

# Agradecimientos

Agradezco a Dios por la oportunidad que me ha dado de vivir, crecer y aprender.

A mi familia, por ser mis alas cuando me entierro y mi ancla cuando me elevo.

Al Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez por otorgarme los cimientos de la educación superior, brindándome las herramientas necesarias para ser profesionista en lo que me apasiona.

Agradezco también a cada catedrático que hizo parte en todo mi proceso de formación académica y personal, quien, a su medida, me ayudó a cumplir este objetivo. Principalmente al Ingeniero Francisco Ramón Sánchez Rodríguez, por ser un mentor y recordarme siempre que *saber* es bueno, *hacer* es mejor, pero *saber hacer*, es excelente.

Para finalizar, también agradezco a todos mis amigos de Radio Conejo y de cada semestre cursado, ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral, aportaron un porcentaje a mis deseos de seguir adelante.

# Dedicatoria

Con satisfacción y orgullo, dedico este proyecto:

A mi familia, que lo son todo para mí.

A mi padre, Juan Carlos Velázquez Montesinos, quien es mi ejemplo de éxito y que ha sido mi maestro en el área de las telecomunicaciones desde que tengo memoria.

A mi madre, Olga De La Rosa Santiago, quien es mi ejemplo de amor y humildad, y también ha sido mi amiga, consuelo y sustento en este camino y en los que vendrán.

A mi hermano Juan Carlos, quien es mi motivación para ser un ejemplo de bien y mejorar día con día, desde que llegó a mi vida.

A mis abuelos, quienes me han brindado buenos consejos y apoyo en todo sentido a lo largo de mi vida.

A mi tía Vicenta, quien ha sido como una abuela y me ha deseado lo mejor siempre.

# Resumen

Este reporte contiene una descripción, análisis y aplicación de la instalación de un centro de producción de Radio y Televisión del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica desde un punto de vista técnico.

La intención de este proyecto es ofrecer un espacio destinado a la creación y producción audiovisual de contenido científico, cultural, deportivo y popular para la comunidad estudiantil, catedrática y administrativa del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.

A su vez, pretende ser un Laboratorio, cuya función radique en ser un espacio de enseñanza, aprendizaje y desarrollo para la especialidad en Telecomunicaciones de la Licenciatura Ingeniería en Electrónica.

Dicho beneficio será para los alumnos y catedráticos de esta especialidad del Instituto.

**Palabras claves:** *Audiovisual, producción, Radio, Televisión, Ingeniería Electrónica, Electrónica, Telecomunicaciones.*

# Abstract

This report contains a description, analysis and application of the installation of a Radio and Television production center of the Department of Electrical and Electronic Engineering from a technical point of view.

The intention of this project is to offer a space for the creation and audiovisual production of scientific, cultural, sports and popular content for the student, professor and administrative community of the Tuxtla Gutiérrez Institute of Technology.

In turn, it aims to be a Laboratory, whose function is to be a teaching, learning and development space for the Telecommunications specialty of the Electronics Engineering Degree.

This benefit will be for the students and professors of this specialty of the Institute.

**Keywords:** *Audiovisual, production, Radio, Television, Electronic Engineering, Electronics, Telecommunications.*

# Índice general

<b>1. Generalidades del proyecto</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción . . . . .	1
1.1.1. Primeros pasos en las telecomunicaciones . . . . .	1
1.2. Descripción de la institución . . . . .	2
1.2.1. Historia del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez . . . . .	2
1.2.2. Valores . . . . .	2
1.2.3. Misión . . . . .	2
1.2.4. Visión . . . . .	3
1.2.5. Localización . . . . .	3
1.3. Objetivos . . . . .	3
1.3.1. Objetivo general . . . . .	3
1.3.2. Objetivos específicos . . . . .	3
1.4. Justificación . . . . .	3
<b>2. Marco Teórico</b>	<b>5</b>
2.1. Fundamentos básicos de las telecomunicaciones . . . . .	5
2.1.1. Comunicación y Telecomunicación . . . . .	5
2.1.2. Modelo de un sistema de comunicaciones . . . . .	5
2.1.3. Elementos del sistema . . . . .	6
2.1.4. Señales . . . . .	8
2.1.5. Contaminaciones de la señal . . . . .	9
2.1.6. Clasificación de los Sistemas de Telecomunicación . . . . .	10
2.1.7. Sistemas Radioeléctricos . . . . .	10
2.1.8. Limitaciones fundamentales en la comunicación eléctrica . . . . .	10
2.1.9. Espectro de frecuencias . . . . .	10
2.2. Fundamentos básicos de la radio FM . . . . .	12
2.2.1. Propagación de las ondas de radio . . . . .	13
2.2.2. Campos de radiación e inducción . . . . .	13
2.2.3. Propagación de las ondas terrestres . . . . .	14
2.2.4. Modulación en frecuencia (FM) . . . . .	15
2.2.5. Transmisor de FM . . . . .	15
2.2.6. Fundamentos físicos del sonido . . . . .	17
2.2.7. Efectos acústicos . . . . .	17
2.3. Fundamentos básicos de la Televisión . . . . .	18
2.3.1. La transmisión de imágenes . . . . .	18
2.3.2. Frecuencias y bandas de operación . . . . .	19
2.3.3. Niveles de potencia típicos de transmisión y recepción . . . . .	19

---

2.4. Materiales y recursos . . . . .	20
2.4.1. Radiodifusora FM . . . . .	20
2.4.2. Televisión . . . . .	26
2.4.3. Satélite . . . . .	32
2.4.4. Streaming . . . . .	35
<b>3. Desarrollo</b>	<b>38</b>
3.1. Adaptación del espacio de la cabina de transmisión de Radio Conejo . . . . .	38
3.1.1. Adaptación del espacio de grabación . . . . .	38
3.2. Medición del sonido . . . . .	44
3.2.1. Medición de la reverberación . . . . .	53
3.2.2. Selección de materiales para el acondicionamiento acústico . . . . .	55
3.3. Acondicionamiento acústico de la cabina de Radio Conejo. . . . .	73
3.3.1. Diseño acústico de la cabina . . . . .	73
3.3.2. Acondicionamiento acústico. . . . .	73
3.4. Instalación de los equipos de Radio y TV Conejo del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica . . . . .	73
3.4.1. Establecimiento del cableado de acuerdo a las especificaciones de cada equipo y de transmisión . . . . .	73
3.4.2. Pruebas de audio, video y transmisiones . . . . .	80
<b>4. Resultados</b>	<b>86</b>
4.1. Cobertura . . . . .	86
4.2. Estudio y laboratorio . . . . .	86
<b>5. Conclusiones</b>	<b>93</b>
<b>6. Fuentes de información</b>	<b>94</b>

---

# Índice de figuras

1.1. Localización Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez . . . . .	4
2.1. Modelo básico de un sistema de comunicaciones. . . . .	6
2.2. Canal genérico de comunicaciones. . . . .	6
2.3. Elementos de un sistema de comunicación. . . . .	7
2.4. Canal de radio y canal de propagación. . . . .	8
2.5. Señal de televisión, de barras de color, en el dominio del tiempo (a) y en el de frecuencia (b). . . . .	9
2.6. Espectro de frecuencias para distintos vínculos o medios de transmisión expresados en Hertz (Hz). . . . .	11
2.7. Nomenclatura de las Bandas de Frecuencias. . . . .	11
2.8. Bandas asignadas para los servicios de radiodifusión de radio y televisión. . . . .	12
2.9. Desarrollo de los campos de radiación durante una emisión radioeléctrica. . . . .	13
2.10. Campo de radiación. Los campos magnético y eléctrico están desfasados 90 grados en el espacio y en fase en el tiempo. . . . .	14
2.11. Componentes de las ondas terrestres. . . . .	15
2.12. Modulación de frecuencia. . . . .	16
2.13. Transmisor de FM típico que usa modulación de frecuencia indirecta con un modulador de fase. . . . .	16
2.14. Transmisor FM de radiodifusión. . . . .	20
2.15. Circuito Transmisor FM de radiodifusión. . . . .	21
2.16. Circuito amplificador de potencia del Transmisor FM de radiodifusión. . . . .	21
2.17. Consola de audio Behringer Xenyx X2222USB . . . . .	22
2.18. Antena dipolo . . . . .	23
2.19. Radiación en una antena dipolo . . . . .	24
2.20. Corte transversal de varios tipos de transmisión. . . . .	25
2.21. Software ZaraStudio. . . . .	26
2.22. Arquitectura de un transmisor de Televisión. . . . .	26
2.23. Transmisor de Televisión analógico Eurotel ETL 3100. . . . .	27
2.24. Videocámara SONY Handycam CCD Tr-2000 hi8 NTSC. . . . .	28
2.25. Entradas de la videocámara SONY Handycam CCD Tr-2000 hi8 NTSC. . . . .	29
2.26. Mezclador de video o switcher Mixer Panasonic WJ-MX20. . . . .	30
2.27. Monitor de Forma de Onda (MFO) LEADER 5860v . . . . .	31
2.28. Distribuidor amplificador de señal (booster) con 4 salidas de Audio/Video y S-Video . . . . .	31
2.29. STEREN CCTV-905 Multiplexor a color. . . . .	32
2.30. Diagrama básico de un sistema de Televisión por satélite. . . . .	33
2.31. Ejemplo de recepción de señal en una antena parabólica. . . . .	34

---

2.32. Receptor digital satelital Captiveworks CW-700s. . . . .	34
2.33. Diagrama interno de un receptor de TV vía satélite. . . . .	35
2.34. Tarjeta capturadora EasierCAP. . . . .	36
2.35. Software OBS Studio. . . . .	37
3.1. Vista hacia el sur geográfico del salón. . . . .	39
3.2. Vista hacia el este geográfico del salón. . . . .	39
3.3. Vista hacia el oeste geográfico del salón. . . . .	40
3.4. Desocupación del salón. . . . .	40
3.5. Desocupación del salón. . . . .	41
3.6. Vista exterior de la desocupación del salón. . . . .	41
3.7. Limpieza del salón. . . . .	42
3.8. Equipo y material a instalar necesario para el proyecto. . . . .	42
3.9. Limpieza de equipos. . . . .	43
3.10. Limpieza de equipos. . . . .	43
3.11. Limpieza de equipos. . . . .	44
3.12. Medición del área de operación del rack. . . . .	45
3.13. Medición del área de operación del rack. . . . .	46
3.14. Medición del área de operación del rack. . . . .	46
3.15. Croquis del estudio de Radio Conejo. . . . .	47
3.16. Diseño de distribución de cada rack y mesas de operación. . . . .	47
3.17. Diseño de distribución de mesas de edición y streaming. . . . .	48
3.18. Diseño del set de Televisión de Radio Conejo. . . . .	48
3.19. Establecimiento de los equipos (área técnica). . . . .	49
3.20. Distribución de cada rack y mesas de operación de audio y video. . . . .	49
3.21. Distribución del área de audio. . . . .	50
3.22. Distribución del área de video. . . . .	51
3.23. Distribución del área de Radio FM. . . . .	52
3.24. Distribución de las mesas de edición y streaming. . . . .	53
3.25. Generador de funciones / tono. . . . .	55
3.26. Consola de audio como interpretación del sonido. . . . .	56
3.27. Bocina amplificada emisora de tono. . . . .	57
3.28. Conexión adaptada para emitir el tono. . . . .	58
3.29. Conexión del sistema de medición de reverberación. . . . .	58
3.30. Distancia de 20cm entre bocina y micrófono. . . . .	59
3.31. Distancia de 1m entre bocina y micrófono. . . . .	59
3.32. Distancia de 2.5m entre bocina y micrófono. . . . .	60
3.33. Micrófono registrando en dirección a la pared. . . . .	61
3.34. Micrófono registrando en dirección al techo. . . . .	62
3.35. Micrófono registrando en dirección al piso. . . . .	63
3.36. Registro de valores obtenidos. . . . .	64
3.37. Resultado de medición 1. . . . .	65
3.38. Resultado de medición 2. . . . .	66
3.39. Resultado de medición 3. . . . .	67
3.40. Resultado de medición 4. . . . .	68
3.41. Resultado de medición 5. . . . .	69
3.42. Tabla de medición en dirección al pizarrón. Tono: 440 Hz. . . . .	70

---

3.43. Tabla de medición en dirección al pizarrón. Tono: 1 kHz. . . . .	71
3.44. Casilleros de cartón como material absorbente. . . . .	72
3.45. Diseño de acondicionamiento acústico. . . . .	73
3.46. Diseño de acondicionamiento acústico. . . . .	74
3.47. Diseño de acondicionamiento acústico. . . . .	74
3.48. Diseño de acondicionamiento acústico. . . . .	75
3.49. Proceso de recubrimiento. . . . .	75
3.50. Proceso de recubrimiento. . . . .	76
3.51. Proceso de recubrimiento. . . . .	76
3.52. Proceso de recubrimiento. . . . .	77
3.53. Proceso de recubrimiento. . . . .	77
3.54. Proceso de recubrimiento. . . . .	78
3.55. Proceso de recubrimiento. . . . .	79
3.56. Proceso de recubrimiento. . . . .	79
3.57. Conexion de Cámaras a Distribuidor de video. Salida 1 para Monitor de Multiview .	80
3.58. Conexion de Cámaras a Distribuidor de video. Salida 2 para Switcher de video. . . .	80
3.59. Conexion de Cámaras a Distribuidor de video. Salida a botonera de video. . . . .	80
3.60. Conexion de PC, Procesador o Cámara 4 a Botonera, cuya salida es entrada 4 de Distribuidor. . . . .	81
3.61. Conexion de Salidas del Distribuidor de Programa PGM de TV. . . . .	81
3.62. Conexion de Micrófonos a Distribuidor de audio. . . . .	81
3.63. Conexion de Salidas del Distribuidor de Programa PGM de Audio. . . . .	82
3.64. Conexion de antenas parabólicas Banda C y Ku a Sistema de Parcheo. . . . .	82
3.65. Pruebas de grabación y transmisión. . . . .	83
3.66. Pruebas de grabación y transmisión. . . . .	84
3.67. Pruebas de grabación y transmisión. . . . .	84
3.68. Pruebas de grabación y transmisión. . . . .	85
3.69. Pruebas de grabación y transmisión. . . . .	85
4.1. Ubicación de las antenas de transmisión de Radio y TV Conejo. . . . .	87
4.2. Altura de la torre de transmisión de Radio y TV Conejo. . . . .	88
4.3. Cobertura de la señal de transmisión de Radio y TV Conejo. . . . .	88
4.4. Cobertura de la señal de transmisión de Radio y TV Conejo. . . . .	89
4.5. Cobertura de la señal de transmisión de Radio y TV Conejo. . . . .	89
4.6. Primer programa de Televisión realizado en el estudio con investigadores y docentes de posgrado. . . . .	89
4.7. Alumnos practicando como operadores de audio y video. . . . .	90
4.8. Programa de Televisión con docentes de ingeniería en logística. . . . .	90
4.9. Alumnos practicando como operadores y técnicos detrás de cámaras. . . . .	91
4.10. Inauguración del estudio de Radio y Televisión Radio Conejo". . . . .	91
4.11. Miembros de Radio Conejo el día de la inauguración, acompañados con la presencia de autoridades del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. . . . .	92
4.12. Programa de Televisión realizado en el estudio con alumnos participantes del Verano Delfín en Colombia. . . . .	92



# Capítulo 1

## Generalidades del proyecto

### 1.1. Introducción

#### 1.1.1. Primeros pasos en las telecomunicaciones

Las telecomunicaciones nacen de la comunicación y la comunicación se entiende como la acción de compartir un mensaje. Para los seres humanos, la comunicación ha sido un factor importante en el desarrollo tanto individual como colectivo, puesto que el ser humano siempre ha tenido la necesidad de expresarse, de compartir y a partir de este proceso, se constituyen los cimientos y las bases de toda sociedad. Desde que se tiene conocimiento de la existencia del ser humano en la Tierra, se sabe que éste hizo uso de la comunicación. Algunos de los primeros registros de comunicación que se tienen datan de los años 3500 AC, donde solo había comunicación a partir de signos abstractos dibujados en papel hecho de hojas de árboles o en las piedras y paredes de cuevas; sin embargo, se cree que antes de esto, el ser humano desarrolló un método de comunicación basado en gestos y gruñidos.

Con el paso del tiempo, hemos descubierto que el ser humano empleó otros medios de comunicación con características distintas, tales como: las expresiones físicas o señales de humo; un gran avance se dio cuando se desarrollaron los sistemas de escritura y empezó a emplearse el papel, ya que a partir de ello, inicia la redacción, los rollos de papiro son un antecedente de los formatos de escritura que hoy tenemos. Los idiomas son otros tipos de comunicación que el ser humano empleó y dentro de todo esto, los códigos. Así pues, el desarrollo científico y tecnológico ha llevado al ser humano a rebasar estos tipos de comunicación y comenzar a experimentar con otros fenómenos físicos que le rodean: la electricidad. De estos experimentos se tuvieron como consecuencia la invención de la telegrafía, la telefonía, hasta llegar a lo que actualmente usamos a diario: las telecomunicaciones, que en global en parte al internet, las comunicaciones satelitales, las radiofrecuencias, etc.

En el presente reporte se explican de manera general las actividades realizadas a lo largo de 16 semanas de trabajo, aplicadas dentro del Laboratorio de Electrónica del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. En este mismo, se describen algunos principios básicos de las telecomunicaciones que fueron necesarios estudiar y analizar para la realización del proyecto.

La finalidad de este tiene como principio fundamental la transmisión eficiente de un mensaje

(video, voz o datos) en forma de señal.

## 1.2. Descripción de la institución

### 1.2.1. Historia del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

El Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (ITTG); es una universidad pública de tecnología, ubicada en la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Es una Institución educativa pública de educación superior, que forma parte del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos de México. El Instituto también está afiliado a la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), zona Sur-Sureste.

Fue fundado el 22 de octubre de 1972, por el entonces Gobernador del Estado, Dr. Manuel Velasco Suárez, inicialmente con el nombre de Instituto Tecnológico Regional de Tuxtla Gutiérrez (ITRTG), posteriormente se llamaría el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (ITTG).

Actualmente es considerado una de los dos máximas casas de estudios del estado de Chiapas, junto con la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Su lema es Ciencia y Tecnología con Sentido Humano y su actual director es el M. en C. José Manuel Rosado Pérez.

El proyecto fue realizado dentro del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, donde el alumno ubica su área de trabajo dentro del Laboratorio de Electrónica, ubicado en el edificio I, haciendo uso del material ofrecido dentro por dicho departamento.

### 1.2.2. Valores

El Ser Humano

El Espíritu de Servicio

El Liderazgo

El Trabajo en Equipo

La Calidad

El Alto Desempeño

Respeto al Medio Ambiente

### 1.2.3. Misión

Formar de manera integral profesionistas de excelencia en el campo de la ciencia y la tecnología con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores éticos.

---

### 1.2.4. Visión

Ser una Institución de Excelencia en la Educación Superior Tecnológica del Sureste, comprometida con el desarrollo socioeconómico sustentable de la región.

### 1.2.5. Localización

Carretera Panamericana Km. 1080 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

En la figura 1.1. puede apreciarse la ubicación de la Institución.

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Que el departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica cuente con un espacio especializado de radiocomunicaciones para apoyo de la especialidad de Telecomunicaciones de la carrera de Ingeniería en electrónica y aprovecharlo para la difusión tanto en radio como en TV de la oferta educativa de dicho departamento.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar el diseño físico y estético de la cabina de grabación de Radio Conejo con las normas técnicas vigentes.
- Medir el tiempo de reverberación en la cabina y analizar los resultados obtenidos.
- Establecer materiales y áreas para hacer el acondicionamiento acústico de la cabina.
- Diseñar la instalación eléctrica a fin de evitar interferencia en los equipos de transmisión.
- Instalar los equipos de locución, conducción, edición y transmisión.
- Poner en marcha el estudio y laboratorio.

## 1.4. Justificación

El departamento de Ingeniería Electrónica cuenta con la especialidad en Telecomunicaciones, sin embargo, esta no posee un laboratorio propio donde los alumnos puedan llevar a la práctica los conocimientos teóricos aprendidos en clase, a pesar de ser una especialidad con muchos años de implementación y con un alto número de alumnos inscritos.

Se cree que, mediante este proyecto, es posible contribuir, por un lado, en la consecución de las competencias básicas y objetivos educativos de la especialidad, es decir, que los alumnos de ingeniería electrónica con especialidad en telecomunicaciones puedan comprobar los fenómenos estudiados en clases de telecomunicaciones, obtener la experiencia y las herramientas básicas para la instalación y operación de una estación de radio, un canal de televisión y un sistema de recepción satelital, así como resolver los problemas de carácter electrónico que puedan presentarse;



Figura 1.1: Localización Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

y por otro, brindando un espacio de difusión de las actividades que el Departamento de Ingeniería Electrónica realiza y que son de importancia para los alumnos, docentes y futuros estudiantes de dicha licenciatura.

# Capítulo 2

## Marco Teórico

### 2.1. Fundamentos básicos de las telecomunicaciones

#### 2.1.1. Comunicación y Telecomunicación

**Comunicación.** Es un proceso de interrelación entre dos (o más) participantes donde se transmite una información desde un emisor que es capaz de codificarla en un código definido hasta un receptor el cual decodifica la información recibida, todo eso en un medio físico por el cual se logra transmitir el mensaje, con un código en convención entre emisor y receptor, y en un contexto determinado.

**Telecomunicación.** Tiene su origen en el francés *Télécommunication*, palabra que inventó el ingeniero Édouard Estaunié al añadir a la palabra latina *communicare* —compartir— el prefijo griego *tele-*, que significa distancia. Es toda transmisión y recepción de señales de cualquier naturaleza, típicamente electromagnéticas, que contengan signos, sonidos, imágenes o, en definitiva, cualquier tipo de información que se desee comunicar a cierta distancia.

**Ingeniería de telecomunicación.** Es la rama de la ingeniería que se ocupa de la generación, transmisión, recepción y procesamiento de *señales* ya sea por medios eléctricos, electromagnéticos, electroacústicos, ópticos, etc.

**Sistemas de telecomunicación.** Son aquellos que mediante el empleo de técnicas y dispositivos adecuados realizan el transporte de información entre una fuente y uno o más destinatarios finales.

#### 2.1.2. Modelo de un sistema de comunicaciones

**Comunicación.** La *Comunicación* es la transferencia de *información con sentido* desde un lugar (remitente, fuente, originador, transmisor) a otro lugar (destino, receptor). Por otra parte, *Información* es un patrón físico al cual se le ha asignado un significado comúnmente acordado. Así, por *información* se entiende aquí el conjunto de *señales*, producidas por fenómenos físicos, registrados, clasificados, organizados y relacionados, con un significado preciso para un destinatario específico.

En la figura 2.1.se muestra un diagrama a bloques del *modelo básico* de un sistema de comunicaciones, en éste se muestran los principales componentes que permiten la comunicación.



Figura 2.1: Modelo básico de un sistema de comunicaciones.

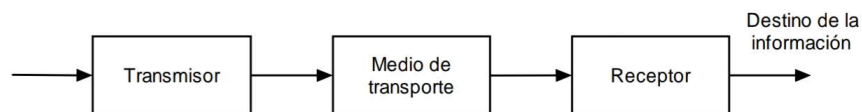


Figura 2.2: Canal genérico de comunicaciones.

### 2.1.3. Elementos del sistema

**Canal de comunicaciones.** El canal de comunicaciones puede referirse en términos generales, como el conjunto de recursos en espectro, espacio, tiempo y equipos, necesarios para realizar una comunicación. En su forma más general, se reduce a un transmisor, un receptor y un medio de transporte de la energía electromagnética como se ilustra en la figura 2.2.

En toda comunicación existen tres elementos básicos (imprescindibles uno del otro) en un sistema de comunicación: el transmisor, el canal de transmisión y el receptor. Cada uno tiene una función característica.

**Transmisor.** Su función es acondicionar las señales de la información en ancho de banda y potencia para entregarlas al medio de transporte o canal de transmisión. Para lograr una transmisión eficiente y efectiva, se deben desarrollar varias operaciones de procesamiento de la señal. La más común e importante es la *modulación*, un proceso que se distingue por el acoplamiento de la señal transmitida a las propiedades del canal, por medio de una onda portadora.

**Canal de transmisión.** Es el enlace eléctrico entre transmisor y receptor, siendo el puente de unión entre la fuente y el destino. Puede ser el vacío, el aire, un cable, el agua u otro medio material. La mayoría de las comunicaciones eléctricas emplean como medio de transporte el aire, cables metálicos o fibras ópticas. Pero sin importar el tipo, todos los medios de transmisión se caracterizan por la *atenuación*, la disminución progresiva de la potencia de la señal conforme aumenta la distancia.

**Receptor.** Su función es capturar las señales en el medio de transporte, amplificarlas y acondicionarlas a fin de que resulten inteligibles al usuario final; bien sea este una persona, un animal, una máquina, etc. En otras palabras, extrae del canal la señal deseada y la entrega al transductor

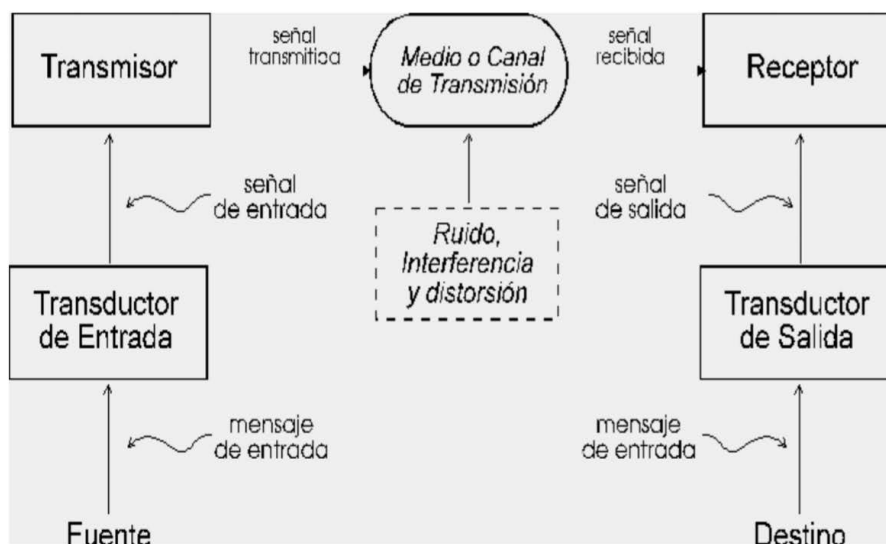


Figura 2.3: Elementos de un sistema de comunicación.

de salida. Como las señales son frecuentemente muy débiles, como resultado de la atenuación, el receptor debe tener varias etapas de amplificación. En todo caso, la operación clave que ejecuta el receptor es la *demodulación*, el caso inverso del proceso de modulación del transmisor, con lo cual vuelve la señal a su forma original.

**Canal de Radio.** En el canal de radio, la energía electromagnética generada en el transmisor es radiada al medio de transmisión y transportada hasta el receptor, sin conexión física entre éste y el transmisor. La radiodifusión sonora, la televisión y la telefonía móvil son los ejemplos más comunes de canales de radio. La estructura general del canal de radio se ilustra en la figura 2.4 y comprende desde la salida del transmisor a la entrada del receptor, incluyendo las respectivas líneas de transmisión y antenas. La porción del canal de radio que comprende solo el medio de transporte, es decir, el vacío, el aire u otro medio material en el que se propaga la energía electromagnética, suele designarse como *canal de propagación* en cuyo caso no se incluyen ni las antenas ni las líneas de transmisión.

**Modulación.** Se define como la modificación de una magnitud física a través de una información. A la magnitud física que debe modularse se le llama portadora.

**Portadora.** En radioelectricidad la portadora es una corriente eléctrica alterna de alta frecuencia que se transmite por el espacio en todas direcciones desde la antena emisora llegando a todas las antenas receptoras bajo su radio de influencia a través de los diferentes caminos (ondas terrestres, ondas ionosféricas y/u ondas procedentes de los satélites de comunicaciones).

**Modulación de frecuencia (FM).** Consiste en modificar el valor de la frecuencia de una portadora según las variaciones de amplitud de la señal moduladora, dando lugar a lo que se denomina emisión en frecuencia modulada.

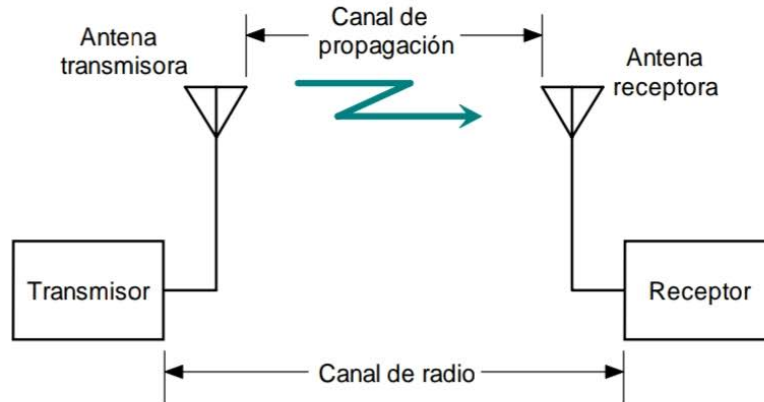


Fig. 1.3. Canal de radio y canal de propagación.

Figura 2.4: Canal de radio y canal de propagación.

#### 2.1.4. Señales

Se entiende la representación de una magnitud física, detectable, variable en el tiempo, el espacio o ambos, a la que se puede asignar un determinado significado o contenido de información. Aquí, el término *señal* se refiere a señales eléctricas, aunque en su forma original sean de otra naturaleza; por ejemplo, acústicas, mecánicas, ópticas, etc., que, en general, pueden convertirse a señales eléctricas mediante transductores adecuados.

En el mundo moderno el desarrollo de las técnicas de telecomunicaciones brinda distintas posibilidades para comunicarse, que se diferencian por el tipo de aparatos utilizados, las redes, urgencia del mensaje, costo de envío y las ubicaciones de los lugares de origen y destino de esa información. En la parte derecha de la figura siguiente, se destacan las modalidades de telecomunicación que utilizan la conversión de la información en señales eléctricas.

Las señales de transmisión pueden caracterizarse en el *dominio del tiempo* o en el de *frecuencia*. Ambas caracterizaciones representan el mismo fenómeno. En los sistemas de telecomunicación es usual la representación en el dominio de la frecuencia, ya que ésta proporciona información sobre el ancho de banda en que está contenida la energía de la señal. El aparato utilizado para esto se designa como *analizador de espectro*. En la figura 2.5 se muestra una señal de televisión de color en el dominio del tiempo, como se vería en un osciloscopio y en el de frecuencia, como se vería en un analizador de espectro.

Las señales generadas por una fuente de información y convertidas a señales eléctricas, por ejemplo, la voz o una imagen son señales de *paso bajo* y a menudo se designan también como señales en *banda base*. Sin embargo, las señales de banda base en los sistemas de comunicaciones tienen un significado bastante amplio, ya que pueden estar constituidas por combinaciones de señales de paso bajo.

**Transmisión en banda base.** Cuando se tiene más de una señal en banda base, por ejemplo, señales de voz, no pueden transmitirse simultáneamente por un mismo canal de comunicación



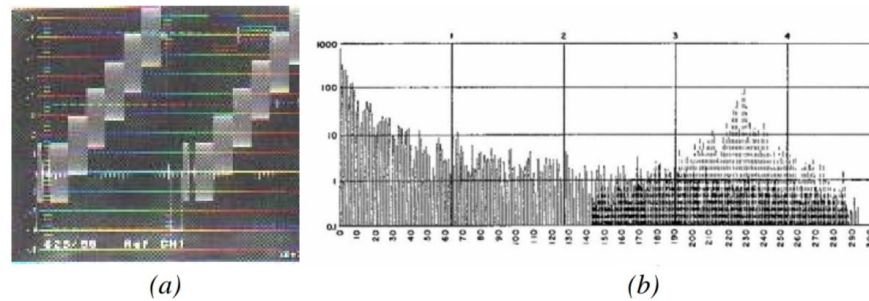


Figura 2.5: Señal de televisión, de barras de color, en el dominio del tiempo (a) y en el de frecuencia (b).

utilizando el mismo espectro de frecuencia, a menos que se le separe de alguna forma, ya que de no hacerlo se interferirían mutuamente y el receptor sería incapaz de discernir cada señal individual. De esto se infiere que si la transmisión se realiza en banda base, se requieren tantos canales de comunicación independientes como señales haya.

### 2.1.5. Contaminaciones de la señal

Durante la transmisión de la señal ocurren ciertos efectos no deseados, que podemos observar en la figura 2.3. Uno de ellos es la atenuación, la cual reduce la intensidad de la señal; sin embargo, son más serios la distorsión, la interferencia y el ruido, los cuales se manifiestan como alteraciones de la forma de la señal. Al introducirse estas contaminaciones al sistema, es una práctica común y conveniente imputárselas, pues el transmisor y el receptor son considerados ideales. En términos generales, cualquier perturbación no intencional a la señal se puede clasificar como *ruido*, y algunas veces es difícil distinguir las diferentes causas que originan una señal contaminada. Existen buenas razones y bases para separar estos tres efectos, de la manera siguiente:

***Distorsión.*** Se entiende como la alteración, no deseada de la forma de onda de una señal. Esto ocurre en cualquier circuito cuya respuesta en frecuencia no sea plana, es decir, que no deje pasar por igual todos los componentes espectrales de una señal; o en otras palabras, a la respuesta imperfecta del sistema a ella misma. A diferencia del ruido y la interferencia, la distorsión desaparece cuando la señal deja de aplicarse.

***Interferencia.*** Se entiende como la presencia de señales indeseables en un sistema de comunicaciones determinado, originadas por otros sistemas de comunicaciones. Es la contaminación por señales extrañas, generalmente artificiales y de forma similar a las de la señal. El problema es particularmente común en emisiones de radio, donde pueden ser captadas dos o más señales simultáneamente por el receptor. La solución al problema de interferencia es obvia; eliminar en una u otra forma la señal interferente o su fuente. En este caso es posible una solución perfecta, si bien no siempre práctica.

***Ruido.*** En cualquier sistema de comunicaciones se producen fluctuaciones de corriente -es decir, de tipo eléctrico- ajenas a las señales que maneja el sistema. Estas fluctuaciones son de tipo aleatorio e impredecibles y pueden tener diversos orígenes, ya sea dentro o fuera del sistema; al agregarse estas señales a la señal portadora de la información, deterioran la calidad de la comunicación,

quedando esta en gran parte oculta o eliminada totalmente. Esta situación algunas veces puede evitarse o reducirse y en otras es inevitable, de modo que al diseñar un sistema de comunicaciones es imprescindible tener en cuenta los efectos del ruido de modo que resulten mínimos.

### 2.1.6. Clasificación de los Sistemas de Telecomunicación

Los sistemas de telecomunicación pueden clasificarse según diversos criterios, dependiendo de características o aplicaciones específicas.

1. Según el medio físico de transporte de señales, los sistemas pueden clasificarse principalmente como de *cable*, *fibra óptica* o *radioeléctricos*.
2. Según el tipo de usuarios, en sistemas *punto a punto* o *punto a multipunto*. Entre los primeros se encuentran por ejemplo, la telefonía, y entre los segundos, los de radiodifusión sonora.
3. Según el tipo de comunicación, en *unidireccionales* o *bidireccionales*.
4. Según la banda de frecuencias, en *sistemas de banda estrecha* o *banda ancha*.

### 2.1.7. Sistemas Radioeléctricos

Por *radio* se entiende la transmisión de señales a través del espacio, mediante *ondas electromagnéticas*, sin que haya conexión física entre transmisor y receptor. El medio de propagación de las ondas electromagnéticas es, en este caso, el aire o el vacío. En esta área es frecuente emplear el término *radiofrecuencia (RF)*, y por tal, se entiende la frecuencia a la que la radiación de energía electromagnética es útil para propósitos de comunicación.

### 2.1.8. Limitaciones fundamentales en la comunicación eléctrica

En el diseño de un sistema de comunicación o de cualquier sistema para esta materia, el ingeniero se coloca frente a dos clases generales de restricciones: por un lado, los factores tecnológicos, es decir, los factores vitales de la ingeniería y por otra parte, las limitaciones impuestas por el mismo sistema, es decir, las leyes de la naturaleza en relación con el objetivo propuesto.

Puesto que la ingeniería es, o debe ser, el arte de lo posible, ambas clases de restricciones deben ser analizadas al diseñar un sistema. Las limitaciones fundamentales en la transmisión de la información por medios eléctricos son el *ancho de banda* y el *ruido*.

### 2.1.9. Espectro de frecuencias

La *frecuencia* que indica las valoraciones por segundo de la señal se expresa en una unidad denominada **Hertz (Hz)** o ciclos por segundo. Los sistemas de telecomunicaciones utilizan el espectro de frecuencias o espectro radio eléctrico -como también es llamado-, que comprende de las bandas de frecuencias útiles para los servicios de radiocomunicación y abarca, desde frecuencias superiores, correspondientes al espectro visible y en el infrarrojo (figura 2.6).

Las principales bandas del espectro radioeléctrico suelen definirse en términos de longitudes de onda, según la designación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, de la forma que se indica en la figura 2.7.

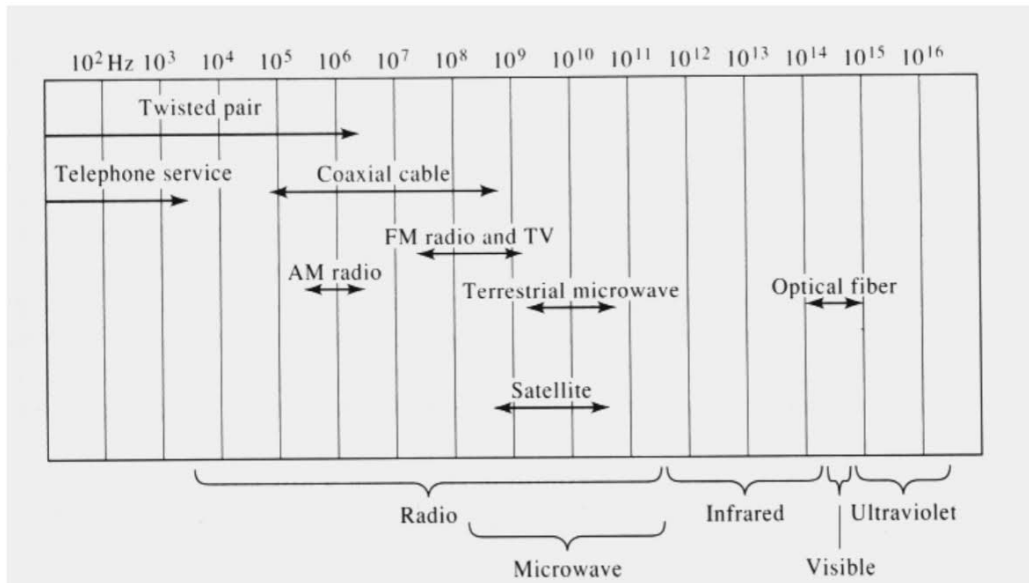


Figura 2.6: Espectro de frecuencias para distintos vínculos o medios de transmisión expresados en Hertz (Hz).

Abreviatura	Significado	Frecuencias	Longitud de onda	Designación
ELF	Extra-low freq.	0.3 a 3 KHz.	1000 a 100 Km	Megamétricas
VLF	Very-low freq.	3 a 30 KHz	100 Km a 10 Km	Miriamétricas
LF	Low frequency	30 a 300 KHz	10 Km a 1 Km	Kilométricas
MF	Medium freq.	300 a 3000 KHz	1000 m a 100m	Hectométricas
HF	High frequency	3 a 30 MHz	100 m a 10 m	Decamétricas
VHF	Very-high freq.	30 a 300 MHz	10 m a 1 m	Métricas
UHF	Ultra-high freq.	300 a 3000 MHz	1 m a 10 cm	Decimétricas
SHF	Super-high freq.	3 a 30 GHz	10 cm a 1 cm	Centimétricas
EHF	Extra-high freq.	30 a 300 GHz	10 mm a 1 mm	Milimétricas

Figura 2.7: Nomenclatura de las Bandas de Frecuencias.

Nombre		Frecuencias
Onda larga		150 a 285 kHz
Onda media		520 a 1.605 kHz
Onda corta		2,30 a 26,10 MHz
VHF	Banda I	47 a 68 MHz
	Banda II (FM)	87 a 110 MHz
	Banda III	174 a 230 MHz
UHF	Banda IV	470 a 606 MHz
	Banda V	606 a 862 MHz
Ku	FSS banda inferior	10,9 a 11,7 GHz
	DBS	11,7 a 12,5 GHz
	FSS banda superior	12,5 a 12,75 GHz

Figura 2.8: Bandas asignadas para los servicios de radiodifusión de radio y televisión.

El ancho de banda de la señal o su espectro de frecuencias es una medida de la velocidad de la señal. Cuando se quiere transmitir mucha información en poco tiempo se requiere señales con gran ancho de banda. Esas señales deben transmitirse a través de vínculos o enlaces que puedan responder a todas las frecuencias de la señal y para ello deben tener un ancho de banda adecuado a efectos para poder reproducir fielmente la señal.

## 2.2. Fundamentos básicos de la radio FM

Las ondas radioeléctricas se consideran una forma de energía radiante similar a la luz. Estas ondas viajan por el espacio a una velocidad de 300.000 km/s (para ser más exactos, a 299.973 km/s).

El espectro de frecuencias radioeléctricas se extiende desde 10 kHz (frecuencia muy baja) hasta 300 GHz (frecuencia extremadamente elevada), e incluso más allá.

Además de la clasificación expuesta en la figura 2.7, las ondas radioeléctricas se dividen a su vez en bandas, de acuerdo con el reglamento de radiocomunicaciones de la *Unión Internacional de Telecomunicaciones* (UIT). En la figura 2.8 se relacionan las bandas y frecuencias asignadas para servicios de radiodifusión de radio y televisión. Otras bandas, destinadas a otros servicios (policía, taxis, aeropuertos, etc.) quedan fuera de los objetivos de esta obra, y por tanto, no se citan.

En la figura 2.8 se tiene:

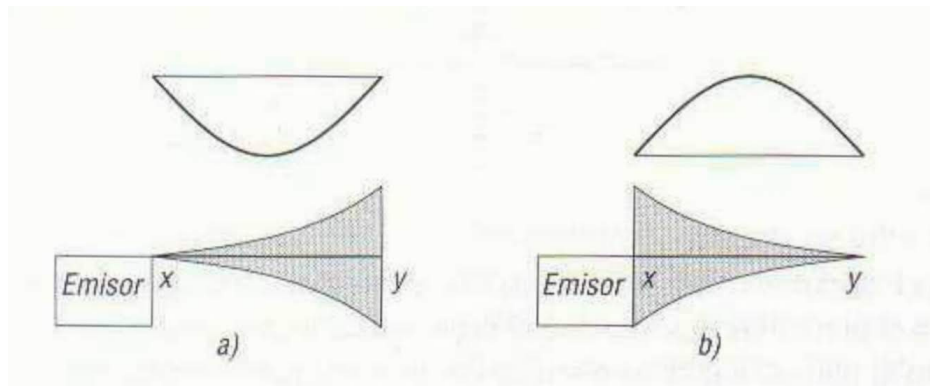


Figura 2.9: Desarrollo de los campos de radiación durante una emisión radioeléctrica.

1. Las tres primeras bandas se utilizan en emisiones de radio en AM (amplitud modulada).
2. Las bandas I a V (salvo la II, que se asigna a radio en FM) se destinan a las emisiones de televisión.
3. Las bandas Ku son las destinadas a emisiones de radio y televisión vía satélite.

Estos valores resultan sorprendentes, sobre todo en lo que respecta a las emisiones vía satélite.

### 2.2.1. Propagación de las ondas de radio

Si una corriente alterna de RF se aplica a una antena, que no es más que un conductor eléctrico de características especiales, producirá un campo magnético y un campo eléctrico variables al rededor de ella. Estos campos periódicos de la intensidad de campo producen una onda de campo móvil que se aleja de la antena. Los componentes de esta onda de campo reciben la denominación de *campo de inducción* y *campo de radiación* (2.9).

### 2.2.2. Campos de radiación e inducción

El cálculo de los campos electromagnéticos resultantes de la corriente en la antena es una operación qsumamente compleja que involucra matemáticas más avanzadas. Para nuestros propósitos, simplificaremos los resultados partiendo de la aceptación de algunas suposiciones. En primer lugar, aceptaremos que los campos eléctrico y magnético están en ángulo recto en el espacio. Así como el campo magnético total está constituido por dos componentes que están en fase en el tiempo, todas las componentes del campo eléctrico no lo están.

En el *campo de radiación* los campos eléctrico y magnético están desfasados 90 grados en el espacio y están en fase en el tiempo, tal y como se puede apreciar en la figura 2.10, donde se ha representado el campo eléctrico  $E$  mediante una línea continua y el campo magnético  $H$  mediante línea de trazos. Es por esta razón que se disipa la *potencia*. Esta potencia se irradia fuera de la antena.

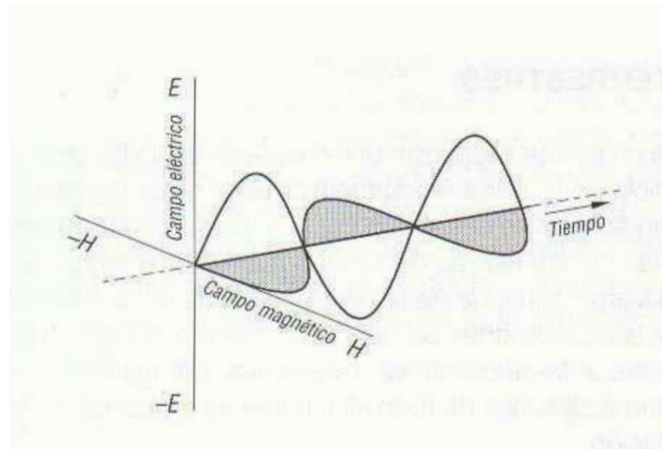


Figura 2.10: Campo de radiación. Los campos magnético y eléctrico están desfasados 90 grados en el espacio y en fase en el tiempo.

### 2.2.3. Propagación de las ondas terrestres

Las ondas del campo de radiación de una antena se desplazan por el espacio en todas las direcciones. Esta propagación avanza sobre la superficie de la Tierra (*ondas terrestres*) y hacia las capas altas de la atmósfera (*ondas espaciales*). Las ondas que se desplazan por la superficie de la Tierra están afectadas por la presencia de ésta y por las características del terreno. La mayor o menor facilidad con que una onda terrestre puede desplazarse depende de las características de la superficie terrestre, de la frecuencia de onda y de las condiciones en que se encuentre la baja atmósfera.

De acuerdo con esto, una onda terrestre sufre absorciones, reflexiones, bordea más o menos los obstáculos que encuentran en su camino y, después de todo ello, puede que alcance o no al receptor, según las condiciones de propagación. La onda terrestre está integrada por tres componentes (figura 2.11): una *onda de superficie*, una *onda directa* y una *onda reflejada*.

1. La onda de superficie sigue una trayectoria a lo largo del contorno terrestre.
2. La onda directa sigue una trayectoria recta desde la antena emisora hasta la receptora.
3. La onda reflejada llega al receptor después de una reflexión en la superficie de la Tierra.

En lo que respecta a la onda de superficie, diremos que ésta sufre una atenuación debida al grado de conductividad de la Tierra, por lo que su alcance es limitado, dependiendo de la citada atenuación.

La onda directa viaja sobre una trayectoria óptica, es decir, sobre una línea recta imaginaria que une la antena emisora con la receptora. Si, debido a la curvatura de la Tierra, ambas antenas no se ven, la onda directa no alcanzará la antena receptora. Sin embargo, la onda directa es refractada en la baja atmósfera (refracción troposférica), debido a los cambios en la conductividad relativa (constante dieléctrica) de sus capas. Así, la presencia de grandes masas de aire frío y caliente cercanas entre sí y el contenido de vapor de agua en la atmósfera son causas de refracción de la onda directa.



Figura 2.11: Componentes de las ondas terrestres.

#### 2.2.4. Modulación en frecuencia (FM)

La frecuencia es uno de los parámetros de toda señal radio eléctrica capaz de ser modificada y, por lo tanto, de modular. La modulación en frecuencia consiste en modificar el valor de la frecuencia de una portadora según las variaciones de amplitud de la señal moduladora, dando lugar a lo que se denomina *emisión de frecuencia modulada* (FM).

Así, en FM la frecuencia de operación de la portadora aumenta de valor cuando aumenta la tensión de la señal moduladora de BF y disminuye de valor cuando disminuye la tensión de la moduladora de BF. El parámetro que se modifica de la portadora es su frecuencia, por lo que la amplitud de ésta permanece constante y, por lo tanto, las comunicaciones son inmunes casi por completo a los parásitos, dando lugar a una mayor calidad en la recepción.

En la figura 2.12 se presentan las curvas de las tensiones alternas presentes en una transmisión de FM. La curva a) es la tensión de la portadora de RF, la b) es la de la moduladora o tensión de BF y la c) es la tensión de la señal (portadora modulada en frecuencia).

#### 2.2.5. Transmisor de FM

La figura 2.13 muestra la configuración típica de un transmisor de FM en el que se emplea el método indirecto de generación de FM. Un oscilador a cristal estable genera la señal de la portadora y un amplificador de aislamiento aísla el resto del sistema. La señal de la portadora se aplica a un modulador de fase similar a los ya descritos. La entrada de voz se amplifica y procesa para limitar el intervalo de frecuencias e impedir la sobredesviación. La salida del modulador es la señal de FM deseada.

La mayoría de los transmisores de FM se usan en el intervalo de VHF y UHF, pero no se dispone de cristales para generar esas frecuencias en forma directa. Como resultado, en general la portadora se genera a una frecuencia mucho más baja que la frecuencia de salida final. Para obtener la frecuencia de salida deseada, se utilizan una o más etapas de multiplicación de frecuencia. Un multiplicador de frecuencia es un amplificador clase C cuya frecuencia de salida es un múltiplo entero de la frecuencia de entrada. La mayoría de los multiplicadores de frecuencia incrementan ésta en un factor de 2, 3, 4 o 5, y puesto que son amplificadores clase C, también proporcionan una modesta amplificación de potencia.

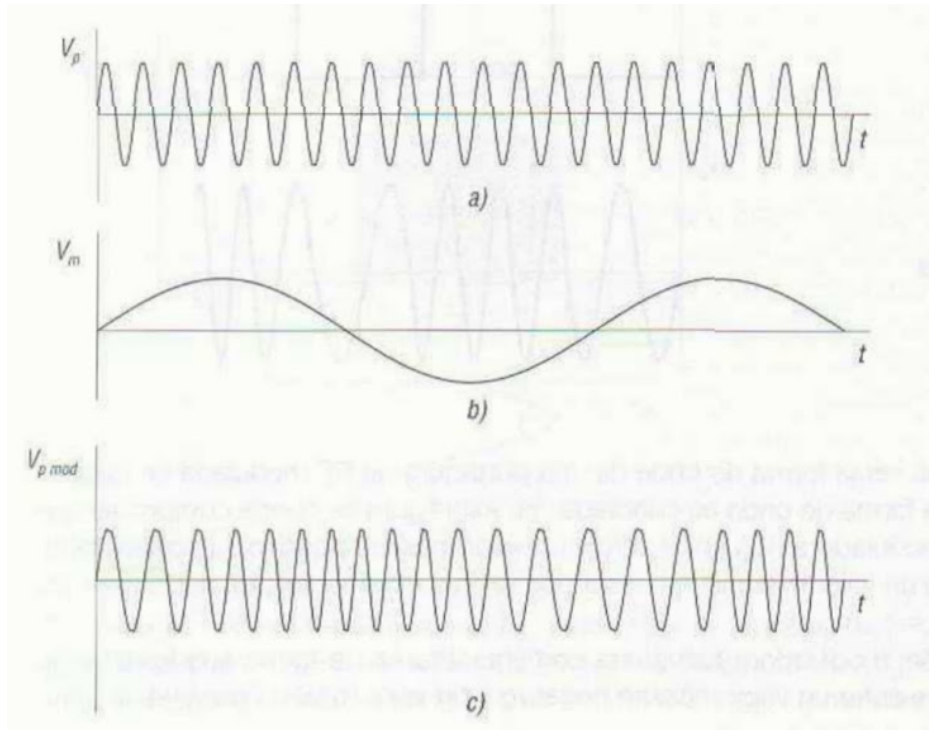


Figura 2.12: Modulación de frecuencia.

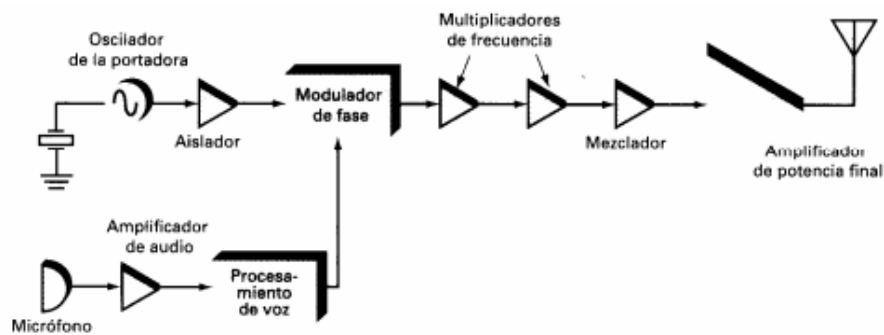


Figura 2.13: Transmisor de FM típico que usa modulación de frecuencia indirecta con un modulador de fase.



## 2.2.6. Fundamentos físicos del sonido

### La Onda de Sonido

Una onda de sonido es una onda longitudinal. A medida que la energía del movimiento ondulatorio se propaga alejándose del centro de la perturbación, las moléculas de aire individuales se mueven hacia adelante y hacia atrás, de forma paralela a la dirección de dicho movimiento.

### Características físicas del sonido

Una nota musical, por ejemplo, puede ser definida en su totalidad, mediante tres características con que se percibe: *el tono, la intensidad y el timbre*. Estos atributos corresponden exactamente a tres características físicas: *la frecuencia, la amplitud y la composición armónica o forma de onda*.

**Frecuencia o tono.** Por frecuencia del sonido se entiende el número de ciclos de una onda por segundo. Conforme mayor sea la frecuencia de una onda, más agudo se escuchará el sonido.

**Amplitud.** Es el grado de movimiento de las moléculas de aire que transportan la onda. Dicho movimiento corresponde a la intensidad de expansión y compresión de la propia onda. Cuanto mayor es la amplitud de la onda, más intensamente golpea ésta a las moléculas del tímpano y más fuerte es el sonido percibido. Para expresar la intensidad de los sonidos, estos se comparan con un sonido patrón; en tal caso, la intensidad se expresa en decibeles (dB).

**Intensidad.** La distancia a la que se puede escuchar un sonido, depende de la intensidad de éste. Es el flujo promedio de entrega que atraviesa cada unidad de área perpendicular a la dirección de la propagación.

**Timbre.** El timbre es el atributo que nos permite diferenciar dos sonidos con igual sonoridad, altura y duración. Como se ve, el timbre se define por lo que NO es. En todo caso, se podría afirmar que el timbre es una característica propia de cada sonido, de alguna manera identificatoria de la fuente sonora que lo produce.

### El decibel

Los decibelios (dB) y la frecuencia son términos que se usan para describir los niveles de sonido y el número de ciclos de una onda de sonido en un segundo. Es una unidad que se utiliza para expresar la relación entre dos valores de presión sonora, o tensión y potencia eléctrica (no es una unidad de medida).

## 2.2.7. Efectos acústicos

Una onda sonora puede encontrar obstáculos en su recorrido de propagación, que alterarán su trayectoria y velocidad y eso tendrá consecuencias en el sonido resultante. Algunos efectos acústicos derivados de esta circunstancia son:

**Eco.** El eco o rebote del sonido contra cualquier superficie dura hace que lo oigamos después del sonido original. Para ello, el emisor debe estar lo suficientemente alejado del obstáculo contra

el que rebota el sonido, para que éste y el rebotado no se mezclen.

**Reverberación.** Es el eco múltiple que al sonar inmediatamente después del sonido original lo alarga deformándolo. Cuando gritamos en una sala vacía, nuestra voz se mezcla con el eco múltiple resultando un sonido más confuso y prolongado en su final. En ocasiones, las paredes de los edificios se revisten de unos materiales que eliminan o disminuyen la reverberación, por ejemplo, algunos teatros, o los estudios de grabación.

**Resonancia.** Cuando un objeto empieza a vibrar por la influencia de otro, decimos que han entrado en resonancia. Si haces vibrar el diapasón y lo pones en contacto con la pizarra, o la ventana, escucharás como se escucha la nota la. Eso sucede, no porque la mesa o la ventana hayan aprendido a cantar, sino porque las vibraciones del diapasón se han transmitido al otro objeto, que comienza también a vibrar y sonar.

## 2.3. Fundamentos básicos de la Televisión

### 2.3.1. La transmisión de imágenes

Televisión significa “ver a distancia”. De una manera práctica, el sistema de TV permite convertir la información de una escena determinada a una señal eléctrica de video y de audio para ser transmitida al receptor (televisor), mediante una comunicación tipo símplex. Luego esta información es reensamblada en el receptor para reproducir la escena filmada. En caso de TV monocromática la imagen se reproduce en “blanco y negro” con una escala de grises intermedia que represente los diversos tonos de luz de la imagen original. En caso de TV a color la imagen se reproduce casi fielmente en sus colores originales como combinación de los colores primarios aditivos: rojo, verde y azul, (RGB).

La televisión como medio de comunicación se ha convertido en la principal vía para transmitir ideas, entretener y hacer comercio (publicidad). Combina audio y video, por lo que involucra en mayor grado al usuario. Además, su enorme popularidad se debe a que el servicio es completamente gratis. Sólo se requiere del aparato receptor y se puede así sintonizar cualquier señal libre (no codificada) que pueda ser captada. Tal es su grado de penetración que casi puede decirse que no hay un hogar sin televisión.

Los principios que rigen la televisión involucran una gran parte de los conceptos de la ingeniería electrónica. Desde los fundamentos de las comunicaciones hasta los circuitos que la hacen posible. Este trabajo sin embargo está enfocado desde el punto de vista de la radiodifusión, considerando la prestación del servicio y las normas que lo rigen. Todo pretendiendo ser muy conciso tocando puntos específicos que permitan saber de qué se trata el sistema con el cuidado de incluir la información más útil posible. Sin embargo no se consideran aquí los aspectos circuitales de la transmisión ni de la recepción.

### 2.3.2. Frecuencias y bandas de operación

Para la transmisión de la señal de televisión, a las estaciones les es asignado un grupo de frecuencias llamado canal. Los canales son representados mediante una numeración (que es el número que comúnmente asociamos a la estación). Cada canal de TV tiene un ancho de banda de 6 MHz (independientemente de su ubicación) y están distribuidos de la siguiente manera:

1. de 54 MHz a 88 MHz los canales 2 al 6 de la banda baja de VHF
2. de 174 MHz a 216 MHz los canales 7 al 13 de la banda superior de VHF
3. de 470 MHz a 890 MHz los canales 14 al 83 de la banda UHF

### 2.3.3. Niveles de potencia típicos de transmisión y recepción

**Transmisión.** La potencia RF pico de salida típica para una señal de imagen o de sonido de la banda VHF es de 1 kW. Sin embargo, la potencia efectiva radiada puede ser mayor dado que incluye la ganancia de la antena de transmisión (aunque la ganancia de la antena sólo representa el *exceso* en comparación con una antena patrón hay un aumento no en la potencia radiada sino en la potencia radiada efectiva). La potencia efectiva mínima radiada especificada por la FCC para una población de 1 millón de habitantes o más, es de 50 kW, con una altura de la antena transmisora de 150 m. Para zonas con una población de 50.000 personas o menor, la mínima potencia efectiva radiada es de 1 kW con una antena de 90 m de altura.

Las potencias de transmisión para la señal de imagen son diferentes de las de la señal de sonido. La potencia de la portadora de sonido (señal de audio) no debe ser menor del 50 o mayor del 150 de la potencia radiada para la señal de imagen, para TV monocromática. Para transmisión de TV a color, la potencia de transmisión del sonido está limitada de 50 por ciento a 70 por ciento de la potencia de imagen para minimizar la interferencia entre ambas señales. Respecto a un posible error en la frecuencia, la tolerancia de frecuencia para la señal de imagen o de sonido es de 0.002. Sin embargo, las frecuencias exactas de portadora para estaciones diferentes en el mismo canal son desviadas entre sí por +10 kHz ó -10 kHz, con el fin de reducir la interferencia cocanal. A este sistema se le llama operación de desvío de portadora.

**Recepción.** Los receptores de TV son tipo superheterodino con el amplificador principal IF operando en el rango de 41 a 46 MHz y dando la forma VSB. La señal de audio también es amplificada por el amplificador IF. El detector de envolvente en el receptor detecta tanto la señal de audio como la de video. El amplificador de video posee un filtro pasabajo que remueve la componente de audio. También posee un restaurador DC (DC restorer) que fija electrónicamente los pulsos en blanco (blanking) y restablece el nivel DC correcto de la señal de video. La componente de audio es demodulada con un detector de FM.

El nivel de potencia estándar a la entrada de un receptor ordinario de TV es de 1 mV con una impedancia de 75  $\Omega$ , para una imagen libre de ruido. Debido a esto, los niveles de referencia para TV suelen ser expresados en dBmV.

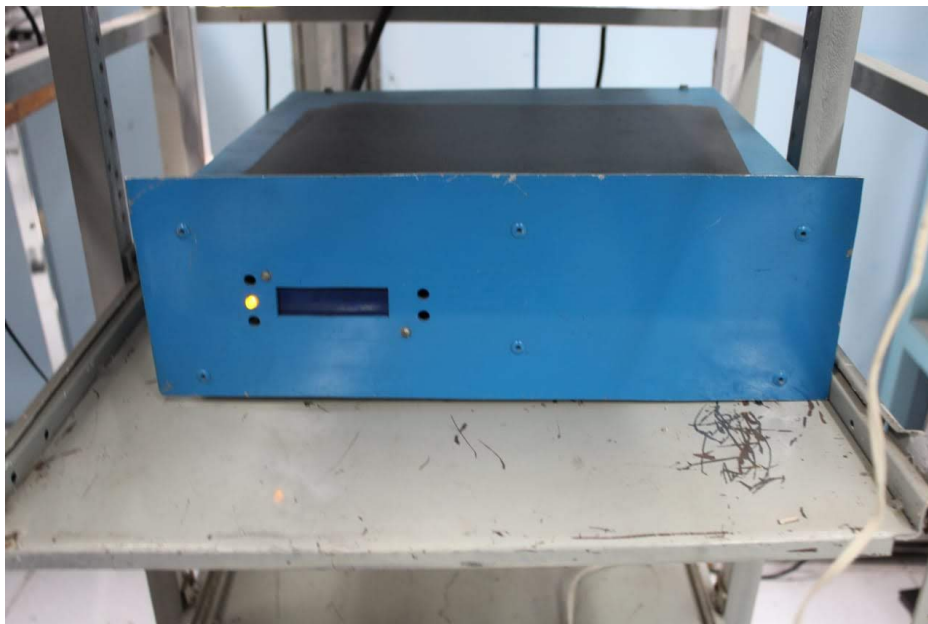


Figura 2.14: Transmisor FM de radiodifusión.

## 2.4. Materiales y recursos

### 2.4.1. Radiodifusora FM

#### Transmisor FM

La mayoría de la gente cree que 'Transmisor de FM' se refiere a un dispositivo que opera en la banda de transmisión de 88 a 108 MHz, esto no es del todo cierto. 'Transmisor FM' puede referirse a cualquier transmisor de cualquier frecuencia que use FM o modulación de frecuencia. La modulación de frecuencia es una técnica utilizada para transportar información en una portadora de frecuencia de radio. La frecuencia de la portadora de radio se cambia por una pequeña cantidad positiva y negativa en sincronización con la información que requiere transmisión. Por ejemplo, en un sistema de sonido, el altavoz oscila hacia adelante y hacia atrás en sincronización exacta con la forma de onda de audio. En un transmisor de FM de sonido, la frecuencia oscila hacia arriba y hacia abajo en sincronización exacta con la forma de onda de audio.

**Transmisor de FM (dispositivo personal.)** En 2006, la Unión Europea legalizó en todos los estados miembros el uso de transmisores FM de potencia ultrabaja de 50 nanovatios para uso personal en la banda de transmisión 88 a 108. Puede ver muchos de estos hoy en venta en tiendas de electricidad y en Internet. Básicamente, conectas tu teléfono, Ipod, reproductor de MP3, etc. a estos dispositivos y puedes escuchar la música en un receptor de radio FM de hasta 3 metros de distancia. El nombre de transmisor de FM se adoptó rápidamente para estos dispositivos.

**Transmisor FM (Transmisor de radiodifusión.)** Antes de 2006, el término "Transmisor FM" por "gran angular" se refería a un transmisor de radio FM para estaciones de radio de cualquier nivel de potencia que operaba en la banda de frecuencias de 88 a 108 MHz. La figura 2.14 es un ejemplo de esto.



Figura 2.15: Circuito Transmisor FM de radiodifusión.

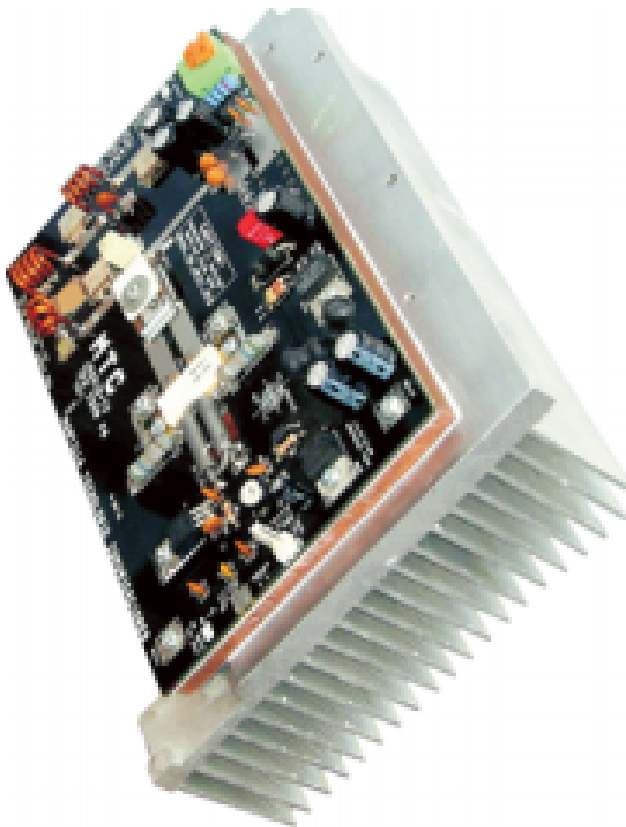


Figura 2.16: Circuito amplificador de potencia del Transmisor FM de radiodifusión.



Figura 2.17: Consola de audio Behringer Xenyx X2222USB

### Consola de audio

Una consola de audio (figura 2.17) es un dispositivo electrónico al cual se conectan diversos elementos emisores de audio, tales como micrófonos, entradas de línea, Samplers, Sintetizadores, Gira discos de vinilos, Reproductores de cd, reproductores de cintas, USB, etc. Una vez las señales sonoras entran en la mesa estas pueden ser procesadas y tratadas de diversos modos para dar como resultado de salida una mezcla de audio, mono, multicanal o estéreo.

El procesado habitual de las mesas de mezclas incluye la variación del nivel sonoro de cada entrada, ecualización, efectos de envío, efectos de inserción, panorámica (para los canales mono) y balance (para los canales estéreo). Otras mesas de mezclas permiten la combinación de varios canales en grupos de mezcla (conocidos como grupos) para ser tratados como un conjunto, la grabación a Disco duro, la mezcla entre 2 o más canales mediante un Crossfader, entre otros.

Estas mesas se utilizan en diferentes medios, desde estudios de grabación musical, radiofónicos, televisivos o de montaje cinematográfico, como herramienta imprescindible en la producción y emisión de audio.



Figura 2.18: Antena dipolo

## Antena

Una antena es un dispositivo que transforma una corriente eléctrica alternada en una onda electromagnética, o viceversa. Cuando el proceso que se lleva a cabo es el primero, la antena se llama *antena transmisora*. En cambio, en el segundo caso es una *antena receptora*. La antena transmisora produce ondas electromagnéticas, la antena receptora las recoge del espacio. En la mayoría de las instalaciones de radiodifusión, se usa la misma antena con ambos fines.

**Dipolo.** Las antenas dipolo son las más sencillas de todas. Consiste en un hilo conductor de media longitud de onda a la frecuencia de trabajo, cortado por la mitad, en cuyo centro se coloca un generador o una línea de transmisión (figura 2.18).

**Dipolo-Teoría de Antenas.** La longitud de un dipolo debe ser por tanto:  $L = 150 / f$  siendo  $f$  la frecuencia en megahercios.

Al estar construido con algún material (generalmente cobre) y terminarse en dos puntas que introducen una cierta capacidad que no existe en el conductor continuo, para obtener la resonancia se debe acortar ligeramente esta longitud debido al mismo efecto que el factor de propagación de las líneas de transmisión.

Para todos los efectos prácticos, salvo para dipolos en frecuencias muy elevadas en las que el

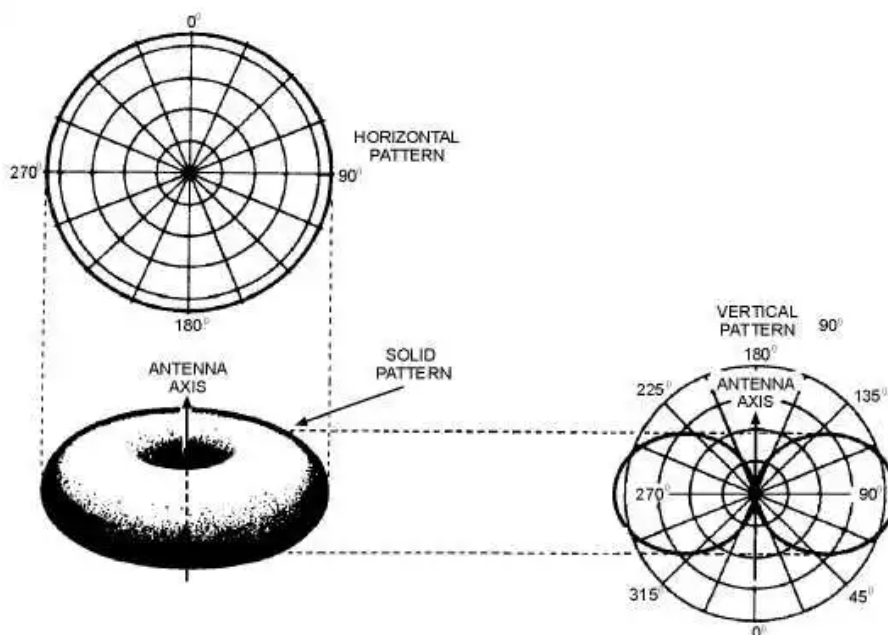


Figura 2.19: Radiación en una antena dipolo

diámetro del hilo puede tener influencia, se puede considerar que acortando la longitud un 5 por ciento se consigue la condición de resonancia.

Por lo tanto, la fórmula queda:  $L = 142,5 / f$ .

**Distribución de corriente y tensión en un dipolo.** La distribución de corriente y tensión en un dipolo se da de la siguiente manera. En el centro tenemos una tensión reducida y una intensidad elevada, mientras que en las puntas se produce una tensión muy elevada y una intensidad nula. Esto quiere decir que hay que tener cuidado con la sujeción de esos puntos. Si el aislador no es de buena calidad, la elevada tensión existente en las puntas puede producir grandes pérdidas. También hay que tener en cuenta el hecho de que incluso con potencias pequeñas se pueden producir quemaduras en caso de tocar accidentalmente esas puntas.

**Radiación de una antena dipolo.** La radiación de un dipolo en el espacio libre es tal como se indica en la figura 2.19; en un plano perpendicular a la dirección del hilo del dipolo. Radia exactamente igual en todas direcciones: mientras que en el plano del dipolo radia con un máximo en la dirección perpendicular al hilo y un mínimo en la dirección del hilo. O sea que el dipolo es ligeramente directivo y como ya dijimos anteriormente tiene una ganancia respecto a una antena isotrópica de 2,3 dB en direcciones perpendiculares al hilo del dipolo. A efectos prácticos puede decirse que el dipolo es omnidireccional, excepto para direcciones hacia las puntas o muy próximas a ellas.

### Línea de transmisión

Una línea de transmisión es cualquier sistema de conductores, semiconductores, o la combinación de ambos, que puede emplearse para transmitir información, en la forma de energía eléctrica o electromagnética, entre dos puntos. El tradicional par de hilos de cobre o línea bifilar es la configuración más simple, tiene el menor ancho de banda y la menor capacidad de transmisión dentro



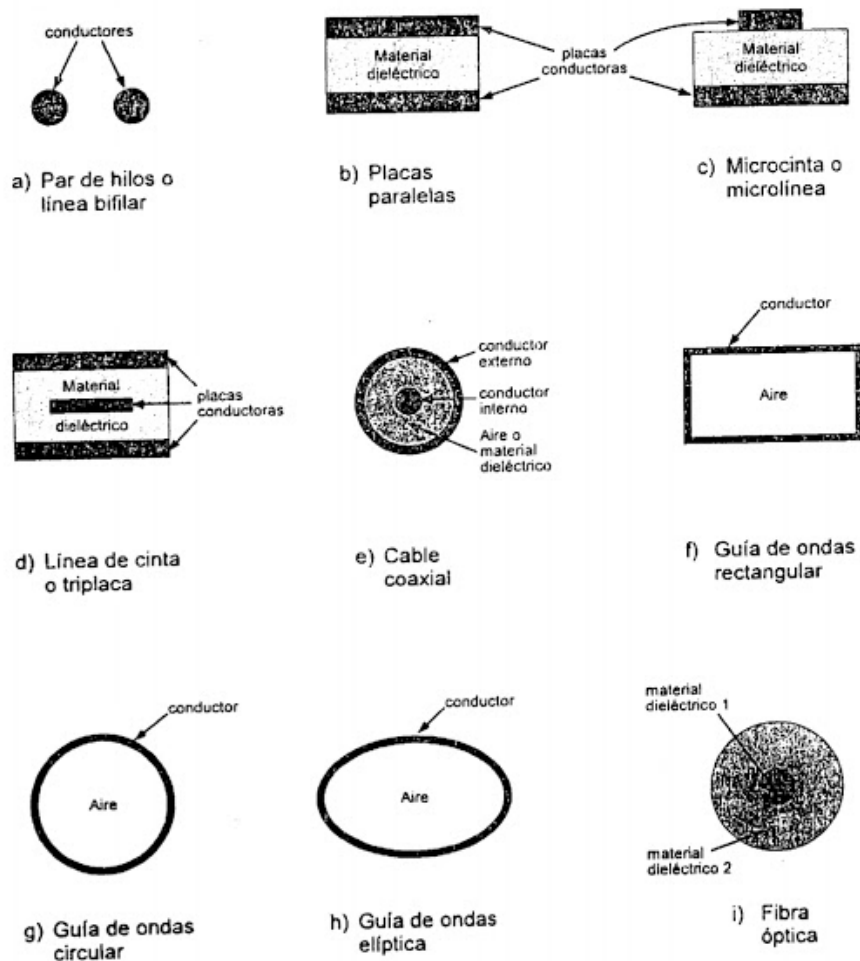


Figura 2.20: Corte transversal de varios tipos de transmisión.

de la variedad de líneas que se utilizan actualmente, pero no por ello deja de ser fundamental y muy importante.

Todas las figuras mostradas en la figura 2.20 son capaces de transmitir información. En todos los casos, la señal es guiada en el sentido longitudinal de la estructura. Por lo tanto, en realidad, todas estas configuraciones son guías de onda y también líneas de transmisión. Estos términos son sinónimos, pero tradicionalmente se ha dado por denominar *líneas* a las estructuras con dos elementos conductores, como el par de hilos y el cable coaxial, y *guías de onda* a las estructuras de un solo elemento conductor.

## ZaraStudio

ZaraStudio es una aplicación software destinada a automatizar emisiones radiofónicas, aunque sus características lo hacen también ideal para supermercados, tiendas, bares (figura 2.21).

Estilos musicales aleatorios, fundidos y solapamientos automáticos entre canciones basados en el nivel del sonido, detección de tonos DTMF sin hardware adicional, control remoto a través del puerto paralelo, un completo sistema de eventos, cuatro reproductores auxiliares y el manejo de

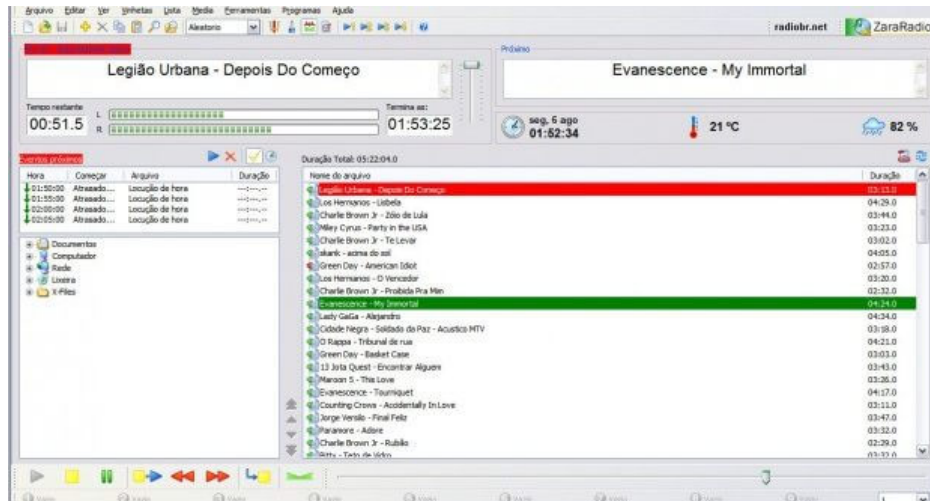


Figura 2.21: Software ZaraStudio.

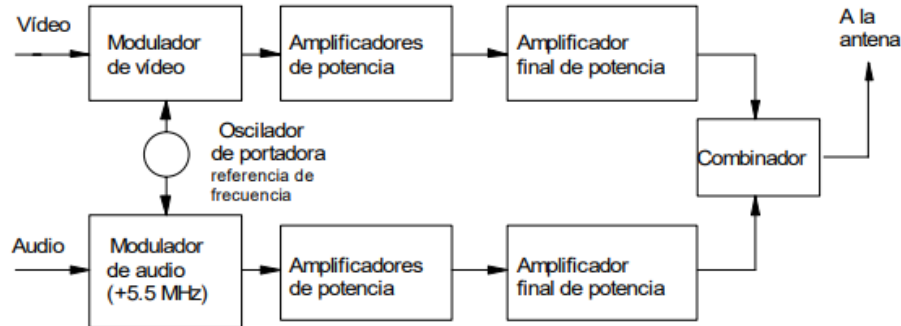


Figura 2.22: Arquitectura de un transmisor de Televisión.

hasta cinco tarjetas de sonido simultáneamente son algunas de las características que lo han hecho popular en multitud de emisoras en todo el mundo.

## 2.4.2. Televisión

### Transmisor de Televisión analógica

En términos generales, la arquitectura de los transmisores, bien sean analógicos o digitales, es prácticamente la misma y se ilustra en la figura 2.22

### Cámara de vídeo

La cámara de vídeo, videocámara o cámara filmadora es un dispositivo que captura imágenes convirtiéndolas en señales eléctricas, en la mayoría de los casos a señal de vídeo, también conocida como señal de televisión. En otras palabras, una cámara de vídeo es un transductor óptico. La cámara filmadora hace más bien noción a las cámaras de vídeo portátiles.

El sistema completo de una cámara de vídeo recibe el nombre de cadena de cámara y consta de la *cabeza de cámara*, que es la parte que está en el plató o en el lugar de la producción, y la



Figura 2.23: Transmisor de Televisión analógico Eurotel ETL 3100.

estación base o base station- que es la parte de la cámara que la une con el resto del sistema de producción.

La cabeza de cámara y la estación base se unen entre sí mediante una manguera de varios cables, por donde van las señales que se mandan del sistema a la cámara y de esta al sistema, así como las alimentaciones correspondientes. Este cable múltiple puede ser sustituido por un cable coaxial llamado Triaxial, por el que las señales se introducen mediante multiplexación en frecuencia. También hay sistemas de conexionado inalámbrico, pero sólo son utilizados en casos muy concretos y especiales.

Podemos explicar su funcionamiento por pasos. Primero, la luz que proviene de la óptica es descompuesta al pasar por un prisma de espejos dicróicos que descomponen la luz en las tres componentes básicas que se utilizan en televisión: el rojo (R o red), el verde (G o green) y el azul (B o blue). Justo en la otra cara de cada lado del prisma están los captadores, actualmente dispositivos CCDs y anteriormente tubos de cámara. El sistema óptico está ajustado para que en el target de cada captador se reconstruya la imagen nítidamente. Esta imagen es leída por los CCDs y su sistema de muestreo y conducida a los circuitos preamplificadores.

Los circuitos de muestreo y lectura de los CCD deben estar sincronizados con la señal de referencia de la estación. Para ello, todos los generadores de pulsos se enclavan con las señales procedentes del sistema de sincronismo de la cámara, que recibe la señal de genlock, normalmente negro de color, desde el sistema en el que se está trabajando. O bien, se trabaja sin referencia exterior, como suele hacerse al utilizar cámaras de ENG.

Ésta imagen leída por los CCD y su sistema de muestreo es conducida luego a los circuitos preamplificadores. En los preamplificadores se genera e inserta, cuando así se quiere, la señal de prueba llamada pulso de calibración, comúnmente llamada cal, la cual recorrerá toda la electrónica



Figura 2.24: Videocámara SONY Handycam CCD Tr-2000 hi8 NTSC.

de la cámara y servirá para realizar un rápido diagnóstico y ajuste de la misma. De los preamplificadores las señales se enrutan a los procesadores, donde se realizaran las correcciones de gamma, detalle, masking, pedestal, flare, ganancias, clipeos y limitadores.

Las señales ya están listas para salir al sistema de producción o para ser grabadas. Se envían entonces a los circuitos de visionado, los cuales muestran la imagen en el visor de la cámara y la transmiten mediante los correspondientes conectores de salida.

La salida básica, video compuesto VBS, sigue siendo la del sistema analógico de TV elegido: PAL, NTSC o SECAM, por lo que el codificador está presente en todas las cámaras. Añadido al mismo estará el codificador de la señal a digital IEEE1394, FireWire o la SDI o HDSDI. Estas señales son mandadas mediante el adaptador triax, fibra óptica o multicore (26pins) a la estación base, que se encargará de enrutarlas en el sistema de producción al que pertenece la cámara. Si la cámara está unida a un magnetoscopio es un camcorder o camascopio y, entonces, las señales se suministrán a los circuitos indicados para su grabación en cinta, en disco óptico, disco duro o tarjetas de memoria.

Todas las funciones de la cámara están controladas con un procesador, el cual se comunica con los paneles de control, tanto de ingeniería (MSP) como de explotación (OCP), y es el encargado de realizar los ajustes automáticos y/o manuales pertinentes.

Los sistemas auxiliares de comunicación intercom y los sistemas de control de la óptica y de luz de aviso Tally residen en circuitos electrónicos de la placa auxiliar. Todo ello es alimentado por la fuente de alimentación que se encarga de generar las diferentes tensiones de alimentación necesarias para los equipos electrónicos y ópticos. Estas tensiones suelen partir de una única tensión de alimentación 12 Volt CC.



Figura 2.25: Entradas de la videocámara SONY Handycam CCD Tr-2000 hi8 NTSC.

### Mezclador de video o switcher

El mezclador de vídeo, o simplemente mesa de vídeo, es un sistema que permite seleccionar, mezclar y manipular diferentes fuentes de vídeo. Es similar a la mesa de mezclas de audio para el sonido (figura 2.26).

La mesa de mezclas de vídeo representa el corazón de los canales de televisión, los estudios de producción y postproducción de televisión, bien sean como elementos físicos o simulados dentro de un sistema de edición de vídeo, tanto realizado ex profeso para ello o como aplicación informática. En la literatura estadounidense se apela al concepto de conmutación en vez del de mezcla, que es más europeo; por ello suelen aparecer con la denominación inglesa de video switcher, en lugar de la más europea, también en inglés, de video mixer.

Las fuentes primarias, es decir, las entradas de señales de vídeo, sobre las que se va trabajar es uno de los parámetros que determinan en buena medida la capacidad de una mesa mezcladora. Otro es la capacidad de procesamiento que el sistema puede desarrollar sobre esas señales.

La función más elemental que se realiza en una mezcladora de vídeo es la conmutación entre las fuentes primarias por corte. Pero esto, de donde viene el concepto americano de switcher, se complementa con la realización de esa conmutación por diferentes medios, mediante un fundido, un paso por negro u otro color, una adición gradual, una cortinilla que corre y va descubriendo la otra imagen o un movimiento de una imagen que descubre o cubre la otra. Esto último se realiza en la mesa de vídeo desde que éstas incluyen los efectos digitales, que anteriormente eran equipos separados.



Figura 2.26: Mezclador de video o switcher Mixer Panasonic WJ-MX20.

### Monitor de Forma de Onda (MFO)

Es un instrumento de medida utilizado en televisión para ver y medir la señal de vídeo (figura 2.27).

El monitor forma de onda o MFO es en realidad un osciloscopio especializado en la señal de televisión. Su base de tiempos está diseñada para adaptarse a los tiempos típicos de esa señal y ver las partes de interés de la misma de una forma fácil y sencilla.

La sección vertical del aparato consta únicamente de un amplificador vertical al cual se le conmutan dos entradas de vídeo, opcionalmente una tercera de alta impedancia, las cuales pueden ser acopladas en continua o en alterna. El control de la amplitud está diseñado de tal forma que en su posición normal la señal de vídeo ocupa cómodamente la pantalla con unas barras de color (recordamos que la señal de vídeo tiene una amplitud de un voltio pico a pico, correspondiendo de 0V a 0,7V la amplitud propia de la señal de imagen y de 0V a -0,3V a la amplitud del sincronismo), Tiene varias posiciones de una determinada ganancia así como un control lineal de la misma, que facilita la realización de las diferentes medidas estándar que se suelen realizar.

Una batería de filtros pasa bajos y pasa banda nos permiten ver las diferentes señales que componen la señal de vídeo, en particular la luminancia y la crominancia así como la realización de alguna medida concreta. Se complementa con un sistema de restauración de la componente de continua que pueda portar la señal.

### Distribuidor de video

La función principal de este dispositivo es que, a partir de una o varias señales de origen de vídeo, las multiplica en varios puertos de salida. También pueden amplificar la señal (figura 2.28).

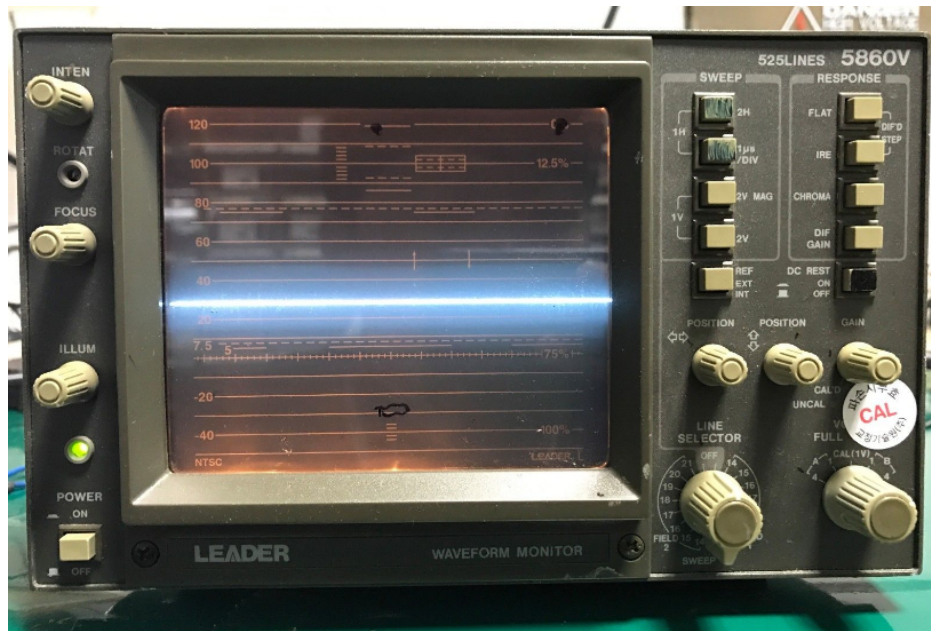


Figura 2.27: Monitor de Forma de Onda (MFO) LEADER 5860v



Figura 2.28: Distribuidor amplificador de señal (booster) con 4 salidas de Audio/Video y S-Video



Figura 2.29: STEREN CCTV-905 Multiplexor a color.

### Multiplexor para monitor

Este aparato hace del televisor o monitor un sistema de vigilancia completo con pantalla quad. Este procesador quad digital avanzado visualiza la imagen de 4 cámaras en una sola pantalla. El que se presenta en la figura 2.29 es de 4 canales (4 entradas, 1 salida) en conexión BNC (Bayonet Neill-Concelman).

### 2.4.3. Satélite

Los satélites utilizados para señales de televisión se encuentran situados en órbita geoestacionaria, a 35 786 km sobre el Ecuador terrestre. Debido a que orbitan la Tierra a la misma dirección y velocidad que esta gira, da la sensación de que no están en movimiento. La importancia de este hecho es vital, puesto que es posible utilizar un dispositivo emisor o receptor sin tener que cambiarlo de posición a medida que el satélite se va moviendo. Hay que tener en cuenta que el número de satélites que puede haber en órbita geoestacionaria es limitado, puesto que hace falta evitar las posibles interferencias que puedan generarse entre ellos. Es decir, si tenemos en cuenta que los satélites que operan en la banda C han de estar separados  $2^\circ$  entre ellos, vemos que el número máximo de satélites que podemos tener es de  $360/2 = 180$ . Con respecto a la banda Ku, la separación es más pequeña ( $1^\circ$ ), así que podemos tener hasta  $360/1 = 360$ .

La transmisión televisiva por satélite se inicia en el momento en que la emisora envía la señal, previamente modulada a una frecuencia específica, a un satélite de comunicaciones. Para hacer posible esta emisión es necesario el uso de antenas parabólicas de 9 a 12 metros de diámetro. El uso de dimensiones de antena elevadas permite incrementar la precisión a la hora de enfocar el satélite, facilitando de este modo que se reciba la señal con una potencia suficientemente elevada.

El satélite recibe la señal emitida a través de uno de sus transpondedores, sintonizado a la frecuencia utilizada por la emisora. En general, un satélite dispone de hasta 32 transpondedores para la banda Ku y hasta 24 para la banda C. El ancho de banda de los transpondedores suele estar comprendido entre los 27 y los 50 MHz.

A continuación el satélite retransmite la señal de vuelta a la Tierra, pero en este caso utilizando otra frecuencia, típicamente en las bandas C o Ku, con la finalidad de evitar interferencias con la



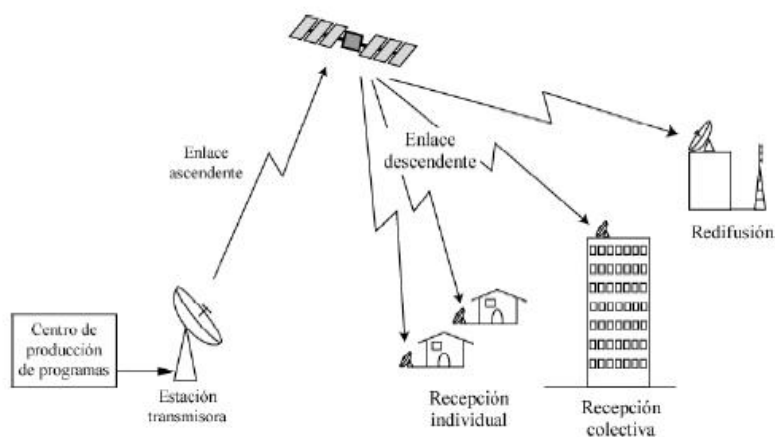


Figura 2.30: Diagrama básico de un sistema de Televisión por satélite.

señal procedente de la emisora. Esta señal, bastante debilitada debido al gran número de kilómetros que debe recorrer hasta llegar al destino, es captada por una antena parabólica instalada por el usuario final. La señal, muy débil, se refleja y se concentra en el punto focal de la antena donde se encuentra el feedhorn. Este se encarga de recibir la señal y llevarla al LNB para su posterior conversión y amplificación. En el caso particular de las antenas parabólicas para satélite de difusión directa en realidad tenemos un LNBF, que integra el feedhorn y el LNB en una sola pieza (figura 2.30).

### Antena parabólica

Es un tipo de antena que se caracteriza por llevar un reflector parabólico, cuya superficie en realidad es un paraboloides de revolución. Las antenas parabólicas pueden ser transmisoras, receptoras o full dúplex, llamadas así cuando pueden transmitir y recibir simultáneamente. Suelen ser utilizadas a frecuencias altas y tienen una ganancia elevada.

En las antenas satelitales la así llamada parábola refleja las ondas electromagnéticas generadas por un dispositivo radiante que se encuentra ubicado en el foco del paraboloides. Los frentes de onda inicialmente esféricos que emite ese dispositivo se convierten en frentes de onda planos al reflejarse en dicha superficie, produciendo ondas más coherentes que otro tipo de antenas.

En las antenas receptoras el reflector parabólico se encarga de concentrar en su foco, donde se encuentra un detector, los rayos paralelos de las ondas incidentes (figura 2.31).

### Receptor satelital

El receptor de satélite (figura 2.32) demodula y convierte la señal al formato deseado. Los canales abiertos se reciben sin encriptar. En el caso de la PPV y la televisión por suscripción, la señal se recibe cifrada y se descrypta mediante una tarjeta inteligente, para obligar a los televidentes a contratar el servicio y asegurarse de que cada suscriptor haya contratado el servicio y que acceda solamente a la programación que está pagando (figura 2.33).

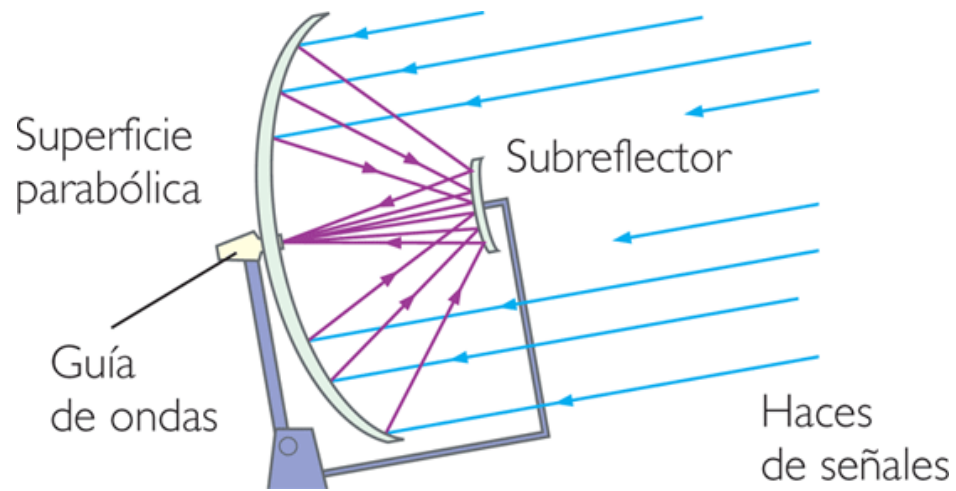


Figura 2.31: Ejemplo de recepción de señal en una antena parabólica.



Figura 2.32: Receptor digital satelital Captiveworks CW-700s.

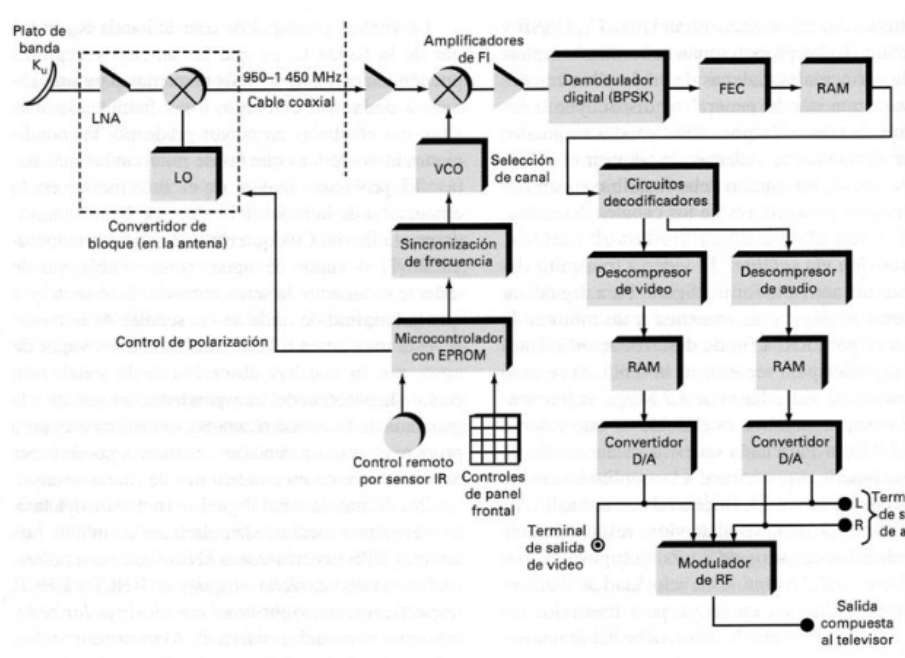


Figura 2.33: Diagrama interno de un receptor de TV vía satélite.

## 2.4.4. Streaming

### Tarjeta capturadora

Es un dispositivo electrónico clasificado como periférico de entrada, el cual tiene la función de recibir señales de audio y video procedentes de dispositivos analógicos, tales como videocámaras antiguas, diversas videocaseteras, consolas de videojuego, televisores análogos, etc., con el objetivo de codificar en señales digitales que puedan ser enviadas al ordenador y se almacenen en forma de archivos de video (figura 2.34). Entre sus características destacan las siguientes:

1. Son dispositivos portátiles, por lo que pueden ser utilizadas en distintos equipos de cómputo.
2. Incluye software propietario, enfocado en la edición de video profesional.
3. Permite extraer videos desde dispositivos analógicos, con el objetivo de convertirlos a formatos modernos de alta definición (HD) y evitar su pérdida al paso del tiempo.
4. Permite extraer videos desde dispositivos analógicos, con el objetivo de convertirlos a formatos modernos de alta definición (HD) y evitar su pérdida al paso del tiempo.
5. Obtienen la corriente eléctrica a partir del puerto USB del equipo de cómputo; en modelos menos recientes aún se pueden encontrar con conector para adaptador AC/DC.

Consta de las siguientes partes:

1. Conectores de entrada: reciben las señales analógicas de video y sonido, procedente de dispositivos analógicos.
2. Cubierta: protege los circuitos internos del dispositivo y le da estética al producto.



Figura 2.34: Tarjeta capturadora EasierCAP.

3. Conectores de salida: permiten interconectar el dispositivo con el computador.

## OBS Studio

Open Broadcaster Software (también conocido por su sigla OBS) es una aplicación libre y de código abierto para la grabación y transmisión de vídeo por internet (streaming), mantenida por OBS Project (figura 2.35).

Entre sus características destacan:

1. Captura y mezcla sonido/vídeo a tiempo real de alta calidad, con escenas ilimitadas entre las cuales puedes cambiar fácilmente a través transiciones personalizadas.
2. Filtros para fuentes de vídeo como son las máscaras de color, correcciones de color, ajustes de chromas y más.
3. Mezclador de audio intuitivo con filtros predeterminados para las puertas de ruido, supresiones del mismo y balances. Coge las riendas con la ayuda del plugin VST.

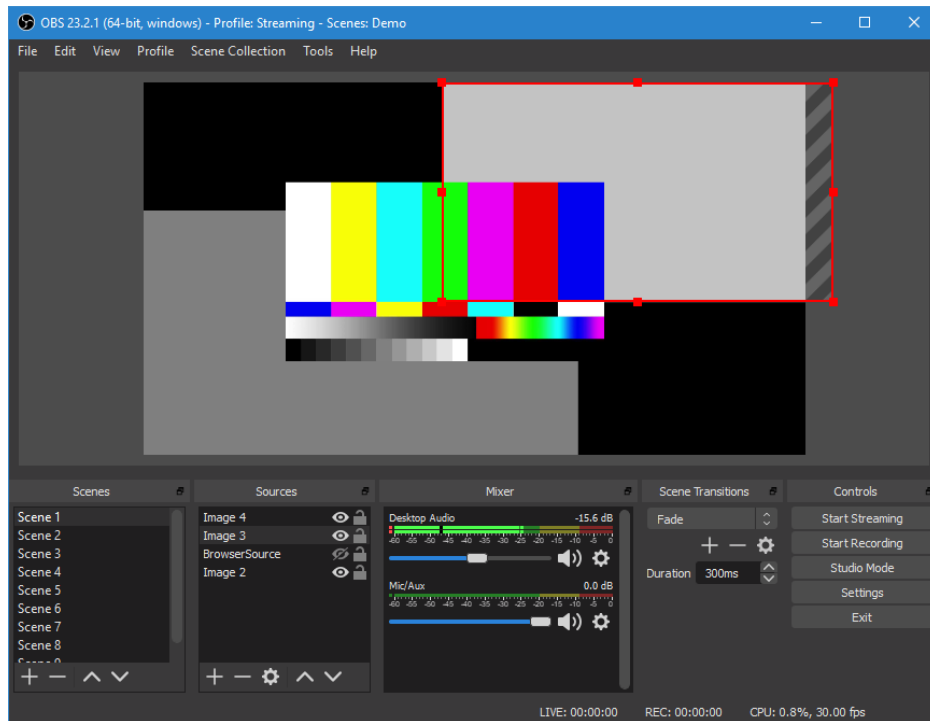


Figura 2.35: Software OBS Studio.

4. Opciones de configuración potentes y fáciles de utilizar. Añade nuevas fuentes, duplica las ya existentes, y ajusta sus propiedades sin esfuerzo alguno.
5. Panel de ajustes optimizado para configurar rápidamente tus grabaciones y retransmisiones. Cambia de perfil con facilidad.

# Capítulo 3

## Desarrollo

Conforme a la información recaudada y estudiada en el capítulo anterior, en este nuevo capítulo partimos de ella para realizar las actividades correspondientes y necesarias en el diseño del proyecto.

### 3.1. Adaptación del espacio de la cabina de transmisión de Radio Conejo

#### 3.1.1. Adaptación del espacio de grabación

##### Desocupación y limpieza

La primer actividad realizada fue la limpieza del espacio para posteriormente hacer acondicionar en base al equipo que compondría el área. En las figuras 3.1, 3.2 y 3.3 se observa el salón al inicio del proyecto.

En las figuras 3.4, 3.7, 3.6 y 3.5 se observa como se procedió a desocupar el salón y a realizar la limpieza del mismo, como también, recolectar el equipo a instalar que formaría parte del proyecto (figura 3.8).

En esta misma actividad se llevó a cabo la limpieza de los equipos de trasmisión y edición (figuras 3.9, 3.10 y 3.11).

##### Establecimiento de los equipos

Antes de colocar los equipos en su lugar, se realizaron mediciones del salón y de cada uno de los racks donde se fijarían los equipos, esto con la finalidad de realizar un croquis y diseños de la ubicación de cada equipo de acuerdo a su función y área de trabajo (Radio, TV o satélite).

Las medidas obtenidas fueron las siguientes:

Largo: 6.18m

Ancho: 5.92m

Debido a que son tres áreas distintas que se trabajarían, a saber, Radio, Televisión y Satélite; se propuso hacer uso de 3 racks, siendo uno para cada área en específico. Por esta razón, se midieron



Figura 3.1: Vista hacia el sur geográfico del salón.



Figura 3.2: Vista hacia el este geográfico del salón.



Figura 3.3: Vista hacia el oeste geográfico del salón.



Figura 3.4: Desocupación del salón.





Figura 3.5: Desocupación del salón.



Figura 3.6: Vista exterior de la desocupación del salón.



Figura 3.7: Limpieza del salón.



Figura 3.8: Equipo y material a instalar necesario para el proyecto.



Figura 3.9: Limpieza de equipos.



Figura 3.10: Limpieza de equipos.



Figura 3.11: Limpieza de equipos.

los racks disponibles.

Las medidas de estos fueron las siguientes: Rack gris: 57.5 x 60 x 162 cm

Rack negro: 58.5 x 66 x 150 cm

Rack azul: 58.5 x 66 x 155 cm

Para definir la ubicación de los racks, fue necesario medir el espacio real que ocuparían en el estudio, considerando la parte trasera que, por reglamentación cada uno de ellos debe tener para el mantenimiento y operación de los equipos. Se consideró que, 60 cm era una cantidad suficiente de espacio para la función de la operación (figuras 3.12, 3.13 y 3.14).

De la misma manera, se previeron las áreas de operación, edición y streaming, y se les fueron asignadas áreas diferentes, como también el diseño del set de Tv de Radio conejo.

Todas estas se encuentran descritas en las figuras 3.15, 3.16, 3.17 y 3.18.

Una vez realizado el diseño de la distribución de los equipos, se llevó a cabo la instalación de los equipos de acuerdo con el diseño antes mencionado (figuras 3.19, 3.20, 3.21, 3.22, 3.23 y 3.24).

## 3.2. Medición del sonido

Las condiciones acústicas en un estudio de TV o cabina de audio son esencialmente importantes para el proceso de grabación donde el escuchar con claridad puede hacer la diferencia entre el entendimiento y la incomprensión, como también entre la pureza o limpieza en el producto -



Figura 3.12: Medición del área de operación del rack.



Figura 3.13: Medición del área de operación del rack.



Figura 3.14: Medición del área de operación del rack.

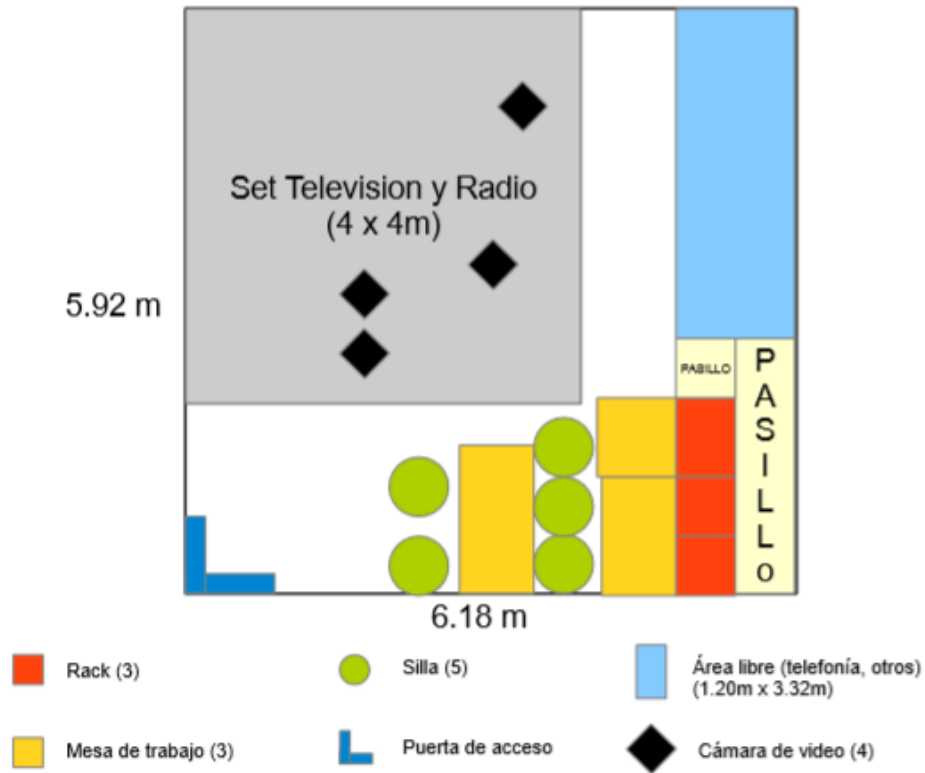


Figura 3.15: Croquis del estudio de Radio Conejo.

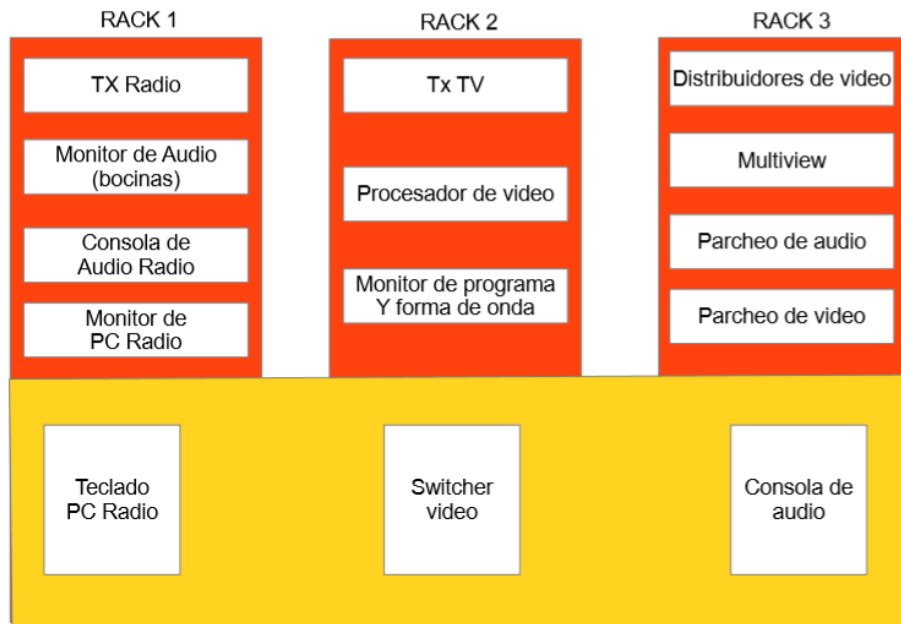


Figura 3.16: Diseño de distribución de cada rack y mesas de operación.



Figura 3.17: Diseño de distribución de mesas de edición y streaming.

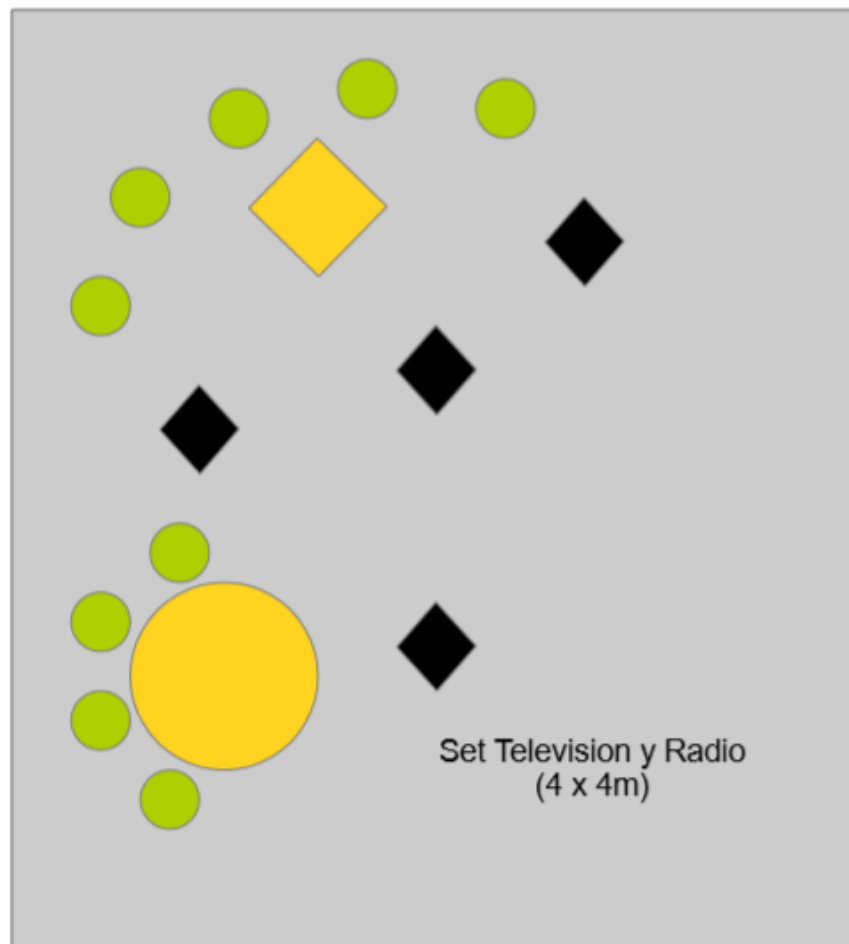


Figura 3.18: Diseño del set de Televisión de Radio Conejo.





Figura 3.19: Establecimiento de los equipos (área técnica).



Figura 3.20: Distribución de cada rack y mesas de operación de audio y video.



Figura 3.21: Distribución del área de audio.



Figura 3.22: Distribución del área de video.



Figura 3.23: Distribución del área de Radio FM.



Figura 3.24: Distribución de las mesas de edición y streaming.

grabaciones de audio o video- y la distorsión de los mismos. Los espacios de grabación son los más susceptibles a estas condiciones.

Un excesivo ruido de fondo o reverberación en espacios destinados a la producción de audio o video interfiere con el proceso de grabación, en un espacio con buena acústica, el resultado o producto será capaz de cumplir con su función de comunicar un mensaje entendible.

Un buen diseño acústico atendiendo requerimientos estándares durante la construcción o con procesos de renovación de espacios pueden obtenerse aulas acústicamente favorables.

Por ello, existen Normas que establecen las bases y los requerimientos generales mínimos en el diseño de los espacios, para que éstas ofrezcan una acústica adecuada con procedimientos de aislamiento y absorción del fenómeno sonoro.

### 3.2.1. Medición de la reverberación

Cuando se hace un ruido en una habitación, se refleja en superficies duras como el suelo, el techo, las paredes, las ventanas o las mesas hasta que desaparece. Estas reflexiones sonoras se denominan Reverberación.

El tiempo de reverberación mide la duración durante la cual el ruido disminuye después de haber terminado de forma brusca. Demasiada reverberación perjudica a la inteligibilidad del habla.

El tiempo de reverberación es una medida importante para describir las propiedades acústicas de una sala.

Cuanto más superficies absorbentes del sonido, como cortinas, muebles tapizados, alfombras o personas se encuentren en la habitación, más rápido se desvanece la reverberación. Además, los techos suspendidos, las puertas y ventanas abiertas amortiguan la reverberación.

Para realizar la medición de la reverberación en aulas, cuartos o cabinas destinados a la grabación de audio o televisión, existen herramientas y equipos digitales y profesionales creados única y exclusivamente para este fin. Sin embargo, dado que en la institución no se contó con dicho instrumento y tampoco fue posible adquirirlo debido al alto costo de dicho producto, se optó por utilizar un método casero pero efectivo.

Los materiales a utilizar que sustituyeron al medidor digital, fueron, en su etapa de generación de tono como comparador, un generador de funciones, una bocina amplificadora y cables de RCA a RCA. Para el registro de dicha medición, se empleó un micrófono y la consola de audio.

Primeramente se establecieron las diferentes frecuencias para la generación del tono a comparar, las cuales fueron: 440Hz, 1kHz, 3kHz, 5kHz, 8kHz, 12kHz y 15kHz. También se estableció el voltaje de operación, 0.7v. Esto tiene su fundamento al explicar el concepto de ganancia, atenuación y amplificación de señales, en donde la atenuación de 3dB (-3dB) es equivalente a 0.707v puesto que el decibel es una magnitud logarítmica.

El método para evaluar el sonido fue el siguiente: al generar el tono y ser emitido por la bocina amplificadora, un micrófono colocado a cierta(s) distancia(s) detecta la señal del audio y la consola de audio registra el nivel de volumen que esta posee. Si este es mayor a -10 dB, significa que es necesario utilizar algún material acústico para evitar la alta reverberación, absorbiendo las ondas del sonido. En las figuras 3.25, 3.26, 3.27, 3.28 y 3.29 se observan las conexiones y equipos utilizados.

Se establecieron 3 distancias para tener un punto de referencia y compararlas entre sí, obteniendo el valor promedio del nivel de audio de la reverberación. Estas distancias fueron 20cm, 1m y 2.5m. En las figuras 3.30, 3.31 y 3.32 se muestra que se hicieron las mediciones correspondientes para posicionar el micrófono.

Una vez hechas las conexiones y colocado el micrófono en su posición correspondiente, se procedió a realizar la medición de audio. En las figuras 3.33, 3.34, 3.35, 3.36, 3.37, 3.38, 3.39, 3.40 y 3.41 se observa esta y algunos resultados obtenidos por la consola de audio.

Se realizaron las mediciones en los 4 puntos cardinales, referenciándolos de la siguiente manera: pizarrón (Norte), ventana (Sur), clima (Este) y pared (Oeste), tomando como referencia algo sobresaliente dentro del estudio. Dichas mediciones arrojaron demasiados valores que nos permitieron valorar los datos obtenidos y concluir que, el salón se encuentra bien acústicamente, puesto que las paredes que nos interesaban (pizarrón y pared), nunca rebasaron el nivel de 0 dB. Sin embargo, hubo una pared (la del pizarrón) que siempre se aproximó a los 0 db, puesto que osciló entre los 0.5 y 0 dB. Dicha pared era la única del salón hecha de concreto, pues las demás lo eran de tablaroca. Esto nos permite concluir que el concreto refleja con mayor fuerza las ondas sonoras dentro del salón.

En las figuras 3.42 y 3.43 se presentan las tablas de valores únicamente cuando los tonos estaban



Figura 3.25: Generador de funciones / tono.

dirigidos a la pared del pizarrón y el nivel de dB que marcaba la consola. Únicamente se presentan los tonos a 400 y 1000 Hz, ya que los tonos de frecuencia superior ni siquiera eran detectados por la consola.

### 3.2.2. Selección de materiales para el acondicionamiento acústico

Los materiales acústicos para el control de ruido se dividen en dos clases:

**Materiales Absorbentes:** Son aquellos que se colocan sobre superficies “duras” como muros, plafones acústicos e incluso pisos y cuyo objetivo es absorber las ondas sonoras e impedir que reboten en la superficie y aumente los niveles sonoros.

**Barreras Acústicas:** Se utilizan como paredes de cabinas, cuentan con por lo menos un elemento significativo de masa que disminuye el nivel del sonido que se transmite de un lado al otro. Generalmente son materiales compuestos que cuentan también por lo menos con una capa de material absorbente.

Para este proyecto, se optó por buscar un material de clase absorbente. Existen muchos tipos de materiales absorbentes, existentes en diferentes tipos de material, forma, relieve, color, etc. Sin embargo, estos materiales tienden a ser demasiado caros y difíciles de conseguir a menudeo. Por esta razón se optó por utilizar un material demasiado barato pero con características similares a las de los absorbentes profesionales, se habla de el casillero de cartón para huevo (3.44).

Como se mencionó con anterioridad, el absorbente acústico es un tipo de material utilizado en el acondicionamiento acústico de los recintos, por su capacidad de absorber la mayor parte de la onda sonora que reciben. Por tanto, al reflejar un porcentaje muy pequeño del sonido incidente, se



Figura 3.26: Consola de audio como interpretación del sonido.





Figura 3.27: Bocina amplificada emisora de tono.

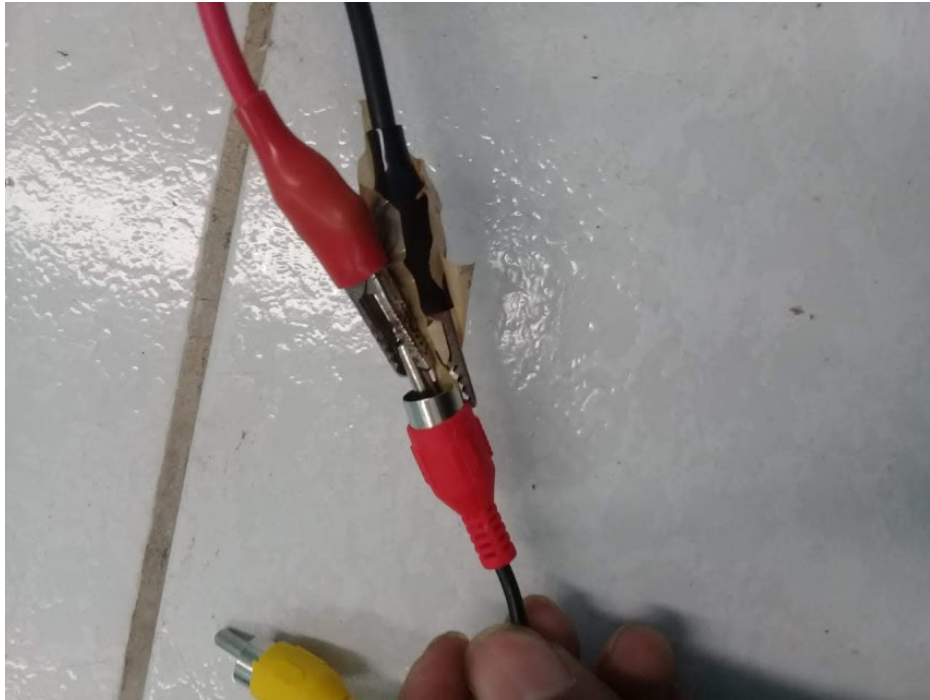


Figura 3.28: Conexión adaptada para emitir el tono.

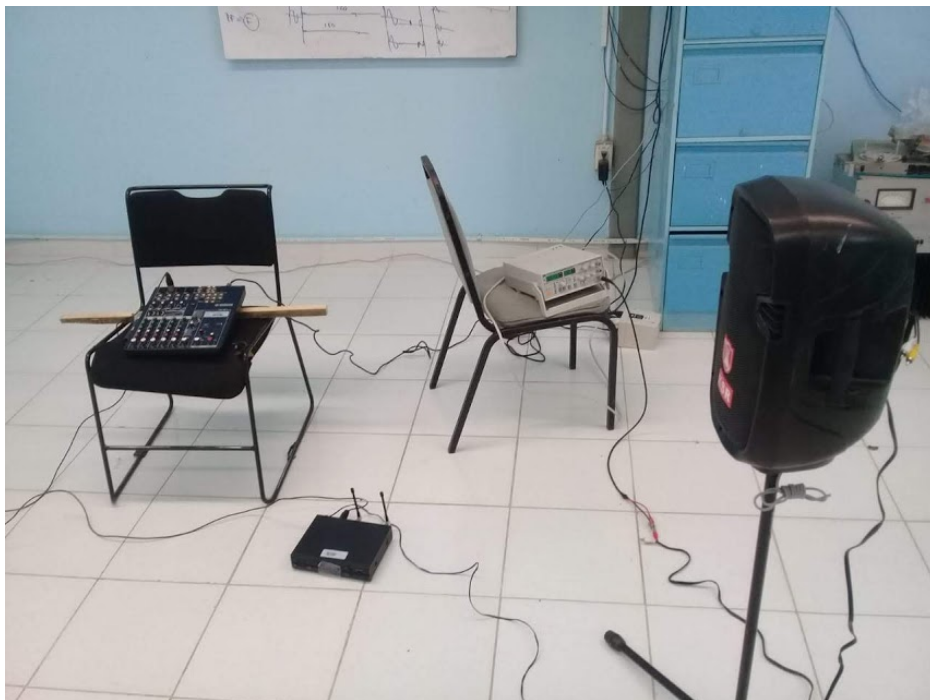


Figura 3.29: Conexión del sistema de medición de reverberación.



Figura 3.30: Distancia de 20cm entre bocina y micrófono.



Figura 3.31: Distancia de 1m entre bocina y micrófono.



Figura 3.32: Distancia de 2.5m entre bocina y micrófono.



Figura 3.33: Micrófono registrando en dirección a la pared.

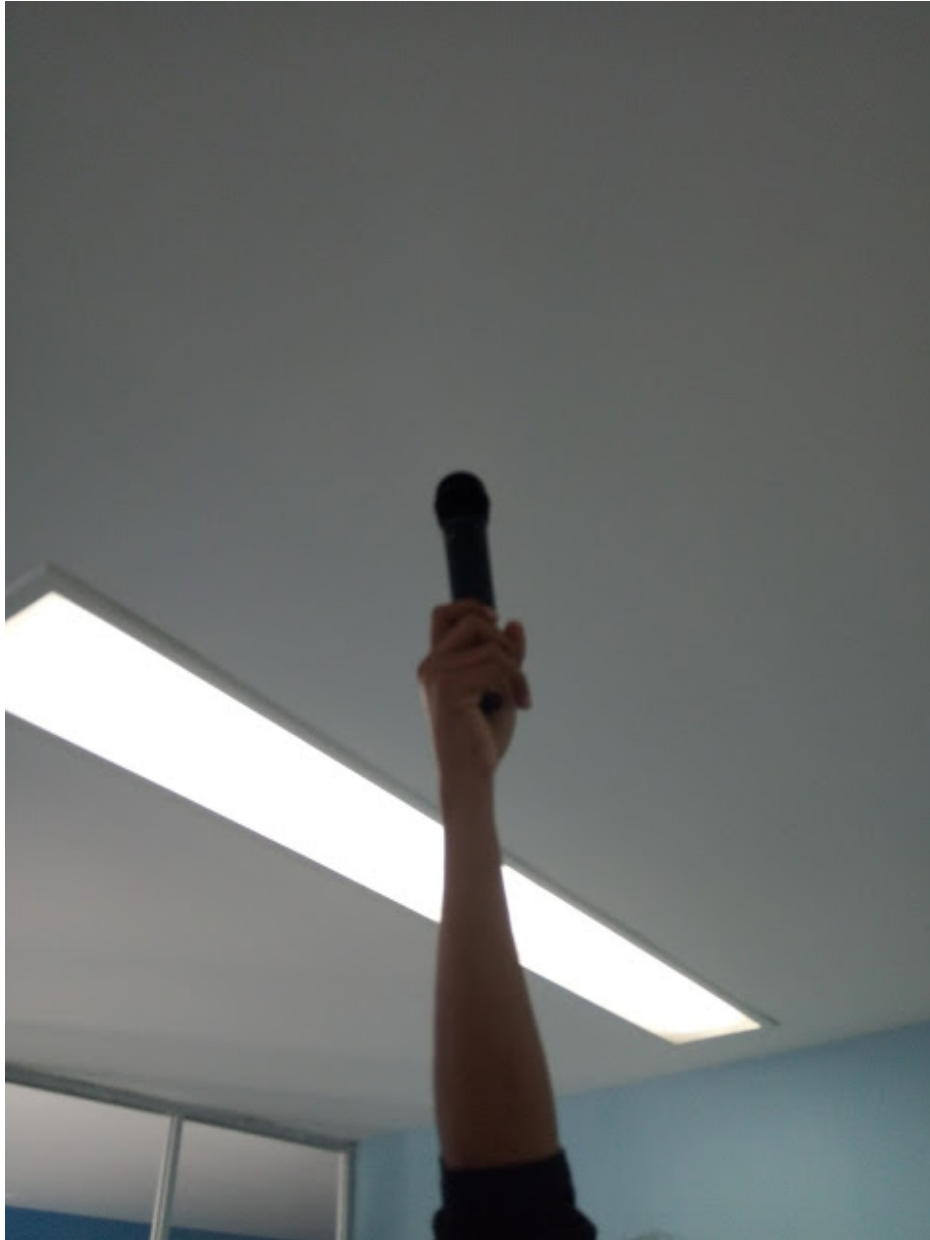


Figura 3.34: Micrófono registrando en dirección al techo.



Figura 3.35: Micrófono registrando en dirección al piso.

evitan rebotes indeseados, que pueden perjudicar la acústica del local, al introducir distorsiones.

En el campo profesional, la capacidad de absorción de estos materiales habrá sido calculada en laboratorios y en las especificaciones técnicas de cada material, vendrá dado su coeficiente de absorción y la frecuencia crítica para cada espesor determinado.

Algunas características de estos materiales y que, el casillero de cartón posee, son las siguientes:

1. Materiales resonantes, que presentan la máxima absorción a una frecuencia determinada: la propia frecuencia del material.
2. Materiales porosos, que absorben más sonido a medida de que aumenta la frecuencia. Es decir, absorben con mayor eficacia las altas frecuencias (los agudos). Cuanto más poroso es el material, mayor es la absorción. Cuanto más denso es este material, igualmente es mayor la absorción, hasta cierto límite donde pasaría a comportarse como reflexivo.
3. Absorbentes en forma de panel o membrana: absorben con mayor eficacia las bajas frecuencias (los graves), que las altas.



Figura 3.36: Registro de valores obtenidos.





Figura 3.37: Resultado de medición 1.



Figura 3.38: Resultado de medición 2.



Figura 3.39: Resultado de medición 3.



Figura 3.40: Resultado de medición 4.



Figura 3.41: Resultado de medición 5.

Frecuencia	Voltaje	Distancia	dB
<b>Dirección al pizarrón</b>			
440 Hz	0.7 v	20cm	-5
		1m	-5
		2.5m	-20
<b>Dirección al clima</b>			
440 Hz	0.7 v	20cm	-5
		1m	-20
		2.5m	-20
<b>Dirección a la pared</b>			
440 Hz	0.7 v	20cm	-5
		1m	-10
		2.5m	-20
<b>Dirección a la ventana</b>			
440 Hz	0.7 v	20cm	-10
		1m	-20
		2.5m	-20

Figura 3.42: Tabla de medición en dirección al pizarrón. Tono: 440 Hz.

Frecuencia	Voltaje	Distancia	dB
<b>Dirección al pizarrón</b>			
1 kHz	0.7 v	20cm	-10
		1m	-20
		2.5m	---
<b>Dirección al clima</b>			
1 kHz	0.7 v	20cm	-20
		1m	---
		2.5m	---
<b>Dirección a la pared</b>			
1 kHz	0.7 v	20cm	---
		1m	---
		2.5m	---
<b>Dirección a la ventana</b>			
1 kHz	0.7 v	20cm	---
		1m	---
		2.5m	---

Figura 3.43: Tabla de medición en dirección al pizarrón. Tono: 1 kHz.



Figura 3.44: Casilleros de cartón como material absorbente.



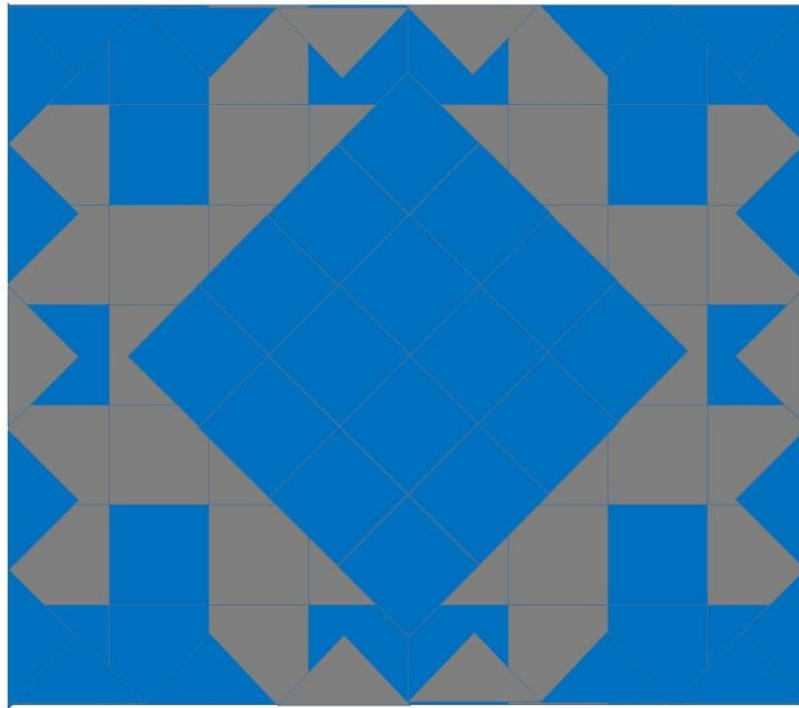


Figura 3.45: Diseño de acondicionamiento acústico.

### **3.3. Acondicionamiento acústico de la cabina de Radio Conejo.**

#### **3.3.1. Diseño acústico de la cabina**

Se realizó el diseño para forrar la pared que generaba reverberación. Algunos de los diseños se muestran en las figuras 3.45, 3.46, 3.47 y 3.48. El seleccionado fue el Diseño 4.

#### **3.3.2. Acondicionamiento acústico.**

Por motivos de estética, se realizó también el recubrimiento de la pared de al lado, con el mismo diseño y materiales.

### **3.4. Instalación de los equipos de Radio y TV Conejo del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica**

#### **3.4.1. Establecimiento del cableado de acuerdo a las especificaciones de cada equipo y de transmisión**

En las siguientes figuras 3.57, 3.58, 3.59, 3.60, 3.61, 3.62, 3.63 y 3.64 se presentan los diagramas diseñados para la interconexión de cada equipo, de acuerdo con su área específica (Radio o Tv).

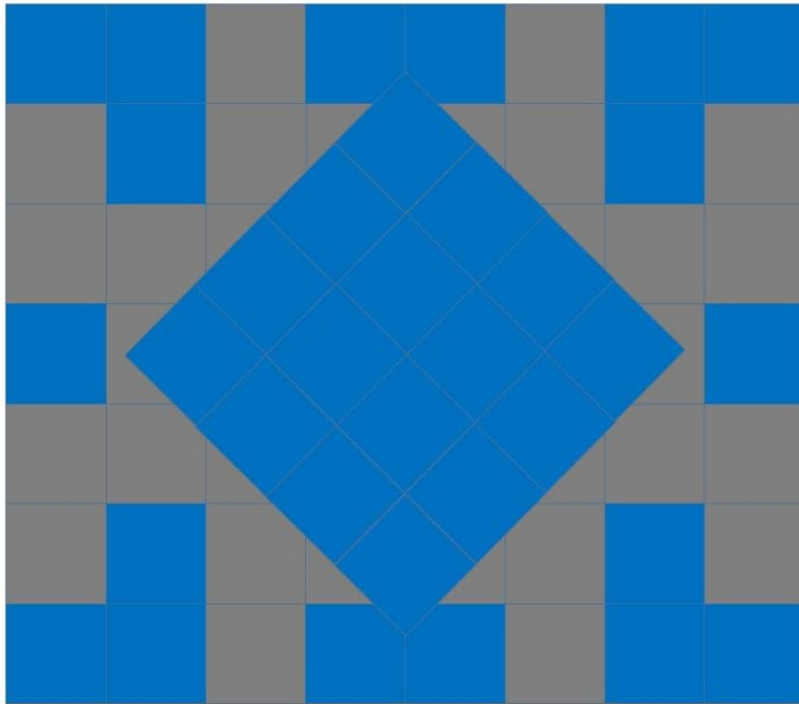


Figura 3.46: Diseño de acondicionamiento acústico.



Figura 3.47: Diseño de acondicionamiento acústico.

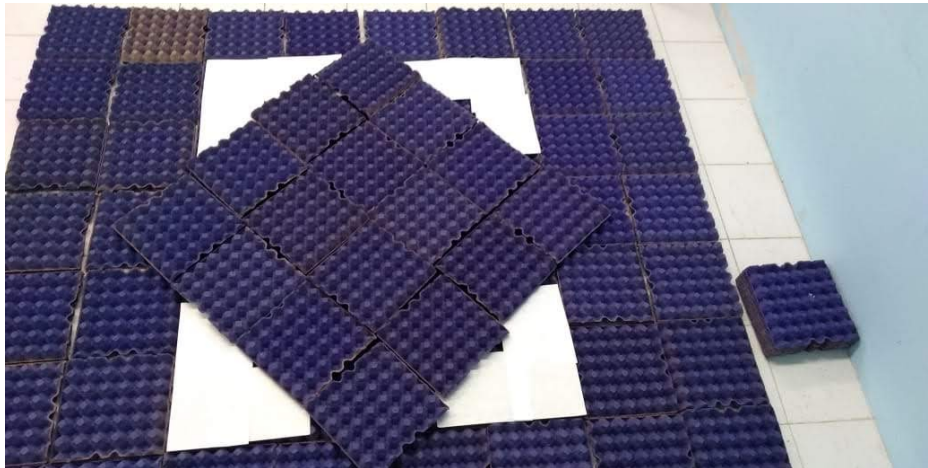


Figura 3.48: Diseño de acondicionamiento acústico.



Figura 3.49: Proceso de recubrimiento.



Figura 3.50: Proceso de recubrimiento.



Figura 3.51: Proceso de recubrimiento.

---



Figura 3.52: Proceso de recubrimiento.



Figura 3.53: Proceso de recubrimiento.

---



Figura 3.54: Proceso de recubrimiento.



Figura 3.55: Proceso de recubrimiento.



Figura 3.56: Proceso de recubrimiento.

---

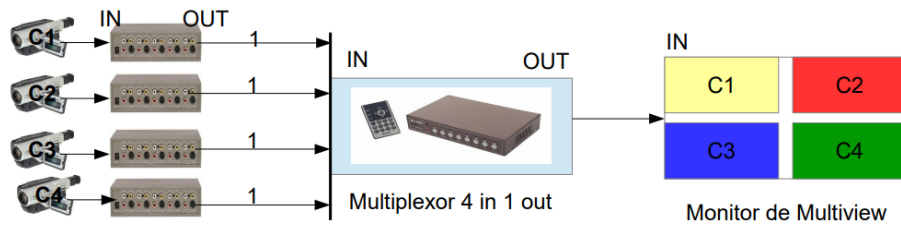


Figura 3.57: Conexion de Cámaras a Distribuidor de video. Salida 1 para Monitor de Multiview

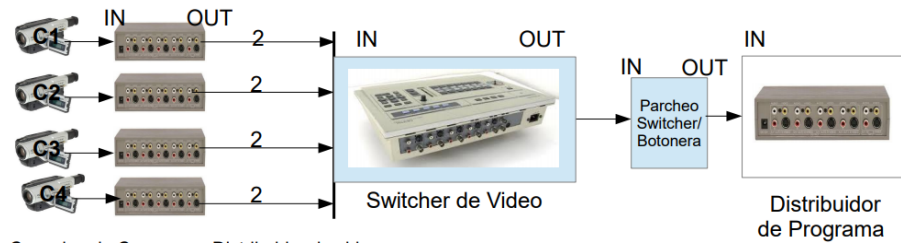


Figura 3.58: Conexion de Cámaras a Distribuidor de video. Salida 2 para Switcher de video.

El mismo diseño fue seguido para la interconexión real de los equipos.

### 3.4.2. Pruebas de audio, video y transmisiones

Una vez conectados todos los equipos de acuerdo con sus especificaciones y para su propósito específico, se llevaron a cabo las pruebas para concluir el proyecto con la elaboración de los programas y su transmisión en los diferentes medios establecidos.



Figura 3.59: Conexion de Cámaras a Distribuidor de video. Salida a botonera de video.



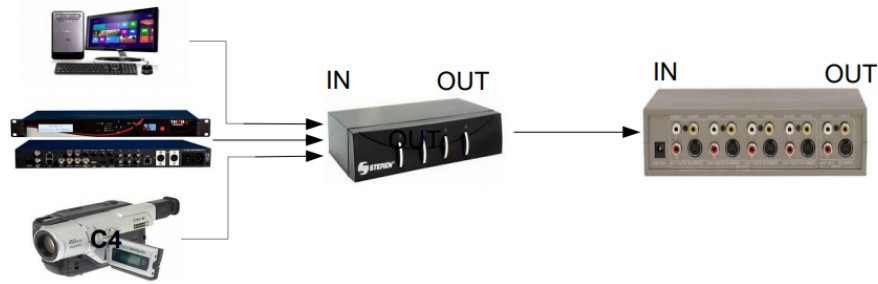


Figura 3.60: Conexion de PC, Procesador o Cámara 4 a Botonera, cuya salida es entrada 4 de Distribuidor.

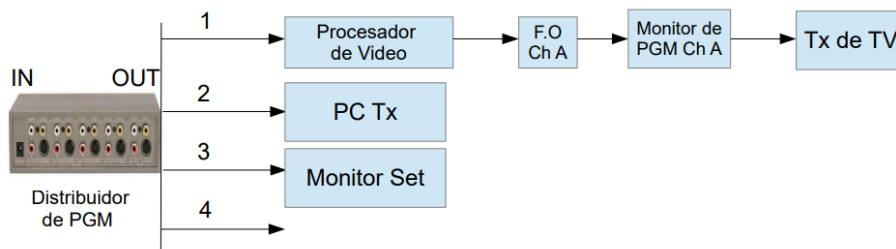


Figura 3.61: Conexion de Salidas del Distribuidor de Programa PGM de TV.

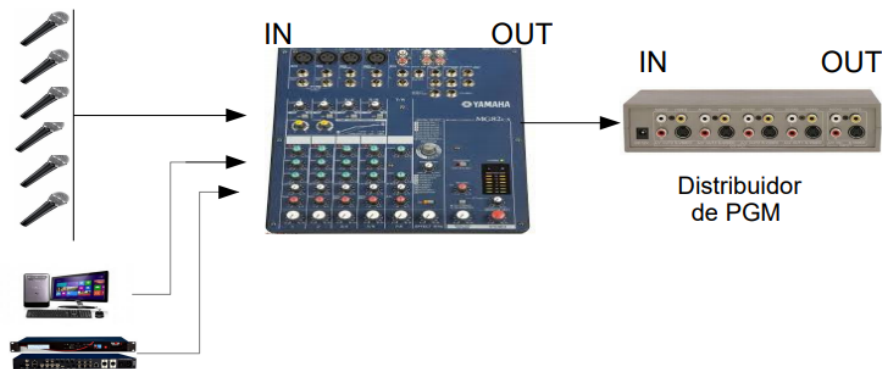


Figura 3.62: Conexion de Micrófonos a Distribuidor de audio.

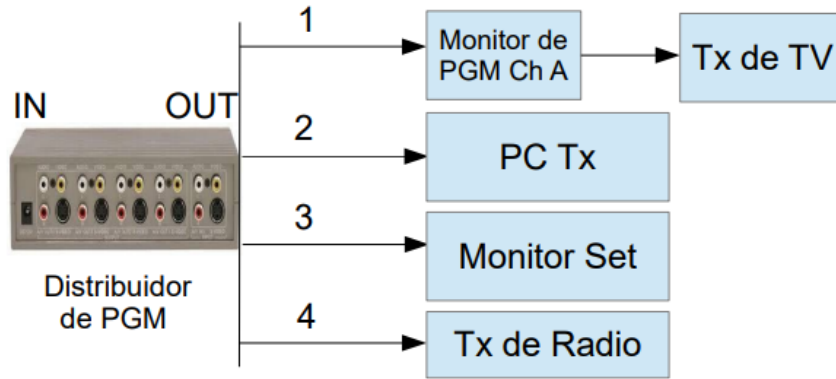


Figura 3.63: Conexión de Salidas del Distribuidor de Programa PGM de Audio.

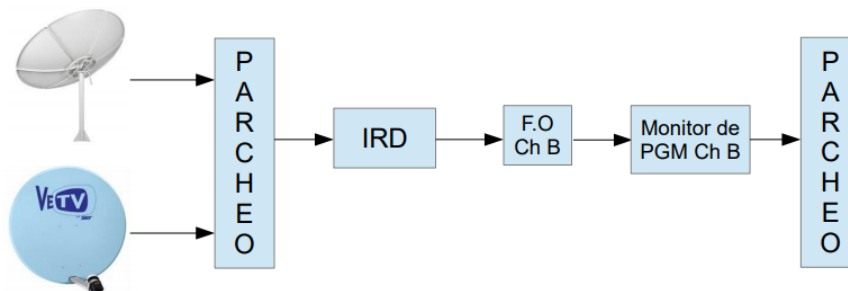


Figura 3.64: Conexión de antenas parabólicas Banda C y Ku a Sistema de Parcheo.

---



Figura 3.65: Pruebas de grabación y transmisión.



Figura 3.66: Pruebas de grabación y transmisión.

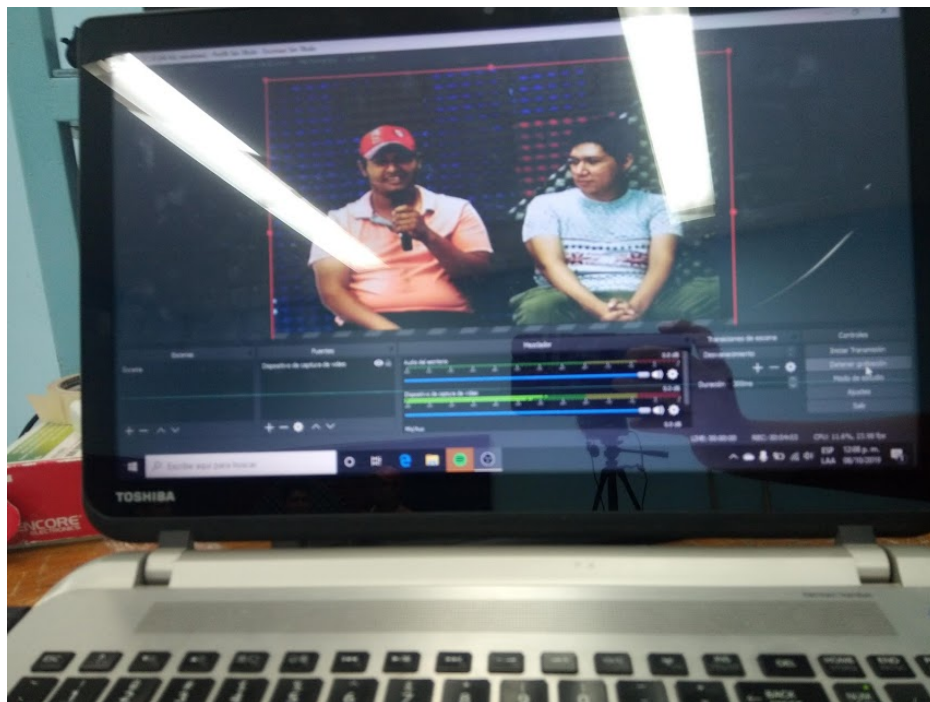


Figura 3.67: Pruebas de grabación y transmisión.



Figura 3.68: Pruebas de grabación y transmisión.



Figura 3.69: Pruebas de grabación y transmisión.

---

# Capítulo 4

## Resultados

### 4.1. Cobertura

Entre los resultados obtenidos, se encuentra el radio de propagación de la señal del estudio de Radio y TV Conejo, el cuál se muestra en las figuras siguientes.

Las imágenes nos detallan la ubicación de la torre de transmisión, en donde se colocaron las antenas de Tx para Radio y Televisión, la altura que tienen las antenas sobre la torre (esto a nivel de suelo), y, aquellas imágenes que presentan manchas verdes nos muestran el patrón de radiación de nuestra señal de acuerdo a la potencia de nuestro transmisor, principalmente de FM (15w), donde las manchas verdes indican las zonas en las que existe la cobertura de nuestra señal y, por tanto una recepción si no excelente, presenciabile.

### 4.2. Estudio y laboratorio

Como estudio y laboratorio, se ha considerado que cumplió su objetivo, puesto que al llevarlo a la práctica en la realización de programas tanto de Radio como de Televisión, se observó que cumple con las expectativas planteadas al inicio de este proyecto, dando como resultado una parrilla de programación amplia, en la cual se han visto involucrados como técnicos, editores, operadores y realizadores, a los alumnos de 5o, 6o y 7o semestre de la ingeniería en electrónica con especialidad en telecomunicaciones. También han participado, como invitados, entrevistados, entrevistadores y creadores de contenido a alumnos, docentes, investigadores, egresados e invitados de la institución tecnológica.



Figura 4.1: Ubicación de las antenas de transmisión de Radio y TV Conejo.

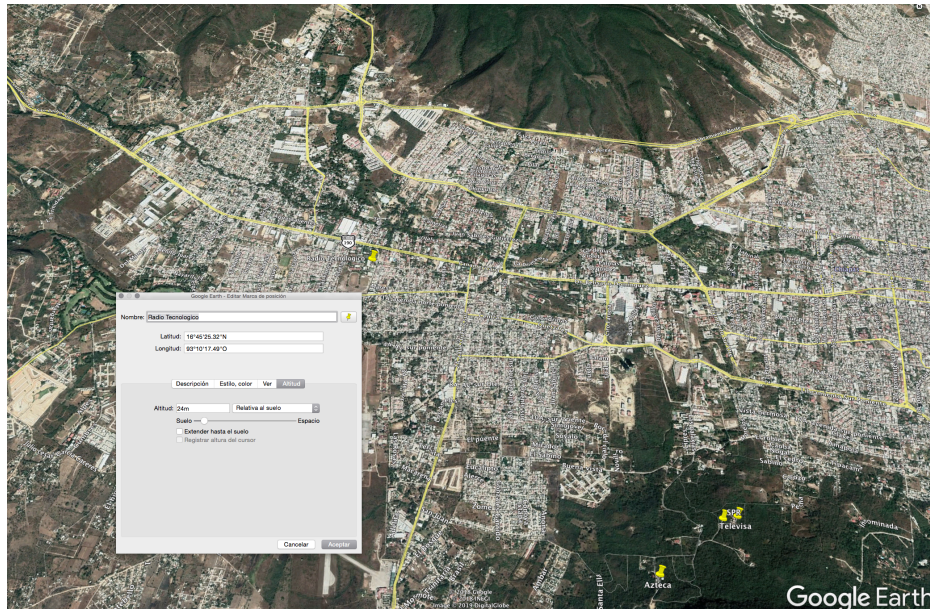


Figura 4.2: Altura de la torre de transmisión de Radio y TV Conejo.

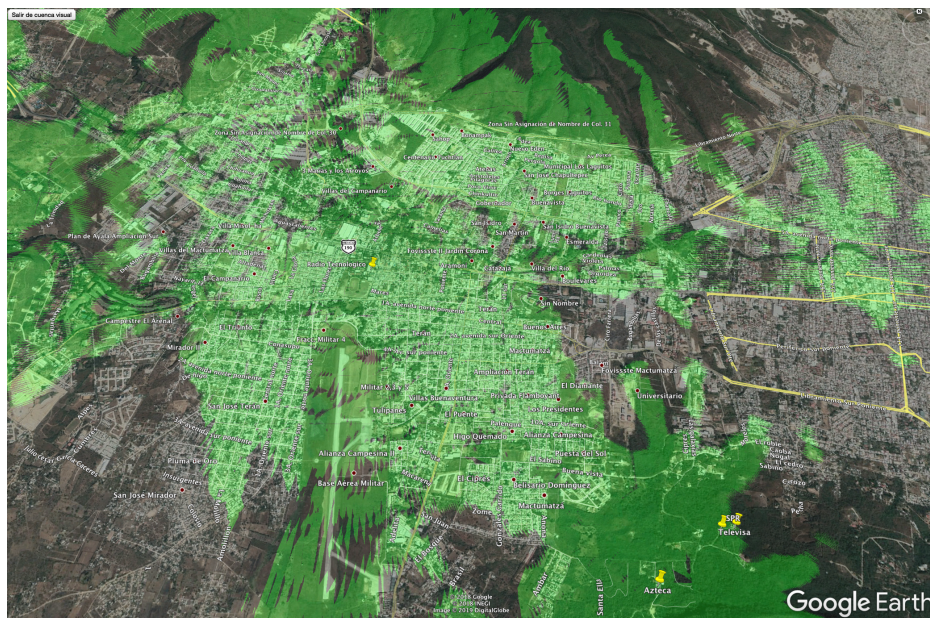


Figura 4.3: Cobertura de la señal de transmisión de Radio y TV Conejo.



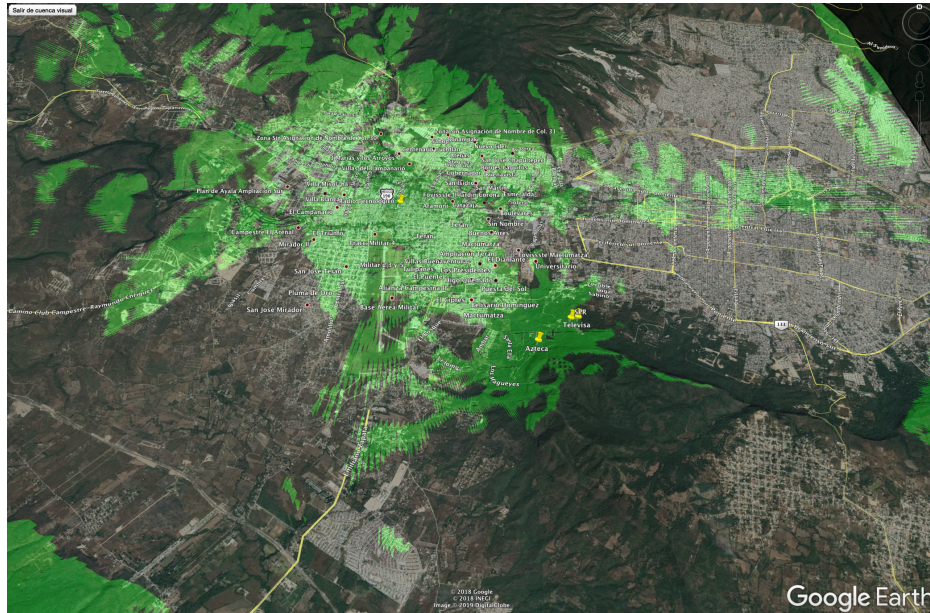


Figura 4.4: Cobertura de la señal de transmisión de Radio y TV Conejo.

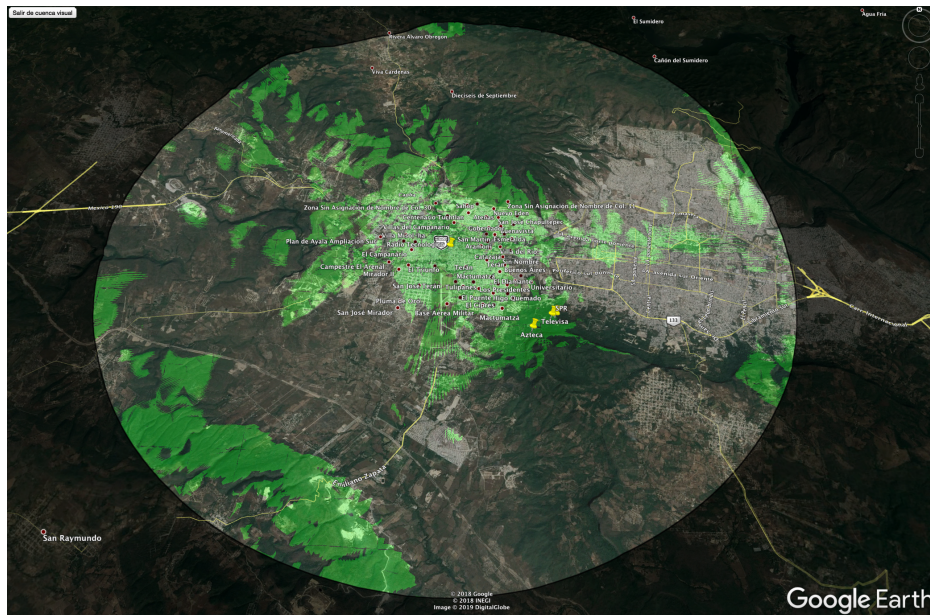


Figura 4.5: Cobertura de la señal de transmisión de Radio y TV Conejo.



Figura 4.6: Primer programa de Televisión realizado en el estudio con investigadores y docentes de posgrado.



Figura 4.7: Alumnos practicando como operadores de audio y video.



Figura 4.8: Programa de Televisión con docentes de ingeniería en logística.



Figura 4.9: Alumnos practicando como operadores y técnicos detrás de cámaras.



Figura 4.10: Inauguración del estudio de Radio y Televisión "Radio Conejo".



Figura 4.11: Miembros de Radio Conejo el día de la inauguración, acompañados con la presencia de autoridades del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.



Figura 4.12: Programa de Televisión realizado en el estudio con alumnos participantes del Verano Delfín en Colombia.

# Capítulo 5

## Conclusiones

El presente reporte técnico tuvo como objetivo la creación desde cero de un estudio de Radio y Televisión con fines didácticos y de difusión educativa. Como se mencionó anteriormente, en el capítulo de resultados, se determinó que pudo lograrse ese objetivo.

Esto nos permite llegar a la conclusión que, los principios de la ingeniería en telecomunicaciones, que comprende desde los conceptos de comunicación, electromagnetismo, radiación, etc., hasta las definiciones específicas de cada dispositivo electrónico y su funcionamiento interno, pueden ser tangibles y aplicables.

Al darle un propósito y fin netamente educativo, tanto para poner en práctica conocimientos básicos, como para difundir información, este espacio hoy llamado Radio Conejo se perfila como un espacio que destaca como una de las áreas importantes de y para la institución.

A su vez, y de manera personal, se obtuvo un conocimiento general a pequeña escala de lo que es un estudio de Televisión y una cabina de Radio (ambos comerciales), dejando como resultado la satisfacción del haber puesto en práctica todo lo aprendido durante los 9 semestres de la licenciatura.

# Capítulo 6

## Fuentes de información

Ruiz, F. (2002). Enciclopedia del Técnico en electrónica: Televisión. Paseo Manuel Girona, 71 bajos - 08034 Barcelona: Grupo Editorial Ceac, S.A.

Ruiz, F. (2000). Enciclopedia del Técnico en electrónica: Radio. Perú, 164 - 08020 Barcelona: Grupo Editorial Ceac, S.A.

Ruiz, F. (2002). Enciclopedia del Técnico en electrónica: Televisión digital y por satélite. Paseo Manuel Girona, 71 bajos - 08034 Barcelona: Grupo Editorial Ceac, S.A.

Hooton, H. (1980). Antenas para radioaficionados. Olazábal 3920/26 Bs. Aires: Arbó S.A. C. e I.

Lathi, B. (2001). Introducción a la teoría de Sistemas de Comunicación. Balderas 95, México, D.F.: Limusa, S.A. de C.V.

Vallejo, H. (1990). El Mundo de la Electrónica. Herrera 761, (1295), Bs. As. - Argentina: Quark SRL.

Crespo, C. (2008). Radiocomunicación. Ribera del Loira, 28. 28042 Madrid (España): Pearson S.A.

Pérez, C. (2007). Sistemas de Telecomunicaciones. Cantabria, España: Universidad de Cantabria.

Neri, R. (1999). Líneas de Transmisión. Cedro Núm. 512, Col. Atlampa, Delegación Cuauhtémoc. 06450 México, D.F.: McGRAW-HILL Companies, Inc.