

300617



UNIVERSIDAD LA SALLE
ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

14

**SISTEMAS DE REDUCCION DE RUIDO
PARA SEÑALES DE AUDIO FRECUENCIA**

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**INGENIERO MECANICO ELECTRICO
AREA ELECTRONICA**

PRESENTAN:

JOSE ANTONIO / SANDOVAL MURO
ENRIQUE JOSE VILLEGAS CARSTENSEN

MEXICO D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2002



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.



UNIVERSIDAD LA SALLE
BENJAMIN FRANKLIN 47
MEXICO 19, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

SOLICITUD DE APROBACION DE TESIS

C. DIRECTOR GENERAL DE INCORPORACION
Y REVALIDACION DE ESTUDIOS
Presente.

No. de Cuenta
de la U. N. A. M. 0215674

VILLEGAS.....CARSTENSEN.....ENRIQUE JOSE.....
APELLIDO PATERNO MATRERO NOMBRE(S)

Alumno de la Escuela Ingenieria Mecanico-Electrica (ELECTRONICA).
Solicita sea turnado el proyecto de la tesis titulada
"SISTEMAS DE REDUCCION DE RUIDO PARA SEÑALES DE
AUDIOFRECUENCIA"

al revisor de esa Dirección General para la aprobación definitiva.

Vo. No.
[Signature]
DIRECTOR DE TESIS
Ing. Jacinto Juan Lau
V. B.

[Signature]
FIRMA DEL SOLICITANTE
Vo. No.
[Signature]
EL REVISOR DE LA D. G. I. R. E.

EL DIRECTOR DE LA CARRERA
Ing. Arturo Rojas de Bengardí
Vo. No.

[Signature]
Lic. José Luis Reddín Castilla

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

El Director General de Incorporación y Revalidación de Estudios hace constar la aprobación de la tesis objeto de esta solicitud.
Ciudad Universitaria, D. F., a ... de ... de 19 ...
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

A MIS PADRES,
ALICIA Y ENRIQUE
GRACIAS

A MIS HERMANOS Y SOBRINOS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CON TODO MI AMOR A MI ESPOSA
GRISSEL

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

A NUESTROS DIRECTORES DE TESIS
ING. JACINTO CUAN LEE

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A MI ABUELITA PACHITA
CON TODO CARINO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

		Pág.
CAPITULO I	INTRODUCCION	1
	DEFINICIONES	2
CAPITULO II	DESCRIPCION DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE REDUCCION DE RUIDO	14
	a) Compuertas o Switcheo	15
	b) Compresión	20
	c) Expansión	21
	d) Compander	22
	d.1 Un sistema de reducción de ruido de ancho rango dinámico	24
	d.2 dbx II	38
	d.3 High-Com	47
	d.4 High-Com II	59
	e) Codificación de Señal	65
	e.1 Dolby	65
	e.2 Dolby Tipo B	67
	e.3 Dolby Tipo C	83
	f) Filtros	89
f.1 Filtros Simples	89	
f.2 Filtros Dinámicos	89	
f.3 Filtro Infrasonico	91	
f.4 Filtro Dinámico de Ruido DNF	94	
f.5 Supresor Dinámico de Ruido Scott	95	
g) U.L.M.	96	
h) Phase Linear	99	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

	Pág.
CAPITULO III	103
APLICACION DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE REDUCCION DE RUIDO	
a) Introducción	104
b) Procesos de Señal de Radio-Emisoras	105
c) Dolby FM	106
d) Grabación Directa a Discos	110
e) Grabación Digital	112
f) Codificación DBX	115
g) Sistema de Transmisión de Sonido Este reofónico para Televisión	119
h) Elección del Sistema Optimo	121
CAPITULO IV	126
MEDICIONES Y DATOS EXPERIMENTALES	
IV.1 Instrumentación y Equipo	127
1.1 Voltmetro	127
1.2 Voltmetro de RMS Real	128
1.3 Analizador de Espectros	128
IV.2 Medición de Ruido en Audio	129
IV.3 Métodos Existentes para la Medición del Ruido	142
IV.4 CCIR / ARM	147
CAPITULO V	148
ESTUDIO ECONOMICO	
CAPITULO VI	156
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFIA	164

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CAPITULO I

I N T R O D U C C I O N

El avance tecnológico en los Sistemas de Alta Fidelidad en Audio ha conducido a la creación de aparatos de grabación y reproducción cada vez más sofisticados, con el único propósito de dar al consumidor una imagen más real de la música viva.

La música comercial, como medio de comunicación, es una labor de trabajo y arte, en el cual intervienen gran cantidad de personas, tales como Compositores, Arreglistas, Expositores, Ingenieros de Audio y Grabación, Productores, Operadores de Corte y Edición, Duplicadores de Cintas, etc. El producto resultante es la consagración de muchos esfuerzos, y como cada uno de ellos tiene diferente función, también son diferentes los mensajes de cada contribución, más sin embargo, siempre se presentan una serie de factores externos que interfieren con el mensaje real, tales como lo son, ruidos en la cinta magnética o ruido de superficie en la cinta magnética o ruido de superficie en disco.

El objetivo principal de éste trabajo es el de analizar los diferentes sistemas para la reducción de ruido en señales de audio en forma genérica. Para tal efecto será necesario definir que es el ruido en audio y cuales son las causas que lo generan.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DEFINICIONES

El ruido puede ser definido como un sonido de tipo aleatorio, compuesto de diferentes frecuencias sin relación armónica, un tipo de señal que interfiere con la transmisión de un mensaje.

Si el ruido es muy frecuente o intenso, puede variar o modificar la inteligibilidad de la palabra o la música, reduciendo el placer de reproducirla. El intervalo promedio tiene un nivel de ruido de 40 dB. de presión de sonido audible. El nivel de ruido de una oficina de trabajo, por ejemplo, presenta un nivel de ruido de 55 dB. aproximadamente, mientras que una fábrica de capacidad media presenta un nivel de ruido de 80 dB. Un medidor de ruido no mide el verdadero ruido presente, debido a la complejidad de las formas de onda que presenta.

Como una regla, los medidores de ruido están equipados con filtros y bloques de medición, para simular las características auditivas del ser humano a diferentes niveles, sobre el valor mínimo de presión de sonido de una o varias frecuencias dadas.

Otro factor que interfiere en el audio, siendo éste diferente del ruido, es la distorsión que puede definirse como un cambio no deseado en la forma de onda. Con la señal de frecuencia simple con onda senoidal, la distorsión aparece como armónicas de la frecuencia de entrada. El valor

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

RMS de la suma de todos los componentes de distorsión armónica, es conocido como THD (Total Harmonic Distortion). Cuando una señal de prueba de tono es usada, los componentes de distorsión aparecen a frecuencias que son sumas o diferencias de los múltiplos de las frecuencias de entrada. Su magnitud se expresa como distorsión por intermodulación.

La relación existente entre la potencia de salida de un multiplicador o aparato reproductor de audio y la potencia que tiene el ruido, generada por el equipo y/o cinta magnética en cuestión, a la salida del amplificador, se conoce como relación señal a ruido: éste cociente nos servirá para asimilar más fácilmente, que capacidad presentan los sistemas para reducir o suprimir el ruido.

Para poder atacar el problema del ruido, analizaremos las diferentes clases de ruido existentes en la generación, grabación y reproducción de señales de audio, así como, las causas que lo generan. Para tal efecto, estudiémos, en términos muy genéricos el proceso de grabación de música viva a un disco de tipo comercial.

Al grabar un grupo musical o una orquesta, se acondicionan los micrófonos de manera que éstos capturen la mayor gama de sonidos e instrumentos. Desafortunadamente, cada micrófono captará no solamente el instrumento seleccionado, sino que cualquier otro sonido que se escuche, como otros instrumentos, músicos conversando, el sistema de aire acondicionado, etc. Algo de esto es información extra y no parte del mensaje original.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RUIDOS TERMICOS

La señal de los micrófonos es muy baja, así que hay necesidad de amplificarla antes de grabarla en la cinta magnética. Mientras la señal de audio pasa a través de los componentes electrónicos del amplificador, no se puede garantizar que la señal de salida tenga las mismas características que la señal de entrada. La temperatura y la no-linealidad de los amplificadores afectan a la energía y a la señal, sumando ruido a la música.

Las cintas magnéticas están revestidas de partículas con carga eléctrica, y el trabajo de una grabadora es orientar, magnéticamente, esas partículas, de acuerdo a la señal que se esté grabando. La limitante en la buena tecnología, es el tamaño y número de estas partículas, también conocidas como dipolos. La carencia de dipolos hace muy difícil grabar las altas frecuencias, a no ser que la cinta se mueva con alta velocidad. Esto hace que, en la cinta no se tenga un rango dinámico amplio. Cuando la señal es más fuerte de lo que la cinta puede aceptar, la cinta se satura, reproduciendo sólo parte del mensaje original, causando así distorsión y ruido en la cinta.

Como los dipolos no obedecen totalmente a los comandos magnéticos, en ciertas cintas, habrá siempre algunos dipolos que no actúen en nada o actúen en forma contraria. La actividad aleatoria de éstos dipolos, se vuelven en ruido residual en la cinta, pero no lo suficientemente fuertes como para saturar la cinta.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

HISS

Este es un tipo de ruido en cinta, mismo que se localiza sólo en rango limitado de altas frecuencias, comúnmente llamado HISS, por su característica sonora tipo silbido, diferente al zumbido, de baja frecuencia. Es esencialmente una preocupación para grabadoras, el hiss resíduo se va incrementando en forma considerable. Debido a las irregularidades en el plastificado de la cinta, el hiss varía a la señal, y mientras más fuerte sea la señal, el ruido la distorsiona más. Esto se conoce como, ruido por modulación, ya que lleva relación con la distorsión. El nivel de la señal influye directamente al nivel de ruido. Gran parte de la música que se escucha está estructurada de tal forma que las altas frecuencias hacen al hiss más objetable.

El zumbido o HUM, encuentra su forma en un número significativo de discos o grabaciones, y produce ruidos sordos de baja frecuencia debido a imperfecciones o impurezas en la fabricación de cintas y discos.

Para terminar una grabación en un album, la cinta grabada es utilizada en un torno de corte, para imprimir la plasta o laca y formar así el disco master, usado para hacer los moldes e imprimir discos en forma masiva. Cabe recordar que la cinta no es una copia perfecta o exacta del mensaje original, ya que lleva consigo ruidos extraños, tales como el hiss, hum y ruidos térmicos, pero sí es lo mejor que puede crear.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Algunos factores determinan que tan cerca sigue el torno de corte a la señal de la cinta. La longitud de grabación y la cantidad de tonos graves podrían alterar al material en la impresión. La velocidad de corte y la temperatura de la pastilla son también factores importantes, los cuales se deben considerar y cuidar. La laca es plástica y se recombina después de pasar la aguja de corte, y el ruido, en ésta etapa, puede ser minimizado con la apropiada supervisión y control de factores inherentes, así como, un adecuado estilo de corte, de no ser así, se pueden añadir un nuevo tipo de ruidos, mismos que se conocen como rugosidad en el disco o ruidos de superficie.

Cuando el album está listo para la producción masiva, la matriz o patrones se consiguen, presionando entre los moldes una laca y vinil calientes. La calidad de éste material determinará si éste le añade o no más ruidos del ya existente y si puede manter su imagen sin degradarse hasta dar una falsa información.

Cuando por fin llega el disco a manos de un consumidor aficionado (o profesional), todavía existen detalles que van a interferir: Si el disco se pandea en el transporte, se obtendrá una vibración de bajas frecuencias, si el disco está maltratado o rugoso, presentando ralladuras en sentido diferente al surco, tronará en las partes averiadas. Mientras más veces se reproduzca un disco, el surco tenderá a gastarse en sus caras laterales, de manera que, la aguja tendrá contacto con el centro de la cavidad, resultando en sonido áspero y tronante, un tipo de

ruido realmente difícil de combatir.

El efecto audible de vibración a baja frecuencia, transmitido por el motor u otras partes en movimiento al disco y la tornamesa, es conocido comúnmente bajo el nombre de RUMBLE, audible sólo cuando la pastilla está sobre un disco en rotación. Este se mide en la cantidad de dB por de bajo de un nivel de señal específico.

Pero si a todo esto le agregamos la posibilidad de que al disco se le acumule polvo, la aguja pasará sobre las diminutas partículas y las arrastrará, produciendo así más ruido de alta frecuencia.

Es importante darse cuenta de que el ruido abarca una gama de frecuencias muy amplia, y una vez introducido en una grabación, no puede ser eliminado completamente. Esto deja dos posibles planes de acción: Se puede tratar de prevenir el ruido que se introduce en primer lugar, o intentar quitarlo cuidadosamente al final de la grabación. Pero no hay circuitos electrónicos suficientemente capaces de distinguir el ruido de la música sin equivocarse, y mucho menos separarlos para anular alguno. Por ello la actual tecnología se basa en ciertos trucos, como son los filtros de señal, la codificación, el pre-énfasis, el de-énfasis, la decodificación de señal, etc. Para reducir la mayor cantidad de ruidos audibles, o para opacarlos u ocultarlos detrás de la señal original, basado en la capacidad del oído del ser humano.

OTRAS TECNICAS DE REDUCCION DE RUIDO

Los dispositivos electrónicos pueden ayudar a controlar y/o eliminar los problemas que están fuera de nuestro control, tales como, vinil pobre de un disco, hiss en la cinta desde el proceso maestro, ruido causado por el estudio de grabación o la estación radioemisora, etc. Existen algunos otros factores que podemos controlar para lograr lo más cercano al sonido original.

1. PARA TORNAMESA

- a) Eliminar el polvo que se encuentra en la superficie del disco, ya sea con un paño húmedo o utilizando los elementos de limpieza; fabricados especialmente para éste propósito.
- b) No almacenar o colocar un disco sobre otro, y menos sin su respectivo protector o funda, ya que la fricción entre ellos actúa como un papel lija.
- c) No tocar la superficie del disco con los dedos, ya que con ésto se adhiere grasa al disco, ocasionando un incremento de problemas.

2. PARA GRABADORAS.

- a) Almacenar las cintas o cassettes lejos de campos eléctricos o electro-magnéticos (por ejemplo, un aparato de televisión o cualquier otro tipo de motor).

- b) Limpiar las cabezas de la grabadora con alcohol etílico usando cotonetes de algodón.
- c) Desmagnetizar las cabezas cada 40 horas de uso aproximadamente.
- d) Utilice cintas de alta calidad y bajo ruido.

3. PARA RADIO

- a) Utilícese una buena antena receptora.
- b) De preferencia emplee cable coaxial y transformadores de impedancia.
- c) Asegúrese de obtener la respuesta de señal lo más clara posible, sintonizando debidamente la frecuencia deseada.

LA IMPORTANCIA DEL RANGO DINAMICO

La apreciación o deleite de la música, ya sea viva o grabada, está fuertemente relacionada con tres factores que caracterizan el rendimiento del sonido vivo; el balance de tonos, la perspectiva de espacio y el ruido dinámico.

El balance de tonos ha recibido en los últimos años una gran atención. Ha sido apreciado por mucho tiempo, que el contenido de música de baja frecuencia, se mantenga en balance con el contenido de alta frecuencia,

porque ésto es lo que ocurre con la música viva. En la actualidad, la grabación y reproducción que ofrecen la mayoría de los equipos de sonido, se pueden extender hasta un rango audible de 20 Hz. a 20Khz. El cubrir un rango de frecuencias necesario para la reproducción de música con alta calidad, no representa ya un cambio significativo en la técnica de discos, pastillas fonocaptoras y grabadoras de cinta. Inclusive, ya hay bocinas disponibles, capaces de reproducir uniformemente todas las frecuencias del espectro de audio.

La perspectiva de espacio, es una calidad de sonido involucrando una compleja combinación de factores temporales y geométricos. En la dimensión geométrica, la percepción del carácter de espacio del sonido, parece centrarse alrededor de un campo panorámico de sonido, en el que puede localizarse cada instrumento en forma individual. Dando tenacidad y rendimiento al sonido, la sensación del espacio es extremadamente importante al crear la ilusión de estar presente. Inclusive se han desarrollado diseños de bocinas para producir una combinación de sonido directo y reflejado, de manera semejante a la música viva escuchada en un salón.

Las investigaciones más recientes que direccionan al carácter del sonido en la reproducción de la música son, el retardador de tiempo ó reverberador y el efecto ambiental, sistemas que emplean el procesamiento de señal analógico o digital, siendo éste último un proyecto perfecto para la reducción del ruido.

El rango dinámico es la diferencia entre los pasajes de música más fuertes (fortíssimo) y los más suaves (pianíssimo). La expresión dinámica de la música, da la oportunidad de apreciar la amplitud diferencial entre una flauta solitaria y un final estruendoso de orquesta sinfónica, no es muy común toparse con rangos dinámicos de 90 dB, ya que los sistemas de grabación y reproducción limitan el rango dinámico de las cintas, en ocasiones hasta los 50 dB de nivel de presión de sonido.

Sin la ayuda de un sistema de reducción de ruido, y excluyendo la posibilidad de una señal pico, la capacidad de rango dinámico de una grabadora profesional para estudio, es típicamente de 60 dB a una velocidad de 15 pulgadas por segundo y mayor para 30 pulgadas por segundo. Mientras que para equipo comercial, las grabadoras de carrete, operando a 7.5 pulgadas por segundo, presentan un rango dinámico de 50 dB, y para buenas grabadoras de cassette es de 45 dB. El impacto psicoacústico de estas restricciones al rango dinámico, es el de hacer que la música suene muy plana o delgada, es decir, sin profundidad y/o ambiente.

Un problema similar ocurre con la impresión de discos, ya que se puede almacenar un rango dinámico máximo de 55 dB. Otra vez se tiene una pérdida substancial en el realismo e impacto de la música sin mejorar o reducir el problema de ruido de superficie, incluso con las nuevas grabaciones, digital o directa a disco, mismas que se explican más adelante.

El rango de presión de sonido, que es capaz de percibir el oído humano,

es extremadamente largo, aproximadamente de 0 dB a 120 dB, esto representa casi el doble del rango dinámico, en dB, de una grabadora de cinta profesional.

Como se mencionó antes, el oído humano responde a los cambios de presión o intensidad del sonido en forma logarítmica. Por ésta razón, y por motivos de conveniencia, la escala del decibel es usada para describir el nivel de presión del sonido (SPL), de la manera siguiente:

$$SPL = 20 \cdot \text{LOG} (P/P_0)$$

donde la presión de referencia P_0 es definida como la presión de sonido a una frecuencia dada audible, correspondiendo a 0.0002 microbar, y un microbar es la presión de una millonésima parte de una atmósfera. Esto implica entonces, que un rango de 0 dB a 120 dB cubre el rango de amplitud de sonido entero, que es de interés, de manera muy parecida al rango de 20 Hz a 20 KHz, que se aplica al rango de frecuencias audibles del sonido.

En la siguiente tabla se presentan diferentes fuentes de sonido para un rango de 130 dB de nivel de presión de sonido.

<u>PRESION DE SONIDO RELATIVA</u>	<u>NIVEL DE PRESION DEL SONIDO</u>	<u>FUENTES TIPCICAS DE SONIDO</u>
1'000,000	130 db	- FUEGO DE ARTILLERIA
	120 db	- JET COMERCIAL
	110 db	- ORQUESTA/BANDA (AUDIENCIA)
100,000	100 db	- TREN/PROPELA AVION (INTERIOR)
	90 db	- AUTOBUS (INTERIOR)
10,000	80 db	- AUTOMOVIL (INTERIOR)
	70 db	- RUIDO PROMEDIO DE LA CALLE
1,000	60 db	- OFICINA DE TRABAJO GENERAL
	50 db	- OFICINA PRIVADA
100	40 db	- CENTRO DE ESTANCIA DE UN HOGAR
	30 db	- CENTRO DE HOTEL GENERAL
10	20 db	- ESTUDIO DE GRABACION
	10 db	- CUARTO A PRUEBA DE RUIDO
0	0 db	- SILENCIO TOTAL

en ésta tabla, tomando 0 dB como nivel relativo, se puede observar el incremento de ruido del medio ambiente, dependiendo del lugar o fuente, siendo éste un factor externo completamente al análisis y propuesta de sistemas de reducción de ruido, presentados en éste trabajo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO II.**DESCRIPCIÓN DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE REDUCCION DE RUIDO**

CAPITULO II.

DESCRIPCION DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE REDUCCION DE RUIDO

Para que el usuario obtenga un buen resultado de un sistema de reducción de ruido, debe primero tomar sus principios fundamentales de operación y después deducir de ellos, ya sea por intuición o experimentos, donde se encuentran sus defectos. Después tendrá que decidir, efectuando pruebas en cada aplicación, y es de mucha ayuda en cada caso comprender el origen y tipo de ruido en grabación y reproducción de sonido para determinar cuál procesador usar.

a) COMPUERTAS O SWITCHEO

Esta fue una de las primeras soluciones.

La compuerta o switcheo es un simple control de flujo de información. El ingeniero de audio lo hacía con un botón o interruptor, dependiendo de las características de la señal, anulando el flujo de la señal del programa. En algunas grabaciones se switchea la pista entera, para evitar un poco el ruido, más sin embargo, esto dista mucho del rango dinámico original del programa.

- a.1) Algunos dispositivos de reducción de ruido, incorporaron va
rias compuertas de bandas de frecuencias diferentes. Las com
puertas están teóricamente separadas, se abren y cierran en
forma independiente. Esto permite que las frecuencias del
programa pasen a través, mientras atenúa otras frecuencias.
La filosofía de compuertas múltiples requiere de muchísimas
compuertas, y una excelente circuitería de control, para que
responda al material del programa. Versiones sobre ésta téc
nica son conocidas como correlacionadores.

El sistema de compuertas es comúnmente utilizado mientras se
está grabando, y es excelente para mantener fuera de la gra
bación los sonidos extraños, pero no es bueno para eliminar
otro tipo de ruidos. Al igual que con cualquier otro disposi
tivo para eliminar ruidos, se debe cuidar que la solución be
neficie y no perjudique. Compuertas bien diseñadas serán in
visibles en la operación, sin cortar la música muy rápido al
terminar, o dejar que se escuche al tronar cuando se activan
o desactivan.

a.2) REDUCCION DE IMPULSOS

El click y track de los botones y ruidos transitorios son
los más difíciles de tratar sin tener degradación en la se
ñal. Los Ingenieros se enfrentaron a éste problema desde -

hace años, simplemente quitando las puntas transientes. Pero de qué manera puede predecir un dispositivo, si una forma de onda que sube y baja rápidamente, es un transiente o el pasa je de un músico entusiasta?

Los dispositivos actuales usan los que se conoce como rastreo, la circuitería de control monitoréa el programa, y cuando aparezca un transiente, lo limita, dejando la señal como estaba antes de que apareciera éste.

a.3) MASCARILLA

Cuando se escucha una transmisión, si la señal es fuerte, - mantendrá nuestra atención, y no nos concentraremos en el - ruido. Este se vuelve objetable cuando el nivel de la señal decrece y el ruido se torna prominente. Así qué, cuando es molesto el ruido?. Cuando la señal es baja o está ausente.

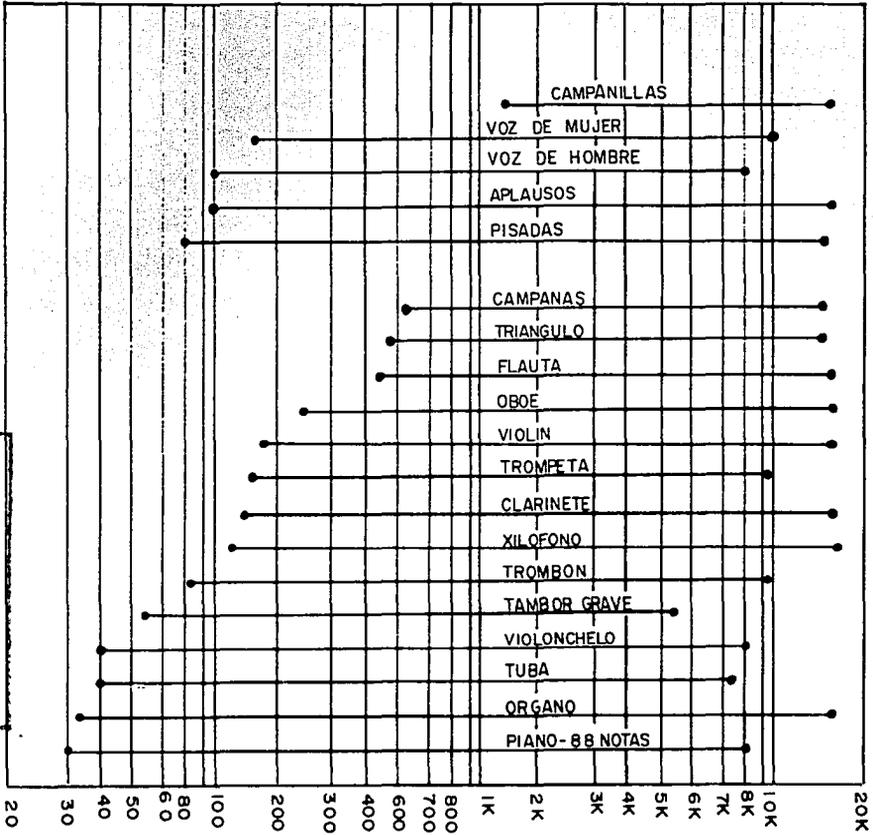
Fig. 2.1

Esta gráfica muestra el rango de frecuencias de voces humanas y algunos instrumentos musicales. El ruido se ha introducido en muchas partes o secciones del proceso de grabación, un poco de hiss, zumbido, algo de ruido en el rango de frecuencia que se desea preservar, pero, qué tanto de éste ruido podemos escuchar, y que tan molesto será?

**FALTA
PAGINA**

18

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



RANGO DE FRECUENCIAS APROXIMADO
DE ALGUNOS INSTRUMENTOS MUSICALES

Figura 2.1

Refiriéndonos a la gráfica del rango de frecuencias, se puede ver que, mientras la música está tocando, la señal domina rá nuestra atención en el rango de 150 Hz a 10 KHz (+/-). No se notará el ruido en este rango, siempre estará de fondo o enmascarado por el programa. El ruido en los rangos con mate rial del programa esporádico (150 Hz, 10 KHz) será desenmascarado y notable.

b) COMPRESION

Es cierto que las grabaciones actuales tienen ya un nivel de ruido irreducible dentro de los sistemas de grabación, el --hiss en cinta en algunas grabaciones puede tornarse más obstructivo de lo que realmente era, y nunca puede ser descontado totalmente, ni en las mejores grabaciones.

Afortunadamente hay dos grabaciones bajo las cuales el ruido de la cinta llegará a ser imperceptible.

Primero, si la música es muy fuerte, el fenómeno de enmascaramiento psicoacústico, efectivamente oculta el ruido en la música y, segundo, si el ruido es muy suave será enmascarado por el ruido del medio ambiente. Cuales serán las implicac io nes de éstos dos factores.

Antes que nada, imagínesse que está haciendo la grabación en cinta de algún evento musical. En forma propia usted ajusta los niveles de grabación de manera que los pasajes más fuertes no excedan su límite en dB. Pero suponga que los pasajes suaves se quedaron atrás; así que usted incrementa los niveles de grabación hasta que los sonidos más suaves quedan cerca de los cero dB. Usted caerá en una grabación en la que el ruido de cinta es menosprezable, debido a que la música es muy fuerte. Este es el principio de la compresión, llamado así debido a que el rango dinámico se ha reducido virtualmente a nada. La grabación, musicalmente, no sonará natural, pero estará libre de ruido.

c) EXPANSION

Ahora imagínesse usted escuchando una grabación en cinta, en la que el ruido es obstrusivo en pasajes silenciosos. Suponga que cuando éstos pasajes ocurran, usted baja el control de volumen para hacerlos más silenciosos, si lo baja lo suficiente como para que el ruido de cinta desaparezca del medio ambiente. Este es el principio de la expansión, en él, usted está exagerando el rango dinámico, haciendo los ruidos más suaves aún, y así reduciendo el ruido en la cinta, justo en los momentos que éste sería más audible.

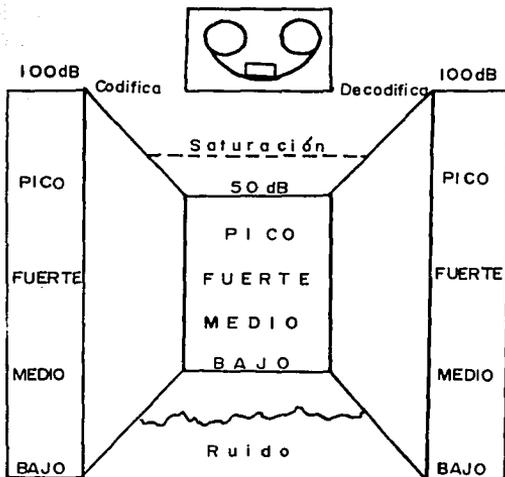
d) COMPANDER

Finalmente, imagine que aplica éstos dos técnicas juntas. Usted aplica la compresión al momento que ésta grabando los pasajes suaves en alto nivel, y cuando la reproduce, usted baja el volumen justo en los momentos en que ocurre un pínisimo, para restaurar el silencio. Este proceso de dos pasos se conoce como COMPANDER. Este juego de manipulación de niveles es imposible de realizar en forma manual, pero puede ser realizada fácilmente con circuitos electrónicos.

El compander, es el principio de casi todos los productos de reducción de ruidos en el mercado, y el objetivo principal de éste, es el reducir el hiss en la cinta.

Ver Fig. 2.2

Fig. 2.2



Algunos tipos de compresores electrónicos han sido utilizados por años en las industrias de grabación o radiotransmisión para la reducción de ruidos y otros propósitos. Como regla se usaba en forma moderada, de manera que los pasajes pianísimos se volviesen un poco más fuertes de lo que propiamente son, y los pasajes fortísimos, un poco más suaves.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Pero el resultado de pérdida del rango dinámico ocasionó que surgieran los expansores electrónicos, que usados con moderación proveían un complemento a la compresión utilizada, restaurando el rango dinámico. Pero el expansor debería ser ajustado muy cuidadosamente para encajar con la compresión; de lo contrario se obtendrían distorsiones grotescas en la dinámica musical de tal forma que los instrumentos brincarían ilógicamente de nivel. Cuando suceden éstas cosas, la única solución es bajar el grado de expansión, y con él, el de reducción de ruido. Así que, como resultado, la acción del expansor deberá ser contraria a la del compresor, conservando las mismas magnitudes de señal.

d.1) UN SISTEMA DE REDUCCION DE RUIDO DE ANCHO RANGO DINAMICO

Existen dos acercamientos básicos de reducción de ruido disponibles, uno remueve el ruido del material previamente grabado, en el cual no fué usada ninguna forma de reducción de ruido; el otro aplica proceso de señal al tiempo de la grabación original, así como en la reproducción.

Un sistema de reducción de ruido ideal, podría conseguirse, realizando una compresión durante la grabación y expansión durante la reproducción. Esta es una idea ya vieja, pero ha sido difícil de aplicar en sistemas de audio de calidad pro

fesional. Para que sea efectivo, el compresor y el expansor deben rastrearse uno al otro en forma constante, ésto es, que su acción debe ser precisamente complementaria, especialmente en las señales transientes. El problema en conseguir verdadera acción complementaria, es el de detectar en forma precisa la señal. La detección RMS es considerada como el significado ideal de tal detección, porque ésta permite un rastreo preciso compresor-expansor, salvo las diferencias de fase, contribuidas por la grabadora.

RMS, representa la suma de energías de frecuencia individuales presentes en la señal, sin considerar las relaciones de fase. La detección RMS ha sido, históricamente, muy cara y compleja.

Ha habido muchos intentos por producir un sistema de reducción de ruido, comercialmente factible, basados en el principio de la compresión y expansión. Los métodos usados en éstos sistemas incluyen:

- 1) Detección de promedio y pico de muestreo de nivel para el control del compresor y expansor.
- 2) Divide el espectro de frecuencias en bandas para almacenar una ocurrencia razonable en el rastreo, codificación - decodificación.

3) Elaboran procedimientos de ajuste y alineación que requieren tonos piloto.

4) Limitación de la cantidad de reducción de ruido, usada de manera que el hiss restante es suficiente para cubrir o enmascarar las imperfecciones del sistema.

dbx incorporó un sistema de reducción de ruido, basado en el principio compresor-expansor. Un sensor de nivel RMS económico, fué diseñado para calcular el verdadero valor RMS de las formas de onda complejas, ésto elimina errores de rastreo en la compresión y la expansión, debido a los cambios de fase en la grabadora. Compresión y expansión de decibeles en forma lineal sobre un rango dinámico en exceso de 100 dB fué desarrollado para eliminar la necesidad de ajuste de niveles y señal piloto. Un pre-énfasis y de-énfasis fueron añadidos a los sensores de nivel y señal para reducir el hiss en la cinta, al grado que no pueda ser escuchado e incluso en presencia de fuertes señales de baja frecuencia, las cuales no opan al hiss; ésto sin el riesgo de sobrecargar o borrar altas frecuencias por sí mismo en la cinta.

EL RUIDO EN LA GRABACION DE CINTA ES EXAMINADO Y UN SISTEMA DE REDUCCION, YA EN USO, ES DESCRITO.

La grabación en cinta ha sido una de las mejores fuentes de ruido en sistemas de estudio profesionales. La ya casi aplicación universal de técnicas de múltipistas ha acentuado este problema. El ampliamente usado sistema Dolby da la suficiente reducción de ruido para suprimir los 12 dB de ruido inherentes a la grabación de 16 pistas. La continua demanda por entregar al consumidor, hace mandatoria una evolución en los sistemas de reducción de ruido.

Algunas formas de reducción de ruido desarrolladas, restringen selectivamente la respuesta de frecuencia en el sistema de reproducción. Componentes de señal de 40 ó 50 dB, debajo del nivel del programa forman una parte vital de los sonidos perseguidos, éstos son confundidos en el fondo y no pueden ser separados de él sin sistemas extremadamente elaborados que degraden la calidad del programa.

Hemos restringido nuestro interés específicamente a aquellos sistemas capaces de codificar y decodificar sobre un amplio rango dinámico.

Existe un número de posibles técnicas para codificar la se-

nal misma para llevar la información requerida para codificar. Estos sistemas son equivalentes al de compresión antes de grabar y expansión en la reproducción. El sistema Dolby A es un compresor-expansor de cuatro bandas. Algunas compañías de grabación han usado companders de factor de compresión 1:2 para cinta maestras. El laboratorio LINCOLN de Instituto Tecnológico de Massachussets, los investigadores Oppenheim y Stockham obtuvieron un compresor-expansor en dB lineal muy ingenioso, usando amplificadores logarítmicos. Burwen ha sido descrito como un sistema de compresión 3:1 usando un detector de señal pico con un rango de 110 dB entre la señal pico y el ruido de fondo, y por supuesto, circuitos telefónicos de larga distancia han sido equipados con compander por más de treinta años.

La calidad y utilidad de un sistema de reducción de ruido para aplicaciones de estudio profesional, puede ser juzgada en la cobertura del rango dinámico, optimización de rastreo dinámico, especialmente en rápidos transientes, y la habilidad de manejar imperfecciones inherentes en el proceso de grabación de la cinta.

EVOLUCION DEL DISEÑO

Un compander tipo dB lineal puede ser acompañado de la manera ilustrada en la figura 3. Amplificadores controlados por voltaje regulan la ganancia de entrada y salida. Sensores de nivel de entrada y salida regulan la ganancia en relación a la polaridad para producir la compresión en la sección B. Este sistema puede parecer práctico como reductor de ruido, así como, multiplicar el rango dinámico de la grabadora por el factor de compresión. Un sistema de grabación de 60 dB con factor 2:1 puede caer en una relación señal a ruido de 120 dB. Desafortunadamente, el nivel instantáneo de ruido de fondo varía con la envolvente de la señal.

RUIDO EN CINTA

Es importante entender el comportamiento de las fuentes de ruido en la grabación de cinta. Estamos familiarizados con el ruido de fondo en ausencia de señal, tiene la distribución espectral típica mostrada por la curva más baja en la Figura 4. Cuando una señal es grabada, el ruido se incrementa; las otras curvas muestran la distribución espectral resultante cuando un tono de 180 Hz es grabado en varios nive

les. Note que el ruido en el espectro total se incrementa de acuerdo a la señal, el incremento es mayor, cerca de la frecuencia de tono. El ruido de banda se incrementa por el número de dominios magnetizados que pasan por la sección de reproducción, el incremento cercano al tono se debe a una distribución de partículas magnéticas no homogéneas en la cinta y asperencias en la superficie, que dejan a la cinta fuera de la cabeza, mientras éstas pasan otra vez. Ambos mecanismos generan una modulación de amplitud en la señal por funciones tipo random, las cuáles originan ruidos en las bandas laterales. La curva superior muestra el ruido de fondo acompañando un nivel de grabación de + 10 dB al nivel de los picos del programa. El espectro total de ruido de alta frecuencia se ha elevado. Note que la relación instantánea de señal a ruido de la grabación de la cinta es casi constante sobre - 10 dB de nivel de grabación. Esto causa un incremento aparente en el contenido de alta frecuencia de señales grabadas en cinta.

Ver figuras 2.3 y 2.4

Fig. 2.3

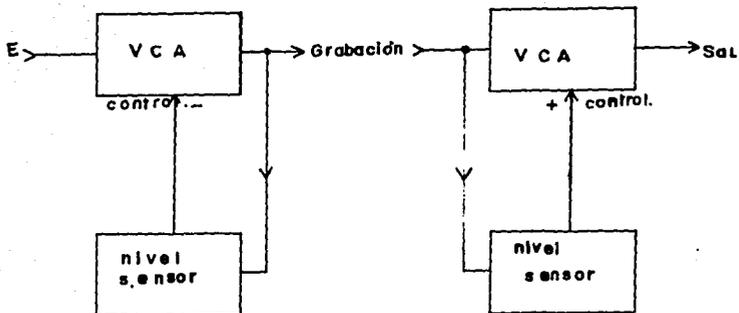
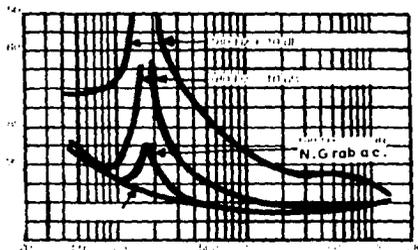


Fig. 2.4



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Con muchas señales de audio, los efectos de mascarillas cubren los efectos de ruido en varias octavas de la banda de frecuencia, conteniendo energía dominante, pero el hiss de fondo que está 50 dB sobre una señal de baja frecuencia será plenamente audible.

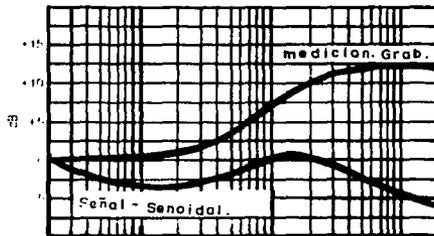
PRE-ENFASIS DE ALTA FRECUENCIA

Los cambios de hiss de alta frecuencia acompañando los cambios de nivel de la señal envolvente pueden hacerse virtualmente inaudibles con un pre-énfasis de alta frecuencia. Si se usa una medida de 12 dB desde 40 Hz hasta 1600 Hz (como se muestra en la figura 5.), el hiss de alta frecuencia que acompaña una señal de baja frecuencia, es reducido cerca de 12 dB. Esto también causará un incremento en la susceptibilidad de las altas frecuencias al borrarse por sí mismas, lo que era ya un problema sin el pre-énfasis en la mayoría de las señales comúnmente grabadas con música contemporánea.

PRE-ENFASIS DE SEÑAL SENSORA DE NIVEL

Este problema puede ser resuelto con el uso de pre-énfasis de alta frecuencia, anterior al circuito sensor de nivel. Cualquier función de frecuencia deseada puede ser aplicada al sensor de nivel de sistema compresor-expansor, hasta que ambas curvas de pre-énfasis del sensor de nivel en la grabación y reproducción sean idénticas. Se ha escogido un pre-énfasis de 20 dB, iniciando a 1600 Hz, lo cual produce una curva de respuesta de forma senoidal, como la de la figura 5. - Note que ésta es una curva de respuesta de frecuencia simple de onda senoidal del sistema. La medición de onda compleja restante, que se muestra en la figura 4, continúa todo el tiempo.

Fig. 2.5



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RESPUESTA TRANSITORIA

Un sistema como éste es útil únicamente si tiene propiedades de rastreo de respuesta transiente adecuadas. Los sensores de nivel de pico responsivo parecen al primer balance ideales. Desafortunadamente, picos de 24 dB por encima de la lectura de VU son comunes. Los niveles de grabación de cinta son llevados a una región en que éstos picos son atenuados. Esta truncación de picos es libre de cambios de pendiente inmediato, pero pueden ocurrir serios errores de rastreo entre los sensores de nivel de reproducción y de grabación. Igualmente obvio, será el que los promedios de los sensores de nivel serán muy lentos; lo que es más, muchas grabadoras de cinta tienen un tiempo de retardo considerable (la fase dependiente de la frecuencia cambia sin dar un tiempo de retardo constante). Ni el pico, ni el valor promedio de una señal permanecen sin cambio con un tiempo de retardo no constante. La única función que no tiene cambio es el valor de la señal. El valor RMS, es la suma de energía de las frecuencias de los componentes presentes sin considerar las relaciones de fase. Si hubiera las medidas de las sumas de los cuadrados de los niveles de señal instantánea, entonces el valor RMS de la señal, podría ser destinado. Afortunadamente avances recientes de computación analógica han hecho esto posible. El circuito mostrado en la figura 6, obtiene el cuadra-

do de la señal, doblando el logaritmo y sacando el antilogaritmo. La señal cuadrada es promediada y usada para derivar la señal de control.

El diseño final del sistema es mostrado en la figura 7, el bloque de trabajo del pre-énfasis de entrada eleva el contenido de altas frecuencias. El amplificador controlado por voltaje, regula la ganancia de la señal de respuesta a la salida del sensor de nivel con un bloque de pre-énfasis que aumenta a los sensores de nivel. El factor de compresión es ajustado a 2:1. El punto unitario de ganancia es ajustado a +4 dBm a 1 KHz.

El decodificador tiene un circuito sensor de nivel idéntico, el cuál dará la misma señal de control que la usada en el compresor de entrada, el control de polaridad al VCA (amplificador controlado por voltaje), es reversible. La ganancia total del sistema permanecerá sin cambio, mientras que los dos VCA ven cambios de ganancia complementarios. Un bloque de de-énfasis en la salida restaura la respuesta de frecuencia.

MEJORIA DEL SISTEMA

El sistema de reducción de ruido cuando es usado en una grabadora de estudio, tiene una "A" equivalente de ruido de fondo medido sobre - 90 dBm sin imperfecciones audibles. Una diferencia aparente en respuesta de alta frecuencia puede ser escuchada, a la vez que el sistema de reducción de ruido es switchado y usado, al tiempo de grabación y reproducción simultáneamente en la grabadora, pero una comparación cuidadosa de la señal original con ambas señales grabadas, muestran que la señal reducida en ruido suena igual que la original y que la causa de ésta diferencia fué el incremento de hiss de cinta, con el nivel de grabación.

Ver Figuras 2.6 y 2.7

Fig. 2.6

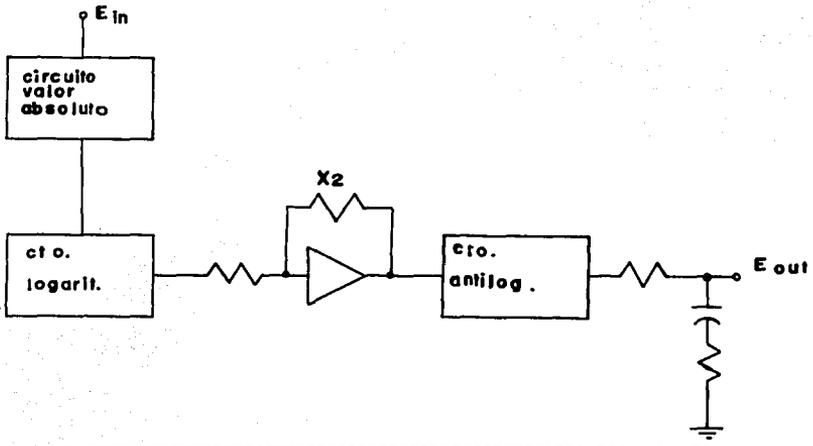
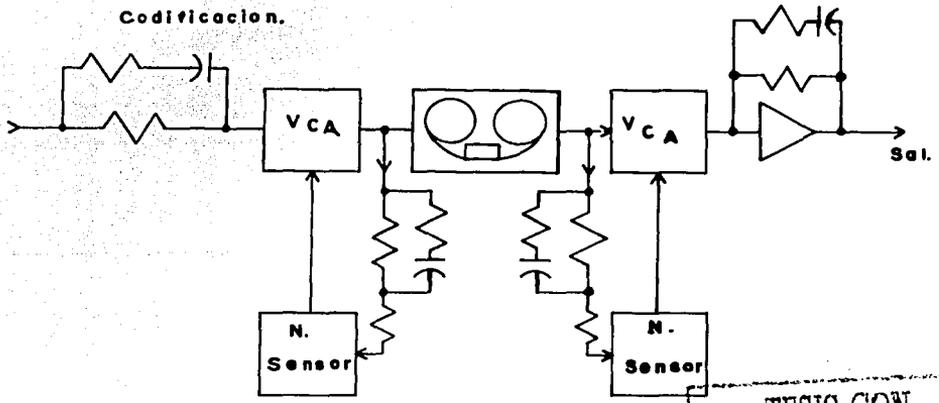


Fig. 2.7



CODIFICACION - DECODIFICACION.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hay otras imperfecciones audibles debidas al ruido por aspereza con algunos tipos de señal muy claros, pero éstos componentes de ruido caen en la misma región de frecuencia que la señal dominante y la banda de energía. Debemos perfeccionar las superficies de cinta para reducir propiamente el trabajo al sistema de reducción de ruido.

Incidentalmente, éstas componentes pueden ser enmascaradas casi completamente con el hiss estático. El nivel requerido de éste perfume de ruido es de - 65 dB. No es ninguna coincidencia que los sistemas de reducción de ruido que presumen no tener efecto audible, tengan presente éste nivel de ruido residual.

d.2) dbx II

REDUCCION DE RUIDO PARA APLICACION DE
RADIO TRANSHISION

La reducción de ruido dbx II, es una aplicación sofisticada del clásico concepto compresión-expansión. Se han hecho muchos intentos por aplicar éste concepto al audio profesional, pero muchos de ellos han sido menos que satisfactorios por razones técnicas.

El aprovechamiento dbx es único, éste utiliza un amplificador controlado por voltaje (VCA), como elemento de control y un circuito RMS real para censar la señal. Esto optimiza el trabajo del compander para facilidad de operación, máxima reducción de ruido, e incremento de ruido de cuarto para almacenamiento y transmisión media.

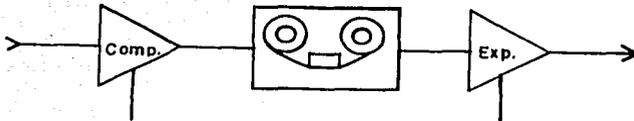
El sistema dbx II, usa un compander de decibel-lineal con factor 2:1. Es importante notar que éste sistema no elimina ningún ruido presente en la fuente, pero previene la adición de ruido, debido al medio de la cinta. El resultado es una grabación de cinta que no puede ser distinguido del original. En una grabación viva, el sistema dbx, produce cintas con rango dinámico completo y ruido inaudible. El único ruido audible, si lo hay, es el presente en la señal de entrada, más el ruido residual del mezclador o la consola de grabación.

TEORIA DEL COMPANDER

En la figura 8, la señal es comprimida antes de grabar en la cinta para decrementar el rango dinámico de la señal original para dejarlo conforme al rango dinámico utilizable de la grabadora, por ejemplo, mantener la señal más silenciosa por

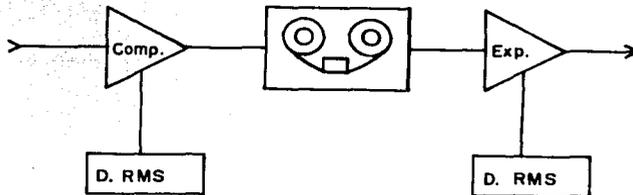
encima del ruido, la señal más fuerte por debajo del nivel de saturación de la cinta. Durante la reproducción, la señal es expandida hasta recrear el rango dinámico del programa original.

Fig. 2.8



Para que un compander opere apropiadamente, el compresor y expansor deben operar como imágenes de espejo exactas. Para controlar la operación compresión-expansión, cada una debe tener un detector de señal, como se muestra en el siguiente diagrama.

Fig. 2.9



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hay tres tipos comunes de detección de señal; pico, promedio y RMS. Grabadoras de cinta, introducen gran cantidad de desviaciones de fase, como los detectores de pico y promedio - son sensibles al cambio de fase, éste tipo de detectores de señal son inadecuados para aplicaciones de grabación de cintas.

La detección RMS, como se usa en el compander dbx, mide la suma de las energías presentes en la señal, y no es sensible a cambios de fase. Sistemas compander previos, utilizaron detector de pico y promedio de señal, dividiendo el espectro - de audio en bandas y requiriendo ajustes críticos de nivel - para producir un rastreo entre compresión y expansión.

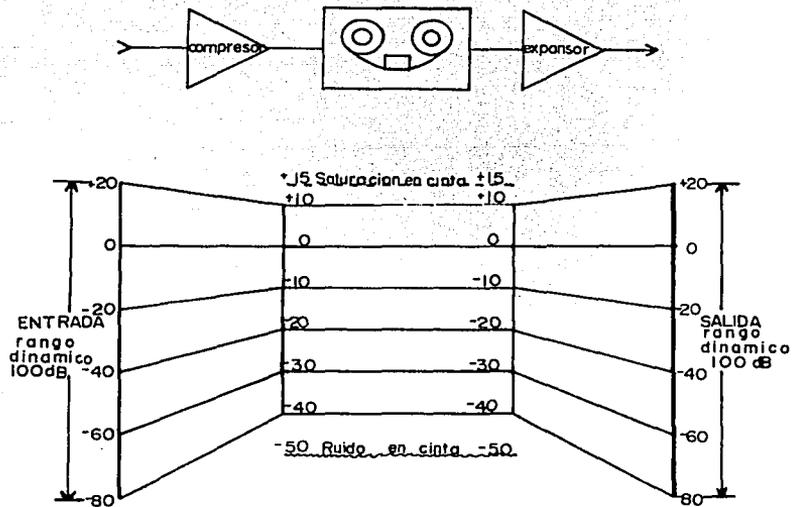
EL APROVECHAMIENTO DEL COMPANDER dbx

El sistema dbx II, utiliza una forma lineal de decibel para la compresión-expansión o un factor de 2:1. Ver figura 10.

Esta aproximación db-lineal no tiene cambio que modifique los factores de compresión y expansión; éste es lineal sobre un rango en exceso de 130 db. Para conveniencia en operación, un nivel de entrada específico ha sido seleccionado como ganancia unitaria o nivel de ajuste, punto mostrado como 0 db en la figura 10. Note que la señal entera es comprimida con un factor de 2. Todas las señales debajo de los 0 db son in-

crementadas en nivel (-10 db a -5 db, -20 db a -10 db, -80 a -40 db). Sobre los 0 db, las señales son decrementadas en nivel (+10 db a +5 db, +20 db a +10 db). Se puede observar que éste aprovechamiento permite por lo menos 10 db de incremento en la grabadora.

Fig. 2.10



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Durante la reproducción, la señal pasa por un expansor que opera con un factor de 1:2. Note que a la salida el expansor es una reconstrucción de la entrada original al compresor (fig. 10). Para éste sistema, el ajuste de nivel no es crítico, por ejemplo: si el nivel de ajuste 0 db es incrementado o decrementado 10 db, no hay errores de codificación, debido a la naturaleza db-lineal de la compresión-expansión.

PRE-ENFASIS Y DE-ENFASIS DE SEÑAL

Históricamente, los sistemas compander presentaban variaciones en el ruido de fondo si el nivel de señal aumentaba o bajaba, para minimizar éste efecto, fué aplicado un pre-énfasis en alta frecuencia antes de la compresión, y de de-énfasis recíproco después de la expansión. (Ver figura 11).

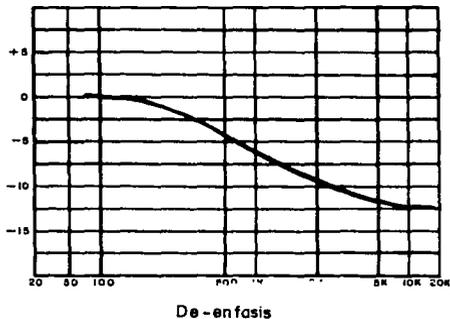
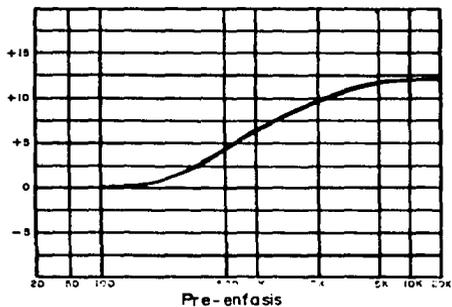
Fig. 2.11



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Este pre-énfasis y de-énfasis reduce las variaciones audibles del ruido de fondo, aproximadamente 12 db. La cantidad de pre-énfasis y de-énfasis requeridos en relación a la frecuencia, se muestran en la gráfica.

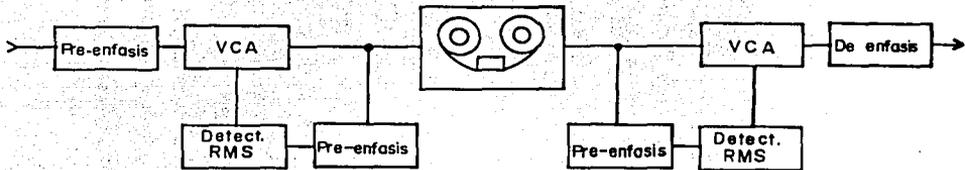
Fig. 2.12



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Una gran cantidad de pre-énfasis puede causar la saturación de la cinta a altas frecuencias, para prevenir ésto, se añade sólo una cantidad de pre-énfasis parecida al detector de nivel RMS. (Ver figura 13)

Fig. 2.13



Esta aplicación permite un exceso de 30 db de reproducción de ruido y 10 db de mejoría de la salida máxima de la grabadora, sin aliento audible (ruido de fondo).

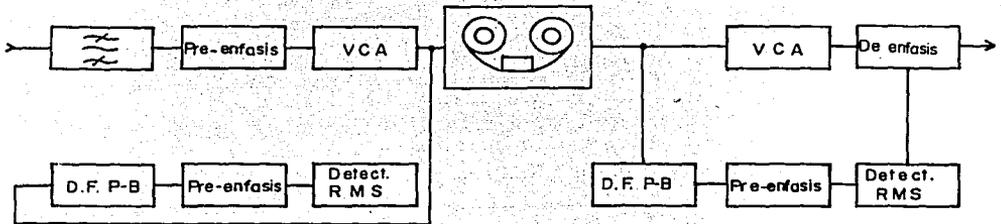
ERROR DE RASTREO EN EL COMPANDER

Los expansores, generalmente, rastrean la operación del compresor erróneamente, cuando hay una grabadora de cinta entre ellos, para eliminar los errores debidos al cambio de fase en el equipo, se recomienda sea usado un detector de señal -

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RMS, y para evitar los errores de rastreo que puedan ocurrir en el expansor. Por la señal subsónica, podrá emplearse un filtro paso-banda en el bloque de detección de la señal, como se muestra.

Fig. 2-14



Los filtros paso-banda, usados en el bloque de detección de la señal de compresión y expansión, son del rango de 20 Hz a 20 KHz. Es importante notar que el detector de señal se requiere operar sólo en un rango de frecuencias, dónde exista energía de señal dominante, lo que es más, el filtro en el detector funciona desde 30 Hz hasta 10 KHz, mientras el compander permite señal desde los 20 Hz a los 20 KHz \pm 0.5 db, de cualquier modo, los detectores de señal son activados sólo por energía en el rango de (30 Hz o más) y (10 KHz o me-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

nos). Esto permite la grabación viva sin errores a causa de los ruidos ajenos al estudio, cómo los de los camiones, aviones, ventiladores, etc., y copiar de discos maltratados a cinta.

El sistema de reducción de ruido creado por dbx, es usado con éxito, en muchos estudios alrededor del mundo, por ello se adoptó como un estándar en la industria de la grabación, y radio-transmisión: para tal efecto, se desarrolló el sistema dbx II, mismo que cubre las necesidades mínimas, sin dejar de ser práctico en el uso de las grabadoras de cinta de 3 3/4 y 7 1/2 plg/seg, así como en líneas telefónicas y equipo que trabaja con un ancho de banda reducido.

D.3) HIGH - COM

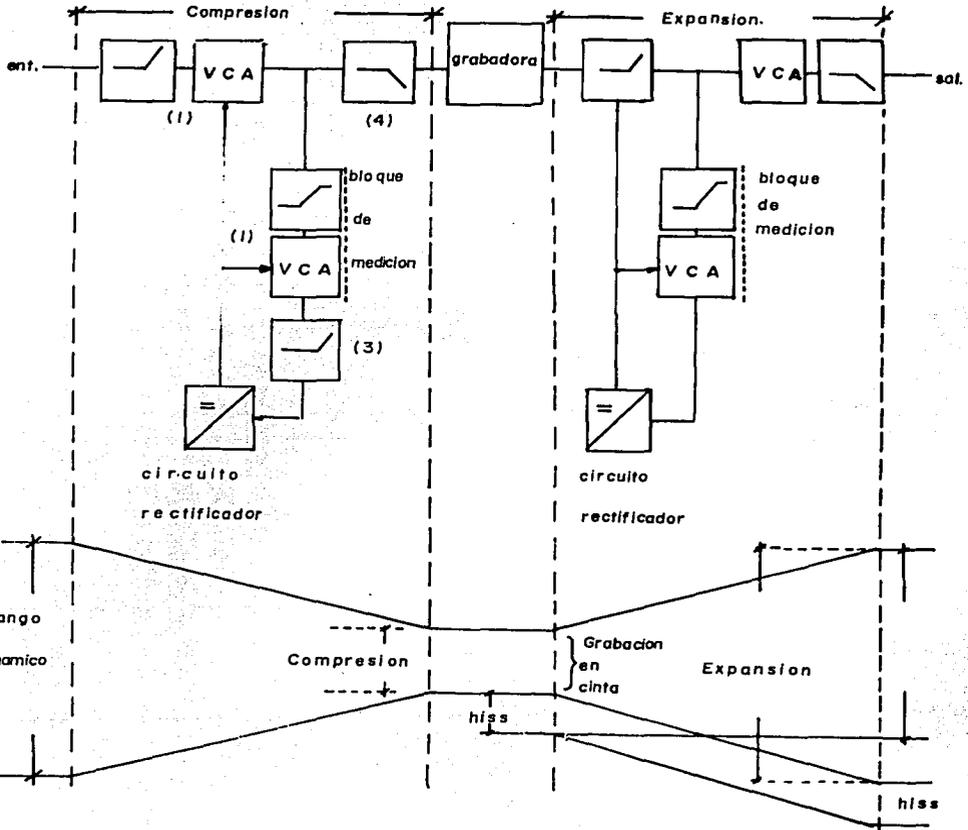
El sistema creado por High - Com, es un reductor de ruido del tipo compresor, realizado en Alemania Occidental. Este sistema ofrece 20 db de reducción en condiciones ideales, es particularmente efectivo en la reducción del hiss, aún cuando opera en un rango amplio, es cierto que es capaz de remover una cantidad de hum y otros ruidos de los componentes, y no afecta en forma la señal si existe un desajuste entre la

grabación y la reproducción.

Como se ve en la figura 15, la señal pasa por una etapa de compresión durante la grabación, y sufre una expansión durante la reproducción. El compander utilizado está ajustado a una relación 2:1, y opera de la siguiente manera

Ver página siguiente Figs. 2.15 y 2.16

Figs. 2.15 y 2.16



COMPANDER

HIGH-COM

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

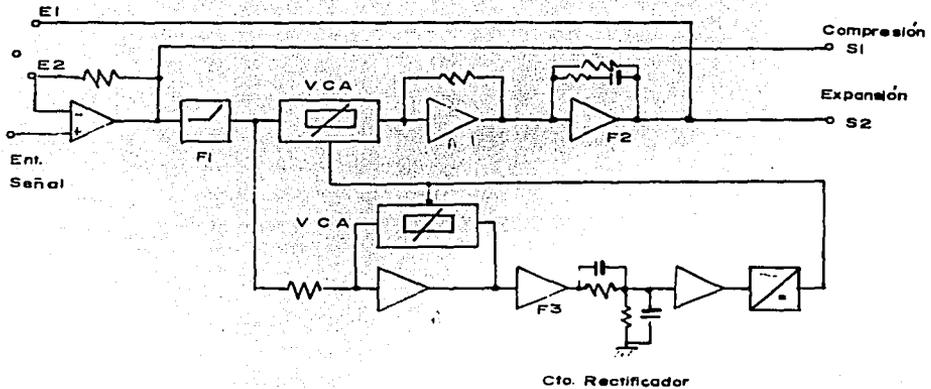
- a) Primero, se realiza el pre-énfasis de la señal y es amplificada por un VCA.
- b) Entonces se añade a un trabajo de medición para proteger a las altas frecuencias de sobrepasar el amplificador.
- c) Un bloque de atenuación de alta frecuencia mejora las características del nivel máximo de salida (MOL) de la cinta durante la grabación.
- d) El bloque (5) rectifica la operación del bloque anterior (4), invirtiéndolo y regresando las características.
- e) El bloque (2), se asegura de que el de-énfasis encuadre con el pre-énfasis.

Así, la operación combinada de éstos bloques incluye, además de reducción de ruido, una reducción en la distorsión.

Cada bloque presenta, además de circuitos resistivos y capacitivos, un circuito integrado (IC) estandar regenerador de voltaje, un pre-amplificador de 26 db, un amplificador operacional VCR con compresor y expansor, un amplificador tipo buffer y detector de nivel.

La figura 17, muestra la construcción del IC, la descripción del pre-amplificador ha sido abreviada.

Fig. 2.17



CIRCUITO COMPANDER HIGH-COM*

Durante la expansión, F2 funciona como bloque de de-énfasis, y durante la compresión éste genera el pre-énfasis. Debido al amplificador operacional, en la entrada, se logra un circuito de retro-alimentación total, cuando se inyecta la se-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ñal; durante la compresión:

$$V1 = Vin - F1 + A - F2 = Vin + A - (F1 + F2)$$

mientras en la expansión:

$$V2 = Vin - A + (F1 + f2)$$

por lo tanto, la compresión / expansión funciona desde $Vin=F1$ hasta $V2= Vin$. La ganacia A en el VCA funciona para mantener la salida del bloque de medición a un nivel fijo, usando a R como valor fijo obtendremos:

$$V1 = 1/2 Vin - 1/2 (F2 + F3) - F1 + 1/2 R \dots (1)$$

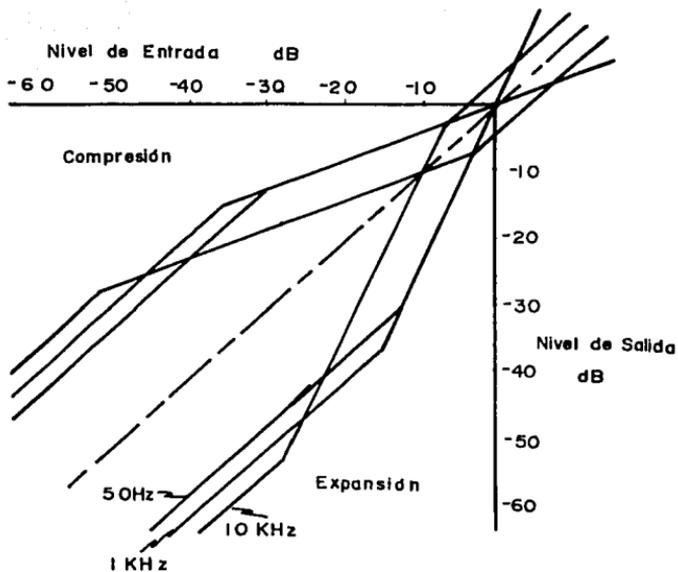
$$V2 = 2 Vin + (F2 + F3) + 2 F1 - R \dots (2)$$

siendo R cte.

Entonces la relación del compander es 1:2. La figura 18, muestra la curva de respuesta entrada / salida del High-Com, añadiendo a los niveles actuales de énfasis y un bloque de medición.

Ver página siguiente

Fig. 2.18



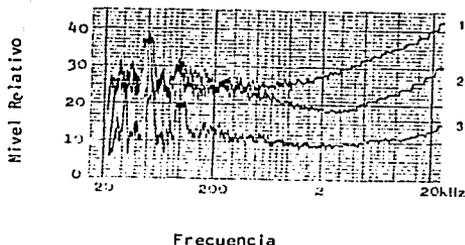
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los valores de cada componente en el circuito de control, de tiempo constante, son determinados para diseñar un efectivo supresor de disparo de la señal transiente con un breve incremento de tiempo y cola de ruido para después dar la señal de entrada.

El efecto de reducción de ruido del High-Com es mostrado en la siguiente figura.

Fig. 2.19

Características de Reducción de Ruido



INMUNIDAD AL DESEQUILIBRIO DE NIVEL.

Debido a las diferencias en el nivel de entrada en grabación y el MOL de la cinta, es extremadamente común ver un desequilibrio entre los niveles de entrada y salida de una cinta, fenómeno el cual resulta en un efecto drástico en la respues-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

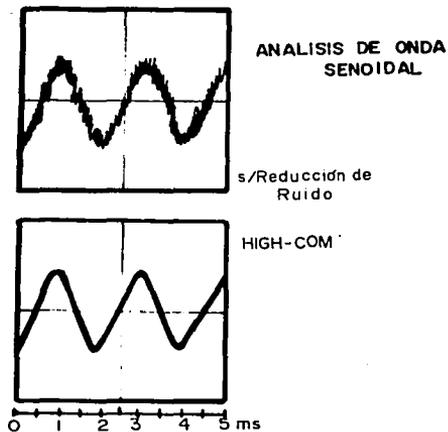
ta de frecuencia en la reproducción. La gráfica de la figura 23, muestra que tan extrema es ésta diferencia, entradas de ± 6 db, pueden causar que la respuesta de frecuencia varíe durante la expansión de señal en un sistema de banda deslizante. El High-Com, está previsto de un oscilador a 31.5 Hz para permitir una calibración de pre-grabación para equilibrar los niveles de entrada y salida en la cinta, esto es muy cercano a lo que se conoce como inmunidad de discrepancias en la reproducción. Es importante, más no vital, que un sistema para la reducción de ruido contemple los posibles de equilibrios de nivel de señal, ya que éste sí es bastante notorio y sensible para el oído humano.

Fig. 2.20



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 2.21



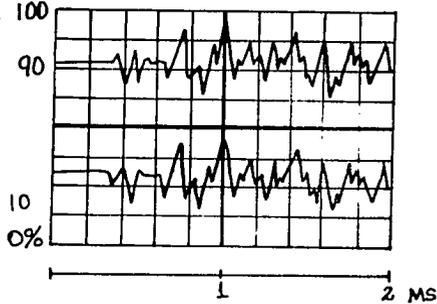
Con pruebas realizadas con cassettes de metal o dióxido de cromo codificados a 80 db o más, pudimos comprobar que el High-Com mejora un 7.25 la relación señal a ruido, sin deterioro en la calidad del sonido, ya sea por hiss o distorsión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RESPUESTA TRANSITORIA

Una habilidad para tratar las señales transientes es un factor importante en la operación de un compander, así como, bajar el nivel del hiss, mientras un pobre seguimiento de pistas en cambios rápidos de nivel pueden degradar al material, causando coloración sónica, para contrarrestar tal efecto es necesario que el compander, o cualquier otro sistema para la reducción del ruido, presente un tiempo de ataque y receso extremadamente rápido, y así lograr una fuerte respuesta transiente con un deterioro mínimo (un buen sistema debe tener deterioro nulo) de la calidad de señal.

Fig. 2.22



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 2.23

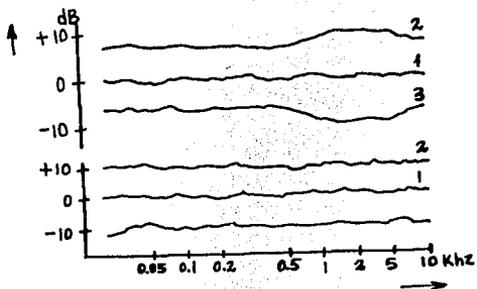
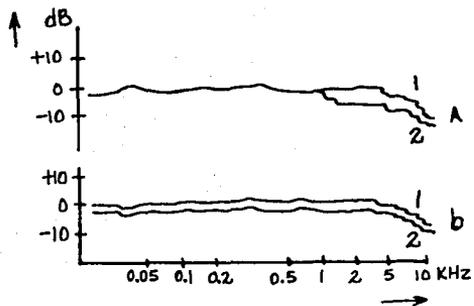


Fig. 2.24

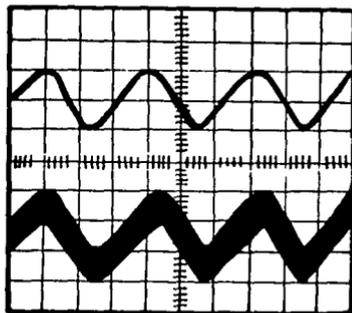


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

d.4) HIGH - COM II

Este sistema presenta características semejantes al anterior, funciona a base de un compander que comprime el rango dinámico con una ganancia controlada por el mismo nivel de señal, permitiendo un rastreo más confiable de la señal, dejando casi todas las señales débiles por encima del nivel del ruido (por amplificación VCA), y a las señales fuertes por abajo del nivel en que la distorsión es más severa. Cuando la cinta es reproducida, las señales débiles son reducidas en nivel para balancear la amplificación adicional que recibieron, el ruido de cinta, sigue siendo débil, y si se baja de nivel junto con la señal, podría llegar a ser casi inaudible, pero sólo cuando la señal es débil, es decir, en pasajes pianísimos.

Fig. 2.25



HIGH - COM II E

HIGH - COM II S

F = 400 Hz
N = -30 dB

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

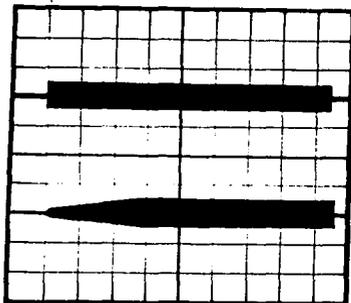
Esto es fácil, si se trabaja con tomos continuos simples, más sin embargo, la música abarca casi 10 octavas del rango, caracterizadas por cambios de nivel siempre impredecibles, que deben ser preservados sin decoloración. Un compander convencional no puede ejecutar todas éstas características en forma óptima, más sin embargo, el High-Com se considera capaz de lograr un buen perfeccionamiento del rango dinámico sin efectos laterales.

Como mencionamos antes, un compander debe tener un tiempo rápido de ataque, pero lo suficientemente capaz de seguir la señal sin introducir distorsión en las bajas frecuencias, algunos sistemas se brincan o ignoran éste dilema, mientras otros confían la reducción del ruido sólo en altas frecuencias; Un buen sistema es aquel que trate el ruido en todo el rango de frecuencias, para tal efecto, el High-Com divide el espectro musical en dos partes, señales de baja y alta frecuencia son procesadas independientemente a través de circuitos cuyo tiempo constante de ataque es óptimo para su rango en particular.

Las figuras 26 y 27 muestran la respuesta transiente y un análisis de respuesta de frecuencia contra el ruido, mientras que en la figura 28 podemos apreciar las características de codificación y decodificación de la señal que presen

ta el sistema High-Com.

Fig. 2.26



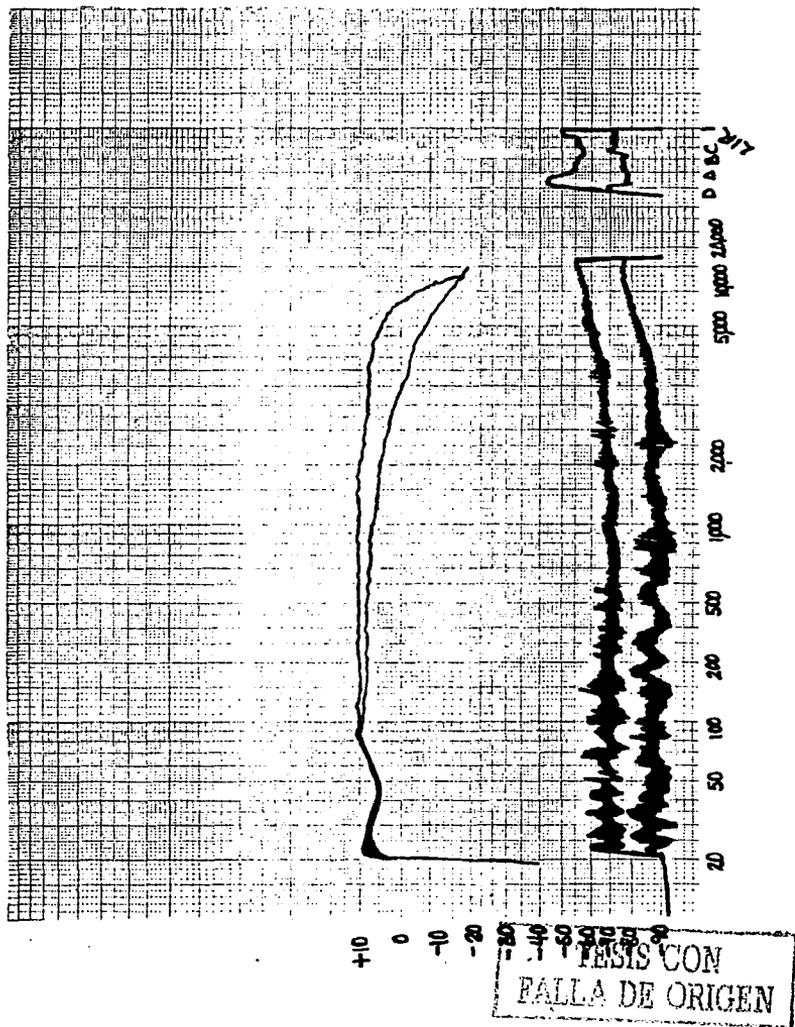
HIGH-COM II

COMPANDER CONVENCIONAL

F = 5 KHz
N = - 10 dB

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 2.27

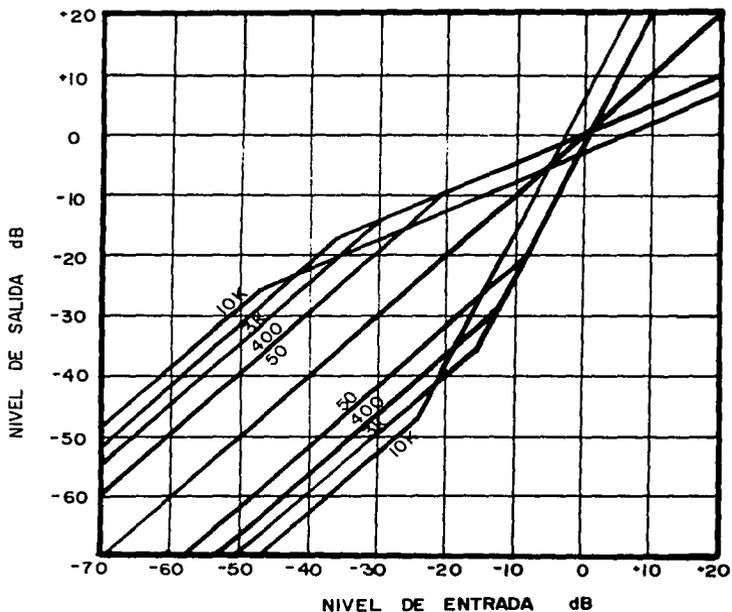


Cuando un sistema de reducción de ruido de banda sencilla es usado, la acción de compresión-expansión causada por la sombrea de la señal dinámica en bajos, provoca que todo el ruido surja arriba y abajo en el rango. La nota baja enmascara por sí misma el ruido de baja frecuencia, pero no puede enmascarar el hiss si no hay música en alta frecuencia presente.

Con el diseño de dos bandas, los graves son procesados independientemente de los agudos, y la música de baja frecuencia causa menos hiss en alta frecuencia, realizando una reducción de ruido sin crear intermodulación. En niveles muy bajos de señal, el sistema trabaja como un amplificador directo, porque al dividir el espectro en dos señales de diferentes frecuencias, se puede optar por dos caminos diferentes, escogiendo el nivel en el cuál va a empezar la acción del compander, se dá mayor o menor compresión a la señal de alta frecuencia, determinando un nivel de reducción de hiss, reduciendo también la posibilidad de que se sature la cinta.

Para evitar problemas con el sonido infrasonico, el High-Com II tiene una serie de filtros que remueven la señal piloto de 19 KHz, en el caso de grabar directo de señal de radio-transmisión, y material que se encuentre debajo de los 10-15 Hz, en el diagrama siguiente se puede apreciar el flujo de señal dentro del sistema de dos bandas, esto se muestra en a figura 28.

Fig. 2.28



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

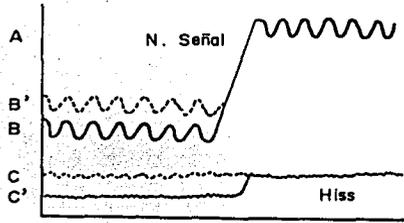
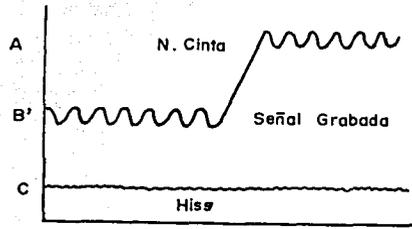
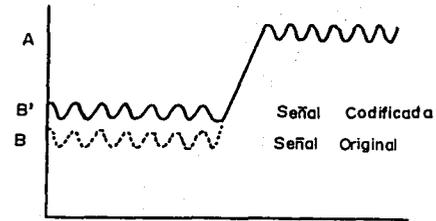
e) CODIFICACION DE SEÑAL

e.1) DOLBY

La técnica del compander no trabaja con óptimos resultados, en la reproducción, para material de programa no codificado. Dolby, uno de los dispositivos para la reducción de ruido más aceptados, utiliza un esquema dinámico pre-énfasis y de-énfasis. Si el nivel de la señal es débil, comparado con el nivel del hiss, el sistema enfatiza la señal codificándola durante la grabación, esto incrementa la diferencia de niveles entre la señal y el ruido. Durante la reproducción el sistema atenúa las señales previamente enfatizadas, incluyendo la del ruido, para obtener una respuesta de frecuencia total (un semi tono abajo, si hay ruido). El hiss no fué pre-enfásado al principio, pero si es atenuado con la señal, de manera que se incrementa el ratio de señal a ruido de la señal codificada cuando se ve decodificada, la reducción de ruidos obtenida, en términos generales, con un sistema dolby, es a proximadamente de 10 db.

La secuencia gráfica nos muestra como se realiza el proceso, de manera general pero fácil. Observando los niveles de ruido y señal antes de realizar la grabación, y al momento de la codificación, se logra suponer una base para la relación señal a ruido que va a ser reproducido.

Fig. 2.29



Reproducción
CIRCUITO DOLBY

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

e.2) DOLBY TIPO B.

Un radio satisfactorio de señal a ruido ha sido el mayor obstáculo por intentar un nivel de mejora para la reproducción de la música, y es especialmente molesto en la música grabada en cassette debido a su baja velocidad de grabación.

Con esperanzas de que la cinta magnética pudiera eliminar el ruido, nos topamos con que una cinta está muy cerca del límite impuesto teóricamente de señal a ruido y rango dinámico de la música.

La efectividad de sistemas de terminación simple, por ejemplo aquellos diseñados sólo para la reproducción, se entienden de tan lejos, como la capacidad por sacrificar información de la persona que escucha; en principio, éstos sistemas dependen de la idea de que la señal y el ruido objetable ocupan diferentes dominios, si ésto fuera correcto, entonces el problema de la reducción de ruido sería el definir los límites entre los dominios, en términos de frecuencia y/o nivel, y diseñar un circuito para suprimir todo lo que exista del lado del ruido según el límite.

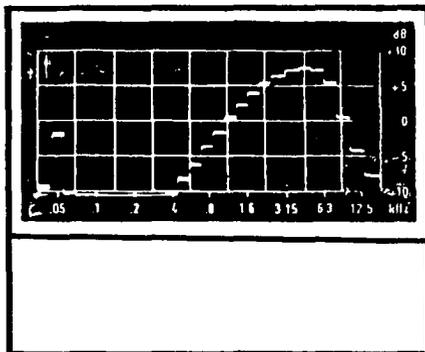
De cualquier modo, si tomamos por ejemplo el espectro de una cinta de cassette de óxido férrico (Fig. 30), se ve que el ruido, cuando se pasa por un bloque de medición DIN simultan-

do la sensibilidad del oído, cae considerablemente en el rango de 104 KHz. Mientras este rango incluye la mayoría de las armónicas bajas y los tonos fundamentales en alta, no es posible suprimirlo, incluso a poco volumen, sin tener pérdida de información o contenido. Por otro lado, el ruido en este rango es tan distorsionante que, si no es reducido, la cantidad de mayoría subjetiva obtenida es mínima.

Inclusive, en una transmisora de FM, donde se utiliza un preénfasis estandarizado por años, la utilidad de su aplicación está en duda. El problema primario es que los micrófono y equipo de grabación, rutinariamente reproducen las altas frecuencias en amplitudes tan grandes que resultan poco gratas cuando se ajustan los estándares de FM. Las transmisoras se ven forzadas a utilizar limitadores para evitar la sobremodulación, si desean mantener niveles razonables en frecuencias bajas y medias.

En la grabación de cinta magnética, es difícil usar el preénfasis, debido a que ocurre una saturación en cinta en altas frecuencias y bajo volumen. Mientras que las señales de alta frecuencia presentan problemas en los cassettes debido a su corto ancho de banda; añadir preénfasis complicaría más el problema.

Fig. 2.30



(Espectros de ruido medido con DIN de un cassette de bajo ruido de óxido férrico, desplegado en la pantalla de un analizador. La escala vertical es relativa, la medida de ruido DIN mostrada es de - 47 db, respecto a 200 n Wb/m. Una cantidad substancial de ruido presente encaja bien en el rango de los tonos fundamentales de la música).

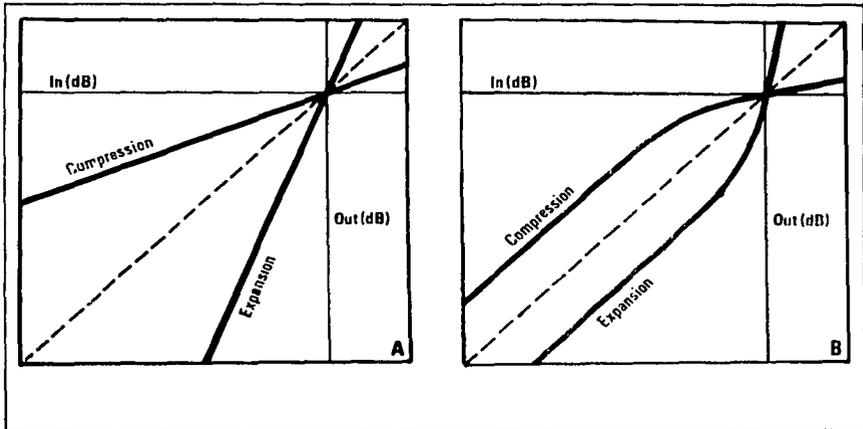
El problema más severo de los companders desde el punto de vista del que escucha, es el ruido por modulación. Cuando un compander convencional de banda completa es usado, los pasajes de bajo nivel son grabados a un nivel mayor que el normal, y son reproducidos a un nivel reducido, restaurando la señal correcta y reduciendo el ruido al mismo tiempo (Ver Fig. 31). Puede no haber un efecto de reducción de ruido durante los pasajes de alto nivel, debido a que éstos requieren un incremento en el nivel, durante la grabación, resultando una sobrecarga; entonces el compander simple requiere

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

que uno asuma que el ruido no es objetable cuando el nivel de señal es alto. Pero éste no es el caso en alto nivel, un tambor de graves no encubre el hiss de la cinta de alta frecuencia, como resultado, el tambor y otros instrumentos introducen ruido por modulación durante la reproducción. Cada nota está acompañada por un "SWISH", a medida que el nivel de ruido se incrementa con la duración de la nota. A la vez que no es audible en todo tipo de material musical, el ruido por modulación limita considerablemente la utilidad del compander.

La gran diversidad del material fuente (disco, cassettes, etc.) y la alta calidad de las grabaciones tipo master son los factores que realmente determinan las condiciones que debe ajustar un sistema de reducción de ruido de tipo doméstico. Se debe recordar que la gran mayoría de las personas que tienen equipo modular con muy baja distorsión y rango de frecuencias amplio, descartando efectos audibles que pasan como desapercibidos. Lo que es más, siempre emplean material que ya ha pasado por un sistema de NR (caso único en los Estados Unidos), al mismo tiempo, el costo de éste equipo no representa problema alguno para introducirse en el mercado.

Fig. 2.31



(Características de transferencia de dos compander convencionales. A tipo inclinación constante; B tipo alto nivel. Mientras la compresión y expansión son función de la amplitud de señal, en una banda de frecuencias sencillas, éstos companders pretenden suprimir el ruido).

El principio operacional del sistema Dolby tipo B, es una compresión-expansión a bajo nivel complementaria, en la que el rango de frecuencia varía en el ancho de banda, de acuerdo con los cambios de señal.

El ruido más objetable encontrado en equipo de casa está en las frecuencias medias y altas, desde 500 Hz hasta el límite más alto audible. En el interés económico del circuito, la acción del Dolby tipo B ha sido limitada a este rango. Un

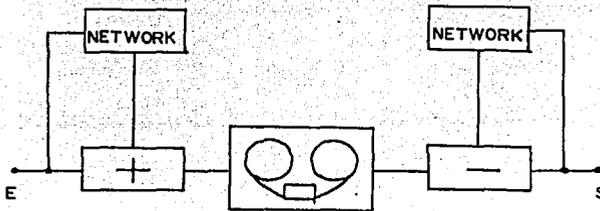
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

circuito de control de retro-alimentación ajusta los patrones automáticamente como una función de nivel de señal y espectro, de manera que la acción del sistema complemente la máscara psico-acústica del ruido. Un diagrama de bloques del sistema tipo B se muestran en la figura 32.

Los circuitos usados para la codificación y decodificación son similares y pueden ser considerados como el mismo circuito, switcheable según el caso.

Las características de compresión y expansión del Dolby tipo B están señaladas y referidas en el nivel Dolby, que es un nivel de referencia estandar específico internacional. En el caso de la cinta de cassette el nivel Dolby es un flujo de 200 n Wb/m; en transmisiones de FM, el nivel es +/- 37.5 KHz de desviación.

Fig. 2.32



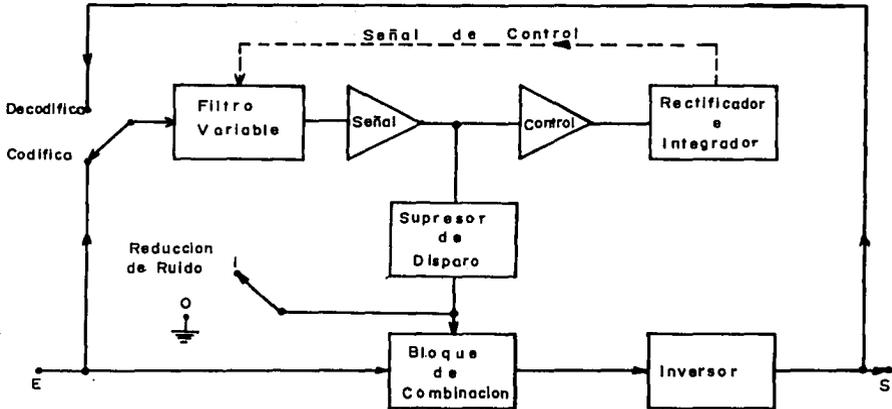
(Diagrama de bloque de circuitos de reducción de ruido tipo Dolby, como se usa en las cadenas típicas de reproducción de discos)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La figura 33, es un díagrama de bloque de un circuito tipo B switchable (codificador - decodificador). Existen dos trayectorias que sigue la señal de entrada: Una principal (en la parte inferior de la figura), en la cual no ocurre ningún cambio, solamente la amplificación lineal, y una secundaria, que es un filtro variable a través del cual sólo se permite el paso al nivel bajo y a los componentes de alta frecuencia de la señal de entrada. Para codificar la señal, la salida de la trayectoria secundaria es combinada con la señal en la trayectoria principal, de manera que se incremente; esto implica el nivel bajo, y las porciones de alta frecuencia de la señal. La decodificación es efectuada alimentando la trayectoria secundaria de la salida del circuito, que es opuesto en fase a la entrada (nótese la fase invertida en la figura). La trayectoria secundaria forma parte después de una reoalimentación negativa de corriente alterna, la cual reduce la salida, por lo tanto, la salida de la trayectoria secundaria es combinada con la trayectoria principal de tal forma que se decrementa. Por lo tanto, en el modo de decodificación, el circuito reduce el nivel de la información, la cual fué incrementada en nivel durante la codificación. Como lo indica la figura 33, la acción del circuito tipo B está controlada por la salida del filtro en la trayectoria secundaria.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 2.33



En la parte superior está señalado un nivel de entrada, el filtro paso-banda en turno, es modificado por la retroalimentación de la corriente directa.

A niveles por debajo del nivel de entrada, mismo que a frecuencias altas está alrededor de 40 db, debajo del nivel Doby, la salida del filtro no es suficiente para generar la retroalimentación de corriente directa; por consecuencia, la salida de la trayectoria secundaria es proporcionalmente simple al nivel de señal dentro del filtro paso-banda. La sal-

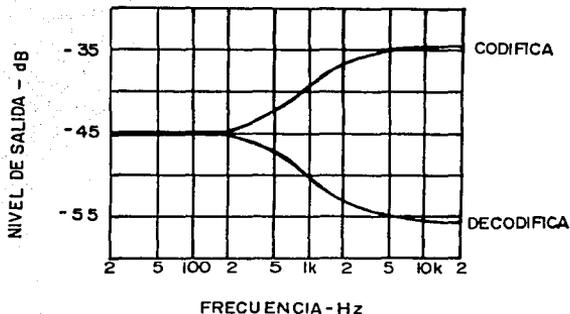
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

da del circuito es esencial como se muestra en la figura 34.

Conforme el nivel de señal sobrepasa el nivel de entrada, la salida del filtro de rectificación es regresada a la puerta donde es aplicada su retroalimentación negativa, saliendo el filtro de frecuencia de interrupción a fin de que la salida de la trayectoria secundaria se siga incrementando, no por mucho tiempo hace éso en proporción al cambio en nivel de señal.

Al tiempo en que el nivel de señal se hace más largo, el incremento de retroalimentación de corriente directa generada, restringe el ancho de banda del filtro, y cerca del nivel de salida Dolby en la parte secundaria no tiene efecto audible en la salida a bajas frecuencias, y el efecto con el incremento de frecuencia y decremento de nivel hasta unos 40 db - debajo del nivel Dolby en altos niveles, el efecto de la señal extra es tan pequeño que no tiene significancia; en bajos niveles, en la región espectral, en la cuál es requerida la reducción de ruido. El incremento durante la codificación es tanto como 10 db y es de considerable importancia.

Fig. 2.34

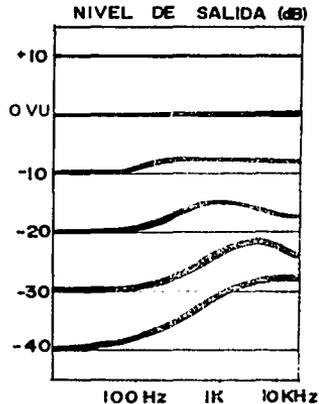


(La salida de los circuitos decodificador y codificador del tipo B sobre condiciones de señal de entrada de bajo nivel. Las dos operaciones son simétricas y el resultado es sobre todo una respuesta de frecuencia- la cual es un nivel).

La manera en la cual la parte secundaria cambia de ganancia constante a salida constante, es determinada por el ajuste de ganancia mediante el ciclo de retroalimentación. La variación exacta en el filtro paso-bandas con nivel cambiante es ajustado óptimamente haciendo el control del amplificador dependiente de la frecuencia. La respuesta de frecuencia total del circuito codificador tipo B, para diferentes niveles de entrada, es mostrado en la figura 35.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 2.35



(Características del procesador de codificación en varios niveles. La reducción gradual con incrementos de nivel eliminan cualquier posible sobrecarga en cinta).

Un compander operando sobre un rango de frecuencia angosto, debe ser diseñado para tomar en cuenta el problema de la modulación en ruido anteriormente discutido. Si algunos pasajes de alto nivel en el programa difieren lo suficiente en contenido de frecuencia de los componentes de ruido, ésta permanecerá audible durante el programa en muchos casos. De cualquier modo, éstos pasajes no pueden ser incrementados en nivel cuando son codificados, debido al peligro de la sobremodulación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El circuito tipo B funciona cuando ocurre una señal de alto nivel en su rango de operación; mientras que el control de retroalimentación cambia el rango hacia arriba en frecuencias. Esto elimina el peligro de sobremodulación, pero retiene completa reducción de ruido a frecuencia arriba de aquellas enmarcadas por la señal.

El tiempo de ataque del tipo B depende de la cantidad de rapidez del cambio de señal, por el diseño no lineal del integrador, variando desde unos 100 mili-segundos hasta un mil segundo. El tiempo de recuperación del integrador - rectificador es más corto que el sistema auditivo humano, como 100 mili-segundos.

Todos los compresores presentan sobre-disparo, incluyendo el tipo B. De cualquier modo, la dual usada hace posible que se reduzca la amplitud de los sobre-disparos en forma significativa. Un sobre-disparo que puede ocurrir sólo en la parte secundaria (donde se puede suprimir sin afectar la señal principal), es comparativamente pequeño, y esencialmente desaparece, cuando la señal es decodificada nuevamente. Cuando los niveles de señal son bajos, o cuando los cambios en la señal son leves, no hay problema de sobre-disparo, cuando los cambios en la señal son largos y rápidos, los diodos en la compuerta supresora de sobre-disparo limitan

los picos de sobre-disparo. Mientras ésto toma lugar en la parte secundaria, el resultado de la acción del supresor es limitar el sobre-disparo a una pequeña fracción del nivel total de la señal en la parte principal. Más tarde, por restricción de la supresión de sobre-disparo en la parte secundaria, es posible eliminar la introducción de distorsión a la señal codificada. Gracias a la acción complementaria durante la codificación, el pequeño sobre-disparo restante en la señal codificada es eliminado así como algún otro efecto introducido durante la codificación, la señal original es restaurada.

La figura 36 muestra el resultado de codificar y decodificar un pequeño estallido de 3 KHz, con cambio de nivel de -40 db a + 6 db.

Fig. 2.36



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

(Efecto del circuito tipo B en un tono de estallido; frecuencia = 3 KHz, duración del estallido = 12 mili-segundos; (a) entrada al sistema, (b) codificación, (c) codificación y decodificación).

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Las características del sistema de reducción de ruido Dolby tipo B pueden ser resumidas así:

- 1) Características de recuperación del programa, con garantía en respuestas de frecuencia, fase y transitorios. La distorsión en el tipo B es más baja que la de las grabadoras o selectores, en los cuales es usado.

- 2) Para incorporar un codificador tipo B, no se requiere modificación por parte de la emisora. El uso del sistema de reducción de ruido hace más amplias algunas mejoras, tales como: extensión de respuesta y rango dinámico, o reducción de distorsión por el uso de niveles de modulación más bajos, o alguna combinación de ellos.

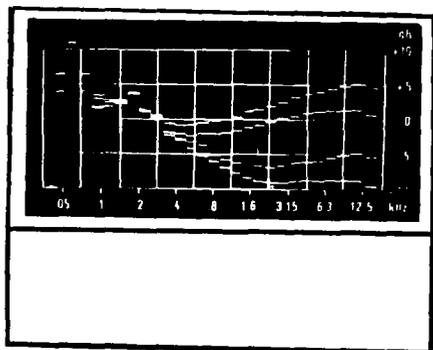
EFFECTOS SOBRE EL ESPECTRO DE RUIDO

La figura 37 es una exposición múltiple de la pantalla de un analizador de tiempo real de 1/3 octava, emitiendo una comparación directa del espectro de ruido en la salida de una grabadora de cassettes de alta calidad con diferentes tipos de

cinta y sin reducción de ruido. La curva 1) es la producida por una cinta de óxido férrico C-90, la curva 2) es de una cinta de dióxido de cromo C-90. La curva 3) es producida por la misma cinta 1), pero con el circuito tipo B, y la curva 4) representa al espectro de la cinta de dióxido de cromo pero con el circuito tipo B. Las cintas mostradas fueron calibradas con bias, antes de hacer mediciones; no se hicieron cambios de ajuste de control o ganancia durante las pruebas, más que ajustar la ecualización diferente para la cinta de dióxido de cromo (70 micro-segs.). De hecho, la mejoría en el nivel de ruido obtenida en la cinta de cromo, puede deberse a la ecualización; si éste cambio no se hace, hay una pequeña ventaja en la cinta de cromo, desde el punto de vista ruido. Por otro lado, la combinación de la cinta de cromo, ecualización de 70 micro-segs., y la reducción de ruido con el tipo B, resulta en una figura de 57 dB debajo del nivel - Dolby.

(Consultar la figura 2.37 en la pág. siguiente)

Fig. 2.37



Cabe mencionar, que un buen número de radio-emisoras en los Estados Unidos están utilizando el sistema Dolby tipo B para transmitir durante todo el día, con resultados satisfactorios, tanto para la estación, como para el radioescucha (previsto con sistema tipo B en su equipo de recepción).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

E.3) DOLBY TIPO C

Al igual que otros sistemas Dolby, éste es utilizado al tiempo de grabación como al de reproducción.

Al grabar, el circuito codificador del Dolby tipo C, incrementa selectivamente las señales de bajo nivel, a frecuencias medias y altas, las cuales son grabadas sobre la cinta en forma elevada (figura 38). Cuando ésta cinta es reproducida con Dolby tipo C (decodificador), el proceso es invertido, y las señales previamente elevadas son recuperadas a su nivel original, mientras el ruido añadido por la cinta es simultáneamente reducido (figura 39).

Al igual que los tipo A y B de Dolby, el tipo C opera únicamente a bajos niveles, donde el ruido es audible, dejando intocables los sonidos fuertes que enmascaran el ruido.

Este también es un sistema de banda deslizante, en el cual, la reducción total del ruido ocurre en cualquier momento al tiempo en que el espectro lo requiere.

Dolby tipo C, difiere del B en la cantidad en que las señales son elevadas en la grabación y atenuadas en la reproducción.

PROCESO DUAL-LEVEL

En el corazón del sistema Dolby tipo C, hay una técnica de procesamiento llamada dual - level (figura 40). Cada circuito codificador-decodificador, incorpora dos compuertas de banda deslizante semejantes en operación al procesador tipo B. Estas dos compuertas operan a diferentes niveles, y cada uno provee 10 db de: compresión para la codificación o expansión para la decodificación, debido a que los circuitos operan en forma paralelo-compartida, su efecto es el de multiplicar las señales (sumarlas o sustraerlas en db), por lo que dan un total de 20 db de compresión y expansión, y por lo tanto, 20 db de reducción de ruido. El proceso dual - level provee un control más preciso de la señal.

ESPECTRO ASIMETRICO Y ANTISATURACION

Dos innovaciones fueron incorporadas al tipo C en adición al circuito de proceso dual - level (figura 40). El espectro -

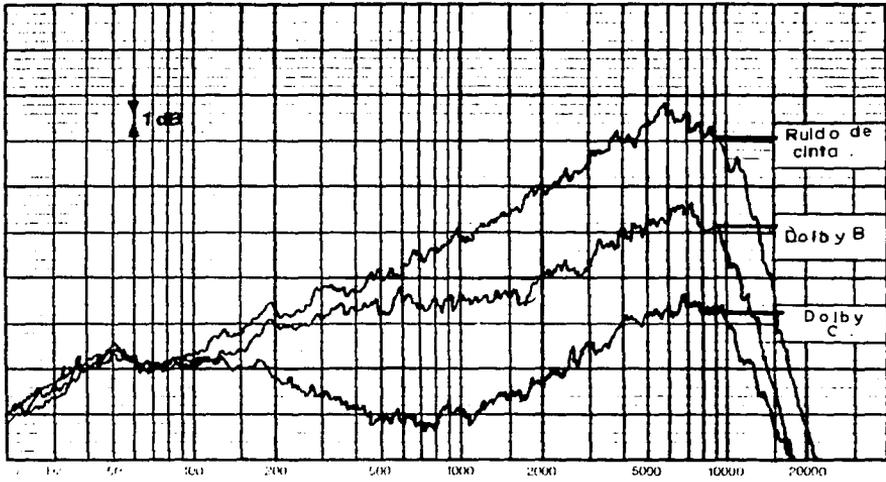
asimétrico reduce la posibilidad de error de codificación - decodificación, reduciendo la sensibilidad del circuito a las variaciones de frecuencia de respuesta sobre los 10 KHZ. Como resultado, las variaciones normales de alta respuesta de frecuencia encontradas en uso diario de una grabadora de cassette, tales como las causadas por una cinta que no es compatible con la grabadora.

La antisaturación, opera a altos niveles de señal para ayudar a prevenir la saturación de la cinta y sus efectos laterales, tales como pérdida de señal en altas frecuencias e incremento en la distorsión.

REPRODUCIENDO GRABACIONES CODIFICADAS CON DOLBY

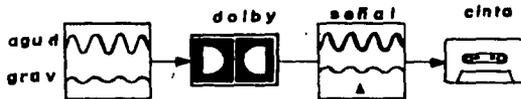
El Dolby tipo C no reemplazará al sistema tipo B, pero sí lo suplementa en mejoría en los modelos de grabadoras de cassette. Estos modelos están previstos de Dolby tipo B mediante un switch, de manera que grabaciones realizadas con Dolby B, si pueden ser reproducidas con Dolby C, por lo tanto toda grabación hecha con Dolby C puede ser reproducida en cualquier aparato provisto de Dolby tipo B.

Fig. 2.38



(Dolby tipo C provee 20 db de reducción de ruido sobre 1 KHz, mientras Dolby tipo B provee 10 db sobre 4 KHz, la gráfica muestra las curvas de señal sin reducción de ruido y aplicándole Dolby tipo B y tipo C.)

Fig. 2.39



(Grabación con sistema Dolby)

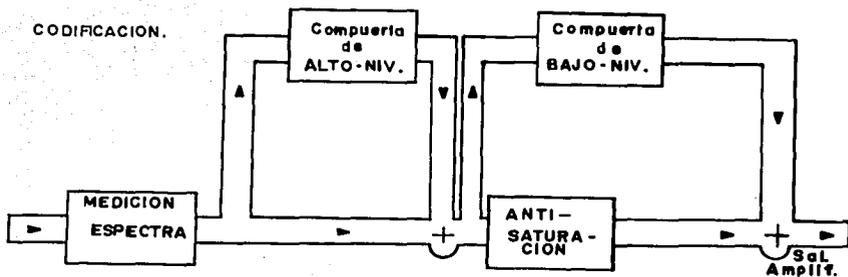
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 2.40



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 2.41



DECODIFICACION.

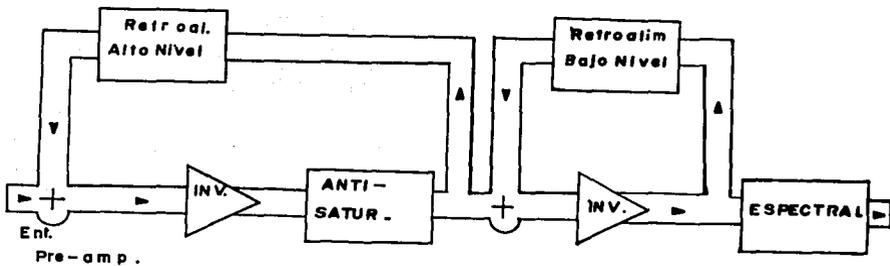


DIAGRAMA DE BLOQUE DOLBY-C.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

F) FILTROS

F.1) FILTROS SIMPLES

Este sistema consta de un circuito de control FET que analiza el material del programa y ajusta el ancho de banda de un filtro paso-bajos.

Actualmente el único sistema con filtros simples en el mercado, lo anuncia Logical Systems, mismo que además se vende en forma de kit para armar.

Los controles analíticos del sistema constantemente rastrean el programa y tejen el ancho de banda entre 1.5 KHz y 20 KHz, eliminando el ruido no enmascarado.

Un sistema de este tipo ofrece un máximo de 15 dB de reducción de ruido, con tiempos breves de ataque y restauración del programa, mediante una circuitería de control FET de bajo ruido, sin decodificación o codificación.

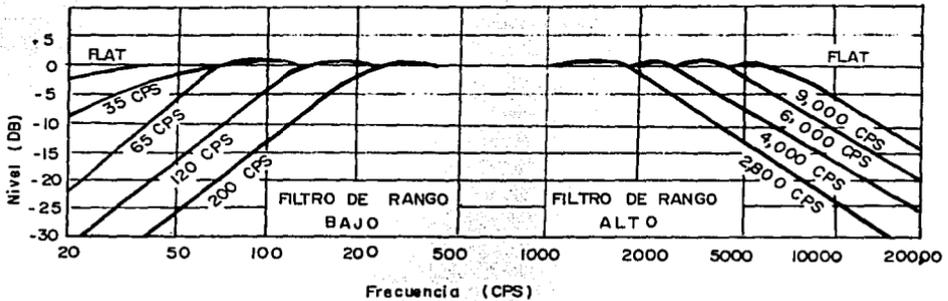
F.2) FILTROS DINAMICOS

Si a un filtro simple se le añade la capacidad de variar su ancho de banda, ampliándolo o reduciéndolo, así como su fre-

cuencia de corte, éste se denominará como filtro dinámico. Puede ser utilizado para reducir el ruido en altas y/o bajas frecuencias. Si éste sistema fuera totalmente automático, sería el más versátil.

Un filtro dinámico capaz de seguir la periodicidad de energía de alta frecuencia puede actuar o tomar lugar donde el enmascaramiento desaparece.

Fig. 2.42



(Efecto de los filtros de ruido)

Tiene una reducción de 15 db de ruido, consta de un circuito único mono-grave que mantiene la fase correcta de la señal - de bajas frecuencias entre los altavoces de graves, bajando

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

el rumblo de los componentes, un filtro dinámico de final-bajo reduce hasta 20 dB de subido y rumblo.

Este circuito analiza constantemente la señal entrante para amplitud, frecuencia y persistencia. Estos factores determinan la posición de los filtros de hiss y rumblo a cada instante. Los controles analíticos determinan que tan lejos y rápido debe abrir cada filtro, los tiempos de ataque y recuperación varían con el material del programa, es por ello, que interviene mucho el factor humano en la eliminación de efectos laterales audibles en éste tipo de procesos.

Cuando no hay señal presente, deben cerrarse los anchos de banda a 150 Hz y 1.5 KHz, que presuntamente, anulan respectivamente el rumblo de bajas frecuencias y el hiss de altas frecuencias, el ancho de banda al que trabaja éste filtro es de 20 Hz a 20KHz +/- 0.5 dB.

F.3) FILTRO INFRASONICO

El ruido infrasónico, un sonido cuya frecuencia cae debajo del rango audible; inferior a los 20 Hz., puede dañar severamente las bocinas de un altavoz, ya que, a pesar de que no genera ruido, produce una fuerte vibración sobre los elemen-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

tos del woofer, la cual puede desconarlo.

Otro problema del ruido infrasónico, es la cantidad de poder que le roba el sistema, así como el incremento de distorsión en las frecuencias audibles.

La distorsión infrasónica puede ser generada por el rumbler del tornamesa, el brazo y resonancia de la pastilla, y especialmente discos en mal estado. Una distorsión de frecuencias resulta cuando el cono de la bocina pretende reproducir frecuencias infrasónicas y frecuencias audibles simultáneamente. Estas frecuencias audibles están siendo limitadas por el woofer mientras se mueve de adelante hacia atrás, si estas frecuencias dejan al cono cuando se está moviendo hacia atrás, el tono disminuye, y por el contrario, aumenta cuando el cono avanza.

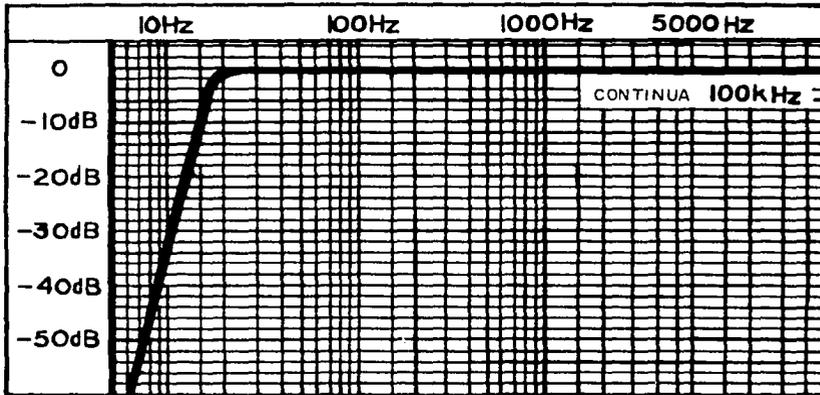
Pero si el sonido es altamente amplificado, se origina un movimiento excesivo y muy disperejo en el cono, resultando una fuerte distorsión y una rotura posterior en el alambre de la bobina.

Una manera sencilla de comprobar el ruido infrasónico sería el quitar el enrejado de tela de un altavoz, para poder ver bien el woofer, después tocar un disco en mal estado y ob-

servar si existe un movimiento excesivo en la bocina, aún -
sin haber música presente,

La finalidad de un filtro infrasónico es tomar éste sonido y
permitir al escucha una limpieza total del sonido audible re-
duciendo la amplitud de la distorsión. La figura 43 muestra
la curva de respuesta de un filtro infrasónico, se puede ob-
servar que la curva presenta una caída pronunciada desde los
20 Hz y pendiente constante flat hasta los 100 KHz.

Fig. 2.43



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

F.4) FILTRO DINAMICO DE RUIDO DNF

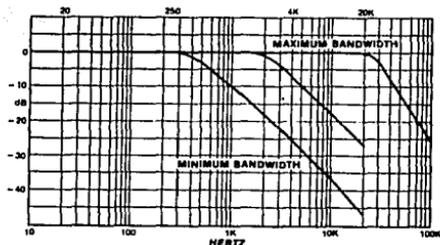
En la reducción del ruido, el filtro dinámico de ruido DNF, actúa como un amplificador de ganancia unitaria, y bajo otras condiciones como un filtro de paso-bajos variable con frecuencia de cortes de 500 Hz a 3 KHz y un rango de atenuación de 9 dB/octava. La capacidad máxima de reducción puede llegar a 30 dB, con una mejora total de 5 dB a 14 dB. Tiene una respuesta de frecuencia de 10 Hz a 20 KHz +/- 0.3 dB de distorsión.

Para su mejor aprovechamiento, conviene se conecte a la entrada del pre-amplificador o directamente a la grabadora, antes de realizar la amplificación.

Trabaja en función a un controlador automático de ancho de banda y un filtro de multi-compuertas no lineal complejo. Este controlador mide el contenido de alta frecuencia de la suma de los canales de entrada del material fuente y ajusta el ancho de banda, de acuerdo al nivel y la frecuencia. Un filtraje dinámico es almacenado, mientras que el controlador de ancho de banda genera un voltaje de corriente directa para regular la frecuencia de corte del filtro constantemente. Los cambios del ancho de banda, en el filtro, ocurren gradualmente en bajos niveles, pero lo suficientemente rápidos para rastrear la señal.

La reducción del ancho de banda y tiempo de restauración se adaptan automáticamente a la señal, y varía de 50 milisegundos a 1.5 segundos. El tiempo de restauración debe ser lento para prevenir la modulación y distorsión consecuentes, y lo suficientemente rápido para que el filtro pueda rastrear la siguiente nota.

Fig. 2.44



Sin señal alguna, el filtro atenúa las altas frecuencias, así como el ruido, como lo muestra la curva inferior, unos 38 dB a 10 KHz. Una pequeña señal de alta frecuencia es suficiente para extender el ancho de banda y reducir la atenuación, como lo muestra la curva central.

Una señal aún mayor, de alta frecuencia, extiende gradualmente el ancho de banda hasta que la respuesta sea de +/- 0 dB a 20 KHz.

F.5) SUPRESOR DINAMICO DE RUIDO SCOTT

Un método generado en 1946, fué el supresor dinámico de rui-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

do, hecho por el señor H.H. Scott. El sistema funciona de la siguiente forma: El ruido, que se extiende en el rango entero de frecuencias, le resultó molesto en la región de altas frecuencias, y encontró que podía reducirse, restringiendo el ancho de banda hasta cortar las altas frecuencias, sin embargo una atenuación fija de esas altas frecuencias reducían la respuesta del sistema.

Música sobre un cierto nivel, logra opacar completamente el ruido. En bajos niveles el ruido podía ser enmascarado, dependiendo de las características de la música y el ruido. De manera que se resolvió hacer del supresor dinámico de ruido un sistema dinámico de paso-banda automático.

Este principio, con grandes modificaciones, es el empleado - hasta ahora por un gran número de compañías relativas a la supresión y/o limitación del ruido, a base de filtros dinámicos.

6) U.L.M

Dentro de la generación de tornamesas de alta fidelidad, Dual presentó el brazo U.L.M. (Ultra Low Mass). El U.L.M. presenta las siguientes características: armonía musical an-

ti-resonante, suspensión de balancín giroscópico, unidad de dirección con circuito integrado tipo CMOS, para filtraje del rumblo, con las ventajas de un seguidor más preciso, mejor reproducción en altas frecuencias y una extensión de grabación viva.

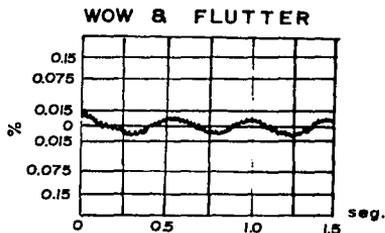
El diseño tubular de línea recta, en el brazo, es más ligero y delgado, el balancín giroscópico de cuatro puntos, es un sistema de suspensión de masa total efectiva en el brazo del sistema, menor a los 8 gramos, aproximadamente la mitad de la masa de brazos y cartuchos convencionales.

El cartucho pesa por sí sólo 2.5 gramos, incluyendo el bracket, soporte, pastilla y conexiones, la masa delgada en movimiento es de sólo 0.4 miligramos, con baja distorsión armónica y un campo de protección del hum de 6 a 12 dB.

El principio de manejo directo, en el cuál el eje del motor es también el uso del disco, ha sido desarrollado con la precisión típica de 0.1. Los rangos de vibración y alteración, están al nivel de los archivados, pero serán mantenidos a operación constante de 0.003 de wow and flutter WRMS.

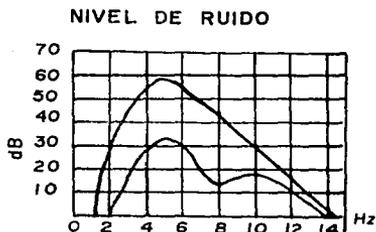
(Ver figura 2.45)

Fig. 2.45



(Nivel de ruido random de discos musicales usuales, medido - con un brazo de masa de 18 gramos contra un brazo U.L.M. de 8 gramos).

Fig. 2.46



(Gráfica de wow and flutter medido con DIN 45 545 WRMS. Resultado: El brazo U.L.M. transmite sólo el 50% del ruido de energía al cartucho).

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

H) PHASE LINEAR

Este sistema trabaja a base de un expansor de rango dinámico, un sistema correlacionador, y una serie de filtros. En primer lugar se encuentra el circuito correlacionador que consta de:

- a) Circuito de amplificación logarítmica: el cual es un amplificador de compresión diseñado para llevar y generar el filtraje necesario para el autocorrelacionador, por frecuencias bajas, altas y paso-banda.

La señal de entrada y amplificada, es filtrada por un filtro paso-altas y aplicada a un VCA. La señal de salida del VCA es amplificada para restaurar la ganancia perdida para poder ser rectificadas y filtradas a media onda con un voltaje de corriente directa correspondiente, aplicados ambos a una portadora de control VCA. Este voltaje y señal una vez regulados por un seguidor emisor da una compresión a la señal de aproximadamente 2:1 y permite una sensibilidad al autocorrelacionador a ser ajustado, al mismo tiempo que se calibra la baja frecuencia de los filtros de baja frecuencia paso-banda.

- b) Circuito de filtraje: éste tiene un panel conteniendo los filtros, buffer de almacenamiento instantáneo de señal - (para desarrollar óptimamente la función de rastreo), rec

tificadoras de corriente directa e inversores de señal ne
cesarios para abrir o cerrar las ventanas correspondien-
tes en el circuito de compuertas.

En forma más detallada, éste circuito contiene 4 filtros
activos de alta ganancia doble selector, los cuales cen-
tran frecuencias a 200 Hz, 4 KHz, 7 KHz y 12 KHz: la sal
da de cada filtro es aplicada a un emisor seguidor, para
después ser rectificadora a media onda y almacenada, ya fil
trada en la compuerta del buffer. La salida del buffer es
un voltaje de corriente directa negativo, que corresponde
a la presencia o ausencia de material musical en esa ban-
da de frecuencia, voltaje que invertido y aplicado deter-
minará el funcionamiento del circuito de compuertas.

- c) Circuito de compuertas: tiene entre los elementos princi-
pales 4 filtros paso-bandas tipo gemelos-T que correspon-
den a las frecuencias centrales, separados en compuertas
señaladas por medio de diodos. Cada filtro tiene dos dio-
dos encontrados, los cuales al ser alimentados por el vo
ltaje generado en el circuito anterior, permiten a la se-
ñal pasar a través de los filtros gemelos-T, sin atenua-
ción. Pero si sucede lo contrario, los filtros atenúan la
señal entrante (ruido). Este toma la respuesta combinada
de dos o más filtros gemelos-T para obtener un total de

7.5 dB de reducción de ruido.

Por último se presenta el circuito expensor, que tiene un nivel de presión de sonido variable con expansión lineal de 6 dB y 1.5 dB de limitante de pico.

Tiene una distorsión armónica total de 0.0% con un rango de frecuencia de 20 Hz a 20 KHz +/- 1 db.

La reducción de ruido se realiza a varios niveles de señal, referidos por la acción de los filtros: a baja frecuencia, comienza a 20 Hz y a alta frecuencia a 2 KHz, alcanzando una reducción de ruido de:

20 db a 20 Hz

25 db a 5 Hz

10 db de 20 Hz a 20 KHz

Fig. 2.47

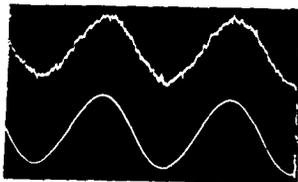


(Gráfica del analizador de espectros del ruido de fondo de una transmisión de FM no codificada, la porción inferior muestra la cantidad de hiss almacenados por la señal procesada).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la siguiente figura, la curva senoidal superior aparece distorsionada, debido al ruido que envuelve a la señal, la onda senoidal inferior muestra la misma señal procesada con el Phase Linear.

Fig. 2.48



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO III

APLICACION DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE REDUCCION DE RUIDO

CAPITULO III

APLICACION DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE REDUCCION DE RUIDO

A) INTRODUCCION

Los sistemas de reducción de ruido presentan una aplicación típica en la grabación y reproducción de señales de audio, misma que ya fué ampliamente descrita en el capítulo anterior. Sin embargo, ésta no es la única aplicación que tienen, en el proceso de señal, en todos los diferentes sistemas de comunicación, la reducción de ruido se ha vuelto un soporte fundamental, mismo que día a día se está extendiendo con mayor fuerza.

Un análisis de los sistemas de comunicación, nos llevaría un gran volumen de hojas, indicando en ellas cuáles son las necesidades y requerimientos de reducción de ruido en cuanto a proceso de señales, por ello, en éste capítulo hacemos referencia a las aplicaciones más comerciales de los sistemas de reducción de ruido disponibles en el mercado. Cabe mencionar que en todo proceso de señal siempre se presentan problemas -

tales como la interferencia, pérdida de señal, corrientes parásitas, distorsión y ruido, de tal forma que en comunicaciones telefónicas, micro-ondas y vía satélite será necesaria la comunicación de aparatos que contemplen todos éstos problemas en uno sólo.

A continuación presentaremos sólo algunas aplicaciones típicas de reducción de ruido, exclusivamente, haciendo referencia a los dos sistemas de aceptación mundial en el ramo de audio frecuencia.

B) PROCESO DE SEÑAL DE RADIO-EMISORAS

Una dificultad persistente que enfrentan las radio-emisoras, es aquella de tratar de mantener un consistente alto nivel de calidad de audio cuando se switchéa, ya sea para anuncios vivos en el estudio, para discos, cartuchos, entrevistas o cobertura remota de eventos locales. Dentro del estudio, al momento de transmitir, el micrófono, así como los discos, presentan buen sonido, excepto por rugosidades y ruido en la superficie, los cartuchos se estrangulan y en general presentan caídas en los picos altos y saturación en altas frecuencias, las transmisiones remotas están plagadas con zumbidos y otro tipo de basura, tomados en las líneas. La solución más simple será la de reducir la calidad del programa, reduciendo su rango dinámico, o corriendo el canal de audio del estudio a través línea telefónica, esto provee un retardo en la cinta pa

ra evitar pérdida. Este procedimiento, difícilmente se mantendrá en la idea de producir alta fidelidad, por lo que es necesario otro método diferente.

C) DOLBY FM

Mientras que los discos y equipos de sonido han sido perfeccionados para proporcionar más alta fidelidad, las radio-difusoras de FM, han estado bajando el nivel de agudos en las señales que transmiten, con el propósito de quitar el ruido, pero opacan la señal.

Una solución fue la de aplicar el sistema Dolby durante la transmisión. Ya que las estaciones se interesaron más acerca de la calidad del sonido al transmitir sin tener que sacrificar agudos, lo que se logró con ésta solución.

Es necesario hacer notar, que ninguna estación de FM en México ha probado el sistema Dolby para realizar sus transmisiones, por lo que éste es aplicable sólo en los Estados Unidos y países Europeos.

El sistema Dolby FM, trabaja de la siguiente forma:

Todas las estaciones de FM quieren transmitir su señal lo más fuerte po

sible, algunas lo hacen para tratar de atraer más radioescuchas, otras lo hacen para evitar perderlos, de cualquier forma, el resultado puede no ser menos aceptado.

Desafortunadamente, la única manera en que las estaciones pueden transmitir una señal fuerte, por diversas razones, incluyendo algunas transmisiones estandares sobremoduladas, es usar circuitos limitantes de alta frecuencia. Estos son controles automáticos de agudos, lo que recorta los altos picos en la música. En algunos casos, algunas estaciones transmiten tan fuerte una señal que éstos operan casi todo el tiempo.

Una estación que esté transmitiendo una señal de FM con Dolby, aplica la reducción de ruido Dolby tipo B a ésta señal, y reduce el pre-énfasis de alta frecuencia de la señal, entonces la estación puede reducir o eliminar el efecto de los limitadores de alta frecuencia, ésto es, regresar los agudos a donde deberían de estar.

Si se tiene un radio convencional de FM para coche, el sonido que se va a escuchar no va a tener un gran cambio. Pero en algún aparato equipado con circuitos de codificación Dolby, recobrará la señal original completa, con un perfeccionamiento de 8 db en altas frecuencias. Además, si vive donde la señal es débil, se tendrán 5 db menos de ruido de fondo. Con ésto las emisoras de FM han mejorado considerablemente en sus transmisiones.

Fig. 3.1



COMO PROBAR EL DOLBY FM

Desafortunadamente, es imposible hacer una comparación directa entre el Dolby FM y una estación de FM convencional, cuando se escucha una estación con Dolby FM, no se pueden conectar y desconectar los circuitos de Dolby en la estación, mientras conecta y desconecta los circuitos del receptor. Como resultado todo lo que se puede comparar son estaciones convencionales, las cuales son cosas muy diferentes.

Los beneficios reales del FM Dolby, como cualquier otro perfeccionamiento que usted pueda hacer a un sistema estereo fino, son mejor apreciados

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

dos cuando se escucha prolongadamente, y comparando el sonido del FM -
Dolby con lo que usted ha aceptado como norma para el sonido FM.

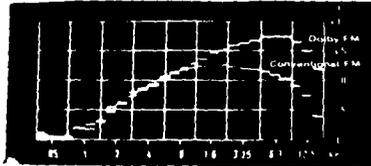
Sin embargo, hay una manera con la que se puede probar claramente que
el Dolby FM dá a las estaciones la oportunidad de emitir con más alta -
frecuencia:

- 1) Apagar el filtro de bajo ruido y sintonizar un espacio
en blanco en el selector, de manera que reciba hiss pu
ro en alto nivel como una señal de pruebas.
- 2) Apague y compare entre el Dolby FM y el FM convensio-
nal.
- 3) Escuche el contenido incrementado en altas frecuencias
en el modo Dolby FM.

En la posición Dolby FM la señal de prueba tendrá un rango de calidad a
blerta. La diferencia muestra que tanto puede subir los agudos una esta-
ción de FM.

(Ver Figura 3.2)

Fig. 3.2



El hiss entre estaciones de FM es equivalente al ruido blanco en cualquier estación transmisora, como una señal de prueba conteniendo una gran cantidad de energía de alta frecuencia. Esto es representado gráficamente por medio de líneas.

Las curvas muestran que tanta información de alta frecuencia en altos niveles puede proveer Dolby FM, +/- 8 db a 10 KHz. Un FM convencional puede atenuar señales fuertes ricas en altas frecuencias como percusiones y metales.

D) GRABACION DIRECTA A DISCOS

Durante los 70's, se introdujo un nuevo aprovechamiento en la grabación para discos master. Este involucra el corte sobre el disco master en -

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

tiempo real, en lugar de almacenar la música en la cinta magnética, la señal de la consola mezcladora es amplificada y alimentada directo a la pastilla de corte, sobre la laca del master.

Los avances en el diseño de equipo de corte directo, permiten producir grabaciones que únicamente son superiores a los discos convencionales - producidos con cintas analógicas, eliminando así los problemas que acarrea una grabación en cinta magnética, como lo son el hiss, cruce de canales, distorsión o saturación, wow & flutter, etc.

Discos grabados con éste método presentan un gran incremento de claridad en pasajes musicales complejos, particularmente aquellos que presentan fuertes momentos de percusiones.

Mientras que su superioridad sónica sobre los discos convencionales aparece inmediatamente, las grabaciones directas a disco aún pelean con el rango dinámico y con el ruido de superficie, éste último principalmente por la calidad del vinil. Sin embargo las grabaciones directas a disco tienen otros inconvenientes potenciales, como:

- 1) Imposibilidad de evitar el material
- 2) El tiempo de reproducción se decreta por lado, ya que el corte de la laca se debe cortar manualmente.
- 3) La cantidad de discos que se pueden hacer es limitada (ya que no hay una cinta maestra para poder cortar nuevos dis-

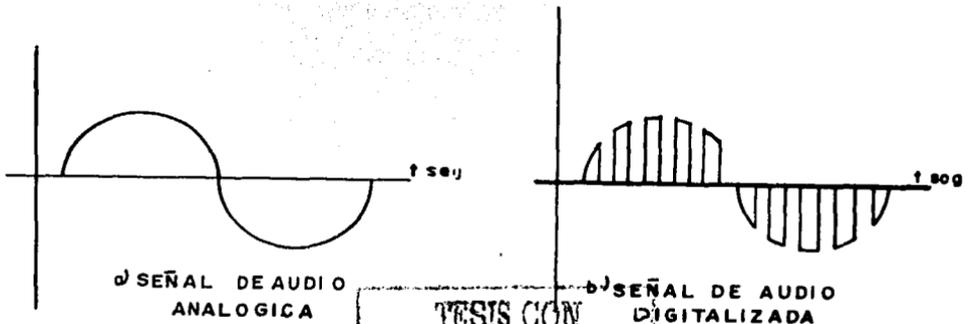
cos master cuando sea requerido).

E) GRABACION DIGITAL

La grabación digital involucra el almacenamiento de la música en la cinta magnética con la señal de audio analógica reemplazada por su codificación en pulsos binarios.

Básicamente, cuando la música es grabada digitalizada, su forma de onda es muestreada electrónicamente muchas veces por segundo (algo como 50,000 veces por segundo), para producir una secuencia de números o pulsos que, en función del tiempo, representan una réplica de la forma de onda analógica original del material. La secuencia de los pulsos binarios (combinación de unos y ceros) es generada por un convertidor analógico a digital, conectado a la entrada de la grabadora de cinta.

Fig. 3.3



SEÑAL DE AUDIO
ANALOGICA

SEÑAL DE AUDIO
DIGITALIZADA

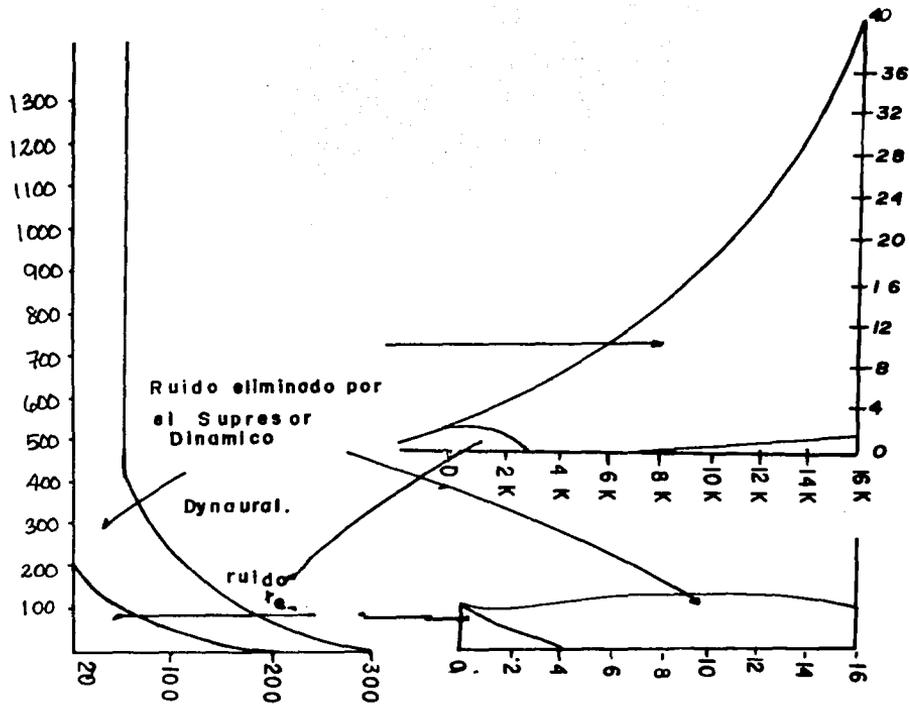
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuando la cinta es reproducida (para cortar el disco master, por ejemplo), los pulsos binarios son leídos por la cabeza grabadora, y su secuencia es traducida a una señal analógica vía un convertidor digital a analógico. La gran ventaja que presenta una grabación digital, al leer sólo la secuencia de pulsos binarios, es que se ignora la distribución al azar de las partículas magnéticas en la cinta, para una grabación -analógica es traducido a hiss en cinta, por lo que en una grabación digital se presenta sólo la señal y no el hiss de cinta, lo que es más, está exenta de distorsión, tal como el wow & flutter, aliento o cruce de señal.

Un sistema digital con base de 16 bits, es capaz de grabar música con rango dinámico de 90 db sobre un rango de frecuencia completo, con un muestreo de 50,000 veces por segundo. En forma semejante, es disponible un rango dinámico de 85 db con un sistema digital de 14 bits. Así, la edición de cintas puede realizarse electrónicamente y no físicamente como se acostumbra. Y mejor aún, las cintas digitales son inmunes a la degradación causada por un largo tiempo de almacenamiento y pueden ser duplicadas por muchas generaciones, sin pérdidas de calidad de sonido.

(Consultar fig. 4)

Fig. 3.4



(Ruido y Supresión de ruido en discos)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

F) COFICACION dbx.

Hay varias razones por lo que la reducción de ruido de discos ha sido ignorada. De manera que para hacer comercialmente factible la producción masiva de discos, algunos requerimientos han sido desplazados, tal como utilizar equipo caro o complicado. Al mismo tiempo debería conseguirse una gran reducción de ruido para hacer el sistema realmente atractivo, aún siendo más caro el precio del disco. Lo que es más, la producción de discos sin ruido no debería cambiar el proceso de grabación y manufacturación de discos.

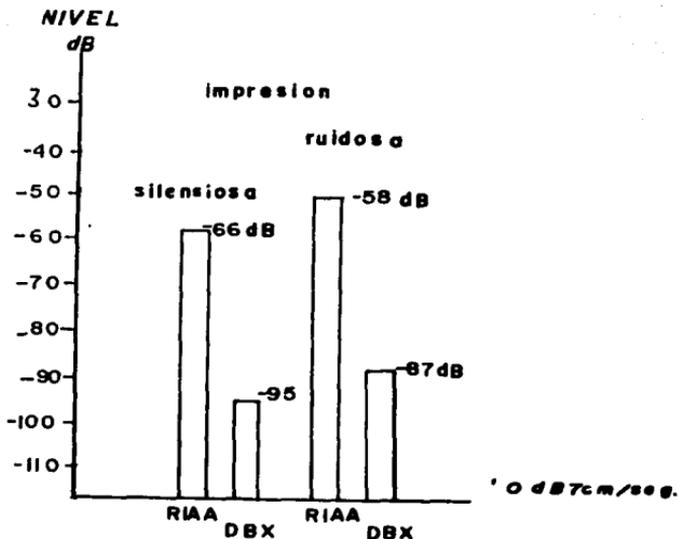
El ruido de superficie es especialmente molesto en discos de música clásica, y en menor grado en música rock, pop y otros estilos. Pero si es atacado al momento de producir el disco, se obtiene una pobre calidad de grabación.

Un prensado con rango dinámico de 60 dB se puede considerar excepcional, lo normal es de 40 dB a 50 dB. El dbx II está colaborando en el proceso con algunas compañías de grabación, para producir versiones codificadas con dbx, de muchas grabaciones del pasado y del presente. Muchas de estas grabaciones ya están disponibles con dbx.

Estos discos codificados con dbx virtualmente no tienen ruido de superficie y pueden tener un rango dinámico en exceso de 100 dB.

(Consultar Fig. 3.5)

Fig. 3.5



MÉTODOS DE REPRODUCCIÓN.

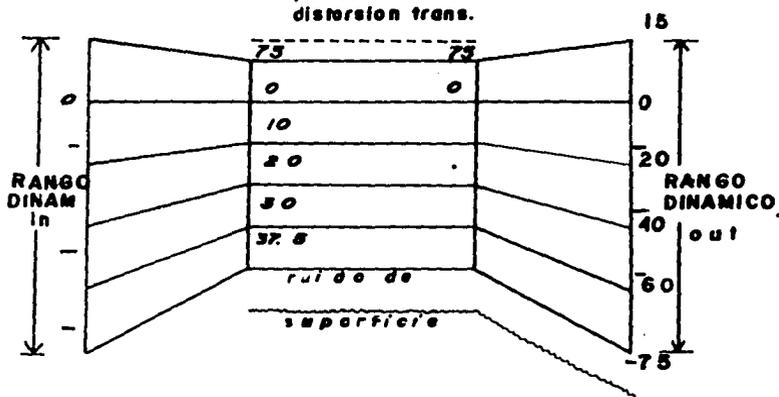
Una de las aplicaciones primarias del dbx es en el cuarto de control, donde muchos canales de codificación pueden encuadrar en un dispositivo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

(a la salida): máquinas de cartucho, preamplificadores, líneas telefónicas, etc. También dbx entra en el cuarto de producción para cintas de grabación y videocintas, donde su modo decodificador permite checar rápidamente la calidad del audio. En el campo y en el estudio, dbx provee a las señales codificadas de transmitir sobre líneas telefónicas o enlaces de micro-ondas. Con la adición de reducción de ruido a las estaciones de sonido, las diferencias de rango dinámico entre estas fuentes se vuelven tan pequeñas que no tienen consecuencias. Cuando se usa cualquier sistema de reducción de ruido, asegúrese de tener ecualizadores, compresores, etc., fuera del ciclo cerrado codificador-decodificador de dbx. Mientras que la relación de compresión-expansión lineal de 2:1 asegura que las variaciones de nivel no causaron errores de codificación, cualquier alteración de respuesta de frecuencia o rango dinámico introducirán problemas de rastreo de pistas.

(Consultar página sig. Figura 3.6)

Fig. 3.6

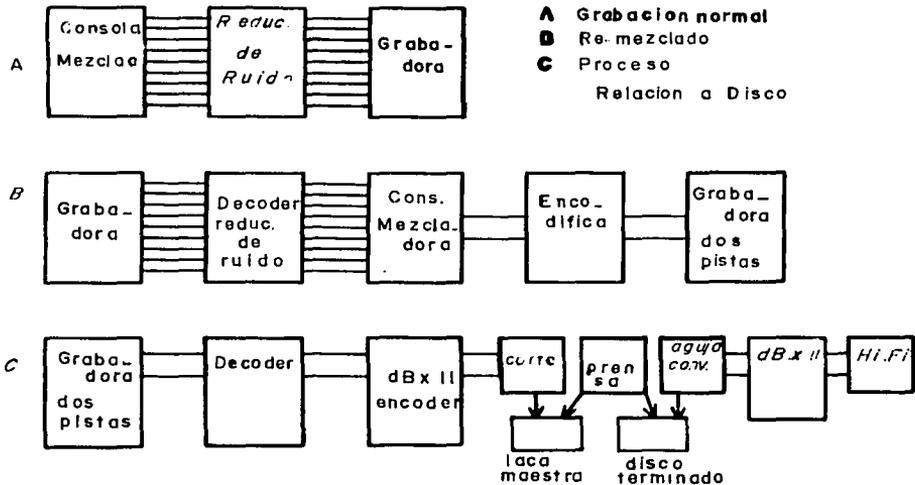


Otra aplicación del dbx es orientada a la radio-difusión, por medio de un compander, realizado en una base OEM (Original Equipment Manufacturers) para ser usado en la compresión de señal de audio, enviada alrededor del mundo con enlaces vía satélite, para éste tipo de aplicación se utiliza un compander con relación 3:1 con bloque de trabajo de pre-énfasis y de-énfasis altamente especializado, respuesta de frecuencia y especificaciones de rastreo muy firmes.

(Consultar página sig. Fig. 3.7)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 3.7



G) SISTEMA DE TRANSMISION DE SONIDO ESTEREOFONICO PARA TELEVISION

Un sistema compatible de transmisión de sonido estereofónico para televisión, para transmitir señales de audio izquierda y derecha en forma conjunta (señal/transmisión), con una estación de televisión con in formación de video convenidas en una portadora de amplitud modulada de

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

cualquier canal de televisión que tenga definidos los límites de frecuencia (portadora + banda lateral).

Este sistema incluye en la transmisora, un generador multiplexor para generar señal compuesta, teniendo un primer componente representativo, de las señales de audio y un segundo componente con la sub-portadora de amplitud modulada portadora suprimida (AMPS), representativo de la diferencia entre las señales de audio, y un componente piloto, representando la fase y frecuencia de la sub-portadora.

La señal compuesta, es utilizada para modular la frecuencia de una portadora de sonido para obtener una componente de señal de radio-frecuencia (RF) que es sumada al canal de televisión en un espacio de frecuencia discreta de la portadora de video.

Este sistema incluye un receptor para convertir el canal de transmisión a una frecuencia intermedia, un filtro para separar la señal de sonido y un detector para derivar la señal compuesta de la señal de sonido. La señal compuesta es demodulada en una compuerta de demodulación estéreo, para entregar las señales de audio derecha e izquierda.

H) SELECCION DEL SISTEMA OPTIMO

ELECCION DEL SISTEMA OPTIMO

SISTEMAS

dbx I
dbx II

V E N T A J A S

- * Alto acabado de reducción de ruido
- * Reduce de 20 a 30 db.
- * Calibración inicial no crítica.
- * Aceptación significativa por manu
facturadores y usuarios de equipo
de cintas profesionales y semi-pro
fesionales.
- * Mejora considerablemente, la rela
ción señal- a -ruido.
- * Reduce ruido y distorsión.
- * Comander trabaja con octavas

D E S V E N T A J A S

- * Escases de programa y material pre-
procesados comercialmente (discos y
cassettes).
- * Compatibilidad nula con otros siste
mas de reducción de ruido.

...#

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SISTEMAS

Dolby A-B-C

V E N T A J A S

- * Gran cantidad de material pre-procesado comercialmente.
- * Reduce de 10 a 20 db.
- * Capacidad de intercambio con cintas grabadas y maquinas.
- * Un grado de compatibilidad con otros sistemas sin decodificador.
- * El equipo tiene un precio razonable y ampliamente disponible, ya sea integrado o separado.

D E S V E N T A J A S

- * El grado máximo disponible en reducción de ruido, incomoda relativamente en altas frecuencias.
- * La calibración inicial resulta crítica para los mejores resultados.

LOGICAL SYSTEMS
(Filtros Simples)

- * Elimina por completo el ruido.

- * Este sistema solamente es disponible en Kit para armar.

- * Al eliminar el ruido, elimina parte del programa musical, debido a su corto ancho de banda.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

...#

SISTEMA

VENTAJAS

DESVENTAJAS

(Filtro Dinamico)

* Enmascara perfectamente el ruido en
tre los 1.5 KHz y 20 KHz.

* Mejora la relación señal-a-ruido.

* Debido a su capacidad de ancho de
banda, NO elimina el ruido presente
en frecuencias muy bajas (RUMBLE) o
muy altas.

* Atenúa el ruido sólo 5 db.

(Filtro Infrasónico)

* Reduce el ruido de 20 hz para abajo,
lo que no hace ningún otro sistema.

* T O D A S

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

De acuerdo a las características dinámicas que se seleccionaron para la reducción de ruido, el sistema óptimo, a nuestro criterio, es el dbx II, ya sea en equipo de laboratorio o profesional, o equipo comercial. Para afinar esta hipótesis, nos hemos basado en las propiedades físicas, electrónicas y de señal que presenta con respecto a otros sistemas. Y para complementar más aún este estudio, decidimos analizar el mercado de consumo, de sistemas de audio y derivados, en lo que a sistemas de reducción de ruido se refiere, obteniendo en estadísticas que dbx es el sistema de mayor demanda, confirmando nuestra selección. Con datos obtenidos, gracias a la Revista Stereo Review, la siguiente tabla de consumo en porcentaje.

dbx	52.43%
Phase Linear	10.6 %
Burwen	7.3 %
SAE	7.0 %
Sanyo	3.3 %
Garrard	2.7 %
Nakamichi	1.3 %
TEAC	1.0 %
HEATH	0.49%
Pioneer	0.49%
MXR	0.29%
Ace	0.20%
Otros	12.9 %
	<hr/>
	100.00%

Nota: Para mayores referencias, consulte el estudio Económico de Stereo Review Buyer: Publicado por ZIFF-DAVIS PUBLISHING Co., One park Av, New York. En Octubre de 1980.

La tabla anterior no refleja el precio de los sistemas, si se hace referencia a la tabla de precios en el capítulo 5, se podrá constatar que el sistema dbx se encuentra entre los sistemas más caros, y aunque parezca risible, ahora sí se puede aplicar la leyenda de "LO BUENO SALE CARO". Si la persona, que leyendo ésta tesis, prefiere adquirir un sistema más económico, tendrá que sacrificar la oportunidad de realizar lo que se obtiene con el sistema dbx.

Un rango dinámico de hasta 110 dB sin problemas de saturación o distorsión y corto del material musical en los extremos de su rango de frecuencias.

Haciendo comparación con Dolby o Phase Linear, los dos sistemas más cercanos, dbx presenta la oportunidad de regular el grado o cantidad de compresión o expansión al gusto del operario del equipo. Expresamente sus Modelos 118 y 128 pueden comprimir desde una relación 1:1 incrementándose logarítmicamente hasta 1:5, lo que ningún otro sistema puede realizar, con la base de compresión-expansión por escalones, es decir, por límites de frecuencias y octavas en función a la intensidad de volumen. Y por si todo esto resulta breve, además del compander, dbx presenta el sistema de reducción de ruido, integrado en un mismo gabinete, pudiéndose utilizar con grabaciones no codificadas por dbx, si se toman las medidas pertinentes de la relación de señales.

CAPITULO IV
MEDICIONES Y DATOS EXPERIMENTALES

IV.1 INSTRUMENTACION Y EQUIPO

1.1 VOLTMETRO

Para medir el voltaje del ruido, se requiere de voltmetros muy sensitivos, ya que se va a tratar con voltajes en el rango de fracciones de los microvolts. Un voltmetro regular de laboratorio no es capaz de medir el ruido, debido a su limitada sensitividad, y a que está diseñado para obtener el valor RMS de ondas senoidales. Dado que el ruido tiene un nivel RMS muy diferente, podrían sucederse gran variedad de errores. Más sin embargo, conociendo el factor de corrección, sería posible hacer mediciones de ruido en algún tipo de señales.

En un voltmetro de lectura de porcentajes y promedio, la forma de onda a ser leída, es rectificadora por un rectificador de media onda o de onda completa y aplicada al medidor de corriente directa, mismo que responde al nivel promedio de la señal rectificadora. Su escala es calibrada de acuerdo con el valor RMS de una onda senoidal.

1.2 VOLTHMETRO DE VALOR RMS REAL

Un voltmetro de valor RMS real, lee el valor actual RMS de la forma de onda de una señal sin importar si es de tipo senoidal, cuadrada, de diente de sierra, exponencial, etc. Este constituye de varios circuitos y de un termo-par. El voltaje al ser medido, cuando es aplicado, produce una corriente en una pieza de alambre de alto valor resistivo sensible al calor, conectada al termo-par, que consiste de una juntura de dos metálicos de diferente aleación, que generan una diferencia de potencial al ser calentados; esta diferencia de potencial es alimentada a un medidor de corriente directa sensible que indica la cantidad de corriente alterna que fluye a través de él.

1.3 ANALIZADOR DE ESPECTROS

El analizador de espectros produce un plano gráfico de la relación entre la amplitud y la frecuencia de una señal, mientras que un osciloscopio produce la gráfica de la forma de onda de la señal con respecto al tiempo.

Este aparato puede ser usado para realizar mediciones tales como modulación, ancho de banda, generación de señales experimentales y análisis del espectro del ruido. El campo de análisis de espectros se encuentra fuertemente ligado con áreas técnicas, tales como la navegación, comunicación, transmisiones de AM, FM y PM.

La figura 4.1 muestra un diagrama de bloques de un analizador de espectros, muy parecido al del receptor superheterodino, usado en la obtención del espectro del ruido. Una de las diferencias básicas es el generador de onda tipo diente de sierra, conectado al oscilador local, y un tubo de rayos catódicos. La figura 4.1, da una descripción gráfica de la operación del oscilador local.

IV.2 MEDICION DE RUIDO EN AUDIO

Un sistema general para la medición del ruido simple, es un medidor de nivel de sonido (un micrófono), el cual indica la presión del nivel previamente definido. La salida del amplificador puede ser suplida por un osciloscopio, una grabadora gráfica de nivel, o un analizador de espectros de sonido, o los tres. Si se deben

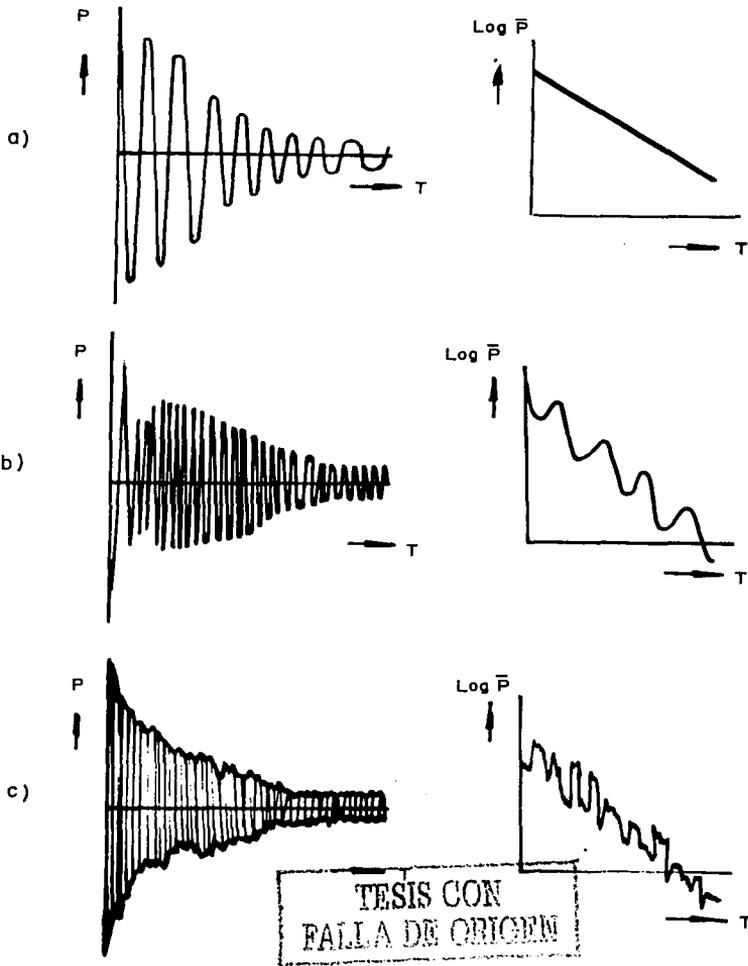
almacenar los sonidos para referencia, puede ser usada una grabadora de cinta magnética. Para un estudio detallado posterior, la cinta puede ser reproducida en cualquiera de los tres sistemas anteriores, esto asume que la grabadora actúa en forma lineal, sin control automático de ganancia con rango de frecuencias alto y nivel de ruido bajo, y tiene un sonido de referencia calibrado, grabado en la cinta.

La imagen actual en la onda de salida de un micrófono, se puede ver en el osciloscopio, asumiendo un defasamiento de 0 ó nulo en el amplificador de medición de nivel de sonido. El defasamiento en la grabación y reproducción de la cinta magnética debe ser considerado cuando la cinta usada tiene fase significativa.

(Consultar Fig. 4.1 en la pág. siguiente)

PRESION DE SONIDO

Fig. 4.1



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 4.1 (Oscilograma de presión de sonido y su correspondiente gráfica de nivel de presión de sonido vs tiempo).

- a) Pendiente de frecuencia simple
- b) Dos frecuencias adyacentes con la misma pendiente
- c) Varias frecuencias cercanas con pendiente

2.1 MEDICION DE NIVEL DE SONIDO

Un diagrama de bloque simplificado es mostrado en la figura 4.2. El primer atenuador previene de sobrecarga, la salida del micrófono del amplificador de alta ganancia cuando el nivel de ruido es muy alto. Los bloques de medición son insertados cuando la característica de respuesta de frecuencia es switchcada para determinar las curvas estándar (Ver Fig. 4.3). La salida simplificada está disponible para todos los aparatos de medición, e incluso es rectificadora (de onda completa) para el indicador de medida usualmente RMS, el cual responde en forma logarítmica en un rango de -4 a 10 dB, relativos al switch eléctrico múltiple de 10 dB de presión de nivel. El tiempo de respuesta de la medición es de 0.5 segs. o menos.

Fig. 4.2

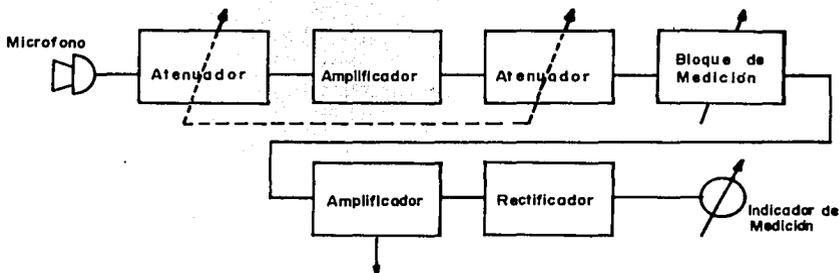
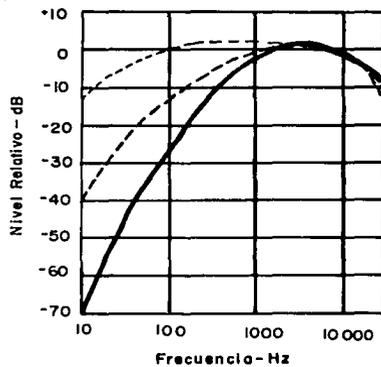


Fig. 4.3



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La característica de respuesta de frecuencia estándar para diferentes mediciones, es mostrada en la Figura 4.3. La curva C esencialmente no medida, se usa para medir el ruido físico. Los bloques de medición B y C son usados para la atenuación moderada y substancial de los componentes de ruido de baja frecuencia. La medición se realizó cuando el ruido fué bajo, y la lectura medida en la escala C, puede correlacionarse pobremente con el nivel de volúmen. La curva A se encontró también útil con el criterio de la conservación auditiva.

En la medición de nivel de ruido se deben tomar las siguientes precauciones:

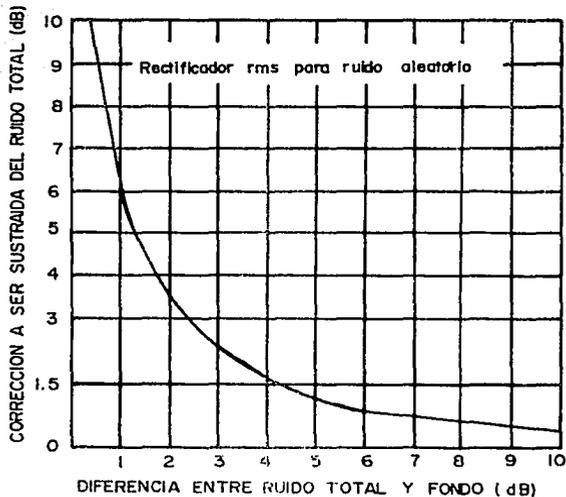
- 1) Si el ruido es fuerte, por ejemplo, más fuerte que su voz, utilice protección en los oídos, durante la exposición substancial.
- 2) Si no se contempla el análisis de espectros, haga mediciones en las tres escalas para obtener un breve conocimiento del espectro de ruido.
- 3) Calibrar eléctricamente el medidor antes de cada medición, así como, el micrófono periódicamente.
- 4) Escuche el ruido en varias localidades y mida en aquellas en donde se escuche el ruido más significativo. En

caso de duda, mida en varias localizaciones, anotando cada una para análisis posterior.

- 5) Escuche en los audífonos, ajustados, la salida amplificada de medidor de nivel para estar seguro de medir lo que realmente se pretenda y no el ruido del medidor de nivel.
- 6) Apague, de ser posible, el ruido a ser medido y mida el ruido de fondo del medio ambiente. Si el ruido fluctúa gradualmente, observe los valores más bajos, y escuche la correlación entre ellos, dominando el ruido del ambiente. Conociendo el nivel del ruido del ambiente, usted puede corregir para la lectura total, usando la gráfica de la figura 4.4.
- 7) Cuando el ruido es dominado por componentes estables de frecuencia fija, especialmente en frecuencias bajas y salones pequeños, los datos probablemente serán dependientes de la posición. Si sucede esto, tome los suficientes datos para obtener un promedio.
- 8) De la figura 4.5; el tamaño y la forma de nivel de sonido, así como la aproximación del observador, pueden influir en la lectura. Si éstas diferencias son importantes, utilice una base con micrófono y una extensión.

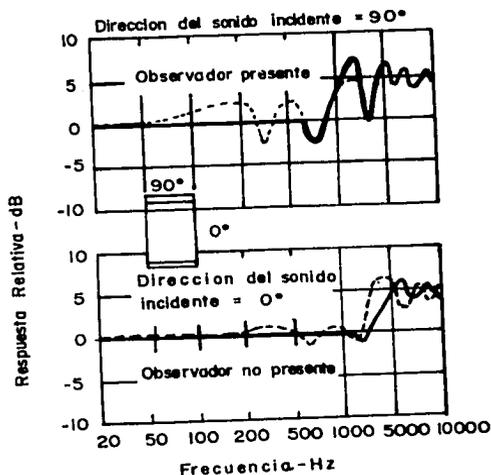
- 9) Si los ruidos con causados por agudos o sorpresivos impactos, podría ser necesario un medidor de ruido de impacto.

Fig. 4.4



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fig. 4.5



2.2 ANALIZADORES DEL ESPECTRO

El filtro paso bandas es la herramienta más rápida para un simple análisis de espectros. Las características de respuesta de frecuencia para un filtro paso banda por octava, se muestra en la figura 4.6. Note la uniformidad de respuesta en el paso banda, la relación de una octava de 40 dB en la banda.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Switcheo automático del indicador de nivel de cada una de las salidas del filtro de una secuencia de frecuencia, dá un espectro de octavas total. Cuando la secuencia es circulada rápidamente, se pueden manifestar las variaciones de tiempo del espectro. Indicadores separados en cada salida del filtro permiten un monitoreo continuo. Bandas de medio y un tercio de octava pueden ser empleadas para obtener un espectro más detallado.

La búsqueda de un detalle más fino en la frecuencia, requiere de un análizador heterodino (Ver Fig. 4.7). La selectividad es determinada por un filtro ultrasónico de frecuencia fija, usualmente un cristal de cuarzo con retroalimentación electrónica. La señal de ruido es mezclada con la señal de un oscilador ultrasónico, para trasladar el espectro de ruido a la frecuencia del filtro. Variando la frecuencia del oscilador, se provoca que aparezcan a la salida del indicador del filtro diferentes componentes espectrales. Mientras que se fija el filtro, el ancho de banda es constante y el nivel de espectro son proveídos automáticamente.

Fig. 4.6

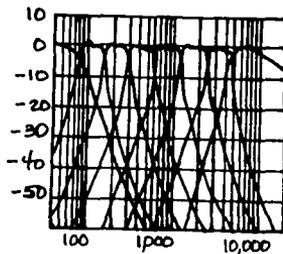
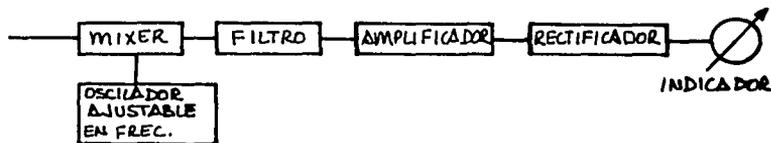
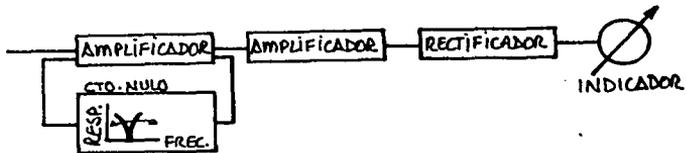


Fig. 4.7



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

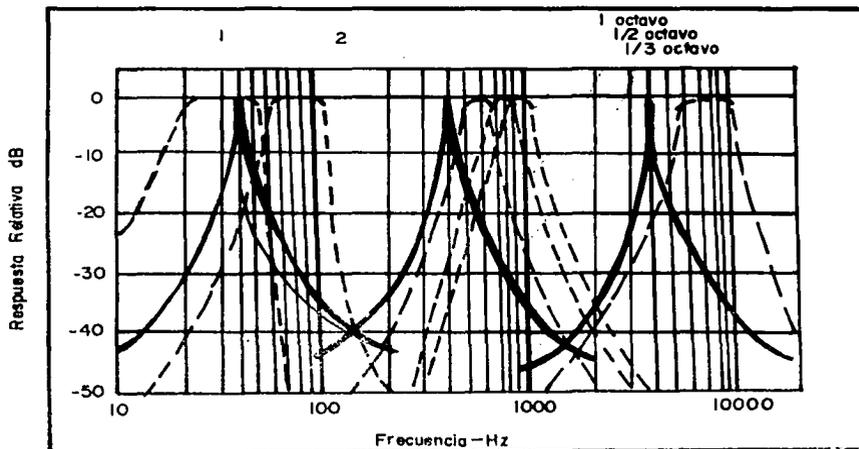
Fig. 4.8



Un buen compromiso entre los filtros de octava fraccional y el analizador heterodino es el analizador de banda estrecha y ancho de banda proporcional, mostrado en la Figura 4.8, - éste utiliza un circuito electrónico de frecuencia variable en un ciclo de retroalimentación negativa para convertir un amplificador en un filtro paso-banda estrecho. Mientras que su ancho de banda es proporcional a la frecuencia, por ejemplo, el 2 de nivel de salida es del mismo tipo del espectro por octavas, requiriendo una pendiente de -3 dB por octava

para conversión a nivel de espectro. Este tipo de analizador es muy útil cuando se buscan componentes discretos en bajas frecuencias y cuando la estrecha selectividad es necesaria, y no deseada en altas frecuencias de audio. La figura 4.9, compara las características de respuesta de frecuencia en los tres tipos de analizadores de espectros de ruido en tres puntos principales en el rango audio-frecuencia.

Fig. 4.9



1. Ancho de banda constante
2. Porcentaje de ancho de banda constante

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

IV.3 METODOS EXISTENTES PARA LA MEDICION DEL RUIDO

Disponibles y posteriormente se extiende sobre aquellos que satisfacen las condiciones previamente descritas.

3.1 SIN PESO

Las mediciones sin peso son útiles como significado de las comparaciones de diferentes niveles de ruido, sólo cuando se está seguro que los espectros de ruido y los anchos de banda son idénticos. Cuando éstas condiciones no se ajustan, este método sirve como un simple indicador.

3.2 A MEDIDA (NAB).

NAB A-medición, se basa en el inverso de mediciones previas de la sensibilidad del oído a un nivel de presión relativa-

mente bajo (30 phon). Esta característica, mostrada en la figura 4.10, no corresponde cercanamente a la sensibilidad del oído al nivel acústico del ruido encontrado durante la reproducción del sonido de alta calidad. El hiss de alta frecuencia de una grabación en cinta de baja velocidad, es mucho más obstrusivo que las mediciones, de A-MEDIDA.

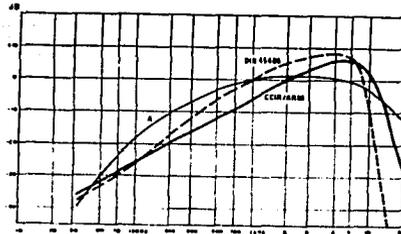
Mediciones-A dan una pobre correlación con impresiones subjetivas, particularmente cuando algunos de los ruidos tienen preponderancia en altas frecuencias.

3.3 DIN 45405

Este método de medición de ruido, ahora obsoleto, fué de gran utilidad para fijar los estándares del equipo comercial, cayó en desuso, debido a la confusión que presentaba en la medida específica, un instrumento indicador de cuasi-picos, cuyas características permitían asentar el ruido impulsivo, así como, el espectro de ruido aleatorio. La lectura se realizaba con un filtro DIN y un medidor de respuesta de promedios RMS, dichos resultados eran optimistas por 6 dB de diferencia. La curva de medición fué diseñada origi

nalmente para sistemas de comunicación, con propiedades de corte por armónicas, contenía una característica de 9 K Hertz pasobajas muy angostas. La figura 4.10 muestra las ca racterísticas de respuesta de intensidad del volumen (dB) a la frecuencia (Hertz) de la medida-A, la norma DIN 45405 y la norma CCIR/ARM.

Fig. 4.10



La norma DIN, no sólo tomaba en cuenta la audibilidad del ruido, sino también la capacidad obstrusiva de ruido. Presentaba una excelente correlación entre las impresiones subjetivas y la medición obtenida. Si el ruido no contenía energía superior a los 8 KHz. Debido a esta característica, sólo era factible obtener la lectura del ruido a bajas frecuencias; fué por ello que el sistema de desechó.

Subsecuentemente de desarrolló un nuevo estándar DIN que -

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

considera un rango de frecuencia más amplio y que pudiera ser complementado con la curva de medida-A con medidor de valor RMS y de acuerdo al estándar IEC*.

3.4 CCIR

Desde 1972, la CCIR se propuso revisar las normas y estándares para la obtención del nivel de ruido audible. La evidencia presentada en el estudio 2A / 10** incluye los resultados obtenidos, empleando varias técnicas y tipos de ruido - como (el ruido blanco y/o rosa). Esa información permitió - crear la base para un sistema anónimo que CCIR adoptó. Este sistema es satisfactorio técnicamente para propósitos comerciales. Más sin embargo, al realizar lecturas con equipo disponible en el mercado, se obtuvieron curvas inferiores a las especificadas por los productores. Podemos concluir que éste fué un buen intento por estandarizar las normas que rigen a los sistemas de audio mundialmente.

IV.4 CCIR / ARM

La combinación del sistema CCIR con un medidor de respuesta de promedios (ARM), se postula como un método práctico y objetivo para la medición del ruido obstrusivo y audible. Ya que en un medidor de respuesta de promedios dá resultados consistentes aún con alta variedad de ruidos en el espectro de ruido. Se probó emplearle con la curva de respuesta al ruido CCIR. Los resultados obtenidos presentaron una discrepancia de 6 dB, que deberían sumarse a la lectura, para obtener la relación señal a ruido y restarse cuando se tomaban niveles de ruido.

Es conveniente considerar que el punto de referencia para la obtención del nivel de ruido, varía de acuerdo con las características del aparato, por norma se considera siempre en 1 KHz, pero si se trata de una grabadora se baja velocidad, se toma una base de 315 y 400 Hz, en cintas profesionales (velocidad variable) se toman 700, 850 y 1,000 Hz, y en otras aplicaciones se toma el promedio de 1, 1.58, 3, y 3.15 KHz; ajustando éste punto de referencia a una ganancia de 0 dB. Mientras que un filtro práctico de medición de ruido, presenta una pendiente a la curva de 6 dB/octava a 1 KHz, tiene también un error del 10, ó 1 dB en la lectura de relación de señal a ruido, con la referencia de la frecuencia nominal a 0 dB, el error disminuye considerablemente hasta volverse mínimo.

1218

CAPITULO V
ESTUDIO ECONOMICO

CAPÍTULO V
ESTUDIO ECONOMICO

Actualmente en México los equipos de alta fidelidad han tenido un avance tecnológico y comercial aceptable, aún cuando no se encuentran en un nivel competitivo mundial.

Dentro de su evolución han atacado los problemas de distorsión, distorsión armónica total (THD), potencia, suministro de corriente y control de calidad, inclusive para estar dentro del mercado han separado todos sus sistemas en forma modular, sin embargo, no se han preocupado por la evolución del ruido, mismo que crece a medida que crece el número de módulos, como lo hemos notado en páginas anteriores.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

	MANUFACTURA	MODELO	PRECIO APROX.	TIPO	ODIFICACION	DEODIFICACION	PROCESO UN PASO MODULAR	INTEGRADO	COMENTARIOS
1	AIWA	HR-50	230	COMPANDER	X	X		X	TRABAJA CON BASE AL SISTEMA HIGH COM
2	BURWEN RESEARCH	1201A	379	FILTRO DINAMICO			X	X	
		TNE 7000	299	INTERRUPTOR DE SEÑAL			X	X	
3	dbx	117 ¹	175	EXPANSOR		X	X	X	
		118 ¹	219	EXPANSOR		X	X	X	
		119 ¹	198	EXPANSOR		X	X	X	
		122 ²	275	COMPANDER	X	X		X	2 CANALES
		124 ²	399	COMPANDER	X	X		X	4 CANALES
		128 ²	450	COMPANDER	X	X		X	dbx 118 & 122
		3BX	650	EXPANSOR		X	X	X	OPERA EN 3 BANDAS DE FRECUENCIA
4	DOLBY LABS.	B		COMPANDER	X	X		X	SISTEMA INTEGRADO A DIFERENTES MARCAS
5	GARRARD	MRM 101	220	SUPRESOR DE RUIDO			X	X	ELIMINA CLIPS Y POPS EN DISCOS EXCLUSIVAMENTE
6	HEAT	AD-1304	200	EXPANDER		X	X	X	DISPONIBLE SOLO EN KIT
7	INTEGREX	* DOLBY B	137	COMPANDER	X	X	X	X	4 CANALES EN KIT
		* DOLBY B	100	EXPANDER		X	X	X	2 CANALES
8	JVC	ANRS		COMPANDER	X	X		X	INTEGRADO EN EQUIPO
		SUPER ANRS		COMPANDER	X	X		X	

MANUFACTURA	MODELO	PRECIO APROX.	TIPO	MODIFICACION	DESCRIPCION	PROCESO UN PASO	MODULAR	INTEGRADO	COMENTARIOS
9	IT SOUND	NR-2	195	COMPANDER	X	X	X	X	2 CANALES
		NR-4	185	COMPANDER	X	X	X	X	4 CANALES
		NR-8	370	COMPANDER	X	X	X	X	8 CANALES
10	LOGICAL SYSTEMS	318	129	SUPRESOR DE RUIDO				X	DISPONIBLE EN KIT
		8800	199	FILTRO PASO-BANDA		X	X	X	FILTRO PASO-BAJOS 6 db
		8801	289	FILTRO PASO-BANDA		X	X	X	FILTRO PASO-BAJOS 9 OCTAVA
11	MXR	COMPANDER	150	COMPANDER	X	X		X	
12	NAKAMICHI		480	COMPANDER	X	X		X	SISTEMA HIGH COM II
13	PHASE LINEAR	1000 S-II	400	FILTRO DINAMICO				X	INCLUYE VARIOS PROCESADORES
14	PHILIPS	DNL		FILTRO DINAMICO			X	X	INCLUIDO EN EQUIPO PHILIPS
15	PIONEER	RG-1	175	EXPANDER		X		X	
		RG-2	195	EXPANDER		X		X	
16	RG INC.	PRO-16 W	275	EXPANDER		X		X	
17	SAE	5000	275	INTERRUPTOR DE SENAL		X		X	
18	SANYO	PLUS-N-55	360	FILTRO DINAMICO				X	
19	SHURE	M-63	175	EXPANDER		X		X	

-151-

TESIS CON
LA DE ORIGEN

	MANUFACTURA	MODELO	PRECIO APROX.	TIPO	CODIFICACION	RECODIFICACION	PROCESO EN PASO MODULAR	INTEGRADO	COMENTARIOS
20	SOURCE ENG.	SUPRESOR DE RUIDO	250	FILTRO DINAMICO			X	X	

NOTAS:

- 1) MODELOS dtx 117,118 y 119 SON PARA USO DOMESTICO Y SOLO CON CINTAS.
 - 2) MODELOS dtx 122,124 y 128 SON COMPANDERS COMPLETOS Y SE USAN CON CINTAS O DISCOS.
 - 3) EXPANSOR DE FILTRO DINAMICO, DISPONIBLE TAMBIEN EN PREAMPLIFICADORES PHASE LINEAR.
- * INTEGREG ES UNA MARCA AUTORIZADA POR ' DOLBY LABORATORIES INC. ' PARA LA PRODUCCION DE SUPRESORES DE RUIDO.

TESIS CON
FABRICA DE ORIGEN

Es un hecho que los componentes electrónicos mexicanos no tienen aún el debido control de calidad y especificaciones, por lo que, dentro de un sistema de reducción de ruido, la probabilidad de que éstos le añadan más ruido al programa, en lugar de suprimirlo, es alta.

Es por esto que en el estudio económico que presentamos en este capítulo, anotamos equipos de diversas nacionalidades, y ya que su mercado es mundial, se optó por tomar como base monetaria el dolar Norteamericano.

En la siguiente lista aparecen los equipos y sistemas de reducción de ruido, comerciales y profesionales, que han tenido mayor aceptación. Para cada uno se anotan sus características más importantes así como, modelo y precio.

NOTA: Los datos se obtuvieron directamente de proveedores y productores en los Estados Unidos.

(Consultar TABLA No. 1)

En el capítulo III, concluimos que el sistema óptimo para la reducción del ruido es el desarrollado por la compañía dbx, y dentro de sus modelos el más completo es el modelo 128. Este es un compander de rango dinámico, el cual combina la idea de reducción de ruido dbx con el formato de expansión de la misma compañía. Tiene varios usos, uno de los cuales podría ser el tomar un disco o cinta standard y sujetarlo al proce

so de expansión, una vez expandido, la música o programa parece ser más realista y semejante a la música viva. De cualquier forma, resulta difícil contener el programa dentro de una cinta comercial (cassette), es aquí donde entra el proceso compander de la codificación y decodificación de señal. Aplicando la compresión lineal estándar 2:1, incluso el programa previamente expandido, ajusta perfectamente en el medio de la cinta, sin problemas de saturación, y un programa vivo casi libre de ruido, cuando se reproduce con la expansión complementaria 1:2, los resultados pueden apreciarse mejor que el programa original.

El ajuste de los controles en la grabación o la reproducción no requieren de calibración crítica, ofreciendo un rango de compresión desde 1:1 hasta 1:2 y en la expansión, desde 0:1 hasta infinito, repercutiendo en un realce del programa a conveniencia del consumidor, logrando así un efecto de música viva sin estar presente.

Puede resultar grato el reproducir con una expansión ilimitada, pero se corre el riesgo de dañar las bocinas del equipo, según pruebas realizadas en el modo lineal. La música clásica requiere de una expansión con relación de 1:2 ó 1:3, mientras que la música popular (rock o disco), puede aceptar una relación de 1:4 a 1:5. Demasiada expansión puede resultar en una variación audible en el nivel de ruido de fondo, aún a pesar de que se está suprimiendo el ruido. No todo disco o cinta requiere exactamente el mismo grado de expansión, ya que no hay un estándar oficial para la cantidad de compresión o limitadores utilizados en el proceso de grabación. Los puntos críticos al usar una reducción de rui-

do y expansión se encuentran generalmente en la música clásica por la variedad de sus pasajes, para ajustar el dbx 128, sería deseable utilizar el modo lineal, y ajustando el nivel de control al momento de un pasaje fuerte, donde la expansión toma lugar.

Concluyendo, en éste modelo se incluyen prácticamente un expansor (dbx 118) y un sistema reductor de ruido con codificador y decodificador (dbx 112) combinando éstas dos funciones en una unidad sencilla presentan la conveniencia de, primero del precio y segundo de las funciones, sin el riesgo de añadir más ruido, por tener más módulos interconectados.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

El ruido de cinta, especialmente el hiss, es particularmente una preocupación para grabadores de cinta profesionales y aficionados, y una de las pretensiones de la reducción de ruido, fué someterla a algún control de medida.

Otro problema mayor del ruido es el distorsión, similar al hiss que acompaña a muchas emisiones de FM, o más bien como el constante seseo que se escucha en la mayoría de los discos fonográficos.

El hiss encuentra su forma en un número significativo de discos y además produce ruidos sordos de baja frecuencia. Finalmente los ruidos de corta duración con clicks y pops, o ruidos repentinos, que tienen los discos por diversas razones, se encuentran entre los más desagradables y difíciles de combatir.

Es importante darse cuenta de que una vez introducido en una grabación, el ruido no puede ser eliminado completamente, por cualquier significa-

do presente a nuestra disposición.

Esto nos deja con dos posibles planes de acción:

Podemos tratar de prevenir el ruido que se introduce en primer lugar o podemos tratar de arrancarlo cuidadosamente al final de la grabación. - Pero todavía no existen circuitos electrónicos capaces de distinguir, sin equivocarse, el ruido de la música; y mucho menos separarlo para alejar alguno, y por lo tanto debemos confiar en ciertos trucos y tratadas basados en lo que sabemos acerca del oído del ser humano.

La investigación de mercados, muestra que el sistema de reducción de ruidos es ahora una forma de alta prioridad en grabadoras de cassettes y goza de una firme asociación con calidad en la mente de consumidores de áudio.

Nuevos dispositivos para procesar ruido, han logrado notables resultados, y todavía los nuevos productos están probando las, hasta ahora, inexplorables áreas como discos marcadores y supresión repentina.

Así como el desarrollo de la reducción de ruido vino a caer en un desorden, el comprador interesado, tendrá que mantener su ingenio acerca de él, simplemente por las diferencias operacionales entre los productos. Cada uno tiene sus propios puntos fuertes y débiles, y tiende a servir de ayuda en alguna aplicación y fuera de su alcance en otras.

SUGERENCIAS PARA GRABAR TRANSMISIONES DE FM

a) Sobre la instalación del equipo.

Todo equipo receptor de alta fidelidad tiene jacks de salida para la grabadora (equipo auxiliar), éstos deberán ser conectados a la entrada del equipo de grabación, usando cables con protección de campo (coaxiales) apropiados, ya sean tipo multiconductor o no.

Es preferible utilizar la salida a grabadora o equipo auxiliar que la salida de señal principal (a bocina), ya que con ello se consigue tener un control sobre volumen, nivel o balance, y con esto podrá modificarse nuestra señal, pero si se desea modificar la señal, podrá convenirse en utilizar la salida de señal principal del equipo receptor o pre-amplificador.

Algunas grabadoras de cassettes y la mayoría de las de carrete, están equipadas con cabezas separadas. Estas grabadoras de cabezas separadas, llamadas de tres cabezas (borrar, grabar y reproducir) permiten monitorear el programa al mismo tiempo que es grabado.

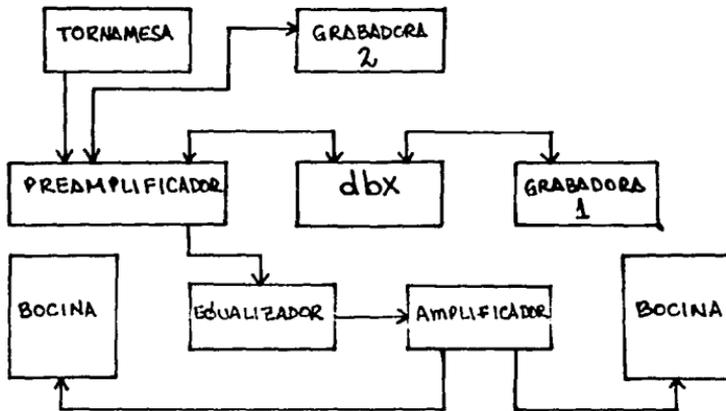
Una vez conectado el equipo y orientando la antena receptora, asegúrese de tener la mejor recepción posible.

Ajustando los controles del nivel de grabación, procure un nivel óptimo, 0 dB para señal pico y +3 dB con sistema de reducción de ruido, realice varias pruebas hasta que aprecie una señal limpia. En algunas ocasiones se topará con - que la señal estereofónica introduce una gran cantidad de hiss, éste está directamente relacionado con la señal piloto, misma que se utiliza para distinguir las bandas laterales, si este nivel de hiss no desaparece ajustando los controles de tonos, selector de señal ó antena, se puede optar por substituir la recepción de señal estereofónica por señal monaural sacrificando el rango dinámico y la sensación de profundidad. En ocasiones la señal piloto de 19 - KHz en la portadora es la causa de la generación de hiss - en la señal modulada. Con ésto, probablemente, se tenga - el nivel más bajo en la señal, pero poco ruidosa.

b) Reducción de Ruido

Si es lo suficientemente afortunado y puede emplear un filtro dinámico de ruido (DNF), podrá ajustar, a la salida - del pre-amplificador, el ancho de banda de la señal, continua y dinámicamente podrá obtener un valor mínimo de hiss, Al no ser éste un sistema compensatorio, podrá ser usado - con cualquier fuente de material antes de la grabación o durante la reproducción.

Fig. 6.1



Para compensar la señal, podrá emplearse un sistema de codificación de señal, ya sea Dolby o dbx, recomendando dbx, para obtener un mayor rango dinámico y una mejor relación de señal a ruido. Este equipo de compensación deberá ser conectado entre el DNF y la grabadora, ya que en éste punto se tiene limitada la respuesta de frecuencia por el filtro paso-bandas. La secuencia de conexión mostrada en la figura deberá ser protegida con cables coaxiales, en el diagrama se muestran dos salidas diferentes, ésto se hace con el objeto de comparar ambas señales, la que se está recibiendo y la señal codificada.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La ventaja de usar un sistema dbx es que cuando la señal transmitida no codificada apropiadamente, antes de que se introduzca el ruido, al aumentar el rango dinámico en las octavas de alta frecuencia, el hiss quedará enmascarado por la señal, mientras que un sistema Dolby no podría, ya que para reducir el ruido tiene que decodificar la señal, y si ésta presenta falla desde la codificación, el resultado puede ser desastroso.

c) Nivel de grabación.

Ahora que ha ajustado su equipo y seleccionado cuidadosamente la estación de radio para balancear cualquier ruido y/o distorsión, ya es tá casi listo para grabar, sólo falta ajustar el nivel propio de gra bación. Actualmente una estación de FM está obligada a mantener su nivel de modulación debajo del 100% y no sobremodularse, caso que su cede excepcionalmente.

Para ajustar el nivel de grabación, lo más recomendable es presionar la tecla de grabación en la grabadora al mismo tiempo que la pausa, observar los indicadores de VU, y en los pasajes fuertes, nivelar los indicadores a la lectura ideal, recomendable 0 db. Ahora ya se puede comenzar la grabación.

Una vez incorporado en su sistema de sonido un reductor de ruido hará cosas que ningún otro componente que usted haya tenido, hubiera hecho.

Si usted es como la mayoría de los usuarios, no tendrá más que admirarse por la forma en que trabaja. Pero, si usted es de los pocos de safortunados, el reductor de ruido lo engañará con extrañas ocurrencias que usted no será capaz de calcular a menos de tener una gran comprensión acerca de lo que está destinado a hacer un reductor de ruido, y de como varias circunstancias imprevistas lo pueden hechar a perder.

Lo expuesto en éste trabajo, es una evaluación de los sistemas de re ducción de ruido comerciales, contra las ventajas que se presentan en el proceso de grabación en cintas musicales; derivado en una respuesta técnica sobre el equipo óptimo, que cumple con ambas funciones según el análisis de sus autores. Cabe mencionar que el avance en materia de áudio es bastante acelerado, y que probablemente para el momento de decidir por un sistema de reducción de ruido, el merca do cuente con sistemas más completos y de mejores características.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Audio Cyclopedia, Howard M. Tremaine, Ed
The Bobbd-Merrill Co.
Tomos 1 y 2
- 2.- Electronics Engineer Handbook,
Donald G. Frink,
Ed. Mc Graw Hill.
- 3.- Logical Systems, Noise Reduction from
Albert to Zooey,
Ed. Electronic Desing Manufacture T.H.
- 4.- Journal of Audio Engineering Society, CCIR / ARM:
A practical noise-measurement method
Ray M. Dolby, David Kevinson,
March, 1979 v-27, 3
- 5.- Audio Magazine, The Importance of Dinamic Range
January, 1978.
- 6.- Teledato, Obtención del Decibel,
José de Jesús Piña,
Rev. Dirección General de Telecomunicaciones S.C.T. 1979,
Diciembre No. 12
- 7.- Revista Stereo Review,
Ziff-Davis Publishing Co.
Noise Reduction Systems by Daniel Shanefield
dbx II by Larry Blakely

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 8.- Revista High Fidelity, ABC Leisure Magazines Inc.
Selección de Artículos Técnicos
- 9.- Informes de Phillips Mexicana, S.A. de C.V.
- 10.- Noise Production & Equalization,
W.A. Kanner,
Ed. Crawda DDY
- 11.- The Sound of Engineering Magazine,
David E. Blackmer
- 12.- Elements of Sound Recording
John G. Frayne
- 13.- High Fidelity Simplified,
Harold D. Weiler
- 14.- CBS Records (N.R.S.),
CBS Recording Co.
- 15.- Scott Noise Supresor,
D. Scott,
Radio Electronics Experimenters Handbook
- 16.- Artículos Técnicos Proporcionados por:
 - a) Aiwa America Inc.
 - b) BIC/Avnet Inc.
 - c) dbx, Inc.
 - d) Dolby Laboratories Inc.
 - e) Dual, United Audio Products, Inc.
 - f) Integrex Inc.
 - g) Jensen Sound Laboratories
 - h) KLH Research & Development Corp.
 - i) Logical Systems Electronic Design & Manufacture
 - j) L.T. Sound Ltd.
 - k) Nakamichi, U.S.A. Corp.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN