



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

Análisis, planificación y estudio de una estación de radiodifusión en FM con sistema RDS (Radio Data System) para operar en la localidad de Villamil Playas Provincia del Guayas.

AUTOR:

Holguín Anzules, Luigi Javier

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR:

Ruilova Aguirre, María Luzmila

Guayaquil, Ecuador

15 de Septiembre del 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Holguín Anzules, Luigi Javier** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES.**

TUTOR

Ruilova Aguirre, María Luzmila

DIRECTOR DE CARRERA

Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 15 del mes de septiembre del año 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Holguín Anzules, Luigi Javier

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación “**Análisis, planificación y estudio de una estación de radiodifusión en FM con sistema RDS (Radio Date System) para operar en la localidad de Villamil Playas Provincia del Guayas**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias bibliográficas. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 del mes de Septiembre del año 2017

EL AUTOR

HOLGUIN ANZULES, LUIGI JAVIER



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, Holguín Anzules, Luigi Javier

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución, el Trabajo de Titulación: **“Análisis, planificación y estudio de una estación de radiodifusión en FM con sistema RDS (Radio Date System) para operar en la localidad de Villamil Playas Provincia del Guayas”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

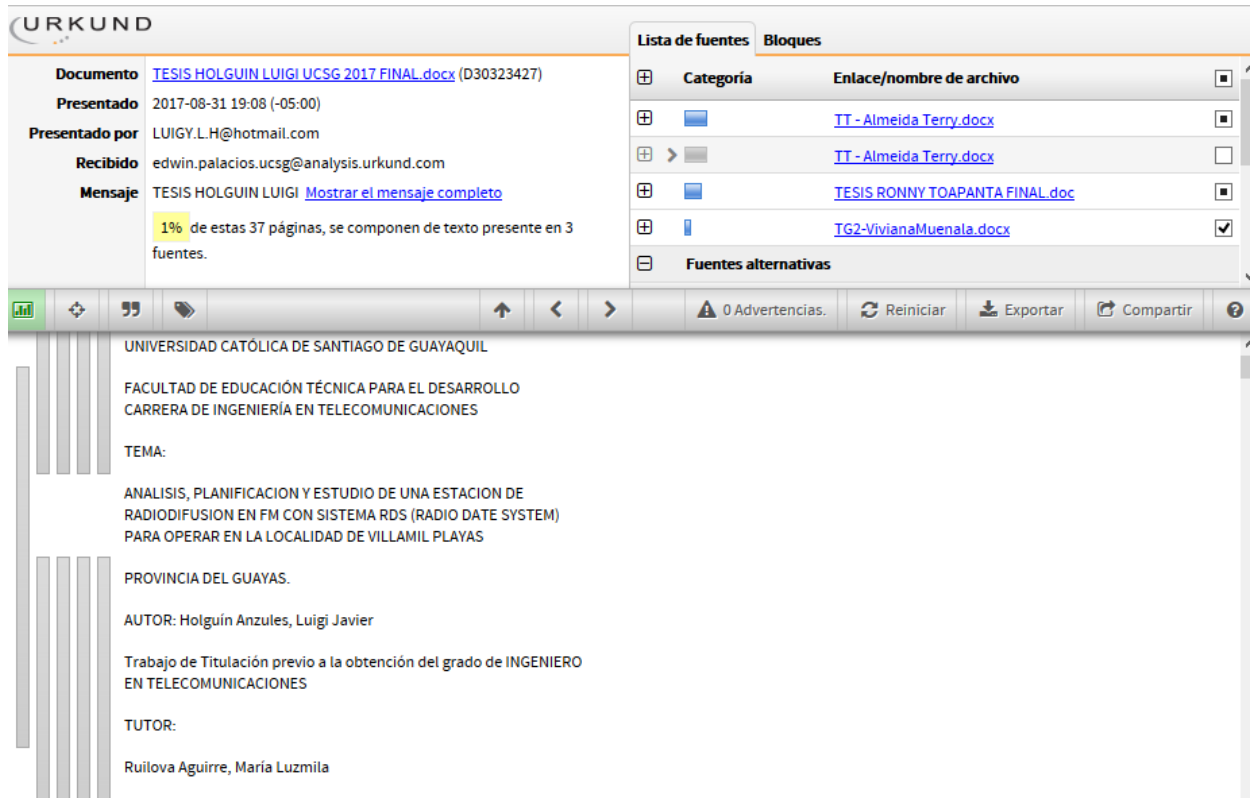
Guayaquil, a los 15 del mes de Septiembre del año 2017

EL AUTOR

HOLGUIN ANZULES, LUIGI JAVIER

REPORTE DE URKUND

Informe del Trabajo de Titulación de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones, con **1%** de coincidencias perteneciente al estudiante, **HOLGUIN ANZULES LUIGI JAVIER**.



The screenshot displays the URKUND interface. On the left, document details are shown: 'Documento' is 'TESIS HOLGUIN LUIGI UCSG 2017 FINAL.docx' (ID: D30323427), 'Presentado' is '2017-08-31 19:08 (-05:00)', 'Presentado por' is 'LUIGY.L.H@hotmail.com', 'Recibido' is 'edwin.palacios.ucsg@analysis.orkund.com', and 'Mensaje' is 'TESIS HOLGUIN LUIGI' with a link to 'Mostrar el mensaje completo'. A yellow highlight indicates '1% de estas 37 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.' On the right, the 'Lista de fuentes' (List of sources) is visible, showing a table with columns 'Categoría' and 'Enlace/nombre de archivo'. The table lists four sources: 'TT - Almeida Terry.docx' (two entries), 'TESIS RONNY TOAPANTA FINAL.doc', and 'TG2-VivianaMuenala.docx'. Below the table is a toolbar with icons for '0 Advertencias', 'Reiniciar', 'Exportar', and 'Compartir'. The main content area shows the text of the document being analyzed, including the university name 'UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL', faculty 'FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO', and author 'AUTOR: Holguín Anzules, Luigi Javier'.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

ANALISIS, PLANIFICACION Y ESTUDIO DE UNA ESTACION DE
RADIODIFUSION EN FM CON SISTEMA RDS (RADIO DATE SYSTEM)
PARA OPERAR EN LA LOCALIDAD DE VILLAMIL PLAYAS

PROVINCIA DEL GUAYAS.

AUTOR: Holguín Anzules, Luigi Javier

Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de INGENIERO
EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR:

Ruilova Aguirre, María Luzmila

Atte.

M. Sc. Luzmila Ruilova Aguirre

Docente Ocasional – Tutora

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de titulación a toda mi familia que ha sido mi pilar fundamental durante este proceso universitario y me ha brindado todo su respaldo absoluto para poder cumplir una meta más en mi vida poniendo toda su confianza en mí intelecto y vencer cada obstáculo que se presente en mi vida y en especial a mi hija Maluly que me motiva cada día para salir adelante y llegar hacer un ejemplo para ella y demás personas.

EL AUTOR

HOLGUIN ANZULES, LUIGI JAVIER

AGRADECIMIENTO

Principalmente agradezco a Dios todopoderoso por brindarme vida y salud, por ser quien me guía por un buen camino y me da fuerzas y valor para continuar cada día venciendo cada obstáculo hasta llegar a cumplir una de mis metas de culminar mi carrera universitaria y llegar a ser un profesional.

A mi familia por brindarme todo ese apoyo y no permitir que nunca me caiga ante cualquier inconveniente en la vida, que siempre ha estado en los buenos y malos momentos, a mi esposa por mostrarme todo su respaldo para que continúe el proceso de estudio hasta culminarlos.

A mi hermano el Ing. Jorge Holguín M.Sc, quien me brindó su apoyo total durante mi carrera universitaria con sus consejos, me orientó a ser perseverante en la vida hasta lograr el objetivo.

A la Ing. Luzmila Ruilova por su orientación académica sus ideas y consejos que fueron de gran ayuda para poder finalizar mi proyecto de titulación.

EL AUTOR

HOLGUIN ANZULES, LUIGI JAVIER



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. MIGUEL ARMANDO HERAS SÁNCHEZ, M. Sc.

DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

ING. NÉSTOR ARMANDO ZAMORA CEDEÑO, M. Sc.

COORDINADOR DE ÁREA

f. _____

ING. MARCOS ENRIQUE MONTENEGRO TAMAYO, M. Sc.

OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

Índice de Figuras.....	XII
Índice de Tablas.....	XIV
Resumen.....	XV
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Introducción.....	2
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación del Problema.....	3
1.4. Definición del Problema.....	3
1.5. Objetivos del Problema de Investigación.....	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivos Específicos	4
1.6. Hipótesis.....	5
1.7. Metodología de Investigación.....	5
CAPITULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1. Análisis del lugar para el desarrollo del proyecto	6
2.1.1. Informe Histórico.....	6
2.1.2. Características generales	6
2.2. Sistema de radio sonora FM	7
2.2.1. Detector FM.....	8
2.2.2. Ventajas y desventajas de FM.....	8
2.3. Radiodifusión sonora en FM.....	8
2.3.1. Historia de la radiodifusión en el Ecuador	8
2.3.2. Características Generales de la Radiodifusión Sonora FM	9
2.3.3. Radiodifusión móvil de radio FM.....	10
2.3.4. Los canales de radiodifusión	10
2.3.5. Radiodifusión sonora en onda media	11
2.3.6. Radiodifusión sonora en ondas Cortas.....	11
2.3.7. Radiodifusión sonora en frecuencia modulada.....	11
2.3.8. Radiodifusión sonora digital.....	12
2.3.9. Tipos de Radiodifusión.	12
2.3.10. Subtipos de Radiodifusión.	13
2.4. Transmisión y recepción de una Radiodifusión.....	14

2.4.1.	Transmisor.....	14
2.4.2.	Micrófono.....	14
2.4.3.	Amplificador de audio	15
2.4.4.	Oscilador	15
2.4.5.	Modulador.....	15
2.4.6.	Transmisión de ondas de radio.....	15
2.5.	Radiocomunicación	15
2.5.1.	Receptor y Emisor	16
2.6.	Características de Amplitud.....	17
2.6.1.	Frecuencia y Periodo.....	17
2.6.2.	Longitud de Onda	18
2.6.3.	Ancho de Banda	18
2.7.	Radiación Electromagnética.....	18
2.7.1.	Fenómenos físicos que afectan la propagación del sonido	19
2.8.	Radiofrecuencia.....	23
2.8.1.	Bandas de frecuencia	24
2.8.2.	Ruido	25
2.8.3.	Ruido Térmico	25
2.8.4.	Atenuación.....	25
2.9.	Sistemas de Modulación	26
2.9.1.	Modulación de Amplitud AM	26
2.9.2.	Modulación de Frecuencia FM	27
2.9.3.	Modulación de Angulo	27
2.10.	Sistema de Demodulación FM	28
2.11.	Sistema de Radioenlaces	29
2.11.1.	Tipos de enlaces.....	29
2.12.	Componentes que conforman una estación de radiodifusión sonora FM.	30
2.12.1.	Equipo Transmisor.....	30
2.12.2.	Líneas de Transmisión.	31
2.12.3.	Antenas de radiodifusión FM.	31
2.13.	Características principales de una antena.....	32
2.13.1.	Tipos de antenas.	32
2.13.2.	Arreglo de antenas	34

2.13.3. Torre de comunicación	35
2.13.4. Equipos de audio de baja frecuencia y estudios producción.	35
2.14. Sistema de enlaces auxiliares	35
2.15. Sistema RDS (Radio date System)	37
2.15.1. Historia Del RDS.....	37
2.15.2. Definición del sistema RDS.	37
2.15.3. Características principales del RDS.	38
2.15.4. Tipos de datos en el RDS.....	39
2.15.5. Objetivos principales del sistema RDS.	40
2.15.6. Transmisión de la señal RDS.	40
2.15.7. Funcionamiento del sistema RDS.....	41
2.15.8. Protocolo RDS.....	42
2.15.9. Modulación de la señal RDS.	43
2.15.10. Demodulación de la señal RDS.....	45
2.15.11. Ventajas y desventajas del RDS.....	46
CAPITULO 3: EVALUACIÓN TÉCNICA.....	47
3.1. Ubicación geográfica del estudio y del transmisor.....	47
3.2. Diseño del estudio de la estación FM.....	48
3.3. Equipo RDS.....	51
3.4. Diseño del sitio de transmisión.....	56
3.5. Licencia para la concesión de frecuencia.....	59
3.6. Asignación del código PI para el funcionamiento del sistema RDS.....	59
3.7. Enlace estudio – Transmisor (STL).	60
3.8. Parámetros técnicos de los equipos de enlace	63
3.9. Sistema de transmisión.	65
3.10. Sistema radiante.....	67
3.11. Costos de implementación.	68
CAPITULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71

Índice de Figuras

Capítulo 2:

Figura 2. 1: Radio FM.....	7
Figura 2. 2: Esquema del transmisor y receptor.	14
Figura 2. 3: Sistema de Transmisión.	16
Figura 2. 4: Identificación de la amplitud en una señal	17
Figura 2. 5: Grafico Amplitud Y Tiempo	18
Figura 2. 6: Esquema del proceso de emisión	19
Figura 2. 7: Efecto de refracción	20
Figura 2. 8: Ondas Reflejadas de radiofrecuencia	21
Figura 2. 9: Perdidas Máximas dependiendo el tipo de servicio.	23
Figura 2. 10: Modulación de amplitud AM	26
Figura 2. 11: Modulación de frecuencia FM	27
Figura 2. 12: Sistema de Radioenlaces	29
Figura 2. 13: Equipo transmisor	31
Figura 2. 14: Guía de Onda	31
Figura 2. 15: Antenas de Radiodifusión FM	32
Figura 2. 16: Antena Dipolo en V	33
Figura 2. 17: Antena Yagi tipos de elementos	33
Figura 2. 18: Antenas de panel plano.	34
Figura 2. 19: Arreglos de antenas de radio FM	34
Figura 2. 20: Torres de comunicación	35
Figura 2. 21: Grafica de un enlace auxiliar físico de una estación de radio FM. ..	36
Figura 2. 22: Grafica de un radioenlace auxiliar de una estación de radio FM. ...	36
Figura 2. 23: Sintonización automática en los receptores FM-RDS.	39
Figura 2. 24: Esquema del funcionamiento de un sistema RDS	42
Figura 2. 25: Esquema de un Protocolo RDS	43
Figura 2. 26: Espectro señal modulada RDS	45

Capítulo 3:

Figura 3. 1: Lugar del estudio matriz ubicado en el malecón de Playas	47
Figura 3. 2: Lugar de la estación repetidora vía a engabao	48
Figura 3. 3: Diseño y planificación del estudio matriz	48

Figura 3. 4: Diagrama de conexión de los equipos del estudio	51
Figura 3. 5: Equipo RDS vista frontal y posterior	53
Figura 3. 6: Diagrama de conexión del equipo RDS	54
Figura 3. 7: Configuración software magic RDS	54
Figura 3. 8: Configuración caracteres en el software magic RDS	55
Figura 3. 9: Programación de temas en el software magic RDS	55
Figura 3. 10: Receptor de radio FM con caracteres RDS	56
Figura 3. 11: diseño de la caseta de equipos	57
Figura 3. 12: Torre Auto soportada	58
Figura 3. 13: Simulación del enlace mediante el software Radio Mobile	61
Figura 3. 14: Simulación de enlace desde la estación matriz hacia la estación repetidora.	62
Figura 3. 15: Esquema del radioenlace desde el estudio hacia el TX principal	63
Figura 3. 16: Equipo transmisor de enlace	63
Figura 3. 16: Simulación de cobertura del dial FM	66
Figura 3. 18: Equipo transmisor principal	66
Figura 3. 19: Patrón de radiación con antena yagi	67

Índice de Tablas

Capítulo 2:

Tabla 2. 1: Ventajas y Desventajas de FM	8
Tabla 2. 2: Perdidas y Porcentaje de radiación.	22
Tabla 2. 3: Tabla de frecuencias	24

Capítulo 3:

Tabla 3. 1: Equipos que conforman un estudio de radiodifusión FM	49
Tabla 3. 2: Parámetros y características principales del RDS	52
Tabla 3. 3: Parámetros técnicos de la caseta	58
Tabla 3. 4: Parámetros de simulación	60
Tabla 3. 5: parámetros técnicos de la simulación	62
Tabla 3. 6: Parámetros técnicos del equipo Tx de enlace	64
Tabla 3. 7: Parámetros técnicos del equipo Rx de enlace	64
Tabla 3. 8: Parámetros técnicos del transmisor	65
Tabla 3. 9: Parámetros técnicos del equipo transmisor	67
Tabla 3. 10: Costos de los equipos del estudio matriz	68
Tabla 3. 11: Costos de los equipos de enlace	69
Tabla 3. 12: Costos de los equipos de transmisión	69
Tabla 3. 13: Costos total del proyecto	70

Resumen

El reciente Trabajo de titulación tiene como objetivo realizar un estudio y diseño técnico para una estación de radiodifusión FM con un sistema internacional RDS (Radio date system) para que funcione en la localidad de Villamil Playas. En el primer capítulo se desarrolla la incorporación de nuevos equipos de radiodifusión que incrementaran la tecnología para un cambio de comunicación a través de este medio para mantener bien informado al radioescucha. En el segundo capítulo se analizó como funciona una estación de radio FM, Cual es el funcionamiento principal de un equipo RDS, Los tipos de radio, el sistema de modulación y demodulación, los componentes que conforman un estudio de radiodifusión FM, Características importantes que aporten con este proyecto para su respectivo análisis. En el tercer capítulo se desarrolla los parámetros técnicos de cada equipo que se utilizará para la estación de radiodifusión sonora, principalmente con el equipo RDS, se realiza un análisis del funcionamiento del equipo, los enlaces auxiliares, área de cobertura y el sistema radiante, el lugar donde estará ubicada la estación matriz, el diseño del estudio, las simulaciones mediante el software de radio Mobile. El ultimo capitulo se realiza las recomendaciones del proyecto elaborado dando a conocer las sugerencias que se mencionaran en este capítulo, con las debidas conclusiones que se tomaron en cuenta al aplicar métodos investigativos, para que en un futuro se continúe investigando sobre este tema importante de radiodifusión.

Palabras claves: MODULACION, DEMODULACION, EQUIPO RDS, SISTEMA RADIANTE, RADIODIFUSION SONORA FM, FRECUENCIA MODULADA.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

La investigación a desarrollar es analizar, planificar y estudiar una estación de radiodifusión con sistema RDS (Radio date system) para la localidad de Villamil Playas, la radiodifusión FM realiza su función a través de una frecuencia modulada que reiteradamente lo sintonizamos desde cualquier receptor, comercialmente emplea las frecuencias de los 87.5 MHz hasta los 108 MHz que se transmite en diferentes emisoras de radios en el Ecuador. El sistema RDS (sistema de datos de radio) se incorporará como nuevo equipo tecnológico a las radios FM convencionales que nos permite obtener información a través de un receptor mostrando en la pantalla caracteres que nos permitan visualizar información, siendo de mucho interés para el radioescucha.

La señal de radio FM llega a nuestros receptores a través de una onda portadora en (amplitud, frecuencia o fase), con la finalidad de transmitir una información, la modulación FM envía su capacidad espectral en frecuencia ocupando un espacio de ancho de banda al contorno de la frecuencia de la onda portadora.

Las ondas electromagnéticas son muy importante en la radiodifusión debido a las frecuencias que se necesita para enviar la información por medio de ellas hacia el receptor por lo que transfieren energía en el vacío, los campos eléctricos y magnéticos se crean al propagarse, la magnitud de la onda electromagnética al propagarse en el espacio disminuye el cuadro de la distancia por lo que existe dirección preferente de propagación en el medio donde se envía la información ya sea a través de un transmisor.

1.2. Antecedentes

En la actualidad para informarnos de los acontecimientos acudimos a través de un medio de comunicación, sintonizamos una estación de radio en frecuencia modulada FM llegando el audio al receptor, pero no visualizamos que estamos percibiendo, motivo por el cual aplicaremos un nuevo sistema RDS (sistema de

datos de radio) que nos permite observar en la pantalla de nuestro receptor caracteres que generan información debido a que el sistema lo realiza aplicando este equipo en las estaciones de radios que requieran esta tecnología.

La entidad a cargo de administrar, Regular y controlar las telecomunicaciones y del Espectro Radioeléctrico es la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones ARCOTEL, de la misma forma aspectos técnicos de los medios de comunicación que utilicen del espectro, el objetivo del ARCOTEL es de garantizar servicios de calidad y asignaciones transparente eficiente y sostenible para darle seguridad a las comunicaciones y datos que manejen diferentes empresas y medios de comunicación que cumplan con lo dispuesto en la constitución de la república del Ecuador.

1.3. Justificación del Problema

La población de Gral. Villamil Playas no cuenta con un medio de comunicación que genere información a los habitantes, la implementación de una estación de radiodifusión en FM con sistemas de datos de radio sería una buena opción para este cantón que lo necesita para poder mantener comunicados a toda la población y sitios apartados del cantón playas. La realización de este proyecto generaría cobertura para la población y sectores alejados que se van desarrollando más que todo por la parte turística, para la implementación de la estación de radiodifusión se añadiría un nuevo sistema de datos de radio RDS que permite a los radioescucha observar en su receptor caracteres que generan información para mantenerlos al tanto de cualquier evento que ocurra ya sea desastres naturales alertas de tsunami cierres de vía, congestionamiento de tráfico entre otras sirviendo de gran ayuda para los habitantes del cantón.

1.4. Definición del Problema

La radiodifusión cada día tiene un mayor desarrollo en diferentes puntos del Ecuador, en la localidad de Gral. Villamil Playas no encontramos medios de comunicación que mantengan informados a los pobladores y sectores aledaños del cantón, la población cada día crece con mayor frecuencia motivo por el cual necesita de una estación de radio sonora con equipos de última tecnología para poder comunicar a las personas de los acontecimientos que suceden a diario, el

comercio también requiere un medio para cubrir publicidad ya que solo cuentan con prensa escrita.

Las comunicaciones desarrollan una proporción demasiada baja en esta población con relación a otras ciudades, el internet y la telefonía móvil destacan en cobertura, pero no todos cuentan con dicho servicio pagado. La señal de radiodifusión llega desde otras provincias con una recepción muy baja y la televisión por aire con una calidad pésima, la población tiene la necesidad de incorporar un medio de comunicación local con tecnología moderna para los turistas que visitan desde diferentes partes del mundo este cantón y puedan mantenerse informados y seguros del lugar.

La necesidad de un medio de comunicación en esta localidad es de gran importancia por el cual se lo realizara en este proyecto de titulación donde se realizará un análisis y planificación de una estación de radiodifusión FM con sistema RDS que sea de gran utilidad para esta población que lo requiere de manera inmediata para poder mantener comunicados a todos los sectores aledaños que unen a este cantón turístico de la provincia del Guayas.

1.5. Objetivos del Problema de Investigación.

1.5.1. Objetivo General

Desarrollar un análisis, planificación y estudio técnico de una estación de radiodifusión en FM con un nuevo sistema RDS (Radio Date System) para operar en beneficio de la localidad de Gral. Villamil playas provincia del Guayas.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Realizar el estudio técnico del lugar donde se desarrollará el proyecto mediante programas de simulaciones.
- Investigar sobre el sistema RDS (sistema de datos de radio).
- Estudio técnico del funcionamiento y conexión del sistema RDS con los equipos de transmisión.
- Realizar un análisis sobre los costos de implementación del proyecto.

1.6. Hipótesis

¿Es posible incorporar a la radiodifusión FM el sistema RDS?

¿Por qué la estación de radiodifusión va hacer implementada en la localidad de Villamil Playas?

¿La población tiene conocimiento sobre este equipo de sistema de datos de radio RDS?

¿Por qué la radio FM tiene más acogida que la radio AM?

1.7. Metodología de Investigación

El proyecto de titulación aplica una metodología de investigación exploratoria respecto a la relación con el estudio de señales de propagación con la radiodifusión FM, realizando métodos de estudio para la implementación de nuevos equipos tecnológicos.

La metodología aplicada es descriptiva por los métodos y contenido del sistema de radio FM para el debido proceso del proyecto que nos permita realizar un estudio.

CAPITULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Análisis del lugar para el desarrollo del proyecto

2.1.1. Informe Histórico

Gral. Villamil mejor conocida como Playas, un balneario turístico de la provincia del Guayas situado a 93km de Guayaquil. En 1910 se creó la parroquia general José de Villamil perteneció a Guayaquil en el año de 1948 se inició la carretera con el tramo Guayaquil- Playas con una distancia de 96km. Los pobladores iniciaron con proyectos para beneficios de esta población, aunque no se dio, la lucha cívica era constante para que se convierta en cantón de la provincia del Guayas, con la ayuda de estudiantes universitarios y dirigentes barriales e instituciones mantenían una disputa constante para sacar adelante al balneario.

Los habitantes desde este entonces eran los Chopoyas, Yagual, Crespín, Lindao, mite que mantuvieron lucha constante para llevar hacia delante a esta parroquia acudiendo al congreso nacional para solicitarle que el proyecto se lleve a cabo. El 15 de agosto DE 1989 el expresidente de la republica Rodrigo Borja firmo el decreto, Dándole a playas la cantonización, los habitantes se volcaron a las calles a festejar el triunfo histórico pasando hacer de una parroquia a un cantón de la provincia del Guayas.

2.1.2. Características generales

Ubicación: A 96km de Guayaquil – al norte y este con Guayaquil y Santa Elena, Al sur y oeste con el océano pacifico.

Extensión territorial: 280km²

Población: Aproximadamente 41.935 habitantes

Temperatura: Invierno 24-36 grados °C, verano 21-30 grados °C

Asentamiento: 3 metros sobre el nivel del mar

Precipitación: 250mm

Cantonización: 15 de agosto de 1989.

2.2. Sistema de radio sonora FM

En la figura 2.1 se muestra que la radio FM utiliza la imagen eléctrica de una fuente de sonido para modular la frecuencia de una onda portadora. En el extremo del receptor en el proceso de detección, esa imagen es retirada del portador y devuelta al sonido por un altavoz.

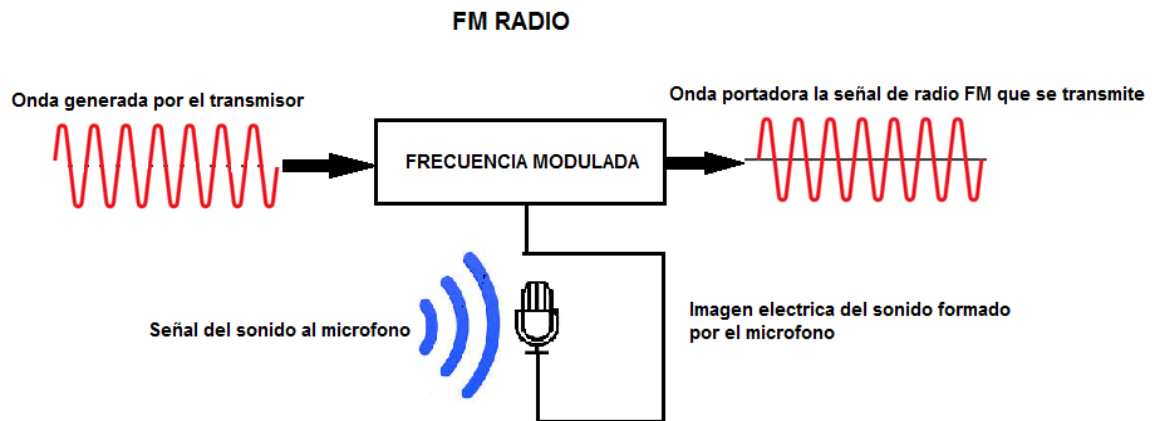


Figura 2. 1: Radio FM
Elaborado por: Autor

Cuando se transmite información desde una emisora de radio FM, la imagen eléctrica del sonido (tomada de un micrófono u otra fuente de programa) se utiliza para modular la frecuencia de la onda portadora transmitida desde la antena de emisión de la estación de radio. Esto es en contraste con la radio AM donde la señal se utiliza para modular la amplitud del portador.

La banda FM del espectro electromagnético está entre 88 MHz y 108 MHz y las ondas portadoras para estaciones individuales están separadas por 200 kHz para un máximo de 100 estaciones. Estas estaciones de FM tienen una desviación máxima de 75 kHz de la frecuencia central, que deja 25 kHz superior e inferior "bandas de guard" para minimizar la interacción con la banda de frecuencia adyacente.

Esta separación de las estaciones es mucho más amplia que la estación AM, permitiendo la difusión de una banda de frecuencias más amplia para la difusión de música de mayor fidelidad. También permite el uso de subportadoras que hacen posible la emisión de señales FM estéreo.

2.2.1. Detector FM

La demodulación o detección de FM implica el cambio de las variaciones de frecuencia en una señal en variaciones de amplitud en la banda base, para la señal del audio. Hay varias técnicas y circuitos que se pueden utilizar cada uno con sus propias ventajas y desventajas para detectar la señal de la frecuencia modulada.

2.2.2. Ventajas y desventajas de FM

En la modulación de frecuencia FM existen varias ventajas, pero de igual manera también existen muchos inconvenientes que causan sus desventajas.

Tabla 2. 1: Ventajas y Desventajas de FM

VENTAJAS

- Principal ventaja resistente al ruido.
- Resistente a las variaciones de la señal.
- No es necesario amplificadores lineales en el transmisor
- Los niveles de eficiencia del transmisor son mucho mas altos.

DESVENTAJAS

- Necesita de un demodulador
- Requiere de un circuito sintonizado.
- otro tipo de formato tienen mayor eficiencia espectral para la transmisión de datos.
- Las bandas laterales se extienden hasta el infinito.

Fuente: Autor

2.3. Radiodifusión sonora en FM

2.3.1. Historia de la radiodifusión en el Ecuador

Dr. Ortiz Carlos, (1999) Menciona la historia de la radiodifusión sonora en el Ecuador, que nace en la ciudad de Riobamba en la primera mitad del siglo XX, Las mayores obras desarrolladas en materia de cultura y comunicación se destaca la creación de la Estación radiodifusora denominada “El Prado” cuyo personaje fue el Ing. Carlos Cordovez Borja, nacido en Riobamba en el año de 1888, quien fue enviado por sus padres a los 7 años de edad a estudiar en un colegio de Austria, donde se incorporó como ingeniero electrónico, especializado en asuntos radiotelegráficos, regresando a Ecuador como Gerente de la empresa General Electric de Guayaquil.

La primera emisora de radiodifusión en el Ecuador fue la más potente de América del Sur en la década de los 30. Los conocimientos adquiridos los puso en práctica para este proyecto de la estación radial. Ya contaban con algunos aparatos de telegrafía y radio, en Riobamba se estableció un club de radioaficionados para las personas que tenían mucho interés de este medio, este grupo se dedicó a la construcción de un transmisor de 50 vatios de potencia de onda corta.

La primera prueba de transmisión de la estación de radio sonora se efectuó el 27 de febrero de 1925 entre el colegio "San Felipe" y el local de la fábrica "El Prado", el jesuita P. Carlos Almeida fue el profesor que colaboró con la iniciativa de la estación de radio, donde la primera audición formal se lanzó en junio de 1929.

Las emisiones se las realizaba una vez por cada semana, los días jueves en horario de las 9 de la noche, donde su primera locutora fue la Sra. Judith Olivos de Cordovez, se realizaron enlaces entre Colombia y Argentina cuando falleció Carlos Gardel, además se convirtió pionera de grabación de discos de aluminio por un convenio con una empresa norteamericana. Se emitió un programa especial destinado a la colonia de ecuatorianos residentes en Francia, también se realizaron programas especiales dedicados a las ciudades de Latacunga, Alausi entre otros lugares del Ecuador donde se realizaban diferentes actividades.

Entre las primeras apariciones de las radiodifusoras se encuentran:

- Guayaquil - radio "Zenit y cristal".
- Quito - radio "Quito".
- Riobamba - radio "El Prado".
- Ambato - radio "Continental".
- Cuenca - radio "Voz de Cochabamba".

2.3.2. Características Generales de la Radiodifusión Sonora FM

El término radiodifusión se refiere a la transmisión de información de audio utilizando ondas electromagnéticas. El espectro de radiofrecuencia se encuentra entre 3 Hz y 300 GHz. La transmisión de radiodifusión se lleva a cabo utilizando una entidad conocida como estaciones de radio. La emisión significa de uno a

muchos y por lo tanto la señal transmitida por la estación de radio es recibida por múltiples receptores de radio.

La Radio anteriormente se desarrolló como un dispositivo electrónico independiente con el apoyo de FM, así como la recepción de radio AM. Hoy en día, la radio se ha convertido en parte de todos y cada uno de los dispositivos móviles, como teléfonos, tabletas, Debido a esta radiodifusión ha evolucionado y nuevos avances están sucediendo en este ámbito. En la modulación FM, la parte de frecuencia de la señal portadora de radio se varía según las informaciones de banda base analógica. En la modulación AM, la parte de amplitud de la señal de la portadora de radio se varía según el audio analógico.

2.3.3. Radiodifusión móvil de radio FM

- Radiodifusión FM utiliza banda de frecuencia de 88 a 108 MHz.
- Las frecuencias portadoras están separadas por 200 KHz.
- La desviación de frecuencia máxima se fija en 75KHz.
- Frecuencia intermedia IF en caso de FM es 10,7 MHz.
- La polarización es horizontal.

Los otros beneficios de la radio FM son los siguientes:

- El sistema es eficiente energéticamente
- El sistema está libre de conexión
- Es omnipresente
- Es barato
- El sistema de radio FM es fácil de integrar con otros estándares inalámbricos

como wifi, bluetooth, etc.

- La potencia de salida máxima es de aproximadamente 15 nWatt
- El alcance de difusión es de unos 5 metros.

2.3.4. Los canales de radiodifusión

Se utilizan para transportar información de datos o de señales de control. Los canales de frecuencia de radio FM están numerados de 200 a 300. Se asignan con valores de 87,9 MHz a 107,9 MHz. Todos los canales son de 200 KHz de ancho de banda. Por lo tanto, el canal FM 201 está situado en 88.1MHz, el canal FM 202 está situado en 88.3MHz (200KHz desde el canal 201). El último canal FM 300 está

situado a una frecuencia de 107,9 MHz. Debajo de las bandas de radiofrecuencia en el espectro EM, se asignan los canales 5 y 6 de TV. La banda de frecuencia de TV es de 82 a 88 MHz. Por encima de las bandas de frecuencias radioeléctricas, las frecuencias aeronáuticas se asignan con una gama de frecuencias de 108 a 136 MHz en el espectro EM.

2.3.5. Radiodifusión sonora en onda media

La onda media (también conocida como AM) es la banda de radiodifusión que cubre las frecuencias de 531 kHz a 1605 kHz. En muchos radios está marcado como AM en el dial de radio.

2.3.6. Radiodifusión sonora en ondas Cortas

Las frecuencias y bandas utilizadas para la radiodifusión de onda corta son acordadas internacionalmente por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). No todas las estaciones se pegan dentro de estas bandas, de hecho, muchos optan por utilizar las frecuencias justo afuera, donde hay menos emisoras de radio competidoras y, por lo tanto, menos interferencia (esto se conoce como 'radiodifusión fuera de banda'), pero la mayoría permanecen dentro de los límites acordados. Si sólo estás sintonizando la onda corta y buscando estaciones, las bandas oficiales son definitivamente el lugar para comenzar. Las frecuencias de radio por debajo de alrededor de 12000 kHz funcionan mejor cuando está oscuro (por la noche) y los de alrededor de 9000 kHz funcionan mejor durante las horas de luz del día. La mayoría de las estaciones de radio de onda corta están en una trama de 5 kHz, lo que significa que su frecuencia en kHz terminará con un '5' o un '0' (por ejemplo 15205 o 6110 kHz).

2.3.7. Radiodifusión sonora en frecuencia modulada

La frecuencia modulada FM es capaz de reproducir contenido de audio mono o estéreo a partir de señales que están moduladas en frecuencia sobre una portadora. Por lo general, el contenido de audio es música, noticias y comentarios, etc. En la mayor parte del mundo, las emisiones de radio FM se proporcionan en la parte de frecuencia muy alta (VHF) del espectro de radio, típicamente entre 87,5 y 108,0 MHz. Las emisiones de frecuencia modulada se recibieron utilizando receptores de radio analógicos. Sin embargo, la tendencia actual es que los

receptores de radio FM se implementen digitalmente, con una señal de banda base rebajada que es muestreada por un convertidor analógico-digital (ADC) y procesada en el dominio digital.

2.3.8. Radiodifusión sonora digital

La radiodifusión sonora digital (DSB) para su uso en bandas de radiodifusión por debajo de 30 MHz. Es importante reconocer que el receptor de radio del consumidor del futuro cercano necesitará ser capaz de decodificar cualquiera o todas las transmisiones terrestres; Es decir:

- banda ancha digital (Para <30 MHz RF)
- banda ancha digital (para > 30 MHz RF) y
- Analógica para las bandas LF, MF, HF, Y la banda VHF / FM.

El sistema DRM será un componente importante dentro del receptor. Es improbable que un receptor de radio de consumo diseñado para recibir transmisiones terrestres con las que excluiría la capacidad analógica. En el receptor de radio de consumo, el sistema DRM proporcionará la capacidad de recibir radio digital (Sonido, datos relacionados con el programa, otros datos e imágenes fijas) en todas las bandas de radiodifusión. Puede funcionar de manera independiente, será más probable que forme parte de un receptor más completo al igual que la mayoría de los receptores de hoy que incluyen AM y Recepción analógica de banda FM.

El sistema DRM está diseñado para ser utilizado en canales de 9 o 10 kHz o múltiplos de estos anchos de banda del canal. Las diferencias en detalle sobre cuánto del flujo de bits disponible para estos canales de audio, para la protección y corrección de errores, y para los datos dependen de los (LF, MF, o HF) y sobre el uso previsto (por ejemplo, onda de tierra, onda de cielo corta distancia u onda de cielo de larga distancia).

2.3.9. Tipos de Radiodifusión.

La radiodifusión sonora es el trabajo de radiocomunicación que permite la transmisión de ondas de audio a largas distancias, son receptadas por el

radioescucha en general. La modulación de frecuencia posibilita el envío de señales mediante las ondas electromagnéticas llegando audio a la recepción, la propagación de audio también se la puede realizar, el envío de información sonora a través de cable, radio por medio de satélite y la emisión de radio por medio de internet. La radiodifusión se divide en diferentes tipos de emisión:

- **Radio de baja potencia.** - La radio de baja potencia establecidas como radio libre o comunitario, permitiendo mayor cercanía con la comunidad. Esta radio maneja transmisores de potencia baja oscilando entre los 40w vatios de potencia nominal y el tamaño físico es muy pequeño comparado con los transmisores comunes de alta potencia, tomando en cuenta que es una tecnología de costos bajos, pero transmiten la señal de ondas sonoras manteniendo informado a la comunidad.
- **Radio a través de internet.** - Actualmente el avance tecnológico ha hecho posible que se creen radios por medio de internet de una manera sencilla para una emisión de señal de audio, lo cual llega al radioescucha de una manera rápida dependiendo el ancho de banda que requieran, simplemente utilizando equipos básicos como un micrófono y un ordenador para reproducir los archivos de audio.
- **Radio vía satélite.** - La radio satelital es un servicio de radio que se transmite desde satélites principalmente a los automóviles, con la emisión de señal a nivel nacional, a través de un área geográfica mucho más amplia que las estaciones de radio terrestres, mientras transmiten sonido de mayor calidad.

2.3.10. Subtipos de Radiodifusión.

Se divide en:

- **Radio pública.** - La radiodifusión pública incluye la radio, la televisión y otros medios de comunicación electrónicos cuya misión principal es el servicio público. Los organismos públicos de radiodifusión reciben financiación de diversas fuentes, incluyendo los derechos de licencia, las contribuciones individuales, el financiamiento público y el financiamiento comercial.
- **Radio comunitaria.** - Es un servicio de radio que ofrece un tercer modelo de radiodifusión, además de la radiodifusión comercial y pública. Las estaciones comunitarias sirven a comunidades geográficas y comunidades de interés.

Ellos difunden contenidos que son populares y relevantes para un público local y específico, pero que a menudo son pasados por alto por los radiodifusores comerciales o de masas.

2.4. Transmisión y recepción de una Radiodifusión.

Cuando la estación de transmisión irradia las ondas de radio, éstas son propagadas a través del espacio y recibidas por el receptor de radio. El fenómeno se conoce como comunicación por radio. Así todo el fenómeno se puede dividir en tres partes: Transmisor, transmisión de ondas de radio y receptor de radio.

2.4.1. Transmisor

La función de producir ondas de radio para la transmisión en el espacio se lo realiza por medio del transmisor. Es parte fundamental de una estación de radiodifusión sonora. Consta de micrófono, amplificadores de audio, oscilador y modulador. La figura 2.2 muestra a continuación los principios generales de radiodifusión, transmisión y recepción.

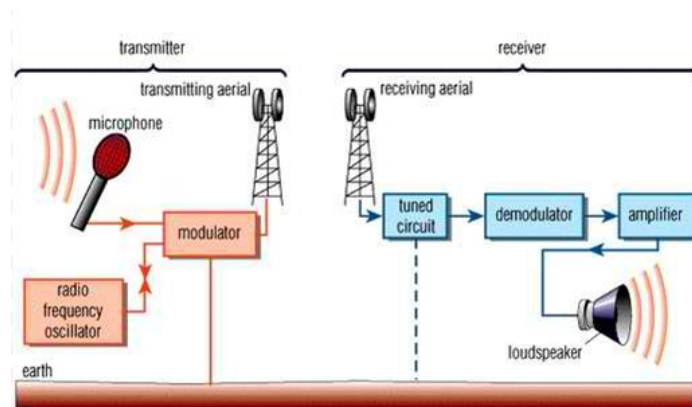


Figura 2. 2: Esquema del transmisor y receptor.
Fuente: (Olmo M, 2017)

2.4.2. Micrófono

Convierte las ondas de sonido en ondas eléctricas. Cuando se hace un sonido, la presión de aire variable en el micrófono genera una señal eléctrica de audio que corresponde a la frecuencia de la señal original.

2.4.3. Amplificador de audio

Las débiles señales de audio del micrófono se hacen fuertes a través de los amplificadores de audio en cascada. La señal de salida es alimentada al modulador para el proceso de modulación.

2.4.4. Oscilador

El oscilador produce una señal de alta frecuencia llamada onda portadora. Normalmente, se usan osciladores de cristal. Las etapas del amplificador de radiofrecuencia elevan el nivel de potencia de la onda portadora a un nivel suficiente (generalmente a varios kilowatts). La alta potencia ayuda a transmitir la señal a largas distancias.

2.4.5. Modulador

El modulador recibe las señales de audio amplificadas y la onda portadora así formada en las etapas anteriores. La señal de audio se superpone a la onda portadora de una manera adecuada. La onda resultante se llama onda modulada u onda de radio y el proceso se llama modulación. El proceso de modulación permite la transmisión de señal de audio a la frecuencia portadora. Como la frecuencia portadora es muy alta, por lo tanto, la señal de audio se puede transmitir a grandes distancias. Las ondas de radio del transmisor son alimentadas a la antena transmisora desde donde éstas son irradiadas al espacio.

2.4.6. Transmisión de ondas de radio

Las ondas de radio son irradiadas en todas las direcciones por la antena transmisora. Estas ondas de radio viajan con la velocidad de la luz, es decir, 3×10^8 (elevada a la potencia 8) m / seg. Las ondas de radio son ondas electromagnéticas poseen las mismas propiedades generales. Estos son similares a la luz y la ola de calor, excepto que tienen una longitud de onda más larga. Está claro que las ondas de radio se envían sin emplear ningún cable. Se puede demostrar fácilmente que a alta frecuencia, la energía eléctrica se puede irradiar en el espacio.

2.5. Radiocomunicación

García Rodrigo, (2012) indica que la radiocomunicación se determina como el tipo de comunicación en desarrollar a través de ondas radioeléctricas, también

conocida como ondas hertzianas. Las ondas radioeléctricas son ondas electromagnéticas que se propagan a través del espacio, de tal forma sucede con las ondas mecánicas que las transforman al sonido, de tal manera que pueden propagarse a través del espacio en el vacío. Esto es factible para las comunicaciones que se realizan vía satélite, Tipos de estaciones de radiocomunicación:

- La información que transmiten: radio, televisión, telefonía móvil.
- Estaciones fijas o estaciones móviles.
- Estaciones terrestres o estaciones ubicadas en satélites.

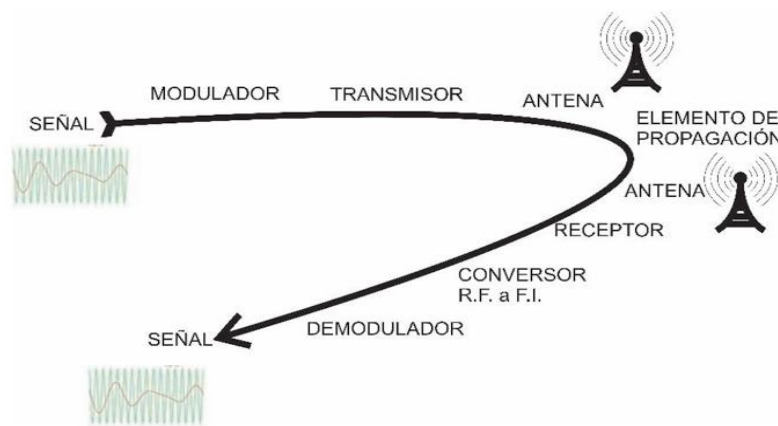


Figura 2. 3: Sistema de Transmisión.
Fuente: (García Rodrigo, 2012)

2.5.1. Receptor y Emisor

García Rodrigo, (2012) forma parte del sistema que se encarga del proceso y transmisión de la información, se encuentra formada por distintos bloques, cada uno realiza un determinado funcionamiento. El trabajo del transmisor es transformar la señal que se requiere transmitir es decir el mensaje de tal manera que se pueda desplazar a través del medio de transmisión, entregándola con la potencia necesaria, El receptor realizara la función contraria al trasmisor, recogiendo la señal que se ha desplazado a través del medio de transmisión, reconociendo a los diferentes bloques que lo conforman, de manera que pretenderá recuperar el mensaje original enviado, Las funciones del transmisor y el receptor forman un concepto fundamental de la radiocomunicación, donde trabajan en conjunto para facilitar diferentes tipos de comunicaciones en distintos lugares.

2.6. Características de Amplitud

La amplitud es el valor máximo de una señal. Su representación gráfica es debido a la variación de una señal a lo largo del tiempo empleando dos ejes. En el eje horizontal se representa cada uno de los momentos de tiempo y en el eje vertical el valor que ocupa en determinada señal.

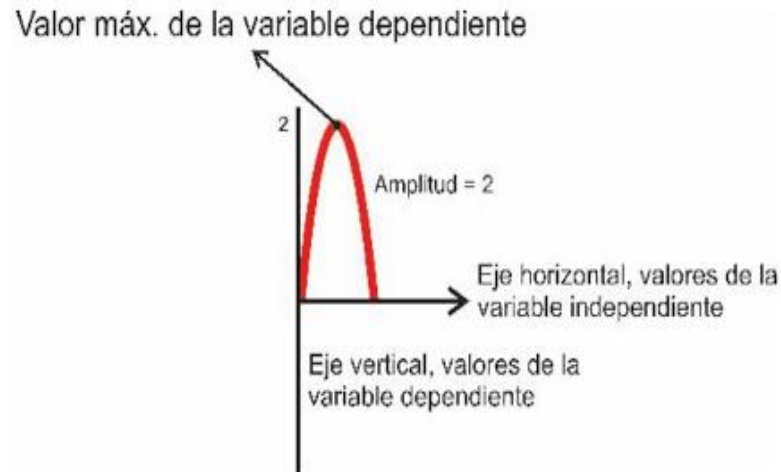


Figura 2. 4: Identificación de la amplitud en una señal
Fuente: (García Rodrigo, 2012)

2.6.1. Frecuencia y Periodo

La señal es periódica cuando se produce una reincidencia en el tiempo, quiere decir cuando se muestran ciclos repetitivos. Se denomina periodo al tiempo que tarda la señal en finalizar cada uno de esos ciclos. Se mide en segundos su representación es la T. Las magnitudes fundamentales que detallan una onda es la frecuencia, la frecuencia se determina como el número de ciclos o repeticiones por segundos que sustituye una señal periódica. Se mide en hercios (Hz) o Hertz. 1Hz equivale a 1 ciclo por segundo.

El oído humano es apto de captar frecuencias sonoras de 20Hz a 20.000 Hz. Debido a la delicadeza del sistema auditivo humano que es capaz de adaptarse a los valores comprendidos entre estos dos rangos de altura, La voz del humano se encuentra comprobada en un rango de 80 Hz a 1.100 Hz.

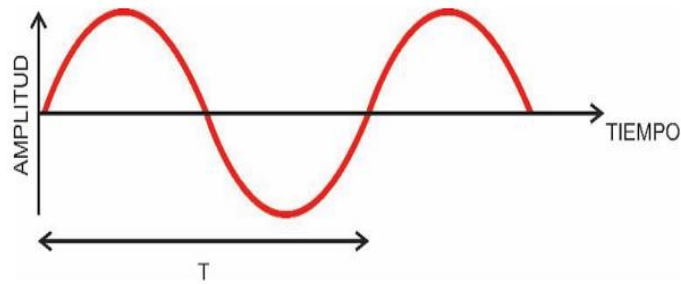


Figura 2. 5: Grafico Amplitud Y Tiempo
Fuente: (Rodrigo J, 2012)

2.6.2. Longitud de Onda

La Longitud de onda es la distancia espacial que viaja una onda a lo largo de un periodo de la señal. La unidad es en metros (m). La longitud de onda y la frecuencia son inversamente proporcional. La frecuencia y la longitud de onda en una señal se relacionan a través de la velocidad de propagación de la señal en el medio.

2.6.3. Ancho de Banda

El ancho de banda es la cantidad de comunicación o datos que se transmite por medio de un enlace de red en un periodo definido. En la frecuencia modulada se amplía el ancho de banda debido al uso de dos canales diferentes de sonido estéreo. El procedimiento de mayor fidelidad de audio funciona con todo el ancho de banda audible. Requiriendo un aumento de los receptores de tal manera aumenta el costo.

2.7. Radiación Electromagnética

Las ondas electromagnéticas son transmitidas por medio de una oscilación de campos eléctricos y campos magnéticos, propagándose las ondas en el vacío. En la transmisión de ondas sonoras se genera el sonido y se transforma en una señal eléctrica emitiéndose por medio de electromagnetismo a través del aire desde un emisor hacia un receptor.

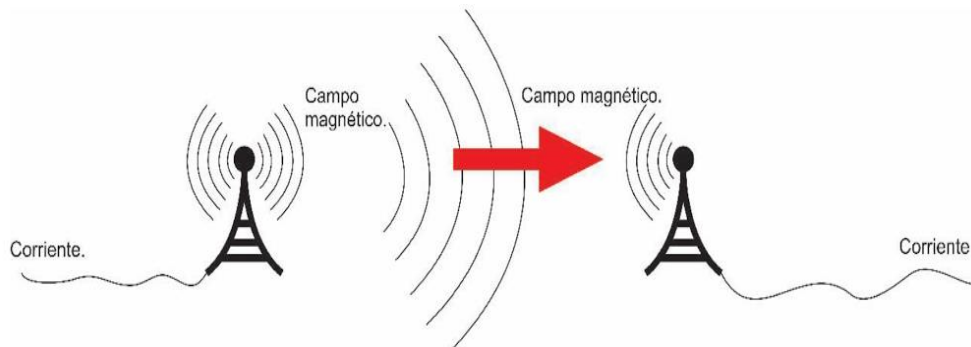


Figura 2. 6: Esquema del proceso de emisión
Fuente: (Rodrigo J, 2012)

2.7.1. Fenómenos físicos que afectan la propagación del sonido

La radiación electromagnética se propaga nominalmente en línea recta a la velocidad de la luz vacía, y no requiere un medio para la transmisión. Se ralentiza al pasar por un medio tal como aire, agua, vidrio, etc. La cantidad de energía que llega a un dispositivo de detección de área situada a una distancia dada de una fuente isotrópica es proporcional a la cantidad de energía pasando la superficie de una esfera imaginaria con un radio de la distancia dada. Por lo tanto, la cantidad de energía electromagnética que pasa a través de un área unitaria disminuye con el cuadrado de la distancia desde la fuente. Esta relación se conoce como la ley del cuadrado inverso de (Electromagnética). Representa la pérdida de fuerza de la señal en el espacio, llamado espacio pérdida. Los fenómenos que se encuentran relacionados con la radiación electromagnética son los siguientes:

a. Efecto de Refracción

La refracción es la deflexión o flexión de las ondas electromagnéticas cuando pasan de un tipo de medio transparente a otro. El índice de refracción es la relación entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en la sustancia del medio observado. La ley de refracción establece que las ondas electromagnéticas que pasan de un medio a otro (de un índice de refracción diferente) se doblarán en su dirección de desplazamiento. El aire y el vidrio tienen diferentes índices de refracción. Por lo tanto, la trayectoria de las ondas electromagnéticas que se mueven del aire al vidrio en un ángulo será doblada hacia la perpendicular mientras que viajan en el vidrio. Del mismo modo, la trayectoria será doblada en la misma medida lejos de la perpendicular cuando salgan del otro lado del vidrio. Ver figura

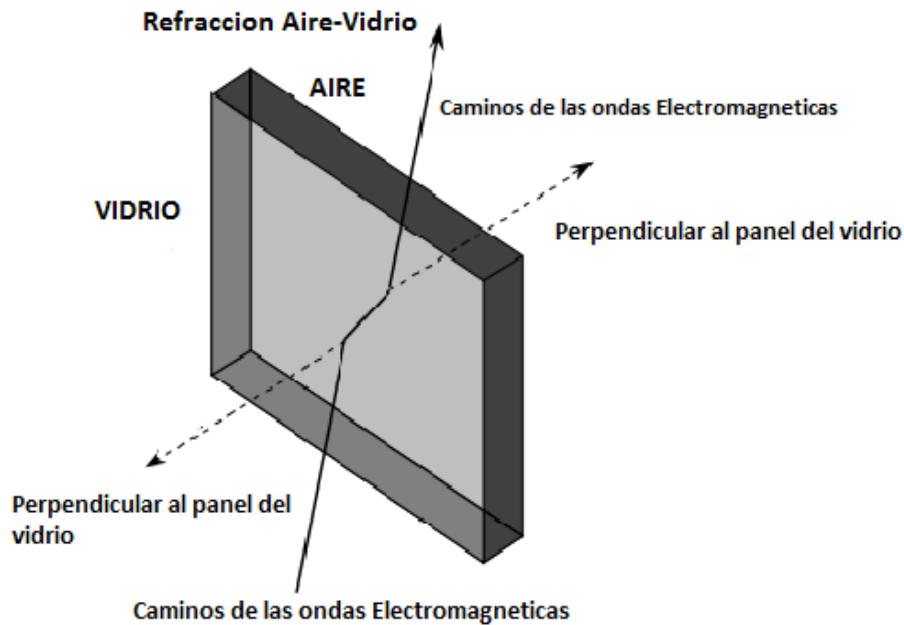


Figura 2. 7: Efecto de refracción
Fuente: Autor

b. Efecto de Reflexión

La radiación electromagnética del RF viaja generalmente a través del espacio en una línea recta. La excepción es que se dobla ligeramente por la gravitación de grandes masas de acuerdo con la relatividad general. Las ondas de RF pueden ser reflejadas por ciertas sustancias, mucho de la misma manera que la luz es reflejada por un espejo. El ángulo en el que RF se refleja desde una superficie metálica lisa, por ejemplo, será igual al ángulo en el que se aproxima a la superficie. En otras palabras, el ángulo de reflectancia de las ondas RF es igual a su ángulo de incidencia.

Este principio de reflexión RF se utiliza en el diseño de la antena para enfocar las ondas transmitidas en un haz estrecho y para recoger y concentrar las señales RF recibidas para un receptor. Si un reflector está diseñado con la superficie reflectante en forma de paraboloides, las ondas electromagnéticas que se aproximan en el eje se reflejarán y se concentrarán por encima de la superficie del reflector en el cuerno de alimentación.

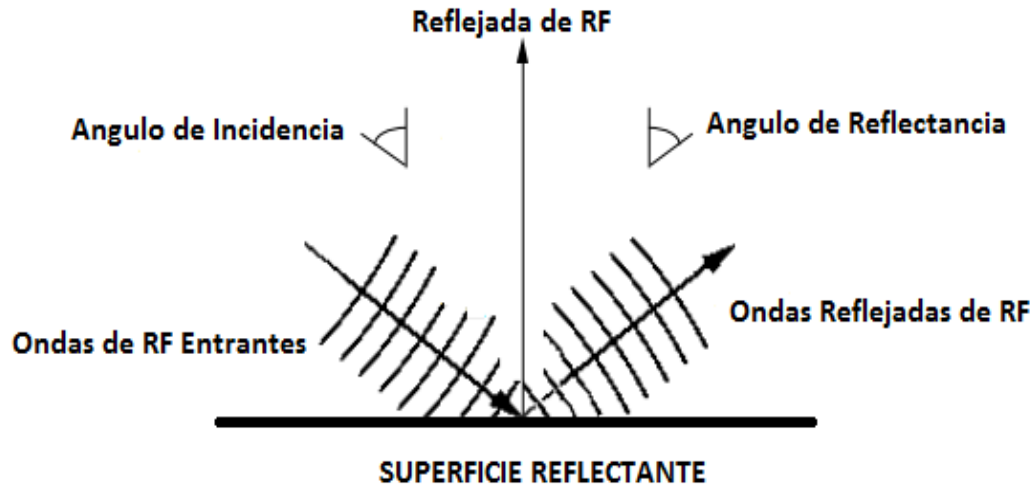


Figura 2. 8: Ondas Reflejadas de radiofrecuencia
Fuente: Autor

c. Absorción

Las ondas de propagación al ser transmitidas pueden ser absorbidas al impactarse con materiales que obstaculicen su paso, llegando a provocar que las señales pierdan su potencia y se atenúen, por el cual la absorción realiza la determinación del impacto sobre los obstáculos en sus ondas de radiación.

d. Difracción o Dispersión

En la dispersión del audio cuando encuentra un obstáculo en la dirección de su propagación sonora, en el obstáculo se produce el fenómeno de difracción, por el cual una diminuta parte del sonido tiende a un cambio de dirección y sigue su respectiva propagación.

e. Efecto Doppler

El efecto Doppler hace que la frecuencia observada de una fuente difiera de la frecuencia radiada de la fuente si hay movimiento que está aumentando o disminuyendo la distancia entre la fuente y el observador. El mismo efecto es fácilmente observable como variación en el tono del sonido.

Cuando la distancia entre la fuente y el receptor de las ondas electromagnéticas permanece constante, la frecuencia de la fuente y de las formas de onda recibidas es la misma. Cuando la distancia entre la fuente y el receptor de las ondas electromagnéticas está aumentando, la frecuencia de las formas de onda

recibidas es menor que la frecuencia de la forma de onda fuente. Cuando la distancia está disminuyendo, la frecuencia de la forma de onda recibida será mayor que la forma de onda fuente.

f. ROE (Relación de Onda Estacionaria)

La relación de onda estacionaria se define como la relación de la máxima tensión de radiofrecuencia (RF) a la tensión de RF mínima a lo largo de la línea. Esto también se conoce como la relación tensión-onda de voltaje. También se puede definir como la relación de la corriente máxima de RF a la corriente de RF mínima en la línea (relación de onda estacionaria actual o ISWR).

$$\text{Relacion de onda Estacionaria ROE} = \frac{\text{Energia Enviada}}{\text{Energia Reflejada}}$$

Surge este problema en la pérdida de radiación debido a la instalación inapropiada de equipos de transmisión, también por la mala calidad de los componentes electrónicos que hacen que exista un porcentaje de pérdida enviada.

Tabla 2. 2: Perdidas y Porcentaje de radiación.

ROE	% de pérdida de potencia	% de potencia que sale a la antena
1.0:1	0.0%	100.0%
1.1:1	0.3%	99.7%
1.2:1	0.8%	99.2%
1.3:1	1.7%	98.3%
1.4:1	2.7%	97.3%
1.5:1	3.0%	97.0%
1.6:1	5.0%	95.0%
1.7:1	6.0%	94.0%
1.8:1	8.0%	92.0%
2.0:1	11.0%	89.0%
2.2:1	14.0%	86.0%
2.4:1	17.0%	83.0%
2.6:1	20.0%	80.0%
3.0:1	25.0%	75.0%
4.0:1	38.0%	62.0%
5.0:1	48.0%	52.0%
6.0:1	55.0%	45.0%
10.0:1	70.0%	30.0%

Fuente: Autor

g. Potencia Efectiva Radiada (PER)

La potencia radiada efectiva se determina restando las pérdidas del sistema y añadiendo ganancias del sistema a la potencia real de potencia eléctrica de un transmisor. ERP no es equivalente a la potencia que se irradia, sino que es una cantidad que toma en consideración la potencia del transmisor y la directividad de la antena. ERP se aplica típicamente a los sistemas de antena. Por ejemplo, si un sistema de antena tiene una ganancia de 9 dB y una pérdida de 6 dB, su ERP es 3 dB sobre la salida de potencia del transmisor.

La Fórmula para poder calcular la potencia efectiva radiada por los equipos de transmisión es la siguiente:

$$PER (Kw): PT (Kw) * 10^{\left(\frac{G(dB) - \text{Perdidas máximas}(dB)}{10} \right)}$$

Donde:

PT (Kw): Es la potencia de salida del transmisor.

G (dB): Es la ganancia del arreglo (sistema radiante)

Perdidas (dB): Correspondiente a las líneas de transmisión, conectores cables.

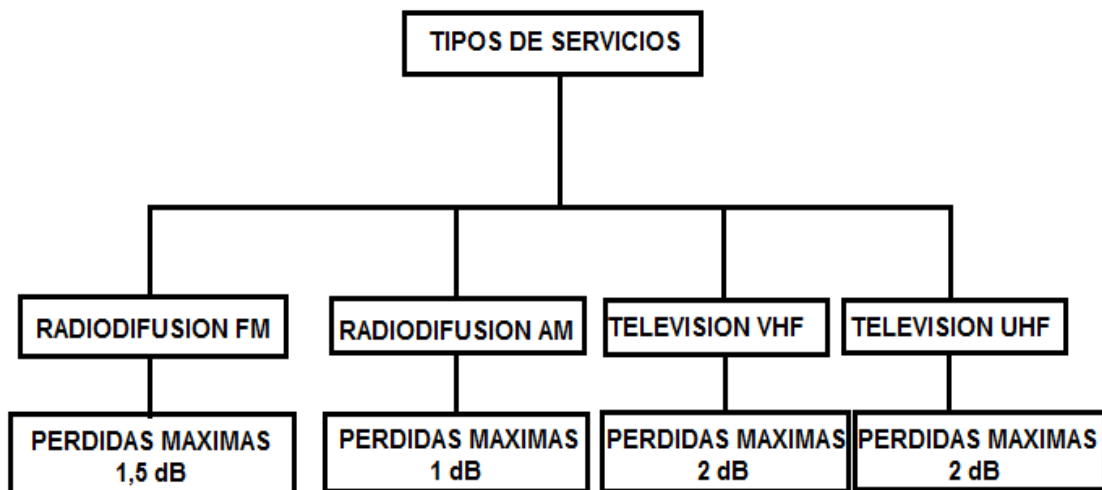


Figura 2. 9: Perdidas Máximas dependiendo el tipo de servicio.

Fuente: (Conatel, 2010)

2.8. Radiofrecuencia

La radiofrecuencia (RF) es una medición que representa la velocidad de oscilación del espectro de radiación electromagnética, desde frecuencias

comprendidas entre 300 GHz y 9 kHz. Con el uso de antenas y transmisores, se puede utilizar un campo de RF para diversos tipos de radiodifusión y comunicaciones inalámbricas. La radiofrecuencia se mide en unidades llamadas Hertz, que representan el número de ciclos por segundo cuando se transmite una onda de radio. Un Hertz equivale a un ciclo por segundo; Las ondas de radio varían de miles (kHz) a millones (MHz) a miles de millones (gigahertz) de ciclos por segundo. Las microondas son un tipo de onda de radio con frecuencias más altas. Las frecuencias de radio no son visibles para el ojo humano.

2.8.1. Bandas de frecuencia

Conatel, (2012) Indica que el espectro radioeléctrico se subdivide en nueve bandas de frecuencias, que se designan por números enteros, en orden creciente, de acuerdo con el siguiente cuadro. La unidad de frecuencia es el hertzio (Hz). Las frecuencias se expresan:

- Kilohercios (kHz) hasta 3000 kHz
- Megahercios (MHz) por encima de 3MHz hasta 3000 MHz
- Gigahercios (GHz) por encima de 3GHz hasta 3000GHz.

Tabla 2. 3: Tabla de frecuencias

Número de la banda	Símbolos (en inglés)	Gama de frecuencias (excluido el límite inferior, pero incluido el superior)	Subdivisión métrica correspondiente	Abreviaturas métricas para las bandas
4	VLF	3 a 30 kHz	Ondas miriamétricas	B.Mam
5	LF	30 a 300 kHz	Ondas kilométricas	B.km
6	MF	300 a 3000 kHz	Ondas hectométricas	B.hm
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas	B.dam
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas	B.m
9	UHF	300 a 3000 MHz	Ondas decimétricas	B.dm
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas	B.cm
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas	B.mm
12		300 a 3000 GHz	Ondas decimilimétricas	

Fuente: (Conatel, 2012)

2.8.2. Ruido

El ruido por su propia definición es aleatorio. Se extiende en varias formas a través del espectro de frecuencia, aunque no siempre en la misma amplitud. En consecuencia, hay diferentes categorías de ruido de acuerdo con la distribución de frecuencia:

- Ruido blanco: El ruido blanco es el tipo de ruido que afecta a todas las frecuencias por igual. Se extiende desde la frecuencia cero hacia arriba con una amplitud plana.
- Ruido rosa: El ruido rosa gana su nombre por el hecho de que no tiene una respuesta plana. Su densidad de potencia disminuye con frecuencia creciente. Obtiene su nombre porque la luz roja está en el extremo inferior del espectro de luz.
- Ruido limitado de la banda: El ruido puede tener su banda de frecuencia limitada por los filtros o por el circuito a través del cual pasa.

El ruido puede tener muchos efectos en un sistema. El ruido de amplitud, es decir, las variaciones de amplitud causadas por el ruido pueden enmascarar una señal, o pueden causar errores de datos, aumentando la tasa de errores de bits.

2.8.3. Ruido Térmico

Este ruido eléctrico o de RF se genera como resultado de la agitación térmica de los portadores de carga que son típicamente electrones dentro de un conductor eléctrico. Este ruido térmico se produce realmente independientemente de la tensión aplicada porque los portadores de carga vibran como resultado de la temperatura. Esta vibración depende de la temperatura - cuanto mayor sea la temperatura, mayor será la agitación y, por lo tanto, el nivel de ruido térmico. El ruido térmico, al igual que otras formas de ruido son de naturaleza aleatoria. No es posible predecir la forma de onda y por lo tanto no es posible reducir los efectos por cancelación u otras técnicas similares.

2.8.4. Atenuación

Atenuación es un término general que se refiere a cualquier reducción en la fuerza de una señal. La atenuación se produce con cualquier tipo de señal, ya sea digital o analógica. A veces llamada pérdida, la atenuación es una consecuencia

natural de la transmisión de señales a largas distancias. El grado de atenuación suele expresarse en unidades llamadas decibeles (dBs).

2.9. Sistemas de Modulación

Actualmente se comunican grandes cantidades de información mediante sistemas de radiocomunicaciones. Se utilizan tanto sistemas de radiocomunicaciones analógicos como enlaces de comunicaciones digitales o de radio de datos. Sin embargo, uno de los aspectos fundamentales de cualquier sistema de transmisión de comunicaciones de radio es la modulación, o la forma en que la información se superpone a la portadora de radio.

Hay muchas maneras en que una portadora de radio puede ser modulada para llevar una señal, cada una tiene sus propias ventajas y desventajas. La elección de la modulación tiene un gran impacto en el sistema de comunicaciones por radio. Algunas formas son más adecuadas para un tipo de tráfico mientras que otras formas de modulación serán más aplicables en otros casos. La elección de la forma correcta de modulación es una decisión clave en cualquier diseño de sistema de comunicaciones por radio.

2.9.1. Modulación de Amplitud AM

La modulación de amplitud fue la primera forma de modulación que se utilizó para difundir el sonido, y aunque se están utilizando cada vez más formas de modulación, la modulación de amplitud sigue siendo de uso generalizado.

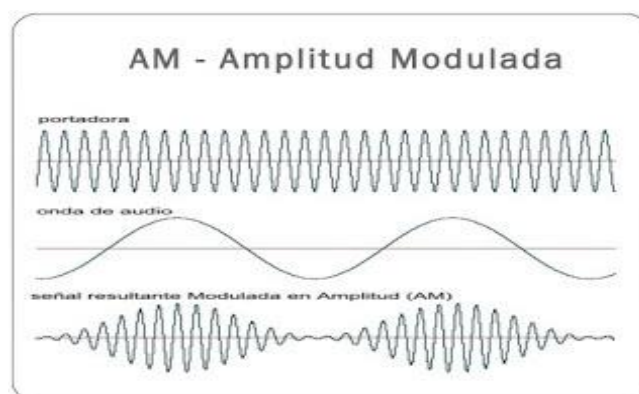


Figura 2. 10: Modulación de amplitud AM
Fuente: (García Rodrigo, 2012)

2.9.2. Modulación de Frecuencia FM

La modulación de frecuencia FM tiene la ventaja sobre las variaciones de amplitud no llevan ninguna información sobre la señal, puede limitarse dentro del receptor para eliminar las variaciones de la intensidad de la señal y el ruido. Como resultado, la forma de modulación se ha utilizado para muchas aplicaciones, incluida la radiodifusión sonora analógica de alta calidad.

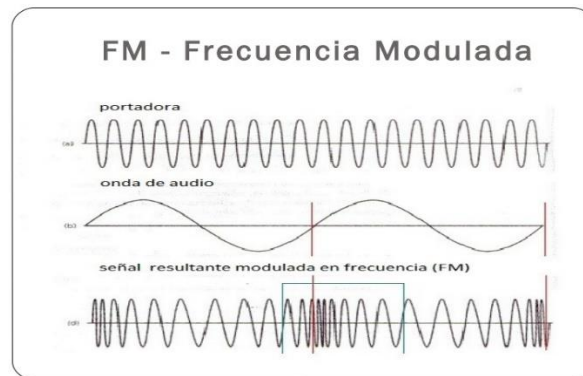


Figura 2. 11: Modulación de frecuencia FM
Fuente: (García Rodrigo, 2012)

Cada tipo de modulación tiene sus propias ventajas y desventajas, y por lo tanto todos ellos se usan en diferentes aplicaciones de comunicaciones de radio. Además de las tres principales formas básicas de modulación o técnicas de modulación, hay muchas variantes de cada tipo. Nuevamente, estas técnicas de modulación se utilizan en una variedad de aplicaciones, algunas para aplicaciones analógicas y otras para aplicaciones digitales.

2.9.3. Modulación de Angulo

La modulación angular es un nombre dado a las formas de modulación que se basan en la alteración del ángulo o la fase de un portador sinusoidal. Usando la modulación de ángulo no hay ningún cambio en la amplitud del portador. Las dos formas de modulación que caen en la categoría de modulación de ángulo son la modulación de frecuencia y la modulación de fase, Ambos tipos de modulación de ángulo, la modulación de frecuencia y la modulación de fase están vinculados porque la frecuencia es la derivada de fase, es decir, la frecuencia es la tasa de cambio de fase.

Otra manera de ver el enlace entre los dos tipos de modulación es que una señal modulada en frecuencia puede ser generada integrando primero la forma de

onda de modulación y luego utilizando el resultado como la entrada a un modulador de fase. Por el contrario, se puede generar una señal modulada en fase diferenciando primero la señal de modulación y luego utilizando el resultado como la entrada a un modulador de frecuencia, Es posible utilizar formas de modulación que combinen componentes de modulación de amplitud y ángulo. De esta manera se pueden obtener mejoras en el rendimiento.

2.10. Sistema de Demodulación FM

El efecto Doppler hace que la frecuencia observada de una fuente difiera de la frecuencia radiada de la fuente si hay movimiento que está aumentando o disminuyendo la distancia entre la fuente y el observador. El mismo efecto es fácilmente observable como variación en el tono del sonido. Existe una serie de circuitos que se pueden utilizar para demodular FM. Cada tipo tiene sus propias ventajas y desventajas, algunas se utilizan cuando los receptores utilizan componentes discretos, y otros ahora que los circuitos integrados son ampliamente utilizados. A continuación, se muestra una lista de algunos de los principales tipos de demodulador FM o detector de FM. En vista del uso generalizado de FM, incluso con la competencia de los modos digitales que son ampliamente utilizados hoy en día, los demoduladores de FM son necesarios en muchos nuevos diseños de equipos electrónicos.

- **Slope Detector de FM:** Esta forma de detector utiliza la pendiente de un circuito sintonizado para convertir las variaciones de frecuencia en variaciones de amplitud. Como la frecuencia de la señal FM varía, cambia su posición en la pendiente del circuito sintonizado, por lo que la amplitud variará. Esta señal puede entonces convertirse en una señal de banda base utilizando un circuito detector de diodo AM.
- **Detector de Ratio:** Este circuito demodulador FM fue ampliamente utilizado con componentes discretos, proporcionando un buen nivel de rendimiento. Se caracterizó por el transformador con tres devanados que se requería.
- **Detector Foster-Seeley FM:** Al igual que el detector Ratio, el detector o discriminador Foster Seeley se utilizó con componentes discretos, proporcionando un excelente rendimiento para el dial en muchas radios FM.
- **PLL, demodulador FM con bucle bloqueado de fase:** Los demoduladores FM que utilizan bucles de fase bloqueada, PLLs pueden proporcionar altos

niveles de rendimiento. No requieren un costoso transformador y pueden ser fácilmente incorporados dentro de los CI de radio FM.

- **Demodulador FM de cuadratura:** Esta forma de demodulador FM es muy conveniente para su uso dentro de circuitos integrados. Proporciona altos niveles de linealidad, mientras que no requiere muchos componentes externos.
- **Demodulador FM de coincidencia:** Esta forma de demodulador tiene muchas similitudes con el detector de cuadratura. Utiliza tecnología digital y sustituye a un mezclador con una puerta NAND lógica.

2.11. Sistema de Radioenlaces

El sistema de radioenlace permite la interconexión de la señal de una estación de radiodifusión hasta el emisor, tomando en cuenta la distancia donde se encuentren ubicados los equipos. Diferentes estaciones de radio se encuentran ubicado los estudios en el centro de la ciudad, por el cual es posible instalar una antena emisora que envíe la señal al repetidor donde el transmisor se encargara de propagar el dial y cubra las zonas más grandes de la ciudad. El equipo emisor y el sistema radiante tienen que situarse en una zona alta para que la emisión pueda tener una muy buena cobertura de ondas sonoras, el sistema de radioenlace permite llegar el sonido producido en los estudios de la radio hasta el equipo transmisor principal sin que la señal ocasione pérdidas de potencia o mala calidad de audio.

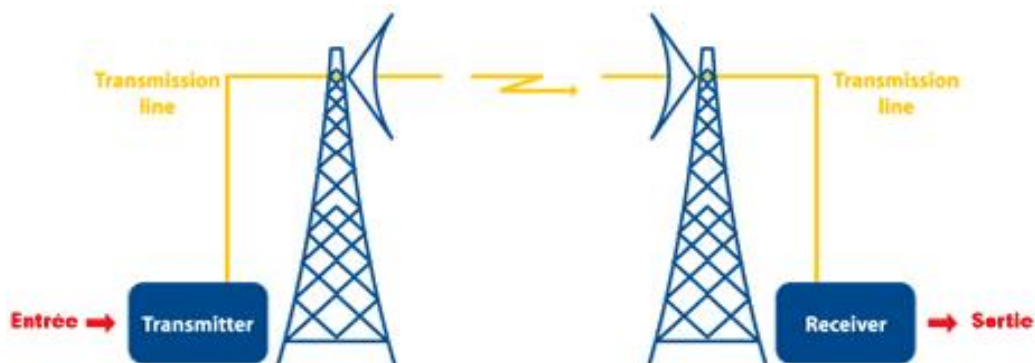


Figura 2. 12: Sistema de Radioenlaces
Fuente: (Radio Links, 2017)

2.11.1. Tipos de enlaces.

Telecom, (2017) Menciona los tipos de enlace que son los siguientes:

- **Los enlaces punto a punto (PP)** característicamente se utiliza dentro de redes centrales de telecomunicaciones y como enlaces de distribución y distribución de difusión.
- **Los enlaces punto a multipunto (PMP)** se emplea normalmente dentro de las redes de acceso, lo que permite a los operadores de red proporcionar servicios sin necesidad de instalar cables convencionales. Una topología de punto a multipunto de red facilita una ruta de comunicación (en un solo canal de radio para cada sector) desde un punto central a un número de terminales donde se encuentran los receptores.
- **Los enlaces multipunto a multipunto (MPMP)**, Facilitan vías de comunicación entre varios nodos del sistema donde cada nodo tiene una vía de comunicación con algunos de sus vecinos cercanos. Estas vías distribuyen un número limitado de canales de radio. La mayoría de los nodos estarán en las ubicaciones de los terminales de usuario, mientras que uno o varios de los nodos podrían estar asociados con una interfaz de red central.

2.12. Componentes que conforman una estación de radiodifusión sonora FM.

La radiodifusión sonora FM requiere de varios elementos que conforman dicha estación para poder transmitir la señal de audio y poder llegar a los receptores del radioescucha con una programación de calidad, los equipos son los siguientes:

2.12.1. Equipo Transmisor

Un transmisor es un dispositivo electrónico utilizado en telecomunicaciones para producir ondas de radio con el fin de transmitir o enviar datos con la ayuda de una antena. El transmisor es capaz de generar una corriente alterna de radio frecuencia que luego se aplica a la antena, por el cual, irradia esto como ondas de radio.

Hay muchos tipos de transmisores dependiendo de la norma que se utiliza y el tipo de dispositivo; Por ejemplo, muchos dispositivos modernos que tienen capacidades de comunicación tienen transmisores como Wi-Fi, Bluetooth, NFC y celular.



Figura 2. 13: Equipo transmisor
Fuente: Autor

2.12.2. Líneas de Transmisión.

La línea que se utilice para alimentar la antena debe ser guía de onda o cable coaxial, con características de impedancia que permitan un acoplamiento adecuado entre el transmisor y la antena, con el fin de minimizar las pérdidas de potencia.



Figura 2. 14: Guía de Onda
Fuente: Autor

2.12.3. Antenas de radiodifusión FM.

El sistema de radiación es muy importante en una radiodifusión de frecuencia modulada, la antena es un dispositivo eléctrico que transforma la energía eléctrica en ondas de radio. La radiodifusión FM requiere de antenas para conseguir una amplia cobertura, lo que necesita emplear transmisores de alta potencia en conjunto con antenas que se adapten al sistema de transmisión, las radiaciones se constituyen de diferentes antenas básicas para determinar un diagrama de

radiación con una configuración array, ubicando torres de comunicaciones para obtener buena cobertura.



Figura 2. 15: Antenas de Radiodifusión FM
Fuente: Autor.

2.13. Características principales de una antena.

Las antenas se caracterizan por transmitir una señal y recibir ondas de radio debido a esto se requiere de varias características principales para obtener una excelente cobertura y una buena calidad de ondas sonoras, es preciso tomar en consideración una antena específica con los parámetros adecuados para su debida aplicación, considerando la potencia del trasmisor al enviar la información a la antena. Entre las características importantes tenemos las siguientes: (a) Ganancia, (b) Patrón de radiación, (c) Polarización, y (d) Directividad.

2.13.1. Tipos de antenas.

El sistema radiante posee un principio de intercambio debido a esto existen varios tipos de antenas que mencionaremos a continuación:

a. Antenas Dipolo

Este tipo de antena dipolo posee un patrón de radiación generalizado, una antena dipolo es mejor utilizada para tener transmisión y recepción desde un punto amplio de la antena, Este tipo de antena tiene una desventaja a cualquier movimiento desde la posición vertical, lo cual hace que se degrade la señal. La antena dipolo opera a 360° alrededor de la misma.



Figura 2. 16: Antena Dipolo en V
Fuente: (Ramos Francisco, 2017)

b. Antenas Yagi

La antena Yagi es una alternativa para la radiodifusión sonora, se selecciona con diagramas de radiación con un gran ancho de haz, para poder realizar una configuración en array para obtener una buena zona de cobertura, y que sus ganancias sean más elevadas hasta llegar a los 15dBd o superior. La ganancia de una antena Yagi depende principalmente del número de elementos de dipolos, utilizando polarización vertical u horizontal, aunque también se puede utilizar la configuración de Yagis cruzadas para obtener una polarización circular y poder aplicar para las emisiones de radiodifusión sonoras en FM. La antena yagi es capaz de proporcionar niveles muy útiles de ganancia y proporciones de adelante hacia atrás, también tener un alto grado de cancelación en otra para proporcionar una buena relación de frente a espalda.

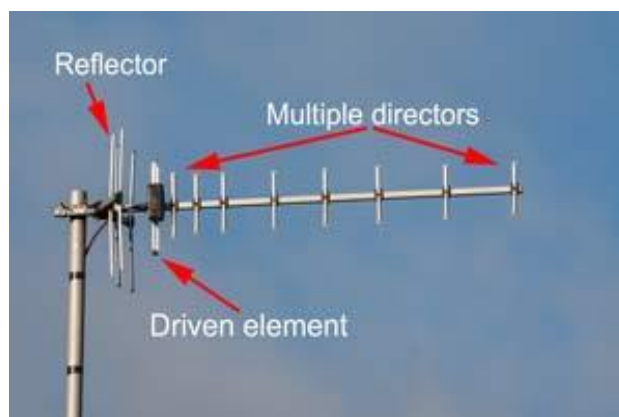


Figura 2. 17: Antena Yagi tipos de elementos
Fuente: (Ramos Francisco, 2017)

c. Antenas panel plano

Este tipo de antena panel plano se caracteriza por ser direccionales porque su potencia radiada es en una sola dirección y su polarización puede ser horizontal o vertical. Se determina por obtener ganancias superiores a los 10 dBd. Su elaboración se rige en un plano metálico de diversos dipolos que se adaptan al diagrama de radiación que se requiera, todos estos elementos se cubren en el interior de un radomo de protección. Construido con fibra de vidrio que le da su estructura mayor resistividad.



Figura 2. 18: Antenas de panel plano.

Fuente: (Itech, 2007)

2.13.2. Arreglo de antenas

El arreglo del sistema radiante es un conjunto de antenas unidas bajo ciertas condiciones, direccionadas en un mismo sentido, relativamente cercana una tras otra, cada antena se maneja su propia separación o combinador de señal, de tal forma que tienen capacidad de concentrar el sistema de radiación en direcciones requeridas.



Figura 2. 19: Arreglos de antenas de radio FM

Fuente: (Ramos Francisco, 2017)

2.13.3. Torre de comunicación

Torre de comunicación significa una estructura principal que está destinada principalmente a soportar equipos de comunicación para fines de comunicación telefónica, de radiodifusión, tv y similares. El término "torre de comunicación" no incluirá torres de más de 75 pies de altura. Las torres de comunicación se describen generalmente como:

- Monopolo (autosoportada).
- Reticular (autoportante).
- Guyed (anclado con los alambres o los cables del individuo).



Figura 2. 20: Torres de comunicación
Fuente: Autor

2.13.4. Equipos de audio de baja frecuencia y estudios producción.

Los equipos de baja frecuencia comprenden todos los aparatos que generen y capturen la señal de audio que se originara para ser transmitida y se encuentran en la estación de radiodifusión matriz, estos equipos son los siguientes: Compresores de audio, consolas, micrófonos, mezcladoras de audio, altavoces (monitores, parlantes), computadoras, auriculares, equipo de monitoreo.

2.14. Sistema de enlaces auxiliares

Arcotel, (2014) menciona que los enlaces auxiliares pueden ser físicos o radioeléctricos necesarios para la operación y funcionamiento de las estaciones y sistemas de radiodifusión sonora FM. Estos sistemas de enlaces permiten la

conectividad entre las frecuencias bajas y las frecuencias altas es decir entre el estudio de control master principal y el transmisor, con las estaciones repetidoras, y entre los estudios secundarios de producción y el estudio de control master de una misma estación de radiodifusión. El enlace físico auxiliar se puede realizar a través de una línea de transmisión por medio de fibra óptica como se lo muestra la Figura 2.21.

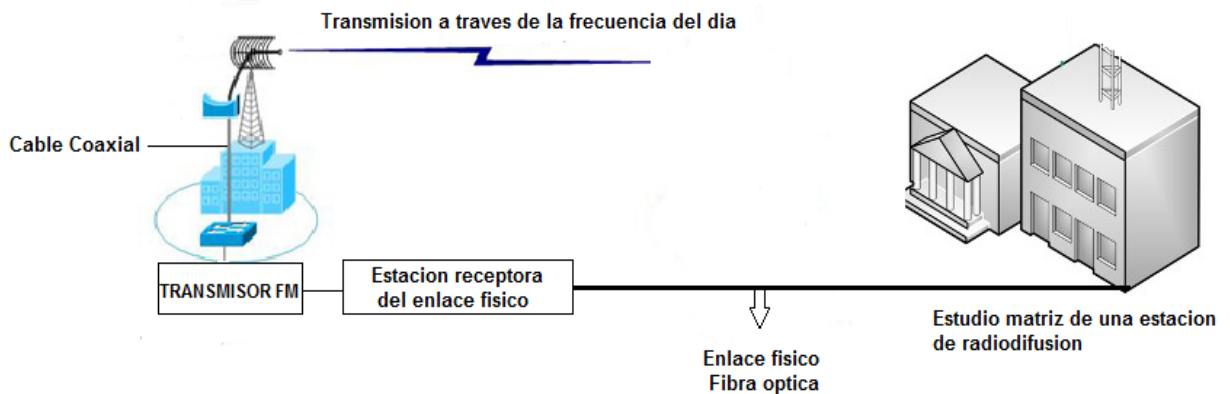


Figura 2. 21: Grafica de un enlace auxiliar físico de una estación de radio FM.
Fuente: Autor

El enlace auxiliar radioeléctrico se realiza por medio de la estación matriz hacia el receptor del enlace, para poder transmitir las ondas sonoras a través del dial FM, utilizando 2 frecuencias una para el radioenlace y la otra frecuencia para la señal del dial.

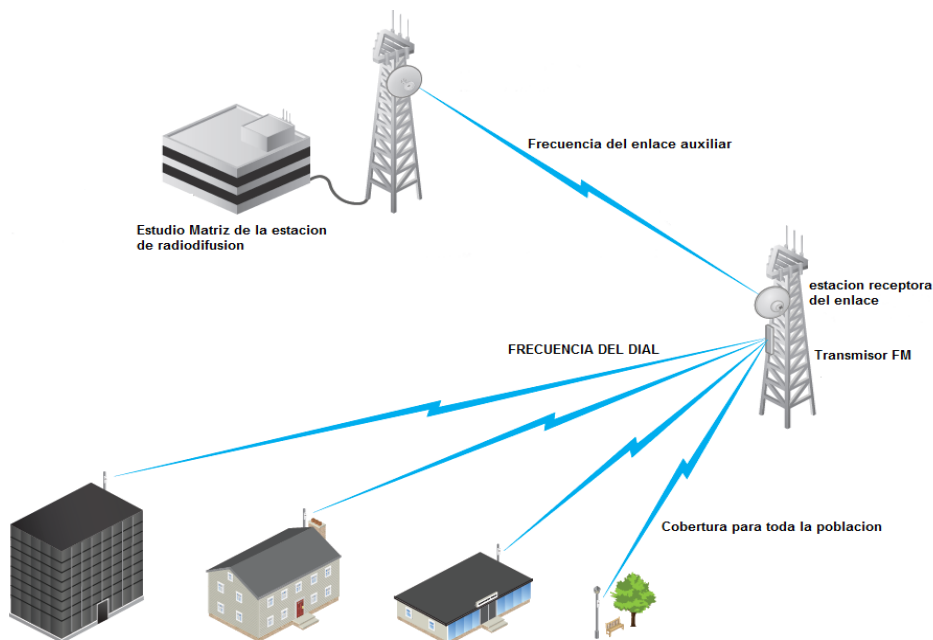


Figura 2. 22: Figura de un radioenlace auxiliar de una estación de radio FM.
Fuente: Autor.

2.15. Sistema RDS (Radio date System)

2.15.1. Historia Del RDS.

El desarrollo del sistema de datos de radio se llevó a cabo principalmente en Europa, donde fue lanzado y desplegado por primera vez, Los primeros desarrollos ocurrieron en Alemania, donde se desarrolló el sistema para colocar información de tráfico en emisiones FM usando una subportadora de 57 kHz. La Unión Europea de Radiodifusión (UER) se ocupó de este desarrollo de ensayos cuando en 1974 su comisión técnica propuso el desarrollo del proyecto alemán de transporte de información de tráfico, así como de otros datos. También permitiría el reajuste automático de un receptor cuando se mantuviera fuera del alcance de un transmisor, y proporcionaría facilidades tales como información del programa, etc.

Utilizando la experiencia del esquema original, así como un formato de la modulación de un sistema sueco de la paginación y de la codificación de la banda de base desarrollada por la British Broadcasting Corporation, BBC y la radio irlandesa, IRT, la primera especificación de RDS fue lanzada en 1984. La norma se mejoró posteriormente en 1991 con características que incluían la funcionalidad de frecuencias alternativas y se publicó bajo los auspicios del Comité Europeo de Normalización Electrotécnica, CENELEC.

En América del Norte, la idea fue retomada y el Comité de Sistemas de Radio Nacional emitió su versión conocida como Sistema de Datos de Radiodifusión, RBDS en 1992, El estándar CENELEC fue actualizado en 1992 con la adición de Traffic Message Channel y en 1998 con Open Data Applications y, en 2000 con RDS que fue publicado en todo el mundo como norma IEC 62106.

2.15.2. Definición del sistema RDS.

El sistema de datos de radio (RDS), es un sistema que permite enviar pequeñas cantidades de datos digitales, transmitiendo datos inaudibles por la señal de una emisora de radio FM, siendo observada a través de la pantalla del receptor de un vehículo. El sistema RDS permite que el radioescucha pueda observar en su receptor texto como anuncios, nombre de la radio, avisos de emergencia información sobre el tráfico entre otras, siendo un equipo de gran utilidad para los oyentes.

2.15.3. Características principales del RDS.

a. Presentación de Datos en la pantalla del receptor.

En el receptor se podrá visualizar caracteres que genera el sistema de datos de radio que son los siguientes:

- **El nombre del programa (PS):** Presenta el nombre de la estación de radio y el tipo de programa que se está transmitiendo, generando 8 caracteres alfanuméricos que se mostrara en el radio de un vehículo.
- **Tipo de Programa (PTY):** Identifica el tipo de programa que se transmite al aire, entre los tipos de programas radiales se encuentran: Deportes, noticias, programas de entretenimiento, culturales, tecnológicos, música clásica, música moderna hasta la indicación de alarma, para activar esta función en el radio receptor, se debe presionar la tecla PTY.
- **Fecha y hora (CT):** El sistema muestra los datos de la fecha y hora indicada enviada junto con la seña de FM, la precisión de la hora generada tiene un margen de error de 0,5 segundos.
- **Radio texto (RT):** Es factible transmitir mensajes de texto con una capacidad máxima de 64 caracteres alfanuméricos.

b. Sintonización automática en los receptores FM-RDS.

Prado, (2005) indica que la sintonización automática realiza su función cuando el radioescucha se moviliza en un vehículo, realizando largos viajes alejándose del área de servicio de un transmisor hacia el siguiente repetidor. Sin el sistema de datos de radio, el cambio de la frecuencia de radio debe ser sintonizada manualmente en la siguiente estación. Esto no siempre es fácil porque es difícil detectar con seguridad cuál es la estación más fuerte.

El sistema de datos de radio buscará la identificación del programa o el código PI. Una red nacional será transmitida desde un gran número de transmisores diferentes alrededores del país. La estación o red, por ejemplo, Radio nacional, tendrá su propio código PI. Cuando la radio se mueve fuera del rango de un transmisor, la radio buscará la señal más fuerte que tenga el mismo código PI, permitiendo que la radio permanezca sintonizada en el mismo programa y con una buena señal.

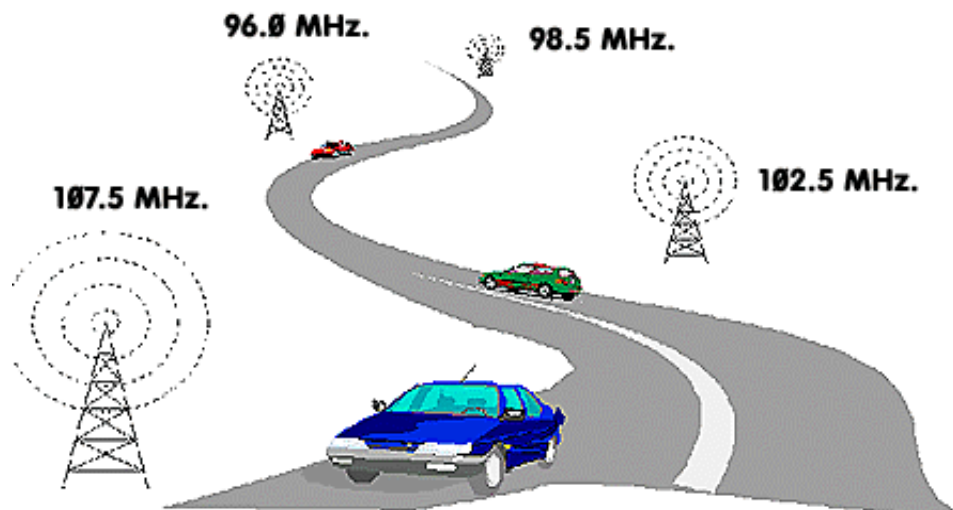


Figura 2. 23: Sintonización automática en los receptores FM-RDS.
Fuente: (Prado, 2005)

c. Recepción automática de anuncio de tráfico.

El anuncio de tráfico es importante para el radioescucha que se moviliza en un vehículo, activando la función (TA), Permitirá que reciba información acerca del tráfico, aun cuando el radio receptor este en otras funciones ya sea reproduciendo música desde un CD o USB se cambiara automáticamente de modo a radio FM previamente sintonizada, dándole prioridad a la información de tráfico.

d. Transmisión de otras aplicaciones dGPS, TMC.

El sistema RDS permite que otras aplicaciones puedan ser utilizadas como el GPS que nos permite el posicionamiento global de un objeto y poder tener datos de la ubicación, el TCM es otro tipo de aplicación que envía la señal de tráfico o lluvia por medio de un canal de mensaje recibiendo la información.

2.15.4. Tipos de datos en el RDS.

Maldonado, (2017) Menciona los tipos de datos que se utilizan en el sistema de datos de radio RDS, son los siguientes:

- Nombre de la red de las estaciones emisoras (PS).
- Identificación de la red de emisoras (PI).
- Frecuencias alternativas (AF).
- Identificación de red con programas de tráfico (TP).
- Tipo de programa (PTY).

- Información sobre diferentes redes de emisoras (EON).
- Identificación de información sobre el tráfico (TA).
- Identificación para el decodificador (DI).
- Conmutador música/palabra (MS).
- Numero relacionado con la fecha y hora de emisión de un programa determinado (PIN).
- Radio texto (RT).
- Canal transparente de datos (TDC).
- Aplicaciones internas (IH).
- Fecha y hora (CT).
- Radio búsqueda (RP).
- Canal de mensaje de trafico codificado (TMC).
- Sistema de aviso de emergencia (EWS).

2.15.5. Objetivos principales del sistema RDS.

Zuloaga, (1996) Menciona que el sistema de datos de radio tiene como objetivo principal desarrollar un sistema con mayores prestaciones, que se mencionaran a continuación:

- Las señales del sistema deben ser compatibles con los receptores existentes, sin causar interferencia en la recepción del sonido.
- La recepción debe ser fiable en un área tan grande, por lo menos, como el área de cobertura del programa principal.
- La velocidad de transmisión debe cubrir las necesidades de identificación del programa como la de futuros desarrollos.
- El formato de los mensajes debe ser flexible, permitiendo ajustes para los requerimientos de cada emisora.
- El sistema debe ser capaz de permitir una recepción por medio de receptores de bajo costo.

2.15.6. Transmisión de la señal RDS.

La velocidad de transmisión del sistema de datos de radio es aproximadamente 1,187.5 bits pro segundo, esta velocidad genera que los circuitos de decodificación puedan entrar en operación de forma síncrona, reduciendo

señales falsas en la decodificación. La señal RDS consiste en una subportadora modulada digitalmente centrada a 57 kHz en la banda base FM, es una señal extremadamente robusta y si un receptor es capaz de capturar una señal de FM, normalmente es capaz de decodificar una señal RDS incrustada dentro de ella. Una de las aplicaciones más recientes de la tecnología RDS se llama "etiquetado RDS" que implica la transmisión de una "etiqueta" utilizando RDS, simultáneamente con la música de difusión, que identifica la canción que se está reproduciendo para que el oyente pueda comprarla fácilmente a través de Internet.

2.15.7. Funcionamiento del sistema RDS.

El sistema de funcionamiento del RDS es un tipo de mecanismo mediante el cual los paquetes de datos son enviados a un receptor a través de la sub-portadora de frecuencia modulada. Con una canal de muy baja capacidad permite transmitir mensajes codificado de forma digital informativos referentes a lo siguiente:

- Los fenómenos causados por la naturaleza y los problemas de tráfico tanto locales como urbanos.
- Permite la ayuda de la navegación mediante recomendaciones de manera alternativas referentes a situaciones conflictivas, contemporáneas o previstas.
- Con el tiempo se adicionará datos referentes a la zona donde transita para realizar información con datos turístico para brindar un mejor servicio.

El sistema de datos de radio recopila los datos proporcionados por los diferentes métodos de determinación de los acontecimientos de tráfico o información que envíe la estación de radio para que el radioescucha pueda visualizar dichos datos recibidos, de tal forma que genere caracteres referentes a noticias o información de tráfico a través del sistema TCM que genera noticias como (controles de policías, transito, semáforos dañados entre otros.) dicha información se agrupa en la estación emisora, directamente de las fuentes requeridas o de la entidad responsable.

La información es recibida en la estación emisora de radio se filtra indicando la información con mayor interés para el radioescucha en el área de cobertura de la emisora o estación repetidora y se procede a codificar, los datos codificados son

introducido en la señal emitida por los sistemas radiantes y enviada a los receptores donde podrán visualizar la información que brinda el sistema de datos de radio RDS.

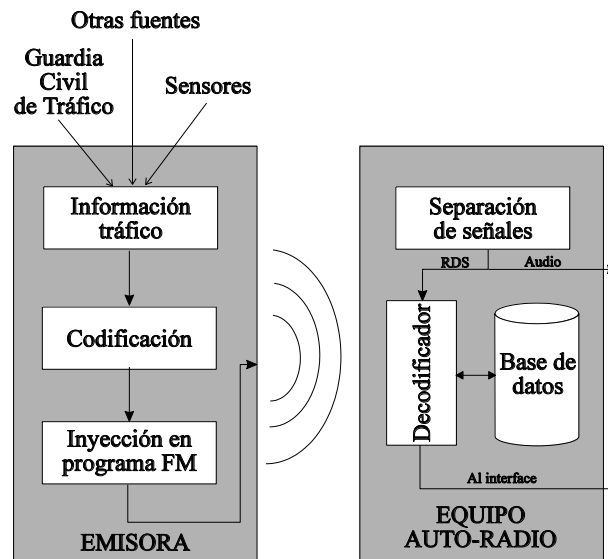


Figura 2. 24: Esquema del funcionamiento de un sistema RDS
Fuente: kopitz, 2017

2.15.8. Protocolo RDS.

El protocolo del sistema de datos de radio se encuentra dividido en grupos de 104 bits. Cada grupo se encuentra compuesto de 4 bloques de 26 bits, 10 de ellos están destinados a prueba y control de errores. La señal RDS es transmitida aplicando una subportadora de 57 KHz. Con una velocidad de transmisión de 1187.5 baudios, es decir tiene un equivalente a 11.4 grupos por segundo. Al momento de compartir la señal RDS con otras funciones no podrá transmitir más de 15 a 30 mensajes por minutos. Para obtener una trasmisión adecuada de la información que se genere por un canal que contenga mucho ruido, se tiene que enviar siempre dos copias idénticas de bit a bit de cada mensaje obteniendo cualquiera de los dos mensajes siendo validado por el decodificador siempre y cuando se envié las dos copias para la validación del mensaje.

León Juárez, (2015) Define los elementos de soporte a la transmisión del protocolo de comunicación RDS que son los siguientes:

- información del emisor, que incluye el número de base de datos que está siendo utilizada, códigos de identificación del programa u otras estaciones TMC que se superponen al emisor.

- información de ciclo: define los parámetros del mensaje TMC, incluyendo información sobre los mensajes de primer plano que van a ser transmitidos por última vez en el ciclo.
- información de mensaje: indica el número total de mensajes incluidos en el ciclo y el de nuevos mensajes que van a ser incluidos.
- Repetición de mensaje.
- actualización del mensaje.
- borrado del mensaje.
- códigos de control.

León Juárez, (2015) Menciona que los mensajes de usuario pueden ser divididos en mensajes de primer plano y mensajes de fondo. Los primeros son aquellos que deben ser inevitablemente incluidos, al menos en número de uno, en cada ciclo de transmisión, mientras que los segundos son aquellos que pueden ser opcionalmente incluidos si hay posibilidad para ello y sin necesidad de ser repetidos en cada ciclo.

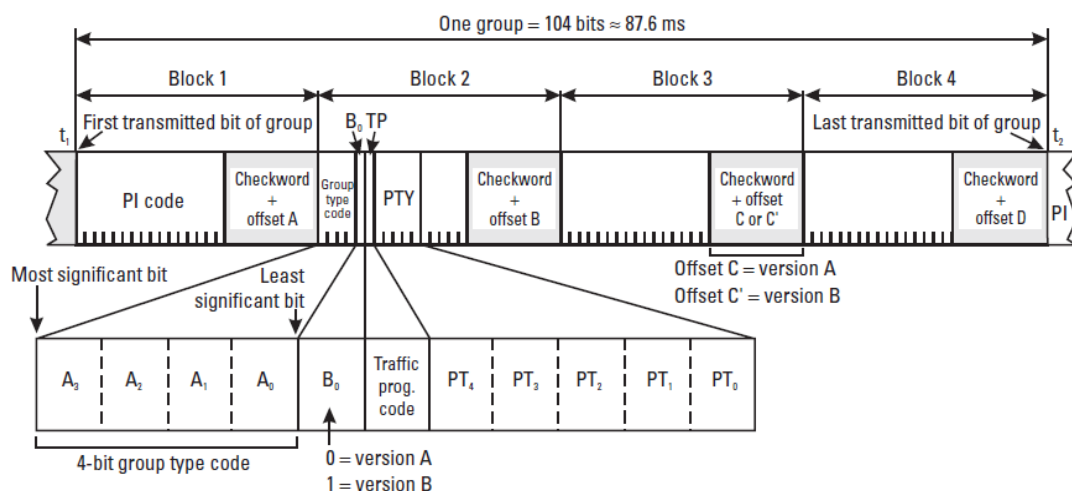


Figura 2. 25: Esquema de un Protocolo RDS
Fuente: (Kopitz, 1998)

2.15.9. Modulación de la señal RDS.

León Juárez, (2015) Indica que el sistema de datos de radio utiliza una modulación en subportadora de 57 KHz. Esta frecuencia está sincronizada en cuadratura con el tercer armónico de la frecuencia piloto para transmisiones estéreo ($19 \text{ KHz} \pm 2 \text{ Hz} \times 3 = 57 \text{ KHz} \pm 6 \text{ Hz}$). Durante las emisiones mono, en las cuales no existe frecuencia piloto, la subportadora de RDS, no está sincronizada, pero

mantiene su valor de 57 KHz \pm 6 Hz. La señal de audio estéreo está sobre el rango de audición y como resultado no afecta disminuyendo el valor a la señal normal de audio monofónica. El sistema de datos de radio se ubica por encima de la señal estéreo dentro de una subportadora de 57 kHz, donde la frecuencia de la señal ingresa hacer 3 veces la frecuencia del tono piloto estéreo. Cuando se realizan transmisiones estéreos la subportadora RDS se encuentra bloqueada en el tono piloto.

La información pasa hacer modulada en fase para transportar los datos que genere la subportadora, utilizando el tipo de modulación en cuadratura denominado modulación por desplazamiento de fase (QPSK). De esta manera obtenemos la seguridad a errores provocados por el ruido. La subportadora requiere operar en un armónico del tono piloto para que reduzca las interferencias de las señales de audio.

La modulación del sistema de datos de radio depende de los diferentes tipos de subportadoras que se mostraran a continuación:

- **Subportadora de frecuencia:** León Juárez, (2015) Indica que la señal de datos RDS se introduce por medio de una subportadora, a la señal estéreo (o señal mono según sea el caso), en la entrada al transmisor VHF / FM. Durante las transmisiones en modo estéreo, la frecuencia de la subportadora se bloqueará en el tercer armónico del tono piloto de 19 kHz. Dado que la tolerancia de la frecuencia del tono piloto es de \pm 2 Hz, la tolerancia de la frecuencia de la subportadora, durante transmisiones estéreo, es de \pm 6 Hz. Si la transmisión se realiza en modo mono, la frecuencia de la subportadora de 57 kHz será \pm 6 Hz.
- **Subportadora de fase:** cuando se generen transmisiones en estéreo, la subportadora de la señal optara por bloquearse, estando en modulación en fase o modulación en cuadratura en el tercer armónico con frecuencia piloto de 19 kHz.
- **Nivel de la subportadora:** la subportadora modulada establece un rango de \pm 1,0 kHz a \pm 7,5 kHz, para generar una buena transmisión y recepción de la señal, el decodificador debe operar de una forma correcta cuando la subportadora presente variaciones dentro del rango de \pm 1,0 kHz a \pm 7,5 kHz con un periodo de 10 ms.

- **Frecuencia de reloj y velocidad de transmisión:** para obtener la frecuencia de reloj se realiza dividiendo la frecuencia de la subportadora transmitida de 57 kHz entre 48, tomando como resultado valores que serían dicha frecuencia de reloj. La velocidad de transmisión del sistema es de 187,5 bit / s \pm 0,125 bit / s.

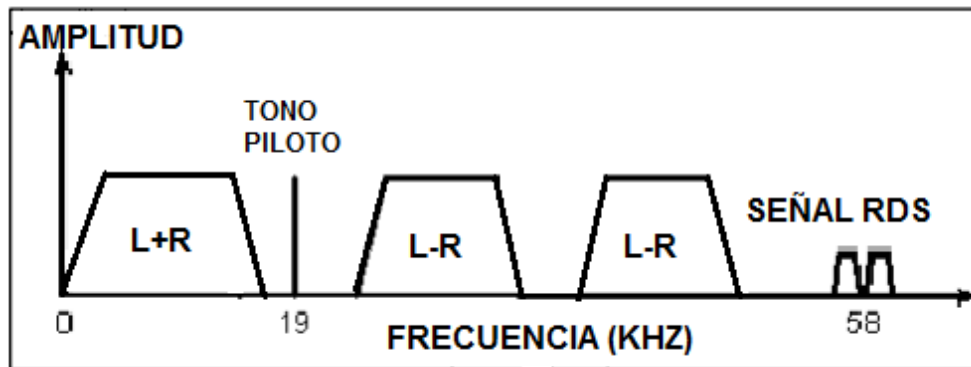


Figura 2. 26: Espectro señal modulada RDS

Fuente: Autor.

2.15.10. Demodulación de la señal RDS.

En el receptor RDS, la señal de entrada al decodificador se toma del demodulador de FM, antes de hacerla pasar por el filtro de énfasis. Esta señal es filtrada en banda para separar la señal de 57 KHz RDS y demodularla en forma síncrona.

El proceso de demodulación de la señal, consiste de la siguiente manera, el decodificador reconoce una señal de entrada procedente del discriminador FM, enviando la señal a la salida del microprocesador, quien se encarga de controlar la pantalla LCD, el sistema de sintonización del receptor lleva las etapas de la decodificación de la señal, tomando en cuenta que los microprocesadores son implementados más en los receptores de alta operación.

León Juárez, (2015) Indica las funciones de la demodulación de RDS que consisten en las siguientes etapas principales:

- La primera etapa es la demodulación de la señal de 57 kHz de amplitud modulada con portadora suprimida.
- La segunda etapa consiste en la decodificación de los caracteres o símbolos bifásicos.

- La tercera etapa es Posterior a la decodificación, se lleva a cabo la recuperación de la información de reloj y la velocidad de transmisión.
- La cuarta etapa se lleva a cabo la recuperación del bloque de sincronización.
- La quinta y sexta etapa consisten en la detección y corrección de errores, y en la decodificación de los códigos que contienen la información de direcciones y el mensaje.

Se establece cierta cantidad de carga en un registro de desplazamiento de 26 bits, siendo procesado los datos en una secuencia de 26 bits. Siempre y cuando el flujo de datos sea síncrono, tomando la posición de cada bit para que el flujo de datos lo puedan interpretar con claridad.

La pérdida de un bit requiere que el microprocesador reciba un flujo de datos de forma asíncrona. Adquiriendo un bloque sincronizado en el receptor, esto permite que cuando el radioescucha encienda el receptor o exista una pérdida de señal de radio FM se genere el flujo de datos mencionado.

2.15.11. Ventajas y desventajas del RDS.

Las ventajas de sistema de datos de radiodifusión sonora son las siguientes:

- Visualización de caracteres alfanuméricos en el receptor.
- Indica alertas de emergencia.
- Anuncio de tráfico mediante el sistema TMC.
- Indica los datos de la radiodifusión que sintonicemos.
- Instalación física del equipo de forma básica y rápida.
- Requiere mínimo costo de inversión.

Desventajas del RDS:

- Generan pequeñas cantidades de caracteres.
- No es diseñado para enviar publicidad al receptor.
- No todos los receptores posee este tipo de tecnología.
- Solo funciona con frecuencia modulada analógica.

CAPITULO 3: EVALUACIÓN TÉCNICA

En este capítulo se especificaran los elementos necesarios para la implementación de una estación de radio FM, y se realizaran simulaciones con un software adecuado para evaluar la cobertura teórica que tendrá el sistema de transmisión, y confirmar la factibilidad del enlace estudio – transmisor.

3.1. Ubicación geográfica del estudio y del transmisor

Para definir la ubicación del sitio donde se instalará el estudio matriz de la estación FM, se buscó un lugar con el espacio suficiente para el montaje de los equipos e infraestructura que se necesitarán para generar un contenido de buena calidad, de igual forma se toman en cuenta el acceso y los costos de alquiler.

El estudio matriz estará ubicado en el Malecón de la localidad de General Villamil Playas, este sitio fue escogido por que cumple con los parámetros necesarios para realizar un análisis de propagación, es decir que existe línea de vista entre el estudio y el transmisor principal. A continuación se mostrara la figura del sitio donde se encontraran ubicados los equipos del estudio de radiodifusión.



Figura 3. 1: Lugar del estudio matriz ubicado en el malecón de Playas

Fuente: Autor

Para el caso del sitio donde se ubicará el transmisor principal se escogió las afueras de General Villamil Playas, exactamente en la vía Playas – Engabao ya que de esta forma se podrá implementar un solo patrón de radiación direccional, y el sitio se encuentra en una parte elevado, ayudando de esta forma a aumentar

cobertura, como es un sitio rural no se dispone de dirección exacta, por lo que se lo ubicara por las coordenadas geográficas 2°37'36.2" S y 80°24'20.9" W.



Figura 3. 2: Lugar de la estación repetidora vía a Engabao
Fuente: Autor

3.2. Diseño del estudio de la estación FM.

Posterior a la elección del sitio adecuado para la implementación de los estudios de la estación FM, se diseña la infraestructura del estudio matriz de la siguiente forma:

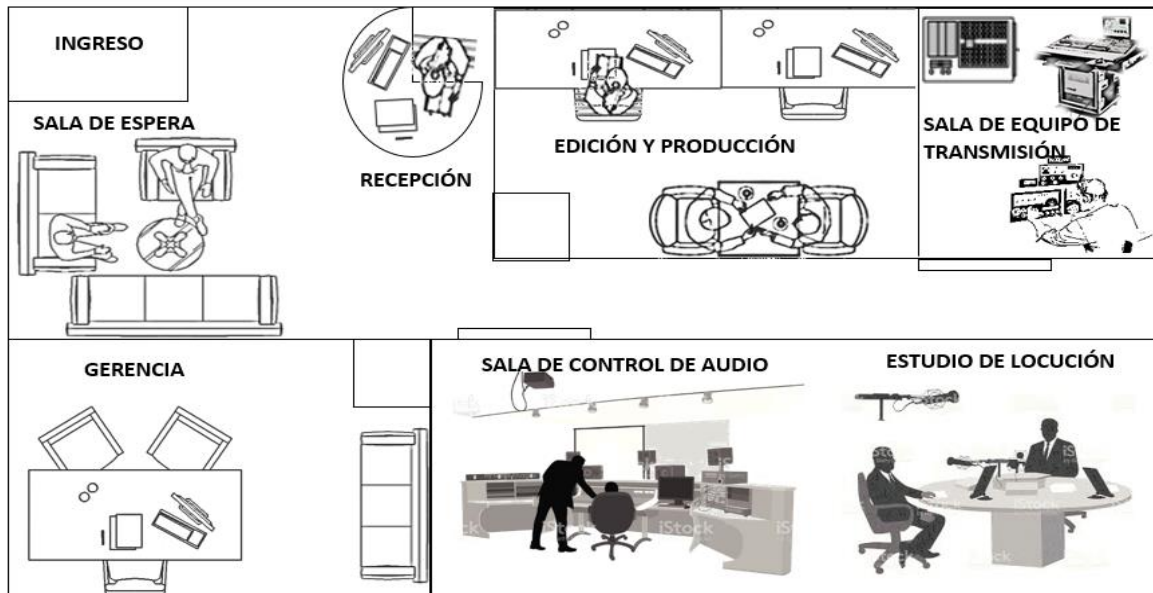


Figura 3.3: Diseño y planificación del estudio matriz
Elaborado por: Autor.

Como se puede observar en la figura 3.3, se mezclará áreas administrativas con áreas técnicas y operativas, esto con el fin de disminuir costos de implementación. Las paredes del área operativa tendrán un recubrimiento con elementos que ayudaran al aislamiento acústico, exactamente se usara esponja y láminas de corcho, así también en las ventanas internas y externas se montara doble vidrio, todo esto con el fin de eliminar el eco y disminuir el efecto de reverberación, Otro detalle importante que se considerará es la instalación de circuitos eléctricos independientes para los equipos, con las protecciones y soporte adecuado.

A continuación se describirá el equipamiento que conformara el sistema de planta, sin mencionar las áreas administrativas o la mueblería por no ser estos elementos relevantes en este análisis.

Tabla 3. 1: Equipos que conforman un estudio de radiodifusión FM

CANT	EQUIPO	DESCRIPCIÓN
1	 COMPUTADOR PARA GENERACION DE AUDIO DIGITAL.	Este computador será el encargado de reproducir todos los clips de audio que formaran la programación, estos es música, grabaciones y comerciales. Para este fin tendrá un software, específicamente el playlist, con licencia para RDS.
1	CONSOLA DE AUDIO, 26 CANALES. 	La consola será el control MASTER de la planta, a ella se conectaran todos los generadores de audio, esto es el computador, reproductores manuales y microfónica.
1	 GENERADOR ESTEREO / PROCESADOR DE AUDIO.	Este equipo será el encargado de generar audio estéreo de los contenidos que son monofónicos, como la microfonía o audios externos, y también de procesar el audio general.
1	 REPRODUCTOR DISCO COMPACTO.	Este dispositivo será otra fuente de audio, en el caso de tener contenido grabado en disco.
1	 MINIDISC GRABADOR / REPRODUCTOR	En este dispositivo se grabaran programas que se necesiten reproducir posteriormente.

1	 <p>AMPLIFICADOR DE AUDIO.</p>	Será parte del sistema de monitoreo interno.
1	 <p>HIBRIDO TELEFONICO.</p>	Con este dispositivo se conectaran las llamadas telefónicas a la consola de audio.
1	 <p>SINTONIZADOR FM / AM.</p>	Será un receptor profesional de FM, para el monitoreo fiable de la señal al aire.
1	 <p>AUDIFONOS.</p>	Utilizados Para el sistema de monitoreo.
1	 <p>MICROFONOS.</p>	La cantidad dependerá de los programas que requieren generar, inicialmente 4 micrófonos.
1	 <p>PARLANTES MONITOREO.</p>	Para utilizados para el sistema de monitoreo interno del estudio.
1	 <p>ENCODER RDS</p>	Este equipo se encargará de insertar la portadora RDS y los datos con la información que visualizará el radioescucha.

Fuente: Autor

En el cuadro anterior se mencionan los elementos básicos de una estación radiodifusora, y para el fin específico de este análisis, el cual es la implementación de una estación FM con el sistema RDS, se resalta el software que se utilizara para la generación del audio, el cual deberá tener la capacidad y las licencias necesarias para generar el texto de cada canción o contenido que se reproduzca, así mismo se deberá tener en cuenta la compatibilidad de este con el encoder RDS que también es parte del listado básico de la estación.

En la figura 3.4 se aprecia, las conexiones de audio que siempre se realizarán con 2 cables blindados y conectores XLR para que el flujo del contenido sea estéreo

hasta el procesador de audio, desde este equipo se toma la salida compuesta de audio denominada MPX, esta salida de audio como se observa en la figura 3.4 se conecta al encoder RDS y este a su vez, a través de red, con el computador que contiene el software de reproducción.

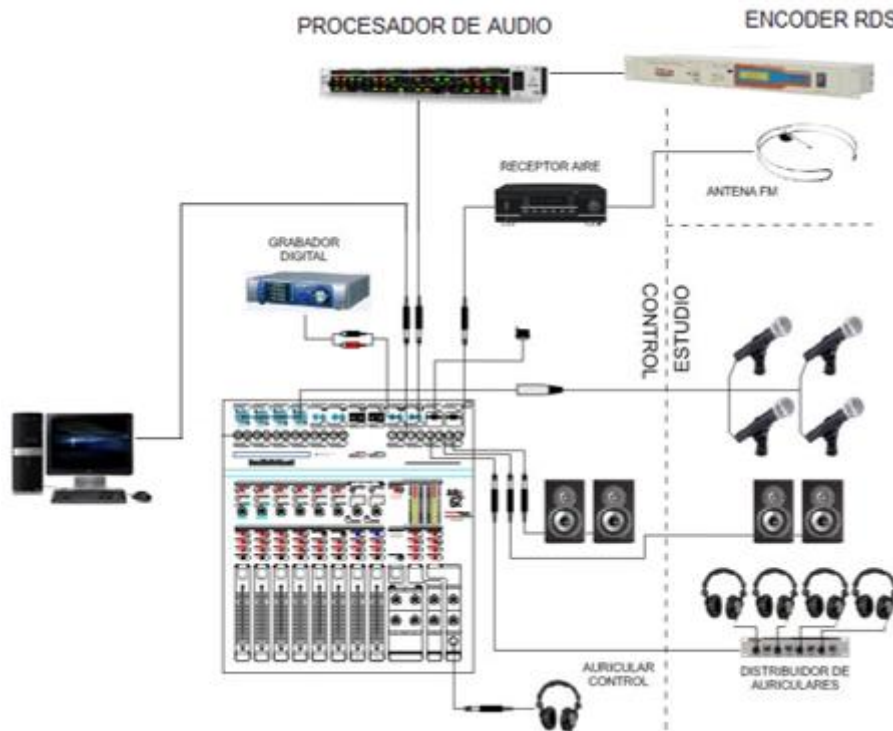


Figura 3.4: Diagrama de conexión de los equipos del estudio
Fuente: Autor

3.3. Equipo RDS.

El equipo RDS que se utilizara para la estación de radiodifusión es un modelo de última generación con características adecuada para su funcionamiento, La marca es Eagle Broadcast y el modelo es el TR-32, diseñado para cubrir las necesidades de las estaciones de radio FM, locales, nacionales y pequeñas estaciones con poca cobertura, Se escogió este Modelo de encoder RDS por los parámetros importantes que posee el equipo. Las características básicas del equipo RDS:

- Puede trabajar sin estar conectado a una PC.
- Tiene bajo consumo de energía.
- Funciona con cualquier marca de Transmisor.
- Programación y seteos vía RS232, capacidad de control vía terminal ASCII.
- Tiene capacidad de actualización de firmware y control remoto automáticos.
- Cuenta con excelente pureza espectral, síntesis directa de señal digital RDS.

- Si se apaga el RDS, este se coloca en modo BY-PASS.
- Cuenta con reloj interno en tiempo real, muestra también el tiempo real como PS.
- No requiere entrada de 19 kHz, el tono piloto es filtrado de la señal MPX.
- Cuenta con sincronización por enganche de fase digital 57 kHz.

La calibración y el nivel de potencia deben ser el adecuado para su correcto funcionamiento, es decir que el nivel de señal RDS debe estar entre el 3% y el 11% de la señal de audio, medido en valores pico a pico. El valor recomendado es de aproximadamente 6%, de esto resulta una desviación de 4 kHz en la portadora de FM. La máxima desviación de la portadora de FM con RDS y señal de audio es de 75 kHz.

Tabla 3. 2: Parámetros y características principales del RDS

Parámetros	Value
Fuente de alimentación	12Vcc – 200mA
Conectores de señal	BNC no balanceado
Tipo de conector	RS232(DTE,9 pines)
Velocidad de comunicación	Software – switchable 1200-9600 kbps
Modo de comunicación	1 stop, 8 datos de bits
TA switching	Software – switch externo
Programa switching	Software – switch externo
Expansión tipo de bus	IIC,400 kHz
Servicio RDS	PI,PS,PTY,TP,AF,TA,DI,TDC,PIN,PTYN,RT
SEÑAL RDS	
Frecuencia Subportadora	57 kHz
Frecuencia de muestreo	361 kHz
Ancho de banda	2.4 kHz (50dBc)
Ajuste de nivel de salida predeterminado	0-14 V p-p
Ajuste de fase	0-180 deg. In 9.5 deg.
AUDIO/ MPX / ENTRADA PILOTO	
Nivel recomendado	Mono <10 ohm – estéreo <5 ohm

Passthrough Voltaje Pain	2 Hz – 100 kHz 1(0 dB)
Nivel de tono piloto.	Min. 110mV p-p (-26 dB)
Desviación recomendada.	6.8 kHz
Frecuencia piloto.	19000 Hz + 4 Hz – 19000 Hz + 1 Hz
SALIDAS	
Impedancia de salida.	100 Ohm
Recomendación carga.	>70 Ohm < 1nF
Max. Salida de voltaje	3.6 V p-p
RDS + Audio / MPX	9.0 V p-p
Nivel recomendado de RDS	3-11 % de audio/MPX

Fuente: Autor

A continuación podemos observar en el grafico 3.5 los detalles del equipo RDS donde indica los puertos de conexión y su visión frontal y posterior.

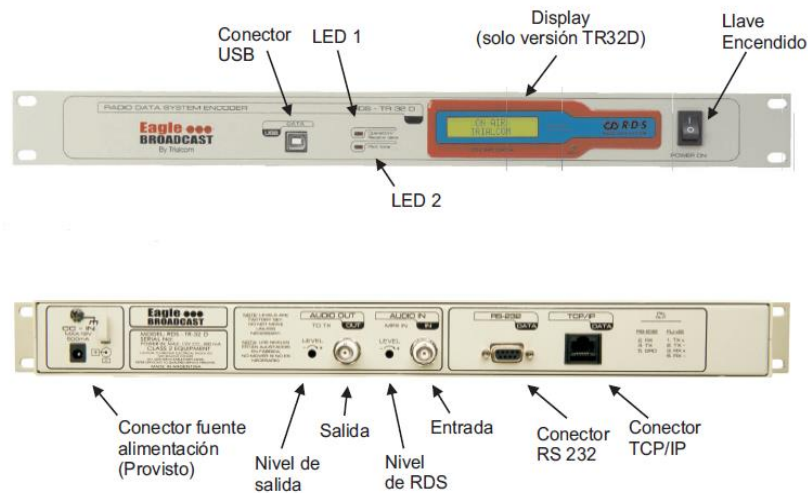


Figura 3.5: Equipo RDS vista frontal y posterior
Fuente: Autor

Este equipo no requiere de simulaciones para poder incorporarlo a los equipos de radiodifusión sonora, solo se necesita un optar por un equipo que mejor características técnicas tenga para su debido funcionamiento, este equipo fue seleccionado en la marca y modelo mencionado por sus parámetros técnicos adicionalmente funciona con cualquier tipo de transmisor.

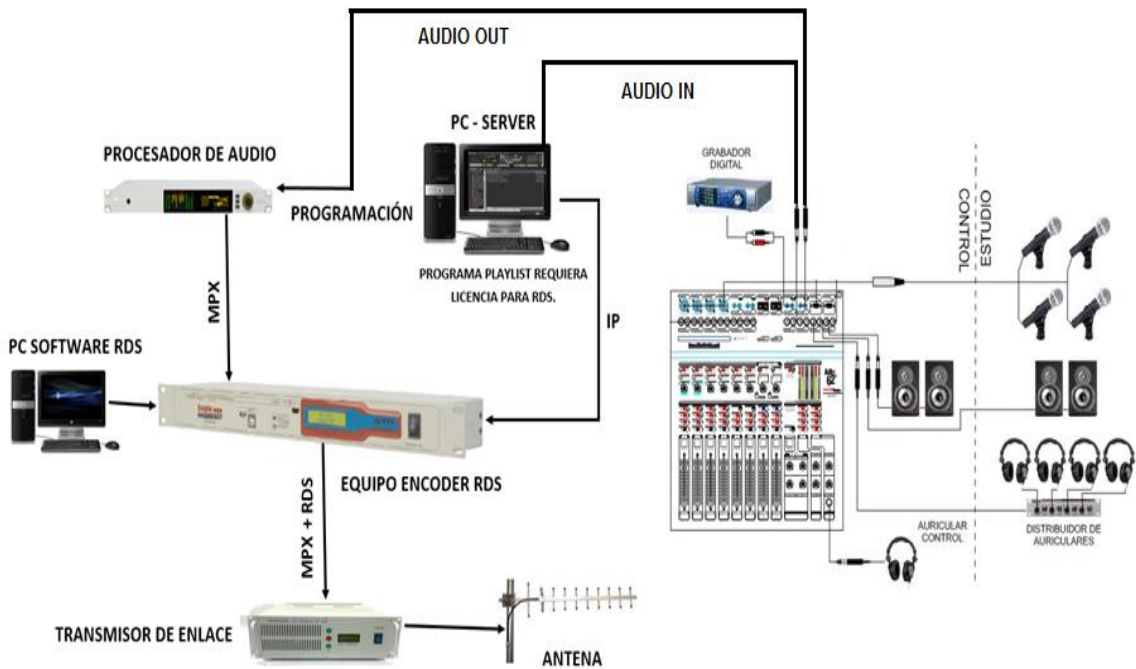


Figura 3.6: Diagrama de conexión del equipo RDS
Fuente: Autor

Obteniendo la salida MPX del encoder RDS, se tiene la salida principal de la estación, ya procesada, con niveles adecuados, y con la portadora RDS e información incluida, ahora esta salida debe alimentar al transmisor FM, el cual se encuentra en otro sitio. El RDS para poder realizar su función con los equipos mencionados debe realizar configuraciones en el software que posee el equipo que se indicara a continuación:

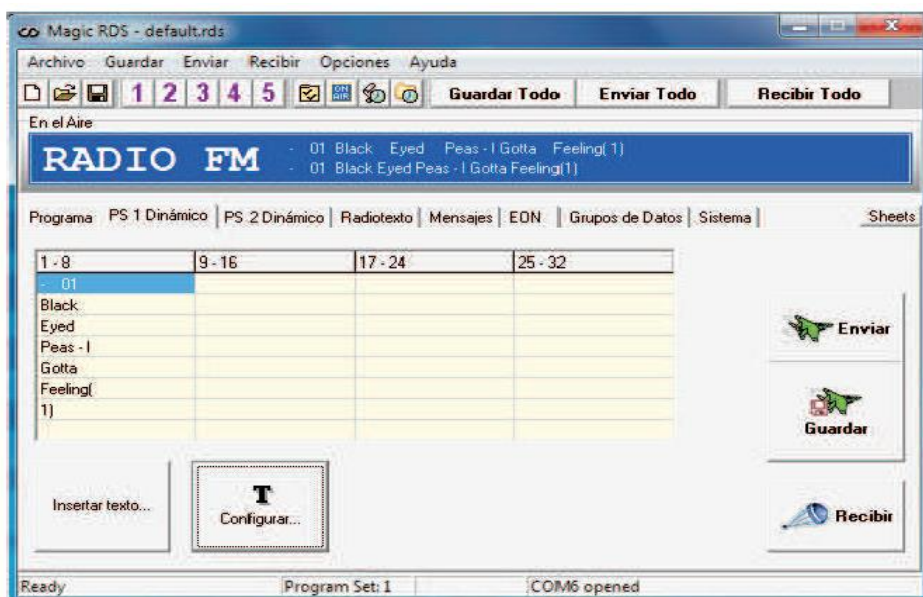


Figura 3. 7: Configuración software magic RDS
Fuente: Autor

El software magic RDS indicara en la pantalla del servidor la opción para poder configurar los temas musicales que saldrán al aire tanto audio como el texto que se transmitirá como se muestra en la figura 3.7.



Figura 3. 8: Configuración caracteres en el software magic RDS
Fuente: Autor

El software magic RDS permite ingresar el nombre de la estación de radio, también se puede programar que tipo de género musical se encuentra reproduciendo al aire, de esta manera en la figura 3.8 indica las opciones de configuración en el software.

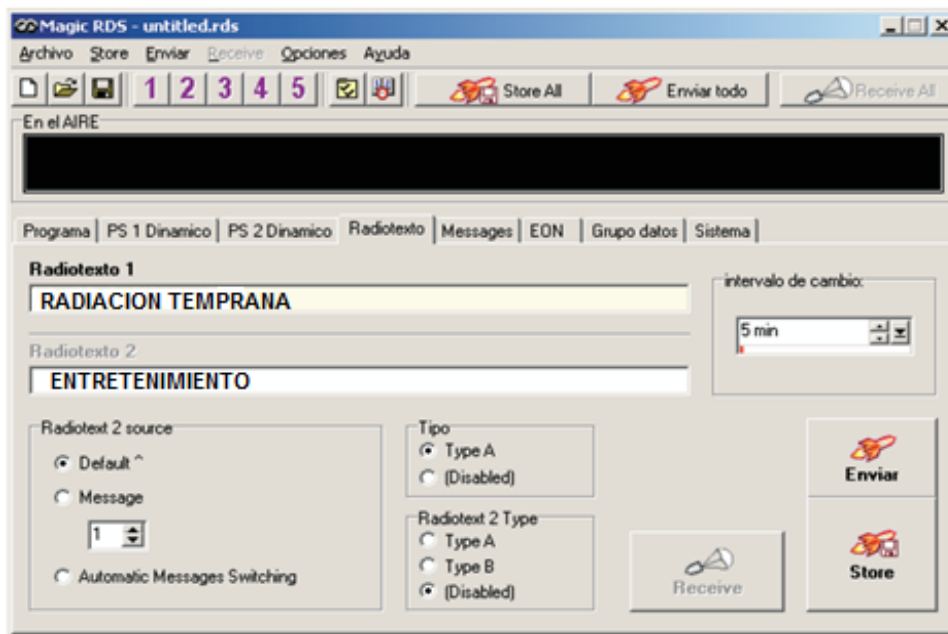


Figura 3. 9: Programación de temas en el software magic RDS
Fuente: Autor

Utilizando el Radio texto se pueden colocar párrafos de hasta 64 caracteres, que puede ser desplegado en un receptor que posea esta opción. Principalmente usado para títulos de canciones, interprete etc. Las radios de los automóviles (véase la figura 3.10) se puede visualizar en la pantalla del receptor los datos inaudibles que genera el equipo RDS al momento de sintonizar cualquier frecuencia de radio FM que tenga implementado este sistema de datos de radio.



Figura 3.10: Receptor de radio FM con caracteres RDS
Fuente: Autor

3.4. Diseño del sitio de transmisión.

Como se mencionó anteriormente el sitio escogido para la instalación del transmisor será en las afueras de General Villamil Playas, por ser este un sitio rural sin infraestructura existente, es necesario la construcción total del inmueble donde se ubicarán los equipos que conformarán el sistema de transmisión, y una torre con la estructura adecuada por el entorno salino y la altura necesaria para obtener la cobertura deseada.

A continuación, se describe las dimensiones de la caseta donde se instalarán los equipos: La caseta que se observa en la figura 3.11, deberá construirse con paredes formadas por una armadura con varillas electro soldadas tipo malla y fundidas en hormigón con bloque, de esta manera se hará el efecto de una “Jaula de Faraday” que ayudará a aislar de interferencias externas a los equipos de radiofrecuencia que serán parte del sistema.

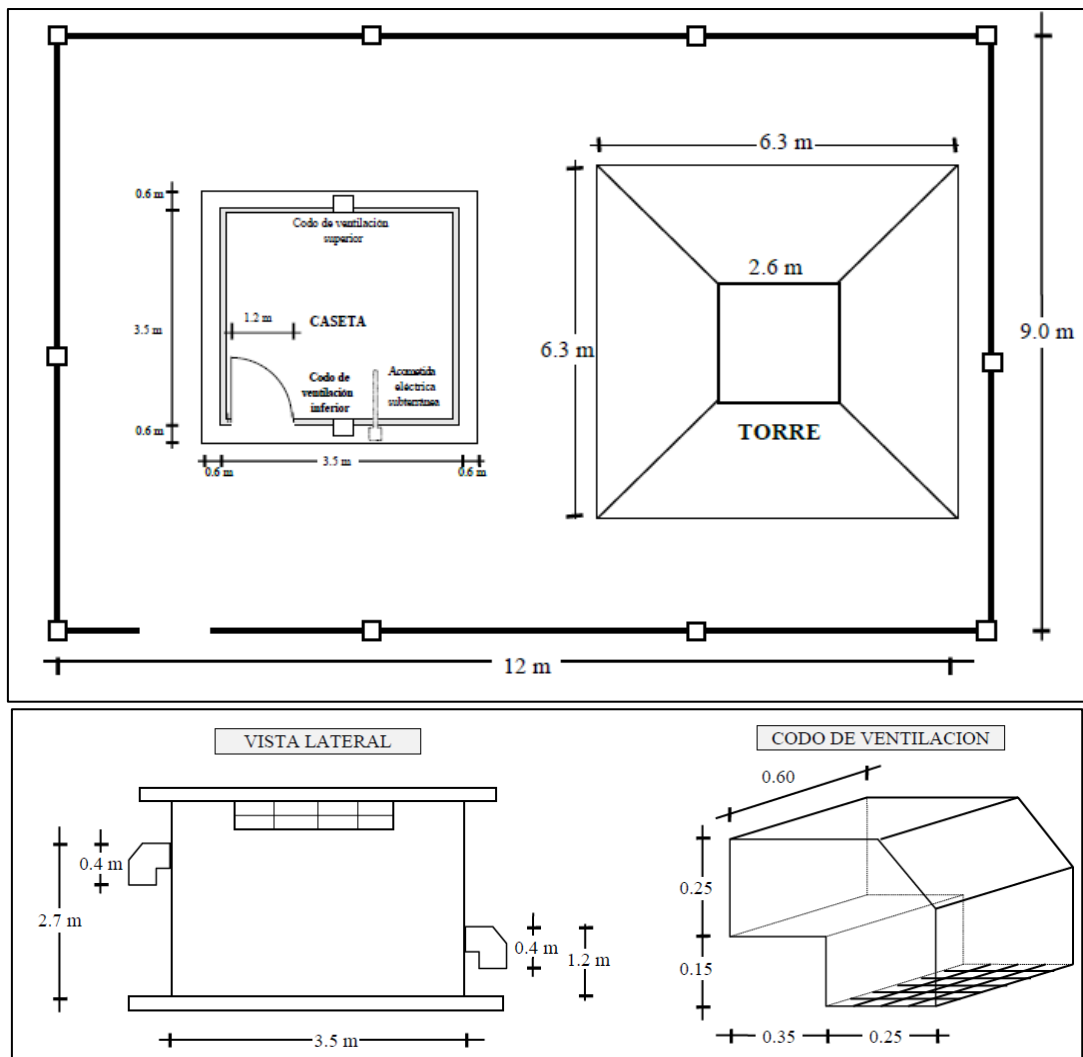


Figura 3. 11: diseño de la caseta de equipos
Fuente: Autor

Adicionalmente, se construirá un sistema de puesta a tierra alrededor de la caseta, que se constituirá por una red de cables de cobre (calibre 1/0) sin recubrimiento y que deberá estar alojada a 60cm de profundidad debajo del suelo o tierra vegetal, que conectara a 8 varillas “Cooper Well” dispuestas en diferentes puntos del terreno que ocuparan la caseta y torre, todo conectado con soldadura exotérmica. Esta malla deberá dar un valor de resistencia a tierra menor a 7 ohmios, y a ella se conectarán los circuitos eléctricos, aterrizaje de chasis de todos los equipos y la estructura de la torre, las conexiones de lo mencionado deben realizarse en puntos diferentes de la malla.

La segunda estructura importante del sitio de transmisión es la torre, la cual se construirá en base a las siguientes características:

Tabla 3.3: Parámetros técnicos de la caseta

PARAMETROS	DESCRIPCIÓN
TIPO:	Tensada de sección constante y auto soportada con sección cónica y reducción hasta los 12m.
SECCION VERTICAL:	Cuadrada.
ALTURA:	42m.
ELEMENTOS ESTRUCTURALES:	Angulo de acero de 3 ½", 4" y 5".
NORMA PARA ELEMENTOS VERTICALES:	ASTM 120 FY = 35Kg.
TIPO DE ESTRUCTURA:	Matricial compresión, tensión, y flexo compuesto.
TRATAMIENTO DE LA ESTRUCTURA:	Galvanizada en caliente.
CARGA AL VIENTO:	140Km/h. Mínimo.

Fuente: Autor

Como ejemplo gráfico, a continuación se describe una torre auto soportada y la posible disposición de antenas en ella.

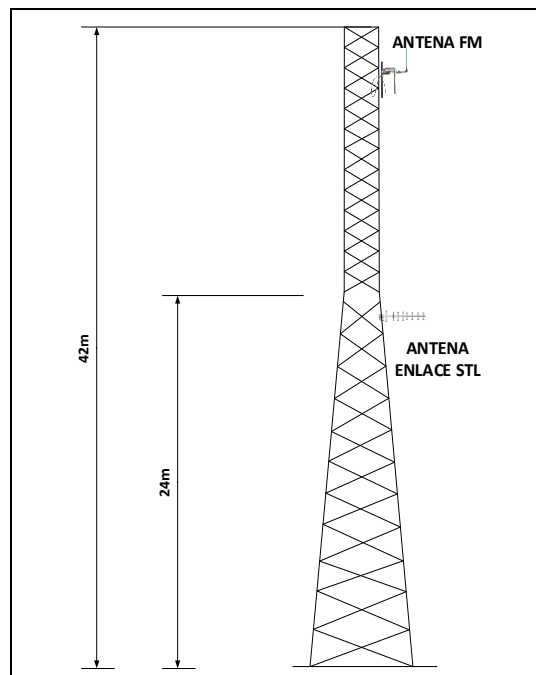


Figura 3. 12: Torre Auto soportada
Elaborado por: Autor.

Esta torre deberá estar adicionalmente implementada con un sistema de balizaje y pararrayos.

3.5. Licencia para la concesión de frecuencia.

Según ARCOTEL (2017) indica que se realizará concurso público abierto, para la concesión de frecuencias del espectro radioeléctrico que serán utilizadas para el funcionamiento de medios de comunicación social privados y comunitarios de radiodifusión sonora. De acuerdo al informe de disponibilidad de frecuencias de radiodifusión sonora, la Dirección Ejecutiva de la ARCOTEL dispondrá el inicio del procedimiento del concurso público para la concesión de frecuencias para la operación de estaciones de radiodifusión sonora y de televisión. En su Resolución, la Dirección Ejecutiva del ARCOTEL delimitará el objeto del concurso público. El concurso público se sujetará a los principios de transparencia, publicidad, igualdad de condiciones; y, objetividad.

3.6. Asignación del código PI para el funcionamiento del sistema RDS.

Conatel, (2011) Menciona que el primer bloque de la estructura de la trama correspondiente a la identificación de la estación (Código PI), será determinado y autorizado por el organismo competente, para lo que se tomará en cuenta el número de estaciones repetidoras para el caso de los sistemas y el tipo de estación de potencia normal o baja potencia para el caso de las estaciones matrices, procurando que cada uno de los sistemas o estaciones de radiodifusión sonora puedan ser identificados de una manera única a nivel nacional.

El código PI es utilizado para lograr distinguir los diferentes programas. Es decir que cada programa posee un único código PI, que se encarga de habilitar al sintonizador para realizar un cambio de frecuencia alternativa que contiene un mismo código PI, es decir que indica que es el mismo programa. El código PI sólo apropiado para las funciones de sintonía automática, permitiendo al receptor cambiar entre distintos programas. El Registro Oficial 517 de 22 de Agosto de 2011, Expide la norma técnica para el uso de subportadoras analógicas y/o digitales para sistemas de radiodifusión de datos (RDS).

3.7. Enlace estudio – Transmisor (STL).

Como esta descrito en este capítulo los estudios se instalaran en una parte céntrica de Playas, y el sistema de transmisión en las afueras del cantón, por este motivo es necesario transportar la señal generada desde el centro de playas hasta las afueras, y existen varias opciones para enlazar 2 sitios y transportar una señal de audio estéreo, pero específicamente para este análisis, no se toma en cuenta las demás opciones, considerando que en los estudios se genera por necesidad una señal compuesta de audio MPX, esto por la inclusión necesaria en planta del encoder RDS, por este motivo se deberá implementar el enlace STL de radio.

Existen un rango de frecuencias disponibles para los enlaces radioeléctricos auxiliares, según la resolución SENATEL Nro. SNT-2014-0343, en este análisis se utilizará la frecuencia 421MHz, correspondiente a la banda de 400MHz, con base en la misma resolución. Según la norma técnica del ARCOTEL, una estación de radiodifusión sonora de baja potencia tendrá establecido los parámetros de potencia máxima en un rango permitido de 250w Max.

Como se mencionó al inicio de este capítulo, para confirmar la factibilidad de cobertura y del enlace se utilizará un software para ejecutar simulaciones con parámetros reales, es decir, con las ganancias y potencias de los equipos que se podrían adquirir. El software que se escogió es radio Mobile, por ser este de libre uso. A continuación, la tabla 3.4 se detallan los parámetros que se utilizaran para la simulación:

Tabla 3. 4: Parámetros de simulación

Enlace estudio - transmisor	
FRECUENCIA	421 MHz
ANCHO DE BANDA	220 GHz
TIPO DE MODULACION	FM
TIPO DE ANTENA	Yagi
GANANCIA DE ANTENA	6,8 dBd
PERDIDAS EN CABLES	0,5 dB
POTENCIA TX	5 w
ALTURA DE ANTENA	24 m / nivel del suelo

Fuente: Autor

En la figura 3.13 se observa el perfil del enlace, resultado de la simulación de Radio Mobile.

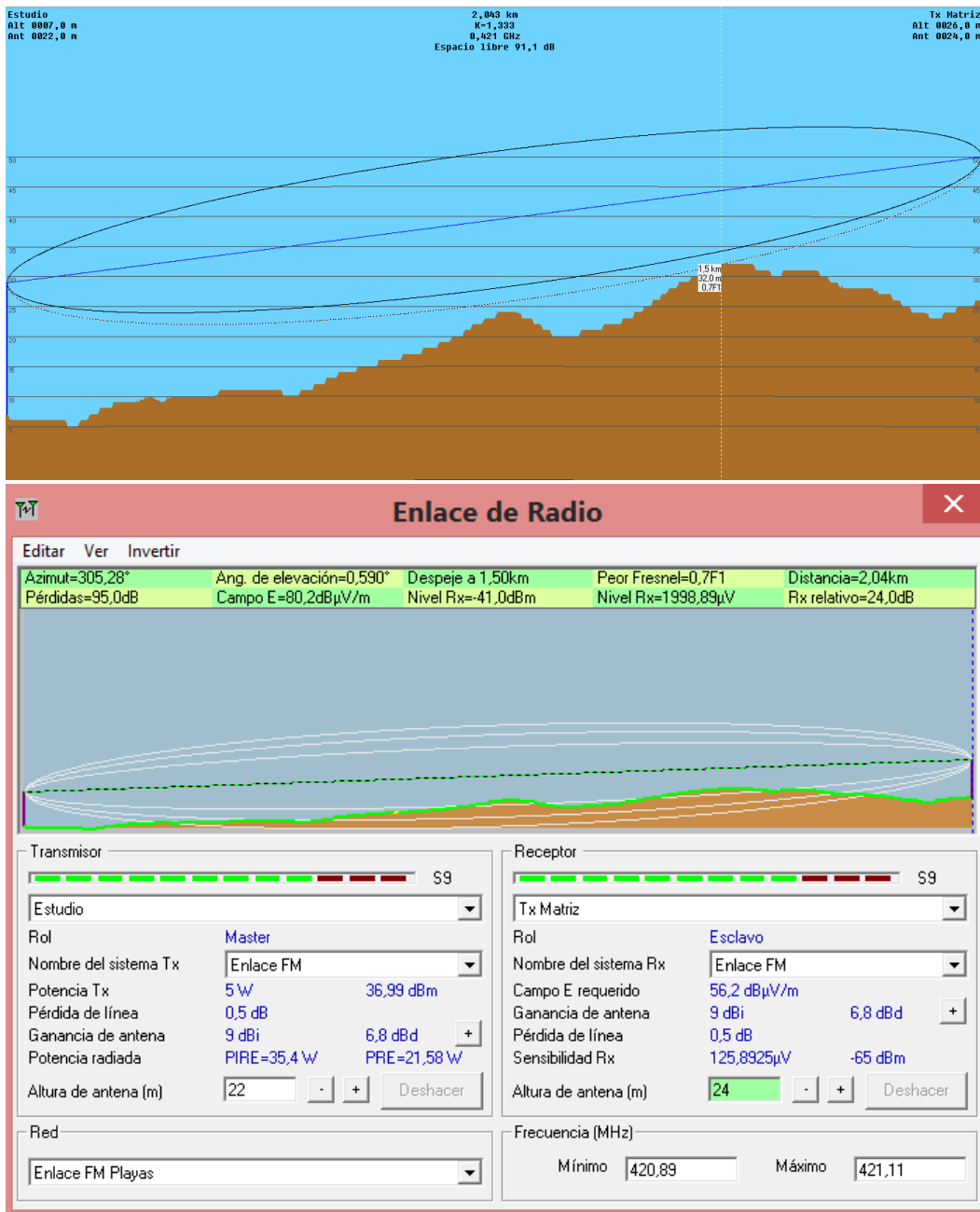


Figura 3. 13: Simulación del enlace mediante el software Radio Mobile
Fuente: Autor

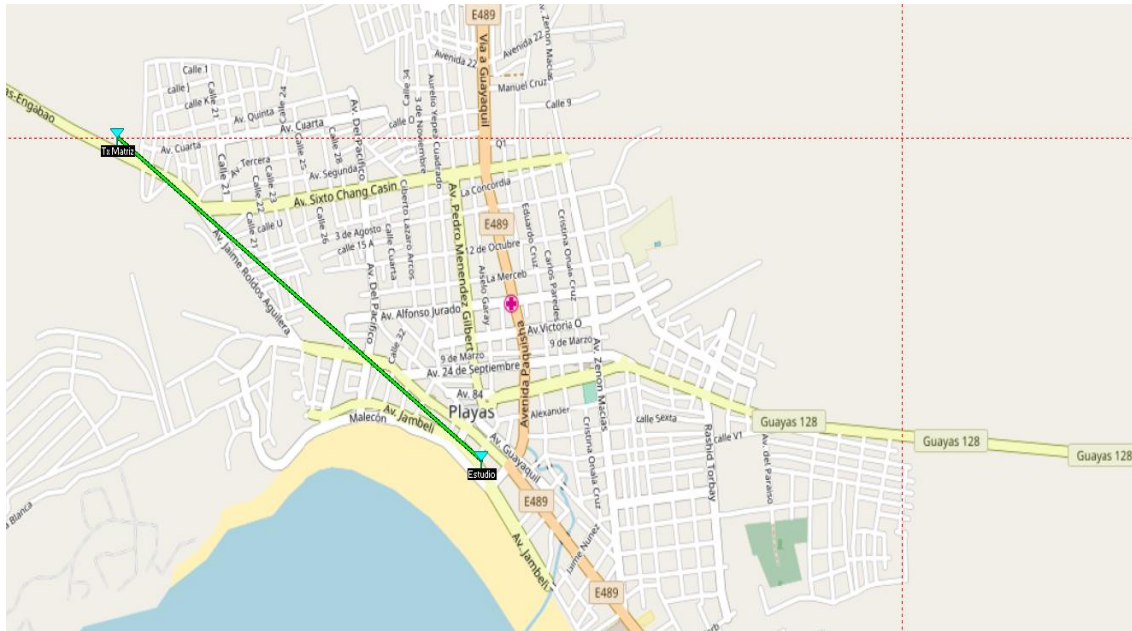


Figura 3. 14: Simulación de enlace desde la estación matriz hacia la estación repetidora.
Fuente: Autor

Con esta simulación se confirma que el enlace es factible técnicamente, en la frecuencia, los sitios y los parámetros que se utilizarán, a continuación los datos técnicos de los resultados.

Tabla 3. 5: parámetros técnicos de la simulación

Distancia del enlace	2,05 Km
Acimut	305,22°
Angulo de elevación	0,644°
Perdida de espacio libre	91,0 dB
Nivel RX	37,0 dBm
RX relativo	28,0 dB

Fuente: Autor

En la siguiente figura se detalla el sistema de radioenlace que se requiere desde el estudio matriz hacia la estación repetidora.

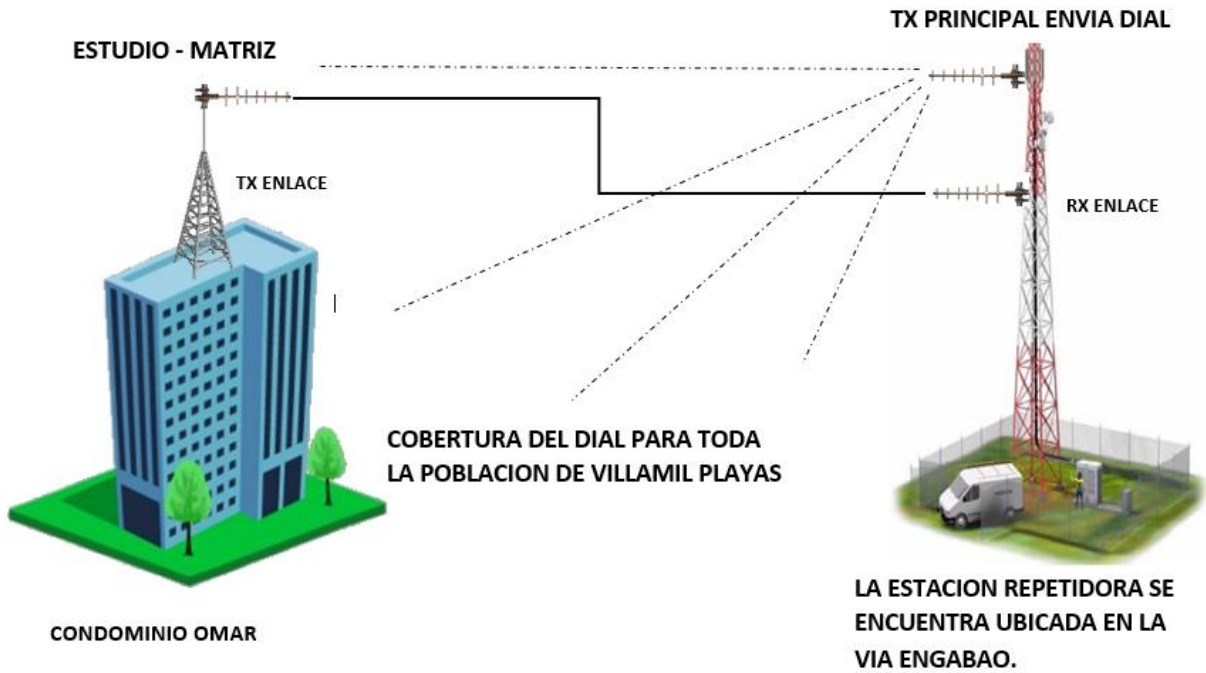


Figura 3. 15: Esquema del radioenlace desde el estudio hacia el TX principal
Fuente: Autor

3.8. Parámetros técnicos de los equipos de enlace

Considerando el resultado de la simulación podemos definir que equipos necesitamos para la implementación del enlace a continuación se escribe el equipamiento específico que puede ser instalado mencionando los parámetros técnicos de cada equipo.

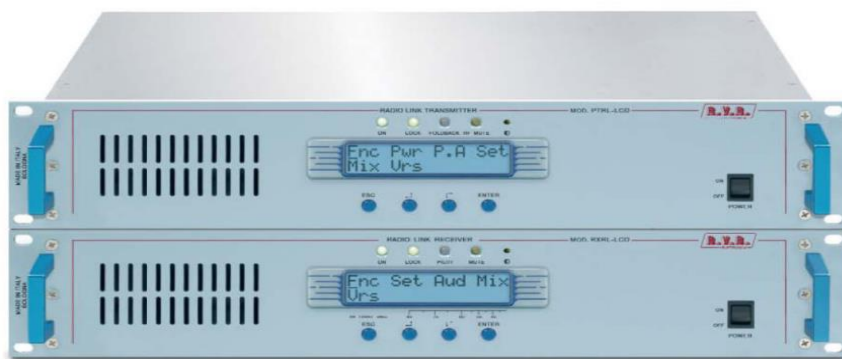


Figura 3. 16: Equipo transmisor de enlace
Fuente: Autor

Tabla 3.6: Parámetros técnicos del equipo Tx de enlace

TX DE ENLACE	
Rango de frecuencia	300 319.99 MHz - 400 419.99MHz
Modulación	FM, + - desviación de cresta / 5 KHz
Estabilidad de la frecuencia	<+/- Hz 100
Potencia de salida RF	0 - 15 a W +/- dB 0.5
Max potencia reflejada	5 W
La supresión de armónicos	<-65 DBC
Impedancia de salida RF	50 ohm
Nivel de entrada de audio / MPX	-10 a + 13 dBm @ + / - 75 desviación KHz
Impedancia de entrada de audio / MPX	10 K Ohm
Distorsión	150 KHz
Fuente de Alimentación	90 ~ 264VAC; 127 ~ 370VDC
Temperatura	-10 a 45 grados centígrados

Fuente: Autor

Tabla 3. 7: Parámetros técnicos del equipo Rx de enlace

RX DE ENLACE	
Rango de frecuencia	300 319.99 MHz, 400 419.99MHz
Sensibilidad	-98 dBm a 16 dB SINDA
Respuesta de frecuencia	20 Hz a 53 0.1 KHz +/- dB
Separación estéreo	20 15 Hz a kHz> 58 dB
Selectividad	+/- 160 KHz en -3 dB SI BW +/- 500 KHz en - 62 dB BW SI
Impedancia de salida de audio estéreo	600Ohm equilibrada
Impedancia de salida MPX	10K Ohm
RF impedancia de entrada	50Ohm
Alimentación de AC	85 ~ 264VAC; 120 ~ 370VDC
Consumo de energía	25W de AC Aprox.
Temperatura de funcionamiento	-10 a 45 grados centígrados

Fuente: Autor

3.9. Sistema de transmisión.

Para la elección del equipo de transmisión es imperativo que se analice la cobertura que se desea obtener, para esto ejecutar una simulación del sistema con distintos parámetros para ajustar cuales resultan más adecuados es ideal para hacer una elección eficiente del transmisor. Para este fin se utilizó el mismo software Radio Mobile, que cuenta con una herramienta de cobertura que permite analizar el alcance de un sistema de transmisión.

Inicialmente los parámetros conocidos, son la ganancia de la antena, ya que esta se escoge previamente y la altura por considerar también desde el inicio el tamaño de la estructura, los parámetros que se ajustan para conocer cuál es el ideal, principalmente son el acimut y la potencia. Tomando en cuenta esto, se realizaron varias simulaciones en el software logrando conseguir los parámetros más eficientes de transmisión, los cuales son:

Tabla 3. 8: Parámetros técnicos del transmisor

FRECUENCIA DEL DIAL	97,7 MHz
POTENCIA TX	20W
GANANCIA DE ANTENA	6 dBi
UMBRAL DEL RECEPTOR	22,38 uV
PERDIDA LINEA DE TX	1.5 dB
TIPO DE ANTENA	Yagi
ALTURA DE ANTENA	36 mtrs /nivel del suelo
OBSTRUCCION	2,5 dB

Fuente: Autor

CÁLCULO PER:

$$PER (KW): P_T (KW) * 10^{\left(\frac{G(dBd) - \text{Perdidas máximas}(dB)}{10} \right)}$$

$$PER (KW): 0,02 * 10^{\left(\frac{6 - 1,5}{10} \right)}$$

$$PER (KW): 0.056 KW$$

$$PER (KW): 56 W$$

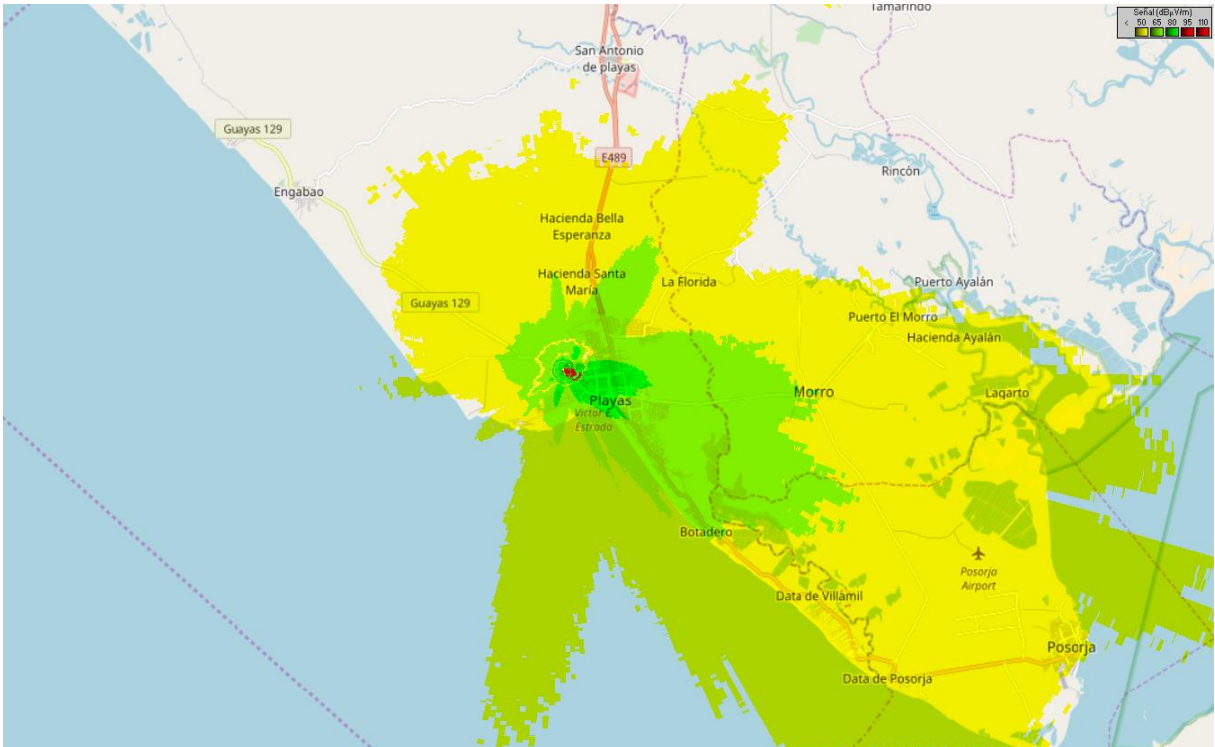


Figura 3. 17: Simulación de cobertura del dial FM
Fuente: Autor

En esta simulación, se observan 3 colores que significan los diferentes niveles de intensidad de campo que se tendrán con esos parámetros.



Esto se encuentra basado en la normativa vigente que indica los niveles de intensidad mínimos que deben tener las estaciones de radiodifusión FM, es decir que una estación de radio FM de baja potencia tendrá un límite para operar con un rango establecido de 250w de potencia máxima.

Realizados los estudios técnicos del lugar donde tendrá cobertura para la propagación de frecuencia modulada, se estableció que se requiere un equipo transmisor de 50W, para operar con una potencia aproximada de 20W para toda la población de General Villamil Playas.



Figura 3. 18: Equipo transmisor principal
Fuente: Autor

Tabla 3. 9: Parámetros técnicos del equipo transmisor

TX PRINCIPAL	
Rango de frecuencia	87,5 a 108 MHz
Potencia de salida	50W
Impedancia de salida	50 Ohm
Perdida de retorno	> 26 dB
Tipo de modulación	FM
Estabilidad de frecuencia	> +/-2 KHz
Ruido FM	> 60 dB
Alimentación	110/220 Vac

Fuente: Autor

3.10. Sistema radiante

El sistema radiante estará compuesto por 2 antenas yagi, una para el sistema de enlace y la otra antena para el transmisor principal que se encargara de enviar la señal del dial, cada antena constara de 3 elementos la marca seleccionada es Sira con patrón de radiación, este tipo de antenas opera en la banda de 87,5 a 108 MHz de frecuencia modulada y se encontraran polarizadas en vertical, La ganancia de la antena es de 6 dB con una impedancia de entrada de 50 Ohm, siendo su potencia máxima de entrada de 100w, la conexión se la realizara por medio de cable coaxial Heliac con conectores tipo N para conectarlo hacia la salida del transmisor.

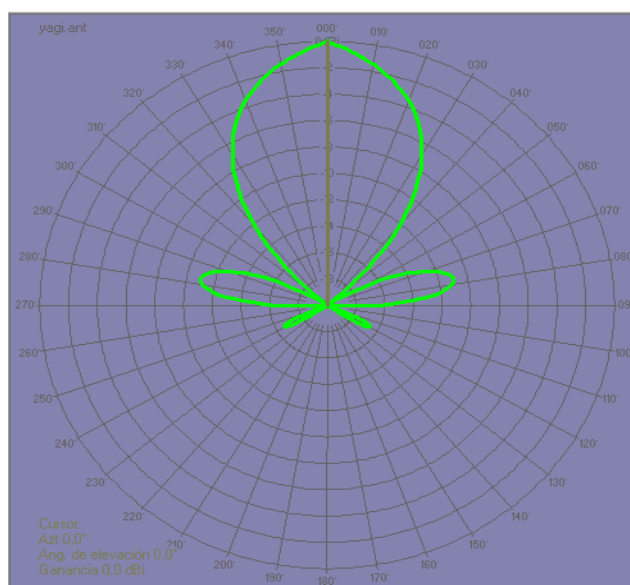


Figura 3. 19: Patrón de radiación con antena yagi

Fuente: Autor

3.11. Costos de implementación.

La implementación del estudio de radiodifusión FM con sistema RDS requiere realizar un análisis de costos para su implementación en un futuro, se realizará los costos de cada equipo que se encuentra dividido en 3 etapas que son las siguientes:

- Estudio matriz (todos los equipos de audio que se encuentran en el estudio).
- Equipos para el sistema de enlace
- Equipos para el sistema de transmisión.

Costos del estudio matriz

Tabla 3. 10: Costos de los equipos del estudio matriz

CANTIDAD	DESCRIPCION	MARCA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Consola de audio profesional	STUDER	\$850,00	\$850,00
2	Pc de escritorio	HP	\$550,00	\$1,100.00
1	Procesador de audio	ORBAN	\$1,200.00	\$1,200.00
1	Reproductor de disco	SONY	\$150,00	\$150,00
1	Amplificador de audio	PEAVEY	\$150,00	\$150,00
1	Sintonizador FM	SONY	\$100,00	\$100,00
4	Audífonos	AKG	\$75,00	\$300,00
1	Hibrido telefónico	GETNER	\$160,00	\$160,00
4	Micrófono	SHURE	\$75.00	\$300,00
1	Parlantes de monitoreo	M-AUDIO	\$180.00	\$180,00
1	Equipo RDS	EAGLE BROADCAST	\$3,500.00	\$3,500.00

1	Adaptadores y cables	\$50,00	\$50,00
1	Instalación de los equipos	\$500,00	\$500,00
COSTO TOTAL DE EQUIPOS DE ESTUDIO			\$8,540.00

Fuente: Autor

Costo de equipos del sistema de enlace

Tabla 3. 11: Costos de los equipos de enlace

CANTIDAD	ESPECIFICACIONES	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Equipo TX y RX de enlace marca RVR	\$2,800.00	\$2,800.00
1	Antenas yagi ty-900 de 7 elementos ganancia 12 dB	\$150,00	\$150,00
50	Cable coaxial de 1/2 Andrew Heliax	\$10,00	\$500,00
1	Conectores para el cable	\$30,00	\$30,00
1	Instalación de equipos, conexión calibración	\$750,00	\$750,00
COSTO TOTAL EQUIPOS DE ENLACE			\$4,230.00

Fuente: Autor

Costos de equipo transmisor

Tabla 3. 12: Costos de los equipos de transmisión

CANTIDAD	ESPECIFICACIONES	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Equipo transmisor principal FM marca RVR 50w	\$1,900.00	\$2,400.00
2	Antenas yagi 3 elementos sistema radiante FM	\$600,00	\$1,200.00
45 mts	Cable coaxial de 1/2 Andrew Heliax	\$10,00	\$450,00

1	Conectores para el cable	\$40,00	\$40,00
1	Instalación de equipos, conexión calibración	\$1,200.00	\$1,200.00
COSTO TOTAL EQUIPOS DE TRANSMISION			\$5,290.00

Fuente: Autor

Tabla 3. 13: Costos total del proyecto

ESPECIFICACIONES TOTAL DE COSTOS	VALOR TOTAL
COSTO TOTAL DE EQUIPOS DE ESTUDIO	\$8,540.00
COSTO TOTAL DE EQUIPOS DE ENLACE	\$4,230.00
COSTO TOTAL DE SISTEMA DE TRANSMISION	\$5,290.00
COSTO TOTAL	\$18,060.00

Fuente: Autor

CAPITULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- Para la implementación de una estación de radiodifusión FM, se debe necesariamente iniciar con el diseño de toda la planta, ubicación equipos e imperativamente simulaciones de cobertura para definir el tipo de equipos que se necesitara, para de esa forma realizar inversiones eficientes y a medida.
- Las estaciones FM como medio de comunicación siguen teniendo gran acogida entre la población, y considerando que en el cantón Playas solo existe un medio local, resulta un negocio atractivo de implementar tomando en cuenta los costos de inversión.
- El sistema RDS es una tecnología muy poco conocida en Ecuador, pero que está siendo impulsada actualmente por el organismo de regulación y control de las telecomunicaciones, dando preferencia a los concursantes por frecuencias que requieren instalarla.
- Es importante revisar los niveles de energía de la portadora RDS dentro del MPX, ya que de esto depende la correcta recepción en los sintonizadores FM.

RECOMENDACIONES:

- En este trabajo se ha analizado los componentes básicos y el diseño de una estación de radiodifusión FM, de este análisis nacen las siguientes las recomendaciones para la implementación de este tipo de instalaciones:
- Es importante analizar el equipamiento que se adquirirá para RDS, revisar con cuidado la compatibilidad de los equipos que conforman el sistema, específicamente entre encoder y software de reproducción, es importante

que los caracteres que genera la meta data del software de reproducción sea entendida por el encoder RDS.

- El sistema RDS tiene varias opciones de interés para la población como el sistema EWBS, que puede ser implementado para alertar tempranamente de emergencias en zonas de riesgo, mucho más, en Ecuador que existen muchas zonas definidas como tal.

Referencias bibliográficas

- 072_04_conatel_2010.pdf* [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 27 agosto 2017]. Disponible en: http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/072_04_conatel_2010.pdf.
- Canalizacion-Enlaces-Auxiliares-de-Radiodifusion-SNT-2014-0343.pdf* [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 27 agosto 2017]. Disponible en: <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Canalizacion-Enlaces-Auxiliares-de-Radiodifusion-SNT-2014-0343.pdf>.
- Contenido Tesis Omar Maldonado.pdf* [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 28 agosto 2017]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1418/1/Contenido%20Tesis%20Omar%20Maldonado.pdf>.
- DR. ORTIZ CARLOS, 1999. LOS INICIOS DE LA RADIODIFUSIÓN EN ECUADOR / RADIO “EL PRADO”. [en línea]. [Consulta: 27 agosto 2017]. Disponible en: <http://www.culturaenecuador.org/artes/personajes-de-chimborazo/193-los-inicios-de-la-radiodifusion-en-ecuador-radio-el-prado.html>.
- Enlaces Inalámbricos Punto a Punto y Punto Multipunto. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 27 agosto 2017]. Disponible en: <http://www.mtm-telecom.com/index.php/2012-07-04-19-05-27/enlaces-inalambricos-punto-a-punto-y-punto-multipunto.html>.
- ITECH_FM_BroadcastingAntennas_0916_web.pdf* [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 27 agosto 2017]. Disponible en: http://www.irte.it/wp-content/uploads/2016/09/ITECH_FM_BroadcastingAntennas_0916_web.pdf.
- JAVIER GARCIA RODRIGO, gregorio M., 2012. Instalaciones de radiocomunicaciones - Javier García Rodrigo, Gregorio Morales Santiago - Google Books. [en línea]. [Consulta: 25 agosto 2017]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=Vjo3kbiD4fgC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
- Lester José de León Juárez.pdf* [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 28 agosto 2017]. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2113/1/Lester%20Jos%C3%A9%20de%20Le%C3%B3n%20Ju%C3%A1rez.pdf>.
- norma-tecnica-uso-de-subportadoras-analogicas-digitales-para-rds.pdf* [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 24 agosto 2017]. Disponible en: <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2016/02/norma-tecnica-uso-de-subportadoras-analogicas-digitales-para-rds.pdf>.

- OLMO M, 2017. FM Transmission. [en línea]. [Consulta: 25 agosto 2017].
Disponible en: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Electronic/amtran.html>.
- plan_nacional_frecuencias_2012.pdf* [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 27 agosto 2017]. Disponible en: http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/plan_nacional_frecuencias_2012.pdf.
- PRADO, 2005. RNE: Sistema RDS. [en línea]. [Consulta: 27 agosto 2017].
Disponible en: <http://www.rtve.es/rne/emisoras/rds.htm>.
- RADIO LINKS, 2017. Factorio Forums • View topic - Radio Links for signals transmission. [en línea]. [Consulta: 27 agosto 2017]. Disponible en: <https://forums.factorio.com/viewtopic.php?f=6&t=49317>.
- RAMOS FRANCISCO, 2017. Antenas para radiodifusión | Radioenlaces. [en línea]. [Consulta: 27 agosto 2017]. Disponible en: <http://www.radioenlaces.es/articulos/antenas-para-radiodifusion/>.
- RESOLUCIÓN-04-03-ARCOTEL-2016-PDF-1.pdf* [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 24 agosto 2017]. Disponible en: <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/06/RESOLUCI%C3%93N-04-03-ARCOTEL-2016-PDF-1.pdf>.
- upv.pdf* [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 28 agosto 2017]. Disponible en: <http://www.redesmadrid.com/descargas/rds/upv.pdf>.



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Holguín Anzules Luigi Javier** con C.C: # 0923282172 autor del Trabajo de Titulación: **Análisis, Planificación y estudio de una estación de radiodifusión en FM con sistema RDS (Radio date system) para operar en la localidad de Villamil Playas Provincia del Guayas**, previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 15 de septiembre del 2017

f. _____

Nombre: Holguín Anzules, Luigi Javier

C.C: 0923282172

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Análisis, Planificación y estudio de una estación de radiodifusión en FM con sistema RDS (Radio date system) para operar en la localidad de Villamil Playas Provincia del Guayas.		
AUTOR(ES)	Holguín Anzules Luigi Javier		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Ruilova Aguirre María Luzmila		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Telecomunicaciones		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	15 de septiembre del 2017	No. DE PÁGINAS:	88
ÁREAS TEMÁTICAS:	Antenas, Propagación y Comunicaciones Inalámbricas		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Modulación, demodulación, Equipo RDS, Sistema radiante, Radiodifusión sonora FM, frecuencia modulada.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	<p>El reciente Trabajo de titulación tiene como objetivo realizar un estudio y diseño técnico para una estación de radiodifusión FM con un sistema internacional RDS (Radio date system) para que funcione en la localidad de Villamil Playas. En el primer capítulo se desarrolla la incorporación de nuevos equipos de radiodifusión que incrementaran la tecnología para un cambio de comunicación a través de este medio para mantener bien informado al radioescucha. En el segundo capítulo se analizó como funciona una estación de radio FM, Cual es el funcionamiento principal de un equipo RDS, Los tipos de radio, el sistema de modulación y demodulación, los componentes que conforman un estudio de radiodifusión FM, Características importantes que aporten con este proyecto para su respectivo análisis. En el tercer capítulo se desarrolla los parámetros técnicos de cada equipo que se utilizará para la estación de radiodifusión sonora, principalmente con el equipo RDS, se realiza un análisis del funcionamiento del equipo, los enlaces auxiliares, área de cobertura y el sistema radiante, el lugar donde estará ubicada la estación matriz, el diseño del estudio, las simulaciones mediante el software de radio Mobile. El ultimo capitulo se realiza las recomendaciones del proyecto elaborado dando a conocer las sugerencias que se mencionaran en este capítulo, con las debidas conclusiones que se tomaron en cuenta al aplicar métodos investigativos, para que en un futuro se continúe investigando sobre este tema importante de radiodifusión.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTORES:	Teléfono: 0985977803 – 2764464	E-mail: luigy.l.h@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre: Córdova Rivadeneira Luis Silvio		
	Teléfono: +593-9-92305262		
	E-mail: luis.cordova@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			