

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

**ESCUELA DE TELEMÁTICA**

IMPLEMENTACIÓN DE UNA RADIOEMISORA EN LA BANDA FM DE BAJA  
POTENCIA PARA EL ITSA

POR:

ALNO: MORENO GUAYASAMÍN CHRISTIAN SANTIAGO

ALNO: VIVANCO DIAZ RAMIRO FERNANDO

ALNO: YÁNEZ ROMERO JHONNY WALTER

Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del Título de:

TECNÓLOGO EN TELEMÁTICA

2002

## CERTIFICADO

**Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los Srs. Alumno. MORENO GUAYASAMÍN CHRISTIAN SANTIAGO, Alumno. VIVANCO DIAZ RAMIRO FERNANDO, Alumno. YÁNEZ ROMERO JHONNY WALTER, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGOS EN TELEMÁTICA.**

---

**Tlga. Magdalena Zapata.**

**DIRECTOR**

**Latacunga, 08 de Octubre del 2002.**

## DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico a Dios y a mi familia especialmente a mis padres por ser la guía que me ha llevado a culminar una etapa importante de mi vida , a mis hermanos que siempre me han brindado su apoyo incondicional y a todas las personas que han contribuido para la culminación exitosa de este proyecto.

**JHONNY YÁNEZ**

## DEDICATORIA

El esfuerzo y la dedicación puesto de manifiesto en el presente trabajo lo dedico a mi familia quien me ha brindado siempre su apoyo incondicional, gracias a ellos estaré luchando para alcanzar mis metas ,de manera especial a mi madre y a esa persona especial quienes estuvieron siempre a mi lado apoyándome en todo momento, con su sacrificio y abnegación .

A todas aquellas personas que de una u otro forma aportaron para la consecución del presente trabajo y pusieron toda su confianza en mi., para alcanzar mi más anhelada meta como es la de obtener un título superior.

**CHRISTIAN MORENO**

## DEDICATORIA

El esfuerzo y la dedicación puesta en la realización de este trabajo la dedico a mi familia especialmente a mis padres quienes supieron apoyarme de la mejor manera y así poder culminar esta importante etapa de mi vida, que es una pauta para seguir obteniendo logros que sirvan de orgullo a mi Dios, a mi Patria, a mi familia y propio.

**RAMIRO VIVANCO**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por habernos permitido culminar con éxito una etapa importante en nuestras vidas, además exteriorizamos nuestros agradecimientos a todas aquellas personas que han contribuido con nuestra formación militar y académica, en especial al personal de señores Aerotécnicos que han colaborado para la exitosa finalización del presente proyecto.

Quisiéramos dejar expresado en estas líneas nuestro más profundo agradecimiento a nuestros padres, quienes nos han brindado su apoyo en todo momento, permitiéndonos alcanzar nuestra mas anhelada meta .

Expresamos también nuestro agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, por habernos acogido en sus aulas donde compartimos los más gratos momentos de nuestras vidas y adquirimos los conocimiento que nos permitirán desenvolvemos en nuestra vida profesional

**Christian Moreno**  
**Ramiro Vivanco**  
**Jhonny Yáñez**

## **INDICE**

<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
--------------------------	----------

### **CAPITULO I**

#### **EL PROBLEMA**

1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos de la investigación general y específicos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Alcance.....	4

### **CAPITULO II**

#### **MARCO TEÓRICO**

2.1 Historia de los sistemas de comunicación por radio.....	5
2.1.1 Reseña histórica de la radiocomunicación.....	5
2.1.2 Primeros sistemas de comunicación por radio.....	7

2.2 Transmisión vía radio.....	9
2.2.1 Introducción.....	9
2.2.2 Características de la transmisión vía radio.....	10
2.2.2.1 Transmisión.....	10
2.2.2.2 Propagación.....	13
2.2.2.3 Recepción.....	13
2.2.3 Cobertura y servicio.....	14
2.3 Ondas de radio.....	14
2.3.1 Espectro electromagnético.....	14
2.3.2 Tipos de onda de radio.....	15
2.3.2.1 Ondas terrestres.....	16
2.3.2.2 Ondas directas.....	16
2.3.2.3 Ondas espaciales o reflejadas.....	17
2.3.3 Propagación de ondas.....	18
2.3.3.1 Introducción.....	18
2.3.3.2 La propagación en VHF.....	19
2.3.4 Radioenlaces.....	19
2.3.4.1 Introducción.....	19
2.3.4.2 Clasificación de radioenlaces.....	21
2.3.5 Perturbaciones en radioenlaces.....	22
2.4 Modulación.....	24
2.4.1 Introducción.....	24
2.4.2 Tipos de modulación.....	24
2.4.3 Modulación en frecuencia.....	26

2.5 Transmisores.....	27
2.5.1 Introducción.....	27
2.5.2 Tipos de transmisores .....	29
2.5.3 Transmisor FM.....	29
2.5.3.1 Etapas del transmisor FM.....	30
2.6 Líneas de transmisión.....	31
2.6.1 Introducción.....	31
2.6.2 Características del medio de transmisión por cable.....	32
2.6.3 Tipos de líneas de transmisión.....	33
2.6.3.1 Cable coaxial.....	34
2.6.3.2 Cable de audio.....	34
2.6.4 Conectores.....	36
2.7 Receptores.....	37
2.7.1 Introducción.....	37
2.7.2 Tipos de receptores.....	37
2.7.3 Receptor FM.....	38
2.7.3.1 Etapas del receptor FM.....	38
2.8 Antenas.....	39
2.8.1 Introducción.....	39
2.8.2 Parámetros básicos de una antena.....	39
2.8.3 Tipos de antena.....	41
2.8.4 Antenas VHF.....	42
2.9 El sonido.....	44
2.9.1 Introducción.....	44
2.9.2 Espectro audible.....	44

2.9.3 Calidad de audio.....	45
2.10 Fuentes de audio.....	47
2.10.1 Introducción.....	47
2.10.2 Fuentes de señales de audio.....	47
2.10.2.1 Tocabdiscos.....	48
2.10.2.2 Grabadora de sonido.....	49
2.10.3 La PC como fuente de audio.....	51
2.11 Mezcladores.....	52
2.11.1 Introducción.....	52
2.11.2 Tipos de mezcladores.....	52
2.12 Ecualizadores.....	53
2.12.1 Introducción.....	53
2.12.2 Tipos de ecualizadores.....	53

### **CAPITULO III**

#### **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

3.1 Análisis de Alternativas.....	55
3.1.1 Estudio de transmisores FM de baja potencia.....	55
3.1.1.1 Características.....	56
3.1.1.2 Ventajas.....	58
3.1.1.3 Desventajas.....	59
3.1.2 Estudio de ecualizadores.....	60
3.1.2.1 Características.....	60
3.1.2.2 Ventajas.....	62

3.1.2.3 Desventajas.....	63
3.1.3 Estudio de mezcladores.....	64
3.1.3.1 Características.....	64
3.1.3.2 Ventajas.....	65
3.1.3.3 Desventajas.....	66
3.2 Evaluación de alternativas.....	66
3.2.1 Selección del transmisor.....	66
3.2.2 Selección del ecualizador.....	66
3.2.3 Selección del mezclador.....	67

## **CAPITULO IV**

### **REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.**

4.1 Requerimientos técnicos del transmisor de 1 watt con PLL.....	68
4.1.1 Descripción técnica del transmisor.....	68
4.1.2 Elementos del circuito transmisor. ....	70
4.2 Requerimientos técnicos del ecualizador.....	86
4.2.1 Descripción técnica del ecualizador.....	86
4.2.2 Elementos del circuito.....	87
4.3 Requerimientos técnicos del mezclador.....	88
4.3.1 Descripción técnica del mezclador.....	88
4.3.2 Elementos del circuito.....	89

## **CAPITULO V**

### **CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL TRANSMISOR**

5.1 Construcción e implementación del transmisor.....	91
5.1.1 Construcción del transmisor FM.....	91
5.1.2 Implementación del transmisor.....	92
5.2 Construcción e implementación del ecualizador.....	93
5.2.1 Construcción del ecualizador.....	93
5.2.2 Implementación del ecualizador.....	95
5.3 Construcción e implementación del mezclador.....	95
5.3.1 Construcción del mezclador.....	95
5.3.2 Implementación del mezclador.....	96
5.4 Implementación de la Radioemisora.....	96
5.4.1 Estudio del lugar de instalación. ....	97
5.4.2 Características de la antena.....	98

## **CAPITULO VI**

### **PRUEBAS DE OPERABILIDAD Y EFICIENCIA.**

6.1 Pruebas en el transmisor.....	99
6.2 Pruebas en el ecualizador.....	100
6.3 Pruebas en el mezclador.....	101
6.4 Pruebas de transmisión de la radioemisora.....	102

## **CAPITULO VII**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

7.1 Análisis de resultados del funcionamiento del transmisor.....	105
7.2 Análisis de resultados del funcionamiento del ecualizador.....	106
7.3 Análisis de resultados del funcionamiento del mezclador.....	107
7.4 Análisis de resultados de la transmisión de la radioemisora.....	108

## **CAPITULO VIII**

### **MARCO ADMINISTRATIVO**

8.1 Cronograma de actividades.....	109
8.2 Presupuesto.....	110

## **CAPITULO IX**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

9.1 Conclusiones.....	111
9.2 Recomendaciones.....	112
□ Bibliografía.....	113
□ Glosario de términos.....	114
□ Anexos.	

## Lista de Gráficos y tablas

<b>Gráficos</b>	<b>Página.</b>
Figura 2.1 Emisora de Marconi.....	7
Figura 2.2 Sistema Básico de Radiocomunicaciones.....	9
Figura 2.3 Ondas de Radio Directas .....	16
Figura 2.4 Ondas de Radio Reflejadas.....	17
Figura 2.5 Propagación de Ondas.....	18
Figura 2.6 Radioenlace.....	20
Figura 2.7 Modulación en Amplitud.....	25
Figura 2.8 Modulación en Frecuencia.....	27
Figura 2.9 Transmisor Básico.....	28
Figura 2.10 Diagrama de Bloques Transmisor FM.....	30
Figura 2.11 Cable Coaxial y Cable Monofónico.....	34
Figura 2.12 Cable Estereofónico.....	35
Figura 2.13 Cable Balanceado.....	35
Figura 2.14 Conectores RCA .....	36
Figura 2.15 Antena VHF instalada en el ITSA.....	42
Figura 3.1 Transmisor FM de 5 watts Mono .....	56
Figura 3.2 Transmisor FM con PLL de 1 watt.....	57
Figura 4.1 Limitador compresor.....	69
Figura 6.1 Diagrama de Bloques de la Radioemisora.....	103
<b>Tablas</b>	
Tabla 2.1 Nomenclatura de Bandas de Radiofrecuencia.....	15
Tabla 2.2 Cuadro de Octavas de Audiofrecuencia.....	45
Tabla 6.1 Cobertura y calidad de la señal de audio.....	104

# INTRODUCCIÓN

En electrónica el término radio se utiliza como una abreviatura para radiocomunicación y se refiere principalmente al estudio de la técnica tanto teórica como práctica de este tema y a los aparatos que permiten enviar o escuchar información en general. Si se repasa la historia de la radio se encontrara que todo empezó con los primeros experimentos acerca de las ondas de radio, los pioneros de estos descubrimientos buscaron la forma de transmitir una señal de un sitio a otro sin utilizar conexiones de cable entre las estaciones.

De acuerdo a lo indicado anteriormente se define a la radiocomunicación como la transmisión de textos, signos, imágenes y sonidos de toda naturaleza de un lugar a otro por medio de un proceso radioeléctrico o de ondas electromagnéticas. Antes de entrar a explicar cómo se produce una radiocomunicación, se estudiara ¿qué es la radiación? y ¿qué son las ondas?, pues se debe tener estos conocimientos básicos para lograr entender cómo opera este proceso.

En el presente proyecto también se investigará uno de los métodos de transmisión de información más utilizados de nuestro tiempo, la modulación de frecuencia o FM: sus orígenes, sus fundamentos, sus características, sus ventajas y desventajas. Todo esto servirá como base para entender como se captan las señales de audio en una emisora, como se convierten en corriente eléctrica para llevarlas a los transmisores y como estos aparatos producen las ondas electromagnéticas que viajan por el espacio para ser captadas por un receptor que permite que la información sea escuchada por el publico en general.

# CAPITULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del problema

Implementación de una radioemisora en la banda FM de baja potencia para el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

La ejecución de este proyecto permitirá profundizar y complementar los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra preparación sobre las ondas electromagnéticas, facilitando el ingreso al campo de la radio y las comunicaciones específicamente en la transmisión de ondas de radio en la banda FM, que se ha convertido en uno de los pasatiempos más difundidos en todo el mundo y que no solo ha tenido una gran influencia en el desarrollo técnico y científico de la electrónica, sino que ha colaborado con el ser humano en momentos de grandes dificultades.

### 1.2 Justificación

La comunicación y la experimentación son las finalidades que han impulsado el presente proyecto ya que en la actualidad los grandes avances tecnológicos han dependido en gran parte del desarrollo de las comunicaciones, por lo cual se ha visto conveniente realizar la, **Implementación de una Radioemisora en Banda FM de baja Potencia para el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico**, lo que proporcionará un medio de

comunicación para intensificar el desarrollo científico como intelectual de los integrantes del I.T.S.A.

### **1.3 Objetivos de la investigación General y Específicos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

- Implantar una radioemisora en banda FM de baja potencia para el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Conocer el funcionamiento de una emisora de radio en sus diferentes etapas.
- Construir los circuitos que forman parte de la radioemisora.
- Determinar las características de potencia y cobertura del transmisor.
- Impulsar la creación de un club de periodismo para transmitir información de interés intelectual y cultural para todos los miembros del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- Generar transmisiones utilizando diferentes fuentes de audio.

## **1.4 Alcance**

La masificación de la industria electrónica con la llegada de los transistores y circuitos integrados ha permitido la fabricación de circuitos de radio lo que hace casi imposible que alguna persona no posea un radio receptor para su diaria utilización, con este antecedente el presente proyecto cumplirá con el objetivo de llevar información a todo el personal del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico y a las personas que se encuentren dentro de la cobertura de la señal del transmisor a través de sus receptores.

Con el desarrollo del proyecto plasmado en esta tesis se piensa cubrir la necesidad de aquellos alumnos militares y civiles del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, que se inician en la electrónica de radiofrecuencia y la radiodifusión, mediante un método comprensible basado en ilustraciones y ejemplos que les ayude a captar los conceptos teóricos y prácticos sobre la implementación de una radioemisora en FM de baja potencia.

Cabe indicar que la radioemisora será implementada en el laboratorio de Comunicaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico por las facilidades que prestan sus instalaciones para la ejecución del presente proyecto.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Historia de los sistemas de comunicación por radio**

##### **2.1.1 Reseña histórica de la radiocomunicación**

Entre los años 1865 a 1870 el gran físico inglés James Clerk Maxwell afirmó después de muchos estudios teóricos y matemáticos que las ondas producidas por oscilaciones eléctricas de frecuencia muy elevada se podían propagar por el espacio. Maxwell, así mismo afirmó que la luz también tenía la misma naturaleza de las ondas eléctricas y magnéticas y a partir de ese momento se estableció el término electromagnético. Maxwell estableció que estas ondas electromagnéticas y la luz se propagan a una velocidad de 300.000 kilómetros por segundo aproximadamente.

Después de las afirmaciones de Maxwell se comprobó esta teoría por medio de los experimentos realizados por el físico alemán Enrique Rodolfo Hertz en los años 1887 y 1888. Hertz observó que si hacía que saltara una chispa a través del aire en un circuito eléctrico, saltaba otra chispa a través del aire en un segundo circuito colocado cerca, pero que no estaba en contacto con el primero. Por lo tanto, se había transmitido energía en alguna forma misteriosa a través del espacio y en ese momento crucial para el hombre había nacido la radiocomunicación por medio de ondas electromagnéticas que tanto le ha servido para su desarrollo y progreso.

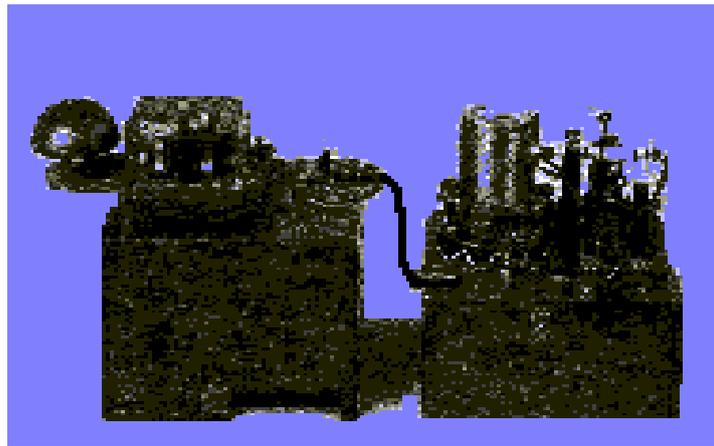
Después del descubrimiento de Hertz fue el italiano Guglielmo Marconi, quien continuó trabajando en el desarrollo de las radiocomunicaciones hasta lograr avances muy significativos. Marconi se interesó en el fenómeno de la radiación electromagnética cuando leyó sobre el descubrimiento de Hertz, inmediatamente quedó sumergido en la idea de trabajar en ese mismo tipo de experimentos.

El empezó fabricando un aparato similar al de Hertz y después de muchos intentos fallidos tuvo éxito y logró tener un aparato que produjese chispa más grande cada vez y a mayor distancia el receptor. El primer avance significativo, original de Marconi fue la invención de la antena hecha por medio de una placa metálica suspendida en un mástil y el otro terminal del transmisor conectado a tierra. En el receptor la disposición era la misma, una placa metálica elevada y el otro terminal del receptor conectado a tierra.

La distancia lograda con este método fue mucho mayor y Marconi tuvo que sacar sus aparatos fuera de su laboratorio a campo abierto para continuar con sus experimentos. Marconi logró por medio de muchos trabajos experimentales transmitir señales en clave código Morse, muy utilizado en telegrafía, enviando puntos y rayas que logró imprimir en papel en un receptor que estaba ahora a una distancia de una milla en el año de 1895 (Fig.2.1).

Después Marconi desarrolló y patentó en el año de 1900 el sistema de selección de frecuencia tanto de transmisión como de recepción por medio de los circuitos resonantes, lo que permitió la escogencia de diferentes transmisiones en el mismo receptor, lo que evitaba la interferencia con otras señales. Este fue uno de los avances definitivos e importantes en el desarrollo de las radiocomunicaciones.

En 1901 Marconi se propuso transmitir señal de radio a través del Océano Atlántico y luego de muchas dificultades e intentos fallidos logró transmitir varias veces la letra S en código Morse a una distancia de 200 millas aproximadamente. La maravilla de las comunicaciones a larga distancia sin alambres era una realidad y nadie se imaginaba en ese momento hasta donde se iría a llegar con el avance de la radio y luego de la electrónica.



**Figura 2.1** Emisora de Marconi (1895)

### **2.2.1 Primeros sistemas de comunicación por radio**

La emisión regular de la radio comenzó en 1920 cuando las estaciones de radio AM (amplitud modulada) WWJ Detroit, Michigan y, KDKA en Pittsburg, Pennsylvania comenzaron las emisiones comerciales.

Los orígenes de la FM moderna se remontan a 1922, cuando Carson comparó matemáticamente los sistemas de AM y FM y demostró, con los métodos de detección conocidos en la época, que la modulación de frecuencia era inferior a la de amplitud, porque requería de más ancho de banda e introducía mayor distorsión.

El trabajo de Carson fue publicado originalmente en la revista "Procedimientos del IRE" de Febrero de 1922 y se titulaba "Notas sobre la Teoría de la Modulación". IRE es la sigla en inglés del Instituto de Ingenieros de Radio, hoy llamado Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE).

Carson fue injustamente criticado cuando la detección práctica de FM fue posible, pero sus argumentos prevalecieron por más de una década. En 1936, el mayor Edwin H. Armstrong, en un intento por reducir los problemas de estática y ruido asociados con las recepciones de AM, desarrolló un método práctico de detección de FM y estableció las bases para lograr que la FM fuera competitiva con la AM.

El trabajo original de Armstrong fue publicado también en la revista "Procedimientos del IRE", y se titulaba "Método de Reducir las Distancias en Radio-Señalización mediante un Sistema de Modulación de Frecuencia" en mayo de 1.936. A Armstrong se le considera como el padre del sistema FM, aunque después de él surgieron pioneros como Crosby, Noble, Grammer, Goodman y otros.

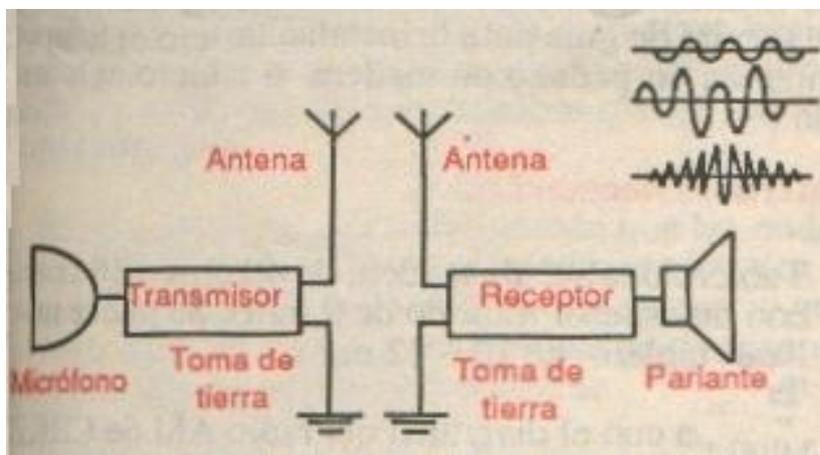
En 1939, el profesor Daniel E. Noble, de la Universidad de Connecticut, estableció formalmente los principios de la modulación de frecuencia, en un artículo titulado "Fundamentos de FM", publicado en la revista "QST" de agosto de ese año, Noble había sido colaborador de Armstrong y entre ambos diseñaron dos estaciones de radiodifusión experimentales de FM de 43 MHz..

## **2.2 Transmisión vía radio**

### 2.2.1 Introducción

La radiocomunicación puede definirse como la telecomunicación realizada por medio de ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio. La transmisión vía radio se refiere a aspectos relativos a los sistemas de radiocomunicación; estructura básica de un sistema y características de propagación indicando en que bandas se explotan los diferentes servicios que presta.

Esencialmente, la técnica de radiocomunicación consiste en superponer la información que se desea transmitir a una onda electromagnética que se propaga en el espacio a través de una antena, la misma que es captada por un receptor que permite extraer la información transmitida



**Figura 2.2** Sistema básico de radiocomunicaciones

### 2.2.2 Características de la transmisión vía radio

En radiocomunicación intervienen varios procesos que caracterizan de forma singular el proceso de telecomunicación. En general, un sistema de radiocomunicación se puede dividir en tres subsistemas para su estudio independiente: emisión, propagación de las señales radioeléctricas y recepción.

### **2.2.2.1 Transmisión**

La emisión de señales radioeléctricas se definen por los siguientes parámetros:

**a) Tipo de emisión:** El tipo de emisión está determinado por las propiedades y características propias de la señal electromagnética radiada, como es la potencia, el tipo de modulación, la portadora, la frecuencia utilizada, etc.

**b) Ancho de banda necesaria y ancho de banda ocupada:** El espectro de una señal electromagnética es simplemente la representación de la energía que transporta la señal, una porción mayoritaria de esta energía corresponde a la información que transporta la señal. Para poder reconstruir la señal en el receptor, debe ser posible recuperar un porcentaje elevado de todo el espectro de energía. A esta porción imprescindible de espectro necesario para la demodulación de la señal se denomina ancho de banda necesaria.

En el proceso de transmisión radioeléctrica se debe disponer de una banda reservada para la señal, debiendo existir un margen de frecuencias de guarda entre otras posibles emisiones que utilicen frecuencias cercanas. Teniendo en cuenta estas

consideraciones, se define el ancho de banda ocupada al margen de frecuencias en las que el emisor emite algún tipo de radiación no esencial fuera de la banda necesaria.

**c) Variaciones en la frecuencia de transmisión:** Cuando se desea establecer un servicio de radiocomunicación conforme a los reglamentos existentes, se asigna el valor de la frecuencia portadora y el ancho de banda que se va a utilizar. La tolerancia de la frecuencia de emisión define la desviación máxima de frecuencia admisible en torno a la frecuencia asignada.

**d) Emisiones no deseadas:** Debido a imperfecciones de los equipos de transmisión, se producen unas radiaciones parásitas. Las emisiones no deseadas se pueden dividir en emisiones no esenciales y emisiones fuera de banda.

- Las emisiones no esenciales son aquellas que se producen en frecuencias cercanas al ancho de banda asignado a la emisión que corresponden a información no esencial de la señal moduladora.
- Las emisiones fuera de banda están ocasionadas por imperfecciones en los equipos de modulación. Se generan armónicos y productos de intermodulación que pueden afectar a otros canales adyacentes

**e) Potencia de transmisión:** La potencia transmitida depende de la clase de emisión y del alcance de la misma, se definen varias potencias:

- Potencia media de la onda modulada ( $P_m$ ).

- Potencia de portadora ( $P_e$ ).
- Potencia de cresta de la envolvente ( $P_x$ ).

**f) Tipo de polarización:** La polarización de una onda indica el sentido de orientación del campo electromagnético en su propagación y es utilizada para mejorar las condiciones de propagación. Los tipos de polarización pueden ser:

- **Polarización horizontal:** El vector que define el campo eléctrico se encuentra orientado horizontalmente. Las variaciones sinusoidales de la señal determinado por el campo eléctrico oscilan en un plano horizontal
- **Polarización vertical:** El vector que define el campo eléctrico se encuentra orientado verticalmente. Las variaciones sinusoidales de la señal determinado por el campo eléctrico oscilan en un plano vertical.
- **Polarización oblicua:** El vector de campo eléctrico se encuentra en diagonal en la dirección de propagación. El ángulo que forma normalmente es de  $45^\circ$  respecto de la normal. Esta polarización se consigue combinando los dos tipos de polarizaciones anteriores.
- **Polarización circular:** El vector que describe el campo eléctrico gira según la dirección de propagación. Este tipo de polarización se consigue combinando componentes de polarización horizontal y vertical sumadas en cuadratura.

#### 2.2.2.2 Propagación

Las propiedades que presenta la propagación radioeléctrica cambian con la frecuencia, el tipo de suelo y las condiciones ambientales. La frecuencia determina, en mayor medida el trayecto que la onda tomará en su propagación en el espacio, en general, existen varios modos de propagación posibles según la frecuencia utilizada.

### **2.2.2.3 Recepción**

En recepción es necesario recuperar la información que transporta la onda radioeléctrica, onda que en su camino de propagación ha sufrido los efectos que han degradado la señal y principalmente la han atenuado debido a lo cual en el receptor debemos tener un nivel mínimo de señal que permita recuperar la información, el cual se puede medir en términos de campo eléctrico.

Existen dos parámetros que expresan el valor mínimo del campo eléctrico que el receptor requiere los cuales son:

- **Campo mínimo utilizable:** Es el nivel de campo eléctrico mínimo que necesita el receptor para extraer la información.
- **Campo utilizable:** Es el nivel efectivo de campo eléctrico necesario para que, en presencia de cualquier fenómeno perturbador, se pueda extraer la información.

### **2.2.3 Cobertura y servicio**

Un sistema de radiocomunicación proporciona un servicio en una zona determinada por ejemplo, una emisora de radiodifusión local tiene una zona asignada donde los usuarios del servicio pueden recibir sus emisiones. Estos aspectos esta regulados por las leyes nacionales, donde se establecen los parámetros de emisión y zonas de servicio.

La zona de cobertura de una estación transmisora comprende la zona en la que las emisiones recibidas por los posibles receptores superan un valor mínimo establecido. En radiocomunicaciones, debido a las posibles incidencias imprevisibles del entorno en las condiciones de propagación, se suele definir un porcentaje de tiempo en el que se cumplen estas condiciones. El cumplimiento de los niveles de señal depende de la estación del año, el momento del día, del clima, etc.

Se denomina zona de servicio a la autorización administrativa que recibe la compañía que explota el servicio y que le garantiza un nivel mínimo de radiaciones parásitas e interferencias. Con ello, el operador del servicio se asegura de que sus emisiones lleguen a los posibles receptores con una calidad máxima.

## **2.3 Ondas de radio**

### **2.3.1 Espectro electromagnético**

Las ondas descubiertas por Hertz y experimentadas por Marconi son ondas electromagnéticas irradiadas desde la antena de un transmisor, como las ondas de radio no utilizan ningún medio para desplazarse, su pérdida de energía es sumamente pequeña y pueden recorrer distancias muy grandes. Las ondas de radio pueden atravesar obstáculos

sólidos como paredes, muros, vidrios, etc y pueden llevar información como voz, música e imágenes. Estas se han dividido en diferentes bandas o grupos según su frecuencia, a estas bandas se les ha dado un nombre y tienen diferentes aplicaciones ya que su comportamiento no es igual. En la tabla 2.1 tenemos estas bandas con su frecuencia, símbolos y nombre.

**Tabla 2.1 Nomenclatura de las bandas de frecuencias**

Nombre de banda	Denominación	Abreviatura	Gama de frecuencias
Muy baja frecuencia	Miriamétricas	VLf	3 a 30 KHz
Baja frecuencia	Kilométricas	LF	30 a 300 KHz.
Media frecuencia	Hectométricas	MF	300 a 3000 KHz
Alta Frecuencia	Decamétricas	HF	3 a 30 MHz
Muy alta frecuencia	Métricas	VHF	30 a 300 MHz
Ultra alta frecuencia	Decimétricas	UHF	300 a 3000 MHz
Super alta frecuencia	Centimétricas	SHF	3 a 30 GHz
Frecuencia extremadamente alta	Milimétricas	EHF	30 a 300 GHz

### 2.3.2 Tipos de ondas de radio

Según su frecuencia o longitud de onda las señales de radio se comportan en forma diferente. En cuanto a su propagación o forma de viajar se refiere, los principales tipos son: ondas terrestres, ondas directas y las ondas espaciales o reflejadas.

#### 2.3.2.1 Ondas terrestres

Este tipo de ondas viajan alrededor de la superficie curva de la tierra sin penetrar en la atmósfera., siempre hay contacto con la superficie, lo que crea flujos de corriente que atenúan la onda hasta desaparecerla. Por esta razón este tipo de onda es de corto alcance.

### 2.3.2.2 Ondas directas

Son un tipo de ondas que viajan en línea recta si no existe ningún obstáculo entre el emisor y el receptor, en este caso la onda no toca el terreno ni la atmósfera. Las ondas de radio de frecuencia muy alta y de frecuencia ultra alta ( VHF y UHF ) se transmiten siempre en forma de ondas directas. Este tipo de radiación se utiliza principalmente en las transmisiones de televisión, emisoras de FM (frecuencia modulada), radioteléfonos para servicios públicos y radioaficionados y transmisiones por satélite. Su alcance está limitado por la topografía del terreno y por la altura entre las dos antenas, la transmisora y la receptora.



**Figura 2.3** Ondas de radio directas

### 2.3.2.3 Ondas espaciales o reflejadas

En la atmósfera existe una capa ionizada compuesta por gases conocida con el nombre de ionosfera. Esta capa refleja las ondas de radio de ciertas frecuencias debido a que una antena transmisora irradia ondas electromagnéticas en todas las direcciones, algunas se elevan y chocan contra la ionosfera, siendo reflejadas de nuevo a la tierra. De esta manera las ondas de radio pueden llegar a un sitio más lejano obteniéndose un mayor alcance., en las horas de la noche la intensidad de la capas de la ionosfera es mayor, lo cual produce un mayor reflejo de las ondas; por esta razón podemos escuchar en la noche estaciones de radio muy lejanas.



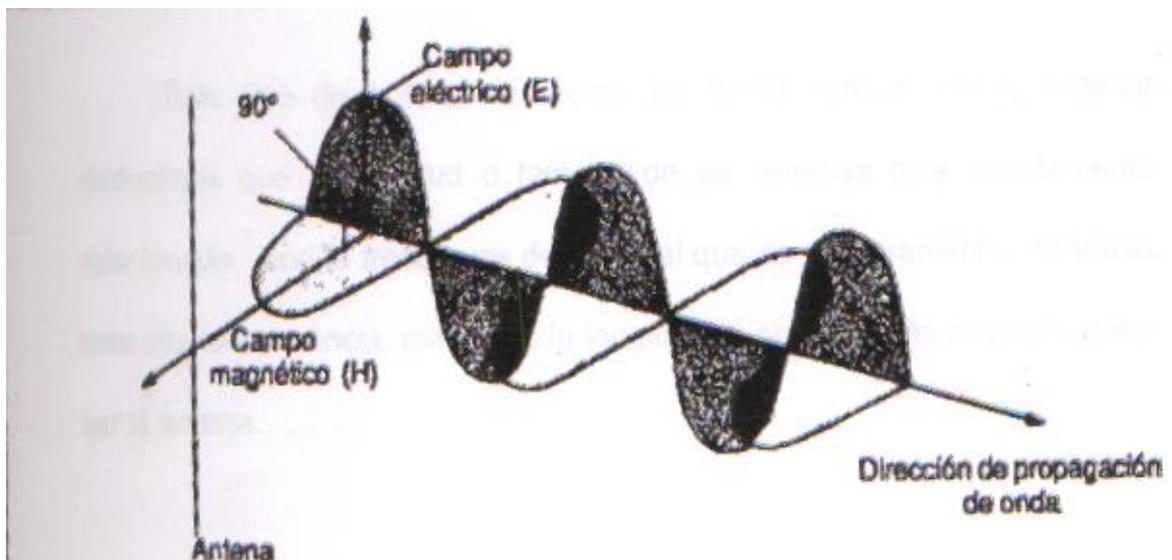
**Figura 2.4** Ondas de radio reflejadas

### 2.3.3 Propagación de ondas

### 2.3.3.1 Introducción

Las ondas de radio por sí solas no tienen ninguna utilidad práctica, su descubrimiento aporta el medio o vehículo por medio del cual se podía transportar información desde un sitio a otro.

Esta información que inicialmente fue el código Morse, luego sonidos, imágenes fijas, imágenes en movimiento, datos de computador y muchos otros tipos los cuales se deben montar o pegar a las ondas de radio para que viaje con ellas. Las dos señales, una de alta frecuencia y otra de baja frecuencia forman la señal de radio completa, a la primera se le llama la portadora y a la segunda la moduladora.



**Figura 2.5** Propagación de ondas

### 2.3.3.2 Propagación en VHF.

Las ondas electromagnéticas de VHF viajan por medios no guiados y sus bandas de transmisión están entre los 30 a 300 Mhz., su velocidad de transmisión es superior a la de onda corta, son omnidireccionales, este medio de transmisión es utilizado para radiocomunicaciones y comunicaciones militares

Su alcance es sólo de un centenar de kilómetros aproximadamente, ya que no son reflejadas por la ionosfera porque a partir de los 60 MHz esta deja de comportarse como un reflector , por lo tanto a frecuencias elevadas del espectro se utiliza la visibilidad directa, que debido a la forma de la tierra no pueden alcanzar grandes distancias sin emplear repetidoras.

#### **2.3.4 Radioenlaces**

##### **2.3.4.1 Introducción**

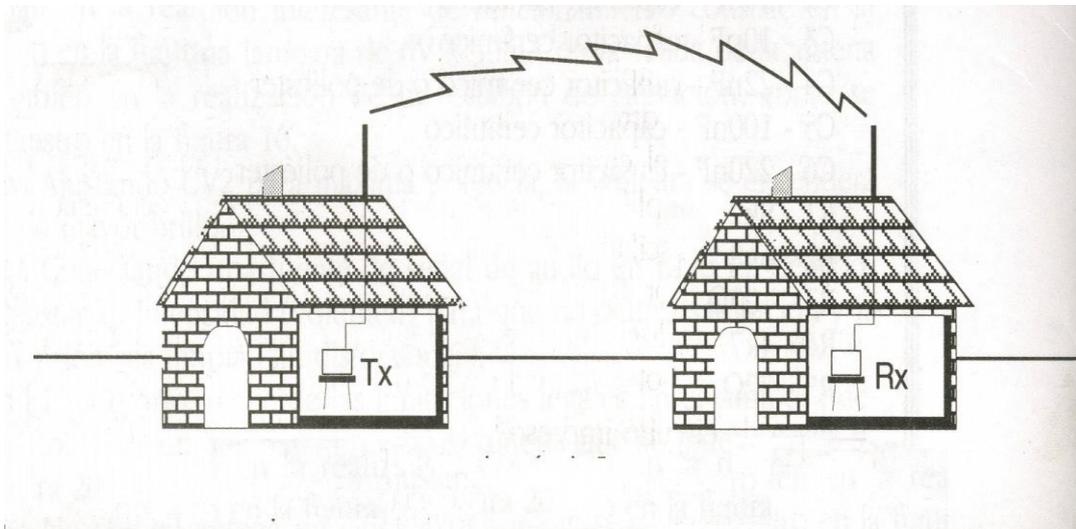
Los radioenlaces constituyen una aplicación práctica de un sistema de radiocomunicación, establecen una conexión entre un trasmisor y un receptor mediante ondas radioeléctricas. En los radioenlaces es necesario utilizar técnicas de modulación, de forma que las antenas puedan radiar la energía radioeléctrica de alta frecuencia. Los radioenlaces presentan una serie de ventajas respecto a la transmisión por línea que les hacen especialmente indicados para algunas aplicaciones. Las ventajas más importantes son las siguientes:

- Menor inversión económica que en sistemas por línea.
- Instalación más rápida y sencilla.

- Conservación y mantenimiento menos costoso.
- Pueden superarse las irregularidades del terreno.

No obstante, los radioenlaces también presentan una serie de inconvenientes, de los que enumeramos los siguientes:

- Utilización sólo en tramos con visibilidad directa.
- Necesidad de acceder fácilmente a las instalaciones y equipos.
- Además es necesario dotarlas de sistemas de alimentación, ya sean autónomos o mediante red eléctrica, para su correcto funcionamiento.
- La separación entre la señal enviada y las interferencias, aunque es posible y se realiza, no lo es tanto como en los sistemas por cable.



**Figura 2.6** Radioenlace

#### 2.3.4.2 Clasificación de radioenlaces

En general los radioenlaces pueden ser terrenales o enlaces vía satélite, pero también al igual que en el resto de sistemas de telecomunicación, dependiendo de su modulación y posición se pueden dividir en los siguientes grupos :

#### **a) Por su tipo de modulación**

- **Radioenlaces analógicos:** En los radioenlaces analógicos la portadora está modulada en frecuencia (FM). La información que transporta la portadora puede ser: una señal de audio o una señal vídeo en banda de base, o las dos por medio de un multiplex constituido por una señal vídeo en banda base y las correspondientes subportadoras de audio, moduladas en frecuencia.
- **Radioenlaces digitales:** En radioenlaces digitales como su nombre lo indica la modulación es digital, la cual esta normalizada por la UIT en unas jerarquías que definen una determinada capacidad de canal.

#### **b) Por su posición**

En los radioenlaces si los terminales, transmisor y receptor se encuentran en un lugar fijo, se denominan radioenlace de servicio fijo. Si los terminales son móviles, se denominan sistemas o servicios móviles . Siguiendo esta clasificación los radioenlaces terrenales comunican puntos fijos de la superficie terrestre, puntos entre los cuales existe la necesidad de transportar información, ya sean estos sistemas de radiodifusión, canales de televisión, sistemas de comunicaciones militares, etc, además dependiendo de la aplicación a la que sirva de apoyo se le exigirá una determinada calidad en la transmisión y una disponibilidad garantizada.

### 2.3.5 Perturbaciones en radioenlaces

En cualquier sistema de radiocomunicaciones la señal que se recepta cambiara con respecto a la señal que se emite, debido a varios obstáculos que se presentan durante la transmisión. En las señales analógicas por ejemplo, estas perturbaciones introducen emisiones no deseadas que degradan la calidad de la señal. En esta parte se van a estudiar las dificultades mencionadas comentando sus efectos sobre la capacidad de transportar información .

#### a) Atenuación

La energía de la señal decae con la distancia en cualquier medio de transmisión . en los medios que no usan cableado, esta reducción de energía por lo general es logarítmica y por lo tanto se expresa en decibelios por unidad de longitud . En medios no guiados la atenuación no solo depende de la distancia sino también de las condiciones atmosféricas debido a todo esto se establecen tres consideraciones respecto a la atenuación.

- Primera, la señal recibida debe tener suficiente energía para que los circuitos electrónicos del receptor puedan detectar e interpretar la señal adecuadamente.
- Segunda, para ser recibida sin error, la señal debe conservar un nivel suficientemente mayor que el ruido.
- Tercera, la atenuación es directamente proporcional a la frecuencia.

Los dos primeros problemas se solucionan controlando la energía de la señal, a partir de cierta distancia la atenuación es inaceptable por lo que se requiere la utilización de repetidores o amplificadores que eleven la señal periódicamente. El tercer problema es

especialmente importante para el caso de las señales analógicas, debido a que la atenuación varía en función de la frecuencia, la señal es deformada, reduciéndose así la nitidez de la señal. Para solucionar este problema, existe técnicas para ecualizar la atenuación en una banda de frecuencias.

### **b) Distorsión de retardo**

La distorsión de retardo es un fenómeno característico de los medios no guiados, esta distorsión esta causada por el hecho de que la velocidad de propagación de la señal en el medio varía con la frecuencia. Para una señal de banda limitada, la velocidad tiende a ser mayor cerca de la frecuencia central y disminuye al acercarse a los extremos de la banda. Por lo tanto, las distintas componentes en frecuencia llegaran al receptor en distintos instantes de tiempo, este efecto se llama distorsión de retardo, ya que la señal recibida esta distorsionada debido al retraso variable que sufren sus componentes.

### **c) Ruido**

En cualquier emisión de información, la señal transmitida consistirá en la señal emitida modificada, debido a las distorsiones introducidas por el sistema de transmisión, además de señales no deseadas que se insertan en algún punto entre el emisor y el receptor. A estas señales no deseadas se les denomina ruido, es el factor de mayor importancia a la hora de limitar la calidad de un sistema de radiocomunicación.

## **2.4 Modulación**

### **2.4.1 Introducción**

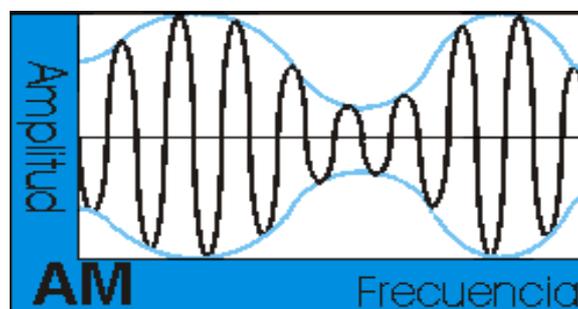
En un transmisor de radio se genera una señal de radiofrecuencia que es enviada a través de la antena y captada por un receptor, ahora bien esa señal por si sola, será un ruido sin sentido. Para emitir dicha información (por ejemplo una señal de audio: voz o música) a través del emisor, esta tiene que ser "mezclada" con la señal de radio (ahora llamada "portadora" porque transporta la señal con la información hasta el receptor); es decir que la señal es modulada por el transmisor.

### 2.4.2 Tipos de modulación

Existen varios sistemas de modulación, que podemos dividir en 2 grupos: los sistemas de transmisión de audio (voz): AM, FM, BLU, y los sistemas "sin voz": CW (Morse), RTTY (Radioteletipo) que sirven para transmisión de textos, imágenes, etc. Los cuales analizaremos a continuación.

#### a) Modos de voz

- **Amplitud Modulada (AM):** Es el modo más común de transmisión de voz entre las emisoras de radio en Onda Larga, Media y Corta. Como su nombre lo indica este método de modulación utiliza la amplitud de onda para transportar la señal de audio. Como muestra la figura, la variación en la amplitud de la señal es resultado de la señal de audio.



**Figura 2.7** Modulación en amplitud

- **Frecuencia Modulada (FM):** Es el modo utilizado por las emisoras en VHF, Canales de TV y muchos "transceptores" portátiles (walkie-talkie, handy) . Este tipo de modulación será estudiado con mayor profundidad en el siguiente punto de este capítulo.
- **Banda lateral única (BLU):** En una señal de AM existen 3 elementos: la señal portadora y 2 "bandas laterales" que contienen la información (audio) por eso también es conocida como "BLD – Banda Lateral Doble". La modulación en BLU consiste en la supresión de la portadora y una de las bandas laterales con lo cual se transmite solo una banda lateral conteniendo toda la información . Una vez captada la señal BLU en el receptor, éste reinserta la portadora para poder demodular la señal y transformarla en audio de nuevo.

#### b) MODOS SIN VOZ

- **Onda Continua (CW):** La "onda continua" es el sistema de transmisión que se usa para la emisión en Código Morse, esta consiste en la emisión de la señal de radio sin modular (portadora) la cual es emitida e interrumpida continuamente por el operador formando así la cadena de "puntos y rayas" del código Morse.
- **Radioteletipo (RTTY):** El otro método para la transmisión de textos se llama Radioteletipo, la mayoría de las transmisiones de RTTY son escuchadas en onda corta y usan un formato RTTY llamado "Baudot". El formato Baudot representa cada carácter con una serie de 5 bits.

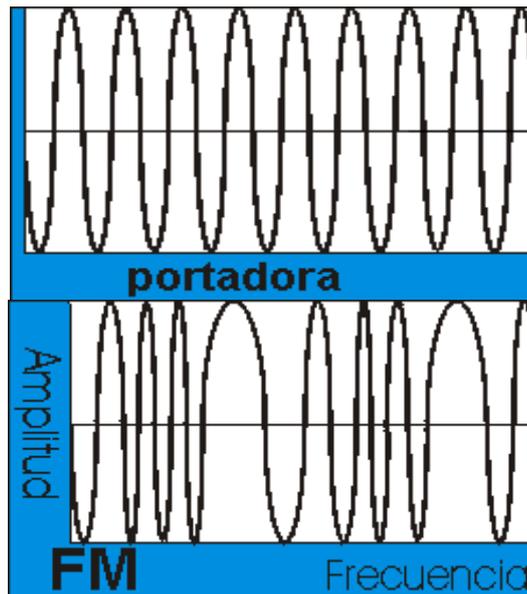
#### 2.4.3 Modulación en frecuencia

La modulación de frecuencia consiste en variar la frecuencia de la onda portadora de acuerdo con la intensidad de la onda de información, lo cual significa que la amplitud de la onda modulada es constante e igual que la de la onda portadora.

La frecuencia de la portadora oscila más o menos rápidamente , según la onda moduladora, aplicando una moduladora de 100 Hz , la onda modulada se desplaza arriba y abajo cien veces en un segundo respecto de su frecuencia central , que es la portadora; además el grado de esta variación dependerá del volumen con que modulemos la portadora, a lo que denominamos “índice de modulación”. Debido a que las perturbaciones que se mencionaron anteriormente alteran la amplitud de la onda, no afecta a la información transmitida en FM, puesto que la información se extrae de la variación de frecuencia y no de la amplitud, que es constante.

Como consecuencia de estas características de modulación podemos observar cómo la calidad de sonido o imagen es mejor cuando modulamos en frecuencia que cuando lo hacemos en amplitud o banda lateral.. Este es el motivo por el que las radioemisoras utilizan la frecuencia modulada, o dicho de otro modo, el nacimiento de las estaciones que a mediados de los sesenta eligieron este sistema para emitir sus programas con mayor calidad de sonido dieron origen a la radiodifusión musical.





**Figura 2.8** Modulación en frecuencia

## 2.5 Transmisores

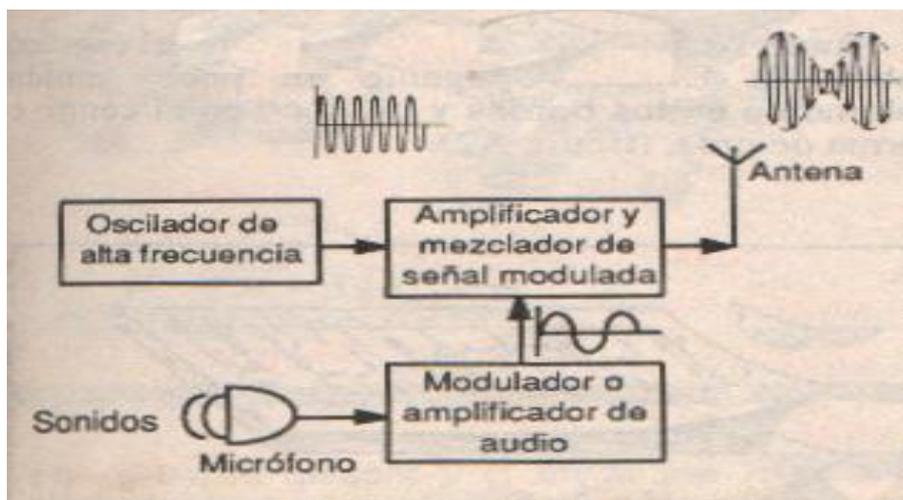
### 2.5.1 Introducción

Se entiende por transmisión el envío de un punto a otro de un mensaje o información. Entre estos puntos no debe existir cable alguno, ya que hablamos de transmisiones inalámbricas. El mensaje o información viaja mediante las ondas de radio cuyas frecuencias van desde señales audibles de 10kHz a 13.000 GHz que ya pertenecen a las microondas.

Los componentes fundamentales de un transmisor de radio son un generador de oscilaciones para convertir la corriente eléctrica común en oscilaciones de una determinada frecuencia de radio; los amplificadores para aumentar la intensidad de dichas oscilaciones conservando la frecuencia establecida y un transductor para convertir la información a transmitir en un voltaje eléctrico variable y proporcional a cada valor instantáneo de la intensidad. En el caso de la transmisión de sonido, el transductor es un micrófono.

Otros componentes importantes de un transmisor de radio son el modulador, que aprovecha los voltajes proporcionales para controlar las variaciones en la intensidad de oscilación o la frecuencia instantánea de la portadora, y la antena, que radia una onda portadora igualmente modulada.

El método concreto utilizado para diseñar y disponer los diversos componentes depende del efecto buscado por ejemplo en una emisora comercial de radio el tamaño y el peso tienen poca importancia, el costo debe tenerse en cuenta y la fidelidad resulta fundamental, sobre todo en el caso de radioemisoras FM.



**Figura 2.9** Transmisor básico

## 2.5.2 Tipos de transmisores

### a) Transmisores por su frecuencia

La primera clasificación de los transmisores es por su frecuencia, los radioaficionados y radios comerciales tienen frecuencias asignadas en diferentes bandas como por ejemplo: en VHF (muy altas frecuencias) en 144 MHz y en algunos países en

220 MHz, para radioemisoras comerciales desde los 88 MHz hasta los 108 MHz; en UHF (ultra altas frecuencias) en 432 y 1.296 MHz; mientras que en SHF (supra altas frecuencias) algunos países operan con 2.300 y 3.300 MHz.

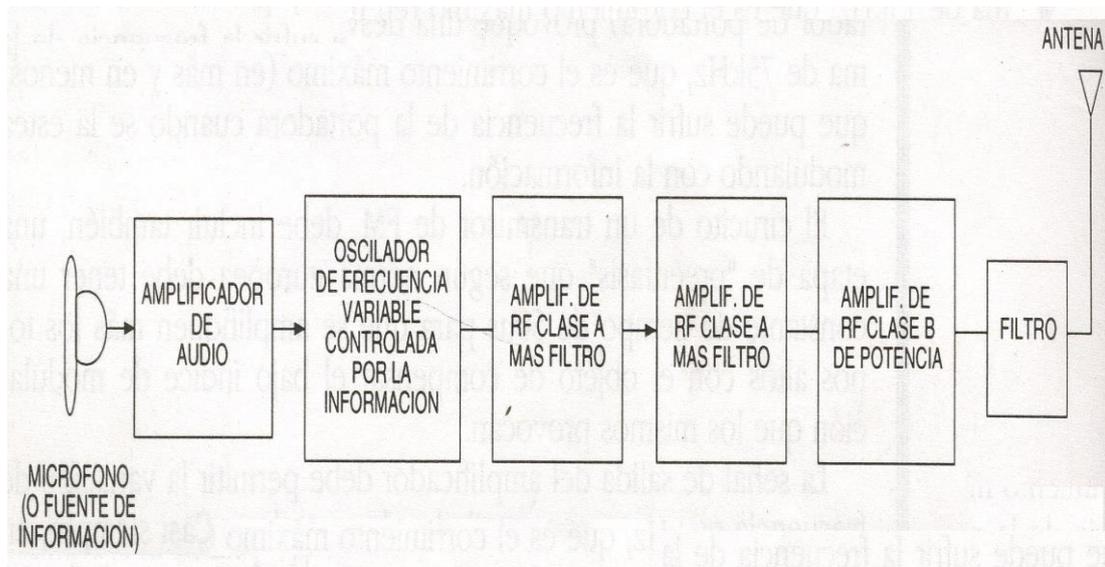
## **b) Transmisores por el sistema de modulación de la señal de radio**

El segundo criterio en que nos basaremos para clasificar los transmisores será la forma en que se imparte la información o mensaje (modulación), de nada serviría enviar una señal de radio, si ésta no lleva un mensaje, según como se realice la modulación, se producen básicamente los siguientes tipos de transmisiones: amplitud modulada, frecuencia modulada y banda lateral única. Hay otros sistemas posibles de modulación, pero éstos son los más utilizados actualmente.

### **2.5.3 Transmisor FM**

A continuación observamos en la figura 2.10 el diagrama de bloques de una etapa transmisora de FM básica.

En síntesis, el circuito se compone de una primera etapa que actúa como amplificador de baja frecuencia (Audiofrecuencia) seguido de un oscilador de radiofrecuencia (RF) que actúa además como modulador. Luego deben existir etapas amplificadoras de RF con las que se logra el nivel de señal adecuado para transmitir.



**Figura 2.10** Diagrama de bloques transmisor FM

### 2.5.3.1 Etapas del transmisor FM

Un transmisor de frecuencia modulada básico debe poseer las siguientes etapas:

- **Amplificador de baja frecuencia:** Se trata de una etapa destinada a amplificar la señal de audio correspondiente, para llevar la información que se desea transmitir a valores adecuados .
- **Oscilador –Modulador:** La información proveniente de la etapa anterior , debe permitir variar el valor de alguno de los elementos que determinan la frecuencia del oscilador (genera portadora), lo que provoca una desviación de frecuencia máxima de  $\pm 75$  KHz que puede sufrir la frecuencia de la portadora cuando se la esta modulando con la información.
- **Amplificadores de radiofrecuencia:** La señal salida de oscilador es directamente la señal de frecuencia modulada que debe amplificarse antes de ser conducida a la

antena. La señal de RF modulada es enviada como primer paso a un amplificador constituido por una etapa en clase A con el objeto de aumentar el nivel de la señal sin generar armónicos que podrían provocar interferencias en otras bandas.

- **Amplificadores de salida de radiofrecuencia:** La etapa de salida de RF funciona generalmente con amplificadores de clase B, que permiten que el transmisor opere sin un excesivo calentamiento con lo cual no serán necesarios disipadores de calor voluminosos si se trabaja con potencias de salida del orden del watt.

## **2.6 Líneas de transmisión**

### **2.6.1 Introducción**

La línea de transmisión es un alambre que conduce la señal del radiotransmisor hasta la antena, de la antena hasta el receptor o entre los equipos, esta línea o conductor debe tener características especiales con el fin de que las señales de radio sean transmitidas en forma eficiente.

### **2.6.2 Características del medio de transmisión por cable**

Para evaluar un determinado tipo de cable es necesario conocer perfectamente todas sus características y compararlas con otros tipos de cables para medir su rendimiento de acuerdo al uso que le da a la onda de radiofrecuencia.

- **Eficacia:** La eficacia de una línea de transmisión viene determinada por la diferencia entre la potencia medida al principio de ella y la entregada al final, esta diferencia es la potencia disipada por la línea y se expresa en dB por unidad de longitud y frecuencia.
- **Factor de velocidad:** El factor de velocidad es la relación que existe entre la velocidad con que una onda de radio viaja por una línea de transmisión y la velocidad con que se propagaría en el caso de una línea teórica cuyo dieléctrico sea el vacío con factor de velocidad uno. Las líneas físicas este factor será siempre menor que uno debido a que la constante dieléctrica también lo es. Cuanto menor sea el factor de velocidad más tardará la onda en recorrer la línea.
- **Atenuación y pérdida de la señal:** La atenuación mide la pérdida de señal con la distancia, aumenta con la frecuencia (a mayor frecuencia, mayor atenuación), se mide en decibelios (dB) y es aconsejable que sea baja, ya que cuanto menor sea, más fuerte será en el receptor la señal de datos útil. Las pérdidas en las líneas de transmisión suelen ser debidas a los aislantes y a los conductores; las primeras debidas al dieléctrico son directamente proporcionales a la frecuencia a mayor frecuencia más pérdidas, las segundas aumentan en función de la raíz cuadrada de la frecuencia, que tendrá más resistencia efectiva cuanto mas alta sea la frecuencia de la onda que circule por ellos.
- **Impedancia:** Una de las características más importantes de las líneas de transmisión es su impedancia, que esta determinada físicamente por los materiales que la constituyen: diámetro y longitud de los conductores así como el dieléctrico que los separa. El valor de la impedancia característica de una línea de transmisión ( $Z_0$ ) se halla en función de la autoinducción y de la capacidad de la misma,  $Z_0$  es la impedancia característica que corresponde a la unidad de longitud por lo que

podemos afirmar que todas las líneas de transmisión tiene un determinado valor de impedancia característica.

- **Radiación:** Una línea de transmisión recorrida por una corriente alterna produce a su alrededor un campo eléctrico y otro magnético. Cuando se trata de bajas frecuencias el campo creado en un semiciclo vuelve al conductor durante el semiciclo contrario y se anula a las ondas de radio no les da tiempo de volver al conductor antes del otro semiciclo, radiando al espacio parte de la energía electromagnética. La radiación es una pérdida más de la línea de transmisión y aumenta considerablemente en el caso de líneas resonantes o con muchas ondas estacionarias.

### **2.6.3 Tipos de líneas de transmisión**

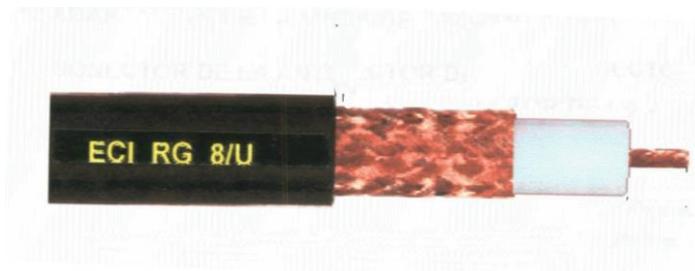
Las líneas de transmisión más utilizadas en las radiocomunicaciones son : cable coaxial y el cable de audio.

#### **2.6.3.1 Cable Coaxial**

La línea de transmisión más utilizada en sistemas de radio es el cable coaxial llamado así porque un cable va dentro del otro en forma de círculos concéntricos. El cable más extremo tiene forma de malla metálica y va conectado a tierra en el equipo con el fin de aislar la radiación electromagnética alrededor del cable en su trayectoria. Los cables

coaxiales se han estandarizado en dos grandes grupos según su impedancia característica de: 50 y 75 ohmios

Los tipos más utilizados de cable coaxial para las antenas de radiocomunicación son el RG-58/U y el RG-8/U. Estos cables tienen una impedancia característica de 50 Ohmios lo que hace que haya transferencia máxima de energía entre el radio, el cable y la antena. Sin embargo, la mayor o menor longitud de estos cables afecta la impedancia total del sistema antena-línea de transmisión, creando más o menos ondas estacionarias.



**Figura 2.11** Cable Coaxial

### 2.6.3.2 Cable de audio

Son líneas de transmisión utilizadas para enviar señales de audio como voz y música, los cables de audio pueden ser monofónicos, estereofónicos y balanceados.

**a) Monofónicos:** Conducen la señal de audio, a través de un solo canal.



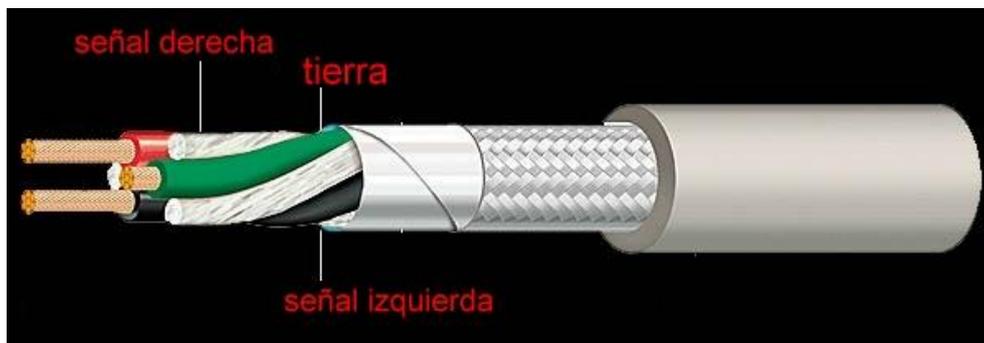
**Figura 2.11** cable monofónico

b) **Estereofónicos:** Conducen la señal de audio a través de dos canales izquierdo y derecho.



**Figura 2.12** Cable estereofónico

c) **Balanceado:** Un cable de interconexión balanceado, utiliza tres conductores, dos de señal y uno de masa. La conexión balanceada produce un incremento de ganancia y menor nivel de ruido.



**Figura 2.13** Cable balanceado

#### 2.6.4 Conectores

Los conectores son aquellos que son utilizados para acoplar los extremos del cable de línea de transmisión a la antena y al radio, Los conectores más utilizados en los sistemas de radiocomunicación son PL-259 y los adaptadores UG-175-U.

Generalmente las fuentes de sonido tienen salidas y entradas de audio con los siguientes conectores :

- **Clavijas jack:** Transmiten señal analógica de sonido. Podemos encontrarlos en dos medidas de espesor, así como para la transmisión en mono (Un canal) o estéreo (Dos canales).
- **Conectores RCA:** También transmiten señales analógicas de audio, esta compuesto por dos conectores, diferenciados por un código de colores: Blanco o negro para el canal izquierdo y rojo para el canal derecho .



**Figura 2.14** Conectores RCA

## 2.7 Receptores

### 2.7.1 Introducción

Un receptor de telecomunicaciones tiene la función de extraer de la señal modulada la información que transporta, para ello debe seleccionar la señal adecuada entre todas las

presentes en el espectro de frecuencias y del ruido. Dentro de los parámetros que caracterizan a los receptores están los siguientes:

- La selectividad de un receptor es la propiedad de este para seleccionar la señal deseada de entre todas las presentes en el medio
- La sensibilidad de un receptor se define como la capacidad del mismo de recibir señales débiles.
- La fidelidad se define como la capacidad del receptor de reproducir la señal moduladora original, con un nivel mínimo de distorsión.

### 2.7.2 Tipos de receptores

Los receptores de ondas de radio se clasifican de acuerdo a los siguientes aspectos fundamentales:

- **Por el tipo de modulación:** Por su modulación se clasifican en receptores de frecuencia modulada (FM) y de amplitud modulada (AM) , banda lateral única (BLU).
- **Por el servicio que prestan:** Por el servicio de telecomunicación al que se destinan, pueden ser telegráficos, telefónicos, de radiodifusión etc.
- **Por la forma de sintonía:** Por la forma de sintonía, los receptores pueden ser de sintonía fija, cuando funcionan a una sola frecuencia; de sintonía discreta, cuando pueden recibir un número discreto de canales (por ejemplo, en televisión y en

servicios móviles); y por último de sintonía continua, donde la señal recibida puede encontrarse en cualquier frecuencia de la banda de recepción.

### **2.7.3 Receptor FM**

Los receptores FM de radio son los aparatos electrónicos que permiten que escuchemos la información emitida por un transmisor que trabaje en esta banda. Básicamente un receptor FM debe recibir las ondas de radio electromagnéticas de VHF en la banda comercial de 88 MHz a 108 MHz, convertirlas en corriente eléctrica y luego separar la información de otros componentes (onda portadora, ruido, otras estaciones, etc) .

#### **2.7.3.1 Etapas del receptor FM**

Debe haber una antena para convertir las ondas electromagnéticas en corriente eléctrica, la antena se acopla al receptor a través del circuito de antena que puede ser simplemente un alambre o un circuito de acople complicado, dependiendo del tipo de receptor. Dado que la antena recibe un gran número de radiofrecuencias es necesario seleccionar la frecuencia deseada (estación, esto se hace en el sintonizador que puede ser un filtro pasabanda con una frecuencia central variable. Las señales recibidas por la antena son frecuentemente débiles y deben ser amplificadas para permitir la separación fácil de la información de la onda modulada.

La información puede ahora ser detectada o en otras palabras la onda de radio puede ser demodulada. La señal resultante, que debe parecerse a la señal moduladora en el transistor se amplifica en un amplificador de audio (si es una señal de audio) y luego puede

alimentarse con ella un altoparlante. Esta descripción básica es válida no solo para receptores de FM sino para todos los tipos de receptores de radio (AM , BLU, etc).

## **2.8 Antenas**

### **2.8.1 Introducción**

Antena es un dispositivo fabricado con material conductor que, conectado a un transmisor, sirve para transmitir y recibir ondas de radio. Convierte la onda eléctrica que va por la línea de transmisión en ondas electromagnéticas que se pueden transmitir por el espacio libre, llevando la información hacia uno o varios receptores.

### **2.8.2 Parámetros básicos de una antena**

Una antena va a formar parte de un sistema, por lo que tenemos que definir parámetros que la describan y nos permita evaluar el efecto que va a producir sobre nuestro sistema.

**a) Impedancia:** El valor de la impedancia de una antena es la resistencia que ésta presenta en su punto de conexión a la señal de corriente alterna que le llega del transmisor por la línea de transmisión, es decir, la resistencia que ofrece al paso de la corriente. Esta impedancia debe ser igual a la impedancia de la línea de transmisión para que haya una máxima transferencia de energía .

**b) Directividad:** Las antenas deben de ser capaces de dotar a la onda radiada con un componente de direccionalidad, es decir, deben emitir o recibir señales de la forma más dirigida posible, sin dispersar la señal, acentuando un único aspecto de la dirección de propagación que debe llevar la onda y anular o disminuir los demás.

**c) Ganancia:** Una antena tiene ganancia no porque amplifique la señal recibida del transmisor, sino porque la concentra hacia una única dirección, lo que hace parecer como si la señal fuese emitida con una potencia mayor. Éste es el caso de las antenas direccionales que dirigen sus ondas hacia un único sector, llegando la señal con más fuerza que si fuera emitida por una antena omnidireccional .

**d) Polarización:** Las antenas deben dotar a la onda radiada de una polarización. La polarización de una onda es la figura geométrica que describe el vector del campo eléctrico de la señal a medida que avanza por el medio de transmisión. Así, las antenas verticales emiten un campo eléctrico vertical y se dice que están polarizadas verticalmente. Las antenas horizontales tienen, por lo tanto, polarización horizontal. Hay que resaltar que para que haya una buena comunicación entre dos estaciones, éstas deben tener el mismo tipo de polarización.

**e) Ancho de banda:** El ancho de banda es un bien preciado y escaso que hay que administrar. Conforme aumentaran las necesidades de comunicación y los servicios se hacen más completos, aumenta la complejidad de las señales, surgiendo una necesidad de un mayor ancho de banda. En general, las transmisiones de baja potencia obligan a usar anchos de banda menores para mantener la relación señal-ruido. Por el contrario, cuanta

mayor potencia se quiere transmitir con antenas más directivas, es posible aumentar el ancho de banda, con el consiguiente incremento de la capacidad del enlace.

### 2.8.3 Tipos de antena

Una antena es un dispositivo formado por un conjunto de conductores que, unido a un generador, permite la emisión de ondas de radio frecuencia, o que, conectado a una impedancia, sirve para captar las ondas emitidas por una fuente lejana para este fin existen diferentes tipos:

- **Antena colectiva:** Antena receptora que, mediante la conveniente amplificación y el uso de distribuidores, permite su utilización por diversos usuarios.
- **Antena de cuadro:** Antena de escasa sensibilidad, formada por una bobina de una o varias espiras arrolladas en un cuadro, cuyo funcionamiento bidireccional la hace útil en los sistemas de navegación.
- **Antena de reflector o parabólica:** Antena provista de un reflector metálico, de forma parabólica, esférica o de bocina, que limita las radiaciones a un cierto espacio, concentrando la potencia de las ondas; se utiliza especialmente para la transmisión y recepción vía satélite.
- **Antena lineal:** La que está constituida por un conductor rectilíneo, generalmente en posición vertical.
- **Antena multibanda:** La que permite la recepción de ondas cortas en una amplitud de banda que abarca muy diversas frecuencias.
- **Dipolo de Media Onda** El dipolo de media onda lineal o dipolo simple es una de las antenas más ampliamente utilizadas en frecuencias arriba de 2MHz. En

frecuencias abajo de 2 MHz, la longitud física de una antena de media longitud de onda es prohibitiva. Al dipolo de media onda se le refiere por lo general como antena de Hertz..

- **Antena Yagi:** Antena constituida por varios elementos paralelos y coplanarios, directores, activos y reflectores, utilizada ampliamente en la recepción de señales televisivas. Los elementos directores dirigen el campo eléctrico, los activos radian el campo y los reflectores lo reflejan

#### **2.8.4 Antenas VHF**



**Figura 2.15** antena VHF instalada en el ITSA

Como se ha visto anteriormente la banda de VHF va desde los 30 Mhz a los 300 Mhz, las actuales aplicaciones en radiocomunicaciones de punto a punto o móviles que trabajan en dicho rango son muy populares y han hecho que aparezcan un gran número de antenas para estas aplicaciones. No hay una antena específica que permita trabajar en las diversas modalidades que admiten estas frecuencias , por lo cual al proyectar la antena que

permita obtener el mejor rendimiento en esta banda se deben considerar los siguientes factores:

El tamaño de la antena por ejemplo: una antena de 144 MHz capta un 66 % de energía más que otra antena diseñada para 432 MHz. Para obtener el mismo rendimiento en la segunda antena se debe multiplicar por tres el número de elementos que existe en la primera.

Cuanto más concentrada esté la energía hacia una dirección, mayor será la ganancia de la antena. Es muy interesante también conocer la anchura de banda de la antena. La longitud física de un dipolo para estas frecuencias es muy pequeña, siendo posible aumentar su diámetro para conseguir características de banda ancha.

Otro factor muy importante es la polarización; actualmente este concepto está bastante bien definido para las diferentes aplicaciones dentro de estas bandas, siendo aconsejable seguir las siguientes indicaciones. La polarización horizontal ofrece mayor comodidad de instalación para grandes formaciones de antenas Yagi; en cambio se emplea mucho más la polarización vertical, principalmente para móviles y repetidores, ya que con la polarización vertical es más simple la radiación omnidireccional.

Otro factor que hay que tener muy en cuenta al instalar una antena para estas bandas es la calidad de la línea de transmisión. Se recomienda no utilizar coaxiales de diámetro pequeño como los modelos RG58U o RG59U, salvo que se utilicen en líneas de poca longitud; el RG8U y RG11U se pueden utilizar hasta 15 o 20 metros máximo.

## 2.9 El sonido

### 2.9.1 Introducción

La principal señal con la que trabaja un sistema de radiocomunicación, específicamente una radioemisora es con el sonido en sus diferentes formas sea como voz o música , por lo cual se ha visto conveniente estudiarlo ya que su tratamiento permitirá obtener una mejor calidad en la transmisión.

### 2.9.2 Espectro audible

Se considera como tal la gama de frecuencias entre 20 y 20000 Hz. Los sonidos inferiores a 20 Hz se llaman infrasonidos o subsonidos y a los que están por encima de 20000Hz se los llama ultrasonidos. Este espectro varía según cada persona y se altera con la edad por eso es muy importante cuidarlo y no exponerlo a sonidos o ruidos muy fuertes. Los sonidos graves van desde 20 a 300 Hz, los medios de 300 a 2000 Hz y los agudos de 2000 hasta 20000 Hz. A su vez este espectro se subdivide en octavas, el valor máximo de cada una de ellas es el doble de la anterior.

**Tabla 2.2** Cuadro de octavas de audiofrecuencia

<b>1ª Octava</b>	16 - 32 (Hz)	<b>7ª Octava</b>	1000 - 2000 (Hz)
<b>2ª Octava</b>	32 - 64 (Hz)	<b>8ª Octava</b>	2000 - 4000 (Hz)
<b>3ª Octava</b>	64 - 125 (Hz)	<b>9ª Octava</b>	4000 - 8000 (Hz)
<b>4ª Octava</b>	125 - 250 (Hz)	<b>10ª Octava</b>	8000 - 16000 (Hz)
<b>5ª Octava</b>	250 - 500 (Hz)	<b>11ª Octava</b>	16000 - 32000 (Hz)
<b>6ª Octava</b>	500 - 1000 (Hz)		

Los sonidos pueden tener el mismo tono y potencia y pueden no ser idénticos. Su diferencia esta en el timbre. Esto se debe a que los sonidos se componen de ondas superpuestas a una frecuencias básica o portadora. Son los llamados armónicos, cuya frecuencia es múltiplo de la onda portadora.

### **2.9.3 Calidad de audio**

#### **a) Respuesta en frecuencia**

Se llama respuesta en frecuencia al comportamiento de un dispositivo de audio frente a las distintas frecuencias que componen el espectro de audio (20 a 20.000 Hz), esta especificación indica la frecuencia más baja y más alta que el equipo puede transmitir sin reducir el nivel de la señal de salida

#### **b) Distorsión**

En el sentido más general existe distorsión cuando la señal que sale de un equipo no es la misma que entró. La distorsión es otra medida de calidad de uso generalizado y suele ser dada por el fabricante.

Hay diferentes tipos de distorsión: distorsión lineal (de amplitud y de fase) y distorsión no lineal (THD ).

- 1.- Distorsión lineal de amplitud o **distorsión de amplitud**: Se da cuando la señal a la salida del equipo no guarda la misma relación de amplitud entre las distintas frecuencias que la señal de entrada.
- 2.- Distorsión lineal de fase o **distorsión de fase**: Se da cuando a la salida no se conserva la relación de fase entre las diferentes frecuencias de entrada.
- 3.- Distorsión no lineal THD o **total distorsión armónica**: Esta distorsión se produce por la aparición de armónicos de la señal original. Un armónico es una señal de frecuencia múltiplo de otra original.

### c) Relación señal ruido

La relación señal ruido (S/N) es la diferencia entre el nivel de la señal y el nivel de ruido. Se entiende como ruido cualquier señal no deseada, en este caso señal eléctrica no deseada que circula por el interior de un equipo electrónico. El ruido se mide sin ninguna señal a la entrada del equipo.

Se habla de relación señal ruido (S/N) porque el nivel de ruido es más o menos perjudicial en función de cual sea el nivel de la señal, a la salida de un equipo de audio, el nivel de la señal se mide en voltios (V). Midiendo en voltios la señal (S, signal), midiendo también en voltios el ruido (N, noise) y calculando el  $20 \cdot \log(S/N)$  se obtiene el valor de la relación señal ruido en dB, que es como normalmente se da. La calidad de un equipo se mide también por la relación señal ruido, cuanto mayor sea el valor de S/N mayor calidad tendrá el mismo.

## 2.10 Fuentes de audio

### 2.10.1 Introducción

Por "fuentes de sonido" se entienden aquellos aparatos a cuya salida se obtiene una señal eléctrica, de amplitud directamente proporcional a la amplitud de la señal de audio, esta señal eléctrica deberá ser tratada convenientemente para poder ser transmitida. Las principales fuentes de sonido o audio que se encuentran en las emisoras de radio son: tocadiscos , grabadoras de cinta magnética, y actualmente las PC con el software necesario para que trabaje como una fuente de señal de audio.

La función que realizan las distintas fuentes de sonido (reproductores o receptores) es transformar la señal de audio, codificada o no, del formato original (cinta, disco compacto, ondas de radio) a una magnitud común a todos, señal eléctrica donde la información de audio está en la amplitud, esta señal eléctrica es la que se propaga por los cables para ser transmitida o receptada.

## **2.10.2 Fuentes de señales de audio**

### **2.10.2.1 Tocabiscos**

Los tocadiscos reproducen señales de audio grabadas sobre la superficie de un disco. Los discos almacenan información sonora en surcos espirales trazados por un buril durante el proceso de grabación. El sonido esta representado en las variaciones de anchura de los surcos. La profundidad de los mismos es constante.

La lectura de la señal grabada en un disco la realiza un dispositivo llamado pick up o cartucho que lleva una aguja en su extremo y un transductor magnético piezoeléctrico en su interior

La aguja recorre los surcos y transmite las vibraciones detectadas al transductor, el cual las convierte en señales eléctricas, equivalentes al sonido originalmente grabado, al moverse la aguja a través de los surcos, transmite sus vibraciones a la bobina móvil y ésta corta líneas de flujo magnético.

Como consecuencia de esto se genera entre sus terminales un voltaje variable que es una replica eléctrica de la información sonora almacenada originalmente en el disco. Esta señal se amplifica y se alimenta finalmente a un parlante y se irradia modulada al espacio.

La aguja de lectura es generalmente de zafiro o de diamante y su punta puede ser esférica o elíptica. Estos tipos de perfil y sus variantes le permiten a la aguja seguir con la máxima facilidad las tortuosidades de los surcos y evitan que toque el fondo de los mismos.

#### **2.10.2.2 Grabadora de sonido**

El sonido se graba en cintas plásticas recubiertas con finas partículas de óxido de hierro ( $\text{FeO}$ ) o de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}$ ). Cada partícula contiene miles de pequeños imanes, cada uno de los cuales posee un polo norte y un polo sur. Normalmente, estos polos están al azar pero, bajo la influencia de un campo magnético externo, se puede lograr que apunten en una dirección determinada (alineamiento).

El principio básico de una grabación de sonido inicia cuando la señal de audio proveniente del micrófono se aplica a los devanados de la cabeza de grabación, se genera un campo magnético variable en el entrehierro de la misma.

A medida que pasa la cinta, sus partículas magnetizan, creándose sobre ella un patrón magnético equivalente al sonido original. La intensidad de la magnetización en cualquier parte de la cinta depende del valor de la señal de audio en el momento que esa parte de la cinta pasa frente al entrehierro.

En la práctica, esta magnetización no es uniforme y por lo tanto el sonido grabado no es una réplica fiel del sonido original, distorsionándose durante la reproducción. Para prevenir esto, se utiliza lo que se denomina polarización o vías AC.

Este proceso consiste en superponer una onda seno de 60Khz. a la señal original de audio y alimentar la señal así formada a la cabeza de grabación. La reproducción del sonido grabado en una cinta la realiza una cabeza reproductora. La información almacenada se puede borrar total o parcialmente mediante una cabeza de borrado.

Tanto la cabeza de borrado como la de reproducción son similares a la de grabación pero la de borrado tiene un entrehierro más amplio, la señal eléctrica producida por la cabeza reproductora se amplifica y se envía al parlante o se irradia modulada al espacio.

### **Procesos de una grabadora de sonido**

Los procesos que sigue una cinta magnética para grabar y reproducir los sonidos son los siguientes :

- Registro de una cinta
- Borrado de una cinta
- Lectura de una cinta

Los cuales serán detallados a continuación.

**Registro de una cinta:** Cuando se aplica una tensión alterna a la bobina de una cabeza grabadora , se crea en el núcleo de esta un campo magnético también alterno. En el entrehierro, las líneas de fuerza se extiende en forma de arco más allá del núcleo de hierro. Con ello algunas de estas líneas siguen el camino de la película magnética de la cinta, que corre frente a ellas, teniendo lugar la orientación de sus imanes elementales en la dirección del campo magnético .

**Borrado de una cinta magnética:** El proceso de borrado es muy semejante al de grabado , con la única diferencia de que la señal aplicada a la cabeza de borrado procede de un oscilador local de borrado el cual proporciona una señal de frecuencia constante y de amplitud también constante.

**Lectura de una cinta magnética:** El proceso de lectura es inverso al de grabado, en este caso son los imanes elementales los que al pasar por delante de la cabeza de lectura crean en el entrehierro de ésta un campo magnético variable que genera una corriente eléctrica de frecuencia y amplitud conforme a las orientaciones de los imanes elementales contenidos en la cinta.

### 2.10.3 La PC como fuente de audio

Las radioemisoras en la actualidad utilizan las PC como controladores de audio ya que existe el software necesario que variando en sus diferentes lenguajes, esta cada vez más afianzado en el campo del audio . Encontramos software de diferentes calidades y con cantidad infinita de posibilidades, dentro de estos encontramos:

- **Edición digital:** Con estos programas se puede grabar, editar, y compilar igual y con la misma calidad que en un estudio profesional.
- **Música o Midi:** Son capaces de leer partituras y muchos tienen comunicación (RS 232) con diferentes tipos de hardware.
- **Reproductores:** Existen reproductores de WAV y MP3 profesionales de manera que pueden almacenar toda la música que se quiera en el disco duro de la PC .

En conclusión se puede decir que las PC están siendo utilizadas en la actualidad , en las radioemisoras porque permiten compactar todas las fuentes de audio utilizadas anteriormente en una sola ya que permiten tener un mejor control del audio utilizando un interfaz con el transmisor ahorrando espacio y costos .

## 2.11 Mezcladores

### 2.11.1 Introducción

Este es el elemento fundamental del estudio de una radioemisora o cualquier área destinada a trabajar con señales de audio. La consola recibe señales de audio y devuelve otras diferentes que son el resultado de la combinación de las primeras.

### **2.11.2 Tipos de mezcladores.**

Existen dos formas de efectuar una mezcla de señales: la más tradicional es mediante un sistema potenciométrico y la otra mediante la combinación de un amplificador y de un adaptador de impedancia por canal. El sistema potenciométrico es más simple, pero un canal actúa; sobre el otro y los niveles de entrada han de ser casi iguales entre si. El segundo sistema es mucho más complejo y caro, pero los resultados son mejores.

#### **a) Mezclador potenciométrico**

Este tipo de mezclador consiste en una red de resistencias diseñada de forma que proporcione un medio de combinar señales procedentes de fuentes distintas de audio, con el fin de obtener una señal compuesta. La red se diseña de forma que un cambio de nivel de cualquiera de las fuentes de señales individuales, no afecte sobre el nivel o características de frecuencia de las otras fuentes de señal aplicadas a la red, existen dos tipos fundamentales de mezcladores potenciométricos:

- **El mezclador de bajo nivel:** Consiste en una simple red de resistencias, con este sistema la relación señal / ruido es baja, por lo que no es utilizado en la actualidad.

- **El mezclador de alto nivel:** Se añade un preamplificador entre la fuente de señal y el mezclador. En este tipo de mezclador se aumenta considerablemente la relación señal / ruido proporcionalmente a la ganancia del preamplificador.

## 2.12 Ecualizadores

### 2.12.1 Introducción

El ecualizador es el elemento que permite modificar la curva de respuesta en frecuencia de un sistema de audio. Esta modificación se realiza con el empleo de filtros, alterando, mediante la actuación sobre sus controles, la señal recibida y modificando así la respuesta idónea para el local y tipo de música deseada

### 2.12.2 Tipos de ecualizadores

Podemos encontrar dos tipos de ecualizadores: los gráficos y los paramétricos.

a) **El ecualizador gráfico:** Esta compuesto por un cierto número de filtros selectivos cuyas frecuencias centrales están dispuestas en forma logarítmica. Esta distribución será a intervalos de a una octava, en los modelos más comunes, y en tercios de octava en los de mayor calidad. El conjunto de estos filtros abarcan todo el espectro audible. Cada filtro tiene un control de ganancia con el que puede atenuar o amplificar la banda de frecuencia sobre la que actúa. Estos potenciómetros indican la cantidad de decibelios que pueden atenuar o amplificar.

**b) El ecualizador paramétrico:** Se diferencia en que todos sus parámetros son ajustables por el usuario. Podemos escoger la frecuencia central de cada filtro, su ancho de banda y le podemos dar o quitar ganancia. Es utilizado para corregir problemas puntuales, localizando su frecuencia en la curva de respuesta y actuando consecuentemente sobre ella.

## **CAPITULO III**

### **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

#### **3.1 Análisis de alternativas**

En el presente capítulo realizaremos el análisis de varias alternativas de cada uno de los elementos que forman parte de la radioemisora ( transmisor, ecualizador, mezclador). Mediante el estudio de las características técnicas y complejidad de construcción de cada una de las alternativas que nos hemos planteado obtendremos una serie de ventajas y desventajas que nos permitirán seleccionar la mejor opción , para cumplir con los objetivos planteados en nuestro proyecto.

##### **3.1.1 Estudio de transmisores FM de baja potencia**

Las alternativas que se han planteado para poder implementar un transmisor FM de baja potencia, son las siguientes:

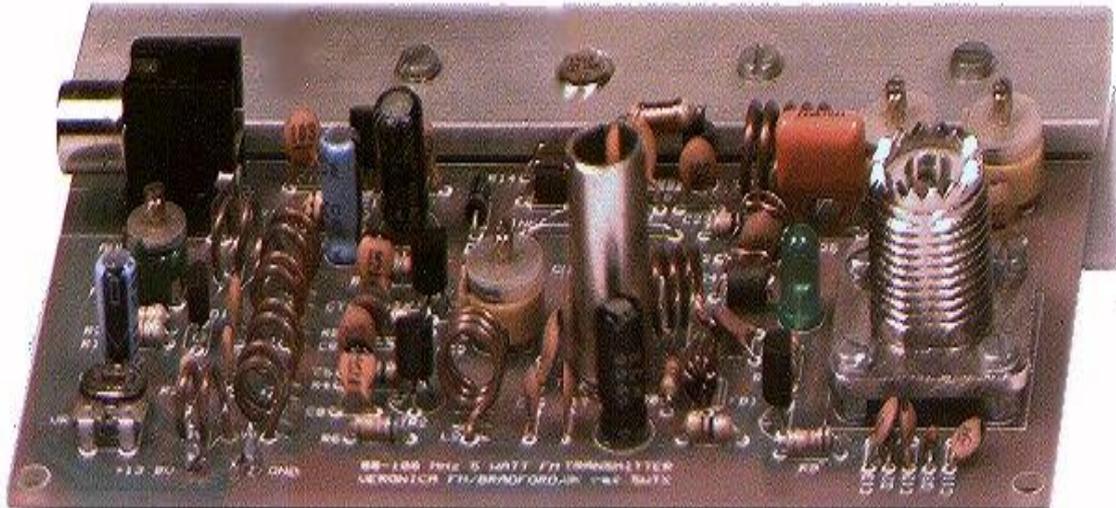
###### **A.- TRANSMISOR FM DE 5 WATTS MONO**

###### **B.- TRANSMISOR FM CON PLL DE 1 WATT MONO**

Se procederá a estudiar cada una de las características de estas dos alternativas lo cual permitirá escoger la mejor opción para implementar el transmisor, como uno de los elementos básicos de la radioemisora.

### 3.1.1.1 Características

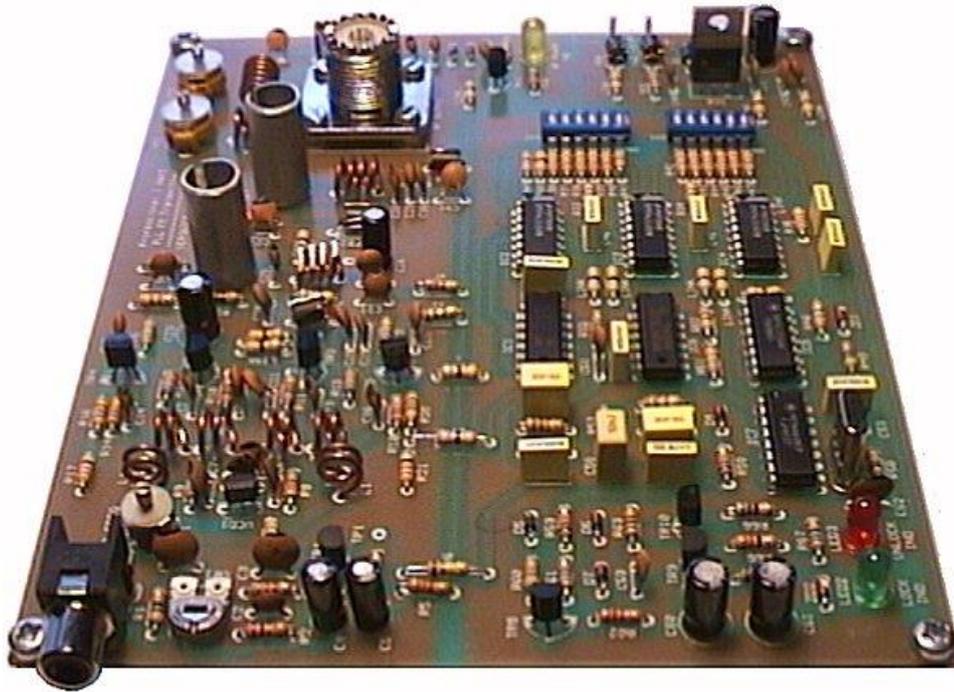
#### A.- Características técnicas transmisor FM de 5 watts mono



**Figura 3.1** Transmisor FM de 5 watts mono

Rango de frecuencia .....	88 a 108 MHz
Potencia de RF .....	5 Watts
Estabilidad de frecuencia .....	25 KHz típico a 100 MHz
relación señal ruido .....	60 Db
Respuesta de audio .....	30Hz a 75 KHz +/- 0.5Db
Conector de salida RF: .....	SO-239
Distorsión de audio.....	0.5% (T.H.D.)
Alcance .....	1500 metros
Alimentación .....	11 a 16 vdc
Costo.....	\$120

## B.- Características técnicas transmisor FM con PLL de 1 watt



**Figura 3.2** Transmisor FM con PLL de 1 watt

Rango de frecuencia:	88 a 108Mhz programable
Potencia de RF:	900 mw típico en 50 ohm
Emisiones espurias:	-40 Db referido a la portadora
Estabilidad de frecuencia:	Típica PLL +/- 0.5KHz
Conector de salida RF:	SO-239
Entrada de audio:	775 mv rms para +/- 75KHz
Relación señal ruido:	75 Db
Respuesta de frecuencia audio:	Plana desde 20Hz hasta 15 kHz
Distorsión de audio:	Mejor que 0.2 % THD
Conector de entrada audio:	Tipo RCA hembra
Alimentación:	13,8 DC
Costo:	\$180

### **3.1.1.2 Ventajas**

#### **A.- Transmisor FM de 5 watts mono**

- Este transmisor ofrece una potencia mediana, es bueno para los principiantes que requieren un poco más de potencia y alcance.
- Su respuesta de frecuencia es mayor
- Se usa para emitir señales en pequeños pueblos o en el vecindario de su barrio
- Este transmisor es de fácil construcción requiriéndose solamente un soldador y leer el manual de instrucciones.
- La calidad del sonido es excelente como si se tratara de un equipo profesional.
- Su alcance es de 3000 metros utilizando una antena adecuada, que permite tener mayor área de cobertura
- Su costo es beneficioso para la ejecución del proyecto.

#### **B.- Transmisor FM con PLL de 1 watt mono**

- Este transmisor es para uso profesional en emisoras de FM.
- Puede ser programado por el usuario fácilmente desde 87.5 MHz hasta 108 MHz en pasos de 100 KHz .
- El sintetizador con PLL esta especialmente diseñado para trabajo de banda ancha en FM de gran calidad, con una respuesta en frecuencia de audio muy plana entre 20 Hz y 15 Khz
- La relación señal / ruido es mejor o igual a -75dBu garantizando una gran fidelidad y calidad de sonido para su CD o algún otro tipo de reproductor de audio.

- Si usted necesita mayor potencia de RF este transmisor es capaz de excitar un amplificador de 20W o más.
- El alcance de este transmisor es más de 1.500 metros si se utiliza una antena conveniente montada en el exterior por medio de un cable coaxial de 50 Ohm (tipo RG-58 o RG-8) .
- La señal de emisiones espurias es baja lo que permite señales de mejor condición para transmitir.

### **3.1.1.3 Desventajas**

#### **A.- Transmisor FM de 5 watts mono**

- Es monofónico
- Su distorsión armónica total (T.H.D) es alta con respecto al transmisor de 1 Watt
- Su relación señal / ruido es menor con respecto al otro transmisor, lo que indica que este emisor es de menor calidad.
- No se lo puede utilizar como excitador de otras etapas de mayor amplificación
- Por ser de mayor potencia podría interferir con otras radioemisoras locales
- No se puede variar su frecuencia de transmisión.
- Su alcance sale del limite de cobertura que se desea cubrir.

#### **B.- Transmisor FM con PLL de 1 watt mono**

- Es monofónico
- Es de mayor costo que el transmisor de 5 Watts

- Su construcción presenta mayor complejidad ya que es necesario añadirle otras etapas para mejorar la calidad de transmisión de la señal de audiofrecuencia .
- Para mejorar la señal de audiofrecuencia que se va a transmitir se debe añadir las etapas del generador estéreo y limitador compresor.
- Su respuesta de frecuencia es menor con respecto al anterior transmisor

### **3.1.2 Estudio de Ecuallizadores**

Como se estudio anteriormente el sonido es la materia prima con la que se trabaja en las radiocomunicaciones específicamente en las radioemisoras que emiten voz o música, por lo tanto el objetivo al transmitir este tipo de señales es que estas sean captadas por los receptores con la mayor calidad posible, por lo cual se ha visto conveniente construir un ecualizador tomando en cuenta las siguientes posibilidades.

#### **A.- ECUALIZADOR DE 6 VIAS**

#### **B.- ECUALIZADOR DE 4 VIAS**

De estas dos alternativas se escogerá aquella que se ajuste a las necesidades del proyecto y permita cumplir con la finalidad de enviar una señal de audio con calidad.

#### **3.1.2.1 Características**

##### **A.- CARACTERISTICAS TÉCNICAS ECUALIZADOR DE 6 VIAS**

- Ecuallización de señales mono de audio.

- Para ecualizar señales estereofónicas se requerirán dos placas utilizando potenciómetros dobles.
- La alimentación se realiza con una tensión estabilizada de +/-15 Vcc, siendo el consumo menor a 100 mA.
- Frecuencias de corte

P1 .....	12 Khz
P2 .....	4 Khz
P3 .....	2 Khz
P4.....	500 Hz
P5.....	125 Hz
P6.....	60 Hz

#### B.- CARACTERISTICAS TÉCNICAS ECUALIZADOR DE 4 VIAS

- Ecualización de señales monoaurales de audio.
- Alimentación: 12 Vcc 50 mA y su consumo es muy bajo
- La amplificación de cada potenciómetro al máximo es de +10db y la atenuación con el potenciómetro al mínimo es de -10db.
- En su posición media es de 0 db.
- Gammas de frecuencia:

Potenciómetro R4.....	30 A 160 Hz
Potenciómetro R6.....	160 A 800 Hz
Potenciómetro R8.....	800 A 4000 Hz
Potenciómetro R10.....	4000 A 20000 Hz

### 3.1.2.2 Ventajas

#### A.- ECUALIZADOR DE 6 VIAS

- Bajo consumo de corriente.
- Baja corriente de polarización.
- Trabaja con un voltaje estable de  $\pm 15$  voltios.
- El uso del integrado LM 349 permite dar protección contra cortocircuitos a la salida de la señal.
- Bajo costo de construcción
- Se lo puede hacer estereofónico añadiéndole otra etapa de las mismas características.
- Por ser un ecualizador grafico nos permite atenuar o amplificar la señal.
- Tiene 6 vías para ecualizar, con separaciones de una octava en el primer potenciómetro, dos octavas en el segundo y tercer potenciómetro , finalmente de una octava el cuarto, quinto y sexto potenciómetro.

#### B.- ECUALIZADOR DE 4 VIAS

- Cubre todo el espectro de frecuencias audibles.
- Permite corregir las diferencias entre los canales derecho e izquierdo por los controles de volumen que posee.
- Permite ecualizar la señal de audio en todos los valores del espectro audible
- Bajo consumo de corriente
- Bajo costo de construcción

- Se lo puede hacer estereofónico complementándolo con otro canal
- Es un ecualizador gráfico que permite atenuar o amplificar la banda de frecuencia sobre la que actúa.

### **3.1.2.3 Desventajas**

#### **A.- ECUALIZADOR DE 6 VIAS**

- Aunque tiene 6 vías para la ecualización de la señal no cubre todo el espectro de frecuencias de audio .
- No tiene un control de volumen que permita adecuar las diferencias sonoras entre los canales en caso de ser estereofónico.
- Su construcción presenta mayor complejidad.
- Su costo es mayor en comparación al ecualizador de cuatro vías.

#### **B.- ECUALIZADOR DE 4 VIAS**

- El ecualizador de cuatro vías trabaja con dos voltajes por lo cual es necesario construir una fuente interna que permita obtener estos dos valores de tensión.
- Tiene menos vías para la ecualización de la señal de audiofrecuencia
- Es un ecualizador gráfico simple que ecualiza cada dos octavas lo que indica que es de menor calidad.
- Por ser un ecualizador gráfico no es posible regular los parámetros (frecuencia central, ancho de banda y ganancia) que permitan encontrar en la curva de

respuesta de la señal con la que se está trabajando, el problema y actuar sobre el directamente.

### **3.1.3 Estudio de mezcladores**

En la radioemisora uno de los elementos de mayor importancia para su implementación son los mezcladores, ya que permiten combinar señales de audio obtenidas de diferentes fuentes. Por este motivo se ha decidido dotar a la emisora de uno de estos equipos, para lo cual se realizará un estudio de los siguientes mezcladores de audio:

#### **A.- MEZCLADOR DE MICROFONOS**

#### **B.- MEZCLADOR DE CINCO ENTRADAS ESTEREO**

De estas dos opciones se elegirá aquella que cumpla con las características técnicas necesarias para poder ser implementado en la emisora

#### **3.1.3.1 Características**

##### **A.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MEZCLADOR DE MICRÓFONOS**

- Este modelo permite mezclar hasta cuatro señales provenientes de micrófonos de baja impedancia.
- La alimentación de la placa es de  $\pm 3 V_{cc}$ ,
- Las entradas son balanceadas

## **B.- CARACTERISTICAS TÉCNICAS MEZCLADOR DE CINCO ENTRADAS ESTEREO**

- Este circuito es capaz de mezclar un número de 5 señales estereofónicas no preamplificadas que podrán ser extraídas directamente de diferentes fuentes de audio
- El amplificador posee una ganancia de aproximadamente 7 veces.
- Para alimentar todo el circuito, podrá utilizarse una tensión continua de un valor comprendido entre 10 y 30 Vcc.

### **3.1.2.2 Ventajas**

#### **A.- MEZCLADOR DE MICRÓFONOS**

- Puede trabajar con señales no preamplificadas
- Tiene un consumo bajo de energía por lo que se pueden utilizar pilas para su funcionamiento
- Por ser sus entradas balanceadas, permite utilizar largos cableados sin problemas de ruidos.

#### **B.- MEZCLADOR DE CINCO ENTRADAS ESTEREO**

- Por trabajar con el amplificador operacional J-FET TL081 le proporciona ventajas como : Bajo consumo de potencia, protección contra cortocircuitos a la salida. alta

velocidad de exploración, alta impedancia de entrada , compensación interna de frecuencia y baja corriente de polarización.

- Tiene mayor cantidad de entradas por lo cual se puede utilizar mayor número de fuentes de audio
- Permite controlar individualmente el nivel de señal de audio .

### **3.1.3.3 Desventajas**

#### **A .- MEZCLADOR DE MICRÓFONOS**

- Permite trabajar con solo cuatro entradas.
- Trabaja únicamente con señales de baja impedancia.
- Su utilización es limitada a los micrófonos.

#### **B.- MEZCLADOR DE CINCO ENTRADAS**

- Su construcción presenta mayor dificultad con respecto a la anterior.
- Su costo es mayor
- Para hacerlo estereofónico es necesario aumentarle otra etapa similar.
- Trabaja solamente con señales de audio preamplificadas.

## **3.2 Evaluación de alternativas**

### **3.2.1 Selección del transmisor**

Se ha escogido elaborar el circuito transmisor FM con PLL de 1 watt debido a que ofrece varias ventajas, tales como cobertura, potencia, estabilidad de las frecuencias,

capacidad para programar las frecuencias, y facilidad para hacerse estereofónico, lo que lo hace el más óptimo para el presente proyecto.

### **3.2.2 Selección del ecualizador**

Se ha elegido elaborar el circuito del ecualizador de cuatro vías, aunque este presente menos vías de ecualización que el anterior y su calidad sea menor debido a la separación de sus octavas de frecuencia, pero en cambio este circuito proporciona una serie de ventajas afines al objetivo del proyecto tales como: ecualiza la señal de audio cada dos octavas, abarcando todo el espectro de frecuencias audibles, corrige las diferencias entre los canales izquierdo y derecho ya que en su diseño presenta un control de volumen para cada canal, la facilidad de adquirir los materiales a bajo costo para su construcción.

### **3.2.3 Selección del mezclador**

Dentro de la serie de mezcladores que se puede encontrar en el mercado el que más se ajusta a las necesidades de este proyecto es el mezclador de cinco entradas que permite : trabajar con señales de audio monofónicas o estereofónicas, controlar la amplificación o atenuación de cada uno de los canales que se este trabajando, permite adecuar la señal de salida en cada canal con un control de volumen individual, permite seleccionar la fuente de audio con la que se va ha trabajar o utilizar varias fuentes de audio al mismo tiempo, además cabe indicar su facilidad de construcción y el bajo costo de sus componentes.

## CAPITULO IV

### REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

#### 4.1 Requerimientos técnicos del transmisor de 1 watt con PLL

##### 4.1.1 Descripción técnica del transmisor

Esta es una unidad profesional, especialmente diseñada para cubrir la banda de frecuencias comprendidas entre 87.5 MHz y 108 MHz. Utiliza tecnología digital para la síntesis de frecuencias controlada por PLL, lo que proporciona una muy alta estabilidad de frecuencia a una potencia máxima de 1 Watt

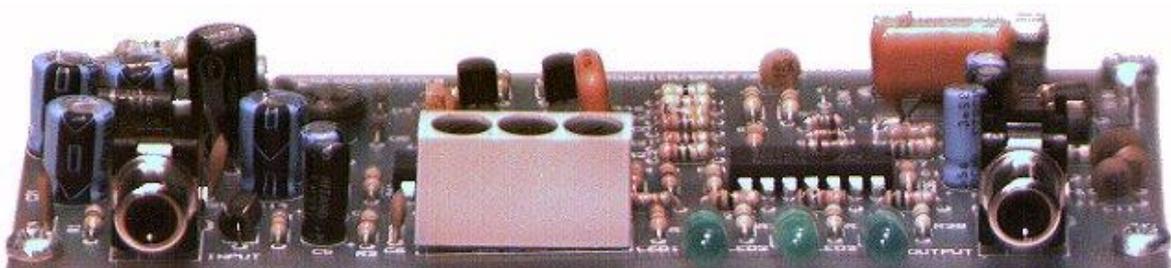
Las frecuencias de transmisión pueden ser programadas mediante un conjunto de interruptores, ubicados en el interior de la unidad, las que permiten un espaciamiento entre canales de 100 kHz.. Provee una alta calidad de señal con respuesta plana de frecuencia desde 20 Hz hasta 15 kHz, con una relación de señal a ruido mejor que 75 dB, lo que garantiza una excelente nitidez para las más diversas fuentes de señales de audio.

El transmisor completo se aloja en una caja metálica y consta básicamente de cuatro unidades: Oscilador modulado en frecuencia , amplificador de 1 Wat , Divisor Digital Programable con el PLL . Todas estas etapas van montadas en una sola placa, en su panel frontal incorpora indicadores de tipo LED para señalar que el transmisor se encuentra activo, enclavado en la frecuencia programada.

Para mejorar la calidad de la señal de audio que ingresa al transmisor es necesario añadirle dos etapas adicionales como son : la generación estereo y la limitación de la amplitud de la señal.

La obtención de la señal estereo se realizara a través de un generador estereo en el cual ingresan separadamente los canales de audio estéreo (izquierdo y derecho y combina estas para transformarlas en una sola señal de salida estéreo, la cual se conecta en la entrada de audio del transmisor monaural. Esta señal única se llama múltiplex, la cual es recibida por los receptores de FM como señal estéreo encendiendo la luz piloto de este mediante un tono de 19 KHz, sincronizando el decodificador estéreo del receptor, obteniendo los canales izquierdo y derecho por separado.

En todo sistema de sonido de radioemisoras el nivel de audio debe estar controlado para que no se produzca sobremodulación, la cual causa distorsión de audio y emisiones espurias en el espectro de RF. La tendencia actual es que se transmita un audio constante optimizado 100%, esto le brinda al radio escucha un volumen constante, para que así no se tenga que retocar el control de volumen del receptor. El compresor limitador esta diseñado para mantener la modulación a un 100% sin producir sobremodulaciones en una emisión de FM.



**Figura 4.1** limitador compresor

#### 4.1.2 Elementos del circuito transmisor

Los elementos utilizados en el transmisor se detallan a continuación y su ubicación en la placa para su soldadura se pueden observar en el anexo A.

##### Resistencias

R1	47R	Amarillo morado negro
R2	27K	Rojo morado naranja
R3	8K2	Gris rojo rojo
R4	10K	Café negro naranja
R5	3K3	Naranja naranja rojo
R6	100K	Café negro amarillo
R7	6K8	Azul gris rojo
RS	3K3	Naranja naranja rojo
R9	3K3	Naranja naranja rojo
R10	120R	Café rojo café
R11	120R	Café rojo café
R12	68K	Azul gris naranja
R13	68K	Azul gris naranja
R14	22K	Rojo rojo naranja
R15	15K	Café verde naranja
R16	150R	Negro verde café
R17	330R	Naranja naranja café
R18	22K	Rojo rojo naranja

R19	15K	Café verde naranjo
R20	150R	Negro verde café
R21	330R	Naranjo naranja café
R22	120R	Café rojo café
R23	22R	Rojo rojo negro
R24	6K8	Azul gris rojo
R25	33R	Naranja naranja negro
R26	4K7	Amarillo morado rojo
R27	33R	Naranja naranja negro
R2S	150R	Negro verde café
R29	1K5	Rojo verde rojo
R30	270R	púrpura roja oro castaño
R31	22R	oro del negro rojo rojo
R32	1K	Café negro rojo
R;3	1K5	Café verde rojo
R34	1K5	Café verde rojo
R35	1K5	Café verde rojo
R36	1K5	Café verde rojo
R37	1K5	Café verde rojo
R38	1K5	Café verde rojo
R59	1K5	Café verde rojo
R40	1K5	Café verde rojo
R41	1K5	Café verde rojo
R42	1K5	Café verde rojo
R43	1K5	Café verde rojo

R44	1K5	Café verde rojo
R45	1K5	Café verde rojo
R46	1K5	Café verde rojo
R47	1K5	Café verde rojo
R48	1K5	Café verde rojo
R49	470R	Amarillo morado café
R50	100K	Café negro amarillo
R51	1K5	Café verde rojo
R52	4K7	Amarillo morado rojo
R53	1K5	Café verde rojo
R54	10K	Café negro naranja
R.55	22K	Rojo rojo naranja
R56	1K5	Café verde rojo
R57	5K6	Verde azul rojo
R58	12K	Café rojo naranja
R59	12K	Café rojo naranja
R60	47K	Amarillo morado naranja
R61	5K6	Verde azul rojo
R62	2K2	Rojo rojo rojo
R63	270R	Rojo morado negro
R64	560R	Verde azul café
R65	33R	Naranja naranja negro
R66	56R	Verde azul negro
R67	15R	Café verde negro

## **Puentes**

PUENTE	OR	Raya negra

## **Capacitores**

C1	100p	101J
C2	1n8	182
C3	100p	101J

C6	68p	68J
C7	68p	68J
C8	22p	22J
C9	15p	15J
C10	1n	102
C11	1n	102
C12	15p	15J
C13	15p	15J
C14	22p	22J
C15	1n	102
C16	22p	22J
C17	1n	102
C18	1n	102
C19	10n	103
C20	33p	33J
C21	10n	103
C22	1n	102
C23*	220u	220uF16V
C24	1n	102
C25	47p	47J
C26 *	47u	47uF 16V
C27	47p	47J
C28	100p	101J
C29	1n	102
C30	10n	103

C31	1n	102
C32	10p	10J
C33	47p	47J
C34	22p	22J
C35	1p8	1.8C
C36	1p8	1.8C
C37	1n	102
C38	100n	u1K63 / 100nK 63
C39*	220u	220uF16V
C40	10n	103
C41	10n	103
C42	10n	103
C43	1n	102
C44	100n	u1K63 / 100nK 63
C45	100n	u1K63 / 100nK 63
C46	100n	u1K63 / 100nK 63
C47	100n	u1K63 / 100nK63
C48	100n	u1K63 / 100nK63
C49	100n	u1K63 / 100nK63
C50	100n	u1K63 / 100nK63
C51	1n	102
C52	100p	101J
C53	33p	33J
C54	220n	U22K63 / 220nK 63 rojo
C55	100n	u1K63 / 100nK63

C56	10n	10nK63 / 10nK 100 blanco
C57	220n	U22K63 / 220nK 63 rojo
C58	4n7	4n7K63 / 4n7K100 amarillo
C59	10n	103
C60*	220u	220uF16V
C61 *	220u	220uF 16V
C62	10pF	10J
C63	1uF	1uF63V
C64	1uF	1uF63V

### **Semiconductores**

TR1 *	BC558	C558
TR2 *	BF494	494
TR3 *	BF494	494
TR4 *	BF494	494
TR5 *	BF494	494
TR6 *	2N4427	2N4427
TR7 *	2N4427	2N4427
TR8 *	BC548	C548
TR9 *	BC558	C558
TR10*	BC548	C548
TR11 *	BC548	C548
VC1	40p	Condensador Inconstante púrpura
VC2	65p	Condensador Inconstante amarillo

VC3	65p	Condensador Inconstante amarillo
VR1	10K	10K Resistencia inconstante
VCD1	KV1310	310
IC1 *	74ALS74	74ALS74
IC2 *	74LS193	74LS193
IC3 *	74LS193	74LS193
IC4*	74LS193	74LS193
IC5 •	74LS76	74LS76
IC6 *	74LS86	74LS86
IC7 *	4060B	4060B
IC8 •	7805	7805
DI *	1N4001	4001
D2 *	1N4148	4148
D3 *	1N4148	4148
D4 •	1N4148	4148
D5 •	1N4148	4148
D6*	1N4148	4148
D7*	1N4148	4148
ZD1 *	7V5	7V5 mancha blanca
ZD2 *	7V5	7V5 mancha blanca
ZD3 *	7V5	7V5 mancha blanca
LED1 *	5mm Amarillo	
LED2 *	5mm Verde	
LED3 *	5mm Rojo	

## Inductancias

L1	6 x 2 rollo del giro 6mm i.d.
L2	4 rollo del giro 6mm i.d. mancha blanca.
L3	4 rollo del giro 5mm i.d.
L4	4 rollo del giro 5mm i.d.
L5	6 rollo del giro 6mm i.d.
L6	6 rollo del giro 6mm i.d.
L7	5 giro el rollo pequeño
L8	8 giro el rollo pequeño
XTAL1	6.4MHz xtal 6.40000
SW1 *	6 Interruptores
SW2 *	6 Interruptores
FB1	1 vuelta de ferrita
FB2	5 vueltas de ferrita
FB3	5 vueltas de ferrita
SKT1	PCB Phono Enchufe
SKT2	SO-239 con Nueces, Saetas y Lavanderas
2 x los Alfileres Terminales	
2 x Empujón en Heatsinks Negro	
1 x PLL PCB	

Los elementos utilizados en la elaboración de las etapas del generador estereo y limitador compresor son detallados en la siguiente lista y su ubicación en las baquelitas para proceder a soldarlas, se pueden ver en los anexos B y C respectivamente.

## GENERADOR ESTEREO

### Resistencias

R1	47	amarillo morado negro
R2	47	amarillo morado negro
R3	4.7K	amarillo morado rojo
R4	4.7K	amarillo morado rojo
R5	4.7K	amarillo morado rojo
R6	4.7K	amarillo morado rojo
R7	4.7R	amarillo morado rojo
R8	47K	amarillo morado naranja
R9	100k	Café negro amarillo
R10	100k	Café negro amarillo
R11	1M	café negro verde
R12	1M	café negro verde
R13	27K	Rojo morado naranja
R14	27K	Rojo morado naranja
R15	1K	Rojo morado naranja
R16	4.7K	amarillo morado rojo
R17	4.7K	amarillo morado rojo
R18	4.7K	amarillo morado rojo
R19	47K	amarillo morado rojo
R20	27K	Rojo morado naranja
R21	100K	Café negro café
R23	100K	Café negro amarillo

R22	100K	Café negro café
R24	4.7K	amarillo morado rojo
R25	4.7K	amarillo morado rojo
R26	4.7K	amarillo morado rojo
R27	4.7K	amarillo morado rojo
R28	47R	amarillo morado negro
R29	47R	amarillo morado negro

### Capacitores

C1	100 pF	101
C2	100pF	101 3 x Enchufe phono
C3 *	10 uF	10uF16v
C4*	10 uF	10uF16v
C5	1 nF	102
C6	1 nF	102
C7	100pF	101
C8	100pF	101
C9*	47 uP	47uF16v
C10	100 pF	101
C11	68 pF	68
C12	1 nF	102
C13	1 nF	102
C14	100 nF	100K 100
C15	1.8 nF	182
C16	100 pF	101

C17	33 pF	33
C18	1.8nF	182
C19	1 nF	102
C20	10 uF	10 uF 16v ,
C21	220pF	221
C22	1.8nF	182
C23	220pF	221

### **Semiconductores**

VR1	10K	resistencia variable
VR2	10 K	resistencia variable
XTAL	4.864 MHz	
ESLABON	OR	1 franja negra
IC1 *	4060	4060B 16pines
IC2 *	4013	4013B 14pines
IC3 *	4016	4016B 14pines
IC4 *	TL074	TL074 14 pines

### **LIMITADOR – COMPRESOR**

#### **Resistencias**

R1	47R	Amarillo morado negro
R2	370K	Rojo morado amarillo
R3	27K	Rojo morado naranja
R4	3K9	Naranja blanco rojo

R5	3K9	Naranja blanco rojo
R6	10K	Cafe negro naranja
R7	1K	Café negro rojo
R8	IK	Cafe negro rojo
R9	56K	Verde azul naranja
R10	2K2	Rojo raju rojo
R1 1	3K3	Naranja naranja rojo
R12	100K	Cafe negro amarillo
R13	47K	Amarillo morado negro
fi14	47K	Amarillo morado
R15	39K	Naranja blanco naranja
R16	4K7	Amarillo morado rojo
R17	4K7	Amarillo morado rojo
R18	68K	Azul gris negro
R19	47K	Amarillo morado negro
R20	47K	Amarillo morado negro
R21	270K0	Rojo morado cafe
R22	4K7	Amarillo morado rojo
R23	4K7	Amarillo morado rojo
R24	4K7	Amarillo morado rojo
R25	270R	Rojo morado cafe
R26	33K	Naranja naranja naranja
R27	1K5	Cafe verde rojo
R28	680K	Azul gris amarillo
R29	2M	Roja negro verde

R30	1 K	Cafe negro rojo
R31	1K	Cafe negro rojo
R32	4K7	Amarillo morado rojo
R33	1K5	Cafe verde rojo
R34	2k2	Rojo rojo rojo
R35	39K	Naranja blanco naranja
R36	680R	Azul gris cafe
R37	680R	Azul gris cafe
R38	680R	Azul gris cafe
R39	22K	Rojo rojo naranja
R40	10K	Cafe negro naranja
R41	1K	Cafe negro roja
R42	100K	Cafe negro amarillo
R43	3K&	Naranja blanco rojo
R44	2K2	Rojo rojo rojo
R45	33R	Naranja naranja negro
R46	4K7	Amarillo morado rojo

### **Capacitores**

C1	1n	102
C2	1n	102
C3	220 uF	220uF 1GV
C4	100 p	101 J
C5	1u	1uF63V

C6	1n8	182
C7	10u	10uF16V
C8	100p	101J
C9	100n	100K100
C10	10u	10uF16V
C11	10 n	103
C12	100p	101J
C13	1n	102
C14	220u	220uF 16V
C15	1n	102
C15	1n	102
C17	680n	680K 100
C18	10u	10uF16V
C19*	1u	1uF63V
C20	100p	101J
C21	220u	220uF 18V
C22	1000u	1000uF 6.3V
C23	1n	102
C24	220u	220uF 16V
VR1	2K2	Potenciómetro Trimmer

### **Semiconductores**

D1	1N5402	5402
D2	1N4148	4148

D3	1N4148	4148	
D4	1N4148	4148	
D5	1N4148	4148	
ZD1* 9V1	1N5346		Zener 9,1V 1 Wat
LED1	Led 5mm amarillo		
LED2	Led 5mm verde		
LED3	Led 5mm rojo		
TR1	BC548	548C	
TR2	BC548	548 C	
TR3	2N3819	3819	
IC1	TL074	TL074	
IC2	TL074	TL074	
FB1	2 vueltas		
FB2	2vueltas		
FB3	2vueltas		
FB4	2 vueltas		
1 x15KHz	Filtro paso bajo		
2 x PCB	Jack RCA		
2 porta fusible chasis			
1 x fusible 1 A			
2 x Terminal Pin			

## 4.2 Requerimientos técnicos del ecualizador

### 4.2.1 Descripción técnica del ecualizador

El Ecualizador de cuatro vías al recibir la señal de BF de entrada se aplicará a los extremos del potenciómetro R1, el cual desarrolla la función de control de volumen. Este permite corregir posibles diferencias sonoras entre los canales derecho e izquierdo y adecuará el nivel de la señal a las características del ecualizador.

Del cursor del potenciómetro pasando a través de C1 y R2, la señal llegará a la entrada (terminal 2) de un amplificador j-fet del tipo TL082 (IC1A) empleado exclusivamente como paso separador de ganancia unidad. En otras palabras, la señal de BF que encontraremos a la salida de dicho amplificador (terminal 1) tendrá la misma amplitud que la que aparece en el cursor de R1. Desde esta salida la señal de BF se aplicará en la entrada de 4 filtros (constituidos por IC2A, IC2B, IC3A, IC3B) cada uno de los cuales está diseñado para acentuar o atenuar una determinada gama de las frecuencias de la banda de audio.

Como se puede observar, todos los componentes de éstos filtros son casi idénticos entre sí y la única diferencia entre ellos es el valor de los dos condensadores de entrada. Naturalmente, cuanto más elevado es el valor de dichos condensadores, más baja será la gama de frecuencias sobre la que actúa el filtro, por lo tanto el constituido por IC2A, con un condensador de 330 nF (C3) y uno de 22 nF(C7) será el que actuará en la gama de frecuencias más bajas, 30 Hz aproximadamente. El siguiente filtro constituido por IC2B, actuará desde un mínimo de 160 Hz hasta un máximo de alrededor de 800 Hz. Después se

encuentra el filtro constituido por IC3A, el cual podrá intervenir en la gama de frecuencias comprendida entre 800 Hz y 4 KHz.

Por último contamos con el filtro formado por IC3B, el cual actuará en la gama comprendida entre 4 y 20 KHz (agudos). Las señales disponibles en las salidas de cada uno de estos filtros se llevan a través de R24, R25, R26 y R27 a la entrada del operacional IC1B, el cual, desarrolla la función de mezclador de salida. En la salida de IC1B (terminal 7), tendremos la señal de BF ya ecualizada que se podrá enviar al transmisor.

#### **4.2.2 Elementos del circuito**

##### **Resistencias**

R1=R4=R6=R8=R10=Potenciómetro 22 Kohms logarítmico

R2=R3=47 Kohms (Amarillo-Violeta-Naranja)

R5=R7=R9=R11=1,2 Kohms (Marrón-Rojo-Rojo)

R12=R13=R14=R15=56 Kohms (Verde-Azul-Naranja)

R16=R17=R18=R19=1 Kohm (Marrón-Negro-Rojo)

R20=R21=R22=R23=33 Kohms (Naranja-Naranja-Naranja)

R24=R25=R26=R27=22 Kohms (Rojo-Rojo-Naranja)

R28=6,8 Kohms (Azul-Gris-Rojo)

R29=100 Kohms (Marrón-Negro-Amarillo)

R30=330 Ohms (Naranja-Naranja-Marrón)

## **Capacitores**

C1=C13=1  $\mu$ F 25V (Electrolítico)

C2=C4=C8=C11=C12=47 nF (Cerámico)

C3=330 nF (Cerámico)

C5=10 nF (Cerámico)

C6=2,2 nF (Cerámico)

C7=22 nF (Cerámico)

C9=680 pF (Cerámico)

C10=68 pF (Cerámico)

C14=470  $\mu$ F 35V (Electrolítico)

C15=100  $\mu$ F 35V (Electrolítico)

## **Semiconductores**

DS1=1N4007

DZ1=Diodo Zener 6,2V 1W

IC1=IC2=IC3=TL082 / TL072

## **4.3 Requerimientos técnicos del mezclador**

### **4.3.1 Descripción técnica del mezclador**

Este mezclador de cinco entradas estéreo utiliza un amplificador operacional con entrada JFET tipo TL081 cuyas principales características son:

- Bajo consumo de potencia.
- Protección contra cortocircuitos a la salida.
- Alta velocidad de exploración.
- Muy alta impedancia de entrada (10 12 ohms)
- Compensación interna de frecuencia.
- Baja corriente de polarización.

En este circuito el amplificador operacional se utiliza como sumador y amplificador de tensión de ganancia fija (aproximadamente 7 veces). Cada entrada tiene su control de nivel independiente o sea que a una entrada se le puede proporcionar mas realce que a las restantes si así se desea. Las entradas se conectan a través de R6 (a R10) y C1 (a C5) con la entrada inversora se encuentra a una tensión fija determinada por el divisor resistivo compuesto por R11 y R12.

La salida de este dispositivo se conecta a través de R14 y el capacitor de acoplamiento C10 (R13 es la resistencia de realimentación). C7 le da estabilidad al sistema y C6 se utiliza para desacoplar la fuente de alimentación.

#### **4.3.2 Elementos del circuito**

##### **Resistencias**

R1 a R5 Potenciómetros 22 Kohms Logarítmico

R6 a R10= 47 Kohms (Amarillo-Violeta-Naranja)

R11=R12=10 Kohms (Marrón-Negro-Naranja)

R13=330 Kohms (Naranja-Naranja-Amarillo)

R14=220 Kohms (Rojo-Rojo-Amarillo)

### **Capacitores**

C1 a C5=1  $\mu$ F 63 V (Electrolítico)

C6=100 nF (Cerámico)

C7=10  $\mu$ F 63 V (Electrolítico)

C8=C10=1  $\mu$ F 63 V (Electrolítico)

C9=4,7 pF (Cerámico)

### **Semiconductor**

IC1=TL081

## **CAPITULO V**

### **CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN**

#### **5.1 Construcción e implementación del transmisor**

##### **5.1.1 Construcción del transmisor FM**

Para la construcción del equipo emisor se ha escogido el kit completo de la marca Verónica , el cual consta de un transmisor, un generador estereo y dos limitadores compresores. Antes de empezar su construcción se revisa el diagrama esquemático del circuito ( ver anexo F ) para proceder a su ensamblaje, para esto el mencionado kit posee un circuito impreso en baquelita, en el cual vienen indicados todos los elementos electrónicos, para su fácil montaje.

Los elementos básicos utilizados para el armaje del circuito son un cautín, pasta de soldar y estaño. Con el cautín se calienta el estaño, el cual se torna líquido, se aplica sobre el elemento a soldar y posteriormente se solidifica. Una vez realizado el armado del circuito el siguiente paso es revisar la continuidad y posibles cortocircuitos.

##### **5.1.2 Implementación del transmisor**

Realizada ya la soldadura de los elementos electrónicos del circuito, el siguiente paso a seguir es la construcción del chasis dentro del cual se colocará la placa. Para la

construcción de esta carcasa se debe tomar en cuenta las dimensiones de las placas, así como también de elementos tales como potenciómetros, leds, entradas de audio, los cuales deben ir en la parte exterior del chasis.

Una vez realizada la carcasa del circuito se procede al ensamblaje de las placas, se instala el cable de alimentación, se aplica 13.8 Vcd y se verifica su correcto funcionamiento.

Como paso final a la implementación del transmisor debemos elegir la frecuencia en la cual trabajará el emisor de FM para lo cual debemos tener en cuenta los siguientes aspectos:

- No interferir con otras radioemisoras comerciales de FM
- Procurar que se encuentre en el centro del dial para su fácil localización
- Encontrar un canal que no ocasione interferencias a estaciones que se hallan operando con anterioridad no solo es una obligación ética, sino algo beneficiara la calidad de la transmisión.

Para elegir la frecuencia que permita obtener la mayor calidad posible en la transmisión se siguió el siguiente procedimiento:

- Se obtuvo un receptor con indicador digital que permite lecturas precisas de las frecuencias a verificar.
- Es conveniente comparar entre varios receptores pues su sensibilidad suele variar significativamente. Se Utilizo el más sensible que se pudo obtener.

- Se sitúa primeramente en un lugar despejado cerca de las inmediaciones donde esta emplazada la antena trasmisora con el receptor
- Se sintoniza las frecuencias escuchando el grado de calidad de la señal en cada canal, para establecer si se encuentra ocupado con una señal fuerte o caso contrario esta desocupado.
- Una vez encontrado un canal despejado se verifica que sus canales adyacentes no tengan una señal fuerte que pueda interferir en la transmisión.
- Finalmente, si se encuentra un canal libre y que sus canales adyacentes tengan una baja señal o también se encuentren desocupados es la mejor opción para transmitir .

Siguiendo este procedimiento se pudo ubicar la frecuencia 95.3 MHz que cumple con las características antes mencionadas y permite dejar listo el transmisor para ser utilizado en las emisiones de prueba.

## **5.2 Construcción e implementación del ecualizador**

### **5.2.1 Construcción del ecualizador**

Para la elaboración de cualquier tipo de circuitos es necesario tener conocimientos básicos de taller electrónico. Para la construcción del ecualizador se ha escogido utilizar una placa de baquelita, en la cual estarán ubicados los elementos electrónicos.

Para elaborar el circuito impreso, primeramente se realiza el diagrama esquemático del ecualizador, con sus respectivas dimensiones y terminales de alimentación, para esto se necesita la ayuda de programas de paquetes electrónicos tal como Eagle 4.0 .

Las conexiones eléctricas se las realiza a través de pistas e islas, las cuales deben ser lo suficientemente anchas para facilitar el trabajo de taladrado y soldadura. El diseño del impreso se lo realizará utilizando la técnica de lazo cerrado que consiste en eliminar una porción de cobre que no es necesario.

Una vez realizado este proceso se procede a la impresión del circuito utilizando una técnica serigráfica que consiste básicamente en elaborar un tamiz que contiene emulsión sensible a la luz, sobre el cual se ubica el circuito impreso a tinta negra, luego se procede a exponer a luz ultravioleta la cual revelara la parte que no esta protegida por el impreso, después se lava el tamiz con agua, de esta manera se obtiene el impreso del circuito

Para trasladar este impreso a la baquelita se elimina la suciedad e impurezas del lado donde se encuentra el cobre, luego colocamos el tamiz sobre la placa y con una espátula se esparce laca Litográfica sobre las pistas e islas.

Una vez realizado este proceso se retira el tamiz y queda sobre la placa el impreso del circuito, seguidamente se somete a la acción de un ácido,(generalmente cloruro férrico o ácido clorhídrico) que elimina el cobre no deseado y deja las pistas que estaban protegidas.

Realizado ya el impreso del circuito, se coloca los elementos electrónicos teniendo en cuenta las especificaciones del diagrama esquemático (ver anexo G).

### **5.2.2 Implementación del ecualizador**

Realizado ya el impreso del circuito, el siguiente paso a seguir es la construcción del chasis dentro del cual se colocará la placa. Para la construcción de este chasis se debe tomar en cuenta las dimensiones de las placas, así como también de elementos tales como potenciómetros, leds, entradas de audio, los cuales deben ir en la parte exterior del chasis.

Una vez realizado el chasis se procede al montaje de las placas, se instala el cable de alimentación, se aplica voltaje y como último paso se verifica su correcto funcionamiento.

## **5.3 Construcción e implementación del mezclador**

### **5.3.1 Construcción del mezclador**

La construcción del mezclador consiste básicamente en el mismo proceso seguido para la construcción del ecualizador, pasando por la etapa del diseño esquemático, la elaboración del circuito impreso con sus respectivas pistas e islas, la fabricación del tamiz para su posterior proceso serigráfico y la eliminación del cobre no necesario en el circuito utilizando procesos químicos con ácido.

Igualmente el último paso es la colocación de los dispositivos electrónicos en la placa teniendo en cuenta el diseño esquemático del circuito ( ver anexo H) para su posterior prueba de funcionamiento.

### **5.3.2 Implementación del mezclador**

Para la implementación del mezclador de cinco entradas es necesario la elaboración del chasis respectivo el cual es fabricado de acuerdo a las dimensiones de la placa e igualmente teniendo en cuenta los elementos que tendrán que ir por la parte exterior del chasis, este último aspecto muy importante para el correcto funcionamiento del circuito.

El paso siguiente es el montaje de la placa en el chasis, se instala el cable de alimentación, se aplica voltaje y como último paso se verifica el correcto funcionamiento del circuito.

### **5.4 Implementación de la radioemisora**

Previo a la implementación de la radioemisora del proyecto se ha realizado un análisis de cada uno de los elementos que se utilizan para poder emitir una señal de radio con calidad para que sea captada por el público al que esta dirigida la radio.

Para implementar la radioemisora se utilizarán los equipos técnicos encargados de emitir (transmisor), optimizar (ecualizador) y controlar (mezclador) las señales de audio además se ubicará un local de instalación con las características necesarias que permitan producir y emitir un programa de radio.

#### **5.4.1 Estudio del lugar de instalación**

Un estudio de radio debe estar formado por una sala de locución y una de control las cuales se adaptaran en el laboratorio de comunicaciones. El mencionado laboratorio tiene una área de 72 metros cuadrados, posee dos mesas las cuales son aptas para la ubicación de equipos de comunicaciones por la facilidad de alcance a los conectores de las antenas instaladas y tomas de alimentación.

Es en este lugar donde se implementará la radioemisora procurando que el sitio donde se va a ubicar el locutor es decir la sala de locución este libre de todo ruido externo ya que las fuentes de audio como los micrófono son propensos a captar toda clase de sonido por mínimo que este sea .

La sala de control esta formada por el equipo completo de radiodifusión del presente proyecto que consta de un transmisor, un generador estereo, un limitador compresor, un ecualizador y un mezclador, ubicados en diferentes gabinetes metálicos con sus respectivos cables de alimentación a 13.8 voltios DC. y los cables conectores entre los diferentes equipos, los cuales serán ubicados en una de las mesas procurando alcanzar las máximas facilidades de operabilidad.

#### **5.4.2 Características de la antena**

La antena con la cual trabajará la radioemisora es una Logarítmica tipo Yagi, instalada en el Instituto Tecnológico superior Aeronáutico. Esta antena direccional es la más difundida en todas las bandas, esta compuestas por un elemento principal derivado de la antena dipolo y de varios elementos adicionales llamados parásitos, que reciben la energía por inducción del elemento principal y refuerzan su transmisión en el mismo sentido.

En las antenas direccionales tipo Yagi la señal se concentra en una sola dirección tanto de transmisión como de recepción. La antena logarítmica consta de un dipolo y unos elementos parásitos llamados director y reflector, que incrementan la ganancia de la antena en la dirección a la que esta orientada haciendo a la vez casi nula la recepción de señales fuera de este estrecho ángulo.

## CAPITULO VI

### PRUEBAS DE OPERABILIDAD Y EFICIENCIA.

#### 6.1 Pruebas en el transmisor.

Para realizar la prueba de funcionamiento en el transmisor, previamente se debe realizar un chequeo del circuito para encontrar posibles errores en el ensamblaje. Una vez realizado este chequeo preventivo se procede a conectar el transmisor a un cortapicos y este a su vez se encuentra alimentado por una fuente de voltaje que suministra 13.8 Vdc. Es con este voltaje que trabajarán todos los demás circuitos.

**PRECAUCION :** Nunca encienda el circuito transmisor sin antes estar conectado a una antena, debido a que la potencia generada no tiene por donde salir al exterior, generándose daños internos.

Una vez conectada la fuente de alimentación, el siguiente paso es conectar la antena y encender el interruptor, el cual emitirá una luz roja que indicará que el circuito esta siendo alimentado.

Adicionalmente el transmisor posee tres luces indicadoras; una roja, una amarilla y una verde. Cuando el circuito es alimentado, la luz roja y amarilla se encienden; luego la luz amarilla baja de intensidad mientras la roja comienza a titilar; esto significa que el circuito se esta enganchando a la frecuencia programada; por último la luz verde se

enciende, la luz roja se apaga y la amarilla vuelve a su intensidad normal; indicando que el circuito se encuentra enganchado y listo para transmitir. Para comprobar el correcto funcionamiento del transmisor se necesita la ayuda de un radio receptor en el cual se podrán escuchar las emisiones producidas por el transmisor.

Otra parte constitutiva del equipo transmisor es el generador estereo. Para comprobar su correcto funcionamiento, primeramente se conecta el cable de alimentación al cortapicos y se enciende el interruptor el cual nos indicará que el circuito esta siendo alimentado, luego se verifica su funcionamiento a través del display de un radio receptor, el cual estará encendido la indicación de estereo ST lo que indicará que el circuito esta produciendo la señal estereo.

Por último el siguiente circuito parte del equipo transmisor es el limitador compresor, el cual posee tres luces indicadoras: una verde, una roja y una amarilla. Al alimentar el circuito, se enciende la luz del interruptor, así como también las tres luces indicadoras, mostrando que el circuito esta siendo alimentado, luego las tres luces se apagan. Cuando a través del circuito pasa una señal de audio, se encienden los leds amarillo y verde, lo que significa que el nivel de la señal es normal; pero si se aumenta la intensidad de la señal empieza a encenderse la luz roja; lo que significa que el nivel de la señal es demasiado alta, debiéndose bajar su intensidad.

## **6.2 Pruebas en el ecualizador.**

Para iniciar las pruebas de funcionamiento del ecualizador, primeramente realizamos un análisis externo del aparato, como se puede ver en el chasis, existen dos

entradas (IN) y dos salidas (OUT) por ser estereofónico, tiene 5 potenciómetros por canal de audio, un cable de alimentación, un switch.

Luego de efectuado este procedimiento se realiza la conexión del ecualizador a la fuente de poder, y las respectivas conexiones de fuente de audio para cada canal mediante cables de audio y conectores RCA. Una vez hecho esto encendemos el ecualizador a través de switch y enviamos una señal de audio por medio de cualquier fuente de audio disponible hacia el ecualizador, el cual estará conectado a un amplificador de potencia o al transmisor FM.

Para comenzar las pruebas primeramente se utilizó el amplificador de potencia del Auditorium del Instituto donde se verifica primero que exista paso de la señal de audio del ecualizador al amplificador para que la señal pueda ser escuchada por los parlantes, luego se prueba cada uno de los potenciómetros verificando si cada uno cumple con su función.

Posteriormente se utiliza el transmisor FM para emitir la señal de audio ecualizada, para lo cual utilizamos el generador estereo al cual llega la señal a través de los dos canales del ecualizador, donde es multiplexada y enviada al transmisor. Se sintoniza en cualquier receptor la frecuencia en la que está trabajando el transmisor y se comprueba si la señal de audio es ecualizada.

### **6.3 Pruebas en el mezclador.**

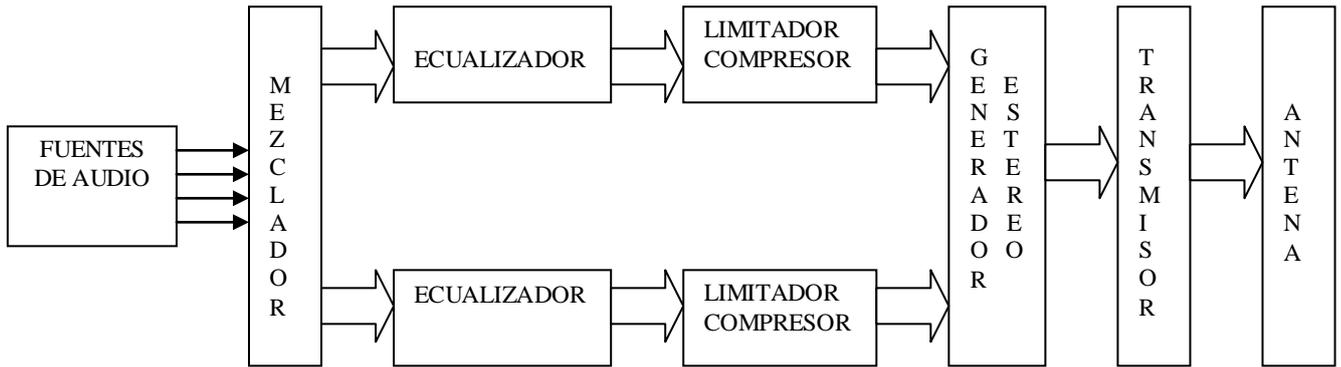
Como en los casos anteriores se realiza una observación externa del mezclador, encontrando que posee diez entradas (IN) cinco por cada canal, dos salidas (OUT), cinco potenciómetros por canal, su respectivo cable de alimentación y un interruptor.

Para empezar a probar el funcionamiento del mezclador primeramente se conecta la fuente de poder al aparato, luego se realiza la conexión por medio de los cables de audio al parlante de la PC que servirá como fuente de audio.

Una vez realizado este procedimiento se conectara las salidas del mezclador a un amplificador de potencia y al transmisor FM, buscando comprobar el paso de la señal de audio a través del mezclador utilizando una sola fuente de audio, verificado el paso de la señal se procede a aumentar las fuentes de audio para el mezclador empleando en este caso un micrófono con señal preamplificada, una grabadora y la PC, con estas tres fuentes de audio conectadas al mezclador se puede comprobar el control de nivel para cada entrada por medio de los potenciómetros elevando o reduciendo el nivel de la señal.

#### **6.4 Pruebas de transmisión de la radioemisora.**

Antes de emitir nuestra primera señal se debe indicar que la Radioemisora del ITSA se clasificará como una estación pública específicamente como una radioemisora comunitaria que según la Ley Ecuatoriana de radiodifusión y televisión (Ver anexo J) son: **“ las destinadas al servicio colectivo, sin fines de lucro y no pueden cursar publicidad transmitirán programación cultural, educativa y asuntos de interés general, tales como conferencias de índole pedagógico, agrícola, industrial, económico, de desarrollo social, de servicio a la comunidad, de orientación al hogar, es decir que tales programas propicien su desarrollo socio-económico y cultural, el sano esparcimiento y los valores esenciales de nacionalidad, dentro de un ámbito de integración y solidaridad ciudadana.”**



**Figura 6.1** Diagrama de bloques de la radioemisora

Una vez aclarado el sistema en el cual trabajara la radioemisora y realizadas las pruebas en cada una de sus partes se procede a efectuar las primeras pruebas de transmisión, para lo cual realizamos un diagrama de bloques de la radioemisora en el cual se observa como va ubicado cada dispositivo dentro del sistema de radiodifusión. Para realizar la primera emisión se siguió los siguientes pasos

1. Se conectan los equipo como indica el diagrama de bloques, tomando en cuenta con las conexiones de audio en cada canal en caso de que las señal de audio sea estereofónica.
2. Se verifica en el transmisor la frecuencia programada por medio de las tablas de frecuencias (Ver anexo I).
3. Se sintoniza la frecuencia escogida en cualquier clase de receptor FM
4. Se envía la señal de audio a través de los dispositivos de la emisora utilizando diferentes fuentes de audio.
5. Comprobamos la señal de salida utilizando el receptor.

Una vez obtenida la señal de salida en el receptor se probara la utilidad del mezclador enviando música por medio de la grabadora y la PC además voz a través del micrófono .Se verificó la calidad de la señal utilizando el ecualizador, al mismo tiempo se realizan pruebas de alcance utilizando un receptor móvil comprobando la distancia real que puede cubrir la transmisión de la radioemisora y su calidad .

**Tabla 6.1** Cobertura y calidad de la señal de audio

<b>DISTANCIA (Metros)</b>	<b>CALIDAD DE AUDIO</b>
200	Optima
400	Optima
600	Normal
800	Normal
1000	Normal con distorsión
1200	Distorsionada

## CAPITULO VII

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 7.1 Análisis de resultados del funcionamiento del transmisor

Al ingresar directamente al transmisor una señal monofónica desde la PC produce una señal que entrega una respuesta plana de frecuencia desde los 15 Hz hasta los 20 KHz además de una relación señal-ruido de 75 dB y una distorsión armónica que da como resultado que la señal escuchada en el receptor sea audible y de una calidad aceptable.

Como se observa que al enviar directamente al transmisor la señal monofónica no podemos controlar el nivel de audio que ingresa a este por lo cual se hace necesario la inclusión de la etapa del limitador- compresor, como en el caso del reproductor de CD que al incrementar su nivel de audio sin el limitador compresor sobremodula la señal produciendo distorsión.

En el otro caso al encontrarse las salidas del reproductor de CD conectadas al limitador-compresor se puede controlar su nivel de entrada manteniéndolo en +24 dB ya que si se excede de este valor se enciende el indicador rojo que señala que su volumen es alto, para evitar esto se baja el nivel de la señal lo que permite que el nivel de salida se conserve constante entre -6 dB y +24 dB.

Aunque la calidad de audio monofónico es aceptable la posibilidad de optimizar su condición por medio de un generador estereo que admita la señal de audio enviada por dos canales derecho e izquierdo que combinadas en el dispositivo se transforman en una sola señal de salida estéreo que al ser captada por un receptor se puede comprobar que su zona de respuesta de frecuencia plana mejora ya que va desde los 30 Hz hasta los 75 Khz lo que aumenta el área donde es útil el transmisor , mantiene la relación señal-ruido estable en los 75 dB y con una distorsión de audio del 0,2 % , lo que hace que la calidad de la señal de audio sea apta para una transmisión en FM con un sonido profesional en la música y locución .

## **7.2 Análisis de resultados del funcionamiento del ecualizador**

Antes de emitir una señal ecualizada por el transmisor se utilizó un amplificador de potencia para escuchar la señal a través de los parlantes, comprobando de esta manera que la señal de audio se transmitía correctamente del ecualizador al amplificador.

El primer potenciómetro del ecualizador permite controlar el volumen de entrada de las fuentes de audio comparando e igualando el nivel de audio para cada canal, los cuatro potenciómetros siguientes son las vías de ecualización cuya atenuación o acentuación esta entre +10 dB y - 10 dB, siendo el valor 0 dB el correspondiente al punto central, cada uno tiene 2 octavas de separación, la primera vía que va desde los 30 Hz a los 160 Hz constituyen los sonidos graves, las dos siguientes representan los sonidos medios cuyo rango de frecuencias va desde 160 Hz a los 4 Khz y el último constituye los sonidos agudos que va desde 4KHZ hasta los 20 Khz, cubriendo de esta manera todo el espectro audible de frecuencias.

Una vez probado cada potenciómetro iniciamos la ecualización de la señal para lo cual por medio de un receptor comparamos la señal de entrada con la señal de salida a través del transmisor , al exagerar la ecualización en cualquiera de las cuatro vías se produce una degradación de la señal motivo por el cual no se debe exceder en la ecualización.

### **7.3 Análisis de resultados del funcionamiento del mezclador**

La primera experiencia del mezclador con una sola fuente de audio y conectado al amplificador de potencia permitió determinar el paso de la señal de audio a través del circuito mezclador en consecuencia se puede controlar el nivel de entrada para dicha señal.

Una vez comprobado el control individual de nivel de audio por cada entrada se añade otras fuentes de audio como un micrófono con señal preamplificada, y una grabadora aparte de la señal de la PC, además de conectar la señal de salida al transmisor para comprobar por medio de un receptor como se puede realzar individualmente cada entrada de audio .

Cuando se transmite voz y música simultáneamente por la tres entradas utilizadas se limita la ganancia de cada entrada de modo que la señal de salida correspondiente a cada entrada no exceda de un valor máximo de tensión, ya que sumados los valores de tensión cada entrada no deben sobrepasar el voltaje de salida máximo del mezclador.

#### **7.4 Análisis de resultados de la transmisión de la radioemisora**

Al utilizar en conjunto todos los dispositivos que forman parte de la radioemisora , se comprobó su correcto funcionamiento, ya que se realizó una emisión de prueba de dos horas, en la frecuencia 95.3 MHz, que no produjo problemas de interferencia con otras radioemisoras.

Se trabajó con todas las fuentes de audio disponibles realizando locución y enviando música , con un receptor móvil se comprueba a que lugares llega la señal transmitida en condiciones de ser escuchada así podemos verificar que en el interior del edificio la señal llega a todos los lugares donde se halle un receptor.

Dirigiéndonos a otros lugares del Instituto como el Liceo Aeronáutico o al final de la pista de pentatlón la señal se atenúa por no estar dentro del lóbulo de radiación principal de la antena , pero al orientarnos a la ciudad notamos que la señal es fuerte lo que significa que la antena esta direccionada hacia ella, cubriendo una distancia de 1 kilómetro.

Al medir la potencia de transmisión con un watiometro dio como resultado que el emisor estaba trabajando casi a la totalidad de su potencia , luego se procedió a medir la relación de ondas estacionarias (R.O.E) la cual nos dio como resultado un valor de tres que es admisible para la transmisión pues la perdida adicional a la atenuación normal de la línea de transmisión es de 0.5 dB.

# CAPITULO VIII

## MARCO ADMINISTRATIVO

### 8.1 Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ELECCION DEL TEMA	X																											
ELABORACION DEL PERFIL	X	X																										
APROBACION DEL PERFIL	X																											
INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA	X	X	X																									
ADQUISICION DE MATERIALES			X	X	X	X	X																					
ELABORACION DE MARCO TEORICO					X	X	X																					
PRIMERA REVISION								X																				
ELABORACION DE MARCO TEORICO								X	X	X																		
SEGUNDA REVISION											X																	
ELABORACION DE MARCO TEORICO											X	X	X	X														
INSTALACION DE EMISORA													X	X	X	X												
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO																X	X	X										
DESARROLLO DE GUIAS DEL USUARIO																				X								
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES																					X							
ENTREGA DEL BORRADOR DEL PROYECTO																						X	X					
ELABORACION DEL INFORME FINAL																									X	X	X	X

## 8.2 Presupuesto

<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>
• Kit Transmisor FM	1	200.00 USD.
• Kit Generador Estereo	1	95.00 USD.
• Kit Limitador-Compresor	2	180.00 USD.
• Ecuador (incluye placas y elementos electrónicos)	2	85.00 USD.
• Mezclador (incluye placas y elementos electrónicos)	2	60.00 USD.
• Fuente de Alimentación	1	55.00 USD.
• Gabinetes Metálicos	5	40.00 USD.
• Cable de audio	10mtrs.	3.00 USD.
• Otros insumos electrónicos		20.00 USD.
<b>VALOR TOTAL</b>		<b>738.00 USD</b>

## CAPITULO IX

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 9.1 Conclusiones

- Se implementó en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico una radioemisora a través de la cual se podrá transmitir información de toda índole.
- La implementación de este tipo de proyectos refleja todos los conocimientos tanto teóricos como prácticos adquiridos durante la fase Académica.
- Es un sistema de fácil manejo que puede ser operado por cualquier persona aficionada a la radiodifusión.
- Al utilizar una baja potencia para efectuar las emisiones, limitamos la cobertura de servicio.
- Se profundizó los conocimientos de las diferentes etapas constitutivas de una radioemisora.
- Se puede generar transmisiones utilizando diferentes tipos de fuentes de audio.
- Los equipos construidos en el presente proyecto servirán como apoyo didáctico en el aprendizaje del funcionamiento de un sistema de radiocomunicación en sus diferentes etapas.
- Para la formación del Club de periodismo se necesita de personal entusiasta en el área de la comunicación social, cuyas habilidades estén orientadas a cumplir los objetivos de la radioemisora.

## 9.2 Recomendaciones

- Se debe buscar una frecuencia en la banda FM que no interfiera la señal de ninguna radioemisora comercial.
- No se debe encender el transmisor sin estar conectado a una antena.
- Se recomienda utilizar cable de audio entre las conexiones que manejan señales de audio.
- Se debe unir el negativo de la alimentación a los gabinetes metálicos para evitar posible retroalimentación de la señal.
- El mantenimiento preventivo debe realizarse cada seis meses
- Se recomienda la construcción de una antena especialmente diseñada para este sistema, debido a que se esta utilizando la antena Yagi existente en el ITSA.
- Se recomienda adquirir aparatos de medición para equipos de radiocomunicaciones ya que su falta limita el aprendizaje práctico de los temas relacionados con la radiofrecuencia .

## BIBLIOGRAFÍA

- Manual del Radioaficionado Moderno  
SERIE MUNDO ELECTRÓNICO, Editorial Marcombo, año 1983, Barcelona.
- Transmisores y Receptores de AM y FM,  
SABER ELECTRÓNICA, Editorial Televisa, S.A. de C.V. año 1999, México.
- Curso Practico de Radio AM-FM  
CEKIT, Compañía Editorial Electrónica, año 1994 Pereira-Colombia S.A.  
Impreandes S.A. Santander de Bogota D.C.
- Manual de Comunicaciones por radio  
HAROLD KINDLEY, Ediciones CEAC, primera edición año 1992, Barcelona.
- Alta Fidelidad  
FRANCISCO RUIZ VASSALLO, Ediciones CEAC, segunda edición , año 1989  
Barcelona-España.
- Técnico en Telecomunicaciones  
EDITORIAL CULTURAL, Primera edición, Barcelona.

### Internet

[www. Audioword .com.ar](http://www.Audioword.com.ar)

[www. servicioalpc .com.](http://www.servicioalpc.com)

[www. google .com.](http://www.google.com)

[www. Arieldx.com.ar](http://www.Arieldx.com.ar)

[www. stipe.com.](http://www.stipe.com)

## Glosario de Términos

**Alta fidelidad:** Término usado para describir la capacidad de un sistema de reproducir sonido con un alto grado de realismo

**AM:** Modulación de amplitud, tipo de transmisión usado en las bandas estándar de radiodifusión

**Amplificador:** Circuito eléctrico para amplificar señales del espectro sonoro, se usa para aumentar el nivel de señal de una fuente y poder alimentar altavoces.

**Ancho de banda:** El margen de frecuencias que hay en una banda desde la más alta a la más baja.

**Armónicos:** Las ondas que son múltiplos de una determinada frecuencia fundamental y cuyas intensidades suelen ser menores que la frecuencia fundamental.

**Atenuador:** Circuito que se usa para reducir los niveles de las señales

**Balance:** Control usado para equilibrar los niveles entre canales musicales

**Campo Magnético:** Área que se ve afectada por perturbaciones magnéticas, generalmente el creado por imanes y en las proximidades a estos

**Decibelio (db):** La décima parte de un bel, expresa siempre una relación de potencias, intensidades y se suele usar para ver la amplificación o atenuación.

**Disipador:** Pieza que va asociada a un componente para liberar el calor producido por este.

**Distorsión:** Adiciones de armónicos no deseados a la señal original.

**Ecualizador:** Dispositivo electrónico para variar los niveles de diversos márgenes de frecuencias aumentándolas o disminuyéndolas

**Espectro:** Se suele denominar a un margen de frecuencias determinado.

**Estereofónico:** Sistema de reproducción de sonido que envía la información por medio de dos canales dando la sensación de espacio al sonido.

**Filtro:** Circuito electrónico o eléctrico usado para limitar ciertas frecuencias en una señal.

**FM:** Frecuencia modulada, modulación de frecuencia, usada para transmitir sonido, para registro de video, etc.

**Frecuencia:** Número de ciclos por unidad de tiempo de una onda sonora. Se mide en Hz (Herzios). Un Hertzio es un ciclo por segundo.

**Fuente de sonido:** Sistema que extrae la información / sonido para ser usada en un equipo de audio.

**Ganancia:** Amplificación de señal

**Hertzio:** Unidad de medida para la frecuencia que mide el número de oscilaciones por segundo de una onda.

**Impedancia:** Resistencia que ofrece un elemento al paso de la corriente

**Insonorización:** Proceso de adecuación sonora que consiste en reducir o eliminar ecos y acondicionar acústicamente recintos mediante la colocación de materiales absorbentes de sonido

**Jack:** Conector estándar para auriculares, micrófonos o instrumentos musicales.

**Limitador:** Circuito usado para controlar la amplitud de una señal.

**Micrófono:** Dispositivo que convierte señales acústicas en eléctricas

**Octavas:** Es una subdivisión del espectro de audiofrecuencias, cuyo valor máximo de cada una de ellas es el doble de la anterior frecuencia.

**Onda estacionaria:** Onda reflejada y devuelta en sentido contrario al de la onda primaria con igual amplitud y frecuencia múltiple de la primaria.

**Potenciómetro:** Resistencia variable que se usa para graduar intensidad de corriente.

**RCA:** En audio, se suelen denominar a un tipo estándar de conectores. Son por ejemplo los que van de un lector de CD al amplificador, etc.

**Respuesta en frecuencia:** Parámetro de un dispositivo que indica su capacidad de transmitir frecuencias, se suele usar en fuentes, amplificadores, altavoces.

**Ruido:** Interferencias o señales no deseadas que existen en señales de audio, video, etc.

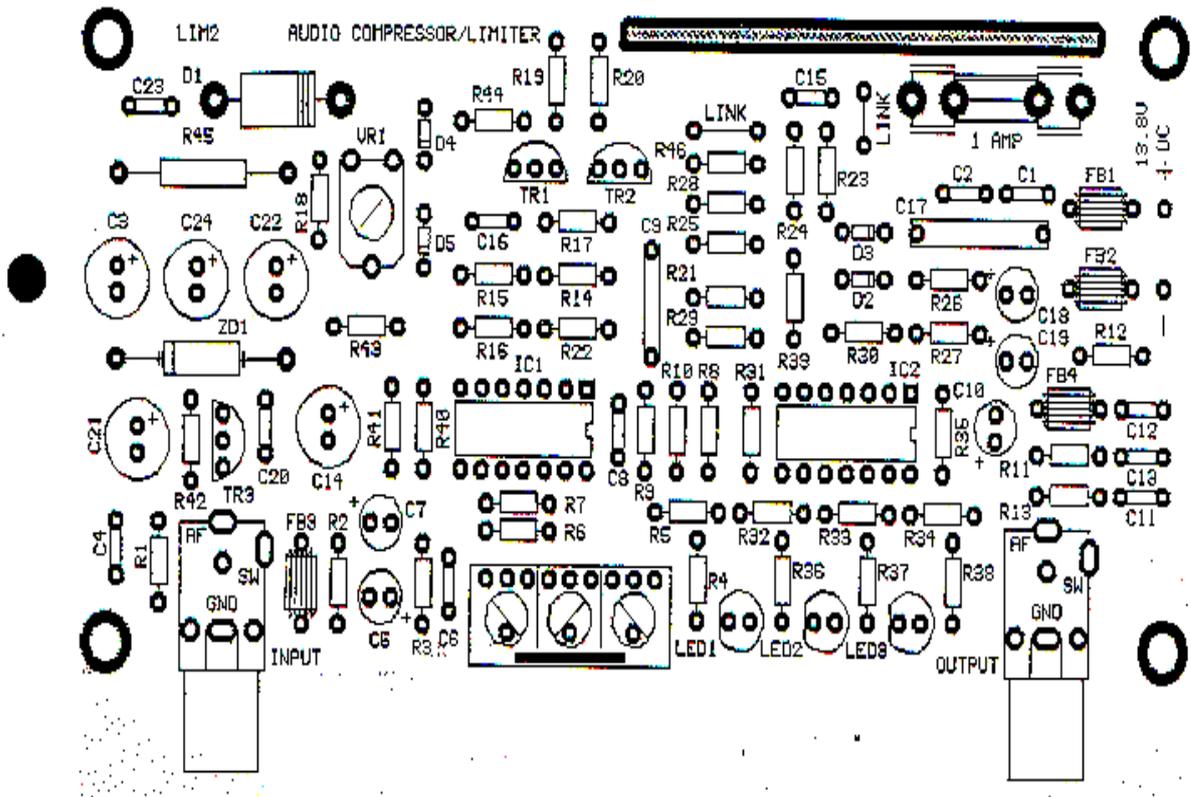
**Sensibilidad:** Capacidad de un sistema para recibir señales de muy bajo nivel.

**Señal:** La información de audio o video generada por una fuente que puede ser una emisión de radio o televisión, una cinta o un CD, etc.

**T.H.D:** Distorsión armónica total.

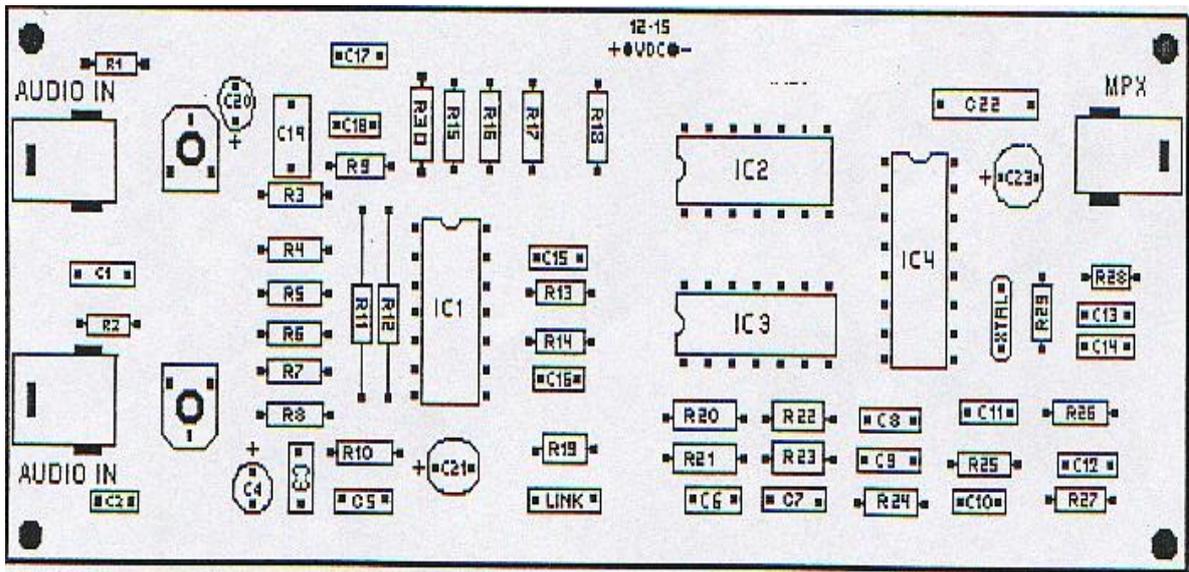
# ANEXO C

## DISTRIBUCIÓN DE COMPONENTES DEL LIMITADOR - COMPRESOR



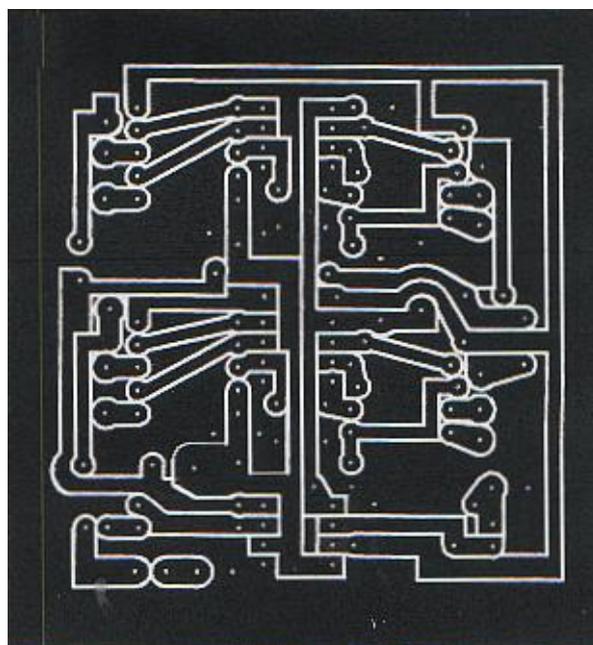
ANEXO B

DISTRIBUCIÓN DE COMPONENTES DEL  
GENERADOR ESTEREO



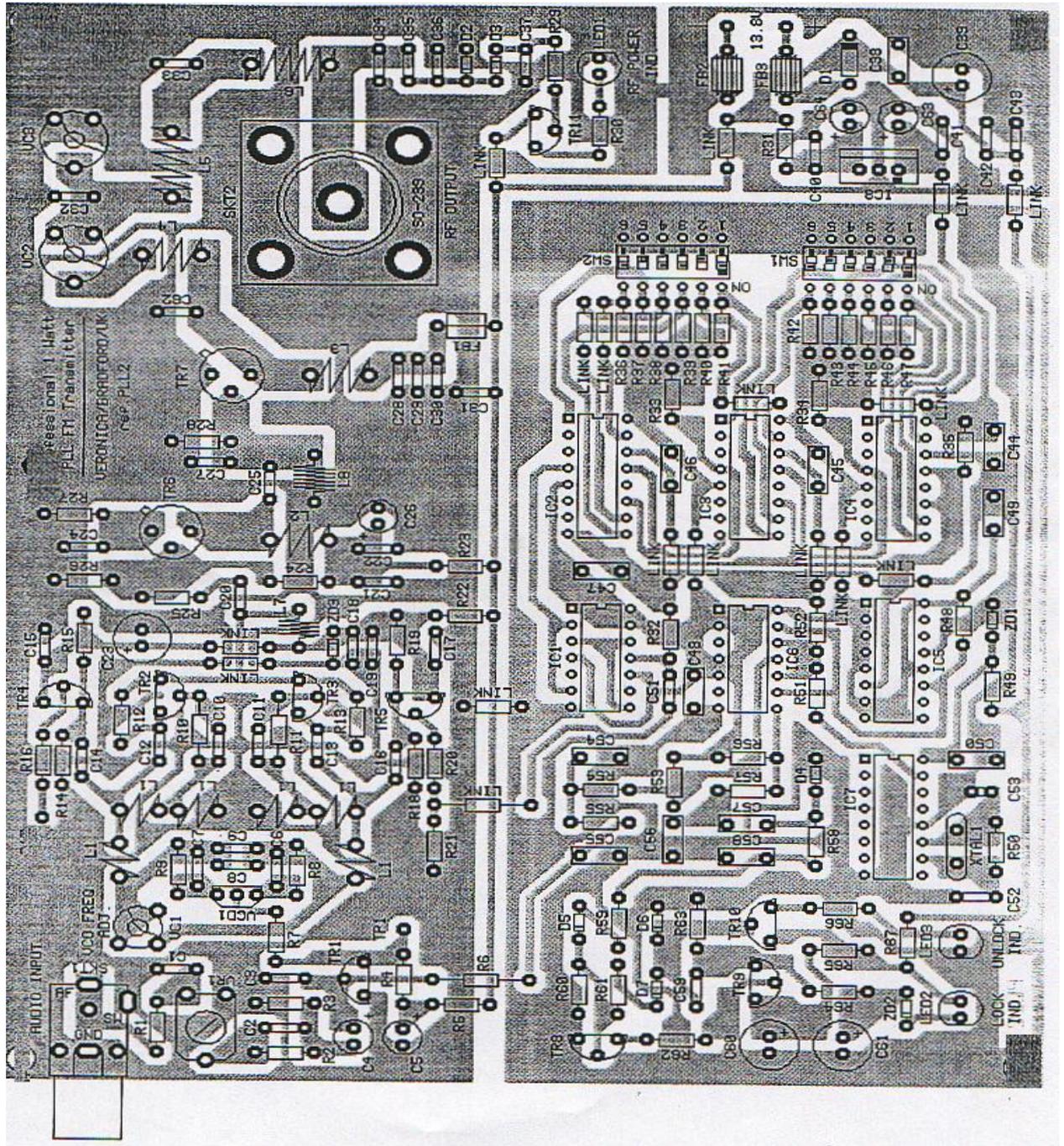
ANEXO D

DIAGRAMA DEL CIRCUITO IMPRESO DEL ECUALIZADOR

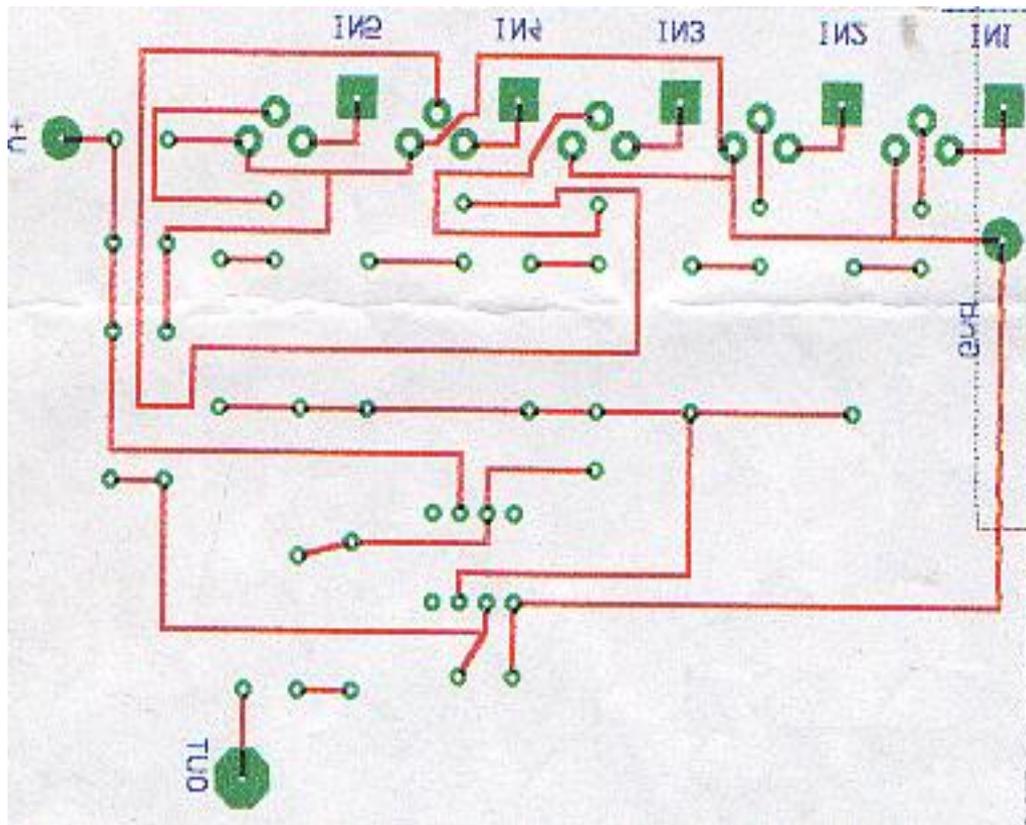


ANEXO A

DISTRIBUCIÓN DE COMPONENTES DEL TRANSMISOR



## DIAGRAMA DEL CIRCUITO IMPRESO DEL MEZCLADOR



# ANEXO L

## REGLAMENTO GENERAL A LA LEY DE RADIODIFUSION Y TELEVISIÓN ECUATORIANA

### CAPITULO I

#### DISPOSICIONES GENERALES

**Art. 1.-** Los medios, sistemas o servicios de radiodifusión y televisión se registrarán por las disposiciones de la Ley de Radiodifusión y Televisión, el Convenio Internacional de Telecomunicaciones vigente, el presente Reglamento, los demás Reglamentos y la Normas Técnicas y Administrativas que expida el Consejo Nacional de radiodifusión y Televisión sobre la materia, los que tendrán el carácter de obligatorios.

**Art. 2.-** El control técnico y administrativo de las estaciones de radiodifusión y televisión están a cargo de la Superintendencia de Telecomunicaciones y tienen por objetos determinar el correcto funcionamiento de dichas estaciones y cumplimiento de las características autorizadas en la concesión. El CONARTEL podrá solicitar informes sobre estos controles.

**Art. 3.-** Por ser el espectro radioeléctrico patrimonio nacional, el Estado tiene el derecho preferente a la utilización de frecuencias radioeléctricas no asignadas, para la instalación y operación de estaciones y sistemas de radiodifusión y televisión a través de la Superintendencia de Telecomunicaciones, reservará y asignará al Estado, sin ningún otro trámite, frecuencias en las bandas destinadas a prestar este servicio público en el territorio nacional. Estas frecuencias en ningún caso podrán ser asignadas a personas naturales o jurídicas privadas, nacionales o extranjeras.

### CAPITULO II

#### DEFINICIONES

**Art. 4.-** A más de la definiciones establecidas en la Ley de Radiodifusión y Televisión, para la aplicación del presente Reglamento, se utilizarán las siguientes definiciones:

- 1) Radiodifusión: son todos los medios, sistemas o servicios de radiodifusión y televisión.
- 2) Radiodifusión Sonora, que en la Ley de Radiodifusión y Televisión se denomina Radiodifusión: es el servicio de radiocomunicaciones cuyas emisiones sonoras se destinan a ser recibidas directamente por el público en general.
- 3) Radiodifusión de televisión, que en la Ley de Radiodifusión y Televisión se denomina Televisión: es el servicio de radiocomunicación cuyas emisiones de imágenes y sonidos se destinan a ser recibidas por el público en general.

- 4) Estación de radiodifusión o televisión: es un transmisor con su antena e instalaciones accesorias, necesarias para asegurar un servicio de radiodifusión o televisión en un área de operación autorizada.
- 5) Sistema de radiodifusión o televisión: es el conjunto de una estación matriz y sus repetidoras que emiten la misma y simultánea programación con carácter permanente.
- 6) estación matriz de un sistema de radiodifusión o televisión: es la estación de radiodifusión o televisión que origina la programación.
- 7) estación repetidora de un sistema de radiodifusión o televisión: es la estación de radiodifusión o televisión que recepta la totalidad de la programación de la estación matriz y la transmite simultáneamente para recepción directa para el público en general.
- 8) Frecuencias auxiliares del servicio de radiodifusión y televisión: son las frecuencias atribuidas a los servicios fijo y móvil y que son necesarias para la operación y funcionamiento de las estaciones y sistemas de radiodifusión y televisión; estas frecuencias corresponden a los enlaces radioeléctricos entre estudio-transmisor, enlaces de conexión ascendente y descendente satelitales y entre estaciones repetidoras así como las frecuencias para operación remota.
- 9) Cadena de radiodifusión o televisión: es la transmisión simultánea por parte de un conjunto de estaciones de radiodifusión o televisión de un mismo programa para fines específicos no permanentes.
- 10) Sistema de radiodifusión sincrónico en onda media: es el conjunto de estaciones de radiodifusión en onda media que utilizan una misma frecuencia sincronizada en frecuencia y fase para transmitir una misma y simultánea programación, con el fin de cubrir el área de servicio autorizada en forma permanente.
- 11) Servicio de radiodifusión por satélite: es el servicio de radiocomunicaciones en el cual las señales emitidas o retransmitidas por estaciones espaciales están destinadas a la recepción directa por el público en general, en las bandas atribuidas al servicio de radiodifusión por satélite. Incluye radiodifusión sonora y radiodifusión de televisión.
- 12) Concesionario de un medio, sistema o un servicio de radiodifusión: es la persona natural ecuatoriana por nacimiento o la persona jurídica ecuatoriana legalmente establecida en el país, cuyos socios son ecuatorianos por nacimiento, autorizada para prestar servicios de radiodifusión o televisión y que no podrán tener más de 25% de inversión extranjera.
- 13) Asignación: es la determinación por parte de la Superintendencia de Telecomunicaciones, de la frecuencia o canal y de sus características de operación, que servirá para que el CONARTEL conceda esa frecuencia o canal.
- 14) Concesión de un medio, sistema o servicio de radiodifusión: es la autorización que el Consejo de Radiodifusión y Televisión otorga a través de la Superintendencia de Telecomunicaciones, mediante escritura pública para la operación de una estación o sistema de radiodifusión o televisión conforme a las características establecidas en la asignación.

15) Otras definiciones: Otras definiciones técnicas no definidas en este Reglamento, tendrán el significado establecido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) sobre la materia.

### **CAPITULO III**

#### **DE LA CLASIFICACION DE LAS ESTACIONES POR EL DESTINO DE LAS EMISIONES**

**Art. 5.-** Las estaciones de radiodifusión o televisión se clasifican en las siguientes:

a) Estaciones públicas; y,

b) Estaciones comerciales privadas.

a) **ESTACIONES PUBLICAS.-** Son las destinadas al servicio colectivo, sin fines de lucro y no pueden cursar publicidad transmitirán programación cultural, educativa y asuntos de interés general, tales como conferencias de índole pedagógico, agrícola, industrial, económico, de desarrollo social, de servicio a la comunidad, de orientación al hogar, es decir que tales programas propicien su desarrollo socio-económico y cultural, el sano esparcimiento y los valores esenciales de nacionalidad, dentro de un ámbito de integración y solidaridad ciudadana. Dentro de esta definición se encuentran las estaciones de radiodifusión de servicio comunal. Pueden ser estación pública, las de televisión codificada, de televisión por cable, por satélite y de circuito cerrado, de audio, video y datos.

b) **ESTACIONES COMERCIALES PRIVADAS.-** Son las que tienen capital privado, funcionan con publicidad pagada y persiguen fines de lucro; dentro de esta denominación se encuentran las siguientes estaciones:

1.- **Estaciones de Radiodifusión o Televisión Libre Terrestre.-** Son estaciones para difusión unilateral de audio, video y datos. Utilizan ondas electromagnéticas cercanas a la superficie de la tierra y se destinan a ser escuchadas por el público en general.

2.- **Estaciones de Radiodifusión o Televisión Codificadas de Audio, Video y Datos.-** Son estaciones de comunicación unilateral de audio, video y datos, difundidas a través de ondas electromagnéticas, utilizando códigos que permiten que su recepción no esté dirigida al público en general.

3.- **Estaciones de Radiodifusión o Televisión por Cable de Audio, Video y Datos.-** Son estaciones que permiten la difusión unilateral de señales de audio, video y datos, utilizando un medio físico para su difusión. Su recepción no está dirigida al público en general.

4.- **Estaciones de Radiodifusión o Televisión por Satélite de Audio, Video y Datos.-** Son estaciones que permiten la difusión unilateral de señales de audio, video y datos desde satélites artificiales de la tierra, éstas pueden ser de captación directa por parte del público en general o codificadas que no permiten que su recepción esté dirigida al público en general.

5.- Estaciones de Radiodifusión o Televisión de Circuito Cerrado.- Son aquellas estaciones que permiten la difusión unilateral de señales de audio, video y datos dentro de locales cerrados o para medios perfectamente delimitados. La técnica a utilizarse para la transmisión de señales será por medios físicos o emisiones de características especiales.

6.- Otras estaciones de Radiodifusión o Televisión Especiales.- Son aquellas estaciones que pueden emitir en forma unilateral a un público predeterminado programas de música ambiental y de servicios especiales como: ayuda en la dirección de tránsito vehicular, búsqueda de personas o cosas, transmisión de mensajes, o auxilios inmediatos, etc.

## **CAPITULO IV**

### **DE LAS CONCESIONES DE RADIODIFUSION COMUNALES**

\* **Art. 6.-** La concesión de frecuencias para estaciones de radiodifusión de servicio comunal serán otorgadas a las Comunas legalmente constituidas, de acuerdo con la Ley de Organización y Régimen de las Comunas, previo informe favorable del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, en el sentido de que el funcionamiento de la estación no alentará contra la seguridad nacional interna o externa del país. Estas estaciones son de radiodifusión de servicio público, contempladas en el Art. 5 literal a) del presente Reglamento las que no podrán cursar publicidad de ninguna naturaleza y se dedicarán exclusivamente a fines sociales, educativos y culturales. Los fines sociales se refieren únicamente a actividades relacionadas con ayuda a la comunidad.

En ningún caso las estaciones de radiodifusión de servicio comunal podrán realizar actividades de proselitismo político o religioso.

\* REFORMA:

1. Aceptar parcialmente la demanda y declarar la inconstitucionalidad por razones de fondo de las frases que dicen "previo informe favorable del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, en el sentido de que el funcionamiento de la estación no alentará contra la seguridad nacional interna o externa del país" y "e) Plan de la programación que transmitirá la estación" del inciso primero del artículo 6 del artículo 8, respectivamente, del Reglamento General de la Ley de Radiodifusión y Televisión, y suspender totalmente sus efectos.

(RTGC 177-96-CP. Registro Oficial No. 55 / 28 de octubre de 1996)

**Art. 7.-** Las concesiones para estaciones de radiodifusión de servicio comunal se otorgarán únicamente para estaciones de onda media y frecuencia moduladas en lugares donde no existan concesiones para estaciones de frecuencias moduladas; y, en cualquier caso siempre no interfieran con las frecuencias asignadas a otras estaciones. Las características técnicas de operación de estas estaciones serán fijadas en cada caso por la Superintendencia de Telecomunicaciones, una vez que el CONARTEL haya resuelto su concesión, sin sobrepasar los límites de potencia establecidos en la Ley de Radiodifusión y Televisión.

\* **Art. 8.-** Las comunidades interesadas en obtener la concesión de frecuencia para estaciones de radiodifusión de servicio comunal, además de lo contemplado en este Reglamento deberán presentar los siguientes requisitos:

a) Documento con el que se acredite la personería jurídica de la comunidad, otorgado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

b) Domicilio del lugar en donde se pretende instalar, operar y transmitir programación regular la estación.

c) Ubicación y altura de la antena.

d) Número y lista de miembros que integran la comunidad organizada.

\* e) Plan de la programación que transmitirá la estación.

f) Declaración en donde conste el compromiso de la comunidad organizada de cumplir con el correspondiente Plan Nacional de Distribución de Frecuencias.

g) Declaración en la que conste que la comunidad organizada, no está incurso en ninguna causal de inhabilidad, incompatibilidad o prohibición de orden constitucional o legal.

h) Para el caso de que la comunidad actúe a través del apoderado, éste deberá acreditar su calidad de tal, mediante poder elevado a escritura pública, ante Notario de la jurisdicción donde se encuentre ubicada la comunidad.

\* REFORMA:

1. Aceptar parcialmente la demanda y declarar la inconstitucionalidad por razones de fondo de las frases que dicen "previo informe favorable del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, en el sentido de que el funcionamiento de la estación no alentará contra la seguridad nacional interna o externa del país" y "e) Plan de la programación que transmitirá la estación" del inciso primero del artículo 6 del artículo 8, respectivamente, del Reglamento General de la Ley de Radiodifusión y Televisión, y suspender totalmente sus efectos.

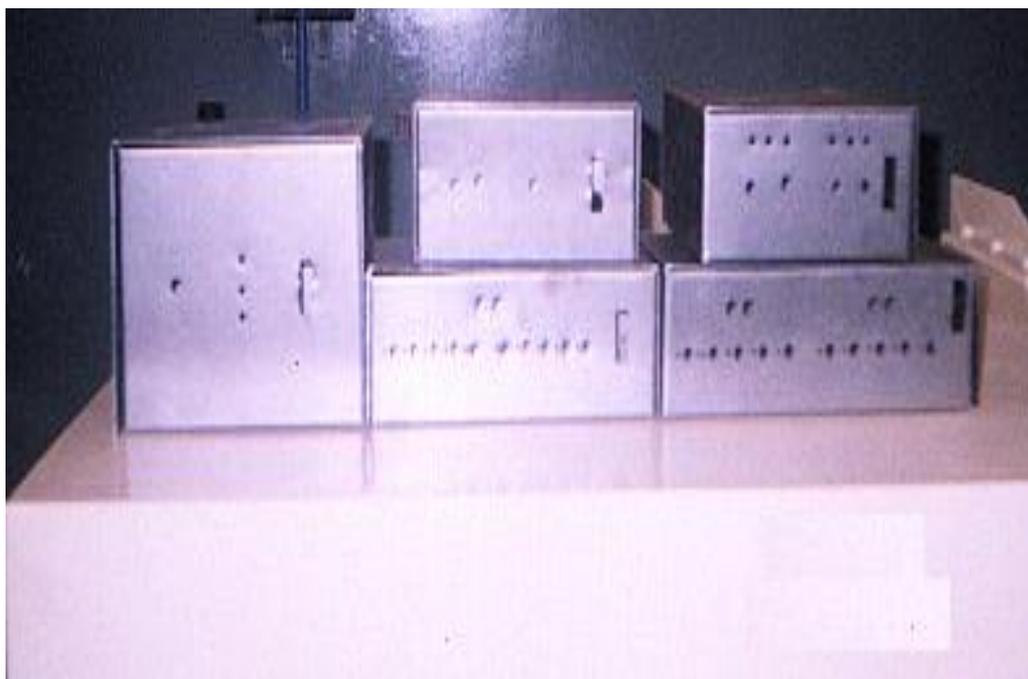
## ANEXO M

### MONTAJE DE LA RADIOEMISORA

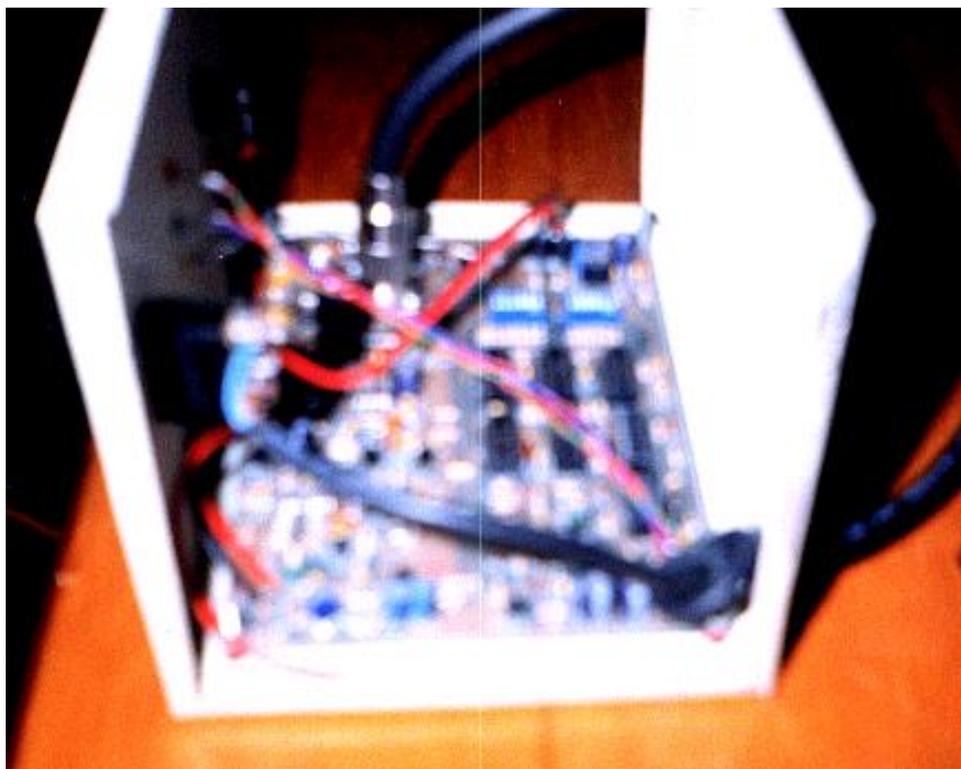
#### 1.- RADIOEMISORA INSTALADA



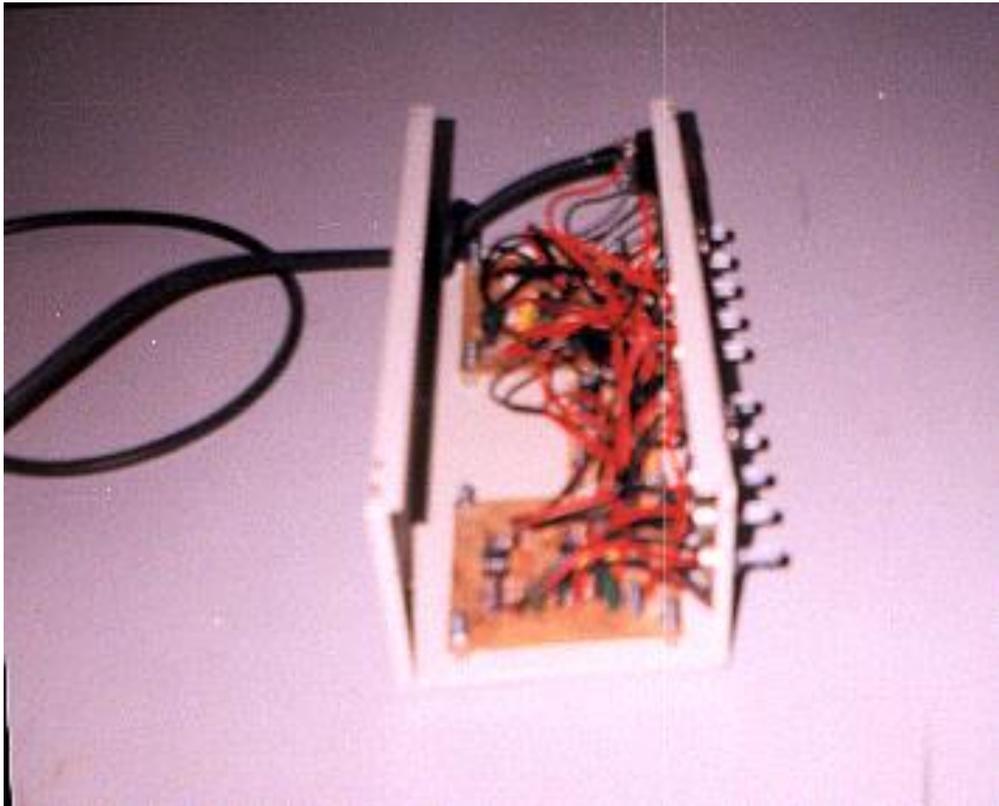
## 2.- CONSTRUCCIÓN DE LOS GABINETES METALICOS



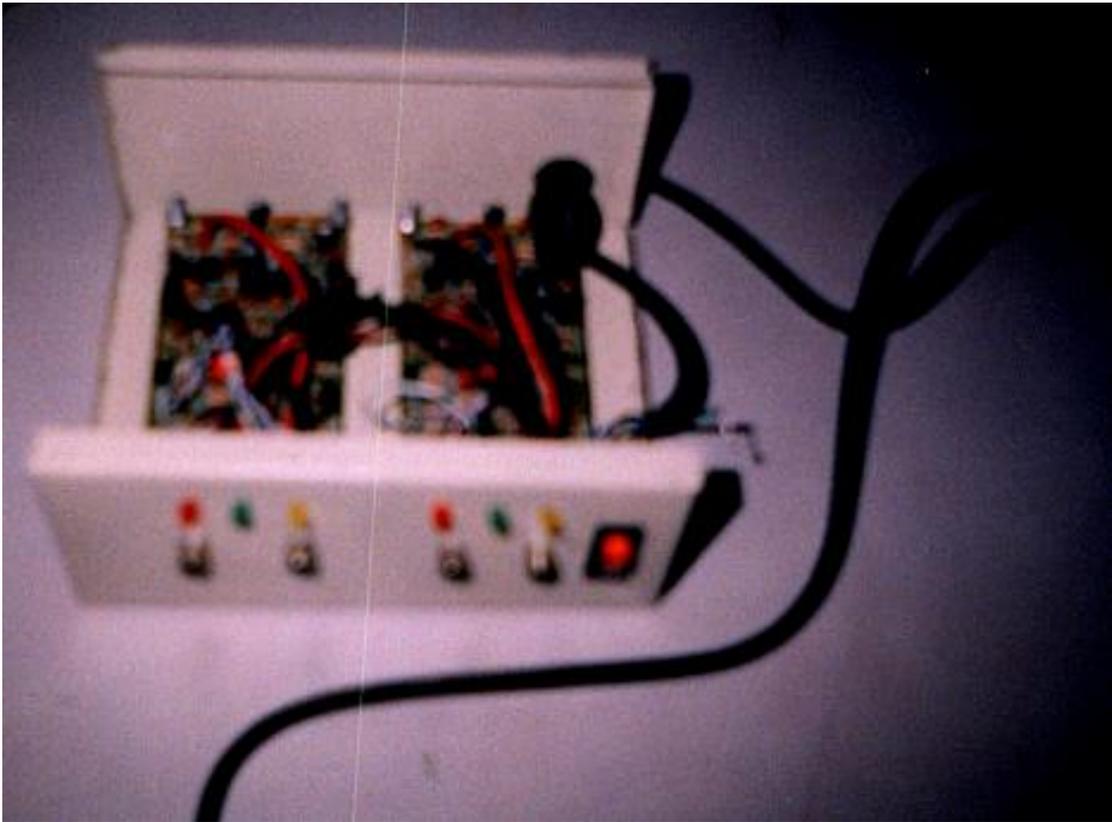
### 3.- MONTAJE DEL TRANSMISOR FM



#### 4.- MONTAJE DEL ECUALIZADOR



## 5.- MONTAJE DEL LIMITADOR-COMPRESOR



# ANEXOS

## ANEXO L

### MANUAL DE OPERACIÓN

**1) Objetivo:** Documentar el procedimiento para realizar una emisión de radio operando los equipos construidos en el presente proyecto.

**2) Alcance:** Este proceso involucra a todos los encargados de realizar las transmisiones y a los alumnos que utilicen los equipos como apoyo didáctico en sus estudios.

#### **3) Características Técnicas de la radioemisora:**

a) Alimentación de los equipos	13.8 voltios DC.
b) Alimentación de la fuente de poder	220 voltios AC.
c) Alimentación de las fuentes de audio	110 voltios AC.
d) Potencia de transmisión	1 Watt
e) Cobertura máxima	1.5 Km.
f) Micrófono	Omnidireccional

#### **4) Funcionamiento**

- a) verifique que los equipos esten conectados correctamente.
- b) Encienda la fuente audio a utilizar
- c) Encienda la fuente de poder de 13.8 voltios
- d) Encienda los equipos secuencialmente:
  - Mezclador



## **7) Prestación de servicios**

Sirve para emitir información de interés general para los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**ELABORADO POR**

-----  
Alno. Moreno Guayasamín Christian Santiago

-----  
Alno. Vivanco Díaz Ramiro Fernando

-----  
**Alno. Yánez Romero Jhonny Walter**

-----  
**DIRECTOR DE LAS ESCUELAS**

**Mayo. Tec. Avc. Eduardo Castillo**

**Latacunga, 08 de Octubre del 2002**

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Moreno Guayasamín  
NOMBRES: Christian Santiago  
FECHA DE NACIMIENTO: 23 de Enero de 1979  
LUGAR DE NACIMIENTO: Pichincha - Quito  
EDAD: 23 Años  
ESTADO CIVIL: Soltero

### ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIOS: Pensionado Pedro Pablo Borja N° 1  
SECUNDARIOS: Instituto Nacional Mejía  
SUPERIORES: Escuela Politécnica Nacional  
Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

### **PRACTICAS**

Operador de equipos de comunicación                      Sección Comunicaciones Ala 12

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Vivanco Díaz  
NOMBRES: Ramiro Fernando  
FECHA DE NACIMIENTO: 14 de Enero de 1980  
LUGAR DE NACIMIENTO: Catacocha - Loja  
EDAD: 22 Años  
ESTADO CIVIL: Soltero

### ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIOS: Escuela Nuestra Señora del Cisne  
SECUNDARIOS: Colegio Fiscomisional Marista  
SUPERIORES: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

### **PRACTICAS**

Operador de radares Centro de Mantenimiento de la Defensa Aérea

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Yáñez Romero  
NOMBRES: Jhonny Walter  
FECHA DE NACIMIENTO: 16 de Septiembre de 1977  
LUGAR DE NACIMIENTO: Pichincha - Quito  
EDAD: 25 Años  
ESTADO CIVIL: Soltero

### ESTUDIOS REALIZADOS

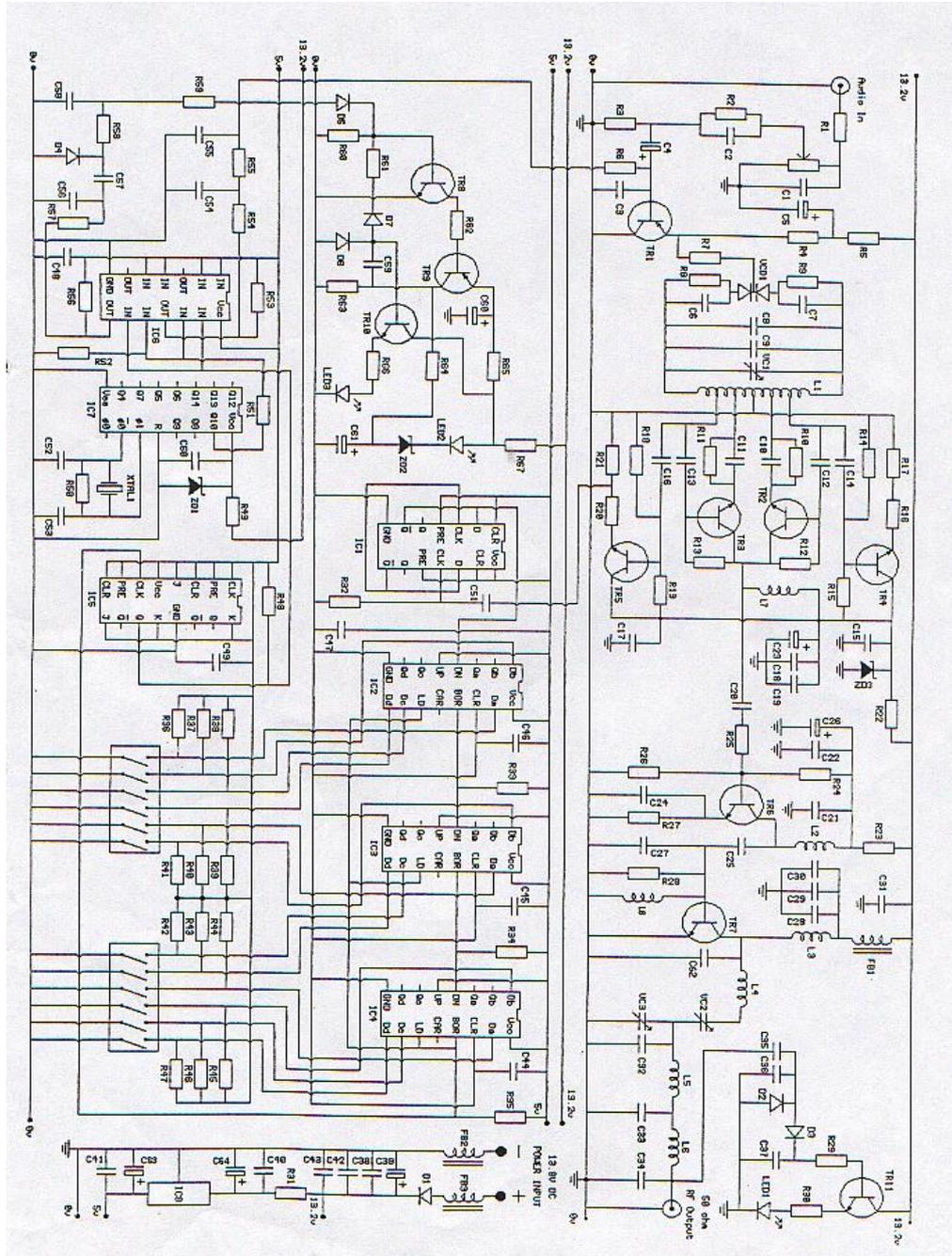
PRIMARIOS: Escuela Hermano Miguel “ La Salle”  
SECUNDARIOS: Colegio Salesiano Don Bosco  
SUPERIORES: Escuela Politécnica Nacional  
Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

### **PRACTICAS**

Operador de equipos de comunicación                      Sección Comunicaciones Ala 12

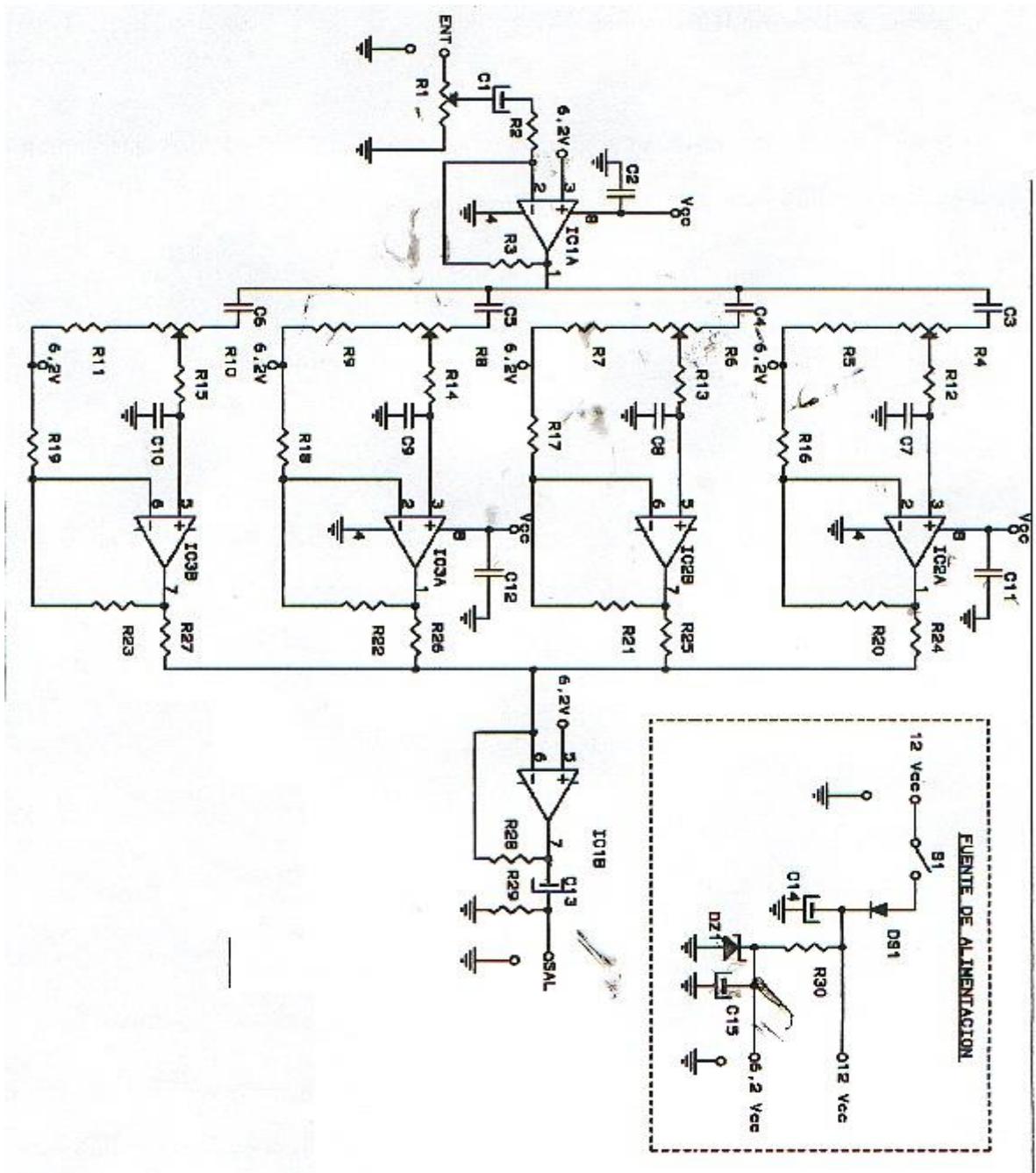
# ANEXO F

## DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL TRANSMISOR



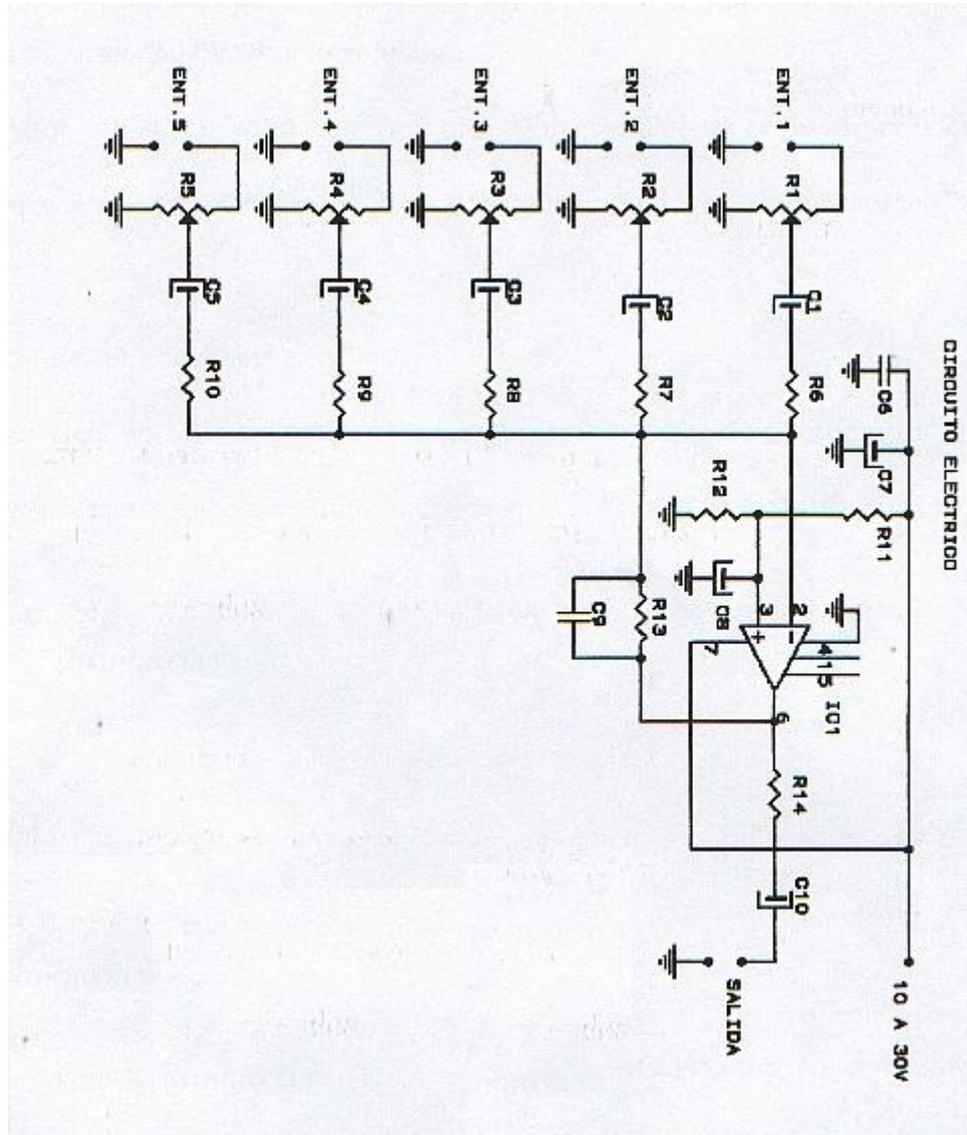
# ANEXO G

## DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL ECUALIZADOR



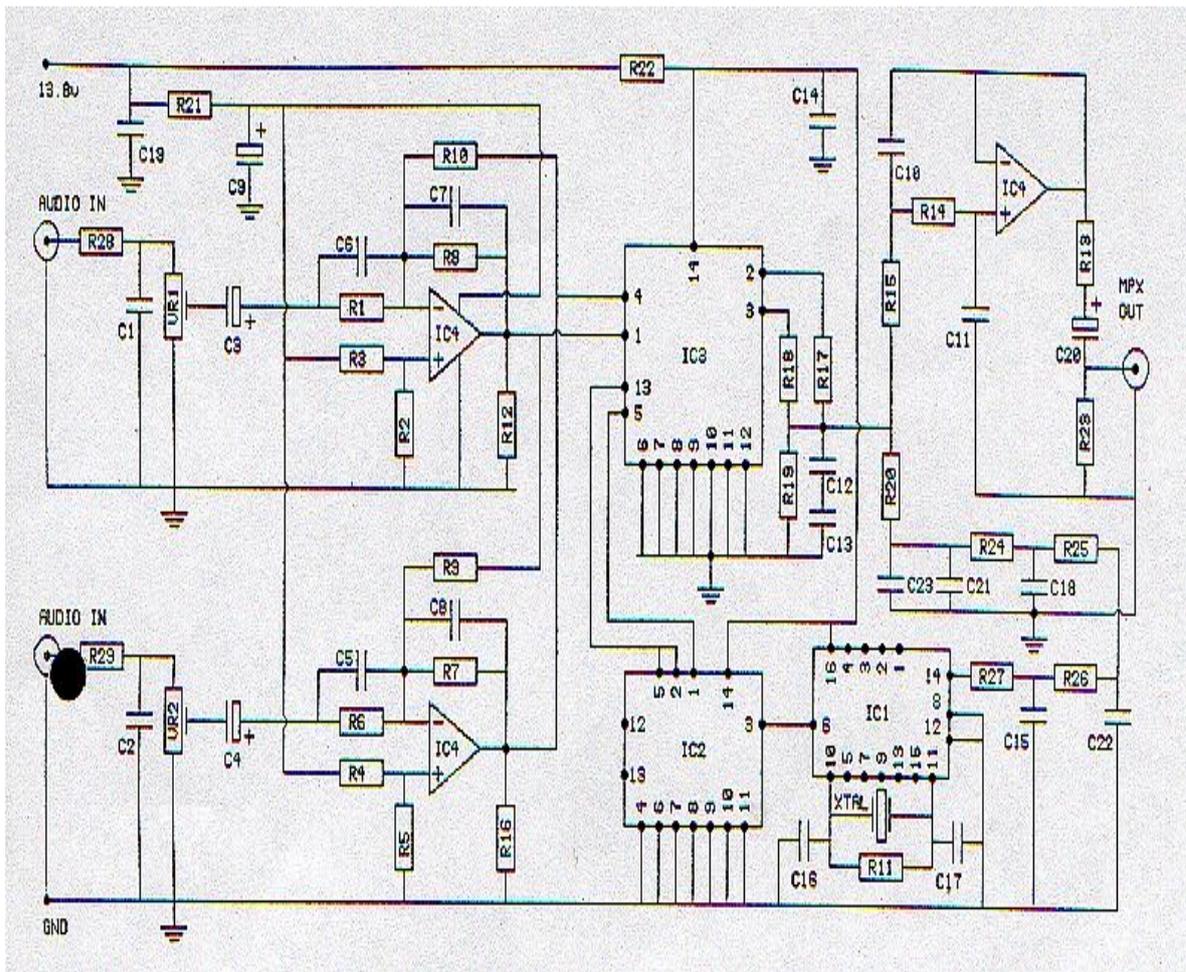
## ANEXO H

### DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL MEZCLADOR



# ANEXO I

## DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL GENERADOR ESTEREO



# ANEXO J

## DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL LIMITADOR - COMPRESOR

