



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

“LA TRANSMISION DE RADIO Y  
MODERNIZACION DE UNA  
CABINA PARA RADIODIFUSION”

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A:  
MIGUEL MENDOZA PERALTA

ASESOR:  
ING. JUAN GONZALEZ VEGA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1999

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

274789

47  
Lej



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 NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN, M.  
 UNIDAD DE ADMINISTRACION ESCOLAR FACULTAD DE ESTUDIOS  
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

UNIVERSIDAD NACIONAL  
 AVENIDA DE  
 MEXICO

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
 DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
 P R E S E N T E.

ATN.: Q. M. DEL CARMEN GARCIA MIJARES  
 JEFE DEL DEPARTAMENTO.

Con base al articulo 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a Usted que revisamos el TRABAJO de TESIS con el nombre de:

"La transmisión de radio y modernización de una cabina para radiodifusión".

que presenta el pasante: MENDOZA PERALTA MIGUEL  
 con número de cuenta : 8307847-3 para obtener el Título de :

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E.  
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
 Cuautitlán Izc., México, a 10 de Febrero de 1999

Presidente	<u>ING. JOSE LUIS BUENROSTRO RODRIGUEZ</u>	
Vocal	<u>ING. MARGARITA LOPEZ LOPEZ</u>	
Secretario	<u>ING. JUAN GONZALEZ VEGA</u>	
1er. Sup.	<u>ING. ROGELIO RAMOS CARRANZA</u>	
2do. Sup.	<u>ING. JORGE RAMIREZ RODRIGUEZ</u>	

A la F E S C

Por que en ella encuentre  
mucho más que educación

A Patty quien esta  
siempre conmigo

A Mis Padres :

Hilda Peralta Daza

Miguel Mendoza Chavez

Por Su Confianza y Apoyo

A mis hermanos  
y sobrinos...

# Índice

Introducción

Capitulo 1 Ondas Electromagnéticas 1

- Descubrimiento
- El espectro electromagnético
- Clasificación
- Propagación de las ondas en el espacio

Capitulo 2 Ondas de Radio 9

- Modulación
  - De Amplitud
  - De Frecuencia
  - De Fase
- Factor de Modulación
- Ancho de banda

Capitulo 3 La Cabina de Audio Transmisión 17

- Acústica
- Elementos
- Equipo
- Operación

Capitulo 4 Transmisión de la señal 28

- Descripción de un Transmisor
- Elementos de los transmisores
- Sistemas de transmisión
- Transmisores de AM y AM estéreo
- Transmisores de FM y FM estéreo
- Antenas de transmisión

Capitulo 5 Recepción de la señal	38
Tipos de receptores	
AM , AM Estéreo	
FM , FM Estéreo	
Diagramas de bloques y eléctricos	
Capitulo 6 Diseño del estudio de grabación / transmisión de radio	45
Condiciones Generales	
Ubicación	
Uso	
Análisis	
Propuestas	
Capitulo 7 Diseño de Software de Grabación	60
Esquemas y diagramas de flujo	
Formato de grabación	
Funcionamiento del programa	
Listado de programación	
Conclusiones	100
Glosario	101
Bibliografía	102

## Introducción

En los inicios de la radio la cabina de transmisión prácticamente no existía, generalmente eran transmisiones de telégrafo o pruebas donde se incluía la voz del mismo experimentador , es hasta 1906 que Reginald Fessenden inventor estadounidense implemento lo que se puede llamar la primera cabina de radio al instalar un micrófono y fonógrafo conectados al transmisor, en un espacio desde donde generó el primer programa radio que incluyó voz , música grabada , y al mismo Fessenden quien tocó el violín, desde entonces los adelantos tecnológicos se han ido incorporando a la radio permitiendo su evolución hasta lo que conocemos ahora.

Al margen del elemento humano o de contenido ideológico que no se abordan en este trabajo , todas las emisoras de radio son similares desde el punto de vista técnico; En el proceso actual. la señal de audio se produce desde un estudio (cabina de transmisión) , de ahí pasa por sistemas de distribución y correctores que establecen un nivel adecuado de la señal de audio. A partir de aquí comienzan a actuar los equipos de alta frecuencia ; Cuando la potencia a radiar es relativamente baja o cuando la ubicación de la emisora es adecuada para la transmisión , los equipos transmisores están situados próximos a los equipos de baja frecuencia es decir en el mismo lugar , pero no siempre es posible que así ocurra , de hecho como en la mayoría de las veces se trata de radiar altas potencias , las emisoras acostumbran separar los equipos de alta frecuencia de los de audio con el objeto de que no produzcan interferencias, o realimentaciones a la señal generada , en esto también influye el propósito de situar los estudios en lugares céntricos para el fácil acceso del personal y público y donde la alta concentración de edificios con elementos metálicos no es la idónea para la transmisión de alta frecuencia.

Por todo esto las plantas transmisoras de alta potencia se encuentran generalmente a unos kilómetros de los estudios de transmisión efectuando un radioenlace entre los dos puntos.

El radioenlace se hace a una frecuencia que es solo conocida por el personal de ingeniería de las emisoras , y para asegurar que no se pierda calidad en el enlace se emplean antenas de frecuencias elevadas que son muy directivas y se utiliza siempre frecuencia modulada independientemente de si el transmisor principal es de AM o de FM . En las plantas

transmisoras se recibe la señal de audio , se demodula para obtener solamente el audio que se utilizará nuevamente en la modulación ya sea de frecuencia o en amplitud según sea el caso de la estación de radio.

Una vez modulada señal se procede a la amplificación y transmisión por medio de una elevada antena que transmitirá la señal a todos los receptores , los cuales se encargan de demodular la señal eliminando así la portadora y amplificando el audio original para ser escuchado.

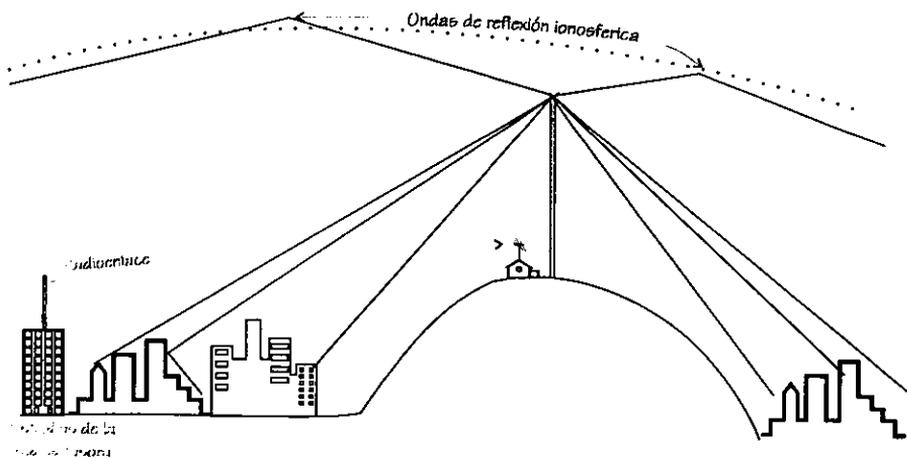


Figura 1.- Proceso de transmisión de la señal de Radio

El presente trabajo se propone explicar en mas detalle este proceso así como realizar el estudio e instrumentación de una cabina de radio actual en la que se incorporen nuevos equipos para su modernización.

# Capítulo 1

## Las ondas Electromagnéticas

La energía electromagnética esta distribuida a través de un rango de frecuencias casi infinito en la figura siguiente se muestra el espectro conocido de frecuencias electromagnéticas :

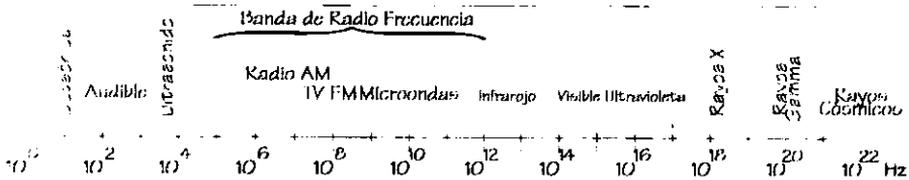


Figura 1.1 Espectro Electromagnético

Esta energía viaja por varios medios, como puede ser a través de un cable metálico , de fibra óptica o a través del espacio como la luz o la radio. A su vez este espectro se ha subdividido en bandas debido a que; dependiendo de su frecuencia las ondas electromagnéticas tienen características que las hacen muy diferentes .

En el espacio libre las ondas electromagnéticas viajan a la velocidad de la luz aun que en la atmósfera de la tierra viajan ligeramente más despacio , atraviesan los aislantes y las superficies conductoras se oponen a ellas comportándose como reflectores.

Toda onda electromagnética esta formada por dos componentes inseparables , una electrostática (E) y otra electromagnética (M) que se encuentran siempre orientadas perpendicularmente entre sí . De manera que cuando nos referimos a la polarización de la onda se habla de la componente electrostática.

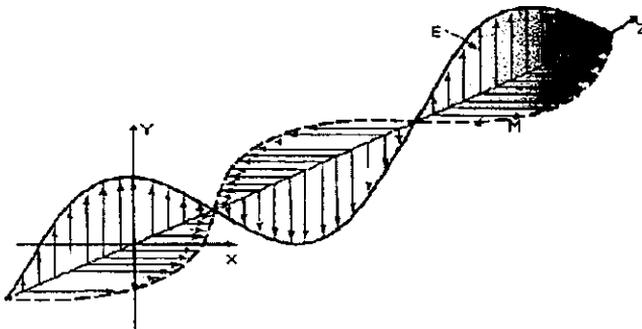


Figura 1.1.-componentes de una onda electromagnética

Una antena emisora que esta dispuesta verticalmente radiará una onda de polarización vertical y una tendida horizontalmente radiará una onda de polarización horizontal.

Para realizar cálculos en radiodifusión es común utilizar longitudes de onda en vez de frecuencia , para hacer la conversión se utiliza la siguiente fórmula  $\lambda = c / f$  donde  $c$  es la velocidad de la luz en el vacío y  $f$  la frecuencia , así la longitud de onda de una estación de FM de 92.1 MHz ( actualmente radio universal ) sería:  $\lambda = 299\ 792\ 458 / 92.1 \times 10^6 = 3.255$  m.

### Propagación de las ondas electromagnéticas

Las ondas electromagnéticas se propagan en tres formas básicas dependiendo del sistema, la frecuencia, y de la forma en que la tierra y su atmósfera afectan a su trayectoria:

- 1.- Propagación de onda por suelo
- 2.- Propagación de onda de espacio
- 3.- Propagación de onda por reflexión ionosférica

#### 1.- Propagación de onda por suelo

La torre de emisión es recorrida por una corriente muy intensa que induce en el suelo a su alrededor , un campo electromagnético debilitándose a medida que crece la distancia la cual depende de la resistencia del terreno en que se encuentra el emisor así como de su constante dieléctrica.

Tanto la resistencia como la constante dieléctrica dependen de la humedad del terreno como se ve en el siguiente cuadro :

Terreno	Constante dieléctrica (Farads)	Resistividad ( $\Omega \times m^2$ )
Mar	80	0.25
Suelo fértil	4	100.0
Desierto	4	1000.0

Las pérdidas en las ondas de tierra se incrementan rápidamente conforme aumenta la frecuencia, por lo que este tipo de transmisión se limita a frecuencias por debajo de los 2 MHz.

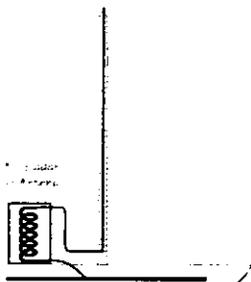


Fig. 1.3.- Antena Aterrizada

Como en AM gran parte de la señal se transmite por onda de suelo, la mayor parte de las emisoras emplean un eficiente sistema de tierra que consiste en 120 radiantes o más, enormes estrellas de alambre de cobre de la mitad de la longitud de onda de la frecuencia de transmisión.

Para propagar ondas de tierra se deben polarizar verticalmente pues en una onda horizontal las ondas se encontraría paralela a la superficie de la tierra haciendo corto circuito con la conductividad de la tierra es principalmente por esto es que se utiliza la antena tipo Marconi.

## 2.- Propagación por onda de espacio

Propagación de onda por el espacio este tipo de transmisión corresponde más a las emisiones de frecuencia modulada, Aunque la captación óptima de la emisora depende mucho de la potencia, debemos partir del alcance óptico desde la altura máxima de la antena. La zona servida por un emisor situado a una altura  $h$ , expresada en metros por encima del promedio del la altura del terreno de la localidad en donde se encuentra, es un círculo de radio  $R$  expresado en kilómetros aplicado las siguientes fórmulas:

En el hemisferio norte:

$$R(Km) = 4.1\sqrt{h(m)}$$

$$h(m) = \left(\frac{R(km)}{4.1}\right)^2$$

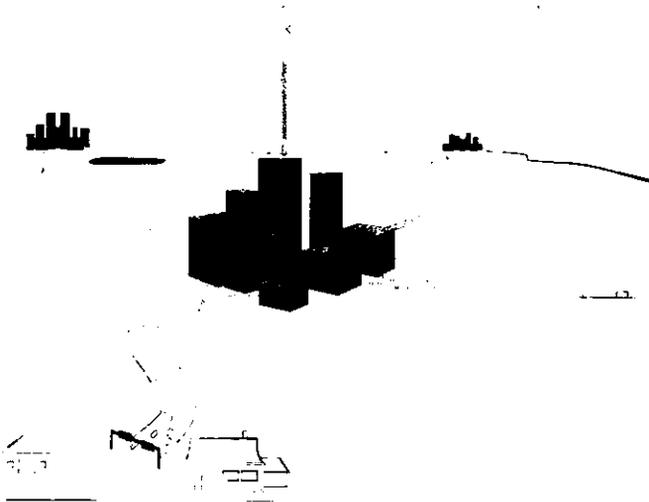
En el hemisferio sur:

$$R(Km) = 4.4\sqrt{h(m)}$$

$$h(m) = \left(\frac{R(km)}{4.4}\right)^2$$

Donde 4.1 y 4.4 son las constantes de cobertura terrestre en los hemisferios norte y sur respectivamente ya que la curvatura de la tierra no es uniforme; la altura  $h$  debe tomarse desde el promedio del terreno circundante e incluye la construcción y la orografía que la eleva.

También se incluyen en estas categoría las ondas reflejadas por la tierra y obstáculos en la superficie que tienen la propiedad de reflejar las ondas de radio.



*Figura 1.4.- Propagación de ondas espaciales*

### 3.- Propagación por reflexión ionosférica

Desde 1880 George F. Fitzgerald había planteado la posibilidad de que los gases en las capas atmosféricas situadas a 100 km. de altura se encontraran disociadas en iones, lo que les daba la propiedad de ser conductoras de ondas electromagnéticas y en otros casos reflectoras de las mismas.

La región de la atmósfera que se encuentra de 50 a 400 Km. Por sobre la superficie de la tierra es llamada ionosfera, por su altura absorbe grandes cantidades de energía y rayos ultravioleta provenientes del sol que ioniza las moléculas del aire creando electrones libres. Cuando una onda de radio pasa a través de la ionosfera, el campo eléctrico de la onda ejerce una fuerza en los electrones libres haciendo que éstos vibren haciendo que las ondas electromagnéticas se doblen hacia regiones de mas baja densidad de electrones o sea reflejando la onda. Como la composición de la ionosfera no es uniforme se ha estratificado esencialmente en tres capas D,

E, y F. que cambian de propiedades conforme la hora del día, la estación del año, y de acuerdo al ciclo de manchas solares de 11 años.

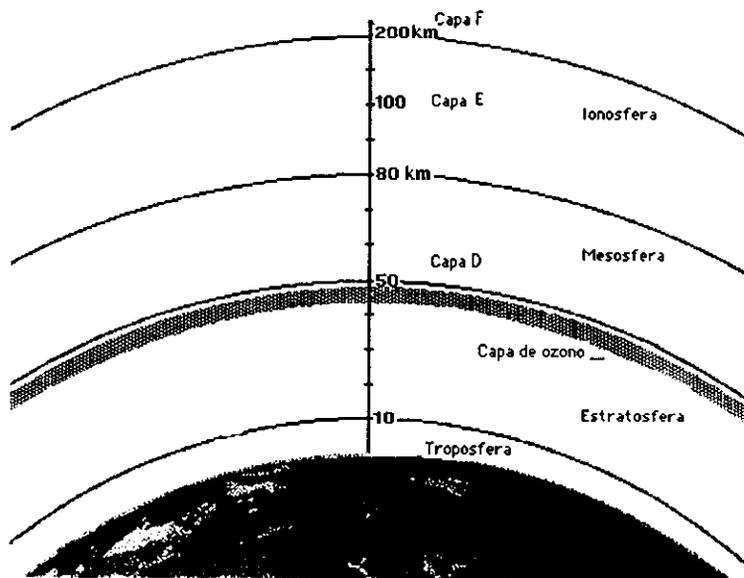


figura 1.5 .- Capas de reflexión de ondas de radio

Clasificación de las ondas de radio según su longitud y frecuencia

Frecuencia	Longitud	Nomenclatura en Inglés
30 KHz - 300 KHz	10 Km - 1 Km	VLF(very low frecuencies)
150 KHz - 250 KHz	2 Km - 1.2 Km	LW (long waves)
300 KHz - 3 MHz	1 Km - 100 m	MF (middle frecuencies )
500 KHz - 1500 KHz	600 m - 200 m	MW (middle waves)
3 MHz - 30 MHz	100 m - 10 m	HF (high frecuencies )
6 MHz - 26 MHz	50 m - 11 m	SW (short waves)
30 MHz - 300 MHz	10 m - 1m	VHF (very high frecuencies)
300 MHz - 3 GHz	1m - 10cm	UHF(ultra high frecuencies )
3 GHz - 30 GHz	10cm - 1cm	SHF(supra high frecuencies)
30 GHz - 300 GHz	1cm - 1mm	EHF(extremely high frecuencies)

## Características de las ondas según su longitud

### Ondas muy largas (+2 Km. , -150 KHz)

Para este tipo de ondas el amortiguamiento de onda de tierra es mínimo , en los inicios de la radiodifusión se empleó este tipo de ondas para las comunicaciones lejanas y en la actualidad este espectro esta prácticamente abandonado debido en parte por el alto costo de las antenas y bajo ancho de banda, a pesar de ello se utilizan en submarinos debido a su propiedad de penetrar abajo del agua , también en este espectro se encuentran la localización de las naves aéreas , marítimas y comunicaciones radiotelegráficas , el alcance de estas ondas es muy grande ya que a la onda de suelo se suma la parte inferior de la ionosfera ( la capa D a 90 Km. Aprox.) que actúa como reflector y desviador llevando a las ondas a grandes distancias.

### Ondas medias - largas ( 2 km. a 1.2, km. de 150 a 250 KHz )

Dentro de las ondas largas el amortiguamiento debido a la tierra es insignificante , mientras que una fuerte absorción tiene lugar en la capa de la ionosfera imposibilitando cualquier forma de conducción , en la noche disminuye la absorción aumentando así el alcance.

### Ondas medias (de 2000 a 200 m , de 150 a 1500 KHz)

La propagación tiene un moderado amortiguamiento de las ondas de tierra , Durante el día con potencias medianas se pueden cubrir hasta 100 km. , aunque conforme aumenta la frecuencia la onda de tierra disminuye

### Ondas tropicales (200 a 60 m , de 1.5 a 5 MHz)

Como esta parte del espectro es ocupado por los barcos también se le ha llamado banda pesquera , el origen de ondas tropicales se debe a que sobretodo en África y Asia las ondas medias son muy ruidosas debido a interferencia de la misma naturaleza , lo que ha motivado el

uso de esta banda para efectos de radiodifusión En este caso las ondas se emiten con dirección al cenit , de manera que se refleje en las ultimas capas de la ionosfera .

Ondas cortas (de 60 a 10 m , de 5 a 30 MHz)

Encontramos por igual en esta zona a la radiodifusión internacional , a los radioaficionados, comunicaciones telegráficas y telefónicas , para este caso la onda de tierra tiene un amortiguamiento tan grande que prácticamente desaparece, la comunicación a grandes distancias se hace posible gracias a la reflexión ionosférica ,en la actualidad la gran saturación de señales dificulta las comunicaciones en esta banda así como otras múltiples interferencias como , el magnetismo generado por los diferentes puntos de la tierra , la actividad del sol y la época del año también afectan la utilización de este tipo de ondas .

Después de los 30 MHz y hasta los 30 000 MHz la onda de tierra prácticamente ha desaparecido , solo eventualmente estas ondas se reflejan en la ionosfera causando molestias a las emisoras locales , este tipo de ondas se propagan libremente en el espacio pero en ellas interviene factores como la orografía , las edificaciones y en general cualquier obstáculo ya que éstos actúan como reflectores , en este rango se encuentran actualmente las transmisiones de FM y TV. Este tipo de ondas presenta la característica de que en algunas condiciones meteorológicas ( cuando la atmósfera tiene un alto contenido de humedad durante las lluvias fuertes y las tormentas ) se genera una superconducción de la onda en el espacio , que en estas condiciones ya no se limita al horizonte de recepción , tornándose mas fuerte y clara que en condiciones normales. También se produce sistemáticamente un efecto de curva en la trayectoria de las ondas , que tiende a hacerlas seguir la superficie de la tierra un poco mejor de lo que se espera con la analogía óptica , en condiciones muy particulares , principalmente con una atmósfera sin vientos las ondas pueden alcanzar hasta cinco veces su alcance habitual.

Ondas milimétricas y micrométricas o microondas ( de 30 a 30000 GHz)

En este caso ya se está hablando prácticamente de rayos luminosos hasta llegar al láser , la luz visible etc.

En las siguientes figuras se resumen estas propiedades:

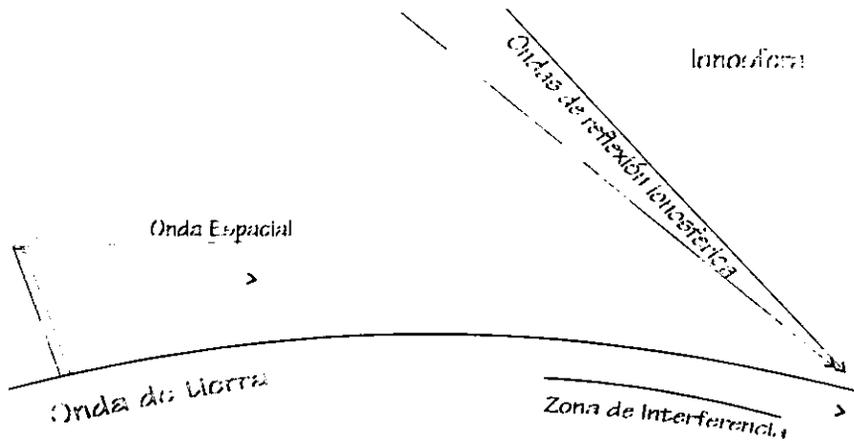


Figura 1.6.- Ondas espaciales , de tierra y de reflexión ionosférica

Frecuencia		10	30	100	300	1	3	10	30	100	300	1	3	10	30	100
		KHz			MHz			GHz								
Longitud de Onda		10 Km		1 Km		100 m		10 m		1 m		10 cm		1 cm		
Banda		VLF		LF Radio AM		MF Radio AM		HF Onda Corta		VHF TV FM		UHF (TV)		SHF EHF (Microondas)		
Tipo de Propagación	Onda de Suelo	Largo Alcance				Moderado a corto alcance en tierra y moderado a largo en agua		Corto en tierra moderado en agua		Corto alcance						
	Onda de espacio					500 - 1500 Corto de día mediano a largo noche										
	Onda directa							Cual óptico alcance								

Figura 1.7 Características de las ondas

## Capítulo 2

### Ondas de Radio

Como se vio en el capítulo 1, el espectro electromagnético es muy amplio y el utilizado para transmisión radiofónica también lo es, por lo que para efectos de este trabajo entenderemos como ondas de radio a aquellas que se transmiten con fines públicos es decir que pueden ser captadas por los receptores de radio caseros.

#### Modulación

La modulación es un artificio mediante el cual a una frecuencia de sintonía o frecuencia portadora se le incorpora otra señal que no es otra cosa que la versión eléctrica del sonido que es producido ya sea por la voz humana o por algún otro instrumento.

Una señal portadora es de la siguiente forma: 
$$E_c = E_c \sin(2\pi f_c t) + \theta$$

Como puede verse sus características son, Amplitud  $E_c$ , frecuencia  $f_c$  y ángulo de fase  $\theta$  y por lo tanto existen básicamente estas tres formas de modulación:

- 1.- Amplitud Modulada
- 2.- Frecuencia Modulada
- 3.- Fase Modulada

#### Modulación de amplitud (A M):

El proceso de modulación en amplitud se obtiene al agregar elementos no lineales a un mezclador en la figura 2.1 se ilustra el proceso donde:

$E_c$  es la señal portadora

$E_s$  es la señal moduladora

Estas se mezclan en un amplificador a transistor que contiene los elementos no lineales como son los capacitores y bobinas como el que se observa a continuación:

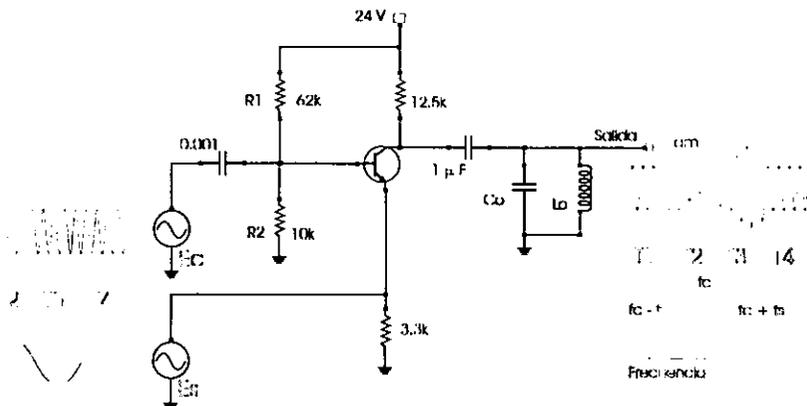


Figura 2.1.- Circuito básico de modulación en amplitud

En el tiempo  $T_1$  y  $T_4$  la señal moduladora  $E_s$  es cero por lo que la señal de salida  $E_m$  es igual a la portadora  $E_c$ , para el tiempo  $T_2$  mientras aumenta la moduladora la amplitud de la salida disminuye, y en el tiempo  $T_3$  al disminuir  $E_s$  la señal de salida aumenta en ganancia por la amplificación del transistor.

Las señales de entrada son de la forma :

$$E_c = E_c \sin(2\pi f_c t) + \theta \quad \text{y} \quad E_s = E_s \sin(2\pi f_m t) + \theta$$

y la salida  $E_{am} = E_m \sin(2\pi f_m t) + \theta$  donde :  $E_m = E_c + E_s \sin(2\pi f_m t)$

suponiendo  $\theta = 0$  y dado que la amplitud de la portadora es constante y la de la moduladora senoidal, la ecuación de salida sustituyendo términos es:

$$E_{am} = (E_c + E_s \sin(2\pi f_m t)) \sin(2\pi f_c t)$$

utilizando para simplificar la fórmula :  $(\sin x)(\sin y) = -1/2 \cos(x+y) + 1/2 \cos(x-y)$

y definiendo el factor de modulación :  $m = E_s / E_c$

$$E_{am} = E_c \sin(2\pi f_c t) - \frac{mE_c}{2} \cos 2\pi(f_c + f_m)t + \frac{mE_c}{2} \cos 2\pi(f_c - f_m)t$$

Supongamos una frecuencia portadora de 600 KHz y se modula en amplitud con un frecuencia de 5 KHz el resultado es una onda equivalente a tres ondas una de 600 otra de 605 y una tercera de 595 KHz que se muestran en la siguiente figura:

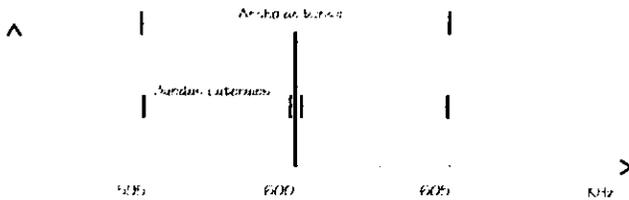


Figura 2.2 Ancho de banda de una frecuencia de 600 KHz

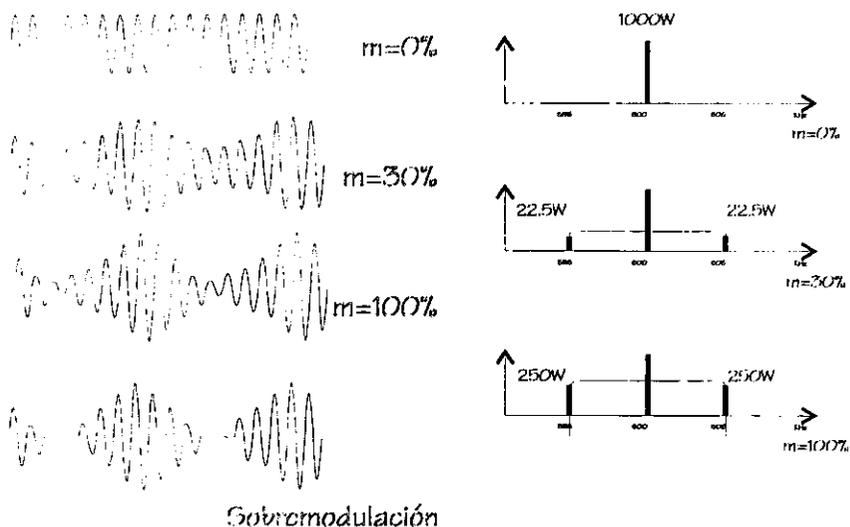
Si la frecuencia de la onda moduladora (audio) fuera de 20 KHz que sería para el caso de transmitir con alta fidelidad, el resultado serían tres ondas pero ahora de 600, 620 y 580 KHz.

La formación de dos bandas laterales para cada frecuencia de radio y como se comprende el ancho de banda depende directamente de la frecuencia moduladora es decir del audio y no de la portadora. Por esta razón se celebraron acuerdos internacionales que establecieron un ancho de banda de 9 KHz por lo que a cada banda lateral le corresponden 4.5 KHz de esta manera pueden entrar hasta 125 emisoras el espectro radiofónico, aunque en la práctica esto no es posible ya que existirían interferencias con estaciones de diferentes partes del país o el mundo, y se acostumbra dejar un espacio de 30 o 70 KHz entre cada emisora, sin embargo la calidad del audio transmitido es muy baja debido al ancho de banda usado.

Factor de modulación:

Una emisora de radio gastará cierta potencia en enviar las ondas de radio, puesto que la amplitud media de la portadora es constante la potencia en enviarla será constante pero la potencia gastada por las bandas laterales dependerá de la profundidad de la modulación. Cuando dicha profundidad sea cero no habrá modulación y no existirán bandas laterales, cuando la modulación alcance el 100% se producirán sus dos bandas laterales iguales, y en cada una de ellas se gastará una cierta potencia que es la cuarta parte de la empleada por la portadora, en el mejor de los casos la potencia empleada para las bandas laterales representa el

50 % de la portadora. Por ejemplo veamos una emisora de 1000 wats con una portadora de 600 KHz y una señal moduladora de 5 KHz, que se representa en la figura 2.3:



*Figura 2.3 Modulación y Sobremodulación*

Para conseguir un mejor rendimiento de transmisión se han ideado sistemas donde solo se transmite las bandas laterales DSB (Doble Side Band) o sólo una de las bandas laterales SSB (Single Side Band)

Esto permitiría ahorrar parte del espectro de frecuencia de AM y duplicar el número de estaciones sin embargo hasta ahora ninguno de estos sistemas se ha adoptado para la radiodifusión comercial ya que para hacerlo no sólo se debe cambiar a la parte transmisora sino también a todos los receptores

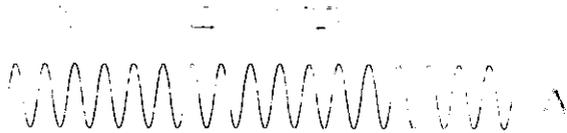
### **Modulación en Frecuencia**

La frecuencia modulada presenta muchas ventajas comparada con la AM, pues ofrece virtual inmunidad a las interferencias incluso cuando la señal es débil, sin embargo requiere de un mayor ancho de banda.

La Frecuencia modulada en realidad es una de las dos formas de modulación angular la otra se denomina modulación de fase , si la frecuencia de la portadora varía directamente con la de la moduladora estamos hablando de F. M . asimismo si es la fase la que varía se esta hablando de Modulación de fase P.M.

En la figura siguiente se muestran sus formas de onda:

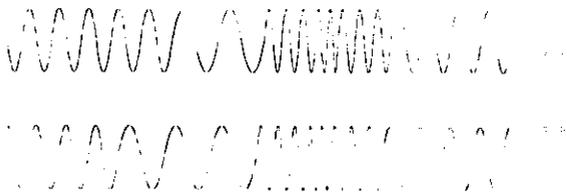
La gráfica A muestra una señal portadora sin modular.



La B representa a una señal senoidal moduladora.



En la figura C se muestra la señal modulada en frecuencia y la D una señal modulada en fase.



La señal E es la primera derivada de la señal moduladora.



*Figura 2.4 Formas de Onda*

Como se observa las señales son C y D son idénticas excepto por una variación en el ángulo de fase , y a mayor voltaje de la moduladora , menor frecuencia en la señal de FM y cuando el voltaje disminuye la frecuencia aumenta.

También se observa en estas gráficas existen varias analogías que se pueden representar matemáticamente por ejemplo :

Para Frecuencia modulada " C " :

La frecuencia es proporcional al señal modulante " B " y el ángulo de fase a la primera integral de la señal modulante.

Para Modulación de fase: " D "

La fase es proporcional a la señal modulante y la frecuencia proporcional a la primera derivada de la señal modulante " E ".

Una portadora de modulación angular tiene la siguiente forma:

$$M(t) = V_c \cos(2\pi f_c t + \theta(t))$$

Para una señal Moduladora  $V(t)$ :  $\theta(t) = KV(t)$  rad

$$\theta'(t) = 2\pi K_1 V'(t) \text{ rad/seg.}$$

donde K y  $K_1$  son constantes

Para modulación en fase :  $\theta(t) = KV(t)$

para frecuencia modulada :  $\theta'(t) = 2\pi K_1 V'(t)$

Sustituyendo en  $M(t)$  para una señal

de modulación

$$V(t) = V_m \cos(2\pi f_m t)$$

para modulación de fase :

$$M(t) = V_c \cos(2\pi f_c t + KV_m \cos(2\pi f_m t))$$

para frecuencia modulada:

$$M(t) = V_c \cos\left(2\pi f_c t + \frac{KV_m}{f_m} \sin(2\pi f_m t)\right)$$

Desviación de frecuencia :

Es el cambio que ocurre en la frecuencia de la portadora que ocurre al ser modulada y es proporcional a la amplitud de la señal moduladora  $V_m$  y la velocidad a la que ocurre es igual a la frecuencia de la señal modulante  $f_m$   $\Delta F = K_1 V_m f$  donde :

$V_m$  [V] es la amplitud pico de la señal modulante y

$K_1$  sensibilidad de desviación [Hz/V]

Índice de Modulación para modulación de fase [rad]

$$m = KV_m$$

Índice de Modulación para de frecuencia modulada [sin unidad]  $m = \frac{K_1 V_m}{f_m}$

Para modulación de fase se observa que  $m$  es independiente de la frecuencia mientras que para frecuencia modulada es inversamente proporcional a la frecuencia de modulación

$$\text{para FM \% de Modulación} = \frac{\Delta F_{(actual)}}{\Delta F_{(max)}}$$

donde por reglamento internacional  $\Delta F$  (max) es de 75%

### Ancho de banda

Al producir una señal de FM se genera un número infinito de componentes laterales y por lo tanto el ancho de banda es infinito y está definido por la ecuación

de Bessel de primer tipo :

$$\cos(\alpha + m \cos \beta) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n(m) \cos\left(\alpha + n\beta + \frac{n\pi}{2}\right)$$

Reescribiendo  $M(t)$

usando  $\omega = 2\pi f$

$$M(t) = V_c \sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n(m) \cos\left(\omega_c t + n\omega_m t + \frac{n\pi}{2}\right)$$

Expandiendo la ecuación a sus primeros cuatro términos

$$M(t) = V_c \left\{ J_0 m \cos \omega_c t + J_1 m \cos \left[ (\omega_c + \omega_m) t + \frac{\pi}{2} \right] + J_1 m \cos \left[ (\omega_c - \omega_m) t + \frac{\pi}{2} \right] \right. \\ \left. - J_2 m \cos [(\omega_c + 2\omega_m) t] - J_2 m \cos [(\omega_c - 2\omega_m) t] + \dots \right\}$$

De estas ecuaciones se deduce que el ancho de banda es infinito , pero en la practica , las amplitudes de las componentes y de frecuencia superior son despreciables y la mayor parte de la energía de la FM queda contenido en las componentes de un ancho de banda finito.

Para determinar los valores de las  $J_n$  se utiliza la tabla de Bessel , un fragmento de ella se muestra a continuación:

mf	$J_0$	$J_1$	$J_2$	$J_3$	$J_4$	$J_5$	$J_6$
0.0	1.00	-	-	-	-	-	-
0.2	0.98	0.12	-	-	-	-	-
0.5	0.94	0.24	-	-	-	-	-
1.0	0.77	0.44	0.11	-	-	-	-
1.5	0.51	0.56	0.23	0.06	0.01	--	-
2.0	0.22	0.58	0.35	0.13	0.03	-	-
2.4	0.00	0.52	0.43	0.20	0.06	0.02	-
2.5	-0.05	0.50	0.45	0.22	0.07	0.02	0.01
3.0	-0.26	0.34	0.49	0.31	0.13	0.04	0.01

En esta tabla se puede ver que las componentes  $J_0(m_f)$  y  $J_1(m_f)$  tienen componentes significativas y las de orden superior  $J_2(m_f)$   $J_3(m_f)$  ... resultan despreciables. Si se considera como significativas aquellas cuya amplitud sea el 1% de la portadora no modulada, en general  $J_n(m_f)$  es despreciable para  $n > m_f$ , por esta razón se emplea la regla de Carson para el cálculo del ancho de banda:  $BW = 2(\Delta f_c + f_m)$  donde  $\Delta f_c$  frecuencia pico y  $f_m$  la máxima frecuencia de modulación

Radio de desviación :  $DR = \frac{\Delta F_{max}}{F_{max}}$ , para una estación comercial la frecuencia máxima por

ley  $\Delta f_{max} = 75 \text{ KHz}$  y  $F = 15 \text{ KHz}$  por lo que  $DR = 75/15 = 5$

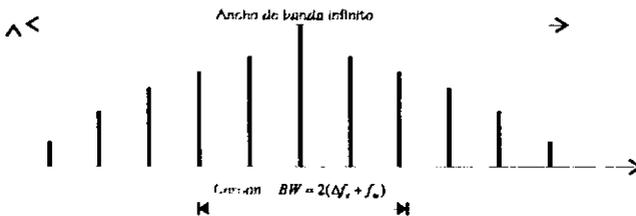
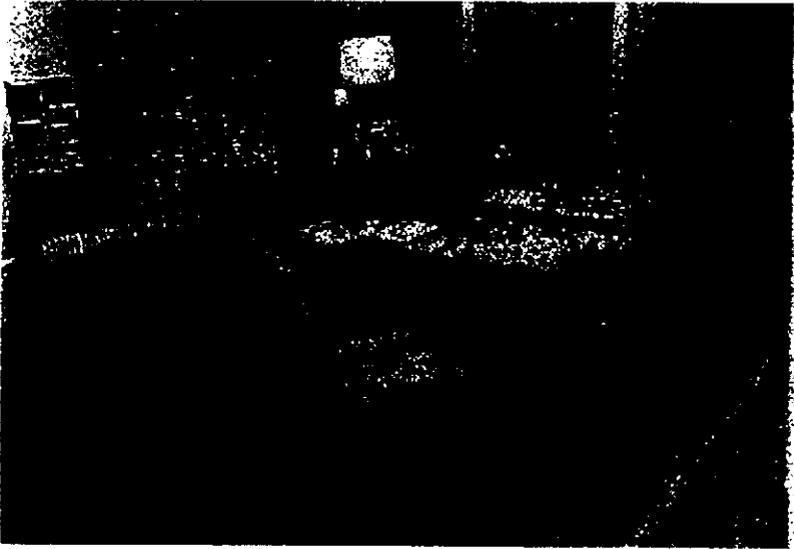


Figura 2.5 Ancho de banda de F.M.

### Capítulo 3

## El Estudio de Radio



*Figura 3.1 .- Cabina de Transmisión de radio*

El estudio o cabina de transmisión es el lugar desde donde se genera o controla la señal de audio a transmitir , existen estudios de todo tipo desde los de reducidas dimensiones utilizados en provincia por pequeñas emisoras locales hasta los grandes estudios capaces de albergar a una orquesta completa con publico espectador una descripción es la siguiente :

- a) Estudios muy reducidos que son mas bien una pequeña sala de control en la que el mismo locutor habla e introduce música o sostiene una conversación telefónica con algún personaje .
- b) Los estudios de uso general que , suelen disponer de una mesa circular o semicircular y de varios micrófonos direccionales , para la realización de entrevistas , y conversaciones entre varios participantes.

c) Los estudios para radionovelas , teatro etc., su construcción permite la realización de diferentes efectos sonoros especiales , aunque cada vez es más frecuente la introducción de estos efectos desde un disco compacto a alguna cinta grabada previamente.

d) Los estudios musicales de grandes dimensiones aptos para la instalación de un grupo musical , un cantante , o incluso una pequeña orquesta.

e) Los estudios tipo auditorio que semejan un pequeño teatro con escenario y asientos , destinados a emisiones con público en el estudio.

Generalmente las cabinas de radio se encuentran divididas en dos partes por un varios vidrios de grueso calibre y separados éstos entre sí para permitir aislar a los locutores del equipo técnico.

#### **Acústica:**

Cabina de locución:

El estudio de radio ha de disponer de un perfecto aislamiento acústico que impida la captación de sonidos del exterior en los micrófonos de cabina , debe estar situado en lugares alejados de las vibraciones producidas por el paso de vehículos pesados , aviones y helicópteros que vuelan a baja altura , cuando el presupuesto lo permite es aconsejable la instalación de piso flotante para disminuir la vibraciones.

Las paredes y techo se revisten de elementos aislantes , moquetas , alfombras etc. para eliminar las resonancias y reverberaciones del sonido, la puerta de entrada debe ser maciza y garantizar un cierre hermético.

Un estudio de transmisión no puede tener ventanas así que debe contar con aire acondicionado donde la entrada de aire sea por sistema indirecto de forma que se eliminen los zumbidos que serían captados por los micrófonos , el grado de iluminación debe asegurar una cómoda lectura de los locutores y presentadores , en cuanto al equipo técnico de esta cabina generalmente consta de micrófonos , audífonos o monitor de audio , por lo que se deben implementar las

conexiones necesarias para agregar o quitar micrófonos o audífonos según sea el caso y las necesidades .

Es también común el uso de señales luminosas con las que se suele indicar al locutor o locutores el inicio o fin de sus participaciones , y cada vez mas frecuente es el uso de una computadora sobre todo en los estudios dedicados a las noticias que se encuentra conectada a una red de información o Internet.

### La cabina de Control

La acústica en la cabina de control debe permitir el aislamiento de la cabina de locutores esto se logra utilizando varios vidrios de grueso calibre que permita una comunicación visual entre las personas que laboran an ambas cabinas pero que evite sonidos y ruidos no deseados , en la cabina de control también se revisten techos y pisos con materiales de aislante acústico a fin de que el la señal que escuche el operador sea la misma que transmite y no se encuentre alterada por reverberaciones provocadas por las paredes de la propia cabina.

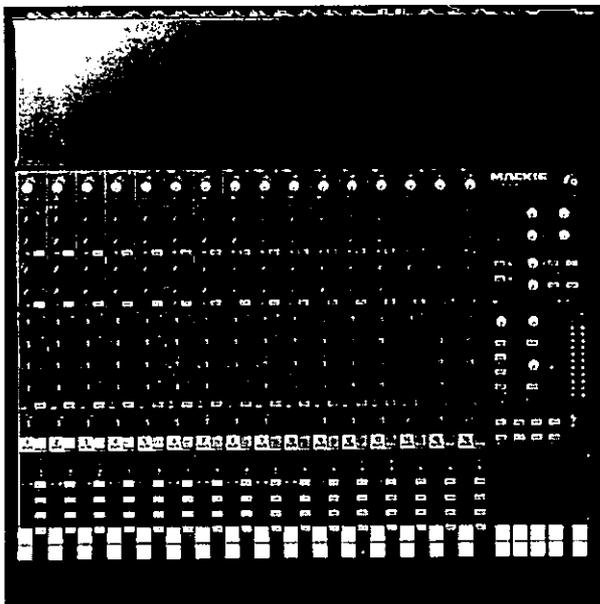
### Elementos de la cabina de transmisión

La señal a transmitir es siempre una mezcla de diferentes sonidos ( locutores , música , comerciales , etc.) , a la cabina de control llegan todas las señales electrónicas provenientes de ; grabadoras , discos compactos , líneas telefónicas , radioenlaces o incluso señal de otra cabina de transmisión , por lo que el principal componente de la cabina de transmisión es la consola mezcladora., y a continuación se presenta una lista descriptiva lo mas actualizada posible del equipo de cabina:

#### Consola Mezcladora :

A la consola llegan , se seleccionan y mezclan todas las fuentes de audio de que dispone la cabina en ella se afectan y corrigen los diferentes parámetros de audio y el resultado final puede grabarse o transmitirse directamente, para efectuar la mezcla la consola dispone de *vúmetros* que marcan las subidas y bajadas bruscas de nivel en unidades de volumen (VU) y generalmente también en decibeles.

En radiodifusión es muy importante la observación del nivel de salida ya que cuando el nivel es muy bajo pueden crearse dificultades de audición en lugares lejanos y cuando el nivel es muy alto aparecen distorsiones en la reproducción del sonido y puede llegarse en este caso a la sobrecarga del transmisor hasta el punto de producir averías.



*Figura 3.2.- Consola Mezcladora Mackie de 16 canales x 4 de Salida*

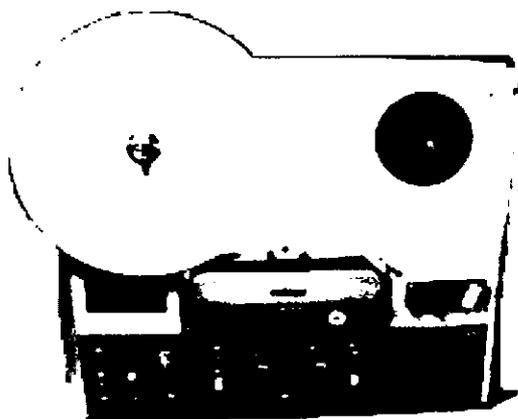
La cantidad de consolas mezcladoras diferentes es muy grande sin embargo se pueden identificar en todas ellas las siguientes secciones :

a) Entradas : Cada señal llega a la consola a partir de un micrófono , tornamesa , compact disc etc., pasa por un amplificador o atenuador en la consola (preamplificador en el caso de los micrófonos) y se nivela por medio de un potenciómetro para obtener mezcla o selección de una o varias de ellas.

b) Salida : La señal de audio combinada atraviesa un nuevo control maestro donde se le da el nivel deseado para alimentar a la cadena de transmisión siguiente por ejemplo un compresor o un limitador.

c) Monitoreo: Proporciona al operador las opciones para cambiar lo que esta escuchando por medio de un monitor o audifonos a esta sección generalmente se conecta la salida de un sintonizador (radio) a la frecuencia en que se transmite para poder escuchar directamente lo que sale al aire , la mayoría de las consolas incorporan a esta sección un sistema de intercomunicación con la cabina de locutor y un amplificador por separado (cue o programa 2) que permite escuchar las diferentes entradas sin que estas salgan por el amplificador principal ( al aire).

#### Grabadora de carrete abierto



*Figura 3.3 .- Grabadora de Carrete abierto Revox PR99*

El sistema que utiliza es magnético, por medio de tres cabezas , borradora, grabadora, y reproductora se magnetiza una cinta de material ferroso que pasa por las cabezas guiada por un sistema de transporte muy eficiente a una velocidad estándar de 7.5 in /seg., o algún múltiplo de esta velocidad .

Las grabadoras modernas incluyen sistemas de transporte con motores servocontrolados que además de proveer una velocidad lineal constante en la cinta permiten llevar un contador de tiempo directamente en horas , minutos y segundos asi como memorias para localizar un punto determinado en la cinta

Aunque existen diferentes marcas y modelos , la mayoría tiene las siguientes características:

Este tipo de grabadora es muy común en los estudios de radio debido a que fué el primer medio de grabación que permitía además de grabar editar el material grabado ya sea electrónicamente o directamente por medio de unas tijeras

- Medidores de nivel de grabación y reproducción o vúmetros para cada canal
  - Entradas de audio balanceadas y con controles independientes para cada canal de grabación.
  - Controles de velocidad de 3.75, 7.5 , 15 ,y 30 in /seg. Y un control que varía las velocidades estándar "pitch".
  - Una sección de control de la salida de audio , potenciómetros audífonos etc.
- También incluyen una bahía de edición que sirve para cortar y volver a unir tramos de cintas.
- El ancho de la cinta de grabación es de ¼ de pulgada y generalmente en rollos de cinta de 600 , 1200 o 2400 ft.

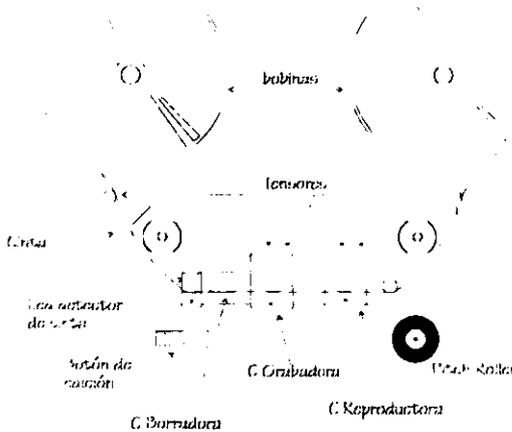


Figura 3.4 Esquema de doble cabezas de la grabadora Revox PR99

#### Cartuchera :

Utiliza el principio de grabación magnética similar al de la grabadora de carrete abierto pero con la diferencia de que la cinta se encuentra dentro de un cartucho y la cinta tiene un acabado especial en la parte trasera que le permite deslizarse suavemente dentro del cartucho mismo en un arreglo circular de manera que al terminar de reproducir la música la cinta se encuentra al principio de la misma , esta cualidad le dio gran popularidad en las estaciones de radio ya que siempre se encuentra lista para su utilización.

Corre a la misma velocidad de la grabadora de carrete abierto 7.5 IPS (pulgadas por segundo) pero su respuesta es ligeramente menor de 50 a 15 000 Hz.

Tiene la desventaja de que en ocasiones se llega a atorar la cinta y en otras pierde el " cue " (principio de la música o audio) convirtiéndose en un cartucho sin fin.

En la actualidad esta siendo desplazada por los nuevos sistemas de grabación , pero aún subsiste en muchas radiodifusoras.

#### Tornamesa

La tornamesa profesional es muy robusta , proporciona una velocidad angular constante y alcanza su velocidad de trabajo en forma instantánea , está provista de fonocaptor magnético de alta fidelidad ( 20 a 20000 Hz ) que contiene sistemas de peso y contrapeso para una reproducción de alta calidad.

En la actualidad está siendo desplazado por los discos compactos CDs pero la abundancia de material grabado en LPs frecuentemente obliga a uso de tornamesas.

#### Reproductor de Disco Compacto

Desarrollado conjuntamente por Phillips y Sony en 1982 , En este sistema los datos van grabados físicamente sobre la superficie del disco que almacena la información en una trayectoria de espiral desde el centro hacia el borde del disco (120 mm de diámetro), y está formada por microscópicas depresiones y partes planas que representan la codificación digital del audio original . Como el disco tiene un recubierta de aluminio el rayo láser que incide en la superficie retorna modificado por esta y al pasar por un proceso de interpretación da origen a una señal eléctrica que reproduce la señal de audio original , la calidad excepcional de audio se debe a la velocidad de codificación 44100 muestras por segundo así como al tamaño de la palabra almacenada 16 bits y al no existir contacto directo con el disco su duración es indefinida. Las nuevas tecnologías en este aspecto han dado lugar también a grabadores de discos compactos que hasta hace dos o tres años no existían.

#### DAT (Digital Audio Tape)

Desarrollado por Sony en 1987 es el segundo medio de almacenamiento digital , la grabación se hace por medios magnéticos similares a los de la cinta de vídeo ya que se utiliza dos

cabezas montadas sobre un tambor inclinado que al girar graba la información en forma helicoidal , obteniéndose una calidad comparable a la del disco compacto.

La desventaja es que al ser un medio magnético la cinta almacenada en un cartucho sufre del desgaste natural de la fricción y el tiempo.

Otra desventaja es el tiempo que tarda en localizar determinado track que es muy lento para su utilización en radio.

### DCC (Digital Compact Cassett)

Desarrollado por Phillips en 1992 también incorpora la tecnología digital a la cinta magnética , pero su diseño toma en cuenta la compatibilidad con los cassettes de audio convencional , La información se almacena en forma magnética , la cabeza de grabación está dividida en tres partes ; nueve cabezas IRH (cabezas para grabación integrada) son empleadas para grabaciones digitales , nueve cabezas MRH (cabezas magneto resistivas ) se encargan de la reproducción digital y dos cabezas más se encargan de la reproducción analógica (cassettes convencionales) , el principio de funcionamiento de estas cabezas se basa en la capacidad de ciertos materiales para modificar su resistencia al verse afectadas por un campo magnético. Durante la grabación , cada una de las nueve cabezas IRH , registra su información digital en tan solo  $185 \mu\text{m}$  de ancho y para la reproducción las cabezas MRH cuentan con  $70 \mu\text{m}$  , por lo que los errores provocados por azimuth son mínimos.

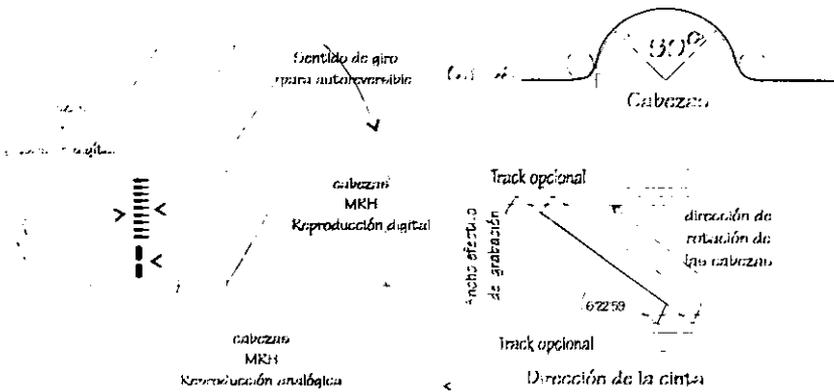


Figura 3.5 Detalle de la cabeza de grabación DCC y DAT

## Mini Disc

Desarrollado por Sony en 1994 combina las tecnologías óptica y magnética, admite hasta 74 minutos de grabación la cual se graba en el disco en secciones llamados "clusters", a su vez un cluster esta formado por 36 sectores en cada uno de los cuales se graban 2,352 bytes de los cuales 2,332 son datos, incorpora el sistema EFM (código de modulación 8 a 14) y el sistema de corrección CIRC (código Red - Solomon para detectar errores de comunicación).

Para grabar el disco la superficie es calentada a cierta temperatura (punto de Curie) y una vez alcanzado este punto la naturaleza de la aleación del material es tal que la dirección magnética puede ser alterada por un campo magnético externo.

Se utiliza el láser para calentar un lado del disco y por el otro se utiliza una cabeza magnética para alterar las propiedades del material del disco, una vez frío se mantiene la información en el disco por siempre.

para leer el disco la superficie magnética es influenciada por la polarización del rayo láser (a este fenómeno se llama efecto Kerr) y para la detección de los datos se buscan diferencias de polarización.

Presenta la ventaja para radio de una muy rápida localización de los tracks ya que la lectura de éstos no es secuencial.

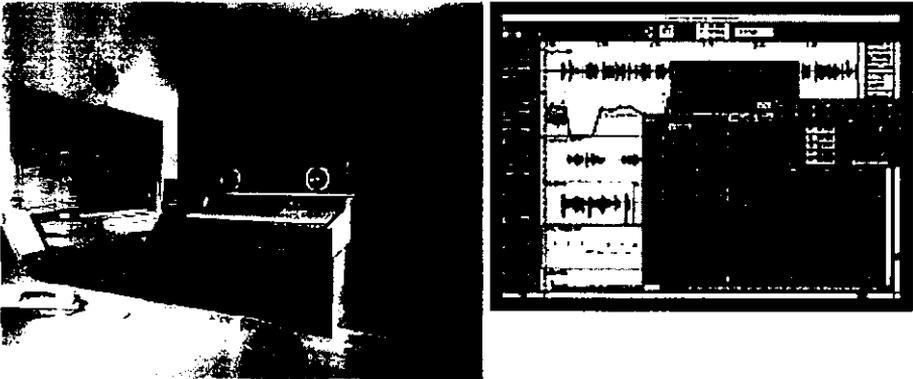
la calidad de audio es muy alta sin embargo no alcanza al compact disc debido al sistema de compresión de los datos y el calentamiento de los aparatos de reproducción ocasiona saltos y pérdida de información a reproducir por lo que requieren de un sistema de ventilación para funcionar en los estudios de radio sin errores.



Figura 3.6 Disco y Sistema de grabación de Mini Disc

## Equipos computarizados

Existen en la actualidad equipos de computo con capacidad para el manejo de audio de alta calidad por medio de la utilización de discos duros de grandes capacidades en la computadora se puede grabar desde ocho hasta 32 canales que se mezclan en una edición para producir música y programas en estéreo de con alta calidad de reproducción. De entre estos equipos el más destacado y de mayor costo es la serie PRO TOOLS que se utiliza en la grabación de discos comerciales, el equipo consiste en software - hardware especialmente diseñado para el manejo de audio y requiere de equipo de cómputo con gran capacidad (al menos 266 MHz , 100 MBytes RAM , 10 GBytes de DD) .



*Figura 3.7 Estudio de Grabación y pantalla de la computadora con PRO TOOLS III*

Existen sistemas mas sencillos como Dalet o Sound Forge que son más utilizados en estaciones de radio.

## Teléfonos

Imprescindibles En toda estación radiofónica permiten la comunicación con el publico y en sistemas noticiosos son utilizados por los reporteros que envían información vía celular desde el lugar donde se encuentren.

Híbrido :

Se trata de un elemento que se conecta entre los teléfonos y la consola y su función principal es permitir al locutor hablar con alguna persona por medio de los micrófonos de la cabina. la conversación pasa por la consola, por lo que se puede transmitir o grabar .

Personal del estudio de radio

La radio al igual que la televisión es producto de un equipo de trabajo en el que se incluye personal que trabaja dentro y fuera de la cabina de transmisión , sin embargo para este estudio de mencionará solamente el personal que trabaja directamente dentro del estudio :

- a) Locutor : Que es la persona o personas que se encuentra frente al micrófono y contribuyen con su voz o voces para la emisión de radio.
- b) Director También llamado realizador o productor es el responsable de la coordinación de locutores y equipo técnico , sin ser obligatorio el realizador conoce al menos ideas generales de las funciones del personal del estudio, al igual que el locutor la mayoría de las veces son egresados de las escuelas de comunicación
- c) Operador : Técnico profesional que manipula la consola de mezcla controla niveles de entrada , salida así como las grabadoras y demás equipo con que cuenta el estudio frecuentemente el técnico es capacitado sobre el manejo de los equipos por personal de ingeniería y de las empresas proveedoras del equipo nuevo por lo que es el encargado de la cabina radio.
- d) Asistente : Frecuentemente y dependiendo de la naturaleza de los programas , ya sea el director o el operador requieren de asistentes que ayudan a la operación del equipo o contestando las llamadas del publico etc.

## Capítulo 4

### Transmisión de la señal

#### Elementos de un transmisor

Una radiodifusora es en principio un generador de oscilaciones eléctricas de alta frecuencia con capacidad de inducción , en un principio se utilizaron generadores mecánicos o emisores de chispa , en la actualidad se trabaja a base de bulbos casi siempre en el paso final, transistores en la circuitería que trabaja con potencias relativamente grandes , y en el resto con circuitos integrados de primera segunda y tercera generación.

Un transmisor deberá ser capaz de :

- Producir una señal que la distinguirá de otras radiodifusoras locales
- Codificar la señal portadora con una señal modulante antes de ser transmitida.
- Proveer de la suficiente energía a la portadora del mensaje para atravesar la distancia entre el transmisor y el receptor.

Un transmisor consta principalmente de los siguientes elementos :

- 1.- Un Oscilador
- 2.- Un amplificador de alta frecuencia
- 3.- Un modulador
- 4.- Un amplificador de baja frecuencia.
- 5.- La Antena de transmisión

#### El oscilador

Este es el sistema generador de las oscilaciones de alta frecuencia de portadora de la estación llamado radiofrecuencia o RF Debido a las altas exigencias de constancia de la frecuencia la excursión al rededor de la frecuencia central no puede sobrepasar el ancho de banda del

receptor , pero el mayor impedimento es de tipo legal ya que las leyes nacionales e internacionales solo permiten un 0.002% de tolerancia por lo que en la actualidad se utilizan osciladores de cristal de cuarzo.

El cristal de cuarzo tiene la ventaja de ser piezoeléctrico , el cual si se encuentra debidamente pulido tiene una o más resonancias de oscilación con un error de 0.0001% que es como se utiliza en los relojes , pero si se le coloca en un medio caliente con temperatura controlada el cuarzo eleva su porcentaje a 0.000001% o sea una millonésima . De hecho como la longitud emitida por el cuarzo es del orden de 100 000 veces su espesor es difícil obtener cristales para frecuencias que sobrepasen los 3 MHz (un milímetro de espesor) Más allá se hacen excesivamente frágiles por lo que para alcanzar por ejemplo 200 MHz. se parte de una vibración de 1.5625 MHz , que se multiplicará siete veces por dos , con la ayuda de otros tantos duplicadores de frecuencia.

En radiodifusión frecuentemente se llama oscilador a lo que en realidad es un módulo de uno o varios circuitos que incluyen al circuito oscilador a cristal y un circuito de compensación eléctrico y de temperatura con un amplificador

Existen muchos circuitos osciladores a cristal que se diferencian en su estabilidad y costo por ejemplo los siguientes :

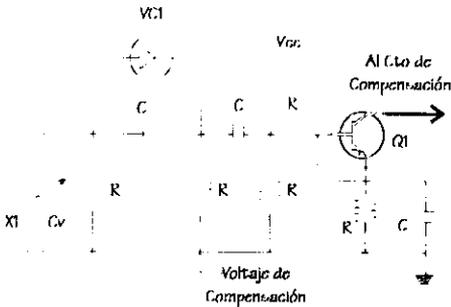


Figura 4.1.-Módulo de Oscilación de cristal

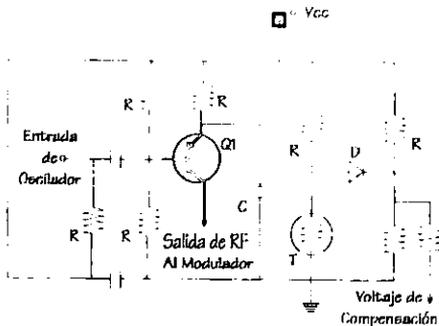


Figura 4.2 Circuito compensador

Otro oscilador que es utilizado para FM es el oscilador de cristal de Pierce donde el calor disipado por el colector del transistor  $Q_2$  controla la temperatura del Horno la frecuencia del oscilación esta dada por  $L_1$  y  $C_1$  , y una vez que la oscilación empieza se controla por el cristal  $X_1$ .

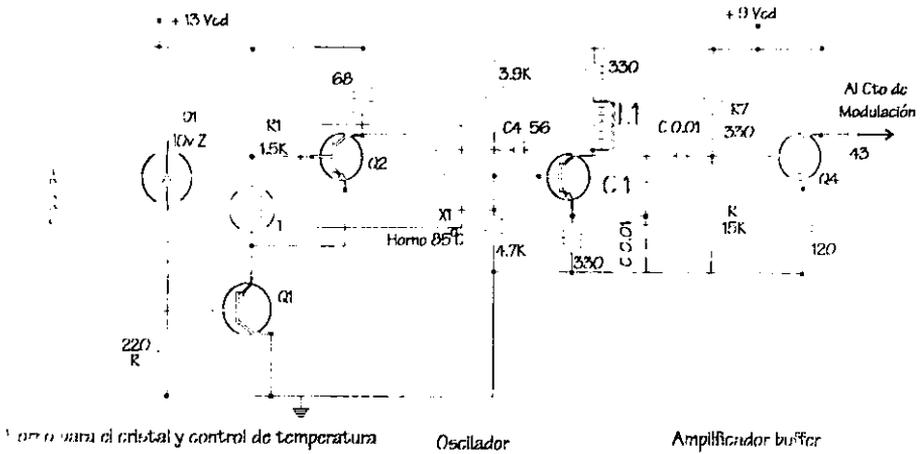


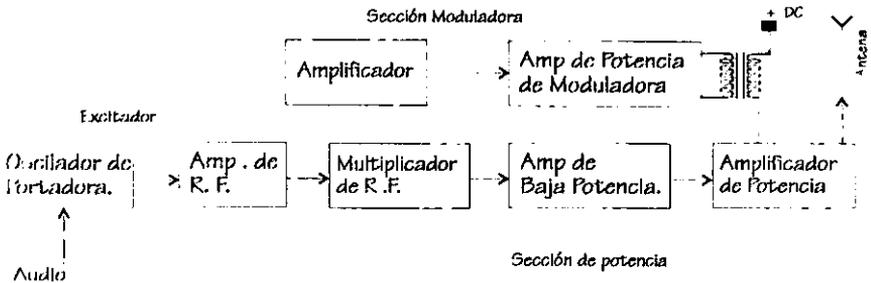
Figura 4.3.- Oscilador de cristal de Pierce

### El modulador

Es la etapa encargada de la modulación ya sea de frecuencia, fase o amplitud modulada. Los principios y ecuaciones de modulación se explicaron en el capítulo 2 y en los párrafos siguientes se muestran los circuitos generales para cada sistema.

### El transmisor de AM

Para AM existen transmisores de bajo (hasta 250 W), medio (de 250 a 5KW), y alto nivel (mas de 5 KW), con una sola banda lateral y de doble banda lateral. Los empleados actualmente en la radiodifusión comercial se denominan de alto nivel y utilizan doble banda lateral.



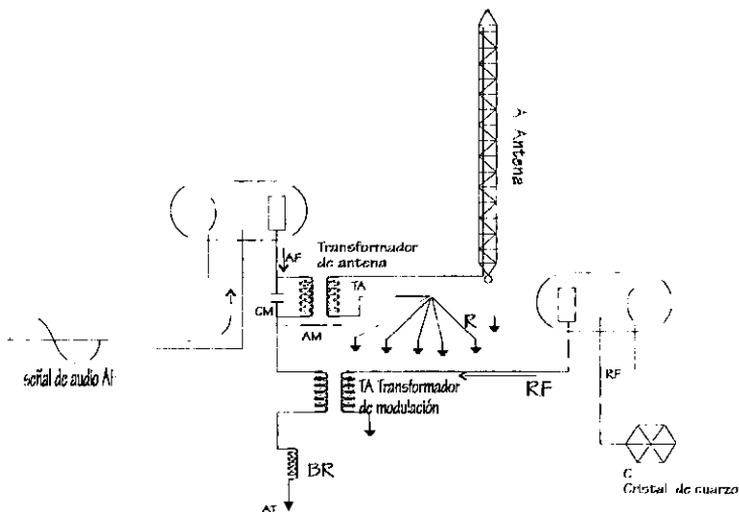


Figura 4.4 .- Transmisión de A. M.

La señal de radiofrecuencia RF es generada por un cristal de cuarzo C que es multiplicada por circuitos duplicadores de frecuencia y amplificada por el bulbo de radiofrecuencia, esta señal llega al TA (transformador de modulación), la bobina de reactancia BR de baja frecuencia es una bobina de choque cuya función es ahogar las oscilaciones de alta y baja frecuencia para que no operen en circuitos que no les corresponden creando una zona de alta tensión AT. La onda de radiofrecuencia se dirige al condensador CM en donde se encuentra con la señal proveniente del circuito de baja frecuencia y ya como amplitud modulada pasa al transformador de antena TA que emitirá la señal por medio de la antena A y el sistema de tierras R.

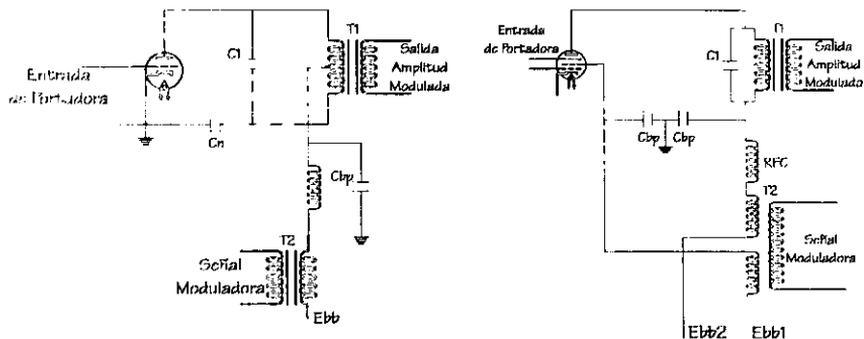


Figura 4.5.-Circuitos de AM con doble banda lateral

## El transmisor de AM estéreo

Desde los inicios del AM se han inventado varios sistemas de AM estéreo sin embargo hubo muchos problemas legales y técnicos para la implantación de alguno de estos sistemas y , es hasta 1991 que en Los Estados Unidos se seleccionó la norma C-QUAM par la transmisión de estéreo en AM , misma norma que se utiliza en México . Aun que actualmente hay relativamente pocos receptores de AM estéreo en el país ya desde 1985 varias emisoras utilizan el sistema C-QUAM por ejemplo en el D F Radio Mil , XEQ , Radio 6 20 , Radio universidad , y Radio Centro.

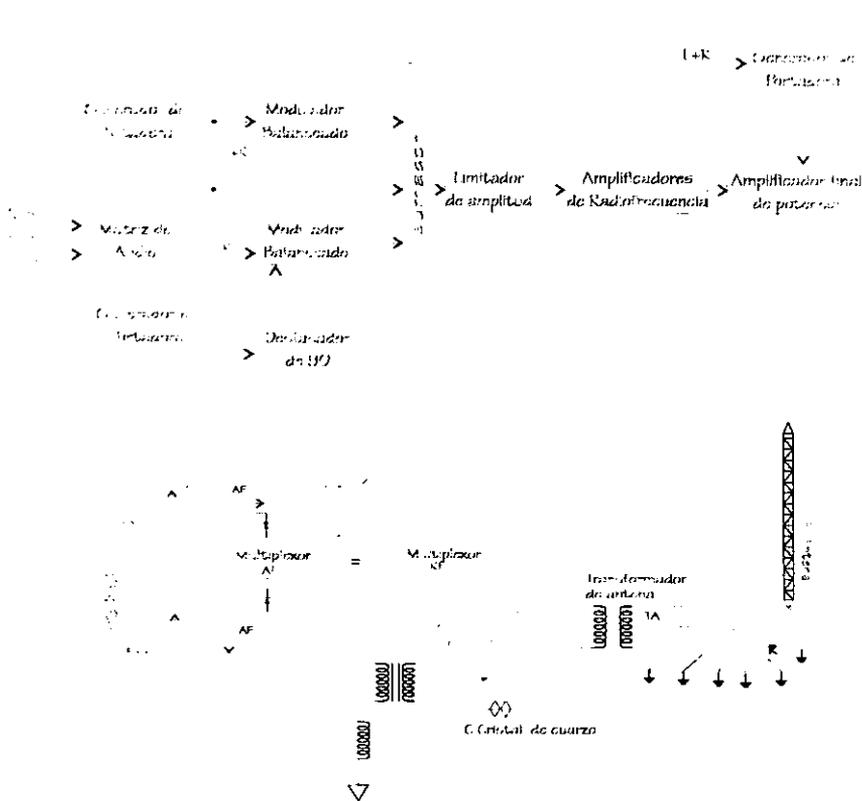


Figura 4.6 .- Sistema A.M. Estéreo

El sistema C-QUAM consiste en modular con la señal L+R al la portadora en la forma convencional pero el mismo tiempo modular en cuadratura , es decir con una portadora desfasada en  $90^\circ$  , y empleando la técnica de modulación balanceada para suprimir la

portadora , con la señal L – R además a la señal L – R se aplica un tono piloto de 25 Hz en el diagrama 4.6 se puede ver que la portadora principal está modulada con la señal L+R con lo cual se logra la compatibilidad con la operación en monoaural.

## Transmisión de FM

En frecuencia modulada hay dos variantes en los moduladores :

1.- Frecuencia modulada directa ; se llama así cuando la frecuencia de la portadora varía directamente por la señal moduladora , en este caso la variación de la frecuencia es proporcional a la amplitud de la señal de audio.

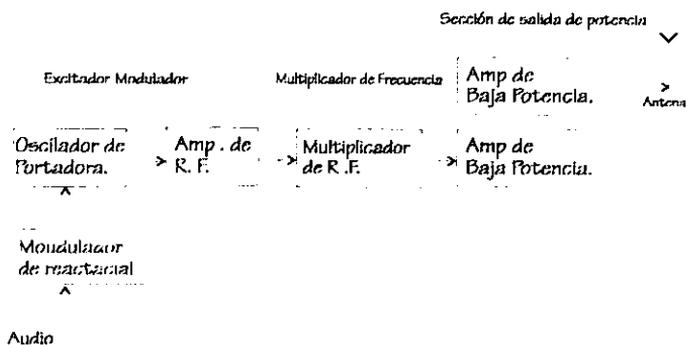


Figura 4.7.- Diagrama de bloques de Frecuencia Modulada

Circuitos:

El siguiente es un diagrama esquemático de un generador de FM directa utiliza un diodo varicor para variar la frecuencia de oscilación del cristal.

R1 y R2 polarizan el varicap y determinan la frecuencia central del oscilador , los voltajes positivos de la señal moduladora incrementarán la polarización inversa de VD1 Éste varía su capacitancia incrementando así la frecuencia de oscilación

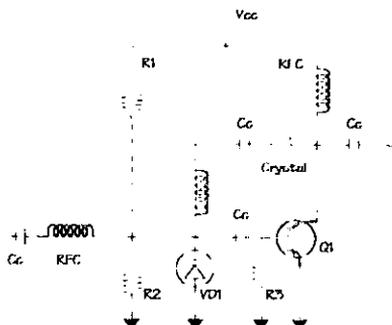


Figura 4.8 Generador de F.M.

Este circuito tendrá la estabilidad del cristal , sin embargo el mismo cristal limita la aplicación de éste circuito a un bajo alcance.

## Frecuencia modulada indirecta.

En este tipo de modulación las variaciones de frecuencia de la portadora son efectuadas indirectamente por la señal moduladora ya que se trata de una modulación de fase, y es la variación de fase directamente proporcional a la amplitud de la señal de audio o moduladora. La figura muestra un diagrama esquemático de un modulador de FM indirecta:

El modulador de fase consiste en diodo varicap VD1 en serie a una red LR, la combinación paralelo - serie actúa como un circuito de resonancia a la salida de la frecuencia del oscilador de cristal.

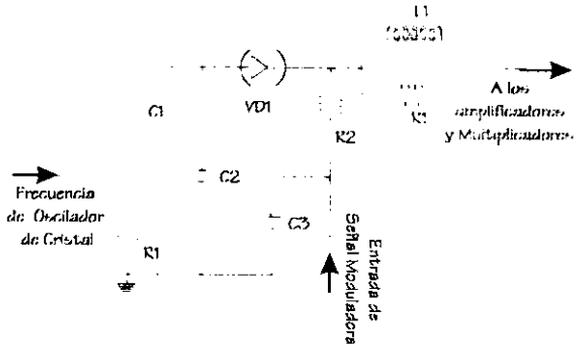


Figura 4.9 Cto. Modulador de fase

La señal moduladora se aplica a VD1 lo que varía su capacitancia y consecuentemente el ángulo de fase de la impedancia que es visto por la señal de radio frecuencia, lo que resulta en una desviación de fase de la portadora que es proporcional a la amplitud de la señal modulante.

La ventaja de la modulación de fase o FM indirecta es la posibilidad de utilizar directamente la señal generada por el el oscilador a cristal proporcionando así una señal de portadora mas estable, y sus desventaja es que la curva característica del varactor capacitancia - voltaje es no lineal y por lo tanto para limitar la distorsión se deben manejar señales pequeñas.

## Sistema FM Estéreo multiplex

El sistema de FM estéreo es mas sencillo que el de AM, la modulación se realiza con corrientes de baja tensión utilizando un cristal de cuarzo para cada canal que a su vez es multiplexada enviando una sola señal monofónica que es captada por todos los receptores y en una subportadora se envía la diferencia entre la señal derecha e izquierda como se observa en el siguiente diagrama:

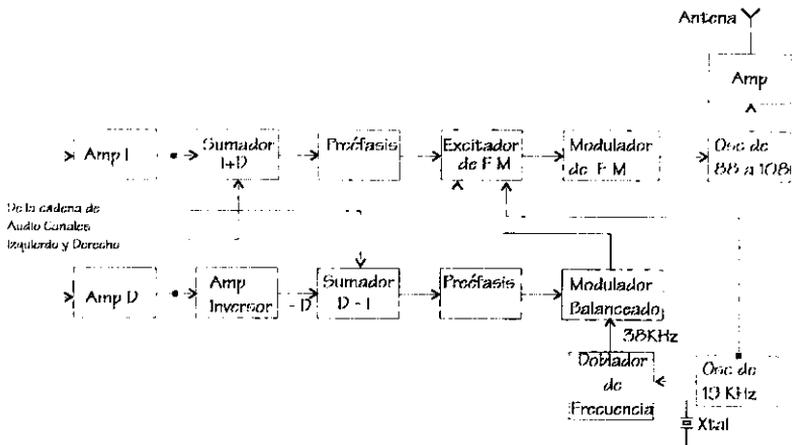


Figura 4.10. - Transmisión de F.M. Estéreo

La señal Izquierda una vez amplificada se aplica a un circuito sumador al que también llega la señal del canal Derecho , efectuándose la suma algebraica de las dos señales  $I + D$  , esta señal es llevada a la red de preénfasis quedando lista para la modulación , por otro lado la señal  $D$  después de ser amplificada se invierte por medio de un amplificador inversor obteniéndose  $-D$  que se aplica a un segundo sumador con  $I$  para obtener  $I - D$  que es la que llega a la red de preénfasis y esta se utiliza como modulante en el modulador balanceado , que es un modulador de amplitud.

El modulador balanceado recibe la señal de 38 KHz y modula en amplitud la información  $I - D$  : Entonces se tiene las siguientes señales:

- 1.-La señal monoaural  $I + D$  con un ancho de banda de 0 a 15 KHz .
- 2.- Las bandas inaudibles de  $I - D$  ubicadas entre 23 a 38 y 38 a 53 KHz.
- 3.- La señal piloto de 19 KHz

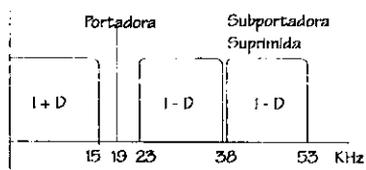


Figura 4.11 Señales portadora piloto y subportadoras

### Los amplificadores

Como se observa en los diagramas modulares anteriores se requiere de varias etapas de amplificación para cada tipo de frecuencia :

El amplificador de alta frecuencia .- En el caso de AM es el último paso antes de la modulación , mientras que en FM la amplificación se hará después de la modulación misma

El amplificador de baja frecuencia.- En AM la baja frecuencia ha de llegar también amplificada , en este caso la baja frecuencia corresponde a la frecuencia de audio (AF).

### La antena de transmisión

La antena es el componente del sistema electromagnético que se encuentra en la zona de transición de la onda guiada por el conductor y la onda conducida por el espacio libre y viceversa acoplando la energía de salida del transmisor a la atmósfera y de la atmósfera al receptor.

En la banda de AM se emplea por lo general la antena de torre , llamada así por que el conductor que emite las radiaciones es un solo elemento conectado a un polo del transmisor , incorporado a una estructura metálica o torre , aislada del suelo , mientras que el otro polo del transmisor se encuentra conectado a tierra con alambre común del numero 10 a un sistema de 120 radiantes que suelen ser unas grandes estrellas de alambre de cobre de la mitad de onda del transmisor y enterrados a una profundidad de 30 cm o mayor.

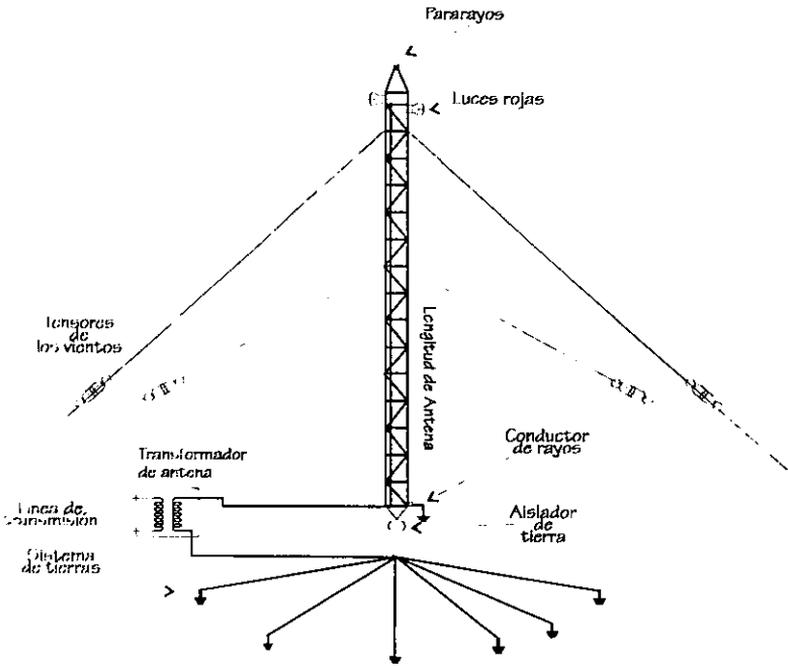


Figura 4.12 Antena transmisora de A.M.

## Antenas para frecuencia modulada

Para FM la antena de transmisión es del tipo dipolo, y la polarización puede ser horizontal o vertical dependiendo de su posición respecto al suelo, en los inicios de la FM se empleaba la polarización horizontal pero con el incremento de los receptores móviles cuya antena es vertical se tuvo que emplear ambos tipos dando como resultado la polarización circular que se ha generalizado en la actualidad:

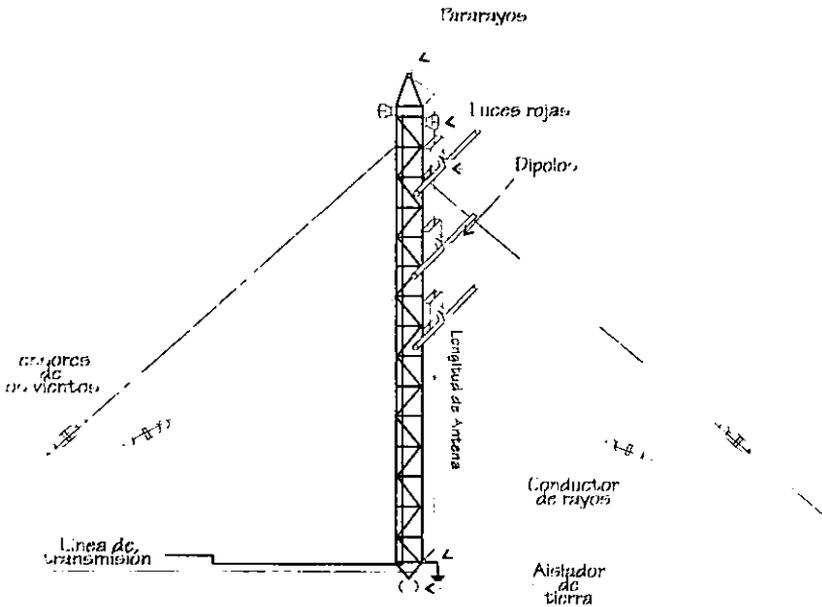


Figura 4.13.- Antena transmisora de F.M.

## **Capítulo 5**

### **Recepción de la señal**

#### **El receptor**

Es hacia donde se dirige todo el esfuerzo de las radiodifusoras y en esencia es un proceso inverso al de la transmisión eliminando la modulación y entregando al radioescucha solamente la información transmitida o audio.

Parámetros de recepción:

#### **Sensibilidad**

Es la medida de la señal entregada por la antena que nos permite tener una buena calidad de recepción , aunque hay diversos criterios , el mas usual es el requerido para superar en 30db la distorsión y el ruido en FM . Se encuentra aveces "50 dB quieting sensibility" y que indica que la señal para superar el ruido y la distorsión es de 50 dB , que se refiere generalmente a la señal estéreo puesto que la monoaural supera al ruido con mayor facilidad, la sensibilidad para AM se basa en el nivel de entrada en microvolts para obtener una relación de 20 dB sobre el nivel de ruido y distorsión en condiciones normales.

#### **Selectividad**

Se mide con esto la habilidad que tiene el sintonizador para rechazar las emisoras no deseadas de frecuencias cercanas a la sintonizada , para el caso de FM el espacio entre canales es de 20 KHz , aunque en la misma localidad solo habrá otra emisora a 400 KHz entre mayor es el numero de selectividad es mejor el receptor el mas común es de 60 dB , para AM la distancia entre una y otra estación es de 15KHz. y la selectividad indica la capacidad de rechazar otra emisora a 10 KHz de la que se pretende sintonizar.

#### **Relación señal / ruido**

Indica la intensidad de la gamma de sonido de la emisora que escuchamos por sobre el ruido de fondo o la distorsión atribuible a fuentes exógenas , se mide en decibeles y nos indica en que medida supera la señal a ruido.

### Relación de captura

En FM se llama a relación de captura a la habilidad del sintonizador de "capturar" a la más fuerte de dos señales, para este caso, mientras menor sea el valor de la relación de captura mejor será la recepción.

### Distorsión armónica total

Las armónicas son tonos adicionales relacionados con el sonido principal y que son múltiplos de éste, las armónicas se producen naturalmente y dan el timbre característico de una voz o instrumento, cuando se trabaja con circuitos electrónicos o transductores se espera de ellos una buena reproducción de la señal original sin embargo, los equipos crean sus propias armónicas que agregan a la señal que reproducen. el oído humano ya no puede distinguir una distorsión armónica inferior a 0.5%.

### Respuesta en frecuencias

Se debe esperar que el equipo reproduzca señales en la gamma de frecuencias del oído humano o sea de 20 a 15 000 o 20 000 Hz.

### Rechazo de AM

Puede haber variaciones en la amplitud de la señal producidos por alteraciones atmosféricas y por una multitrayectoria de la señal y un buen receptor es capaz de responder a cambios notables de amplitud sin reflejarlos en la salida.

### IFRR ( image frequency rejection ratio)

la frecuencia imagen es cualquier otra frecuencia que no sea la seleccionada y que si se introduce al receptor se mezcla con la frecuencia de la señal sintonizada y ya no puede ser filtrada produciendo que dos estaciones sean escuchadas al mismo tiempo por lo que debe ser suprimida antes de que entre a la etapa de mezcla.

### El receptor de AM

Al igual que en la transmisión la recepción se hace por etapas un esquema simplificado se muestra a continuación:

Antena

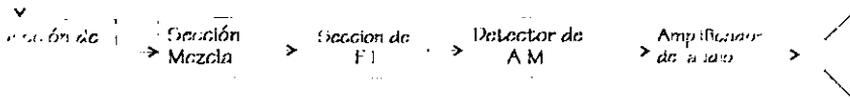


Figura 5.1.-Recepción de A.M- a Bloques

Esencialmente hay dos tipos de receptores de AM ; coherentes y no coherentes los coherentes o ( receptores síncronos) la frecuencia portadora usada para demodular en el receptor se sincroniza con la portadora que se usa en el transmisor de la señal. En los no coherentes (recepción asíncrona) no se genera portadora en el receptor o si se genera es totalmente independiente de la frecuencia de transmisión.

### Receptor Superheterodino

Heterodino significa mezclar dos frecuencias en un dispositivo no lineal o trasladar una frecuencia a otra en una mezclal no lineal , la recepción de este tipo es no coherente ya el oscilador local es totalmente independiente de la transmisión el siguiente es un diagrama de l proceso:

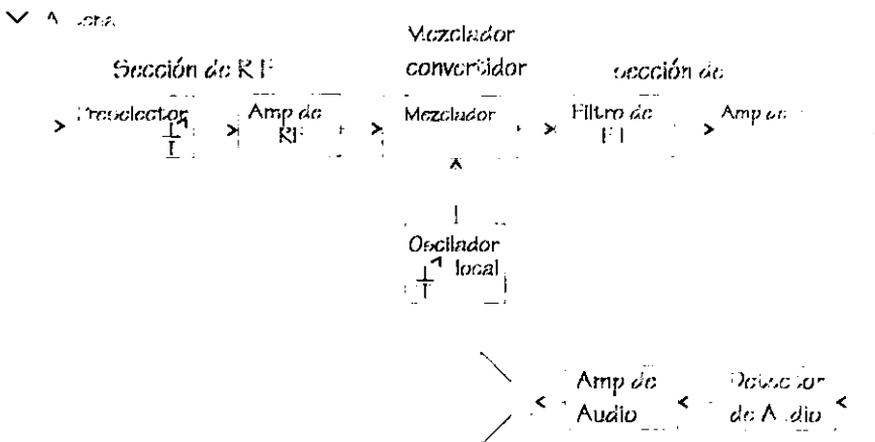


Figura 5.2.- Sistema Receptor Superheterodino

En la primera etapa se tiene un preselector que es un filtro pasa banda que se sintoniza a la frecuencia central de portadora deseada su función es prevenir la captación de señales no deseadas o frecuencias imagen , un amplificador de radio frecuencia determina la sensibilidad del receptor y como es el primer componente activo la calidad de éste es importante para la relación señal / ruido , por ello pueden existir de cero a muchos amplificadores de RF dependiendo de la calidad del receptor.

en la sección convertidora y de mezcla se incluye el oscilador local que puede ser de cualquier tipo dependiendo de la estabilidad deseada, el mezclador convertidor es un dispositivo no lineal y su propósito es convertir la radiofrecuencia en frecuencia intermedia sin alterar el contenido de la señal , la frecuencia intermedia más común en los receptores es de 455 KHz y es constante para todas las estaciones de radio , frecuentemente se observa en un receptor la implementación de varias etapas amplificación de frecuencia intermedia y una o ninguna de radiofrecuencia debido al costo de los elementos.

En el detector de audio se convierte la FI a la información original , esta etapa puede estar ser tan simple como un diodo o compleja como un demodulador balanceado o utilizar PLL dependiendo de la calidad del receptor. Y finalmente se encuentra la etapa de audio que se encarga de amplificar la información por medio de uno varios amplificadores de audio conectados en cascada dependiendo de la potencia de audio deseada.

La frecuencia intermedia siempre está abajo de la frecuencia de portadora por lo que la diferencia entre la portadora R.F. y la señal del oscilador local nos proporciona la Frecuencia intermedia F.I. que como es constante entonces el preselector y el oscilador local se deben ajustar al mismo tiempo para cambiar de frecuencia por lo que están mecánicamente unidos, con el fin de que al mover el dial se ajusten ambos.

Cuando la frecuencia del oscilador local se sitúa por encima de la radiofrecuencia se llama " high side injection " que es el usado para recepción de AM matemáticamente  $F_{OL} = F_{RF} + F_{FI}$

Sintonizador electrónico.

Los capacitores acoplados mecánicamente resultan costosos y de tamaño grande por lo que actualmente están siendo desplazados por elementos de estado sólido que son más pequeños, baratos, prácticamente inmunes a los cambios atmosféricos y tiene la ventaja de que pueden

ser adaptados a controles digitales y de control remoto lo cual es muy difícil para sus contrapartes mecánicas :

Cambiando la posición del cursor de la resistencia variable  $R_v$  se altera la capacitancia de los diodos varactores VC1 y VC2 al mismo tiempo de la misma manera que los hace el capacitor mecánico y el potenciómetro de la resistencia de precisión se convierte en el dial para sintonizar las estaciones.

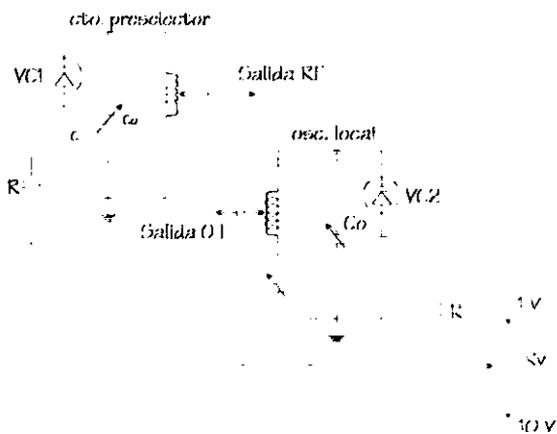


Figura 5.3.- Sintonizador electrónico

con algunas ligeras variaciones la resistencia  $R_v$  se puede cambiar por circuitos lógicos para convertir el dial de sintonía en un solo botón. El siguiente circuito es un receptor completo de AM transistorizado donde se incluyen todas las etapas mencionadas:

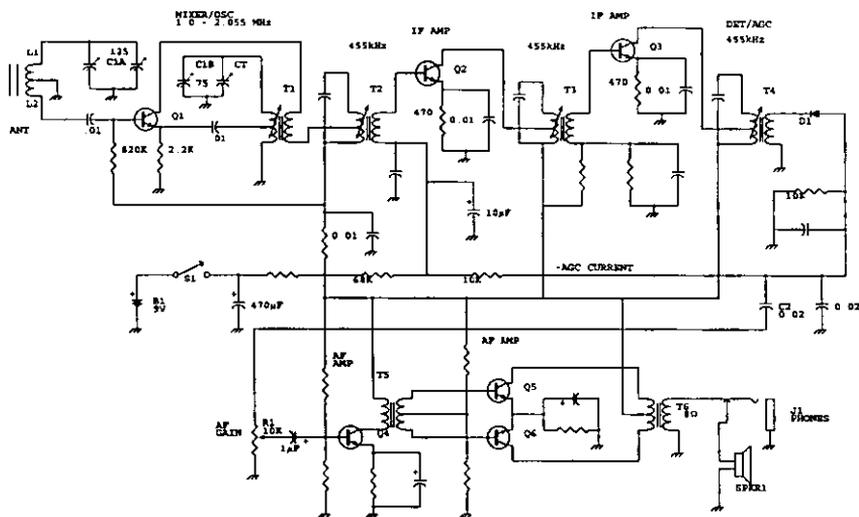


Figura 5.4.- Sistema receptor completo

## Receptor de FM

El receptor de FM es parecido al de AM excepto que los receptores de FM tienen más etapas de frecuencia intermedia y prácticamente no contienen amplificadores de radiofrecuencia, el detector de picos usado en AM es reemplazado por un limitador discriminador de frecuencias y la red de deénfasis, para FM la frecuencia intermedia es más alta 10.7 MHz sin embargo la etapa de frecuencia intermedia 455KHz también es utilizada como segunda FI.

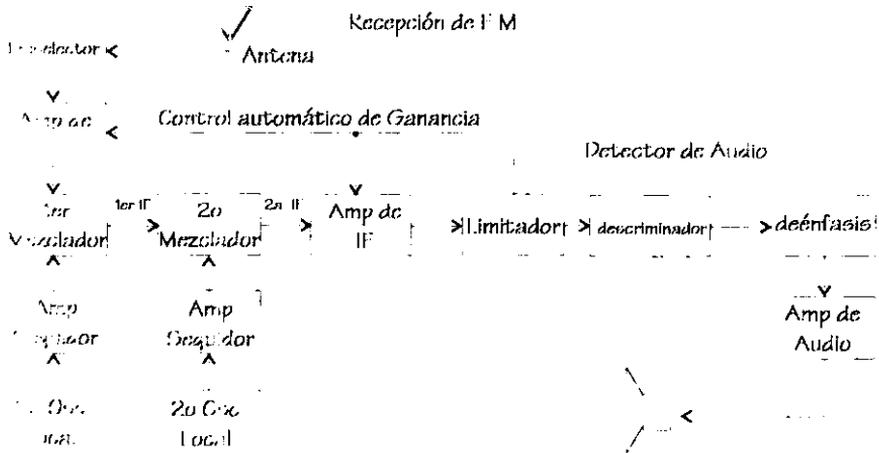


Figura 5.5.- Recepción de F.M. a Bloques

El demodulador de FM detecta los tipos de modulación directa e indirecta como frecuencia modulada y sus circuitos producen una salida de voltaje proporcional a la frecuencia instantánea en su entrada.

## FM estéreo

En la figura siguiente se muestra el proceso multiplex para la recepción de FM estéreo. Como se observa en el diagrama 5.6 la forma de obtener la señal estéreo es mediante las sumas de las señales Izquierda y Derecha para obtener cada canal.

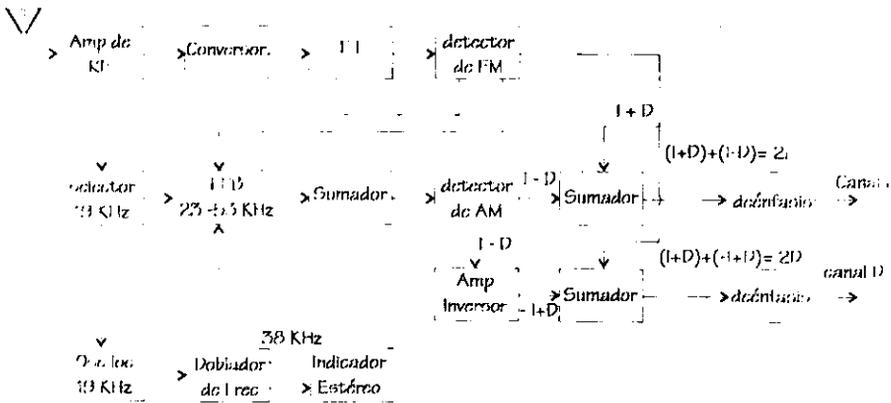


Figura 5.6.- Sistema de recepción F.M. Estéreo Multiplex

Los circuitos :

Existen muchos circuitos para demodular FM sin embargo desde el advenimiento de los circuitos integrados la mayoría de los receptores contienen en unos cuantos circuitos varias o todas las etapas mostradas en los diagramas anteriores por ejemplo el siguiente circuito para FM estéreo utiliza VCO que es controlado por la resistencia variable  $R_s$

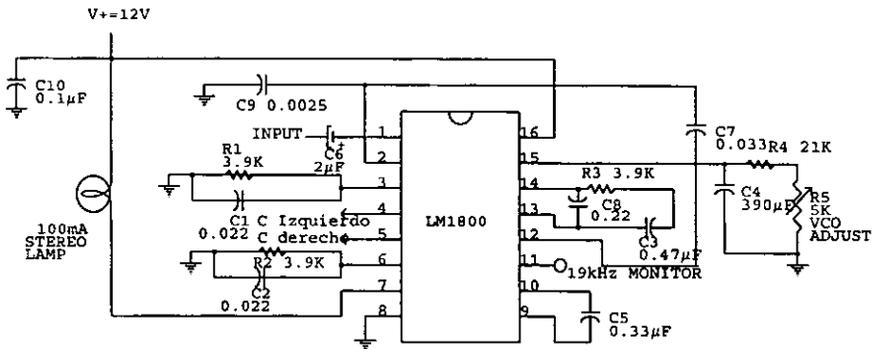


Figura 5.7.- Demodulador de F.M. Estéreo

## Capítulo 6

### Diseño del estudio de Radio

#### Consideraciones Generales

Para el diseño de un estudio de radio tomaremos como base un estudio ya establecido en el Instituto Mexicano de la Radio IMER y específicamente en el área del Sistema Nacional de Noticiarios que posee un estudio propio que sirve de enlace a las demás estaciones de IMER, además de un estudio adicional destinado a la grabación de reporteros vía telefónica y que se encuentra en un espacio contiguo. Se analizará el diseño actual proponiendo las mejoras técnicas necesarias.

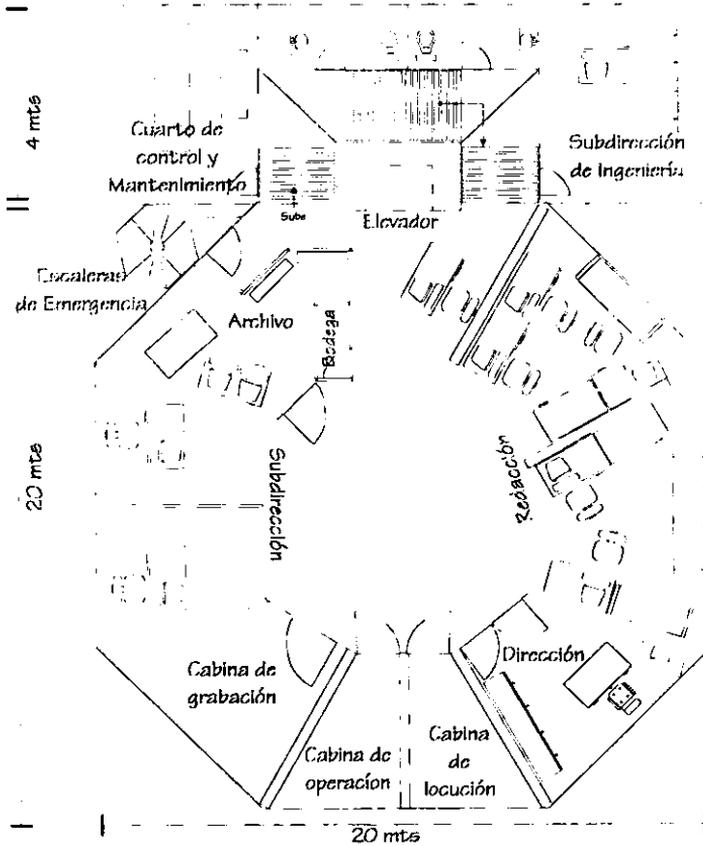


Figura 6.1.-Ubicación de la cabina dentro del edificio

Los estudios y el cuarto de control de todas las estaciones se encuentran situados en el cuarto piso de la torre de radiodifusoras

Uso:

La cabina principal se utiliza para efectuar el enlace algunas o de todas las estaciones pertenecientes al grupo IMER y otras asociadas a éste que en algunas ocasiones pueden llegar a sumar 19 cubriendo toda la república. y aún más si se incluyen las estaciones de onda corta. Estos enlaces generalmente se hacen para la transmisión de noticiarios y programas especiales del grupo.

El siguiente es un diagrama sobre el camino que sigue la señal de audio desde su generación hasta su transmisión:

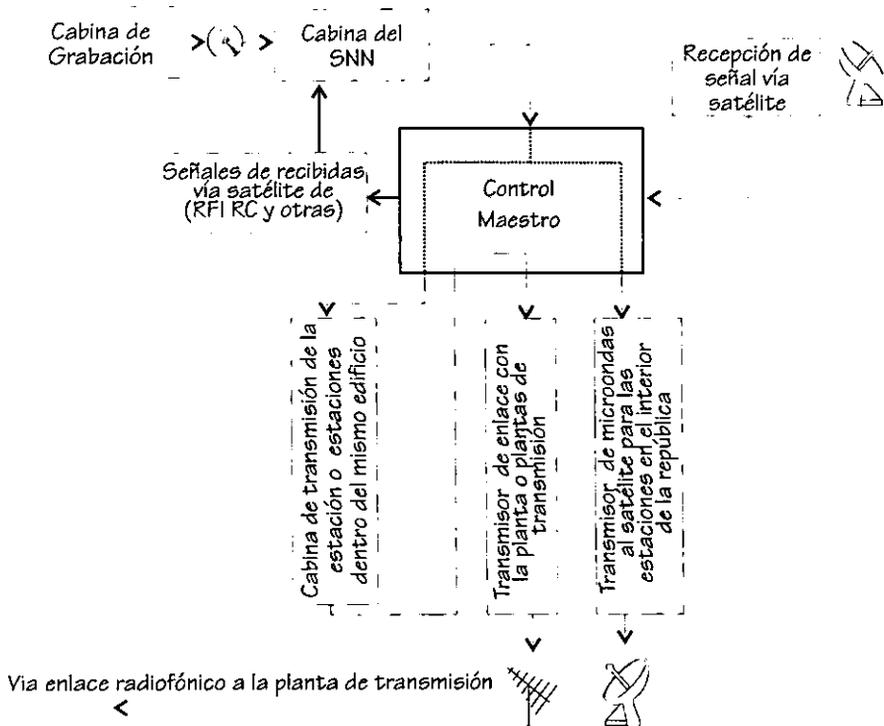


Figura 6.2.-Proceso de la señal dentro del edificio

## Análisis

La señal de audio puede provenir desde un lugar remoto y es recibida a través del satélite en el control maestro y se transmite por medio de cableado a la cabina del SNN, también pudo haber sido grabada previamente o generarse en la misma cabina de transmisión como es el caso de los noticieros.

En esta cabina se seleccionan y mezclan los diversos audios para producir los programas o noticieros utilizando la consola ATI. A la salida de esta consola el audio pasa por un distribuidor que amplifica y distribuye la señal hacia las entradas de audio de las grabadoras, deck, mini disc y otros dispositivos que requieren entrada de audio, también del distribuidor proviene la señal que es la que regresa al cuarto control de donde se envía también por medio de un distribuidor a las diversas cabinas de transmisión donde los operadores deciden según su bitácora el momento de enlazarse o no a la cabina del SNN, cuando lo hacen la señal regresa nuevamente a cuarto de control ya que es donde se encuentran los transmisores de enlace con las diferentes plantas de transmisión y que envían la señal a los receptores de radio comunes. Asimismo en el cuarto de control se encuentran el transmisor de microondas que envía la señal al satélite para su recepción y retransmisión en el interior de la república.

En el diagrama se muestra una sola estación de las que se encuentran en el interior del edificio sin embargo todas las estaciones que se encuentran en el mismo edificio tienen el mismo tipo de conexión a la cabina de transmisión del SNN por lo que en cualquier momento pueden interrumpir su transmisión cotidiana y enlazarse al las noticias.

La razón por la que todas las señales de audio provenientes de las cabinas de transmisión pasan por el cuarto de control se debe a que ahí se encuentran todos los transmisores de enlace con las diferentes plantas de transmisión, además ahí se tiene la posibilidad de monitorear las estaciones con el fin de tener un control de calidad, y en caso de alguna falla grave en cualesquiera de las cabinas se puede conectar el transmisor de enlace a alguna de las cabinas auxiliares y transmitir desde ahí, mientras se corrigen las averías en el equipo de la cabina problema, o como es el caso en los enlaces nacionales se puede conectar el transmisor con la señal proveniente de la torre central de telecomunicaciones, o en el caso de transmisiones deportivas se recibe la señal en el cuarto de control ya sea vía satélite, terrena, o telefónica, y se envía a la cabina que va a hacer la transmisión.

El siguiente es un esquema de la cabina de transmisión con el equipo de que dispone actualmente:

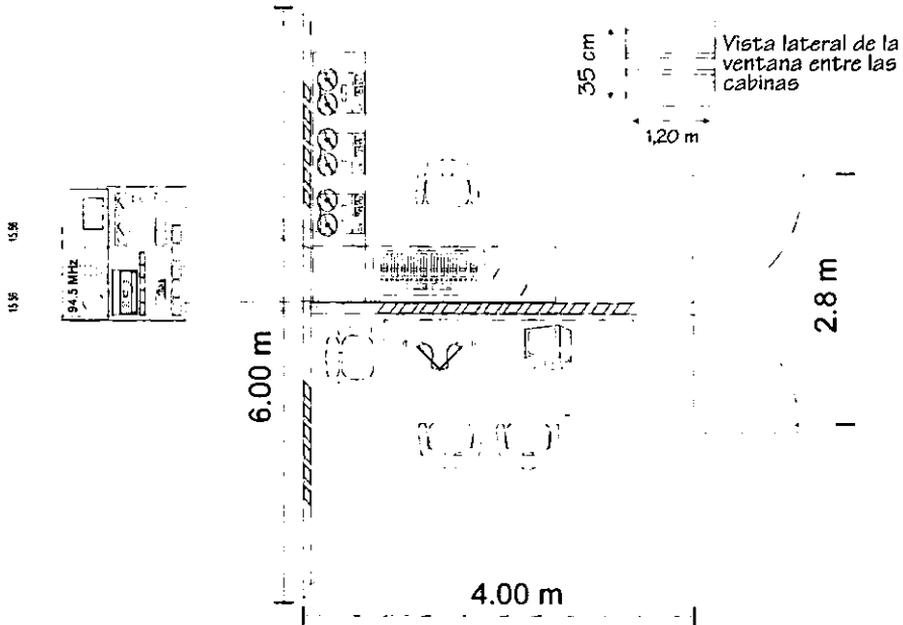


Figura 6.3 Esquema de la cabina de transmisión

#### Acondicionamiento acústico

Esta cabina cuenta con un aislamiento del exterior que consiste en gruesas paredes de madera y recubiertas en el interior de material aislante del ruido exterior "Sonex", cuenta con visibilidad entre la cabina de locución y de operación que consiste en 3 gruesos vidrios de 1 cm de espesor separados entre si 5 cm y que impiden que los ruidos provenientes de la cabina de operación sean captados por los micrófonos en la cabina de locutores, las cabinas no cuentan con ventilación directa por lo que cuentan con un sistema de aire acondicionado.

Como es común en las cabinas de radio cuenta con un techo falso y el piso es entarimado y alfombrado con el fin de evitar que vibraciones del exterior afecten el equipo o se filtren a los micrófonos.

Las puertas son de madera y un grosor de 20 cm con un suave cierre para evitar ruidos indeseables. Por lo anterior se observa que el acondicionamiento acústico se encuentra en muy buenas condiciones y prácticamente no es necesario hacer nuevas adecuaciones acústicas a la cabina.

Equipo de Operación :

- 1 Consola de transmisión de 12/24 canales estéreo marca ATI
- 3 Grabadoras de carrete abierto marca Revox
- 1 Grabador/reproductor de Mini Disc Sony
- 2 Reproductores de Mini Disc Sony
- 1 Reproductor de Compact Disc
- 1 Deck para grabar y reproducir cassettes estándar marca Tascam
- 3 Micrófonos direccionales marca Shure
- 1 Computadora en la cabina de locución.
- 1 Intercomunicador
- 2 Amplificadores estéreo marca Crown
- 2 Pares de bocinas marca JBL
- 1 Amplificador /distribuidor
- 2 Híbridos para conexión telefónica
- 2 Extensiones telefónicas.

#### Conexiones

La consola ATI es una consola mezcladora de 12 a 24 canales pero solo pueden estar activos 12 canales a un mismo tiempo ya que en cada canal se debe seleccionar el dispositivo A o B es por esta razón que los elementos que habitualmente se utilizan a un mismo tiempo como pueden ser las grabadoras o Mini Disc se conectan a diferentes canales 1 A, 2 A, 3 A, etc. para tener la posibilidad de mezclar los sonidos provenientes de los mismos y los elementos que son de uso menos frecuente son conectados a un mismo canal los que les da la desventaja de no poder mezclar mas que uno solo de ellos.

El siguiente es un diagrama unifilar de las conexiones de equipo:

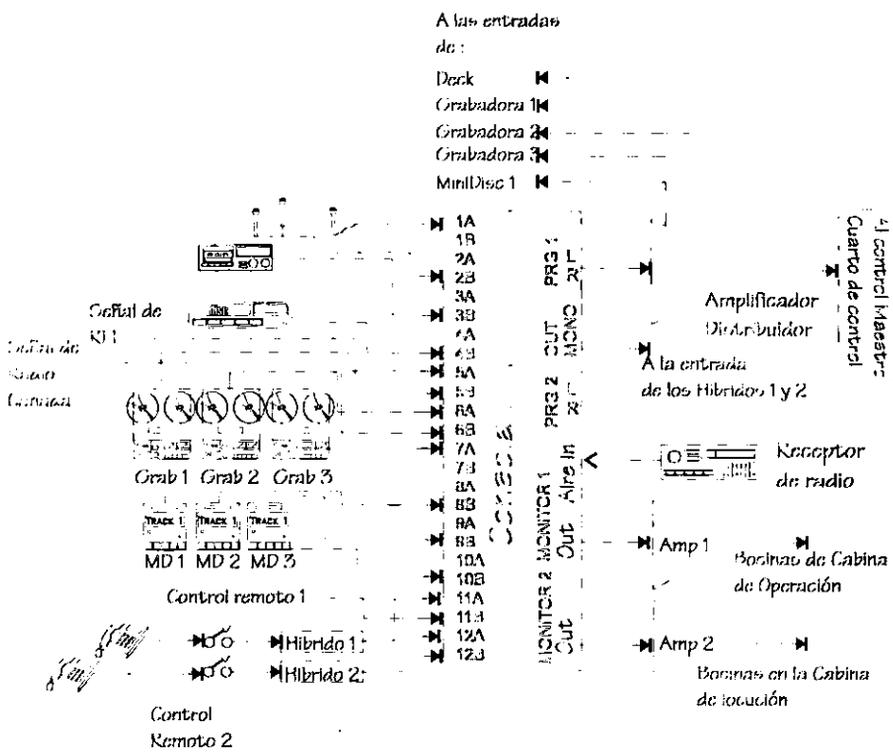


Figura 6.4 Conexiones de el equipo existente

En el diagrama se observan entradas llamadas Control remoto 1 , 2 , RFI "Radio Francia Internacional" y Radio Canadá , las cuales son señales de audio provenientes de receptores de microondas que reciben la señal ya sea de otras estaciones de radio o de transmisiones vía satélite de programas especiales o de una unidad de transmisión de control remoto.

La consola cuenta con varias salidas de audio sin embargo no son suficientes para alimentar a las entradas de las grabadoras, mini discs y demás equipo que requieren de un nivel de entrada de audio por lo que se utiliza un distribuidor , que es un amplificador de audio con varias salidas para poder alimentar a cada equipo con el nivel e impedancia requerida.

Como esta consola cuenta con dos secciones de monitoreo donde se puede seleccionar lo que se quiere escuchar en las cabinas sin que esto afecte la salida de programa que es la única que

está conectada a la red de transmisión de radio. Se han conectado sus respectivas salidas a dos amplificadores que alimentan a las bocinas de la cabina de operación respectivamente y locutores respectivamente , sin embargo en la cabina de locutores solo se ha conectado una sola bocina .

También esta sección de monitoreo incluye una entrada denominada "Air" a donde se ha conectado la salida de audio de un sintonizador de radio con el fin de poder monitorear directamente la estación de radio por donde se transmite así como a otras estaciones de radio.

La cabina contigua es llamada cabina de grabación ya que su finalidad principal es la de grabar a los reporteros que mandan su información conectándose a la línea telefónica con una grabadora especial o por medio de su celular.

Aunque el audio que se recibe en esta forma tiene una baja fidelidad es aceptable ya que se trata únicamente de voz .

Una vez grabado el reporte , el operador procede a "armar la nota" es decir clasifica y edita los audios por medio de las grabadoras de carrete abierto y regraba el sonido en un Mini Disc que finalmente se utiliza para la producción del noticiario o programa.

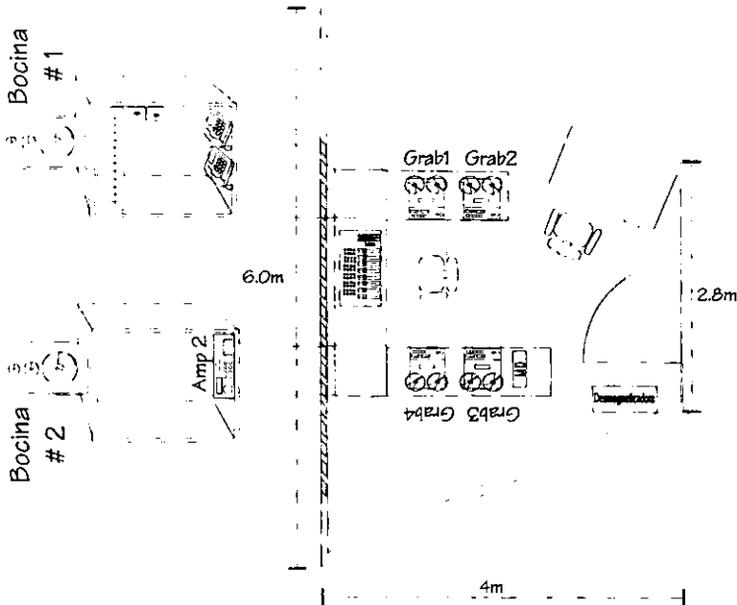


Figura 6.5 Cabina de grabación vía telefónica



En este caso se tiene una consola marca Mackie con 4 canales de salida por 16 de entrada y con la posibilidad de poder enviar cualquiera de las señales a la salida 1 o 2 o utilizar las dos al mismo tiempo, es decir que se tiene la posibilidad de grabar dos tipos de señales diferentes sin mezclarlas o de enviar todas las entradas en una mezcla a cualquiera de las salidas.

Sin embargo como el uso principal de la cabina es la grabar la señal proveniente de la línea telefónica es decir, una señal de audio monoaural , se ha aprovechado la capacidad multitrack de la consola para permitir que ; mientras un operador se encuentra grabando señal proveniente de los teléfonos utilizando las grabadoras 1 y 2 , al mismo tiempo otro operador puede encontrarse copiando audio utilizando las grabadoras 3 o 4 y el Mini Disc, sin que se interfieran o mezclen las señales, y es para este tipo de funcionamiento que existe un amplificador conectado a la salida del MD que permite al segundo operador escuchar en una bocina aparte lo que se encuentra grabando, sin interferir con el primer operador.

Por otra parte aunque el MD solo recibe señal por uno de sus dos canales , se encuentra configurado para grabar en monoaural, por lo que la señal grabada se escucha por los dos canales cuando es reproducida en otro aparato.

Esta cabina con frecuencia se utiliza para hacer copias de un sistema a otro, copiar comerciales de cinta a Mini Disc y una de las grabadoras se utiliza para hacer la memoria del día , lo cual consiste en copiar todas las notas grabadas durante el día anterior a una cinta de carrete a baja velocidad con el fin de almacenar la información durante un largo periodo.

## **Propuestas**

La principal mejora que se puede hacer a estas cabinas estriba en una actualización tecnológica pues la utilización de grabadoras de carrete abierto ha sido remplazada por nuevos sistemas digitales que ofrecen una mayor calidad de audio y que evitan la manipulación directa del medio de grabación como lo es la cinta de 1/4 de pulgada que frecuentemente se rompe, se desgasta , y propicia el desperdicio de cinta.

Como se observa en estos estudios ya existe alguna tecnología digital en el uso del MD, sin embargo se sigue dependiendo de las grabadoras analógicas pues es en dos de ellas donde se recibe la información, después se hacen sucesivas copias de cinta a cinta y finalmente de cinta a Mini Disc lo cual afecta la calidad de audio en las notas grabadas.

Por otra parte el constante uso de las cintas magnéticas obliga a renovarlas periódicamente con el consecuente gasto económico, así como mantener una gran cantidad de ellas disponibles para el uso diario puesto que se graba una nota o reportaje en cada cinta, y se requieren un promedio de 70 cintas diariamente.

El Mini Disc ya también ha mostrado ciertas deficiencias que se observan en cuanto el aparato reproductor o grabador se calienta y produce o graba el audio con pérdidas de información y que en el oído humano se notan como espacios en blanco o brincos en el sonido.

Otra de sus deficiencias son la lentitud con la que se hacen las ediciones en el MD razón por la cual se ha optado por editar en cinta magnética y después hacer una copia de cinta a MD.

Además en el MD es técnicamente imposible hacer copias o ediciones de segmentos de audio que sean menores a 7 Seg. , y que para el estudio de grabación de reporteros son de uso muy frecuente .

Para reemplazar la edición en cinta magnética se propone la instalación de una computadora en cada uno de los estudios y que éstas sean conectadas entre sí .

Con el fin de evitar un gasto excesivo en un servidor de red se puede establecer una red de dos computadoras con una conexión directa vía RS232 o por medio de tarjetas red, con el fin de que se pueda utilizar el material que fue grabado en la cabina contigua (de grabación) en la cabina de transmisión sin que medie ningún copiado de un sistema a otro, como se hace actualmente.

Aquí cabe mencionar que en los demás estudios de transmisión del IMER existe actualmente una red Novell de computadoras que utilizan el software de audio denominado Dalet que permite la grabación en estéreo.

Este sistema consiste en la conexión de varias computadoras por medio de la red Novell a un servidor de archivos en el cual previamente se han configurado los discos duros como un solo disco "G:" con el fin de tener una gran cantidad de memoria disponible para los archivos de audio que suelen ser de gran tamaño , aunque de cualquier estación de trabajo se puede grabar y almacenar el audio en la base de datos, se ha cargado el software de edición en los estudios de grabación, mientras que en las cabinas de transmisión manejan un software para reproducción de audio que les permite la programación de las pistas de audio y así como su reproducción.

En la pantalla de grabación - edición de la computadora se trabaja con cuatro canales monoaurales lo que permite elaborar una mezcla final a dos canales.

La utilización de este sistema no sería apto para la cabina de noticias por varias razones :

La pantalla de edición como se ha dicho muestra cuatro canales y la edición en pantalla muestra diferentes gráficas de audio para cada canal así como diversas herramientas , efectos , etc. , que son muy útiles en la elaboración de comerciales y promocionales , pero demasiado complicada para cuando se pretende grabar un señal de audio monoaural proveniente de la línea telefónica como sería el caso en la cabina de grabación de reporteros.

Por lo que se diseñará un software de grabación de audio para la cabina de grabación de reporteros y otro para la de transmisión mas sencillos pero con características especiales para cada cabina y con la ventaja de poder hacer adaptaciones subsecuentes al programa fuente para adicionar nuevas funciones o características a cada programa. Las propiedades del software son las siguientes:

Para la cabina de grabación de reporteros :

- 1.- Una codificación de audio compatible con otros sistemas.
- 2.- Que permita la edición del audio grabado.
- 3.- Que permita la utilización del teclado en lugar del mouse para los comandos.
- 4.- Monitoreo de la señal de entrada para verificar el nivel de grabación.
- 5.- Un sistema de clasificación de los archivos que posibilite anexar los siguientes datos a la grabación :

“Numero de la grabación”

“Nombre del reportero que realizó la nota ”

“Tema del reportaje”

“Fecha y hora de grabación”

Para la cabina transmisión un software que :

- 1.- Deberá permitir la localización del material grabado incluyendo los datos adicionales que permitan identificar a los reportajes en base al numero , nombre del reportero o al tema de la nota grabada .

2.- Proporcionar un sistema para seleccionar y programar el orden de reproducción de las grabaciones de manera que se pueda crear un lista e ir reproduciendo una a la vez o en forma continua con oprimir una tecla en la computadora.

Sin embargo se puede utilizar éste u otro software en combinación para la grabación promocionales, comerciales, presentaciones , etc., y en general trabajos de edición mas elaborados , de manera que se aprovechen las computadoras a su máxima capacidad.

Se requiere en la cabina de transmisión algún sistema luminoso que avise automáticamente al locutor cuando se encuentran abiertos los micrófonos , es decir el momento en que se encuentra “al aire ” con el fin de evitar errores en la transmisión de programas que son frecuentes actualmente que se utiliza un sistema de señas .

Como se observa en el diagrama de conexiones para todo el equipo su señal de entrada de audio esta conectado a la salida de programa 1, es decir cuando la cabina está “al aire” es no se puede grabar una señal diferente aún y cuando si se puede escuchar utilizando el programa 2 de la consola mezcladora, por lo que se puede aprovechar este segundo programa de salida.

Por otra parte el deck que posee actualmente el estudio , así como la mayoría de los Deck profesionales incorporan dos diferentes entradas de audio, con la posibilidad es escoger entre una o otra señal lo que nos permitirá conectar el programa 2 de la consola de audio a la segunda linea de entrada del deck , esta conexión permitirá grabar en el deck una señal diferente al la que sale “al aire” sin interferir con el programa 1, lo cual es muy útil ya que frecuentemente en este tipo de estudios se requieren copias ya sea de programas o entrevistas de días anteriores y con el esquema actual hay que esperar a que terminen los noticieros o programas para poder hacer una copia a cassette.

Se han eliminado dos de las grabadoras de carrete abierto, sin embargo se conserva una de ellas , para permitir la grabación de programas largos o para reproducir cintas que han sido grabadas en algún otro lugar , tal es el caso de los comerciales que frecuentemente se envían en carretes de cinta con 1 o 2 minutos de duración, y por razones similares se ha dejado un grabador - reproductor de Mini Disc que permitirá utilizar este formato cuando sea necesario.

La salida y entrada de audio de la computadora depende de la marca de la tarjeta controladora de audio sin embargo generalmente requieren conectores estándar ( plug - jack estéreo ) de 3.5 mm Esta computadora se conecta por medio tarjetas de red a la de la cabina de grabación con el fin de que pueda leer archivos grabados en la cabina de grabación de reporteros adjunta.

Los cambios se muestran en el diagrama 6.7 siguiente:

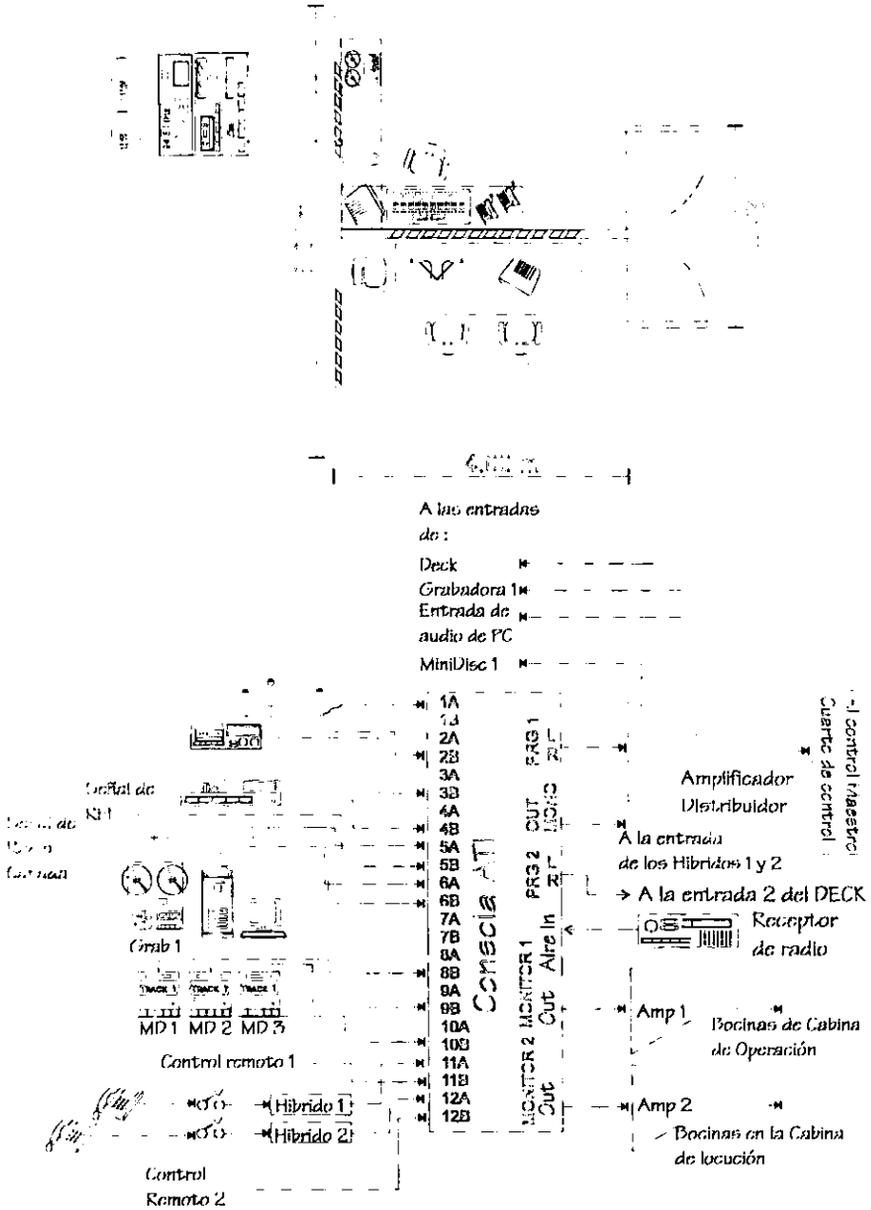
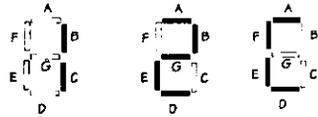


Figura 6.7.- Cambios propuestos en la cabina de transmisión

**Conexión de foco indicador en cabina:**

Para implementar un foco que indique al locutor el momento en que se encuentran abiertos los micrófonos se aprovecha el hecho de que la consola cuenta en cada canal un indicador de 7 segmentos que muestra el estado del mismo, por lo que en el display se muestran un número 1 para indicar que el canal se encuentra en programa 1, un número 2 para programa 2, y una letra C que indica Cue.

Como sólo el programa 1 se encuentra conectado al control maestro es decir es el programa que “sale al aire” y al observar el led C del indicador de 7 segmentos solo se enciende en programa 1



Programa 1 Programa 2 Cue

Figura 6.8 Indicador en cada canal de la consola

Y tomando en cuenta que la consola tiene dos preamplificadores para micrófono conectados a los canales 1 y 2 se implementa el siguiente esquema:

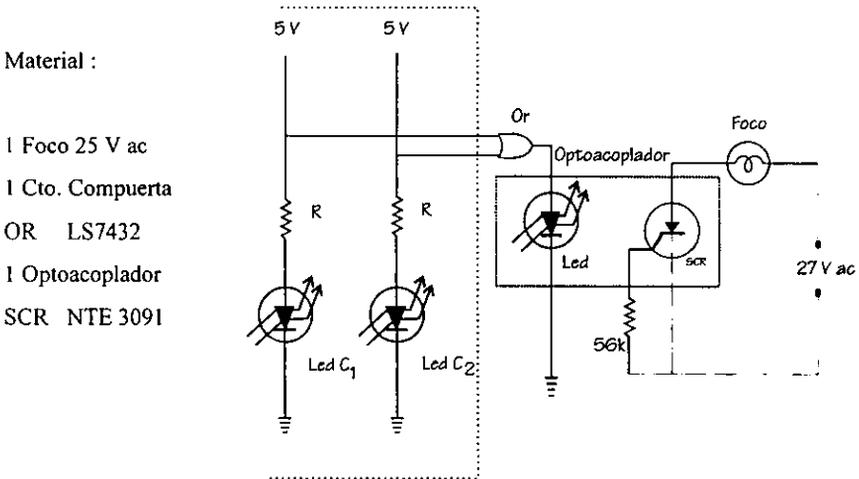


Figura 6.9 Conexión de un foco indicador “Al Aire”

Los 5 V provienen de los controladores del display de 7 segmentos en la consola de audio ATI ( CA 3082 ) y la fuente de 27 V ac se puede conectar a la fuente de poder de la consola al la salida del transformador que incluso se encuentra fuera de la misma lo que facilita la conexión.

El acoplamiento óptico previene una que alguna corriente afecte a la consola de audio y como son muy pocos elementos se puede construir el circuito y depositarlo en algún espacio dentro la misma consola de audio, el foco , se pude instalar sobre la mesa en la cabina de locución, ocultando el cable debajo de la misma.

Para la consola y equipo en la cabina adjunta , solo se eliminan las grabadoras 1 y 2 para instalar la una computadora que servirá para la grabación vía telefónica el equipo restante se mantiene en su posición actual, pues como se mencionó tiene usos que requieren del uso de grabadoras de carrete abierto, La configuración será la siguiente:

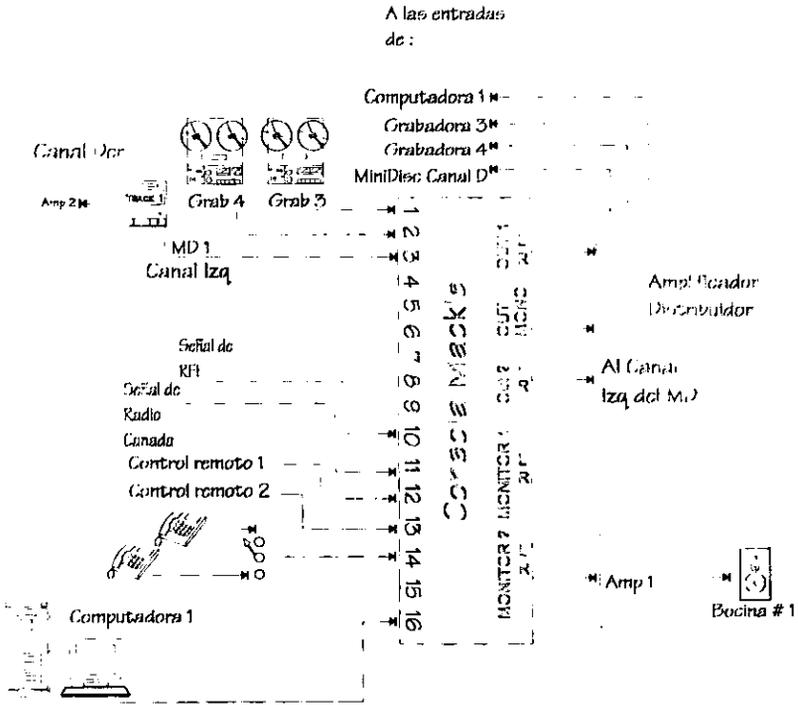


Figura 6.10 Conexiones en la cabina de grabación

La computadora de esta cabina "No 1" y la de la cabina de transmisión "No 2" deberán ser conectadas formando un red, configurando a esta ésta como servidor y la de la cabina de transmisión como un nodo que podrá tener acceso al disco duro de la Computadora 1, esto con el fin de poder reproducir un archivo en la cabina de transmisión, inmediatamente después de que se termine de editar en la cabina adjunta.

## Capítulo 7

### Diseño del Software de Grabación - Reproducción

Para la programación se utilizó lenguaje C ++ 5.0 , y la compilación genera un programa para Windows 32 o Windows 95 . Como Windows requiere que se programe en base a eventos, se han creado diferentes segmentos de programa para cada evento que ocurra , las principales funciones son las siguientes:

Nombre	Explicación
CmFileOpen( )	Muestra el cuadro de diálogo que permite escoger un archivo y abrirlo.
CmFileSave()	Muestra un cuadro de diálogo para guardar el archivo de audio y permite agregar datos adicionales en el mismo archivo.
CmPlayWave( )	Se encarga de reproducir el audio
CmNivel( )	Permite al usuario verificar el nivel de entrada de audio
CmRecWave( )	Se encarga de la grabación de audio
CmFFWave( )	Permiten adelantar y regresar el audio archivo para la reproducción
CmRewWave( )	
CmStopWave()	Detiene la grabación o reproducción
CmPausa()	Pausa la reproducción
CmCueWave( )	Regresa a un determinado punto en el archivo para iniciar la reproducción desde ahí.
CmEditar( )	Elimina la sección de audio seleccionada previamente en el archivo.
CmEdRew2( )	Con estos comandos se manipula un determinado segmento de audio
CmEdRew1( )	permitiendo hacerlo mas grande o chico , o cambiar el punto donde empieza
CmEdFF1( )	o termina con el fin de eliminar dicho segmento del audio.
CmEdFF2( )	
CmFileExit( )	Salida del programa
CmTeclado( )	Procesa el mensaje WM_KEYDOWN que es enviado al programa cada que se oprime un tecla, con el fin de identificar la tecla oprimida y realizar alguna operación , play , stop , etc.
CmModo( )	Cambia el programa del modo se reproducción a grabación.

Grafica( )	Se encarga calcular y dibujar la gráfica de audio en la pantalla
Graficadial( )	Muestra la posición que se está reproduciendo actualmente en la gráfica
ArchiWav( )	Identifica el tipo de archivo abierto detecta el numero de canales que contiene , la frecuencia ala que debe reproducirse así como el numero de bytes que contiene.
EvLButtonDown( )	Se ejecuta cuando se oprime el botón Izquierdo y se encarga de detectar un punto en la gráfica a partir del cual se va a hacer una selección
EvMouseMove( )	Esta función se complementa con la anterior para dibujar un área seleccionada en la gráfica de audio
ConvierteTiempo( )	Se encarga de transformar una cantidad de tiempo dada en milisegundos a la forma hh : mm : ss y mostrarla.
EvTimer( )	Se ejecuta cada un determinado tiempo dado en milisegundos y dependiendo de la función que la inicie tiene diferentes usos como mostrar el reloj , el avance en el archivo y el nivel de grabación.
BloqueVacio( )	Se encarga de identificar cuando un bloque de audio ha sido reproducido y lo vuelve a llenar
FinReproduccion( )	Libera la memoria que fue utilizada para las cabeceras identificadoras de los bloques de audio.
AsignaMemoria( )	Se encarga de asignar memoria para los bloques de audio
LeeBloque( )	Lee el archivo de datos y llena los bloques de audio hasta que se termina de leer el archivo.
Rellena( )	Recibe los mensajes que envía el dispositivo de audio al programa cuando ha terminado con un bloque y llama a la función Bloque vacio para que intente llenarlo de nuevo.
FinReproduccion( )	Desbloquea la memoria utilizada
Actualiza( )	Envía los datos capturados en un cuadro de diálogo a la lista de reproducción en la pantalla actualizandola.
CuadroLista( )	Crea un cuadro de diálogo con los archivos de audio disponibles en el disco duro y permite la selección de archivos por medio del mouse para crear una lista de reproducción en pantalla.

Diagrama de flujo siguiente corresponde a la inicialización del programa.



La siguiente figura muestra la pantalla principal creada según se especifica en la clase TSoundWindow y su funcionamiento depende del evento que ocurra es decir depende del botón que oprima el usuario , es por esto que aparentemente el diagrama de flujo no tiene salida , pues para salir del programa debe ocurrir el evento CloseWindow() que se encuentra en otra parte del programa.

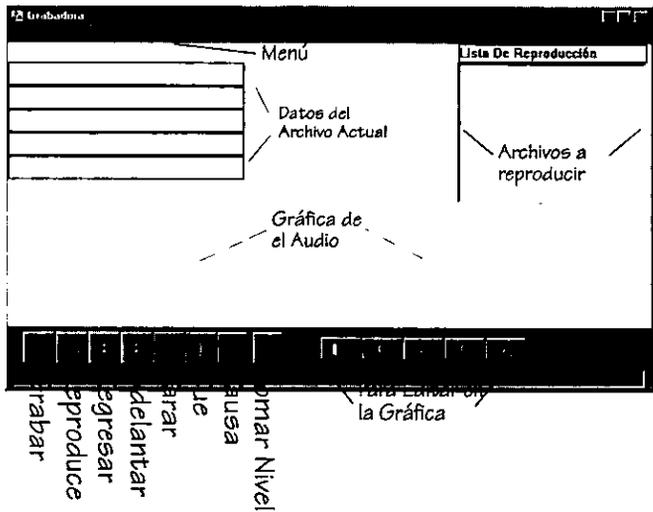


Figura 7.1 Pantalla principal del programa .

Los diagramas de flujo siguientes muestran los principales eventos que se han programado, el nombre que tienen es el mismo en el listado al final del presente capítulo.

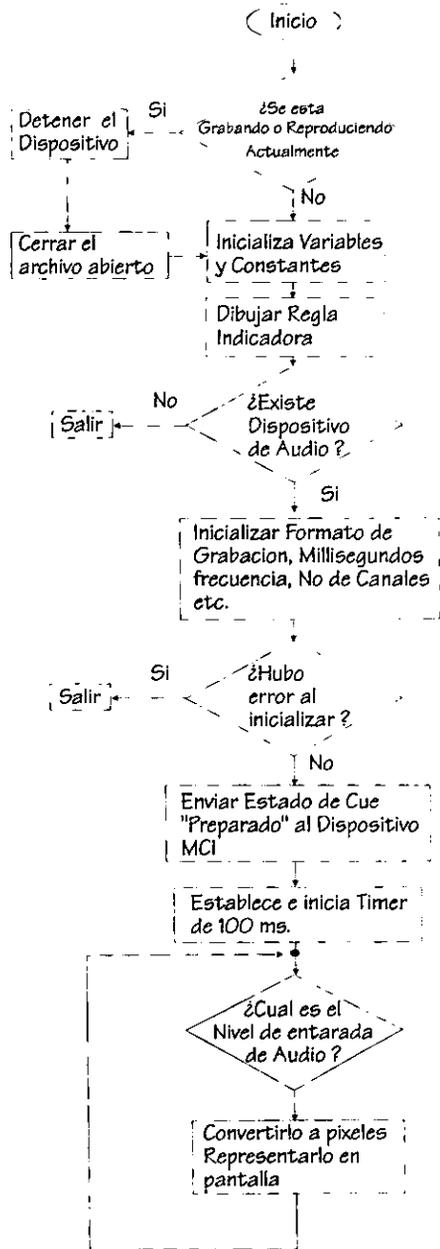
- Tomar Nivel "CmNivel()":

Antes de grabar se debe tomar el nivel de audio de la señal entrante, esto se hace oprimiendo el botón correspondiente es decir el que contiene el símbolo de grabar combinado con el de pausa.

El programa responderá mostrando un indicador de nivel de audio en una escala del 0 al 100 VU. , Siendo 100 el nivel de saturación .

Al iniciar se verifica que no se este grabando o reproduciendo , seguidamente se inicializan variables correspondientes al indicador de nivel que es un rectángulo que varía su longitud de acuerdo al nivel de audio captado en la tarjeta de sonido, y se dibuja una escala que permite verificar el correcto nivel de grabación.

Si no se presenta algún error se prepara el dispositivo y cada 100 mili segundos se presenta el nivel de audio en pantalla , la función no se detiene hasta que se oprima el botón de grabación o Stop.



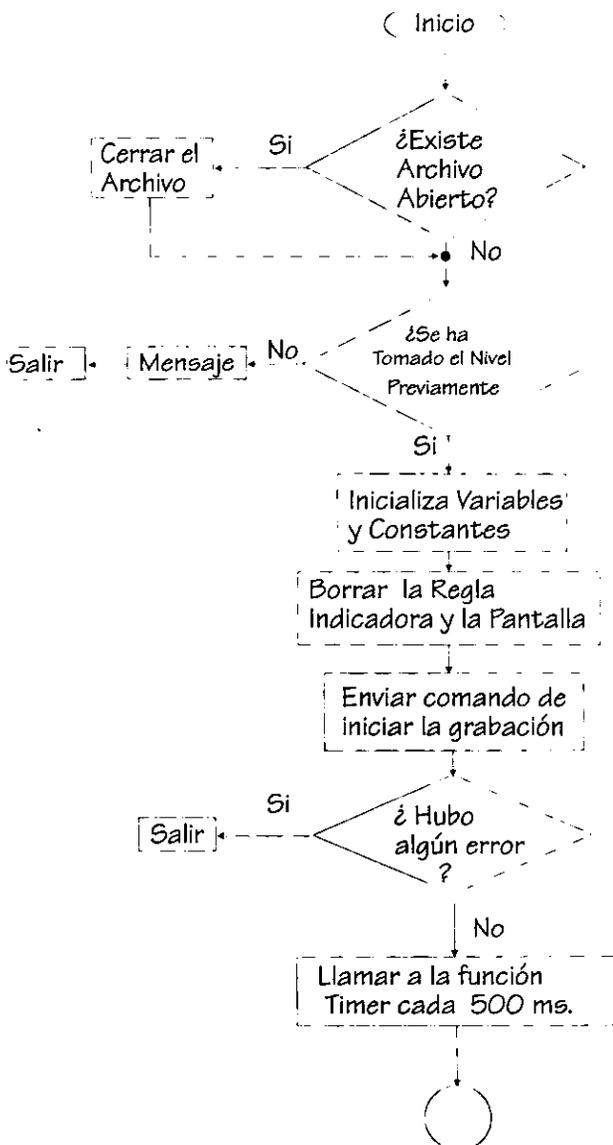
## 2.- Grabación. CmRecWave( )

Una vez que se ha tomado el nivel de entrada se proseguirá a grabar la señal de audio, esto se hace oprimiendo el botón con el símbolo de grabación es decir el que contiene el círculo rojo:

Esta función implementa la grabación del audio entrante a la tarjeta de sonido, al igual que CmNivel( ) se utilizan comandos MCI debido a que su manejo es mas sencillo, el proceso de grabación no se detiene hasta que se oprima el botón de Stop o en caso de que ocurra algún error como por ejemplo ; que se termine el espacio en el disco duro.

La señal que se graba es la seleccionada en panel de control de Windows por lo que debe estar habilitado y seleccionado "External Line " en el mezclador .

Al establecer la grabación se llama a EvTimer( ) cada 500 ms. con el fin de que se muestre en pantalla el tiempo de grabación.

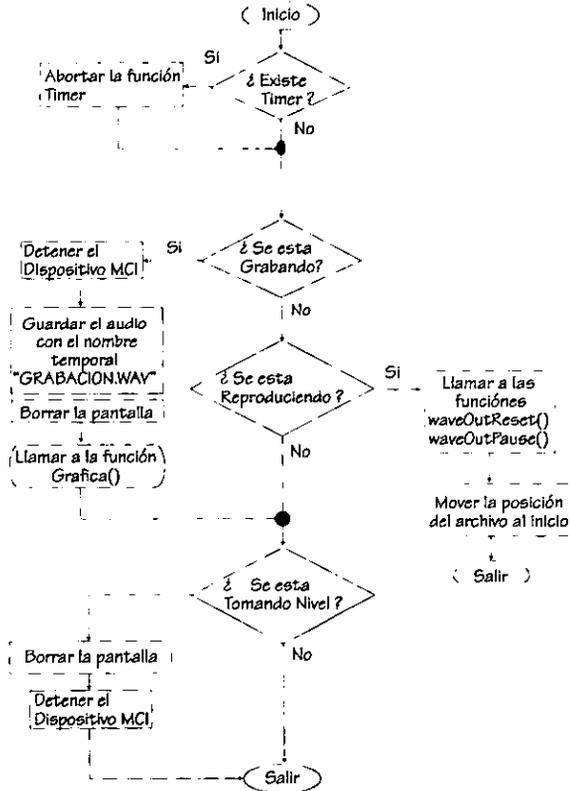


### 3.- Parar ( Stop )

La función Stop se habilita oprimiendo el botón que contiene un cuadrado en su interior , el mismo botón deberá permite detener la grabación , la reproducción y si se está tomando nivel se termina esta función , por lo que el programa deberá verificar que función está activa para detenerla.

#### CmStopWave( )

para detener la grabación se utilizan los correspondientes comandos MCI y para el caso de la reproducción se utilizan las funciones de biblioteca WaveOutReset() y WaveOutPause() que se encargan de detener y pausar la reproducción de audio.



### 4.- Reproducción del audio

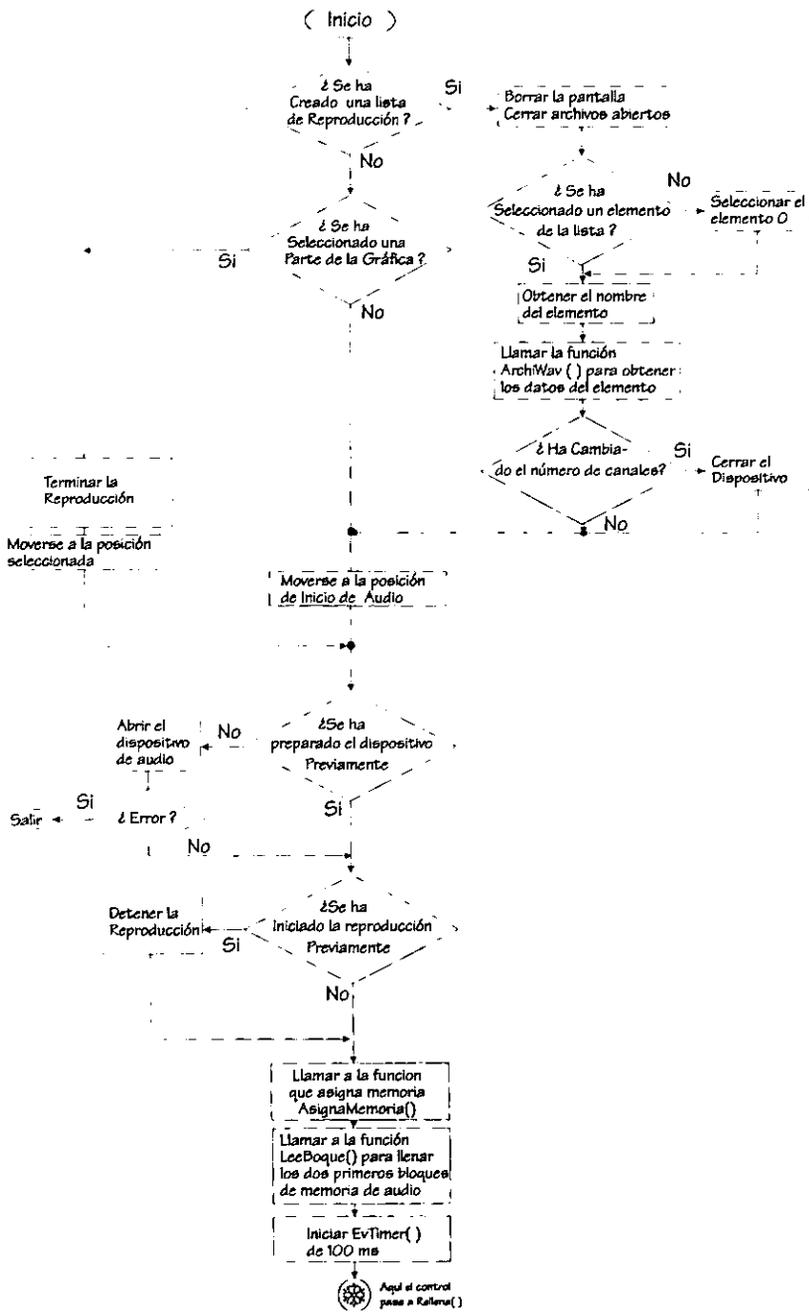
La reproducción se implementa con comandos denominados de bajo nivel , los cuales a diferencia de los comandos MCI que fueron usados para la grabación permiten la manipulación directa del los datos del archivo de audio, lo cual es necesario para implementar la edición de los archivos. Sin embargo para implementar estos comandos se deben cumplir con ciertas condiciones que preparan tanto los datos como al dispositivo de audio para la reproducción , los pasos a seguir son los siguientes :

- 1.- Establecer parámetros para la reproducción de audio , ( frecuencia , numero de canales, No de bytes por sampleo etc.,) datos que deben ser leídos del archivo a reproducir previamente.
- 2.- Abrir el dispositivo de audio.
- 3.- Preparar la memoria que recibirá las cabeceras de los bloques de datos.
- 4.- Preparar memoria para leer los datos del disco.
- 5.- Escribir o enviar los datos a la tarjeta de sonido.
- 6.- Establecer un sistema interacción entre el programa y la tarjeta de sonido para enviar el audio por medio de pequeños bloques que serán procesados uno por uno, avisando al programa el momento en que cada bloque ha sido procesado con el fin de que envíe mas datos hasta terminar de leer el archivo.
- 7.- Al finalizar se debe despreparar la memoria utilizada y cerrar el dispositivo con el fin de no provocar errores inesperados en Windows.

Por lo anterior la reproducción se dividió en las siguientes funciones:

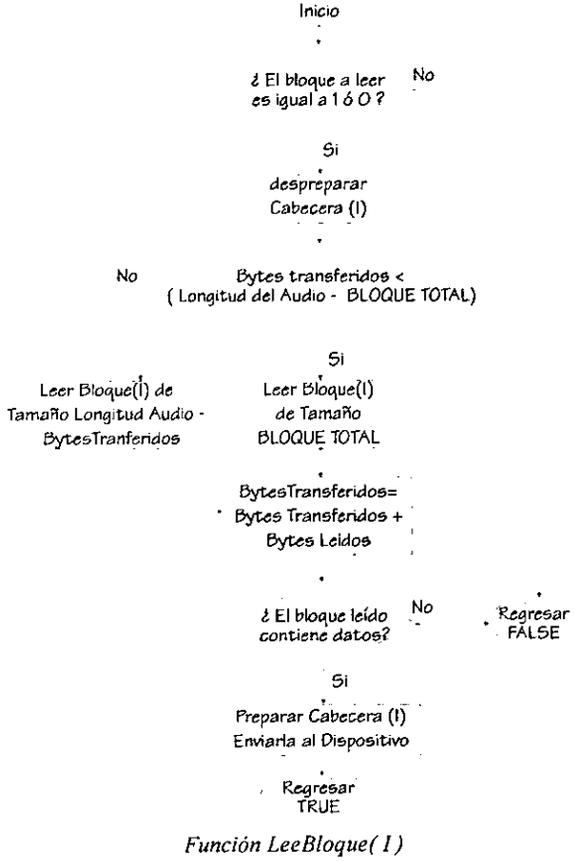
- |                  |   |
|------------------|---|
| CmFileOpen( )    | Que abre el archivo en forma multimedia cuando se utiliza el comando "Archivo Abrir".   |
| CuadroLista( )   | Crea un cuadro de dialogo para seleccionar varios archivos y crear una lista de reproducción.                                   |
| ArchiWav( )      | Obtiene los datos que identifican las propiedades del archivo.  |
| DibGrafica( )    | Que dibuja en pantalla una gráfica del audio cuando se requiere.  |
| AsignaMemoria( ) | Asigna la memoria para las cabeceras y el audio.  |
| LeeBloque( )     | Lee un bloque de tamaño determinado y lo envía al dispositivo de audio  |
| Rellena( )       | Recibe los mensajes que envía la tarjeta de audio al programa cada que procesa un bloque , y llama a la función BloqueVacio( ). |
| BloqueVacio( )   | Que identifica al bloque que ha sido procesado y lo vuelve a llenar de datos .  |
| CmPlayWave( )    |   |

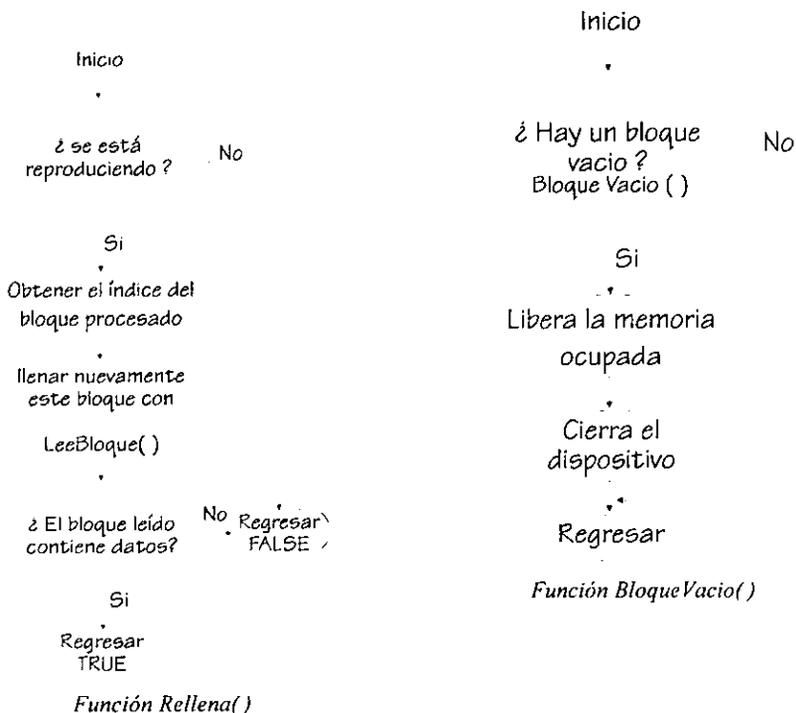
Es la función principal que implementa la reproducción de audio. Si se ha creado previamente una lista de reproducción se escoge el primer elemento de la lista y al terminar se avanza al siguiente ,si hay un segmento de gráfica seleccionado solo se reproducirá dicho segmento. Una vez iniciada la reproducción no se detiene hasta terminar el archivo, a menos de que ocurra algún error o se llamen los comandos de Pausa , Stop ,o Cue.



Las funciones para rellenar los bloques de memoria con audio son llamadas por el sistema de mensajes entre el programa y la tarjeta de Audio. Cada vez que la tarjeta de audio termina de procesar un bloque de datos envía al programa el mensaje : WHDR\_DONE que debe ser captado y procesado enviando un nuevo bloque a la tarjeta o terminando el proceso, esta función la realizan las subrutinas Rellena( ) , BloqueVacio( ) , y LeeBloque( )..

Cuando la tarjeta de audio envía el mensaje WHDR\_DONE al programa se ejecuta la función Rellena( ) la cual llama a BloqueVacio( ) que se encarga de determinar cual de los dos bloques se ha procesado y a la función LeeBloque( ) para intentar llenarlo con mas datos, cuando LeeBloque( ) tiene mas datos regresa TRUE y se continua el proceso y en caso contrario regresa FALSE a la función Rellena( ) la cual detiene el proceso.





## Formato de Grabación

Para la grabación en el disco duro de los datos de audio, se requiere seguir uno de los formatos grabación que se encuentran actualmente vigentes como lo es el llamado WAVE de Microsoft con el fin de que la grabación sea compatible con Windows y con otros programas que manejen audio, los archivos de este tipo son los con terminación \*.wav y que a su vez se basa en el formato RIFF (Resource Interchange File Format).

La estructura de un archivo de este tipo que contiene audio es muy diferente de un archivo normal de texto en cuanto a que tiene una forma de acomodar los datos en el disco en bloques que son llamados Chunks y subchunks.



**WAVE (4 Bytes)**: Es el identificador del tipo de archivo y debe estar seguido por los caracteres `fmt` incluyendo un espacio, que indican el comienzo de los datos de formato:

**Largo del Archivo ( 4 Bytes )**: Es la longitud del bloque de formato sin contar los caracteres “`WAVEfmt`” y siempre será 16 para este tipo .

**wformatTag ( 2 Bytes )**: Son los dos primeros Bytes e indican el formato en que se encuentran los datos de audio, el mas común y el que se utilizará es `PCM ( Pulse Code Modulation )` y su valor es igual a 1.

**nChannels ( 2 Bytes )**: Es el número de canales que contiene el archivo , 1 Monoaural , 2 Estéreo.

**nSamplesPerSec(4 Bytes )**: Es la frecuencia de muestreo dada en Hz la más común actualmente es de 44100 que es la frecuencia de muestreo del Compact Disc sin embargo se puede utilizar una frecuencia mayor o menor.

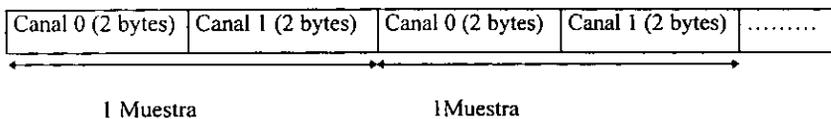
**nAvgBytesPerSec(4 Bytes )**: Es la cantidad de Bytes que se procesarán por segundo y su valor es igual a la siguiente fórmula :  $nAvgBytesPerSec = nSamplesPerSec \times nChannels \text{ ( Bits / 8 )}$ .

**BlockAlign ( 2 Bytes )**: Es el numero de bytes que utiliza cada muestreo o muestra para una grabación estéreo `BlockAlign` es igual a 4.

**nBits ( 2 Bytes )**: Es el número de bits para cada muestreo que pueden ser 8 o 16 bits por muestra.

**data** : Identifica el inicio del bloque de datos de audio y el siguiente dato es una palabra de 32 bits que indica la longitud del bloque.

Finalmente se encuentra el bloque de datos de audio , para una grabación estéreo de 16 bits el bloque de datos se encuentra de la siguiente forma:



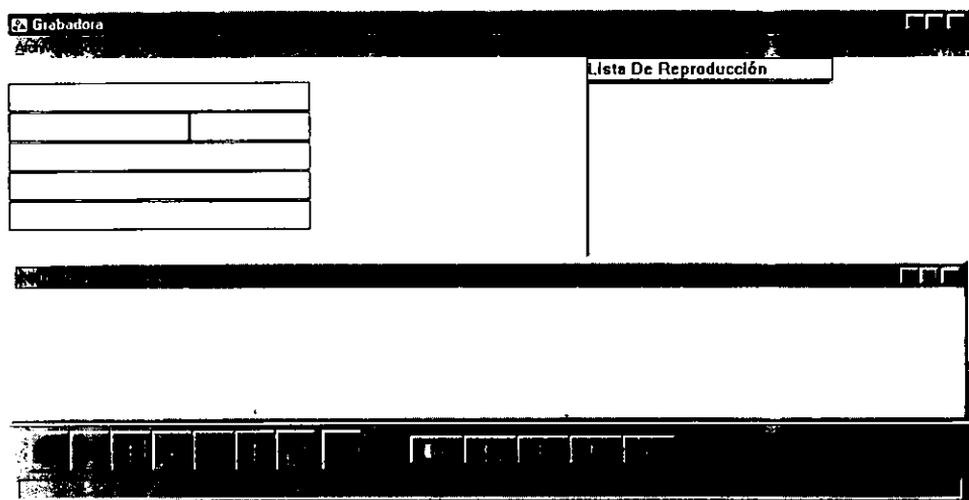
Los archivos de 8 bit son sin signo y tomarán valores entre 0 y 255 por lo que el punto medio de volumen 0 es 128. Mientras que los archivos de 16 bits contienen signo y toman valores entre -32768 y +32767 y el punto medio es 0.

Como se observa en las tablas anteriores para leer correctamente el archivo se requiere tomar lecturas de datos de una determinada longitud , es decir algunas veces se lee 1Byte y otras 1Word o leer siempre 1Word y separar los datos por medio de operaciones lógicas.

En las páginas siguientes se presenta el funcionamiento y listado completo del programa , para ahorrar espacio se muestra en letra pequeña y no incluye el listado correspondiente a los recursos del programa es decir los dibujos de bitmaps , cursores Cuadros de diálogo etc. :

### Operación del programa

Una vez Instalado el programa se inicia como cualquier aplicación de Windows oprimiendo dos veces en el Icono del programa:  El cual responderá con una pantalla como la siguiente:



*Figura 7.2 Pantalla principal del programa*

### Reproducción

En seguida se deberá determinar lo que se desea hacer , se puede iniciar una lista de reproducción o comenzar a grabar , en el caso de estar transmitiendo un noticiario , se utilizará una lista de reproducción con la , o las grabaciones que se utilizarán en cada bloque de información o comerciales, para crear una lista de reproducción se selecciona en el menú principal “modo” y en el submenú que aparece “Lista de reproducción..” con lo que el programa muestra un cuadro de diálogo con dos botones “Actualizar” y “Cerrar” , Figura 7.3 , al oprimir actualizar se despliegan los archivos tipo que contiene el disco duro en subdirectorio donde se instaló el programa de la siguiente forma:

En este momento se procede a seleccionar con el mouse los archivos con los que se desea formar una lista de reproducción , y una vez hecho esto se oprime el botón “Cerrar”.

Con esto el programa tiene una lista de archivos en el orden de reproducción que se desee y sólo se tendrá que oprimir “Play” o La tecla espaciadora para que inicie la reproducción del archivo seleccionado.

Los cuadros en la sección izquierda de la ventana principal informan acerca del archivo que se está reproduciendo actualmente el tiempo total y transcurrido de la grabación, así como los datos adicionales como fecha, hora , nombre del reportero y tema de la nota grabada. Se puede utilizar el mouse o teclado para Play ( barra espaciadora) Pausar ( Pausa ) , Avanzar ( → ) , Retroceder ( ← ) , o F3 para crear una nueva lista de reproducción .La pantalla con una lista de reproducción se ve de la siguiente forma:

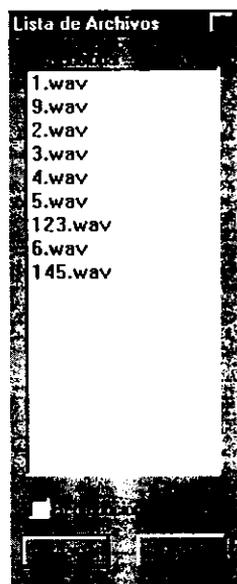


Figura 7.3 cuadro de diálogo

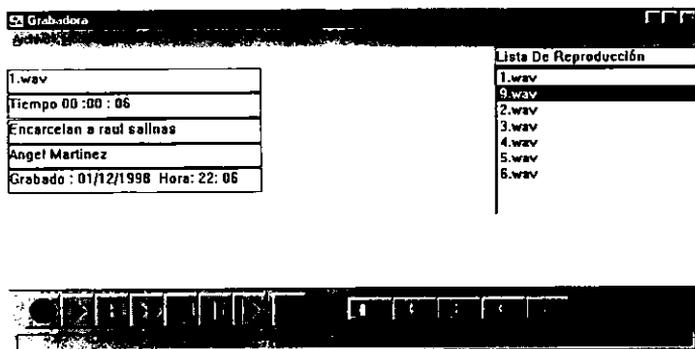


Figura 7.4 Pantalla después de crear una lista de reproducción

Se pueden reproducir los archivos con un doble click en el nombre correspondiente en la lista de reproducción , el botón denominado CUE o la tecla ENTER hacen que la reproducción actual vuelva al principio , y al oprimir pausa iniciará nuevamente la misma grabación. Y cada vez que se oprime play o la barra espaciadora en el teclado se pasa a la siguiente grabación.

## Grabación

Si lo que se desea es grabar audio se deberá oprimir el botón de Nivel o en el menú seleccionar "Modo" y en el submenú "Grabar" al lo que el programa responde con la siguiente pantalla:

El nivel de entrada de audio se muestra con la barra negra en el centro y a la izquierda se muestra con números en V.U. siendo 100 el nivel de saturación y un nivel óptimo deberá estar variando entre 20 y 90. La barra adjunta a la negra sirve de referencia.

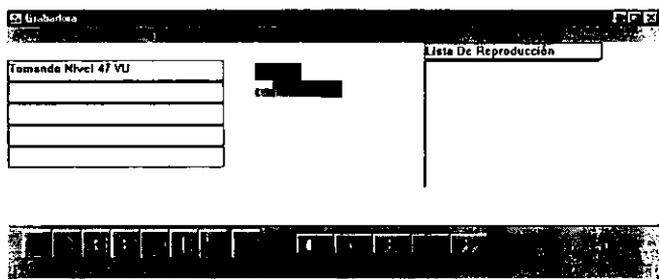


Figura 7.5 Pantalla del programa Tomando Nivel

Una vez que se obtiene un nivel adecuado para iniciar la grabación se oprime el botón con un círculo rojo :

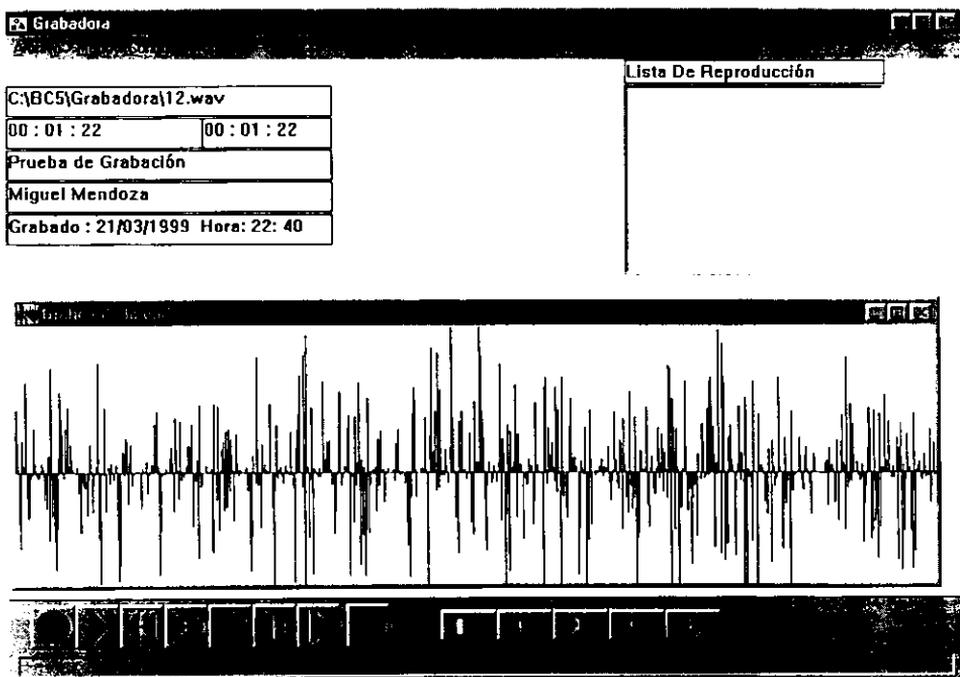
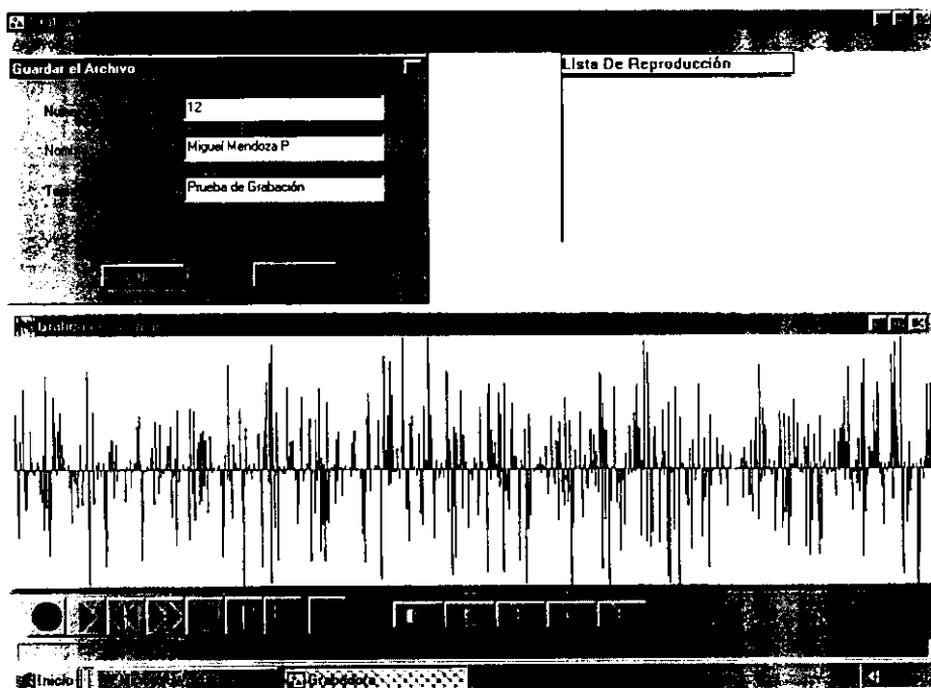


Figura 7.6 Pantalla al terminar una grabación.

El programa muestra el tiempo transcurrido mientras se está grabando así como un icono intermitente en simulando un foco rojo que indica el proceso de grabación. y para terminar se oprime Stop. Con lo que se obtendrá una pantalla similar a la de la figura anterior (7.6).

### Edición

Si se desea editar lo grabado se deberá seleccionar sombreando sobre la gráfica una sección determinada y oprimiendo el botón "Editar" , al oprimir play se escucha solamente el segmento seleccionado , permitiéndonos así eliminar sucesivamente las partes no deseadas de audio, y al terminar esto se guarda el archivo oprimiendo en el menú "Archivo" y en el submenú "Guardar" al lo que el programa muestra el siguiente cuadro de diálogo:



*Figura 7.7 Programa al momento de guardar el archivo editado.*

Una vez que se escriben los datos deseados la grabación queda lista para ser reproducida , los datos requeridos , en el cuadro se incluyen directamente en el archivo, y al reproducirlos se muestran estos datos en pantalla. En las siguientes páginas se muestra el listado del programa. no se incluye el código de los dibujos, iconos y cuadros de diálogo.

```
//
//-----//
#include <owl\owlpch.h>
#include <owl\applicat.h>
#include <owl\opensave.h>
#include <owl\framewin.h>
#include <owl\dc.h>
#include <owl\menu.h>
#include <owl\button.h>
#include <owl\dialog.h>
#include <math.h>
#include <stdio.h>
#include <mmsystem.h>
#include <owl\controlb.h>
#include <owl\decframe.h>
#include <owl\statusba.h>
#include <owl\buttonga.h>
#include <owl\static.h>
#include <owl\scroller.h>
#include "Grabadora.h"
#define MCI_PARM2(p) ((long)(void far*)&p)
char ArchivoActual[255];
static char Numero[30],NombreRepo[30], NombreNota[30], NombreSel[50], Texto[100];
const int ID_SELECCION = 201 , ID_LISTAREPRO = 202;

HMMIO                hmmio;
MMCKINFO              mmckinfoParent;
MMIOINFO              mmioinfoIn;
MMCKINFO              mmckinfoSubchunk;
PCMWAVEFORMAT         pcmWaveFormat;
MMTIME                Tiempo;
TStatic               *MuestraTitulo, *MuestraTiempo, *MuestraTiempoT, *MuestraNom, *MuestraAutor,
                      *TitLista, *MuestraMas;
long                  IniciaAudio,LongAudio,Intervalo,PosGrafica,PosAnterior,
                      PosActual, PosicionCue,Limitelzq,LimiteDer;
UINT                  nFrecuencia ;
BYTE                  nCanales,nBits,nBlock;
RECT                  Area;

//-----//
// Clase para la ventana que contendrá la grafica de audio //
class TScrollWindow : public TWindow {
public:
    TScrollWindow(TWindow* parent = 0, const char* title=0);
    TMetaFileDC     *PaintDC;
    TClientDC        *PintaDC;
    void             Paint(TDC& dc, bool, TRect&);
    void             ArchiWav(); // Función para leer los datos de Cabezera de archivo
    void             DibGrafica(); // Para Hacer una grafica de Audio
    BOOL             Dibujo,HaySeleccion, Invert ;
    RECT             Seleccion, Indicador,Scroll,Clip,updateRect;
private:
    void             EvMouseMove(uint modKeys, TPoint& point);
    void             EvLButtonDown(uint modKeys,TPoint& point); // Boton del mouse
DECLARE_RESPONSE_TABLE(TScrollWindow);
};
```

```

DEFINE_RESPONSE_TABLE1(TScrollWindow,TWindow)
    EV_WM_PAINT,
    EV_WM_MOUSEMOVE,
    EV_WM_LBUTTONDOWN,
END_RESPONSE_TABLE;

```

```

TScrollWindow::TScrollWindow(TWindow* parent, const char* title): TWindow(parent, title)
{
    Attr.Style |= WS_OVERLAPPEDWINDOW | WS_BORDER ;
    PaintDC = 0; PintaDC = 0; Dibujo = FALSE; Invert=FALSE; HaySeleccion=FALSE; LimiteIzq=LimiteDer=0; }
// Paint se encarga de dibujar la grafica cuando se ha terminado//
void TScrollWindow::Paint(TDC& dc, bool, TRect&)

```

```

{
    if(Dibujo && PintaDC)
    {
        TMetaFilePict mf("Dibujo.WMF");
        dc.PlayMetaFile(mf);
    }
}

```

*// ArchiWav() indentifica el tipo de archivo , canales , frecuencia etc.*

```

void TScrollWindow::ArchiWav()
{
    // obtener fecha y hora de creación del archivo
    char buffer[50] , Buffer[30];
    HANDLE Apunta;
    Apunta = CreateFile( ArchivoActual,GENERIC_READ,0,0,OPEN_EXISTING,0,0 );
    FILETIME TiempoCreacion ,TiempoLocal;
    SYSTEMTIME TiempoSistema ;
    GetFileTime(Apunta,0,0,&TiempoCreacion );
    FileTimeToLocalFileTime( &TiempoCreacion,&TiempoLocal);
    FileTimeToSystemTime(&TiempoLocal,&TiempoSistema);
    CloseHandle(Apunta);
    sprintf(buffer,"Grabado : %2.2d/%2.2d/%2.2d Hora: %2.2d: %2.2d" , TiempoSistema.wDay,TiempoSistema.wMonth,
        TiempoSistema.wYear, TiempoSistema.wHour,TiempoSistema.wMinute);

```

MuestraMas->SetText(buffer);

```

if ((hmmio = mmioOpen(ArchivoActual, NULL, MMIO_ALLOCBUF | MMIO_READWRITE)) != NULL)
{
    mmckinfoParent.fccType = mmioFOURCC('W', 'A', 'V', 'E');
    if (mmioDescend(hmmio,(LPMMCKINFO) &mmckinfoParent, NULL,MMIO_FINDRIFF))
        MessageBox("No es archivo de audio", "Error", MB_OK);
    else{
        mmckinfoSubchunk.ckid = mmioFOURCC('f', 'm', 't', ' ');
        if (mmioDescend(hmmio, &mmckinfoSubchunk, &mmckinfoParent,MMIO_FINDCHUNK))
            MessageBox("No se encuentra formato", "Error", MB_OK);
        else { // localizamos el formato de audio
            if (mmckinfoSubchunk.cksize < (long) sizeof(pcmWaveFormat))
                MessageBox("No se encuentra formato", "Error", MB_OK);
            // leyendo el formato pcmWaveFormat.
            if (mmioRead(hmmio, (HPSTR) &pcmWaveFormat,(long) sizeof(pcmWaveFormat))
                != (long) sizeof(pcmWaveFormat))
                MessageBox("No se encuentra formato", "Error", MB_OK);
            nFrecuencia = (UINT) pcmWaveFormat . wf . nSamplesPerSec ;

```

```

nCanales = pcmWaveFormat . wf . nChannels ;
nBits = pcmWaveFormat . wBitsPerSample ;
nBlock = pcmWaveFormat . wf . nBlockAlign;
• salimos del bloque de formato
if (mmioAscend(hmmio, &mmckinfoSubchunk, 0) != 0)
MessageBox("No se encuentra formato", "Error", MB_OK);
Bucamos el formato 'data' chunk.
mmckinfoSubchunk.ckid = mmioFOURCC('d', 'a', 't', 'a');
if (mmioDescend(hmmio, &mmckinfoSubchunk, &mmckinfoParent, MMIO_FINDCHUNK) != 0)
MessageBox("No se encuentra subformato data", "Error", MB_OK);
IniciaAudio = mmioSeek( hmmio, 0, SEEK_CUR ); // Obtener la posición
LongAudio = mmckinfoSubchunk.cksize ; // la longitud del audio
if (mmioAscend(hmmio, &mmckinfoSubchunk, 0) != 0)
MessageBox("No se encuentra formato", "Error", MB_OK);
mmckinfoParent.fccType = mmioFOURCC('I', 'N', 'F', 'O');
if (mmioDescend(hmmio, (LPMCKINFO) &mmckinfoParent, NULL, MMIO_FINDLIST))
{
MuestraAutor ->SetText(" "); MuestraTitulo ->SetText(" ");
}
else {
mmckinfoSubchunk.ckid = mmioFOURCC('I', 'E', 'N', 'G');
if (mmioDescend(hmmio, &mmckinfoSubchunk, &mmckinfoParent, MMIO_FINDCHUNK) != 0)
{
mmioSeek(hmmio, mmckinfoParent.dwDataOffset + 4, SEEK_SET);
MuestraAutor ->SetText(" ");
}
else {
mmioRead(hmmio, (HPSTR) &Buffer, sizeof(Buffer));
MuestraAutor -> SetText( Buffer);
if (mmioAscend(hmmio, &mmckinfoSubchunk, 0) != 0)
MessageBox("No se encuentra formato", "Error", MB_OK);
}
mmckinfoSubchunk.ckid = mmioFOURCC('I', 'S', 'B', 'J');
if (mmioDescend(hmmio, &mmckinfoSubchunk, &mmckinfoParent, MMIO_FINDCHUNK) != 0)
{
mmioSeek(hmmio, mmckinfoParent.dwDataOffset + 4, SEEK_SET);
MuestraTitulo ->SetText(" ");
}
else {
mmioRead(hmmio, (HPSTR) &Buffer, sizeof(Buffer));
MuestraTitulo ->SetText(Buffer);
if (mmioAscend(hmmio, &mmckinfoSubchunk, 0) != 0)
MessageBox("No se encuentra formato", "Error", MB_OK);
}
mmioSeek(hmmio, mmckinfoParent.dwDataOffset + 4, SEEK_SET);
}

if (mmioGetInfo(hmmio, &mmioinfoIn, 0) != 0)
MessageBox("Error en acceso al buffer", "Error", MB_OK);
}
}
}

MuestraNom ->SetText(ArchivoActual);
mmioSeek(hmmio, IniciaAudio , SEEK_SET);
}

```

//-Grafica() Dibuja la gráfica de la onda a reproducir en pantalla ///

```
void TScrollWindow::DibGrafica()
{
if(ArchivoActual[0]!= 0) //Solo se dibuja si hay un archivo abierto
{
ArchWav();
PaintDC = new TMetaFileDC("Dibujo.WMF");
BYTE Bits = nBits;
UINT Rango = Bits == 8 ? 255 : 65535U ;
// Calcular el factor de magnitud vertical para cada punto
float FactorMagnitud = (float) Area . bottom / nCanales / Rango ;
// Calcular el factor de incremento de lectura para mostrar la onda completa
Intervalo= LongAudio/Area.right;
int Magnitud ,Magnitud2;
// Recorrer toda la anchura de la ventana

for( int I = 0 ; I <= Area . right ; I++ )

{
switch( nBlock )
{
case 1 : // Mono - 8 Bits
{
char Muestra ;
mmioRead(hmmio,(HPSTR) & Muestra ,nBlock);
Magnitud = Muestra < 0 ? Muestra + 128 : Muestra - 128 ;
break ;
}
case 2 : // Mono - 16 Bits
{
short Muestra ;
mmioRead(hmmio, (HPSTR)& Muestra ,nBlock);
if( nCanales == 1 )
Magnitud = Muestra ;
break ;
}
case 4 : // Estéreo - 16 Bits
{
DWORD Muestra ;
mmioRead(hmmio, (HPSTR)& Muestra ,nBlock);
// Separar las dos muestras
Magnitud = (int)Muestra >> 16 ;
Magnitud2 = (short)Muestra ;
}
}
}

// Dibujar la muestra
if( nCanales == 1 ) // Si sólo hay un canal
{
PaintDC->MoveTo(I, Area.bottom/2); // Moverse al punto medio
PaintDC->LineTo(I, Area.bottom/2+ Magnitud * FactorMagnitud); // Dibuja una línea
}
else // si existen dos muestras a representar
{
PaintDC->MoveTo(I,Area.bottom/4);
}
```

```

PaintDC->LineTo(1,( Area.bottom/4)+Magnitud * FactorMagnitud ) ,
PaintDC->MoveTo(1,Area.bottom/ 2 + Area.bottom/4);
PaintDC->LineTo(1,(Area.bottom/2 + Area.bottom/4)+ Magnitud2 * FactorMagnitud ) ;
}
// avanzar para la siguiente muestra
mmioSeek( hmmio, Intervalo , SEEK_CUR );
}
}
CloseMetaFile(*PaintDC);
delete PaintDC;
Dibujo = TRUE;
PintaDC = new TClientDC(*this);
PintaDC->SetROP2(R2_NOT);
Invalidate();
}

// Eventos relacionados con el movimiento del mouse
void TScrollWindow::EvLButtonDown(uint, TPoint& point)
{ // Se oprimió el botón izquierdo
if(PintaDC && Dibujo)
{
if(Invert && (point.x < Seleccion.left || point.x > Seleccion.right )
{
Invert = PintaDC->InvertRect(Seleccion);
Invert = FALSE;
HaySeleccion=FALSE;
}
if (HaySeleccion == FALSE )
{
Seleccion.left=point.x;
Seleccion.top=0;
Seleccion.bottom= Area.bottom;
PintaDC->SetROP2( R2_NOT );
}
}
}

void TScrollWindow::EvMouseMove(uint modKeys, TPoint& point)
{ // Se mueve el mouse
if(PintaDC && Dibujo)
{
if( modKeys == MK_LBUTTON ) // si se oprimió el botón izq
{
PintaDC->SetROP2(R2_NOT );
if(Invert == TRUE)
Invert = PintaDC->InvertRect(Seleccion);
Seleccion.right=point.x;
Invert= PintaDC->InvertRect(Seleccion);
HaySeleccion=TRUE;
int Factor =(int) (LongAudio/nBlock)/Area.right;
PosicionCue = Seleccion.left * Factor * nBlock ;
LimiteIzq= PosicionCue;
LimiteDer= Seleccion.right * Factor * nBlock;
}
if((HaySeleccion == TRUE && ( point.x = Seleccion.left || point.x == Seleccion.right)))
SetCursor(0, IDC_SIZEWE);
}
}

```

```

else SetCursor(0, IDC_ARROW);
}
}

```

*//Clase derivada de TDialog para crear un cuadro de Diálogo Con la lista de archivos disponibles en el Disco Duro*

```

//-----
class TListaArchivos : public TDialog{
public:
    TListaArchivos ( TWindow* parent , const char* name);
    void Aceptar();
    void Cerrar();
    TListBox *ListaArchivos ; // Apuntador a la clase list box
    void Seleccion();
    void EvMouseMove(UINT , TPoint& );
DECLARE_RESPONSE_TABLE(TListaArchivos);
};

DEFINE_RESPONSE_TABLE1(TListaArchivos ,TDialog)
EV_LBN_SELCHANGE(ID_SELECCION,Seleccion),
EV_COMMAND(IDOK,Aceptar),
END_RESPONSE_TABLE;

```

```

TListaArchivos::TListaArchivos(TWindow* parent,const char* name) : TDialog(parent,name), TWindow(parent)
{
    ListaArchivos = new TListBox(this, ID_SELECCION, 10, 20, 130,280);
    ListaArchivos->Attr Style LBS_NOTIFY;
    ListaArchivos->Attr Style &= ~LBS_SORT;
}

```

*// Responde al comando o Botón Aceptar*

```

void TListaArchivos::Aceptar()
{
    ListaArchivos->ClearList();
    ListaArchivos->DirectoryList(0, "*.wav");
}

```

*//Se ejecuta cuando hay un cambio de elemento seleccionado en la lista de Archivos*

```

void TListaArchivos::Seleccion()
{
    ListaArchivos->GetSelString(NombreSel, 50);
    Parent->SendMessage(ACTUALIZA,0,0);
}

```

*// Clase derivada de TDialog para captar los datos Adicionales en el archivo de audio*

```

//-----
class TGuarda : public TDialog{
public:
    TGuarda ( TWindow* parent , const char* name);
    void Aceptar();
DECLARE_RESPONSE_TABLE(TGuarda);
};

DEFINE_RESPONSE_TABLE1(TGuarda ,TDialog)
    EV_COMMAND(IDOK,Aceptar),
END_RESPONSE_TABLE;

```

```
TGuarda::TGuarda(TWindow* parent,const char* name)
: TDialog(parent,name), TWindow(parent) { }
```

```
void TGuarda::Aceptar() // Función que toma los datos del cuadro de diálogo
{
GetDlgItemText(NUMERO,Numero,30);
GetDlgItemText(NOMREPO,NombreRepo,30);
GetDlgItemText(NOMNOTA,NombreNota,30);
CloseWindow();
}
```

---

```
//-----Declaración de la clase Ventana Principal
```

```
class TSoundWindow : public TWindow {
public: // Declaracion de funciones
TSoundWindow(TWindow* parent = 0);
~TSoundWindow(); // Destructor de la ventana
LRESULT Rellena(WPARAM, LPARAM); // Rellena los bloques de memoria
LRESULT Actualiza(WPARAM, LPARAM); // Envía nombres a la lista de Reproducción
LRESULT CmTeclado(WPARAM wParam, LPARAM); // Responde cuando se oprimen teclas
TClientDC *SoundDC;
TClientDC *CursorDC; // Apuntador para las gráficas
TMemoryDC GrabandoDC,ReglaDC, flechaDC; // Objetos para los Bitmaps
TListBox *ListaRepro, // Apunta a la lista de reproducción
TScrollWindow *Ventana;
void CmFileOpen(); // Abre Un archivo
void CmFileSave(); // Guarda El archivo Actual
void ObDatosWave(); // Obtiene los datos del archivo
void CmEdRew1(); // Controla el area Seleccionada
void CmEdRew2(); // Para la edición del archivo
void CmEdFF1();
void CmEdFF2();
void CmFileExit(); // Salida del programa
void CmPlayWave(); // Reproduce el archivo abierto
void CmRecWave(); // Implementa la grabación
void CmStopWave(); // Detiene el proceso Activo
void CmFFWave(); // Adelanta el Audio
void CmRewWave(); // Regresa el Audio
void CmPausa(); // Pausa la Reproduccion
void CmEditar(); // Elimina el audio seleccionado
void CmHelpAbout(); // Muestra un cuadro de diálogo
void Graficadial(long Pixeles); // Progreso en la Gráfica
void CmNivel(); // Toma nivel de entrada de audio
void CmCueWave(); // Regresa a un punto en la reproducción
void CierraDispositivos(); // Cierra los dispositivos y archivos
void ConvierteTiempo(UINT tmiRes); // Convierte milliSec a HH:MM:SS
void Cuadrolista(); // muestra archivos en el DD
void EvTimer(UINT id); // Contadores de tiempo
void FinReproduccion(); // Libera la memoria ocupada
UINT AsignaMemoria(); // Asigna los bloques de memoria
UINT LeeBloque( BYTE ); // Lee un bloque del Archivo
UINT BloqueVacio(); // Detecta el bloque procesado
private:
UINT Contador , Reloj;
RECT Indicador ;
```

```

BYTE          MonoStereo,
GLOBAL       IdCabecera[ 2 ], IdBloque[ 2 ],hWaveHdr ;
LPWAVEHDR    Cabecera[ 2 ],lpWaveHdr;
LPSTR        Bloque[ 2 ] ;
HWAVEOUT     IdDisSalida ;
UINT         IdDisEntrada ;
long         BLOQUE , BLOQUE TOTAL, BytesTransferidos, ISamples;
int          Reproduciendo.Restart,Pausa,EstaGrabando,Index,GuardaDC;
BOOL         EnCue,Tomandonivel,HayUnaLista, Invert;
MCI_GENERIC_PARMS    MciGenParm;
MCI_OPEN_PARMS      MciOpenParm.
MCI_STATUS_PARMS    MciStatusParm.
MCI_SET_PARMS       MciSetParm;
MCI_RECORD_PARMS    MciRecordParm;
MCI_SAVE_PARMS      MciSaveParm;
MCI_WAVE_SET_PARMS  WaveFormat;

```

```

DECLARE RESPONSE TABLE(TSoundWindow);
};

```

```

DEFINE RESPONSE_TABLE1(TSoundWindow, TWindow)
EV IBN_DBLCLK(ID_LISTAREPRO,CmPlayWave).
EV MESSAGE(MM_WOM_DONE,Rellena).
EV MESSAGE(WM_KEYDOWN ,CmTeclado).
EV MESSAGE(ACTUALIZA ,Actualiza).
EV COMMAND(CM_OPEN ,CmFileOpen).
EV COMMAND(CM_GUARDA ,CmFileSave).
EV COMMAND(CM_EXIT ,CmFileExit).
EV COMMAND(CM_PLAY ,CmPlayWave).
EV COMMAND(CM_REC ,CmRecWave).
EV COMMAND(CM_STOP ,CmStopWave).
EV COMMAND(CM_FF ,CmFFWave).
EV COMMAND(CM_REW ,CmRewWave).
EV COMMAND(CM_ABOUT ,CmHelpAbout).
EV COMMAND(CM_PAUSA ,CmPausa).
EV COMMAND(CM_CUE ,CmCueWave).
EV COMMAND(CM_Editar ,CmEditar).
EV COMMAND(CM_EdRew1 ,CmEdRew1).
EV COMMAND(CM_EdFF1 ,CmEdFF1).
EV COMMAND(CM_EdRew2 ,CmEdRew2).
EV COMMAND(CM_EdFF2 ,CmEdFF2).
EV COMMAND(CM_NIVEL ,CmNivel).
EV COMMAND(CM_LISTA ,CuadroLista).
EV COMMAND(CM_MODALOG ,CmNivel).
EV WM_TIMER.
END RESPONSE TABLE;

```

```

FSoundWindow : TSoundWindow(TWindow* parent)

```

```

{
Inn(parent, 0, 0). Attr.Style = WS_BORDER ; Invert = FALSE; Reproduciendo = FALSE; Pausa = 0;
ArchivoActual[0] = 0; IdDisEntrada = 0; CursorDC = 0; ListaRepro = 0; MuestraTitulo = 0; MonoStereo = 0;
Bloque[0] = 0; Bloque[1] = 0; HayUnaLista = FALSE; GuardaDC = 0; PosGrafica = 0; Index = 0;
Creación de las áreas de presentación de textos áreas estáticas
MuestraNom = new TStatic(this, -1, "", 0, 20, 250, 24, 0);
MuestraNom->Attr.Style = WS_BORDER;
MuestraTiempo = new TStatic(this, -1, "", 0, 45, 150, 24, 0);

```

```

MuestraTiempo ->Attr.Style |=WS_BORDER;
MuestraTiempoT = new TStatic(this, -1, "", 150, 45, 100, 24, 0);
MuestraTiempoT ->Attr.Style |=WS_BORDER;
MuestraTitulo = new TStatic(this, -1, "", 0, 70, 250, 24, 0);
MuestraTitulo->Attr.Style |=WS_BORDER;
MuestraAutor = new TStatic(this, -1, "", 0, 95, 250, 24, 0);
MuestraAutor ->Attr.Style |=WS_BORDER;
MuestraMas = new TStatic(this, -1, "", 0, 120, 250, 24, 0);
MuestraMas ->Attr.Style |=WS_BORDER;
TitLista = new TStatic(this, -1, "Lista De Reproducción", 480, 0, 201, 19, 0);
TitLista ->Attr.Style |=WS_BORDER;
ListaRepro = new TListBox(this, ID_LISTAREPRO, 480, 20, 200, 150);
ListaRepro->Attr.Style &= LBS_SORT;
Ventana = new TScrollWindow(this, "Grafica de la onda");
Ventana->Attr.Style &= WS_MAXIMIZEBOX | WS_MINIMIZEBOX, ~WS_SYSMENU;
Ventana->Attr.X = 0; Ventana->Attr.H = 230;
Ventana->Attr.Y = 250; Ventana->Attr.W = 790;
Area_right = 790; Area_bottom = 230;
SoundDC = new TClientDC(*this);
TBitmap bitmap2(*GetModule(), BITMAP_2);
GrabandoDC.SelectObject(bitmap2);
TBitmap bitmap3(*GetModule(), REGLAN);
ReglaDC.SelectObject(bitmap3);
TBitmap bitmap1(*GetModule(), BITMAP_1);
flechaDC.SelectObject(bitmap1);

```

```

};

```

*Destructor de la ventana Principal //*

```

TSoundWindow::~TSoundWindow()
{
    CmStopWave();
}

```

*// Se obtienen los datos del archivo sin dibujar gráfica , para la lista de reproducción*

```

void TSoundWindow::ObDatosWave()
{
    Ventana -> ArchiWav();
    BLOQUE = (long) nFrecuencia*nBlock; // --1 segundo
    BLOQUE_TOTAL = BLOQUE * 4;
    int tmi1Res = LongAudio / nFrecuencia /nBlock;
    PosicionCue=IniciaAudio;
    ConvierteTiempo(tmi1Res);
    MuestraTiempoT->SetText(Texto);
    MuestraTiempo->SetText(Texto);
}

```

*// Graficadial() se encarga de mostrar el avance en la gráfica*

```

//-----
void TSoundWindow::Graficadial(long Pixeles)
{
    if(Ventana->PintaDC )
    {
        Ventana->PintaDC->BitBlt(PosAnterior, 0, 10,250, flechaDC, 0, 0,NOTSRCERASE);
        Ventana->PintaDC->BitBlt(Pixeles, 0, 10,250, flechaDC, 0, 0,NOTSRCERASE);
        PosAnterior=Pixeles;
    }
}

```

// Se encarga de la edición de audio eliminando del archivo el area seleccionada por el usuario en la gráfica

//-----

```
void TSoundWindow::CmEditar()
{
    if (Contador) // Detener el contador timer si existe.
        Contador = !KillTimer(TIMER_ID);
    if (Ventana->HaySeleccion) {

        MMCKINFO ckOutRIFF, ckOut;
        MMIOINFO mmioinfoOut;
        //abrimos un archivo creandolo o sobrescribiendo //
        HMMIO hmmioOut = mmioOpen("Editado.wav", NULL, MMIO_ALLOCBUF | MMIO_WRITE | MMIO_CREATE);
        if (hmmioOut == NULL) // si hay error avisar
            MessageBox("No puedo escribir formato", "Error", MB_OK);
        ckOutRIFF.fccType = mmioFOURCC('W', 'A', 'V', 'E');
        if (mmioCreateChunk(hmmioOut, &ckOutRIFF, MMIO_CREATERIFF) != 0)
            MessageBox("No puedo escribir formato", "Error", MB_OK);
        ckOut.ckid = mmioFOURCC('f', 'm', 't', ' ');
        ckOut.cksize = sizeof(pcmWaveFormat);
        if (mmioCreateChunk(hmmioOut, &ckOut, 0) != 0)
            MessageBox("No puedo escribir formato", "Error", MB_OK);
        if (mmioWrite(hmmioOut, (HPSTR) &pcmWaveFormat, sizeof(pcmWaveFormat)) != sizeof(pcmWaveFormat))
            MessageBox("No puedo escribir formato", "Error", MB_OK);
        if (mmioAscend(hmmioOut, &ckOut, 0) != 0)
            MessageBox("No puedo escribir formato", "Error", MB_OK);
        ckOut.ckid = mmioFOURCC('d', 'a', 't', 'a');
        if (mmioCreateChunk(hmmioOut, &ckOut, 0) != 0)
            MessageBox("No puedo escribir formato", "Error", MB_OK);
        //leer y copiar la informacion
        mmioSeek(hmmio, IniciaAudio, SEEK_SET); // Cambiar la posición al inicio del archivo
        if (mmioGetInfo(hmmio, &mmioinfoIn, 0) != 0)
            MessageBox("No puedo escribir formato", "Error", MB_OK);
        if (mmioGetInfo(hmmioOut, &mmioinfoOut, 0) != 0)
            MessageBox("No puedo escribir formato", "Error", MB_OK);

        for (lSamples = 0; lSamples <= LongAudio; lSamples++)
        {
            if (mmioinfoIn.pchNext == mmioinfoIn.pchEndRead)
            {
                if (mmioAdvance(hmmio, &mmioinfoIn, MMIO_READ) != 0)
                    MessageBox("Escribiendo formato", "Error", MB_OK);
                if (mmioinfoIn.pchNext == mmioinfoIn.pchEndRead)
                    MessageBox("Escribiendo formato", "Error", MB_OK);
            }
            if (mmioinfoOut.pchNext == mmioinfoOut.pchEndWrite)
            {
                mmioinfoOut.dwFlags |= MMIO_DIRTY;
                if (mmioAdvance(hmmioOut, &mmioinfoOut, MMIO_WRITE) != 0)
                    MessageBox("No puedo escribir formato", "Error", MB_OK);
            }
        }

        if (lSamples == LimiteIzq)
        {
            mmioSeek(hmmio, LimiteDer, SEEK_SET); // Cambiar la posición
            lSamples = LimiteDer;
        }
    }
}
```

```

}
mmioRead(hmmio, mmioinfoOut.pchNext, 1);
mmioinfoOut.pchNext ++;
}

mmioinfoOut.dwFlags |= MMIO_DIRTY;
if (mmioSetInfo(hmmioOut, &mmioinfoOut, 0) != 0)
MessageBox("No puedo escribir formato dirty", "Error", MB_OK);
if (mmioAscend(hmmioOut, &ckOut, 0) != 0)
MessageBox("No puedo escribir data", "Error", MB_OK);
if (mmioAscend(hmmioOut, &ckOutRIFF, 0) != 0)
MessageBox("No puedo escribir riff", "Error", MB_OK);
if (hmmio != NULL)
mmioClose(hmmio, 0);
if (hmmioOut != NULL)
mmioClose(hmmioOut, 0);
mmioOpen("Tempo.wav", NULL, MMIO_DELETE);
mmioinfoOut.dwFlags = 0;
if ( mmioRename("Editado.wav", "Tempo.wav", &mmioinfoOut, 0) == 0)
    MessageBox("Archivo Editado", "", MB_OK);
else MessageBox("Archivo NO Editado", "", MB_OK);
strcpy(ArchivoActual, "Tempo.wav");
Ventana->Dibujo=0;
if(Ventana->PintaDC) delete Ventana->PintaDC;
Ventana->Invalidate();
FinReproduccion();
waveOutReset( IdDisSalida);
Ventana->HaySeleccion=FALSE; Ventana->Invert=FALSE;
Ventana->DibGrafica(); // Dibujar la grafica de la onda
}
}

```

// CmNivel Se encarga de preparar el dispositivo de audio y mostrar el nivel de audio de entrada.  
//-----

```

void TSoundWindow::CmNivel()
{
// Dibujo inicial de la barra indicadora de nivel
Indicador.left=290; Indicador.top=65; Indicador.right=290; Indicador.bottom=85;
SoundDC->BitBlt(290, 85, 110, 20, ReglaDC, 0, 0, SRCCOPY);
CierraDispositivos();
// Abrir el dispositivo y prepararlo para la grabación
if (EstaGrabando==FALSE && EnCue == FALSE)
{
memset(&MciOpenParm, 0, sizeof MciOpenParm);
MciOpenParm.lpstrDeviceType = "waveaudio";
MciOpenParm.lpstrElementName = "";
if (mciSendCommand(0, MCI_OPEN, MCI_OPEN_ELEMENT | MCI_OPEN_TYPE,
                    MCI_PARM2(MciOpenParm)))
{
    MessageBox("No hay dispositivo de Audio", "Error", MB_OK);
    return;
}
    IdDisEntrada = MciOpenParm.wDeviceID;
MciSetParm.dwCallback = 0;
MciSetParm.dwTimeFormat = MCI_FORMAT_MILLISECONDS;

```

```

if (mciSendCommand(IdDisEntrada,MCI_SET, MCI_SET_TIME_FORMAT, MCI_PARM2 (MciSetParm)))
{
    MessageBox("Problema en Setime","Error", MB_OK);
    return; }

// Se establecen las constantes para grabación PCM monoaural a 44100
MciSetParm.dwCallback = 0;          WaveFormat.nChannels=1;
WaveFormat.nSamplesPerSec = 44100L;   WaveFormat.wBitsPerSample = 16;
WaveFormat.nAvgBytesPerSec = 88200L;   WaveFormat.nBlockAlign = 2;

if (mciSendCommand(IdDisEntrada, MCI_SET,
    MCI_WAVE_SET_CHANNELS | MCI_WAVE_SET_SAMPLESERSEC |
    MCI_WAVE_SET_BITSPERSAMPLE | MCI_WAVE_SET_AVGBYTESPERSEC |
    MCI_WAVE_SET_BLOCKALIGN, MCI_PARM2(WaveFormat)))
{ MessageBox("Al establecer Parametros","Error", MB_OK); return; }

// Se envia el comando de "CUE" es decir Preparado para grabar
MciGenParm.dwCallback =(long) HWindow;
if (mciSendCommand(IdDisEntrada, MCI_CUE, MCI_WAVE_INPUT, MCI_PARM2(MciGenParm)))
{
    MessageBox("Al enviar CUE","Error", MB_OK);
    mciSendCommand(IdDisEntrada, MCI_CLOSE, 0, NULL);
    return;
}

Contador=TRUE;      Tomandonivel=TRUE;      EnCue=TRUE;
SetTimer(TIMER_ID, 100, 0); // Inicia un contador
}

}

//-----CmRecWave() Implementa la grabacion de audio con comandos MCI
//-----

void TSoundWindow::CmRecWave()
{
if (!EstaGrabando)
{
    if(Invert && Tomandonivel)
        Invert= SoundDC->InvertRect(Indicador);
    SoundDC->BitBlt(290 ,85, 110,20, ReglaDC, 0, 0,WHITENESS);
    MciRecordParm.dwCallback =(long)HWindow;
    MciRecordParm.dwFrom = 0;
    if (mciSendCommand(IdDisEntrada, MCI_RECORD,0, MCI_PARM2(MciRecordParm)))
    {
        MessageBox("Se debe tomar Nivel primero !!","Error", MB_OK);
        mciSendCommand(IdDisEntrada, MCI_CLOSE, 0, NULL);
        return;
    }
}

if (Contador) // Detenr el contador timer.
    Contador = !KillTimer(TIMER_ID);
SetTimer(TIMER_ID, 500, 0);
Contador=TRUE; EstaGrabando = TRUE; Tomandonivel=FALSE; Reloj=0;
}

```

```
}
```

```
//----- CmPlayWave( ) sección que ejecuta la reproducción
```

```
//-----
```

```
void TSoundWindow::CmPlayWave()
```

```
{
```

```
if(HayUnaLista) // si existe una lista de reproducción
```

```
{
```

```
char NombreSelecc[30];
```

```
Invalidate(); // borra la ventana
```

```
SetFocus();
```

```
if(hmmio) // si hay un archivo abierto cerrarlo así como reiniciar....
```

```
{
```

```
FinReproduccion();
```

```
waveOutReset(IdDisSalida);
```

```
if (Contador)
```

```
Contador = !KillTimer(TIMER_ID);
```

```
mmioClose(hmmio, 0);
```

```
Ventana->HaySeleccion=FALSE; Ventana->Invert=FALSE;
```

```
}
```

```
Index = ListaRepro->GetSelIndex();
```

```
if((ListaRepro->GetSelString(NombreSelecc,30)< 1)
```

```
ListaRepro->GetString(NombreSelecc, 0);
```

```
strcpy(ArchivoActual, NombreSelecc);
```

```
ObDatosWave();
```

```
if(nCanales != MonoStereo)
```

```
{
```

```
waveOutReset(IdDisSalida);
```

```
FinReproduccion();
```

```
for( short l = 0 ; l < 2 ; l++ )
```

```
{
```

```
if(IdCabecera[l]) GlobalFree(IdCabecera[l]);
```

```
if(IdBloque[l]) GlobalFree(IdBloque[l]);
```

```
}
```

```
Bloque[0]=Bloque[1]=0;
```

```
waveOutClose(IdDisSalida); IdDisSalida = 0;
```

```
Reproduciendo = FALSE;
```

```
MonoStereo = nCanales;
```

```
}
```

```
Index = ListaRepro->GetSelIndex()+1;
```

```
ListaRepro->SetSelIndex(Index);
```

```
}
```

```
if(Ventana->HaySeleccion) // Si hay un segmento de gráfica seleccionado
```

```
{ // Cambiar los parametros y posicion en el archivo.
```

```
FinReproduccion();
```

```
waveOutReset(IdDisSalida);
```

```
PosActual = mmioSeek(hmmio ,Limitelzq,SEEK_SET);
```

```
Reproduciendo = FALSE;
```

```
}
```

```
else PosActual = mmioSeek(hmmio, IniciaAudio, SEEK_SET); // Cambiar la posición
```

```
if(!IdDisSalida)
```

```
if(waveOutOpen(&IdDisSalida, WAVE_MAPPER, (LPWAVEFORMATEX) &pcmWaveFormat,  
(long)HWindow, 0L, CALLBACK_WINDOW))
```

```
{  
    MessageBox("No se puede abrir dispositivo de audio", "Error", MB_OK);  
    mmioClose(hmmio, 0);  
    return;  
}
```

```
if(Reproduciendo)
```

```
{  
    FinReproduccion();  
    waveOutReset(IdDisSalida);  
    Reproduciendo=FALSE;  
    if(Contador)  
        Contador = !KillTimer(TIMER_ID);  
}
```

```
BytesTransferidos= 0;
```

```
SetTimer(TIMER_ID, 1000U, 0); // Inicia Timer de 100 ms
```

```
Contador = TRUE; Pausa = TRUE;
```

```
Reproduciendo = TRUE;
```

```
if(!Bloque[0] && !Bloque[1]) AsignaMemoria(); // Asignar bloques de memoria para las cabeceras
```

```
for( short l = 0; l < 2; l++) // Leer los dos primeros bloques
```

```
    LeeBloque(l);  
}
```

```
// Rellena(WPARAM, LPARAM) es llamada cada vez que el dispositivo de audio envía el mensaje
```

```
// MM_WOM_DONE al programa para que envíe otro bloque
```

```
LRESULT TSoundWindow::Rellena(WPARAM, LPARAM)
```

```
{  
    BOOL Result = BloqueVacio(); // intentar llenar el bloque  
    if(!Result) // Si ya no hay más información terminar  
    {  
        FinReproduccion();  
    }  
    return 0;  
}
```

```
// BloqueVacio() detecta el bloque que se ha procesado e intenta llenarlo nuevamente si aún hay datos
```

```
UINT TSoundWindow::BloqueVacio()
```

```
{  
    if(! IdDisSalida ) // Si no se está reproduciendo  
        return FALSE; // no se pueden preparar más bloques
```

```
// Obtener el índice del bloque que está vacío
```

```
short nBloque = (short)(Cabecera[0] -> dwFlags & WHDR_DONE ? 0 :  
Cabecera[1] -> dwFlags & WHDR_DONE ? 1 : -1);
```

```
return LeeBloque(nBloque); // Leer en el bloque que está vacío
```

```
}
```

```
// Al finalizar la reproducción se libera la memoria ocupada
```

```
//
```

```
void TSoundWindow::FinReproduccion()  
{  
    waveOutUnprepareHeader( IdDisSalida, Cabecera[ 0 ], sizeof( WAVEHDR));  
    waveOutUnprepareHeader( IdDisSalida, Cabecera[ 1 ], sizeof( WAVEHDR));  
}
```

```
// AsignaMemoria ( ) Se encarga de asignar la memoria necesaria para dos bloques de audio del tamaño necesario
```

```
//
```

```
UINT TSoundWindow::AsignaMemoria()
```

```
{  
    for( short l = 0 ; l < 2 ; l++ )  
    {  
        IdCabecera[l] = GlobalAlloc(GMEM_MOVEABLE | GMEM_SHARE, sizeof(WAVEHDR));  
        if( IdCabecera[l] ) // Si se asignó sin problemas  
            Cabecera[l] = (LPWAVEHDR)GlobalLock( IdCabecera[ l ] );  
    }  
    for( short l = 0 ; l < 2 ; l++ )  
    {  
        IdBloque[l] = GlobalAlloc(GMEM_MOVEABLE | GMEM_SHARE, BLOQUE_TOTAL);  
        if( IdBloque[ l ] ) // Si se asignó sin problemas  
            Bloque[ l ] = (LPSTR ) GlobalLock( IdBloque[ l ] );  
    }  
}
```

```
// Devolver FALSE si se produjo algún error, o TRUE en caso contrario
```

```
return IdBloque[ 0 ] != NULL && IdBloque[ 1 ] != NULL && Bloque[ 0 ] != NULL && Bloque[ 1 ] != NULL ;  
}
```

```
// LeeBloque() se encarga de leer del archivo wav y pasar los datos al dispositivo de Audio
```

```
//
```

```
UINT TSoundWindow::LeeBloque(BYTE nBloque)
```

```
{  
    long Transferido = 0; // Número de bytes transferidos.  
    char huge * Datos = Bloque[ nBloque ] ; // Datos será apuntador para ir recorriendo  
    int Bytes ;  
    if( nBloque != 0 && nBloque != 1 )  
        return FALSE ; // Si el bloque indicado no es válido Regresar.  
    // Despreparar el bloque.  
    waveOutUnprepareHeader( IdDisSalida, Cabecera[nBloque], sizeof(WAVEHDR));  
    // Se lee del archivo, en Bytes quedará el número de bytes leídos
```

```
    if( BytesTransferidos < LongAudio - BLOQUE_TOTAL )  
        Bytes = mmioRead( hmmio, Datos, BLOQUE_TOTAL);  
    else  
        Bytes = mmioRead( hmmio, Datos, LongAudio - BytesTransferidos);  
    BytesTransferidos += BytesTransferidos + Bytes;  
    if( Bytes < 1 ) return FALSE ; // si hay un error o se llevo al final regresar  
    Transferido += Bytes ;  
    if( Transferido ) // Si el bloque contiene información
```

```

    {
        // Indicar el número de bytes
        Cabecera[ nBloque ] -> lpData = Bloque[ nBloque ] ;
        Cabecera[ nBloque ] -> dwBufferLength = Transferido ;
        Cabecera[ nBloque ] -> dwFlags = 0 ;
        Cabecera[ nBloque ] -> dwLoops = 0 ;

        Preparar el bloque
        if(waveOutPrepareHeader(IdDisSalida,Cabecera[nBloque],sizeof(WAVEHDR)))
            return FALSE ;
    // Y enviarlo al dispositivo
    if( waveOutWrite( IdDisSalida,Cabecera[nBloque],sizeof(WAVEHDR))
        return FALSE ;
    }
    else // El bloque queda procesado
        Cabecera[ nBloque ] -> dwFlags = WHDR_DONE ;
    return TRUE ;
}

```

*// CmStopWave() Detiene la grabación , la reproducción, o la función tomar nivel*

*//*

```
void TSoundWindow::CmStopWave()
```

```

{
if(Contador) // Detener el contador timer si existe
    Contador = !KillTimer(TIMER_ID);

if(EstaGrabando)
{
    MciGenParm.dwCallback = 0;
    mciSendCommand(IdDisEntrada, MCI_STOP, MCI_WAIT, MCI_PARM2(MciGenParm));
    MciSaveParm.lpfilename = "GRABACION.WAV";
    mciSendCommand(IdDisEntrada, MCI_SAVE, MCI_SAVE_FILE | MCI_WAIT, MCI_PARM2(MciSaveParm));
    EstaGrabando=FALSE; Tomandonivel = FALSE; EnCue=FALSE;
    SoundDC->BitBlit(260 ,65, 20,20, GrabandoDC, 0, 0,WHITENESS);
}
// detener la grabación o reproducción.
mciSendCommand(IdDisEntrada, MCI_CLOSE, MCI_WAIT,MCI_PARM2(MciGenParm));
IdDisEntrada = 0;
strcpy(ArchivoActual, MciSaveParm.lpfilename);
Ventana -> DibGrafica(); // Dibujar la grafica de la onda
BLOQUE = (long) nFrecuencia * nCanales * nBits / 8; // =~/ segundo
BLOQUE_TOTAL = BLOQUE* 4;
int tmilRes = LongAudio / nFrecuencia /nBlock;
ConvierteTiempo(tmilRes);
MuestraTiempo ->SetText(Texto);
}

if(IdDisSalida)
{
    waveOutReset( IdDisSalida); // Detener la reproducción
    PosActual = mmioSeek( hmmio, IniciaAudio, SEEK_SET ); // posición actual inicio
    Pausa = FALSE;
    waveOutPause( IdDisSalida );
}
}

if(Tomandonivel)
{
    Tomandonivel = FALSE; EnCue= FALSE;
}

```

```

if(Invert )
Invert= SoundDC->InvertRect(Indicador);
SoundDC->BitBlt(260 ,65, 20,20, GrabandoDC, 0, 0,WHITENESS);
MciGenParm.dwCallback = 0;
mciSendCommand(IdDisEntrada, MCI_STOP, MCI_WAIT, MCI_PARM2(MciGenParm));
mciSendCommand(IdDisEntrada, MCI_CLOSE, MCI_WAIT, MCI_PARM2(MciGenParm));
IdDisEntrada = 0;
}
}

```

*// CmPausa() para Pausar la reproducción*

---

```

void TSoundWindow::CmPausa()
{
if(Pausa )
{
waveOutPause( IdDisSalida ); // Detener la reproducción
Pausa = FALSE;
}
else
{
waveOutRestart( IdDisSalida );
Pausa = TRUE;
}
}

```

*// CmCueWave() Regresa a la posición donde Inicia el audio actual Y lo deja en PAUSA para iniciar  
// la reproducción se debe oprimir el botón de Pausa*

---

```

void TSoundWindow::CmCueWave()
{
waveOutReset( IdDisSalida );
PosActual = mmioSeek(hmmio, PosicionCue, SEEK_SET);
waveOutPause( IdDisSalida );
Pausa = FALSE;
}

```

*// CmFileOpen() Presenta el cuadro de diálogo para seleccionar y abrir un archivo*

---

```

void TSoundWindow::CmFileOpen()
{
Invalidate(); // borra la ventana
if(ArchivoActual[0] != 0) // si hay un archivo abierto ..
{ // cerrarlo así como reiniciar..
waveOutReset( IdDisSalida); // el dispositivo y bloques de memoria
waveOutClose( IdDisSalida); IdDisSalida = 0; Reproduciendo=FALSE;
FinReproduccion();
mmioClose(hmmio, 0);
Ventana->HaySeleccion=FALSE; Ventana->Invert=FALSE;
if(HayUnaLista)
{ // Borra la lista de reproducción si existe

```

```

    HayUnaLista=FALSE;
    ListaRepro->ClearList();
}
}
// Presentar la ventana de diálogo con archivos del tipo WAV
static TOpenSaveDialog::TData data (OFN_HIDEREADONLY|OFN_FILEMUSTEXIST,"Wave Files
(*.WAV)*.wav",0.0,"WAV");

if (TFileOpenDialog(this, data).Execute() == IDOK) {
    if (CanClose()) {
        strcpy(ArchivoActual, data.FileName); // Copiar el nombre del Archivo
    }
}

if(ArchivoActual[0] != 0)
{
    Ventana ->DibGrafica(); // Dibujar la grafica de la onda
    BLOQUE = (long) nFrecuencia*nCanales * nBits / 8;
    BLOQUE_TOTAL = BLOQUE * 4;
    int tmilRes = LongAudio / nFrecuencia / nBlock;
    ConvierteTiempo(tmilRes);
    MuestraTiempo ->SetText(Texto); MuestraTiempoT ->SetText(Texto);
}
}

// CmFileExit() Salida del programa si esta activo algun proceso lo termina
//-----

void TSoundWindow::CmFileExit()
{
    if (EstaGrabando || IdDisSalida : Tomandonivel)
    {
        CmStopWave();
        CierraDispositivos();
    }
    if(Ventana->PintaDC) delete Ventana->PintaDC;
    CloseWindow();
}

// CmEdFF1() Disminuye la selección en la gráfica en su lado izquierdo
//-----

void TSoundWindow::CmEdFF1()
{
    CmStopWave(); // Detener la reproducción
    if(Ventana->HaySeleccion)
    {
        Ventana->PaintDC->SetROP2(R2_NOT );
        Ventana->PaintDC->InvertRect(Ventana->Seleccion);
        Ventana->Seleccion.left = Ventana->Seleccion.left + 1;
        Ventana->Invert= Ventana->PaintDC->InvertRect(Ventana->Seleccion);
        int Factor =(int) (LongAudio/nBlock)/Area.right;
        Limitelzq= Ventana->Seleccion.left * Factor * nBlock ;
    }
}

```

```

}
//      CmEdFF1() Amplia la selección en la gráfica aumentandola hacia la Izq.
//-----

```

```

void TSoundWindow::CmEdRew1()
{
CmStopWave();           // Detener la reproducción
if(Ventana->HaySeleccion)
{
Ventana->PaintDC->SetROP2(R2_NOT );
Ventana->PaintDC->InvertRect(Ventana->Seleccion);
Ventana->Seleccion.left=Ventana->Seleccion.left - 1;
Ventana->Invert= Ventana->PaintDC->InvertRect(Ventana->Seleccion);
int Factor =(int) (LongAudio/nBlock)/Area.right;
LimiteIzq= Ventana->Seleccion.left * Factor * nBlock ;
}
}

```

```

//      CmEdFF1() Amplia la selección en la gráfica aumentando el lado derecho
//-----

```

```

void TSoundWindow::CmEdFF2()
{
CmStopWave();
if(Ventana->HaySeleccion==TRUE)
{
Ventana->PaintDC->SetROP2(R2_NOT );
Ventana->PaintDC->InvertRect(Ventana->Seleccion);
Ventana->Seleccion.right=Ventana->Seleccion.right + 1;
Ventana->Invert= Ventana->PaintDC->InvertRect(Ventana->Seleccion);
int Factor =(int) (LongAudio/nBlock)/Area.right;
LimiteDer = Ventana->Seleccion.right * Factor * nBlock ;
}
}

```

```

//      CmEdFF1() Disminuye la selección en la gráfica disminuyendo el lado derecho
//-----

```

```

void TSoundWindow::CmEdRew2()
{
CmStopWave();
if(Ventana->HaySeleccion==TRUE)
{
Ventana->PaintDC->SetROP2(R2_NOT );
Ventana->PaintDC->InvertRect(Ventana->Seleccion);
Ventana->Seleccion.right=Ventana->Seleccion.right - 1;
Ventana->Invert= Ventana->PaintDC->InvertRect(Ventana->Seleccion);
int Factor =(int) (LongAudio/nBlock)/Area.right;
LimiteDer = Ventana->Seleccion.right * Factor * nBlock ;
}
}

```

```

//-----CmFFWave() Adeleanta el audio

```

---

```

void TSoundWindow::CmFFWave()
{
if (IdDisSalida)
{
waveOutReset( IdDisSalida );
PosActual = mmioSeek(hmmio, 0, SEEK_CUR);
if(PosActual + BLOQUE < LongAudio)
PosActual = mmioSeek(hmmio, BLOQUE, SEEK_CUR);
}
}

```

*//-----CmRewWave() Regresa el archivo que se esta reproduciendo*

---

```

void TSoundWindow::CmRewWave()
{
if(IdDisSalida)
{
waveOutReset( IdDisSalida );
PosActual = mmioSeek( hmmio,0,SEEK_CUR );
long Resta = PosActual - (10 * BLOQUE);
if(Resta < 0) Resta = 0;
PosActual = mmioSeek( hmmio,Resta, SEEK_SET );
}
}

```

*// CmFileSave() Guarda el archivo actual con otro nombre*

---

```

void TSoundWindow::CmFileSave()
{
MMIOINFO mmioinfoOut,
MMCKINFO ckOut;
char NombreArchivo[30],NombreReporte[30], NombreTema[30];
(new TGuarda( this, TResId (DIALOG_1)))->Execute(); //Crea el cuadro de diálogo
MuestraNom ->SetText(Numero);
sprintf(NombreArchivo,"%s.wav",Numero);
sprintf(NombreReporte,"%0.30s",NombreRepo);
sprintf(NombreTema,"%0.30s",NombreNota);
if (hmmio != NULL)
{
if (mmioGetInfo(hmmio, &mmioinfoOut, 0) != 0)
MessageBox("No puedo Leer formato", "Error", MB_OK);
if (mmioAscend(hmmio, &mmckinfoSubchunk, 0) != 0)
MessageBox("No se encuentra formato", "Error", MB_OK);
ckOut.fccType = mmioFOURCC('I', 'N', 'F', 'O');
if (mmioCreateChunk(hmmio, &ckOut, MMIO_CREATELIST) != 0)
MessageBox("No puedo escribir formato", "Error", MB_OK);
ckOut.ckid = mmioFOURCC('I', 'E', 'N', 'G');
if (mmioCreateChunk(hmmio, &ckOut, 0) != 0)
MessageBox("No puedo escribir Autor", "Error", MB_OK);
mmioWrite(hmmio,NombreReporte,sizeof(NombreReporte));
if (mmioAscend(hmmio, &ckOut, 0) != 0)

```

```

MessageBox("No puedo escribir Autor", "Error",MB_OK);
ckOut.ckid = mmioFOURCC('I', 'S', 'B', 'J');
if (mmioCreateChunk(hmmio, &ckOut, 0) != 0)
MessageBox("No puedo escribir tema", "Error",MB_OK);
mmioWrite(hmmio,NombreTema,sizeof(NombreTema));
if (mmioAscend(hmmio, &ckOut, 0) != 0)
MessageBox("No puedo escribir tema", "Error",MB_OK);
mmioClose(hmmio, 0);
}

mmioinfoOut.dwFlags= 0;
if ( mmioRename(ArchivoActual,NombreArchivo, &mmioinfoOut, 0) != 0)
if ( mmioOpen(NombreArchivo, NULL,MMIO_DELETE) != NULL)
    mmioRename(ArchivoActual,NombreArchivo, &mmioinfoOut, 0);

if(ArchivoActual[0]!= 0)
{
strcpy(ArchivoActual,NombreArchivo);
Ventana->Dibujar=0;
if(Ventana->PintaDC) delete Ventana->PintaDC;
FinReproduccion();
waveOutReset( IdDisSalida);
Ventana->HaySeleccion=FALSE; Ventana->Invert=FALSE;
Ventana->DibGrafica(); // Dibujar la grafica de la onda
}

//-----Genera el cuadro de diálogo About
void TSoundWindow::CmHelpAbout()
{ TDialog(this,IDD_ABOUT).Execute(); }

//----- Cierra los dispositivos y archivos abiertos
void TSoundWindow::CierraDispositivos()
{
if(IdDisSalida)
{
if(HayUnaLista)
{
HayUnaLista=FALSE; ListaRepro->ClearList();
MuestraAutor->SetText(""); MuestraMas->SetText(""); MuestraTitulo->SetText("");
}
if(hmmio)
{
waveOutReset( IdDisSalida);
waveOutClose( IdDisSalida);
IdDisSalida=0; Reproduciendo=FALSE;
FinReproduccion();
for( short l = 0 ; l < 2 ; l++ )
{
if(IdCabecera[l]) GlobalFree(IdCabecera[l]);
if(IdBloque[l]) GlobalFree(IdBloque[l]);
}
Bloque[0]-Bloque[1]=0;
if(hmmio)mmioClose(hmmio, 0);
Ventana->Invert=FALSE; Ventana->HaySeleccion=FALSE;
}
}

```

```
}  
}
```

*// CmTeclado Se ejecuta Cada que el usuario oprime una tecla identificándola y ejecutando determinada acción*

```
//-----  
LRESULT TSoundWindow::CmTeclado(WPARAM wParam, LPARAM)
```

```
{  
    switch (wParam)  
    {  
        case VK_LEFT: // Caso de que se oprima la tecla Flecha a la Izquierda  
            CmRewWave(); // Regresa el audio  
            break;  
        case VK_RIGHT: // Caso de que se oprima la tecla Flecha a la Derecha  
            CmFFWave(); // Adelanta el audio  
            break;  
        case VK_PAUSE: // Caso de que se oprima la tecla Pausa  
            CmPausa(); // Pausa el audio  
            break;  
        case VK_F3: // Caso de que se oprima la tecla F3  
            CuadroLista(); // Muestra la lista de selección de archivos  
            break;  
        case VK_SPACE: // Caso de que se oprima la tecla Espaciadora  
            CmPlayWave(); // Ejecuta el comando PLAY, Inicia la reproducción  
            break;  
        case 0x0d: // Caso de que se oprima la tecla Enter  
            CmCueWave(); // Regresa el audio al principio  
            break;  
    }  
    return TRUE;  
}
```

*//-----Genera el cuadro de diálogo Con la lista de archivos de audio en el Disco Duro*

```
void TSoundWindow::CuadroLista()  
{  
    if(Ventana->PaintDC && Ventana->Dibujo)  
    {  
        Ventana->Invalidate();  
        Ventana->Dibujo = FALSE;  
    }  
    (new TListaArchivos( this, TResId(DIALOG_2)))->Execute();  
}
```

*//----- Actualiza la lista de reproducción en pantalla*

```
LRESULT TSoundWindow::Actualiza(WPARAM wParam, LPARAM)  
{  
    ListaRepro->AddString(NombreSel);  
    HayUnaLista=TRUE;  
    return 0;  
}
```

*// Transforma el tiempo dado por otra función en milisegundos a el formato de tiempo normal*

```
void TSoundWindow::ConvierteTiempo(UINT tMilRes)  
{  
    float tSeg= (float)tMilRes/60.0;  
    int tSegRes= (int)tMilRes / 60;
```



```

ConvierteTiempo(tmilRes);
MuestraTiempo -->SetText(Texto);
}
}

```

*// Creación de la clase TSoundApp aplicación principal que genera los botones , Ventana e iconos*  
*//-----*

```

class TSoundApp : public TApplication {
public:
    TSoundApp() TApplication() {}
    void InitMainWindow();
};

void TSoundApp::InitMainWindow()
{
    // Construccion de los Barra de control botonera
    TDecoratedFrame* frame = new TDecoratedFrame(0, "Grabadora", new TSoundWindow, FALSE);
    TStatusBar* sb = new TStatusBar(frame, TGadget::Recessed);
    TControlBar *cb = new TControlBar(frame);
    cb->Insert(*new TSeparatorGadget(10));
    cb->Insert(*new TButtonGadget(CM_REC, CM_REC, TButtonGadget::Command));
    cb->Insert(*new TButtonGadget(CM_PLAY, CM_PLAY, TButtonGadget::Command));
    cb->Insert(*new TButtonGadget(CM_REW, CM_REW, TButtonGadget::Command));
    cb->Insert(*new TButtonGadget(CM_FF, CM_FF, TButtonGadget::Command));
    cb->Insert(*new TButtonGadget(CM_STOP, CM_STOP, TButtonGadget::Command));
    cb->Insert(*new TButtonGadget(CM_PAUSA, CM_PAUSA, TButtonGadget::Command));
    cb->Insert(*new TButtonGadget(CM_CUE, CM_CUE, TButtonGadget::Command));
    cb->Insert(*new TSeparatorGadget(5));
    cb->Insert(*new TButtonGadget(CM_NIVEL, CM_NIVEL, TButtonGadget::Command));
    cb->Insert(*new TSeparatorGadget(40));
    cb->Insert(*new TButtonGadget(CM_Editar, CM_Editar, TButtonGadget::Command));
    cb->Insert(*new TButtonGadget(CM_EdRew1, CM_EdRew1, TButtonGadget::Command));
    cb->Insert(*new TButtonGadget(CM_EdFF1, CM_EdFF1, TButtonGadget::Command));
    cb->Insert(*new TButtonGadget(CM_EdRew2, CM_EdRew2, TButtonGadget::Command));
    cb->Insert(*new TButtonGadget(CM_EdFF2, CM_EdFF2, TButtonGadget::Command));
    frame->Insert(*sb, TDecoratedFrame::Bottom);
    frame->Insert(*cb, TDecoratedFrame::Bottom);
    SetMainWindow(frame);
    GetMainWindow()->AssignMenu("COMMANDS");
    GetMainWindow()->SetIcon(this, ICON_1);
    MainWindow->Attr X=0; MainWindow->Attr Y=0;
    MainWindow->Attr W=GetSystemMetrics(SM_CXSCREEN);
    MainWindow->Attr H=GetSystemMetrics(SM_CYSCREEN);
    EnableCtl3d(TRUE);
}

int OwlMain(int , char* [])
{
    return TSoundApp().Run();
}

```

## Conclusiones

Desde sus inicios la Radio ha sido alimentada por las constantes innovaciones tecnológicas que van desde la invención misma de los sistemas y equipos a principios de siglo hasta los nuevos procesadores de audio y sistemas digitales , que surgen cada año , sin embargo los principios básicos de la radiodifusión no han cambiado desde entonces hoy día se utilizan en la transmisión los esquemas de amplificación a base de bulbos inventados hace mas de setenta años , la grabación magnética se inventó hace más de cincuenta años y la codificación digital que actualmente utilizan muchos equipos tiene mas de veinte años , de aquí la importancia de conocer los conceptos y principios en los que se basan las “nuevas” tecnologías para una eficiente elección e implementación de las mismas.

Al instalar una cabina de audio transmisión se deben tener en cuenta las necesidades específicas de dicha cabina procurando instalar el equipo necesario y desarrollar hasta donde sea posible técnicas y equipos propios, Como se hizo en el la implementación de software de grabación , pues esto permite el mantenimiento del mismo de una forma más eficiente ya que se conoce exactamente como debe ser el funcionamiento del sistema , y sobretodo se pueden desarrollar fácilmente nuevas funciones y características en lugar de comprarlas a proveedores que venden este tipo de aplicaciones a un gran costo.

La computadora es un herramienta muy útil debido en gran parte a su capacidad para cambiar las funciones que realiza con facilidad , pues en un momento se puede utilizar como máquina de escribir y unos segundos después como grabadora - reproductora de audio de gran calidad . es por esto la importancia de su adaptación a los sistemas de radiodifusión.

Gran parte de la información para elaborar esta tesis proviene de una de estas nuevas tecnologías pues los detalles sobre la codificación y decodificación de los archivos de audio fueron obtenidos de varias páginas WEB en Internet que es una gran fuente de información. de la que se sirve también la radio , pues cada vez son más frecuentes las estaciones de radio de México en Internet y en el futuro sin duda todas estarán conectadas a la red, de ahí la importancia que se ha dado a pasar de los sistemas analógicos a un sistema digital.

## Glosario

A. M	Amplitud Modulada
Cue	En Radio la palabra Cue se refiere a varias acciones , por ejemplo "tener un audio en Cue" significa que se ha encontrado un punto determinado en una cinta o disco, ó grabación y la reproducción comenzará desde este punto. "Dar el Cue" significa indicar al locutor que es su turno para hablar. "Escuchar en Cue" , es escuchar un audio sin que este se transmita al aire.
Enlace	Tomar una señal proveniente de otro lugar con el fin de transmitirla en una o varias frecuencias.
F. M.	Frecuencia Modulada
IMER	Instituto Mexicano de la Radio
Ionosfera	Capa elevada de la atmósfera situada entre los 80 y 400 Km de altura y en la cual se reflejan cierto tipo de ondas Hertzianas.
KHz	KiloHertz
MHz	MegaHertz
Modulación	Artificio mediante el cual a una frecuencia de sintonía o frecuencia portadora se le incorpora otra señal llamada moduladora.
Monitorear	Verificar varias señales cambiando entre una y otra con el fin de hacer una comparación entre ellas o simplemente verificar su existencia.
Piezoeléctrico	Propiedad de algunos cuerpos para generar fenómenos eléctricos , cuando se les aplica presión o alguna otra acción externa.
SNN	Sistema Nacional de Noticias del grupo IMER
Tomar Nivel	Verificar por medio de un vúmetro que el nivel de audio se encuentre por debajo de los puntos de saturación y no sea muy bajo.
Vúmetro	Instrumento que muestra una representación visual de la potencia de sonido , ya sea por medio de leds o con una aguja en unidades de volumen V U o decibelios , los vúmetros se calibran a con referencia a 1mW sobre una resistencia de 600 Ω.

## Bibliografía

### 1.- SISTEMAS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS

Wayne Tomasi

Prentice Hall

### 2.- ELECTRONIC COMMUNICATIONS

Modulation and transmission

Schoenbeck , Robert J.

Ed Maxwell Macmillan International

### 3.- AUDIO RECORDING AND REPRODUCTION

Michael Talbot - Smith

### 4.- RADIO PRODUCTION TECHNIQUES

Jay Hoffer

Ed Blue ridge Summit

### 5.- AUDIO SYSTEM

Design and Instalation

Ed SAMS

### 6.- LA RADIO

El despertar del gigante

Francisco de Anda y Ramos

Ed Trillas

### 7.- MULTIMEDIA DEVELOPER'S GUIDE

PAUL PERRY

SAM'S Publishing

Algunas de las direcciones de internet consultadas:

<http://www.ee.ualberta.ca/~ldmoller/project/wavstructure>

<http://202.213.239.39/soj/CorporateInfo/sonyhistory/index.html>

<http://kafka.uvic.ca/lem/docs/audio/Mixer/mixer.shtml>

<http://www.audio-occasion.qc.ca/cass/cass.htm>