5.2.3 Baterías de Dióxido de Manganeso Alcalinas.³³

Las llamadas baterías alcalinas, ofrecen algunas mejoras importantes como son: mayor capacidad de energía, mejor comportamiento a altas temperaturas y bajas

³² Gilberto Enriquez Harper, Fundamentos de Electricidad I (1990, p 294)

³³ Gilberto Enriquez Harper, Fundamentos de Electricidad I (1990, p 300)

temperaturas y mayor tiempo de almacenamiento. Su introducción comercial data de unos 20 años, su costo es de dos a tres veces mayor que la de Carbón-Zinc o la de cloruro de zinc , pero su duración en igualdad puede ser de 4 a 6 veces las de las otras.

Las baterías alcalinas, tienen su mejor aplicación en productos que demandan relativamente altas corrientes, tales como grabadoras, caseteras, juegos electrónicos y juguetes que requieren de motores pequeños.

Las baterías alcalinas tienen un contenido químico diferente en el electrolito y se construyen también de manera distinta a las baterías de Carbón-Zinc, esta diferencia es la que hace que tenga una eficiencia electroquímica mayor, que se traduce en una mayor capacidad, mayor tiempo de almacenamiento y mejor comportamiento a temperaturas altas y bajas.

Adicionalmente se puede decir que su voltaje decae solo un poco con el uso, a diferencia de las baterías de Carbón-Zinc que tienen una pendiente de decaimiento de voltaje.

Se encuentran comercialmente disponibles en dos tipos; el cilíndrico y el tipo de botón.

1.5.2.4 Baterías de Plomo-Acido (acumulador) ³⁴

La celda de Plomo-Ácido representan la celda de tipo secundario más común, en la actualidad, su uso es normal en automóviles para el arranque, en la industria telefónica, como reserva de sistemas de energía, es decir, sistemas de emergencia para instalaciones de alumbrado en edificios, hospitales, etc.

El acumulador se conoce también como batería, está construido por una caja o recipiente (que es básicamente caucho endurecido y moldeado) o de otro material plástico que sea resistente al ácido. En el interior de ésta caja, hay una serie de placas de plomo conectadas entre sí por un puente e intercaladas con otras. Uno de estos puentes lleva la carga positiva y el otro lleva la carga negativa.

Carga de una Batería Plomo-Acido.- Para cargar una batería Plomo-Ácido se requiere de una fuente externa de corriente continua para producir corriente en una dirección.

³⁴ Gilberto Enriquez Harper, Fundamentos de Electricidad I (1990, p 304)

El voltaje de esta fuente debe ser mayor que el de la batería por cargar. Aproximadamente es suficiente una celda de 2.5V para superar el valor del voltaje de la batería por cargar y producir la corriente opuesta a la dirección de la corriente de descarga. La conexión de la fuente y la batería por cargar se debe hacer colocando más (+) con más (+) y menos (-) con menos (-).

1.5.2.5 Otros Tipo de Baterías Secundarias³⁵

Una celda secundaria es una celda de almacenamiento que se puede recargar invirtiendo la reacción química. Una celda primaria puede estar descargada después de que con su uso ha sido descargada. La celda Plomo-Ácido descrita anteriormente, es el tipo más común de celda de almacenamiento o acumulador, sin embargo, existen otros tipos, algunos de éstos se describen a continuación.

1.5.2.5.1 Batería Niquel-Cadmio

Este tipo es bastante popular, debido a su capacidad, para entregar alta corriente y para reciclarla varias veces.

También esta celda o batería se puede almacenar por períodos largos de tiempo aún estando descargada, sin que sufra daño. La celda o batería de Niquel-Cadmio se fabrica en diseños blindado y no blindado. La máxima corriente de carga es igual a un índice de descarga de 10 horas.

1.5.2.5.2 Batería Niquel-Zinc

Este tipo ha sido usado en algunas aplicaciones limitadas para ferrocarriles eléctricos, debido a que tienen una alta densidad de energía, se piensa en aplicaciones para vehículos eléctricos, sin embargo, se debe considerar que tienen un ciclo de vida limitado para ser recargadas. Su voltaje nominal por celda es 1.6 voltios.

1.5.2.5.3 Celdas Solares

Este tipo de celdas convierte en forma directa la luz del sol en energía eléctrica. Las celdas se construyen de material semiconductor que genera voltaje como salida, con luz, como entrada. El principal material usado actualmente debido a las altas perspectivas que presenta la obtención de energía eléctrica por medio

³⁵ Gilberto Enriquez Harper, Fundamentos de Electricidad I (1990, p 321, 322)

de celdas solares, la investigación sobre otros materiales tales como el sulfuro de cadmio, el propósito es que se incremente la salida.

Las celdas se arreglan en módulos de manera que se obtenga la salida deseada en potencia.

En la mayoría de las aplicaciones, las celdas solares se usan en combinación con baterías de Plomo-Ácido diseñadas específicamente para esta función.

1.5.3 CONEXIÓN SERIE Y PARALELO DE BATERÍAS

- **Conexión Serie de Baterías.**- Cuando se desea obtener un valor de voltaje superior al de una batería, se puede lograr conectando las baterías en serie, de manera que el voltaje total de la conexión es igual a la suma de los voltajes individuales de cada batería, conservando la misma capacidad de corriente de una batería en lo individual.

En la conexión serie, el electrodo negativo de la primera celda o batería, se conecta al electrodo positivo de la segunda celda, el electrodo negativo de la segunda al positivo de la tercera, etc.

El electrodo positivo de la primera celda y el negativo de la última, sirven entonces como terminales a las que se conecta la carga.

- **Conexión Paralelo de Baterías.**- Esta conexión se usa cuando el voltaje requerido por una carga no es necesario que se incremente el de una batería, pero la corriente que demanda es superior a la que puede dar una batería para una determinada capacidad. En la conexión paralelo, todas las terminales positivas de las baterías se conectan entre sí y también, todas las terminales negativas se conectan entre sí, constituyendo esto las terminales o bornes de salida del arreglo.

La corriente total de salida es la suma de las corrientes de cada batería, y como por lo general, estas son iguales.

1.5.4 CARGADORES DE BATERÍAS

Para recargar una batería tan solo es necesario suministrarle una corriente eléctrica con una intensidad diez veces menor a su capacidad durante un tiempo determinado 14 a 16 horas. Sin embargo, si lo que queremos además de cargarla

es mantenerla en óptimo estado y obtener sus mejores prestaciones debemos utilizar un buen cargador de baterías.

Ya sabemos que las baterías, a diferencia de las pilas alcalinas, como se denomina a las pilas más conocidas, están fabricadas con unos elementos que tienen la capacidad de volver a su estado inicial si los sometemos a una cierta carga de corriente.

Sin embargo, si la corriente que le suministramos de entrada posee mucha intensidad y no se vigila su proceso de carga estas baterías llegan a estropearse y ya nunca alcanzarán el 100% de su carga total “nominal”. En general si una batería no admite en carga más del 70 % de su capacidad nominal deberíamos desecharla pues es un síntoma de que el elemento ya está en mal estado.

Para que esto no suceda, basta introducir una corriente eléctrica con una intensidad diez veces menor a la que se genera en la pila para recargarla, ¿qué hace que algunos cargadores sean especiales y valgan más dinero? La respuesta más inmediata es la calidad del circuito y ciertas partes de éste capaces de vigilar todo el proceso de carga, mantener nuestras baterías en buen estado durante más tiempo e incluso recargarlas en unas pocas horas.

1.5.4.1 Tipos de Carga³⁶

Los cargadores comerciales de baterías para automóviles son esencialmente fuentes de suministro de DC, que rectifican una alimentación en corriente alterna, normalmente son del tipo portátil y en la práctica se pueden establecer los siguientes tipos de carga para las baterías.

- Carga Inicial
- Carga Normal
- Carga Igualadora
- Carga Flotante
- Carga Rápida

1.5.4.1.1 Carga Inicial

Cuando una batería nueva se embarca, se hace en forma seca, es decir, sin agregar el electrolito, en estas condiciones se dice que las placas se encuentran

³⁶ Gilberto Enríquez Harper, Fundamentos de Electricidad I (1990, p 319 a 321)

descargadas. Cuando se agrega el electrolito, es necesario que las placas sean cargadas, esto se logra dando a la batería una carga inicial de baja capacidad y larga duración. Esta carga se da por lo general de acuerdo con las instrucciones del fabricante, que normalmente acompañan a cada batería.

1.5.4.1.2 Carga Normal

Una carga normal es una carga de rutina que se da de acuerdo con los datos de la placa, durante el ciclo ordinario de operación para restablecer las condiciones de carga de la batería, esto se hace de acuerdo a los siguientes pasos:

- Determinar la capacidad inicial y final de los datos de placa.
- Agregar agua en la medida necesaria a cada celda.
- Conectar la batería al cargador asegurando que las conexiones se encuentren limpias y en buenas condiciones.
- Energizar el sistema de carga y ajustar la corriente a través de la batería al valor dado como de carga inicial.
- Verificar la temperatura y gravedad específica de las celdas piloto cada hora.
- Cuando la batería reduce la producción de gas, entonces se disminuye la corriente de carga.

1.5.4.1.3 Carga Igualadora

Una carga igualadora es una carga normal adicional a la capacidad final. Se da en forma periódica para asegurar que todo el sulfato es drenado por las placas y que todas las celdas se restauran a su máxima gravedad específica.

La carga igualadora se continua hasta que la gravedad específica de todas las celdas son muestran cambio en un lapso de 4 horas, tomando lecturas en cada celda en periodos de ½ hora.

1.5.4.1.4 Carga Flotante

Una batería se puede mantener a plena carga conectándola a una fuente de carga que tenga un voltaje que se mantenga dentro de los límites de 2.13 a 2.17 voltios por celda de la batería. En una carga flotante, el índice de carga queda determinado por el voltaje de la batería mas que por un valor definido de corriente.

1.5.4.1.5 Carga Rápida

La carga rápida se usa cuando una batería debe recargarse en el menor tiempo posible. La carga se inicia a un valor más alto que el usado para carga normal. Se recomienda que se use sólo en casos de emergencia ya que somete a esfuerzos adicionales a la batería.

1.5.4.2 Tipos de Cargadores

1.5.4.2.1 Cargadores Lentos, Rápidos y Ultrarrápidos

Una de las preguntas que más frecuentemente se hace el usuario que va a comprar un cargador es, qué es mejor: uno rápido o uno lento. La respuesta es complicada y todo depende de la utilidad que le demos a nuestras baterías, así como del tiempo que queramos esperar. Se debe saber que la diferencia del tiempo de carga se produce porque la intensidad de la corriente que se va a transmitir durante el proceso es mayor en los rápidos que en los lentos, y que estos últimos no son tan críticos a la hora de llegar al máximo de capacidad ni en elevar la temperatura, debido precisamente a esa baja intensidad con la que se están cargando las baterías.

Si se elige un cargador rápido éste debe contar con algún tipo de detección de fin de carga, preferiblemente mediante la detección del pico delta o mediante temperatura, aunque en este caso la precisión es mucho menor y las condiciones ambientales podrían falsear el proceso. Se debería dejar de lado cargadores rápidos que no tienen ninguna detección y solo se basan en el tiempo de carga desde la conexión, puesto que nunca se sabrá, a no ser que dispongamos de aparatos adecuados para detectar la carga completa de la batería.

En los cargadores lentos esto no resulta muy importante pues la batería podría permanecer muchos días en el cargador sin que la pila sufriera muchos daños, puesto que la disipación por calor sería mínima y no afectaría a su funcionamiento ni a la vida de la batería.

Con el fin de determinar el tiempo necesario para cargar una batería, desde su estado descargado, podemos guiarnos por esta sencilla fórmula:

1.4 “factor de carga” x “Capacidad Nominal” (mAh)

$$\text{“Horas = } \frac{\text{Capacidad Nominal (mAh)}}{\text{Intensidad de carga (mA)}} \text{”}$$

37

Con la fórmula anterior estamos ya en disposición para determinar si un cargador es lento o rápido; a más horas es más lento el cargador.

1.6 AUDIFONOS

Los audífonos son elementos transductores que, al igual que los parlantes, transforman la energía eléctrica en energía acústica. La principal diferencia entre un auricular y un parlante estriba en que mientras en este último la energía acústica proporcionada es elevada y, como consecuencia, se puede oír a una cierta distancia, la energía acústica que proporciona los audífonos es muy pequeña y éstos han de ponerse, por tanto, en contacto directo con el pabellón auditivo.³⁸

El audífono ofrece, la posibilidad de una escucha a cualquier volumen sonoro, incluso el original de grabación, sin molestar a otras personas. El acople acústico directo entre el audífono y el oído permite grandes presiones sonoras sin distorsión, aunque el volumen sea muy alto. Esto también es causa del principal problema de los audífonos: la posibilidad de dañar el tímpano del oyente y la pérdida de oído.

En resumen, el audífono produce una gran sonoridad. Cada instrumento es escuchado en toda su plenitud en su rango de frecuencias y, como resultado, cada día es más aceptado por los amantes de la alta fidelidad.

1.6.1 CLASIFICACIÓN DE LOS AUDÍFONOS³⁹

Desde el punto de vista de su funcionamiento, los audífonos se clasifican en:

- Audífonos dinámicos.
- Audífonos electrostáticos.

³⁷ www.elprisma.com

³⁸ Francisco Ruiz Vasallo, Equipos de Sonido (2000, p 377)

³⁹ Francisco Ruiz Vasallo, Equipos de Sonido (2000, p 378 a 381)

Desde el punto de vista de su acoplamiento al pabellón auditivo, los audífonos se pueden clasificar en las tres clases siguientes:

- Audífonos abiertos.
- Audífonos cerrados.
- Audífonos semiabiertos.

1.6.1.1 Audífonos Dinámicos

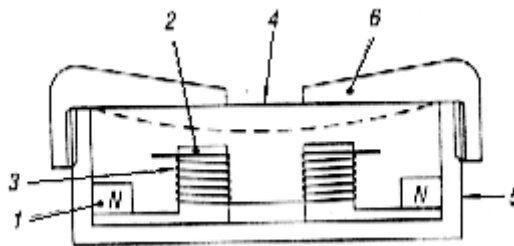


Fig. 1.11 Partes constituyentes de un audífono dinámico:

Figura 1.11 Partes constituyentes de los audífonos dinámicos: 1) Imán permanente. 2) Pieza polar. 3) Bobina de excitación. 4) Diafragma. 5) Caja de material aislante. 6) Tapa roscada dotada de orificio central.

Al aplicar una tensión alterna a la bobina, la atracción del diafragma se refuerza o se debilita; en otras palabras, la membrana oscila hacia delante o hacia atrás. El imán permanente cumple aquí exactamente la misma función que en el parlante dinámico. Sin la magnetización previa del imán permanente la membrana sería atraída a cada semiperíodo, oscilando, en consecuencia, a una frecuencia doble de la tensión alterna aplicada.

El movimiento del diafragma produce alternativamente una compresión y una descompresión del aire que se encuentra en el orificio de la tapa, con lo que se producen ondas sonoras que se transmiten al oído del oyente.

A causa de la constante atracción hacia abajo del campo magnético, el diafragma no se mueve la misma distancia en cada semiciclo de la tensión aplicada, por lo que se introduce distorsión.

La distorsión creada por la constante atracción de la membrana se elimina con el sistema de audífono dinámico, y que es el más utilizado hoy en día.

Cuando la señal de audio procedente de un amplificador se aplica a los terminales de la bobina, circula por ella una corriente que, a su vez, genera un campo magnético de la bobina y el campo magnético del imán permanente, éste ejerce

una fuerza de atracción o repulsión sobre la bobina, la cual transmite su vibración a la bobina.

1.6.1.2 Audífonos Electrostáticos

Los audífonos electrostáticos basan su principio de funcionamiento en la atracción y repulsión de las cargas eléctricas presentes en un condensador. Constan de una especie de condensador plano, en el que una de las placas es móvil y la otra fija. Estas placas están fabricadas con un material extremadamente fino. Al aplicar una tensión variable a este condensador, la placa móvil sufre un movimiento de atracción o repulsión del tipo de carga de ambas placas (de distinto o mismo signo, respectivamente) y de la tensión aplicada (a mayor tensión mayor repulsión o atracción).

Un audífono electrostático, si no se toman precauciones, produce una enorme distorsión. Para evitarla se polariza el audífono con una tensión constante auxiliar, de forma que las placas estén a una tensión de equilibrio y, de esta manera, la señal procedente del amplificador produce una fuerza directamente proporcional a la tensión.

El audífono electrostático ocupa el primer lugar en cuanto a perfección de reproducción se refiere. Por el contrario, tiene un elevado precio.

1.6.1.3 Audífonos Abiertos

En los denominados audífonos abiertos, la almohadilla es acústicamente transparente, de forma que el oyente no quede totalmente aislado de fuentes sonoras externas.

Estos auriculares son utilizados por personas que pueden sufrir pérdidas del equilibrio o claustrofobia si quedan aislados del ruido ambiente. Son muy confortables, siendo muy baja la presión de aire que ejercen.

1.6.1.4 Audífonos Cerrados

Los auriculares cerrados poseen una almohadilla rellena de líquido que se adapta fuertemente al pabellón auditivo, formando una cavidad hermética a la salida o entrada de ondas acústicas. En estos audífonos el aislamiento del ruido externo debe acercarse a los 40 dB.

Como inconvenientes de estos audífonos cabe decir que cualquier irregularidad de la almohadilla puede destruir toda la respuesta de frecuencia original, y que la excesiva presión que ejercen sobre el pabellón auditivo los hace molestos de llevar.

1.6.1.5 Audífonos Semiabiertos

Consiste en un audífono cuya almohadilla es acústicamente impermeable a las ondas sonoras, mientras que en el lado del transductor electroacústico el audífono está abierto, dando a este último las características sonoras de un audífono abierto.

1.6.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS AUDÍFONOS ⁴⁰

Las características técnicas que deben considerarse en un audífono son las siguientes:

- Respuesta de frecuencia
- Nivel de presión sonora
- Sensibilidad
- Potencia máxima
- Distorsión armónica total
- Impedancia
- Presión de contacto
- Peso

1.6.2.1 Respuesta de Frecuencia

El gráfico de la Figura 1.12, muestra la curva característica de frecuencia de un audífono dinámico.

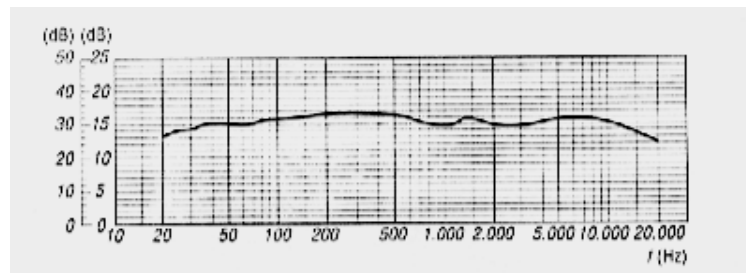


Fig. 1.12 Curva característica de frecuencia de un audífono dinámico

⁴⁰ Francisco Ruiz Vasallo, Equipos de Sonido (2000, p 382,383)

Como se puede comprobar, la curva es bastante uniforme para toda la gama de audio, desde 20 Hz hasta 20 KHz. En el supuesto de que la curva presentara valles o crestas pronunciadas, sería necesario intercalar entre amplificador y audífono un ecualizador.

En los audífonos dinámicos de mediana calidad es fácil que la curva de respuesta abarque de 20 Hz a 20 KHz, y en los de calidad, de 15 Hz a 35 KHz. En los audífonos electrostáticos se obtienen curvas de respuesta de 15 Hz a 50 KHz \pm 2 dB, resultando esto muy difícil de conseguir con pantallas acústicas.

1.6.2.2 Nivel de Presión Sonora

El nivel de presión sonora indica el nivel de presión acústica proporcionada por el audífono. Se indica en decibelios, siendo la presión directamente proporcional a los decibelios del auricular.

1.6.2.3 Sensibilidad

La sensibilidad de los audífonos se mide en decibelios de NPS por mW. Este parámetro indica el nivel de señal que es necesario aplicar al audífono para obtener un nivel de presión sonora determinado.

Un audífono es tanto más sensible con respecto a otro cuanto menor sea el nivel de señal que se le deba aplicar para obtener el mismo valor de NPS. Valores de sensibilidad corrientes en audífonos de cierta calidad abarcan desde 90 a 105 dB a 1mW.

1.6.2.4 Presión Sonora

La potencia máxima indica la mayor potencia que se puede aplicar permanentemente al audífono sin que se produzcan deterioros irreparables. Se expresa en mW eficaces o mW en corriente continua, siendo valores normales en audífonos dinámicos los correspondientes entre 100 mW y 500 mW, y de unos pocos vatios en audífonos electrostáticos.

1.6.2.5 Distorsión Armónica Total

El THD de los audífonos ha de ser menor, o a lo sumo igual, que la del amplificador al que se conecte, pues en caso contrario se deteriora la señal.

La norma DIN 45.500 establece como límite de la THD un 1%, obteniéndose actualmente con facilidad valores del 0.2% en audífonos dinámicos. En lo que respecta a los audífonos electrostáticos, la distorsión armónica total alcanza valores de tan sólo el 0.1%.

1.6.2.6 Impedancia

La impedancia de los audífonos dinámicos oscila entre 8Ω y $2 K\Omega$, e incluso más. Esta impedancia se refiere siempre a una frecuencia de 1 KHz. Valores corrientes de impedancia en audífonos dinámicos son los correspondientes entre 100 y 600 Ω .

1.6.2.7 Presión de Contacto

Es un dato que no suele tenerse en cuenta por el comprador y que no siempre suministra el fabricante, y que, sin embargo, nos indica la comodidad con que se llevarán los cascos de audífonos. Hay que tener presente que en una presión de contacto excesiva con el pabellón auditivo produce molestias, mientras que una presión de contacto débil hace bailar los audífonos en nuestras orejas y da lugar a la escucha del ruido ambiente.

La presión de contacto se indica en neutonios, siendo valores idóneos los de 1.5 a 3 N (aproximadamente, de 150 a 300 g.)

1.6.2.8 Peso

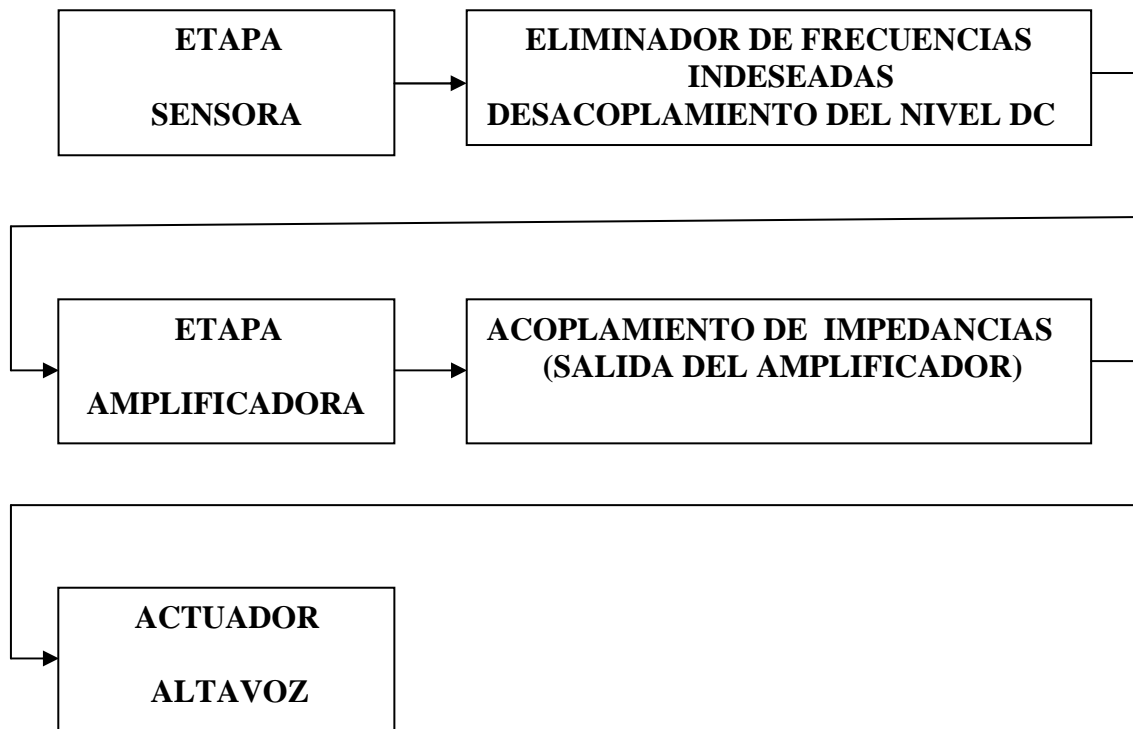
Cuanto menor sea el peso del casco de audífonos más liviano resultará éste y más cómoda se hará la escucha. Pesos corrientes en cascos de audífonos de calidad oscilan entre 100 y 400 g.

CAPITULO 2:

“CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO”

En este capítulo se detalla los componentes necesarios del amplificador portátil de audio, con sus respectivos valores, tanto para la parte de potencia, como para la parte de carga.

2.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL EQUIPO



2.2 FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

Para una mejor comprensión describimos el funcionamiento del equipo por etapas:

2.2.1 ETAPA SENSORA

La señal de audio es captada por un micrófono electret y transferida directamente a un potenciómetro (P2), el cual actúa como control de volumen, encargándose de regular la cantidad de audio que ingresa al amplificador de potencia (IC2).

El filtro RC conformado por $C17 \parallel R16$ se encarga de dar la polarización para el micrófono electret. En la Figura 2.1 podemos observar la gráfica de la etapa sensora.

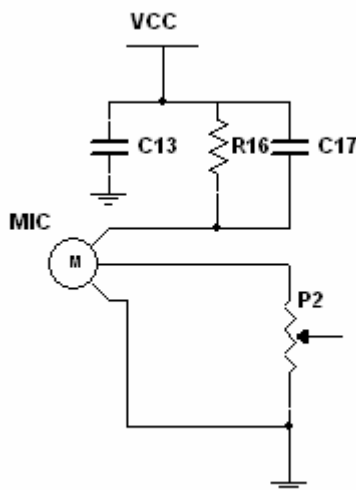


Fig. 2.1 Diagrama esquemático de la Etapa Sensora.

Para convertir una señal acústica en un voltaje proporcional, el micrófono electret requiere de un campo electrostático, que se consigue con la aplicación de un voltaje de corriente continua especificado por el fabricante; para el seleccionado este voltaje es de (6v). Por problemas de ruido eléctrico el voltaje aplicado a la red MIC/R16 debe ser fijo, razón por la que colocamos el condensador de C17 de 0.1uf para fijar la caída de tensión en R16, de tal manera que sea constante el voltaje a la salida del MIC, que será controlado mediante el potenciómetro P2.

Para eliminar cualquier señal de ruido se coloca C13 también de un pequeño valor como 0.1 μ f.

El potenciómetro P2 es lineal, que sirve como control de volumen para regular la cantidad de audio; y es un potenciómetro de 1M Ω , que además incluye una posición de encendido-apagado.

2.2.2 ELIMINADOR DE FRECUENCIAS INDESEADAS Y DESACOPLAMIENTO DEL NIVEL DC.

El acoplamiento de impedancias entre el amplificador de potencia (IC2) y el potenciómetro (P2), lo provee la red RC formada por $R15 \parallel C18$ y C11. El condensador (C11) desacopla el nivel de voltaje de continua (DC) de la señal entregada por el potenciómetro (P2), mientras que la red $R15 \parallel C18$ elimina las

frecuencias indeseables, permitiendo obtener un audio nítido. En la gráfica 2.2 se observa los elementos que conforman la etapa eliminador de frecuencias indeseadas y desacoplamiento del nivel DC

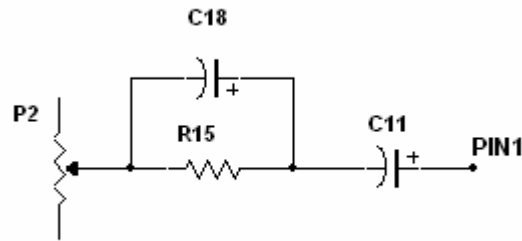


Fig. 2.2 Diagrama esquemático de la etapa eliminadora de frecuencias indeseadas y desacoplamiento del nivel DC.

2.2.3 ETAPA AMPLIFICADORA

La señal de audio que ingresa a la entrada no inversora del amplificador de potencia, se obtiene amplificada a la salida de IC2.

El valor de la ganancia de voltaje depende de los valores de resistencia y condensadores (R11, R12, R13, C12, C15) que ingresan a la entrada inversora y que a la vez realimentan y polarizan el circuito integrado TDA2002.

Es necesario eliminar el ruido a la salida de la etapa amplificadora, esto se consigue con R14 y C16

La tensión de alimentación del circuito (6v DC) se alimenta a los pines 5(+ o positivo) y 3 (- o tierra) del amplificador IC2 a través del interruptor interno del potenciómetro P2. En la Figura 2.3 se observa esta etapa.

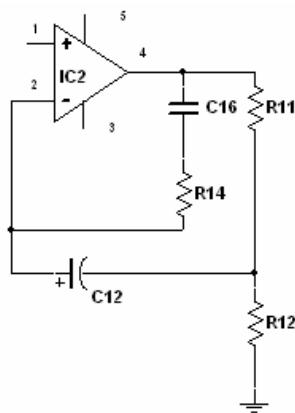


Fig. 2.4 Diagrama esquemático de la etapa amplificadora.

Los valores de resistencia con los que se construyó el circuito difieren de los valores originales debido a que no se obtuvo un buen resultado en la amplificación, por lo que se optó por cambiar el valor de R1 de 220Ω a $1K\Omega$.

2.2.4 ACOPLAMIENTO DE IMPEDANCIAS (SALIDA DEL AMPLIFICADOR)

Conformado por C14, el mismo que permite acoplar las impedancias de salida del amplificador con la impedancia del parlante.

La señal de audio amplificada ingresa al parlante (SP1), el cual convierte las señales de voltaje en señales acústicas proporcionales. En la figura 2.5 se observa el diagrama esquemático de la etapa de acoplamiento de impedancias entre el amplificador y el altavoz.

La señal amplificada al parlante debe ser filtrada en ruido, por lo que se coloca en paralelo con el mismo el ramal C15-R13.

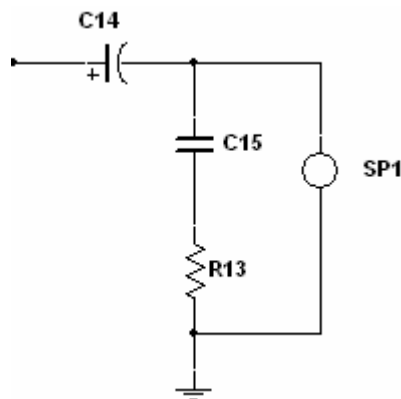


Fig. 2.5 Diagrama esquemático de la etapa de acoplamiento de impedancias entre el amplificador y el altavoz.

2.3 CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

2.3.1 DIAGRAMA CIRCITAL DEL EQUIPO

En Este diagrama observamos la conexión pin a pin de todos los elementos (ver ANEXO F), este nos permitirá con facilidad colocar cada elemento en la placa respectiva.

2.3.2 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO

En la Figura 2.7 se presenta el diagrama esquemático del amplificador portátil de audio de mediana potencia

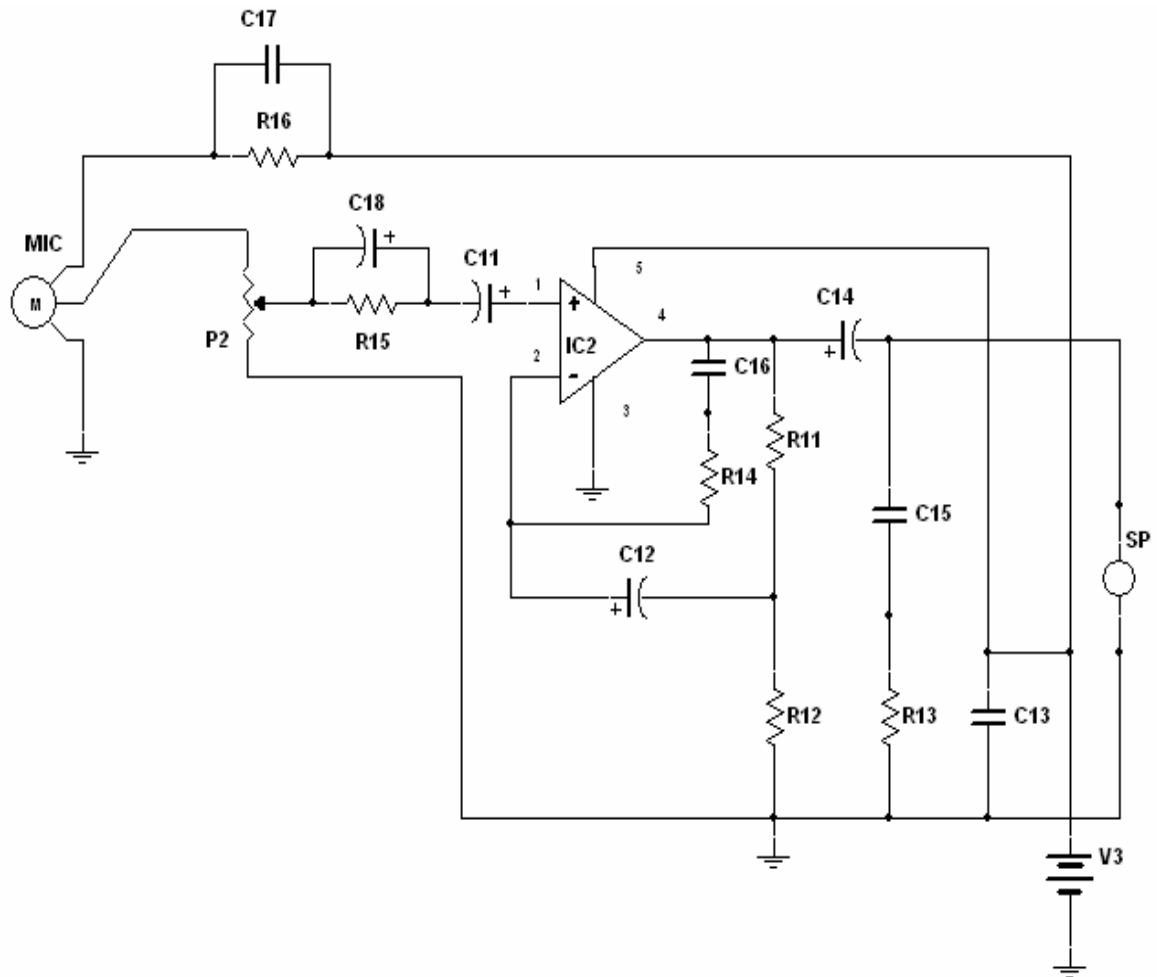


Fig. 2.7 Diagrama esquemático del amplificador portátil de audio de mediana potencia

2.3.3 CIRCUITO IMPRESO DEL AMPLIFICADOR DE MEDIANA POTENCIA

Después de las diferentes pruebas realizadas en este equipo, se procedió, al diseño de los circuitos impresos de cada etapa, los cuales fueron realizados en el programa de diseño electrónico eagle y posteriormente fueron ensamblados posteriormente en su respectiva placa. Figura 2.8

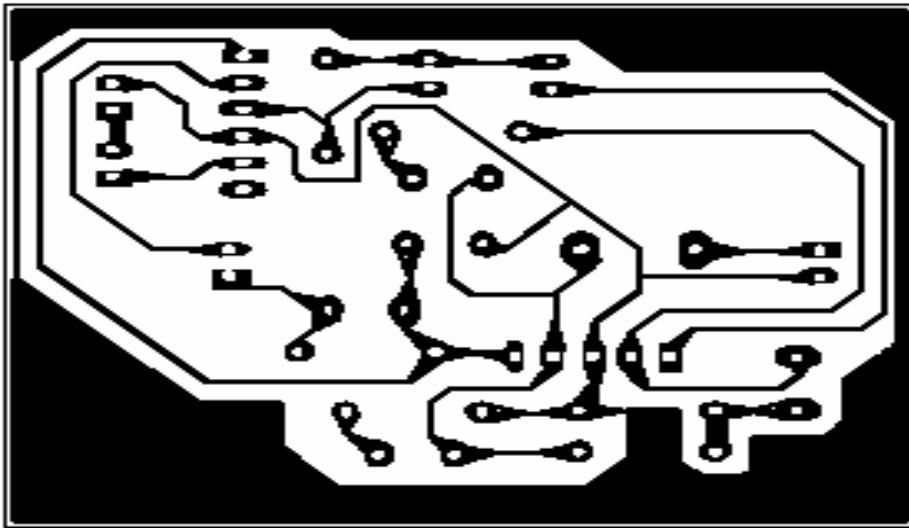


Fig. 2.8 Circuito impreso del amplificador de mediana potencia

2.3.4 ENSAMBLAJE DEL EQUIPO

Con respecto al amplificador de mediana potencia; los elementos: Baterías (Vcc), potenciómetro (P1), micrófono (MIC), altavoz (SP1); quedan fuera del circuito, uniéndose al mismo a través de cables (AWG 20) y conectándose con la placa, por medio de conectores en línea de 2 pines, además se colocó un disipador de calor en el C.I. TDA2002 debido a que por la potencia que disipa se calienta con facilidad.

Con respecto al amplificador de baja potencia; los elementos: Baterías (Vcc), switches (S2A y S2B), se encuentran fuera del circuito; uniéndose al mismo a través de cables (AWG 20) y conectándose con la placa, por medio de conectores en línea de 2 pines; el amplificador operacional C.I. TL081CP se encuentra sobre un zócalo el cual le permite tener contacto con la placa, esto debido a que nos facilita su cambio en caso de dañarse.

Con respecto al cargador de baterías; los elementos: Baterías (Vcc), transformador (VIN ac), switch (SW), se encuentran fuera del circuito; uniéndose al mismo a través de cables (AWG 20) y conectándose con la placa, a través de zócalos de 2 vías.

La coraza del equipo que incluye el amplificador de audio (baja y mediana potencia); es de las siguientes dimensiones: 10cm. de ancho, 10cm. de largo,

15cm. de alto, en esta se especifican claramente, las salidas (OUT) y entradas (IN) de ambos equipos y el control de volume.

La coraza del equipo del cargador de baterías (incluye el indicador de estado para baterías), tiene las siguientes dimensiones: 7cm. de ancho, 7cm. de largo, 5cm. de alto, en esta se especifican claramente las salidas (OUT) y entradas (IN), y los indicadores (LEDS) que indican si la batería está cargada o está baja de carga.

2.4 CONSTRUCCIÓN DEL AMPLIFICADOR PORTATIL DE BAJA POTENCIA.

Un amplificador portátil de baja potencia típico se encuentra en la Figura 2.7

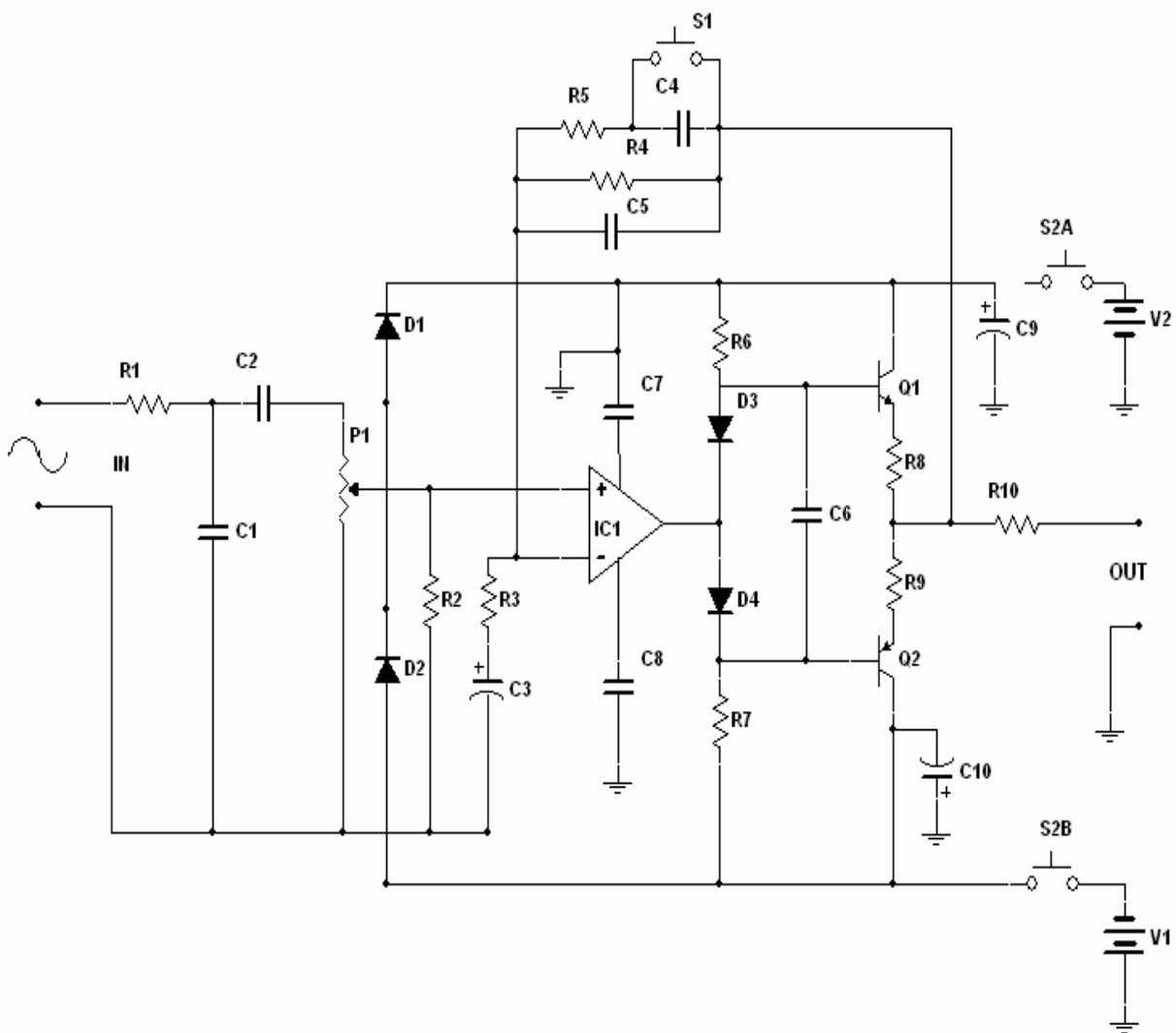


Fig. 2.7 Diagrama Esquemático Amplificador portátil de baja potencia ⁴¹

⁴¹ Publicaciones Cekit S.A., Electrónica & Computadores, ejemplar N°30 (1997, p. 10)

El circuito consiste básicamente de una etapa de entrada con amplificador operacional, una etapa de salida clase AB y una red de corrección de frecuencia. Esta última, constituida por R5-C4 y R4-C5, mientras que el amplificador de salida, desarrollado alrededor de Q1 y Q2, provee la potencia requerida para impulsar los audífonos.

La etapa de entrada se encuentra conformada básicamente por IC1 (TL081) y sus componentes asociados. La señal proveniente de la guitarra se inyecta a la entrada no inversora de IC1 (pin 3) a través de la red RC formada por R1, P1, C1 y C2. El filtro R1C1, en particular, suprime interferencias, mientras que P1 actúa como control de volumen. Los diodos D1 y D2 hacen que las señales de entrada sean limitadas, protegiendo al amplificador con niveles de entrada muy altos. La resistencia R2 es necesaria para asegurar que haya siempre una corriente de polarización a la entrada de IC1. La impedancia de entrada de la etapa, del orden de $388\text{K}\Omega$, la determinan P1, R1 y R2, y la ganancia de voltaje de la misma relación R4/R5. La red R3-C3, por su parte, determina el punto inferior de corte de la respuesta de frecuencia (22Hz), y la red R4-C5-R5 el punto superior (30Khz).

La etapa de salida está formada por el par complementario Q1-Q2 se incluye los diodos D3 y D4 para proporcionar una corriente de reposo adecuada, del orden de 0.6mA. Las resistencias R8 y R9 garantizan que esta corriente no alcance valores que permitan un mal funcionamiento de los transistores. La corriente de base suficiente para Q1 y Q2 está dada por R6 y R7. la red de corrección de frecuencia , conectada entre la entrada de IC1, y la unión de R8-R9, refuerza la amplificación de las bajas frecuencias (por debajo de 1kHz), la red R5-C4 proporciona un refuerzo en la ganancia de 10dB a aproximadamente 50 Hz.

El amplificador opera con dos baterías de 9v y cuenta con protección contra cortocircuito, esto lo provee la resistencia R10.

El ANEXO D muestra el circuito impreso del amplificador portátil de baja potencia.

2.5 CONSTRUCCIÓN DE LOS CARGADORES DE BATERIAS

2.5.1 CARGADOR DE BATERIAS PARA 6V

Un cargador de baterías típico se presenta en la Figura 2.8

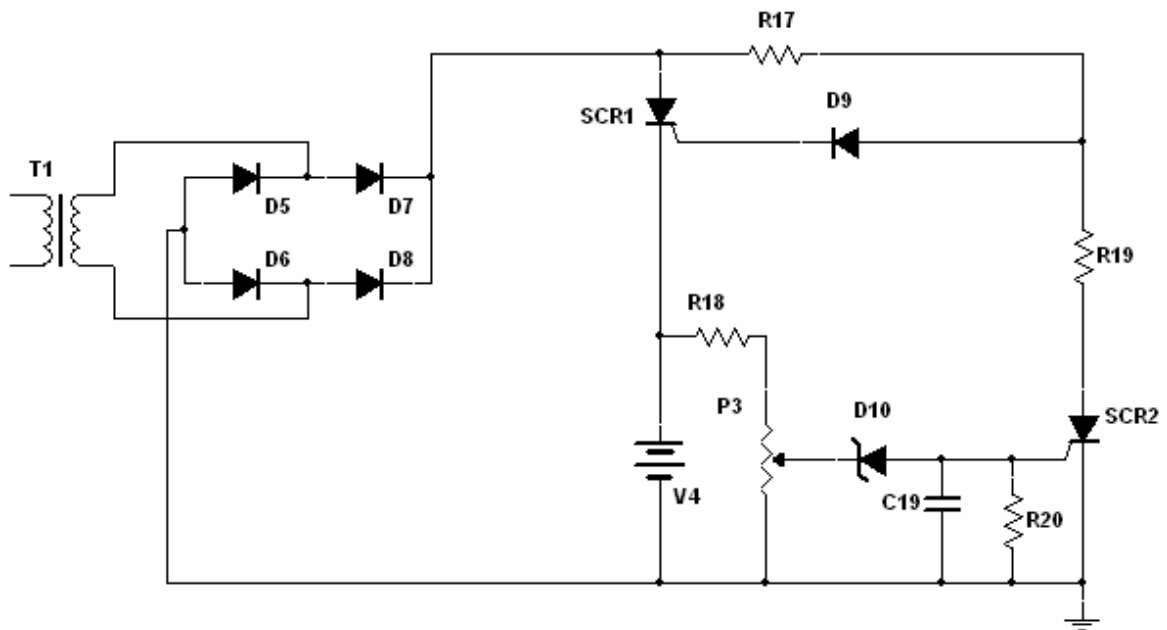


Fig. 2.8 Cargador de baterías de 6v con desconexión automática ⁴²

Este circuito consiste en un sistema rectificador de onda completa conformado por D5, D6, D7, D8, los cuales proporciona un voltaje en forma de “m”, este voltaje se aplica directamente a la batería por medio del tiristor SCR1.

Cuando la batería esta baja de carga, el voltaje que se presenta en D3 es insuficiente como para que el diodo zener de 5.6v se encuentre en estado de corte, haciendo que el voltaje de disparo en la compuerta del SCR2 sea cero, por lo que este permanece en corte.

Al estar el SCR2 en estado de corte la corriente que sale del rectificador de diodos, circula a través de R17 y D9 siendo de suficiente valor para que el tiristor SCR1 se dispare y por lo tanto empiece a cargar a la batería.

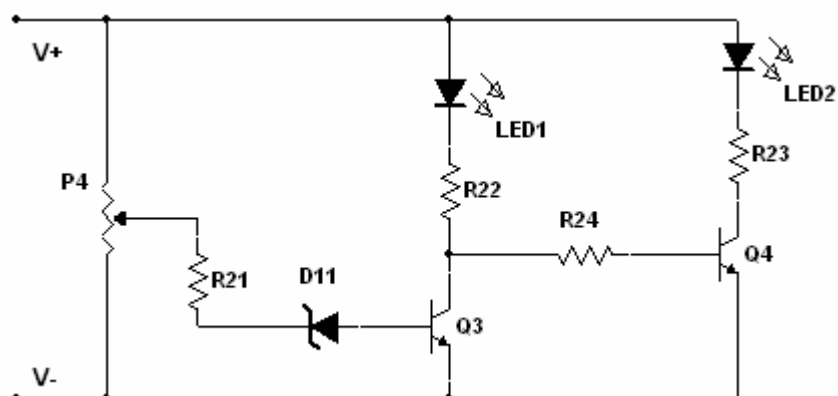
Cuando el voltaje de la batería aumenta, el voltaje en el cursor del potenciómetro aumenta, al alcanzar el voltaje característico del diodo zener este entra en conducción, haciendo que la compuerta del tiristor SCR2 se dispare, por tanto este entra en conducción.

Al entrar el SCR2 en conducción, se produce una división de tensión entre las resistencias R17 y R19, haciendo que el voltaje en el ánodo del diodo sea muy pequeño como para disparar al tiristor SCR1, y así se detiene el paso de corriente a la batería (dejando de cargarla).

Si la batería se volviera a descargar el proceso se inicia automáticamente.

⁴² Boylestad, Teoría de Circuitos, (1985, p. 441)

El condensador C19, hace que el tiristor SCR2 no se dispare innecesariamente. Es necesario incorporar un indicador de estado de la batería, Figura 2.9



“Fig. 2.9 Indicador de estado para batería de 6v.”⁴³

Este circuito consiste básicamente de dos transistores; los cuales, cuando la tensión en el preset del potenciómetro P4, supera el valor del diodo zener, la tensión base-emisor del transistor Q3 se disparará, haciendo que el led verde brille, y la base del transistor Q2 quede con un voltaje mínimo, el cual no permitirá que este se dispare, y al encenderse el led de color verde, indicaría que la batería se encuentra con un voltaje alto (o sea está cargada).

Caso contrario cuando la tensión en el preset del potenciómetro P4 disminuya, y no supere el valor del diodo zener, la tensión base-emisor en Q3 será mínima, haciendo que este, esté en estado de corte, por lo tanto el led de color verde se apaga; en este instante el led de color verde se comporta como un led en directa, haciendo que la tensión base-emisor en Q4 sea la suficiente como para dispararlo, haciendo que el led rojo brille y por lo tanto nos indicará que la batería se encuentra baja de carga.

El ANEXO E muestra el circuito impreso del cargador de baterías, el cual incluye, un indicador de estado para baterías.

⁴³ www.pablin.org, Indicador de Estado para Baterías.

2.6 CALIBRACIÓN Y PRUEBAS

2.6.1 CALIBRACIÓN DEL EQUIPO

- El control técnico del equipo amplificador de audio es calibrado por dos potenciómetros, uno de los cuales permite controlar el volumen como la entrada de la señal de voltaje al circuito, funcionando a la vez como switch; esto en la etapa de amplificación de mediana potencia (voz).
- El potenciómetro restante nos permitirá calibrar el volumen del equipo amplificador de baja potencia (audífonos), por consecuencia la señal a la salida será de una amplitud alta o baja dependiendo de la posición del potenciómetro.
- El circuito cargador de baterías de 6v posee 2 potenciómetros de calibración, uno de los cuales se encuentra en la etapa de indicación del estado de baterías, el cual nos permitirá calibrar la amplitud de la señal de voltaje en la que se considere que la batería está baja de carga o viceversa.
- El potenciómetro restante nos permitirá calibrar la amplitud de la señal de voltaje que ingresa al diodo zener; de acuerdo con las características de éste funcionará en forma directa o indirecta, permitiendo así la desconexión automática del equipo en el momento que la batería se encuentre con el voltaje característico.

2.6.2 PRUEBAS

Las pruebas realizadas para comprobar el correcto funcionamiento del equipo fueron:

2.6.2.1 Pruebas con la Etapa Amplificadora de Mediana Potencia

2.6.2.1.1 Potencia de salida y ruido amplificado

Después de la construcción del equipo se procedió a las diferentes pruebas, primeramente procediendo a probar el correcto funcionamiento de amplificación, inicialmente el ruido a la salida del equipo era demasiado alto, además que la potencia de amplificación de este era muy baja, por lo que se procedió a colocar un circuito pre-amplificador a la entrada del equipo, mejorando la calidad de sonido y eliminando por completo el ruido.

2.6.2.1.2 Voltaje de Alimentación 6v

El voltaje de alimentación (6v) es el mínimo de funcionamiento del TDA2002, con este voltaje se logra obtener una potencia de salida adecuada para el caso requerido si se necesita aumentar la potencia de salida se debe aumentar el voltaje de alimentación tomando en cuenta que el voltaje máximo que soporta este amplificador es de 18v.

2.6.2.2 Pruebas con la Etapa Amplificadora de Baja Potencia

- Impedancia de Salida.- La impedancia de salida es controlada por una resistencia, inicialmente se colocó una resistencia de gran valor, ésta no permitía a la señal de salida que fuese de una potencia adecuada, por lo que se procedió a cambiar este elemento por otro de menor capacidad.

2.6.2.3 Pruebas con el Cargador de Baterías

2.6.2.3.1 Intensidad de iluminación de los LEDS

La intensidad de iluminación de los LEDS es controlada por resistencias, por primera ocasión se colocó resistencias del orden de los Kohms, razón por la cual la intensidad de iluminación en estos elementos era muy baja y no se distinguía, por lo que se optó bajar el valor de estas resistencias.

2.6.2.3.2 Conexión y desconexión automática del equipo

El valor mínimo necesario de voltaje que ingresa al Tiristor es controlado por el diodo zener, como primero se colocó un diodo zener de un valor muy bajo, este hacía que la batería se cargara a la mitad de su voltaje característico, razón por la que se colocó un diodo zener de mayor valor.

2.7 ANALISIS TÉCNICO-ECONÓMICO

2.7.1 ANALISIS TÉCNICO

Este equipo utiliza componentes electrónicos que al haber sido estudiados muy detenidamente, resultan muy eficaces en la elaboración del amplificador portátil de audio debido a su bajo costo y a su facilidad de obtención en el mercado; en el caso de resistencias y potenciómetros sus valores variables permiten alcanzar

niveles de potencia adecuados; dependiendo del usuario, él elegirá que potencia requiere para su satisfacción.

Es importante indicar que la potencia consumida por el equipo es muy baja esto permitirá que las baterías duren mayor tiempo, a la vez que no será necesario recargarlas muy seguido.

Por lo que se cree que el proyecto realizado es técnicamente importante y podrá ser muy útil, sobre todo en el caso de no depender de un tomacorriente, que facilita la movilización del equipo a cualquier lugar.

Debido al tamaño del equipo se puede garantizar que en la utilización de materiales para su construcción y ensamblaje, fueron de pequeño tamaño, y de acuerdo al consumo de potencia se podríaa garantizar que si se desea cambiar de baterías se lo realizará en un tiempo prolongado, ya que éstas tienen una duración extendida, por el mismo motivo de que son recargables, permitiendo que sea posible economizar.

2.7.2 ANALISIS ECONOMICO

El proyecto realizado es económicamente asequible y de menor costo en relación a otros. Esto debido a que sus componentes son de características que no influyen en precio.

A continuación se detalla los precios de los elementos utilizados en el proyecto:

Número	Elemento	Valor Unitario	Total
34	Resisntecia: 1, 2200, 3.3, 100, 15, 4.7, 0.1, 0.033, 0.22, 0.001, 0.047, 2.7, 0.39, 10, KΩ.	0.07 c/u	2.38
3	Potenciómetro: 500KΩ, 1KΩ, 1MΩ	0.25 c/u	0.75
20	Capacitores : 220pf, 0.1µf, 2.2 µf, 0.01 µf, 470 µf, 2200 µf, 0.047 µf, 60 µf	0.15 c/u	3.00
6	Transistores NPN y PNP	0.60 c/u	3.6
1	Amplificador Operacional	1.00	1.00
5	Switches	0.16c/u	0.80
6	Diodos 1N4148	0.12c/u	0.72
2	Jacks miniatura est ereo	0.15c/u	0.30

2	Baterias alcalinas 9v	3.25c/u	6.50
4	Tarjeta de Circuito Impreso	7.00 c/u	28.00
4	Chasis de montaje	30	30
11	Conectores en linea 2 pines	0.09 c/u	0.99
1	Circuito Integrado TDA 2002	1.20	1.20
1	1Parlante de 4 pulgadas	4.10	4.10
1	1 Disipador de calor	0.6	0.60
1	1 Micrófono Electret	1.10	1.10
2	Transformadores 110/6v	3.70	3.70
4	Tiristores de 4 y 8 Amp	0.60 c/u	2.40
4	Diodos zener de 5.5, 3.3, 7.5, 11v	0.30 c/u	1.20
2	Baterias recargables de 6v	8.90	8.90
4	Leds (rojo, verde y blanco)	0.08 c/u	0.32
10	Conectores para baterias de 9v y 6v	0.15 c/u	1.50

INVERSION TOTAL: 103,06 \$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El amplificador portátil de audio nos permite tener dos opciones; amplifica voz a mediana potencia y tiene una salida para audífonos de baja potencia, tanto la una como la otra parte por sus componentes, tienen un consumo de corriente bastante bajo, por lo que las baterías tienen larga duración.
- El cargador de baterías nos ayuda para que la vida útil del equipo sea más larga, y nos permite ahorrar en costos, ya que la batería del amplificador de voz de mediana potencia, es recargable.
- Puesto que el circuito opera mediante una batería, no depende de un tomacorriente, haciendo que éste sea más manejable y aceptable para el usuario.
- En las diferentes etapas del amplificador, encontramos varias impedancias conformadas por condensadores y resistencias, los cuales se convierten a la vez en filtros, éstos dependiendo de sus valores característicos, podrían actuar como una bobina, haciendo que filtren varias señales, que llegarían a ser interferencias, por lo que el circuito no funcionaría muy bien, debido a lo cual se tuvo mucho cuidado, en asignar valores a los elementos ya que con los valores asignados por el diseñador del circuito no funciono adecuadamente.
- Los elementos del cargador de baterías deben ser de una potencia alta, debido a que las baterías se cargan con una corriente de 2A, lo que implica que los elementos deben permitir que la corriente a circular no tenga ningún inconveniente.
- El rango de frecuencias del equipo se encuentra desde 15Hz a 30KHz, esto nos permite escuchar cualquier señal que se encuentre en este rango, ya que el nivel de frecuencias admisibles para el oído humano es de 20Hz a 20KHz.
- El equipo a mas de satisfacer un requerimiento, resultó ser versátil y novedoso en la medida de que no existe en el mercado uno que incorpore los amplificadores de audio, tanto de mediana potencia (voz), así también el de baja potencia (audífonos), con su respectivo cargador de baterías.

RECOMENDACIONES

- Para el amplificador de voz se recomienda, que la persona que desee utilizarlo, tenga un acercamiento lo suficientemente necesario, como para que el micrófono reciba bien las señales de entrada, el cual como se explica en su funcionamiento, la amplitud de las señales de salida, varía con la intensidad de la señal de entrada.
- Para el buen estado y mantenimiento en general se recomienda que al colocar el equipo, los terminales de las baterías vayan a la posición adecuada (mas con mas y menos con menos), caso contrario se podría ocasionar un daño en los circuitos integrados principales (amplificador operacional TL081, amplificador de potencia TDA2002); los cuales al no tener una buena polarización emiten demasiada energía (calor), por lo que los C.I. no funcionarán a largo plazo o en ocasiones dejarían de funcionar.
- La ganancia es calculada en base a resistencias, las cuales nos indican, el valor en proporción que la señal de entrada va a ser amplificada por lo que es necesario dar valores de resistencias que permitan una ganancia adecuada, para que la señal de salida sea nítida o tenga una buena percepción del escucha.

BIBLIOGRAFIA

- Boylestad (1985), Teoría de Circuitos
- Charles Belove (1987), Enciclopedia de la Electrónica
- Clemente Tribaldos (1999), Sonido Profesional
- Francisco Ruiz Vasallo (2000), Equipos de Sonido
- Gilberto Enríquez Harper (1990), Fundamentos de Electricidad
- Gomez de Tejada (1970), Tecnología Electrónica
- John H. Newitt (1979), Técnicas de la Alta Fidelidad
- Juan José Ramil (1949), Megafonía y Electroacústica
- Microsoft Corporation (2004), Enciclopedia en Carta
- Publicaciones CEKIT S.A. (1997), Electrónica & Computadores
- www.elprisma.com
- www.pablin.org

ANEXOS

ANEXO A

Características del Amplificador Operacional Ideal

Características	Símbolo	Ideal	LM741C
Ganancia de tensión en lazo abierto	AOL	Infinito	100000
Frecuencia de ganancia unidad	f_{unidad}	Infinito	1 MHz
Resistencia de entrada	R _{in}	Infinito	2 MΩ
Resistencia de salida	R _{out}	Cero	75 Ω
Corriente de polarización de entrada	I _{in} (polarización)	Cero	80 nA
Corriente de offset de entrada	I _{in} (offset)	Cero	20 nA
Tensión de offset de entrada	V _{in} (offset)	Cero	2 mV
Relación de rechazo al modo común	CMRR	Infinito	90 dB

ANEXO B

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL TDA 2002

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

CARACTERÍSTICAS DC

PARÁMETRO	MÍNIMO	TÍPICO	MÁXIMO
Vs Voltaje de alimentación	8V		18V
Vo Voltaje de reposo de salida (pin 4)	6.4v	7.2v	8v
Id Corriente de drenador en reposo (pin5)		45mA	80mA

CARACTERÍSTICAS AC

PARÁMETRO	CONDICIONES DE PRUEBA	MÍNIMO	TÍPICO	MÁXIMO
Po Potencia de salida	d=10% f=1Khz RL=4Ω RL=2Ω VS=16V RL=4Ω RL=2Ω	4.8W 7W	5.2W 8W	
Vi(rms) Voltaje de saturación de entrada		600mV		
Vi Sensibilidad de entrada	f=1khz Po=0.5w RL=4Ω Po=0.5w RL=2Ω		15mv 11mv	

	Po=5.2w RL=4Ω Po=8W RL=2Ω		55mv 50mv	
B Respuesta de frecuencia (-3db)	RL=4Ω Po=1w		40 a 150Hz	
D distorsión	f=1khz Po=0.05-3.5w RL=4Ω Po=0.05-5w RL=2Ω		0.2% 0.2%	
Ri Resistencia de entrada	f=1khz	70kΩ	150KΩ	
Gvo Ganancia de voltaje (lazo abierto)	RL=4Ω f=1khz		80db	
Gvc Ganancia de voltaje (lazo cerrado)	RL=4Ω f=1khz	39.5db	40db	40.5db
e_N Voltaje de ruido de entrada			4μv	
i_N Corriente de ruido de entrada			60pA	
η Eficiencia	F=1khz Po=5.2w RL=4Ω Po=8w RL=2Ω		68% 58%	

ANEXO C

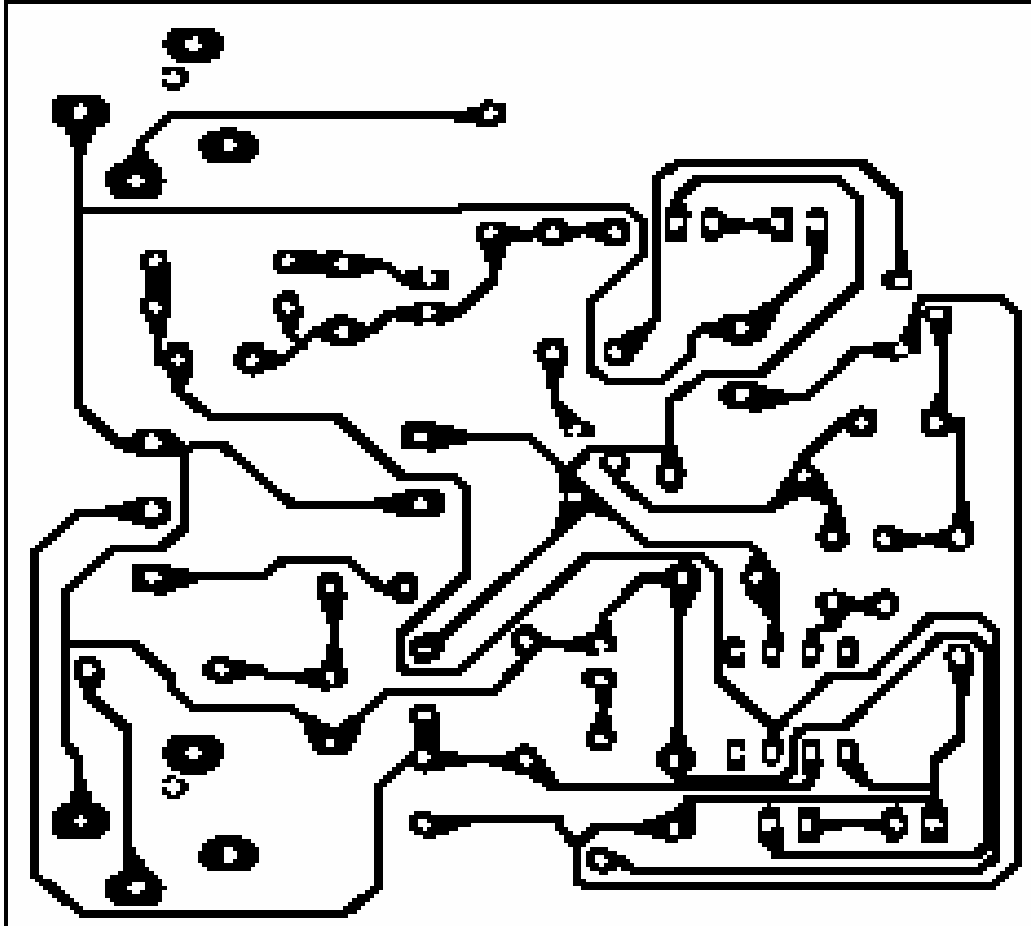
Tipos de Baterías

NOMBRE DE LA CELDA (BATERIA)	TIPO	VOLTAJE NOMINAL A CIRCUITO ABIERTO
CARBON – ZINC	PRIMARIA	1.5
DIOXIDO DE MAGNESIO (ALCALINA)	PRIMARIA O SECUNDARIA	1.5
OXIDO DE MERCURIO	PRIMARIA	1.35
OXIDO DE PLATA	PRIMARIA	1.5
PLOMO – ACIDO	SECUNDARIA	2.1
NIQUEL – CADMIO	SECUNDARIA	1.25
HIERRO – NIQUEL	SECUNDARIA	1.2
PLATA – ZINC	SECUNDARIA	1.5
PLATA – CADMIO	SECUNDARIA	1.1

ANEXO D

Amplificador Portátil para Audífonos Estereofónicos

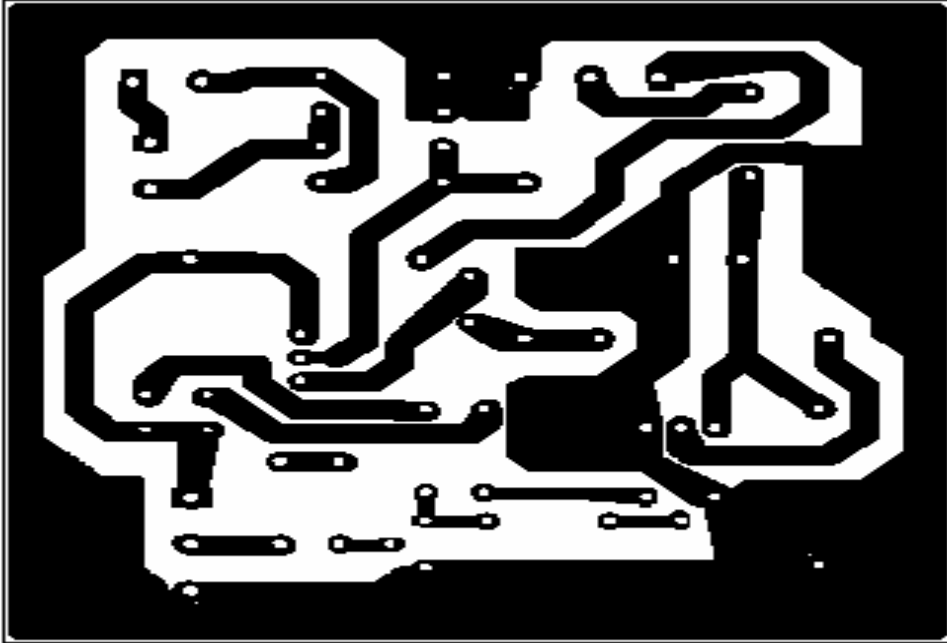
Circuito Impreso



ANEXO E

Cargador de Baterías para 6 y 12v

Circuito Impreso



ANEXO F
Amplificador de Mediana Potencia
Diagrama Circuital

