

T-77

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA



TECNICAS DE SELECCION DE EQUIPO ELECTROACUSTICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N

**JOSE ABEL HERRERA CAMACHO
PABLO ROBERTO PEREZ ALCAZAR
CARLOS ENRIQUE TAKAHASHI FLORES**

247
77

México, D. F.

1979



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

TECNICAS DE SELECCION DE EQUIPO ELECTROACUSTICO

	PAG.
Introducción	1

C A P I T U L O I

DESARROLLO DE UNA BASE TEORICA GENERAL

A) Descripción de un sistema de reproducción de audio.	
A.1) Sistema mínimo	5
A.2) Sistema expandido	8
B) Descripción de los componentes.	
B.1) Fuentes de información audible.	
B.1.1) Voz.	13
B.1.2) Música	18
B.2) Transductores de entrada.	
B.2.1) Micrófonos	29
B.2.2) Magnetófonos. Cintas	42
B.2.3) Tornamesa. Discos	62
B.2.4) Sintonizador de radio.	97
B.3) Canales.	
B.3.1) Cables	107
B.3.2) Aire	113
B.4) Procesadores.	
B.4.1) Filtros.	117

	PAG.
B.4.2) Ecualizador	128
B.4.3) Amplificadores	136
B.4.4) Reductores de ruido	153
B.4.5) Otros	161
B.5) Transductores de salida.	
B.5.1) Altavoces Deflectores.	170
B.5.2) Audífonos.	194
B.6) Receptores.	
B.6.1) Oído humano.	201

C A P I T U L O I I

DEFINICION DE CARACTERISTICAS

A) Distorsión.....	227
A.1) Definición.	
A.2) Tipos.	
A.3) Efectos de la distorsión sobre el sonido.	
A.4) Capacidad auditiva de detección de distorsión	
B) Ruido.....	234
B.1) Definición.	
B.2) Tipos.	
B.3) Efectos del ruido sobre el sonido.	
B.4) Capacidad del oído para discriminar el ruido.	

	PAG.
C) Respuesta a la frecuencia	240
C.1) Definición e importancia.	
C.2) Respuesta del oído.	
D) Potencia.	244
D.1) Definición e importancia.	
D.2) Necesidades de potencia.	
E) Rango dinámico.	246
E.1) Definición e importancia.	
F) Sensibilidad.	248
F.1) Definición e importancia.	
G) Fidelidad	249
G.1) Definición.	

C A P I T U L O I I I

ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS DE AUDIO

A) Comentario	252
B) Tablas de especificaciones	253

C A P I T U L O I V

EVALUACION DE EQUIPO ELECTROACUSTICO

A) Evaluación con ayuda de instrumentos de medicion.	
A.1) Agujas y Fonocaptores	272

	PAG.
A.2) Micrófonos	281
A.3) Tornamesas	292
A.4) Receptores (sintonizadores)	295
A.5) Amplificadores	304
A.6) Altavoces	311
 B) Evaluación sin instrumentos de medición.	
B.1) Resultados de las audiciones	327
B.2) Criterios subjetivos que se emplean en la selección de equipo	362
B.3) Desarrollo de un plan de selección de equipo	368
 APENDICE I. Unidades físicas básicas.....	376
 APENDICE II. Glosario de términos	370
 CONCLUSIONES	433
 OBSERVACIONES	435
 BIBLIOGRAFIA.	436

INTRODUCCION.

Este trabajo tiene por objetivo principal el de formar criterios definidos que guíen a una persona en el momento de adquirir un equipo de audio de alta fidelidad.

Creemos muy necesario este trabajo, en cuanto existen criterios distorsionados y dirigidos por los fabricantes y distribuidores de tales equipos. Resulta obvio que su propaganda busca la obtención de mayores ventas y consecuentemente, el beneficio económico de todos ellos. Sin embargo, el consumidor de tales aparatos trata de encontrar una satisfacción a su gusto por la música, lo que lo motiva a indagar qué equipo es mejor que otro. Si ésta búsqueda se ve afectada por la proliferación de propaganda de interés comercial, el resultado será la adquisición de equipo no adecuado a sus intereses y en ocasiones muy caro.

Sabemos también que el problema no se reduce a pensar que solamente se satisface el sentido del oído, sino que entran en juego una serie de factores psicológicos determinantes en la compra de un sistema de alta fidelidad. Por ejemplo, el "status" social que se logra cuando alguien adquiere tal equipo, está determinado por el costo que tiene, lo cual no tiene que ver con las características eléctricas del sistema, sino con el prestigio que da a su poseedor. No es la intención

del presente trabajo, de analizar el problema con éste enfoque, debido a que requeriría a un estudio concienzudo sobre áreas--- como psicología y sociología. Lo que sí pretendemos realizar es un trabajo que introduzca al audiófilo al conocimiento técnico de los equipos, de forma tal que pueda comprender las especificaciones que se publican a modo de propaganda.

También queremos hacer una descripción de los distintos sistemas y equipos básicos existentes, con el fin de ampliar la visión de quien se interese en ellos.

Como parte medular, damos algunas técnicas básicas de selección del equipo. Dentro de éste tema, hacemos una división básica: técnicas de selección subjetiva y técnicas de selección objetiva.

La selección subjetiva es aquella en la que el empleo de instrumentos de medición no es posible, es decir, que sería la técnica mayormente empleada por la gente común que desea adquirir un equipo de audio. La otra técnica, u objetiva, pretende definir una serie de pasos claros que permitan a personas -- con acceso a instrumentos de medición, de evaluar las características del equipo que les interesa.

Finalmente, queremos decir que éste aspira a ser un-- trabajo de interés general y útil; el cual permita, a quien se interese, hacer comprensibles los aspectos generales que se ven

involucrados en lo que parece ser la simple adquisición de un -
equipo de alta fidelidad.

C A P I T U L O I

DESARROLLO DE UNA BASE TEORICA GENERAL

A).- DESCRIPCION DE UN SISTEMA DE REPRODUCCION DE AUDIO

Actualmente, una gran cantidad de elementos pueden formar parte de un sistema de audio de alta fidelidad. Sin embargo, existe una configuración básica ó mínima a partir de la cual el sistema puede expandirse de acuerdo a las posibilidades y gustos del audiófilo.

A.1) SISTEMA MINIMO.

Se entiende por sistema mínimo a aquel constituido por los siguientes elementos:

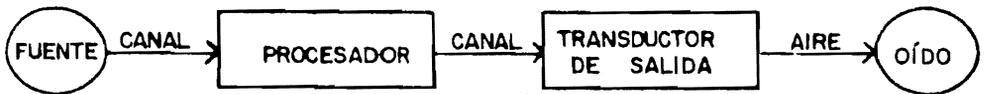


Fig. 1.1

La fuente puede ser: tornamesa, magnetófono, micrófono ó sintonizador de radio. Tales fuentes contienen elementos--transductores de los cuales se obtiene una señal en forma de---diferencia de potencial eléctrico (voltaje). La magnitud de los voltajes obtenidos de ellos es pequeña, del orden de 10^{-3} volts (milivolts ó mv). Además, las impedancias de salida de las fuentes son grandes, con valores usuales de 10^4 ohms (10 000 ohms).

Con ésta información podemos modelar a la fuente mediante el siguiente diagrama esquemático:

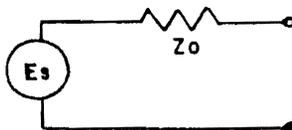


Fig. 1.2

siendo: E_s = voltaje de salida de la fuente.

Z_o = Impedancia de la fuente.

El medio de transmisión de la señal obtenida de la fuente es, generalmente, un conductor metálico. Se presenta en forma de cable coaxial o de otro tipo.

De ésta manera, la señal llega al procesador. Este nombre designa a todo dispositivo eléctrico capaz de controlar y modificar el voltaje de entrada, con objeto de lograr las condiciones óptimas que requiere o se requieren del transductor de salida.

El empleo de un procesador se justifica con el siguiente análisis. Supongamos que conectamos directamente la fuente con el transductor de salida (en éste caso, un altavoz). El modelo eléctrico que resulta es el mostrado en la figura.

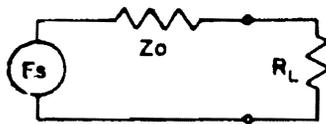


Fig. 1.3

donde: R_L = Impedancia del transductor de salida.

La energía que entrega la fuente al altavoz, por unidad de tiempo, se evalúa con la siguiente expresión matemática:

$$P = \left(\frac{E_s}{Z_o + R_L} \right)^2 R_L \quad (\text{watts})$$

Si consideramos la impedancia del altavoz como de 8-ohms, encontramos que la potencia que se le entrega, es:

$$P = \left(\frac{10^{-3}}{10^4 + 8} \right)^2 8 = 7.99 \times 10^{-14} \text{ W}$$

Luego bien, la eficiencia acústica de un altavoz es del orden del 3%, por lo cual la potencia radiada al aire es:

$$P = 0.03 (7.99 \times 10^{-14}) \text{ Watts}$$

$$P = 2.397 \times 10^{-15} \text{ Watts}$$

De estudios realizados en forma estadística, se ha--
determinado que la potencia mínima audible es de 2.5×10^{-11} --
Watts, por lo que puede verificarse que el acoplamiento direc--
to entre la fuente y el altavoz no es factible.

Finalmente, para pasar al último bloque en el sistema básico, tenemos un canal (cable) que envía la señal al transduc--
tor de salida, el cual puede ser un altavoz o unos audífonos. Am--
bos funcionan bajo el mismo principio de conversión de energía--
eléctrica en energía mecánica. La energía mecánica se percibe--
como vibración del aire, hecho por el cual el oído capta la in--
formación proveniente de la fuente.

°La potencia mínima audible se determinó a partir de las condi--
ciones de un recinto con características normales y una frecuen--
cia de 1000 Hz. El volumen del recinto es de 8 m^3 . Véase la re--
ferencia (9), pag. 25, de la bibliografía.

A.2 SISTEMA EXPANDIDO.

No existen limitaciones en cuanto a la variedad y cantidad de elementos que pueden formar un sistema de esta clase. No obstante, presentamos algunos ejemplos de sistemas expandidos-- más comunes en la actualidad. Es importante subrayar, que la -- ampliación del sistema no implica siempre una mejora en la calidad del sonido.

Sistema Expandido 1. Se presenta a continuación el -- diagrama de bloques que representa al mismo. Tiene 4 fuentes, un procesador y una salida (altavoces).

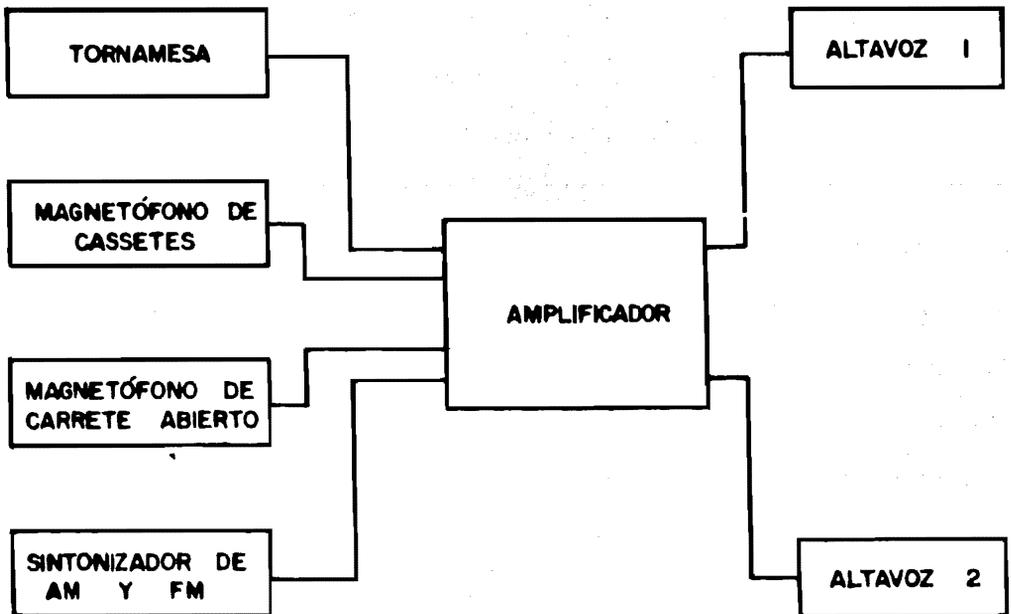


Fig. 1.4

Debe notarse que el procesador (amplificador), deberá poder seleccionar entre las distintas fuentes que lo alimentan y además controlar la ganancia de la señal que lo excita.

Un sistema de éste tipo es muy común de encontrar en muchos lugares, dada la simplicidad de operación y las ventajas que esto representa para la mayor parte de las personas.

Sistema Expandido 2. Su diagrama es el siguiente.

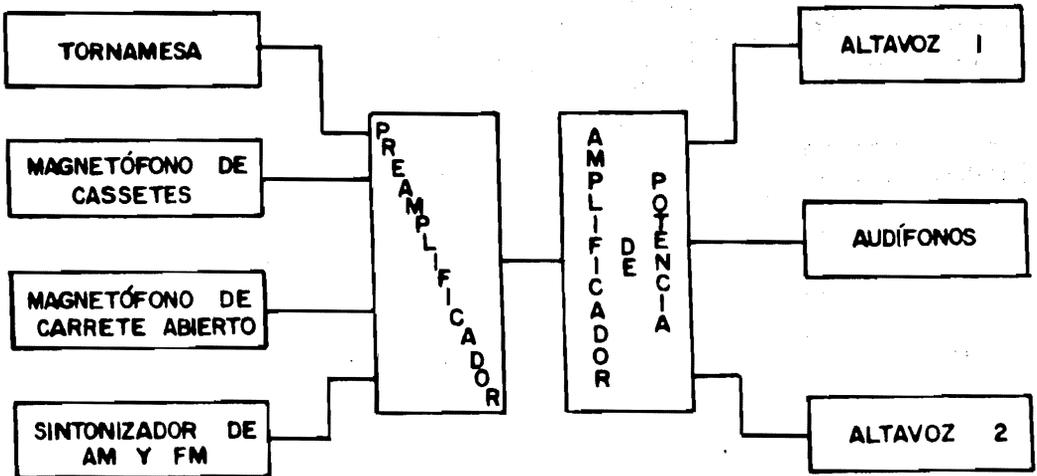


Fig. 1.5

En este sistema el número de fuentes es el mismo que en el anterior, pero aquí aparece un preamplificador que permite seleccionar algunas de esas señales, con la ventaja adicional de poder mejorar o ajustar las características de ellas a nuestro gusto, es decir, que poseen controles de filtrado y reforzamiento.

to, controles de balance entre canales y controles de volumen. Adicionalmente, el amplificador de potencia posee salidas para dos sistemas de bocinas y puede excitar a un par de audífonos.

Sistema expandido 3.

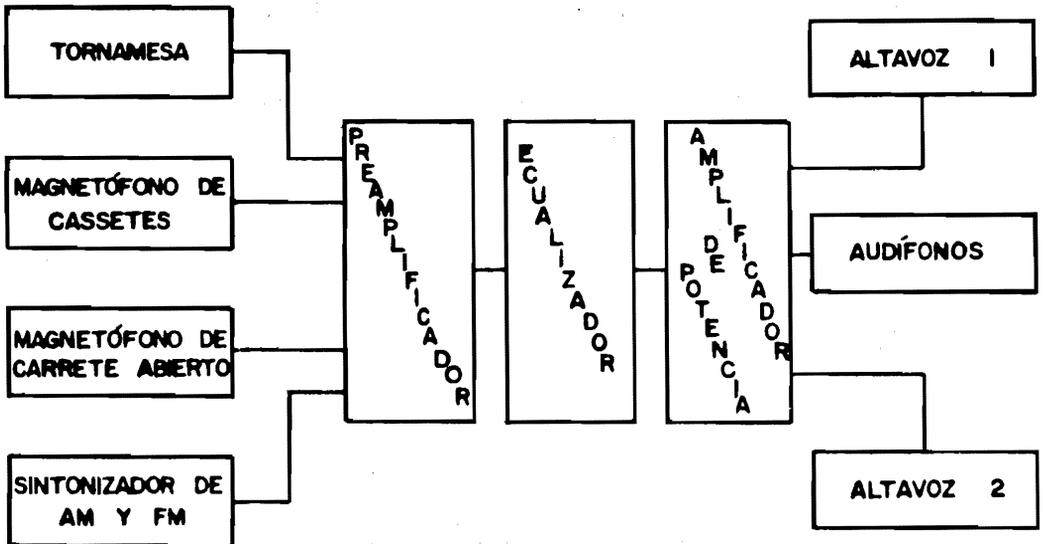


Fig. 1.6

Aquí debe observarse que aparece un elemento o sistema nuevo: el ecualizador. Mediante su uso se puede lograr que la respuesta del sistema sea la más adecuada a nuestro oído bajo casi cualquier condición. Sus controles permiten filtrar o amplificar de forma muy precisa, las señales que forman parte de un programa grabado. Lo anterior significa que podemos "qui-

tar", en parte, una gama de frecuencias que no deseemos esté-- presente en la reproducción del programa. Lo mismo se puede ha-- cer si queremos "resaltar" un instrumento o una gama de fre--- cuencias. El uso del sistema con ecualizador se justifica cuan-- do la arquitectura del recinto donde se localizan los gabi--- nes acústicos es irregular y con superficies de todo tipo de ma-- terial.

Sistema expandido 4.

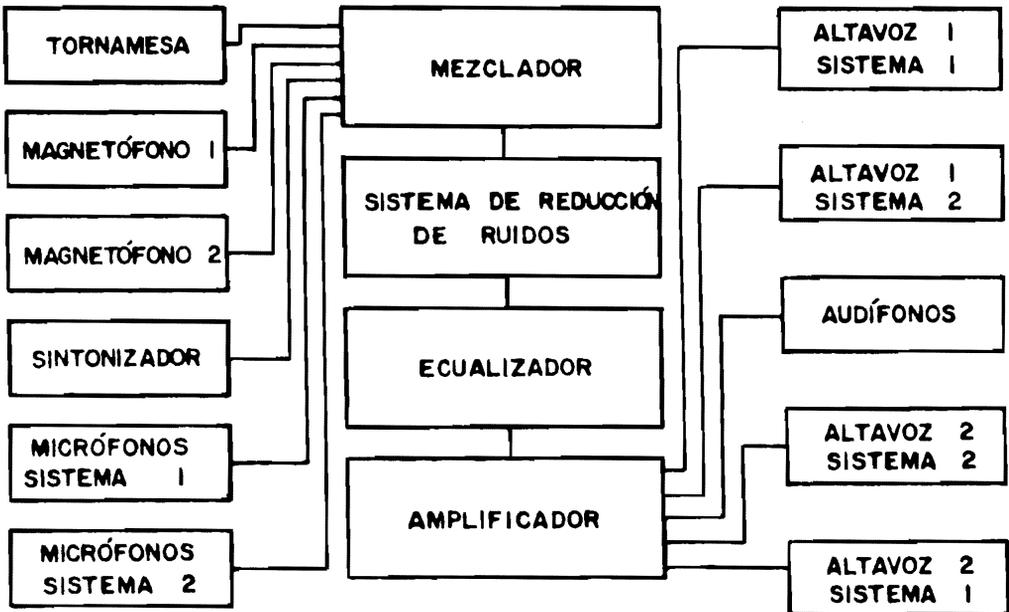


Fig. 1.7

El diagrama muestra un sistema muy completo, el cual-- cuenta con un mezclador así como un sistema de reducción de rui-- dos. Con la adición de éste tipo de equipo, se logra controlar--

en forma muy especial las grabaciones que quieran hacerse con el sistema. Sin embargo, el realizarlas profesionalmente se debe hacer con otro tipo de sistema y bajo condiciones muy especiales del recinto. No obstante, el grabar de un disco a una-- cinta se realiza con facilidad y gran calidad.

B).- DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES

B.1) FUENTES DE INFORMACION AUDIBLE.

B.1.1) Voz.

La palabra, desde el punto de vista acústico, es una sucesión de emisiones vocales que producen ondas de aire cuya frecuencia y amplitud varían rápidamente en el tiempo.

Debido a su misma estructura orgánica, el ser humano es capaz de producir ondas sonoras en un rango de frecuencias como lo muestra la siguiente figura.

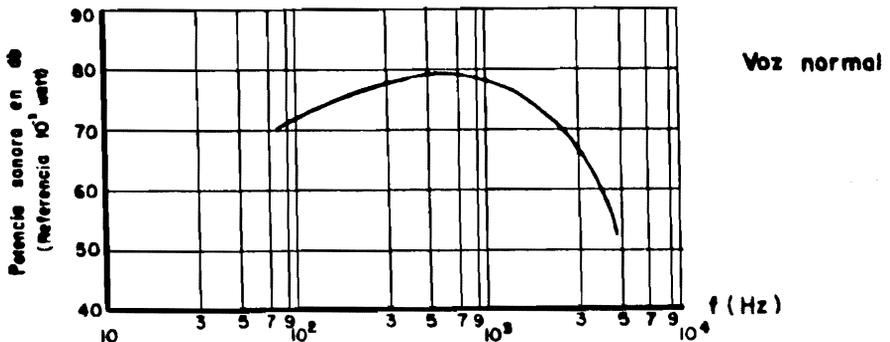


Fig. 1.8

Observese que hay una región de máxima sonoridad de emisión de voz, comprendida entre 75 y 1800 Hz. Se ha determinado que alrededor de los 600 Hz se obtiene el valor máximo de sonoridad (80 dB).

Consideremos al sistema productor de voz como un generador de sonidos. Desde el punto de vista fisiológico, el siste-

ma tiene tres elementos fundamentales: una fuente de potencia - (los pulmones), un oscilador (los ligamentos vocales) y un resonador (el conducto vocal).

Empecemos entonces, por su descripción. El sistema -- productor de la voz abarca: los pulmones, la laringe, la faringe, la nariz y la boca. La principal función de los pulmones es la de generar un chorro de aire. El aire pasa por la glotis, que es un espacio en la base de la laringe, comprendido entre dos-- ligamentos vocales (llamados frecuente, aunque erróneamente, -- cuerdas vocales). El extremo delantero de cada ligamento vocal se halla sujeto a uno de los dos pequeños cartílagos aritenoi-- des; estos son móviles y se desplazan hasta conseguir la separa-- ción de los ligamentos.

Al estar la glotis cerrada y salir un chorro de aire-- de los pulmones, la sobrepresión que se ejerce por debajo de la glotis fuerza a que se separen los ligamentos vocales; el aire-- que pasa por entre los ligamentos genera una fuerza que unida-- a sus propiedades mecánicas, cierra casi totalmente la glotis.-- La diferencia de presión se incrementa entonces, obligando de-- nuevo a que los ligamentos vocales se separen. El ciclo de aper-- tura y cierre de los ligamentos genera un tren de pulsos de ai-- re que pasan al conducto vocal.

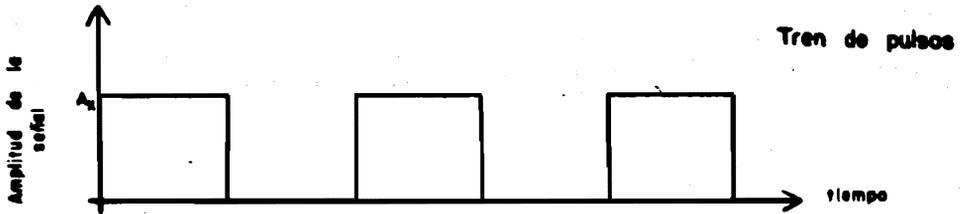


Fig. 1.9

La frecuencia del tren de pulsos está determinada por la presión de aire en los pulmones, así como por las propiedades mecánicas y dimensiones de los ligamentos vocales; estos últimos se regulan mediante los múltiples músculos de la laringe. Por lo general, cuanto mayor es la presión de aire y cuanto más delgados y tensos estén los ligamentos vocales, mayor será la frecuencia con que emitan pulsos de aire.

Cuando el chorro de aire ha salido de los ligamentos vocales, entra al conducto vocal del cual sale al exterior. El conducto vocal es una cámara de resonancia, es decir, de amplificación de sonidos semejante al tubo de una trompeta o al cuerpo de un violín. Está constituido por la laringe, la faringe y la boca y su forma queda determinada por las posiciones de sus articuladores, como son: los labios, la mandíbula y la lengua, que contraen o dilatan el conducto vocal en ciertos puntos; así al sacar la lengua o al bajar la laringe, crece la longitud del conducto.

Como en todo resonador, al pasar por el conducto vocal sonidos de ciertas frecuencias, llamadas frecuencias propias de

resonancia, estos sonidos son menos atenuados que otros sonidos y, por tanto, son emitidos con mayor intensidad, de tal modo -- que cuanto mayor sea la diferencia de frecuencia entre un sonido con respecto a la de resonancia, más débil será la emisión de sonido. El conducto vocal tiene 4 o 5 resonancias importantes, -- denominadas formantes. Ellos modifican la distribución de energía sonora produciendo sonidos inteligibles al hablar.

Las frecuencias de los formantes dependen de la forma del conducto. Suponiendo que el conducto vocal fuera un cilindro perfecto, cerrado por la glotis y abierto en los labios, entonces los cuatro formantes tendrían frecuencias cercanas a 500, 1500, 2500 y 3500 Hertz. Cualquier variación en la forma del -- conducto modifica las distintas frecuencias de los formantes y -- por tanto, los sonidos mismos.

En la siguiente figura, se muestra una vista seccional del aparato productor de la voz.

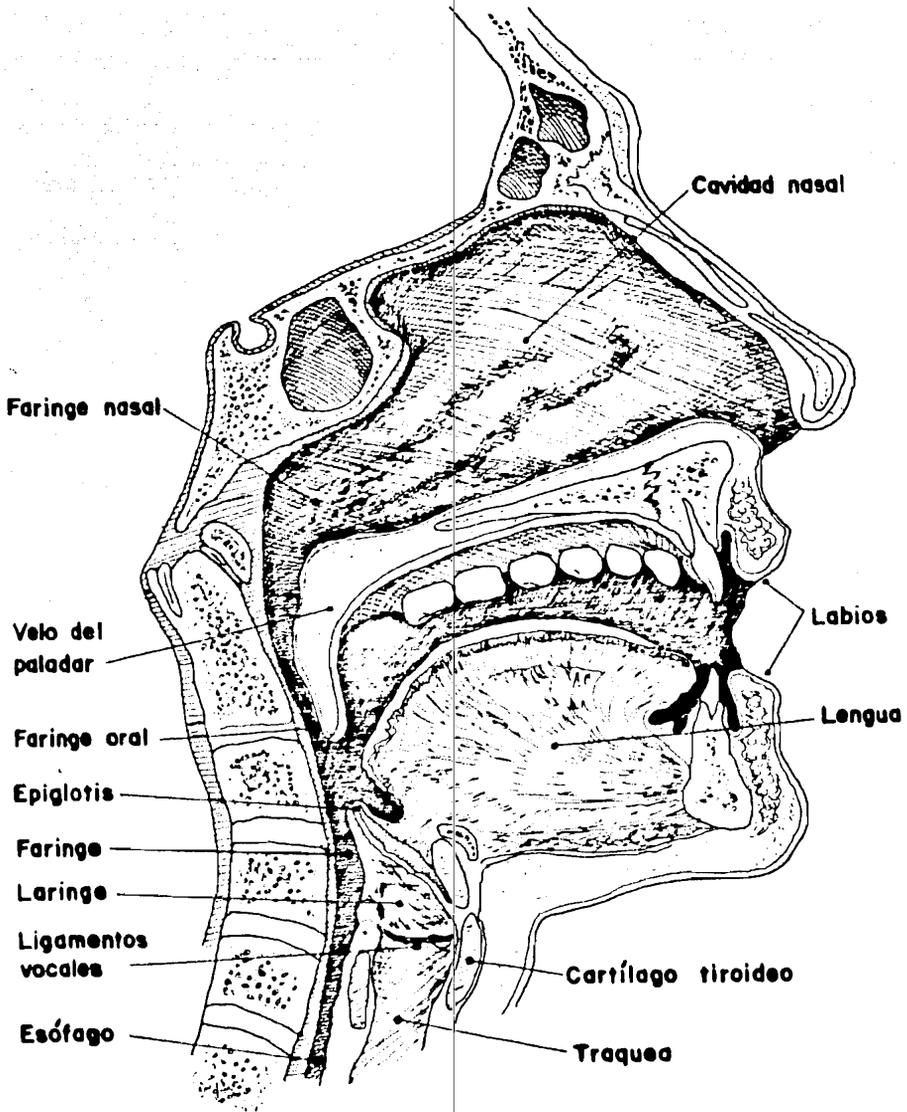


Fig. 1.10

Durante mucho tiempo se ha considerado que las características físicas de las personas (como tamaño del tórax, de la cabeza, de la cavidad nasal, de la faringe, etc.) determinan la excelencia del canto, hecho que no es totalmente válido, por que existen otras condiciones aún más importantes, tales como: - la reunión de conocimiento, talento e instinto musical, así como hábitos de articulación.

B.1.2) Música.

La música es el arte de producir combinaciones de sonidos en forma placentera, expresiva e inteligible al oído humano.

La producción musical es un proceso que empieza con su composición, la cual es expresada mediante una notación simbólica en el papel, siendo después transformadas estas notas en sonidos por parte de los músicos, empleando ya sea su voz, instrumentos musicales o ambos, y finalmente la captación del oído humano de estos sonidos.

Estudiaremos a continuación este proceso.

La creación musical tiene una estructura definida y -- sigue en forma general reglas de melodía, armonía y ritmo. Reducida a su forma más simple, consiste de una melodía y un acompañamiento.

La melodía es la esencia de una composición; se puede definir como una sucesión de sonidos cualesquiera-esto es, de cualquier intensidad, frecuencia, duración, etc.- pero escritos en forma organizada. El objetivo de organizar los sonidos es el de que produzcan los más variados efectos subjetivos, ya sea:-- tranquilidad o excitación, relajamiento o entusiasmo, dulzura o enojo, etc.,. No existen reglas fijas en la disposición de las notas que forman una melodía y quizá la única es la de ser placentera al oído.

El concepto de ritmo queda ya incluido en el de melodía, pues el primero se define como una sucesión de sonidos largos y cortos, fuertes y débiles. Y la melodía se puede redefinir, entonces, como la sucesión de sonidos con ritmo y en forma organizada.

Por armonía, se entiende a la combinación de sonidos simultáneos que sirven de apoyo, de acompañamiento y de adorno a la melodía. El acompañamiento más simple es el de "acorde",-- este se puede definir como una serie de tonos producidos por uno o varios instrumentos musicales, de forma tal que los tonos que suenan simultáneamente causen un sonido placentero. Un acompañamiento más complejo es el "contrapunto", que puede definirse como el arte de hacer que dos partes de una selección musical se oigan con tal independencia que parezcan piezas diferentes.

Es pues la armonía, el proceso de establecer acordes adecuados a la melodía en cuestión. A través de la historia musical han sido desarrollados criterios que establecen qué tonos suenan armoniosamente. Pitágoras fué el primero que estableció un criterio de este tipo, después de él destacan los criterios de Euler (1738), D'Alembert (1762) y Helmholtz (1862), el criterio de este último se sigue usando hoy en día.

Pero a pesar de que existe toda una teoría musical, -- la música es más un arte que una ciencia, sin negar que los estudios de teoría musical son de gran ayuda para el compositor.

Como ya se ha dicho al principio de este tema, la música tiene una estructura definida, ésta consiste de un lenguaje escrito que simboliza los sonidos producidos por los diferentes instrumentos musicales. Durante la historia de la música se han venido usando diferentes notaciones musicales; de ellas se emplea la escala igualmente temperada.

Como hemos dicho, una composición musical consiste de una notación simbólica en un papel. Los instrumentos musicales son usados para transformar esa notación simbólica en sus sonidos equivalentes. Los instrumentos musicales emplean sistemas-- resonadores y multiresonadores para producir los tonos requeridos, y así como existen muchos resonadores hay también muchas-- formas de excitarlos. Un instrumento musical consiste de uno o-

más sistemas resonadores capaces de producir tonos bajo el control del músico.

Los instrumentos musicales más comunes pueden ser divididos en las siguientes clases: de cuerda, de aire, percusión y eléctricos.

A. Instrumentos de cuerda.

1.- Cuerdas de punteo.

- | | | |
|---------------|--------------|-------------|
| a. Guitarra. | e. Arpa. | i. Banjo. |
| b. Mandolina. | f. Lira. | j. Ukelele. |
| c. Cítara. | g. Laúd. | |
| d. Balalaika. | h. Salterio. | |

2.- Cuerdas de martilleo.

- | | | |
|--------------|------------------|-----------------|
| a. Piano | c. Dulcémele. | e. Clavicornio. |
| b. Clavecín. | d. Clavicémbalo. | |

3.- Cuerdas tocadas con arco.

- | | |
|------------|-----------------|
| a. Violín. | c. Contrabajo. |
| b. Viola. | d. Violoncello. |

B. Instrumentos de viento.

1.- De columna de aire.

- | | | |
|-------------|---------------------|--------------|
| a. Flauta. | d. Ocarina. | g. Chirimía. |
| b. Flautín. | e. Organo de tubos. | h. Pífano. |

c. Caramillo.

f. Silbato.

2.- Lengüeta mecánica, simple.

a. Organo de lengüeta libre.

d. Clarinete.

b. Acordeón.

e. Saxofón.

c. Armónica.

f. Gaita.

3.- Doble lengüeta mecánica.

a. Oboe.

c. Fagot.

b. Corno inglés.

d. Contrafagot.

4.- Boquilla.

a. Clarín.

c. Corneta.

e. Trombón.

b. Trompeta.

d. Corno francés

g. Tuba.

5.- Combinación de los anteriores.

a. Organo.

C. Instrumentos de percusión.

1.- Frecuencia definida.

a. Marimba.

d. Tímpano

g. Diapasón.

b. Organo de campanas.

e. Campana.

h. Xilófono.

c. Timbales.

f. Carillón.

2.- Frecuencia indefinida.

- | | | |
|-----------------|---------------|----------|
| a. Tambor | c. Triángulo. | e. Gong. |
| b. Castañuelas. | d. Platillos. | |

D. Instrumentos eléctricos.

- | | |
|----------------------|------------------------|
| a. Organo eléctrico. | c. Guitarra eléctrica. |
| b. Piano eléctrico. | d. Sintetizador. |

Las principales características de los instrumentos musicales son: el rango de frecuencias que manejan, las intensidades máximas de sonido que pueden producir, la presión sonora que producen en función de la frecuencia, y sus patrones de radiación.

Los sonidos que producen los instrumentos musicales se llaman tonos. Estos corresponden a un sonido complejo con una frecuencia fundamental normalizada, de este modo la escala igualmente temperada reconoce 120 tonos discretos repartidos en el rango de frecuencias audibles, sin embargo el oído es capaz de distinguir 1400 frecuencias discretas.

Los instrumentos musicales están ya diseñados para resonar dentro de algunos de éstos 120 tonos.

En la figura 1.11, se muestra el rango de frecuencias que cada instrumento puede manejar (con franjas negras); y las--

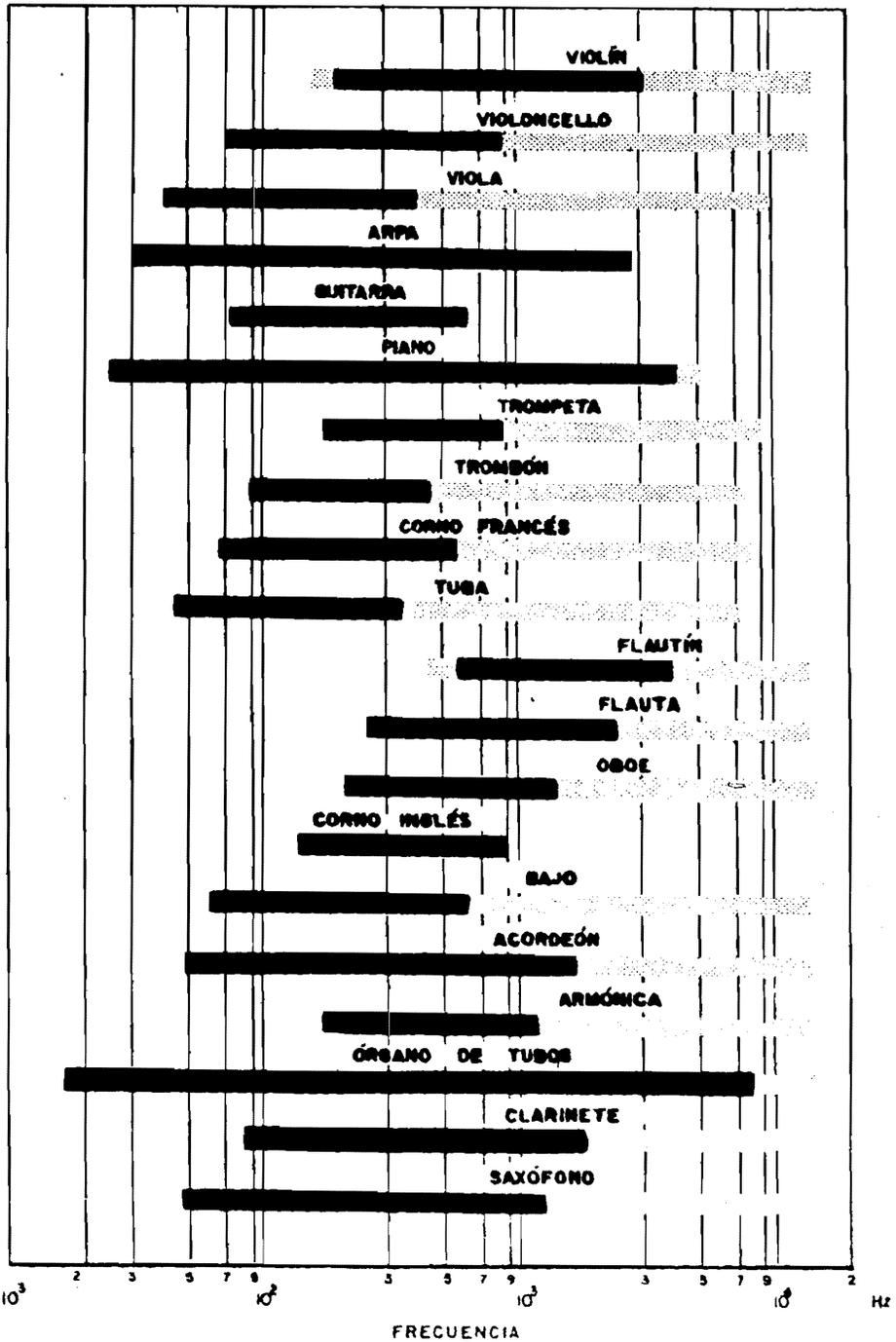


Fig. 1.11

frangas sombreadas muestran los rangos de frecuencias que alcanzan los instrumentos musicales considerando todas sus armónicas significativas.

En la figura 1.12 se muestran los rangos de intensidades producidos por los diferentes instrumentos musicales bajo las siguientes condiciones: 0 dB como el umbral de audibilidad del oído humano (10^{-16} watt/cm²) y realizando mediciones a 3 m de distancia.

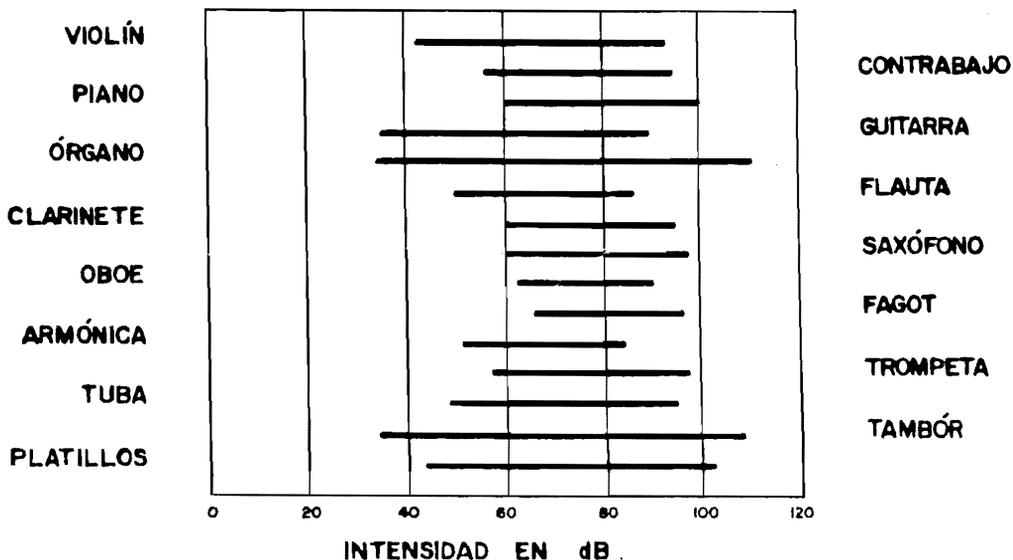


Fig. 1.12

Debe considerarse que estos límites varían de acuerdo al ejecutante, siendo los considerados en la figura como los límites inferiores en base a los rendimientos actuales de los músicos.

La densidad de energía radiada por la mayoría de los instrumentos musicales toma sus valores más altos en el rango de frecuencias audibles bajas; a excepción de instrumentos como los platillos.

A continuación, se muestran los patrones de radiación de algunos instrumentos musicales. Es conveniente conocer estos patrones para optimizar la colocación de micrófonos en grabaciones sencillas y, por lo tanto, mejorar la grabación realizada.

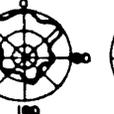
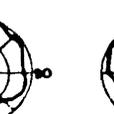
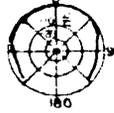
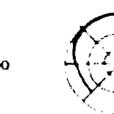
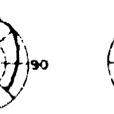
Instrumento	Patrón de Radiación					Observaciones
Violín	 180 200 Hz	 180 500 Hz	 180 1000 Hz	 180 2000 Hz	 180 4000 Hz	Patrones semejantes se tienen para los demás instrumentos tocados con arco.
Piano	 180 100 Hz	 180 400 Hz	 180 1000 Hz	 180 2000 Hz	 180 4000 Hz	Se coloca de forma que refleje hacia la audiencia o micrófono la mayor parte del sonido.
Flauta y Flautín						Omnidireccional
Tambor	 180 60 Hz	 180 120 Hz	 180 400 Hz			Este patrón varía de acuerdo a las dimensiones del tambor
Trompeta, corneta y trombón	 180 220 Hz	 180 480 Hz	 180 920 Hz	 180 1840 Hz	 180 4000 Hz	La posición de estos instrumentos es la misma que para el clarinete.
Clarinete.	 180 1000 Hz	 180 2000 Hz	 180 4000 Hz			No presenta ninguna direccionalidad marcada, excepto para muy altas frecuencias.

Fig. 1.13

La música se transmite en forma de ondas sonoras para llegar al oyente, éstas tienen 4 características fundamentales: frecuencia, amplitud, duración y forma. Las 4 características-- pueden relacionarse con otras más significativas, desde el punto de vista musical; altura, sonoridad, tiempo y timbre, respectivamente.

En la siguiente figura se muestra la onda sonora correspondiente a un tono puro.

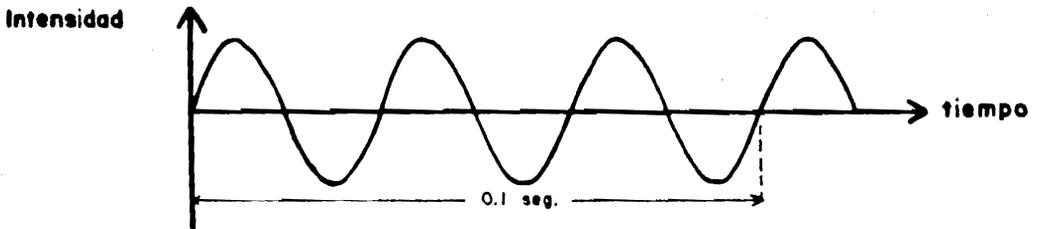


Fig. 1.14

Esta contiene 3 ciclos en $1/10$ de s., así en 1 segundo se tendrán 30 vibraciones, y por tanto, será de 30 Hz la frecuencia del tono.

La presión o energía de la onda determina la intensidad y sonoridad del tono, se expresa en términos de la amplitud de la onda, desde la cresta hasta el eje de referencia (eje de tiempo).

La duración se expresa en términos del tiempo.

El timbre es una característica de la música que depende de su constitución armónica.

La percepción auditiva de las ondas sonoras se tratará en el tema referente al oído.

B.2) TRANSDUCTORES DE ENTRADA.

B.2.1) Microfonos.

El micrófono es un transductor electroacústico, es decir, un dispositivo capaz de transformar las vibraciones mecánicas del aire en oscilaciones eléctricas; como tal, se asemeja en cuanto a su función, al oído humano, de tal forma que siempre consta de un elemento receptor semejante al oído externo, un elemento conversor homólogo al oído medio, y un dispositivo conversor y emisor eléctrico equivalente al oído interno.

Sin embargo, esta analogía es muy pobre, pues el sistema auditivo tiene, entre otras habilidades, la de discriminar al sonido de interés en la presencia de otros, cosa que no ocurre con los micrófonos, pues todos los sonidos que se presenten en el recinto serán registrados por éste último.

Los micrófonos están divididos, por su forma de operación en 2 categorías: los de velocidad o gradiente de presión y los de presión.

Los micrófonos que operan con la presión sonora, emplean un diafragma con sólo una superficie expuesta a la fuente de sonido. El desplazamiento del diafragma es proporcional a la presión instantánea de la onda de sonido.

Los diferentes micrófonos que utilizan la presión sonora

ra como variable de excitación operan bajo los siguientes principios:

- 1) Efecto electromagnético, como son el micrófono dinámico y el de reluctancia variable.
- 2) Efecto piezoeléctrico, como son el micrófono de cristal y el cerámico.
- 3) Efecto electrostático, como el micrófono del mismo nombre, llamado también de condensador.
- 4) De resistencia variable, constituido únicamente por el micrófono de carbón.

Los micrófonos de velocidad son aquellos en que la corriente eléctrica de salida corresponde a la velocidad instantánea de las partículas.

Se estudiará a continuación el funcionamiento básico de cada uno de estos tipos:

Micrófono Dinámico. También llamado de bobina móvil, su construcción típica se muestra en la siguiente figura.

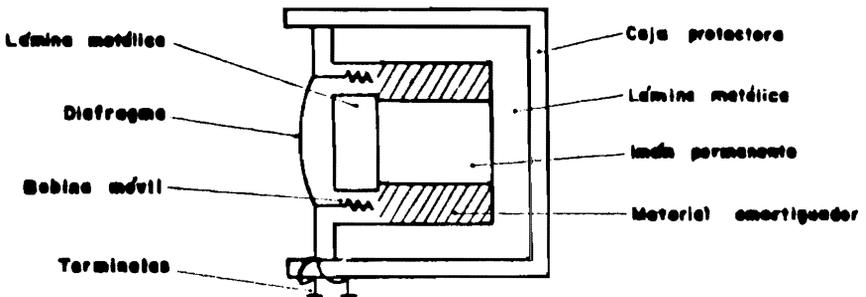


Fig. 1.15

El imán permanente genera un campo magnético cuya intensidad es constante. Las ondas sonoras mueven alternativamente al diafragma, el cual está sujeto a la bobina móvil, el movimiento de la bobina móvil produce al cortar las líneas de campo un voltaje inducido en sus terminales.

A bajas frecuencias existe suficiente dispersión de sonido alrededor del micrófono, de tal modo que el diafragma no es sensible a la dirección de movimiento de las ondas sonoras, percibiendo con la misma intensidad los sonidos provenientes de cualquier dirección. En altas frecuencias, este micrófono muestra una preferencia por los sonidos que llegan perpendiculares al diafragma.

Los primeros diseños de este tipo de micrófono eran de un diafragma muy grande, debido a que el campo magnético producido por el imán permanente era débil, con lo que el tamaño del diafragma restringía la respuesta del micrófono para altas frecuencias. Actualmente, los micrófonos dinámicos son mucho más pequeños y sensibles a las ondas sonoras, pudiendo cubrir convenientemente todo el rango de frecuencias audibles.

Micrófono de Reluctancia variable. O magnético, se usa más frecuentemente en los transmisores telefónicos que en los equipos de sonido. Consiste de un imán permanente, unas laminitas metálicas llamadas piezas polares, una bobina fija y un diafragma separado una cierta distancia de las piezas polares,

tal como se muestra en la siguiente figura.

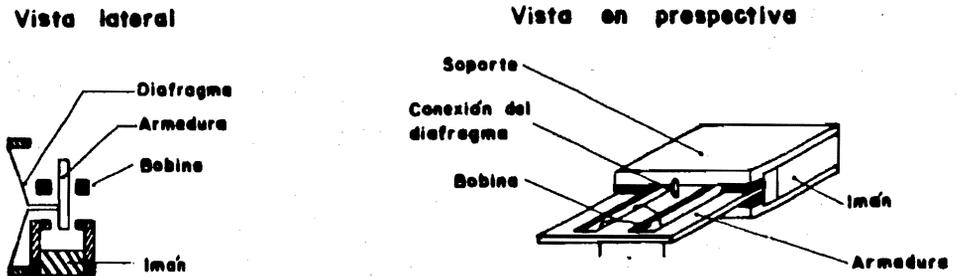


Fig. 1.16

El movimiento del diafragma debido a las vibraciones-mecánicas producidas por la voz o instrumentos musicales, causa una variación en el entrehierro con lo que se refuerza o atenúa la intensidad del campo magnético, y produce la generación de una corriente eléctrica en la bobina.

Micrófono de Efecto Piezoeléctrico. Se basan en las propiedades que tienen algunos cristales y materiales de cerámica, de generar un voltaje eléctrico al someterseles a una deformación en alguna de sus superficies. Como cristales se utilizan el Cuarzo y la Sal de Rochella y como materiales cerámicos el Titanato de Bario y el Fosfato Acido de Amonio; estos últimos son muy resistentes a la humedad y a las altas temperaturas.

Debido a su pobre respuesta a la frecuencia no se usan para grabaciones musicales de alta calidad, sino solamente para grabación de voz.

Un dispositivo elemental de este micrófono y una respuesta a la frecuencia típica de él, se muestran en la siguiente figura.

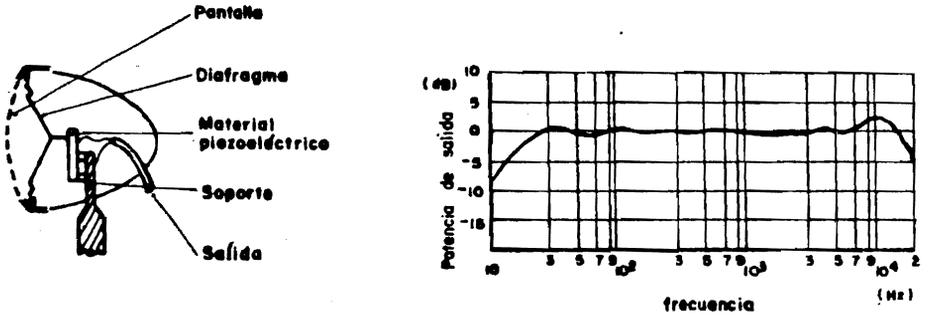


Fig. 1.17

Micrófono Electrostático. Es el tipo de micrófono más simple. Se compone de 2 laminillas metálicas o una serie de ellas, llamadas electrodos, las cuales están separadas una pequeña distancia como se muestra en la siguiente figura.

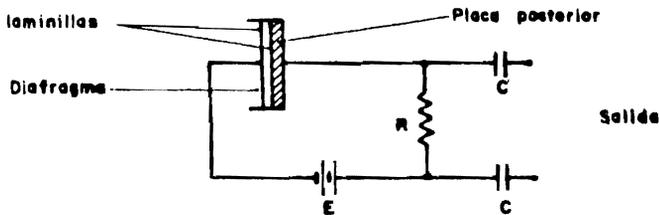


Fig. 1.18

Una de las placas es fija y la otra móvil, a ellas se conecta una fuente de voltaje constante (E).

Al incidir las ondas sonoras sobre la placa móvil o --

diafragma, cambia la distancia entre placas en forma proporcional a la presión de las ondas sonoras, variando en la misma forma el voltaje entre placas que antes era constante.

Como placa móvil se usa una pieza de plástico metalizado, usualmente Mylar.

En lugar de una fuente de voltaje constante o de polarización, se ha desarrollado recientemente un material llamado electret, el cual aunado a un circuito eléctrico sustituye a la fuente de voltaje con las ventajas de un tamaño y peso minúsculos.

El micrófono electrostático es en su forma básica, un micrófono muy direccional, pero con un diseño adecuado puede adquirir cualquier patrón de recepción de sonidos, además de ser un micrófono que cubre sobradamente el rango de frecuencias audibles.

Micrófono de Carbón. Este micrófono actúa como una resistencia variable, para su funcionamiento se usa una fuente de voltaje constante conectada a la placa móvil como se muestra en la siguiente figura.

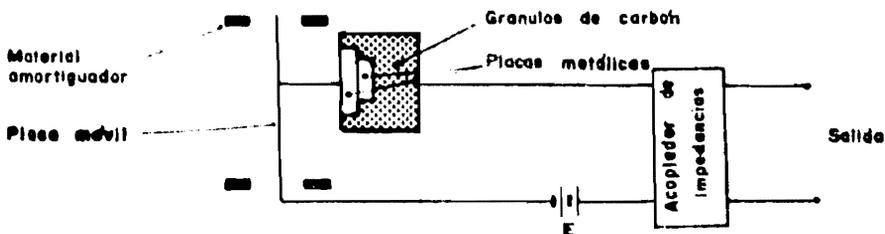


Fig. 1.19

Esta fuente de voltaje proporciona a la salida del--
 micrófono una corriente constante mientras no hay movimiento--
 del diafragma. Al ser las partículas de carbón comprimidas y -
 expandidas por un diafragma bajo la influencia de una presión--
 sonora, el resultado es una alteración en el valor de la resis-
 tencia del micrófono, causando así una corriente eléctrica va-
 riable y proporcional a esa alteración y por tanto, a las on--
 das sonoras.

Estos micrófonos son muy ruidosos, producen un alto-
 nivel de distorsión y no responden en forma adecuada a todo el
 rango de frecuencias audibles. Por eso actualmente no se usan.

Micrófonos de velocidad. También llamados de cinta. Al
 igual que los micrófonos dinámico y electrostático es también--
 un micrófono de alta calidad, con características como respues-
 ta en frecuencia ancha, buena sensibilidad a las ondas sonoras--
 y poca introducción de ruido y distorsión del sonido.

Está formado, según muestra la siguiente figura, por--
 una cinta metálica acanalada y delgada suspendida entre dos pla-
 cas metálicas llamadas piezas polares y un imán permanente.

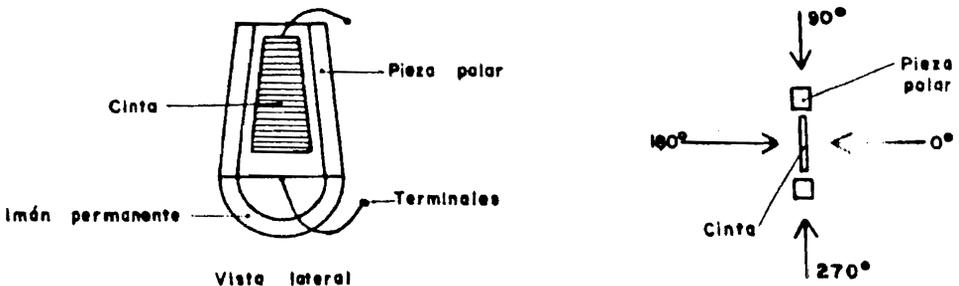


Fig. 1.20

La cinta capta las diferencias de presión que se presentan en sus caras opuestas libres. Al existir estas diferencias, la cinta experimenta un movimiento de vaivén con lo que varía el valor del voltaje inducido en las terminales de la cinta, en forma proporcional a las ondas sonoras incidentes.

En la siguiente figura se podrá notar que el movimiento de la cinta es máximo cuando las ondas sonoras inciden a 0° y 180° y no hay movimiento cuando inciden a 90° y 270° de la posición del micrófono mostrada. Por ello se tiene el patrón de recepción que se muestra.

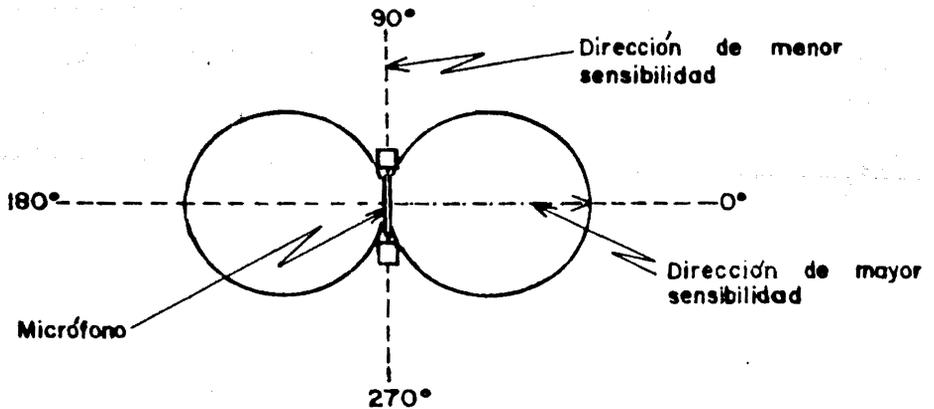


Fig. 1.21

Este tipo ha sido desplazado en grabaciones donde se usan gran cantidad de micrófonos, debido a la facilidad con que captan ondas sonoras no deseadas, su empleo se reduce a un máximo de dos unidades y en lugares sin viento.

Los micrófonos que tienen la misma sensibilidad a las ondas sonoras en todas direcciones, son llamados omnidireccionales. Aquellos que responden mejor en ciertas direcciones se llaman direccionales. En la siguiente figura se muestran los patrones de captación con que un micrófono puede responder a las ondas sonoras. La parte frontal del micrófono apunta hacia la --- parte superior del dibujo.

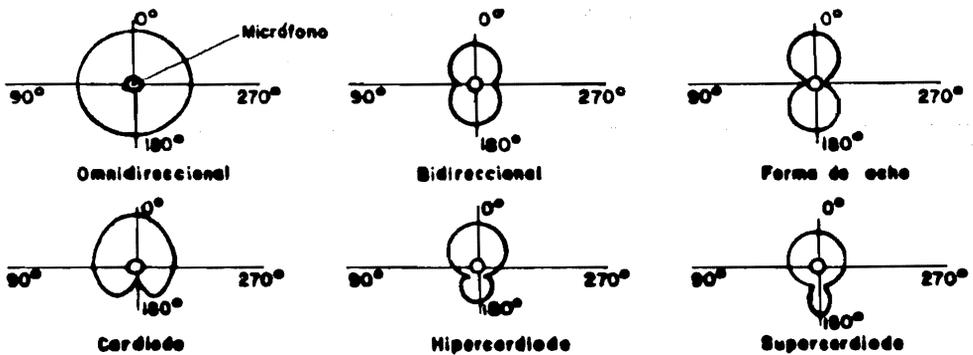


Fig. 1.22

En ésta figura se puede notar, por ejemplo, que un micrófono cardiode está diseñado para máxima sensibilidad en su dirección frontal (cero grados), disminuyendo poco a poco hasta llegar a un ángulo de 90° (ó 270°), donde capta débilmen-

te los sonidos procedentes de su parte lateral y más aún de su parte posterior (180°).

Su ventaja es que puede percibir los sonidos frontales a mayor distancia que los posteriores, de tal forma que si la mayor parte de los instrumentos que se desean grabar se encuentran en la parte frontal del micrófono, se elimina grandemente el ruido procedente de su parte posterior.

Un micrófono direccional puede convertirse en omnidireccional si le agregamos un "concentrador" de sonidos. Si lo que se desea hacer es utilizar un omnidireccional como direccional se emplea un "deflector". Sin embargo, tales dispositivos reducen la calidad del sonido.

El concentrador de sonido es un reflector parabólico fijo con un micrófono en su centro para obtener una respuesta altamente directiva, como se muestra en la siguiente figura.

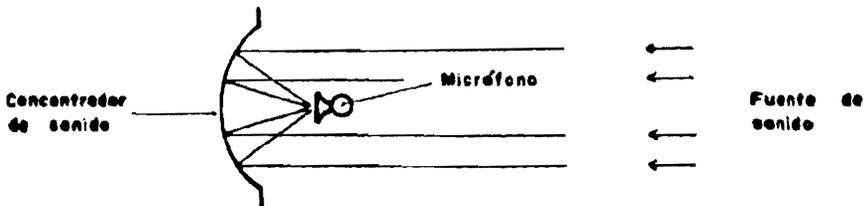


Fig. 1.23

El objeto de que el deflector sea parabólico es que el sonido reflejado siempre apunte hacia el foco, lugar donde se coloca el micrófono. Su desventaja es que el reflector atenúa

las altas frecuencias.

El micrófono tipo "rifle" lo forman, un micrófono -- direccional y una serie de tubos de longitud variable, según se muestra en la siguiente figura.

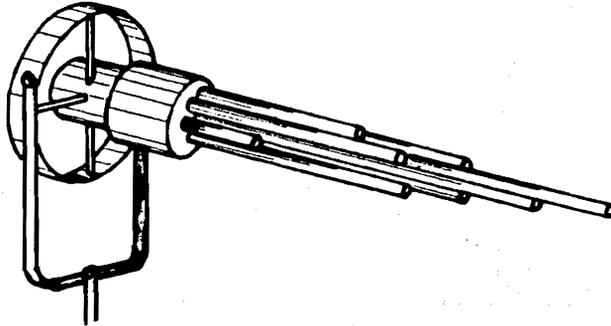


Fig. 1.24

Si se cierra herméticamente el micrófono por todos sus lados excepto por donde entran los tubos, y éstos se colocan cerca de la fuente de sonido, se tendrá un micrófono altamente direccional. La atenuación es función de la longitud de los tubos, y como a mayor longitud corresponde una frecuencia menor de captación, entonces existirá mayor atenuación a bajas frecuencias.

De forma general, entre mayor es el número de micrófonos usados en una grabación, mejor resulta el sonido grabado. Esto se debe a que es difícil alterar las condiciones acústicas de un recinto donde se va a grabar. Probando diferentes posiciones de los micrófonos se puede mejorar o modificar el sonido a gra--

bar.

La ubicación óptima de los micrófonos no es una labor sencilla y muchas veces se debe recurrir a la experiencia o bien a métodos de prueba y error, dado que los gustos y necesidades-- en una grabación difieren ampliamente. Sin embargo, existen algunas reglas básicas para ubicar micrófonos y que son las siguientes.

Cuando se usan dos o más micrófonos para varias personas ejecutantes, es posible que ocurran cancelaciones de los sonidos debido a que éstos no llegan a los micrófonos al mismo --- tiempo ni con la misma intensidad instantánea. Para resolver esto, asegúrese que la distancia entre cada músico es tres veces-- la distancia entre ellos y su micrófono. Lo anterior se muestra en la figura siguiente.

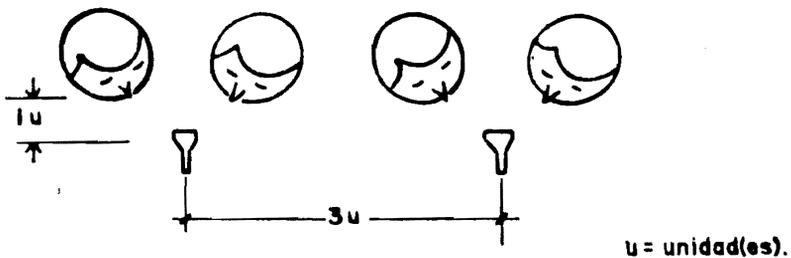


Fig. 1.25

Si se están utilizando dos micrófonos para un solo --
músico, la forma más conveniente de colocarlos es la siguiente.

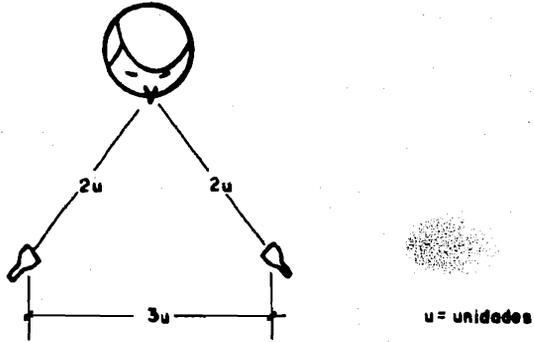


Fig. 1.26

B.2.2. Magnetófonos. Cintas.

Magnetófonos.

Se conoce como magnetófono al equipo que permite realizar grabaciones de programas musicales en una cinta magnética; asimismo, debe ser capaz de recuperar esa información grabada y convertirla en señales eléctricas de nueva cuenta.

Los magnetófonos que se emplean comúnmente en sistemas electroacústicos de alta fidelidad, no poseen la capacidad de -- excitar directamente a los altavoces, sino que sus salidas deben conectarse a un amplificador que lo haga. Poseen un par de entradas (si es estéreo) que dan acceso a transductores como micrófonos, fonocaptos y otros.

El proceso que realiza un magnetófono en el momento de la grabación es el que describimos a continuación: cuando la señal eléctrica proveniente de alguna fuente se hace llegar a las entradas del magnetófono, pasa a circuitos amplificadores que---son capaces de manejar la energía necesaria para que una cabeza-grabadora pueda operar. La cabeza grabadora no es otra cosa sino un transductor electromagnético, el cual se alimenta con volta--jes y éstos producen corriente eléctrica en un pequeño devanado--de alambre contenido en la misma cabeza. Después de que esa co--rriente se establece, aparece un campo magnético que variará se--gún cambie el valor de dicha corriente.

Esas variaciones de campo magnético se registran en una cinta plástica recubierta con una substancia magnética. Las partículas que forman parte de ese recubrimiento se orientan según la dirección del campo magnético que exista en ese momento en la cabeza.

En el momento que se ha hecho pasar cierta longitud de la cinta frente a la cabeza, se ha registrado permanentemente la información que en un principio fué sonido, luego traducido a voltaje y procesada para llegar a ser almacenada en forma de dominios (regiones) magnéticos sobre una cinta plástica.

La reproducción sigue el proceso inverso: la información contenida en la cinta, produce en las terminales de la cabeza un voltaje, el cual se amplifica y procesa, de forma que llega a las terminales de salida, alimentando al amplificador que ha de excitar los altavoces.

Tal como se ha mencionado anteriormente, resulta que el proceso es muy simple, sin embargo no es tal. Los primeros investigadores de esta forma de almacenamiento de información (en este caso sonidos), notaban que existían deformaciones o distorsiones en la música o voz que se había grabado en la cinta magnética. Descubrieron que la causa de ello era el comportamiento alinear de las cabezas, es decir, que algunos niveles de voltaje aplicados resultaban ser tan débiles que no producían corriente, mientras que otros voltajes ligeramente mayores que-

los anteriores si lo hacían en forma adecuada. Esto se trata de explicar con la siguiente curva de voltaje aplicado, contra corriente capaz de polarizar las regiones magnetizables de la cinta.

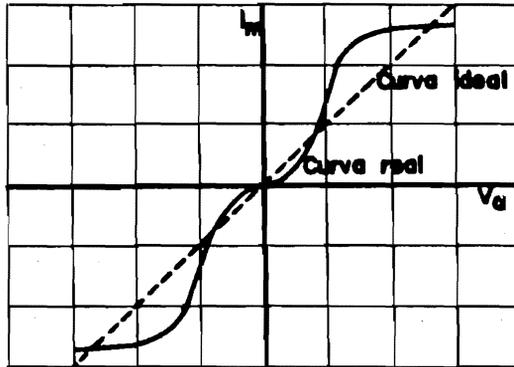


Fig. 1.27

Adicionalmente a ese defecto, que es, en sí, de la cinta, la cabeza misma posee, como ya se mencionó, un comportamiento que dista de ser el ideal. Su curva característica es la siguiente:

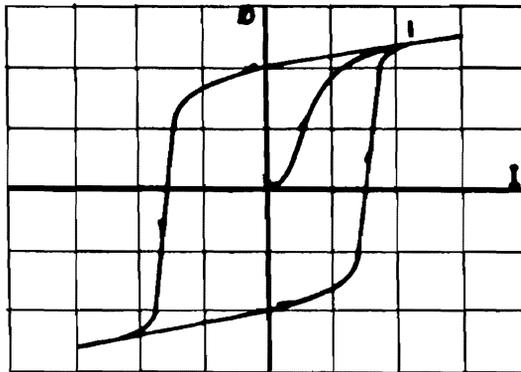


Fig. 1.28

El eje horizontal es la corriente y el eje vertical es el flujo magnético que puede producir. Observando la curva, notamos que en definitiva no es una línea recta, sino de una forma-- que se inicia en el origen de los ejes, sigue hasta el punto número 1 y continúa por donde indican las flechas sobre la trayectoria. El significado de todo ello es: cuando la cabeza no posee ninguna fuente que la esté excitando, su flujo magnético es nulo. Al momento de aplicar esa fuente, aparece una corriente y así--- un flujo magnético, de forma tal, que si seguimos incrementando el valor de la corriente, seguiremos por donde se indica hasta - el punto 1.

Si nos damos cuenta, aunque ha subido el valor de la-- corriente, no lo ha hecho en la misma proporción el flujo magnético; y es entonces que se dice que la cabeza está "en satura--- ción".

Luego, si reducimos el valor de la corriente, observamos que no regresamos por la línea de inicio, sino que seguimos-- por otra trayectoria distinta. Aún cuando hemos llegado a corriente nula, existe un pequeño flujo, conocido como magnetismo o flujo remanente. Ello indica que si ya no aplicamos corriente, la-- cabeza queda parcialmente magnetizada. Como en las señales de audio se tienen alternancias de corriente, es decir, que algunas-- veces la señal tiene un sentido y luego el otro, es válido se---

guir analizando lo que ocurre en la cabeza al aplicar corrientes negativas (parte izquierda de la gráfica). Se ve que tampoco existe una línea recta y que también hay saturación. La curva seguirá otra trayectoria al regresar las corrientes al sentido anterior, tal como se puede ver en la gráfica. Finalmente, si la señal fuese alterna y de valor constante (amplitud), se deberá llegar a -- que el comportamiento de la cabeza forma lo que se conoce bajo el nombre de un anillo de histéresis.

Todo lo anterior deja ver y poner en duda la eficacia de una cabeza como transductor lineal, sin embargo, se logró determinar que si un oscilador de alta frecuencia se hiciera funcionar de manera que la señal de información, así como la señal que genera, se mezclen e introduzcan en la cabeza, la distorsión resultante será mucho menor que la obtenida al grabar sin haberlo hecho.

A la señal de alta frecuencia que se aplica a la cabeza en el momento de grabar se le llama, corriente de polarización--- (bias current), y la mayor o menor cantidad de ella, permite ajustar la distorsión que crea la cabeza. Al mismo tiempo, es importante destacar que la respuesta a la frecuencia de la cabeza también se ve afectada según exista un nivel u otro de corriente de polarización.

La curva de respuesta en frecuencia de una cabeza magnética es la siguiente:

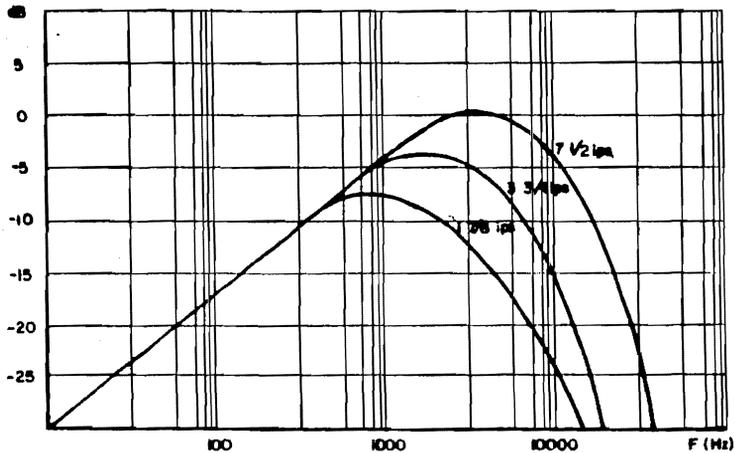


Fig. 1.29

Se puede observar que conforme cambian los ciclos por-segundo que contiene la señal, la cabeza grabará una cantidad ma yor o menor de información sobre la cinta. (en dB).

Para compensar éste defecto, se introduce, previo a -- la cabeza, un circuito conocido como ecualizador de grabación, -- el cual posee una característica de respuesta como la siguiente:

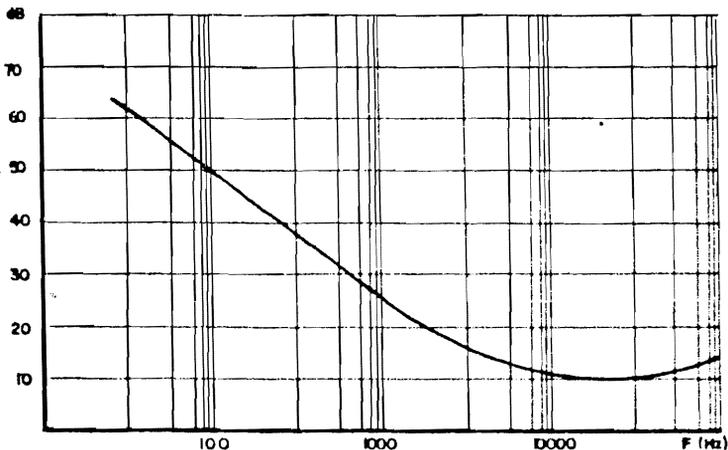


Fig. 1.30

Los efectos combinados del ecualizador y de la cabeza, producen una curva como la que se muestra aquí:

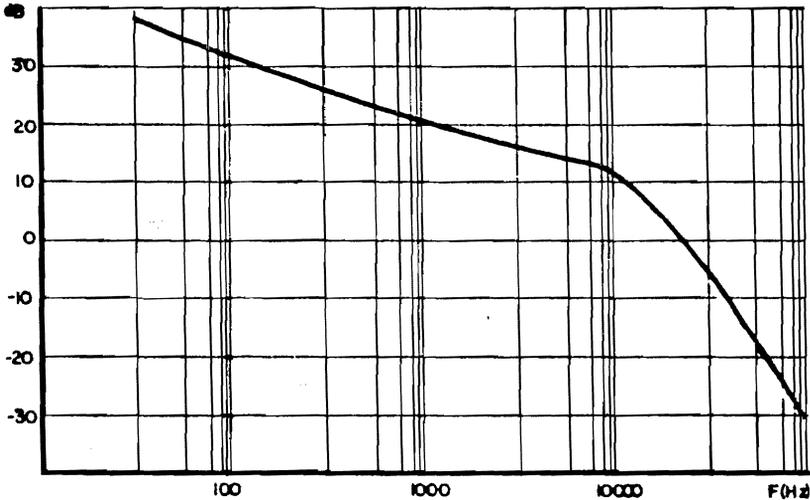


Fig. 1.31

Para la reproducción de las señales, se encuentran -- también los problemas que ya han sido descritos. Los métodos de solución a ellos son semejantes, por lo cual no es necesario -- ahondar sobre los mismos.

El aspecto eléctrico de los magnetófonos es muy importante, pero el mecánico posee también una relevancia semejante. Si la cinta no es transportada con velocidad lineal constante, o no hace buen contacto con la cabeza, o en general, no existe un adecuado funcionamiento mecánico de todas las partes, la calidad de grabación y de reproducción dejará mucho que desear.

A fin de esclarecer ésta cuestión, realizamos en los-

párrafos siguientes una descripción de los mecanismos básicos-- de transporte y de sus elementos constitutivos. No se intenta-- estudiar todos y cada uno de los sistemas, a fin de evitar la-- pérdida de generalidad que se pretende lograr en el trabajo.

Dentro del sistema, se consideran importantes los --- siguientes elementos: motor, volante de inercia, rueda de presión, mecanismos de transmisión y de soporte.

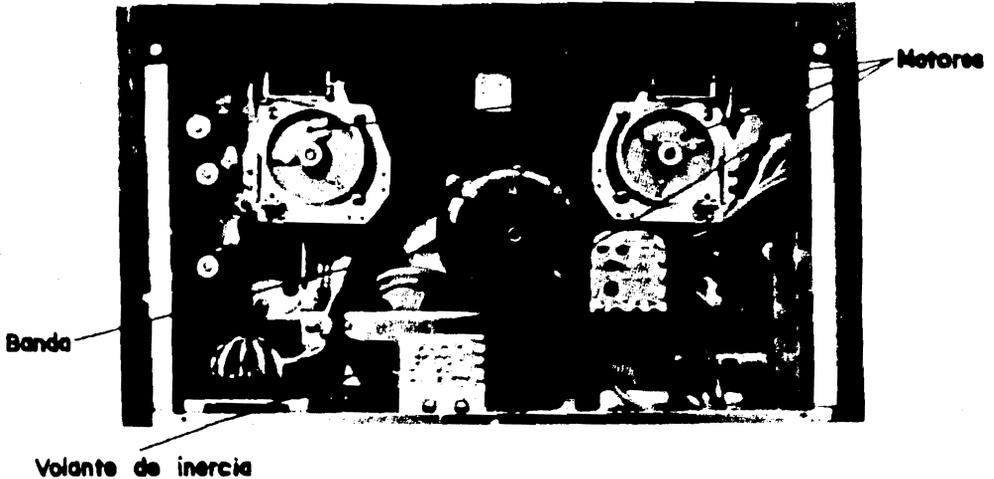


Fig. 1.32

Motor.- Puede ser de corriente alterna o directa, empleándose alguno de ellos según sea la calidad que se desee en el movimiento. Como el objetivo es mantener la velocidad constante de la cinta, cuando pasa frente a la cabeza, es deseable que el motor mueva a los carretes y a la cinta de manera segura y precisa. Cuando se trata de motores de corriente alterna, se-

emplean motores síncronos, es decir, que la frecuencia de la línea que los alimenta, determina la velocidad del motor. Si las variaciones de frecuencia existentes en la línea son muy grandes, la velocidad del motor también variará, con la consecuen--te pérdida de calidad en la grabación o reproducción. Los motores síncronos no se pueden controlar fácilmente y es ésto, lo--que limita su empleo en máquinas modernas de grabación. Son así, los motores de corriente directa los que empiezan a gozar de --gran popularidad dentro de los equipos de audio, más que nada--por su flexibilidad de control de velocidad mediante circuitos--electrónicos.

Es común oír que hay máquinas de uno, dos y tres motores. Lo anterior significa que, en el caso de un motor, éste se encarga de mover carretes y cinta; en donde hay dos, uno mueve la cinta y otro los carretes; y en donde se usan tres, uno mueve la cinta, el segundo a un carrete, y el tercero impulsa al--otro carrete y a la vez un sistema que regula la presión o tensión de la cinta.

El hecho de que se tengan tres motores, implica un notable cambio en la calidad de movimiento, pero también trae como consecuencia, un costo considerablemente mayor.

Hay que aclarar, que el cambio es detectado por registros instrumentales, lo que quiere decir, que el oído de muchas

personas no será capaz de notar mejoras que resulten del uso de tres motores con respecto a dos o uno. Es así como pretendemos-- establecer, que el incremento en costo no siempre está ligado a una satisfacción auditiva; aunque con toda seguridad, sí produce (en quienes adquieren el equipo) una satisfacción de tipo psicológico. Ya trataremos más adelante ésto con mayor profundidad.

Mecanismos de soporte y transmisión.- Para hacer que-- la cinta se mueva frente a la cabeza, se requieren además soportes que detengan ya sea a los carretes o a los cartuchos de cinta en su lugar. Es difícil decir si hay alguna forma generalizada de soportes, debido a la diversidad de las máquinas y características propias de cada fabricante. Probablemente son los sistemas de cassetes, los que tienen un alto grado de semejanza uno-- con otro, ya que el tamaño y forma del cartucho son fijados por normas internacionales.

En lo que se refiere a la transmisión del movimiento,-- existen tres formas básicas de realizarla: por engranajes, po--- leas y bandas, y por motores directos. El uso de engranes es ven tajoso en cuanto permite mover muy firmemente la cinta, pero tam bién tiene un defecto; y es el de que introduce pequeñas varia-- ciones que pueden producir "ululación y trémolo" (Ver glosario de términos). La causa de tal, es que los engranes transmiten la po tencia mecánica en forma discontinua, sino en una manera de pe--

queños, máximos y mínimos de potencia. Ya que la velocidad de giro de una cinta es baja, este efecto se escucha, por lo cual, las máquinas de alta fidelidad no usan esos mecanismos.

Las poleas y bandas han sido durante mucho tiempo, las de mayor aplicación en los magnetófonos, porque permiten realizar reducciones de velocidad de modo simple y además simplifican la ubicación de todas las partes mecánicas involucradas. Su única desventaja es la pérdida de velocidad por desgaste de las bandas o de las poleas con recubrimiento de hule. No obstante, el cambio de esas partes no es costoso ni difícil.

Recientemente, y como ya hemos dicho, el uso de servomotores ha cambiado la forma de transmisión del movimiento, debido a que si el servomotor se encuentra directamente acoplado a los ejes impulsores de los carretes y al cabrestante, entonces no requiere mayor forma de transmisión.

Volante de Inercia.- Es una rueda con gran masa, que debido a su inercia, mantiene una velocidad casi constante en el cabrestante. De éste modo, funciona como un regulador de velocidad.

Rueda de presión.- Su función es la de presionar contra el cabrestante a la cinta y así hacerla moverse a velocidad lineal constante. Es usualmente de goma dura, y requiere después de algunos cientos de horas de uso, su cambio.

Obviamente, existen otras partes en un magnetófono, - tales como contadores de cinta, sistemas de paro automático, in- dicadores de volumen de grabación, y aún sistemas reductores-- de ruido. Pero los magnetófonos básicos poseen tan sólo las -- partes ya explicadas. Además en otras secciones del trabajo se hace referencia a los reductores de ruido.

Cintas Magnéticas.

Son películas de materiales plásticos que se recu--- bren en una de sus superficies con un material magnetizable.

Frecuentemente las cintas se fabrican con la película base de cloruro de polivinilo y un recubrimiento de óxido de--- fierro.

Los anchos, espesores y largos de las cintas son muy- variados, dependiendo de varias razones, como el uso al que se- destinan, velocidades de operación, etc,. Sin embargo, la única característica que puede permitir la selección de una cinta, es la calidad de reproducción que se necesita en un sistema de au- dio.

Una figura ilustrativa de una cinta es la siguiente:

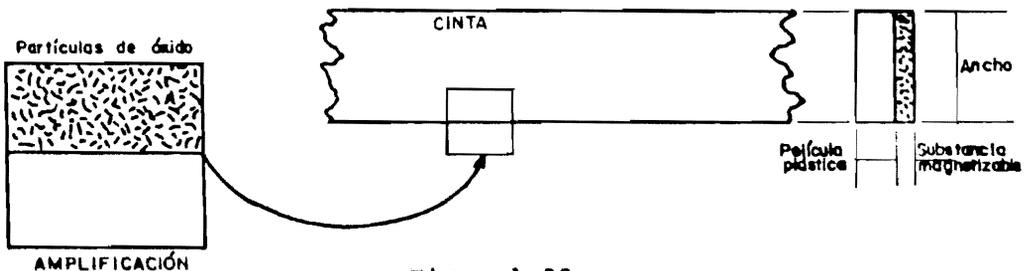


Fig. 1.33

El funcionamiento de una cinta se describe a continuación.

En primer lugar, la cinta posee partículas o cristales de óxido de hierro, que en condiciones de cero magnetización, se encuentran orientadas en una dirección no específica, tal como vimos en la figura inmediata anterior.

Si acercamos un magneto o imán permanente a la cinta, ésta se "polarizará" en la región que afecte el campo magnético, de la manera que se ilustra a continuación:

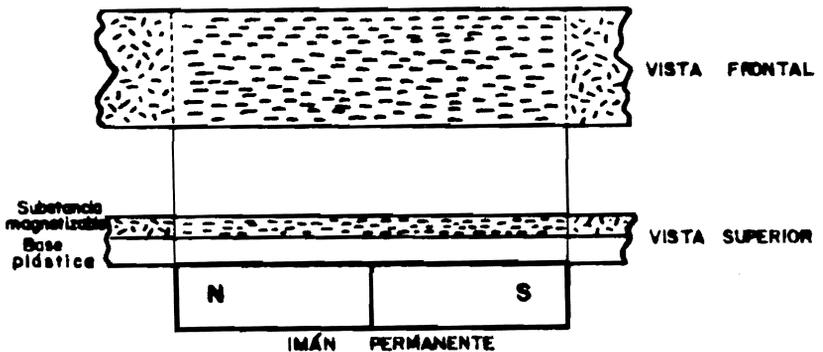


Fig. 1.34

Nótese que las partículas que se encuentran sujetas al campo magnético del imán se orientan y adquieren una dirección tal que siguen a las líneas de campo.

Si pudiésemos variar la intensidad del campo magnético, encontraríamos que también la polarización será capaz de al

terarse, es decir, un número mayor o menor de partículas será "orientada".

Ahora bién, si retiramos la fuente de campo magnético (en este caso el imán), tendremos un magnetismo remanente - en la cinta, lo cual significa que hay un almacenamiento de información.

Dadas las características de las señales que forman un programa musical, necesitaremos de un elemento conversor de ellas, análogas a otras magnéticas.

Se emplea un transductor conocido como cabeza magnética, que funciona como se detalla adelante:

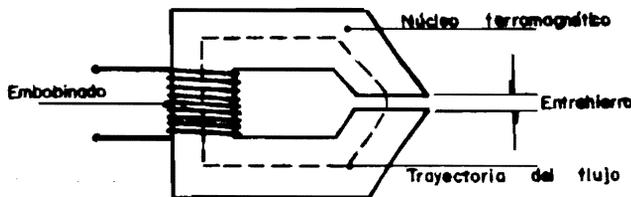


Fig. 135

Al aplicar una tensión en las terminales del embobinado, se crea un flujo magnético que se conduce en el material ferromagnético. Del mismo modo, el flujo magnético cruzará a través del entrehierro.

Si la tensión o voltaje es alterno, entonces el flujo también lo será. Ahora bien, hagamos pasar una cinta enfrenu

te del entrehierro, al mismo tiempo que las variaciones de flujo se establecen. Con ello habremos magnetizado la cinta de forma tal que la señal ha creado regiones o dominios magnéticos, -- que de verse al microscopio presentarían una imagen como la siguiente:

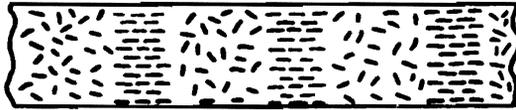


Fig. 1.36

La señal es una senoidal pura, y es posible diferenciar regiones de máxima polarización y otras con casi cero orientación. Esas regiones se dan por los valles y crestas (máximos) y por los cruces de cero señal, respectivamente.

El proceso reproductor de la información no es más difícil que el de grabación.

Puesto que la cabeza se considera como un elemento o máquina reversible, se podrá entender que, en lugar de alimentarse con señales eléctricas y transformarlas en flujo magnético, tendremos el proceso inverso: se alimentará de los campos magnéticos que la cinta hará pasar frente al entrehierro, y tendremos un voltaje inducido en el embobinado de la cabeza, el que será procesado (ecualizado) y luego amplificado.

Las cintas magnéticas poseen propiedades muy particulares.

Una de ellas es que se encuentran limitadas en cuanto a la capacidad de manejo de flujo magnético, es decir, que habrá un valor máximo que puedan manejar antes de saturarse. La gráfica siguiente muestra la curva de magnetización de una cinta típica.

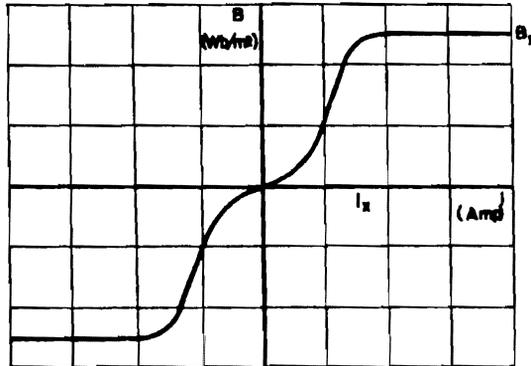


Fig. 1.37

En el eje horizontal se grafican los valores de corriente que circula por el embobinado de la cabeza, y en el vertical se grafican los valores asociados a la densidad de flujo magnético manejable por la cinta.

Puede verse que para cantidades de corriente mayores al valor absoluto de I_x , ya no podremos hacer que una variación proporcional de la corriente produzca una densidad de flujo magnético mayor a B_x . Este sería el punto de saturación de la cinta, y por lo cual, no deben manejarse señales que alcancen dicho valor de corriente. Por otro lado, el núcleo ferromagnético de la cabeza posee características semejantes (antes menciona--

das), con lo cual tenemos dos regiones de saturación en el proceso de transducción de la señal.

Observando la región de la gráfica que cruza por cero, notaremos que hay alinealidad en la curva, ésa alinealidad introducirá distorsión en la información al reproducirse una cinta.

Para minimizar la distorsión, se recurre a la premagnetización de la cinta con una señal de alta frecuencia durante el proceso de grabación, con el fin de hacer que la cinta adquiera un magnetismo previo, que permita grabar señales de baja intensidad sin distorsión.

La corriente de premagnetización o polarización es una señal de 100 KHz o más, con el fin de evitar que se introduzca en el rango audible de frecuencias.

Sin embargo, esa frecuencia así como la amplitud de la señal polarizadora no son iguales en cualquier magnetófono, porque dependen del tipo de cinta que se emplee así como de las cabezas de los mismos.

La corriente de polarización afecta la respuesta en frecuencia de una grabación en cinta, así como su relación de señal a ruido.

No puede existir un valor estándar de esa señal polarización debido a que, aún en una misma marca y tipo de cinta, existen diferencias tales como: densidad de partículas magnéti-

cas, grados de oxidación del material, cantidad de impurezas en la cinta, etc.

Es por ésta razón que en magnetófonos recientes se -- hayan introduciendo controles manuales que permiten ajustar esa señal hasta que se logra una grabación adecuada para quien la-- escucha.

Respuesta en frecuencia.- Frecuentemente escuchamos-- que tal o cual cinta responde de X Hz a Y KHZ, pero su significado real no es siempre bien interpretado. Una curva de respuesta en frecuencia es de mayor utilidad para comprender lo que--- puede hacer la cinta.

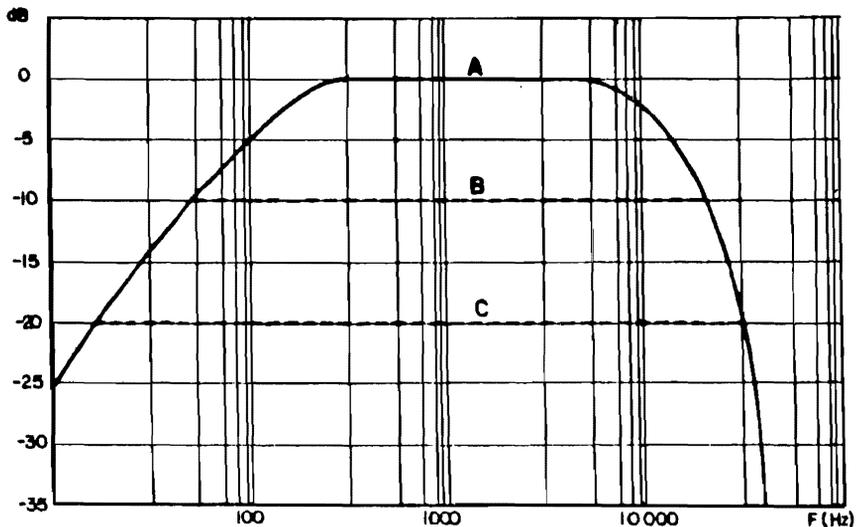


Fig. 1.38

Nota: 0dB corresponde a una potencia de 1mW en una carga de 600 Ω

Puede verse que la línea continua representa la respuesta de la cinta magnética cuando el nivel de grabación es 0-dB. El ancho de banda que manejará así la cinta es el indicado por "A". Si realizamos la grabación a -10 dB, los resultados en ancho de banda se dan por "B", y si se hace a -20 dB, por "C".

Las especificaciones de cintas magnéticas que se refieren al ancho de banda, se dan usualmente a niveles de grabación de -20 dB. No es de extrañar que cuando realizamos grabaciones con el equipo, en casa, obtengamos resultados que se parezcan más a "A" ó "B", ya que sólo algunos magnetófonos permiten realizar grabaciones a niveles menores ó iguales a -20 dB.- La razón es que a tan bajo nivel, el ruido propio de la cinta resulta ser de una magnitud tal que empieza a "enmascarar" la señal deseada. Los sistemas reductores de ruido y compresor-expansores tratan de obtener una mejora en esos niveles.

Por las razones anteriores, se investigan y desarrollan nuevos materiales de recubrimiento magnético. Después de la cinta de óxido de fierro apareció la de dióxido de cromo (CrO_2). Más adelante la de óxido de fierro con cromo o ferricromo, luego la de Avylin (Cromo, óxido, fierro y cobalto) y actualmente se está experimentando con cintas de metal puro, en las cuales no hay óxidos y logran mejor retentividad, y pueden captar niveles más pequeños de señal. No existe aún una última-

palabra sobre el desarrollo de cintas, pero sí podemos afirmar-- que la técnica digital de procesamiento y los nuevos materiales empleados irán siendo perfeccionados al punto en que iremos --- olvidando que nuestro oído es, en última instancia, el que no--- podrá detectar cambios o mejoras.

B.2.3 Tornamesa. Discos.

El disco y la tornamesa son dos de los elementos más importantes en un sistema de audio.

El disco es una placa circular de material plástico, generalmente polivinilo, en el cual se encuentra grabado un surco con forma de espiral que se extiende desde el borde del disco hasta cerca del centro. El surco posee alteraciones o modulaciones, en su ancho y profundidad, las cuales corresponden a las variaciones de intensidad y de frecuencia del sonido que se grabó.

Los discos pueden ser monofónicos o estereofónicos según se grabe en el surco una o dos señales de información, respectivamente. Los discos del tipo monofónico pueden ser grabados en forma lateral (ver figura 1.39) o vertical, (ver figura 1.40). La grabación vertical y monofónica se empleó durante algunos años, pero fué remplazada después por la grabación lateral, ya que ésta última, presenta menores problemas de distorsión.

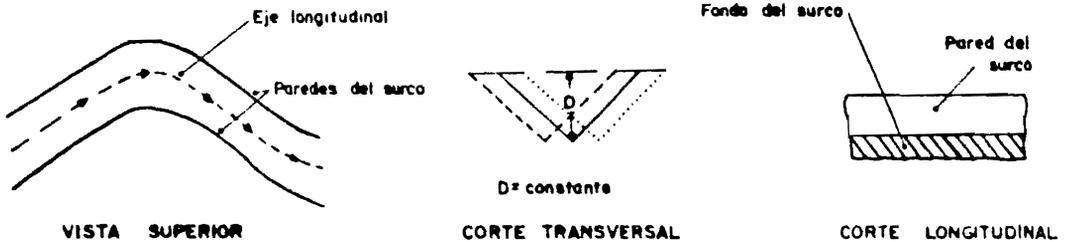


Fig. 1.39

Actualmente, la mayoría de los discos que se emplean en sistemas de alta fidelidad son del tipo estereofónico y grabados mediante el sistema llamado 45-45.

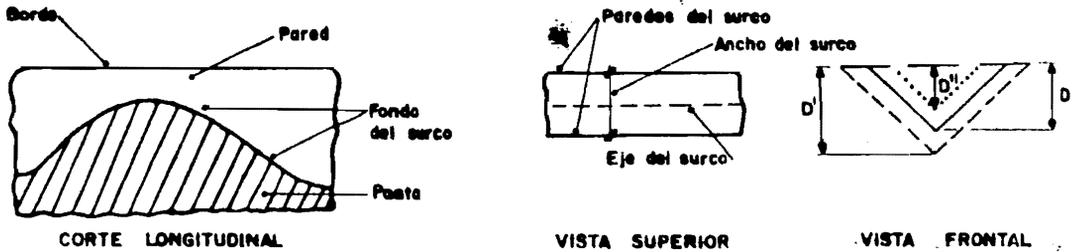


Fig. 1.40

En el sistema 45-45, las dos paredes del surco forman entre sí un ángulo de 90 grados y cada una de ellas está ocasionando que se forme, con la vertical al disco, un ángulo de 45--grados (Ver fig.1.41 A). Se graba una señal sobre cada pared -- del surco para lograr acomodar los dos canales de información.

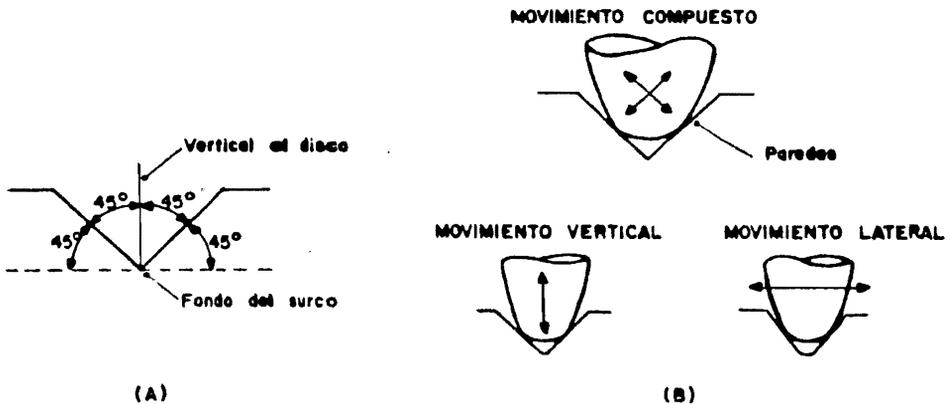


Fig. 1.41

Cuando el sonido que se está grabando es muy complejo, la aguja de grabación puede tener movimientos con componentes-- vertical y lateral o bien movimiento con una sola componente,-- como se aprecia en la figura 1,41.B, haciendo que el surco esté modulado en forma complicada.

En los discos estereofónicos comerciales, el surco debe ser grabado de tal manera, que el canal derecho se encuentre en la pared que está del lado opuesto al centro del disco y el canal izquierdo en la pared del lado del centro. (Ver fig.1.42).

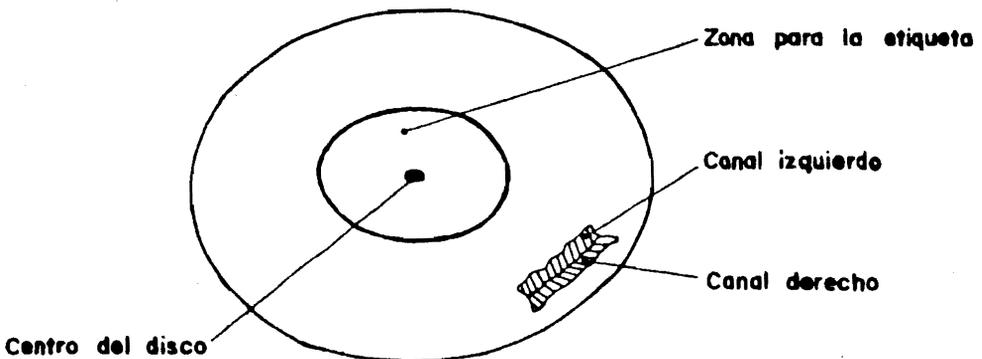


Fig. 1.42

Para lograr la transformación de la modulación de la-- pared del surco en una señal eléctrica se necesita de la torna-- mesa. La tornamesa consiste de las secciones básicas: un fono--- captor o cartucho con su correspondiente aguja, un brazo o bra-- zo de tono y un motor.

La figura 1.43 presenta, en forma sencilla, éstas partes.

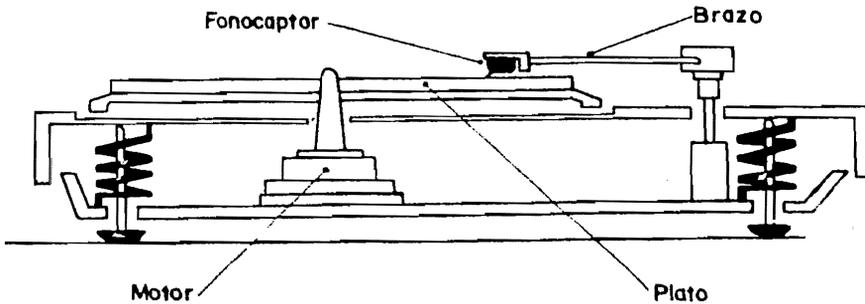
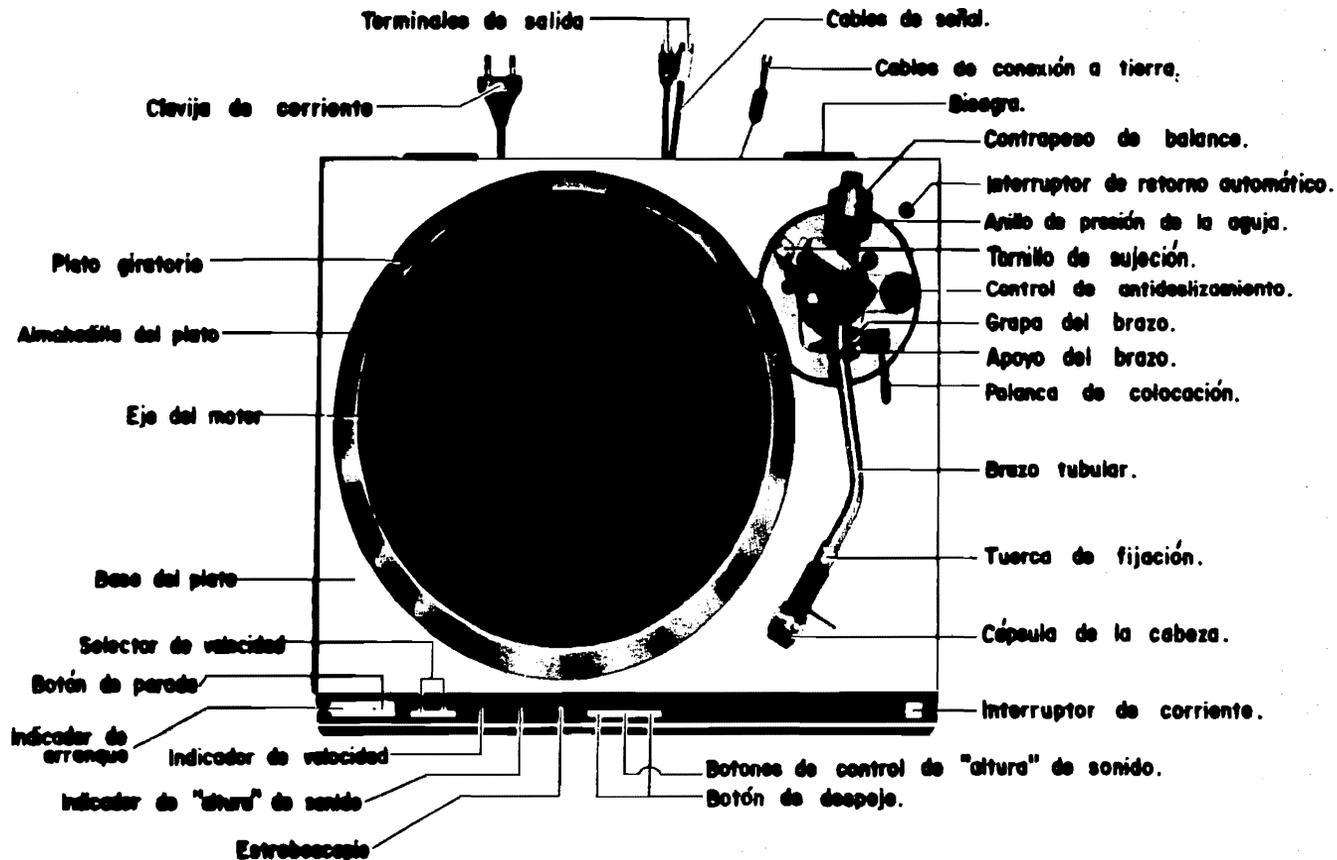


Fig. 1.43

Las secciones, antes indicadas, están interrelacionadas, en especial el brazo y el cartucho, de tal forma que la salida obtenida de la tornamesa es tan buena, como tan buena sea cada una de las secciones al realizar su función.

En las tornamesas modernas, las secciones básicas están constituidas por un gran número de elementos, algunos de los cuales no se empleaban en las tornamesas antiguas, que mejoran el proceso de extracción y manejo de información almacenadas en el disco. En la figura 1.44 se presentan algunos de esos elementos.

En el proceso de reproducción de un disco, una aguja hace contacto con las paredes del surco (ver fig.1.45) y, debido a que el disco gira, ella vibra de acuerdo a las modulaciones. Las vibraciones de la aguja son transferidas a un dispositivo llamado cartucho o fonocaptor, que las transforma en señales eléc-



tricas. La figura 1.46 muestra la interacción disco-aguja-fonocaptor.

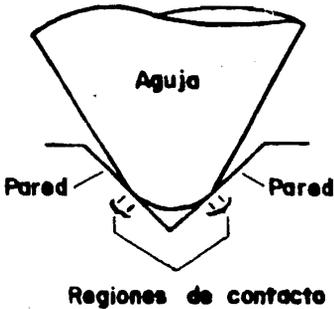


Fig. 1.45

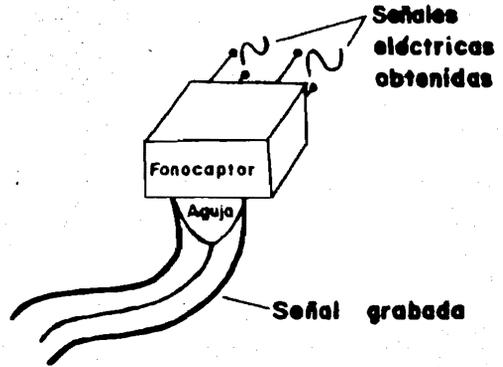


Fig. 1.46

En la práctica, conseguir que la señal eléctrica generada por el cartucho corresponda en forma exacta a la modulación del surco y por tanto al sonido que se grabó, es difícil. Esto se debe a que la aguja no sigue con precisión las ondulaciones o alteraciones del surco. La diferencia de forma entre la aguja empleada para la grabación y la empleada para la reproducción nos ocasiona un error en el seguimiento del surco. La aguja de grabación presenta bordes afilados, los cuales son necesarios para el corte del material plástico, formando en la cara frontal de corte y en el extremo inferior de la aguja una especie de "V", como se aprecia en la figura 1.47. Si se fabricase la aguja de reproducción con la misma forma que la de grabación entonces--

al reproducir, los bordes destruirían las modulaciones del surco y por lo tanto, se alteraría la información grabada. Como resultado de lo anterior se vió la necesidad de redondear los bordes de las agujas reproductoras o de hacer completamente redondas las puntas, para lograr que el contacto entre aguja y pared del surco fuese lo más suave posible.

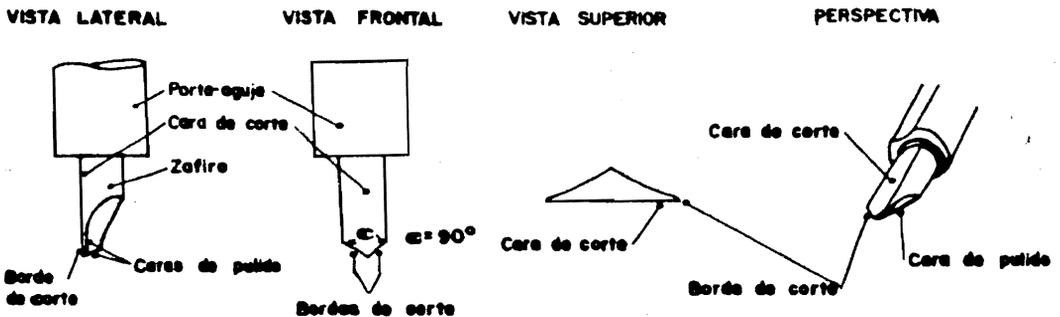


Fig. 1.47

La aguja esférica o cónica (Ver figura 1.48), origina un grave problema.

Como la aguja de grabación sigue una trayectoria - con un ángulo indicado por la línea BB a lo largo del surco, --- (Ver fig.1.49), y la de reproducción sigue otro dado por la línea AA, puede verse que la reproducción no es idéntica a la grabada.

Esta diferencia de movimiento entre agujas se conoce como distorsión de rastreo, la cual es directamente proporcio--

nal a la frecuencia del sonido que se está reproduciendo e inversamente proporcional al cuadrado de la velocidad del surco. La velocidad de surco es la longitud de la trayectoria entre dos puntos del surco que se encuentran en un mismo diámetro, dividido por el tiempo necesario para recorrer dicha trayectoria.

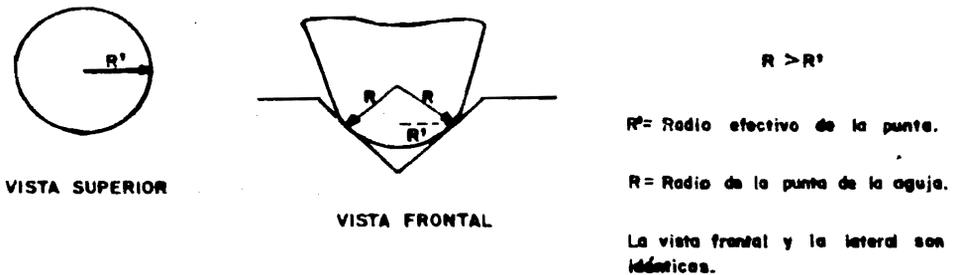


Fig. 1.48

Se aprecia, por lo tanto, que la distorsión de rastreo será más notable a medida que la aguja se aproxime al centro del disco y para frecuencias altas de la señal grabada.

La diferencia de diseño entre las agujas de grabación y reproducción ocasiona, además, un efecto de "estrangulamiento". La aguja de grabación tiene forma triangular con secciones de diferente magnitud. Por ello, el ancho del surco, medido perpendicularmente al eje longitudinal del mismo, no permanece constante; sino que varía en los lugares en que se grabaron señales de frecuencias altas, dados los cambios bruscos en la dirección del movimiento (Ver fig. 1.50).

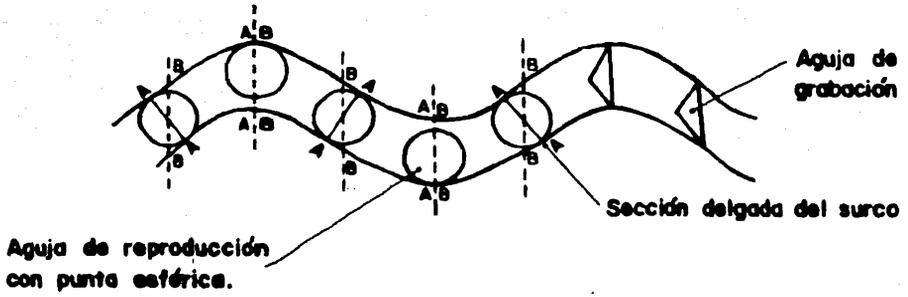


Fig. 1.49

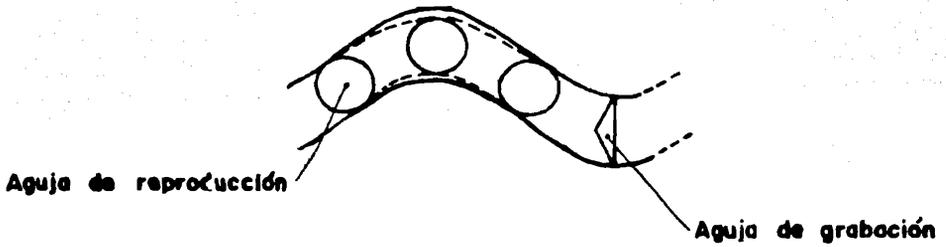


Fig. 1.50

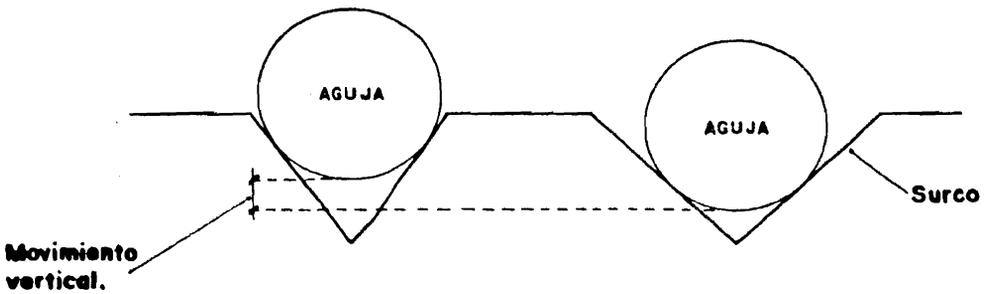


Fig. 1.51

De lo explicado anteriormente se puede concluir que: la aguja esférica va a ser "levantada, en las zonas en que el surco es más angosto y va a "descender" en las zonas en el que el surco es más amplio. Estos movimientos de ascenso y de descenso agregan una componente vertical al movimiento de la aguja y, además, una componente de señal eléctrica a la salida -- del fonocaptor, componente que no se encontraba en la información grabada en el disco (Ver fig. 1.51).

El efecto de estrangulamiento puede ocasionar que la aguja salga del surco y deslice por la superficie del disco, -- causando daños al mismo.

Con el fin de reducir la distorsión de rastreo y el efecto de estrangulamiento se diseñó la aguja elíptica o bira-dial. Como su nombre lo indica, esta aguja posee dos radios de curvatura diferentes, uno en el punto de contacto con la pared del surco y el otro en la punta de la aguja. El radio pequeño, existente en el lugar de contacto aguja-surco, permite el rastreo adecuado de las altas frecuencias. El radiogrande, en la punta, permite el deslizamiento de la aguja, sobre la pared -- del surco, a una distancia adecuada del fondo del mismo (ver-- fig.1.52).

Como su forma se aproxima un poco más a la construcción geométrica de la aguja de grabación, la capacidad de rastro es mucho mejor que la de la aguja esférica (Ver fig.1.53).

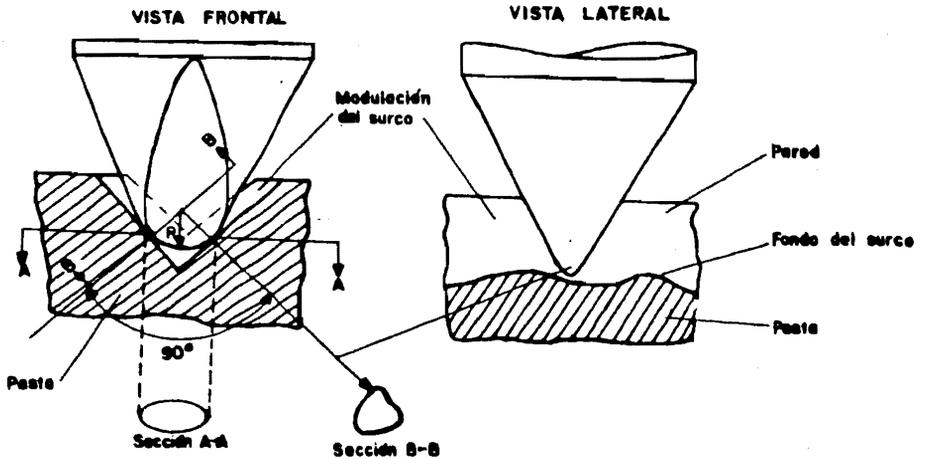


Fig. 1.52

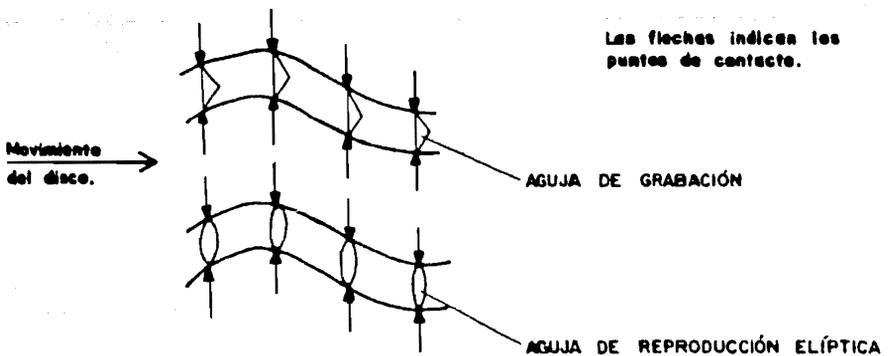


Fig. 1.53

Una aguja que permite el rastreo de frecuencias tan-- altas como 50 KHz, y la aparición del sistema cuadrafónico CD-4, es la Shibata.

La aguja Shibata posee una construcción geométrica -- complicada, ya que presenta los dos radios de curvatura de una-- aguja elíptica y otro adicional.

El tercer radio de curvatura se extiende desde la pun-- ta de la aguja hasta la parte superior de la misma (Ver fig.1.54). -- permitiendo incrementar el área de contacto entre la aguja y el surco, así como reducir la presión sobre el disco.

Teniendo como base la aguja Shibata se fabricaron di-- versos tipos de agujas, tales como: Quadrahedron, stereohedron, hiperbólica, pramanik y otras.

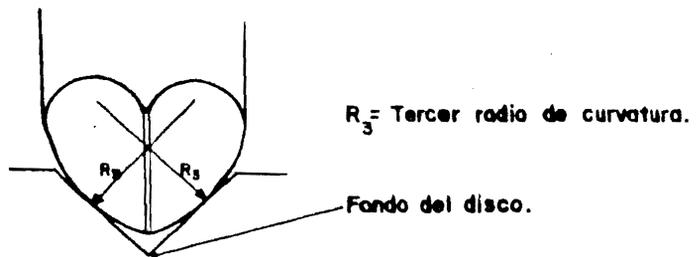


Fig. 1.54

El material con el cual se construye una aguja puede-- ser: diamante o zarifo.

El que se fabriquen agujas con diversos materia--

les no es dado por casualidad, sino que está en función de la vida útil que se desee para ellas, así como de la calidad de la información que querramos obtener. Una aguja de diamante tendrá una duración de casi 6 veces la de zafiro, por tener mayor dureza. Sin embargo, el costo no es proporcional en la misma escala, aunque se justifica la compra de agujas de diamante siempre que se quiera mayor fidelidad durante más tiempo.

Fonocaptores. También llamados "cartuchos".

Los cartuchos más comunes en la actualidad se pueden agrupar, de acuerdo al principio de funcionamiento, en tres clases:

- a).- Cartuchos magnéticos.
- b).- Cartuchos piezoeléctricos.
- c).- Cartuchos electret.

a).- Cartuchos magnéticos: En la actualidad, son los fonocaptores de mayor uso en equipos de alta fidelidad. El principio en que se basan es el que sigue: si se tiene un imán, un material magnético suave (puede ser hierro o alguna aleación -- de él) y una bobina, formando cualquiera de las configuraciones mostradas en la fig. 1.55, el movimiento de cualquiera de los elementos anteriores con respecto a los otros dos, ocasiona la alteración de el flujo magnético y con esto la inducción de un voltaje en la bobina. El elemento móvil se conoce con el nombre

de armadura.

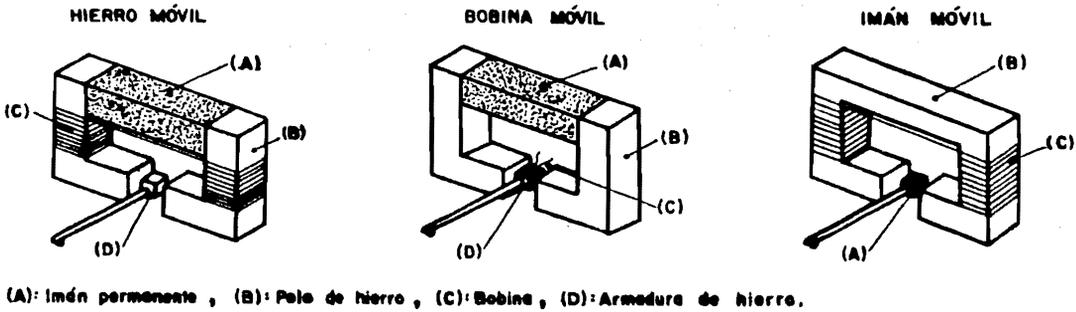


Fig. 1.55

El fonocaptor de bobina móvil, también llamado dinámico, tiene un flujo magnético constante en el entrehierro. Las vibraciones de la aguja se transmiten por medio de la barra de soporte de la aguja a la bobina, que está devanada o arrollada en la armadura, ocasionándose la alteración del flujo magnético. Cartuchos de muy alta calidad se han diseñado de esta forma; el mayor problema tecnológico que presentan es: generación de una salida útil sin incrementar en forma excesiva la masa del sistema móvil.

Las bobinas de estos fonocaptos son construidos con pocas vueltas de alambre, produciendo un voltaje de salida bajo (el voltaje es proporcional al número de vueltas de alambre, a la intensidad del campo y a la velocidad del movimiento) y una impedancia baja. Para aumentar el nivel de salida de voltaje e igualar la impedancia del cartucho a la del amplificador se empleó un transformador, con objeto de obtener una transferencia

óptima de energía.

Los fonocaptores de hierro móvil, también conocidos-- como de reluctancia variable, fueron los primeros fonocaptores-- en fabricarse. En este tipo de cartucho la aguja va unida a una pieza pequeña de hierro o aleación de hierro de alta permeabilidad (la permeabilidad es una cantidad que nos indica la facilidad con que el flujo magnético puede atravesar un material). En este caso, la bobina y el imán permanecen fijos. Cuando la aguja se desliza en el surco la pieza de hierro se mueve, el flujo magnético se altera en forma proporcional al movimiento de la-- aguja y se genera un voltaje en la bobina. Como el imán y la -- bobina son fijos, este tipo de fonocaptor permite: el uso de un imán permanente más grande y más fuerte, y realizar bobinas con mayor número de vueltas. Llevando a la práctica lo indicado antes se obtiene una salida de voltaje alta y un incremento en -- la impedancia.

En el cartucho de imán móvil, la aguja está unida a-- un imán que se mueve dentro del fonocaptor; las bobinas son estacionarias, permitiendo un mayor número de vueltas y mejor sensibilidad. El imán es pequeño, pero, realizado con aleaciones altamente magnéticas que lo hacen bastante potente. El diseño de --- imán móvil está siendo empleado en algunos de los mejores cartuchos.

b).- **Cartuchos piezoeléctricos:** Este tipo de cartuchos emplean materiales tales como la Sal de Rochella, que forma un cartucho de cristal, o el titanato de bario, que forma un cartucho de cerámica, los cuales son elementos capaces de generar un voltaje cuando se les aplica fuerza mecánica. El principio de funcionamiento de un cartucho de cristal y de cerámica es idéntico en todos los aspectos, con excepción de la sensibilidad; la sensibilidad de un fonocaptor de cerámica es ligeramente menor. Además, el elemento de cerámica puede operar a una temperatura mayor que el elemento de cristal sin sufrir daño. En la figura 1.56 se presenta la disposición de las partes que constituyen un fonocaptor piezoeléctrico.

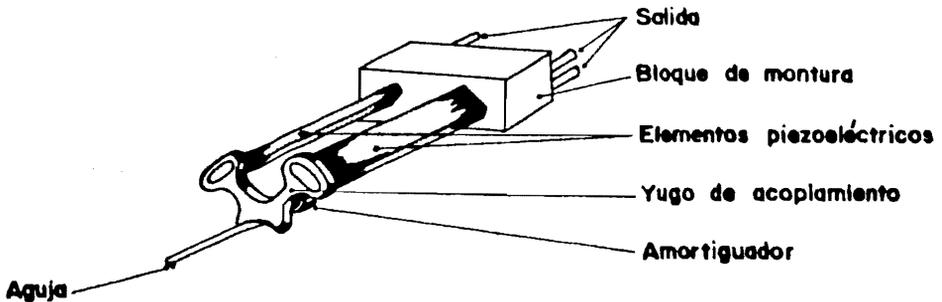


Fig. 1.56

En un fonocaptor piezoeléctrico: cuando la aguja vibra, por la acción del surco sobre ella, ésta vibración se transmite al yugo a través de la barra que soporta la aguja; el yugo se en carga, al vibrar, de aplicar torsión al elemento piezoeléctrico-

y hacer que se obtenga, en cada par de terminales de salida, un voltaje.

Este fonocaptor produce un voltaje relativamente alto (en comparación con los otros tipos de fonocaptosres), una respuesta muy distinta a cada una de las frecuencias grabadas en el disco, lo cual ocasiona una reproducción muy diferente a la deseada, y un alto desgaste del surco. En la figura 1.57 se muestran las curvas características de la respuesta a la frecuencia de los fonocaptosres piezoeléctricos de cristal y de cerámica.

Los cartuchos piezoeléctricos no son empleados en un verdadero sistema de alta fidelidad.

c).- Cartuchos electret: El cartucho electret es un diseño relativamente nuevo. Este dispositivo emplea una lámina de electret para la conversión de vibraciones de la aguja en señales eléctricas.

Electret es un término que se aplica a un material dieléctrico (no conductor), como el plástico o la cera, que posee una carga eléctrica positiva y permanente en una de las caras y una carga eléctrica negativa y permanente sobre la superficie opuesta. Lo anterior indica que la carga existente en ambas superficies es fija o constante. El electret, por tanto, trabaja como un capacitor.

Los desplazamientos de la barra que porta la aguja, bajo la acción del surco, son transmitidos hasta el electret --

por intermedio de el resolador y los pivotes (Ver fig.1.58),-- ocasionando la reducci3n de la distancia que separa sus superficies cargadas. Partiendo del hecho de que la capacitancia depende de la separaci3n entre las superficies cargadas y, adem3s,-- de que el voltaje es funci3n de la capacitancia, se deduce que la variaci3n de la separaci3n entre las superficies cargadas -- nos producir3 una variaci3n del voltaje entre las placas y por lo tanto la obtenci3n de la se3al con la cual va a trabajar el sistema de audio.

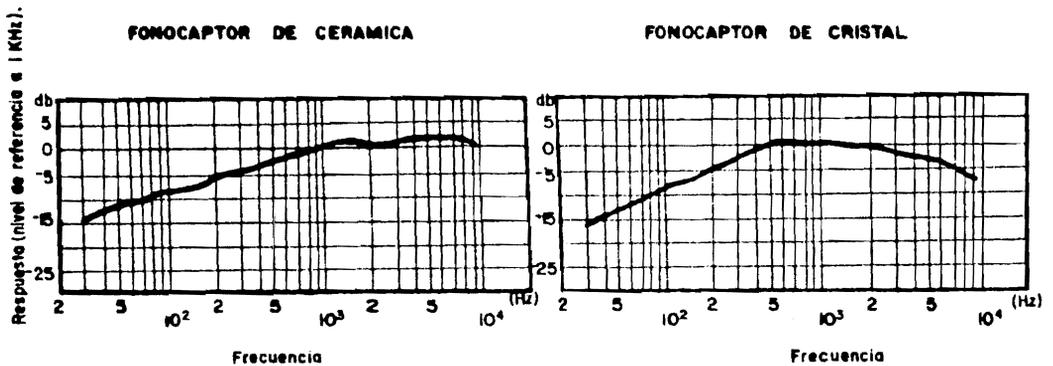


Fig. 1.57

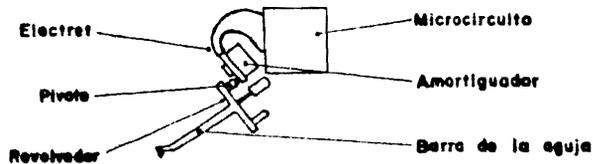


Fig. 1.58

Los cartuchos del tipo electret necesitan de un circuito interno para procesar la señal que entrega, antes de que pase al amplificador; son bastante caros y dan lugar a una señal de audio de muy buena calidad.

Existen algunos parámetros importantes, relacionados con el funcionamiento de los cartuchos, como son: la fuerza de seguimiento vertical, la masa efectiva en la punta de la aguja, la compliancia y la separación entre canales. Una explicación breve sobre el significado de cada uno de estos parámetros será dada a continuación.

La fuerza de seguimiento vertical es la fuerza necesaria para asegurar el contacto continuo entre aguja y surco. Esta fuerza juega un papel muy importante en la reproducción, ya que da origen a la presión de aguja, la cual es necesaria para evitar que la aguja salga del surco y nos entregue una señal diferente de la que estaba grabada en el disco. La figura 1.59 indica el efecto producido por la falta de fuerza de seguimiento vertical.

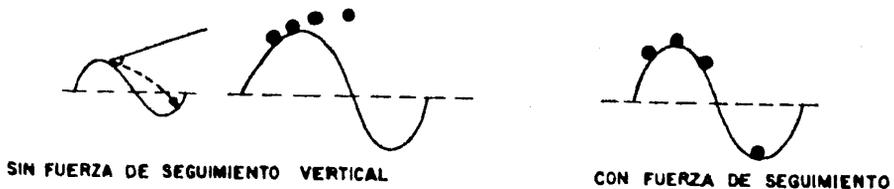


Fig. 1.59

Además, como los discos están fabricados con material plástico, el cual no es completamente rígido, es posible que se deformen sus surcos bajo la presión de las agujas. Como todos los plásticos, el polivinilo presenta dos tipos de deformación. Para presiones pequeñas, como hasta el punto A de la fig. 1.60- la deformación se dice que es elástica, y el plástico retorna a su forma original después de que la presión es retirada. Para presiones grandes, como en B, C y D de la figura 1.60, la deformación llega a ser plástica y el material retorna parcialmente a su forma original, después de haberse retirado la presión.

De los puntos tratados anteriormente se puede concluir que: 1o. Si la fuerza de seguimiento no es muy grande, presión-relativamente baja, la deformación del surco desaparece, debido a que el plástico retorna a su forma original después de que la aguja ha pasado; 2o. Si es mucha, la deformación que sufra el plástico o el polivinilo va a mantenerse y la información sonora grabada en el surco se alterará.

Un parámetro que nos permite reducir o aumentar la fuerza de seguimiento vertical es la masa efectiva de la punta. Este parámetro se puede considerar como la masa que verdaderamente será acelerada por el surco del disco, es decir, que el surco no sólo tiene que acelerar la masa de la aguja, sino también la masa de la barra en la que va montada la aguja y la armadura. Para conocer la contribución de cada uno de éstos elementos es necesario conocer la masa real de ellos en forma individual, y ad

más su posición con respecto al punto de interés, en éste caso: la punta de la aguja.

La contribución de cada una de las partes móviles a-- la masa efectiva total en la punta, en función de la longitud-- de la barra que porta la aguja, se ve en la figura 1.61.

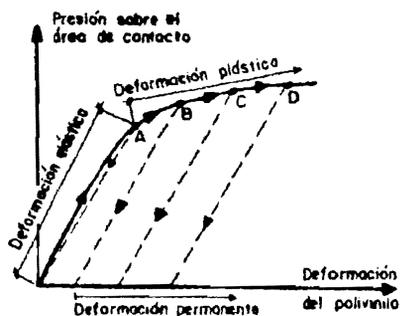


Fig. 1.60

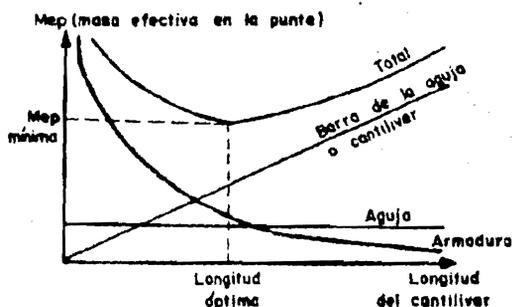


Fig. 1.61

Como se ve en dicha figura, al aumentar la longitud-- de la barra-soporte la aguja, la masa efectiva de las partes mó-- viles con respecto a la punta de la aguja se verá alterada de -- la siguiente forma:

- 1o. La masa efectiva de la armadura disminuye.
- 2o. La masa efectiva de la barra-soporte de la aguja-- crece.

3o. La masa efectiva de la aguja permanece constante.

Además, la suma de cada una de las masas efectivas que forman las partes móviles presenta un punto óptimo para una lon-- gitud particular de la barra. La masa efectiva total en la punta

es igual a la suma de las masas efectivas de las partes móviles del fonocaptor.

De la mecánica, se sabe que cuando se quiere lograr-- un cambio en la dirección del movimiento de una masa es necesario aplicar una aceleración y por tanto una fuerza, adicionalmente si se requiere un cambio rápido en la dirección de movimiento se necesita una aceleración mayor. De lo anterior, cuando la aguja tiene que cambiar rápidamente de dirección, como en el caso en que rastrea las altas frecuencias grabadas, necesita de una aceleración grande. Para lograr esta gran aceleración,-- sin dañar las paredes del surco, la masa efectiva de la punta - debe ser pequeña, ya que, si fuera grande, la fuerza existente entre aguja y surco provocaría que la pared del surco se rompiera. Para reducir la masa efectiva, los fabricantes hacen que la barra sea más delgada en el extremo cercano a la aguja,-- teniendo en cuenta que la rigidez de la barra se mantenga, de-- tal forma que las vibraciones se transmitan adecuadamente y la señal no se distorsione.

Para obtener un voltaje mínimo de salida, se debe tener un movimiento apropiado de la armadura. Para facilitar este movimiento, la aguja es colocada, tal que pueda rotar alrededor de un material elástico que se encuentra en la armadura. El desplazamiento de la aguja para una fuerza dada es una cantidad---

llamada compliancia, la cual está determinada por la rigidez del material elástico y la longitud de la barra que porta la aguja. La compliancia indica la libertad que tiene la aguja para moverse cuando sigue el surco, o qué tan acertadamente sigue las ondulaciones, por lo tanto, la compliancia es un parámetro que -- juega un papel muy importante en la generación de voltaje, ya-- que todos los fonocaptores producen la señal eléctrico a partir del movimiento realizado por la aguja.

En el caso estereofónico, el cartucho debe generar -- dos señales separadas dentro de él, una para el canal izquierdo y la otra para el canal derecho. Esta separación de señales se logra mediante el empleo de dos generadores de voltaje independientes, colocados en ángulos determinados, dentro del cartucho, para poder distinguir los movimientos verticales y laterales de la aguja. Cuando el cartucho se encuentra realizando esta fun-- ción por lo general se presenta el fenómeno conocido como "mez-- cla de señales".

La mezcla ocurre cuando la señal de uno de los cana-- les aparece en el otro. La causa principal de la aparición de -- la mezcla de señales es la mala colocación o alineación del car-- tucho en el surco o la mala disposición de los generadores den-- tro del cartucho.

La mezcla de señales es mayor cuando se rastrean las-- altas frecuencias debido a que al cartucho le es difícil estar--

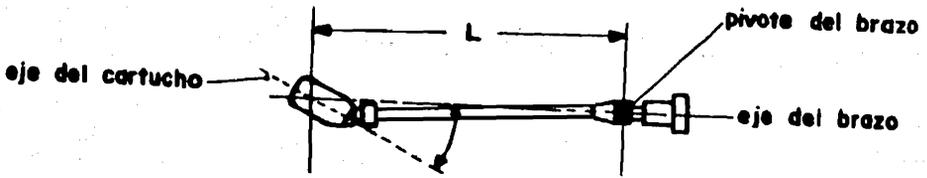
en la posición adecuada dentro del surco. Cuando el fabricante indica una separación entre canales grande, él está indicando una mezcla de señales pequeña. Entre menor sea la separación -- entre canales, el cartucho será de menor calidad.

Brazo. - También llamado brazo de tono, es el elemento encargado de mantener el cartucho en la posición adecuada con-- respecto a el surco, y por lo tanto, a la aguja en el surco du-- rante su movimiento a través de el disco. Para realizar esta -- función el brazo deber ser diseñado de tal forma que: 1o. La -- aguja se mueva con la cantidad exacta de fuerza de seguimiento-- tal que capte la información contenida en el surco sin dañarlo. 2o. Minimice la fricción de avance entre aguja y surco. 3o. Man-- tenga la presión sin importar el pandeo del disco, las vibracio-- nes y otros factores.

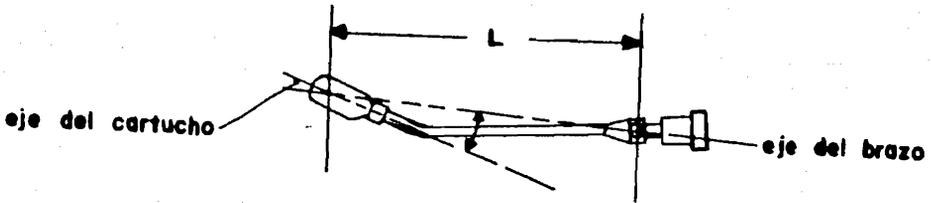
Los brazos de más alta calidad son fabricados con una aleación metálica ligera, para que se reduzca su peso, se incre-- mente su estabilidad y se haga más fácil su fabricación. Un car-- tucho puede desarrollar mejor su función, cuando se monta en un brazo de buena calidad. Como los diferentes cartuchos necesitan fuerzas de seguimiento distintas, los brazos necesitan un ajus-- te que permita dar la fuerza de seguimiento adecuada. General-- mente, la fuerza de seguimiento se puede ajustar por medio de--

un resorte o a través de el uso de un contrapeso deslizante. Los brazos de ajuste por resorte son llamados "brazos balanceados---dinámicamente", los que son balanceados con pesos deslizantes---son llamados "brazos balanceados estáticamente".

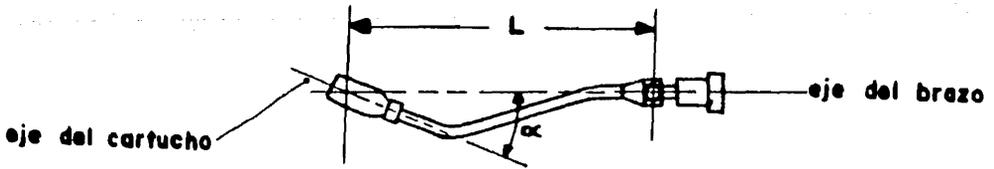
Los brazos pueden ser contruidos con diversas formas, como: el tipo J, el tipo I y el tipo S. Estos tipos de brazos---se pueden ver en la figura 1.62. En cada caso, la cápsula en la que va colocado el cartucho, forma un cierto ángulo con respecto al eje del brazo. El eje del brazo es la línea que une la punta de la aguja y el punto de apoyo o pivote del brazo. (Ver fig.1.62). Este ángulo, entre el eje del cartucho y el eje del brazo, es --llamado "ángulo de compensación", el cual tiene la función de --minimizar el error en el ángulo de seguimiento. El ángulo de seguimiento es el ángulo que el eje del cartucho forma con respecto la --tangente al surco en cualquier punto del disco. El error en el--ángulo de seguimiento se presenta: cuando un disco maestro es --grabado, la cabeza de grabación se desplaza lateralmente a tra--vés del disco, en forma paralela al radio del disco; de tal mane_ ra que no ocurre desviación con respecto a la tangente (Ver fig. 1.63), mientras que, cuando se lleva a cabo la reproducción y --debido a la manera como está apoyado a pivoteado, solamente en--uno o dos puntos ocurre una verdadera posición tangencial entre el cartucho y el disco. En todas las otras posiciones se intro--



(A) Tipo "I"



(B) Tipo "J"



(C) Tipo "S"

L = longitud efectiva

α = angulo de compensación

Fig. 1.62

duce un pequeño error o desviación en el ángulo de seguimiento-ideal, el cual es de 90 grados con respecto a el radio del disco. (ver fig. 1.63).

Además del ángulo de compensación, otro artificio geométrico para reducir el error de seguimiento es el sobretiro o saliente. El sobretiro consiste en colocar la aguja de tal forma que siga un arco, el cual esté ligeramente adelantado con respecto al centro del plato. (ver figura 1.64).

Con los dos artificios geométricos, el ángulo de compensación y el sobretiro, se logra mantener el eje más grande del cartucho en un ángulo cercano a los 90 grados con respecto a la trayectoria radial o con respecto al radio, en todos los puntos a través del disco, lo cual corresponde a los requerimientos para un menor error de seguimiento.

El error de seguimiento también se puede reducir por medio de un incremento en la longitud del brazo. La longitud del brazo se ve limitada por la necesidad de tener una masa reducida.

El error de seguimiento puede ocasionar que la aguja choque con las paredes del surco en lugar de deslizarse sobre ellas; además, puede suceder que la aguja no responda en forma adecuada a las modulaciones en las paredes y aparezca distorsión.

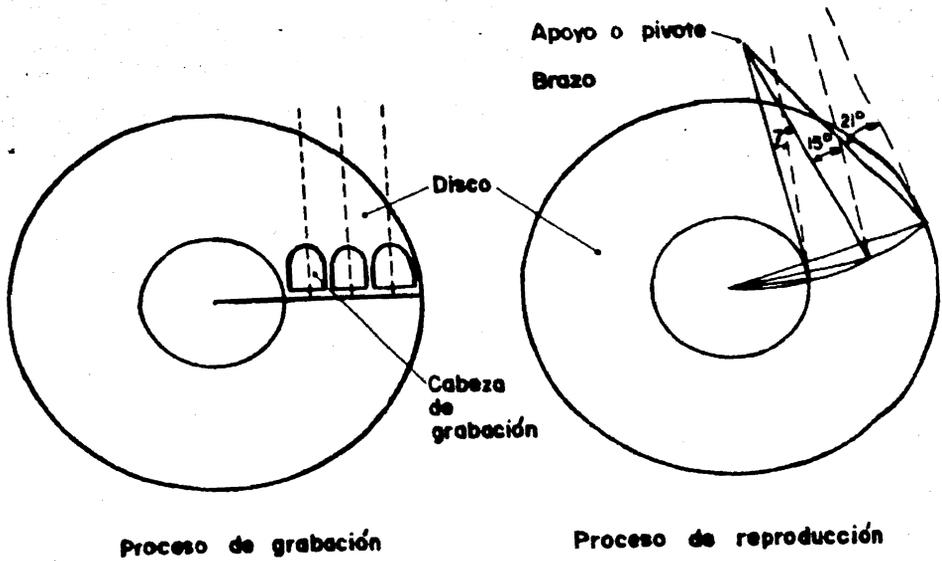


Fig. 1.63

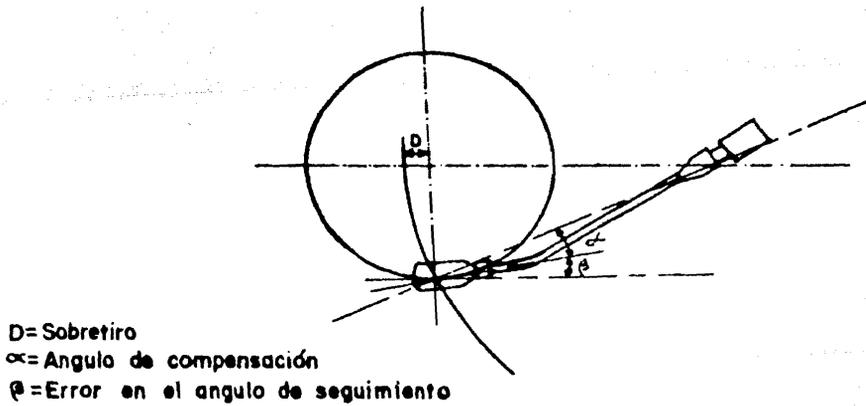


Fig. 1.64

Actualmente se construyen brazos que permiten el desplazamiento del cartucho en forma idéntica a como lo hizo la -- cabeza de grabación.

Los brazos, más comunes actualmente, poseen un ajuste para el deslizamiento. Debido a la rotación del disco, aparece una fuerza que tiende a empujar al brazo hacia el centro del plato, aún cuando la tornamesa se encuentre en perfecta posición horizontal. La función del ajuste de antideslizamiento es proveer una fuerza contraria a la anterior y evitar, por lo tanto, que la aguja siga las dos paredes del surco en forma desigual, evitando que la aguja se apoye más en la pared del lado del centro.

El brazo es colocado, por lo general, a la derecha y en la parte posterior de la tornamesa, considerándose como parte frontal el lado donde van los controles de arranque, parada y cambio de velocidad. (Ver. fig. 1.44).

Motor. - Es la parte de la tornamesa encargada de hacer girar el disco, a velocidad constante, de tal forma que se pueda llevar a cabo la transducción de las ondulaciones del surco.

El motor debe cumplir una serie de requerimientos para que se pueda lograr una reproducción de buena calidad, algunos de ellos son:

1o. Mover el plato a velocidad constante sin importar que se presenten variaciones en el voltaje o la frecuencia de la señal que alimenta al motor.

2o. Estar libre de vibraciones.

3o. No radiar campos magnéticos.

4o. Ser capaz de dar el par necesario para eliminar los problemas que ocasionen los cambios de carga.

Es necesario lograr estos requerimientos para evitar que se presenten distorsiones y ruidos en las señales a reproducir. Por ejemplo: si no se logra evitar la vibración ésta va a ser transmitida al plato de la tornamesa y después convertida por el fonocaptor en señales eléctricas de baja frecuencia. En el momento en que se reproducen piezas musicales suaves, las señales eléctricas correspondientes a las vibraciones mecánicas del plato se convierten en ruidos muy desagradables. Este tipo de ruido recibe el nombre de retumbo.

Además, cuando la tornamesa no hace girar el disco a una velocidad constante, (igual a la velocidad a que se grabó), se escucha un cambio en el tono de la pieza musical por ejemplo: si la velocidad disminuye, el sonido es más grave y si la velocidad aumenta el sonido es más agudo. Estas variaciones en el tono se conocen con el nombre de ululaciones.

Los tres tipos de motores que se han empleado en tornamesas son: el motor de inducción, el motor síncrono y el motor

de corriente directa.

La velocidad del motor de inducción depende del voltaje que se le aplique, por lo tanto, los cambios en el voltaje producirán alteraciones en la velocidad del motor y por consiguiente del plato. Por lo general, el voltaje de la línea de alimentación varía continuamente, ocasionando distorsiones en nuestra reproducción.

La velocidad de un motor síncrono es controlada por la frecuencia de la señal de alimentación. Por consiguiente, aunque las fluctuaciones de voltaje sean grandes, la velocidad de un motor síncrono no cambiará.

En este motor se puede esperar un menor cambio en los tonos de la música que se reproduce, o menor ululación y una mayor estabilidad.

Las tornamesas más recientes emplean motores de corriente directa servo-controlados. Estos motores se proveen con circuitos electrónicos que controlan la velocidad automáticamente, y que eliminan el problema de la variación de la velocidad, cuando se presentan variaciones de carga y suprimen, además, las alteraciones del sistema de transmisión de potencia, cuando la frecuencia está variando.

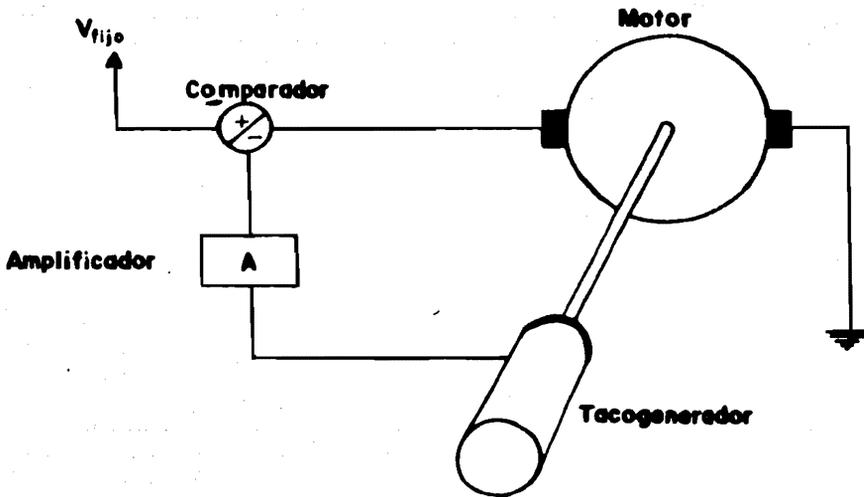
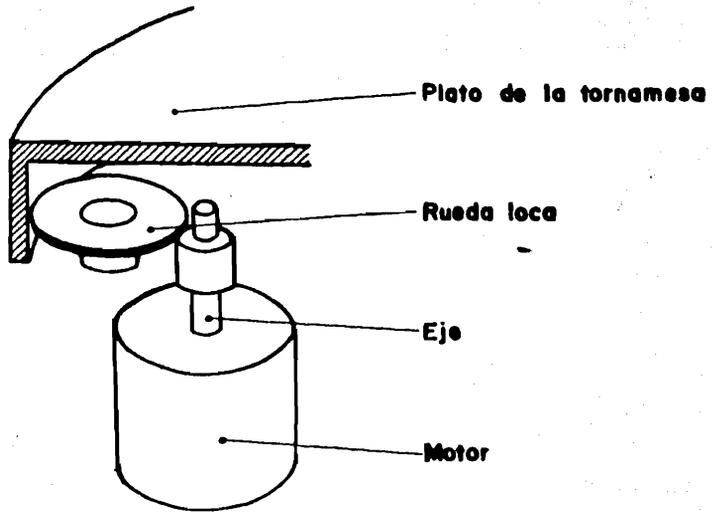
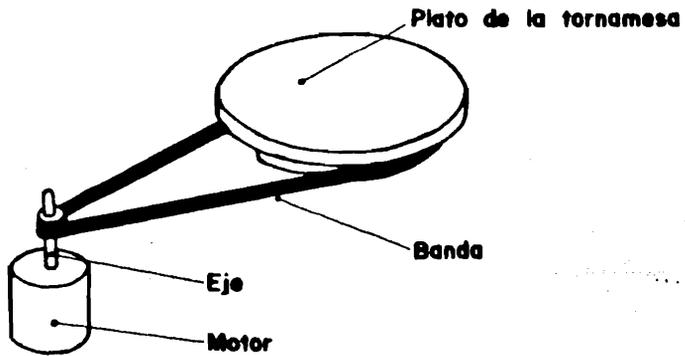


Fig. 1.65

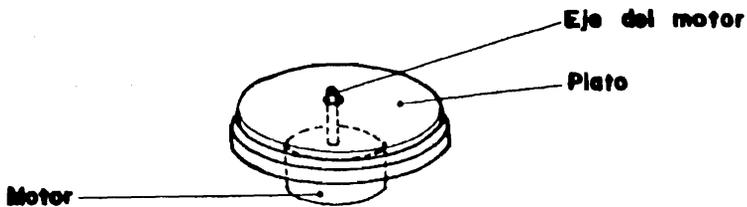
Un sistema típico empleado para estabilizar la velocidad consiste de un pequeño generador (generador tacométrico) colocado sobre el eje del motor y accionado por éste. (Ver fig. 1.65). La salida del generador tacométrico (ésta salida depende de la velocidad del motor) es amplificada y comparada con un voltaje fijo en un circuito electrónico. Cualquier diferencia entre la salida del generador tacométrico y el voltaje fijo causará -- que la velocidad del motor se altere, hasta lograr que la salida de dicho generador sea igual al voltaje fijo, de tal forma que la velocidad del motor sea automáticamente regulada. Este tipo de motor da una ululación de valor despreciable.



(a) Sistema de transmisión por ruedas



(b) Sistema de transmisión por banda



(c) Sistema de transmisión directa

Fig. 1.66

Hay tres métodos para transmitir la potencia del motor al plato: el sistema de ruedas, el sistema de banda y el sistema directo. (Ver figura 1.66).

En el sistema de transmisión por ruedas, el motor y -- una serie de "ruedas locas" están en contacto, tal que el giro-- del motor se transmite a una rueda de caucho, misma que está en contacto continuo con la superficie interior del plato. Con éste sistema se tiene una cantidad de ululación razonable, pero la-- vibración del motor pasa al plato, provocando que un fonocaptor de alta calidad produzca retumbo.

Debido a lo anterior este sistema se encuentra sólo en tornemesas de poca calidad.

El sistema de transmisión por banda ofrece una gran -- cantidad de aislamiento entre el motor y el plato. Como su nom-- bre lo indica, la transmisión de potencia se logra a través de-- una banda, usualmente de caucho y con sección transversal pequeña. Dada la flexibilidad de la banda, se absorben las irregulari-- dades en el giro del motor. La cantidad de retumbo que se capta-- en este tipo de transmisión, depende más de la suspensión de la-- tornamesa, que de la vibración del motor, por lo que la ulula--- ción y el retumbo es bastante bajo.

En el sistema de transmisión directo, el plato se colo-- ca centrado sobre el eje del motor, de tal manera que ninguna -- forma de engranaje es empleada. Este sistema se debe emplear so--

lamente con motores que tienen excelente regulación de velocidad, como el motor de corriente directa, con servocontrol.

B.2.4 El sintonizador de radio.

La radiodifusión es una forma de telecomunicación que implica la transmisión y recepción de voces, música y sonido en general con ayuda de las ondas electromagnéticas sin emplear cables de conexión.

El receptor es el dispositivo que transforma en señal sonora las ondas electromagnéticas moduladas que le son enviadas desde otro dispositivo llamado emisor. (Ver. fig. 1.67).

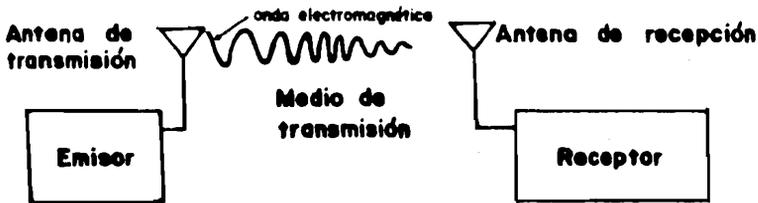


Fig. 1.67

Un receptor tiene tres secciones principales: el sintonizador (sección de recepción de la señal de radio), el preamplificador (sección de control) y la sección del amplificador de potencia. (Ver fig. 1.68).

Se puede tener un sintonizador separado fuera de la cubierta que encierra al preamplificador y al amplificador de potencia. Un sintonizador de este tipo, comprende los mismos elemen

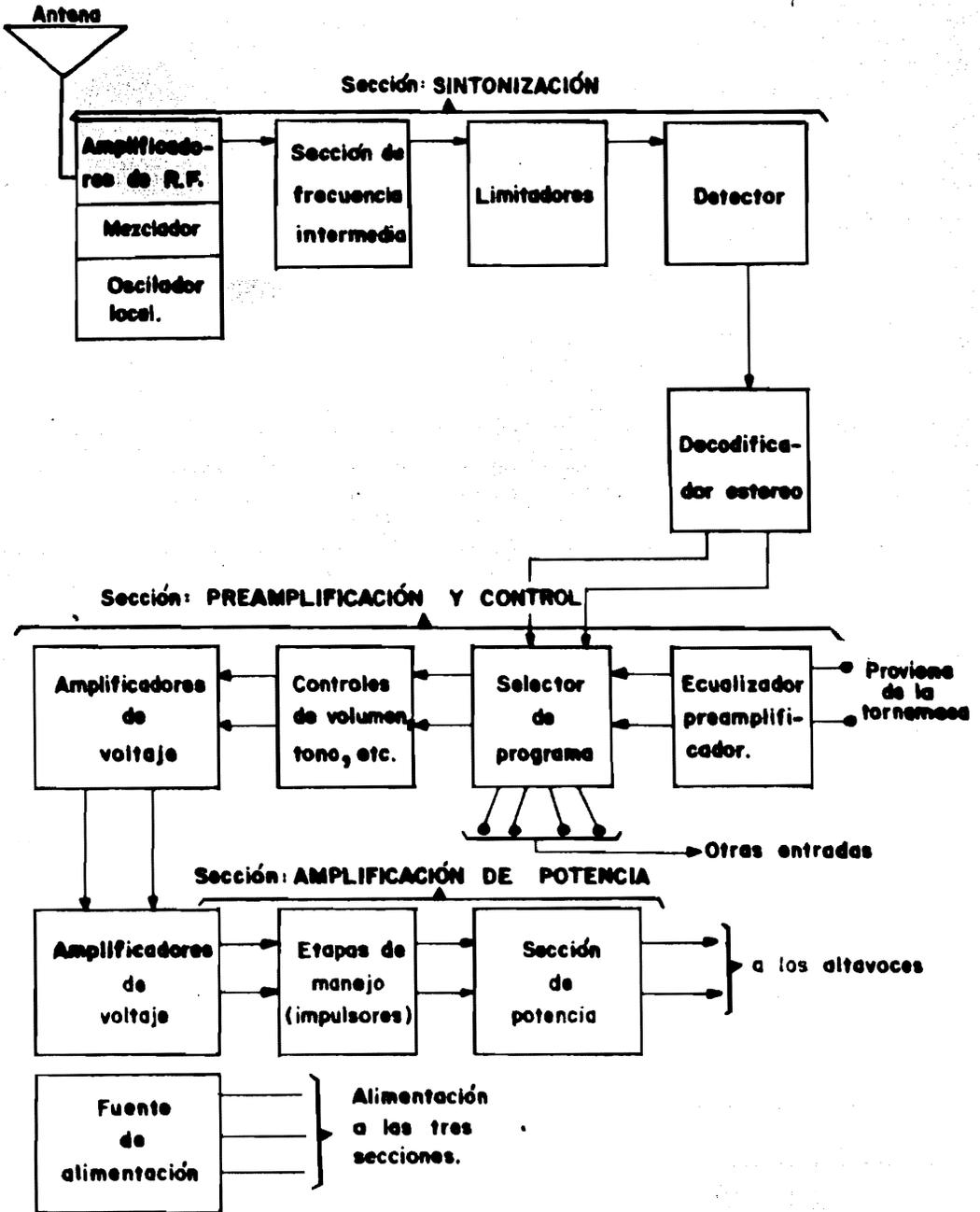


Fig. 1.68

tos que la sección de sintonización de un receptor, sin embargo si se tiene un sintonizador separado, entonces se deben de conectar a él un preamplificador, un amplificador de potencia y, desde luego, los altavoces.

La sección sintonizadora de un receptor puede ser diseñada para recibir solamente señales de FM (modulación en frecuencia) o se puede diseñar para captar señales de FM y AM (modulación en amplitud). Debido a la existencia de estaciones de FM que hacen uso de radiodifusión estereofónica, gran cantidad de receptores emplean circuitos para manejar señales de FM estéreo.

Los dos sistemas básicos, FM y AM, son métodos para transmitir las señales de audio, debido a que las ondas sonoras convertidas en señales eléctricas no pueden ser transmitidas directamente, a causa de su baja frecuencia. Las ondas de baja frecuencia necesitan, para ser radiadas, de antenas muy grandes. Las señales de frecuencias muy altas pueden ser transmitidas fácilmente desde una antena pequeña, por lo tanto, para enviar señales de audio se vió la posibilidad de usar un método que permitiera su fácil radiación o envío.

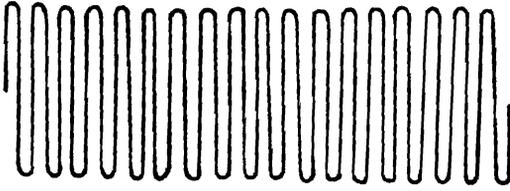
El método empleado fue el de la modulación. La modulación es la alteración de alguna característica de una señal de alta frecuencia, o portadora, de tal forma que pueda llevar la señal de audio como un código. La modulación por amplitud signi

fica que el tamaño o la intensidad de la señal de alta frecuencia se variará de acuerdo a la señal de audio que deseemos enviar (Ver. Fig. 1.69). La modulación en frecuencia, como su nombre lo sugiere, involucra la alteración de la frecuencia de la señal portadora de acuerdo al tamaño o amplitud de la señal de audio, tal como se ve en la figura 1.70.

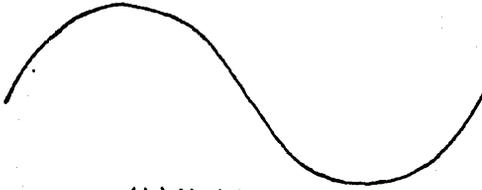
FM es una mejor forma de envío de señales de audio de alta fidelidad, debido a que las ondas de radio moduladas en frecuencia están más libres de ruidos que las ondas moduladas en AM.

Por lo general, los ruidos eléctricos producidos por la naturaleza o el hombre modulan en amplitud a la señal de radio - es decir, éstos ruidos causan variaciones en la amplitud de la señal que está siendo recibida por el sintonizador. El circuito-detector en el sintonizador de AM no tiene manera de diferenciar entre las modulaciones del programa deseado y las debidas a ruidos indeseados. Como resultado, ruidos y programa son detectados y la recepción de AM es ruidosa. Debido a lo anterior, la sección de AM de un receptor no es de gran importancia en los sistemas de alta fidelidad. Por lo tanto, en lo que sigue sólo se hablará de FM.

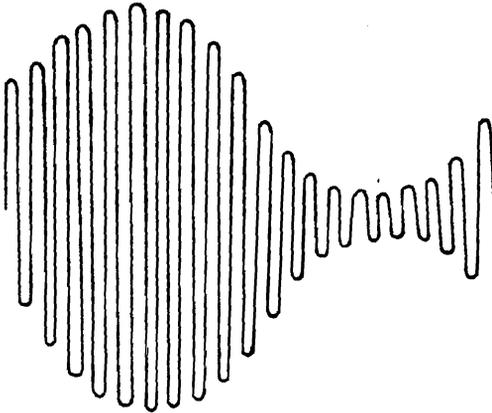
En lo que sigue, se hablará solamente de el sintonizador sin tratar lo relacionado al preamplificador y amplificador de potencia, ya que ellos fueron explicados en la parte de ampli-



(a) Portadora

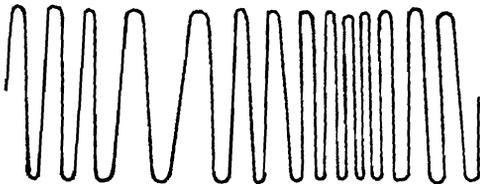


(b) Moduladora



AM

Fig. 1.69



FM

Fig. 1.70

ficadores.

La figura 1.71 muestra las varias secciones que constituyen un sintonizador de FM.

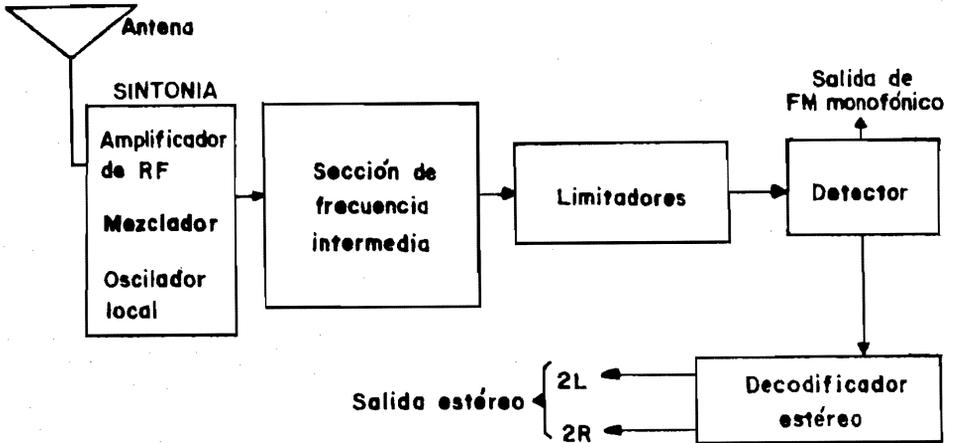


Fig. 1.71

La antena tiene la misión de captar o interceptar las señales de radiofrecuencia que incidan en ella. Debido a que la sección de sintonía debe ser capaz de captar la portadora de la estación deseada y su información, y rechazar las demás señales correspondientes a otras estaciones, se debe equipar con elementos variables (que modifican sus características eléctricas); para asegurar en forma más fácil y acertada la sintonización, algún tipo de indicador de sintonización debe agregarse al receptor. Los elementos internos varían cuando se gira la perilla de-

sintonización, de tal forma que se permite el paso de la señal-escogida, la cual es la que el indicador señala. Esta perilla--cambia además, la frecuencia del oscilador local. Cuando se mezclan la frecuencia del oscilador y la de la señal deseada, la -diferencia de frecuencias es siempre de 10.7 MHz, y conocida como frecuencia intermedia. (FI). Después vienen etapas amplifica-doras (secciones de F.I) que incrementan el nivel de la señal, y permiten una discriminación de las frecuencias no deseables.- Saliento de la sección de F.I la señal pasa a los limitadores.- La acción de los limitadores es reducir el ruido que se le agrega a la señal de FM al viajar (Ver fig.1.72). No obstante, en -la recepción de FM se ésta interesado en detectar solamente va-

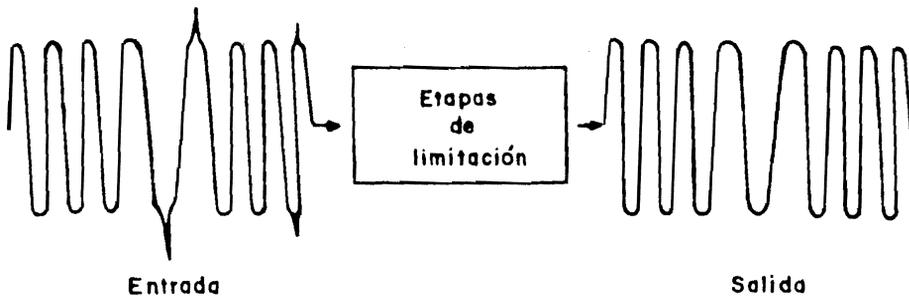


Fig. 1.72

riaciones en la frecuencia y no en la amplitud, por la razón anterior es posible eliminar los impulsos de ruido que aparecen - en la forma de la señal de entrada.

De los limitadores la señal pasa a un detector, el -- cual tiene como función la de convertir las variaciones en frecuencia, en una señal de audio. El detector de FM es también llamado detector de radio o discriminador de frecuencia modulada.

Si el sistema de FM empleado fuese monofónico o de un solo canal, el sintonizador abarcaría las etapas indicadas en el párrafo anterior.

En el sistema de FM estereofónico, el sintonizador de de be tener una etapa de decodificación adicional a las etapas que presenta el sintonizador de FM monofónico.

Para entender mejor la función de la etapa de decodificación es conveniente explicar cómo se envían las señales de FM estereofónico.

Para el caso de emisión estereofónica, la estación ma neja dos señales diferentes provenientes de un mismo programa. -- Una señal corresponde al canal izquierdo y la otra al canal de- recho.

En la estación se opera así: la señal del canal izquier- do (L) y la del canal derecho (R) son mezcladas, obteniéndose una- señal L+R (suma del canal izquierdo y el derecho). La señal de au dio L+R es emitida después de modular a la señal portadora de la- estación y recibida por los receptores de FM monofónico o de ca-- nal simple. Al mismo tiempo que se realiza la suma, la señal R es

subtraída de la señal L para obtener una señal L-R (diferencia). La señal diferencia contiene la información que no es común a ambos canales de un programa estereofónico. Por ejemplo: en un programa musical con vocalista y en una disposición estereofónica, la voz del cantante es grabada en forma idéntica en ambos canales. Por lo anterior, en la señal L-R no existe ninguna información sobre el vocalista.

La señal L-R es usada para modular en amplitud, una señal de 38kHz (subportadora); siendo la subportadora empleada para modular la portadora de la estación.

Un radio de FM monofónico detecta la señal inaudible (L-R modulando la subportadora de 38 kHz) junto con la señal audible L+R pero, debido a las altas frecuencias manejadas, ninguna información de la señal L-R es escuchada.

La señal de FM estereofónica que se radía o emite se ve en la figura 1.73.

La señal radiada incluye la información L+R, la información L-R y una pequeña señal piloto de 19 kHz. La señal piloto es necesaria para sincronizar el receptor de FM y para restaurar la subportadora suprimida, con la cual se logra convertir la señal compleja captada por la antena en señales audibles.

La función del decodificador, ver fig. 1.71, es: lo.- Demodular o detectar la señal de audio L-R, la cual ha sido emitida junto con una señal de alta frecuencia. Se puede conside-

rar al detector como un subsintonizador con posibilidad de de--
 tectar la señal de audio que modula la señal de 38 KHz. 2o. Desg
 pués de que se ha recobrado la señal L-R como una frecuencia o--
 un grupo de frecuencias audibles, el detector debe sumar la se--
 ñal L-R a la señal L+R, para obtener 2L, es decir, para obtener
 el canal izquierdo sin ninguna información del canal derecho.--
 Además, el detector debe restar de la señal L + R, la señal -
 L - R y obtener 2R, es decir, la señal del canal derecho.

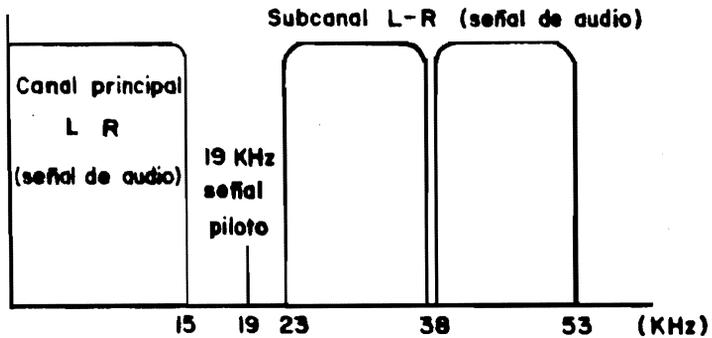


Fig. 1.73

Después de que se han logrado obtener las señales: 2R
 y 2L, se envían al preamplificador estereofónico, realizándose
 con ellas un proceso semejante al que ocurre con la información
 proveniente de un magnetófono o de una tornamesa.

B.3 CANALES.

B.3.1 Cables.

Así como el aire es el medio natural para la transmisión de señales sonoras, los conductores metálicos lo son para la transmisión de señales eléctricas.

El cable es un conjunto de alambres enroscados y recubiertos con algún aislante.

De los diferentes cables que se utilizan en la interconexión de los diferentes equipos que conforman un sistema de sonido, podemos colocarlos en dos categorías: blindados y no -- blindados.

El término blindaje se refiere al recubrimiento especial que se coloca sobre el conductor metálico, de tal manera que se suprima la posibilidad de interferencias en el cable por señales de radiofrecuencia que causen distorsión a la información.

Este tipo de cables se usa en interconexión de equipos que manejen niveles pequeños de señal, tales como las diversas fuentes (tornamesa, grabadora, etc) que llegan al amplificador.

El tipo de cables blindado más usado es el "coaxial", el cual está constituido, en su parte central, de un manojo de alambres que conducirán la información. Están cubiertas por un aislamiento plástico y sobre este aislamiento otro manojo de -- alambres trenzados sobre ése aislamiento, y que generalmente -- funcionan como tierras de los aparatos, finalmente sobre éstos alambres se coloca otro aislamiento plástico tal como se mues-

tra en la siguiente figura.

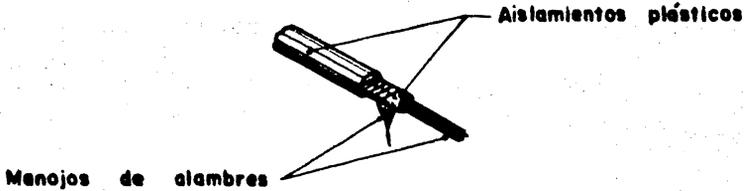


Fig. 1.74

Una variación de este cable sería el de conductores dobles, que se muestra a continuación.

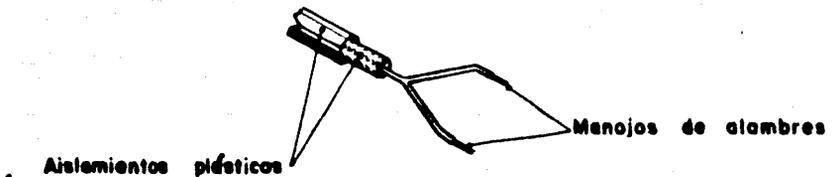


Fig. 1.75

Un cable blindado cuya calidad es propia para radio difusión esté constituido por un par de cables trenzados, aislados entre sí por un forro de vinilo que cubre cada cable. - Sobre este aislante se encuentra el cable de "tierra" que a su vez está rodeado por un tejido de cobre estañado y por otro forro protector de vinilo. Este cable se muestra en la figura 1.76.

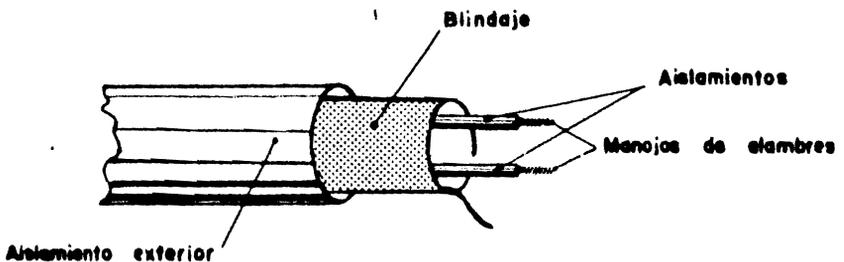


Fig. 1.76

Los cables no blindados se utilizan donde se manejan niveles altos de señales, tales como en la interconexión del amplificador con las bocinas.

Dentro de los cables no blindados se usan dos tipos muy semejantes en sus características. El cable para bocinas y el cable de alumbrado normal.

El cable para bocinas está constituido por dos manojos de alambres sumergidos en aislamiento plástico, como se muestra en la figura (1.77).

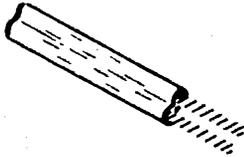


Fig. 1.77

El cable para alumbrado es el que se usa normalmente para conectar lámparas a la línea o en extensiones. Está constituida por dos manojos de alambres forrados con aislamiento vinílico, como se muestra en la figura (1.78).



Fig. 1.78

En los cables no blindados se debe seleccionar el calibre en función de la longitud a usar.

Los calibres de éstos cables ya han sido estandarizados y los valores comerciales se encuentran en tablas.

En la siguiente se muestran algunos calibres de cable para bocinas, recomendados para varias distancias entre el amplificador y las bocinas.

TABLA 1.1

Máxima longitud del cable. (en metros)	Calibre del cable a usar	Area de la sección transv. del cable. mm ²
6	20	0.518
9	18	0.824
14	16	1.309
22	14	2.082

Nótese que a mayor longitud de cable se utiliza un calibre menor. Esto se debe a que si se dejase el mismo calibre, la resistencia del cable se incrementaría a tal punto que provocaría pérdidas considerables de señal.

Asimismo, experimentalmente se ha demostrado que estas longitudes máximas de cable no deben tomarse muy rigurosamente, sino que puede tenerse una tolerancia amplia en ellas. Es decir, se puede conectar un cable del #16 cuando se tiene una--

distancia de 16m sin una diferencia audible en el sonido resultante.

Los efectos que se tienen al hacer ésto, son que decrece el factor de amortiguamiento y se producen picos en la respuesta a la frecuencia. El primero, disminuye la capacidad del sistema de seguir adecuadamente variaciones bruscas en la intensidad de una señal y el segundo distorsiona la señal original a ciertas frecuencias.

Por otro lado, el uso de un cable de calibre menor que los mostrados para cada distancia, no afectan la reproducción de sonido, aunque tiene como contraparte su mayor costo. Por otro lado se podría pensar, el hacer uso de cable coaxial en lugar de cable de bocinas, para eliminar por completo la posibilidad de interferencias, pero ésto resultaría mucho más caro.

Ultimamente se han venido usando nuevos tipos de cables llamados genéricamente "supercables" para la interconexión del amplificador con las bocinas.

El uso de ellos puede mejorar notablemente la distorsión que produce los cables comunes para bocinas. Experimentalmente se ha demostrado que éstos últimos introducen pérdidas en la intensidad de la señal eléctrica a ciertas frecuencias debido a limitaciones propias del cable.

Además, el mejoramiento del sonido realizado por un su per cable, depende del tipo de amplificador usado así como de las

bocinas, es decir, de las características propias de cada equipo de sonido. Desgraciadamente, éstas no han sido aún analizados en forma tal que puedan establecerse criterios objetivos de su influencia en el uso del supercable.

Podemos concluir entonces, que la comparación auditiva, entre un cable normal y los supercables, es el único camino para notar si efectivamente existe alguna diferencia entre ellos, y si vale la pena pagar ésta diferencia, pues un supercable es normalmente 9 a 30 veces más caro que el normal.

B.3.2. El aire.

Las vibraciones del diafragma de un altavoz necesitan de un medio en el que se puedan propagar para lograr llegar a nuestro oído, en este caso, el aire.

El aire, en movimiento o en reposo, es un elemento --- elástico que transmite el sonido en forma parecida al modo en -- que se propagan las ondas producidas por una piedra al caer en-- un estanque. Las moléculas o partículas del aire se mueven en -- forma continua, aleatoria, errática y en desorden, como sucede -- con las parejas en un baile. Si en un momento dado un camarero-- invade la pista de baile y con ello obliga a moverse a las parejas que lo rodean, ellas, a su vez, empujan a otras y así sucesi-- vamente. De ésta forma se produce una acción entre parejas y los encontronazos recorren el lugar formando una onda de empuje o -- choque que va del camarero hacia afuera, a través de las parejas hasta llegar a los bordes opuestos. Enseguida las parejas tratan de volver a ocupar el lugar que tenían y volverán a ser empuja-- das cuando otro camarero invada el lugar de baile.

El sonido se mueve en el aire del mismo modo que el -- encontronazo se mueve en el salón de baile; en lugar del camare-- ro, se trata de una fuente de sonido que puede ser una campana, -- un tambor o los ligamentos vocales.

El objeto vibrante empuja repetidamente las moléculas-

de aire que lo rodean del mismo modo que el camarero empuja a las parejas; las moléculas perturbadas chocan con las vecinas y regresan a sus posiciones originales para ser empujadas nuevamente. En este proceso, las moléculas, al igual que las parejas de baile, no se desplazan demasiado con respecto a la posición que tenían en ausencia de sonido. El desplazamiento de la partícula en una onda sonora normal, de voz o música, es una fracción muy pequeña de milímetro. Por ejemplo, en una conversación normal y a una distancia de alrededor de 3 metros desde la persona que habla, la amplitud del desplazamiento de la partícula es del orden de 2.54 millonésimas de centímetro. La partícula o molécula oscila a la frecuencia de la onda sonora. La materia o el aire no se desplaza; lo que sí viaja a través del aire es la perturbación. Las moléculas que chocan entre sí forman una compresión y las que se apartan al rebotar, forman una rarefacción; las compresiones y rarefacciones se propagan por el aire y forman la onda de presión llamada sonido.

Las ondas sonoras viajan a una velocidad finita. La velocidad de propagación, en m/seg, de una onda sonora en un gas, como el aire, está dada por:

$$c = \sqrt{\frac{\gamma P_0}{\rho}}$$

donde: γ = razón de calores específicos; para el aire es 1.4.

P_0 = presión estática o sin perturbación en el aire. ($\frac{N}{m^2}$)

ρ = densidad del gas. ($\frac{Kg}{m^3}$)

Si la presión se incrementa, la densidad también. Por lo anterior, no hay cambio de velocidad debido a cambios en la presión. Esto es verdadero si la temperatura permanece constante. La velocidad puede ser expresada en términos de la temperatura. La velocidad del sonido, en seg. en el aire, está dada por:

$$c = 331 \sqrt{1 + 0.00366 t}$$

donde t = la temperatura en grados centígrados.

El sonido, en su viaje a través del medio, puede sufrir cambios en la dirección de propagación debido a una variación en la velocidad de transmisión. A este fenómeno se le da el nombre de refracción. Como se dijo antes, la velocidad de transmisión varía debido a cambios en la temperatura del medio o a diferencias de temperaturas existentes entre las diversas capas del medio. Una onda sonora viajando a lo largo de la superficie de la tierra puede ser desviada hacia arriba o hacia abajo, dependiendo de las velocidades relativas del sonido en los distintos estratos del aire, debido a un cambio progresivo en la temperatura. Un sonido puede ser escuchado a una mayor distancia cuando se desvía hacia abajo que cuando se desvía hacia arriba.

La onda sonora transmite energía. Esta energía proviene del cuerpo que se encuentra vibrando y depende de la forma en que se transmite dicha vibración del aire. Por ejemplo, una cuerda que se encuentra vibrando no es un eficiente generador de sonido-

porque lo que hace es cortar el aire, sin causar en él ningún movimiento apreciable. Por la razón anterior, las cuerdas son colocadas sobre una superficie grande, la cual se encarga de acoplar la cuerda con el aire y de ésta forma incrementar la salida sonora.

El aire opone cierta resistencia a la propagación del sonido y ocasiona una pérdida de energía ($6 \frac{db}{m}$). La refracción también ocasiona una pérdida en la transmisión de energía.

B.4 PROCESADORES

B.4.1. Filtros.

Los filtros son dispositivos que permiten atenuar una parte o una banda de frecuencias que están contenidas en una señal, permitiendo el paso de las otras. Si estamos hablando de un filtro eléctrico nos referimos a un circuito o red de cuatro terminales, que contiene elementos dispuestos de una forma tal, que podemos realizar la función antes mencionada con una señal eléctrica. También existen los filtros acústicos, los cuales se construyen mediante arreglos de superficies con ciertas formas geométricas bien determinadas; el tipo de material empleado constituye otro parámetro importante en un filtro acústico.

Sin embargo, la función de los filtros eléctrico y acústico son en principio, iguales. La diferencia radica en que mientras uno maneja la señal eléctrica, el otro la maneja en forma mecánica.

En los sistemas electroacústicos es práctica común encontrar ambos tipos de filtros: los eléctricos en todo el sistema que concierna al manejo de la señal eléctrica y los acústicos en baffles y recintos de grabación y reproducción.

En ésta parte pretendemos realizar la descripción somera de los filtros eléctricos, para dejar bien clara su importancia y su utilidad.

Es bien sabido que si deseamos hacer una grabación de voz humana, requeriremos varias cosas: un convertidor de energía mecánica en energía eléctrica (micrófono), un procesador de esa energía y naturalmente, una persona que emita su voz para ser -- grabada.

Cuando la persona habla, no está emitiendo una señal-- única, sino una suma complicada de muchas señales. Ello obedece a que el proceso del habla comprende el movimiento simultáneo - de numerosos ligamentos vocales. Cada uno de los ligamentos, se encuentra "sintonizado" para vibrar a una frecuencia determinada por su longitud y flexibilidad.

Lo anterior nos permite concluir que en una sola palabra que la persona pronuncie, tendremos una gran cantidad de frecuencias diferentes. Nuestro oído captará todo ese complejo conglomerado de señales y lo convertirá en información ya dentro -- del cerebro.

Cuando lo que se quiere es captar la señal emitida y - grabarla en una cinta magnética, es forzoso que dispongamos de-- un micrófono. Como ya dijimos, éste "traducirá" las vibraciones-- mecánicas del aire que le rodea en "vibraciones" eléctricas. Una- vez que tenemos tal señal, es menester procesarla para hacerla - llegar a la cinta magnética en forma óptima.

Toda la descripción anterior se da aquí sólo para jus- tificar la aparición de sistemas eléctricos que puedan ajustar y

modificar la señal durante un proceso de grabación y también de reproducción de señales audibles.

Los filtros juegan un papel muy importante, en cuanto nos permiten reducir o eliminar señales indeseables que se presentan en tales procesos.

No todo lo que mueva o excite a un micrófono se desea rá ser grabado. Por ejemplo, el ruido (audible) que produce un motor que gira a razón de 60 ciclos por segundo no debería aparecer en la grabación de la voz. Si es imposible realizar la -- grabación sin la presencia de ese motor, deberemos recurrir a - grabar con él; pero aquí podemos encontrar una aplicación a un filtro eléctrico: coloquemos después del micrófono, un filtro capaz de eliminar todas las frecuencias menores a 80 Hz y encontremos que en la grabación sólo aparecerá la voz ya que el rango de frecuencias de la misma va de los 200 a 3000 ciclos por segundo. Lo burdo del ejemplo permite inferir que habrá otras-- aplicaciones de mayor complejidad para los filtros. Sin embargo el uso de ellos se restringe únicamente al ingenio de quien los utilice. A continuación realizaremos una descripción o clasificación de los tipos de filtros más comunes y de sus características.

A) Filtro Pasobajas.

Se trata de un circuito eléctrico que permite, si se le aplica una señal compleja y con un número grande de frecuen-

cias diferentes que abarquen el espectro audible, eliminar las frecuencias altas, a partir de una (frecuencia) de referencia-prefijada. El diagrama siguiente muestra en forma simple cual es la operación del filtro.

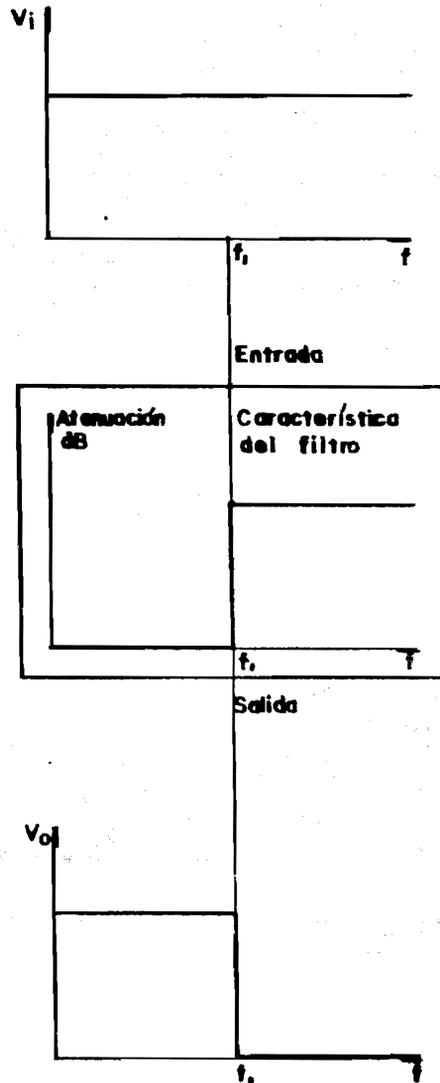


Fig. 1.79

B) Filtro pasobajas.

En éste caso el funcionamiento es inverso al del filtro pasobajas, es decir, el filtro dejará pasar las componentes de la señal que estén formadas por frecuencias altas y atenuará las bajas.

El esquema de la función de transferencia del filtro se detalla a continuación:

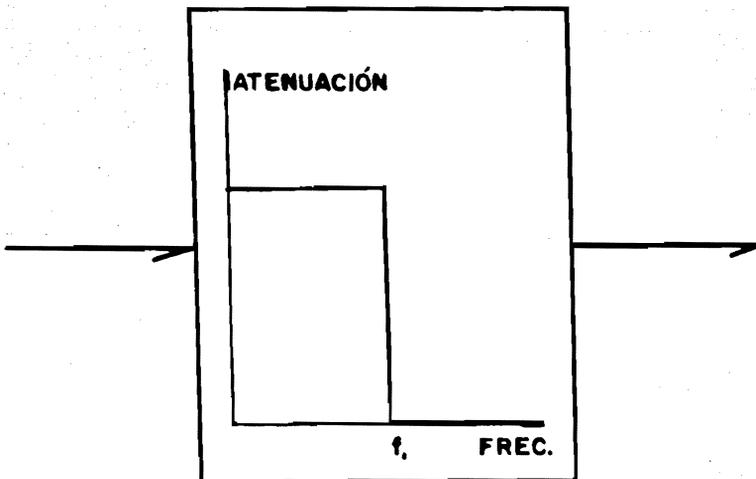
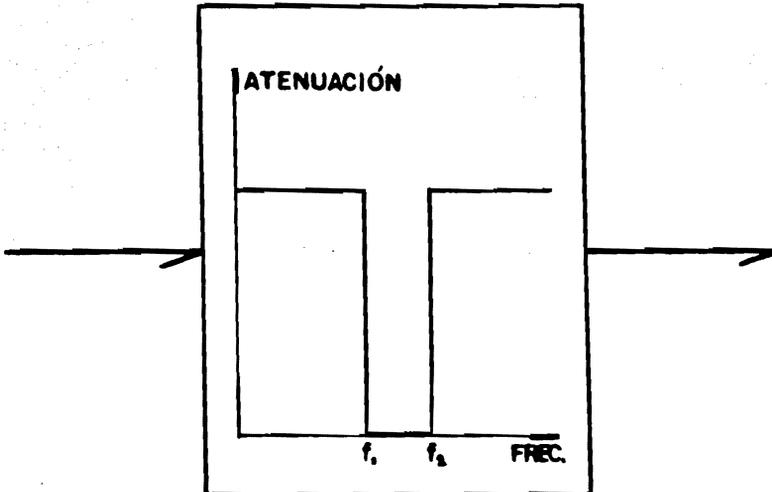


Fig. 1.80

C) Filtro pasobanda.

Posee la característica de dejar pasar las frecuencias comprendidas entre dos valores predeterminados de frecuencias -- f_1 y f_2 . Si observamos con atención, veremos que un filtro pasobandas se puede realizar mediante la conexión de un filtro pasobajas y uno pasaltas.

Todo lo mencionado se esquematiza a continuación:



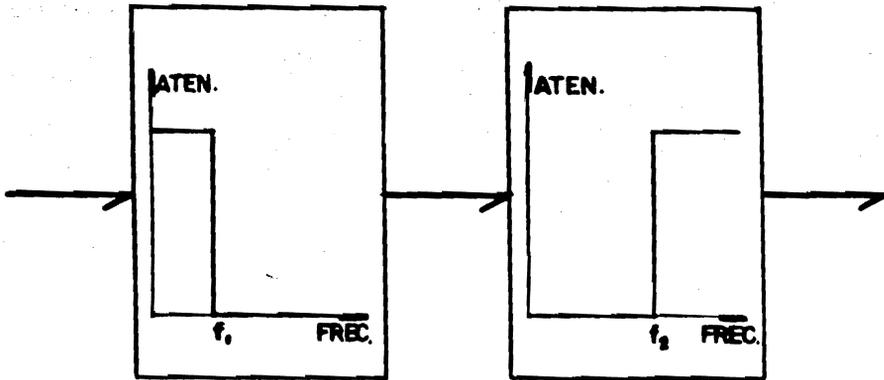


Fig. 1.81

D) Filtro supresor de banda.

Este actúa de manera tal, que permite el paso de todas las frecuencias menos las comprendidas en el rango fijado por dos frecuencias f_1 y f_2 . Nótese que también es posible un filtro con la conexión de los descritos antes. Su figura lo demuestra.

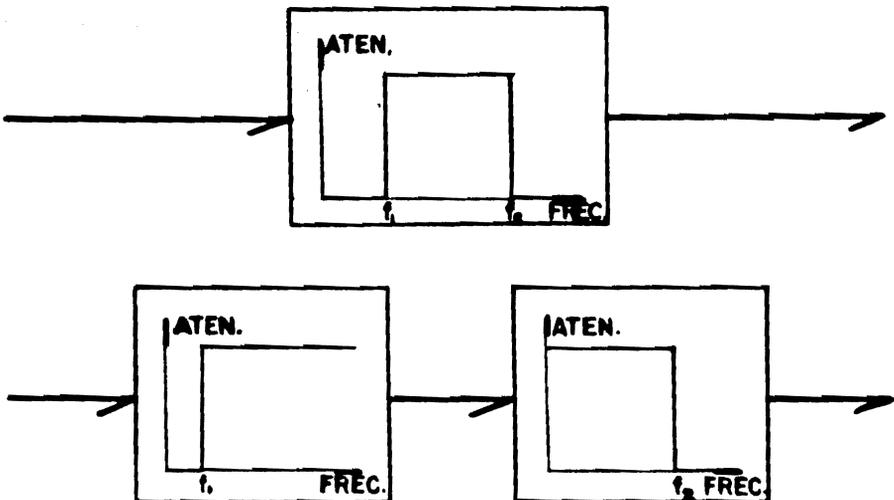
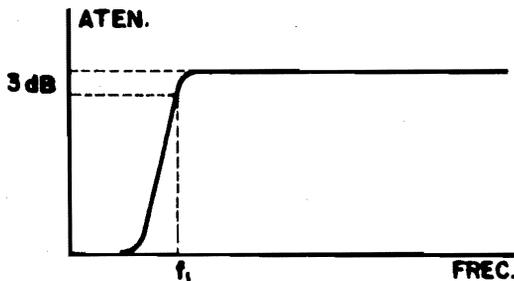


Fig. 1.82

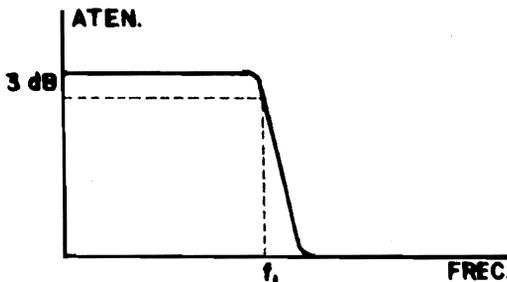
En todas las figuras anteriores, se han considerado las funciones de transferencia de cada filtro. Es común realizar tal función graficando en un par de ejes, el comportamiento de la curva: Atenuación de señal vs. Frecuencia.

La atenuación de la señal se mide usualmente en dB y la frecuencia en Hz. Sin embargo, los filtros descritos son ideales, ésto es, que prácticamente no pueden seguir tal función de transferencia, sino aproximaciones a ella.

Las curvas reales obtenidas son, para cada filtro mencionado, las siguientes:



FILTRO PASO BAJAS



FILTRO PASO ALTAS

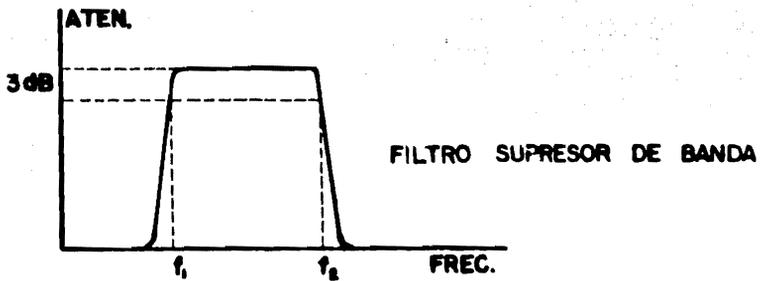
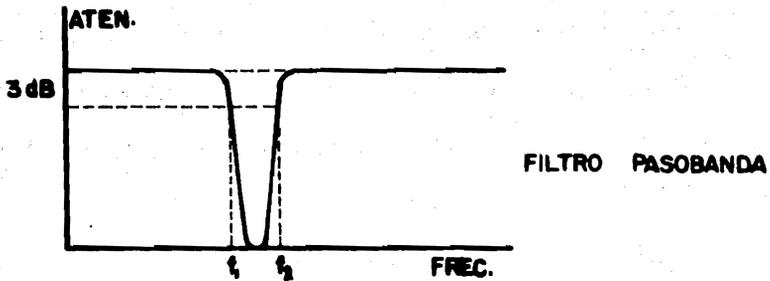


Fig. 1.83

Las diferencias entre las curvas de los filtros ideales y los reales consiste en el valor de la pendiente que tiene la caída o subida de la misma para la frecuencia de corte que se considere. (Se le llama frecuencia de corte, a aquella frecuencia en la cual la acción de filtrado o se inicia o finaliza). Resulta obvio que a mayor pendiente tenemos un filtro más selectivo, con lo cual queremos decir que corta más rápidamente o actúa con mayor rapidez; conforme la frecuencia varía.

La pendiente se da en dB por década o dB por octava.

Con la aparición de los amplificadores, es posible modificar en forma drástica la pendiente de los amplificadores-filtro. Es decir, que se pueden realizar filtros con ganancia. Entonces, las curvas no serán de atenuación vs. frecuencia, sino ganancia contra frecuencia.

Además, será posible realizar filtros muy especiales, - los cuales se denominan:

a) Filtros de ranura. Su característica de transferencia es la siguiente:

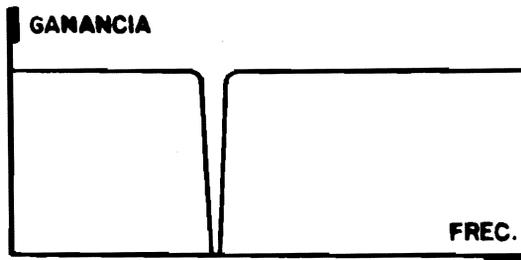


Fig. 1.84

b) Filtros de peine. Poseen una curva de respuesta como la siguiente:

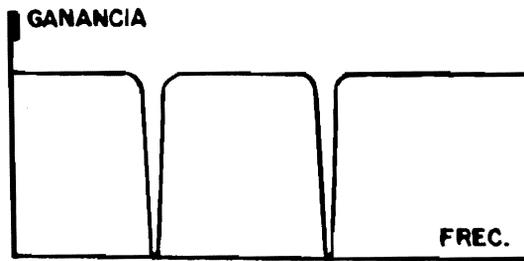


Fig. 1.85

Ambos tipos de filtros no son sino una especialización formada con los filtros básicos antes descritos y encuentran -- aplicación en donde se desean suprimir señales de modo muy se-- lectivo y en rangos muy cortos de frecuencia.

De toda la descripción anterior, no queda sino reafir-- mar que, dada la versatilidad de este tipo de circuitos, queda a la inventiva de quienes deseen, realizar la utilización específi-- ca de ellos.

B.4.2. Ecualizador.

Debido a que todos los equipos de grabación y reproducción ocasionan, durante la realización de su función, una pérdida en la intensidad de la señal de audio que manejan, se vió la necesidad de emplear un dispositivo que permitiera volver a su forma original la señal manejada.

El ecualizador fué construído con el fin de remediar-- la falta de un dispositivo que realizara la función indicada en el párrafo anterior. El ecualizador o compensador es un circuito constituido por elementos que permiten llevar a cabo el proceso-- conocido como ecualización, el cual consiste sencillamente en al terar la respuesta de un sistema o la señal entregada por un dis positivo, en su amplitud o intensidad, de acuerdo a la frecuen-- cia. Por ejemplo: si a la entrada de un ecualizador aplicamos -- una señal de frecuencia variable (ver fig. 1.86), tal que f_1 indica un rango de frecuencias medias, f_2 un rango de frecuencias-- altas y f_3 un rango de frecuencias bajas, a la salida del ecuali zador, dependiendo del diseño y la posición de las perillas, se-- podría obtener un incremento en la intensidad de las frecuencias pertenecientes a f_1 , un decremento en las de f_2 y dejar a la mis ma intensidad las frecuencias pertenecientes a f_3 . Dependiendo-- de la aplicación que se le quiera dar al ecualizador, el usuario puede lograr alterar la señal de diferentes maneras.

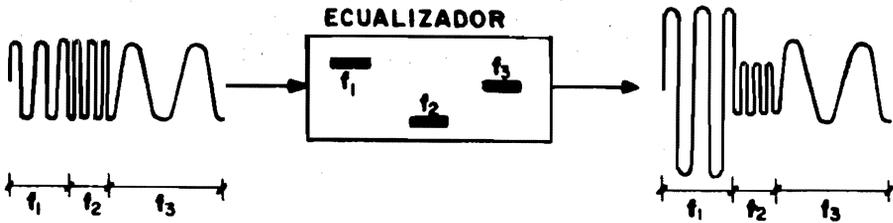


Fig. 1.86

El ecualizador afecta un rango de frecuencias determinado alrededor de una frecuencia central. En la frecuencia central se presenta la máxima ecualización, ya sea de realce o atenuación, mientras que en las otras frecuencias pertenecientes al rango escogido va disminuyendo a medida que nos alejamos, -- por ambos lados, de la frecuencia central (ver fig. 1.87).

La ecualización que se emplea durante el proceso de grabación recibe el nombre de preecualización o preénfasis y la que se emplea durante la reproducción se le da el nombre de posténfasis o postecualización.

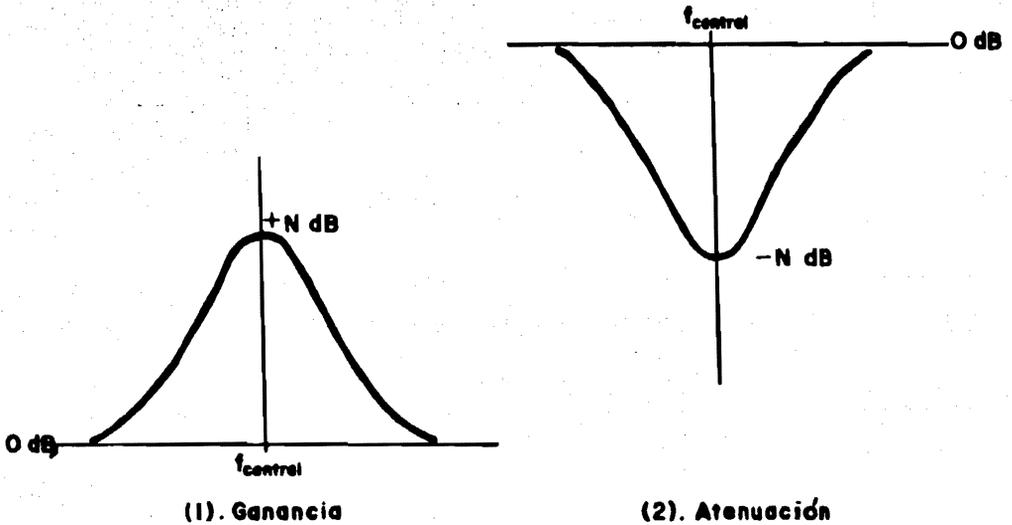


Fig. 1.87

La ecualización es muy útil en los procesos de grabación y reproducción, ya que, por ejemplo: cuando los discos son grabados, una amplitud excesiva en las frecuencias bajas (frecuencias en las cuales se presenta una mayor cantidad de energía sonora) podría dañar el surco del disco debido a que el movimiento de lado a lado de la aguja de grabación puede ser tan grande que logre romper la pared del surco y pasar al siguiente, por lo que, las notas o frecuencias bajas son atenuadas durante la grabación. Además, si se quiere obtener una buena relación señal-

a ruido durante la reproducción es necesario reforzar las frecuencias altas en la grabación. La ecualización total que se debe realizar durante la grabación para lograr dar el audiófilo-- un buen sonido se presenta en la curva A de la figura 1.88.

Obviamente, la ecualización que se realizó durante el proceso de grabación debe ser invertida cuando se lleva a cabo la reproducción para lograr dar a las señales que componen el-- sonido su verdadera intensidad y así evitar que la ejecución -- original sea entregada al audiófilo en forma errónea.

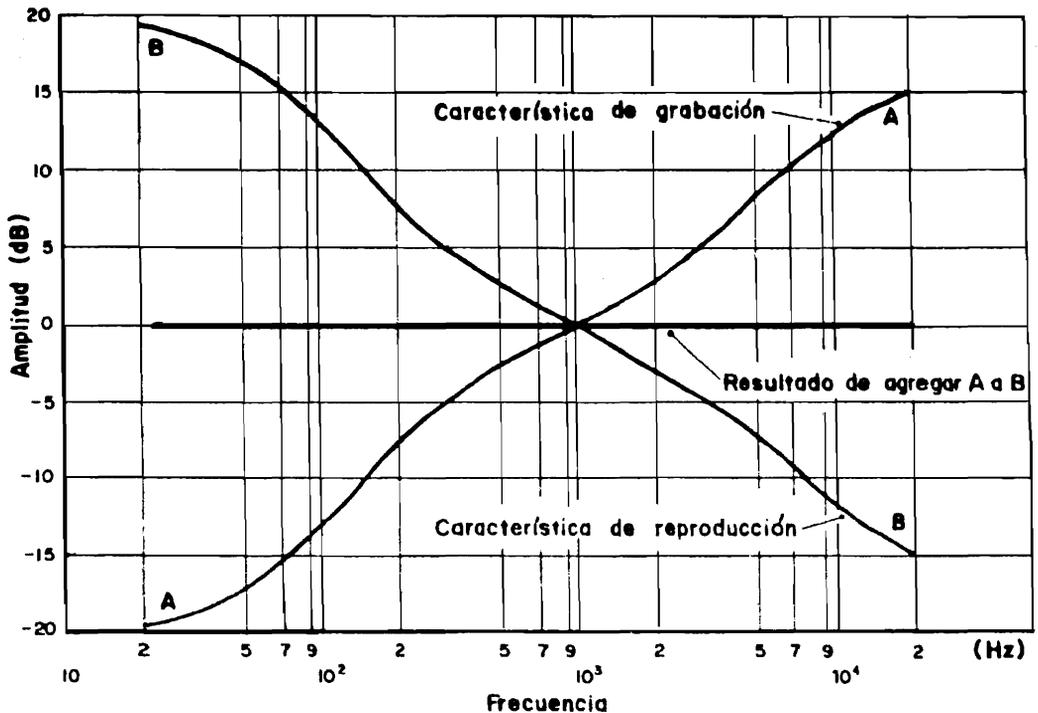


Fig. 1.88

La ecualización representada mediante la curva B, necesaria para la reproducción, es realizada en los sistemas de alta fidelidad por medio de una red que se encuentra ya presente en el interior del amplificador.

Ecualizadores independientes, es decir, que no se encuentran integrados a ningún elemento del sistema sino que son, por sí mismos, un elemento más, son utilizados para compensar deficiencias en la respuesta a la frecuencias de altavoces o atenuar las resonancias de una sala.

Existen dos tipos de ecualizadores independientes muy conocidos en el mercado: el ecualizador gráfico y el ecualizador paramétrico o universal.

El ecualizador gráfico posee un cierto número de controles, cada uno de los cuales afecta solamente una parte del rango de frecuencias audible, es decir, cada uno de los controles es diseñado para que lleve a cabo la ecualización alrededor de una frecuencia central fija; el usuario no puede alterar la frecuencia central que el diseñador del ecualizador ha fijado. Este tipo de ecualizador es llamado gráfico por poseer un panel o tablero diseñado de tal forma que muestra, de acuerdo a la posición de los controles, el tipo de ecualización que se está logrando, por ejemplo:

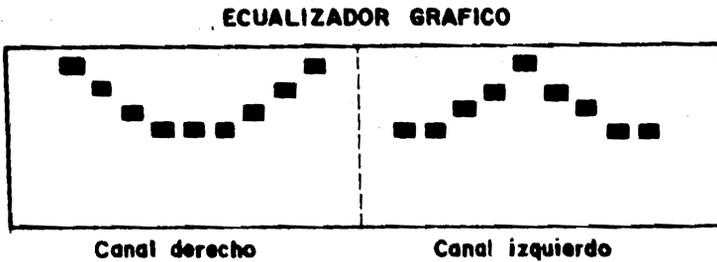


Fig. 1.89

En la figura anterior, los controles muestran que el ecualizador está realizando las frecuencias altas y bajas del canal derecho, y las frecuencias medias del canal izquierdo. Las frecuencias medias del canal derecho son mantenidas en un nivel idéntico al que tenían a la entrada del ecualizador, sucediendo lo mismo con las frecuencias bajas y altas de el canal izquierdo.

Entre los ecualizadores gráficos más comunes tenemos:-

- 1.- El ecualizador de 5 bandas; 2.- El ecualizador de 10 bandas- ó ecualizador de una octava de banda; 3.- El ecualizador de 30 - bandas ó ecualizador de un tercio de octava de banda.

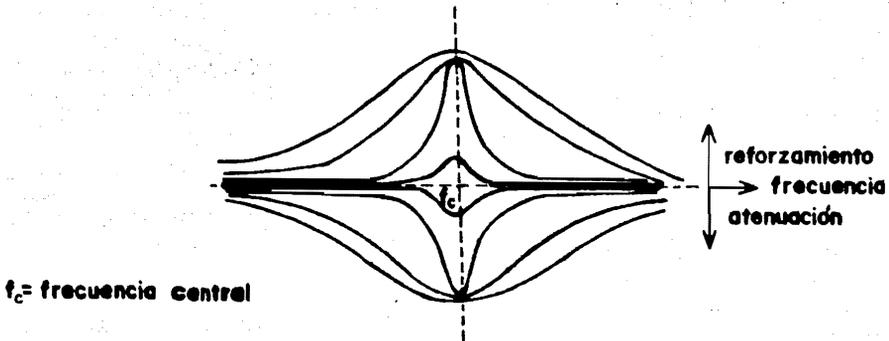
El ecualizador de 5 bandas posee 10 controles, 5 para cada canal. Cada control afecta un rango de aproximadamente 2 -- octavas alrededor de su frecuencia central, una a cada lado. Las frecuencias centrales están, generalmente, en 40 Hz, 160 Hz, --- 640 Hz, 2.5 kHz y 10 kHz. Con un ecualizador de este tipo se pue

den reforzar las frecuencias extremas del rango de audio (para compensar la deficiencia en la respuesta de los altavoces o de las salas), reducir la respuesta en la región que rodea la frecuencia de 160 Hz (para evitar que el sonido se encierre en el altavoz), agregar un poco de énfasis en las frecuencias que se encuentran alrededor de la de 640 Hz y 2.5 KHz para darle mayor presencia.

El ecualizador de 10 bandas provee un control más fino, ya que divide el rango audible en regiones de una octava. Para aplicaciones profesionales hay dispositivos con una mejor resolución, como son los llamados ecualizadores de 30 bandas. Este tipo de ecualizadores poseen 30 controles por canal.

El ecualizador paramétrico posee, para cada canal, dos o más controles que pueden afectar una porción cualquiera de frecuencias dentro del rango de 20 Hz a 20 kHz. El rango de 20 Hz a 20 kHz se divide de tal forma que cada uno de los controles anteriores van a afectar un rango de frecuencias específico, sin que éstos rangos se encimen. Asociado con cada control, para escoger el rango de frecuencias requerido, existe un atenuador o amplificador que provee una determinada ecualización y un control de ancho de banda. El control de ancho de banda ajusta la ecualización de tal forma que sea muy cerrada, es decir, que afecte pocas frecuencias alrededor de la central, o muy amplio.

En la figura siguiente se presenta una manera de alterar el rango de frecuencias alrededor de la frecuencia central-escogida.



f_c = frecuencia central

Fig. 1.90

El ecualizador paramétrico permite llevar a cabo un mayor número de formas de ecualización que un ecualizador gráfico.

B.4.3. Amplificadores.

Dentro de la gran variedad de equipos de amplificación de sonido de alta fidelidad, existen circuitos básicos que, con algunos cambios mínimos de diseño, comparten diversas marcas.

A continuación formaremos una clasificación de amplificadores, que es la siguiente:

- a) Amplificadores de voltaje.
- b) Amplificadores de potencia.

Es necesario explicar cada clase y desglosar las características de ellas.

a) Amplificadores de voltaje. Se dice que un amplificador de voltaje provee ganancia de la señal en cuanto a su amplitud se refiere. Si observamos la figura siguiente, encontraremos cuál es la razón de tal aseveración.

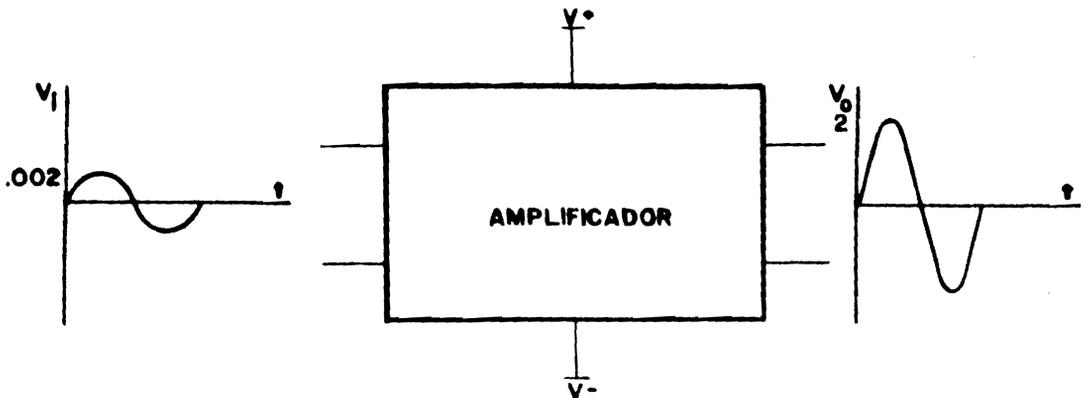


Fig. 1.91

Nótese que el amplificador toma una señal de una fuente, y por medio de su circuito procesa la señal hasta lograr que exista un incremento proporcional y constante en su amplitud.

Por ésta razón, un amplificador de voltaje puede caracterizarse con un factor de amplificación "K". Es práctica común expresar que si la señal de entrada tiene un valor de 2mV y la de salida de 2V, entonces el factor "K" o ganancia se calcularía como sigue:

$$K = \frac{2}{.002} = 1000$$

$$K = 1000$$

Sin embargo, es más común formular el valor con otro tipo de unidad, que es el decibel. Para encontrar el valor de tal ganancia en decibeles, se recurre a la siguiente fórmula:

$$K_{dB} = 20 \log_{10} \frac{V_o}{V_i}$$

Siendo V_o el valor de la amplitud de la señal de salida en volts. V_i es la amplitud de la señal de entrada también en volts, y \log_{10} es el logaritmo base diez.

Para el ejemplo empleado antes, tendríamos que:

$$K_{dB} = 20 \log_{10} \frac{2}{.002} = 60 \text{ dB}$$

Por lo tanto se dice que multiplicar la señal de entrada por un factor constante de 1000 es equivalente a darle una ganancia de voltaje de 60 dB.

También debe hacerse notar la existencia de otras dos terminales nombradas como V_+ y V_- . Por éstas es de donde el amplificador toma la energía eléctrica necesaria que le permita procesar la señal de alimentación V_i y realizar su función de amplificación.

Los amplificadores denominados de "voltaje" proveen ganancia de amplitud, pero casi no pueden dar ganancia de potencia, es decir, que no permiten realizar el acoplamiento entre una fuente de bajo nivel de señal y un altavoz. Sin embargo, el uso de los amplificadores de voltaje se encuentra muy extendido para realizar la elevación del nivel de la señal que provenga de micrófonos, fonocaptore, cabezas magnéticas y en general, de las fuentes antes tratadas.

b).- Amplificadores de potencia. Cuando un amplificador tiene salidas que se conectan directamente a los altavoces, se puede asegurar que se trata de un amplificador de potencia. La diferencia que se puede encontrar con respecto a los amplificadores de voltaje es la siguiente: dentro de los amplificadores de voltaje se da ganancia de amplitud a la señal de entrada y no de potencia. En forma similar en los amplificadores de potencia la ganancia de voltaje es unitaria (0 dB). Sin embargo, con señales débi-

les se pueden controlar corrientes eléctricas grandes, entonces, la potencia o el producto del voltaje por la corriente no es -- igual en la entrada de ellos que en su salida. Por ejemplo: Supongamos que tenemos un amplificador de potencia que requiere - 1 V a su entrada y pida una corriente de 10 mA; también supongamos que la corriente a la salida sea del orden de 3 A. Con esos datos se puede calcular la potencia de entrada y salida del amplificador.

$$P_{in} = (1.0)(.01) = .01 \text{ Watt.}$$

$$P_{out} = (1.0)(3.0) = 3 \text{ Watt.}$$

Si calculamos la ganancia de potencia de ese amplificador, tenemos:

$$K = \frac{3.0}{0.01} = 300$$

Realizando la conversión a dB, se obtendrá la siguiente forma.

$$K_{dB} = 10 \log_{10} \frac{P_o}{P_i}$$

$$K_{dB} = 10 \log_{10} \frac{3.0}{0.01} = 24.77 \text{ dB}$$

Se observa que aún cuando el voltaje en la entrada y en la salida son iguales, la potencia no lo es, por lo cual podremos excitar a los altavoces de manera adecuada.

Los amplificadores de potencia pueden clasificarse en:

A) Amplificador clase A.

Debido a que sería complejo realizar la explicación detallada de cada uno de los circuitos que se emplean, en cada amplificador sólo haremos la caracterización de los amplificadores mediante diagramas de bloques y sus características básicas de transferencia.

Las características de transferencia son aquellas que rigen el comportamiento del amplificador cuando se le aplica una señal a su entrada. Se quiere decir con esto, que esa curva o característica de transferencia puede decirnos que se obtendrá en la salida del amplificador para una entrada de cierto tipo. El amplificador A posee la característica siguiente:

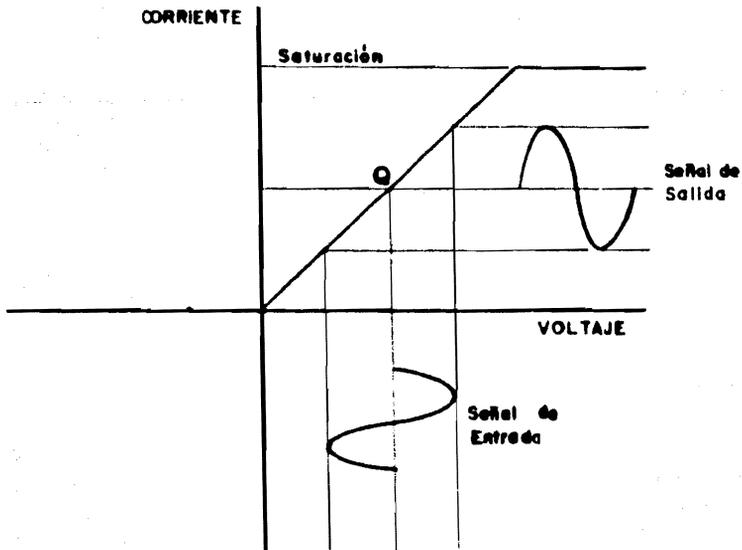


Fig. 1.92

El punto Q que se muestra sobre la línea, indica que se hace funcionar al circuito en esa zona, con lo que al aplicar el voltaje indicado, se obtiene la corriente señalada. Puede notarse que la salida es una réplica de la original. Este tipo de amplificador se emplea básicamente para construir los amplificadores de voltaje o preamplificadores, en los cuales las potencias que se deben controlar son pequeñas. La razón por la cual se hace ésto, es que es un circuito de muy baja eficiencia eléctrica, es decir, requiere de una cantidad grande de energía para realizar su cometido. En términos generales, la eficiencia se encuentra dentro del rango del 15 al 25%.

Algunos amplificadores de potencia se diseñan con éste tipo de circuito, debido fundamentalmente a la poca distorsión que introducen a la señal que manejan.

B).- Amplificador clase B.

A continuación se muestra la forma en que se realizaría un amplificador útil y que es comúnmente empleado en equipos de audio:

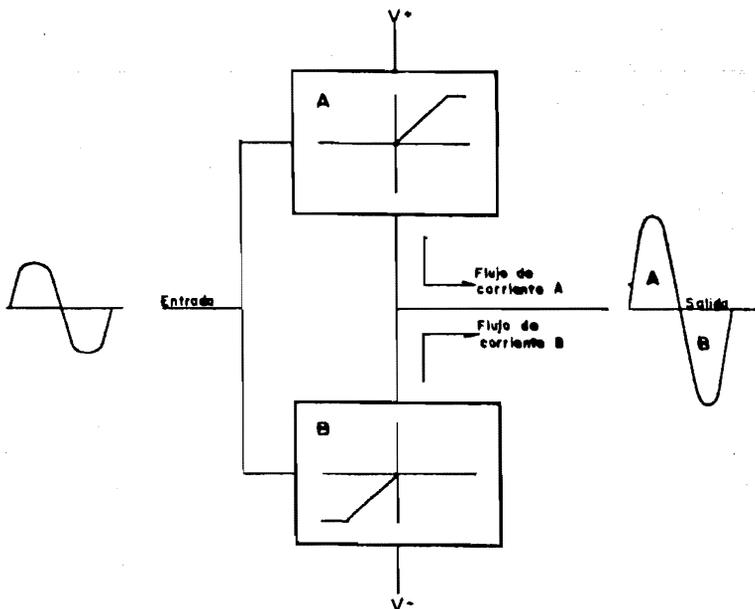


Fig. 1.93

Este circuito emplea dos amplificadores, los cuales procesan sólo la mitad de la señal. Ello motiva que se pueda utilizar más eficientemente cada amplificador.

No es, sin embargo, un circuito de muy alta calidad, porque la señal que procesa se distorsiona a la salida, ya que la característica de transferencia de los amplificadores no es una línea recta, sino que se vería como sigue:

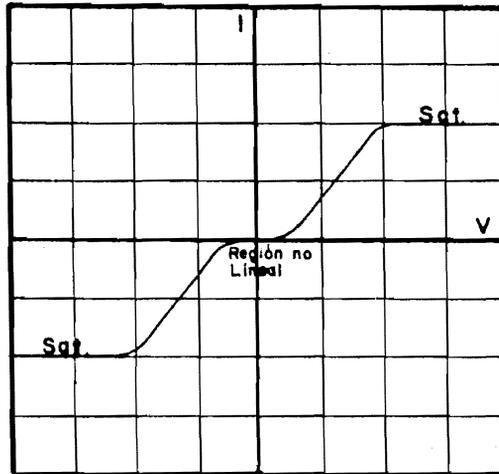


Fig. 1.94

Como consecuencia de la falta de linealidad, la señal de salida presenta, si se hace pasar por un amplificador de este tipo, la forma siguiente:

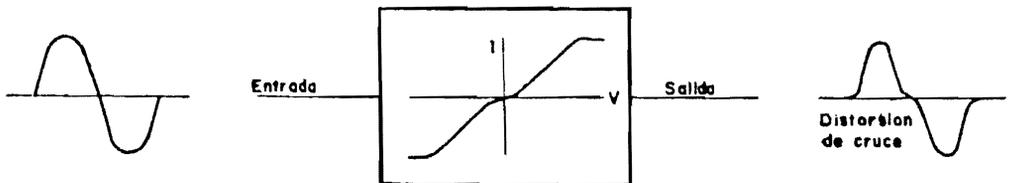


Fig. 1.95

La ventaja que posee éste amplificador es que requiere una cantidad menor de energía para poder funcionar, con lo cual su eficiencia eléctrica aumenta hasta casi el 50%.

C).- Amplificador clase AB.

Es un amplificador casi igual a el clase B, sin embargo, para evitar la distorsión de cruce ocasionada por la falta de linealidad de la curva de transferencia, se hace que cada uno de los amplificadores involucrados se haga operar ligeramente en la zona que ocuparía un amplificador clase A, pero sin llegar a ella.

Su diagrama es el siguiente y las formas de onda que resultarían también se muestran.

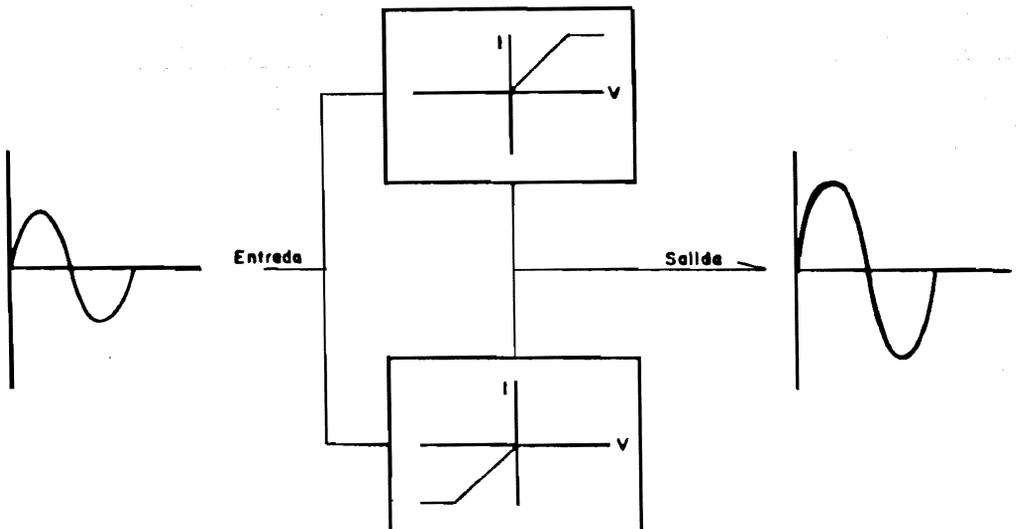


Fig. 1.96

La eficiencia eléctrica de ésta clase de amplificadores es menor a la del clase B, pero la distorsión se evita. Probablemente sea éste tipo de amplificador uno de los más empleados en amplificación lineal, es decir, sin distorsión.

De todos los tipos de amplificadores mencionados anteriormente, no se han hecho sino variaciones y mejoras mínimas - considerando que, en primer lugar se fabricaron con válvulas -- electrónicas y posteriormente con transistores. Los avances tecnológicos han permitido que se mejoren las características de todos los elementos que integran un amplificador. Con el advenimiento de los circuitos integrados, que no son sino un circuito reducido a sus dimensiones mínimas y empaquetado en sustancias aislantes, se ha llegado a aumentar la eficiencia de los sistemas de amplificación, en cuanto a tamaño y funcionalidad se refiere. Además, y es muy importante, se han desarrollado amplificadores con características totalmente diferentes a las de los ya mencionados. Específicamente, nos referimos al amplificador que ocupa la descripción siguiente:

D).- Amplificador clase D.

También denominado amplificador de "switching" o "muestreo". Funciona bajo el principio de tomar muestras de la señal que debe amplificar y, las codifican en forma digital. Debe hacerse mención de que existen diferentes maneras de realizar tal proceso de codificación. Sin embargo, dentro de los amplifica-

dores de audio se emplea solamente la llamada modulación por -
duración de pulso (MDP). El proceso de muestreo se puede enten-
der si se observan las figuras siguientes:

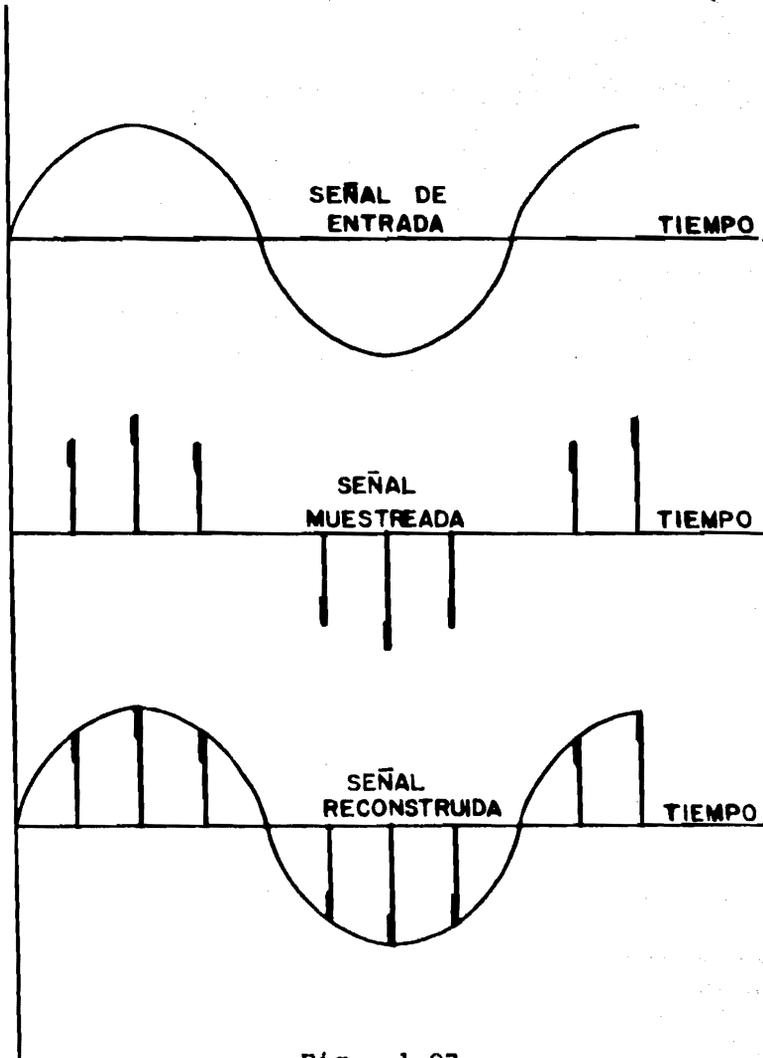


Fig. 1.97

El proceso de modulación por duración de pulso se puede captar con el análisis de la figura siguiente:

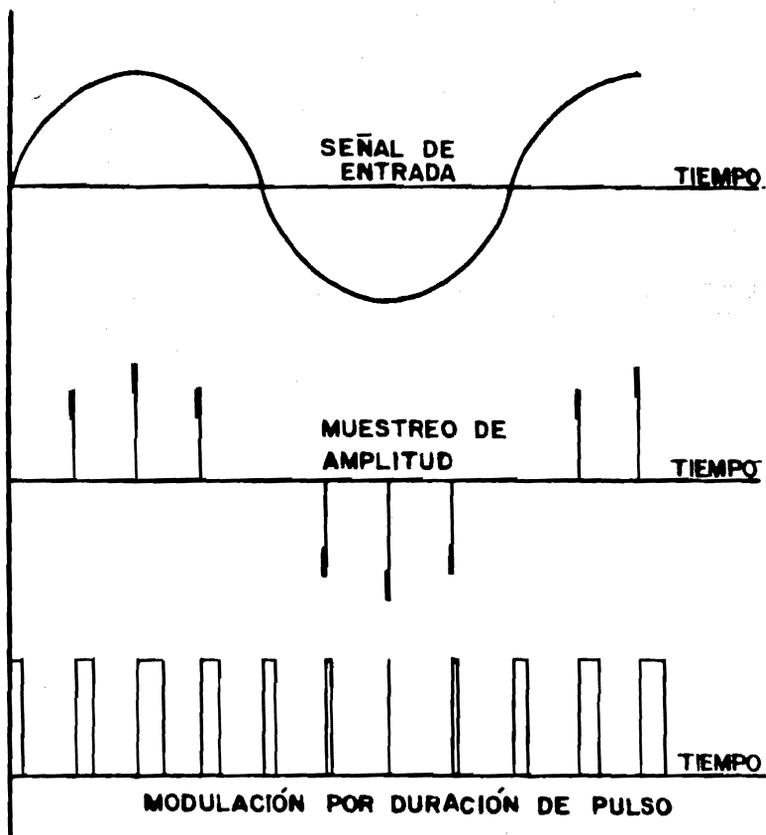


Fig. 1.98

De la observación cuidadosa, puede distinguirse que para cada nivel de la señal senoidal corresponde un pulso de dis--tinta duración, pero del mismo nivel o amplitud.

Debido a que las no linealidades de los transistores--no afectan en éste caso, a la forma de la señal (siempre son pulsos), se dice que el amplificador clase D está libre de distor--sión. No debe tomarse ello como una verdad, porque debe recordarse que dentro del proceso que sigue el amplificador hasta llegar a los altavoces, falta considerar el paso de decodificación o --demodulación que debe realizarse para convertir nuevamente la señal digital en la que se desea (analógica). Las causas de distorsión que afectan a los otros tipos de amplificadores no se en---cuentran presentes en éste amplificador, pero sí se tienen otras posibilidades que las causen, tales como una pobre velocidad de operación en los circuitos o bien que no tengan la duración debida que haga que los pulsos estén distorsionados. Otra desventaja de los amplificadores de esta clase es que requieren de un número mayor de circuitos y sistemas que deben controlarse con gran precisión para evitar la distorsión en la señal. Su ventaja es -que el consumo de energía es pequeño, con lo cual su eficiencia-eléctrica aumenta considerablemente, alcanzando valores del 85%-al 90%.

E).- Amplificador clase G.

Es un amplificador que involucra las características básicas de un AB, pero que posee circuitería adicional para poder manejar los picos de potencia que sean muy grandes con respecto al resto de la señal.

Fue elaborado por la compañía Hitachi bajo las siguientes consideraciones: Un amplificador AB diseñado para manejar potencias del orden de los 200 watts, sólo envía 8 watts cuando -- procesa una señal cualquiera. Significa que los 200 watts que es capaz de enviar a los altavoces ocurren sólo durante pequeños períodos de tiempo, en los cuales se tienen picos de voltaje de la señal. Todo ello significa que su eficiencia de operación es del orden del 15%.

Trataremos de explicar la operación de éste tipo de amplificador mediante el empleo de el siguiente diagrama:

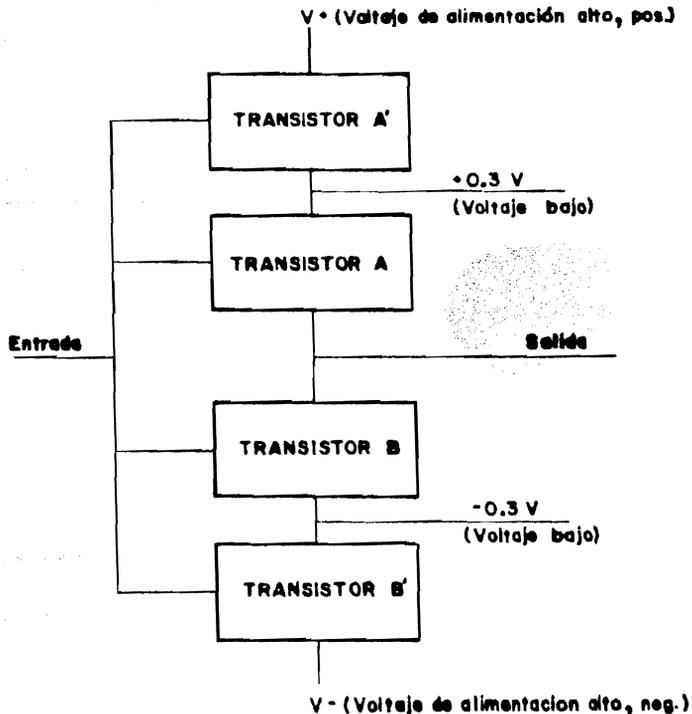


Fig. 1.99

Cuando entra una señal de bajo nivel, solo operan los transistores A y B, que pueden manejar potencias que sean pequeñas. Debe hacerse la aclaración del porqué decimos transistores y no válvulas o circuitos integrados: Las válvulas han desaparecido prácticamente de todos éstos circuitos, ya que requieren-- de grandes cantidades de energía para poder operar, y siendo el objetivo llegar a la máxima eficiencia eléctrica con el mínimo-tamaño, caen fuera de uso práctico. Los circuitos integrados -- son muy útiles en todas las aplicaciones de bajo consumo de potencia y con distorsión mínima, pero al hablar de amplificado-- res de potencia, nos estamos refiriendo a potencias de 25 o más watts. En la actualidad se han desarrollado amplificadores inte-- grados de potencia, pero el tamaño es aún tan grande como el -- que ocupa uno fabricado con elementos discretos.

Una vez hecha la aclaración correspondiente, podemos-- seguir con la explicación de la figura. Así entonces, cuando en la entrada aparecen picos grandes de la señal, los transistores externos A' y B' empiezan a funcionar. Ellos son capaces de manejar potencias grandes porque se encuentran alimentados por -- fuentes mucho más grandes en magnitud que las fuentes que ali-- mentan a los transistores A y B. Durante los períodos en que só-- lo existen señales pequeñas, los transistores A' y B' se encuen-- tran desconectados y por ello no consumen energía.

Por las razones anteriores se dice que el consumo de potencia es menor que en un amplificador AB común y su eficiencia mayor. Esto se traduce en necesidades menores de enfriamiento y diseño menos crítico de la fuente de alimentación.

E).- Amplificador clase H.

El principio básico de operación es similar al del amplificador clase G, sin embargo, aquí lo que se tiene es: uso de dos fuentes de voltaje de diferentes voltajes, una de valor pequeño y otra de voltaje mayor. Usualmente la relación del voltaje entre una y otra fuente es de 2/3. Para entender el funcionamiento de éste amplificador, tenemos a continuación su diagrama esquemático:

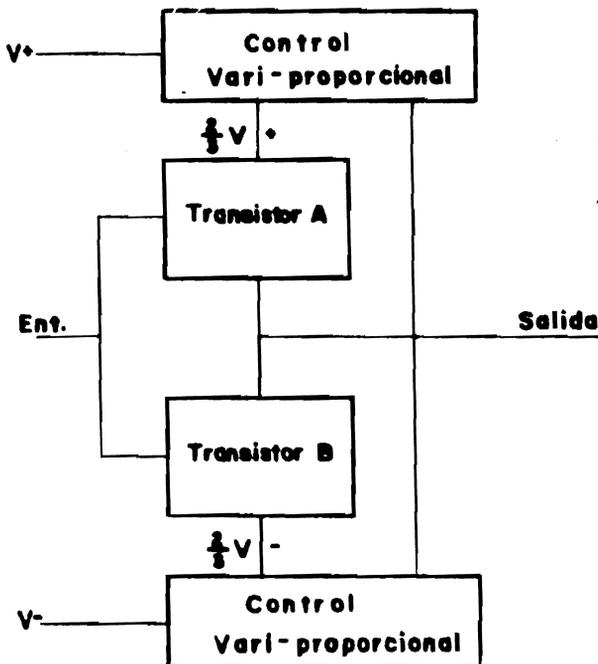


Fig. 1.100

Observemos que existe un control "Vari-proporcional", - el cual se encarga de aplicar o no una cantidad mayor de voltaje a los transistores de salida, dependiendo de el nivel de la señal de entrada.

El efecto que tiene el aplicar mayor voltaje cuando -- aparecen picos en la entrada, es que se puede manejar mayor potencia y sólo en esos tiempos. Ello incrementa también la eficiencia y disminuye la distorsión por saturación.

F) Amplificador clase A+.

Este es un circuito con características híbridas de un amplificador clase A con otro clase AB, tal como se muestra en - el diagrama siguiente:

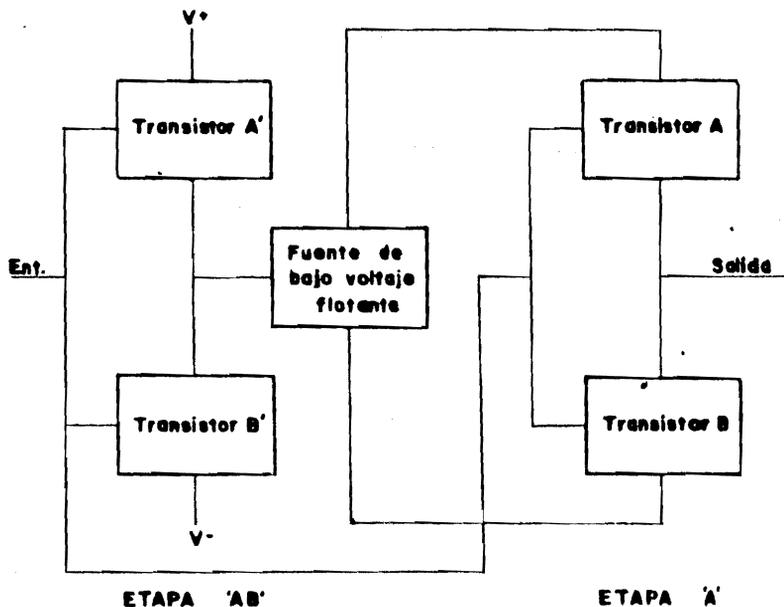


Fig. 1.101

En este caso, los transistores de salida A y B son alimentados por una fuente de bajo voltaje (5 V) "flotante". El término "flotante" se le da debido a que una etapa de amplificación AB controla a la misma, de manera que ese valor de voltaje se incrementa con las necesidades que el propio programa musical de entrada vaya creando. Se le aplica la denominación de amplificador A al circuito formado por los transistores de salida A y B, no porque sea un amplificador de ese tipo, sino porque siempre se encuentran conduciendo. La eficiencia de éste circuito es menor que la de un amplificador AB, pero es mucho mayor que la de uno del tipo A. La ventaja que posee éste amplificador es que -- existe poca distorsión en la señal.

Puede observarse que los tres últimos amplificadores--enlistados, contienen sistemas ingeniosos y que aún que marcan--una nueva etapa en lo concerniente a amplificación de sonido, no serán lo último que veamos. El empleo de circuitos digitales es una de las tendencias con mayor aceptación por parte de los diseñadores, y no será de extrañar que en poco tiempo podamos adquirir un microcomputador con capacidad de realizar cálculos y a la vez de realizar la función de amplificar una señal de audio.

B.4.4. Reductores de ruido.

Dentro de los dispositivos procesadores de alguna señal de audio, se encuentran los sistemas reductores de ruido. Debe hacerse una división: sistemas que eliminan o reducen el ruido que aparece en una cinta magnética por efecto del roce con la cabeza, y el ruido aleatorio que se encuentra presente en los discos y que se conoce como "scratch". Bajo esta división existen sistemas electrónicos que tratan de atenuar a su mínima expresión la cantidad de ruido indeseable.

Están a continuación los sistemas que se emplean en la grabación y reproducción de cintas magnéticas.

A) Sistema Dolby.

Cuando Philips introdujo el cassette, o cinta magnética dentro de un cartucho plástico de 1/8 de pulgada de espesor, no pensaban sino en la utilización del mismo como receptáculo de información de conversaciones y conferencias. Debido a esto, la calidad del sonido y la velocidad de operación de la cinta no tenían la mayor importancia.

Sin embargo, se empezaron a fabricar magnetófonos especiales para funcionar a base de cassetes, trayendo consigo, la necesidad de mejorar las características de grabación, de forma tal que dichos equipos pudiesen considerarse como de alta fidelidad.

Uno de los problemas más urgentes a resolver con esos sistemas era el de eliminar un ruido parecido a un siseo "ssssss sssssss". Tal era particularmente audible con bajos niveles de señal.

Se determinó que el ruido se debía al movimiento de la cinta frente a la cabeza de grabación; asimismo, pudo medirse -- que el ruido es especialmente notorio en la parte superior del -- espectro de frecuencias audible. Las grabadoras de carrete abierto permitieron observar que mientras mayor fuese la velocidad de la cinta, el ruido tendía a ser menor.

Una solución sería la de incrementar la velocidad de -- operación de las máquinas grabadoras de cassetes, pero ello no -- era factible, dado que haría fácilmente incompatibles la gran -- cantidad de sistemas existentes, (hablamos del año 1968). Debido en que esas fechas se había tomado como norma fabricar equipos -- con velocidades de operación de 1 7/8 pulgadas por segundo, se -- decidió realizar una investigación que condujera a la reducción -- del ruido por medios diferentes.

Fué Ray Dolby, un inglés, quien ideó un sistema elec -- trónico que procesaba la señal y atenuaba en forma notable, el ruido ya mencionado.

El sistema fué patentado y llevado a la práctica por -- numerosos fabricantes de magnetófonos. En éstos días no existe --

ya alguna máquina grabadora que no cuente con éste u otro sistema reductor de ruido.

Algunos habrán experimentado que el simple giro del control de agudos del amplificador quita prácticamente, el ruido. Esto es cierto, pero también lo es que gran parte de la señal también se ve afectada por esa acción.

Adicionalmente, debe pensarse en que la grabación de una cinta magnética con frecuencias altas es difícil, por lo cual se debe descartar el movimiento anterior como solución ideal.

El sistema Dolby no es un simple filtro de ruido, sino que involucra un proceso de mayor complejidad. Antes de seguir adelante, debe tenerse en mente que el sistema Dolby actúa en la etapa de grabación y en la de reproducción. Cuando la señal musical se desea grabar con el sistema, pasa a amplificarse en lo que respecta a sus frecuencias medias y altas, antes de llegar a la cabeza grabadora.

La cantidad de amplificación que se aplica depende también del nivel de esas señales, es decir, que las partes de volumen o intensidad mayor, casi no son amplificadas. Lo anterior obedece a que con señales intensas, el ruido no se aprecia (efecto de enmascaramiento). Llegando a éste punto la señal, se introduce a la cabeza y de ahí a la cinta. En la reproducción, se realiza el proceso inverso y encontramos que como el ruido es pe--

queño en comparación con la señal ya en la cinta grabada, entonces al regresar los pasajes previamente amplificados a su nivel normal, resulta que el ruido también se atenúa considerablemente.

La cantidad de ruido atenuada con el sistema Dolby es del orden de 15 dB en comparación con una grabación sin ese sistema. Inicialmente, el Dolby consistía en una unidad separada del magnetófono, lo cual no ocurre ahora, con la ventaja de que internamente ya se encuentra el circuito y basta el toque de un interruptor para accionarlo. En los sistemas de cassetes para el uso popular, sólo se incluye el sistema Dolby tipo "B", mientras que en los estudios profesionales de grabación se emplea el Dolby "A". El sistema "A" difiere del "B" en que el "A" comprende y se aplica en el rango completo de frecuencias porque los pasajes de bajo volumen se hallan en todo el espectro audible, mientras que el "B" sólo opera en el rango de altas frecuencias.

El sistema Dolby funciona, teóricamente a la perfección, siempre y cuando se empleen las cintas especificadas por los fabricantes de los equipos. En grabadoras más completas, existe un par de controles que permiten recalibrar el sistema Dolby de forma que su funcionamiento sea satisfactorio con cualquier tipo de cinta empleado.

b) Sistema ANRS. (Automatic Noise Reduction System).

Este circuito fue diseñado por la compañía JVC, y es muy similar al Dolby, en cuanto a operación y resultados. Por ello, no haremos énfasis en él. Solamente diremos que las grabaciones efectuadas con Dolby pueden ser reproducidas con ANRS- y se obtienen resultados cien por ciento iguales. Se dice por eso, que son sistemas compatibles.

c) Sistema dbx.

La operación de éste sistema es diferente al Dolby, - debido a que lo que realiza es la compresión de la señal a grabar con una relación de 2:1 y la aplica a la cabeza grabadora.- Entonces, la cinta adquiere la información de esa manera y al reproducirse, deberá expandirse la señal previamente comprimida, al expandir nuevamente la señal, el ruido se ve afectado y atenuado. Se logran reducciones de ruido del orden de 30 dB, pero la única desventaja que presenta el sistema, es que se reproducen señales grabadas con él, pero en máquinas sin el sistema --

expansor, entonces se obtendrá sonido ininteligible. Dentro de sus conveniencias, cabe señalar que los ajustes del circuito no son críticos y que adicionalmente, se puede poseer un juego de controles que son fáciles de usar para ajustar a nuestra conveniencia la reducción que consideramos óptima.

Muy pocas unidades poseen el sistema dbx en forma integrada, pero es evidente que sus ventajas son sorprendentes.

Al inicio de éste tema dijimos que existían otros tipos de reductores de ruido, tales como los eliminadores de "scratch". El circuito electrónico que realiza la función de suprimir o atenuar al menos los indeseados clicks y pops presentes en un disco, ya sea por el uso de él o por fabricación, no es sencillo de realizar. Haremos tan sólo una breve descripción del funcionamiento de él sin emplear razonamientos técnicos que puedan alargar lo que pretende ser un trabajo práctico.

El sistema consiste en un amplificador de ganancia programable y que permite que una señal de entrada se amplifique lo suficiente como para realizar su procesamiento. Antes de seguir adelante, debemos hacer un análisis somero de lo que se considera un click o pop. Es por todos conocido que un disco es muy delicado, y que la aparición de melladuras y deformaciones en el surco es imposible de evitar. No se puede decir que los clicks y pops sean o posean características muy definidas porque son de naturaleza aleatoria y de magnitudes muy diversas. Sin embar-

go, existen algunas particularidades que los pueden hacer distinguir dentro de un pasaje musical; una de ellas es lo que se conoce como tiempo de ataque o elevación muy pequeño en comparación con los tiempos de las señales más altas en frecuencia o de cambios de nivel más marcados que pueden existir en un programa de música.

Otra característica es que la duración total es muy pequeña y que sus amplitudes máximas instantáneas son varias veces superiores al resto de la grabación en la que aparecen.

A partir de esas observaciones, podemos inferir que si de alguna manera detectamos esas anomalías dentro de un pasaje, estaremos en condiciones de manipularlas y eliminarlas.

Decíamos entonces, que al entrar la señal al procesa--dor, se retarda la señal el tiempo suficiente como para poder --llevar a cabo la comparación y corrección de lo que saldrá. Una vez retardada la señal, se pasa a un comparador que detecta los niveles de la señal con otro que nosotros ajustamos. Cada vez --que se llega a sobrepasar el nivel, el amplificador programable reduce su ganancia y atenúa así la señal indeseada. No es la ---única manera de activar al amplificador programable, ya que tam--bién existe otro circuito comparador de tiempos, el cual se activa en el momento en que detecta un alto contenido de frecuencias altas (superiores a las audibles) y con corta duración. Es así--

como se llega a la salida de el sistema y de ahí no queda sino conectarlo al amplificador de señal. Puede verse que el diseño de estos equipos se realiza en función del conocimiento profundo de las características básicas de las señales y el comportamiento de ellas en los circuitos electrónicos.

B.4.5. Otros.

El procesamiento de una señal se puede considerar, en forma muy superficial, como la introducción deliberada de distorsión en el sonido proveniente de cualquier fuente que se emplee, ya sean discos, cintas o receptores de FM/AM.

En sí, los procesadores permiten manipular la señal antes de que ésta alcance los altavoces, es decir, dan la posibilidad de obtener un sonido a gusto de cada persona.

La mayoría de los procesadores son empleados durante la grabación, pero, debido a que sirven para mejorar la calidad del sonido reproducido, se indicarán algunas de las características más importantes de algunos de ellos. Entre los procesadores a tratar están: Los compresores y limitadores, los expansores, los retardadores, los mezcladores y los atenuadores.

Debido a que el rango dinámico de la música es de el orden de los 120 dB, mientras que el rango dinámico de una cinta magnética es solamente de el orden de los 60 dB(excluyéndose el caso en que se usan sistemas de reducción de ruido) y el rango dinámico de los discos es de alrededor de 70 dB, se vió la necesidad de reducir el rango dinámico a un nivel apropiado. La reducción se logra mediante el uso de un dispositivo llamado compresor.

Un compresor es un sistema que reduce la ganancia de -

un amplificador cuando la señal que se aplica a la entrada de el amplificador sobresa un nivel determinado e incrementa la ganancia cuando la señal es pequeña. El nivel a partir del cual la -- compresión empieza a ser efectiva es llamado umbral de compre--- sión. El número de decibeles que debe aumentar la señal de entra da para causar un incremento de un decibel en la señal de salida de un compresor se conoce como relación de compresión. Por ejem plo, para una relación de compresión de 4:1, un incremento de -- 8 dB en la entrada produce un incremento de 2 dB en la salida.

Los elementos de un compresor son mostrados a continua ción:

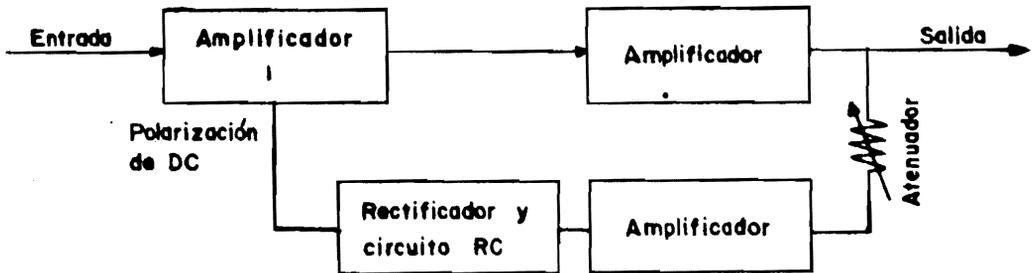


Fig. 1.102

La señal de entrada es amplificada y rectificada. La se ñal rectificada se aplica a una red formada por una resistencia y un capacitor. El voltaje a traves del capacitor (voltaje de -- directa) es usado para variar la polarización y como consecuen-- cia la ganancia de el amplificador 1.

Si la relación de compresión es bastante grande, el compresor se convierte en un limitador. El limitador es usado para prevenir picos de la señal que exceden el umbral de limitación y así prevenir la sobrecarga de los amplificadores, cintas o discos. El caso extremo de un limitador es un recortador, el cual se encarga de cortar los picos de cualquier forma de onda que exceden el nivel de corte. La mayoría de los limitadores -- tienen relaciones de 10:1 a 20:1, aunque existen algunos con relaciones de hasta 100:1.

Las curvas características de los compresores y limitadores se ven a continuación:

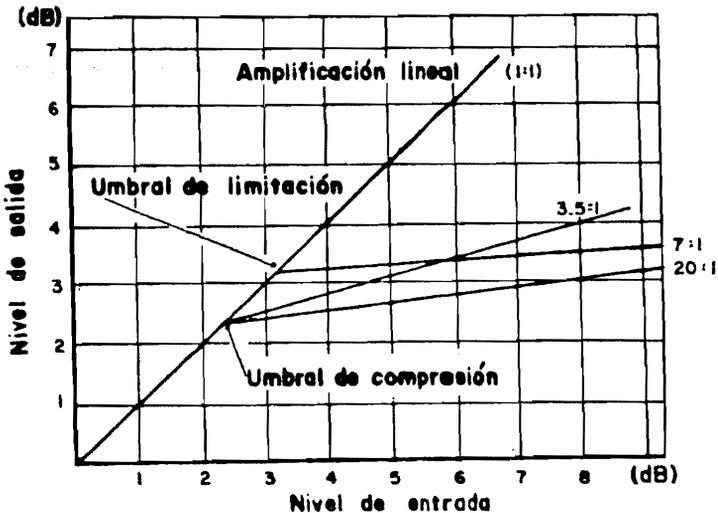


Fig. 1.103

La expansión es el proceso mediante el cual se reduce la ganancia de un amplificador cuando el nivel de la señal de entrada decrece y/o se incrementa dicha ganancia cuando el nivel de la señal crece.

Los expansores incrementan el rango dinámico de un programa mediante el simple método de hacer que señales fuertes --- sean más fuertes y señales suaves sean más suaves. Se pueden --- usar como dispositivos para la reducción de ruido, si se ajustan de tal forma que el ruido que se quiere eliminar se logra situar a un nivel más abajo de el nivel de expansión y la señal se logra colocar arriba de el nivel de expansión. (ver. fig. 1.104).

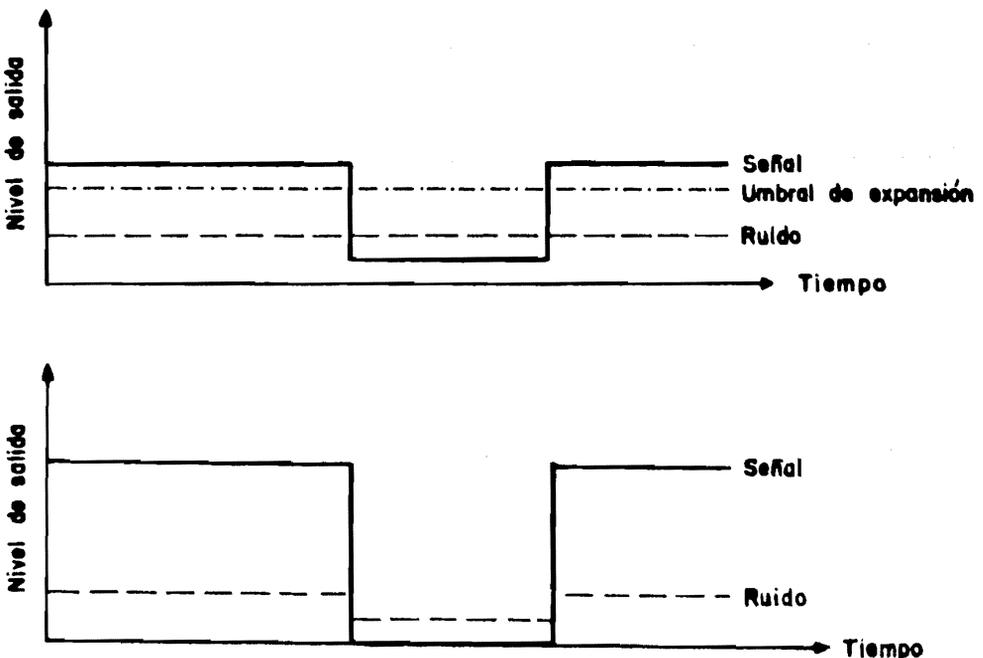


Fig. 1.104

Para lograr producir en el oyente la sensación de que se encuentra en la sala donde se está ejecutando la música, por ejemplo, en una sala de conciertos o en una catedral, se introdujeron en el mercado los retardadores (conocidos también como reverberadores).

El retardador es un medio empleado para almacenar una señal musical durante algún período de tiempo. Al final de dicho período de tiempo, el retardador debe permitir que la señal almacenada en él sea extraída sin que ninguna característica de ella se vea alterada. Este dispositivo simula el tiempo que tarda un sonido en ir de un punto a otro viajando a través de el aire. Si por medio de este dispositivo se retarda la música durante algunos milisegundos y se alimenta después a unos altavoces, ya sean posteriores o laterales, se logra dar la impresión sonora de una sala de gran tamaño.

Hay tres tipos de retardadores: el registro de corrimiento analógico, el registro de corrimiento y el de memoria de acceso aleatorio (RAM). En los tres tipos, la señal musical es primero muestreada, es decir, se escogen, a intervalos regulares de tiempo, algunos valores instantáneos de la señal. Estas muestras son almacenadas en una memoria y más tarde la señal de audio será reconstruida a partir de las muestras.

En la figura 1.105 se muestran, por medio de diagramas de bloques, los elementos que constituyen un retardador.

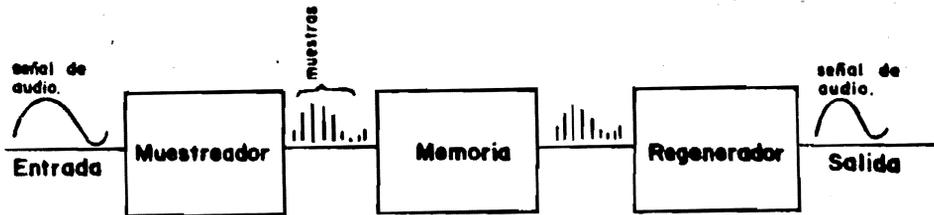


Fig. 1.105

La memoria está constituida por celdas, en cada una de las cuales se va a almacenar un valor instantaneo de la señal o muestra. El tiempo de retardo que se logre con estos dispositivos depende de dos factores: El número de celdas disponibles para almacenamiento y 2ω . La velocidad con que un reloj electrónico nos mueve la muestra y por tanto la señal de una celda a otra.

Se debe tener en cuenta que la respuesta en frecuencia y la relación señal a ruido puede ser deteriorada con el incremento en el tiempo de retardo.

El atenuador es un elemento que se emplea bastante en grabación y reproducción. El atenuador es una red o circuito que permite disminuir y/o absorber en parte una señal, por ejemplo, si la señal captada por una antena es demasiado fuerte para la--

recepción a la que está destinada, se inserta en la trayectoria de la señal, desde la antena a el sintonizador, un atenuador que la reduzca. Se puede utilizar para reducir la señal proveniente de un fonocaptor piezoeléctrico, en el caso de que el amplificador a utilizarse no pueda manejar este voltaje. Un atenuador, al realizar su operación, no debe introducir distorsión ni retraso apreciable, de tal forma que la señal que se maneje no se altere.

En el proceso de grabación se utiliza el mezclador, el cual es un circuito o red resistiva que permite obtener una señal compuesta a partir de la mezcla de algunas señales provenientes de fuentes diferentes. Las señales pueden provenir de fuentes tales como cintas de uno o varios canales, discos, programas en vivo o directamente del escenario o cualquier combinación de estas fuentes.

La red mezcladora se debe diseñar de tal forma que cuando se cambie el nivel de cualquiera de las fuentes, ninguna de las otras se vean alteradas en su nivel o frecuencia. Actualmente, los mezcladores poseen un preamplificador, además de la red mezcladora, como se ve en la figura 1.106. Lo que se busca con la introducción del preamplificador es incrementar la relación señal a ruido de el sistema.

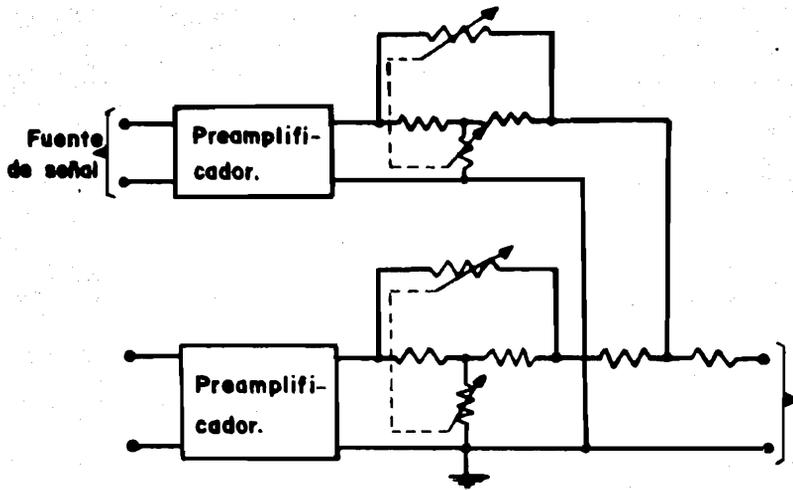


Fig. 1.106

B.5 TRANSDUCTORES DE SALIDA

Los transductores de salida tienen como función el -- transformar la señal eléctrica que reciben del amplificador en vibraciones sonoras que percibe nuestro oído, es decir, son --- transductores electro-acústicos.

Dos elementos constituyen los transductores electro-- acústicos en todo equipo de sonido: los altavoces y los audifonos.

Su principio de funcionamiento es el mismo, pero difieren en sus características de diseño debido a la potencia so nora que cada cual es capaz de emitir.

Existen diversos tipos de transductores electro-acústicos, que difieren en cuanto a su principio de funcionamiento, entre ellos los más importantes son:

- 1).- Dinámicos.
- 2).- Electrodinámicos.
- 3).- Piezoeléctricos.
- 4).- Electroestáticos.

El uso de uno u otro dependerá de qué se utilice; ya-- sea altavoz o audifono, todo esto se verá con mayor precisión-- en el estudio de los altavoces y los audifonos que se presenta a continuación.

B.5.1 Altavoces . Deflectores.

Altavoces.

El altavoz como transductor electro-acústico puede -- llevar a cabo su función de muy diferentes maneras, de acuerdo al tipo usado.

Altavoz dinámico

Debido a su sencillez en la construcción, diseño y co nexión, la bocina o altavoz dinámico es el tipo más usado desde el radio AM más modesto hasta el equipo de sonido de la mayor-- calidad.

Un altavoz dinámico está formado, básicamente, por -- los siguientes componentes:

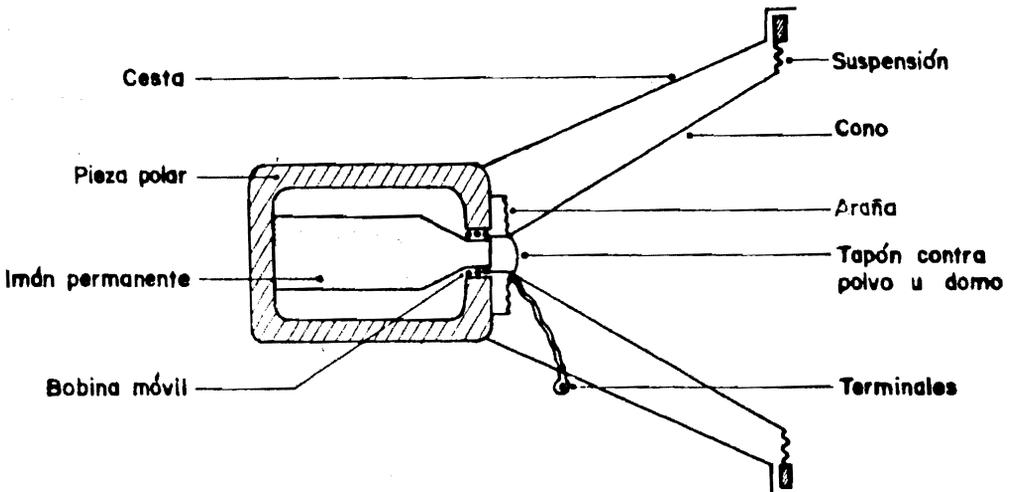


Fig. 1.107

De ellas, la bobina móvil, el imán permanente y el cono, constituyen las partes fundamentales de la bocina, pues en ellas se llevarán a cabo las sucesivas transformaciones de energía necesarias para su funcionamiento. Esto se visualiza en la siguiente figura:

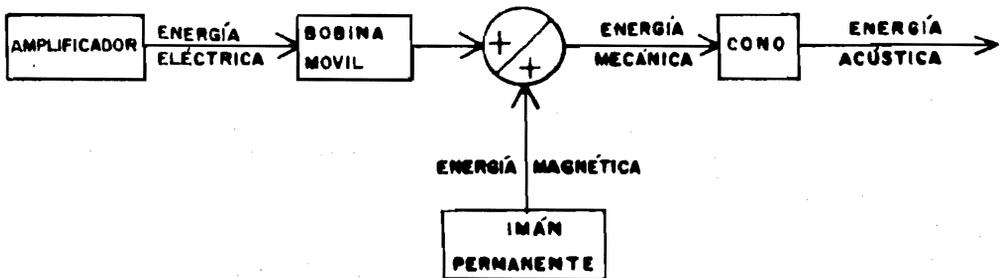


Fig. 1.108

La corriente eléctrica proveniente del amplificador-- alimenta directamente a la bobina móvil, la cual está situada -- dentro de un campo magnético creado por el imán. Estas dos con-- diciones causan que la bobina experimente una fuerza perpendicu-- lar tanto a la corriente que fluye en ella como a la intensidad de campo magnético y proporcional a ellos.

Como la intensidad de campo magnético es constante,-- pues es producida por el imán permanente, la fuerza que sufre -- la bobina será proporcional a la corriente que a su vez, lleva-- la información deseada.

Por tanto, la información que va en forma de señal -- eléctrica al llegar a la bobina móvil, es transformada en vibraciones mecánicas tanto en la bobina móvil como en el cono, pues éste está fijo a la bobina.

Pero a diferencia de la bobina, el cono (debido a su mayor superficie) arrastra consigo enormes volúmenes de aire. -- Este movimiento hacia adelante y hacia atrás produce las correspondientes compresiones y rarefacciones del aire que al llegar a nuestro oído se perciben como sensación de sonido.

Las otras partes de el altavoz tienen un papel secundario, pero algunas de ellas importantes:

La estructura de soporte nos sirve para sostener la totalidad de las demás partes.

La suspensión nos sirve como soporte de el borde del cono y debe ser de gran flexibilidad.

Una suspensión central llamada "araña" cuyo objeto es el de sostener a la bobina móvil sobre su eje longitudinal al moverse.

Finalmente, un par de terminales a las cuales se conectan los cables provenientes del amplificador.

Altavoz Electrodinámico.

Otro tipo de altavoz que fué usado durante mucho tiempo, pero que actualmente está en desuso, es el altavoz electrodinámico.

Sus componentes son exactamente los mismos que los de un altavoz tipo dinámico, con la única diferencia de que en lugar del imán permanente, contiene una bobina que crea el campo magnético mediante una fuente de voltaje. La razón de éste cambio es que a principios de siglo no existían imanes permanentes con la apropiada eficiencia para un altavoz, es decir, eran de gran tamaño y creaban poca intensidad de campo magnético.

En la siguiente figura se muestra un altavoz electro-magnético, donde se puede ver el circuito magnético formado por una estructura de hierro dulce y una bobina que envuelve la parte central de la estructura de hierro dulce. Al hacer pasar una corriente directa sobre la bobina se produce un campo magnético, el cual magnetiza la estructura de hierro creándose así un campo magnético cuya intensidad es constante, supliendo de esta -- forma al imán permanente.

Esta bobina es distinta a la bobina móvil, tanto en su función como en su diseño, pues al conectarse la primera a una fuente de voltaje fijo, producirá una intensidad de campo-- magnético constante, mientras que al conectarse la bobina móvil al amplificador la señal que conducirá es variable.

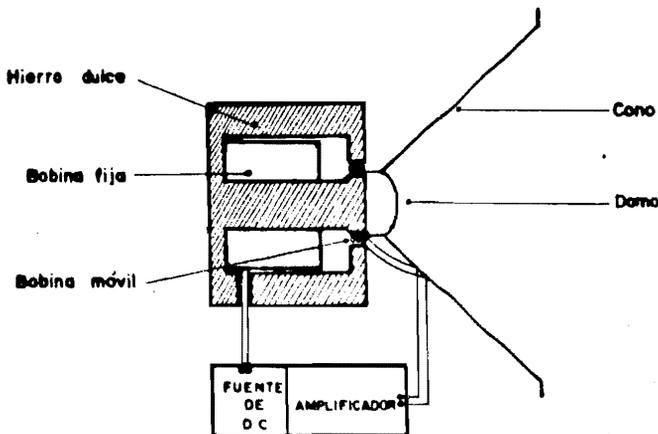


Fig. 1.109

Altavoz Electrostático.

El último tipo de transductor electro-acústico usado como altavoz es el electrostático, su uso comercial es reciente y abarca desde unidades comerciales de bajo costo hasta otras de alta fidelidad. Se utilizan comúnmente para reproducir sólo tonos agudos debido a sus limitaciones para un buen funcionamiento en bajas frecuencias.

Se había visto que para los altavoces dinámicos, la energía eléctrica es transformada en movimientos mecánicos del cono debido a las fuerzas de atracción y repulsión magnéticas. En el caso de el altavoz electrostático, la señal eléctrica es transformada en vibraciones mecánicas debido a las fuerzas de atracción y repulsión electrostáticas. Veamos esto con más detalle.

Para ello, consideramos primeramente, las partes básicas con las que puede operar una bocina electrostática. Sean entonces, 2 laminillas metálicas paralelas separadas entre si, -- una de ellas fija y la otra movable, a las cuales se conectan una fuente de voltaje constante y otra de voltaje variable la cual representa la señal eléctrica proveniente del amplificador, como se muestra en la siguiente figura:

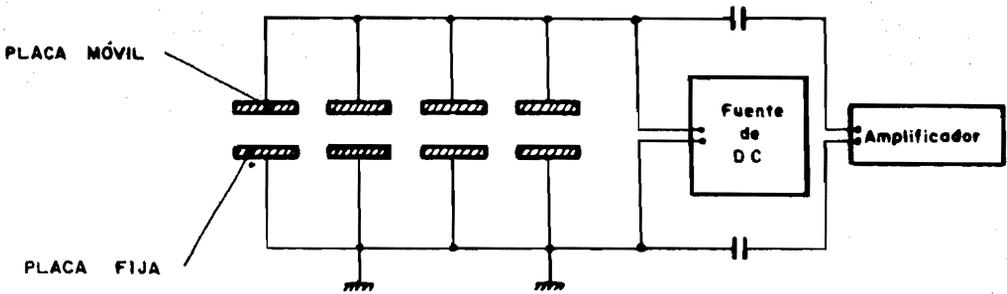


Fig. 1.110

Consideramos la siguiente gráfica como cierta, donde (V_p) representa el voltaje constante o de polarización, (V_a) el voltaje de la señal eléctrica proveniente del amplificador y (V_m) las vibraciones del aire debidas al movimiento alterno de la placa móvil.

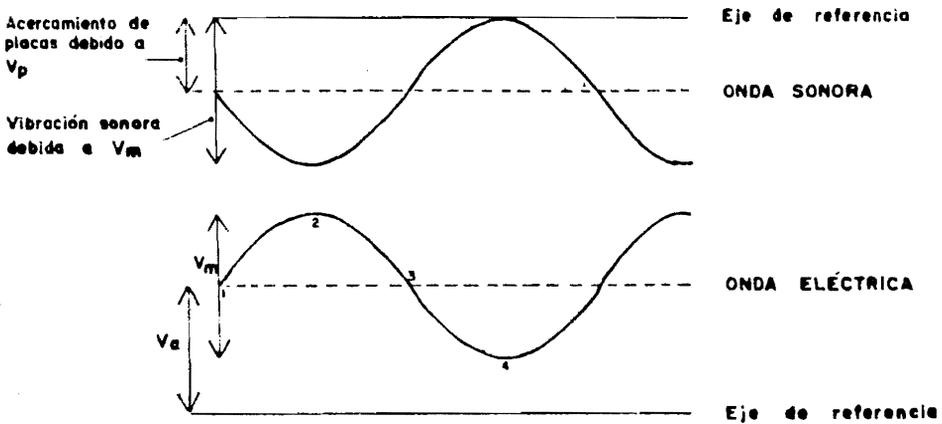


Fig. 1.111

En el punto (1) el voltaje de la señal proveniente del amplificador, que es un voltaje variable o alterno, tiene un valor nulo. A pesar de ello y debido al voltaje de polarización, la placa móvil se moverá hacia la placa fija una cierta distancia, debido a la diferencia de potencial entre ambas causado por el voltaje de polarización. Esta diferencia de potencial crea un campo magnético entre las placas atrayéndose éstas en forma proporcional a la carga y en consecuencia a la diferencia de potencial -- que las produce.

Cuando el voltaje de la señal empieza a aumentar, aumenta proporcionalmente la diferencia de potencial entre las placas y por consiguiente se acercan más entre sí hasta llegar al punto (2) donde se tiene el voltaje de la señal (V_a) máximo.

Al disminuir este voltaje, las placas se van separando hasta llegar al punto (3) que es la separación causada únicamente por el voltaje de polarización. Pero como el voltaje de la señal alterna sigue disminuyendo, también disminuye la diferencia de potencial entre las placas, provocando una mayor separación de ellas hasta llegar al punto (4) de potencial mínimo, que es el punto de máxima separación.

De nuevo el voltaje alterno aumenta, por lo que disminuye la distancia entre placas. Estos sucesivos movimientos de la placa móvil, producen las compresiones y rarefacciones del aire-- necesarias para percibir las como un sonido; verificándose enton-

ces, que las vibraciones sonoras son proporcionales a la señal eléctrica proveniente del amplificador.

Se puede notar que la única función del voltaje de polarización, es la de hacer que las vibraciones del aire sean de la misma frecuencia que la señal eléctrica alterna proveniente del amplificador. Si se prescindiera de esta fuente de voltaje - las frecuencias de las vibraciones sonoras serían el doble de - las proporcionadas por el voltaje de la señal alterna.

La fuerza electrostática entre placas, causa que el diafragma varia de acuerdo al inverso del cuadrado de la -- distancia entre ellas. Así los espacios entre placas deben ser pequeñas para que la señal no se distorsione en forma audible.

Es este pues, un serio inconveniente para el uso de -- este tipo de altavoces en bajas frecuencias, donde se necesitan largas excursiones de la placa móvil para proporcionar los gran des desplazamientos de aire que son necesarios.

Oros inconvenientes de estos altavoces son: la baja -- eficiencia debida a las pérdidas de energía propias del disposi tivo usado, y que a diferencia de el altavoz dinámico, el altavoz electrostático presenta una muy alta impedancia, teniendo -- entonces que acoplarla al usar una red de cruce. Por último, -- otra desventaja es la de tener que usar una fuente de voltaje -- constante que proporcione el voltaje de polarización.

El uso de transductores electro-acústicos con más de un altavoz trae consigo un considerable aumento en la posibilidad de mejorar la fidelidad del sonido en un equipo de sonido, que al usar un sólo altavoz.

Esto se debe a múltiples razones, entre las cuales -- las más importantes son:

1) El uso de dos o más altavoces que reproduzcan sólo un cierto rango de frecuencias audibles, elimina la incapacidad física de un altavoz de reproducir adecuadamente todo el espectro de frecuencias audibles.

2) La colocación apropiada de dos o más altavoces mejora o modifica al gusto personal, la dirección de radiación -- del sonido que se obtiene en forma fija con una sólo bocina. Es conveniente realizar esta modificación en la radiación de sonido en algunos casos, debido a que los sonidos de frecuencia alta son más direccionales que los sonidos graves, de tal forma -- que entre mayor sea la frecuencia de un sonido mayor será su -- direccionalidad. Causando ésto que a cierta distancia de el altavoz sea ya audible la diferencia en la intensidad de sonidos graves y agudos, como lo muestra la siguiente figura:

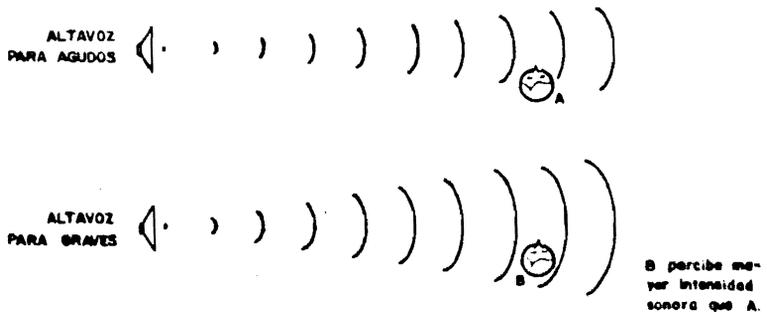


Fig. 1.112

3) Con dos o más altavoces se tiene un mejor control del sonido a lo largo de todo el espectro audible. Es decir, mediante la variación individual de los tonos que maneja cada alta voz, se pueden mejorar características del sonido como su presencia y su brillantez.

4) Un punto importante, es la gran diferencia que existe en cuanto a la eficiencia que proporciona una sola bocina y la de dos o más bocinas. Esto cobra importancia solamente, cuando se manejan potencias cercanas a la potencia límite de manejo de el altavoz. Si en ese momento ocurre un pico de la señal eléctrica debido a un sonido muy alto, el altavoz introducirá distorsión audible, pues se ha sobrepasado su potencia admisible.

5) En el uso de un solo altavoz, se produce una pequeña distorsión en el sonido radiado. Esto se debe, a que en forma simultánea el altavoz trata de reproducir todos los tonos que -- provienen de un programa musical en ese momento dado. Así por -- ejemplo, si tuvieramos en un momento dado solamente un tono grave y un tono agudo, el cono del altavoz trataría de vibrar rápidamente debido al tono agudo, pero se vería frenado en su movimiento por el tono grave que trataría a su vez, de hacer vibrar al cono en una forma lenta. El resultado es entonces, un sonido distorsionado; como intervienen dos o más frecuencias se le llama a este tipo de distorsión, distorsión por intermodulación.

Para el uso de dos o más altavoces, es decir, un arreglo de multialtavoces se requiere de un circuito eléctrico lla--

mado red de cruce para que desvíe bandas de frecuencias de la señal eléctrica proveniente del amplificador hacia cada altavoz, -- habiendo tantas desviaciones mejor conocidas como "vias" como se desee. Para cada banda de frecuencia se podrá utilizar una o más altavoces de acuerdo con la preferencia del oyente sobre tonos agudos, medios o graves.

El sistema más sencillo es el de 2 vías que contiene -- generalmente, dos altavoces, como se muestra a continuación.

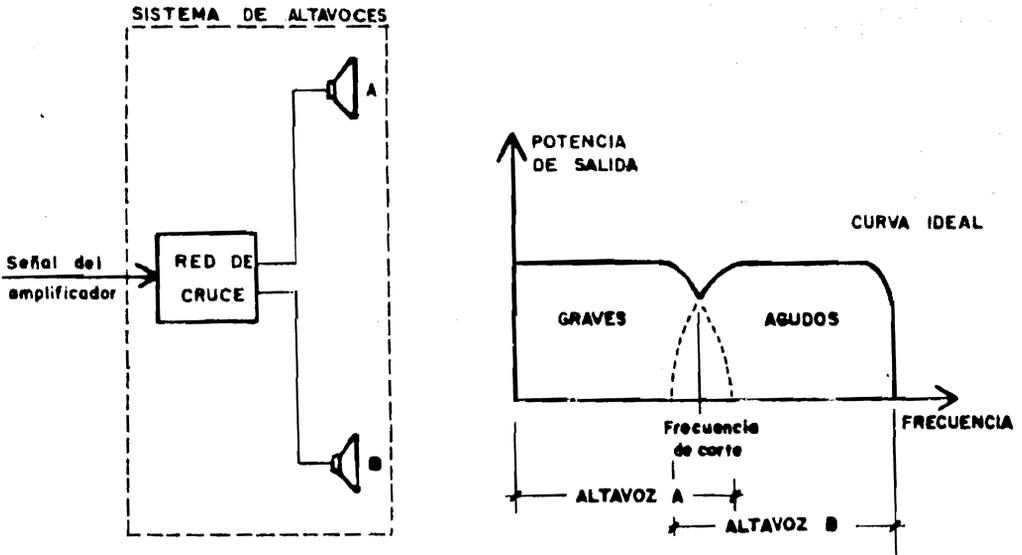


Fig. 1.113

Es muy importante que en el punto de cruce, la potencia de salida no decaiga más de 3dB, pues si esto ocurre, la intensidad del sonido será atenuada en forma audible. Esta carac-

terística, como en si la fidelidad del sonido, dependerá de la calidad de los componentes usados (red de cruce y altavoces).

El sistema más usado es quizá el de 3 vías, que frecuentemente utiliza dos altavoces para frecuencias medias o dos altavoces para frecuencias altas, cuyo objeto es incrementar la potencia en esas frecuencias, para cualquier ángulo de radiación.

En el siguiente dibujo se muestra un arreglo sencillo de este sistema, así como la gráfica potencia de salida vs. frecuencia.

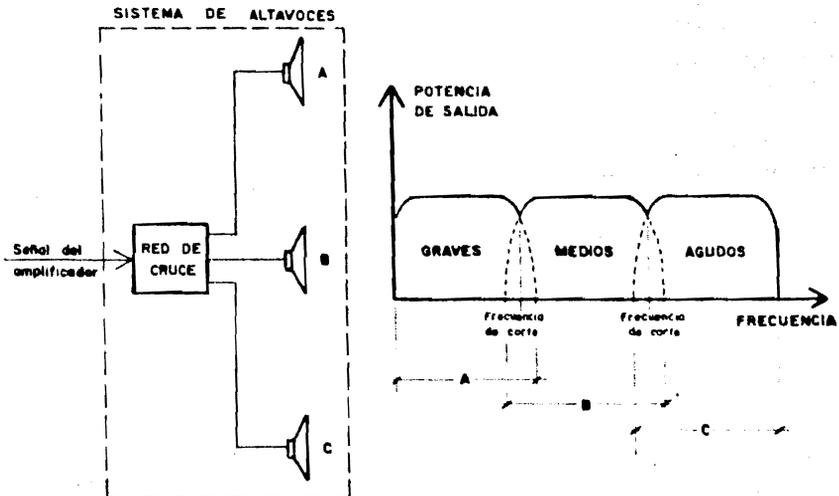
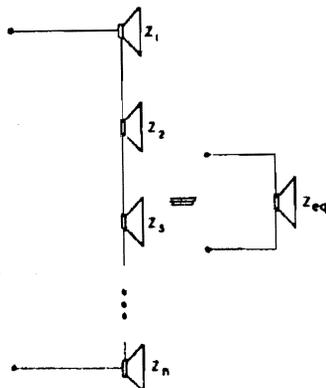


Fig. 1.114

Su ventaja con respecto al anterior es que al cubrir un menor rango de frecuencias, los altavoces pueden diseñarse en el tamaño adecuado a ello y mejorar así sus características y la salida del sonido reproducido. Además que con 3 vías se puede controlar y modificar en mayor forma los sonidos.

La impedancia nominal de los altavoces usados actualmente es de 4, 8 ó 16 ohms. La impedancia de un altavoz es la oposición que presenta el altavoz al flujo de corriente, y se llama nominal porque está referida a una cierta frecuencia, pues la impedancia que presenta una bocina varía con la frecuencia de la señal eléctrica que la excita. De estas tres impedancias nominales, la más usada es la de 8 ohms tanto como para bocinas, como la impedancia que debe acoplarse al amplificador.

Si se desea añadir altavoces a los ya existentes en el equipo de sonido y para la misma salida del amplificador, como por ejemplo para oír música en forma simultánea en varios cuartos, deberán tenerse en consideración las siguientes reglas del comportamiento de la impedancia de un altavoz.



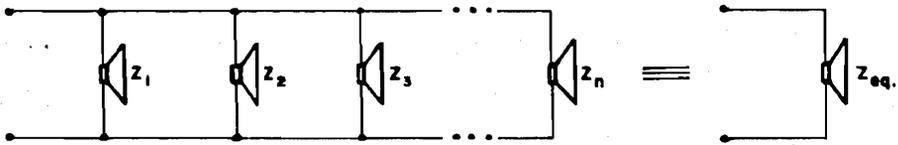
donde, Z : representa la impedancia nominal de un altavoz.

n : representa el número de altavoces que se quiera usar.

y
$$Z_{eq} = Z_1 + Z_2 + Z_3 = \dots + Z_n$$

ARREGLO SERIE

ARREGLO PARALELO



donde:
$$\frac{1}{Z_{eq}} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \dots + \frac{1}{Z_n}$$

si: $Z_1 = Z_2 = Z_n : \frac{1}{Z_{eq}} = \frac{Z_1}{n}$

Fig. 1.115

Pudiendo hacer las combinaciones de estos arreglos en la forma que más convenga en cada caso.

Deflectores.

Como ya se ha visto, la generación de sonido de un altavoz depende de las compresiones y rarefacciones de aire que el cono proyecta sobre el medio ambiente.

Al recibir una corriente eléctrica el altavoz, su cono se mueve hacia adelante, produciendo una compresión de aire delante de él. Simultáneamente, la superficie posterior del cono está creando una rarefacción equivalente en la dirección opuesta.

Sin embargo, el aire comprimido en la parte frontal-- del altavoz se mueve también alrededor de ella tratando de igualar la diferencia en la presión de aire, teniendo como resultado una parcial o completa cancelación del sonido.

Este efecto cancelativo existe a todas las frecuencias a las cuales un altavoz puede responder, siendo particularmente excesivo en bajas frecuencias y disminuye al aumentar la frecuencia, debido a que en altas frecuencias el cono se mueve tan rápido que el aire no tiene tiempo de viajar del frente a la parte-- posterior o viceversa.

Con objeto de disminuir este efecto, se puede hacer -- uso de un deflector ó baffle es decir, de un desviador de aire, -- que separe la parte frontal de un altavoz de su parte posterior, como se muestra en la siguiente figura.

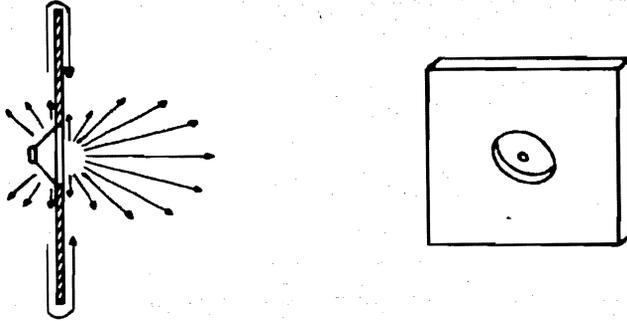


Fig. 1.116

Entre más largo sea el deflector, menor será la frecuencia a la cual se cancelen las ondas frontal y posterior del altavoz, y por tanto, se verá cada vez menos limitada en su rango de frecuencias, por factores externos a ella.

En el caso ideal, se deberá tener un deflector de longitud infinita, llamado "baffle infinito", que bien pudiera ser un altavoz empotrado en una pared, donde la onda de sonido posterior del altavoz es proyectada en otro recinto, de tal forma que no puede cancelar la onda de sonido radiado en la parte frontal.

Lo impráctico de este diseño, hace preferir una superficie de aislamiento de manera que forme una caja cerrada de -- adecuadas dimensiones con las propiedades de un baffle infinito.

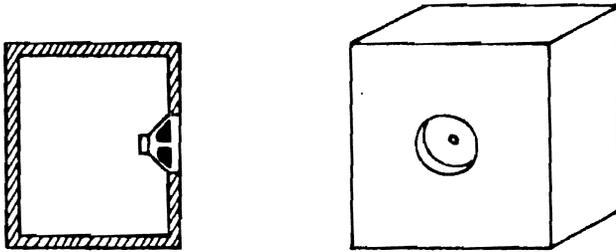


Fig. 1.117

Este tipo de deflector que forma ya un gabinete acústico, posee una respuesta plana en frecuencia con un mínimo de vibración del gabinete siempre y cuando, esté construido sólidamente, tratado internamente con un material absorbente y lo suficientemente largo para que el aire atrapado dentro de él no restrinja los movimientos del cono del altavoz.

Pero al igual que el deflector abierto, éste tipo de baffle desperdicia todos los sonidos producidos por la parte -- posterior del altavoz de manera tal, que reducen la eficiencia de ella en forma muy alta, lo que hizo pensar en otros diseños que mejoráran esta deficiencia.

Baffle con deflector de bajos.

Es el diseño aplicado a un gabinete acústico y que con

siste en practicar una abertura a él, para permitir que la onda de sonido de la parte posterior del altavoz emerja hacia el frente, como se muestra en la siguiente figura.

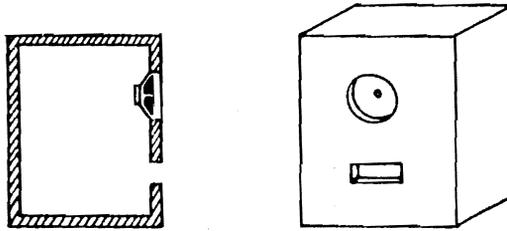


Fig. 1.118

A primera vista, este diseño contradice lo dicho sobre el aislamiento que debe existir entre las ondas frontal y posterior para una respuesta óptima en bajas frecuencias. Sin embargo, ajustando el área de la abertura y el volumen de todo el gabinete en relación con las características propias del altavoz, es posible obtener una respuesta plana en bajas frecuencias. Es decir, minimiza el efecto resonante a bajas frecuencias en todo al tavoz, debido a que refuerza otras frecuencias cercanas a la de resonancia, tal como se muestra en la siguiente figura.

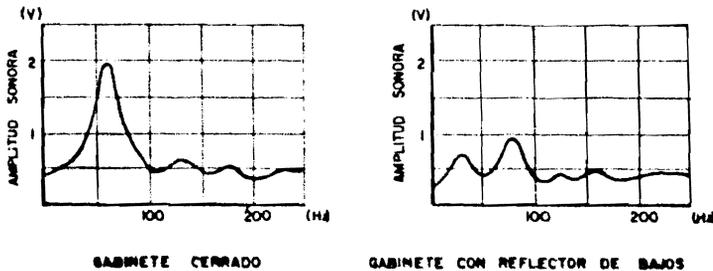


Fig. 1.119

Una variación de este diseño, es el de colocar en lugar de la abertura un ducto como se muestra en la siguiente figura.

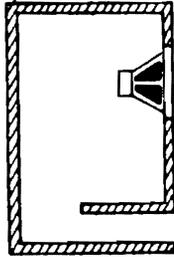


Fig. 1.120

Con él se obtienen las mismas características que con la abertura, pero tiene la ventaja adicional de que se necesita una menor dimensión del gabinete que con la abertura para obtener los mismos efectos.

Laberinto Acústico.

Con la colocación de un laberinto acústico dentro de un baffle se tienen los mismos efectos que el reflector de bajos, o sea, una respuesta más plana en bajas frecuencias.

Además, como el laberinto está recubierto de un material absorbente, atenúa en mayor grado las frecuencias medias y altas que se radían en la parte posterior del altavoz, asegurando así que no se concelen esas frecuencias.

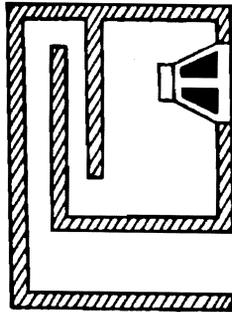


Fig. 1.121

Baffle con suspensión acústica.

Conocido también como baffle con suspensión de aire.- Es un tipo de baffle que trata de igualar las características - de un baffle infinito mediante el adecuado diseño de sus altavoces.

Los altavoces que se utilizan en este sistema requieren conos de mayor rigidez y ligereza montados en una suspensión delgada, de tal forma que el cono se mueve fácilmente grandes distancias con pequeña potencia eléctrica aplicada. Y al -- incrementar su ligereza baja la frecuencia de resonancia del altavoz.

Estos altavoces son montados entonces, en recintos herméticos individuales de dimensiones cuidadosamente calculadas y revestidos de algún tipo de material absorbente. El aire atrapado en ellos endurece la suspensión del altavoz y al mismo tiempo,

disminuye la frecuencia de resonancia del baffle.

La calidad y la capacidad de funcionamiento en bajas frecuencias de este sistema, dependen de la combinación de bocinas y baffles usados.

El principal objetivo de este sistema es el de proveer de una buena respuesta para bajas frecuencias en un gabinete de pequeñas dimensiones.

Dadas su ventajas de una buena respuesta en bajas frecuencias y pequeño tamaño, este sistema tiene su contraparte en su baja eficiencia. De todos los sistemas de baffles que existen este es el de menor eficiencia, generalmente menor al 1%. Así,-- un baffle con un acoplamiento tipo trompeta tiene una eficiencia de 20%, por lo que si se alimenta con 10 watts de potencia para producir una cierta intensidad de sonido, el sistema de suspensión de aire necesitará más de 200 watts para producir la misma intensidad de sonido.

Sistemas con bocinas tipo trompeta.

El corno o trompeta es quizá el tipo más viejo de baffle usado. Aumenta la intensidad sonora de un altavoz al acoplarse a ella.

La razón de este aumento se debe a que la trompeta -- acústica reduce las diferencias de presión entre el altavoz y el aire con lo que reduce, asimismo, la oposición del aire a la

propagación de sonido.

Existen varios tipos de trompetas acústicas, pero todas con una misma característica: su superficie aumenta a lo largo de la trompeta acústica, como lo muestra la siguiente figura.

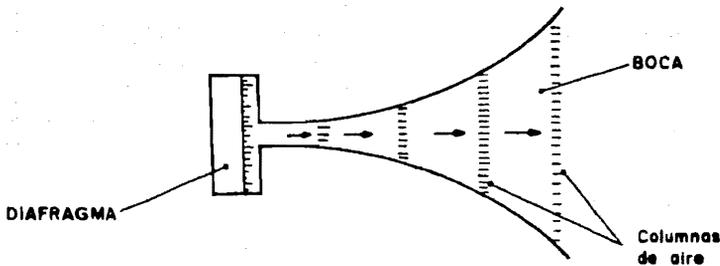


Fig. 1.122

Al aumentar la intensidad sonora, este baffle aumenta la eficiencia del altavoz en gran medida. Así, si un altavoz dinámico de radiación directa alcanza por mucho un 10% de eficiencia, el mismo altavoz con la trompeta acústica alcanza de 40% a 50% de eficiencia.

Debido a que este tipo de baffle tiene la mayor eficiencia de todos, es más común que se utilice para radiación de sonido en lugares públicos.

Las trompetas acústicas son diseñadas en gran variedad de longitudes dependiendo de la menor frecuencia desde la cual se quiere reproducir los sonidos. Por ejemplo, una trompeta acús

tica diseñada para usarse desde 30 Hz, debe tener cerca de 2.5-m de largo.

Obviamente, este tamaño es prohibitivo, por lo que se han desarrollado variaciones de las formas de trompetas, entre las que destaca la trompeta acústica doblada, la cual obviamente, tiene como función reducir las dimensiones físicas de ella, como lo muestra la siguiente figura.

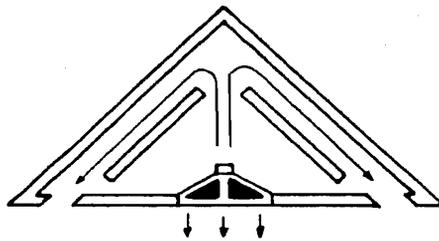


Fig. 1.123

Debido a que es más sencillo construir trompetas acústicas sin doblar y de longitud no muy grande, es que las trompetas acústicas tienen mayor popularidad como baffles para altavoces de frecuencias altas.

Los sistemas de altavoces y baffles son frecuentemente equipados con controles e interruptores, los cuales son usados para balancear el sonido que llega al recinto para cada rango de frecuencias. Estos controles ajustan al sistema para compensar las condiciones acústicas de la sala al gusto personal.

Los sistemas de baffles vistos hasta ahora sólo han atendido al problema de la frecuencias bajas, con excepción del de suspensión de aire. El tipo de gabinete o deflector usado -- tienen poco que ver con la respuesta en frecuencias altas.

En la reproducción de ellas, las diferencias que existen en los diseños se deben a su radiación direccional u omnidireccional.

En el caso que se tengan altavoces de radiación directa, es decir que no tengan acoplados baffles tipo trompeta acústica, se trata de diseñar altavoces para frecuencias altas con la mayor dispersión angular de sonido posible, ó si se usa más de una, tenerlas apuntando en diversas direcciones de tal forma que el escucha puede oír estas frecuencias con la misma intensidad sonora en muy diversos puntos angulares.

B.5.2. Audífonos.

El desarrollo técnico que han tenido recientemente los audífonos los hacen considerarlos como un elemento integral de un equipo de sonido de alta fidelidad.

En la actualidad, se han desarrollado audífonos con el efecto estereofónico y aún con cuadrafónico, lo que aunado a las ventajas que proporciona de privacidad y cancelación de efectos del recinto, obtiene serias ventajas con respecto a los baffles.

La audición personal, no sólo permite la privacidad, sino el ajuste del volumen sin molestia e interferencia para otros recintos. Mientras que el tamaño y características de un recinto afectan el comportamiento del sonido de un altavoz, esto se suprime con el uso de audífonos. Problemas como la correcta colocación de los altavoces no existen pues la imagen acústica del sonido se produce directamente.

Si no se tiene experiencia con audífonos, se sorprenderá de la riqueza de sonidos graves que puedan oírse. Ordinariamente los baffles deben ser grandes para obtener una apropiada respuesta en bajas frecuencias a causa de los grandes volúmenes de aire que deben proporcionar al recinto. En audífonos, el volumen de aire movido es sólo el pequeño volumen de aire contenido entre el audífono y el oído. Bajo estas condiciones, no será-

necesario una fuente de sonido de gran tamaño para una respuesta adecuada de frecuencias bajas.

Los audífonos más comúnmente usados son del tipo dinámico, cuya constitución es muy semejante al usado en bocinas. Debido al pequeño volumen de aire que debe mover, un buen audífono dinámico puede cubrir todo la gama de frecuencias audibles-- sin dificultad.

Además del audífono tipo dinámico se usan audífonos-- del tipo magnético, piezoeléctrico y electrostático.

Los audífonos dinámicos tienen usualmente una impedancia baja, digamos de 8 a 600 ohms, de tal forma que generalmente, se tenga que protegerlos usando un atenuador en el cable -- que los conecta al amplificador debido a la excesiva corriente-- que se les puede aplicar.

Los audífonos piezoeléctricos y electrostáticos se caracterizan por una respuesta brillante en frecuencias bajas, -- son en general de impedancias altas por lo que se presentan frecuentemente con su fuente de voltaje que incluye circuitos acopladores de impedancias y ecualizadores.

El audífono electrostático tiene básicamente el mismo principio que la bocina electrostática ya estudiada, por lo que ahora sólo se presente un diseño mejorado de este tipo de audífono.

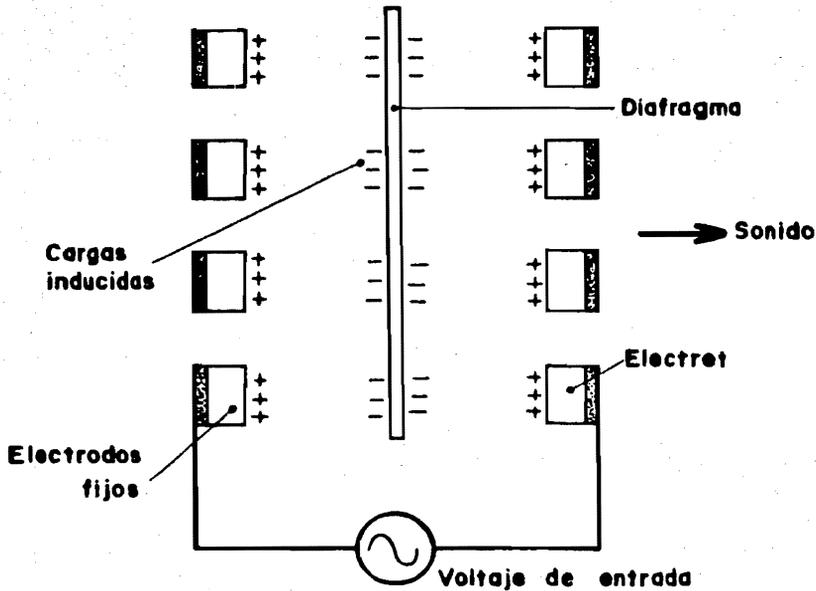


Fig. 1.124

El voltaje proporcionado por el amplificador es aplicado a dos placas metálicas fijas a las que también se aplica un voltaje constante por el electret. La diferencia de potencial entre placas causa el movimiento del diafragma que es proporcional a la señal eléctrica aplicada.

El electret es una de las formas de proporcionar el voltaje de polarización necesario para el funcionamiento del audífono. Es un dispositivo que tiene la característica de retener la carga eléctrica cuando se encuentra a cierta temperatura. Otras formas de proporcionar este voltaje de polarización son: rectificando la señal que sale del amplificador ó alguna otra que se encuentra dentro de él.

El audífono piezoeléctrico se basa en el principio de que ciertos materiales pueden contraerse o expandirse en alguna de sus superficies al influjo de una corriente eléctrica aplicada a ellos. Entre los principales materiales usados se tienen:-- cristales tales como el cuarzo y la Sal de Rochella y materiales cerámicos como el Titanato de bario.

El movimiento del material piezoeléctrico es proporcional a la corriente eléctrica que lo alimenta y a la sensibilidad al voltaje y el espesor del tipo de material usado, como lo muestra la siguiente figura.

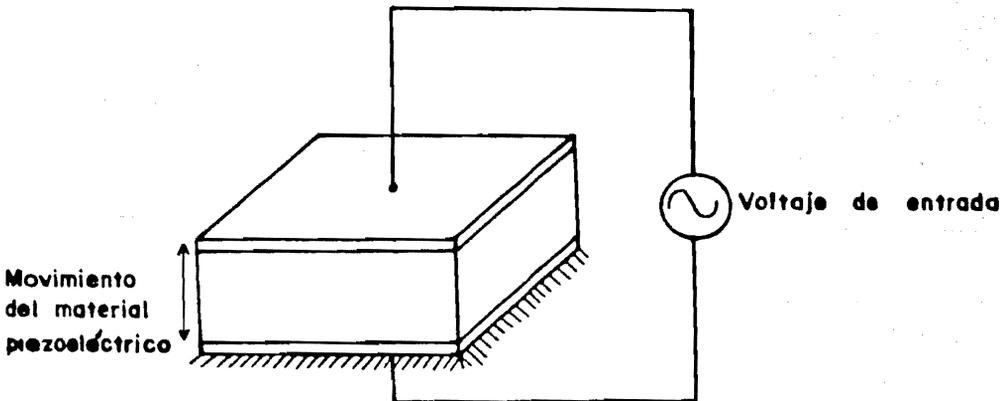


Fig. 1.125

Su ventaja es que no requiere una fuente de voltaje de polarización como otros tipos, pero debido a que el material piezoeléctrico no puede hacer largas excursiones sin fracturarse, el rango de frecuencias audibles que puede manejar es muy--

pobre, siendo por tanto escasamente usado para equipos de reproducción musical.

Veamos ahora el audífono tipo magnético. Aplica el mismo principio que el audífono dinámico, con la diferencia de que en el primer caso la bobina no es móvil sino fija y separada del cono, que en este caso será muy pequeño y conocido más comúnmente como diafragma, tal como se muestra en la siguiente figura.

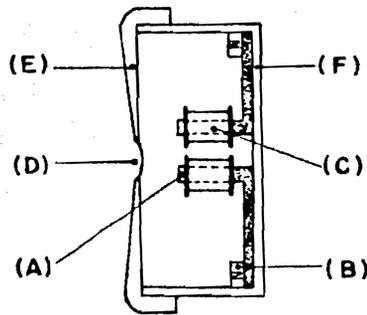


Fig. 1.126

En donde: Las piezas o conjunto de laminillas metálicas (A) son atraídas por el imán permanente (B). Alrededor de esas piezas se enrollan dos pequeñas bobinas (C) que consisten en cientos de vueltas de un alambre muy delgado. Un pequeño diafragma o lámina de hierro dulce (D) es soportado en sus orillas por una cajita no magnetizable (E). Las orillas del diafragma son sostenidas en su lugar por un tapón de un material también no magnetizable (F).

Veamos su principio de funcionamiento, auxiliándose de la siguiente figura.

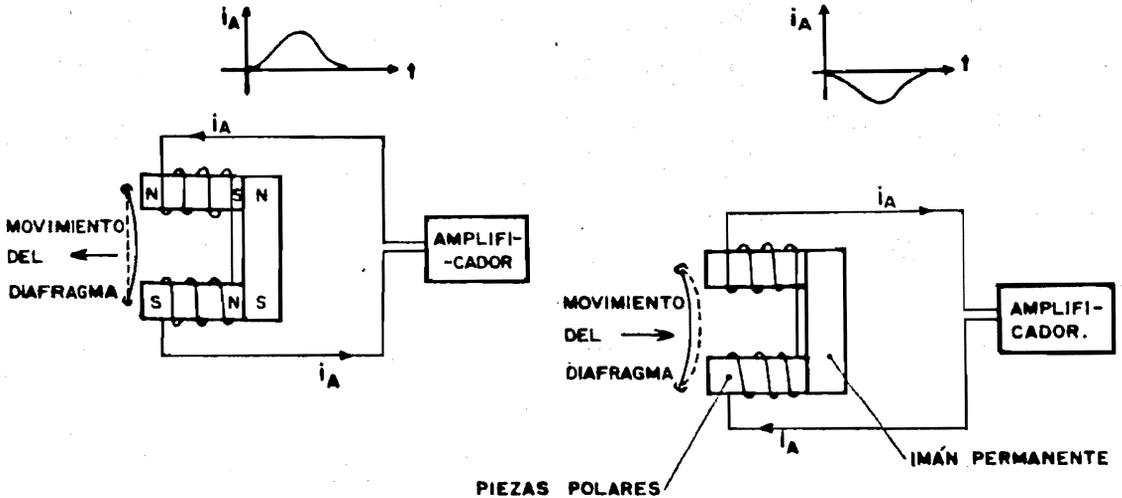


Fig. 1.127

La corriente alterna que contiene la información grabada, refuerza o debilita el campo magnético creado por el imán permanente. Primeramente, el diafragma se encuentra a una distancia constante de las piezas metálicas debido al campo magnético constante creado por el imán, pero al variar este campo debido a la corriente eléctrica alterna que lo circunda, provoca que el diafragma se acerque ó se aleja originando así las vibraciones mecánicas del aire que producen el efecto sonoro en nuestros oídos.

A pesar de que la reproducción musical en audífonos puede tener muy buena calidad, no nos puede dar una imagen estereofónica natural debido a que, las grabaciones están hechas de tal forma que la distancia y colocación de micrófonos durante una grabación está dispuesta para un apropiado efecto estereofónico cuando la reproducción es por bocinas en un recinto. Pero esto no es posible en un audífono, de tal manera que se han construido circuitos entre el amplificador y los audífonos que además de cumplir las funciones ya señaladas anteriormente (acoplamiento de impedancias, fuente o rectificador de voltaje y ecualización), puedan producir un buen efecto estereofónico. Actualmente algunos amplificadores ya están contruídos con este tipo de circuitos.

B.6 RECEPTORES

B.6.1. Oído humano.

Hemos introducido éste tema con la idea de ampliar, - aunque brevemente, la concepción que se tiene de un mecanismo-fisiológico: la audición.

La presentación comprende el estudio de aspectos fundamentales como: definición de sonido, transmisión del sonido, fisiología del oído y fenómenos psicoacústicos.

Definición de sonido.

El sonido es un movimiento vibratorio que se propaga en un medio elástico como el aire. El movimiento se realiza en dos direcciones: longitudinal y transversal. Los cambios de -- presión que tales movimientos causan dentro del oído, son de-- tectados y procesados, provocando de ésta manera la sensación-- auditiva.

Transmisión del sonido.

El sonido se origina siempre en una fuente vibrante.- Existen dos clases de sonidos: ruidos y tonos. Los ruidos son-- aquellos que poseen características, tales que si hiciésemos un análisis de las frecuencias que contienen, indicarían un conte-- nido aleatorio de ellas. Por el contrario, un tono es aquel que

al analizarse, puede descomponerse en un número determinado y predecible de frecuencias. Nótese que al decir "tono" nos referimos a el concepto que se tiene de él en electrónica, no es música.

Dicho de otra manera, un tono tiene una frecuencia -- dominante o fundamental y un contenido de frecuencias múltiples de ella, conocidas como armónicas.

Las explosiones, chirridos, etc. son ejemplos de fuentes de ruido comunes; las cuerdas del violín, las membranas de los timbales y las voces humanas son ejemplos de fuentes tonales.

También existen artefactos capaces de generar tonos-- puros, como el diapason y el oscilador electrónico.

El sonido de cualquiera de las fuentes, debe ser -- transmitido a través de un medio acústico; si el medio falta, -- no hay sonido y no se produce sensación auditiva.

Es famoso el experimento de Robert Boyle, en el cual se extrae el aire de un recipiente con una campana tocando en-- el interior, y que no emite sonidos si el vacío realizado en él, se mantiene.

Al sonido le toma tiempo viajar a través de un medio-- acústico, y la velocidad de propagación depende de la naturaleza del medio (presión atmosférica, densidad, temperatura, etc.), así como de otras características de él. Algunas mediciones de-

la velocidad son, en metros por segundo y a 15 grados centígrados: 336 en el aire, 1410 en el agua, 3600 en el ladrillo, --- 3900 en la madera y 4950 en el acero. La velocidad aumenta a--- temperaturas mayores.

Las ondas sonoras se encuentran en un rango que va-- de los 20 Hz a 20 KHz (frecuencia). Los instrumentos musica-- les abarcan éste rango; con excepción de algunos que son capa-- ces de emitir frecuencias superiores al límite de 20 KHz y --- usualmente en forma de armónicas. Un ejemplo de ellos es el -- sintetizador electrónico de sonidos.

Cuando hablamos de frecuencias bajas estaremos refi-- riéndonos a sonidos con frecuencias fundamentales menores a -- 1000 Hz.

Llamamos frecuencias medias a las comprendidas entre 1000 y 10000 Hz, y altas a las mayores de 10 KHz.

Los sonidos de frecuencias bajas medias y altas no - se propagan de igual manera en el aire. Esto es, sus patrones- de radiación cambian con la frecuencia. Podremos visualizar lo dicho si estudiamos la figura siguiente:

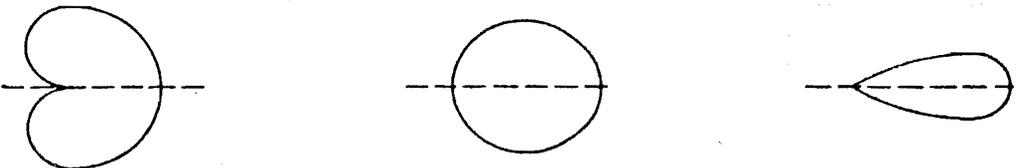


Fig. 1.128

La primera configuración muestra el área que afectará un sonido compuesto por frecuencias bajas; la segunda muestra otro patrón diferente para cuando el sonido se compone de frecuencias medias. Finalmente, la tercera revela que las frecuencias mayores a 10 KHz (altas) son más directivas. Si se intenta escuchar una fuente con sonidos que abarquen todo el rango audible, pero atrás de la línea o eje principal de radiación, lo que percibiremos será, solamente, la parte de frecuencias--bajas.

La transmisión del sonido se lleva a cabo cumpliendo con leyes físicas semejantes a las de la óptica, tales como la reflexión, refracción y absorción. Inclusive existe el fenómeno de interferencia de ondas sonoras, como se da en la luz.

Fisiología del oído.

A fin de poder estudiar el proceso auditivo, utilizaremos un diagrama representativo de la estructura del oído, con la ubicación de sus partes más importantes.

OÍDO EXTERNO

OÍDO MEDIO

OÍDO INTERNO

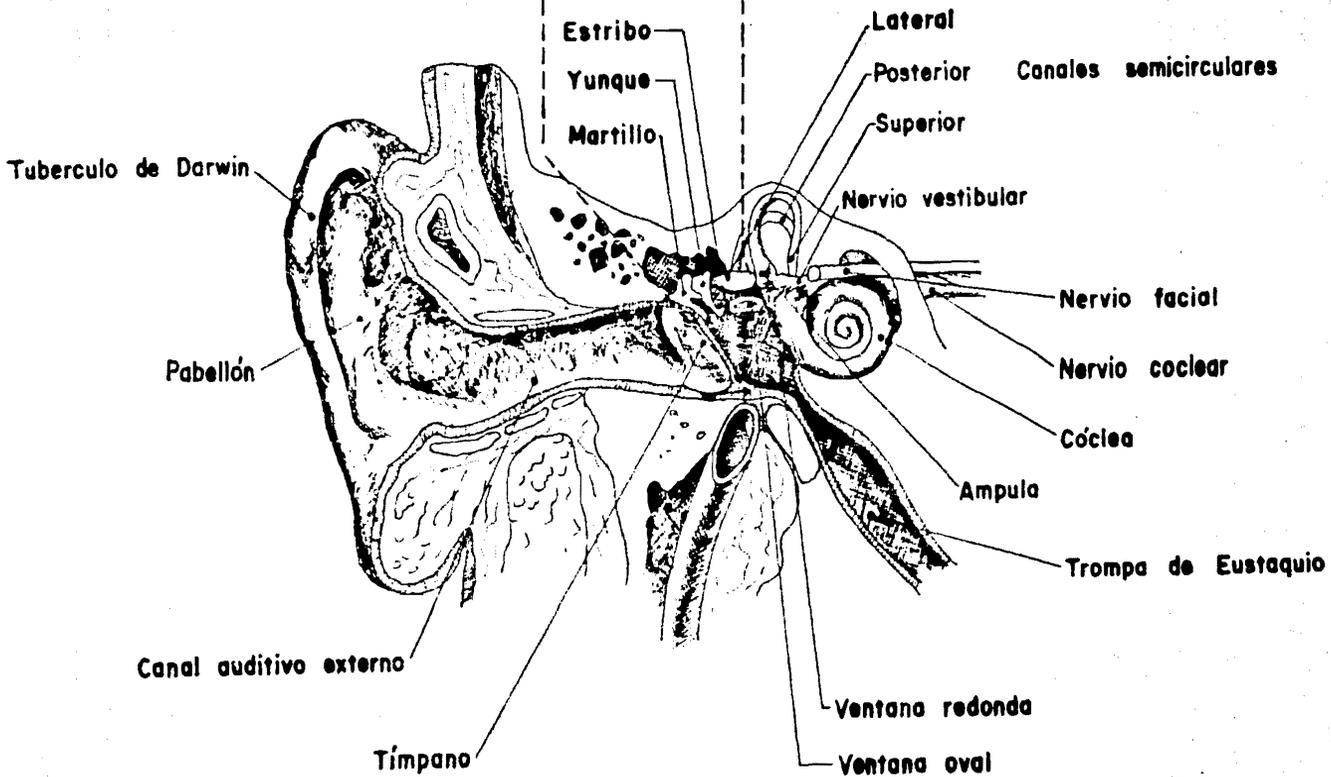


Fig. 1.129

El oído puede dividirse en 3 partes principales, que son: a) oído externo, b) oído medio y c) oído interno.

El oído externo está compuesto por el pabellón de la oreja y el canal auditivo (meato externo), llegando hasta el tímpano, el cual marca la división entre el oído externo y el medio. La función del oído externo es la de captar las señales sonoras y dirigir las hacia el oído medio.

Antiguamente el pabellón podía moverse para "recoger" el sonido, pero ahora está atrofiado. El canal auditivo mide aproximadamente 2.5 cm de longitud, es un poco mayor en los extremos que en el centro y tiene vellosidades protectoras contra insectos y el polvo. Numerosas glándulas de cerilla (aprox. 2000) son las que lubrican al canal y tímpano.

Existe una resonancia natural en el canal auditivo, que permite "amplificar" el sonido recibido, si éste se encuentra entre frecuencias de 2000 a 5500 Hz. La resonancia se debe a la forma y dimensiones del canal.

El tímpano es una membrana delgada colocada oblicuamente al canal; vibra al recibir el sonido. Es tan extraordinariamente sensible, que puede responder a las vibraciones que lo desplacen $1/100000000$, que es la anchura de una molécula de hidrógeno.

El oído medio se compone de 3 huesecillos que transmiten la vibración del tímpano a la ventana oval. Se conocen--

como martillo, yunque y estribo. Este último se comprime contra la ventana oval. La función de los huesecillos es la de amplificar en forma mecánica las vibraciones que llegan del tímpano, para aplicarlas a la ventana oval.

El oído medio tiene dos mecanismos protectores contra estímulos exteriores muy fuertes. Uno de los mecanismos es el que efectúa el estribo, al desviar las vibraciones muy intensas, evitando aplicarlas a la ventana oval. El otro mecanismo protector es activado por el músculo tensor del tímpano, el cual detecta el sonido intenso provocando que haya contracción del mismo y evite que los cambios de presión fuertes dañen al tímpano.

Sin embargo, los músculos no responden rápidamente, como en el caso de ser excitados por el ruido súbito de una explosión.

Es por ello, frecuente, que ocurran lesiones permanentes en el oído interno cuando tales músculos no funcionan adecuadamente.

Existe un conducto, conocido como trompa de Eustaquio que está conectada con la laringe, con el fin de igualar la presión del aire exterior con la del interior.

Pasando a la descripción del oído interno, diremos -- que se encuentra alojado en una cavidad ósea y dividido en dos partes principales: la cóclea y los canales semicirculares.

La cóclea tiene casi $2 \frac{3}{4}$ de vuelta alrededor de su eje central y es el último órgano de la audición.

Frecuentemente se muestra la cóclea por medio de diagramas "enrollados" y "desenrollados" o bien, por cortes ---- transversales.

La cóclea está dividida en tres canales paralelos: - La rama vestibular, el conducto coclear y la rama timpánica. La rama del vestíbulo y el conducto coclear están separados por la delgada membrana de Reissner, y el conducto coclear y la rama timpánica están separados a su vez por la flexible - membrana basilar. Véase la figura siguiente:

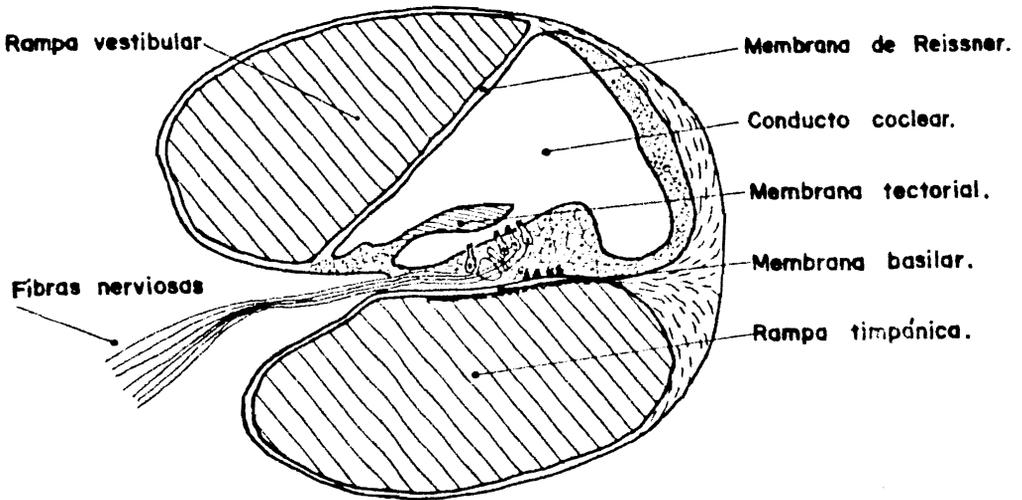


Fig. 1.130

La ventana oval membranosa separa la rampa vestibular del oído medio y la ventana redonda separa a la rampa timpánica del oído medio. Las ventanas están una al lado de la otra.

La rampa vestibular y la rampa timpánica se encuentran conectadas con el helicotrema en la terminación apical de la cóclea y contienen un fluido común, la perilinfa, casi idéntico al fluido espinal. El conducto coclear, encerrado en sí mismo, es un tubo dentro de otro tubo (la rampa vestibular y la rampa timpánica combinadas) y contienen otro fluido, la endolinfa. La perilinfa y la endolinfa tienen propiedades electroquímicas diferentes y la ruptura de las membranas que las separa perjudica el proceso de la audición.

La membrana basilar sostiene al órgano de Corti, que contiene terminaciones nerviosas en su base y alrededor de 23500 células pilosas, cada una de las cuales proyecta alrededor de 14 pelillos a la endolinfa.

Cuando el sonido se transmite a los huesecillos, el estribo hace vibrar la ventana oval y las ondas de presión hidráulica en la perilinfa se transfieren a través de la rampa vestibular, alrededor del helicotrema, y bajan a la rampa timpánica, haciendo vibrar también a la ventana redonda.

Simultáneamente, las membranas basilar y tectorial excitan a los pelillos del órgano de Corti, estimulando así a

los nervios que se encuentran en su base.

Después de esto, los nervios se conjugan en uno solo: el nervio craneano o auditivo, llevando señales eléctricas al cerebro para ser procesadas e interpretadas como sonido.

Fenómenos Psicoacústicos.

La psicoacústica describe las sensaciones psicológicas de la audición y las relaciona con sus correspondientes -- causas físicas. Aquí trataremos de desglosar algunos de los fe--
nómenos de mayor ocurrencia en el proceso de audición.

Todas las evaluaciones y pruebas psicoacústicas se --
llevan a cabo con equipos capaces de controlar las señales que
serán aplicadas a los sujetos a estudio. Es frecuente que di--
chos equipos sean electrónicos y con diseños especiales para --
realizar las pruebas psicoacústicas. Además, el recinto en don--
de se realizan los experimentos es casi siempre una cámara ane--
coica, en la cual se suprimen los ruidos provenientes del exte--
rior, y asimismo elimina las posibles resonancias en las pare--
des.

Las sensaciones auditivas son calificadas o poseen --
ciertos atributos, tales como: altura, sonoridad, agudeza audi--
tiva y otros.

A continuación hacemos una breve descripción de cada
una y de la importancia que poseen dentro del proceso del oír.

La "altura" y la "sonoridad" son dos dimensiones psicológicas de los tonos simples. La altura depende, en primer lugar, de la frecuencia del estímulo pero también de su intensidad. La sonoridad depende en primer lugar, de la intensidad del estímulo pero también de su frecuencia.

Para haber llegado a estas conclusiones, muchos investigadores trataron de relacionar entre sí a los parámetros antes mencionados. Son numerosas las investigaciones, así como sus resultados; sin embargo las curvas realizadas por Harvey Fletcher y W.A. Munson son de gran interés, por lo cual las incluimos a continuación:

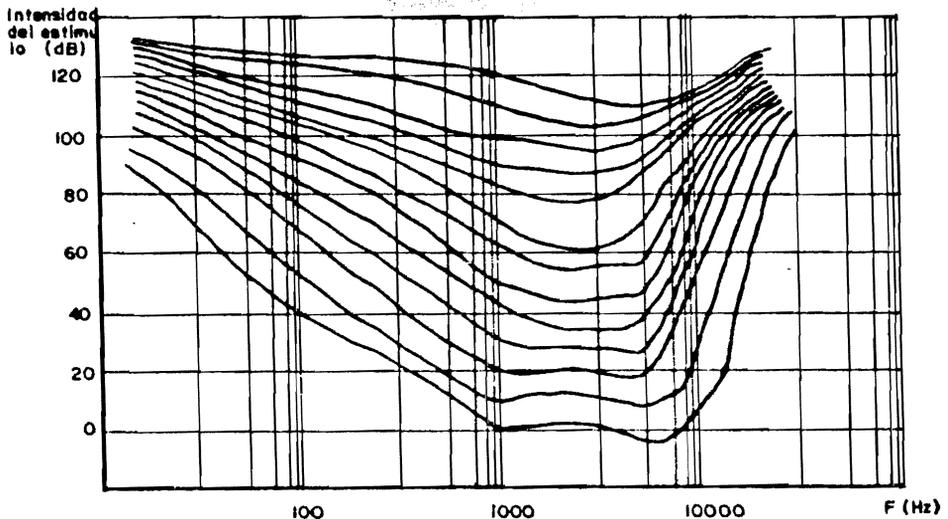


Fig. 1.131

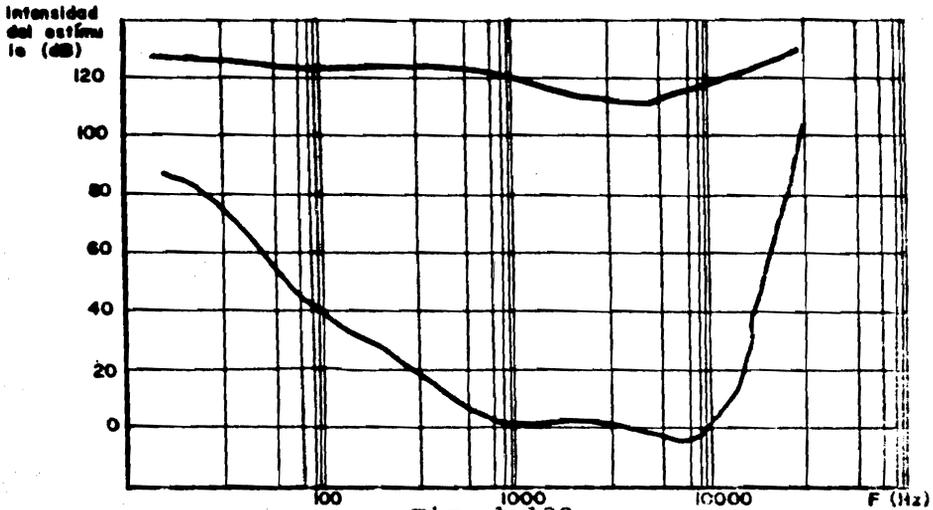
Las curvas describen la relación experimental entre la sonoridad subjetiva y la frecuencia objetiva del estímulo. La sonoridad se midió con una unidad arbitraria llamada Phon. Esta unidad se obtiene de la siguiente manera: asignamos 10 -- Phons a la sonoridad de un tono de 10 KHz a 10 dB. Posterior-- mente, se hacía la prueba siguiente: se aplicaba un tono con - cierta intensidad, hasta hacer que el sujeto dijese que estaba listo. Luego se iba incrementando la frecuencia del tono, modi-- ficando la intensidad hasta que se dijera que la sonoridad era la misma que la del tono anterior. El mismo proceso se realizó para diferentes valores iniciales de sonoridad.

Las funciones de Fletcher y Munson denotan un hecho: el aparato auditivo atendía severamente la sonoridad relativa - de las frecuencias altas y bajas a niveles bajos de sonoridad. En esto se basan los controles de la sonoridad (loudness) en - los amplificadores de alta fidelidad; cuando las señales musi-- cales están a bajo volumen, los compensadores de sonoridad --- acentúan tanto las bajas como las altas frecuencias.

La agudeza auditiva se mide por medio de la intensi-- dad sonora mínima (umbral) que provoca una sensación auditiva; la agudeza auditiva es la sensibilidad del oír, diferente para estímulos sonoros de frecuencias diferentes.

La figura siguiente muestra la gama de estímulos sono-- ros (variados en frecuencia e intensidad) escuchados por los -

oidos adultos más sensibles.



Las curvas inferior y superior tienen características interesantes. La curva inferior indica umbrales infinitamente altos para frecuencias inferiores a 20 Hz, un umbral mínimo para un estímulo de 3000 Hz y umbrales infinitamente altos para los superiores a 20,000 Hz; entonces, los mejores oídos adultos no oyen ningún estímulo inferior a los 20 Hz o superior a los 20,000 Hz, y son sensibles al máximo a uno de 3,000 Hz. -- La curva superior indica casi el mismo umbral de sensibilidad para todos los estímulos de la gama audible.

Hay dos tipos principales de defectos auditivos: a) la sordera de conducción, y b) la sordera del nervio.

a) La sordera de conducción es producto de un padecimiento en el oído medio que impide la conducción del sonido al

oído interno. Los huesecillos quedan inmovilizados, generalmente por la otoesclerosis, crecimiento tumeroso que hace que la base del estribo se adhiera rígidamente a la ventana oval. Quienes padecen sordera por conducción, poseen el límite inferior de la curva auditiva en la del 95%; la pérdida auditiva es constante para todas las frecuencias. Un auxiliar auditivo que amplifique el sonido y se transmita al oído interno por -- conducción aérea u ósea, compensa casi siempre la pérdida auditiva. La sordera de conducción se cura muchas veces con cirugía, ya sea por la movilización del estribo, extirpando el tumor inmovilizador, o por fenestración, extrayendo los huesecillos y taladrando una nueva ventana en la pared coclear para que el sonido la estimule directamente.

b) La sordera del nervio es causada por padecimientos nerviosos dentro de la cóclea producidos por infecciones. La forma de la curva que presenta quien padece éste tipo de sordera es diferente a la normal del 50% y la pérdida auditiva es mayor para las frecuencias altas. La sordera del nervio es --- acompañada por el "reclutamiento" (sonidos intensos que provocan sensaciones) y el "tintineo" (el zumbido de oídos o sensaciones auditivas en ausencia de estímulos sonoros). No hay remedio conocido para la sordera del nervio, y se le descubre fácilmente; los que sufren de sordera por conducción oyen sonidos por conducción ósea (a través del cráneo), mientras que --

los que sufren de sordera del nervio no oyen nada. La curva de la sordera de conducción muestra la misma pérdida de la audición de aproximadamente 35 dB en todas las frecuencias. La curva de la sordera del nervio muestra un aumento gradual de la pérdida de la audición hasta 90 dB para las frecuencias más altas.

Ver la figura siguiente:

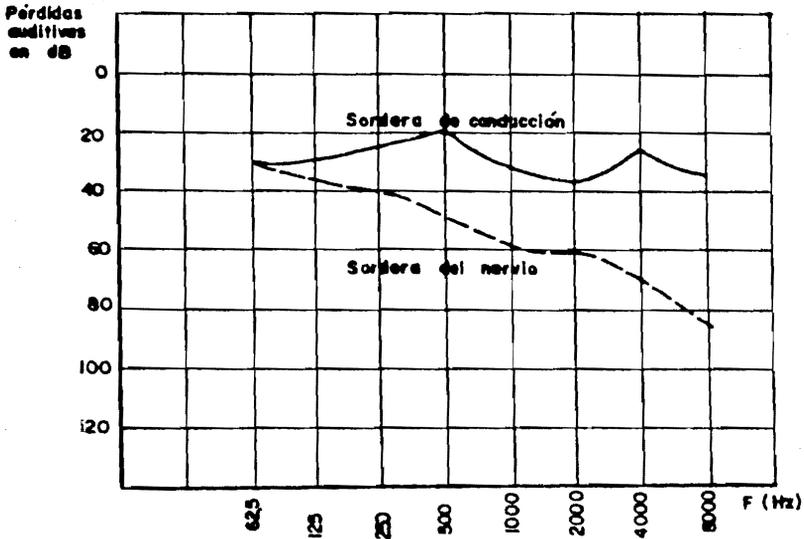


Fig. 1.133

Conforme el individuo envejece, se va volviendo gradualmente menos sensible a los estímulos sonoros de frecuencias altas y bajas. Con frecuencia los niños oyen tonos de 20 Hz; el límite inferior se eleva inexorablemente en los adultos, que generalmente no pueden oír sonidos inferiores a

60 Hz. Algunos niños pueden oír sonidos de 40,000 Hz, los adolescentes pueden oír sonidos de 20,000 Hz y los adultos de 40 años pueden oír, generalmente, solamente sonidos de 12,000 Hz después de ello, el límite superior de la frecuencia declina constante y funestamente, a razón de 160 Hz por año; siendo - agravado por la contaminación ambiental y por las condiciones nerviosas reinantes en una ciudad.

Los fabricantes de los aparatos de alta fidelidad, - quienes pretenden ofrecer respuestas de 10 Hz a 100,000 Hz, - lamentan el que los consumidores más viejos, que finalmente - pueden permitirse el lujo de adquirir un equipo de gama amplí - sima, no puedan oírlo. Probablemente tales aparatos sirvan pa - ra entretener a los animales, ya que las investigaciones mo-- dernas revelan que los chimpancés oyen hasta 26,000 Hz, los - perros hasta 35,000 Hz, las ratas blancas hasta 40,000 Hz, -- los grillos hasta 45,000 Hz, los gatos hasta 50,000 Hz, las - marsopas hasta 80,000 Hz, los ratones hasta 95,000 Hz y los - murciélagos hasta 98,000 Hz.

Cuando se presentan simultáneamente dos estímulos so - noros, la sensación de uno de los estímulos (el tono enmasca - rado) puede ser suprimida por la sensación del otro (el tono enmascarador) .

La figura siguiente muestra los efectos de diez to-- nos enmascaradores sobre las sensaciones provocadas por estí--

mulos con frecuencias de 4,000 Hz; los tonos enmascaradores son estímulos con frecuencias de 400 Hz y de 1,200 Hz, cada uno a cinco intensidades.

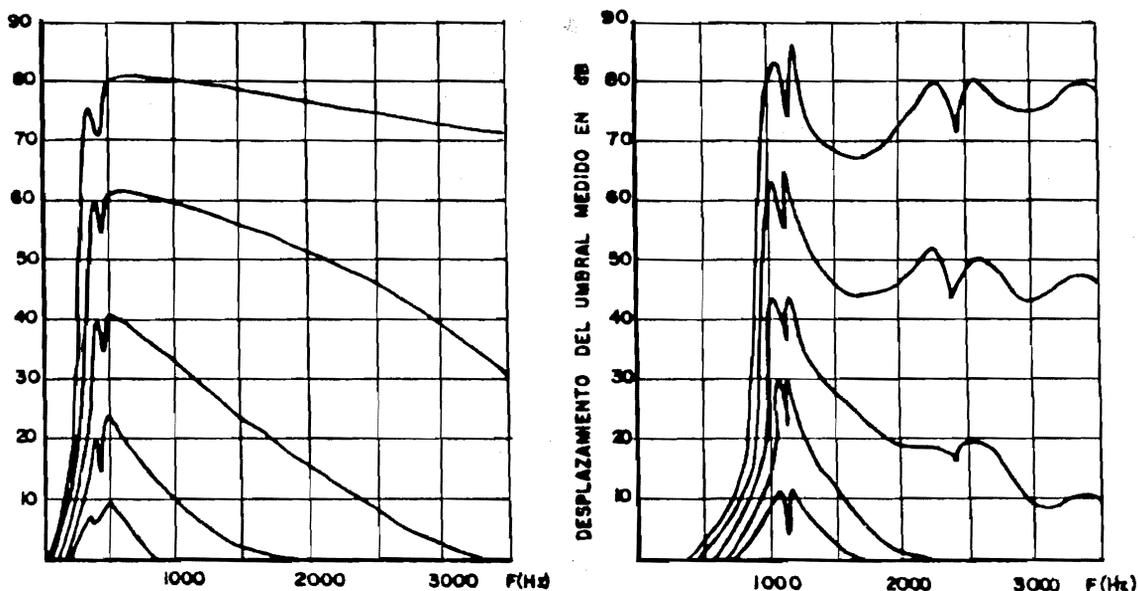


Fig. 1.134

La abscisa representa el umbral para oír el tono enmascarado solo. Las curvas representan el umbral para oír el tono enmascarado presentado con uno u otro de los tonos enmascaradores; la ordenada representa la desviación hacia arriba del umbral. R.L. Wegel y C. E. Lane tomaron las medidas mostradas, --asimismo produjeron las generalizaciones siguientes en lo concer--niente al enmascaramiento auditivo:

- a) El enmascaramiento es mayor cuando la frecuencia del tono enmascarado se acerca (pero no es idéntica) a la frecuencia del tono enmascarador.
- b) El enmascaramiento es un poco menor cuando las frecuencias del tono enmascarado y enmascarador son casi idénticas.
- c) El efecto enmascarador no se presenta en oídos diferentes, lo que significa que éste efecto se origina en el sistema periférico central (nervioso).
- d) El enmascaramiento no desaparece inmediatamente después de eliminar el tono enmascarador. Se produce el fenómeno de la "fatiga auditiva", por el cual el umbral del tono enmascarado desciende gradualmente hasta su nivel normal; esta es la sordera transitoria que sucede a las sensaciones auditivas fuertes.

El enmascaramiento auditivo constituye una falla en la ley acústica de Ohm; el aparato auditivo no detecta ambos tonos, sino que percibe a uno y silencia al otro. Por tanto, el enmascaramiento auditivo refleja una peculiaridad del aparato auditivo y es muy importante para los investigadores de la psicoacústica.

Rango dinámico del oído.

Las curvas siguientes son similares a las de Fletcher y Munson. La diferencia estriba en que se ha definido una zona de audibilidad.

Esta zona delimita el rango, tanto en frecuencia como en intensidad, dentro del cual se encuentra nuestro oído (véase fig. 1.135).

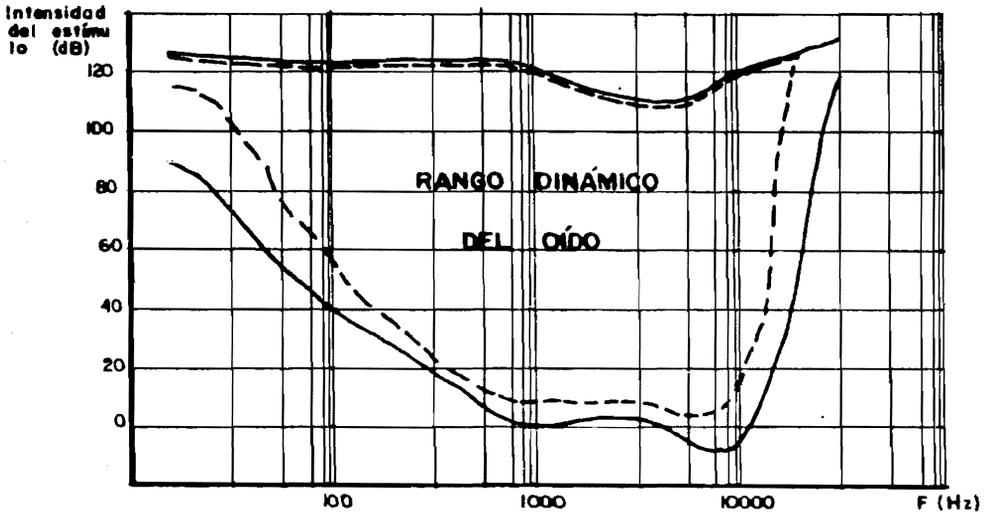


Fig. 1.135

La zona mostrada se midió bajo condiciones muy especiales hace algunos años.

Actualmente y especialmente en las grandes ciudades, se ha comprobado que la zona de audibilidad se está reduciendo como muestran las líneas punteadas.

Ello significa: necesidad de niveles mayores de intensidad sonora para poder escuchar, limitación del rango de frecuencias altas y bajas, incapacidad de distinguir sonidos; en

pocas palabras: el deterioro de nuestro sistema auditivo.

Adicionalmente, se puede señalar que el proceso es irreversible y puede llegar el momento en que sea una característica hereditaria.

Ante todas las características y comportamiento del oído, podemos observar una cosa:

Aún cuando las innovaciones técnicas en los equipos de audio han alcanzado niveles increíbles de operación, no tienen el menor sentido que existan; dado que nuestro oído es incapaz de detectar tales cambios. Lamentablemente, los criterios de fabricantes y vendedores fomentan el consumismo de sistemas muy caros que finalmente son inútiles.

Sensibilidad a la distorsión.

El factor más importante dentro de las imperfecciones que tiene un sistema de audio es la de introducir distorsión no lineal debido que ésta es audible aún en pequeñas cantidades.

Nuestra habilidad para distinguir la distorsión depende de muchos factores, entre ellos, la educación, el tipo de música que se está escuchando y aún el estado de ánimo. Sin embargo, se han realizado intentos que permitan estudiar ese problema. Uno de ellos es el que realizó Olson en los laboratorios de la RCA.

Para hacer ésto, empleó un sistema como el que se describe en la siguiente figura.

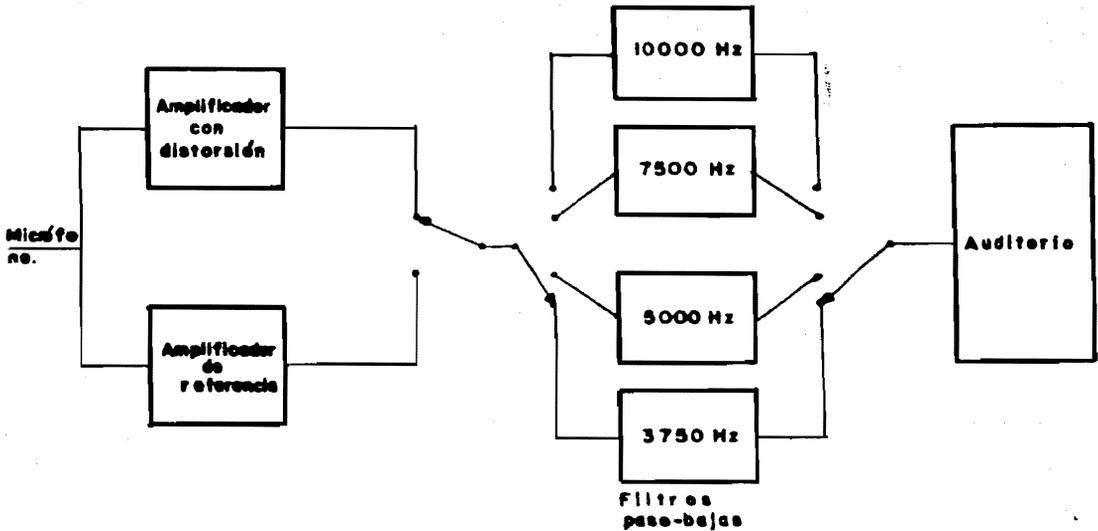


Fig. 1.136

La forma en que se realizó el experimento fué: se hizo reproducir la señal de una orquesta a través de un micrófono conectado a un amplificador de referencia y baja distorsión. Su salida se conectaba a una serie de filtros pasabajas conmutables; así, llegamos a los altavoces y a un grupo de gente que los escuchaba.

El amplificador de baja distorsión era luego conmutado por otro de distorsión variable, de manera que los oyentes pudieran realizar la comparación alternativa de ellos.

El juego de filtros se utilizaba para limitar la respuesta y poder obtener datos que fueran graficados. Los resultados

tados obtenidos a continuación ilustran lo que se realizó en esa prueba.

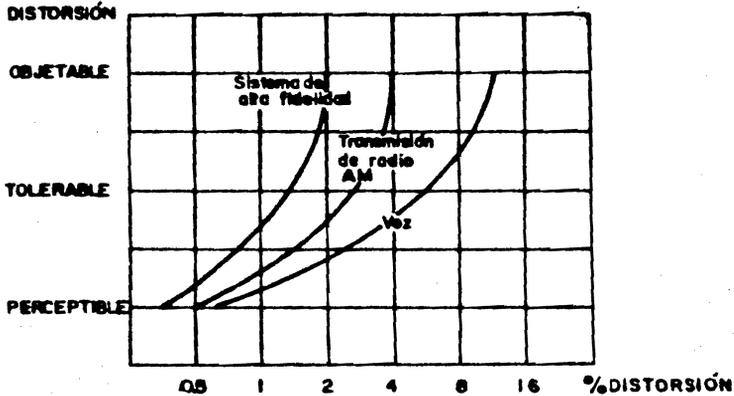


Fig. 1.137

Otros aspectos de la audición.

Es muy importante hacer notar que la educación musical recibida por un sujeto, y aún la educación general que posea, serán factores psicológicos que afectarán su capacidad auditiva. Esto significa que no todos los oídos escucharán niveles dados de distorsión y otros sí lo podrán hacer.

El oír es una función orgánica que no está involucrada solamente con procesos mecánicos y eléctricos, sino que abarca aspectos difíciles de cuantificar. Por ejemplo, el estar de buen o mal humor al escuchar música, hará que calificaremos de excelente u horrible algún programa particular; por otro lado si estamos contentos soportaremos y seleccionaremos música como marchas, conciertos a niveles altos de volumen y

ritmos rápidos; si estamos deprimidos o cansados, buscaremos -
oír melodías interpretadas con violines, de pasajes suaves y -
lentos.

Es común que hagamos inconscientemente lo anterior, -
sin embargo alguna vez lo habremos comprobado.

Actualmente, la música se ha convertido en algo obli-
gatorio en bancos, supermercados, tiendas de ropa y aún fábr-
cas. A tal punto ha llegado que se puede clasificar como un --
nuevo factor de contaminación ambiental.

Por otro lado, e independientemente de lo anterior, re-
sulta interesante mencionar que nuestro oído es engañado fre--
cuentemente por los fabricantes de equipos de audio, así como
por los vendedores de música. Casi todos hemos escuchado pro--
gramas que dan la impresión de haber sido hechos por un coro -
de 30 ó 40 personas, aún cuando el número real haya sido de só
lo 5. La forma en que se hace ésto es grabando las voces de las
cinco personas, para luego hacer pasar la señal por un circui-
to conocido como línea de retardo, el cual retrasa una pequeña
fracción de segundo la señal, para luego sobregrabarla en la -
original.

Como nuestro oído posee una constante de tiempo que -
le permite oír aún después de que ha ocurrido la excitación so
nora, entonces esa grabación de 5 personas se convierte en un
coro integrado (aparentemente), por más gente.

En otra parte del trabajo, hablamos del sistema Dolby y de las ventajas que representa. Sin embargo, el sistema está aprovechando las deficiencias de nuestro oído.

Sabemos ya cuales son las curvas de respuesta del -- oído, notándose claramente que no son planas, sino que se comportan como los contornos elaborados por Fletcher y Munson.

El sistema Dolby no puede ser parte de un sistema lineal, ya que el proceso que sigue la señal involucra la dis--torsión de la misma.

Pero como nuestro oído es incapaz de detectar cier--tos valores de distorsión (ver párrafos anteriores), se fabrican tales dispositivos que se venden con evidente buen éxito, por que en última instancia no importa el proceso eléctrico, sino el resultado que se logra en los oídos.

Otra característica de nuestro oído es la de permi--tir la persistencia de pasajes musicales completos, y creer - que siguen emitiendose cuando se reproducen bajo la influen--cia de ruido blanco. La forma en que se verificó esto, fué haciendo escuchar a un grupo de personas una misma melodía du--rante cierto período de tiempo. Cuando ya conocían la melodía ésta se volvía a repetir pero con ruido blanco. Se fué bajan--do la intensidad de la reproducción musical, y aún cuando la música se anulaba, la gente decía seguirla escuchando durante

tiempos largos. Lo anterior se explica en forma teórica consi
derando la existencia de una "memoria" acústica. Sin embargo,
no pasa de ser una mera teoría sin comprobar.

C A P I T U L O I I

CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE AUDIO

A) DISTORSION

A.1) Definición.

Cuando se aplica a un transductor electroacústico, o cualquier otro procesador, una señal eléctrica senoidal pura, y en sus terminales de salida no se obtiene una réplica de ella, se dice que existe distorsión.

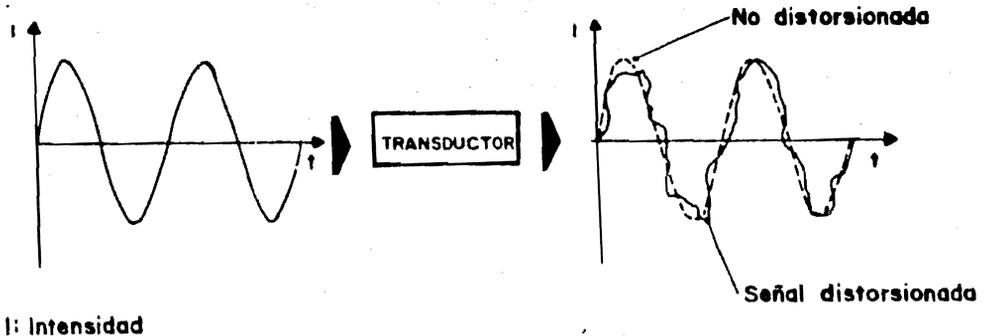


Fig. 2.1

Dadas las características de este trabajo, no es posible definir la distorsión mediante análisis matemáticos, -- tal como sería en este caso el análisis de Fourier, el cual -- requiere de bases sólidas en el cálculo por lo que sólo se da la definición de distorsión en forma cualitativa.

A.2) Tipos.

A.2.1) Distorsión armónica. Se dice que existe distorsión armónica cuando la señal de salida contiene, además --

de la frecuencia de entrada llamada fundamental, otras múltiples de ella llamadas frecuencias armónicas. Lo anterior puede aclararse mediante la siguiente figura.

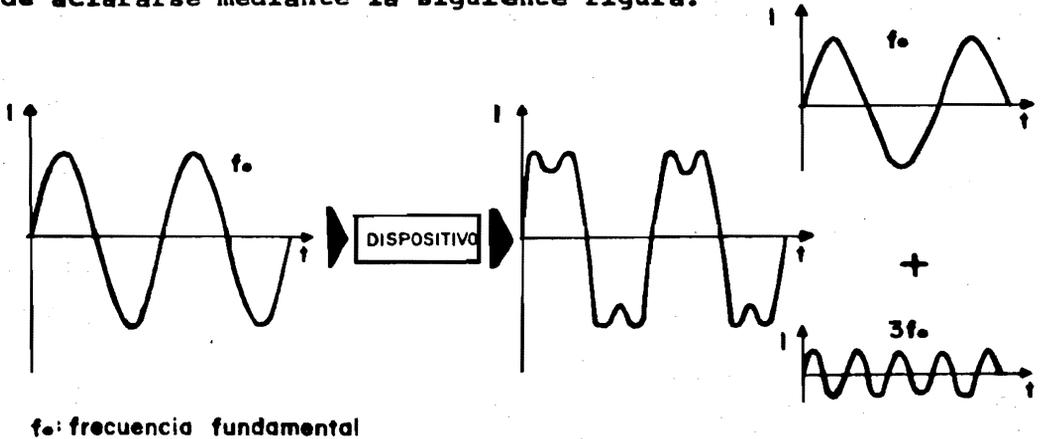


Fig. 2.2

En la figura, la señal de salida que bien puede ser una corriente eléctrica, una onda sonora, o una vibración mecánica, al tener una forma de onda diferente a la de entrada se dice que existe distorsión en ella. Sin embargo, esta señal puede descomponerse en la suma de varias señales, cuyas características son que sus frecuencias son múltiplos de la frecuencia de la señal de entrada. Así en este caso en particular, las frecuencias armónicas que se presentan son 3 y 5 veces la frecuencia de entrada.

A.2.2) **Distorsión por Intermodulación.** Cuando se presenta a la entrada de un dispositivo una señal compuesta de dos o más frecuencias se dice que existe distorsión por intermodulación si se tiene en la salida del dispositivo una señal cuyas frecuencias son la suma, resta, o múltiplos de las frecuencias de entrada, tal como se muestra en la siguiente figura.

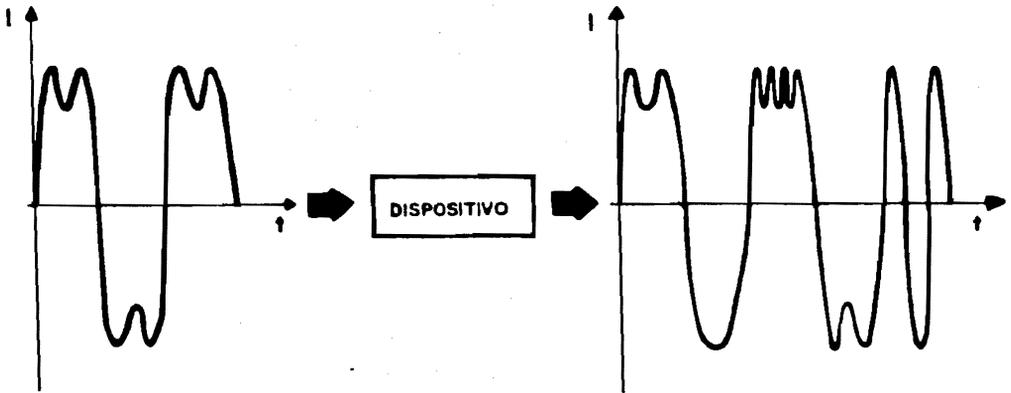


Fig. 2.3

A.2.3.) **Distorsión por Saturación.** Cuando se sobrepasa la amplitud máxima que puede manejar un dispositivo, éste altera esa señal de la forma siguiente.

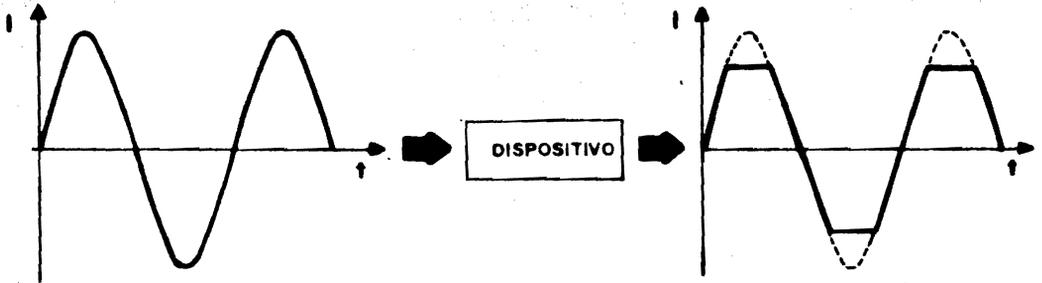


Fig. 2.4.

Como puede notarse, este tipo de distorsión es una -- forma de distorsión armónica pues la señal de salida puede descomponerse en una señal cuya frecuencia sea la fundamental y -- otras cuyas frecuencias son armónicas de ella.

A.2.4) Distorsión por frecuencia. Es aquella que resulta de la diferencia de un medio de transmisión (aire, cable etc) en su capacidad de transmisión de señales de diferente -- frecuencia, como se presenta en la siguiente figura.



Fig. 2.5.

A. 2.5) **Distorsión por Transitorios.** Se debe a la incapacidad de un dispositivo de seguir en forma correcta cambios bruscos en la amplitud de una señal aplicada a él. Como se aprecia en la siguiente figura.

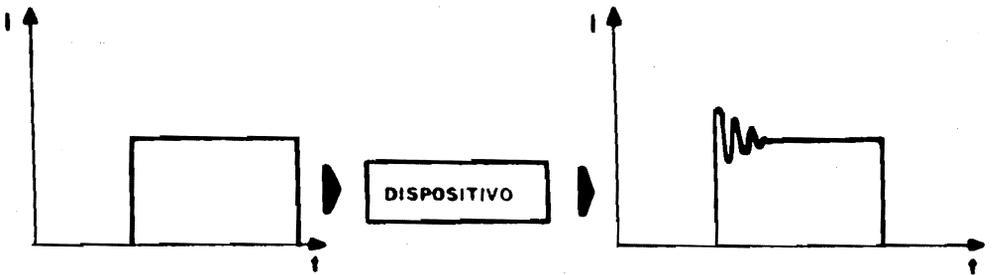


Fig. 2.6.

A.2.6) **Distorsión de Cruce.** Esta distorsión se presenta en el punto de cambio de polaridad de una señal.

Es debida a alinealidades de componentes eléctricos que conforman un circuito, tales como: diodos, transistores. También es una forma de distorsión armónica.

Gráficamente, tiene la forma que muestra la siguiente figura.

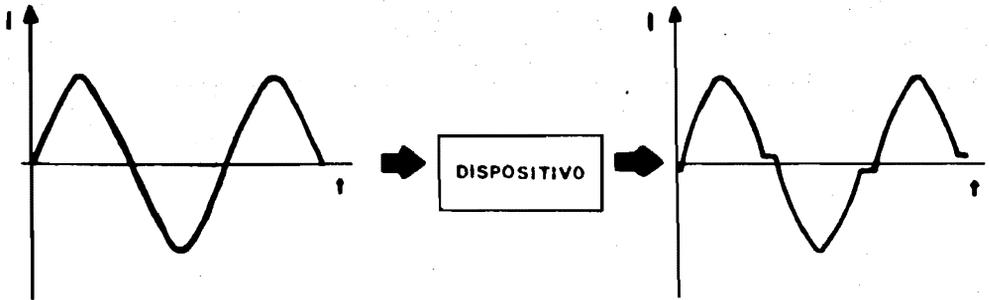


Fig. 2.7.

A.3) Efectos de la distorsión sobre el sonido.

La distorsión actúa sobre el sonido de muy diferentes maneras. Así, la distorsión armónica puede llegar a cambiar el tono original de una pieza musical, cuando la distorsión armónica es muy alta. Se presenta en fonocaptadores, magnetófonos de cinta y carrete abierto y amplificadores.

La distorsión por intermodulación puede ser causada por fonocaptadores, bocinas, y en su mayor parte por amplificadores. Al igual que la distorsión armónica produce menos claridad en los sonidos y menos inteligibilidad en la voz.

En el caso de distorsión por frecuencia esta trae consigo una atenuación de las frecuencias afectadas. Como su magnitud es proporcional a la distancia del medio de transmisión de una señal, sólo es perceptible en las señales que reciben los sintonizadores.

La distorsión por saturación se presenta en componen

tes amplificadores, como transistores, cuando se sobrepasa su capacidad de amplificación.

A.4) Capacidad auditiva de Detección de Distorsión

El oído no puede discriminar los tipos de distorsión sino la suma total de ellos. Así, para tonos puros, el oído puede distinguir desde un 1% de distorsión (referida al nivel instantáneo de la amplitud de una señal), asimismo para instrumentos solos desde un 3%, para orquestas desde un 4% y un 6% para música de muy alto volumen.

Por lo que respecta a la distorsión por transitorios y de cruce el oído no llega, en el mayor de los casos, a detectarlas debido a que se presentan en intervalos muy cortos de tiempo y la distorsión producida es de valores muy bajos.

B) RUIDO

B.1) Definición

El ruido es una señal espuria o indeseable que ocasiona efectos de distorsión en la señal que ha sido procesada en un sistema electroacústico.

Las características distintivas del ruido son: comportamiento aleatorio e imposibilidad de su análisis por los métodos clásicos de cálculo. Con ello se quiere decir que el estudio del ruido debe hacerse en forma estadística.

De los tipos de ruidos comunes, existen aquellos causados por elementos constitutivos de cada equipo o sistema de audio. Por ejemplo; ruido térmico en resistencias y el ruido de disparo en los transistores.

B.2) Tipos

Ruido térmico. Cuando por una resistencia circula una corriente, los electrones involucrados están en continuo choque entre ellos, la cual libera energía calorífica y produce un aumento de temperatura en el dispositivo. También ocurre el efecto inverso, es decir, cuando la resistencia se somete a una fuente calorífica, aumentando su temperatura, habrá un movimiento electrónico y se producirá un voltaje en las terminales de salida. Como no se puede conocer ni predecir el comportamiento exacto de los electrones debido a sus -

constantes choques, el voltaje resultante no puede ser determinado con exactitud ni puede tener un valor constante, por lo cual habrá que determinar un promedio que englobe todos los valores posibles de él.

Es así como un elemento básico en la construcción de equipos electrónicos de audio puede tener dos funciones: limitar la corriente en un circuito (para lo cual se diseña) y generar un voltaje que se conoce como ruido térmico (función no deseable).

Si consideramos que el voltaje de ruido es muy pequeño, del orden de los microvolts, probablemente podríamos decir que es insignificante; pero cuando pensamos en las ganancias de voltaje que pueden dar los amplificadores de audio, hay que tomar en cuenta qué tanto podremos ser afectados por el ruido. En otras palabras, si el amplificador es de muy alto factor de amplificación, podrá hacer audible el ruido térmico.

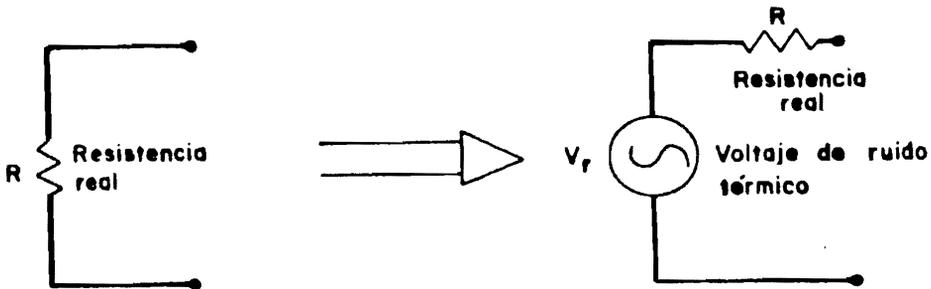


Fig. 2.8

Si alguna vez hemos quitado todas las conexiones de entrada -- del amplificador y luego hemos subido el volumen al máximo por medio del control respectivo, habremos escuchado un ruido como siseo. Este es el ruido térmico que ha sido amplificado y hecho audible.

El ruido térmico posee las características que distinguen al tipo de ruido blanco, el que a su vez se define como -- aquel ruido que comprende todas las frecuencias y que posee -- una densidad de energía constante a lo largo del espectro.

El ruido térmico es inevitable, pero puede ser minimizado con el diseño cuidadoso de los sistemas de audio.

Ruido de disparo. Se caracteriza por existir en un -- dispositivo que actúa como amplificador, ya sean válvulas o -- transistores. Se presenta cuando el elemento es cambiado repentinamente de estado. Difiere del ruido térmico en cuanto éste es un efecto del cambio de condiciones de operación, mientras que el ruido térmico depende solamente de la existencia de una resistencia.

El ruido de disparo es reducido prácticamente a cero con la puesta en operación correcta de transistores y valvulas.

Hemos definido los ruidos inherentes a los elementos, pero falta todavía estudiar aquellos ruidos externos que apareren en el sistema cuando éste se encuentra en operación.

Ruido atmosférico. Es el ruido que las descargas eléct

tricas inducen por efectos electromagnéticos en los equipos -- que se encuentran cerca del lugar donde se produce el fenómeno.

Ruido producido por el hombre. Es aquel causado por - transmisiones de radio, televisión y energía eléctrica, así como el debido a los campos electromagnéticos generados por motores. Es por eso que se escuchan zumbidos y transmisiones de radio (fundamentalmente) en un sistema de reproducción de audio.

B.3) Efectos del ruido sobre el sonido

Todos hemos escuchado alguna vez en el sistema de audio la aparición de zumbidos aún cuando no hay ningún programa reproduciéndose. Una de las causas principales es que el voltaje de alimentación principal es 'alterno, a una frecuencia de - 60 Hz. Como cae dentro del rango audible es en ocasiones escuchado, debido a que existe una inducción en la entrada del amplificador ó bien existe algún defecto de componentes internos.

Las descargas eléctricas se escuchan como fuertes golpes y en ocasiones pueden ser tan intensas que ocasionen la -- destrucción de partes del circuito.

Sin embargo, todo ruido es indeseable porque hace que el programa que se escucha sea una mezcla confusa y desagradable. Los métodos y técnicas empleadas en la reducción del ruido, como ya se ha descrito, depende de la controlabilidad de - las causas. Es decir, no podran evitarse las descargas atmosféricas, ni el ruido térmico o de disparo, pero si será posible

proveer sistemas de control y un diseño adecuado. Los ruidos - producidos por el hombre, son, en definitiva, controlables y sólo requieren el que se consideren dentro de las fases de diseño de los sistemas.

b.4) Capacidad del oído para discriminar el ruido.

Aún cuando el tema ya ha sido tratado en parte, conviene reafirmar algunas características del oído.

Una de las características más importantes de nuestro oído es la selectividad, la cual nos sirve para explicar el -- porqué podemos estar dentro de una reunión y hablar con otra -- persona sin prestar atención a la charla de los demás. No se puede aún conocer el mecanismo de la audición que produce tal fenómeno, pero es obvio que ocurre en alguna región de nuestro cerebro.

Cuando el ruido se presenta al mismo tiempo que la -- fuente musical está a volumen alto, entonces será imposible de tectarlo. Este efecto se conoce como enmascaramiento, y se valen de él los fabricantes de equipos electroacústicos para tener la posibilidad de realizar diseños menos costosos con niveles de ruido grandes.

Además, diversas personas presentarán diferentes niveles mínimos de ruido que pueden detectar. Esto es, cada persona presenta un cierto umbral a partir del cual le será audible el ruido, y todos los niveles de ruido que se encuentren aba-

jo de ese umbral no seran escuchados. Este umbral es conocido como de audibilidad y varia según varios factores, tales como sexo, edad, enfermedades que se le hallan presentado y aún -- del estado anímico de la persona en el momento de realizarse las mediciones.

Para aquellos interesados en profundizar sobre el -- particular, los referimos a la bibliografía especializada y dis- puesta al final del trabajo.

C) RESPUESTA A LA FRECUENCIA

C.1) Definición e importancia.

La Respuesta a la frecuencia se puede definir como el comportamiento de la intensidad de la señal que se tiene a la salida de un dispositivo en función de su frecuencia; como resultado de las manipulaciones que el dispositivo hace de la señal que lo alimenta. Se representa generalmente, en forma gráfica.

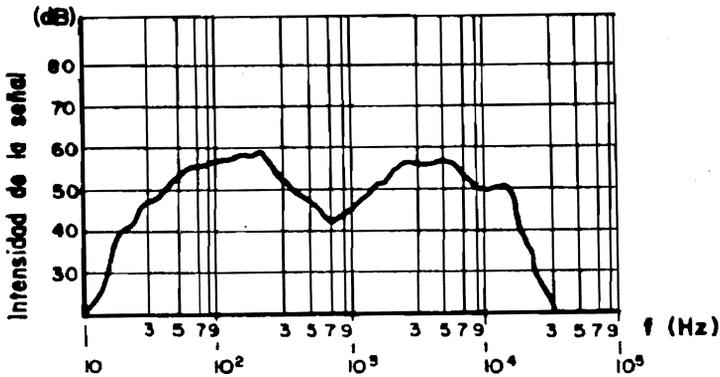


Fig. 2.9

Esta señal puede ser eléctrica, en el caso que se manejen amplificadores, fonocaptores, etc., o sonora, en el caso que se manejen bocinas o audífonos.

Por ejemplo, si se alimenta una señal compuesta de dos diferentes frecuencias a un dispositivo, puede ser que se atenue una frecuencia más que la otra, esto se debe a la incapacidad del dispositivo de manejarlas en forma semejante, esto

se muestra en la siguiente figura.

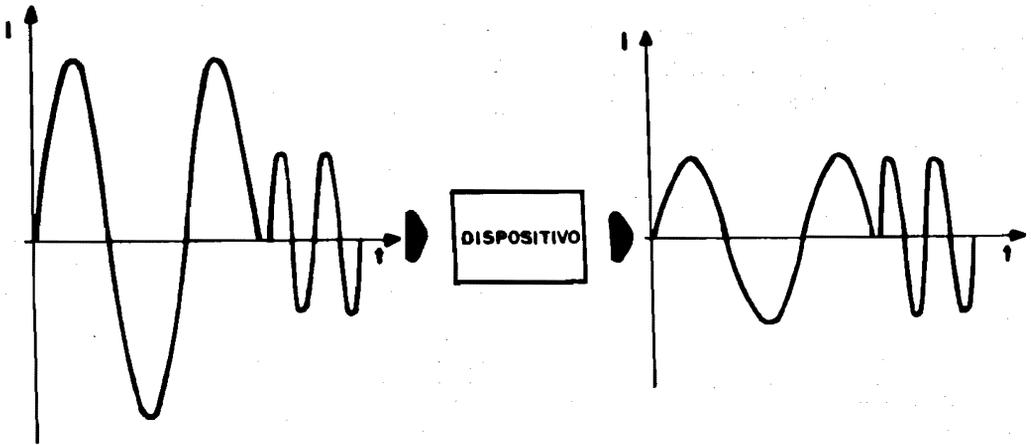


Fig. 2.10.

Todos los dispositivos atenúan en forma considerable ciertos rangos de frecuencias y en audio, frecuencias audibles o muy altas o muy bajas.

Es decir, todo sistema o dispositivo que maneje cualquier tipo de señal, sólo tiene la capacidad de usar en forma adecuada un determinado rango de frecuencias, cuando éste se sobrepasa la señal a su salida se atenúa a la que debería salir.

Por lo general, los fabricantes indican un rango de frecuencia dentro de las cuales la señal no varía su intensidad en forma audible -esto correspondería a una señal de entrada a ese dispositivo cuya intensidad no variará en lo absoluto en toda la gama de frecuencias audibles- esto sería dentro de

un rango de ± 3 dB con respecto a la intensidad media de la señal. Para aclarar esto, vea la siguiente figura:

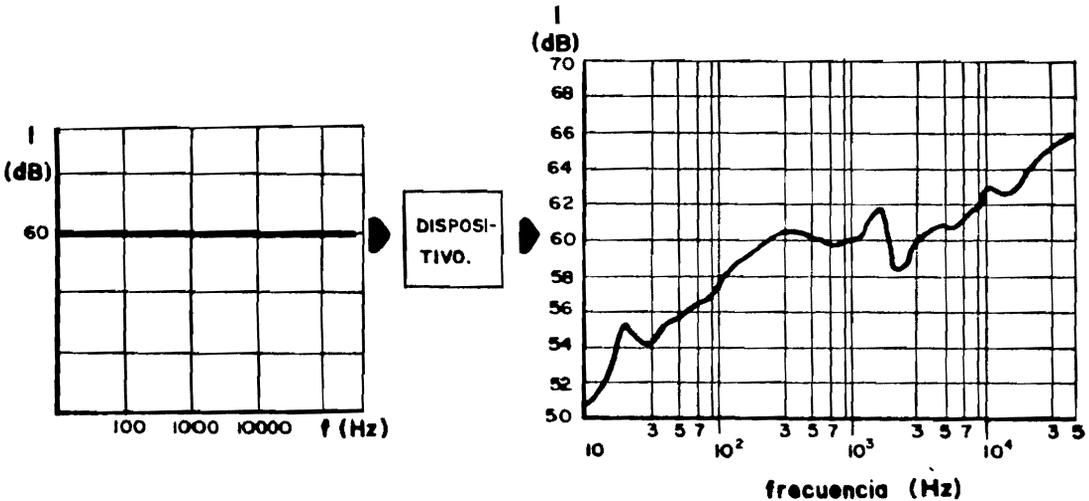


Fig. 2.11.

Donde se tiene la curva de respuesta a la frecuencia de un cierto dispositivo, de ella se puede decir que el dispositivo tiene una respuesta a la frecuencia de 100 Hz a 10,000 Hz ± 3 dB, o una respuesta a la frecuencia de 150 Hz a 9,000 Hz ± 2 dB, o de 50 Hz a 15,000 Hz ± 6 dB, etc.

Ahora, el rango de variación en la intensidad de una señal más usado es el de ± 3 dB, pero no siempre se toma sino el que el fabricante considere el más conveniente.

C.2) Respuesta del oído

El oído humano es capaz de captar un rango de frecuen

cias que va desde 20Hz a 17,000 Hz, aproximadamente. Por tanto, se ve la necesidad de que todos los equipos que constituyen un sistema de sonido de alta fidelidad tengan una respuesta de frecuencia plana en el rango de frecuencias audibles -- (para una señal de entrada de intensidad constante para el -- rango de frecuencias audibles), es decir, que por lo menos tenga una respuesta en frecuencia de 20Hz a 17,000 Hz \pm 3dB, con lo que ninguna frecuencia se atenuará en forma audible.

D) POTENCIA.

D.1) Definición e importancia.

Como ya antes se ha mencionado, la potencia es una medida de la energía que pasa por un medio, en cada unidad de tiempo.

La definición estricta de la potencia puede darse en términos matemáticos como:

$$p = \frac{W}{t}$$

en donde: P = Potencia en Watts.

W = Energía en Joules.

t = Tiempo en segundos.

El conocer este concepto permite seleccionar en forma adecuada un amplificador de audio y las bocinas.

Debemos reiterar que la potencia no afecta en ninguna forma la calidad de un sistema de sonido, sino simplemente es una medida de la intensidad de la señal que puede manejar -- ese sistema sin dañar algún componente.

D.2) Necesidades de Potencia.

Para todo sistema de audio, se tendrá tanto una potencia máxima que satisfaga las necesidades de niveles o volúmenes de sonido muy altos, como una potencia mínima capaz de provocar una intensidad mínima de sonido, tal que excite al of

do ó que pueda excitar adecuadamente a las bocinas.

La potencia mínima audible se puede dar para condiciones normales de temperatura, presión, ruido y en un recinto de 2 x 2 m, como: 4.819×10^{-11} watts sonoros.

La potencia máxima la podemos establecer en base a -- que el oído puede aceptar sin sufrir daño alguno niveles de sonido hasta de 120 dB, lo que en potencias acústica equivale a 15 watt con un altavoz del 5% de eficiencia y el oyente situado a 4 m. del altavoz. Para determinar que niveles de volumen en dB se tienen para varias dimensiones de recintos y varias eficiencias de altavoces, se puede consultar la tabla 4.7 del capítulo IV.

E) RANGO DINAMICO.

E.1) Definición e importancia.

El rango dinámico es un valor, usualmente en dB, que permite evaluar cual será el nivel de sonido menor y mayor que podrá manejar un sistema de reproducción de audio.

En términos generales, el rango dinámico es la diferencia de la intensidad mayor que un equipo puede mantener, -- dentro de los límites de distorsión establecidos por las normas de alta fidelidad, y el nivel de señal más bajo que maneja, es tando éste último nivel delimitado por la presencia del ruido. Se permiten valores de señal de ruido de 20 dB para encontrar el nivel más pequeño de señal manejable.

Expresando lo anterior en forma simplificada, tenemos que:

R.D. = Intensidad mayor de señal - Intensidad mínima de señal.

R.D. = Rango dinámico.

Es importante conocer el rango dinámico que permiten elementos como el disco, la cinta y los altavoces ya que nos indica la necesidad de reducir el rango dinámico de la música - el cual es de 120 dB, para evitar ruidos y daños en los elementos del sistema.

Se debe tener en cuenta que los sistemas de audio no han podido alcanzar el rango dinámico de la música y que sola-

mente alcanzan un rango dinámico máximo, actualmente, de 70 a 75 dB.

Los factores que hacen difícil alcanzar los 120 dB- de rango dinámico son: ruido propio de los elementos de los amplificadores, saturación pronta de los amplificadores de potencia y, algo muy importante, la distorsión tan grande y saturación presente en los altavoces.

F) SENSIBILIDAD

F.1) Definición e Importancia.

La sensibilidad es la capacidad de un dispositivo de Audio (amplificador, sintonizador, etc.) de captar una señal débil y procesarla en forma tal que dé un nivel utilizable.

Se especifica generalmente en μV (1×10^{-6} volts o --- 0.000001 Volts). Nos dice que voltaje se debe tener a la entrada de un dispositivo para que el ruido no sea comparable - en magnitud con la señal que contiene la información, esta -- cantidad ya ha sido estandarizada a 30 dB, así, en un sintonizador entre menor sea el voltaje para estos 30 dB mayor será la sensibilidad del mismo.

Esta característica es particularmente importante en sintonizadores, cuando estos se encuentran alejados de la --- fuente transmisora, pues la señal captada es de muy poca intensidad y se necesitará un sintonizador con buena sensibilidad. En cambio, cuando se está cerca de la transmisora de radio, como en las ciudades, no es muy importante que el sintonizador tenga una muy buena sensibilidad.

G) FIDELIDAD

Hemos dejado este término al final del capítulo porque no hay una definición estricta de él.

Existen definiciones parciales y subjetivas de la palabra fidelidad, como por ejemplo: "es la capacidad de un sistema de reproducir fielmente y sin distorsión la información grabada en una cinta o disco".

Sin embargo, la alta fidelidad no puede definirse como tal, si no existe un conocimiento de las características del último y más importante eslabón de la cadena formada en un sistema de audio: el oído humano.

Considerando que el oído ya ha sido descrito antes, podemos concretar algunos puntos: un sistema electroacústico se consideraría de verdadera alta fidelidad si pudiese manejar el rango dinámico, ancho de banda y otras características distintivas de la música en vivo, sin alterarlas. Pero existen diversas limitaciones técnicas que no permiten alcanzar tales objetivos. Una de ellas es que cualquier transductor de los empleados en equipos electroacústicos, así como los procesadores no manejan rangos dinámicos de más de 80 dB. Otra razón es que en las audiciones en vivo aparecen frecuencias armónicas que, aún cuando son superiores a aquellas comprendidas en el rango audible, propician la intermodulación y batido de frecuencias que si se pueden escuchar. Los equipos no pueden, en la mayo-

ría de las ocasiones, tener anchos de banda que lleguen a 30 - kHz o más, porque se empezaría a radiar energía en una parte - del espectro electromagnético correspondiente a comunicaciones eléctricas, causando interferencias y señales indeseables en - equipos de otras personas, ubicadas cerca del sistema conside- rado.

Ya se estudiaron algunas características tales como - distorsión y relación señal a ruido, las cuales son propias -- del sistema electroacústico y que limitan el comportamiento, - que sería deseable, de nuestro equipo reproductor.

La palabra fidelidad posee, entonces, dos significa-- dos: el primero es subjetivo y establece criterios ambiguos- en la persona que lo interpreta; el segundo es técnico y preci- sa las características deseables que debe poseer un sistema de audio.

Debemos enfatizar el hecho de que los fabricantes de equipo se valen de ciertas técnicas comerciales para distorsio- nar y modificar los criterios del consumidor, mediante el uso de especificaciones técnicas que, en la mayoría de las ocasio- nes, resultan incomprensibles y confusas aún para personas con cierta capacidad técnica. En esta hipótesis nos hemos apoyado para realizar el trabajo y los capítulos subsecuentes demues- tran la validez de tal hipótesis.

C A P I T U L O I I I

ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS DE AUDIO

COMENTARIO

En este capítulo se presentan las especificaciones mínimas que son deseables dentro de cada componente de un sistema de audio, para poder considerarlo de alta fidelidad.

Puede existir dentro de los equipos comerciales otro tipo de especificaciones cuya importancia no es determinante en la selección de equipo.

Si las especificaciones de un equipo sobrepasan a las mostradas en las siguientes tablas el nivel en la calidad del equipo es difícilmente identificable para un oído común y normal.

Debe notarse que los valores de algunas especificaciones están hechos en base a ciertas normas y que ellos cambiarán dependiendo de la norma usada.

Los valores que se muestran en las siguientes tablas fueron compilados de normas como: ASA (American Standard Association), IEC (International Electrotechnical Commission), JIS (Japanese Standard Association) y DIN (Deutsche Industrie Normen), pues normas mexicanas sobre el particular, o no existen o bien son una reproducción de los anteriores.

Tabla 3.1 ALTAVOCES

Especificación	A L T A V O C E S			Observaciones
	Valor	Unidad	Tolerancia	
Principio del Altavoz				Ya sea dinámico, electromagnético, electrostático, etc.
Tipo del Altavoz				De trompeta o directo, altavoz <u>simple</u> o múltiple, etc.
Terminales				Se indican con una señal de color rojo para indicar la dirección de flujo de corriente
Impedancia Estimada	4,8 y 16	Ohms ()	± 10%	Es importante que no sobrepase esta tolerancia para que no haya variaciones altas de eficiencia.
Curva de Impedancia-Frecuencia	4,8 y 16	Ohms ()	± 10%	La curva no debe sobrepasar esta tolerancia.
Potencia Promedio	x	WATTS rms	-	Se entiende como tal, a la usada para largos periodos de tiempo y en forma satisfactoria.

Especificación	A L T A V O C E S			Observaciones
	Valor	Unidad	Tolerancia	
Potencia máxima	x	WATTS rms	-	No debe sobrepasarse pues ocasiona graves daños a el altavoz.
Punto y eje de referencia				Son el punto y el eje tomados como base en mediciones de direccionalidad y respuesta a la frecuencia.
Rango de frecuencias estimado	x	Hz	- 10 dB	Es el rango de frecuencias que se asignan para altavoces de usos especiales.
Rango de frecuencias efectivo	x	Hz	- 10 dB	Es el rango de frecuencias que se asigna para altavoces de usos generales.
Frecuencia de resonancia	250 - 10 200 - 12 160 - 16 145 - 18 120 - 20 90 - 25 80 - 30	Hz - cm	máxima frecuencia	Están referidos para altavoces dinámicos de radiación directa, la parte derecha se refiere a su diámetro en centímetros.
Respuesta a la frecuencia	20 a 20000	Hz	+ - 3 dB	Esta tolerancia corresponde a la deseable en altavoces. Entre más plana sea la respuesta dentro de esta tolerancia, no significa mayor calidad.

Especificación	A L T A V O C E S			Observaciones
	Valor	Unidad	Tolerancia	
Respuesta polar				Es importante para que sea - adecuada al lugar donde estarán los altavoces. Se realizan curvas para 500 Hz, ---- 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz y 8000 Hz.
Sensibilidad característica		dB - SPL		Se mide a 1 m. del eje de referencia aplicando una señal de ruido rosa a un watt.
Distorsión armónica	0.3	%Watt rms	0.10 %	Esta valor es el máximo deseable.
Distorsión por intermodulación	0.3	%Watt rms	0.10 %	Este valor es máximo.
Distorsión por transitorios				Debe tener niveles inaudibles para cualquier portancia manejada en el altavoz.
Condiciones ambientales	5-35 40-85	°C %	máxima máxima	Rango de temperatura Humedad relativa Son los intervalos dentro de los cuales las características del altavoz no excederán las tolerancias especificadas.
Características físicas				Peso, dimensiones, montaje de cables, resistencia en DC de la bobina de voz, su # de --- vueltas y el peso, material y tipo de iman, # de vías y frecuencias de cruce.

Especificación	A L T A V O C E S			Observaciones
	Valor	Unidad	Tolerancia	
Datos de diseño				Flujo total en el entrehierro. Densidad de flujo en el entrehierro. Energía magnética en el entrehierro.

TABLA 3.2 AMPLIFICADORES

Especificación	AMPLIFICADORES			Observaciones
	Valor	Unidades	Tolerancia	
Voltaje de alimentación o de línea.	120	Volts rms	$\pm 10\%$	El valor depende de la región. En ocasiones el valor puede ajustarse con un interruptor.
Frecuencia de línea	80	Hertz		En ocasiones se especifica un rango dentro del cual puede operar.
Impedancia de entrada	20	Kilohms		Valor mínimo para cada entrada.
Sensibilidad	2.5	mV rms		Mínimo para fonocaptos y microfones magnéticos.
	100	mV rms		Mínimo para sintonizadores y fonocaptos cerámicos.
	1.0	v rms		Mínimo para entradas de preamplificadores y procesadores de señal
Impedancia de salida	8.0	ohms		Valor empleado cuando se usan altavoces de 8 ohms.
	4.0	ohms		Valor empleado cuando se usan altavoces de 4 ohms.
Potencia de salida		Watts rms		El valor depende de las necesidades del lugar a ambientar.

Especificación.	AMPLIFICADORES			Observaciones
	Valor	Unidades	Tolerancia	
Respuesta en frecuencia	20 a 20000	Hertz	+ 1 dB - 1 dB	Respuesta plana y a 1 Watt rms.
Distorsión Armónica	0.3	%	6 menor	A potencia máxima especificada.
	0.1	%	6 menor	A 1 Watt rms de potencia de salida.
Distorsión por Intermodulación	0.3	%	6 menor	A potencia máxima especificada.
	0.1	%	6 menor	A 1 Watt rms de potencia de salida.
Factor de amortiguamiento	30		6 mayor	A 1KHz y senoidal de señal de entrada.
Relación Señal a Ruido	60	dB	6 mayor	Bajo condiciones de 1 KHz senoidal de entrada y 1 Watt rms de potencia de salida.
Rango Dinámico	60	dB	6 mayor	A 1 Khz senoidal de entrada y 1 Watt rms de potencia de salida.
Separación entre canales	35	dB	6 mayor	A 1 KHz de señal senoidal de entrada y 1 W rms de pot. salida.

Tabla 3.3. MAGNETOFONOS

Especificación	MAGNETOFONOS .			Observaciones
	Valor	Unidades	Tolerancia	
Desviación de velocidad	± 1	%		Para velocidad de 7 1/2 i.p.s., y máquinas de grado mayor ó "E"
	± 2	%		Para velocidad de 7 1/2 i.p.s., y máquinas de grado normal ó "H"
	± 3	%		Para velocidad de 3 3/4 i.p.s., grado "H"
	± 4	%		Para velocidad de 1 7/8 i.p.s., grado "H"
Ululación y trémolo	0.15	%		A 7 1/2 i.p.s. grado "E"
	0.25	%		A 7 1/2 i.p.s. grado "H"
	0.4	%		A 3 3/4 i.p.s. "H"
	1.0	%		A 1 7/8 i.p.s. "H"
Angulo de la cabeza	90	grados	$\pm 5.5'$	Para cabezas de un canal.
	90	grados	$\pm 13.5'$	Para cabezas de dos canales
	90	grados	$\pm 32'$	Para cabezas de cuatro canales

Especificación	MAGNETOFONOS .			Observaciones
	Valor	Unidades	Tolerancia	
Tolerancia de los niveles prescritos de grabación.	0	dB		A 7 1/2 i.p.s. grado "E"
	+3.0	dB		A 7 1/2 i.p.s. grado "H"
	+5.0	dB		A 3 3/4 i.p.s. grado "H"
	+5.0	dB		A 1 7/8 i.p.s. grado "H"
Variación del nivel de VU	3.0	dB		A cualquier velocidad
Relación Señal a Ruido	50	dB	6 más	A 7 1/2 i.p.s. grado "E"
	40	dB	6 más	A 7 1/2 i.p.s. grado "H"
	35	dB	6 más	A 3 3/4 i.p.s. grado "H"
	30	dB	6 más	A 1 7/8 i.p.s. grado "H"
Máximo factor de distorsión	2	%	6 menor	A 7 1/2 i.p.s. grado "E"
	5	%	6 menor	A 7 1/2 i.p.s. grado "H"
	8	%	6 menor	A 3 3/4 i.p.s. grado "H"
	-	-	-	A 1 7/8 i.p.s. grado "H"

Especificación	MAGNETOFONOS .			Observaciones
	Valor	Unidades	Tolerancia	
Separación entre canales	40 a 55	dB	6 mayor	Aplicable a sistemas estéreo y cuadrafónicos.
Factor de Borrado	55	dB	6 mayor	
Características de frecuencia	Figura "a" Figura "b" Figura "c"			Para 7 1/2 i.p.s. grado "E" Para 7 1/2 i.p.s. grado "H" Para 3 3/4 i.p.s. grado "H"

Tabla 3.4. MICROFONOS

Especificaciones	MICROFONOS			Observaciones
	Valor	Unidad	Tolerancia	
Principio de funcionamiento				Ya sea electrostático, electro dinámico, piezoeléctrico o --- electromagnético.
Tipo de micrófono				De presión o velocidad.
Tipo de respuesta direccional				Como: Omnidireccional, cardiode, unidireccional, etc.
Marcado				La polaridad se indica con una marca (un punto) colocado en la terminal de salida donde se produce el voltaje.
Punto y eje de referencia				Nos indican la dirección recomendada de incidencia del sonido.
Fuente de polarización	x x x	DC ó AC Volts (V) Hz Watts rms	IX Volts	- Tipo de alimentación (directa o alterna) - Voltaje suministrado y sus límites. - Frecuencias de la señal que suministra. - Potencia de salida.
Impedancia estimada		Ohms (Ω)		Cuando su valor es el mismo para su correspondiente en el multiplicador indica que pueden conectarse ambos adecuadamente

Especificación	MICROFONOS			Observaciones
	Valor	Unidad	Tolerancia	
Sensibilidad estimada	x	$\frac{V}{Pa}$	-	Es la sensibilidad promedio en un rango de frecuencias de una octava alrededor de 1000 Hz, especificándose en que condiciones acusticas se realiza (campo libre, campo difuso, etc.)
Sensibilidad característica	x	$\frac{V}{Pa}$	-	Es la sensibilidad estimada compensada de acuerdo a la distribución espectral de la fuente usada. Cuando se compensa sólo en el rango de frecuencias de la voz se llama: sensibilidad característica a la voz.
Voltaje estimado de salida	x	V		Se especifica para una presión sonora de 0.2 Pa.
Respuesta a la frecuencia	20 a 20000	Hz	+ 3 dB - 3 dB	Este rango es para micrófonos de propósitos generales, para usos particulares vea el rango de frecuencias de cada instrumento musical en el subtema b.1.2, fig.
Patrón direccional				Se realizan curvas para 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 y 16000 Hz.
Indice de sensibilidad frontal e aleatoria.		dB		Radio entre el voltaje de salida producido por una onda plana sobre el eje de referencia y el voltaje producido por sonidos dispersos.

Especificación	MICROFONOS			Observaciones
	Valor	Unidad	Tolerancia	
Presión sonora máxima	X	Pa	-	Es aquella que soporta un micrófono sin cambios permanentes en sus características.
Presión sonora equivalente al ruido inherente.	X	Pa	-	Debe establecerse bajo que condiciones se realiza, que generalmente son de campo libre y sobre el eje de referencia.
Condiciones ambientales			± 2 dB	Las características del micrófono no deben cambiar en mayor valor que ± 2 dB, para variaciones de presión, temperatura y humedad relativa del recinto de pruebas.
Influencias externas				Debe especificarse la influencia de factores como campos magnéticos, vibraciones mecánicas y el viento, y bajo que condiciones se midieron.
Características físicas				Dimensión, peso y conexiones de cables.

Tabla 3.5. SINTONIZADORES

Especificación	SINTONIZADORES			Observaciones
	Valor	Unidad	Tolerancia	
Sensitividad	2	uV	Máxima	Entre más bajo sea su valor, mejor
Relación señal a ruido	70	dB	Mínima	Entre más alto sea este valor, mejor
Relación de captura	1.5	dB	Máxima	Entre más bajo, mejor
Selectividad	70	dB	Mínimo	Entre más alta, mejor
Distorsión armónica	0.8	%	Máxima	Medida generalmente a 1000 uV. Entre más baja, mejor.
Separación entre canales	35	dB	Mínima	Debe cumplirse tanto a 1000 Hz como a 10000 Hz, entre más alto sea su valor, mejor.
Rechazo de imagen	80	dB	Mínima	Entre más alto sea su valor, mejor.
Rechazo a señales espurias	80	dB	Mínima	Entre mayor sea su valor, mejor.
Supresión de portadora	60	dB	Mínima	Entre mayor sea su valor, mejor
Respuesta a la frecuencia	30 a 15000	Hz	Mínima	Para frecuencia modulada
Supresión de AM	60	dB	Mínima	

Tabla 3.6. TORNAMESAS

Especificación	T O R N A M E S A			Observaciones
	Valor	Unidad	Tolerancia	
Voltaje de alimentación	120	V rms	± 10%	
Frecuencia de la línea	60	Hz		
Ululación y trémolo	0.2	%W rms	Máxima	Las mejores tornamesas llegan a alcanzar 0.025% Wrms.
Retumbo	- 60	dB	Mínimo	Entre mayor sea este valor, mejor.
Desviación en la velocidad	0.3	% rpm	Máxima	Este valor corresponde a la - máxima variación tonal que no puede llegar a percibirse.

Especificación	A G U J A S			Observaciones
	Valor	Unidad	Tolerancia	
Vida	50 350	Horas Horas		Para aguja de zafiro. Para aguja de diamante. Estos valores varían de acuerdo a la norma que se emplea.
Forma				Según su forma, las agujas pueden ser: Esféricas. Que son empleadas en tornamesas de mediana calidad. Elípticas. Se emplean en tornamesas de mayor calidad que la anterior. Shibata. Son las de mayor calidad.
Radio de curvatura de la punta de la aguja	0.013 a 0.020	mm		valores mínimo y máximo.

Especificación	B R A Z O			Observaciones
	Valor	Unidad	Tolerancia	
Tipo				Existen 3 tipos: tipo I, J y S.
Angulo de compensación		grados		Su valor depende del tipo de <u>di</u> seño del brazo.
Sobretiro		mm		Su valor depende del diseño del brazo.
Error en el ángulo de seguimiento	3	grados	máximo	NO debe sobrepasarse este valor para que la <u>distorsión</u> sea <u>míni</u> ma.

Especificaciones	FONOCAPTORES			Observaciones
	Valor	Unidad	Tolerancia	
Tipos				Piezoelectrico, electret, semiconductor ó electromagnético (imán - móvil, hierro móvil ó bobina móvil
Uso	x	Ohms		Ya sea para reproducción monofónica o estereofónica.
Impedancia eléctrica	x	Ohms (Ω)	20%	"x" nos indica que el valor está dado por cada fabricante. Se mide generalmente a 1000 Hz.
Separación entre canales	20	dB	mínimo	Se mide a 1000 Hz.
	15	dB	Mínimo	Se mide a 10000 Hz.
Respuesta a la frecuencia	20 a 17000	Hz	+ 3 dB	Esta tolerancia es la máxima deseable para el valor promedio dado.
Compliance	10×10^{-16}	$\frac{\text{cm}}{\text{dyna}}$	Mínimo	Entre mayor sea este valor, mejor se considera a el fonocaptor.
Balance entre canales	3	dB	Máximo	Se especifica a una frecuencia de 1000 Hz.
Presión de la aguja	3	gr	Máximo	Es mejor que este parámetro sea - pequeño para evitar desgastes del disco.

Especificaciones	FONOCAPTORES			Observaciones
	Valor	Unidad	Tolerancia	
Voltaje de salida	2,5	mV rms	Mínimo	Se especifica a 1000 Hz. Mejora la calidad del fonocap- tor al aumentar este valor.
	47 a 50	Kilohms ($k\Omega$)		Este valor debe corresponder al valor de la impedancia de entrada al amplificador.

C A P I T U L O I V

EVALUACION DE EQUIPO ELECTROACUSTICO

A) EVALUACION CON AYUDA DE INSTRUMENTOS DE MEDICION.

A.1) FONOCAPTORES Y AGUJAS.

A.1.1) Prueba de la impedancia eléctrica.

Equipo empleado:

- 1) Interruptor. S.
- 2) Vóltmetro. V.
- 3) Fonocaptor. F.
- 4) Resistencia. R.
- 5) Oscilador o generador.

Diagrama de conexiones.

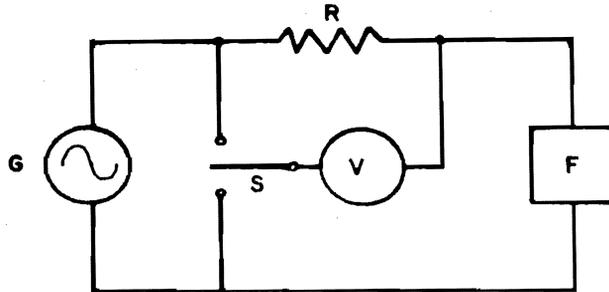


Fig. 4.1

Procedimiento:

- 1.- Hacer las conexiones como se indican en la figura.
- 2.- Obtener a la salida del generador una señal de 1000 Hz y con amplitud pequeña.
- 3.- Medir el voltaje en la resistencia y en el cartucho o fonocaptor.

- 4.- Determinar la corriente a partir de la resistencia y la caída de voltaje a través de ella.
- 5.- Calcular la impedancia a partir de; $Z = \frac{V}{I}$
- 6.- Repetir este procedimiento para el otro canal.
- 7.- Comprobar si estos valores concuerdan con el especificado o no.

A.1.2) Prueba de voltaje de salida.

Equipo empleado:

- 1)- Tornamesa. T.
- 2)- Resistencia de carga del fonocaptor, recomendada. R.
- 3)- Vóltmetro de alta impedancia de entrada, mayor de 1 Megaohms, como el de tubos a vacío. V.
- 4)- Disco de prueba: Debe contener una banda grabada con una señal de 1,000 Hz y a una velocidad de 5 cm/seg.

Diagrama de conexiones.

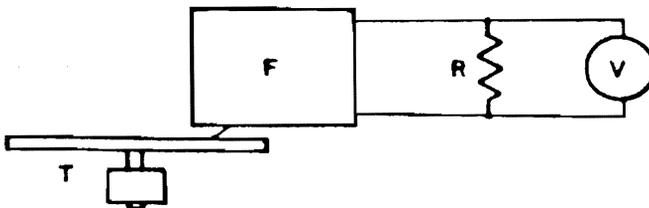


Fig. 4.2

Procedimiento:

- 1.- Ajustar el sistema o la tornamesa para que trabaje a la presión de aguja o peso recomendado para el fonocap---tor.
- 2.- Hacer la conexión del equipo a emplear de la forma indicada en la figura.
- 3.- Medir el voltaje a través de la resistencia de -- carga.
- 4.- Comprobar si este valor es igual al especificado o no.
- 5.- Realizar este mismo procedimiento para el otro ca
nal.

A.1.3) Prueba de separación entre canales.**Equipo Empleado:**

- 1) - Tornamesa. T.
- 2) - Resistencia de carga. R.
- 3) - Interruptor. S.
- 4) - Vóltmetro de alta impedancia de entrada. V.
- 5) - Disco de prueba: Debe poseer un surco que contenga una señal de 1,000 Hz modulando una sola de las paredes, ya sea la del lado derecho o izquierdo.

Diagrama de conexiones.

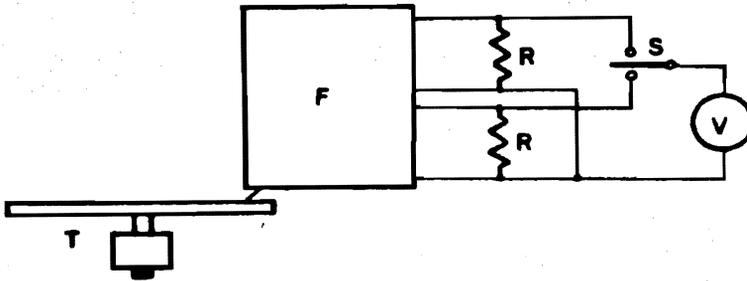


Fig. 4.3

Procedimiento:

1. Conectar el equipo como se indica en la figura.
2. Si el disco de prueba posee un surco con la señal - de 1,000 Hz en el canal izquierdo, medir el voltaje que se obtiene en la terminal del fonocaptor correspondiente a el canal izquierdo.
3. Medir la salida de voltaje en la terminal correspondiente al canal derecho.
4. Calcular la relación:

$$R = \frac{\text{Voltaje canal izquierdo.}}{\text{Voltaje canal derecho.}}$$

5. Expresar lo anterior en dB:

$$N \text{ dB} = 20 \log_{10} R$$

6. Comparar el resultado que se obtenga con el especificado por el fabricante.

7. Cuando el surco trae grabada la señal de 1,000 Hz en el canal derecho, se realizan los mismos pasos que en el caso anterior, excepto que la relación presentada en (4) se debe invertir, quedando:

$$R = \frac{\text{Voltaje canal derecho.}}{\text{Voltaje canal izquierdo.}}$$

A.1.4) Prueba de respuesta a la frecuencia.

Equipo empleado: 1) Tornamesa. T.

2) Resistencia de carga recomendada por el fabricante. R.

3) Voltmetro de alta impedancia de entrada. V.

4) Disco de prueba.

Diagrama de conexiones.

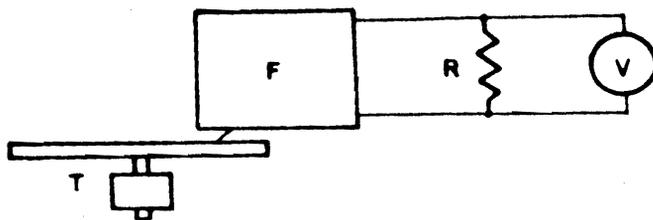


Fig. 4.4

Procedimiento:

- 1.- Conectar el equipo como se indica en la figura.
- 2.- Medir los voltajes que se obtienen a la salida - del fonocaptor, en la resistencia de carga, cuando se reproducen las frecuencias de interés (ver normas).
- 3.- Relacionar todos y cada uno de estos voltajes con el obtenido para una frecuencia de 1,000 Hz.
- 4.- Expresar dichas relaciones en dB y comparar con - los valores indicados por las normas.
- 5.- Llevar a cabo el mismo procedimiento para el otro canal.

A.1.5) Prueba de rastreo apropiado.

Equipo empleado: 1) Tornamesa. T.

- 2) Disco de prueba: Debe tener un -- surco grabado con una señal de una sola frecuencia.

Procedimiento:

- 1.- Verificar que la presión de aguja es la indicada por el fabricante.
- 2.- Iniciar la reproducción del surco y observar si - la aguja se separa del surco o no. Si la aguja se separa del - surco se está obteniendo un rastreo inapropiado.

A.1.6) Prueba de sensibilidad a campos magnéticos.

Equipo empleado: 1) Fonocaptor. F.

- 2) Resistencia de carga recomienda---

da. R.

- 3) Vóltmetro de alta impedancia de entrada. V.
- 4) Imán.

Diagrama de conexiones.

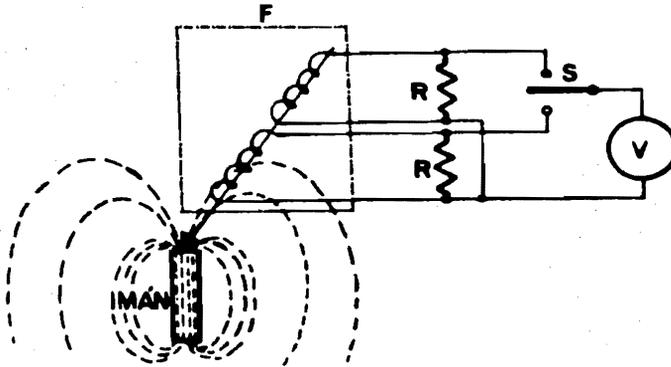


Fig. 4.5.

Procedimiento:

- 1.- Colocar el imán cerca del fonocaptor.
- 2.- Mover uno con respecto al otro.
- 3.- Al mismo tiempo que se ejecuta el paso 2, medir el voltaje que se obtiene en la resistencia de carga. Si este voltaje medido es muy pequeño en comparación con el voltaje -- que el fabricante indica que se va a obtener del fonocaptor durante el proceso de reproducción, se dice que el fonocaptor es poco sensible a campos magnéticos externos.

A.1.7) Prueba de resonancia del sistema fonocaptor- - brazo.

Equipo empleado: 1) Tornamesa. T.

2) Disco de prueba. La banda del disco de prueba consiste de un surco grabado con un barrido - que va desde 200 Hz a 10 Hz.

3) Filtro pasobajas. FPB.

4) Atenuador. AT.

5) Vóltmetro de alta impedancia de entrada.

Diagrama de conexiones.

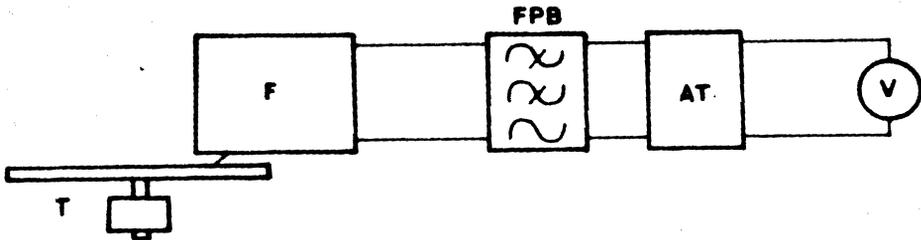


Fig. 4.6

Procedimiento:

1.- Conectar el equipo en la forma indicada en la fi gura.

2.- Observar en el vóltmetro si el indicador tiene un desplazamiento grande. Cuando la frecuencia de resonancia es - menos de 10 Hz, no se detecta dicho desplazamiento grande.

El filtro pasobajas no es muy necesario, pero es con veniente para eliminar los efectos del ruido superficial.

A.1.8) Prueba de vida útil.

Equipo empleado: 1) Tornamesa. T.

2) Disco de prueba con surco inmodu

lado.

Procedimiento:

1.- Se ajusta el sistema brazo-fonocaptor para que - se trabaje a una presión de aguja 20% arriba de la presión especificada por el fabricante.

2.- Llevar a cabo la reproducción del surco inmodulado durante un tiempo un poco menor a los 30 minutos.

3.- Dejar de reproducir durante 30 segundos.

4.- Repetir continuamente los puntos 2 y 3 por un intervalo de tiempo de 8 horas.

5.- Verificar si la aguja reproduce en forma adecuada, sin ruido y distorsión, una pieza musical.

A.2) MICROFONOS.

Las pruebas a realizar son las siguientes:

A.2.1) Impedancia estimada.

A.2.2) Sensibilidad.

A.2.3) Voltaje de salida estimado.

A.2.4) Respuesta a la frecuencia.

A.2.5) Respuesta polar.

A.2.6) Presión sonora máxima.

A.2.7) Presión sonora equivalente al ruido inherente.

Las pruebas se realizarán bajo las siguientes condiciones de medición.

Condiciones de prueba.

1) Preacondicionamiento. Para los micrófonos que contengan un preamplificador, se debe encender el micrófono el tiempo especificado por el fabricante para que alcance -- sus condiciones normales de trabajo, antes de poner el micrófono a prueba.

2) Fuente Sonora. Debe ser capaz de producir el nivel estimado de nivel sonoro del micrófono. Su distorsión no lineal no debe sobrepasar 0.5 dB.

3) Micrófono estándar. Será calibrado según la norma Z24.8-1949 ó Z24.11-1954 de ASA (American Standard Association) y con variaciones en su respuesta a la frecuencia -

no mayores a ± 1 dB.

4) Medio ambiente acústico. El micrófono puede ser medido en los siguientes medios acústicos:

a) Campo libre. Es aquel en que las ondas sonoras pueden considerarse planas.

b) Campo difuso. En éste caso, las ondas sonoras se propagan con incidencia aleatoria.

A.2.1) Impedancia estimada (Z_e). También llamada -- impedancia interna.

Equipo empleado:

Generador de audiofrecuencias. G.

Amplificador. A.

Conmutador. K.

Vóltmetro. V.

Potenciómetro de valor cercano a Z_e . R_s .

Micrófono bajo prueba. M.

Diagrama de conexiones:

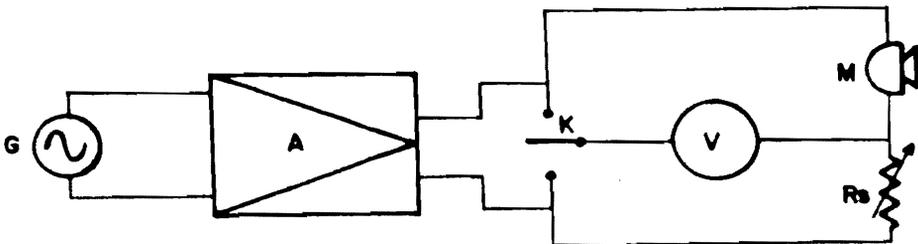


Fig. 4.7

Procedimiento:

La señal generada debe ser de 1,000 Hz. El voltaje que alimenta el micrófono no debe sobrepasar al máximo que éste es capaz de generar.

Variamos el valor del potenciómetro y cuando se -- tenga el mismo valor en el voltmetro para las dos posiciones de K, entonces:

$$R_s = Z_e$$

A.2.2) Sensibilidad.

La sensibilidad (S) bien puede expresarse en V/Pa o en dB, en éste caso recibe el nombre de nivel de sensibilidad (N_s).

$$N_s = 20 \log \frac{S}{S_r} \quad (\text{dB})$$

donde: S_r = Sensibilidad de referencia = 1 V/Pa.

La sensibilidad se mide para diferentes condiciones acústicas y tipos de señales usadas.

I) Sensibilidades para diferentes condiciones acústicas.

Equipo empleado:

Generador de audiofrecuencias. G.

Amplificador. A.

Altavoz. A_L .

Micrófono estándar. Me.

Micrófono de prueba. M.

Vóltmetro. V.

Diagrama de conexiones:

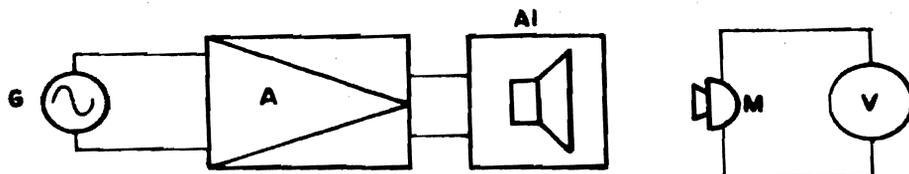


Fig. 4.8

Procedimiento:

Se escogerá una presión sonora que será medida con un micrófono estándar y se anotará su valor, después de esto se harán las mediciones con el micrófono de prueba.

Las mediciones pueden ser hechas para una frecuencia, una banda de frecuencias o señales complejas, a una distancia no menor de 1 m.

1.- Sensibilidad en campo libre (S_L). Es la sensibilidad del micrófono de prueba sobre el eje de referencia - en condiciones de campo libre.

2.- La sensibilidad en campo difuso puede aproximarse al valor rms de las sensibilidades en campo libre para todas las direcciones de incidencia sonora, o, en forma más precisa, por la siguiente expresión:

$$S_d^2 = K_1 S_0^2 + K_2 S_{30}^2 + K_3 S_{60}^2 + \dots + K_7 S_{180}^2$$

donde: S_d = Sensibilidad en un medio difuso.

$S_0, S_{30}, \dots, S_{180}$ = Sensibilidades en los ángulos respectivos.

$$K_1 = K_7 = 0.018$$

$$K_2 = K_6 = 0.129$$

$$K_3 = K_5 = 0.224$$

$$K_4 = 0.258$$

3.- Índice de sensibilidad frontal a aleatoria (I_s).

Está dado por:

$$I_s = 10 \log \frac{S_L^2}{S_d^2} \quad (\text{dB})$$

II) Sensibilidades para diferentes fuentes sonoras.

El equipo empleado y el diagrama de conexiones son los mismos que para el punto anterior, a excepción del micrófono estándar que se elimina.

Para cada una de las siguientes sensibilidades se debe especificar en que condiciones acústicas se realizó.

1.- Sensibilidad estimada. Representa la media de sensibilidades a lo largo de una banda de frecuencias de una octava alrededor de 1,000 Hz.

2.- Sensibilidad característica (S_c). Es el valor promedio de las sensibilidades sobre el rango de frecuencias efectivo del micrófono.

Se toman rangos de octavas de frecuencias y se anotan los valores de las frecuencias centrales de cada banda -- (S_f) . Entonces la sensibilidad característica puede obtenerse como:

$$S_c = \left(\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (S_f)_k^2 \right)^{1/2}$$

donde: $n = \#$ de bandas.

$$k = 1, 2, 3, \dots, n.$$

3.- Sensibilidad característica para la voz. (S_v) . Es el valor promedio de las sensibilidades sobre el rango -- efectivo de frecuencias del micrófono, utilizando un factor de compensación que corresponde al espectro sonoro de la --- voz.

Se realizan mediciones en bandas de frecuencias de una octava alrededor de frecuencias de: 250, 500, 1000 y --- 2000 Hz.

Se obtienen, entonces 4 valores promedios (S_p) y a partir de ellos se obtiene S_v .

$$S_v = \left(\sum_{k=1}^4 \alpha_k (S_p)_k^2 \right)^{1/2}$$

donde:

$K = \#$ de bandas consideradas.

$\alpha_k =$ Factor de compensación de la voz, cuyos valo--
res son:

k	1	2	3	4
Frecuencia central	250	500	1,000	2,000
α_k	0.15	0.55	0.20	0.10

A.2.3) Voltaje de salida estimado.

Equipo empleado:

Generador de audiofrecuencia. G.

Amplificador. A.

Altavoz. A_L .

Medidor de presión sonora. Pa.

Micrófono bajo prueba. M.

Vóltmetro. V.

Diagrama de conexiones:

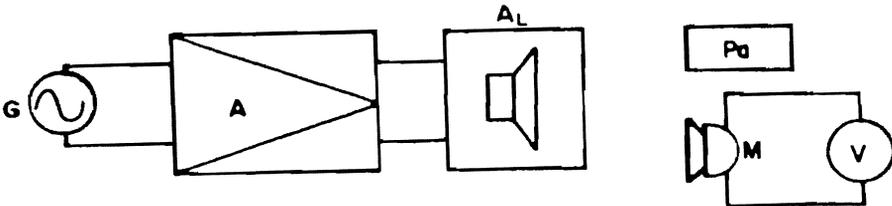


Fig. 4.9

Procedimiento:

Se medirá el voltaje en las terminales del micrófono para las siguientes condiciones: Una presión sonora de 0.2 Pa-

y una señal de una sólo frecuencia, una banda de frecuencias o un sonido complejo.

El micrófono debe colocarse a 1 m de distancia de la fuente sonora.

A.2.4) Respuesta a la Frecuencia.

Equipo empleado:

Generador de audiofrecuencias. G.

Amplificador. A.

Altavoz. A_L .

Medidor de presión sonora. Pa.

Micrófono bajo prueba. M.

Voltmetro. V.

Diagrama de conexiones:

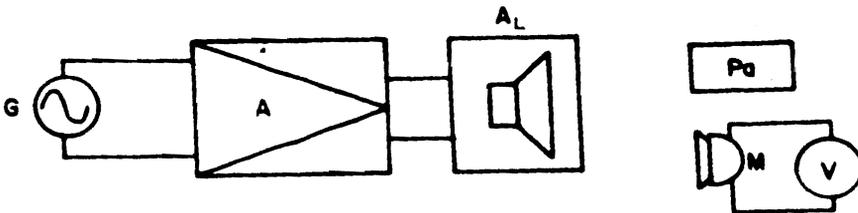


Fig. 4.10

Procedimiento:

La presión sonora y el ángulo de incidencia del sonido deben mantenerse constantes.

Se mide el voltaje en las terminales del micrófono - para cada frecuencia de la señal sonora aplicada.

El barrido en frecuencia se hará sobre la banda que maneje el micrófono de prueba.

A.2.5) Respuesta polar.

Es la curva que representa la sensibilidad del micrófono en función del ángulo de incidencia, para una cierta frecuencia.

Equipo empleado:

Generador de audiofrecuencias. G.

Amplificador. A.

Altavoz. A_L

Medidor de presión sonora. P_a .

Micrófono bajo prueba. M.

Vóltmetro. V.

Diagrama de conexiones:

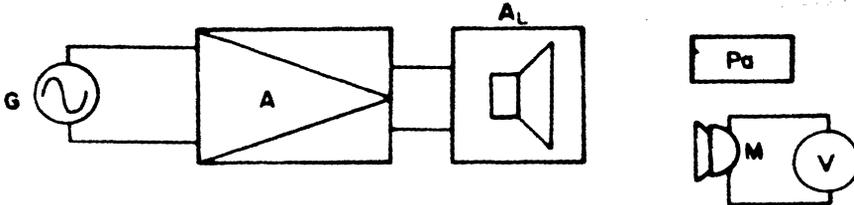


Fig. 4.11

Procedimiento:

Se realizan curvas para: 125, 250, 500, 1,000, 2,000, 4,000, 8,000 y 16,000 Hz.

La prueba se realiza bajo las condiciones de medición establecidas, conservando una distancia mayor a 1 m de

la fuente sonora al micrófono.

La presión sonora y la frecuencia se mantienen constantes y la variación de los ángulos de incidencia será de -- 10° a 15°

A.2.6) Presión sonora máxima.

Es la máxima presión sonora instantánea que maneja un micrófono sin cambiar significativamente sus características.

El equipo empleado es el mismo que el de la prueba anterior, al igual que el diagrama de conexiones.

Esta prueba debe ser medida para distintos ángulos de incidencia y el tiempo de prueba es instantáneo.

A.2.7) Presión sonora equivalente al ruido inherente.

Es la presión sonora que produce, en el micrófono, el mismo voltaje que el ruido inherente del micrófono.

Equipo empleado:

Generador de audiofrecuencias. G.

Amplificador. A.

Altavoz. AL.

Medidor de presión sonora. Pa.

Micrófono bajo prueba. M.

Vóltmetro. V.

Diagrama de conexiones:

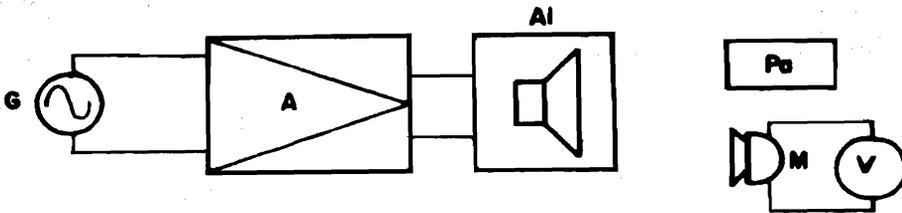


Fig. 4.12

Procedimiento:

Las mediciones son hechas en condiciones de campo libre, sobre el eje de referencia y a una frecuencia de 1,000 Hz.

El micrófono debe ser aislado contra sonidos indebidos, vibraciones externas, y campos magnéticos y eléctricos externos.

A.3) TORNAMESA

A.3.1) Prueba de retumbo.

Equipo empleado:

- 1) Tornamesa. T.
- 2) Disco de prueba que posea una banda con surco inmodulado.
- 3) Preamplificador: Su respuesta debe estar de --- acuerdo a la curva de reproducción de la "NAB".
P.
- 4) Filtro pasobajas.
- 5) Amplificador. A.
- 6) Resistencia de carga del amplificador. R_1 .
- 7) Vóltmetro. V.

Diagrama de conexión del equipo empleado.

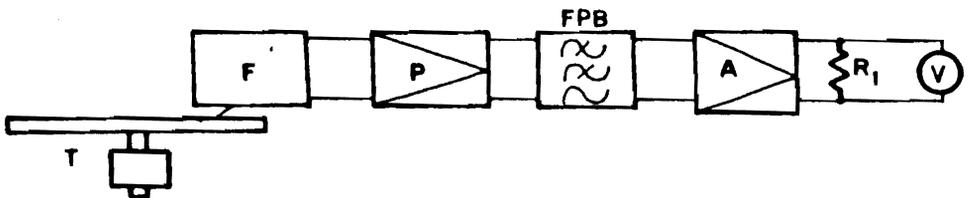


Fig. 4.13

Procedimiento:

- 1.- Hacer la conexión del equipo de acuerdo a la figura.
- 2.- Reproducir la banda con surco inmodulado.

- 3.- Leer en el vóltmetro la señal que se obtiene en la resistencia de carga del amplificador, la cual corresponde al retumbo.
- 4.- Repetir los pasos anteriores para el otro canal, en el caso de que se quiera confirmar el valor medido anteriormente.

A.3.2) Prueba de ululación.

Equipo empleado:

- 1) Tornamesa. T.
- 2) Resistencia de carga. R.
- 3) Medidor de ululación y tremulo, como el modelo FL-3D-1 de Sentinel Inc. MUT.
- 4) Disco de prueba: Debe tener un surco grabado con una señal de una sola frecuencia.

Diagrama de conexión del equipo empleado.

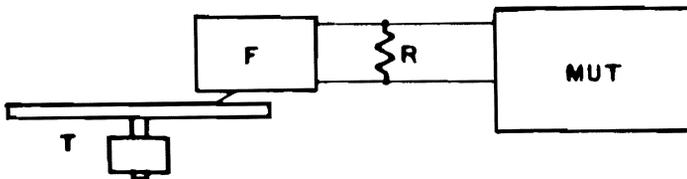


Fig. 4.14

Procedimiento:

- 1.- Conectar el equipo de la manera indicada en la figura.
- 2.- Reproducir la señal grabada en el surco.
- 3.- Leer la cantidad de ululación presente en la se

nal que se obtiene en la resistencia de carga, la cual es indicada por el medidor. Existen medidores de ululación con osciloscopio, en los cuales se puede apreciar la modulación en frecuencia ocasionada por la ululación.

A.4) RECEPTORES DE RADIO (SINTONIZADORES)

A.4.1) Sensibilidad

Equipo empleado:

- 1) Generador de señal. G.
- 2) Simulador de antena. SA.
- 3) Receptor. RC.
- 4) Simulador de carga o resistencia de carga. R.
- 5) Vóltmetro. V.
- 6) Analizador de distorsión. AD.

Diagrama de conexiones.

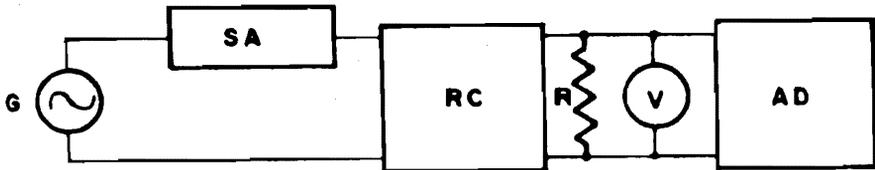


Fig. 4.15

Procedimiento:

- 1.- Conectar el equipo como se indica en la figura.
- 2.- Poner todos los controles de volumen y ganancia al máximo.
- 3.- Medir el voltaje y calcular la potencia de salida para cada cambio en el voltaje de entrada, - hasta conseguir la salida de prueba normalizada.

El voltaje de entrada para el cual se obtuvo la salida normalizada corresponde al valor buscado.

A.4.2) Selectividad.

Equipo empleado:

- 1) 2 Generadores de señal. G.
- 2) 2 simuladores de antena. SA.
- 3) Receptor. RC.
- 4) Resistencia de carga. R.
- 5) Vóltmetro. V.

Procedimiento:

- 1.- Conectar el equipo como se indica en la figura.
- 2.- Hacer que el primer generador entregue una señal inmodulada, con frecuencia igual a la de sintonización y con amplitud arbitraria.
- 3.- Hacer que el segundo generador entregue una señal con modulación de prueba (normalizada) y frecuencia de la portadora igual a la de sintonización. Esta señal nos representará la interferencia.
- 4.- Aplicar simultáneamente las 2 señales al receptor.
- 5.- Aumentar, progresivamente, la frecuencia de la portadora de la señal de interferencia.

6.- Ajustar la amplitud de la señal de interferencia, para cada frecuencia, hasta obtener la salida de prueba normalizada.

7.- La amplitud que necesita la portadora de la señal de interferencia para lograr la salida de prueba normalizada se grafica con respecto a la frecuencia, como se muestra en la siguiente figura.

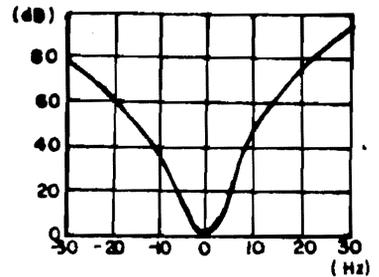
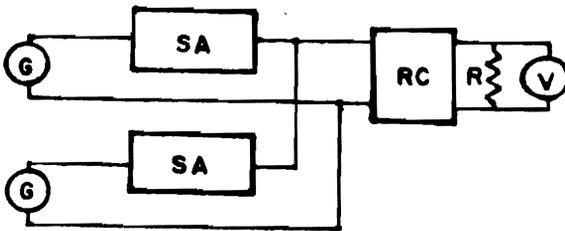


Fig. 4.16

A.4.3) Fidelidad.

Equipo empleado:

- 1) Generador. G.
- 2) Simulador de antena. SA.
- 3) Receptor. RC.
- 4) Resistencia de carga. R.
- 5) Vóltmetro. V.

Diagrama de conexiones.

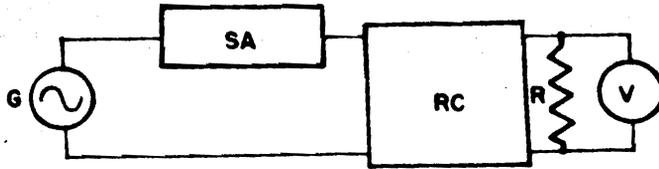


Fig. 4.17

Procedimiento:

- 1.- Conectar el equipo de la forma indicada en la figura.
- 2.- Ajustar la frecuencia de la portadora de la señal del generador a la de sintonización.
- 3.- Aplicar modulación, normalizada, con 400 Hz.
- 4.- La amplitud de la portadora es de un valor arbitrario.
- 5.- Ajustar el control de volumen del receptor para que se obtenga la salida de prueba normalizada.
- 6.- Variar la frecuencia de la moduladora, dentro del rango de audio, manteniendo el grado de modulación constante.
- 7.- Relacionar el voltaje de salida obtenido para cada frecuencia de la moduladora con el valor

medido cuando ella es de 400 Hz; expresar dicha relación en dB.

A.4.4) Distorsión no lineal o armónica.

Equipo Empleado:

- 1) **Generador. G.**
- 2) **Simulador de antena. SA.**
- 3) **Receptor. RC.**
- 4) **Resistencia de carga. R.**
- 5) **Analizador de distorsión. AD.**

Diagrama de conexiones.

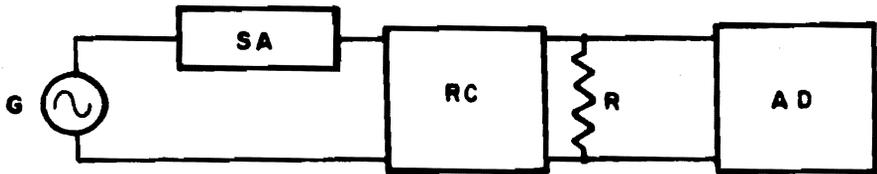


Fig. 4.18

Procedimiento:

- 1.- Conectar el equipo como se indica en la figura.
- 2.- Aplicar a la entrada del receptor una señal, -- proveniente del generador, la cual posea modulación con 400 Hz.
- 3.- Ver en el analizador la cantidad de distorsión presente.

A.4.5) Respuesta a la frecuencia imagen.

Equipo empleado:

- 1) Generador. G.
- 2) Simulador de antena. SA.
- 3) Receptor. RC.
- 4) Resistencia de carga. R.
- 5) Vóltmetro. V.

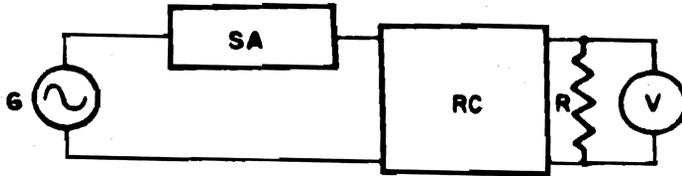
Diagrama de conexiones.

Fig. 4.19

Procedimiento:

- 1.- Conectar el equipo como se indica en la figura.
- 2.- Ajustar la señal del generador para que tenga la frecuencia imagen; aplicarle la modulación normalizada.
- 3.- Incrementar la salida del generador, hasta obtener, en la resistencia de carga, la salida de prueba normalizada o la salida más grande posible, dependiendo de como quiera realizarse la prueba. Medir el voltaje del generador.

- 4.- Ajustar la señal del generador a la frecuencia de sintonización del receptor, sin mover ningún control del receptor.
- 5.- Ajustar el voltaje de salida del generador de tal forma que se obtenga la misma salida del receptor que en el caso 3; medir el voltaje a la salida del generador.
- 6.- Hallar la relación entre los voltajes medidos y expresarla en dB.
- 7.- Comparar el resultado anterior con el valor indicado por el fabricante.

A.4.6) Supresión de AM (Amplitud Modulada)

Equipo empleado:

- 1) Generador. G.
- 2) Simulador de antena. SA.
- 3) Resistencia de carga. R.
- 4) Analizador de distorsión. AD.

Diagrama de conexiones.

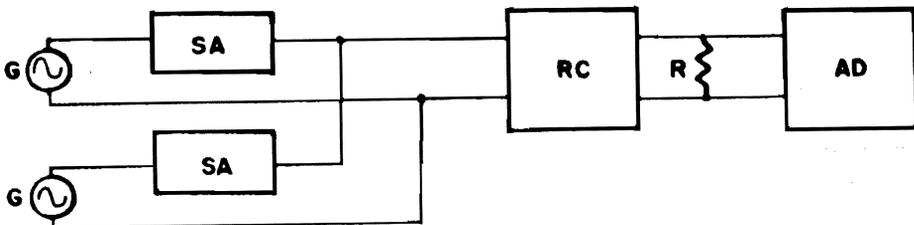


Fig. 4.20

Procedimiento:

- 1.- Conectar el equipo como se indica en la figura.
- 2.- Modular la señal del generador en frecuencia mediante el empleo de otra de 1000 Hz.
- 3.- Con la señal modulada, ajustar el control de volumen del receptor para obtener a la salida del receptor la salida de prueba normalizada.
- 4.- Adicionalmente, modular la señal anterior en amplitud con una de 400 Hz a un 30% de modulación
- 5.- Aplicar la señal modulada en frecuencia y amplitud al receptor.
- 6.- Medir, a la salida del receptor, la señal de 400 Hz.
- 7.- Relacionar la salida de 400 Hz a la salida de 1000 Hz y expresar esta relación en dB. Con esto se obtiene el valor indicativo la supresión de AM.

Simulador de antena:

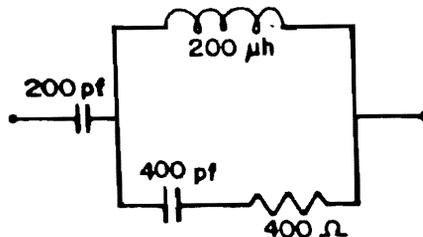


Fig. 4.21

La salida y modulación de prueba son indicadas por -
las normas, como la IRE, Normas mexicanas sobre métodos de ---
prueba de receptores de FM no se encontraron.

A.5) AMPLIFICADORES

A.5.1) Medición de la ganancia de voltaje.

Equipo empleado.

Generador de señales con distorsión menor al 0.1% y de impedancia de salida menor a 1 kilohm. G.

Carga resistiva de valor nominal (4 u 8 ohms). R.

Voltímetro rms de alta impedancia (mayor de 1 Megaohm), V.

Diagrama del circuito de prueba.

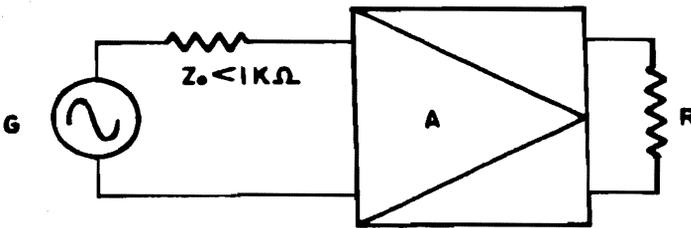


Fig. 4.22

Procedimiento.

Conecte el equipo como se muestra.

Ajuste el generador a 1 kHz de señal senoidal.

Ajuste la amplitud hasta lograr una señal de salida no saturada.

Anote el valor de la señal de entrada y mida el de la de salida.

Calcule la ganancia de voltaje como sigue:

$$A_v = \frac{E_2}{E_1}$$

Si se desea obtener el valor en decibeles, utilice:

$$A_v \text{ (dB)} = 20 \log_{10} \frac{E_2}{E_1}$$

A.5.2) Medición de la ganancia de potencia.

Equipo empleado.

Generador de señales de baja impedancia. G.

Amplificador bajo prueba. A.

Vóltmetro rms de alta impedancia. V.

Carga resistiva de impedancia nominal. R.

Diagrama del circuito de prueba.

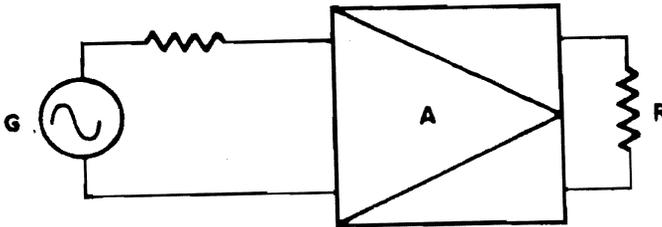


Fig. 4.23

Procedimiento.

Conecte el equipo como se muestra.

Ajuste la salida del generador a 1 kHz senoidal

Ajuste la amplitud del generador hasta llegar un poco antes de la saturación del amplificador.

Medir el voltaje de entrada y de salida.

Calcular la ganancia de potencia como sigue:

$$A_p = \frac{P_o}{P_i}$$

$$P_o = \frac{E_2^2}{R_L}$$

$$P_i = \frac{E_1^2}{4R_s}$$

$$A_p \text{ (dB)} = 10 \log_{10} \frac{4E_2^2 R_s}{E_1^2 R_L}$$

A.5.3) Medición de la respuesta a la frecuencia.

Equipo empleado.

Generador de barrido de audio, de 0.1 Hz a 100 kHz. G.

Carga resistiva de valor nominal. R.

Analizador de espectro de 1 MHz de ancho de banda. Ae.

Amplificador de prueba. A.

Graficadora X-Y. (Optativa). Gr.

Diagrama del circuito de prueba.

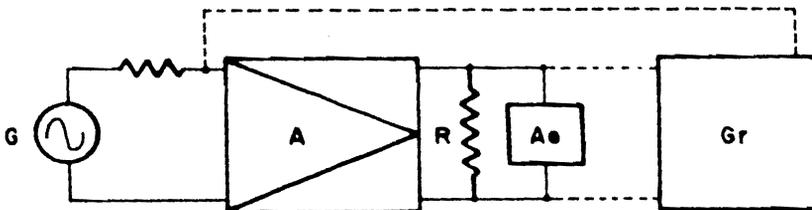


Fig. 4.24

Procedimiento.

Conecte el equipo como se muestra.

Haga funcionar el generador de barrido de 0.1 Hz a 100 KHz, en un tiempo de 60 segundos.

Ajustar la amplitud para lograr máxima potencia.

Observar la curva en el analizador.

Si se usa la graficadora, acotar los resultados.

A.5.4) Medición de la distorsión.

Equipo empleado.

Generador de señales de distorsión menor al 0.1%. G.

Amplificador bajo prueba. A.

Medidor de distorsión. MD.

Medidor de distorsión armónica. MDA.

Medidor de distorsión por intermodulación. MDI.

Carga resistiva de valor nominal. R.

Diagrama del circuito de prueba.

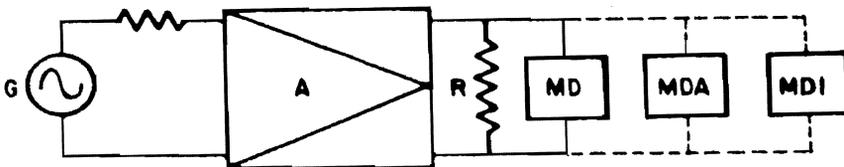


Fig. 4.25

Procedimiento.

Conectar el equipo como se muestra.

Ajustar el generador a 1 KHz senoidal.

Realizar mediciones para diferentes valores de potencia de salida (variando la amplitud de la señal de entrada).

Obtener datos que permitan graficar como sigue:

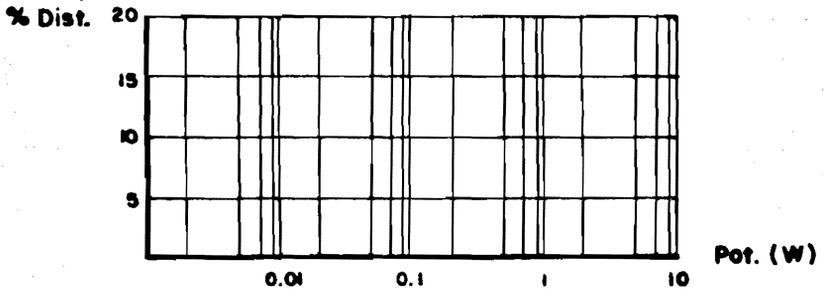


Fig. 4.26

Ajustar la potencia de salida a 1 Watt.

Realizar mediciones de distorsión para diferentes frecuencias, con el fin de formar la curva siguiente.

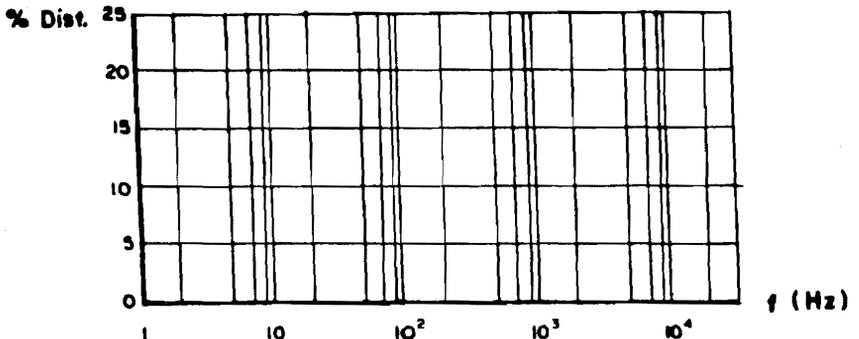


Fig. 4.27

A.5.5- Medición de la separación entre canales.

Equipo empleado.

Generador de señales. G.

Vóltmetro rms de alta impedancia. V.

Cargas resistivas. R.

Amplificador bajo prueba. A.

Diagrama del circuito de prueba.

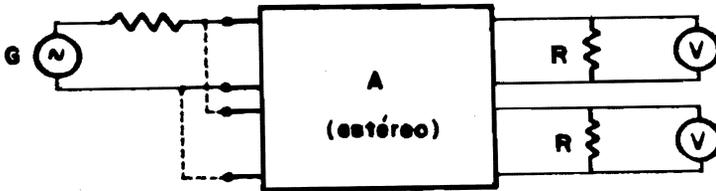


Fig. 4.28

Procedimiento.

Alambrar como se indica en la figura.

Ajustar el generador a 1 KHz senoidal.

Ajustar amplitud hasta lograr máxima potencia de salida.

Medir V_1 (línea punteada).

Medir V_2 (línea continua).

Calcular la siguiente expresión.

Conectar el equipo como se muestra.

Ajustar el generador a 1 KHz senoidal.

Realizar mediciones para diferentes valores de potencia de salida (variando la amplitud de la señal de entrada).

Obtener datos que permitan graficar como sigue:

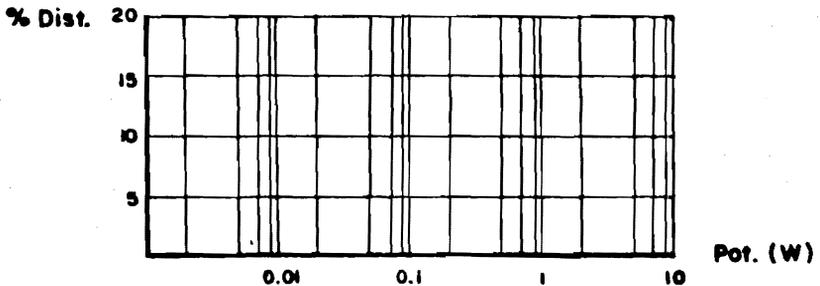


Fig. 4.26

Ajustar la potencia de salida a 1 Watt.

Realizar mediciones de distorsión para diferentes frecuencias, con el fin de formar la curva siguiente.

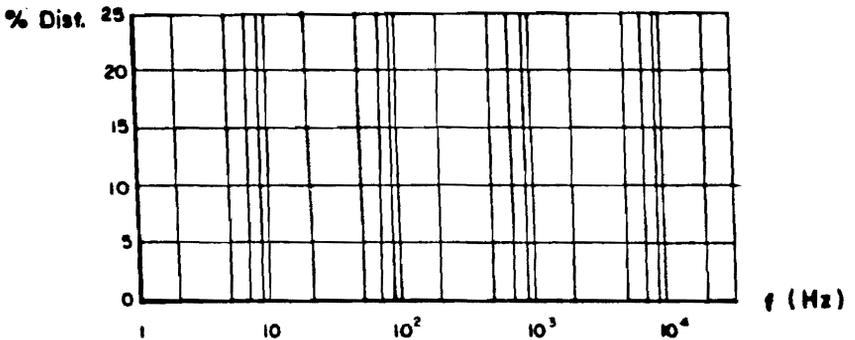


Fig. 4.27

A.5.5- Medición de la separación entre canales.

Equipo empleado.

Generador de señales. G.

Vóltmetro rms de alta impedancia. V.

Cargas resistivas. R.

Amplificador bajo prueba. A.

Diagrama del circuito de prueba.

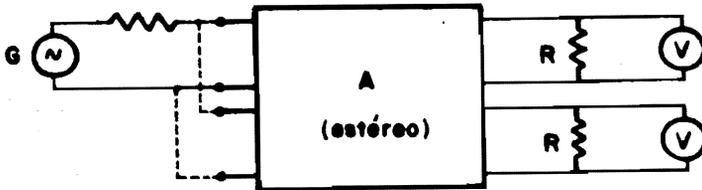


Fig. 4.28

Procedimiento.

Alambrar como se indica en la figura.

Ajustar el generador a 1 KHz senoidal.

Ajustar amplitud hasta lograr máxima potencia de salida.

Medir V_1 (línea punteada).

Medir V_2 (línea continua).

Calcular la siguiente expresión,

$$\text{S.C.} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\text{S.C. (dB)} = 20 \log_{10} \frac{v_1}{v_2}$$

A.6) ALTAVOCES.

Las pruebas realizadas son:

- A.6.1) Impedancia estimada.
- A.6.2) Curva de Impedancia-frecuencia.
- A.6.3) Potencias de manejo.
- A.6.4) Respuesta a la frecuencia.
- A.6.5) Respuesta polar.
- A.6.6) Eficiencia estimada.
- A.6.7) Distorsión.

Antes de describirlas, se muestran las condiciones de medición, bajo las cuales se deben realizar.

Condiciones de Prueba.

1) Montaje del altavoz*. El altavoz debe ser montado en su deflector normal de uso. En el caso de que no sea -- así, debe especificarse completamente, el deflector en que se coloca.

* En este subcapítulo, nos referiremos como altavoz, tanto a un altavoz como a un sistema multialtavoces (que involucre deflector, red de cruce. etc.)

2) Conexiones eléctricas. El altavoz debe conectarse con los controles y redes eléctricas sugeridas por el fabricante, y ajustarlas del mismo modo. Si éstas no se especifican, - las conexiones y ajustes deben describirse completamente.

Si el altavoz necesita de una fuente de polarización ésta debe de energizarse a la corriente promedio del altavoz.

3) Medio ambiente acústico. Este debe simular condiciones de campo libre, es decir, que la ley de presión y distancia se cumple, con variaciones no mayores a ± 1 dB, para toda frecuencia a medir.

Asimismo, el ruido ambiente, no debe afectar las mediciones en ± 1 dB. Desviaciones de estas condiciones deben -- ser descritas.

4) Señales de prueba. Los barridos de señal en frecuencia deben ser suficientemente lentos para no diferir significativamente, de lecturas en estado estable. La potencia de entrada debe ser tan baja como sea posible, es decir, que las condiciones de ruido ambiente y sensibilidad del sistema de medición lo permitan.

5) Sistema de medición. La respuesta del sistema de medición debe ser conocida. Su distorsión no lineal debe tener límites consistentes con la medición hecha.

El micrófono usado es de presión y debe cumplir con las especificaciones de las normas Z24.8-1949 ó Z24.11-1954 de

ASA (American Standard Association).

6) Preacondicionamiento. El altavoz debe estar sujeta a un período de preacondicionamiento de duración tal que: cambios continuos en su impedancia estimada, resonancia principal y respuesta a la frecuencia no puedan ser detectados.

7) Distancias de medición. Para altavoces sencillos el micrófono se monta a una distancia de por lo menos 3 veces la máxima dimensión transversal del altavoz, y sobre el eje de referencia. Los resultados son referidos a 1 m.

Para sistemas multialtavoces, la posición del micrófono introduce errores en las mediciones de respuesta a la frecuencia.

Tomando como base la distancia del micrófono para un altavoz sencillo, se tratará de variar la distancia para que el error se minimice.

En las figuras 4.29 y 4.30 se muestran los errores a_1 y a_c para altavoces tipo trompeta y altavoces de radiador directo, respectivamente, en función de un parámetro adimensional u .

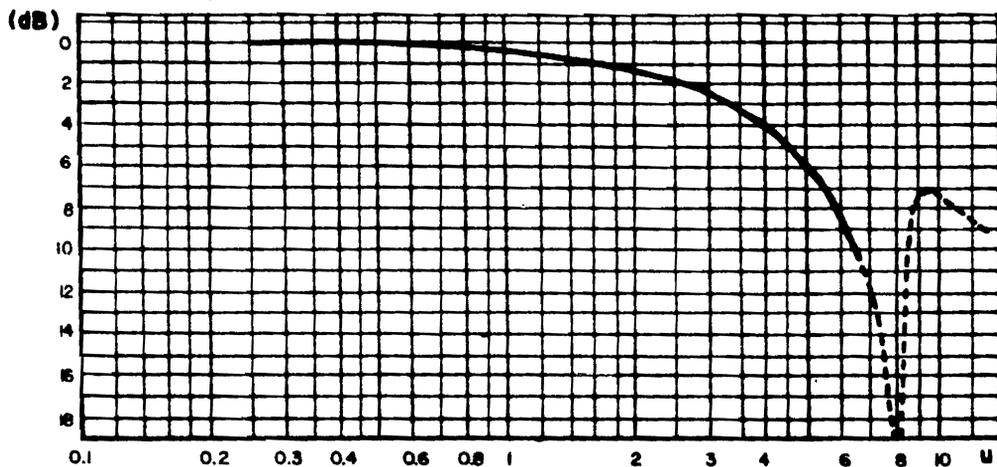


Fig. 4.29 Error en la medición con altavoces tipo trompeta.

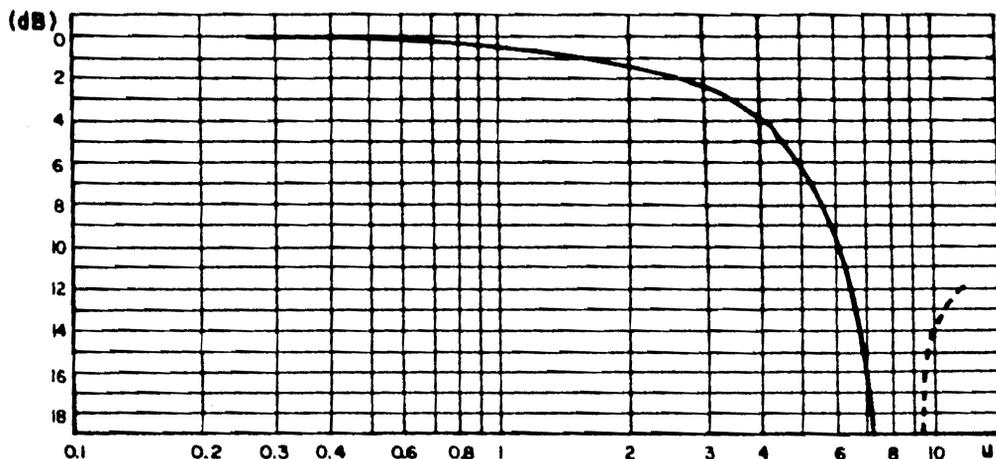


Fig. 4.30 Error en las mediciones al usar altavoces de radiación directa.

Ahora bien, el parámetro "u" adquiere los siguientes valores:

$$u = \frac{l^2}{r \lambda} ; \text{ para altavoces tipo trompeta.}$$

$$u = \frac{d^2}{r \lambda} ; \text{ para altavoces de radiación directa}$$

donde: r = distancia de medición.

l = longitud de la mayor sección transversal de la trompeta. = nb (n=# de trompetas,

b = distancia entre ellas).

d = diametro del cono.

λ = longitud de onda de la frecuencia medida.

De este modo, el fabricante escogerá la distancia de medición, según sea el error que desee tener, el cual se verificará para todo el rango de frecuencias efectivo del altavoz.

A.6.1) Impedancia estimada (Z_e).

Es la impedancia promedio sobre el rango de frecuencias que transmite el altavoz.

Equipo empleado.

Fuente de voltaje de DC. Vp.

Atenuador. Att.

Vóltmetro. V.

Potenciometro de valor cercano a R_L . Rs.

Altavoz de prueba. AL, donde RL= Resistencia de su bo

bina móvil.

Conmutador. K.

Diagrama de conexiones:

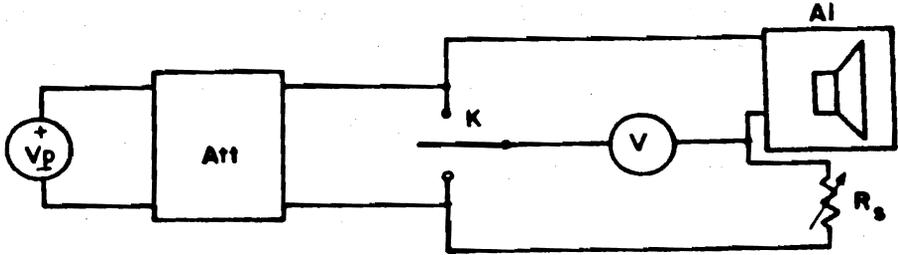


Fig. 4.31 Medición de la impedancia estimada.

Procedimiento:

Ajuste R_s hasta que el voltmetro indique iguales lecturas para las dos posiciones del conmutador K, entonces:

$$R_s = R_L$$

El voltaje de polarización varía en su valor de ---- acuerdo al punto 4 de las condiciones de medición.

El valor de la impedancia estimada se obtiene aumentando un 20% el valor de la resistencia de la bobina móvil, si es un altavoz de radiación directa; o un 40% a la misma resistencia, si es un altavoz tipo trompeta.

A.6.2) Curva de Impedancia-Frecuencia.

Es la gráfica que muestra la magnitud de la impedancia eléctrica del altavoz en función de la frecuencia.

Equipo empleado:

Medidor de inductancia (Multímetro). Mi.

Altavoz de prueba. Ai.

Diagrama de conexiones:

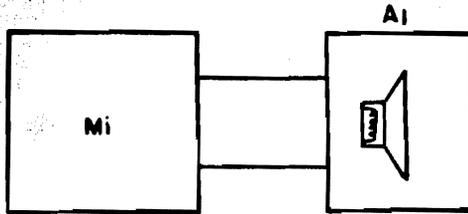


Fig. 4.32

Procedimiento:

Mide la inductancia (L) del altavoz.

Con este valor y el de la resistencia de la bobina móvil (R_L), obtenido en la prueba anterior, calcule el valor del módulo de la impedancia eléctrica del altavoz como sigue:

$$|Z| = \sqrt{R_L^2 + (2\pi fL)^2}$$

De esta ecuación puede observarse que el módulo de la impedancia eléctrica está en función de la frecuencia de trabajo, por tanto, se puede graficar el módulo de la impedancia eléctrica v.s. frecuencia a partir de la ecuación anterior.

Se tomarán valores de la frecuencia a lo largo de todo el rango de frecuencias audibles.

De esta gráfica, podemos conocer la frecuencia principal de resonancia del altavoz. Esta se produce con el pico del módulo de la impedancia eléctrica del altavoz.

A.6.3) Potencias de manejo.

En esta prueba se puede determinar la potencia promedio y la potencia máxima de manejo.

Equipo empleado:

Generador de ruido blanco. G.

Red de compensación. R_c.

Amplificador de potencia. Ap. Con una respuesta a la frecuencia de 50 a 10000 Hz \pm 1 dB y una impedancia de salida (Z_A) que cumpla con: $3 Z_A < Z_e$

Wattmetro. W.

Altavoz de prueba. AL

Diagrama de conexiones:

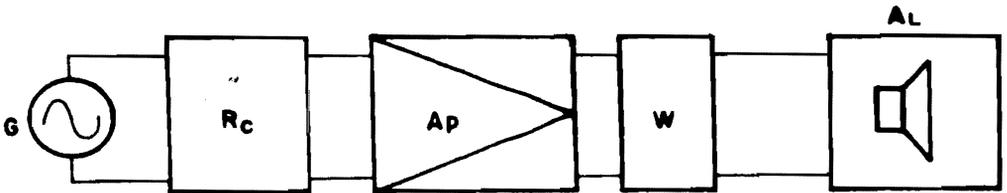


Fig. 4.33 Potencias de Manejo.

Procedimiento:

La red de compensación debe cumplir con la siguiente curva:

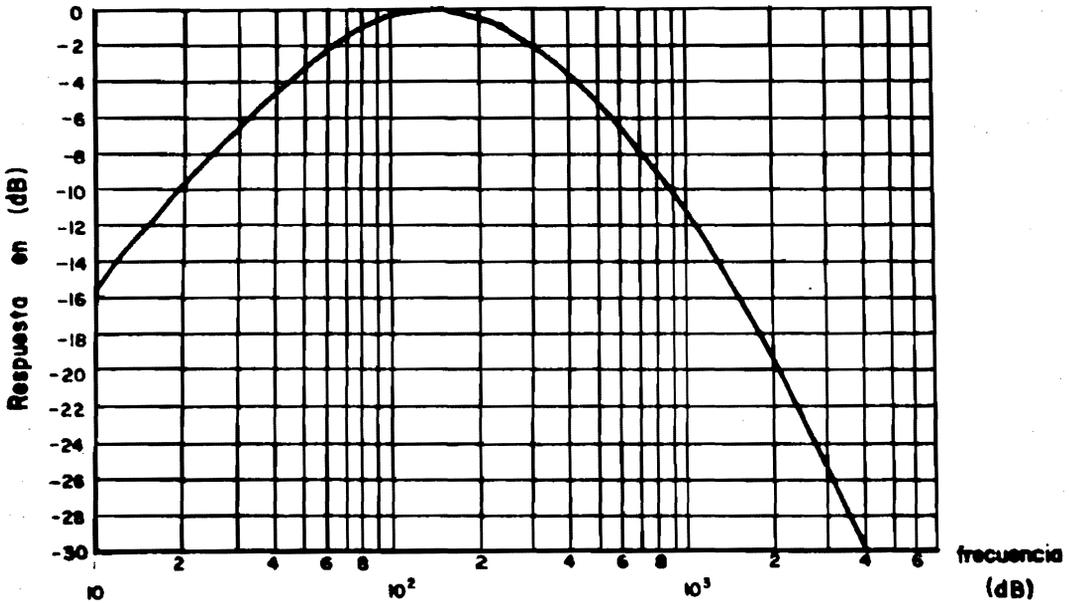


Fig. 4.34 Respuesta de la red de compensación.

Los errores en el diseño de esta red no deben sobrepasar a ± 1 dB.

El altavoz debe ser montado en un recinto no menor a 8 m^3 .

El generador de ruido blanco debe introducir un lento barrido de una señal senoidal, dentro del rango de frecuencias que maneja el altavoz y a lo largo de él.

La prueba debe durar 100 hr y los períodos de descanso deben ser, por lo menos, del mismo tiempo.

Si lo que se desea es conocer la potencia promedio, ésta es la potencia máxima que, después de un período de 100 hr de prueba, no introduzca ningún cambio significativo en las características eléctricas, mecánicas y acústicas del al-

tavoz.

De la misma forma, la potencia máxima sería la potencia mayor que cumpla, al final del tiempo referido, que no existan daños mecánicos en el altavoz.

A.9.4) Respuesta a la frecuencia.

El equipo empleado es el siguiente:

Generador de audiofrecuencias. G.

Amplificadores. A.

Vóltmetro. V.

Altavoz de prueba. AL.

Micrófono. M.

Medidor de presión sonora (opcional). Ps.

Su colocación es:

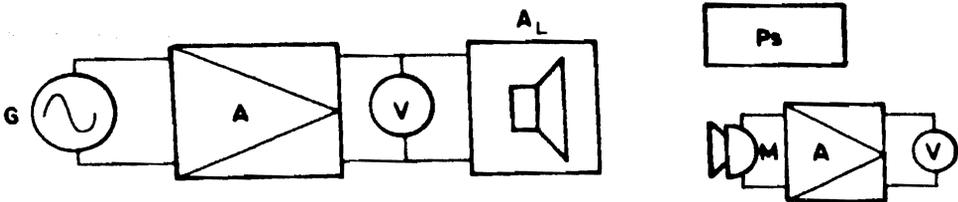


Fig. 4.35 Medición de la respuesta a la frecuencia.

Procedimiento:

La posición del micrófono debe cumplir la condición de medición siete.

Debe alimentarse al altavoz con un voltaje o corriente constante, Asimismo, su potencia de entrada no debe

ser menor a $1/10$ de la promedio (para altavoces de potencia - promedio mayor a 1 W) y de 50 mW para altavoces cuya potencia promedio sea menor a 1 W.

A.6.5) Respuesta polar.

Es la curva de la presión sonora, expresada en dB, en función de su dirección de propagación, en un plano especificado y relativo al eje de referencia.

Equipo empleado:

Generador de audiofrecuencias G.

Amplificadores A.

Vóltmetro. V.

Altavoz bajo prueba. AL.

Micrófono de presión. M.

Medidor de presión sonora (opcional). Pa.

Su colocación se muestra en la figura 4.36

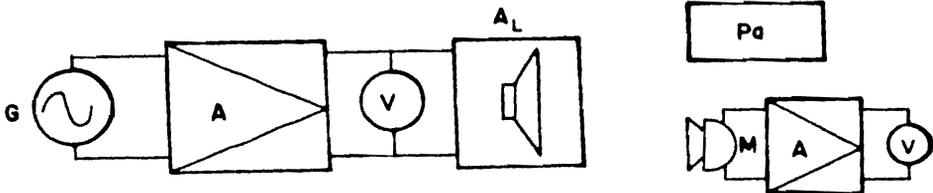


Fig. 4.36 Medición de la respuesta polar del altavoz bajo prueba.

Procedimiento:

Se hacen familias de curvas para frecuencias de 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz.

La distancia del micrófono es la establecida por las condiciones de medición.

De esta prueba se puede conocer la sensibilidad característica. Para ello, se sustituye el generador de ruido blanco por uno de ruido rosa, que alimente al altavoz a 1 Watt_{rms}.

La sensibilidad característica puede calcularse entonces por:

$$S_c = 20 \log \frac{P}{P_{ref}}$$

donde: p = Presión sonora medida a 1 m de distancia del punto de referencia, sobre el eje de referencia.

$$P_{ref} = \text{Presión de referencia} = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa.}$$

A.6.6) Eficiencia estimada. Se define como:

$$\eta = \frac{P_A}{P_e} \times 100 (\%)$$

donde: P_A = Potencia acústica

P_e = Potencia promedio de entrada.

η = Eficiencia

Para esta prueba, se hace uso del mismo equipo empleado en la prueba anterior (respuesta polar).

Procedimiento:

Es más conveniente como en el caso anterior, el uso del medidor de presión sonora.

Si existe reverberación en el recinto, en los datos obtenidos se debe tener en cuenta el siguiente comportamiento de la potencia acústica en función de la presión sonora:

$$P_A = 10^{-4} p^2 \frac{V}{t}$$

donde: P_A = Potencia acústica, en Watts acústicos.

p = Presión sonora medida, en Pa.

v = Volumen del recinto, en m^3

t = tiempo de reverberación, en segundos.

A.9.7) Distorsión no-lineal.

La distorsión en altavoces varía, marcadamente, con la frecuencia y la potencia de la señal de entrada. Por lo que datos de ella deben tomarse con reservas.

El sistema que alimenta al altavoz no debe introducir más de 0.3% de distorsión total y se trabaja con la potencia estimada del altavoz.

Equipo usado:

Generador de audiofrecuencias. G.

Amplificadores. A.

Vóltmetro (rms). V.

Analizador de espectro (opcional). Ae.

Altavoz bajo prueba. A_L .

Micrófono. M.

Atenuador. Att.

Filtro Pasoaltas. F.

El diagrama de conexiones se presenta en la siguiente figura.

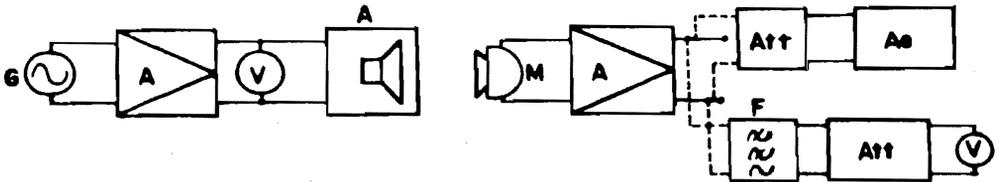


Fig. 4.37 medición de tipos de distorsión no-lineal.

Procedimiento:

La distorsión no-lineal se mide a través de dos de sus principales tipos: la distorsión armónica y la distorsión por intermodulación.

a) Distorsión Armónica.

La distorsión armónica se evalúa de la siguiente forma:

ma:

$$d_a = \frac{P_{nf}}{P_a} \times 100 (\%)$$

donde:

$$P_{nf} = P_{2f}^2 + P_{3f}^2 + P_{4f}^2 + \dots$$

$$P_a = P_f^2 + P_{2f}^2 + P_{3f}^2 + \dots$$

f = Frecuencia del tono puro de prueba.

Se alimenta al altavoz con un tono puro cuya potencia sea la estimada del altavoz. Se hacen mediciones sobre el rango de frecuencias efectivo del altavoz. El filtro pasoaltas se usa con vóltmetro, y se prescinde de él al usar el analizador de espectro.

b) Distorsión por intermodulación.

Se alimenta al altavoz con dos tonos puros de muy diferente frecuencia ($F_2 > F_1$).

La distorsión por intermodulación puede calcularse sumando la distorsión por intermodulación de 2o. orden a la de 3er. orden, las cuales están dadas por:

$$d_i = d_{i2} + d_{i3}$$

$$d_{i2} = \frac{P(f_2 - f_1) + P(f_2 + f_1)}{Pf_2} \times 100 (\%) = 20 \log \frac{P(f_2 - f_1) + P(f_2 + f_1)}{Pf_2} \text{ (dB)}$$

$$d_{i2} = \frac{P(f_2 - 2f_1) + P(f_2 + 2f_1)}{Pf_2} \times 100 (\%) =$$

$$= 20 \log \frac{P(f_2 - 2f_1) + P(f_2 + 2f_1)}{Pf_2} \text{ (dB)}$$

donde: p = presión sonora a medir.

En esta prueba, tendremos que hacer uso, forzosamente, del analizador de espectro para localizar las diferentes componentes que se presentan.

La frecuencia mayor (f_2) se varía sobre un rango am-

plio de valores, con objeto de conocer la dependencia de esta distorsión a la frecuencia y anotar éstos valores.

B) EVALUACION SIN INSTRUMENTOS DE MEDICION

B.1) RESULTADOS DE LAS AUDICIONES

B.1.1) Justificación de la realización de las audiciones.

A) Objetivo. Para poder alcanzar los objetivos generales del trabajo fue necesario comprobar la validez de la hipótesis siguiente: "Existe un desconocimiento del funcionamiento, operación y selección óptima de los diferentes aparatos que conforman un sistema de audio, tanto de parte del público o consumidor como por personas con conocimientos técnicos en el área"

El método seguido para realizar esta comprobación, fue la de llevar a cabo audiciones que permitieran obtener datos estadísticos sobre los conocimientos y actitudes de los audiófilos.

B) Enfoque. Las audiciones se fundamentaron en dos aspectos básicos: el técnico y el psicológico.

El aspecto técnico pretendía evaluar el nivel de conocimientos de una persona que escucha música a través de un sistema de reproducción de sonido. El psicológico buscaba determinar los parámetros subjetivos que influyen en la escucha de la música, así como la evaluación de las capacidades del individuo para distinguir frecuencias, intensidades y distorsiones.

También se buscaron cuales son las técnicas de se-

lección que realiza el grueso de la gente al buscar su equipo.

B.1.2) Forma en que se llevaron a cabo las audiciones.

A) Especificaciones del medio y del equipo. Las audiciones se llevaron a cabo en dos salas con características diferentes.

La sala (1) posee las siguientes características:

- volúmen: 60 m³
- Mobiliario: Sillones con alto coeficiente de absorción, alfombras y pocas superficies reflectoras.
- Equipo electroacústico empleado:

a) Tornamezas.

Tornameza (A):

Fonocaptor. Magnético de imán móvil. Respuesta en frecuencia de 10 Hz a 25 KHz \pm 2dB. Impedancia de salida de 3.6KOhms a 1KHz. Distorsión total de 0.6%; voltaje de salida de 3.5mV a 1KHz y velocidad lateral de cero a cresta de 10cm/seg; separación entre canales de 25dB a 1KHz. Aguja. Elíptica o birradial de diamante; presión en la punta de la aguja de 1.26gr

Motor. de DC, servocontrolado y sin escobillas; variación de velocidad de 0.0002%; ululación y trémolo de 0.015% WRMS; motor de 2 velocidades.

Tornamesa (B) :

Fonocaptor. Magnético de imán móvil; respuesta en -- frecuencia de 20Hz a 15KHz \pm 2dB; voltaje de salida de 3.2 mV a 1 KHz con velocidades de cero a cresta de 5 cm/seg; separación entre canales de 25 dB a 1KHz.

Aguja. Elíptica o birradial; de diamante; presión en la punta de la aguja de 1.75 gr.

Motor. de DC, servocontrolado, y sin escobillas; variación de velocidad de 0.002%; ululación y trémolo de 0.025% WRMS, motor de 2 velocidades.

Tornamesa (C) :

Con esta tornamesa se utilizaron 3 fonocaptores diferentes.

Fonocaptor (1). Magnético; respuesta a la frecuencia de 20 Hz a 20,000 Hz; voltaje de salida de 11 mV a 1000 Hz y - velocidad de cero a cresta de 5 cm/seg; separación entre canales de 20 dB a 1000 Hz.

Aguja. Esférica de diamante; presión en la punta de la aguja de 1.5 a 3 gr.

Fonocaptor (2). Piezoeléctrico de cerámica; respuesta a la frecuencia de 30 Hz a 10,000 Hz \pm 15 dB; voltaje de salida de 0.32 V; separación entre canales de 15 dB.

Aguja. Esférica; de zafiro; presión en la punta de -

la aguja de 4 a 8 gr.

Fonocaptor (3). Piezoeléctrico de cristal; respuesta a la frecuencia de 30 Hz a 9,000 Hz \pm 15 dB; voltaje de salida de 1.3 V; separación entre canales de 10 dB mínimo.

Aguja. Esférica; de zafiro; presión en la punta de la aguja de 6 a 12 gr.

Motor. Motor síncrono.

b) Magnetófonos

Magnetófono de cassette:

Sistema de 4 pistas, 2 canales; velocidad de la cinta de $(1+7/8)$ ips; ululación y trémolo de 0.09% WRMS; respuesta a la frecuencia: para cinta de CrO_2 es de 30 Hz a 16,000 Hz, - para cinta normal es de 30 Hz a 14,000 Hz: relación señal a -- ruido de 63 dB (con Dolby y cinta de CrO_2) y 50 dB (sin Dolby y con cinta normal); motor con control electrónico de veloci-- dad con sistema de 2 cabezas, una para grabación y reproduc--- ción y otra para borrado.

Magnetófono de carrete abierto:

Velocidades de la cinta de : $(7+1/2)$ ips, $(3+3/4)$ ips y $(1+7/8)$ ops; sistema de 4 pistas y 2 canales o un canal; ululación y trémolo de: para $(7+1/2)$ ips es de 0.09%WRMS, para $(3+3/4)$ ips es de 0.012%WRMS, pra $(1+7/8)$ ips es de 0.18%WRMS; respuesta a la frecuencia: para $(7+1/2)$ ips es de 20 Hz a 25,000 Hz para $(3+3/4)$ ips es de 30 Hz a 15,000 Hz, y para $(1+7/8)$ ips es de 30 Hz a

9,000 Hz; relación señal a ruido es de 56dB; factor de distorción es de 1%; con 3 cabezas: una para grabación, otra para reproducción y otra para borrado.

c) Amplificadores

Amplificador (1):

Potencia continua a 4 Ohms de 110 Watt; potencia -- continua a 8 Ohms de 84 Watt; impedancia de carga a la salida de 4 a 16 Ohms; factor de amortiguamiento de 60 a 8 Ohms y -- 1,000 Hz; respuesta a la frecuencia a 1 watt de 20 Hz a ----- 20,000 Hz \pm 1 dB; distorsión armónica para 8 Ohms y máxima potencia menor que 0.07%, distorsión por intermodulación para 8 Ohms y máxima potencia menor de 0.2%; relación señal a ruido de: mejor que 70dB para fonocaptor magnético, mejor que 80dB para entrada de sintonizador y auxiliar; sensibilidad e impedancias: para cartucho magnético de 2.5 a 7.5 mV- 47 KOhms, - para sintonizador y auxiliares de 150 mV - 47 KOhms.

Amplificador (2):

Las características de este amplificador son las mismas que las del anterior excepto por: potencia continua rms a 4 Ohms es de 76 Watt; potencia continua a 8 Ohms es de 64 Watt relación señal a ruido: para fonocaptor magnético es mejor que 68 dB, para sintonizador y auxiliar es mejor que 78 dB.

Amplificador (3):

Se desconocen las características de fabricante. No las dá.

d) Baffles.

Se utilizaron 4 pares de baffles, cuyas características no son dadas por el fabricante.

La sala (2) posee las características siguientes:

- Volumen: 120 m³
- Mobiliario: Con bajo coeficiente de absorción y muchas superficies reflejantes.

- El equipo electroacústico empleado fué el mismo.

Las audiciones se desarrollaron en salas comunes de casas-habitación, sin controlar las características de ruido y aislamiento, debido a que buscábamos la evaluación más real y más aproximada de los equipos en un lugar directo de uso y no en un laboratorio de audiciones.

Se propició un ambiente de camaradería eliminando -- así posibles tensiones que causaran efectos negativos en los resultados.

B) Personas que participaron. Las edades de las personas oscilaron entre los 20 y 25 años. Sus actividades son variadas y no siempre relacionadas con la música o la ingeniería

Hubo un grupo de 18 personas que no asistieron a la audición, pero que contestó el cuestionario en un salón de la

Facultad de Ingeniería de la UNAM. El grupo fue el de Acústica del semestre 78-I.

C) Pasos que se siguieron. En cada audición se reunían 5 o 6 personas que usualmente se conocían.

Después de haberles dado una explicación de los objetivos de la audición, se les entregaba un cuestionario que debían contestar antes de proceder con la audición. El cuestionario y su análisis se presentan más adelante.

Una vez contestado, se realizaba la que llamamos --- "Evaluación acústica de los oyentes". Esta evaluación es la siguiente:

a) Umbral de audición. Se realizaba el acoplamiento de un generador de audio a la entrada del amplificador. Con el fin de evaluar la sensibilidad del oído a diferentes frecuencias, se fijaron 3 de ellas: 300 Hz, 1000 Hz y 3000 Hz. Se midieron así los niveles mínimos audibles para cada persona. Los resultados están sintetizados en la parte subsiguiente.

b) Presión acústica. Ajustado cierto nivel a -54 dB y a frecuencias de 1000 Hz y 3000 Hz medíamos cual era la variación mínima de intensidad detectada por cada persona. La distancia mínima entre la fuente sonora y el oyente fué de -- 2 m. Al igual que el punto anterior y los subsecuentes los resultados se concentran en el subcapítulo siguiente.

c) Respuesta en frecuencia. Se realizaron los si---

guientes ajustes: nivel de señal en -50 dB y respuesta plana - del amplificador. Se aplicaba un barrido que iba desde 5 Hz - hasta 30000 Hz y se anotaba el valor del rango audible. Tan - sólo se buscaron los valores límite de dicho rango cuando la persona dejaba de escuchar el sonido.

d) Ululación y trémolo. Se empleó un disco de prueba el cual contenía un pasaje musical con 3 grados de ululación y trémolo y uno sin él, se les aplicaban a los oyentes - pidiéndoles que indicaran si notaban diferencias entre ellos y describieran esas diferencias.

e) Cambios de frecuencias. Se emplearon discos con música conocida por los oyentes, haciéndose variar la velocidad de giro de la tornamesa en cantidades porcentuales bien - definidas, con lo cual se lograba cambiar la frecuencia de la señal reproducida. Se pedía que dijeran los cambios que notaban y los describieran.

f) Volumen. Se manejaba un control del amplificador, el cual cambiaba la respuesta plana por una respuesta reforzada 12 dB entre: 20 y 300 Hz, y entre 10000 y 22000 Hz. La finalidad de ello fué la de determinar si preferían la respuesta plana o la reforzada.

g) Corte de frecuencias (graves y agudos). Se aplicaban los filtros de graves y agudos y se pedía a los oyentes que dijeran cuales cambios eran los que percibían.

Después de realizar estas pruebas se probaron diferentes marcas de equipos, con el fin de determinar si la gente común distingue o aprecia diferencias entre ellos.

Con lo anterior se daba por terminada la audición.

B.1.3) Encuestas.

Preguntas que se aplicaron.

Se diseñaron dos tipos diferentes de cuestionarios, con la finalidad de detectar los conocimientos de los encuestados referentes al equipo de alta fidelidad.

La razón por la cual se efectuaron dos tipos de encuestas, fué que el primero era largo y a juicio de los entrevistados de alto nivel.

Presentamos a continuación los cuestionarios aplicados.

CUESTIONARIO I

I) CUESTIONARIO SOBRE CONOCIMIENTOS Y ACTITUDES DEL AUDIOFILO HACIA EL EQUIPO DE ALTA FIDELIDAD.

GENERAL

1.- ¿Qué es para usted un sistema de alta fidelidad?

2.- ¿Qué elementos considera usted que deben formar parte de un sistema de alta fidelidad?

3.- ¿Ha tenido experiencia con equipo de alta fidelidad?

(Marque con una X)

SI _____ NO _____

4.- Si usted deseara un sistema de alta fidelidad, ¿Qué criterios seguiría para comprarlo? (por ejemplo: económico, estético, etc.)

5.- ¿Qué elementos de un sistema de alta fidelidad considera los más importantes?

DISCOS

1.- Jerarquiza las siguientes fuentes de sonido según su fidelidad. (numerándolas según su fidelidad mayor o menor)

_____ Discos.

_____ Cinta de carrete abierto

_____ Cassetes.

2.- ¿Qué tipo de música le agrada escuchar? (Marque con una X)

_____ Clásica.

_____ Moderna.

_____ Popular.

_____ Instrumental.

3.- ¿Qué discos prefiere usted?

(Marque con una X)

_____ 33.33rpm _____ 45rpm

4.- ¿Qué características busca usted en un disco?

_____ Poco ruido de fondo.

_____ Vida útil larga.

_____ Aspecto estético (Portadas, color, texto) adecuado.

_____ Marca conocida.

_____ Espesor.

_____ Que sea de importación.

_____ Que tenga bajo costo.

Otras y mencione cuales. _____

5.- Ennumere en forma descendente las marcas que a su juicio son las mejores.

6.- ¿Qué cuidados sigue usted en el uso de discos?

CINTAS

1.- ¿Qué características busca usted en una cinta?

(Marque con una X)

_____ Vida útil larga.

_____ Que no haga ruidos al girar.

_____ Que tenga bajo costo.

_____ Poco ruido de fondo.

_____ Marca conocida.

_____ Duración (Longitud).

_____ Que sea importada.

Otros y mencione cuales. _____

2.- Enumere las marcas que a su juicio son de mejor calidad.

3.- ¿Qué cuidados sigue en el uso de cintas?

AMPLIFICADORES

1.- Los amplificadores permiten procesar una señal:

(Marque con una X)

_____ Baja o débil y aumentar su potencia.

_____ Y acoplar una fuente (tornamesa, grabadora, etc.) --
con una bocina.

_____ Con mucha distorsión y/o ruido y mejorarla.

2.- ¿Qué controles, a su juicio, debe contener un amplificador? ¿Qué mejoras se lograrían con ellas?

3.- ¿Qué características, conocidas por usted, debe poseer un amplificador? ¿Qué espera de él?

4.- ¿Qué criterios emplearía para comprar un amplificador?

5.- ¿Qué marcas compraría usted, si quisiera adquirirlo? (escribalas en orden de prioridad).

GRABADORAS Y REPRODUCTORAS DE CINTA MAGNETICA

1.- ¿Qué controles, opina usted, debe poseer una reproductora de cinta magnética? ¿Qué características son deseables?

2.- ¿Cuál criterio emplea al comprar o evaluar un equipo reproductor de cinta magnética?

3.- ¿Qué cuidados se deben tener al comprar un equipo como el mencionado?

4.- ¿Qué marcas le inspiran confianza en éste tipo de dispositivo? (numérelas en orden de importancia)

5.- ¿Es una reproductora de cassetes, un equipo de alta fidelidad? ¿Porqué?

TORNAMESAS

1.- ¿Qué partes o piezas son importantes para el buen funcionamiento de una tornamesa? (escríbalas en orden de importancia)

2.- ¿Cuáles controles son indispensables en una tornamesa?

3.- ¿Qué criterio seguiría usted, para comprar una tornamesa?

4.- ¿Qué espera usted de una tornamesa?

5.- ¿Qué aspectos importantes, cree usted, se deben indicar para un fonocaptor de alta fidelidad?

6.- ¿Qué tipos de aguja conoce?

BAFFLES

1.- ¿Qué factores, considera usted, mejoran la calidad de un baffle? (Marque con una X)

_____ Peso.

_____ Volumen.

_____ Precio.

_____ Tamaño.

_____ Número de bocinas.

_____ Wattaje.

_____ Acabado.

_____ Marca. Diga cuales _____

_____ Controles. Diga cuales _____

_____ Otros. Diga cuales _____

2.- ¿Al comprar un baffle, que le pediría al vendedor que le mostrara de él?

3.- ¿Cuántos tipos de potencia, usadas para sistemas de audio conoce?

4.- ¿Cuántos Watts cree usted adecuados para esta sala?

5.- ¿Considera usted un sistema cuadrafónico mejor que un stereo? ¿Porqué?

CUESTIONARIO II

I) CUESTIONARIO SOBRE EQUIPO DE AUDIO DE ALTA FIDELIDAD.

1.- ¿Qué es para usted un sistema de alta fidelidad, y qué elementos lo constituyen?

2.- ¿Qué características son importantes para medir la calidad de un sistema de alta fidelidad?

3.- Describa los pasos que seguiría en la compra de una bocina

4.- ¿Cuánto gastaría en un equipo de alta fidelidad? (Márque - con una X)

Hasta \$ 5,000.00 Hasta \$20,000.00 Hasta \$50,000.00
 Hasta \$10,000.00 Hasta \$30,000.00 Más de \$50,000.00

5.- En la compra de música grabada. ¿Qué prefiere: discos o cintas? ¿Porqué?

6.- ¿Qué sistema prefiere: cuadrafónico, estereofónico o monofónico? ¿Porqué?

7.- ¿Qué ruidos de la vida cotidiana le molestan más?

B.1.4) Concentración de resultados.

a) Para realizar la evaluación de los cuestionarios, se dividieron los resultados en aquellos que aportan información relativa al conocimiento técnico, y en los que arrojan -

resultados de los criterios subjetivos.

Los resultados obtenidos de las encuestas son los siguientes:

Tabla 4.1

Subjetivo		Técnico	
Número de Personas		Número de Personas	
Bien	2 (3.92%)	1	(01.96%)
Regular	2 (3.92%)	2	(3.92%)
Mal	47 (92.16%)	48	(94.12%)

De un total de 51 personas interrogadas, el 49.02% (25 personas) de ellas eran estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica-Electricista.

Dividimos los resultados para su calificación, en 3 posibles: bien, mal, regular. El criterio empleado consistió en realizar la revisión individual de cada cuestionario y sujetar a crítica cada respuesta, tomando como patrón de referencia toda la teoría sustentada en los capítulos anteriores. Pues debido al carácter de la respuesta no se podía realizar otra forma de evaluación*

*Los resultados y encuestas se encuentran disponibles con los autores de este trabajo.

B.1.5) Análisis e interpretación de resultados.

Se obtuvieron dos tipos de resultados: objetivos y subjetivos. Los primeros se encuentran contenidos en la tabla 4.2 .

En lo que se refiere a las mediciones, cabe señalar que los resultados ya no se encuentran acordes con algunos -- otros encontrados en bibliografías, es decir, detectamos que algunos valores establecidos en los libros clásicos no son -- reales. Atribuimos éstas discrepancias a varios factores, tales como:

a) Medio ambiente en que se efectuaron las mediciones. En el caso de un laboratorio de audiometría, se cuenta con equipo diseñado, única y exclusivamente, para realizar tales mediciones, además de gozar de instalaciones capaces de -- suprimir ruidos y disturbios externos, y los resultados obtenidos en ellas son los que se consideran en la redacción de -- los libros de acústica.

Debido a que consideramos que la evaluación de equipo y audiófilo es más real cuando se hace en condiciones normales o comunes y corrientes, las pruebas se realizaron de -- ese modo.

b) Impacto psicológico de la prueba. Cuando una audiometría es efectuada, el sujeto se encuentra en un estado -- de mayor tensión que el que pudiera darse cuando escucha música en la sala de su casa. Durante nuestras pruebas procuramos

Tabla 4.2

Nombre de la prueba	Media \bar{x}	Desviación estándar	Unidades	Observaciones
1.- Umbral de audibilidad*	-63.22	3.87	dB	Realizada a 300 Hz
	-63.88	2.36	dB	Realizada a 1000 Hz
	-62.45	4.15	dB	Realizada a 3000 Hz
2.- Presión acústica.	156	0.49	dB	Realizada a 1000 Hz
	169	0.51	dB	Realizada a 3000 Hz
3.- Límites de respuesta a la frecuencia.	15.84	2.00	Hz	Límite inferior
	16542.78	1380.73	Hz	Límite superior
4.- Sensibilidad al cambio de frecuencia.	1.8	0.40	%	Se realizó con sonidos complejos, por lo que la cantidad obtenida no se encuentra referida a ninguna frecuencia en particular.

*Nuestra referencia fué considerar 70 Wrms como 0 dB y -70dB como 0 Wrms.

crear un ambiente de cordialidad y confianza para minimizar - los efectos indeseables que dicha tensión pudiera causar.

Podemos realizar algunas observaciones sobre los resultados obtenidos:

1.- Umbral de audibilidad. Existe una gran diferencia entre el umbral de audibilidad medido y el establecido en condiciones de laboratorio.

Tabla 4.3

Condiciones	Medido	Establecido
300 Hz	6.78 dB-SPL	15 dB-SPL
1000 Hz	6.12 dB-SPL	0 dB-SPL
3000 Hz	7.55 dB-SPL	-8 dB-SPL

De la que puede notarse una notable diferencia entre los valores medidos y los ya establecidos en la bibliografía clásica. Las razones de esto, se deben no solamente a las condiciones en que se realizaron las pruebas, sino también a la pérdida de la capacidad auditiva de las personas.

2.- Presión acústica. Beranek establece como valor distinguible de presión acústica 1 dB. Nuestros resultados se encuentran alrededor de los 1.6 dB.

3.- Límites de respuesta a la frecuencia. Es bien conocido el dato que determina el rango audible de frecuen---

cias: 20 Hz a 20,000 Hz. Sin embargo, encontramos el intervalo de ; 15.84 a 16,542.78 Hz ; como el válido entre los participantes en las audiciones. Vale la pena comentar que ya hay una pérdida considerable de capacidad auditiva en las altas - frecuencias. El hecho de que la frecuencia mínima audible sea de 15.84 Hz no significa que sea el oído el que la detecte, - sino es el cuerpo mismo el que entra en resonancia o vibra y por ello se cree oír el tono bajo. Como la edad promedio de - los participantes fué de 22 años, se pueden esperar resultados todavía más restringidos conforme la edad aumente, es decir, que los límites inferior y superior se van acercando entre sí.

4.- Sensibilidad al cambio de la frecuencia. Diver-
sos autores, entre ellos Beranek, han determinado que el oído puede distinguir una variación de frecuencia de 3 Hz cuando - estamos por debajo de los 1,000 Hz y de 0.3% cuando estamos - por encima de 1000 Hz. Sin embargo, nuestro resultado fué de 1.8% en todas las frecuencias, lo cual significa que no posee mos tanta sensibilidad a los cambios de frecuencia cuando se escuchan sonidos complejos en condiciones normales de audi-
ción.

Hubo resultados que no se evaluaron cuantitativamen-
te, sino que arrojan información cualitativa.

Algunos, de estos últimos, fueron: la ululación y --

trémolo no son distinguibles para ninguna persona (hasta 2%); lo mismo ocurrió cuando se movieron algunos controles en los amplificadores. Por ejemplo: al activar el filtro de frecuencias bajas, ninguna persona hizo comentarios al respecto. Sin embargo, otro tipo de filtros tales como de medios y agudos, fueron activados y si provocaron algunas opiniones por parte de los oyentes, aún cuando no sabían definir completamente -- cual era el cambio realizado. Nadie supo distinguir el cambio de estéreo a monofónico, y aquellos que notaron algún cambio no sabían calificarlo. En particular hubo un control que todos percibieron diciendo que mejoraba la calidad del sonido, fué el de compensación de volúmen.

Al realizar cambios de equipo, tales como tornamesa y fonocaptores se llegó a la conclusión:

Los fonocaptores de bajo costo fabricados en el --- país (cristal y cerámica) son de mala calidad y cualquier --- oyente puede criticar su funcionamiento.

Los fonocaptores magnéticos satisficieron a todos -- los que escuchaban su operación.

Cuando se realizó un cambio de una tornamesa servo-controlada por una común accionada por un motor síncrono de - bajo costo, notamos que la gente no distinguía una de otra al momento de reproducir la misma pieza musical.

Quando se realizaron cambios de altavoces, existían predilecciones bien definidas de unos y otros hacia algún altavoz en particular que, en ocasiones, se justificaban por su apariencia y tamaño.

B.2) CRITERIOS SUBJETIVOS QUE SE EMPLEAN EN LA SELECCION DE EQUIPO.

B.2.1) Palabras empleadas para calificar el sonido y su relación con las pruebas efectuadas.

El empleo de cada palabra, dada a continuación, se indica según la prueba que se realizó.

a) Respuesta en frecuencia.

Agudo. Se dijo al incrementar la frecuencia.

Grave. Se dijo al disminuir la frecuencia de tono.

Fluido. Lo utilizan como sinónimo de agudo,

Pausado. Se utiliza como sinónimo de grave.

Vibración. Aplicado a hacer entrar en resonancia - el altavoz con bajas frecuencias.

b) Ululación y trémolo.

Resonancia. Al incremento de ululación.

Reverberación. Al incremento de ululación.

Claridad. Al incremento de ululación.

Lentitud. Al incremento de ululación

c) Sensibilidad al cambio de frecuencia (pitch)

Rápido

Claro.

Agudo

Subió

Quando aumentó la velocidad de rotación del disco, con lo que la frecuencia se incrementa.

Lento	}	Cuando se redujo la velocidad de rotación del disco, con la consecuente reducción de frecuencia.
Grave.		
Despacio.		
Bajó		

d) Control de compensación de volumen.

Al aplicarlo se dijo que el sonido poseía:

Más graves y agudos.

Más sonoridad.

Más bajos.

Mayor fuerza.

Mayor realce.

Mayor separación.

Mejor distinción.

Más cristalinidad.

e) Filtro de agudos.

Al accionarlo provocó los siguientes comentarios:

"... parecido a la compensación de volumen"

"... menos agudos".

"... supresión de agudos".

"... más graves".

"... cae la intensidad".

"... disminuye la resonancia".

"... más opaco".

"... más profundo".

"... más alejado o distante".

"... se quita la brillantez".

"... parece que existe mayor absorción".

"... es más encerrado".

f) Filtro de graves.

Los comentarios fueron:

"... se escuchan peor los bajos".

"... se escucha más profundo".

"... se oye más agudo".

"... se refuerzan los agudos".

g) Cambio de monofónico a estereofónico.

"... se escucha más grave".

"... otros instrumentos entran en acción".

"... cambio de volumen en algunos instrumentos".

h) Al realizar la prueba de cambio de discos, se empleó el mismo programa musical con diferentes casas grabadoras. La tabla 4.4 muestra las marcas empleadas y los adjetivos que merecieron.

Tabla 4.4

Polydor- -Heliodor	Clave- -Gamma	R.C.A.	C.B.S.	Angel	Deutsche Grammophon
Difuso	Zumbidos	Ruido constante	Mucho ruido	Más claro.	Mejor graba- ción.
Poco claro	Ruido variable	Mejor que Polydor	Buena grabación	Buena grabación	Más reverbe- rancia.
Opaco	Ruido de fondo.	Mejor gra- bado que - los 2 ante- riores.	Poco ruido	Mayor claridad.	
Ruido constante	Mejor que Polydor y R.C.A.			Ruido de fondo.	

Los adjetivos se daban luego de escuchar alternativamente todos los discos. Se empleó el programa musical "Quinta Sinfonía" de Ludwig van Beethoven en do menor Op. 117.

B.2.2) Métodos que sigue la gente al adquirir equipo

A continuación se presenta un listado de técnicas relatadas por los participantes:

- a) Búsqueda de pureza en el sonido.
- b) Que tenga buena presentación.
- c) Que sea una marca prestigiosa.
- d) Que tenga potencia de salida.
- 4) Que esté dentro de la capacidad económica personal.
- f) Que posea controles fáciles de usar.
- g) Que sea el equipo más costoso.
- h) Que tenga gran cantidad de perillas e indicadores.
- i) Que sea de importación.
- j) Que tenga baja distorsión.
- k) Que tenga ancho de banda grande.

B.2.3) Conclusiones.

Son básicamente referidas a lo que las personas hacen para comprar equipo.

- a) Desconocimiento de las características de los equipos.
- b) Falta de información al adquirir su equipo.
- c) Vaguedad en sus técnicas de selección.
- d) Mala interpretación de especificaciones técnicas.

De todas las anteriores llegamos a una fundamental:

Hay un desconocimiento casi absoluto de técnicas y métodos de selección de equipo de audio por lo cual se justifica la realización o planteamiento de un método general de selección, el cual se presenta a continuación.

B.3) DESARROLLO DE UN PLAN DE SELECCION DE EQUIPO.

El método que presentamos es técnico y no involucra el aspecto económico de selección, el cual es un factor sobre el cual debe decidir el comprador. Sin embargo, si técnicamente ya se ha podido realizar una catalogación del equipo, la optimización de recursos económicos será una labor más sencilla.

Los pasos que hemos considerado son los siguientes:

- a) Definir las características del lugar donde se va a instalar el equipo.
- b) Definir las especificaciones de los equipos que llenen las características del lugar.
- c) Hacer un listado de los equipos que pueden adquirirse en el mercado.
- d) Clasificar los equipos que satisfagan el inciso (c).
- e) Buscar entre ellos, aquel que permita satisfacer gustos -- personales y recursos económicos.

Se desglosan a continuación los puntos anteriores.

- a) Determine, en primer lugar, el volumen del recinto en donde se va a instalar el equipo. Después, determine el volumen que ocupan el mobiliario absorbente, considerando como parte de él: al cortinaje, alfombrado, tapizado y los muebles.
- b) las especificaciones de los equipos se encuentran establecidas en el capítulo III. La única característica que debemos --

adecuar al lugar es la potencia, tanto de la potencia continua de salida del amplificador como de la potencia manejable por los baffles. Y es por ello que sean estos elementos los primeros en escogerse en la compra del equipo de sonido.

Para conocer estas potencias haremos uso de la tabla que se muestra más adelante.

Antes de utilizarla, se tiene que definir qué eficiencia del baffle será la conveniente. Como la eficiencia del baffle es dependiente del tipo de construcción del mismo, podemos clasificarlos por sus tamaños. Existen tres básicos y son: baffles de alta eficiencia con dimensiones usualmente muy grandes, baffles de mediana eficiencia y dimensiones regulares y finalmente baffles muy pequeños de muy baja eficiencia. Si el lugar en que se van a instalar no permite, por sus dimensiones, el empleo de baffles de alta eficiencia debemos forzosamente seleccionar aquellos que sean cómodos para su instalación.

Una vez definido el baffle en su tamaño, podemos conocer la eficiencia del mismo.

Tabla 4.5.

Eficiencia del baffle n	Volumen aproximado cm ³
Baja Mediana Alta	Hasta 6,000 De 6,000 a 100,000 De 100,000 en adelante.

Con la tabla de potencia que se muestra más adelante, se puede escoger el nivel sonoro máximo que se desee tener; para tener idea de qué intensidad se tiene en niveles sonoros conocidos es conveniente hacer uso de la table 4.6.

Tabla 4.6

Decibeles-SPL

Umbral de dolor	120	
	95	Máquina remachadora
Arranque de camión	90	
	70	Calles de mucho tráfico
Conversación ordinaria	65	
	50	Automóvil en marcha moderada.
Radio funcionando moderadamente en casa.	40	
	20	Conversación en voz baja
Murmullo de las hojas	10	
	0	Umbral de sensación sonora

Con estos datos y el volumen del recinto, podemos hacer uso de la tabla antes mencionada y que se presenta en -- continuación (tabla 4.7)

Tabla 4.7

NECESIDADES DE POTENCIA DE UN AMPLIFICADOR PARA VARIAS EFICIENCIAS DE BAFLES Y DIMENSIONES DE SALAS.

Potencia amplif. WRMS por canal	Sistema de bocinas de baja eficiencia.			Sistema de bocinas de media eficiencia.			Sistema de bocinas de alta eficiencia.		
	60 m ³	85 m ³	120 m ³	60 m ³	85 m ³	120 m ³	60 m ³	85 m ³	120 m ³
10	94 dB	92 dB	91 dB	97 dB	95 dB	93 dB	102 dB	101 dB	100 dB
20	97 dB	95 dB	94 dB	100 dB	98 dB	96 dB	105 dB	104 dB	103 dB
35	99 dB	98 dB	97 dB	103 dB	102 dB	98 dB	107 dB	106 dB	105 dB
50	101 dB	99 dB	98 dB	104 dB	102 dB	100 dB	109 dB	108 dB	107 dB
75	103 dB	101 dB	100 dB	105 dB	104 dB	102 dB	111 dB	110 dB	109 dB
100	104 dB	102 dB	101 dB	107 dB	105 dB	103 dB	112 dB	111 dB	110 dB
125	105 dB	103 dB	102 dB	108 dB	106 dB	104 dB	113 dB	112 dB	111 dB

Estos valores fueron considerados para una sala con un volumen de materiales absorbentes del 3% y 10% con respecto al volumen total de la sala, si se sobrepasa este rango deberá aumentarse o disminuirse, respectivamente, en un 5% la potencia del amplificador escogida, para obtener niveles de sonoridad semejante a los mostrados.

Asimismo, los niveles sonoros mostrados están basados para un sistema estéreo.

La potencia máxima que manejen los bafles, siempre - deberá ser mayor a la del amplificador.

d) Después de seleccionar las características del baffle (eficiencia, potencia máxima, tamaño) que satisfagan el lugar donde se colocará, es necesario hacer la selección de los bafles que cumplan con lo anterior.

A diferencia de los demás equipos, la selección adecuada de un baffle por sus características objetivas es imposible, es decir, la mejor forma de seleccionarlo es la de oír -- las diferentes alternativas de compra.

Para ello, es conveniente oír cada baffle con el amplificador escogido, a un volumen un poco mayor que el que se está acostumbrado. Pruebe con diferentes tipos de música que le sean familiares y asegúrese que no hay distorsión audible en los pasajes más sonoros. Es usted, ahora, quien decidirá - cual baffle tiene el mejor sonido.

Después de seleccionar estos elementos, el orden de compra de los elementos restantes será al gusto personal.

Para seleccionar los elementos restantes, siga los pasos indicados al principio de este capítulo, es decir:

- 1) Seleccione qué equipos, dentro del mercado, satisfacen las características mínimas dadas en el capítulo III y haga un listado de ellos.

2) Sopesese las diferencias en las especificaciones - de estos equipos contra su costo y su presentación, y escoja el que crea más conveniente.

Ahora bien, podemos hacer algunas recomendaciones - para distribuir el presupuesto asignado a la compra de equipo de audio.

Estan basadas en los costos relativos que se tienen actualmente en los equipos que se pueden conseguir en el país y que conforman un sistema completo.

a) Para un sistema básico: un par de altavoces, un amplificador, una tornamesa y un magnetófono de cassette.

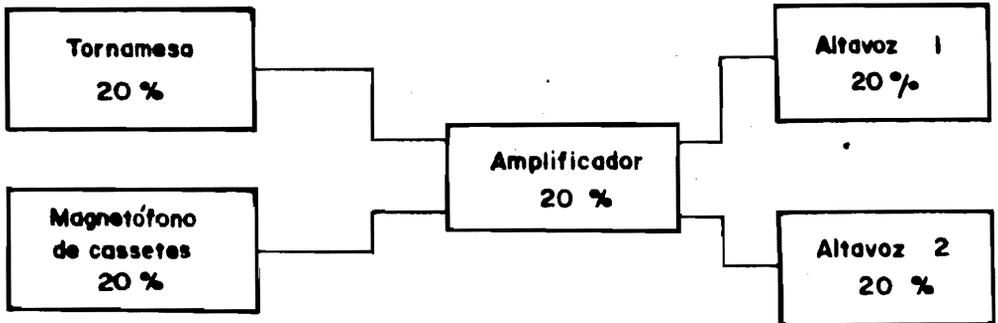


Fig. 4.38

b) Sistema expandido, conformado por los elementos del sistema anterior más un magnetófono de carrete abierto.

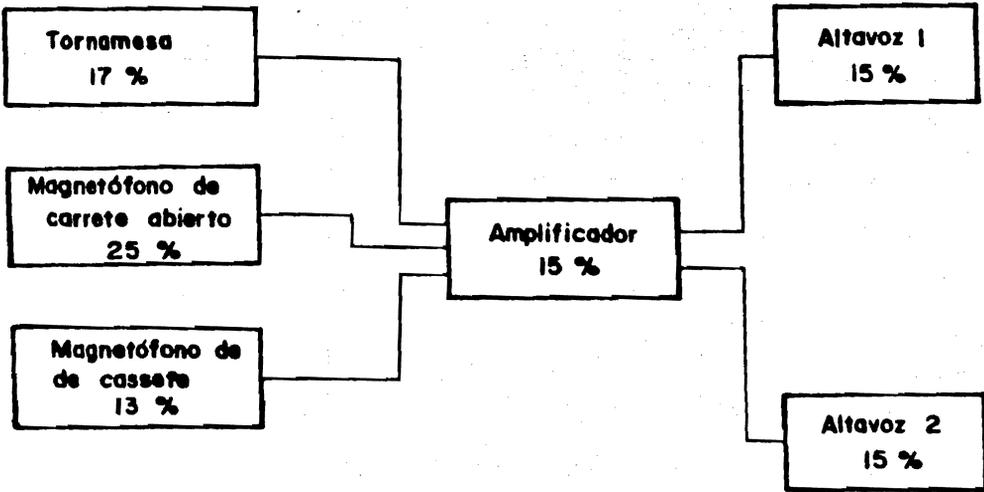


Fig. 4.39

c) Sistema expandido, conformado por los elementos del sistema anterior añadiendo un sintonizador y unos audífonos.

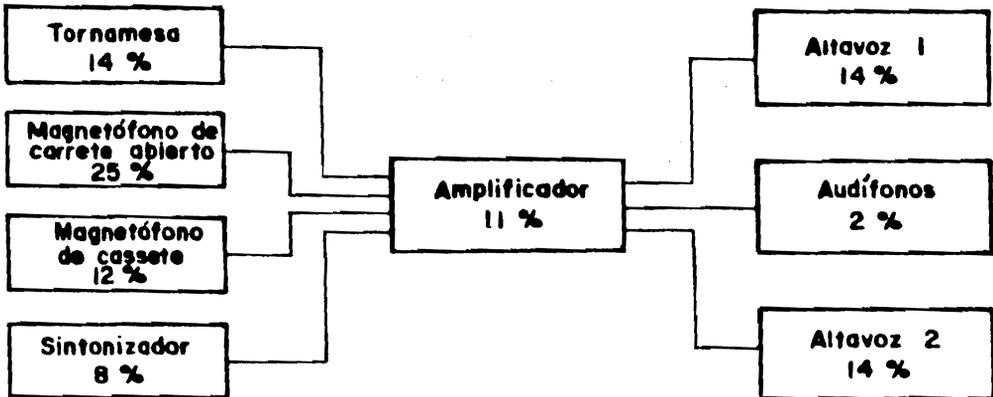


Fig. 4.40

Existe otra consideración para distribuir estos porcentajes y que puede depender de la geometría y cantidad de absorción del lugar. Por ejemplo: si el recinto posee formas irregulares o asimétricas, se podría recurrir al empleo de un ecualizador que permita corregir la respuesta del sistema.

Otro dispositivo es una línea de retardo analógica que puede crear el efecto de reverberación en recintos con -- gran cantidad de mobiliario absorbente.

Los sistemas reductores de ruido tienen la desventaja que al mismo tiempo que eliminan el ruido introducen distorsión y suprimen información musical.

APENDICE I

UNIDADES FISICAS EMPLEADAS

UNIDADES FISICAS EMPLEADAS

I) UNIDADES MECANICAS

a) Unidades de longitud.

m : metro.

cm : centímetro = 10^{-2} m

mm : milímetro = 10^{-3} m = 10^{-1} cm

b) Unidades de área.

m² : metro cuadrado.

cm² : centímetro cuadrado. = 10^{-4} m²

mm² : milímetro cuadrado. = 10^{-6} m² = 10^{-2} cm²

c) Unidades de volumen.

m³ : metro cúbico.

d) Unidades de fuerza.

N : Newton = $\frac{1 \text{ Kg} \times 1 \text{ m}}{1 \text{ s}}$

dy : Dina = $\frac{1 \text{ g} \times 1 \text{ cm}}{1 \text{ s}}$

e) Unidades de tiempo.

s : seg : segundo

f) Unidades de presión.

$\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$: Newton / metro cuadrado.

$\frac{\text{dy}}{\text{cm}^2}$: dina / centímetro cuadrado = 10^{-5} $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

pa : Pascal = $1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

g) Velocidad.

$\frac{m}{s}$: metro / segundo.

$\frac{cm}{s}$: centímetro / segundo = $10^{-2} \frac{m}{s}$

h) masa.

Kg : Kilogramo masa

g : gramo masa = 10^{-3} Kg

II) UNIDADES TERMICAS.

a) de temperatura.

°C : Grados centígrados ó Celsius.

°F : Grados Fahrenheit. = $1.8 \text{ } ^\circ\text{C} + 32$

III) UNIDADES ELECTRICAS

a) Voltaje.

V : Volt.

mV : milivolt. = 10^{-3} v

μ V : microvolt. = 10^{-6} v

b) Corriente.

A : Ampére.

mA : miliampére = 10^{-3} A.

μ A : microampére = 10^{-6} A.

c) Resistencia.

Ω : Ohms.

K Ω : Kiloohms = $10^3 \Omega$

M Ω : Megohms = $10^6 \Omega$

d) Impedancia.

Ω : Ohms.

$K\Omega$: Kiloohms = $10^3 \Omega$

$M\Omega$: Megohms = $10^6 \Omega$

e) Potencia.

W : Watts = $\frac{J}{s}$: Joule / segundo.

f) Frecuencia.

Hz : Hertz : ciclos / segundo.

KHz : Kilohertz = $10^3 Hz$.

g) Energia.

J : Joule

Erg : Erg = $10^{-7} J$.

APENDICE II

GLOSARIO DE TERMINOS

A

G L O S A R I O D E T E R M I N O S

ACCIONAMIENTO DIRECTO. (Direct Drive). Es un tipo de sistema de transmisión en el cual el plato giratorio, de una tornamesa, está unido directamente al eje del motor sin intervención de eslabones, bandas, ruedas locas ni engranes.

ACETATO (Acetate). El acetato de celulosa es un material plástico, transparente y barato, usado para dar firmeza a discos y cintas.

ACICULAR. (Acicular). Dícese de la forma de aguja que tienen las partículas magnetizables de una cinta de grabación.

ACOPLAMIENTO DE ONDA. (Wave matching). Es la lógica usada en algunos decodificadores, basada en la comparación instantánea de ondas.

ACUSTICA. (Acoustics). Es la ciencia que estudia el comportamiento del sonido.

AGUDOS. (Treble). Se refiere a aquellos sonidos que ocupan la parte alta de frecuencias en el espectro audible.

AGUJA. (Stylus). Elemento cristalino, usualmente de diamante o zafiro, que se corta y talla de manera tal que sirva para seguir el surco de un disco fonográfico y capte la información contenida en él.

AGUJA ESFERICA. (Spherical Stylus). Un tipo de aguja cuya forma es cónica y su punta es redonda.

AGUJA SHIBATA. (Shibata Stylus). Aguja multirradial para ser empleada en sistemas de discos cuadrafónicos (CD-4), pero compatible con estereofónico. Véase la figura II.1

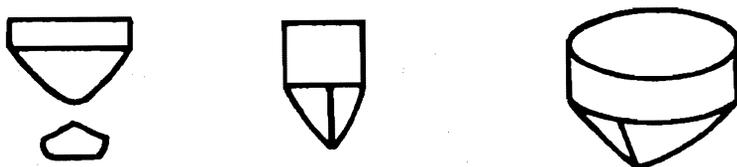


Fig. II.1

ALINEAMIENTO. (Alignment). Es el ajuste de la posición que tienen las cabezas mangéticas de las grabadoras, con respecto a la cinta, con lo que se logra una mejor respuesta a la frecuencia, balance, y separación entre canales. En sintonizadores de radio, es el ajuste de algunos de sus circuitos para captar en forma óptima la señal seleccionada.

ALMOHADILLA DE PRESION. (Pressure Pad). Es una pieza de la grabadora que fuerza a la cinta a un contacto íntimo con la cabeza magnética, está hecha de fieltro o de un material similar y protegida, usualmente, con un plástico autolubricado.

ALNICO. (Alnico). Aleación de Aluminio-niquel-cobalto, usado como material magnético en bocinas.

ALTAVOZ. (Loudspeaker). Es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en una señal acústica.

ALTAVOZ DOBLE. (Duplex Loudspeaker). Es un sistema que emplea dos altavoces, uno para bajas frecuencias y el otro para altas.

ALTAVOZ PARA AGUDOS. (Tweeter). Es la bocina o altavoz diseñada especialmente para un correcto funcionamiento en altas frecuencias.

ALTAVOZ PARA GRAVES (Woofer). Es la bocina diseñada especialmente para la reproducción de sonidos graves, es decir, de bajas frecuencias.

A.M. (AM). Véase Modulación por amplitud.

AMORTIGUAMIENTO. (Damping). Es la habilidad de una unidad para disipar energía oscilatoria. Es usual en el control de movimientos vibratorios.

AMPLIFICACION. (Amplification). Acción llevada a cabo por un dispositivo que permite incrementar el nivel de la señal que se le alimenta.

AMPLIFICADOR. (Amplifier). Es un aparato que, como su nombre lo indica, cumple las funciones de amplificación y control de

señales eléctricas.

AMPLIFICADOR DE POTENCIA. (Power Amplifier). Amplificador que acopla un dispositivo de alta impedancia de salida con otro de baja impedancia, y proveer ganancia de potencia.

ANCHO DE BANDA. (Bandwidth). Es el rango de frecuencias en que trabaja un sistema receptor o transmisor, en niveles aceptables. Para audio, el ancho de banda vá de 20Hz a 20,000 Hz, - en forma promedio.

ANCHO DE BANDA DE POTENCIA. (Power Bandwidth). Banda de frecuencias para la cual un amplificador desarrolla su máxima capacidad sin atenuar ninguna de las frecuencias contenidas en ella.

ANGULO DE SEGUIMIENTO. (Tracking Angle). Existen dos tipos de ángulos de seguimiento; el lateral y el vertical. El lateral - se refiere al ángulo que forma el fonocaptor con la superficie del disco, al seguir inadecuadamente a éste. El vertical se refiere al ángulo entre la aguja del fonocaptor y la perpendicular a la superficie del disco. Véase figura II.2

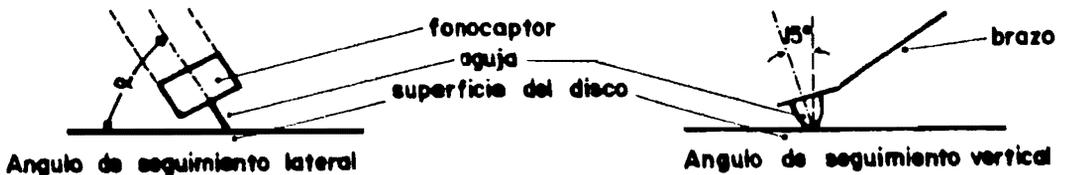


Fig. II.2

ANTENA. (Antenna). Es una sección de metal diseñada para interceptar ondas electromagnéticas y convertirlas a señales eléctricas que alimentan a un sintonizador.

ANTIDESLIZAMIENTO. (Antiskating). Es un compensador mecánico - que provee la suficiente fuerza para evitar la tendencia del - brazo, de una tornamesa, de ir hacia el centro del disco.

APAGADOR. (duller). Es una forma de ecualización usada para reducir la respuesta en altas frecuencias, se le da éste nombre porque el sonido que se produce parece estar apagado.

ARMONICA. (Harmonic). Es una señal eléctrica o de otra naturaleza cuya frecuencia es múltiple de otra llamada fundamental.

ATENUACION. (Attenuation). Es el proceso en el cual la magnitud de una señal decae; ya sea la señal eléctrica, acústica o mecánica.

ATENUADOR. (Attenuator). Es un dispositivo que reduce el nivel de una señal.

AUDIFONO. (Headphone). Es un dispositivo que transforma una señal eléctrica en otra acústica de baja potencia, lo cual hace que se use, generalmente, sobre el oído.

AUDIFONO MAGNETICO. (Magnetic Headphone). Es aquel audífono que

emplea una bobina en un campo magnético, la cual maneja un diafragma de papel o plástico.

AUDIOFILO. (Audiophile). Es aquella persona que manifiesta un interés muy marcado por la reproducción perfecta del sonido.

AUDIOFRECUENCIA. (Audiofrequency). Es toda frecuencia que cualquier persona normal puede oír.

AUTOBORRADO. (Self-erasure). Es la tendencia de las áreas fuertemente magnetizadas de una cinta, de borrar a las superficies adyacentes de polaridad magnética opuesta. Esta es la mayor -- causa de las pérdidas en altas frecuencias a bajas velocidades de la cinta.

AUTOSCILACION MELODICA. (Singing). Efecto de silbido que se -- presenta cuando la señal que sale de un altavoz en forma audible, vuelve a introducirse al micrófono, causando realimentación acústica que se traduce en tales silbidos y oscilaciones.

AZIMUT. (Azimuth). Es el ángulo entre la pieza polar de la cabeza de grabado y la dirección de viaje de la cinta magnética. véase la figura II.3

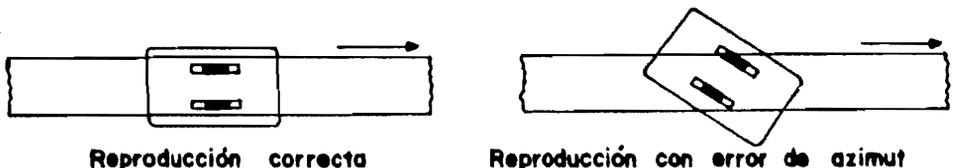


Fig. II.3

B

BALANCE. (Balance). Es la relación entre la magnitud de dos señales eléctricas de canales independientes.

BALANCE DE CANALES (Channel Balance). Es la igualdad de respuesta entre el canal izquierdo y el derecho.

BATIDO. (Beat). Es una señal que resulta de la superposición de señales de distintas frecuencias.

BIDIRECCIONAL. (Bidirectional). Dispositivo que transmite o capta señales de 2 direcciones opuestas con la misma intensidad.

BIFILAR. (Bifilar). O DE 2 HILOS. se le dá este nombre a un par de cables que se emplean como líneas de alimentación a los equipos de sonido y como líneas de interconexión entre ellos.

BINAURAL. (Binaural). Es el sistema en el cual 2 micrófonos son conectados, independientemente, a un sistema de reproducción de sonido y se acopla éste a 2 audífonos por 2 canales, también independientes.

BOBINA. (Coil). Elemento eléctrico capaz de almacenar energía en forma de campo magnético.

BOBINA MOVIL. (Moving Coil). Es el principio de funcionamiento de algunos transductores, como cartuchos, micrófonos, audífonos y altavoces y que consiste en el movimiento de una bobina

dentro de un campo magnético.

BOCINA. (Loudspeaker). Véase altavoz.

BRAZO. (Arm). Conocido también como brazo tonal (tone arm). Es la parte de la tornamesa que sirve para sostener y guiar al fonocaptor sobre el disco, durante la reproducción de éste.

BRAZO BALANCEADO ESTATICAMENTE. (Statically Balanced Arm). Es un tipo de brazo que puede balancearse con un peso situado en la parte posterior del pivote, permitiéndose así, el ajuste de la fuerza de rastreo.

BRAZO DE TENSION. (Tension Arm). Es la palanca que controla, en las grabadoras y reproductoras de cassette, la tensión que se aplica al girar la cinta.

BRAZO RADIAL. (Radial Arm). Es un brazo que se mueve a lo largo de un canal paralelo al radio de un disco, manteniéndose -- perfectamente tangencial al surco.

BRAZO TONAL. (Tone Arm). Véase brazo.

BRILLANTEZ. (Ambience). Es un término subjetivo que caracteriza a sonidos con mayor tiempo de reverberación. Se dice así, que al añadir eco a un sistema de sonido, éste aumenta su brillantez.

C

CABEZA. (Head). En magnetófonos, es un pequeño transductor magnético-eléctrico o viceversa. Puede tener la función especial de grabar una señal, de reproducirla, de borrar la cinta o puede tener las dos primeras funciones a la vez.

CABEZA DE BORRADO. (Erase Head). Es la cabeza magnética, de un magnetófono, que borra las grabaciones hechas anteriormente en una cinta.

CABEZA MONITORA. (Monitor Head). Es una cabeza de reproducción que está separada de la de registro, dispuesta de tal modo que se pueda escuchar lo que fue grabado unos segundos antes.

CABEZA REPRODUCTORA. (Playback Head). Es una cabeza magnética que responde a un cierto patrón magnético de la cinta y a partir de éste último desarrolla una señal eléctrica.

CABLE. (Cable). Conjunto de hilos de cobre aislados por una cubierta de polietileno, empleados en la interconexión de un sistema de audio.

CABRESTANTE. (Capstan). Es un eje rotatorio, manejado por el motor de un magnetófono y que impulsa a la cinta a que pase -- frente a las cabezas, controlando la velocidad de la cinta.

CAG. (AGC). Véase control automático de ganancia.

CALCADO. (Print through). Es la transferencia indeseada de información de una parte de la cinta magnética a otra parte de la misma, debido a la sobreposición de las partes referidas - al enrollar la cinta.

CAMBIADOR. (Changer). Véase Tornamesa Automática.

CAMPO MAGNETICO. (Magnetic Field). Es el nombre que se le dá a una magnitud física que explica y mide una acción a distancia, creada por una corriente eléctrica o un movimiento de -- cargas.

CAN. (ALC). Véase control automático de nivel.

CANAL. (Channel). Es la trayectoria que sigue una señal desde su grabación, reproducción o recepción hasta su transmisión, como sonido.

CAPACIDAD DE SALIDA. (Output Capability). Es la mayor intensidad de una señal que un dispositivo puede entregar sin exceder una distorsión especificada.

CAPACIDAD DE SEGUIMIENTO. (Track Ability). Véase Seguimiento.

CARDIODE. (Cardiod). Es un patrón de recepción o transmisión de señales, que presenta la siguiente forma:

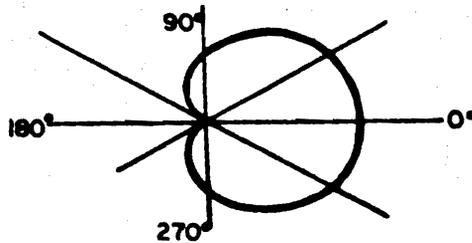


Fig II.4

CARGA. (Load). Es el término usado comunmente para llamar a la impedancia que se acopla a la salida de un dispositivo.

CARGA POSTERIOR. (Back Loading). Es un altavoz acoplado a otro de baja frecuencia, de manera tal que la superficie posterior del diafragma de éste último alimenta al primero, mientras que su superficie frontal radia directamente en el área de escucha.

CARRETE A CARRETE. (Reel to Reel). Véase carrete abierto.

CARRETE ABIERTO. (Open Reel). Sistema de transporte de cinta magnética, que se emplea cuando el ancho de la misma es de por lo menos 0.25 de pulgada. Consiste en dos carretes, uno de ellos con la cinta y otro en el cual se embobinará. La ventaja de este tipo de transporte es la facilidad de edición de los programas. Su desventaja, es la necesidad de dos carretes separados y con dimensiones no tan portátiles.

CARRETE ACEPTOR. (Take Up Reel). Es el carrete vacío en el cual se embobina la cinta ya procesada o reproducida.

CARRETE FUENTE. (Supply Reel). Es el carrete del cual se va a tomar la cinta que se empleará.

CARTUCHO. (Cartridge). Véase fonocaptor.

CARTUCHO ELECTRET. (Electret). Es un elemento piezoeléctrico, plástico y polarizado durante la manufactura, de tal forma que se logra el equivalente a un capacitor cargado permanentemente; genera un voltaje de salida semejante a la de un elemento de cerámica, pero requiriendo menos energía del sistema que porta la aguja.

CARTUCHO MAGNETICO. (Magnetic Cartridge). Es el cartucho que genera su señal a partir del movimiento relativo entre un campo magnético y unas bobinas; el movimiento puede ser del campo o de las bobinas, dependiendo del diseño.

CASSETTE. (Cassette). Se le llama así a una pequeña caja de plástico que encierra dos carretes, una cinta de un 1/8 de pulgada de ancho y que incorpora una abertura para las cabezas y para el sistema de transporte de la cinta. La velocidad estándar de la cinta es de 15/8 de pulgada por segundo.

CAV. (AGC). Véase control automático de volúmen.

CD-4. (CD-4). Sistema cuadrafónico discreto capaz de manejar 4 canales independientes.

CENTRO. (Hub). Es la sección central del carrete alrededor de la cual la cinta está siendo devanada.

CI. (IC). Véase circuitos integrados.

CICLOS POR SEGUNDO. (Cycle per second). Véase hertz.

CINTA. (Tape). Es una tira plástica con un recubrimiento de material magnético que se emplea para realizar grabaciones de información.

CINTA. (Ribbon). En micrófonos, se le da éste nombre (de cinta o de velocidad) a aquellos que utilizan una laminilla de metal en un campo magnético para cumplir su misión.

CINTA DE BAJO RUIDO. (Low Noise Tape). Se le da este nombre a una cinta cuya relación señal a ruido es mejor que una cinta normal.

CINTA DE DOBLE DURACION. (Double play tape). Se le dá este nom bre a una cinta que tiene la mitad del espesor de una normal y por lo tanto el doble del tiempo de recorrido.

CINTA DE MEDIA PISTA. (Half Track Tape). Es una cinta magnética de un cuarto de pulgada, en la cual cada mitad de su ancho es usada para la grabación de sonido. También se le conoce como cinta de 2 canales.

CINTA DE 1/4 DE CANAL. (Quarter Track Tape). Capacidad de algunas máquinas de carrete abierto de grabar solo en 1/4 parte de una cinta magnética.

CINTA PRETENSADA. (Tensitized Tape). Cinta preestirada de ---- polyester que no permite mayor elongación.

CINTA VIRGEN. (Raw Tape). Cinta que nunca ha sido usada.

CIRCUITO INTEGRADO. (Integrated Circuit). Es una combinación - de elementos semiconductores, resistencias, ensamblados en un circuito monolítico, capaz de proveer alta ganancia, baja distorsión y fácil uso en una forma extremadamente pequeña.

CODIFICACION. (Encoding). Es un proceso para transmitir información adicional a la señal principal, sin que ésta se vea modificada. Así, los discos codificados en 4 canales pueden ser manejados con equipos de 2 canales.

COERCITIVIDAD. (Coercivity). Es una medida de la cantidad de - campo magnético aplicado (de polaridad opuesta) a una cinta, - para restaurar su estado virgen.

COMPACTO. (Compact). Dícese de un sistema que posee en una mis ma unidad, los siguientes elementos: tornamesa, magnetófono, sintonizador AM-FM y amplificador.

COMPATIBILIDAD. (Compatibility). Es la habilidad de un sistema de audio de manejar varias codificaciones sin error. Así, por ejemplo, un sintonizador puede recibir como monofónica -- una señal estereofónica; o un disco estereofónico puede ser registrado adecuadamente por un fonocaptor monofónico.

COMPENSACION. (Weighting). Es cualquier factor de corrección añadido a un sonido para hacerlo más apropiado a una medición.

COMPENSACION DE VOLUMEN. (Loudness Compensation). Este término se refiere a la ecualización aplicada a una señal, en su volumen, para compensar la tendencia del sistema auditivo de cambiar la respuesta a la frecuencia en ciertos rangos.

COMPENSADOR. (Compensator). Véase ecualizador.

COMPLIANCIA. (Compliance). Es una cantidad que indica la habilidad de una aguja de responder a las ondulaciones de las paredes del surco de un disco.

COMPRESOR. (Compressor). Es un dispositivo que reduce el rango dinámico de una señal.

COMPRESOR- EXPANSOR. (Companzor). Es un dispositivo que atenúa la intensidad de un sonido complejo a ciertas frecuencias y lo refuerza a otras.

CONDUCTOR GEMELO. (Twin Lead). Son dos conductores paralelos - separados por un aislamiento, usado para conectar una antena - de FM o TV al aparato respectivo, Generalmente, tiene una impe - dancia característica de 300 ohms.

CONECTOR HEMBRA. (Plug). Es el contacto empleado para realizar la conexión con cable a los equipos, tiene la forma siguiente:

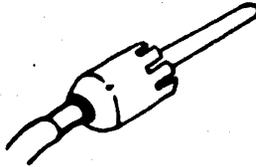


Fig. II.5

CONECTOR MACHO. (Jack). Es un receptáculo en el cual un conec - tor hembra puede ser colocado, como lo muestra la figura II.6

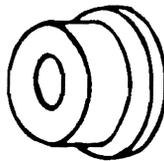


Fig. II.6

CONECTOR XLR. (XLR Connector). Es un conector de uso profe--- sional para micrófonos, formado por 3 conductores, para una - mayor seguridad en su uso.

CONSOLA. (Console). Es un sistema de radio y/o fonógrafo contenido en un mismo mueble. Aquellas consolas que incluyen los altavoces, no son de alta fidelidad por poseer realimentación -- acústica.

CONTROL AUTOMATICO DE GANANCIA. (Automatic Gain Control). Es -- un proceso mediante el cual la ganancia de un sistema es ajus-tada automáticamente a un cierto valor.

CONTROL AUTOMATICO DE NIVEL. (Automatic Level Control). Es un cir- cuito compresor, incluido en algunos magnetófonos y sintoniza- dores de FM, con el objeto de mantener un cierto nivel, a pe-- sar de cambios en la intensidad de la señal de entrada.

CONTROL AUTOMATICO DE VOLUMEN. (Automatic Volume Control), -- Véase control automático de nivel.

CONTROL DE EMBOBINADO. (Rewind Control). Es el botón o conmu- tador que permite reembobinar rápidamente la cinta del carre- te receptor al carrete fuente.

CONTROL DE GRABACION. (Cue). Es el conmutador que desconecta temporalmente el sistema mecánico del magnetófono, durante el adelanto y el retraso rápido, de tal forma que se puedan juz- gar las partes de la grabación que están pasando ante las ca- bezas.

CONTROL DE PAUSA. (Pause Control). Es una característica de algunos magnetófonos que hace posible parar temporalmente el movimiento de la cinta, sin poner a la máquina fuera de los modos de registro o reproducción, es decir, todos los controles se mantienen preparados para la reproducción o grabación.

CONTROL DE VOLUMEN. (Volume Control). Es el circuito de algunos magnetófonos que ajusta a un cierto valor la ganancia o pérdida de la intensidad de una señal.

CRISTAL DE CUARZO. (Quartz Crystal). Es un cristal con propiedades piezoeléctricas, usado como patrón de frecuencia en osciladores.

CUADRADISCO. (Quadradisc). Es el nombre dado por la Compañía RCA a los discos grabados bajo el principio del CD-4.

CUADRAFONICO. (Quadraphonic). Término genérico aplicado a los sistemas de 4 canales, ya sean discretos o que involucren el uso de la matriz.

CUATRO CANALES. (Four Channel). Es un sistema de reproducción, que consiste en 4 trayectorias separadas de señales, desde un micrófono hasta los baffles; ó uno que simula 4 canales separados por la mezcla de dos de ellos.

CUATRO PISTAS. (Four Track). Es la capacidad de algunos magnetófonos de carrete abierto de grabar los 4 canales de la cinta

CUERNO. (Horn). Es un tipo de altavoz, que tiene como signo -- distintivo su forma alargada y su muy alta eficiencia.

CURVAS NAB. (NAB Curves). Son las curvas de ecualización para varias velocidades de cinta, desarrolladas por la Asociación Nacional de Radiodifusión.

D

dBm. (dBm). Es el nivel que se tiene a la salida de un dispositivo, tomando como referencia a la entrada 1mW de potencia, -- con una carga de 600 ohms.

dBV. (dBV). Es la ganancia de voltaje que se tiene en un dispositivo, tomando como referencia a la entrada un volt.

dbx. (dbx). Es un sistema de reducción de ruido, en el cual un programa es comprimido antes de ser grabado, y es expandido en el momento de la reproducción, para restaurar su rango dinámico.

DECADA. (Decade). Es el intervalo entre cualquiera 2 frecuencias que tienen una relación de 10:1. Ejemplo: Hay una década en el intervalo de 440 Hz y 4,400 Hz.

DECIBEL. (Decibel). Abreviado dB. Es la unidad usada para comparar niveles de potencia, voltaje, y corrientes de señales, principalmente.

DECODIFICADOR. (Decoder). Es el dispositivo que devuelve a su forma original la señal de 4 canales previamente codificada.

DESBALANCEO. (Unbalanced). Se le llama así, cuando dos cana--les no manejan la misma intensidad de señal.

DESENFASIS. (De-emphasis). Es la atenuación de las frecuen---cias altas de sonido en un sintonizador de FM, con el objeto de neutralizar el reforzamiento de estas frecuencias que se -realiza en la estación transmisora de FM.

DIN. (DIN). Es la Norma Industrial Alemana (Deutsche Indus---trie Normen).

DIOXIDO DE CROMO. (Chrome Oxide₂). Material altamente magneti zable, usado en cintas magnéticas.

DIPOLO. (Dipole). Es un dispositivo que produce efectos de polarización opuestos en sus caras o terminales opuestas, como en el caso de la antena bidireccional.

DIRECCION VARIABLE. (Varidirectional). Es aquel dispositivo -- unidireccional, que puede variar su patrón de radiación o re--

cepción de señales.

DISCO. (Disc(K)), Es una mezcla a base de plásticos en la que se realizan pequeños surcos modulados, en forma tal, que contienen un programa musical.

DISCO ESTEREOFONICO. (Stereo Disc). Es un disco que tiene grabada la información en un surco y que posee un canal en una -- de las paredes del surco y el otro canal en la pared restante.

DISCRETO. (Discrete). Es un término aplicado a 2 o más canales capaces de mejorar señales independientes.

DISPERSIÓN. (Swtering, Dispersion). Es la distribución angular de sonido producido por un altavoz.

DISTORSION. (Distortion). Es una diferencia, no deseada, entre la señal que alimenta a un dispositivo y la señal que sale de él.

DOBLADOR. (Doubler). Es el efecto producido por la distorsión en altavoces, debida a la producción de armónicas en los tonos bajos.

DOBLAMIENTO. (Dubbing). También llamado dobléz (Dub). Es la co pia en una cinta, que se hace de una grabación.

DOLBY. (Dolby). Es un dispositivo que incrementa la relación señal-ruido de una grabación, mediante el incremento del volumen en pasajes suaves a rangos de frecuencias seleccionados, e introduce la acción inversa durante la reproducción, reduciendo automáticamente con ésto, el ruido en la grabación y en la reproducción. De este tipo de sistema se han desarrollado varias clases especiales de ellos como el Dolby A, Dolby B, etc.

E

ECO. (Echo). Es un efecto especial en la grabación, en el cual una porción del programa grabado es tomado de la cabeza reproductora, y en un corto intervalo de tiempo después, es registrado y mezclado con el programa que sigue. Principalmente es empleada para velocidades de cinta mayores de 3+3/4 ips.

ECUALIZACION (Equalization). Es la manipulación de las señales eléctricas dentro de un rango de frecuencias predeterminado para mejorar las características tanto de grabación como de reproducción de dichas señales.

ECUALIZADOR (Equalizer). Es un dispositivo diseñado para compensar las características indeseables de la señal en un sistema de audio. Ello se logra mediante la atenuación y/o reforza-

miento de la misma para ciertas frecuencias.

EFFECTO DE ENMASCARAMIENTO. (Masking Effect). Es el fenómeno físico acústico en el cual, sonidos de baja intensidad son "oscurecidos" o "recubiertos" por la presencia de sonidos fuertes. Este principio es usado en una gran variedad de aplicaciones - en la rama de audio y es notable en el proceso de reducción de ruido "Dolby".

EFFECTO DE ESTRANGULAMIENTO (Pinch Effect). Es el efecto de separación de la aguja cuando sigue el surco de un disco, como resultado de la diferencia entre el ancho del surco y el de la aguja.

EFFECTO HASS (Hass effect). Es una característica del oído por la cual se percibe mejor el sonido del altavoz más cercano que el del más alejado, cuando se tienen varios altavoces funcionando simultáneamente en un recinto.

EFFECTO PIEZOELECTRICO (Piezoelectric Effect). Propiedad de algunos materiales de responder eléctricamente al ser excitados mecánicamente. Este efecto puede ser inverso.

EFICIENCIA (efficiency). Es la relación, expresada en porcentaje, de la señal de salida entre la señal de entrada. Su uso -- más frecuente es para estimar las necesidades de potencia de un transductor electroacústico.

ELECTROSTATICA (Electrostatic). Se refiere a una forma en que la energía eléctrica puede presentarse. Bajo los principios de la electrostática se han diseñado altavoces, micrófonos y audífonos. En el caso de los transductores electroacústicos, una membrana plástica se suspende dentro de un campo eléctrico, -- que varía de acuerdo a la señal de entrada, esto causa que el diafragma se mueva uniformemente, propagando una onda de energía sonora en el aire.

ELEMENTO DE TORSION. (Twister Element). Se aplica este término a las placas de cristal, cortadas axialmente, en las cuales se produce el efecto piezoeléctrico como resultado, en el único caso, de que se aplique una fuerza de torsión sobre ellas.

EMBOBINADO (wrep). Dícese de la porción de cinta que se encuentra en contacto íntimo con la cabeza de grabación o reproducción.

ENTRADA (Input). Punto por el cual se alimenta un dispositivo que procesará una señal.

ENTREHIERRO (Gap). Es el espacio entre los polos del núcleo magnético de elementos tales como: cabeza de grabación o reproducción, altavoces, etc. Ver figura II.7

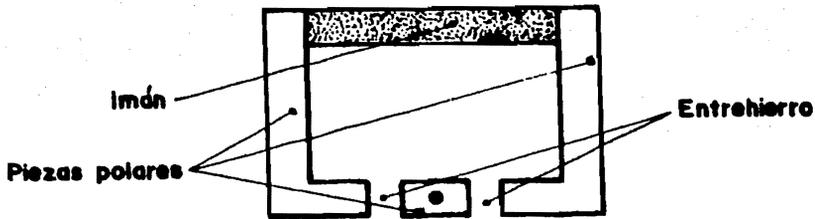


Fig. II.7

ERROR DE SEGUIMIENTO (Tracking error). Ocurre cuando el fonocaptor sigue en forma inadecuada el surco, debido a la forma geométrica de la aguja. Es decir, que no hay concordancia entre la forma del surco y la de la aguja.

ESPECTRO (Spectrum). Es una representación gráfica que muestra la respuesta de un dispositivo electroacústico en la banda de audiofrecuencia.

ESTADO SOLIDO. (Solid State). Técnica actual de fabricación y diseño de los equipos de audio basados en el empleo de dispositivos semiconductores que no requieren de emisión termoiónica.

ESTEREOFONIA (Stereo). Efecto acústico que da la sensación de mayor "viveza" durante la reproducción de un programa musical grabado. Este efecto se logra con el uso de dos canales independientes que procesan la señal simultáneamente.

ESTROBOSCOPIO (Stroboscope). Dispositivo que genera impulsos luminosos a una frecuencia determinada y que se emplea como

detector de la variación de velocidad en los servomotores.

EXPANSOR (Expander). Dispositivo que ensancha automáticamente el rango dinámico de una señal de audio, haciendo que los pasajes sonoros sean más intensos y que los pasajes suaves lo sean aún más.

F

FACTOR DE AMORTIGUAMIENTO (Damping Factor). Es una cantidad que indica la capacidad de un amplificador de controlar las excursiones de voltaje transitorias. Esta cantidad es adimensional y cuando su valor es por lo menos de 20 se considera como adecuado.

FACTOR DE DIRECCIONALIDAD (Directivity Factor). Es la relación entre la potencia producida por un altavoz en un punto de su eje de referencia, y la potencia que produciría una fuente puntual situada en el mismo punto, a una misma frecuencia.

FASE (Phase). Es la cantidad que mide el grado de avance de una señal con respecto a otra.

FASAJE O ENFASAMIENTO (Phasing). Correcto interconectado de los altavoces al amplificador de tal manera que no exista la anulación de algunas frecuencias.

F.I. (I.F.). Iniciales de Frecuencia Intermedia. Es la frecuencia a la cual es convertida la portadora de la señal recibida por un sintonizador, para ser amplificada.

FIDELIDAD (Fidelity). Es la capacidad de un sistema electroacústico tanto de grabar como de reproducir con "exactitud" alguna fuente de sonidos. Al decir exactitud se debe interpretar como: mínima distorsión, respuesta en frecuencia ancha y plana, y mínimo agregado de ruido.

FILTRO (Filter). Dispositivo capaz de atenuar una señal, pero dentro de un rango prefijado de frecuencias.

FILTRO ACUSTICO (Acoustic Filter). Tipo de filtro que se construye con materiales absorbentes y formas geométricas bien determinadas, empleado en la construcción de recintos.

FILTRO DE CHASQUIDOS (Pop & Click Filter). Filtro electrónico que suprime gran parte de los ruidos presentes en un disco.

FILTRO DE RAFAGA (Blast Filter). Filtro acústico. Es una pantalla densa sobre un micrófono que minimiza la saturación causada por sonidos muy cercanos.

FILTRO PASOBANDA (Bandpass Filter). Filtro que permite el paso de señales comprendidas entre dos frecuencias prefijadas.

FILTRO SUPRESOR DE BANDA (Band Suppressor Filter ó Stop Band - Filter). Filtro que suprime las señales comprendidas entre dos frecuencias predeterminadas.

FLANCO (Flange). Es uno de los bordes laterales de un carrete que impide el desplazamiento lateral de la cinta.

F.M. (Frequency Modulation). Ver modulación en frecuencia.

F.M. ESTEREOFONICO (Stereo F.M.). Transmisión y recepción de radiofrecuencia que porta dos señales independientes entre sí sin que se mezclen al ser reproducidas.

FONO (phon). Unidad de medición de la intensidad acústica.

FONOCAPTOR (Pickup). Transductor electromecánico capaz de convertir los movimiento de la aguja en señales eléctricas.

FORMA DE ONDA (Waveform). Son las formas que adquieren las señales eléctricas al ser graficadas en el tiempo. Algunas formas comunes se muestran a continuación.

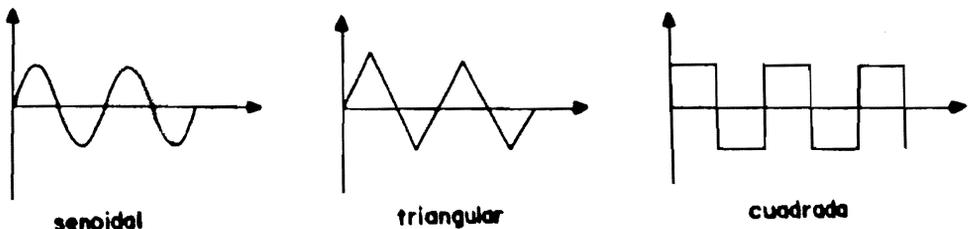


Fig. II.8

FRECUENCIA (Frequency). Es el número de repeticiones por unidad de tiempo de una señal periódica.

FRECUENCIA DE REFERENCIA. (Reference Frequency). Es la frecuencia empleada para realizar las mediciones de ganancia de voltaje, de potencia, eficiencia, balance y separación entre canales de un dispositivo. Usualmente se emplea 1,000 Hz.

FRECUENCIA INTERMEDIA. (Intermediate Frequency). Es la frecuencia a la cual es convertida la frecuencia de la señal recibida en un sintonizador.

FRECUENCIA MOVIBLE. (Turnover Frequency). En controles de tono y filtros, es la(s) frecuencia(s) a la cual cualquiera de los dispositivos, anteriormente señalados, modifica su respuesta.

FUENTE (Source) Es todo productor de sonido que será registrado en disco o cinta.

FUENTE DE PODER. (Power Supply). Es una fuente de energía eléctrica, capaz de alimentar a los circuitos operativos de un amplificador, motor de una tornamesa, magnetófono, etc.

FUERA DE RANGO. (Roll Off). Es una atenuación gradual de un rango de frecuencias de una señal.

FUERZA DE DESLIZAMIENTO. (Skating Force). Es la fuerza que exist

te sobre la aguja de un fonocaptor, por el hecho de estar sobre una superficie giratoria.

FUERZA DE SEGUIMIENTO. (Tracking Force). Es la fuerza requerida por un fonocaptor para seguir adecuadamente el surco grabado en un disco fonográfico.

G

GABINETE ACUSTICO. (Baffle). Es la caja donde se montan los altavoces de un sistema de sonido, con el objeto de lograr una mejor reproducción musical.

GABINETE ACUSTICO INFINITO. (Infinite Baffle). Es el gabinete acústico que aísla completamente los sonidos producidos por la parte posterior del altavoz de los producidos por la parte frontal de él.

GANANCIA. (Gain). Es el incremento en la intensidad de una señal, medida generalmente en dB.

GENERADOR. (Generator). Es un transductor de una forma de energía a energía eléctrica.

GIRADOR. (Rotator). Es un dispositivo para orientar una antena a la zona de mayor recepción, usualmente son motores controlados remotamente.

GOLPETEO. (Thump). Ruido que se escucha como un golpeteo grave y seco en el momento de la reproducción de sonidos.

GRABACION. (Recording). Acción que lleva a cabo un magnetófono cuando deja la información que se desea en la cinta magnética. En el caso de discos, es la acción de marcar con una -- aguja la información que se trate.

GRABACION EN TODAS LAS PISTAS. (Full Track Recording). Como -- su nombre lo indica, es cuando se usan en la cinta el total -- de pistas que puede manejar un magnetófono.

GRABACION ESTEREOFONICA. (Stereophonic Recording). Es aquella grabación de una señal en dos canales independientes, con el fin de lograr un efecto auditivo óptimo al reproducir tal gra bación.

GRABACION LATERAL. (Lateral Recording). Es un tipo de grabación en la cual, el surco del disco se presenta como una zanja en espiral que zigzaguea continuamente, en el mismo plano que la superficie del disco, excepto cuando no hay sonido. es to es debido al movimiento a derecha e izquierda de la aguja.

GRABADORA DE DOS CANALES. (Dual Track Recorder). Conocida tam bién como de Medio Canal (Half Track). Se le llama a un magnetó fono monofónico donde las cabezas de grabación cubren menos

de la mitad de la cinta, haciendo posible grabar un canal en una dirección de la cinta y un segundo canal en dirección opuesta.

GRABADORA-REPRODUCTORA. (Tape Deck). Véase Magnetófono, que es su nombre más correcto.

H

HERTZ. (Hertz). Es la unidad de medida para la frecuencia. Y se define como una vibración o ciclo por segundo de una señal alterna. (ver figura II.9)

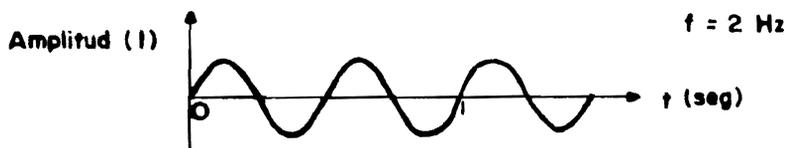


Fig. II.9

I

I.A.F. (I.H.F.). Siglas del Instituto de Alta Fidelidad (Institute of High Fidelity).

IMAN. (Magnet). Es un cuerpo o material que crea en su proximidad un campo magnético.

IMPEDANCIA. (Impedance). Es la oposición a la transferencia de energía. Así, por ejemplo, en altavoces es la oposición que --

presentan al paso de la corriente.

IMPULSOR. (Driver). Es un término usado para llamar al altavoz sin considerar el gabinete acústico donde se encuentra y sus circuitos complementarios. También se le llama así a las partes móviles del baffle.

INDICADOR DE NIVEL. (Level Indicator). Es un dispositivo que hace posible visualizar la intensidad de una señal de audio y sirve como medio de advertencia contra elevaciones y descensos súbitos en la grabación de cintas.

INDICADOR DE PICOS. (Peak Indicator). Es un indicador, usualmente del tipo de luz intermitente, que muestra cuando los niveles de señales transitorias exceden la capacidad de un magnetófono.

INDICADOR DE VU. (V.U. Meter). Es un instrumento, ya estandarizado, que lee la intensidad de una señal tomando como unidad de medida los VU.

INDICE DE DIRECCIONALIDAD. (Directivity Index). Es la relación expresada en dB, entre la potencia que sería radiada en el espacio libre a una presión constante y en todas direcciones, a la potencia que realmente radía el mismo baffle.

INDISTORSIONADA. (Undistorted). Dícese de una señal que no presenta distorsión significativa.

INDUCTANCIA. (Inductance). Es un elemento eléctrico que almacena energía magnética.

INTEGRADO. (Integrated). Es un tipo de diseño en el cual, dos o más componentes son combinadas físicamente como también eléctricamente, usualmente en un chasis como en el caso de un amplificador integrado.

INTERFERENCIA. (Crosstalk). Es la superposición entre las señales de dos canales independientes.

INTERMODULACION. (Intermodulation). Es la distorsión que aparece al emplear dos o más señales de entrada. Consiste en la aparición de señales cuyas frecuencias son sumas, diferencias y múltiplos de las frecuencias de entrada.

K

KILO (Kilo). Prefijo que indica mil veces una unidad.

L

LABERINTO (Labyrinth). Es un tipo de recinto para bocinas, --- construido especialmente para impedir la presencia de ondas --

acústicas estacionarias y evitar que ocurran interferencias.

LEVANTADOR (Lifter). Dispositivo móvil que tira de la cinta -- apartándola de las cabezas durante el embobinado rápido y así evitar el frotamiento con las mismas.

LIMITADOR (Limiter). Es un dispositivo que reduce los picos de corta duración en señales de audio.

LIMITADOR DE PICOS (Peak Limiter). Es un circuito que limita -- automáticamente la magnitud de su señal de salida a un valor -- máximo prefijado reduciendo su amplificación cuando la magni-- tud instantánea de la señal excede el valor previamente deter-- minado.

LINEA (Line). Con este término se indica el elemento que inter conecta los componentes de un sistema electroacústico.

LOGICA (logic). Término aplicado al sistema que decodifica una señal grabada en un disco y obtener un sonido cuadrafónico.

LOGICA TOTAL (Full Logic). Ver lógica.

LONGITUD DE ONDA (Wavelength). Es la distancia desde un punto dado de una onda, hasta su correspondiente en la onda próxima.
(ver fig. II.10)

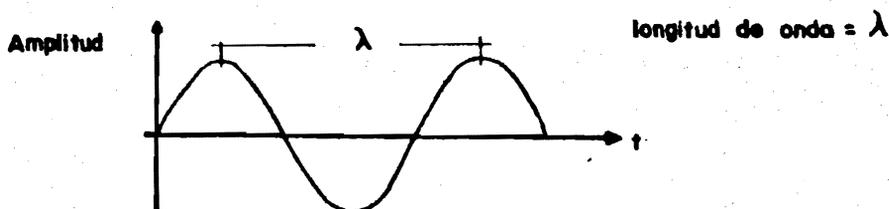


Fig. II.10

M

m. Abreviación para mili.

M. Abreviación para Mega.

MAGNETOFONO. (Magnetophone. Tape Deck). Aparato que permite la grabación y la reproducción de sonido. Emplea cintas con una película de substancias magnetizables, las que se encuentran sobre una base de plástico.

MALLA (Loop). Cinta embobinada de tal manera, que sus extremos se encuentran unidos.

MALLA DE FASE FIJA. (Phase Locked Loop PLL). Sistema que mantiene la adecuada relación de fases en un sintonizador de FM estereofónico.

MASA DE LA PUNTA (Tip Mass). Es la masa aportada por los siguientes elementos: aguja, su montaje, y el fonocaptor, a la punta de la aguja.

MATRIZ (Matrix). Circuito usado para sumar y restar señales. - Sirve para codificar cuatro fuentes de sonido en dos canales, ya sea en un disco o en una cinta.

MATRIZ VARIABLE (Variomatrix). Sistema de matriz, desarrollado por Sansui, basado en la detección de las relaciones entre la amplitud y la fase de sus señales de entrada, para modificar-- las según patrones ya establecidos.

MEDIDOR DE NIVEL DE GRABACION. (Peak Reading Meter). Es un indicador, en un magnetófono, que muestra visualmente y en forma muy aproximada cuales son las magnitudes de la señal que está siendo aplicada a la cinta en cada instante. Se emplea para -- evitar la saturación de una cinta, que implica la aparición de distorsión. También se usa para evitar grabar a nivel muy bajo, tal que su intensidad sería menor o comparable con el ruido -- propio de la cinta.

MEDIDOR DE NIVEL DE POTENCIA. (Power Lever Meter). Dispositivo electromecánico o digital, que indica numéricamente la poten-- cia promedio.

MEDIDOR DE PICOS. (Peak-reading Meter). Es un tipo de indica-- dor del nivel de registrado, cuya aguja se levanta rápidamente y se regresa a velocidad moderada, permitiendo al operador que

lleve a cabo el ajuste de niveles en la forma de onda del ---
transitorio máximo.

MEZCLADOR. (Mixer). Es un dispositivo para combinar dos o más
señales de entrada mientras que, simultáneamente, se está con-
trolando el volúmen de cada una.

MICROFONO. (Microphone). Es un elemento que colocado al co---
mienzo de una cadena electroacústica, tiene como función ----
transformar en corriente eléctrica las vibraciones sonoras --
que inciden en su membrana.

MICROFONO ENCONCHADO. (Bandshell Microphone). Es un micrófono
al que se le coloca una cubierta, de tal forma que posea ca--
racterísticas unidireccionales.

MICROSURCO. (Microgroove). Es el tipo de surco usado actual--
mente en la grabación de discos, cuyas dimensiones son meno--
res que los anteriores con lo cual se logra una reducción en
los ruidos, una respuesta a la frecuencia más ancha y un au--
mento en la duración del programa grabado.

MODULACION. (Modulation). Técnica de codificación para la ---
transmisión de información y que consiste en la alteración de
la amplitud, la frecuencia o la fase de esa señal.

MODULACION EN FRECUENCIA. (Frequency Modulation). Es un tipo de modulación usado comercialmente, que tiene como característica la modificación de la frecuencia de la señal a transmitir.

MODULACION POR AMPLITUD. (Amplitude Modulation). Es el tipo de modulación en la cual la amplitud de la señal portadora es afectada por la señal de información.

MODULACION POR PULSOS. (Pulse Code Modulation). Es el tipo de modulación que emplea pulsos digitales para codificar la información.

MONITOR. (Monitor). Es la parte de un sistema de grabación que permite "mostrar" la señal que está siendo grabada.

MONOAURAL. (Monoaural). Es el sistema en el cual 2 micrófonos son conectados a un canal de un sistema de reproducción, acoplándose éste a audífonos.

MONOFONICO. (Monophonic). Es el sistema en el cual 2 micrófonos son conectados a un canal de un sistema de reproducción, acoplándose éste a uno o más altavoces.

MOTOR. (Motor). Es una máquina que convierte la energía eléctrica en energía mecánica.

MULTIPLEXAJE. (Multiplex). Forma de transmitir por un mismo canal, una o más señales, sin mezclarse entre sí.

MULTIRADIAL. (Multiradial). Punta de aguja que posee varios radios de curvatura. P. Ej. la aguja Shibata.

MULTITRAYECTORIA (Multipath). En receptores de radio, es la forma en la cual la señal incide sobre su antena desde dos o más trayectorias diferentes. Esto dá como resultado una distorsión en la señal y una mala separación de canales de FM estéreo.

MURMULLO (Babble). Es la interferencia entre canales que se traduce en ruidos que semejan murmullos.

MYLAR (Mylar). Marca de la fábrica DuPont dada al poliéster.

N

NIVEL (Level). Dícese de la intensidad o amplitud de una señal.

NIVEL DE REFERENCIA (Reference Level). Es la intensidad de una señal que se emplea como patrón en las mediciones de otras.

NIVEL DE RUIDO (Noise Level). Es la amplitud del ruido presente en algún programa.

0

OBLICUIDAD (Skew). Es el bamboleo de la cinta con respecto a la cabeza, usualmente debido a una pobre sujeción de la cinta o a dobleces en ella como resultado de un embobinado incorrecto.

OCTAVA (Octave). Es el rango comprendido entre dos frecuencias que cumplen con la relación de que: la frecuencia mayor es el doble de la menor.

OMNIDIRECCIONAL. (Omnidirectional). En el caso de altavoces, significa que el sonido se radia uniformemente dentro de un patrón de 360 grados. En micrófonos, implica que responden de la misma manera a sonidos que llegan de cualquier dirección.

ONDA (Wave). Es la propagación de la energía en forma vibratoria a través de un medio material.

ONDA CUADRADA (Square Wave). Forma de onda, que graficada en dos ejes ortogonales aparece como una línea quebrada y periódica. Se emplea en algunas pruebas que se realizan a los sistemas de audio. (ver figura II.8)

ONDA SENOIDAL. (Sine Wave). Aquella forma de curva que es periódica, simétrica y que se usa como patrón de referencia al evaluar la calidad y comportamiento de los componentes de un

sistema de audio. (ver figura II.8)

OSCILACION AMORTIGUADA (Ringing). Vibración de la señal que -- ocurre con un cambio brusco en el nivel de ella y produce distorsión.

OXIDO (Oxide). Material, usualmente, compuesto de hierro o cromo y oxígeno, que sirve como recubrimiento o capa magnetizable en una cinta.

P

PALANCA DE LEVANTAMIENTO. (Cueing Lever). Barra que sube o baja el brazo de la tornamesa, sin que el operador toque directamente el brazo. Usualmente se emplea un amortiguamiento viscoso para que el brazo se mueva suavemente.

PAR (Torque). Dícese de la capacidad de mover una carga mediante un motor, sin que éste se detenga o funcione mal.

PARO AUTOMATICO (Automatic Shutoff). Es un circuito o mecanismo incorporado a algunos magnetófonos, que detiene el movimiento cuando la cinta corre fuera de su posición normal o se rompe.

PATRON POLAR. (Polar Pattern). Gráfica que permite relacionar la magnitud de una señal con su ángulo.

PENDIENTE (Slope). Es la magnitud que indica que tan "inclinada" se encuentra una curva de respuesta en frecuencia.

PERDIDA (Loss). Reducción de cualesquiera de las características de una señal eléctrica o acústica.

PERDIDA DE POTENCIA. (Power Loss). Son las pérdidas de potencia debidas al calentamiento y a la radiación electromagnética de un equipo de audio.

PERDIDAS POR AZIMUT. (Azimuth Loss). Pérdidas de agudos causada por el desalineamiento de las cabezas del magnetófono.

PERDIDAS INSTANTANEAS. (Drop Out). Son las pérdidas momentáneas de volumen debido a una separación breve de la cinta con la cabeza. También puede ser causada por el atoramiento de la cinta o por la existencia de desuniformidades en ella.

PICO. (Peak). Máxima amplitud de una señal.

PICO A PICO. (Peak to Peak). Es el valor medido desde el máximo positivo a el máximo negativo de una señal alterna.

PISTA. (Track). Es la parte de la cinta que almacena o procesa un solo canal de información.

PISTA SILENCIOSA. (Silent Soundtrack). Es una parte de la cinta

ta que no se graba, con el fin de medir la cantidad de ruido - que contiene la misma.

PIVOTE (Pivot). Mecanismo giratorio en el cual se apoya el brazo de la tornamesa.

PLATO. (Plate, Plater). Superficie en la cual se apoyan los -- discos para ser reproducidos, accionada por un motor a una velocidad constante.

PLL. (PLL). Nombre con que se conoce a una Malla de fase Fija. (Phase looked Loop).

POLARIZACION. (Bias). Es una corriente de alta frecuencia, que es combinada con la señal que va a ser registrada, para eliminar el efecto de alinealidad e histéresis en el núcleo magnético de la cabeza.

POLARIZACION DE PICO. (Peak Bias). Es la corriente de polarización que produce máxima salida de la cinta en el rango de frecuencias medias y bajas, dada una cierta señal de entrada.

POLIESTER. (Polyester). Compuesto sintético sobre el cual se coloca la sustancia magnética de las cintas.

PORCENTAJE DE DISTORSION ARMONICA. (Percent Harmonic Distorsion). Es la cantidad de distorsión armónica referida a la se-

ñal con la cual se presenta.

PORTADORA. (Carrier). Es la señal a la que se superpone la señal que contiene la información, mediante el proceso de la modulación.

POSTECUALIZACION. (Postemphasis). Ecualización que se agrega a los sistemas reproductores con el fin de obtener una mejor relación señal a ruido.

POTENCIA. (Power). Es la energía desarrollada en la unidad de tiempo por cualquier sistema. Así, un altavoz maneja una cierta potencia que entrega en forma de energía acústica a la sala de audición.

POTENCIA CONTINUA. (Continuous Power). O potencia RMS. Es la potencia que, efectivamente, entrega un dispositivo durante un cierto periodo de tiempo de uso.

POTENCIA DE MANEJO. (Rating Power). Es la cantidad de potencia que entrega o que es capaz de manejar un amplificador, mientras no salga del porcentaje de distorsión permitida (usualmente menos al 1% de distorsión armónica).

POTENCIA DE SALIDA. (Output Power). Es la energía que entrega un dispositivo en la unidad de tiempo.

POTENCIA DISPONIBLE. (Available Power). Es la potencia continua máxima que es capaz de entregar un dispositivo.

POTENCIA INSTANTANEA DE PICO. (Instantaneous Peak Power). Es la potencia que se presenta en un instante.

PREAMPLIFICADOR (Preamplifier). Conocido también como amplificador de control (Control Amplifier) o Centro de Control (Control Center). Es un dispositivo destinado a incrementar las señales provenientes de fuentes muy débiles, hasta un nivel suficiente para excitar adecuadamente los amplificadores de potencia. Generalmente incluye circuitos de ecualización, control de tono, selector de fuente y balance.

PREENFASIS. (Preemphasis). Ecualización agregada a los equipos de grabación con objeto de reducir los efectos del ruido.

PRESENCIA. (Presence). Es un control que permite resaltar las frecuencias de la voz humana, cuando ésta se encuentra dentro de un programa musical.

PRESION. (Pressure). En caso de altavoces significa la fuerza que ejerce la membrana por unidad de área. En relación con las agujas, es la fuerza que éstas ejercen sobre la superficie del disco.

PROGRAMA (Program). Es una secuencia de señales grabadas, --- transmitidas o reproducidas, con fines de entretenimiento o - adquisición de información.

PRUEBA A/B (A/B Test). Es un método de evaluación de uno o -- más elementos de un sistema de audio, que consiste en compa-- rarlos mediante un rápido intercambio de ellos, manteniendo - el resto del equipo inalterado.

PULGADAS POR SEGUNDO (Inches Per Second IPS). Es una medida de la velocidad de una cinta. Las velocidades más comunes son 15, 7 1/2, 3 3/4, 1 7/8 ips.

Q

Q-8 (Q-8). Nombre dado al sistema de cinta estereofónica con - ocho pistas, reproduciéndose sólo dos de ellas simultáneamente

QS (QS). Sistema cuadrafónico cuyo principio se basa en la mez - cla de dos canales posteriores en los dos principales, para -- ser posteriormente separados en cuatro canales independientes.

R

RADIADOR DIRECTO (Direct Radiator). Es un altavoz que radia di rectamente de su cono, sin hacer uso de acopladores acústicos.

RADIO DE LA PUNTA (Tip Radius). Es el radio que se presenta en

la parte inferior de la aguja.

RADIOFRECUENCIA (Radio Frequency). Señal que se radía en forma de campos electromagnéticos y que se emplea para transmitir información modulada a dichas radiofrecuencias. Por ejemplo, en la transmisión comercial de AM se emplean las radiofrecuencias que se comprenden entre 545 KHZ hasta 1609 KHZ, y en FM se emplea la banda de 88 MHZ a 108 MHZ.

RANGO DINAMICO (Dynamic Range). Es el valor que se obtiene al hacer la diferencia entre el sonido con mayor intensidad y el de menor intensidad, sin que la señal se encuentre distorsionada o con altos niveles de ruido.

RASTREO (Tracing). Es la habilidad de la aguja de un fonocap--tor de seguir en forma fiel las modulaciones del surco de un -disco.

RAYADO. (Scratch). Son los arañazos en el surco de un disco --que producen ruido al reproducir la información contenida en -él.

REALIMENTACION (Feedback). Es el retorno de una muestra de la señal de salida de un sistema a su entrada, lo que produce o -elimina inestabilidades y oscilaciones que pueden ser escucha--das fácilmente.

REALIMENTACION ACUSTICA (Acoustic Feedback). Dentro de un sistema reproductor, se dá cuando el sonido en los altavoces induce voltajes en el fonocaptor, provocando oscilaciones y silbidos en el altavoz. Ocurre algo semejante cuando hay un micrófono muy cercano a los altavoces.

RECEPTOR (Receiver). Es un equipo electrónico que incluye: -- sintonizador de radio AM y FM, preamplificador y amplificador de potencia que puede ser conectado directamente a los altavoces.

RECORTAMIENTO (Clipping). Es el nivel en el cual una señal satura a un amplificador provocando una limitación de el voltaje de salida del mismo. Esto motiva una gran distorsión en el sonido.

RECUBRIMIENTO (Coating). Dícese del material magnetizable que se coloca sobre la película de poliéster que formará una cinta magnetofónica.

RECHAZO DE IMAGEN (Image Rejection). Capacidad de un receptor superheterodino de eliminar o suprimir las señales imágenes a la seleccionada.

RED (Network). Denominación que recibe un conjunto de sistemas electroacústicos cuando se conectan entre sí para realizar una

funcion determinada.

RED DE PUNTO DE CRUCE (Crossover Network). Circuito que puede seleccionar diferentes rangos de frecuencias y que alimentarán a los altavoces. Se puede decir que esta red es un grupo de -- filtros pasobandas como los mencionados en "Filtro pasobandas". La salida de cada filtro de la red alimenta a un tipo especial de altavoz.

RF. Véase "RadioFrecuencia"

REFLECTOR DE BAJOS (Bass Reflex). Es un gabinete acústico que se diseña de tal manera que las bajas frecuencias son reforzadas.

REFORZAMIENTO DE AGUDOS. (Treble Boost). Es un control que re fuerza el rango de frecuencias altas en un amplificador u otro dispositivo.

REFORZAMIENTO DE GRAVES. (Bass Boost). Efecto que se logra con el movimiento del control correspondiente en el amplificador o preamplificador.

RELACION DE CAPTURA (Capture Ratio). Habilidad de un sintonizador para seleccionar la más alta de dos señales que se encuentran muy cercanas en frecuencia.

RELACION DE SEÑAL A MEZCLADO. (Signal to Crosstalk Ratio). Es el cociente en decibeles de la magnitud de una señal en una pista de la cinta, con la magnitud de la señal inducida en el otro canal sin que éste tuviese información alguna.

RELACION SEÑAL A RUIDO (Signal to Noise Ratio). Es la relación, en dB, de la magnitud de la señal deseada con respecto a la magnitud del ruido en el mismo canal. Se tiene como norma mínima 60 dB.

RM. Sistema de matriz básico. Ver "Matriz"

RMS (Root Mean Square). Es el valor máximo de una señal senoidal dividido entre la raíz cuadrada de dos. El valor RMS se utiliza para cuantificar la energía que puede dar esa señal senoidal, cuando se compara con la energía que una señal directa puede entregar.

REPRODUCCION (Playback). Extracción o decodificación de una señal que se encuentra grabada ya sea en un disco o cinta. Usualmente el proceso consiste en emplear un transductor y una serie de pasos amplificadores.

RESONANCIA. (Resonance). Es el efecto de oscilación sostenida de un recinto, cuando se presenta una señal de frecuencia tal, que el recinto responde manteniendo esa oscilación.

RESPUESTA A LA FRECUENCIA. (Frequency Response). Es la capacidad de un sistema de audio de mantener la variación de su intensidad, en un cierto rango de frecuencias, en un grado no menor o mayor a 0.707 de la intensidad media de la señal. Para alta fidelidad, el rango de frecuencia estipulado es de 20 a 20,000 Hz.

RESPUESTA TRANSITORIA. (Transient Reponse). Es la capacidad de un dispositivo de responder a cambios bruscos en la intensidad de una señal, en forma clara, instantánea y sin distorsión.

RETARDO. (Delay). Es el atraso que se le puede dar a una señal en el tiempo, sin que se vea esta degradada en su calidad. Puede ser usada para mejorar la acústica de los recintos.

RETARDO EN FASE. (Phase Delay). Es la relación entre el desfazamiento total experimentado por una señal senoidal a la frecuencia de la señal.

RETUMBO. (Rumble). Ruido en baja frecuencia producido por los movimientos mecánicos y de transporte de los elementos que constituyen un sistema de reproducción musical.

REVERSA. (Reverse). Es la capacidad de algunos magnetófonos de cambiar la posición de la cabeza y el sentido de giro de la cinta para continuar con las otras pistas, sin cambiar la posición

del carrete o girarlo.

REVERSA DE UN CANAL. (Channel Reverse). Término referido al intercambio de canales en una cinta.

REVERBERACION. (Reverberation). Es una "prolongacion" amortiguada de los sonidos debido a las reflexiones múltiples en un auditorio. Se diferencia del eco en que éste tiene un mayor retardo y mayor intensidad del sonido reflejado.

RUEDA DE ESTRANGULAMIENTO. (Pinch Wheel). Rueda de goma que presiona a la cinta contra el cabrestante y la mueve a una velocidad, aproximadamente, constante.

RUEDA LOCA. (Idler). Es una pequeña rueda de hule que toca el borde interior del plato para impulsarlo a una velocidad predeterminada.

RUIDO. (Noise). Es el efecto sonoro, fortuito, indeseado, de multifrecuencias no relacionadas armónicamente con la señal manejada, lo cual tiende a volver poco intangible la información.

RUIDO COMPENSADO. (Noise Weighted). Término referido a la medición del ruido ajustado al comportamiento del oído humano.

RUIDO DE FONDO. (Background Noise). Ruido proveniente de un recinto y que es ajeno a los sonidos de interés.

RUIDO ROSA. (Pink Noise). Ruido que se presenta en toda la -- banda de audio frecuencia y con mayor intensidad en el rango de bajas frecuencias, decreciendo hacia las altas frecuencias.

RUMOR DE AGUJA. (Needle Talk). Sonido audible proveniente del fonocaptor, debido al deslizamiento de la aguja sobre el disco.

S

SALIDA. (Output). Es la señal emitida por cualquier dispositivo. Usualmente es medida en decibeles (dB).

S.A.R.R. (A.N.R.S.). Sistema automático de reducción de ruidos. Es un sistema creado por la firma JVC que opera en forma similar al sistema DOLBY y que permite realizar grabaciones con bajos niveles de ruido.

SATURACION. (Saturation). Es la condición de una cinta cuando ésta ha llegado a su máximo grado de magnetización; o bien, -- puede interpretarse como el recorte que efectúa un amplificador al llegar a un nivel máximo que puede amplificar.

SEGUIMIENTO. (Tracking). Es la habilidad de una aguja de permanecer en el surco del disco durante la reproducción.

SELECTIVIDAD. (Selectivity). Es la capacidad de un sintoniza-

dor de radio, de escoger de entre un número grande de señales, alguna en especial con claridad.

SEMITONO. (Semitone). Es, en la escala igualmente temperada, - el sonido entre 2 tonos (separados éstos una octava), cuya frecuencia corresponde a 1.06 veces la frecuencia del menor tono.

SENSIBILIDAD (Sensitivity). Es una medida del requerimiento mínimo del nivel de una señal con el fin de que el aparato, al - que se le aplique el término, opere y produzca la salida deseada. Una alta sensibilidad implica un nivel de entrada bajo.

SEÑAL. (Signal). Es una onda, de cualquier tipo, que porta información.

SEPARACION (Separation). Es la capacidad de un sistema de evitar la mezcla de dos o más señales que se están procesando, si multáneamente, por dos o más canales independientes.

SERVOCONTROLADOR. (Servocontrol). Es un sistema que puede controlar la velocidad de un motor mediante la medición de ella y su comparación con un patrón de referencia fijo. Se emplea en tornamesas y magnetófonos.

SILICIO. (Silicon). Elemento con que se fabrican los transistores, diodos y circuitos integrados de los equipos de audio. --

También se emplea como lubricante plastificado en cintas magnéticas para aumentar la duración de las cabezas.

SINCRONO (Synchronous). Dícese de los motores de corriente alterna que giran a una velocidad igual a la frecuencia de línea que los alimenta.

SINETIZADOR. (Syntethyser). Equipo electrónico capaz de generar señales, que adecuadamente mezcladas, forman sonidos que se asemejan a los emitidos por los instrumentos clásicos.

SINTONIZADOR (Tuner). Término que se aplica a los receptores DE AM y FM que no tienen capacidad de conectarse directamente a los altavoces. Las señales que se obtienen de un sintonizador, se deben amplificar para ser escuchadas.

SISTEMA DE DOS VIAS (Two Way System). Es un sistema de bocinas que contiene una red de cruce que divide en dos rangos de frecuencia la señal eléctrica que la alimenta. Cada salida de la red se conecta a una o más bocinas adecuadas a ese rango.

SISTEMA DE TRANSPORTE (Transport System). Es el conjunto mecánico formado por: motor, cabrestante, rueda loca, etc. que soportan y mueven la cinta durante la reproducción o grabación.

SISTEMA DE TRES CABEZAS (Three Head System). Este término se -

aplica a un magnetófono que posee: una cabeza de borrado, una cabeza de reproducción y una de grabación.

SISTEMA DE TRES MOTORES (Three Motor System). En los magnetófonos de carrete abierto y de cassette, se dice que son de este tipo cuando poseen un motor para mover el carrete fuente, uno para mover el carrete receptor y otro para mover el cable brestante.

SISTEMA DE TRES VIAS. (Three Way System). Se aplica a los sistemas de altavoces que poseen la característica de realizar una separación de tres bandas de frecuencia para reproducir la gama audible en forma completa. Véase "Sistema de dos vías".

SOBREPOLARIZACION. (Over Biasing). Es la corriente de polarización suministrada a la cabeza de grabación de un magnetófono, con objeto de reducir la distorsión y aumentar la respuesta a la frecuencia de la señal que se obtiene de la cinta.

SOBRETIRO. (Over Hang). Se le nombra a la distancia que la aguja se proyecta más allá del centro de la tornamesa, con objeto de reducir el error en el ángulo de seguimiento.

SOBRETONO. (Overtone). Es la componente de un sonido complejo que tiene una frecuencia mayor que la fundamental de dicho so-

nido.

SONIDO. (Sound). Es toda alteración mecánica del aire que puede ser captada por nuestro oído.

SONIDO SOBRE SONIDO. (Sound on sound). Es la capacidad de algunos magnetófonos de grabar una señal en un canal y luego mezclar otra con ella, pero en el otro canal.

SQ. (SQ). Conocido también como QS. Véase QS.

SUBARMONICA. (Subharmonic). Se le llama a toda frecuencia que es submúltiple de la fundamental de cierto sonido.

SUMA Y DIFERENCIA DE FRECUENCIAS. (Sum & Difference Frequency)
Es una forma de codificación de 2 señales en otras dos, para poder transmitir FM cuadrafónico. También se utiliza para hacer compatible un disco cuadrafónico con un fonocaptor estereofónico.

SUPERCARDIOIDE. (Supercardioid). Es el patrón de radiación o recepción de una señal, que tiene la forma que se muestra a continuación.

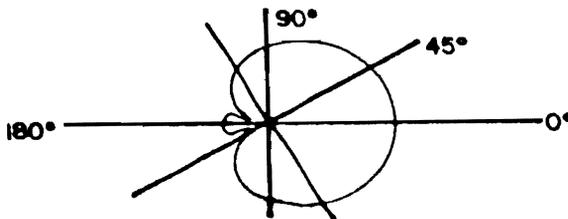


fig. II.11

SUPRESOR. (Suppressor). Es un eliminador de ciertas frecuencias. Su nombre más adecuado es el de filtro.

SUPRESOR DE AM. (AM Suppressor). Es un control automático de ganancia, que mantiene la señal recibida con una amplitud --- constante, eliminando así las modulaciones de amplitud presentes en una señal de FM, cuando esta llega al sintonizador.

SUPRESOR DE RUIDO. (Noise Suppressor). Es cualquier sistema - que intenta reducir la cantidad de ruido presente en una señal.

SURCO. (Groove). Son las ranuras realizadas en un disco que - varían su forma, es decir se modulan, de acuerdo a la información a ser grabada.

SUSPENSION DE AIRE. (Air Suspension). Es un tipo de sistema de bocinas en el cual el movimiento del cono de ellas, es controlado por el aire encerrado en la caja acústica que las contiene.

T

TERMINACION. (Termination). Se refiere a la impedancia de salida de un dispositivo dada en ohms. Véase Impedancia.

TIERRA. (Ground). Es el punto de un circuito donde se tiene un

voltaje nulo, usualmente es el chasis de un dispositivo.

TOCACINTAS. (Tape Deck). Nombre que se usa comercialmente para llamar al magnetófono.

TONO (Tone). Es la vibración mecánica del aire, periódica y regular que, al ser oída, puede descomponerse en sus componentes.

TORNAMESA. (Turntable). Se le llama al componente de un sistema de audio que consiste de: un plato giratorio en el cual se coloca el disco para su reproducción musical, un motor que maneja al plato y demás elementos complementarios como: interruptor de encendido, de cambio de velocidad; ajustadores del centro de la fuerza de deslizamiento, etc.

TORNAMESA AUTOMATICA. (Automatic Turntable). Llamada también - Cambiador (Changer). Es aquella tornamesa capaz de reproducir varios discos sin tener que manipularla manualmente.

TORNAMESA SEMIAUTOMATICA. (Semiatomatic Turntable). Es aquella tornamesa que puede realizar la operación de retorno del brazo en forma automática, al terminar un disco, pero que no puede colocar el brazo en forma automática sobre el disco al empezar la reproducción de éste.

U

ULULACION. (Flutter, Wow). Son cambios en la frecuencia ocasio

dados por las variaciones de la velocidad en una tornamesa o un magnetófono, ocasionando distorsión en el sonido, caracterizado precisamente por la impresión de que el sonido en ciertas frecuencias "ulula"

UNIDIRECCIONAL. (Unidirectional). Es una característica de algunos dispositivos, que consiste en que éste radia o recibe con mayor intensidad señales en una sola dirección.

V

VAIVEN. (Shuttle). Es el adelanto o retraso rápido de una cinta.

VELOCIDAD DE LA CINTA. (Tape Speed). Es la longitud de cinta por unidad de tiempo que pasa frente a la cabeza del magnetófono.

VENTILADO. (Vented). Es el espacio abierto en un gabinete acústico para la reflexión de frecuencias bajas.

VOLANTE DE INERCIA. (Mass Wheel, Pinch Roller). Es una rueda de caucho que fija a la cinta contra el cabrestante de un magnetófono.

VOLTAJE PROMEDIO. (Average Voltage). Dada una señal senoidal, se le llama voltaje promedio, a 0.707 de su valor máximo o pi-

co. Se le llama también voltaje RMS o voltaje eficaz.

VOLUMEN. (Volume. Loudness). Es el término usado para expresar la intensidad de una señal eléctrica.

VOLUMEN DE REFERENCIA. (Reference Volume). Nombre por el cual también se conoce al nivel de referencia.

VU. (VU). Es una unidad de volumen que indica el nivel rms de una señal. Equivale a dB.

W

WATT. (Watt). Es una unidad de potencia. Equivale al número de Joules de energía que pueden ser manejados en la unidad de --- tiempo.

Z

Z. (Z). Es el símbolo usado para la impedancia.

ZONA DE SATURACION DE NIVEL. (Head Room). Es el rango de niveles de sonido, en el cual la información a grabar será distorsionada debido a limitaciones propias del magnetófono.

ZUMBIDO (Hum. hiss). Es el ruido introducido por la línea, el amplificador y/o el magnetismo residual de una cinta.

C O N C L U S I O N E S

El grueso de las personas desconocen lo que es un -- sistema de audio de alta fidelidad.

Desconocen criterios y técnicas adecuadas para seleccionar un equipo de audio.

No existe información útil y accesible que les sirva como guía en la evaluación, selección y compra del equipo.

Los rangos de frecuencia audibles medidos vá de 15.84 Hz a 16,542.78 Hz, el cual es menor que el publicado en la literatura clásica (20 a 20,000).

La sensibilidad mínima se encuentra arriba del um---bral de audibilidad mínimo, dado en la literatura, lo cual significa que se padece de una sordera causada por la contamina--ción ambiental por ruido.

Las capacidades de detección a las variaciones de intensidad y frecuencia difieren de las obtenidas en investiga--ciones anteriores.

Los equipos de audio nacionales no cumplen con las - especificaciones mínimas, requeridas por normas internaciona--les.

Muchos equipos extranjeros ostentan especificaciones superiores a las dadas por normas internacionales, aún cuando

el oído es incapaz de apreciar éstos logros.

Algunas de las especificaciones publicadas por los fabricantes, tanto nacionales como extranjeros, tienden a confundir al consumidor y muchas de ellas son superfluas.

OBSERVACIONES

Durante el desarrollo del trabajo se encontraron obstáculos que detuvieron, en ciertos momentos, la marcha del mismo. Algunos fueron:

1) Falta de bibliografía adecuada en las bibliotecas de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, tanto en la División Profesional como en Estudios Superiores. Lo mismo se puede decir de la Biblioteca Central de la UNAM.

2) Ausencia de publicaciones (libros, revistas y folletines) nacionales referentes a Electroacústica.

3) Falta de normas nacionales y desconocimiento de las que existen en el extranjero.

Por otra parte; observamos, dentro de los alumnos de los últimos semestres de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista un desconocimiento de los conceptos fundamentales de física, o una interpretación inadecuada de ellos. Esto se detectó al realizar las encuestas.

B I B L I O G R A F I A

A) LIBROS.

- 1) ACETYR. (Asociación Técnica Española de Climatología y Refrigeración).

Fundamentos del control de ruidos y vibraciones. Madrid, Index, 1977. 144 pp.

Incluye ilustraciones, diagramas, tablas y bibliografía.

- 2) BABANI B., Bernard.

Practical Stereo and Quadraphony Handbook. Londres, Bernards Publishers Ltd., 1976. 95 pp.

Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

- 3) BABANI B., Bernard.

Recintos acústicos para altavoces de alta fidelidad.

Traducción de la 1a. edición de 1970. 2a. edición. - Madrid, Manuales Tecnológicos Paraninfo, 1970. 82 pp.

Incluye ilustraciones, gráficas y tablas.

- 4) BABANI M., Harry.

Build your own Solid State Hi-Fi and Audio Accessories. Londres, Bernards Publishers Ltd., 1976. 95 pp.

Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

5) BUSCHER, Gustav.

A.B.C. de la Electroacústica. Traducción de la 5a. -
edición. 5a. edición. Barcelona, Marcombo S.A., 1969.
149 pp.

Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

6) DARR, Jack.

Transistor Audio Amplifier. Indianapolis, Howard W.
Sams & Co., Inc., 1974. 192 pp.

Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

7) COHEN, Josef.

Sensación y percepción auditiva y de los sentidos me-
nores. Traducción de la 1a. edición. México, Trillas
1978. 91 pp.

Incluye bibliografías, ilustraciones, tablas y dia--
gramas.

8) COHEN B., Abraham.

Hi-Fi Loudspeakers and Enclosures. Londres, Newnes--
Butter-Worths, 1976. IX, 438 pp.

Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

9) DAVIS, Don & Carolyn.

Sound System Engineering. Indianapolis, Howard W. --
Sams & Co., Inc., 1977. 295 pp.

Incluye bibliografía, glosario de términos, ilustra-
ciones, tablas y diagramas.

10) BELT'S H., Forest.

Easy Guide to Hi-Fi Stereo. Indianapolis, Howard W. Sams & Co., Inc., 1974. 160 pp.

Incluye ilustraciones, tablas, diagramas y fotografías.

11) BERANEK L., Leo.

Acústica. Traducción de la edición de 1954. Buenos Aires, Hispano Americana S.A., 1961. 479 pp.

Incluye ilustraciones, diagramas y tablas.

12) BROWN, Clement.

Questions and Answers on Hi-Fi. Londres, Butterworth & Co., 1974. 104 pp.

Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

13) BROWN, Robert. y KNEITEL, Tom.

101 Easy Audio Projects. Indianapolis, Howard W. Sams & Co., Inc., 1973. 168 pp.

Incluye tablas, ilustraciones y diagramas.

14) BUCKWALTER, Len.

99 Ways to Improve Your Hi-Fi. Indianapolis, Howard W Sams & Co., Inc., 1974. 127 pp.

Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

- 15) DUBBE F., Richard y WESTCOTT G., Charles.

Tape Recorders; How They Work. 3a. edición. Indianapolis Howard W. Sams & Co., Inc., 1975. 240 pp.
Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

- 16) EARGLE. John.

Sound Recording. New York, Van Nostrand Reinhold -- Company, 1976. XI, 327 pp.
Incluye bibliografías, ilustraciones, tablas y diagramas.

- 17) FANTEL, Hans.

Abc's of Hi-Fi and Stereo. 3a. edición. Indianapolis, Howard W. Sams & Co., Inc., 1975. 112 pp.
Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

- 18) FELDMAN, Leonard.

Hi-Fi Projects For The Hobbyist. 2a. Edición. Indianapolis, Howard W. Sams & Co., Inc. 1974. 144 pp.
Incluye fotografías, ilustraciones, tablas y diagramas.

- 19) HALL, Courtney.

Ruido en Electrónica; Preguntas y respuestas sobre él. Traducción de la 1a. Edición. México, Diana, 1976. -- 110 pp.
Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

20) INSTITUTE OF HIGH FIDELITY.

Guide to High Fidelity. Indianapolis, Howard W. Sams & Co., Inc., 1974. 175 pp.

Incluye glosario de términos, ilustraciones, tablas y diagramas.

21) JEANS, Sir James.

Science & Music. New York, Dover Publications, Inc. 1968. X, 408 pp.

Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

22) KING J., Gordon.

Hi-Fi Installation; Master. Rochelle Park, Hayden -- Book Co., 1976. 151 pp.

Incluye glosario de términos, ilustraciones, tablas y diagramas.

23) NATIONAL SEMICONDUCTOR.

Audio Handbook. Santa Clara, Nacional Semiconductor Corporation, 1977.

Incluye tablas y diagramas.

24) NORTHWOOD D., Thomas.

Architectural Acoustics. Papers on Acoustics V.10.

Strudsborg, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., 1977.
428 pp.

Incluye ilustraciones, tablas, diagramas y bibliografía.

25) OLSON F., Harry.

Music, Physics and Engineering. 2a. edición. New York, Dover Publications, Inc., 1967. XL, 460 pp.

Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

26) ROYS H., E.

Disc Recording and Reproduction. En: Papers on Acoustics V.12. Strudsburg, Dowden, Hutchinson & Ross Inc., 1978. 394 pp.

Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

27) RUNSTEIN E., Robert.

Modern Recording Techniques. Indianapolis, Howard W. Sams & Co., Inc., 1977. 367 pp.

Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

28) SANDS G., Leo.

Manual del instalador de sistemas de sonido. Traducción de la 1a. edición. México, Diana, 1977. 222 pp.

Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

29) SEASHORE E., Carl.

Psychology of Music. New York, Dover Publications, Inc., 1967. XIX,408 pp.

Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

30) SETO W., William.

Teoría y Problemas de Acústica. Traducción de la - la. edición. México, Schaum-Mc. Graw Hill, 1973. 195 pp.

Incluye ilustraciones, tablas, diagramas y problemas.

31) SINCLAIR R., Ian.

Audio; Beginner's Guide to. Londres, Newnes Technical Book, 1977. 184 pp.

Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

32) - - - Stereo Cassette Recording; Master. Rochelle Park, - Hayden Book Co., Inc., 1976. 112 pp.

Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

33) Sweaver F., Harvey.

Para seleccionar y mejorar su sistema de alta fidelidad. Traducción de la la. edición. México, Diana, -- 1976. 262 pp.

Incluye glosario de términos, ilustraciones, tablas y diagramas.

34) TERMAN E., Frederick. y PETTIT M., Joseph.

Electric Measurements. Kogakusha, Kogakusha-Mc. ---
Graw Hill, 1952. 707 pp.

Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

35) TREMAINE M., Howard.

Audio Cyclopedia. 2a. edición. Indianapolis, Howard
W. Sams & Co., Inc., 1977. 1757 pp.

Incluye ilustraciones, bibliografías, tablas y diagramas.

36) Wever G., Ernest.

Theory of Hearing. New York, Dover Publications, --
Inc., 1970. XIII, 484 pp.

Incluye ilustraciones, tablas y diagramas.

37) WINCKEL, Fritz.

Music, Sound and Sensation: A modern exposition. New
York, Dover Publications. Inc., 1967. IX, 189 pp.

Incluye bibliografía, ilustraciones, tablas y diagramas.

B) ARTICULOS DE REVISTAS.

ANDERSON, William.

En; Stereo Review. V. 29, No. 4, Octubre 1972; V. -
32, No. 5, Mayo 1974; V. 34, No. 6, Junio 1975; V. 41
No. 1, 2, 3 y 5, Julio, Agosto, Septiembre y Noviem
bre 1978.

ANDERTON, Craig.

"Low Cost Comander". En: Electronics Expetimen---
ter's Handbook. Edición 1978. P. 24-27.

ANDRIESSON, J.

En: Alta Fidelidad. V. 1, No. 2, Diciembre-Enero
1979.

BALLANCE, Mike.

"Savile Row Recors-Direct Cut Disc Technology". En:
Popular Hi-Fi. V. 1, No. 1, Noviembre 1976. P. 70-
73.

BEDOLLA, Francisco.

"Escoja adecuadamente los componentes de su equipo"
En: Sonido. V. 1, No. 1, Noviembre 1976. P. 48-53.

CLIFFORD, Martin.

"Microphones-How to Use Them". En: Hi-Fi Buyer's -
Review. V. 1, No. 7, Julio 1978. P. 19-21

CUMMINGS, Mary.

En: Hi-Fi Buyer's Review. V. 1, No. 10, Octubre --
1978. P. 6-11.

FELDMAN. Len.

"Matching Tape Decks to Magnetic Tape". En: Popular Electronics. V. 7, No. 5, Mayo 1975. p. 34-37.

- - - - - "Pulse Width Modulation For Hi-Fi". En: Radio Electronics. V. 48, No. 9, Septiembre 1977. - p. 59-64.

- - - - - "Class H-Variproportional Amplifier". En: Ibid. V. 48, No. 10, Octubre 1977. p. 53-57.

- - - - - "Testing Hi-Fi Cartridge Yourself". En: Ibid. V. 49, No. 1, Enero 1978. p. 51-58.

- - - - - "Dolby FM". En: Ibid. V. 49, No. 2, Febrero 1976. p. 56-59.

- - - - - "New RIAA Equalization For Records". En: Ibid. V. 49, No. 4, Abril 1978. p. 52-55.

- - - - - "FM Tuners Buying Guide". En: Ibid. V. 49, No. 10, Octubre 1978. p. 49-53.

- - - - - "New Breakthrough in Audio Tape". En: Ibid. V. 49, No. 11, Noviembre 1978. p. 49-51.

FOSTER J., Edward.

"How Important is Impedance?". En: Stereo. V. 12, -- No. 3, Otoño 1978. p. 39-43

GRAHAM, Charles.

"How to Buy a Speaker". En: Hi-Fi Buyer's Review. -

V. 1, No. 6, Junio 1978. p. 8-13.

- - - - - "Shopping for the Audiophile". En: Ibid.

V. 1, No. 11, Noviembre 1978. p. 14-21.

HIRSCH, Julian.

"What next in High Fidelity?". En: Popular Electro-
nics. V. 12, No. 6, Diciembre 1977. p. 23-28.

- - - - - "How FM Tuners Work". En: Ibid. V. 12, -
No. 6, Diciembre 1977. p. 48-54.

HODGES, Ralph.

"Stereo Scene". En: Popular Electronics. V. 7, No.
5, Mayo 1975. p. 15-18.

- - - - - "Stereo Scene". En: Ibid. V. 12, No. 6,
Diciembre 1977. p. 20-23.

IVALL, Tom.

"Can sound quality be quantified?". En: Wireless --
World. V. 83, No. 1510, Agosto 1977. p. 23-27.

JOHNSTONE, Hugh.

En: Popular Hi-Fi. V. 8, No. 2, Agosto 1978.

KELLMAN L., Jerold.

En: Consumer Guide-Stereo Speakers. V. 204, Octubre
1978. p. 4-10.

KORSANT B., Philip.

En: Tape Recording & Buying Guide 1979. Edición 1979

LA TORRE G., H.

En: Modern Recording. V. 3, No. 11 y 12, Agosto y -
Septiembre 1978; V. 4, No. 3, Diciembre 1978.

LANE A., Charles.

"Reducing Tape Noise". En: Radio Electronics. Octu-
bre 1972. p. 55-59.

LATAURIE, R.

"L'amortissement dynamique". En: Hi-Fi Stereo. N. -
37, Abril 1978. p. 152-156.

LEMERY, E.

"Mesure pratique de la masse remenés d'un bras de -
lecture" En: Le Haut Parleur. No. 1831, Abril 1978
p. 47-53, 86.

LINKWITZ, Siegfried.

"Loudspeaker System Design-2". En: Wireless World. -
V. 84, No. 1510, Junio 1978. p. 67-69.

MANLY A., William.

"Phase, Time, Ears & Tape". En: Audio. V. 63, No. 4
Abril 1979. p. 52-68.

MARCUS, Leonard.

En: High Fidelity. V. 24, No. 6, Junio 1974; V. 27 No. 2, Febrero 1977; V. 28, No. 8, 9, 10, 11 y 12, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre 1978; V. 29, No. 1, 2, 3 y 4, Enero, Febrero, Marzo y Abril 1979.

MARTIN S., Julian.

En: Hi-Fi/stereo Buyer's Guide. V. 13, No. 4 y 5, Julio-Agosto y Septiembre-Octubre 1976; V. 14, No. 1, Enero-Febrero 1979.

MAZUR G., Jeffrey.

"Pink Noise Testing". En: Radio Electronics. V. 49, No. 9, Septiembre 1978. p. 44-51.

PETRAS, Fred.

"Mini-Speakers Move Up". En: Hi-Fi Buyer's Review. V. 1, No. 11, Noviembre 1978. p. 8-13.

PRAMANIK K., S.

"Understanding Phono Cartridges". En: Audio. V. 63, No. 3, Marzo 1979. p. 33-48.

REPKA P., Charles.

"Coincident Mikes: A guide to" En: Audio. V. 62, -

No. 11, Noviembre 1978. p. 40-50.

RETSOFF N., Alexander.

"Don't Throw Out Your Zip Cord". En: Stereo. V. 12,
No. 3, Otoño 1978. p. 32-34.

SCHREIBER, H.

"Filtre Passif d'enregistrement et d'ecoute". En: Le
Haut Parleur. No. 16w1, Abril 1978. p. 266-271.

SIKONOWIZ, Welter.

"Passive Mixer". En: "Elementary Electronics". V. 18
No. 5, Septiembre-Octubre 1978. p. 63-67.

SHANE, Joe.

"Sansui Matrix System". En: Radio Electronics. Ju--
nio 1972. p. 33-36.

STARK, Craig.

"First Tests: Metal-Particle Tape and The Machine to
Handle It". En: Stereo Review. V. 41, No. 3, Sep--
tiembre 1978. p. 33-35.

SUNDBERG, Johan.

"La acústica del canto". En: Investigación y Cien--
cia. No. 8, Mayo 1977. p. 56-64.

TAYLOR F., Eric.

"Distortion In low-noise amplifiers". En: Wireless World. V. 63, No. 1500, Agosto 1977. p. 28-32.

TILLET, George.

"Hints on Headphones". En: Hi-Fi Buyer's Review. -- V. 1, No. 7, Julio 1978. p. 14-18.

VERPEAUX P., J.

"Un effet de haut-parleur tournant (Leslie)". En: -- Electronique Pratique. No. 5, Mayo 1978. p. 84-87.

YOSHINARI, David.

"Make PA Work!". En: Radio Electronics. V. 46, No. 7, Julio 1975. p. 45-48.

C) NORMAS INDUSTRIALES.

AMERICAN STANDARDS ASSOCIATION.

- Norma Z24.21-1957. "Specifying the Characteristics of Pick ups For Shock and Vibration Measurement".
- Norma S2.2-1959. "Calibration of Shock and Vibration Pick-ups".
- Norma S1.1-1960. "Acoustical Terminology".
- Norma S1.6-1960. "Preferred Frequencies for Acoustical Measurements".
- Norma S1.2-1962. "Physical Measurements of Sound".
- Norma S1.5-1963. "Loudspeakers Measurements"..
- Norma S1.11-1966. "Octave, half-Octave and third-Octave - band filter sets".

DIRECCION GENERAL DE NORMAS.

- Norma DGN-J-204-1974. "Terminología empleada en altavoces"
- Norma DGN-J-205-1975. "Impedancia y marcas de polaridad para altavoces de bobina móvil".
- Norma NOM-J-255-1977. "Discos Fonográficos".
- Norma DGN-J-267-1977. "Fonocaptores".

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION.

- Norma 98 (1964). " Processed disk records and reproducing equipment"

- Norma 98; Modificacion No. 1 (1967). "Processed disk records and reproducing equipment".
- Norma 268-1 (1968). "Wound System Equipment: General".
- Norma 268-3 (1969). "Sound System Equipment: Sound System Amplifier.
- Norma 98; Modificacion No. 2 (1971). "Processed disk records and reproducing equipment".
- Norma 268-2; Parte II (1971). "Explanation of general terms"
- Norma 268-4 (1971). "Sound System Equipment: Microphones".
- Norma 268-6 (1971). "Sound System Equipment: Auxiliary passive elements".
- Norma 98; Modificacion No. 3 (1972). "Processed disk records and reproducing equipment"
- Norma 94-A (1972). "Cassettes for commercial tapes records and reproducing equipment".
- Norma 268-5 (1972). "Sound System Equipment: Loudspeakers"
- Norma 386 (1972). "Method of measurements of speed Fluctuation in sound recorders and reproducing equipment".

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD.

- Norma JIS-C-5501 (1958). "Cone Speakers".
- Norma JIS-C-5503 (1967). "Phonograph Pick-ups"
- Norma JIS-C-5550 (1957). "Magnetic tape recording and reproducing equipment".
- Norma JIS-C-5504. (1968). "Horn-type Loudspeakers".
- Norma JIS-C-5551 (1968). "Testing methods for magnetic tape recording and reproducing equipment".