



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

“ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN TECNOLÓGICA DMR EN LA PRESTACIÓN
DEL SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES AL BANCO COOPERATIVA
NACIONAL EN GUAYAQUIL”

AUTOR:

CALLE BERMÚDEZ, ANDRÉS HUMBERTO

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN EN GESTIÓN
EMPRESARIAL EN TELECOMUNICACIONES

TUTORA:

ING. RUILOVA AGUIRRE, MARÍA LUZMILA

GUAYAQUIL, ECUADOR

2014



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACION

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el señor Andrés Humberto Calle Bermúdez como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL EN TELECOMUNICACIONES.

DOCENTE TUTORA:

ING. MARIA LUZMILA RUILOVA AGUIRRE

DOCENTE Oponente:

ING. MARCO MONTENEGRO

DIRECTOR DE CARRERA

ING. MIGUEL ARMANDO HERAS SANCHEZ

Guayaquil, Agosto del 2014.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES

DECLARACION DE RESPONSABILIDAD

Yo, Andrés Humberto Calle Bermúdez

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación “**Análisis de la Aplicación tecnológica DMR en la Prestación del servicio de Telecomunicaciones al Banco Cooperativa Nacional en Guayaquil**” ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

Guayaquil, Agosto del 2014.

EL AUTOR

ANDRES HUMBERTO CALLE BERMUDEZ



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACION

Yo, Andrés Humberto Calle Bermúdez.

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación “**Análisis de la Aplicación tecnológica DMR en la Prestación del servicio de Telecomunicaciones al Banco Cooperativa Nacional en Guayaquil**” cuyo contenido, ideas, y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Agosto del 2014.

EL AUTOR

ANDRES HUMBERTO CALLE BERMUDEZ



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES

AGRADECIMIENTO

Yo Andrés Humberto Calle Bermúdez, agradezco primeramente a Dios por ser el padre creador de todo y por darme la oportunidad de cumplir una meta más y guiarme siempre por el buen camino y de la excelencia.

A la UCSG y a la Facultad técnica para el Desarrollo por la oportunidad de formar parte de la misma y formarme con un profesional de excelencia. A ciertos maestros que en toda mi trayectoria universitaria que me han influenciado con sus conocimientos y han sido ejemplo de verdaderos maestros los cuales con sus experiencias y sabiduría nos han sabido guiar en este trayecto de nuestras vidas, y un agradecimiento muy especial para la Ingeniera María Luzmila Ruilova por guiarme en este trabajo.

ANDRES HUMBERTO CALLE BERMUDEZ



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo a personas que tienen un significado especial en toda mi trayectoria de vida hasta el día de hoy; A mis Padres, por todo su amor, esfuerzo y dedicación para inculcarme valores y disciplina para superar todas las metas en mi vida, por siempre darme la mejor educación, y lo más importante por fomentar en mi el amor a Dios sobre todas las cosas.

A mis hermanos, Kevin y Maritza que siempre han estado presentes cuando más lo he necesitado; Por sus consejos, por todo ese cariño y cuota de confianza que siempre tuvieron en mí. Mi hermana que siempre me ha querido sobre manera y por todo el apoyo incondicional hacia mí.

A mi tía Fanny que siempre la tuve cerca desde pequeño y me ha tratado como un hijo mas, por todo el apoyo que he recibido de ella, por los consejos, por ese amor que me ha dado.

Por último dedico este trabajo a una persona que fue muy importante en mi vida desde pequeño y q ahora ya no se encuentra con nosotros y que estaría muy orgullosa de mi, mi Tía Norma.

ANDRES HUMBERTO CALLE BERMUDEZ



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES

CALIFICACIÓN

Índice

RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
CAPÍTULO 1.....	13
1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 Planteamiento del Problema.....	15
1.2 Justificación	15
1.3 Objetivos.....	15
1.3.1 Objetivo General.....	15
1.3.2 Objetivos Específicos.....	15
1.4 Tipo de Investigación.....	16
1.5 Hipótesis.	16
1.6 Metodología.....	16
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LAS RADIOCOMUNICACIONES	17
2.1 Breve Historia de las Radiocomunicaciones.....	17
2.2 Tipos de Propagación.....	18
2.3 Las Ondas Radio Eléctrica.	18
2.4 Radiocomunicaciones en VHF y UHF.....	19
2.5 Transmisión y Recepción.....	20
2.6 Modo de Transmisión.	21
2.7 Modulación AM y FM en Radio.....	23
2.8 Técnica de Acceso Múltiple.....	25
2.8.1 Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA, Frequency Division Multiple Access).....	26
2.8.2 Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA, Time División Multiple Access).....	26
2.8.3 Acceso Múltiple por División de Código (CDMA, Code Division Multiple Access).....	27
2.9 Tipos de Señalización en Radios.	28
2.10 Ruido en el Espacio Libre.....	29
2.11 Componentes Básicos para un enlace de Radiocomunicaciones.....	30

2.12 Fuente de Alimentación.	32
2.13 Sistema de Protección.	33
CAPITULO 3:.....	34
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA TECNOLOGÍA DMR.	34
3.1 Introducción de la Tecnología DMR.	34
3.2 La Asociación DMR.	35
3.2.1 Integrantes de la Asociación DMR.	36
3.3 Arquitectura del Protocolo DMR.	36
3.4 Modos de Funcionamiento.....	39
3.5 Mejoría en la Calidad de Audio y en Rango Percibido.....	41
3.6 Protocolo OVER-THE-AIR Del DMR.	42
3.6.1 Características del Protocolo OVER-THE-AIR.....	42
3.7 La Solución TDMA en DMR.....	43
3.8 Ahorro de Inversión en la Infraestructura.	45
3.9 Mayor Duración de Batería y Ahorro de Energía.	46
3.10 Cobertura Teórica del DMR.	47
3.10.1 Cobertura: Innovación en la Antena.	47
3.11 Seguridad: Tecnología de Cifrado.	48
3.11.1 Encriptación Básica.....	49
3.11.2 Encriptación Completa.....	50
CAPITULO 4.....	52
LOS SERVICIOS DMR (DIGITAL MOBIL RADIO).	52
4.1 Vista Universal de los Servicios DMR.	52
4.2 Servicios de Voz.	53
4.2.1 Servicios de Llamadas Individuales.....	53
4.2.2 Servicios de Llamadas A Grupos.....	53
4.2.3 Modo de Servicio de Canal de Voz Abierto.	54
4.2.4 Todo el Servicio de Llamada de Voz.....	54
4.2.5 Servicio de Llamada de Difusión de Voz.	55
4.3 Servicios de Datos.....	55
4.3.1 Servicios Complementarios.	56
4.4 Protocolo de Paquetes de Datos (PDP, Packet Data Protocol).	58

4.5 IP sobre PDP en DMR.	59
4.6 Red Troncalizada en DMR.	60
4.6.1 Un Solo Sitio/Multi-Sitio.	61
4.7 Plan de Marcado y Numeración en la Tecnología DMR.	62
4.8 Sistema de Despacho DMR.	64
4.9 Smart Dispatch.	65
4.9.1 Características del Smart Dispatch.	67
4.10 RDAC (REPEATER DIAGNOSTICS AND CONTROL).	74
4.10.1 Modo de Funcionamiento.	74
CAPITULO 5.	76
ANALISIS Y REQUISITOS TECNICOS PARA UNA RED DMR EN EL BANCO COOPERATIVA NACIONAL.	76
5.1 Introducción.	76
5.2 Selección del Punto de Transmisión.	77
5.3 Requisitos Técnicos.	78
5.3.1 Antena.	79
5.3.2 Repetidor.	79
5.3.3 Duplexor.	80
5.3.4 Líneas de Transmisión.	81
5.3.5 Radios Portátiles y Móviles.	81
5.4 TAP Software.	81
5.5 Simulación de la Propagación de la Radiocomunicación.	84
5.6 Solución de Cobertura.	97
5.7 Datos para el Enlace de Microondas.	98
5.8 Fiabilidad de Modulación de Banda Ancha.	100
5.9 Planteamiento de la radiocomunicación DMR.	102
5.10 Los Servicios DMR a Implementarse.	104
CAPITULO 6.	109
CONCLUSIONES.	109
CAPITULO 7.	110
RECOMENDACIONES.	110

RESUMEN

El presente trabajo muestra todos los estudios realizados en la prestación del servicio de radiocomunicación al Banco Cooperativa Nacional en la ciudad de Guayaquil, comenzando con una explicación teórica de los inicios de la radiocomunicación.

En el desarrollo de los capítulos se muestra el inicio del Estándar DMR (Digital Mobile Radio) por la ETSI (European Telecommunications Standards Institute) en el 2005, se expone la transición que implicó de análogo a digital, las características que tiene la tecnología DMR en la radiocomunicación que son voz, datos, GPS.

Finalmente, con todos los conocimientos previos se realiza el análisis de la cobertura de perfil topográfico y de fiabilidad de modulación de banda ancha para la prestación del servicio de radiocomunicación DMR al Banco Cooperativa Nacional.

ABSTRACT

The present paper shows all studies conducted to the services of radio communication in the Rendering of the Banco Cooperativa Nacional in the city of Guayaquil, beginning with a theoretical explanation of the born of radio.

In developing of the chapters its shown the beginning of DMR (Digital Mobile Radio) Standard by ETSI (European Telecommunications Standards Institute) in 2005, Exposed the transition from analog to digital, the features that the DMR technology have in radio communications like voice, data, GPS.

Finally, with all the background acquired it's performed an analysis of coverage of topographic profile, reliability of broadband modulation to provide the DMR radio service to the Banco Cooperativa Nacional.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN.

A lo largo de los años se han venido dando avances sobre las comunicaciones electrónicas de radios (bandas de frecuencias), en sus comienzos no fue de forma directa, sino de unas series de descubrimientos que nos llevaron a lo que ahora conocemos como radios.

Existen varios inventos que se ligan directamente a las radios como los telegrafía sin hilo, Código Morse, el nacimiento del teléfono por Graham Bell, fenómenos físicos como las ondas electromagnéticas y otras aportaciones sobre la retransmisión de la voz humana dada por Fleming y Fessenden en el Siglo XX.

En 1895 el inventor y físico italiano Guglielmo Marconi logró lo que nadie hasta la fecha podía haberlo realizado con sus experimentos, el cual consistía en colocar un generador de chispa de Hertz en lo alto de una varilla con lo que descubrió que podría aumentar el alcance de recepción a varios kilómetros. Por esto se lo reconoce como el inventor de las radiocomunicaciones.

Las radios análogas transforman el sonido “La Voz” en señales eléctricas, las mismas que son transmitidas por ondas portadoras al receptor de radio, esta va a decodificar esa señal eléctrica y la volverá a transformar en sonido, la calidad de la

difusión de la señal depende mucho del medio en el que pasan las señales eléctricas como edificios, colinas u equipos eléctricos que interfieren en su calidad de difusión.

Después surgió el término comunicaciones digitales, está abarca la transmisión digital y Radio digital y técnicas de comunicación.

Las transmisiones digitales consisten en enviar una serie de pulsos digitales entre varios puntos del sistema. En las radio se transmite portadoras analógicas moduladas en forma digital hacia el receptor, al llegar la demodula teniendo como resultado las portadoras analógicas en señales eléctricas.

En el 2005 se crea un estándar de la ETSI (European Telecommunications Standards Institute) para comunicaciones de radios en forma digital (PMR) que es el DMR (Digital Mobile Radio) la cual se basa en una Plataforma convencional en UHF diseñada específicamente para proporcionar servicios de voz y datos móviles para servicios profesionales, servicios de despacho y capacidad de gestión a través de varias aéreas geográficas. Se basa en la premisa de proporcionar una comunicación inmediata, alta fiabilidad de funcionamiento con voz, datos y GPS, y la posibilidad de conexión IP a través de todos los sitios de repetición, si es necesario; entre otras características.

Se analizara la aplicación tecnológica DMR (Radio Móvil Digital) en las comunicaciones del Banco Cooperativa Nacional, los recursos utilizados, las prestaciones utilizadas que nos da la tecnología DMR y las aéreas de coberturas.

1.1 Planteamiento del Problema

Se solucionará con la tecnología DMR (Digital Mobile Radio) el requerimiento de un sistema de radiocomunicación que cuente con una seguridad y cobertura eficiente para el Banco Cooperativa Nacional en la ciudad de Guayaquil.

1.2 Justificación

La necesidad del Banco Cooperativa Nacional de un sistema de radiocomunicación moderno que cuente con una seguridad, cobertura de calidad y avances tecnológicos para sus servicios, conlleva a presentar un análisis de la tecnología DMR (Digital Mobile Radio) para poder mostrar las mejoras obtenidas, las ventajas de la tecnología TDMA que utilizan los radios móviles digitales con respecto a los sistemas antiguos de radiocomunicación (análogos).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Conocer y analizar los beneficios y avances que tiene la tecnología DMR (Radio Móvil Digital) aplicada en el Banco Cooperativa Nacional de Guayaquil.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Investigar si la cobertura y los puntos de accesos son adecuados para el área de trabajo del Banco Cooperativa Nacional.
- Conocer los recursos que se encuentran activos de la tecnología DMR.

- Proporcionar al Personal Docente y Docente un compendio sobre la tecnología DMR con los elementos fabricados que se vaya a instalar en el Banco Cooperativa Nacional de Guayaquil.

1.4 Tipo de Investigación

Este estudio se basa en el Análisis y el desarrollo de la tecnología DMR (Radio Móvil Digital) sobre los beneficios que se vayan a prestar en el Banco Cooperativa Nacional, siendo por ello de tipo Descriptivo y Explicativo, ya que se pone en consideración la descripción del funcionamiento del sistema de telecomunicación por radios y se establece una relación de causa y efecto del estudio realizado en base a la cobertura requerida por la entidad.

1.5 Hipótesis.

Por medio de los análisis de cobertura y de prestación de servicios se comprobará que la tecnología DMR es ideal para las necesidades del Banco Cooperativa Nacional.

1.6 Metodología

La metodología de investigación a utilizarse en este trabajo es el enfoque metodológico cuantitativo.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LAS RADIOCOMUNICACIONES

2.1 Breve Historia de las Radiocomunicaciones.

A mediados del siglo XIX se llevaron a cabo los primeros experimentos sobre transmisión inalámbrica como la telegrafía sin hilo, código Morse, el teléfono por Graham Bell, pero unos de los descubrimientos más significativos para lo que ahora son las radiocomunicaciones, son el estudio del electromagnetismo que se presentó en 1864 cuando James C. Maxwell presentó un amplio marco teórico sobre los fenómenos electromagnéticos.

Hubo experimentos como el Heinrich Hertz que consistía en generar eléctricamente las ondas de luz, mediante un arco eléctrico producido por un cortocircuito. Se dieron aportes sobre la retrasmisión de la voz humana por Fleming y Fessenden en el Siglo XX.

Asentando todos estos conocimientos conjuntos a los de Tesla, Popov y Marconi se crean las radiocomunicaciones. Pero se lo reconoce al Inventor y físico italiano Guglielmo Marconi como inventor de las radiocomunicaciones porque en 1895 pudo lograr lo que nadie hasta la fecha había poder logrado que consistía en colocar un generador de chispa de Hertz en lo alto de una varilla con el cual descubrió que podría aumentar el alcance de recepción a varios kilómetros.

A finales del siglo XX, llegó la tecnología digital a las radiocomunicaciones, el cual trajo nuevas técnicas de modulación y Acceso múltiples. Logrando entrar a

nuevos campos como la de paquete de datos en comunicaciones de radios y sistemas de relocalización que se han ido mejorando a lo largo de los años hasta la actualidad.

2.2 Tipos de Propagación

En la Radio Difusión, Una transmisión de onda de frecuencia baja se propaga o transmite por la superficie terrestre alcanzando cubrir largas distancias con menores pérdidas, pero a medida que aumenta la frecuencia también aumentan las pérdidas y se acortan las distancias por lo que se realizan enlaces punto a punto en la atmósfera no Ionizada.

La transmisión de ondas de radios se puede propagar de varias maneras

- Propagación de onda terrestre.
- Propagación de onda de superficie.
- Propagación de onda directa.
- Propagación de onda de espacio.

2.3 Las Ondas Radio Eléctrica.

Las ondas radioeléctricas ocupan una amplia gama de frecuencias dentro del espectro electromagnético lo que permite clasificarlas en unas grandes bandas de características bien diferenciadas de acuerdo con sus propiedades específicas.

Tabla 2.1 *Las ondas Radio Eléctricas*

Siglas	Descripción	Ancho de Banda
VLF	Muy bajas frecuencias	3 a 30 Khz
LF	Bajas frecuencias	30 a 300 Khz
MF	Medias frecuencias	300 Khz a 3 Mhz.
HF	Altas frecuencias	3 Mhz a 30 Mhz.
VHF	Muy altas frecuencias	30 Mhz. A 300 Mhz
UHF	Ultra altas frecuencias	300 Mhz a 3 Ghz
SHF	Súper elevadas frecuencias	3.000 a 30.000 Mhz
EHF	Extrema Elevadas frecuencias	30.000 a 300.000 Mhz.

Fuente: *Propia.*

2.4 Radiocomunicaciones en VHF y UHF.

Las comunicaciones en VHF y UHF se dan en un medio natural denominado Espectro Electromagnético en el que se encuentran todas las radiaciones electromagnéticas posibles y este a su vez se encuentra dividido en bandas de frecuencias las que son atribuidas a los diferentes servicios/sistemas radioeléctricos, que para nuestro interés vamos a utilizar el rango de 30 Khz – 3000 Khz.

Las comunicaciones por radio utilizan las bandas de frecuencias HF, VHF, UHF, las cuales son sujetas a concesiones para su uso, de acuerdo a la Constitución de la República del Ecuador.

Alta Frecuencia (HF, High Frequency)

Su Rango va desde los 3 Mhz hasta los 30 Mhz, para una longitud de onda de 10 a 100 metros, utilizado más por los radios aficionados y se propagan en la ionosfera en línea recta y son propensas a interferencia según la estación del año y hora del día.

Muy Alta Frecuencia (VHF, Very High Frequency)

Su rango va desde los 30 Mhz hasta los 300 Mhz, para una longitud de onda de 10 a 1 metro. Utilizado para radiodifusión en frecuencia modulada y enlaces de radio de corta distancia. Se propaga en la ionosfera o troposfera.

Ultra Alta Frecuencia (UHF, Ultra High Frequency)

Su rango va desde los 300 Mhz hasta los 3000 Mhz, para una longitud de onda de 1m a 100mm. Utilizado para enlaces de radios, tv, radares y se propaga de forma directa que puede ser por enlace satelitales o enlaces por reflexión.

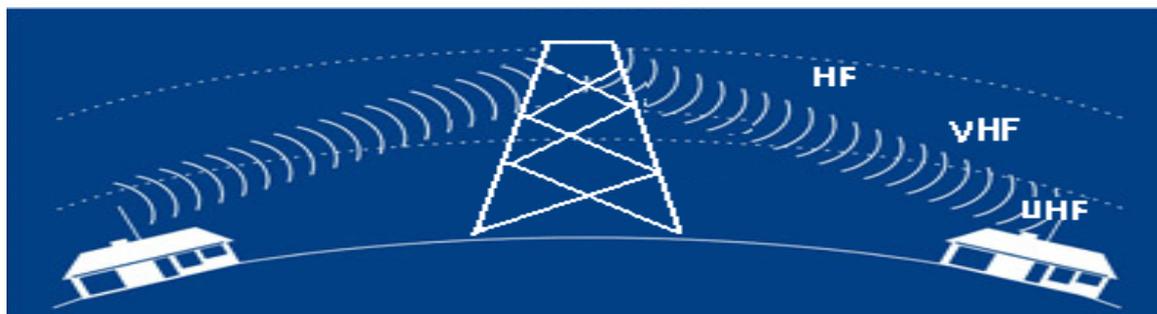


Figura 2.1 *Refracción de onda de radios*

Fuente: *Propia.*

2.5 Transmisión y Recepción.

La transmisión y recepción de un sistema de comunicación de radios depende mucho de los equipos instalados que lo conforman, para poder dar un servicio de cobertura se debe hacer una estudio de propagación con la finalidad de determinar el alcance o cobertura deseada para la comunicación. Dentro de un sistema de

radiocomunicaciones comúnmente se encuentra la antena, duplexores, repetidora, cables, y los radios móviles y/o portátiles.

El emisor transforma una señal de sonido en señal eléctrica la cual la envía como una onda portadora de información (Onda de radio). La onda de radio se encuentra situada dentro una frecuencia, la cual trabajara en un rango del espectro electromagnético, esta onda ondas son recibida por la antena, la cual actúa como un conductor eléctrico, la cual induce al movimiento de esta carga eléctrica y la radio como receptor se encarga de transformar esa señal eléctrica en señal de audio o en otro tipo de portadora de información.

2.6 Modo de Transmisión.

En los sistemas de radiocomunicaciones electrónica existen 4 tipos de transmisión que a lo largo de los años se han venido desarrollando, se entiende que la transmisión puede ir hacia en dos direcciones o una dirección, pero esto se da una a la vez o los dos al mismo tiempo. Estos son simplex, half-duplex, full-duplex y full/full-duplex. (PROAKIS, 2007)

Simplex

Es un sistema de un solo sentido, esto significa que la transmisión solo se da en una sola dirección ya sea para recibir o transmitir. Por ejemplo una estación base transmite su señal y la recibe el receptor, pero el receptor no puede enviarle una respuesta porque la el transmisor solo envía y no recibe por lo cual es una comunicación Simplex. (PROAKIS, 2007)

Half-Duplex

Es una operación de un sistema de comunicación en que se da una transmisión y recepción, pero no al mismo tiempo. A estas operaciones se los conoce como cambio y fuera y su utilización es en los sistemas de radiocomunicaciones porque cuando un operario necesita transmitir deberá presionar el botón PTT para que la otra radio reciba y de igual manera se debe proceder si el otro operario quiera responder, esto no se da al mismo tiempo. En un caso que el transmisor A transmita y el transmisor B le responda cuando el transmisor A todavía este transmitiendo la comunicación se cortara (“No se escuchara nada”). (PROAKIS, 2007)

Full Dúplex

Es una operación de un sistema de comunicación en que se da una transmisión y recepción al mismo tiempo. A estas operaciones se los conoce como sistemas de ambos sentidos (“Full Dúplex”). La Estación Base puede transmitir y recibir al mismo tiempo sin que este se corte por estar siendo interrumpida por la señal de Recepción. (PROAKIS, 2007)

Full Full Dúplex

La operación Full Full Dúplex nos indica que la comunicación tendrá comunicaciones simultáneas de transmisión y recepción pero en más de una dirección, Por ejemplo existen varias estaciones bases y la Estación A transmite información a la Estación B y a su vez la Estación A recibe Información de la Estación C. (PROAKIS, 2007)

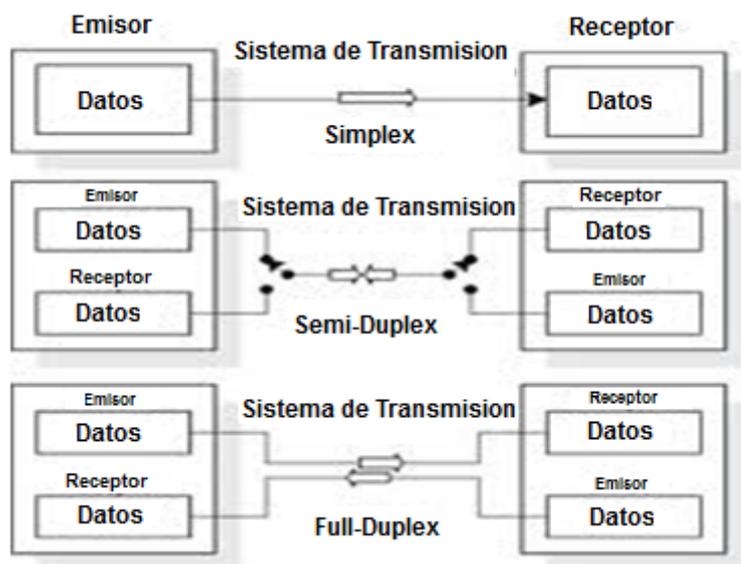


Figura 2.2 *Modo de Transmisión*

Fuente: Redescap605.wikispaces.com/UNIDAD+2

2.7 Modulación AM y FM en Radio.

Amplitud Modulada (AM, Amplitude Modulation)

En transmisión de señales análogas se utiliza la modulación de amplitud (AM), En la modulación Am encontramos dos señales, una es la señal de información (moduladora), una señal portadora de amplitud, y una frecuencia constante. La señal portadora es modificada por la señal moduladora para su transmisión.

En la modulación Am encontramos que la información se repite en cada banda lateral, por lo que se han creados equipos que trabajan con la mitad del ancho de banda necesario para la transmisión AM, la cual se los llama o se los denomina Banda Lateral Única (SSB, Single Side Band), Depende con cual lado del ancho de

banda se trabaja se denomina Upper Side Band (USB) para cuando se trabaje con la banda superior y Low Side Band (LSB) para cuando se trabaje con la banda inferior.

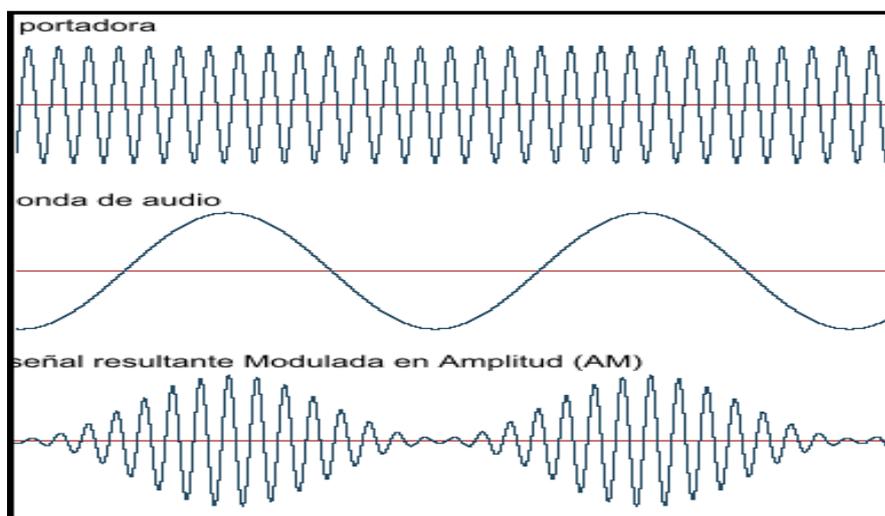


Figura 2.3 *Modulación de Amplitud*

Fuente: arieldx.tripod.com/manualdx/bandas/modulacion.htm

Frecuencia Modulada (FM, Frequency Modulation)

Es una modulación Exponencial, en la cual su amplitud y fase de la señal se mantendrán fija, y su frecuencia cambiara a razón de su amplitud y fase de la señal que se desea transmitir. La transmisión de señal de datos es analógica.

La Modulación FM es casi inmune a las interferencias eléctricas por lo cual tiene una mayor cualidad de reproducción (Fidelidad). Su gran diferencia con la frecuencia AM es que en la FM, la amplitud de su onda moduladora es dependiente de la profundidad de las complejas bandas laterales. La propagación y modulación de la frecuencia modulada se dan por ondas directas gracias a que sitúan en la banda de

frecuencia de VHF. A esto se le suma que las interferencias y descargas eléctricas no las afecta demasiado.

Se recomienda que las estaciones transmisoras de frecuencia modulada se encuentren fuera del perímetro urbano y se recalca que la propagación se debe hacer en lugar donde sus receptoras tengan una buena línea de vista hacia la antena transmisora.

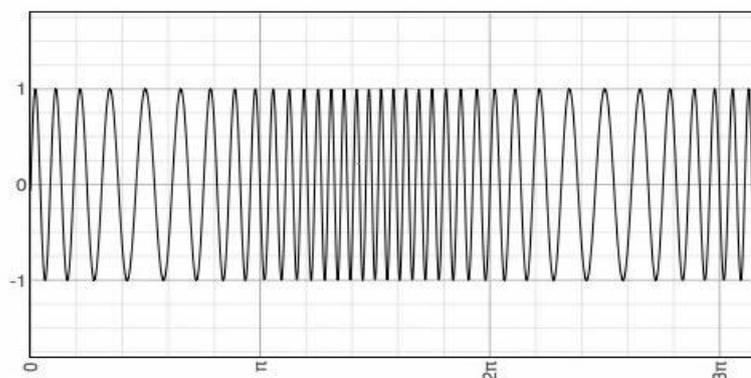


Figura 2.4 Señal Modulada

Fuente: textoscientificos.com/redes/modulacion/frecuencia.

2.8 Técnica de Acceso Múltiple.

En un sistema de radiocomunicación fijo o móvil los usuarios no se interconectan directamente con otros usuarios. Su mayor limitación es la distancia. La comunicación debe de pasar por una repetidora. Existen varias técnicas para que los equipos de los usuarios y la repetidora se comuniquen, compartiendo el mismo medio.

2.8.1 Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA, Frequency Division Multiple Access)

Es la manera de acceso al medio más común, es usada por múltiple protocolo de comunicación. Esta técnica se encarga de dividir el espectro en frecuencia y para comunicarse cada usuario usa una portadora diferente con la repetidora durante todo el tiempo.

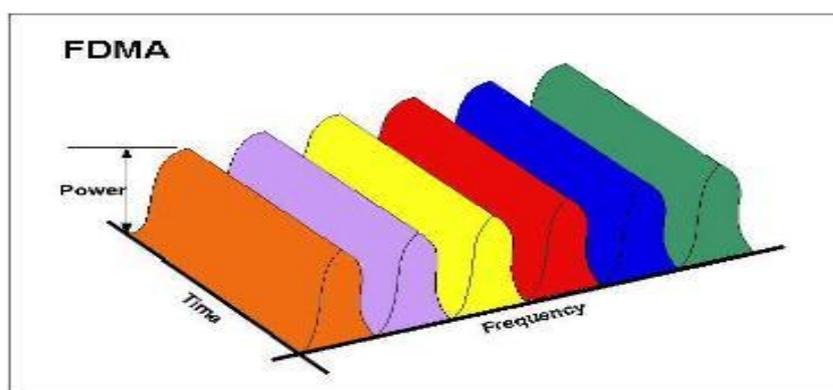


Figura 2.5 Modulación FDMA

Fuente: ryancomm.net/A_D_INFO.html

2.8.2 Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA, Time Division Multiple Access)

Es una tecnología que presta servicio digital inalámbrico, TDMA divide cada canal de frecuencia de radio (portadora) en ranuras (Slots) de tiempo y se los asigna múltiples usuarios para que pueda acceder a la repetidora. TDMA solo concede un tiempo corto y después se traslada a otro canal.

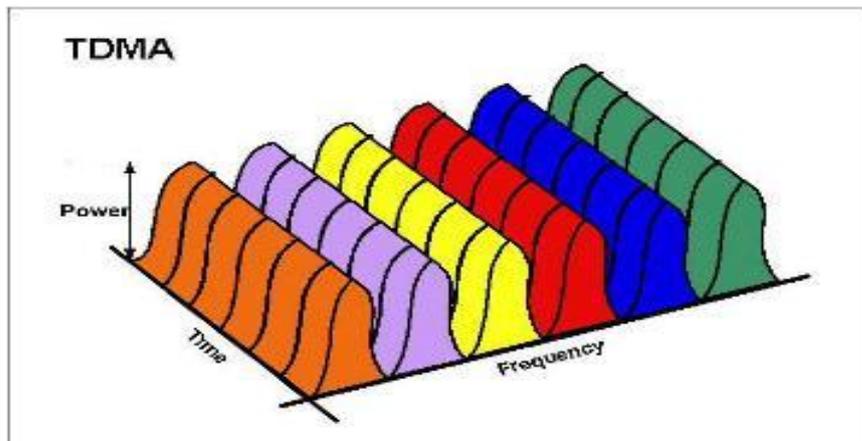


Figura 2.6 Modulación TDMA

Fuente: ryancomm.net/A_D_INFO.html

2.8.3 Acceso Múltiple por División de Código (CDMA, Code Division Multiple Access)

En esta técnica se utiliza la misma portadora de frecuencia para todos los usuarios durante todo el tiempo, Antes de transmitirla se codifica la señal mediante un código único, para que después se las puedan separar las señales a pesar de que comparten el mismo espectro en frecuencia.

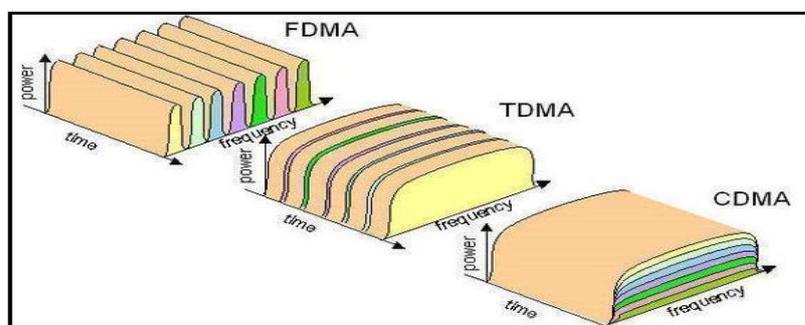


Figura 2.7 Comparación entre los diferentes métodos de modulación.

Fuente: withfriendship.com/user/kethan/code-division-multiple-access.php

2.9 Tipos de Señalización en Radios.

La señalización en las radiocomunicaciones es poner un tono sobre la onda portadora de información el cual va a ser decodificado por el Receptor. La señalización es para cumplir múltiples objetivos sobre la onda portadora. Existen varios tipos de señalización como:

CTSS

Es un tono que se crea en el transmisor y la cual el receptor la decodifica. Este tono que es transmitido junto a la portadora de información tiene un tono Sub-audible. Este tono Sub-audible estará presente durante la transmisión, es decir al transmitirse la voz, o al modular (PPT, "Push to Talk").

Una de las aplicaciones más utilizadas para la CTSS es para las Frecuencias/Repetidoras comunales en donde se encuentran diferentes usuarios compartiendo una misma frecuencia o repetidora.

MDC

Este tipo de comunicación se la conoce comúnmente como señalización MDC-1200, el cual es digital y utiliza la técnica de modulación (AFSK, Audio Frequency Shift Keying). Los datos son enviados a la radio mediante ráfagas en su canal de voz. MDC-1200 utiliza 1200 baudios de tipos de datos.

La señalización MDC tiene múltiples características que son programables como botón de emergencia, radio control, ID de las radios y llamadas selectivas.

DTMF

Es una señalización de 2 tonos simultáneos la cual es enviada y receptada por un circuito decodificador este tipo de señalización. Su uso destacado es para poder conectar una red PTSN con las radios y para poder enviar señales de control hacia otros dispositivos.

2.10 Ruido en el Espacio Libre.

El ruido en todo sistema de comunicación en especial en las de radiocomunicaciones es un problema grave, el ruido parasito afecta más a los sistemas análogos que a los digitales, ya que su modulación es en Amplitud (AM), en cambio en frecuencia modulada (FM) afecta menos porque la amplitud de la onda están limitada mediante circuitos especiales. Entonces podemos decir que el ruido es la perturbación de la señal enviada en su forma de onda en el tiempo.

Tabla 2.2 *Ruido en el espacio libre.*

d(km)	f(MHz)									
	150	450	900	1500	2400	3400	8000	15000	26000	38000
5	90.00	99.54	105.56	110.00	114.08	117.11	124.54	130.00	134.78	138.08
10	96.02	105.56	111.58	116.02	120.10	123.13	130.56	136.02	140.80	144.10
20	102.04	111.58	117.61	122.04	126.12	129.15	136.58	142.04	146.82	150.12
30	105.56	115.11	121.13	125.56	129.65	132.67	140.10	145.56	150.34	153.64
40	108.06	117.61	123.63	128.06	132.15	135.17	142.60	148.06	152.84	156.14
50	110.00	119.54	125.56	130.00	134.08	137.11	144.54	150.00	154.78	158.08
60	111.58	121.13	127.15	136.97	141.77	145.22	153.29	159.05	164.04	167.81
70	112.92	122.47	128.49	137.08	141.86	145.31	153.30	159.06	164.05	167.81
80	114.08	123.63	129.65	137.17	141.95	145.38	153.31	159.06	164.05	167.81
90	115.11	124.65	130.67	137.24	142.02	145.45	153.31	159.07	164.05	167.81
100	116.02	125.56	131.58	137.31	142.08	145.51	153.32	159.07	164.06	167.81

Fuente: [Repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/10262](https://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/10262).

2.11 Componentes Básicos para un enlace de Radiocomunicaciones.

Antena

Genéricamente se conoce a las antenas como un dispositivo (conductor) que puede enviar y recibir señales en el espectro electromagnético, la cobertura de la antena depende de la ubicación y de la línea de vista de la misma, además, que el equipo que envíe la señal tenga una potencia adecuada de acuerdo a lo señalado por los organismos internacionales, los elementos de las antenas son muy importantes, dependiendo de los dipolos la antena es más robusta, existen antenas de radios para radios repetidoras, móviles y portátiles. En las antenas para radios móviles y portátiles varían los tamaños de la antena de acuerdo al rango de frecuencia en la que van a operar.

Las antenas Yagi sirven también en las radiocomunicaciones, las antenas Yagi son muy utilizadas como antena para TV.

Repetidoras

Es un dispositivo analógico o digital que amplifica, retemporiza una señal de entrada para su transmisión mediante la antena que se encuentra en una torre la cual con su línea de vista entregará una cobertura. En la actualidad se usan repetidoras analógicas y digitales o mixtas. Las repetidoras analógicas son la unión de dos radios móviles, la cual están configuradas una radio como Tx y otra Radio como Rx, y trabajan con un panel de tono que cumple la función de crear un poderoso sistema de repetidor. En la actualidad hay repetidoras digitales que ya vienen todo incluido y pueden trabajar de forma analógica, digital o mixta.

Duplexor

Son filtros eléctricos de cavidad hueca que permiten transmitir y recibir con una misma antena al mismo tiempo y rechaza señales no deseadas, estos duplexores se calibran de acuerdo a la frecuencia que van a trabajar tanto en Tx como en Rx, se crean duplexores de acuerdo a la separación de megas que hay entre las frecuencia que van a trabajar y se calibra en el mismo duplexores el rechazo que como ya habíamos indicado se encarga de rechazar la señales no deseadas. Estos duplexores se conectan entre la repetidora y la antena.

Cable o Líneas de Transmisión

El cable o Líneas de Transmisión es el que se utiliza para conectar una repetidora al a antena es coaxial de radios, según la experiencia se dice que pasado los 30 mts de cable se utiliza el cable tipo Heliac ya que tiene mayor duración son de mejor calidad y reducirá en futuro el costo de mantenimiento esto se viene aplicando desde mediados del 2013.

Se recomienda que el cable coaxial sea de óptima calidad, de 50 ohmios de impedancia, de preferencia RG-58U o RG-8U americano, lo que proporciona que exista una buena transferencia máxima de energía entre el radio y la antena.

Radios Portátiles o Móviles.

Son los transceptores que reciben y envían las señales eléctricas a la antena. Existen dos tipos de radios las portátiles que son como su nombre lo indica portátil q cuenta con una batería y antena incorporada y los radios móviles que son para

estaciones base o para ser instalados en autos, el cual necesita de una fuente de poder y una antena aparte para su funcionamiento.

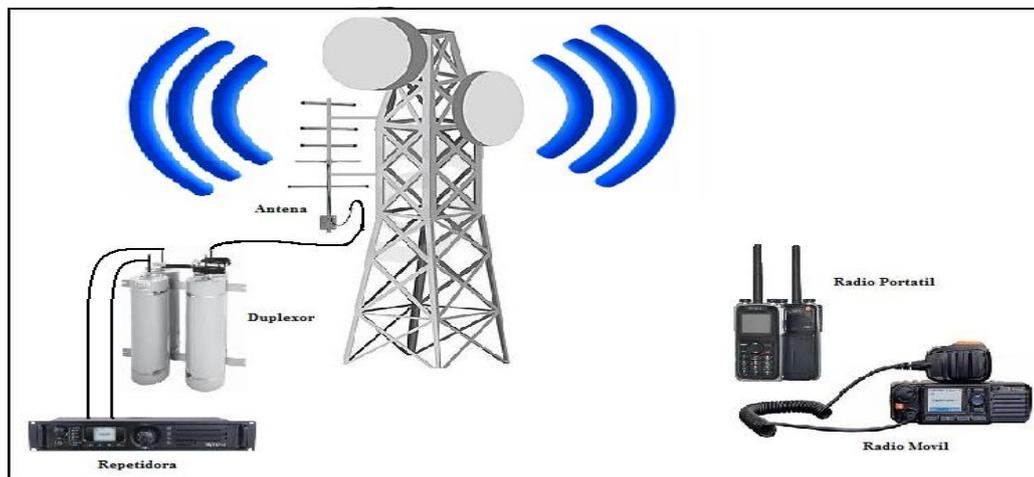


Figura 2.8 Componentes de un sistema de comunicación de radios.

Fuente: Propia.

2.12 Fuente de Alimentación.

Previamente se ha hablado de los componentes básicos para una radiocomunicación, pero este sistema de comunicación necesita una fuente de alimentación. Las fuentes de alimentación son necesarias para encender los radios de comunicación.

Las radios utilizan fuentes de 110 VAC y 12VDC, Las radio portátiles utilizan Baterías de 12 voltios de corriente directa, Mientras que las radios Móviles y Repetidoras utilizan Fuentes de alimentación de 110 voltios de corriente alterna a 12 voltios de corriente directa. En la conexión de la radio (Móvil y Repetidora) se debe tener presente las polaridades del cable, usualmente cable rojo para positivo y negro para negativo.

Existen radios móviles y repetidoras que trabajan directamente con 110 VAC pero en la actualidad la mayoría de estas radios móviles y repetidoras utilizan fuentes de 110 VAC a 12 VDC la cual va conectada a una red local o una interconexión eléctrica.

En lugares de difícil acceso es casi imposible encontrar que el tendido eléctrico este sobre esa zona para esa ocasiones se utilizan los Paneles Solares la cual está basada en celdas fotovoltaicas, esta opción es económica y fácil de instalar y de mantenimiento mínimo. La función de un panel solar es captar la luz solar y convertirla en energía eléctrica la cual es acumulada en baterías.

Los paneles solares deben estar posicionados en un ángulo de 45 grados de cara al sol para poder explotar los máximo posible las radiaciones solares.

2.13 Sistema de Protección.

En los sistemas de radiocomunicación es muy importante proteger los equipos con un sistema de protección, estos sistemas protegen los módulos solares y todo el sistema de descargas eléctricas, para poder realizar esto se debe conectar un sistema de polo a tierra.

El polo a tierra consiste en adquirir un cable de tipo 8 o 10 y conectarlo en un extremo al sistema (Modulo Solar) y el otro extremo a una varilla de 1.7 metros de longitud, el cual debe estar bien enterrado en una superficie que mantenga una humedad permanente.

CAPITULO 3:

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA TECNOLOGÍA DMR.

3.1 Introducción de la Tecnología DMR.

DMR (Digital Mobile Radio) es el estándar Para comunicaciones de transceptores móviles digitales específica para los usuarios de transceptores móviles profesionales (PMR, Professional Mobile Radio), publicada por el ETSI (European Telecommunications Standards Institute) en el 2005; DMR está específicamente dirigido a los sistemas PMR analógicos y está diseñado para ofrecer servicios de voz digital, datos y otros servicios complementarios de una manera sencilla y económica, y para satisfacer los futuros requisitos reglamentarios de canalización a 6.25kHz o su equivalencia. (DMR Association)



Figura 3.1 Compatibilidad del espectro de guarda con los Antiguos Sistemas Análogos.

Fuente: *DMR Association/dmrassociation.org/*

Este estándar fue diseñada para operar en las bandas de frecuencia que se usan globalmente para móviles terrestres autorizadas que es la de 12.5 Khz de espaciamiento de canales. DMR ofrece servicios de voz, datos y otros servicios complementarios como GPS. DMR cumple con las normas regulatorias y especificaciones de radiofrecuencia vigentes, lo cual hace que no haya ningún tipo de problema de comunicación entre un sistema DMR con un sistema antiguo PMR, existe una interoperabilidad entre ellas.

El protocolo DMR cubre 3 modos de funcionamiento (DMR Association)

- Tier I (Nivel 1) sin licencia de más bajo costo.
- Tier II (Nivel 2) convencionales con licencia.
- Tier III (Nivel 3) normales con licencia (Trunking),

En la práctica, la aplicación comercial se limita a las categorías del Nivel 1 y Nivel 2 con licencia. (DMR Association)

3.2 La Asociación DMR.

- La Asociación DMR fue creada para impulsar el crecimiento mundial del mercado de radio comunicaciones digitales.
- En esta asociación, están integrados los principales fabricantes para desarrollar y promover soluciones digitales accesibles, interoperables e innovadoras de radio comunicaciones digitales.

- DMR MOU (Memorándum de entendimiento) – Su Propósito:
 - Garantizar la interoperabilidad de múltiples proveedores
 - Unidad de conocimiento del mercado Digital
 - Establecer acuerdos sobre las tecnologías y estándares del futuro

3.2.1 Integrantes de la Asociación DMR.

Los integrantes de la asociación DMR son los principales fabricantes, desarrolladores de la misma como por ejemplo:

Figura 3.2 Integrantes de la asociación DMR

Fuente: DMR Association/dmrassociation.org/

3.3 Arquitectura del Protocolo DMR.

La tecnología DMR define una pila de protocolo que contiene 3 capas en las cuales se define y especifica la interfaces que hay entre ellas. Su estructura se basa en capas genéricas para especificar la comunicación. (ERM, System, & Part 2: DMR Voice, 2007)

- La primera Capa es la Física (PL). (ERM, System, & Part 2: DMR Voice, 2007)
- La segunda Capa es la de Enlace de Datos (DLL). (ERM, System, & Part 2: DMR Voice, 2007)
- La tercera Capa es la de Control de Llamadas (CCL). (ERM, System, & Part 2: DMR Voice, 2007)

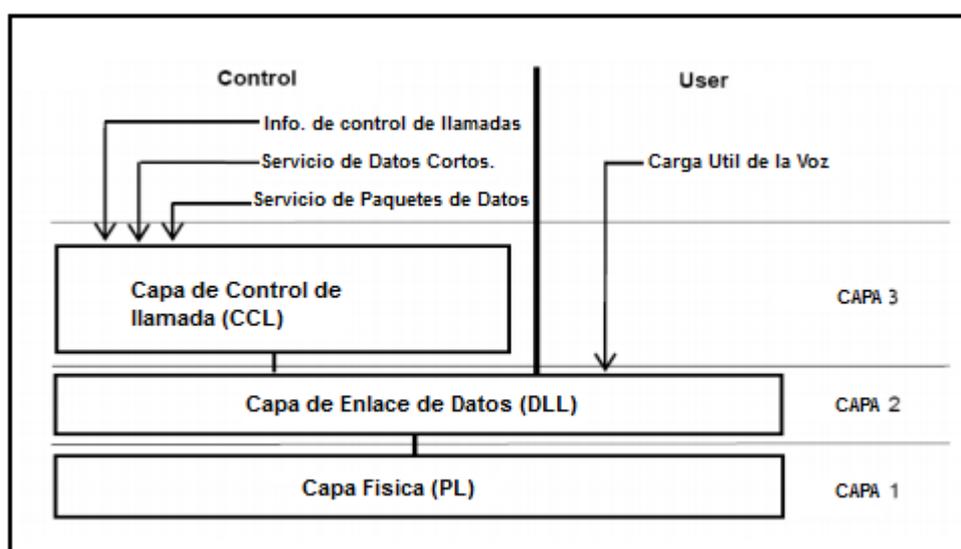


Figura 3.3 Modelo de capa de la norma DMR.

Fuente: [Etsi.org/deliver/etsi_ts/102300_102399/10236102/01.02.06_60/ts_10236102v010206p.pdf](https://etsi.org/deliver/etsi_ts/102300_102399/10236102/01.02.06_60/ts_10236102v010206p.pdf)

Capa Física

Es la encargada de todas las conexiones física que se suscitan entre la computadora y la Red. Por medio físico nos referimos al cableado que son los cables coaxiales, fibra óptica, par trenzado y otros tipos de cable. También se pueden conectar por una conexión no física es decir inalámbrica como radio, microondas, infrarrojo, o cualquier otro medio inalámbrico. La capa física también se encarga de

la información enviada tales cuales son la modulación, codificación de señal, intensidad de corriente eléctrica, etc.) (ERM, System, & Part 2: DMR Voice, 2007)

La capa física se encarga de las transmisiones de los bits mediante cualquier medio físico ya sea cableado o inalámbrico, estas transmisiones se pueden dar de forma direccional o bidireccional. (ERM, System, & Part 2: DMR Voice, 2007)

Capa de Enlace de Datos

Esta capa se divide en dos:

- Plano Usuario: Sirve para el transporte de información tales como voz y datos. (ERM, System, & Part 2: DMR Voice, 2007)
- Plano Control: Sirve para la señalización de información tales como voz y datos. (ERM, System, & Part 2: DMR Voice, 2007)

La capa de enlace datos al contar con estos dos canales, cada canal o ranura se dedica a operar los datos, voz o señalización en diferentes tiempos entre la estación base y las radios. Estas ranuras permiten una buena transferencia de datos y un excelente control de Red. (ERM, System, & Part 2: DMR Voice, 2007)

Capa de Control de Llamadas

Esta se encuentra ubica en la parte de control de Plano la cual se encarga de todo lo relacionado con el control de llamada por ejemplo su direccionamiento, se la conoce como la entidad de servicio. (ERM, System, & Part 2: DMR Voice, 2007)

El (CCL) ofrece las siguientes funciones:

- Activación/Desactivación Estación base (BS). (ERM, System, & Part 2: DMR Voice, 2007)
- El Establecimiento y finalización de las llamadas. (ERM, System, & Part 2: DMR Voice, 2007)
- Transmisión/Recepción de llamadas individuales o de grupo. (ERM, System, & Part 2: DMR Voice, 2007)
- Direccionamiento del destino (ID de DMR). (ERM, System, & Part 2: DMR Voice, 2007)
- Anuncio de señalización. (ERM, System, & Part 2: DMR Voice, 2007)

3.4 Modos de Funcionamiento

DMR tiene 3 niveles de funcionamientos

- Tier I (Nivel 1) sin licencia de más bajo costo.
- Tier II (Nivel 2) convencionales con licencia.
- Tier III (Nivel 3) normales con licencia (Trunking),

Los niveles 2 y 3 trabajan con Acceso Múltiple por división de tiempo (TDMA) obteniendo las siguientes ventajas

- Dos comunicaciones simultáneas través de las dos ranuras en 12.5 Khz.
- Ahorros en Costos de Infraestructura.
- Privacidad en la comunicación con Tecnología Digital.

- Co-existencia con sistemas analógicos.
- Mayor Robustez
- Fácil migración de sistemas analógicos a digital – Multicanal.

En el nivel 1 se utiliza una variación de transmisión continua (FDMA, Acceso Múltiple por división de Frecuencia) la cual opera en frecuencias libres a una potencia 500mW. (DMR General System Design, 2013)

DMR nos proporciona muchas ventajas aprovechando la comunicación digital.

1. Seguridad del sitio: Se han hecho mejoras al servicio de emergencia mediante un canal de señalización de retorno, puede enviar una señal de alerta a la base, enviando todos los datos de ubicación y crear una alarma de emergencia general para todas las demás radios en las que puede interrumpir las comunicaciones que se encuentren en curso para poder informar de la emergencia que se esté suscitando. (DMR General System Design, 2013)
2. Servicios de Seguridad: Gracias a la introducción de la señal digital es más fácil poder localizar una radio mediante el GPS. En entidades como bancos que sus unidades son las que transportan dinero es más fácil tener una mayor seguridad ya que desde la base se puede rastrear por donde se encuentra su vehículo con el dinero y sabrá las coordenadas exactas del lugar que se encuentra y ayuda para poder reaccionar rápidamente ante cualquier situación anormal. (DMR General System Design, 2013)

3. Administración Local y Servicios Sociales: Se envía información de la ubicación, junto con la información del estado de la radio el cual fácilmente se acumula y se reenvía de nuevo a otros oficiales. Esto les permite una mejor capacidad de respuesta a incidentes o ayudar a los compañeros de trabajo que se encuentren en situaciones peligrosas. (DMR General System Design, 2013)
4. Utilidades: Los trabajadores en el campo pueden ser apoyados con información de mejor calidad a través de la señalización, ya que tiene dos ranuras para comunicaciones simultáneas, además de contar con sistemas de datos y poder utilizar el servicio de mensajería. (DMR General System Design, 2013)
5. Aplicaciones Específicas de Seguridad Pública: En la actualidad muchas organizaciones de seguridad pública se están trasladando a planes más sofisticados, pero algunas organizaciones con necesidades no tan complejas buscan interoperabilidad entre sus esquemas analógicos propios y sus necesidades actuales y futuras. DMR pueden proporcionarlo para su uso mediante el nivel de señalización. (DMR General System Design, 2013)

3.5 Mejoría en la Calidad de Audio y en Rango Percibido

- Claridad de audio en un área más extensa.
- Precepción de una Mayor área de cobertura.

- Eliminación de ruidos no deseados.



Figura 3.4 *Intensidad de la señal vs calidad del Audio.*

Fuente: *DMR Association/dmrassociation.org/*

3.6 Protocolo OVER-THE-AIR Del DMR.

El protocolo OVER-THE-AIR está diseñado en una ranura 30 ms con un ciclo de trabajo del 50%. En los espacios entre los bloques de transmisión, el protocolo llama a la unidad que esté recibiendo. (DMR General System Design, 2013)

Lo cual proporciona la señalización de voz en la dirección inversa, incluso durante una conversación. Este protocolo soporta dúplex, en el repetidor, transmisión simultánea, Trunking, o modos de Punto a Punto. (DMR General System Design, 2013)

3.6.1 Características del Protocolo OVER-THE-AIR

- 1) Baja latencia de señalización.
- 2) Poder hablar de manera Dúplex en caso de ser necesario, también se permite el acceso a la PSTN cuando se desee.

- 3) El canal de señalización inverso nos permite tener funcionamiento de aplicaciones durante una sesión de conversación.
- 4) Permite seleccionar canales de cortesía para evitar interferencias con las comunicaciones establecidas actualmente.
- 6) Compatibilidad con la regulación existente del PMR (Professional Mobile Radio) para licencia bandas de espectro sin necesidad de cambiarlos. Así, la planificación del espectro se puede continuar sin cambios.
- 7) Posibilidad de aplicar técnicas mejoradas de ahorro de batería.
- 8) Capacidad para transferencias de datos (con la operación de banda estrecha).

3.7 La Solución TDMA en DMR.

La solución para el DMR es un canal TDMA de 2-ranura, tanto para los canales de entrada y de salida.

En la figura 3. se muestra un diagrama de temporización entre el abonado y el equipo extremo, la cual nos enseña dos ranuras TDMA, nombrado canal 1 y canal 2, donde la señalización de entrada tiene la etiqueta "MS TX" y la señalización de salida tiene "repetidor TX". Este diagrama pretende ilustrar una serie de funciones de señalización y de relaciones de temporización. (DMR General System Design, 2013)

- Mientras activa, el canal de salida está en constante transmisión (incluso si no hay información a enviar). Cada uno de los canales de entrada no se usa si no hay

información a transmitir. El protocolo permite que las transmisiones puedan cesar en algunas circunstancias, como después de un determinado período de inactividad.

- El canal de entrada cuenta con una banda de seguridad sin usar entre ráfagas para permitir el bloqueo del sintetizador.
- Diferentes patrones de sincronización se utilizan en ráfagas de voz y ráfagas de datos para permitir que el receptor pueda diferenciarlos entre ellos. Los diferentes patrones de sincronización se utilizan para los canales de entrada y de salida para ayudar a que el receptor rechace interferencia de los Co-canal.
- Un Código de color (CC) está presente en el campo de la señalización en datos/control para poder diferenciarlos de manera sencilla en los repetidores para que no tengan interferencias entre los diferentes grupos que se crean con los códigos de colores, esto viene a ser lo que en análogo se conoce como tonos de frecuencias.
- La ubicación de las ráfagas de sincronización en el canal 1 es independiente de la ubicación de las ráfagas de sincronización en el canal 2.

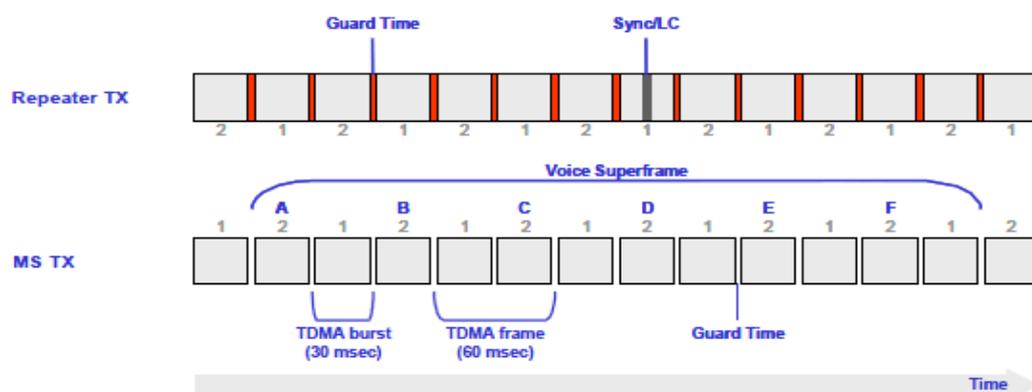


Figura 3.5 Diagrama de temporización.

Fuente: *DMR Association/dmrassociation.org/*

3.8 Ahorro de Inversión en la Infraestructura.

Con la tecnología TDMA los sistemas DMR tienen un gran ahorro de infraestructura, ya que solo necesitarían La antena, un duplexor y repetidora con las radio a comunicarse para poder armar un sistemas de radios DMR. TDMA al trabajar con dos ranuras de intervalo de tiempo su comunicación es Full Dúplex en un mismo Canal a diferencia de FDMA que necesita un repetidor para cada canal, además de un combinador y frecuencias adicionales, por lo que se produce una pérdida destacada de calidad de la señal y cobertura cuando el combinador se utiliza de este modo.

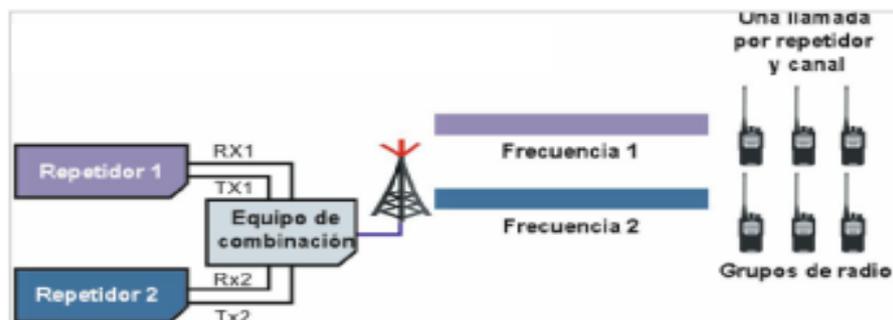


Figura 3.6 Sistema FDMA Digital o Analógico de 2 Canales

Fuente: www.rasecom.com

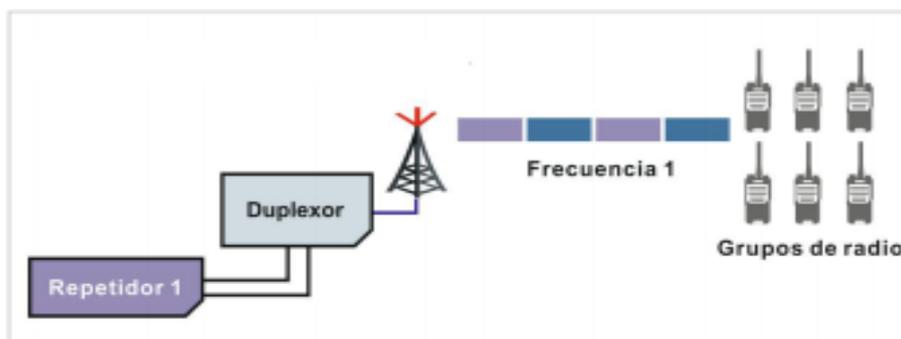


Figura 3.7 Sistema TDMA Digital de 2 Canales

Fuente: www.rasecom.com

3.9 Mayor Duración de Batería y Ahorro de Energía.

Gracias a la tecnología DMR se ha mejorado la vida útil de una batería en un 40%, Este Estándar a tomado en cuenta los problemas pasado de la duración de batería por lo cual ha sido un desafío y lo han mejorado con la tecnología DMR.

La solución se la dio con la tecnología TDMA de dos intervalos, ya que cuando se realiza una llamada esta ocupara solo un intervalo o ranura de tiempo dejando libre la otra, logrando que el transmisor utilice la mitad potencia y por ende habrá un ahorro de energía en la batería. Los intervalos o ranuras de tiempo se turnan, por lo que el transmisor utilizara la mitad de su capacidad y permanecerá pasivo una parte de su tiempo. Con esta ventaja los intervalos de carga serán más esporádicos.

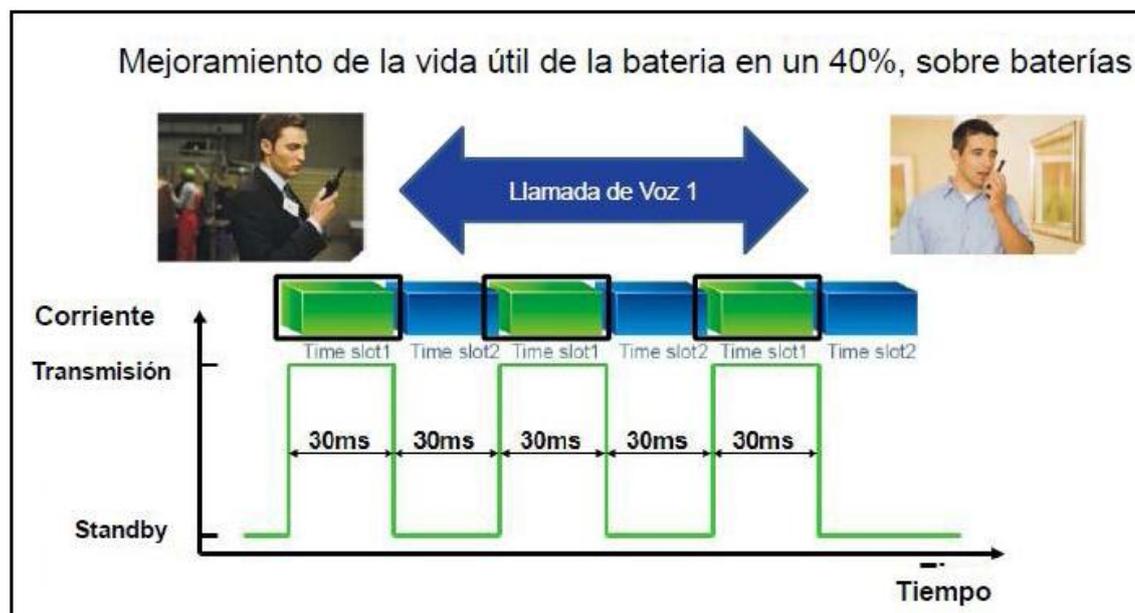


Figura 3.8 Mejora de duración de la batería con TDMA

Fuente: www.hytera.us

3.10 Cobertura Teórica del DMR.

- Existe una ranura de guarda de 1mS (Tolerancia de retardo de Propagación) entre las ranuras TDMA vecinas.
- Si el reloj del Procesador de Señal Digital (DSP, Digital Signal Processor) tiene una precisión de +/- 2 ppm, esto representa 0.5mS.
- Estos 0.5mS cuentan para el retraso de propagación.
- En 0.5mS la señal de transmisión viaja $3 \cdot 10^8$ m/s (velocidad de la luz) y se la multiplica por los 0.5mS, $3 \cdot 10^8$ m/s * 0.5mS = 150 Km.
- En la práctica, esta cobertura de “150 Km” se divide para el enlace de subida y de bajada.
- Entonces el Rango limite teórico del sistema DMR TDMA es 75Km.

3.10.1 Cobertura: Innovación en la Antena.

Gracias a los avances de la tecnología DMR los fabricantes e integrantes de la asociación de la misma, han logrado mejorar y aumentar la cobertura para las radios portátiles. Cabe Indicar que el primer fabricante en encontrar esta solución fue Hytera.

La re-ubicación de la antena lateral al medio de la radio ha mejorado significativamente la ganancia y recepción del GPS. Al ubicar la antena en el medio de las radios portátiles mejora también las operaciones del personal con el radio ya que las perillas se encuentran espaciadas y de fácil control aun cuando se utilizan guantes. En la figura 3.9 veremos la irradiación para una antena con ubicación

lateral y otra con ubicación en el medio y se apreciara que hay más radiación con antena en el medio.

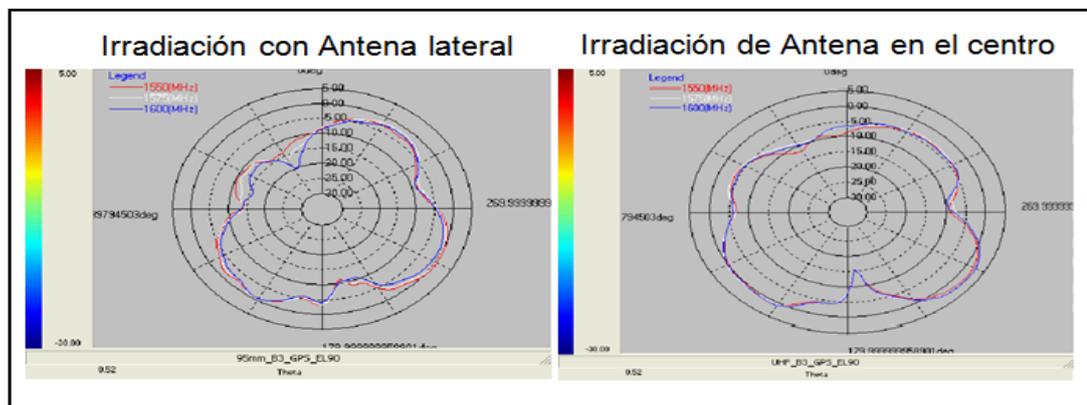


Figura 3.9 Irradiación de una antena lateral y otra en el centro.

Fuente: www.hytera.us

3.11 Seguridad: Tecnología de Cifrado.

Es un servicio de seguridad en las comunicaciones de radio que nos da el Interfaz del aire del DMR. Es una función de encriptación punto a punto para los servicios de comunicación ya sea voz y datos en una comunicación digital. Permitiendo que los dispositivos terminales tenga una privacidad en su transmisión de voz y datos. (DMR General System Design, 2013)

Su función básicamente es autenticar una estación base (repetidora) con el algoritmo RC4 (Algoritmo diseñado para sistemas de cifrado de flujo, lo utilizan en red cableadas e inalámbricas para proteger el tráfico), para hacerlo el sistema DMR envía en número aleatorio en un PDU, la estación base calcula la respuesta de ese PDU usando una clave de autenticación de 56 bits que viene ya programado ya en cada radio/repetidora del sistema DMR. De este modo la repetidora autentifica la

señal encriptada emitida por una radio o un repetidor. (DMR General System Design, 2013)

El principio es tener dos mecanismos de encriptación:

- Encriptación Básica.
- Encriptación Completa.

En estos tipos de encriptación se dan en las partes que se estén llamando. También cabe indicar que para cada marca de radios con la tecnología DMR tiene su propia encriptación y por lo tanto no se puede trabajar con funciones de cifrado de otras marcas de radio que no sean las mismas que se estén comunicando. (DMR Conventional Series Encryption, 2011)

3.11.1 Encriptación Básica.

La encriptación básica protege la información (voz y datos) de espionaje impensado. En este tipo de encriptación se puede configurar la combinación de 40 bits, 128 bits y 256 bits. Este tipo de encriptación usa un algoritmo matemático simple. Esta encriptación no es completa, sin embargo tiene combinación de 256 bits que lo hacen seguro con su algoritmo matemático simple. Esto va dirigido para empresas no tan grandes y que deseen una seguridad buena más no compleja. (DMR Conventional Series Encryption, 2011)

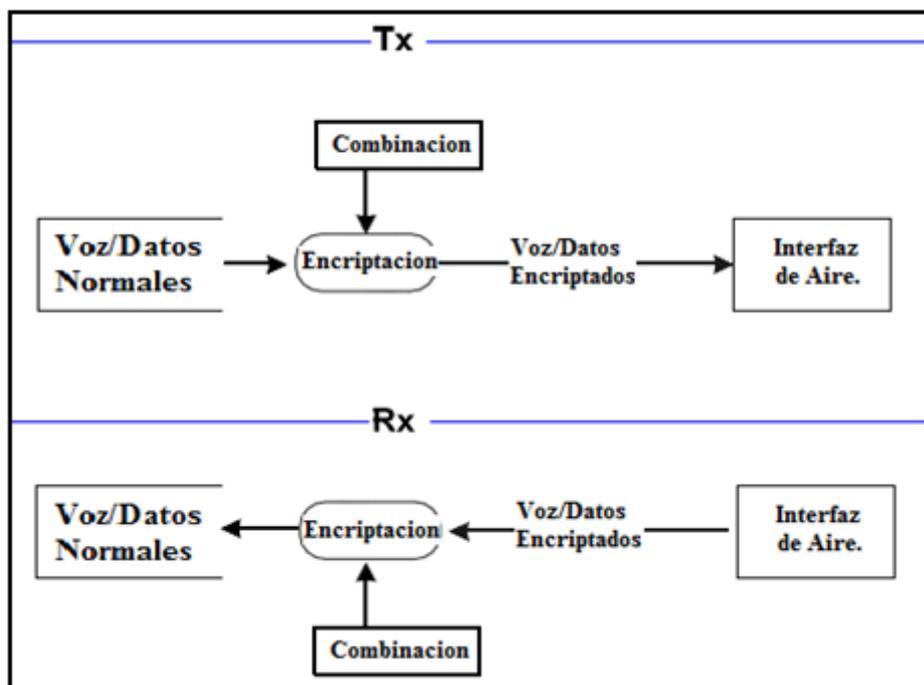


Figura 3.10 *Diagrama de Flujo de Encriptación Básica.*

Fuente: www.hytera.us

3.11.2 Encriptación Completa

La encriptación Completa protege la información (voz y datos) usando algoritmos de cifrado. En este tipo de encriptación se puede configurar la combinación de 40 bits, 128 bits y 256 bits. Para la combinación de 40 bits se trabaja con el algoritmo ARC4 para crear un flujo para la voz y datos. Para la combinación de 128 y 256 bits trabaja con un Estándar avanzado de encriptación (AES, Advance Encryption Standard) el cual provee distintas combinaciones para la súper trama de voz y datos, haciendo indescifrable para los atacantes. (DMR Conventional Series Encryption, 2011)

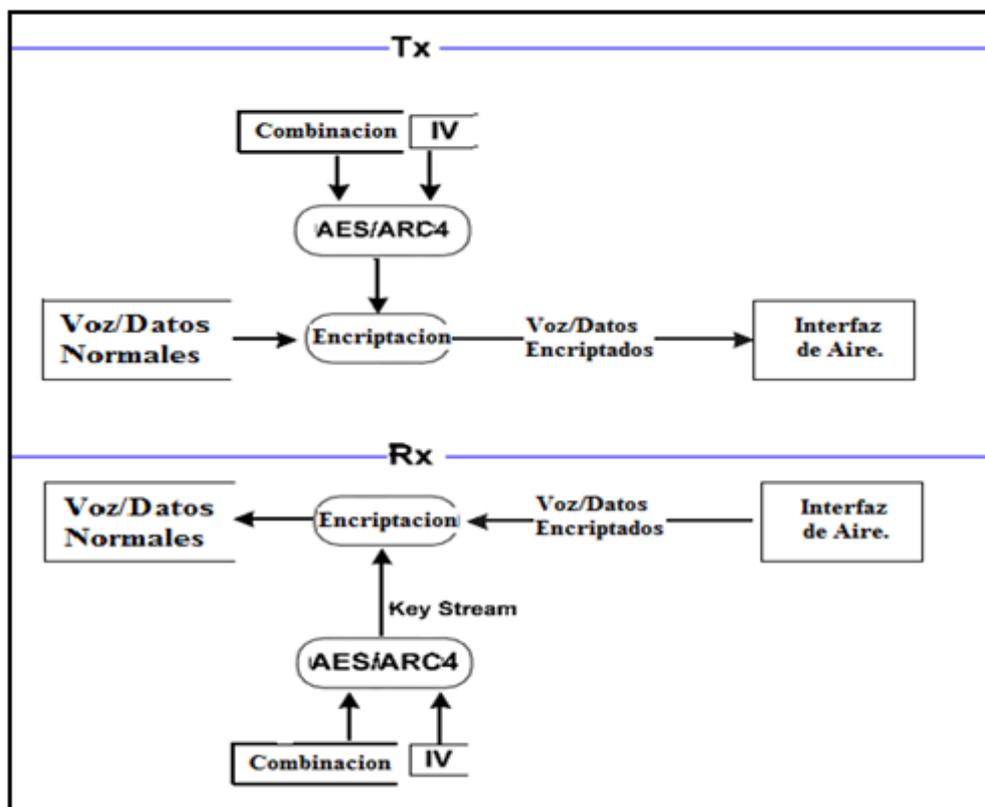


Figura 3.11 Diagrama de Flujo de Encriptación Completa.

Fuente: www.hytera.us

CAPITULO 4

LOS SERVICIOS DMR (DIGITAL MOBIL RADIO).

4.1 Vista Universal de los Servicios DMR.

Ya conociendo las principales características sobre la tecnología DMR (Digital Mobil Radio) se revisara en este capítulo detalladamente los servicios que presta la tecnología DMR. Se conoce que los servicios DMR cuentan con 3 niveles, estos niveles obedecen a la conformación de las telecomunicaciones que son los servicios portadores, los tele-servicios y servicios suplementarios. (DMR General System Design, 2013)

- **Servicios Portadores:** Son los servicios de telecomunicaciones que pueden enviar y recibir información entre usuarios de una misma o diferente Red, Voz, Datos y Videos. (DMR General System Design, 2013)
- **Tele-Servicios:** Es un tipo de servicio de telecomunicación de una capacidad completa, esto quiere decir que consta con equipos terminales entre los usuarios. (DMR General System Design, 2013)
- **Servicios Complementarios:** Los servicios Complementarios van de la mano con los servicios portadores y Tele-servicios, porque si los servicios complementarios son modificado también se modifican estos dos servicios, ya que al usuario no se le puede ofrecer un servicio que no mejore o tenga cambios, ejemplo La telemetría y GPS en el sistema DMR. (DMR General System Design, 2013)

Todos estos servicios trabajan con las características y el procedimiento de un Red, que con el sistema DMR proveen un trabajo de Red eficiente.

4.2 Servicios de Voz.

DMR ofrece diferente tipos de servicios de voz para Radio, que en la antigüedad en los sistemas análogos solo existía una sola manera de poder comunicarse, el cual era de radio a radio, cabe indicar que estos servicios de voz de la tecnología DMR funciona de manera digital y análoga, es decir es interoperable con radios análogas. Estos diferentes servicios de voz son programables en las radios y solo con el programa de cada marca de radio se las puede configurar.

4.2.1 Servicios de Llamadas Individuales.

Es un servicio de llamada mediante dos específicos radios, en el cual solo esos dos radios podrán intercomunicarse sin que un tercero de la misma red pueda escucharlos. El funcionamiento es sencillo, en las configuraciones de las radios que cuentan con la Tecnología DMR se elige el I.D o el número de identificación de la radio con la que se quiere comunicar y se selecciona Call teniendo presionado el botón PTT (Push to Talk/Presione para Hablar).

4.2.2 Servicios de Llamadas A Grupos

La tecnología DMR tiene la posibilidad de tener diferentes grupos en una misma radio, por lo cual la base o cualquier radio portátil puede realizar una llamada de grupo en la cual todas las radios que conforman ese grupo seleccionado escucharán

el mensaje emitido por la radio base o portátil, EL funcionamiento es similar a la de llamadas de individuales, solo cambia que este servicio viene por default en la radios y depende en que grupo se encuentre la radio que va emitir para poder enviar el mensaje al grupo.

4.2.3 Modo de Servicio de Canal de Voz Abierto.

Este servicio fue planificado principalmente para monitoreo, esta opción es configurada en el radio. Este tipo de servicio abre el micrófono de la radio seleccionada por un lapso de tiempo determinado para poder monitorear el personal que se encuentra con la radio. Esta opción además de monitoreo es utilizada en situación de emergencia cuando el usuario de la radio no pueda comunicarse, la base puede hacer uso de esta opción.

Este sistema de Modo de servicios de canal de Voz Abierto tiene sus limitaciones

- NO puede escuchar a todo el grupo de trabajo, individuales en una sola llamada (CALL) es decir al mismo tiempo
- No puede escuchar una comunicación Full-Dúplex.
- No puede escuchar otro tipo de comunicación que trabaje con el radio como las conexiones a la PSTN, PABX.

4.2.4 Todo el Servicio de Llamada de Voz

Este servicio provee una sola manera de llamada, de cualquiera usuario al todo el sistema, es decir a todos los canales configurado en grupos de radios. Este sistema no tiene un tiempo determinado llamada. La llamada empieza y termina cuando el radio

termine la transmisión y durante este tiempo ninguna otra radio puede accionar el botón para transmitir para tratar de hablar y esto beneficia que el mensaje del emisor sea escuchado sin ninguna interrupción ya que minimiza las colisiones de múltiples mensajes que en ese momento desean responder.

4.2.5 Servicio de Llamada de Difusión de Voz.

Este servicio provee una sola manera de llamada, de cualquiera usuario al todo el sistema, es decir a todos los grupos de radios que se encuentren configurada en la base. Este sistema no tiene un tiempo determinado llamada. La llamada empieza y termina cuando el radio termine la transmisión y durante este tiempo ninguna otra radio puede accionar el botón para transmitir para tratar de hablar y esto beneficia que el mensaje del emisor sea escuchado sin ninguna interrupción ya que minimiza las colisiones de múltiples mensajes que en ese momento desean responder.

4.3 Servicios de Datos.

Los Servicios de datos que soporta el estándar DMR van en relación con sus Niveles. Para el Nivel I y II Utiliza Protocolo de transferencia de datos (PDP, Packet Data Protocol) para envío de datos cortos o de datos confirmado o no confirmados, Para el nivel III es capaz de utilizar PDP para datos confirmado y no confirmados en el canal de la carga útil, pero en el nivel III para servicio troncalizado tiene su propio servicios de datos propios en el canal de control. (ETSI Protocolo Data, 2007)

4.3.1 Servicios Complementarios.

La tecnología DMR además de dar múltiples funciones para los servicios de Voz también los da para los servicios de Datos, En la actualidad comúnmente se piensa que datos en Radiocomunicaciones es la capacidad de poder enviar y recibir mensajes de textos, pero va mucho más allá que eso. Nos ofrecen servicios de telemetría, Itinerancia (Roaming) y Bluetooth. Las diferentes marcas fabricantes que trabajan con la tecnología DMR se encargan de investigar y de desarrollar más funciones explotando la tecnología DMR e ir más allá que mensajes de texto entre radios.

Telemetría.

La telemetría es una tecnología que nos permite enviar informaciones de las medidas de magnitudes física o cualquier otro tipo de datos. El envío es a distancia y se hace mediante sensores que son digitales.

Como se explica, es el envío de cualquier tipo de datos como por ejemplo se programan por comandos una función hacia las radios por medio de telecontrol, esto quiere decir que con un botón nosotros al presionarlo indicaremos a la Radio Base un estado como por ejemplo algún tipo de alarma o de información del estado de la batería. Esto se lo programan en los pines de salida de cada radio.

Itinerancia (Roaming)

La Itinerancia o Roaming como mas se lo conoce. La Itinerancia es poder hacer circular información/Datos sobre otras redes, puede ser regional, nacional o internacional.

Como por ejemplo la Itinerancia en radios es poder comunicarse con todas las repetidoras programadas al salir de la cobertura de una para no perder comunicación en zona donde la cobertura de una repetidora no llega o es mínima. La Itinerancia puede ser de forma Manual o automática. La ventaja de la forma Automática es que no se debe estar atento cuando se pierde la cobertura de esa repetidora y en ese momento activar la Itinerancia la desventaja que al estar encendido la Itinerancia la batería del radio durara menos porque el radio utiliza potencia al enviar y recibir de datos si es que está saliendo de esa cobertura.

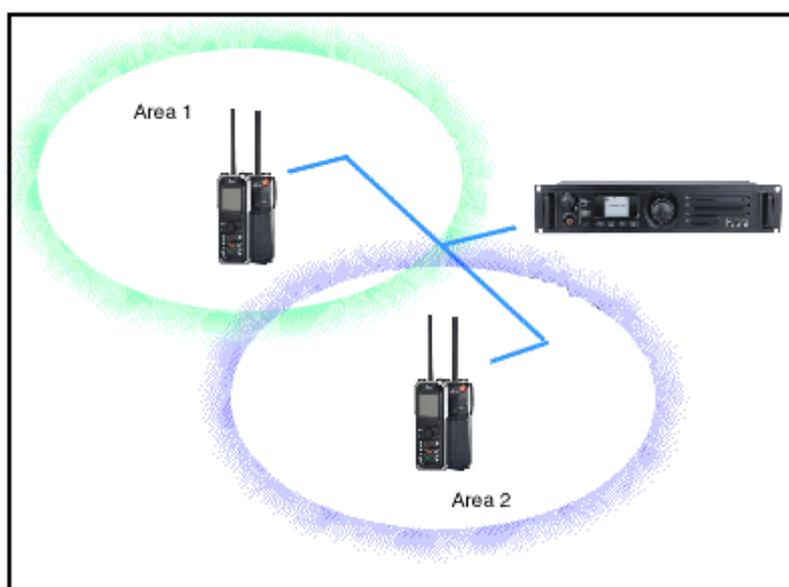


Figura 4.1 *Itinerancia o Roaming entre Radios.*

Fuente: *Propia.*

Bluetooth

Esta Opción de Comunicación en las radiocomunicaciones es nueva en el mercado gracias al desarrollo de los fabricantes de radio y por tanto no hay muchos modelos de radios con esta opción. El Bluetooth es un tipo de tecnología inalámbrica para transmisión de datos entre distancias cortas (10 metros).

La utilización en las radios de este tipo de comunicación es para poder tener conexión entre la radio y sus accesorios como “Manos libres” dentro de un área de 10 metros de forma inalámbrica pero otras de sus funciones más utilizadas es para su programación, es decir evitar de conectar el cable de la radio a la PC, de esta manera es más sencilla y se evita inconveniente por pérdida de cable o que el mismo este en mal estado. En la actualidad se han desarrollado radios que puede estar bajo 1 metro de agua sin inconveniente con la opción del Bluetooth se podrá gozar de una comunicación inalámbrica y evitar los cables.

4.4 Protocolo de Paquetes de Datos (PDP, Packet Data Protocol).

El protocolo PDP describe el procedimiento de transferencia de datos es decir, PDP ofrece conexión de paquetes de datos entre el terminal y la red para intercambiar paquetes IP, El uso de estas conexiones de paquetes de datos está restringido a los servicios específicos. Estos servicios pueden acceder a través de los llamados puntos de acceso. El protocolo PDP definido para DMR contiene procedimiento y señalización para uno o más paquetes de datos para su el procedimiento de la transmisión. (ETSI Protocolo Data, 2007)

PDP soporta los siguientes servicios de datos:

- IP (Protocolo de Internet)
- Servicios de Datos Cortos, como datos definidos, estados de los datos.

4.5 IP sobre PDP en DMR.

El estándar DMR soporta los siguientes protocolos de capa de red:

- IPv4
- IPv6

La conexión en IPv4 se mediante entrega de datagramas entre dos puntos de acceso de servicios en el cual se utiliza por protocolos Host-to-Host (Cliente a cliente) que son los TCP y UDP. (ETSI Protocolo Data, 2007)

- TCP (Transmission Control Protocol), servicio de transferencia de datos orientado a la conexión.
- UDP (User Datagrama Protocol), servicio de transferencia de datos no orientado a la conexión.

IPv4 pide al Air Interface que lleve los datagramas IP del protocolo PDP mediante el aire. (ETSI Protocolo Data, 2007)

Comúnmente para direccionar IP utilizan una tabla de mapeo para una dirección DMR De 24 bits para una dirección IP de 32 bits, Cada entidad DMR tiene una tabla en las que almacena las coincidencia entre la dirección DMR y la Dirección IP, esta tabla puede ser estática o se puede actualizar mediante el mecanismo de protocolo

de resolución de direcciones (ARP, Address Resolution Protocol). (ETSI Protocolo Data, 2007)

La transferencia de paquetes para IPv6 para ser transportado los PDP del DMR es adaptando los paquetes al IPv4.

Para poder transportar los paquetes IPv6 a través del PDP (protocolo de datos de paquetes) DMR utiliza dos estrategias posibles:

- Asignar el paquete IPv6 directamente en un servicio portador (confirmados o no confirmados de datos);
- Transportar el paquete IPv6 utilizando una de las técnicas de túneles IPv6 sobre IPv4. (ETSI Protocolo Data, 2007)

4.6 Red Troncalizada en DMR.

El sistema DMR Trunking fue desarrollado en base al estándar DMR, el cual su infraestructura está fundamentado en sistemas IP troncalizado, el cual se realizo para poder ampliar las necesidades de administración de situación criticas en diversas zonas geográficas en la voz y despacho. El sistema DMR Trunking es un sistema abierto que tiende a actualizarse y desarrollarse en infraestructura para los usuarios en este caso de emergencia del Banco Cooperativa Nacional de Guayaquil.

El DMR Trunking tiene opción para trabajar un sitio, multi-sitios con opción a la interfaz de IP. Para un trabajo de un solo sitio las repetidoras trabajan mediante solo la cobertura que puede dar su antena en multi-sitios trabaja con IP para poder conectar mediante la red entre dos sitios geográficos distantes o de difícil acceso para poder hacer un enlace punto a punto

Resumiendo DMR Trunking es una técnica de comunicación donde cualquier unidad de radio puede comunicarse con uno o más unidades de radio utilizando un protocolo de trunking y todos los radios dentro de ese sistema estarán bajo el control de una red.

4.6.1 Un Solo Sitio/Multi-Sitio.

Muchas de las operaciones como la selección del canal físico de la radio son automatizadas por estos protocolos

- Una Red Troncalizada de un solo sitio se caracteriza por muchas estaciones base comunicada con una sola estación Troncalizada.
- Una Red Troncalizada Multi-sitios se caracteriza por mucha estaciones base comunicada con múltiples estaciones Troncalizadas.

Una Estación Troncalizada está compuesta por más de un canal de radio, cada estación troncalizada está compuesta por una o dos controles de canales, el cuales estos dos pueden estar configurado como un canal físico o como dos canales físicos. El DMR Trunking funciona en el Nivel III (Tier III).

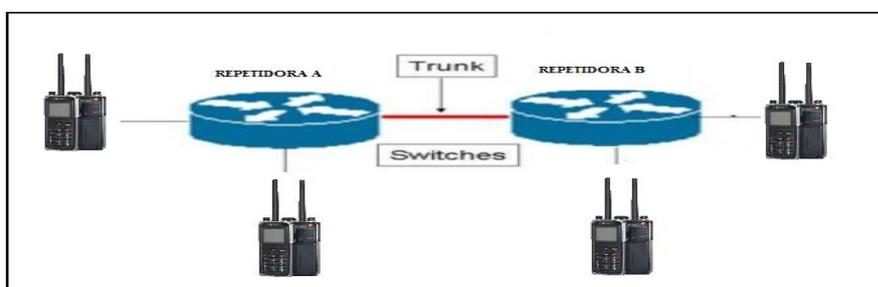


Figura 4.2 Red Troncalizada Multi-Sitio

Fuente: Propia.

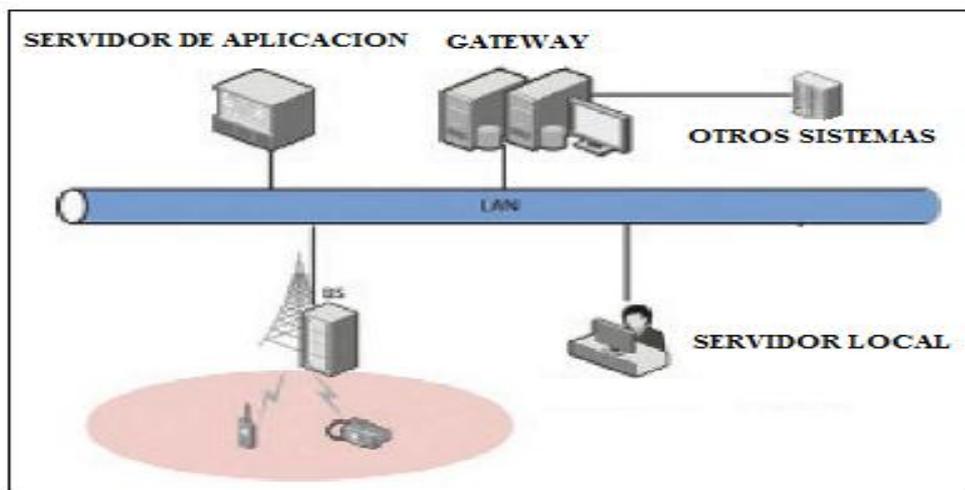


Figura 4.3 Red Troncalizada de un Solo Sitio.

Fuente: *Propia*.

4.7 Plan de Marcado y Numeración en la Tecnología DMR.

La tecnología DMR para sistemas de radiocomunicaciones ha implementado la opción para que esos sistemas en sus repetidoras se puedan conectar a la PTSN y lograr tener una comunicación entre la PTSN y una radio DMR.

La realización de esta ampliación de servicios a la radio depende de los desarrolladores de cada marca de radios DMR. En la cual la comunicación entre la Repetidora y la PTSN debe ser punto a punto. Los fabricantes se deben regir a la recomendación de la ETSI TS 102 361-2, anexo C.

EL anexo C propone a los fabricantes que las comunicaciones entre las estaciones bases utilicen el teclado de la CCITT el cual tiene una numeración “0” al “9” y teclas “*” y “#”, como se muestra en la figura 4.3. Sin embargo el fabricante puede proponer su propio teclado. (ERM, System, & Part 2: DMR Voice, 2007)

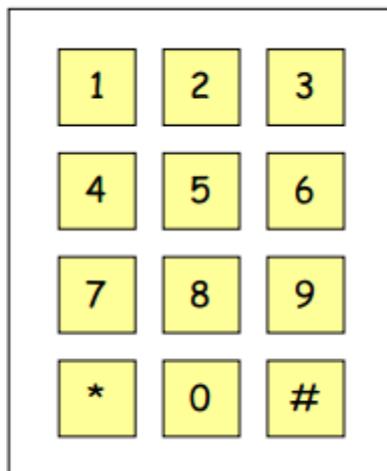


Figura 4.4 Estructura del Teclado de la CCITT.

Fuente: [Etsi.org/deliver/etsi_ts/102300_102399/10236102/01.02.06_60/ts_10236102v010206p.pdf](https://etsi.org/deliver/etsi_ts/102300_102399/10236102/01.02.06_60/ts_10236102v010206p.pdf)

Se realizo este plan:

- Para que no haya problema en la dirección destino, ya que todos trabajarían sobre una misma base.
- Para poder permitir marcados rápidos que son utilizados regularmente por los usuarios.
- Para poder especificar a la estación base que acción tomar, como por ejemplo algún marcado rápido que le diga a la red que por el momento no está aceptando llamadas.
- Para que permita a la estación base poder mostrar su propia dirección y grupos de llamados. (ERM, System, & Part 2: DMR Voice, 2007)

Los dígitos marcados representan una dirección de destino el cual usa el interfaz del aire el cual está sujeto a protocolos y algoritmos que se los puede encontrar en TS

102 361-2 [i.2], anexo C, como se muestra en la figura 4.4 (ERM, System, & Part 2: DMR Voice, 2007)

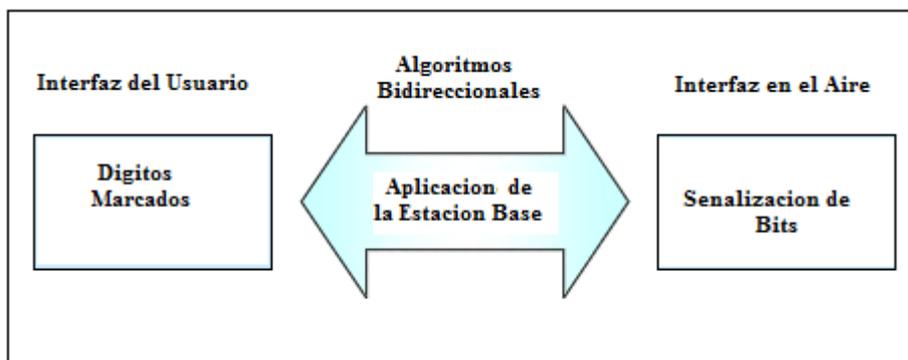


Figura 4.5 Estructura de una digitación.

Fuente: [Etsi.org/deliver/etsi_ts/102300_102399/10236102/01.02.06_60/ts_10236102v010206p.pdf](https://etsi.org/deliver/etsi_ts/102300_102399/10236102/01.02.06_60/ts_10236102v010206p.pdf)

4.8 Sistema de Despacho DMR.

El Sistema de despacho es un software que cada marca de radio con tecnología DMR como Motorola, Hytera posee. El cual proporciona una implementación y una comunicación remotas y eficaces a los clientes para optimizar la administración como por ejemplo servicio GPS, Telemetría y Mensajería.

Para poder explicar bien su funcionamiento y funciones específicas, se ha seleccionado el sistema de despacho de la marca Hytera llamado Smart Dispatch. Se ha seleccionado este software de la marca Hytera porque hasta el momento es el sistema más vanguardista realizado a nivel de radiocomunicaciones DMR. Ya que contiene funcionalidades únicas y desarrolladas por la Fabrica Hytera. Estos sistemas de despacho no son gratuitos, dependiendo de la marca y sus funcionalidades varían los precios que están alrededor de \$5000.00, cabe indicar que a los distribuidores se

le pueden pedir versiones de prueba que duran por lo menos 3 meses y tienen un número de usuarios (radios) mínimo para su uso, Esto se lo realiza para que el usuario pruebe sus funcionalidades y se decida en la inversión.



Figura 4.6 *Sistema de Despacho.*

Fuente: <http://www.skycom.co.nz/vdb/image/i563>

4.9 Smart Dispatch.

Como se explico en el literal anterior, El Smart Dispatch es un sistema de despacho capaz de proporcionar una implementación y una comunicación remotas y eficaces a los clientes para optimizar la administración como por ejemplo servicio GPS, Telemetría y Mensajería.

El sistema Smart Dispatch fue diseñado en una estructura Costo/Seguridad para tener una mayor facilidad y flexibilidad para poder implementarla. Además de tener servicios GPS, Telemetría trabaja con VoIP para que los usuarios puedan crear un centro de control centralizado con la finalidad de que tenga la posibilidad de poder administrar todas sus radios en el campo de trabajo.

Existen actualmente dos tipos de Smart Dispatch que están relacionado en función del tamaño del sistema.

- Smart Dispatch Lite: Es una versión recortada de la Premium la cual admite comunicación unidireccional con hasta 4 canales de voz que son 2 canales de voz y 2 canales de datos.
- Smart Dispatch: La versión profesional con una arquitectura de cliente-servidor admite una solución de comunicación multidireccional basada en una red IP.



Figura 4.7 Logo de Smart Dispatch de Hytera.

Fuente: *Rma.hytera.us*

4.9.1 Características del Smart Dispatch.

1. Mensaje del Status En línea/Desconectado.

En el sistema DMR las radios pueden ser configuradas para que emitan su estado de manera regular y automática. Esto permite al Smart Dispatch poder monitorear las radios subscriptoras sobre su estado de En Línea o desconectado. También se puede configurar el Smart Dispatch para que de manera manual el usuario pueda actualizar el estado de las radios cuando lo crea conveniente.

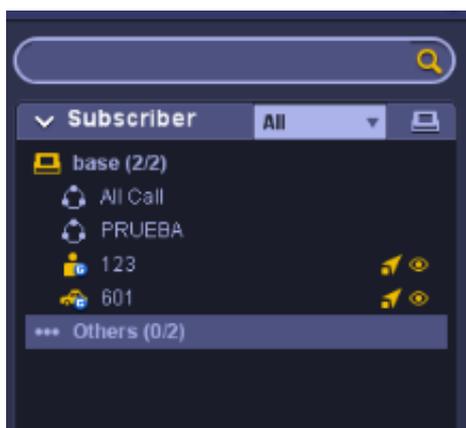


Figura 4.8 Radios En Línea.

Fuente: *Propia.*

2. Soporta todo Tipo de Llamadas

El Smart Dispatch soporta cualquier tipo de llamada de la tecnología DMR, como son llamadas individuales, Grupales de Zona o del todo el sistema. Además que tiene una operación Multi-Tasking para poder hablar o comunicarse con 8 ventanas o canales de voz a la vez.



Figura 4.9 Smart Dispatch mostrando las múltiples llamadas.

Fuente: Hytera-mobilfunk.com

3. Bloqueo o Desbloqueo de Radios.

Mediante el Smart Dispatch Puede el Usuario que lo esté manejando podrá bloquear o desbloquear la radio, esto es muy útil cuando el radio es extraviado o robado, para que cualquier persona no autorizada no tenga la posibilidad de poder realizar llamadas o enviar mensajes a los demás radios que se encuentren en campo y sirve como medida de seguridad para que su comunicación se encuentre segura. De la misma forma una vez recuperada la radio se podrá desbloquearla y usar todas las funciones de las radio de nuevo.

Cabe Indicar que cuando la radio queda bloqueada significa que queda inhabilitada del todo, la pantalla se mostrara en blanco sin dejar usar ninguna opción y solo se la podrá restaurar mediante un código de la fábrica Hytera si es el caso que la radio sea Revendida.

4. Localización de la Radio Vía GPS.

El sistema Smart Dispatch tiene la capacidad de poder consultar la localización exacta del radio. Esto se puede hacer de manera manual o automática el cual se lo hace al ingresar la radio al sistema del Smart Dispatch se precisan los parámetros de tiempo de envío de localización y elige el tiempo deseado en segundos en la cual se mostrara actividad en el mapa del GPS.

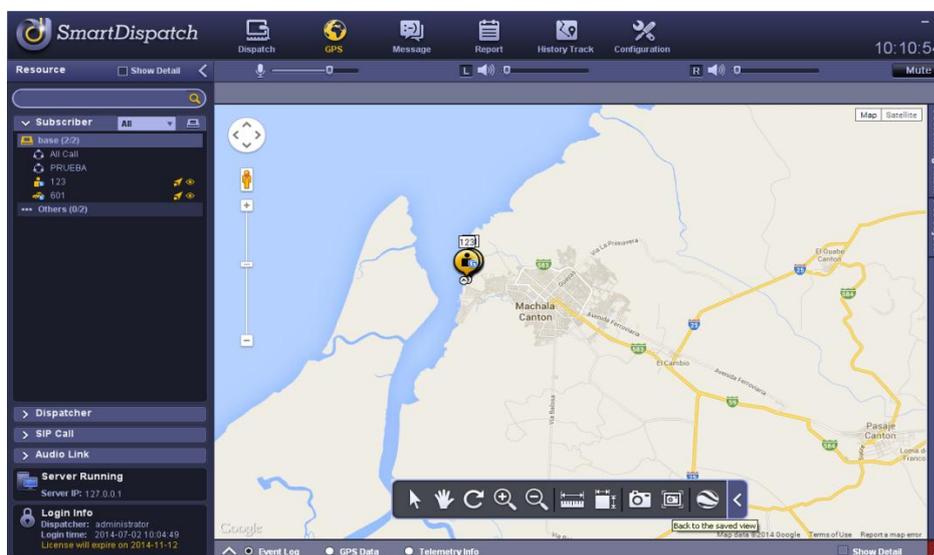


Figura 4.10 Mostrando Ubicación de las radio vía GPS

Fuente: Propia.

5. Mensajes de Texto.

Se pueden enviar y recibir mensajes DMR entre las radios del sistema. El Smart Dispatch tiene la capacidad de guardar todas los mensajes enviados y recibidos entre las radio participantes del sistema de radiocomunicación.

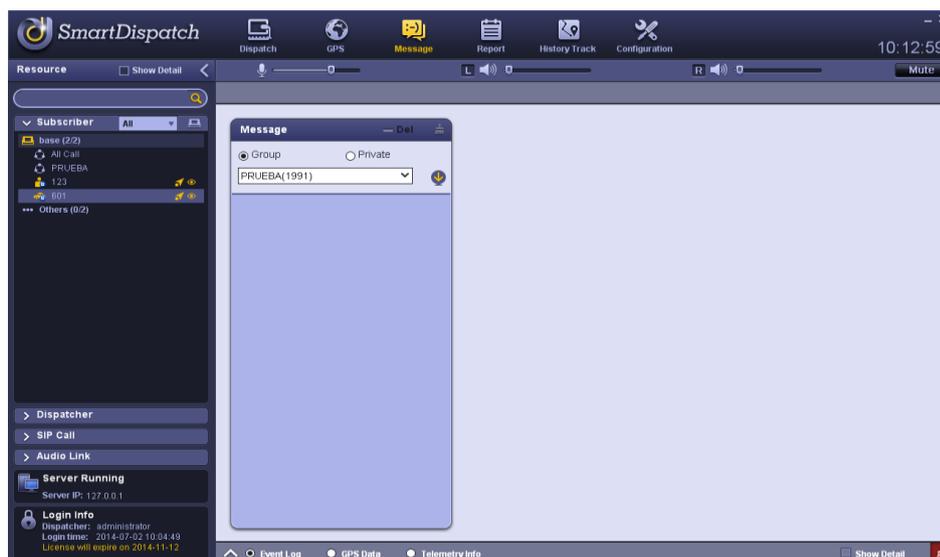


Figura 4.11 Menú Principal de la sección de Mensajes.

Fuente: Propia.

6. Grabar Llamadas y volver a Reproducir las.

Todas las llamadas realizadas y recibidas por el Smart Dispatch se realizarán mediante el propio servidor del despachador, así también quedaran registradas todas las llamadas hechas por los radios esto incluye llamadas realizada al PSTN que es otra beneficio que presenta la tecnología DMR y si en otro momento se desea revisar la conversación lo podrán hacer mediante la reproducción del mismo en el Smart Dispatch.

7. Análisis y Estadística.

El Smart Dispatch está en posibilidad de genera reportes estadísticos del Flujos de llamadas, análisis de llamadas y de rastro del dispositivo.

8. Regiones y Geofencing.

El Smart Dispatch puede utilizar el sistema de Geofencing que es seleccionar una región o lugar de trabajo y marcarlo como un lugar específico para la comunicación entre los usuarios participantes seleccionados. Al definir el lugar o región de trabajo, las radios que se salgan de esa región asignada se emitirán una alarma en el despachador y se enviara un mensaje al radio alertando que está abandonando la zona de trabajo.

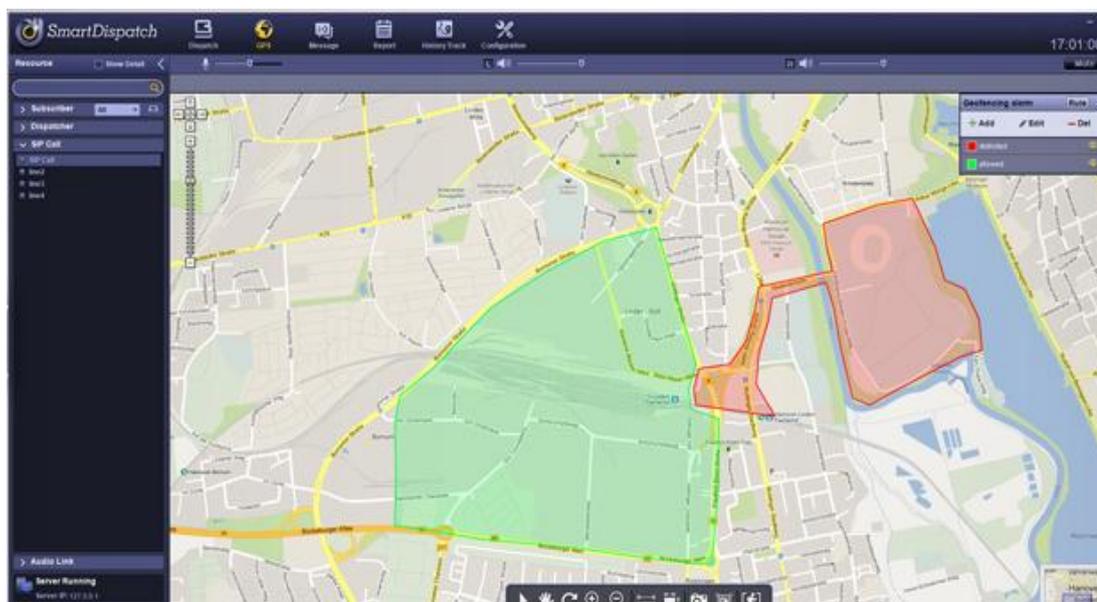


Figura 4.12 Smart Dispatch la opción Geofencing.

Fuente: Hytera-mobilfunk.com

9. Alarma De Emergencia

Si al alarma de Emergencia es realizada por alguna radio se mostrara en el Smart Dispatch la Alarma y si la radio en peligro tiene el sistema GPS se mostrara en el mapa del programa su ubicación exacta de donde se encuentra.



Figura 4.13 Alarma en el sistema del Smart Dispatch.

Fuente: Propia.

10. Soporta el Protocolo SIP (Session Initiation Protocol o Protocolo de Inicio de Sesiones)

El Smart Dispatch con la ayuda del Protocolo SIP puede realizar una comunicación IP mediante una PBX automática de manera que se pueda crear una entrada para comunicarse entre las llamadas DMR con una llamada del PTSN. Además que el Smart Dispatch También tiene la posibilidad de realizar una llamada a la PTSN utilizando estos recursos.

11. Enviar y Recibir Emails.

El Smart Dispatch soporta los protocolos para enviar y recibir mail como el SMTP y POP3, el cual nos permite enviar y recibir emails desde el Smart Dispatch hacia el destinatarios, las radio también pueden enviar emails y recibir pero lo harán mediante el Smart Dispatch el cual convertirá el email en un mensaje y así le llegara

a la radio el email y los mismo se hará si la radio responde a ese email, el Smart Dispatch convertirá ese mensaje en email y lo reenviara a su destinatario.

12. Formatos de Mapas

El Smart Dispatch soporta varios tipos de mapa para el GPS como Google, Open Street Map, MapInfo y ESRI. Esto es de gran ayuda para entidades militares que adquieran el sistema, ellos tienen su propio tipo de mapa.



Figura 4.14 *Smart Dispatch* trabajando con diferente tipo de mapa.

Fuente: *Propia*.

4.10 RDAC (REPEATER DIAGNOSTICS AND CONTROL).

Por sus Siglas en Español RDAC Significa Control y Diagnostico de las Repetidoras. Como su nombre lo indica RDAC es un Software de aplicación base que permite al operador del sistema (Software) poder controlar y diagnosticar el estado de las repetidoras.

El objetivo de la creación de esta herramienta es poder controlar las funciones y diagnosticar el estado de la misma en comunicaciones a distancias. Por lo general donde se instalan las repetidoras son de difícil acceso o el lugar está muy distante de su locación para poder dar una rápida solución. También es necesario poder monitorear las repetidoras en tiempo real para prevenir algún inconveniente. Con esta Herramienta lo podemos hacer y solucionar de forma remota el problema mediante algún cambio de parámetro. (Repeater Diagnostics And Control, 2011)

4.10.1 Modo de Funcionamiento.

El RDAC tiene 2 modos de funcionamiento, El Local y Vía Conexión IP.

En el modo Local

La repetidora está conectada a la Computadora vía USB. Ya conectada la repetidora se puede usar el programa y gozar de sus bondades como diagnosticar el estado de la Repetidora, controlar el estado de la repetidora como por ejemplo ordenar el reinicio de la repetidora, Poder cambiar los canales de la repetidora, poder cambiar la potencia de la repetidora. En este tipo de modo solo se puede utilizarla con una sola repetidora. (Repeater Diagnostics And Control, 2011)

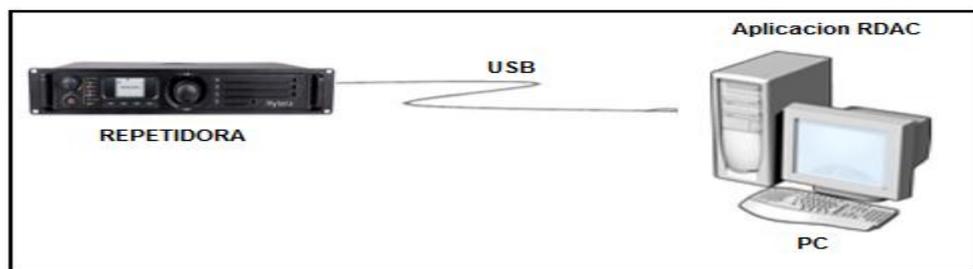


Figura 4.15 *Conexión en Modo Local*

Fuente: hytera.us/Download/Private/file/WebFiles/WF_Repeater%20Diagnostics%20And%20Control%20Application%20Notes_R1.0.pdf

El Modo Vía Conexión IP

En este modo permite conectarse a más de una repetidora la cual pueden ser controladas por la conexión IP (Ethernet) remotamente y poder gozar de todas sus utilidades que se nombro en el modo local (Repeater Diagnostics And Control, 2011)

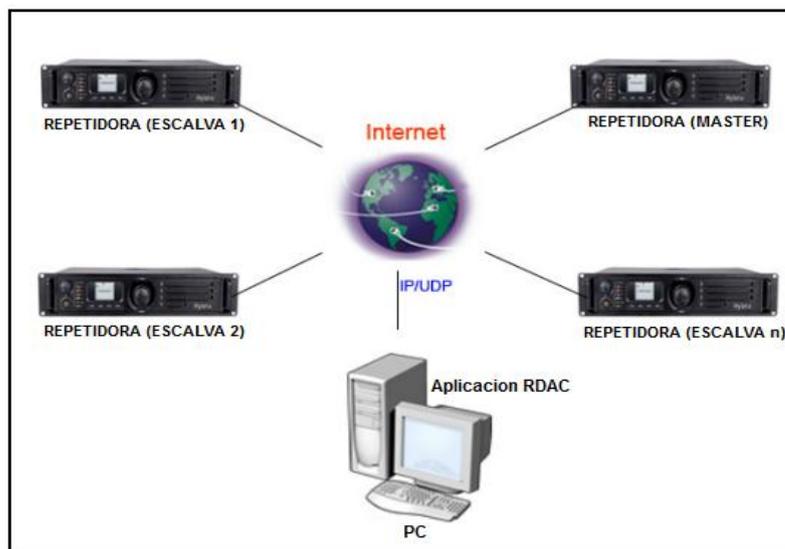


Figura 4.16 *Conexión en Modo Vía Conexión IP.*

Fuente: hytera.us/Download/Private/file/WebFiles/WF_Repeater%20Diagnostics%20And%20Control%20Application%20Notes_R1.0.pdf

CAPITULO 5

ANALISIS Y REQUISITOS TECNICOS PARA UNA RED DMR EN EL BANCO COOPERATIVA NACIONAL.

5.1 Introducción.

El objetivo principal de este Capitulo es realizar el análisis de cobertura para una red de radiocomunicación la cual mediante la tecnología DMR optimiza el espectro radioeléctrico para el Banco Cooperativa Nacional. El desarrollo de este análisis nos permite tener resultado de factibilidad en el desarrollo de esta instalación en las inmediaciones de esta entidad.

El Banco Cooperativa Nacional opera en la ciudad de Guayaquil y a sus alrededores con la necesidad de comunicarse permanente con todos sus trabajadores, por lo que se pone a disposición una radiocomunicación con tecnología DMR.

La cual además de dar solución a la comunicación de esta entidad, nos brinda muchas prestaciones adicionales que están directamente relacionados con la seguridad que una entidad como esta debe prestar a sus trabajadores y en especial sus clientes.

El Banco Cooperativa Nacional cuenta con su Matriz ubicada en la calle Capitán Nájera #4210 y la decima cuarta y además 3 agencias en la ciudad de Guayaquil. Este estudio está orientado hacia la necesidad de comunicarse tanto en radios portátiles como radios Móviles/Bases de manera que su comunicación sea clara y con beneficios de transmisión con datos y tener la posibilidad de rastrearlo vía GPS.

Se realizaran estudios de propagación para ver la factibilidad de cubrir toda la zona de trabajo de la compañía, Se conoce que desde “Cerro Azul” que el cerro más alto en los alrededores de Guayaquil, se cubre casi en su totalidad la ciudad, pero existen “zonas de sombras” donde la señal es débil y de acuerdo a esos estudios de se analizara la forma de poder montar una radiocomunicación DMR.

5.2 Selección del Punto de Transmisión.

Como se había mencionado la cobertura a cubrirse para esta radiocomunicación es toda la ciudad de Guayaquil y sus alrededores, por lo cual se ha escogido el Cerro Azul para poder brindar esta cobertura.

La razón sobre la selección de este cerro, es que es el más alto que se encuentra en los alrededores de Guayaquil con 420 metros de altura. Este Cerro es utilizado por todas las compañía de radiocomunicación, para instalar sus antenas y así brindar sus servicio, ya que desde este cerro tiene una cobertura de Guayas-Los Ríos.

“Cerro Azul” es propiedad de la Junta de Beneficencia de Guayaquil, por lo cual, esta institución alquila terrenos para poder construir y/o utilizar alguna caseta, y para montar las torres para el montaje de los equipos. El acceso al cerro, por ser propiedad privada, está bajo la responsabilidad de su dueño, la Junta de Beneficencia de Guayaquil, la cual otorga permisos de ingreso y circulación a sus inquilinos, con validez por 3 meses renovables indefinidamente, sujetos a el cumplimiento con los cánones de arrendamiento y tal como se encuentra estipulado en los respectivos contratos que han celebrado.



Figura 5.1 *Vista de Guayaquil desde Cerro Azul.*

Fuente: *Propia.*

5.3 Requisitos Técnicos.

Antes de realizar algún análisis, en este caso de Propagación (Perfil Topográfico y Enlace datos) se debe determinar con qué equipos se piensa trabajar. Ya que cada Marca tiene equipos con parámetros diferentes, nosotros deberemos determinar los más convenientes para poder generar un análisis de propagación.

Pretendemos montar una Sistema de Radiocomunicación con Tecnología DMR, existen muchas marcas en el mercado como Motorola, KenWood, etc. que tienen equipos para esta modalidad, y hemos escogido la marca Hytera por los motivos que a continuación expongo:

- La primera es que es una marca pionera en desarrollo de la tecnología DMR, y las innovaciones de sus productos, las han adoptados otras marcas Competidoras.

- La segunda, es que en el capítulo anterior ya se profundizó en la explicación de los beneficios del DMR que ofrece esta marca y así podremos seguir una misma línea de especificaciones.

5.3.1 Antena.

Hemos seleccionado “Cerro Azul” como nuestro punto de transmisión, donde se ha obtenido una torre de 25 metros de altura, colocará la antena a una altura de 15 m. Con la ayuda de un equipo GPS marca Garmin se ha obtenido las coordenadas del sitio las cuales son:

- Latitud 2° 09' 55.0" S
- Longitud 79° 57' 02.0" W

La antena para radiocomunicación seleccionada es una de fabricación nacional de 8 dipolos, la cual tiene una ganancia de 12 dBi.

5.3.2 Repetidor.

La radiocomunicación que se va a prestar a esta empresa es de señal digital, por lo que se ha seleccionado una repetidora marca Hytera modelo RD986, la cual es construida bajo el estándar DMR cumpliendo con las exigencias de la FCC (Comisión Federal De Comunicaciones).

Esta Repetidora trabaja de forma Digital y Análoga.

- Bandas de RF: 450-520Mhz.
- Capacidad de Canales: 16

- Pantalla LCD de 2.0"
- Certificación IP54
- Interconectividad IP integrada (Opcional)
- Detección automática entre modalidad analógica y digital
- Estabilidad de Frecuencia: +- 1ppm.

Receptor

- Sensibilidad de : 0.3 μ V/ BER 5%
- Intermodulación: 75dB.
- Potencia de salida de audio: 0.5 -1 W.
- SNR: 40dB - 12,5 KHz.

Transmisor:

- Potencia de salida: 20 W.
- Respuesta de Audio: +1 – 3dB
- Distorsión del Audio: 3 %

5.3.3 Duplexor.

Se ha escogido Duplexor marca Sinclair Modelo Q3220E, con capacidad de operar con la separación de 10 MHz con que pretendemos trabajar, frecuencias 450.0000 y 460.0000 MHz. La utilización de duplexor, obedece a la necesidad de transmitir y recibir con la misma antena, además utilizar su filtro pasabanda para rechazar señales no deseadas.

5.3.4 Líneas de Transmisión.

Las líneas de transmisión o cables que utilizaremos es Heliac de ½ pulgada LDF4-50A. Como se expuso anteriormente la antena se encuentra a una altura de 15 metros vamos a utilizar 17 -18 m para llegar hasta el duplexor de la repetidora que estará dentro de la caseta. Se utilizara sus respectivos conectores Heliac Hembra CHF-12NF y Heliac Macho N-J534H.

5.3.5 Radios Portátiles y Móviles.

Como transceptores de radio hay dos tipos: portátiles y móviles, Hytera tiene numerosos modelos para radios portátiles y uno solo para estaciones móviles. Los modelos de equipos que se han seleccionado son los más vendidos y que consta con la capacidad de soportar todos los beneficios del Estándar DMR que se quiere ofrecer. Todos tienen pantalla LCD a color, soportan datos y tienen GPS, trabajan tanto de forma digital como análoga, y soportan hasta 1024 canales de voz.

Para Radio Portátil los modelos son: PD786-G y X1p.

Para Radio Móvil el único modelo es el MD786-G.

5.4 TAP Software.

TAP (Terrain Analysis Package) de SoftWright, es un Software que utilizaremos sirve como herramienta de de diseño, simulación y análisis de propagación de RF terrestre, con el cual logramos lo siguiente:

- Predice la cobertura de radio,
- Realizar simulaciones de posible intermodulación y estudios de interferencia a canales adyacentes,
- Diseñar y simular enlaces tanto en microondas como en VHF y UHF

Se ha elegido esta herramienta para poder predecir si la cobertura que se logra desde Cerro azul es adecuada para el sistema de Radiocomunicación del Banco Cooperativa Nacional de Guayaquil. La utilización de la simulación de la propagación del sistema, nos permite visualizar la Zona Fresnel y los valores calculados de pérdida de una trayectoria, además obtendremos el porcentaje de fiabilidad de ese enlace, y obtendremos los cálculos de pérdidas por obstrucciones causadas por bosques o zonas urbanas. Este software contiene los datos topográficos correspondientes al área a estudiarse, nos muestra las características de la superficie en estudio y en base a estos resultados, se ajustarán los parámetros técnicos de nuestro sistema de radiocomunicación.

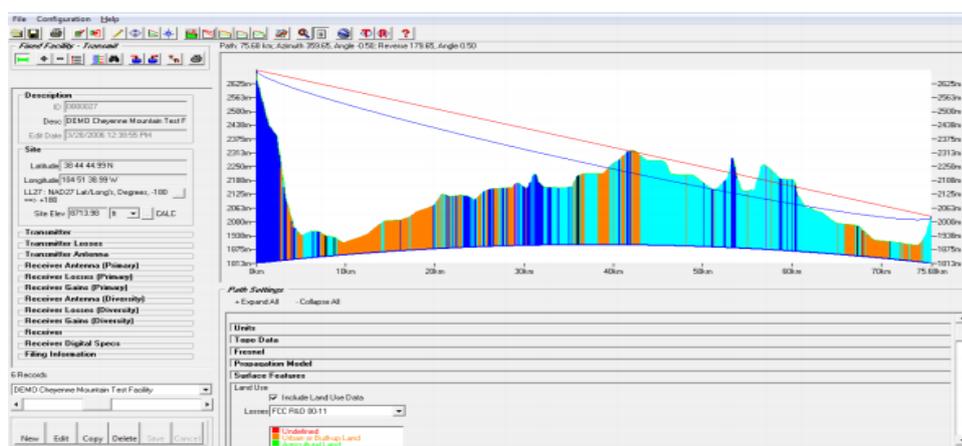


Figura 5.2 TAP Software.

Fuente: <http://www.softwright.com/file-downloads/TAP%20Product%20Sheet.pdf>

Para poder obtener estos resultados, software TAP necesita que se le proporcione ciertos datos de operación, los cuales detallo a continuación.

1. Coordenadas de Cerro Azul

- Latitud $2^{\circ} 09' 55.0''$ S
- Longitud $79^{\circ} 57' 02.0''$ W

2. Coordenadas del Banco Cooperativa Nacional.

- Latitud $2^{\circ} 11' 41.5''$ S
- Longitud $79^{\circ} 54' 40.7''$ W

3. Frecuencia: 450.0000 MHz – 460.0000 MHz.

4. Antena: de 8 Dipolos o Elementos.

5. Ganancia de la Antena: 12dBi.

6. Potencia de la Repetidora: 20 W.

7. Polarización: Vertical.

8. Perdida de Línea: 1.45 dB

Cabe indicar que cualquier tipo de radioenlace se dice que la primera zona de Fresnel debe estar despejada en un 60% para obtener una buena cobertura sin ninguna obstrucción. Ya con un 60% asegurado, la potencia de la antena varía de acuerdo a nivel de altura a la que se encuentre. Existe una fórmula que nos indica el radio mínimo de la zona de Fresnel en línea de vista, la cual tiene como variables D1 y D2 las cuales son la distancia de la antena transmisora y la receptora.

$$r_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$

5.5 Simulación de la Propagación de la Radiocomunicación.

Gracias a la ayuda del TAP Software se pueden calcular la intensidad de campo eléctrico en la propagación de las Ondas Electromagnéticas mediante el método de obstrucción de Bullington.

En este estudio veremos los valores de intensidad de campo eléctrico en dBu para cada 10 km del Azimut en Cerro Azul, Para Cada tabla el programa crea una simulación del perfil topográfico de Onda Electromagnética en el lugar donde se encuentre la antena receptora.

- Latitud del Transmisor: 2° 09' 55.0" S
- Longitud del Transmisor: 79° 57' 02.0" W
- Centro de Radiación del Transmisor: 450.0 m **M.S.N.M** (30.00 m **S.N.S**)
- Frecuencia: 450.0000 MHz.
- Potencia: 82.609 W.
- Antena Receptora: 1.5 m S.N.M
- Curvatura de la tierra: 1.333

Se mostraran tablas donde se sombrean donde se encuentren niveles bajo de campo eléctrico debido a obstrucciones. Se indica que desde el cerro Azul hay una muy buena línea vista hacia Guayaquil, pero existen zonas de sombras, donde la intensidad de la señal no es buena debido a lo lejos que encuentra y a la elevación con respecto a la antena. Factores como la de la curvatura de la tierra entran a

consideración. Donde la intensidad de la señal no es buena debido a la presencia de obstrucciones como el cerro Bellavista y los cerros Santa Ana y El Carmen, así como la presencia de los manglares en el área del Golfo, además de factores como la de la curvatura de la tierra que también entran a consideración.

Tabla 5.1 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 0 °

Azimut (°)	Potencia (W)	Distancia (Km)	Intensidad Campo Eléctrico (dBu)
0.0	82.609	0.00	150.07
0.0	82.609	10.00	76.09
0.0	82.609	20.00	65.98
0.0	82.609	30.00	54.99
0.0	82.609	40.00	63.17
0.0	82.609	50.00	62.11
0.0	82.609	60.00	59.38
0.0	82.609	70.00	57.35
0.0	82.609	80.00	54.18
0.0	82.609	90.00	46.71
0.0	82.609	100.00	34.91
0.0	82.609	110.00	18.20
0.0	82.609	120.00	-4.20

Fuente: Propia.

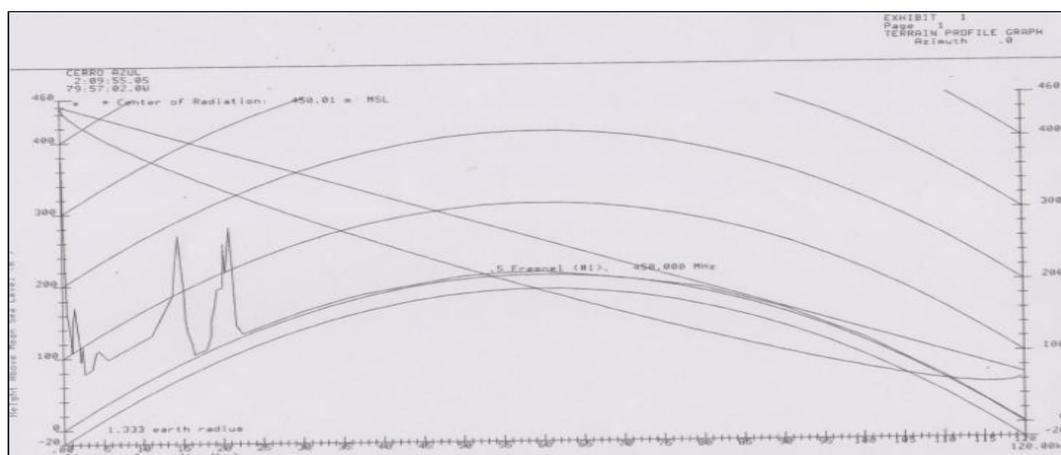


Figura 5.3 Grafico del perfil Topográfico 0 °.

Fuente: Propia.

Tabla 5.2 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 30 °

Azimut (°)	Potencia (W)	Distancia (Km)	Intensidad Campo Eléctrico (dBu)
30.0	82.609	0.00	150.07
30.0	82.609	10.00	76.09
30.0	82.609	20.00	70.07
30.0	82.609	30.00	66.55
30.0	82.609	40.00	62.91
30.0	82.609	50.00	62.11
30.0	82.609	60.00	51.42
30.0	82.609	70.00	56.37
30.0	82.609	80.00	52.55
30.0	82.609	90.00	44.00
30.0	82.609	100.00	29.48
30.0	82.609	110.00	9.75
30.0	82.609	120.00	-16.32

Fuente: Propia.

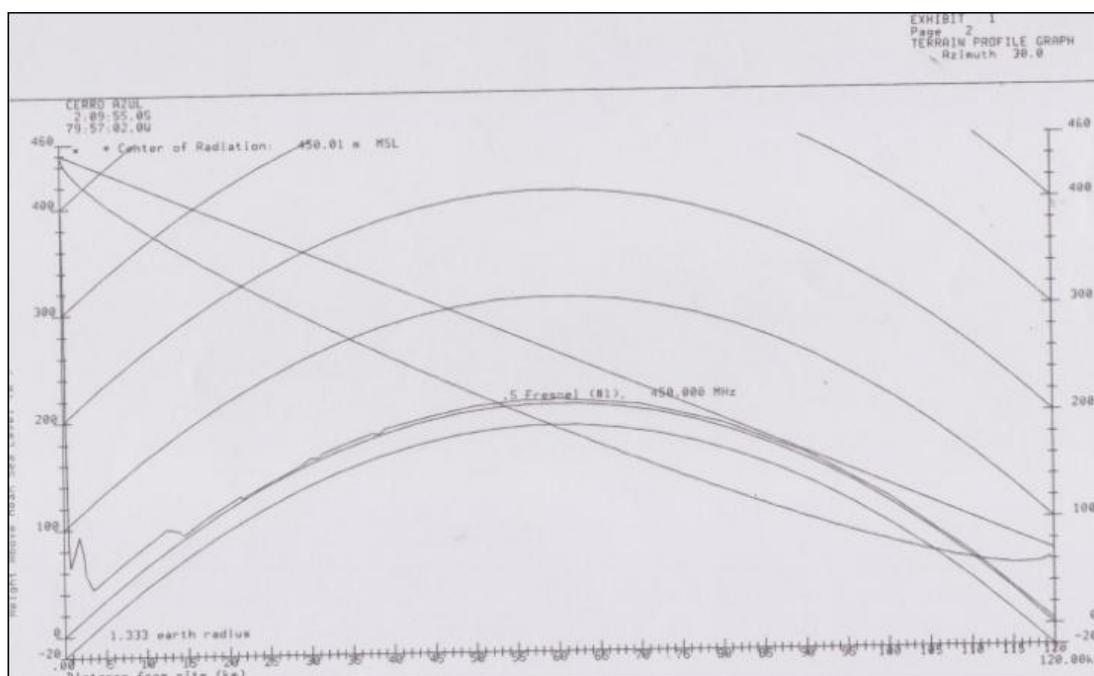


Figura 5.4 Grafico del perfil Topográfico 30 °.

Fuente: Propia.

Tabla 5.3 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 60 °

Azimut (°)	Potencia (W)	Distancia (Km)	Intensidad Campo Eléctrico (dBu)
60.0	82.609	0.00	150.07
60.0	82.609	10.00	76.09
60.0	82.609	20.00	70.07
60.0	82.609	30.00	66.55
60.0	82.609	40.00	64.05
60.0	82.609	50.00	62.11
60.0	82.609	60.00	56.89
60.0	82.609	70.00	53.00
60.0	82.609	80.00	46.01
60.0	82.609	90.00	31.94
60.0	82.609	100.00	11.09
60.0	82.609	110.00	-10.98
60.0	82.609	120.00	-35.50

Fuente: Propia.

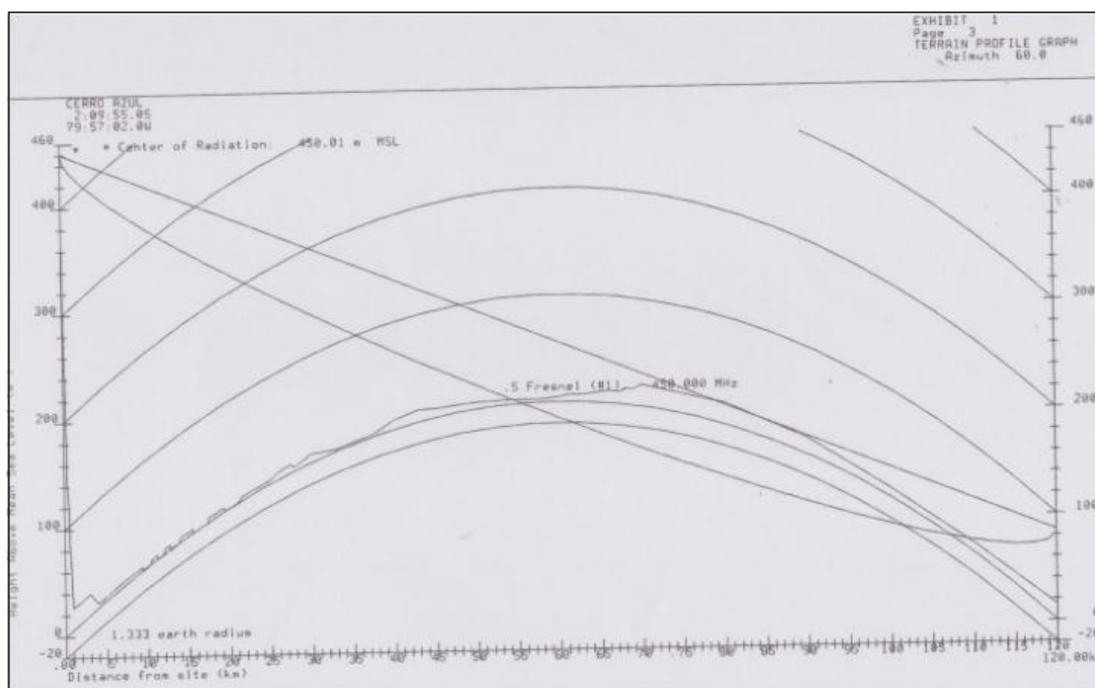


Figura 5.5 Grafico del perfil Topográfico 60 °.

Fuente: Propia.

Tabla 5.4 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 90 °

Azimut (°)	Potencia (W)	Distancia (Km)	Intensidad Campo Eléctrico (dBu)
90.0	82.609	0.00	150.07
90.0	82.609	10.00	76.09
90.0	82.609	20.00	70.07
90.0	82.609	30.00	66.55
90.0	82.609	40.00	62.87
90.0	82.609	50.00	57.66
90.0	82.609	60.00	56.62
90.0	82.609	70.00	29.46
90.0	82.609	80.00	13.09
90.0	82.609	90.00	7.17
90.0	82.609	100.00	-4.84
90.0	82.609	110.00	-26.40
90.0	82.609	120.00	-55.24

Fuente: Propia.

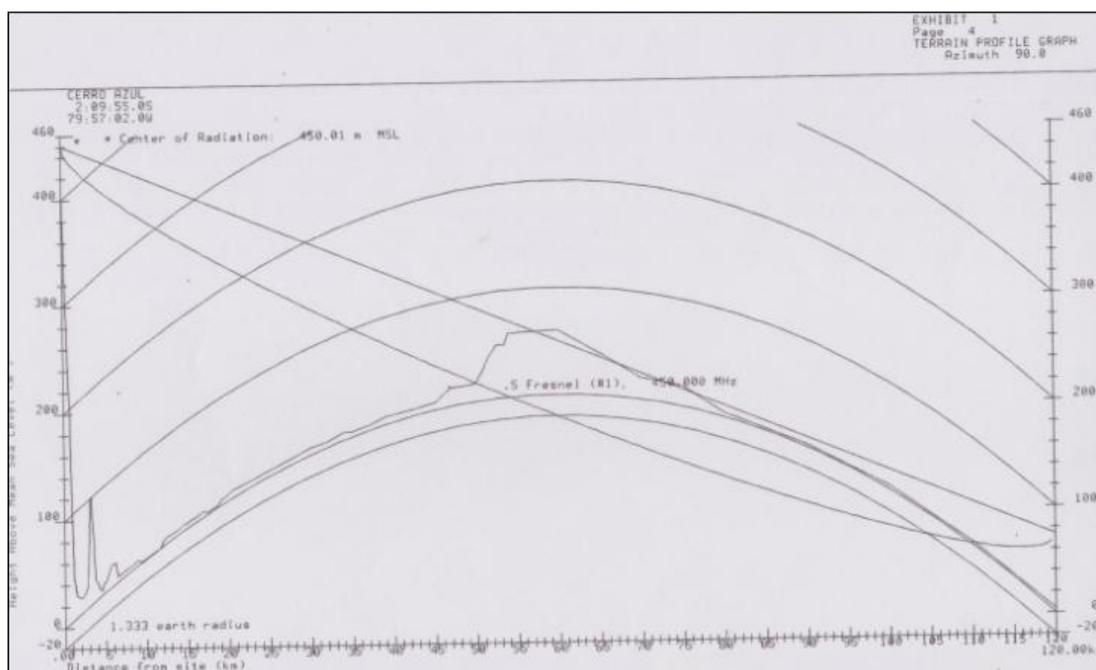


Figura 5.6 Grafico del perfil Topográfico 90 °.

Fuente: Propia.

Tabla 5.5 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 120 °

Azimut (°)	Potencia (W)	Distancia (Km)	Intensidad Campo Eléctrico (dBu)
120.0	82.609	0.00	150.07
120.0	82.609	10.00	76.09
120.0	82.609	20.00	70.07
120.0	82.609	30.00	66.55
120.0	82.609	40.00	62.84
120.0	82.609	50.00	62.11
120.0	82.609	60.00	60.53
120.0	82.609	70.00	57.81
120.0	82.609	80.00	47.99
120.0	82.609	90.00	40.57
120.0	82.609	100.00	28.74
120.0	82.609	110.00	11.58
120.0	82.609	120.00	-10.43

Fuente: Propia.

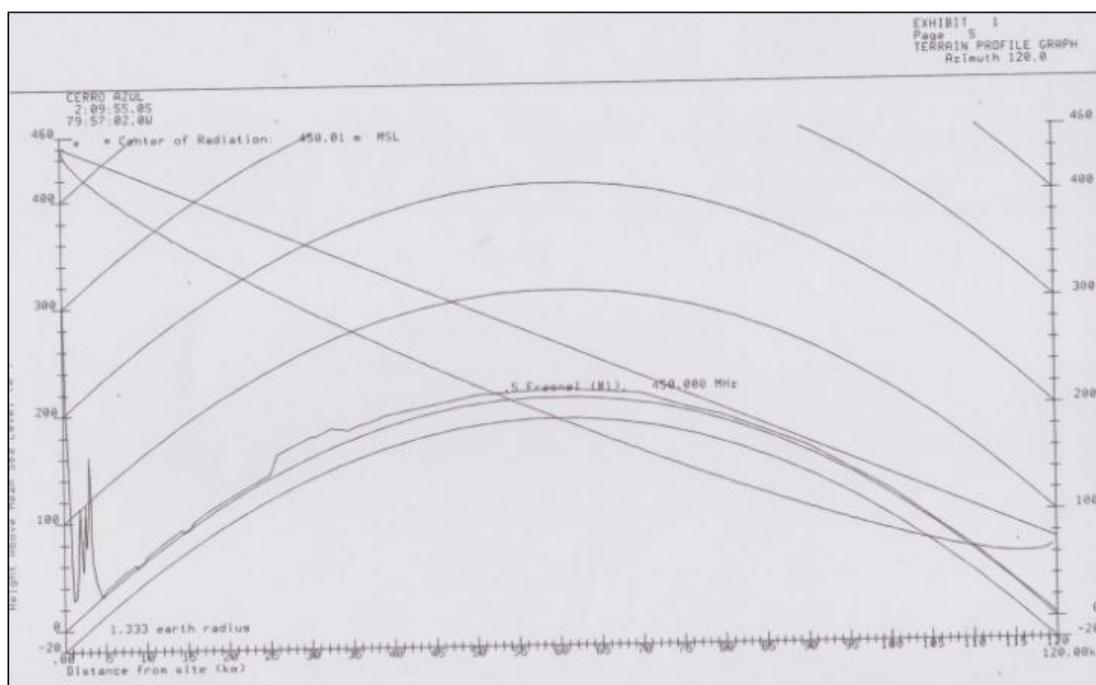


Figura 5.7 Grafico del perfil Topográfico 120 °.

Fuente: Propia.

Tabla 5.6 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 150 °

Azimut (°)	Potencia (W)	Distancia (Km)	Intensidad Campo Eléctrico (dBu)
150.0	82.609	0.00	150.07
150.0	82.609	10.00	76.09
150.0	82.609	20.00	70.07
150.0	82.609	30.00	66.55
150.0	82.609	40.00	64.05
150.0	82.609	50.00	62.11
150.0	82.609	60.00	59.42
150.0	82.609	70.00	57.94
150.0	82.609	80.00	53.65
150.0	82.609	90.00	46.39
150.0	82.609	100.00	34.80
150.0	82.609	110.00	18.71
150.0	82.609	120.00	-3.10

Fuente: Propia.

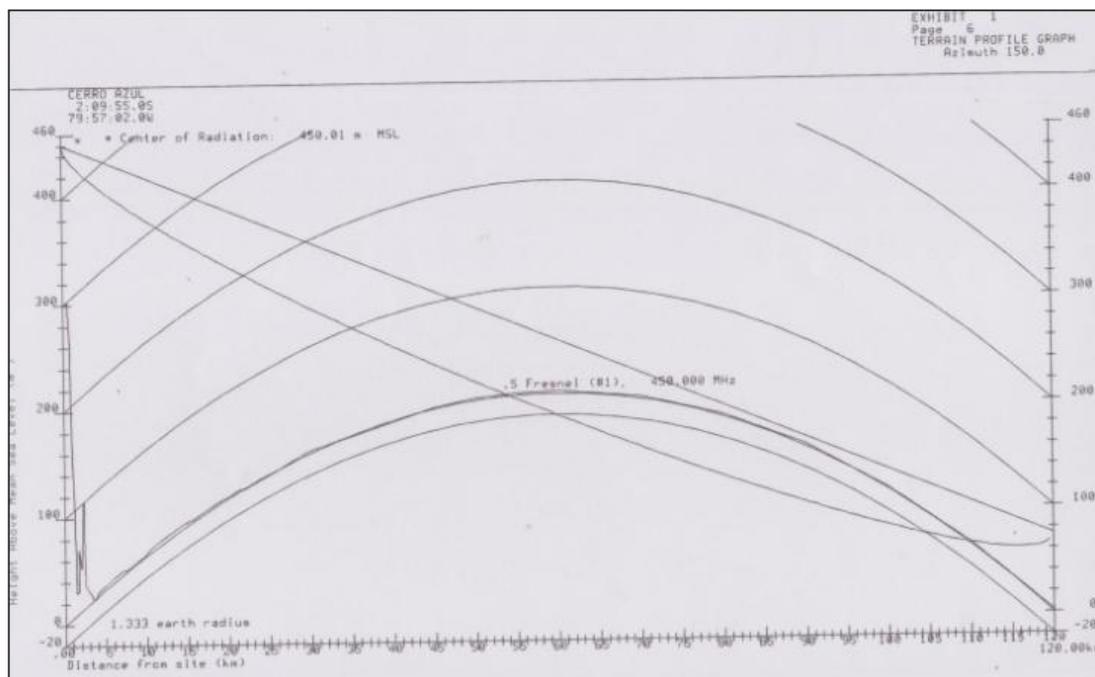


Figura 5.8 Grafico del perfil Topográfico 150 °.

Fuente: Propia.

Tabla 5.7 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 180 °

Azimut (°)	Potencia (W)	Distancia (Km)	Intensidad Campo Eléctrico (dBu)
180.0	82.609	0.00	150.07
180.0	82.609	10.00	76.09
180.0	82.609	20.00	70.07
180.0	82.609	30.00	66.55
180.0	82.609	40.00	64.05
180.0	82.609	50.00	62.11
180.0	82.609	60.00	60.53
180.0	82.609	70.00	57.94
180.0	82.609	80.00	53.65
180.0	82.609	90.00	46.39
180.0	82.609	100.00	35.50
180.0	82.609	110.00	20.57
180.0	82.609	120.00	1.30

Fuente: Propia.

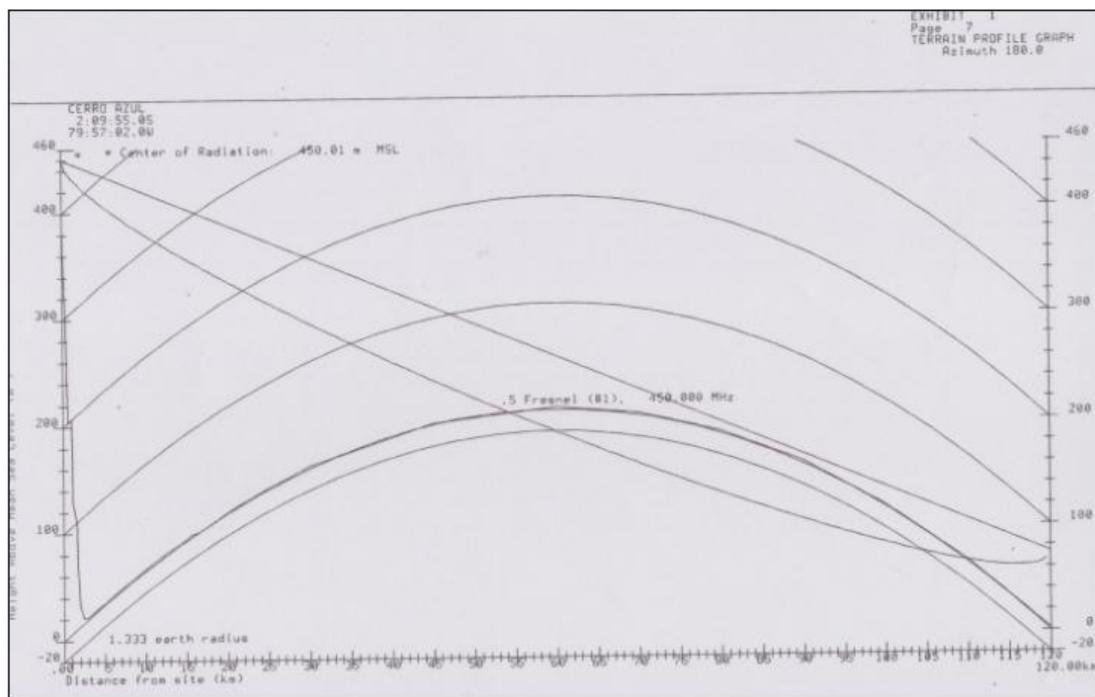


Figura 5.9 Grafico del perfil Topográfico 180 °.

Fuente: Propia.

Tabla 5.8 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 210 °

Azimut (°)	Potencia (W)	Distancia (Km)	Intensidad Campo Eléctrico (dBu)
210.0	82.609	0.00	150.07
210.0	82.609	10.00	76.09
210.0	82.609	20.00	70.07
210.0	82.609	30.00	66.55
210.0	82.609	40.00	64.05
210.0	82.609	50.00	62.11
210.0	82.609	60.00	57.09
210.0	82.609	70.00	57.58
210.0	82.609	80.00	53.37
210.0	82.609	90.00	45.48
210.0	82.609	100.00	33.57
210.0	82.609	110.00	17.36
210.0	82.609	120.00	-3.38

Fuente: Propia.

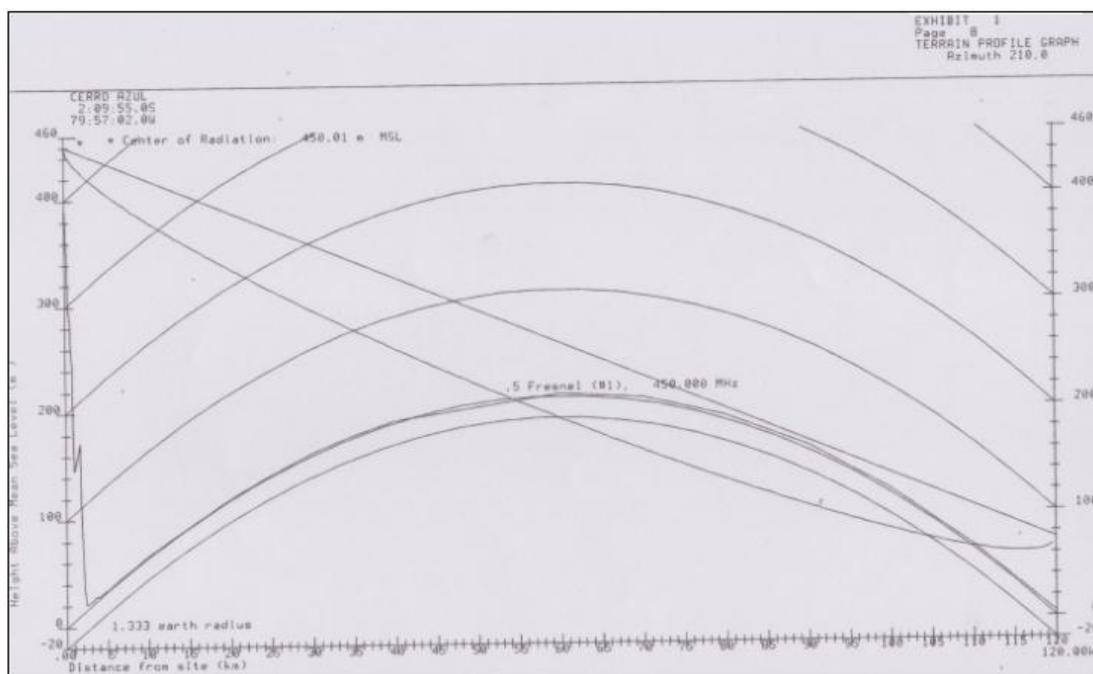


Figura 5.10 Grafico del perfil Topográfico 210 °.

Fuente: Propia.

Tabla 5.9 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 240 °

Azimut (°)	Potencia (W)	Distancia (Km)	Intensidad Campo Eléctrico (dBu)
240.0	82.609	0.00	150.07
240.0	82.609	10.00	76.09
240.0	82.609	20.00	70.07
240.0	82.609	30.00	66.55
240.0	82.609	40.00	64.05
240.0	82.609	50.00	53.76
240.0	82.609	60.00	55.31
240.0	82.609	70.00	57.05
240.0	82.609	80.00	53.16
240.0	82.609	90.00	45.56
240.0	82.609	100.00	31.74
240.0	82.609	110.00	14.33
240.0	82.609	120.00	-8.70

Fuente: Propia.

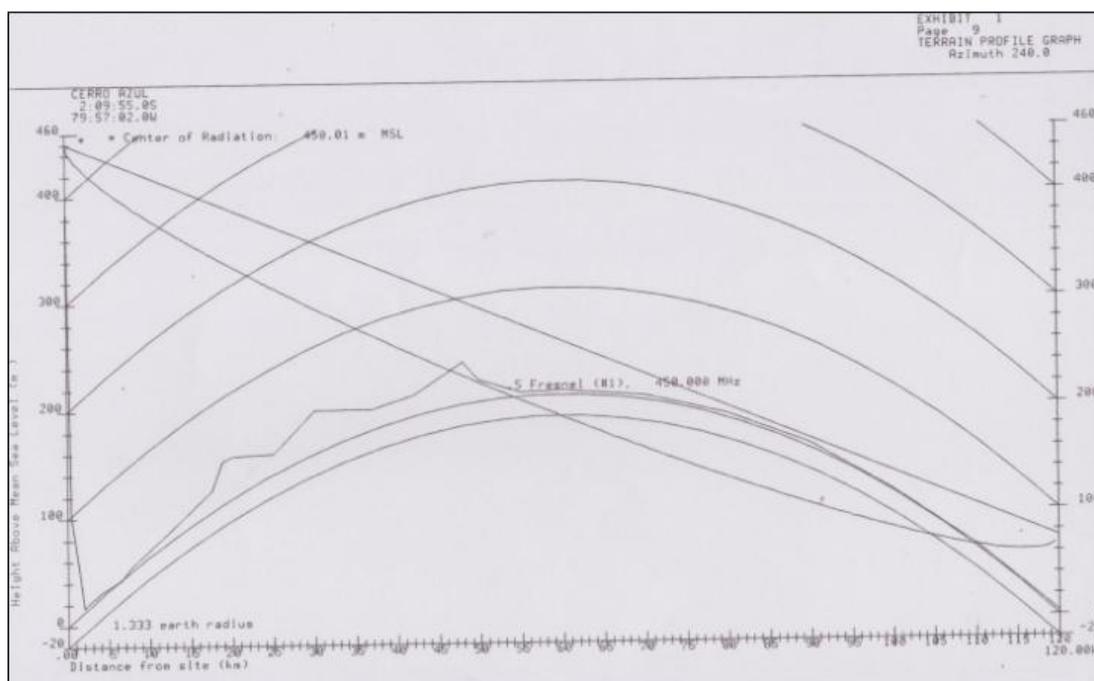


Figura 5.11 Grafico del perfil Topográfico 240 °.

Fuente: Propia.

Tabla 5.10 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 270 °

Azimut (°)	Potencia (W)	Distancia (Km)	Intensidad Campo Eléctrico (dBu)
270.0	82.609	0.00	150.07
270.0	82.609	10.00	23.30
270.0	82.609	20.00	57.47
270.0	82.609	30.00	64.63
270.0	82.609	40.00	64.05
270.0	82.609	50.00	61.57
270.0	82.609	60.00	59.02
270.0	82.609	70.00	53.37
270.0	82.609	80.00	50.44
270.0	82.609	90.00	43.00
270.0	82.609	100.00	30.52
270.0	82.609	110.00	13.32
270.0	82.609	120.00	-9.90

Fuente: Propia.

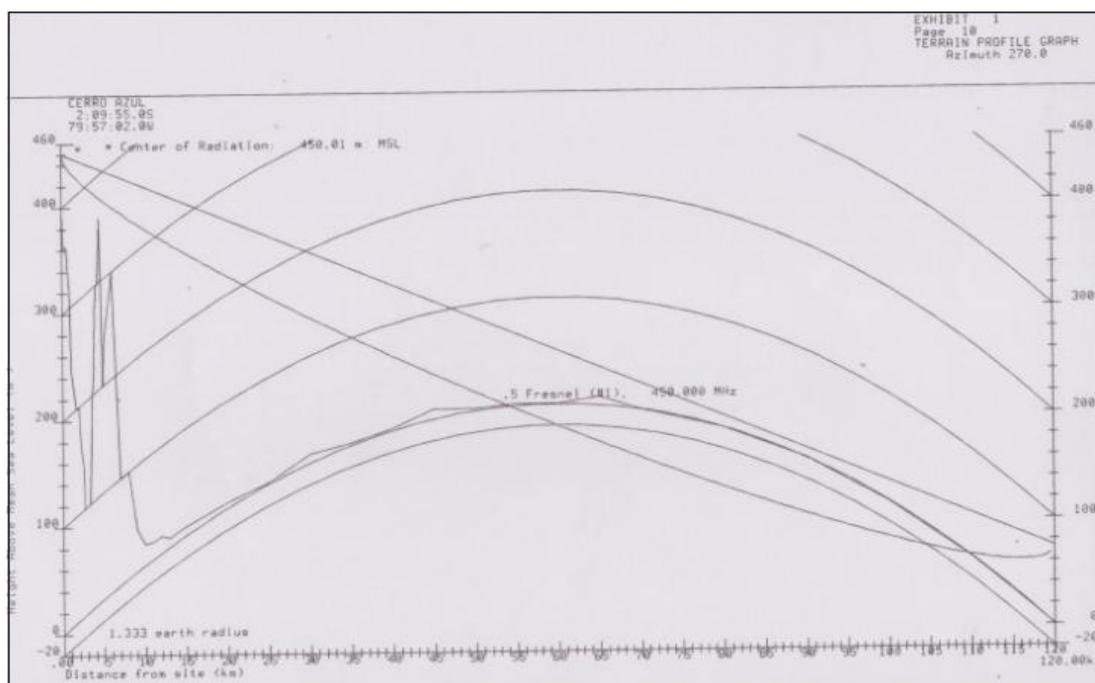


Figura 5.12 Grafico del perfil Topográfico 270 °.

Fuente: Propia.

Tabla 5.11 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 300 °

Azimut (°)	Potencia (W)	Distancia (Km)	Intensidad Campo Eléctrico (dBu)
300.0	82.609	0.00	150.07
300.0	82.609	10.00	76.09
300.0	82.609	20.00	70.07
300.0	82.609	30.00	26.53
300.0	82.609	40.00	9.67
300.0	82.609	50.00	62.11
300.0	82.609	60.00	-9.42
300.0	82.609	70.00	5.06
300.0	82.609	80.00	5.89
300.0	82.609	90.00	-1.15
300.0	82.609	100.00	-13.99
300.0	82.609	110.00	-32.87
300.0	82.609	120.00	-59.14

Fuente: Propia.

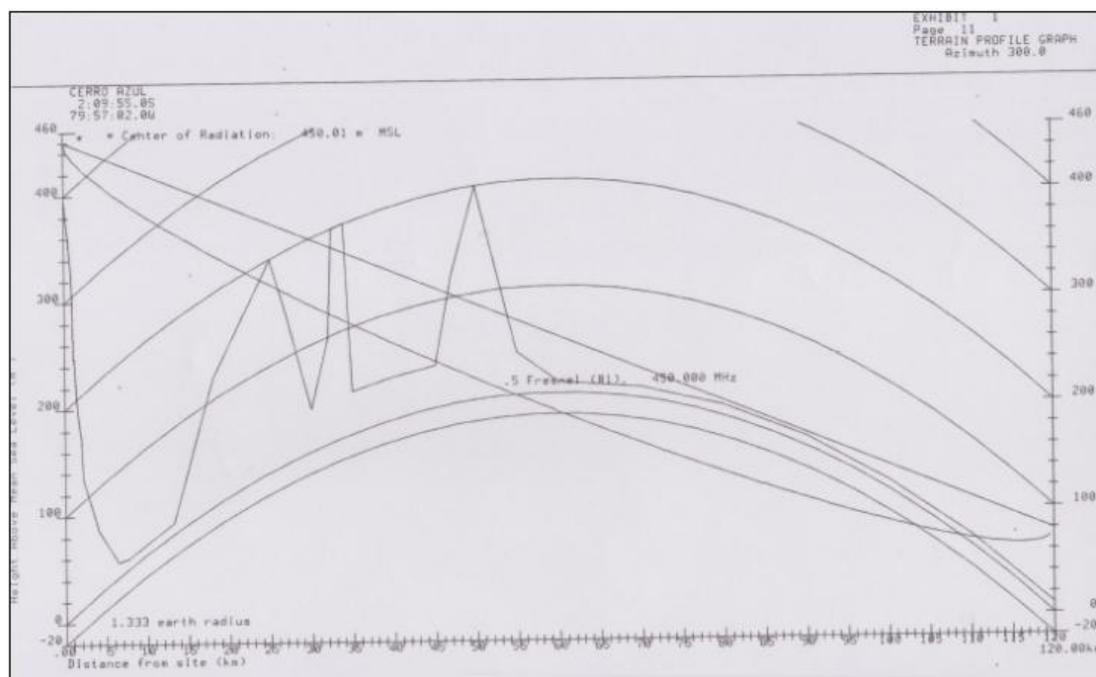


Figura 5.13 Grafico del perfil Topográfico 300 °.

Fuente: Propia.

Tabla 5.1 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 330 °

Azimut (°)	Potencia (W)	Distancia (Km)	Intensidad Campo Eléctrico (dBu)
330.0	82.609	0.00	150.07
330.0	82.609	10.00	76.09
330.0	82.609	20.00	70.07
330.0	82.609	30.00	66.55
330.0	82.609	40.00	64.05
330.0	82.609	50.00	62.11
330.0	82.609	60.00	59.65
330.0	82.609	70.00	52.65
330.0	82.609	80.00	49.68
330.0	82.609	90.00	40.93
330.0	82.609	100.00	29.52
330.0	82.609	110.00	12.80
330.0	82.609	120.00	-8.86

Fuente: Propia.

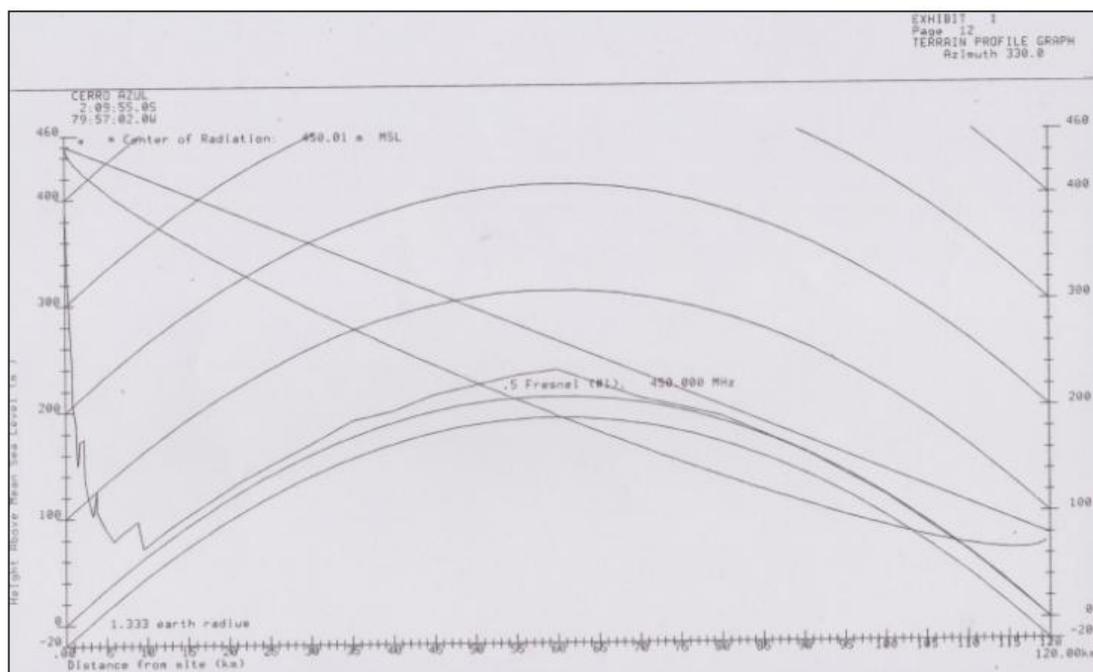


Figura 5.14 Grafico del perfil Topográfico 330 °.

Fuente: Propia.

Se han mostrado tablas con los niveles de intensidad de campo eléctrico en la propagación de la cobertura de Cerro Azul para cada azimut de 30 grados y su respectivo perfil topográfico. Y como resultado se demuestra que la cobertura de Cerro Azul tiene zonas de sombras en el noroeste del cerro en el azimut de 300 grados, por la obstrucción que representa para esa zona el cerro Bellavista, El Banco Cooperativa Nacional se encuentra a 302.4 grados desde Cerro Azul y por lo tanto se concluye que la cobertura que presta Cerro Azul no es suficiente por si sola para el área de trabajo que necesita el Banco Cooperativa Nacional, se determina la necesidad de instalar una repetidora adicional para cubrir la zona de trabajo de la compañía.

5.6 Solución de Cobertura.

Aprovechando la infraestructura de la oficina Matriz del Banco Cooperativa Nacional, la cual consta de 5 pisos y adicionalmente posee una pequeña torre de 4 metros de altura la cual la utilizan para enlace de internet. Se decidió poner una repetidora de las mismas características de Cerro Azul, esta una antena de fabricación USA de 16 dipolos o elementos, la ganancia de la antena de 16 dipolos es de 7 dBi. La repetidora de Cerro Azul será la Máster y la de la Matriz será la Esclava.

Gracias a la características de la repetidoras están se pueden enlazar vía IP para comunicarse entre sí, y así poder abarcar mas cobertura. Como la cobertura está en la misma ciudad, no es necesario contratar un servicio de internet para que nos provean las IP para las repetidoras, instalaremos un enlace de datos Punto a Punto entre Cerro Azul y la Matriz para interconectar las repetidoras y así se ahorrará el

costo de un servicio de internet. Para eso se hará un estudio de enlace de microondas para ver si es factible poder interconectarlas en estas dos posiciones.

5.7 Datos para el Enlace de Microondas.

Con la ayuda del antes mencionado programa TAP de SoftWright se realizara un análisis de fiabilidad de modulación de Banda Ancha. Para generar este estudio necesitaremos algunos factores nuevos y otros que en el estudio de propagación anterior ya se nombraron.

Entre Cerro Azul y la matriz del Banco Cooperativa Nacional hay una distancia de alrededor 5.72 KM. Debido a esta distancia se ha elegido el equipo para hacer un enlace Punto a Punto una Ubiquiti NanoBridge M5 Modelo NB-5G22.

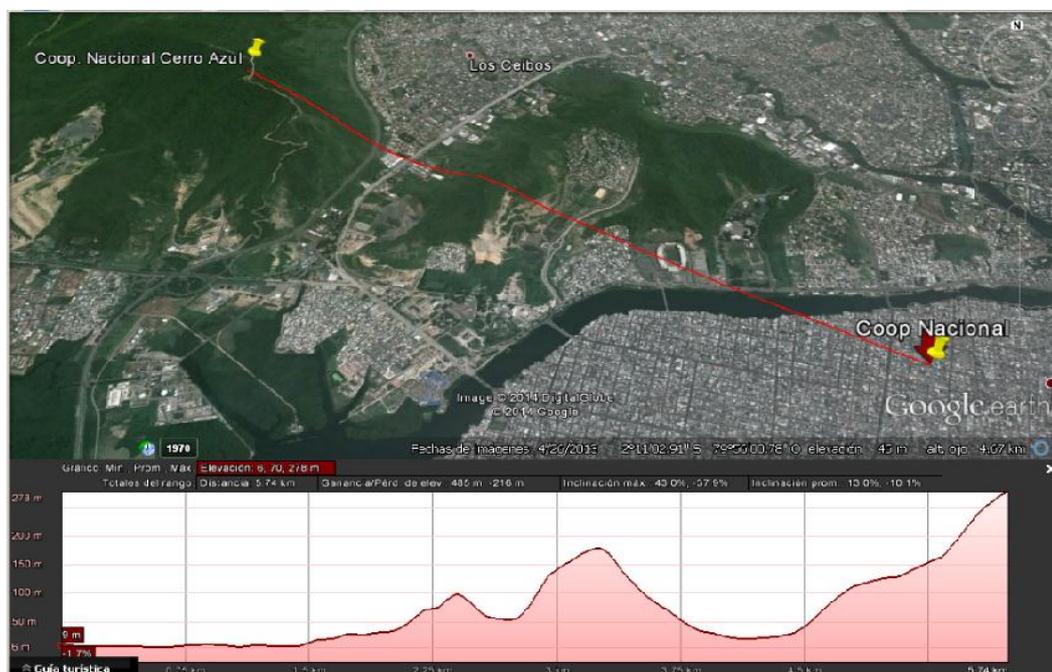


Figura 5.15 *Distancia entre Cerro Azul y la Matriz.*

Fuente: *Propia.*

Las características de este modelo que se necesita para el programa son:

- Trabaja en la banda de 5.4 GHZ
- Tiene una ganancia de 22 dBi.
- Diámetro del plato reflector: 326 mm (0.326 metros).
- Potencia de salida: 28 dBm (630 mW)
- Supervivencia al viento: 125 mph.

El programa TAP necesita la altura a la que se encuentra la antena en la matriz, como se menciona el edificio de la matriz consta de 5 pisos y cada piso mide 2.5 metros de altura, la cual da una altura de 12.5 metros más 5 metros de la torre que se encuentra en la terraza de la matriz dan una altura total de 17.5 metros de altura y en la que será ubicada la antena Ubiquiti Nano Bridge M5.



Figura 5.16 *Ubiquiti NanoBridge M5 NB-5G22.*

Fuente: *Propia.*

5.8 Fiabilidad de Modulación de Banda Ancha.

Con los datos necesarios del literal anterior se mostrara los resultados de que exista o no exista una fiabilidad de poder hacer este enlace de microondas.

Sitio Tx: Matriz de Banco Cooperativa Nacional

Coordenadas: Latitud 2:11:41.5S/ Longitud 79:54:40.7W

Frecuencia: 5400.000000 MHz

Potencia Isotrópica Radiada Equivalente (EIRP): + 36.66 dBm

Sitio Rx: Cerro Azul.

Coordenadas: Latitud 2:09:55.0S/ Longitud 79:57:02.0W

Umbral: -98.00 dBm

(Digital 10 -6 BER (Bit Error Rate)).

Trayectoria:

Distancia: 5.72 KM

- Trayecto Tx a Rx: 302.21 deg True.
- Inclinación: +4.45 deg
- Trayecto Rx a Tx: 122.21 deg True.
- Inclinación: -4.45 deg

Atenuación de la trayectoria: -122.27 dB

Perdida por absorción: .00 dB.

Atenuación Por luvias: .00 dB.

Perdida por alienación: .00 dB.

Nivel de Recepción de la Señal: -72.89 dBm

- Margen de Desvanecimiento: +25.11 dB.
- Factor del Terreno (a): 1.000 (SPEC)
- Factor del Clima (b): .500 (SPEC)

Fiabilidad Del Enlace: 99.999906523%

Corte O Interrupción: 29.48 Segundos/Años

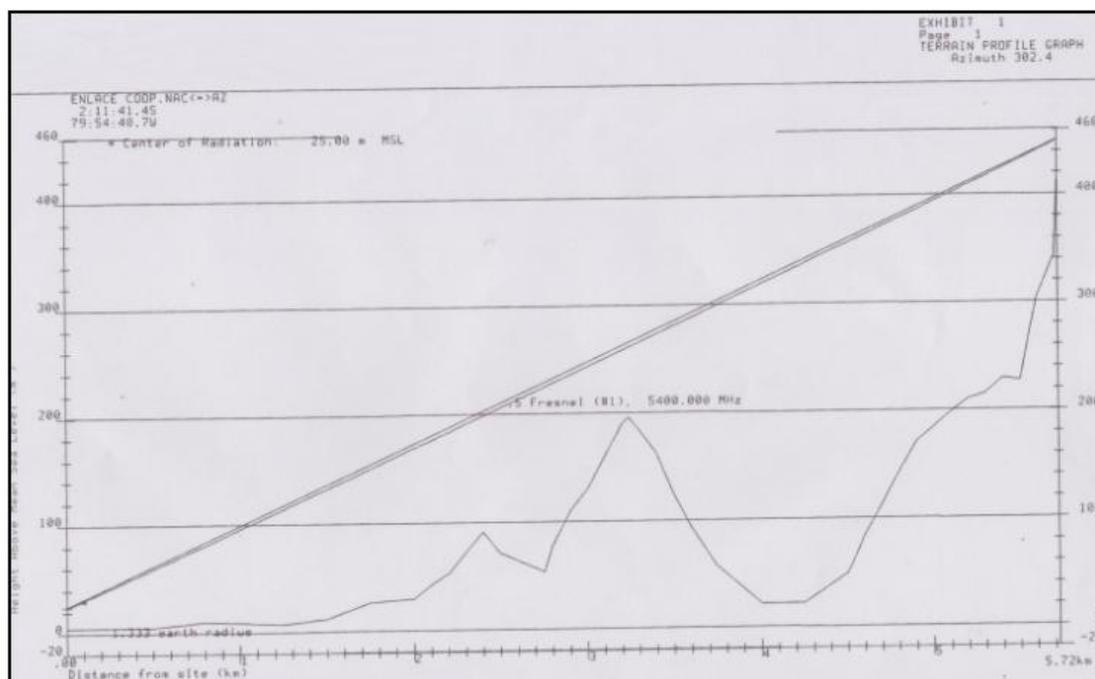


Figura 5.17 Gráfico del perfil Topográfico del Enlace Microondas.

Fuente: Propia.

5.9 Planteamiento de la radiocomunicación DMR.

Habiendo obtenido el resultado del análisis del enlace microonda, el que nos dice que hay un 99.999906523% de fiabilidad en su comunicación y gracias a este enlace Punto a Punto conectaremos nuestra repetidora vía IP. Entonces nuestra Red de Radiocomunicación quedaría estructurada de la siguiente manera:

En Cerro Azul

- Se instalaría la Repetidora con IP Hytera RD-986 como Máster que trabaja a una frecuencia Rx 450.0000 y Tx 460.0000.
- Se instalaría Duplexor Sinclair con separación de 10 MHz.
- Se instalaría Antena de radiocomunicación de 8 dipolos.
- Se Instalaría Ubiquiti NanoBridge M5 como Estación IP 192.168.1.22.
- Se instalaría las Líneas de Transmisión para la repetidora que es un cable coaxial Heliax de ½ Pulgada y Cable RJ-45 Blindado Cat 5e.

En Banco Cooperativa Nacional

- Se instalaría la Repetidora con IP Hytera RD-986 como Esclava que trabaja a una frecuencia Rx 451.0000 y Tx 461.0000.
- Se instalaría Duplexor Sinclair con separación de 10 MHz.
- Se instalaría Antena de radiocomunicación de 16 dipolos.
- Se Instalaría Ubiquiti NanoBridge M5 como Punto de Acceso con IP 192.168.1.21.

- Se instalaría las Líneas de Transmisión para la repetidora que es un cable coaxial Heliac de ½ Pulgada y Cable RJ-45 Blindado Cat 5e.

Tabla 5.13 Características Técnicas de los Equipos utilizados.

Parámetros	Repetidora Cerro Azul	Repetidora Banco Coop. Nacional	Estación Base	Móvil	Portátil
Potencia	20 W	20W	20W	20W	5W
Sensibilidad	0.3 uV	0.3 uV	0.3 uV	0.3 uV	0.3 uV
Ganancias de antena	12 dBi	7 dBi	3 dBi	3 dBi	0 dBi
Atenuación de Cable/Conectores	4.75 dB	5.30 dB	5.30 dB	1.5 dB	0 dB
Frecuencias	450-460 Mhz	451-461 Mhz	450-460 Mhz/451-461 Mhz	450-460 Mhz/451-461 Mhz	450-460 Mhz/451-461 Mhz
Altura de la Antena	15mts	17.5mts	17.5mts	1mts	1mts

Fuente: Propia.

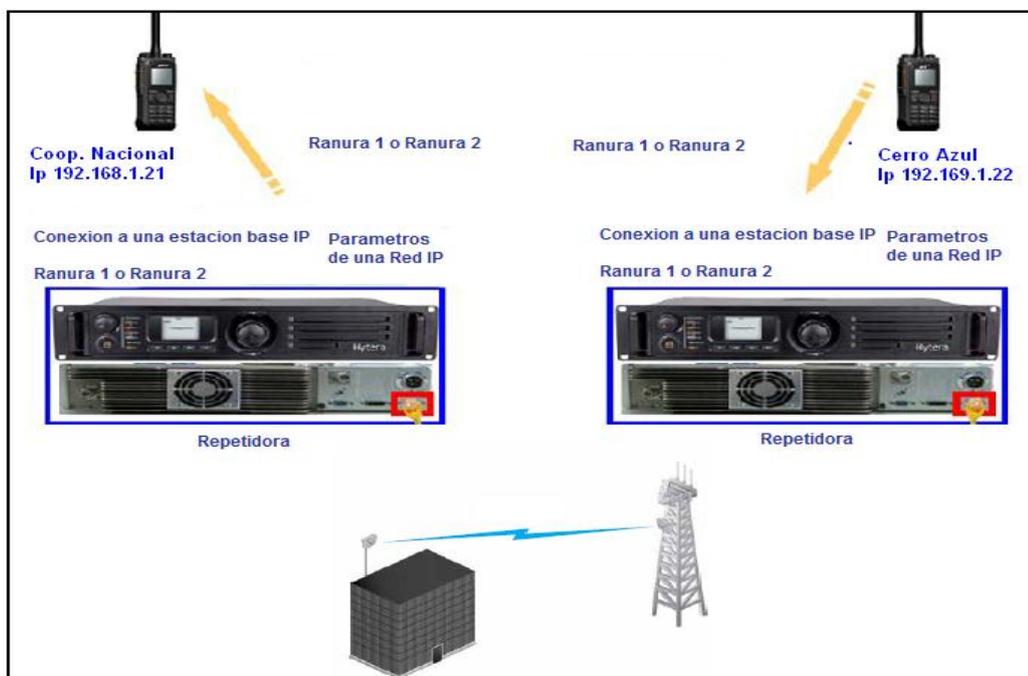


Figura 5.18 Grafico del planteamiento de la Radiocomunicación.

Fuente: Propia.

5.10 Los Servicios DMR a Implementarse.

Ya habiendo obtenido todos los estudios requeridos que nos avalan el poder realizarla, armando una Red de Radiocomunicación y mostrando los equipos DMR a utilizarse, nos queda indicar las prestaciones de servicios necesarios que se pueden implementar para el beneficio del Banco Cooperativa Nacional.

Como ya se había explicado, una entidad como esta debe tener una buena seguridad y comunicación y con relación a estos dos factores se ofrecerán los servicios para que estas dos se cumplan utilizando la marca fabricante Hytera.

Servicio de Roaming.

La red de radiocomunicación del Banco Cooperativa Nacional constará de 2 repetidoras y por ende dos frecuencias diferentes, La primera repetidora o Máster, que cubre la mayoría de la ciudad de Guayaquil y la Segunda o Esclava, que cubre los lugares donde la señal de la primera repetidora presenta pérdidas y así cubriría todo el área de trabajo que necesita esta entidad.

A los transeceptores o radio Portátiles y móviles se le deberían programar estas dos frecuencias con un canal en los radios para cada frecuencia, con la cual para el personal encargado en utilizar estos radios deberían estar atentos y conocer los lugares donde la primera repetidora pierda cobertura y así cambiarse al siguiente canal para poder comunicarse.

Con el servicio de Roaming que nos presta el DMR esto no es necesario. Bastaría con habilitar el servicio Roaming y programar el radio de la siguiente manera:

- Programar las dos Frecuencias a utilizarse con su código de color respectivo.
- En cada Canal creado para cada frecuencia se debe habilitar la opción Auto-Start Roaming y IP Multi-Site.
- Se debe crear una lista de Roaming poniendo las dos frecuencias dentro de ella.
- Al haber creado la lista, se debe volver a los canales creados y seleccionar la lista de Roaming creada.
- Por último se pone en zona del radio solo una de las dos a utilizarse frecuencia en este caso la de cerro azul y mandar a programar.

Siguiendo estos pasos nos permite que la radio tenga a vista del usuario un canal con la frecuencia de Cerro Azul, la cual tiene activado el Roaming Automático haciendo que el usuario se despreocupe por ver o estar atento cuando pierde la cobertura de esta repetidora ya que automática el radio detectara cuando la repetidora de Cerro Azul pierda cobertura y se conectara en ese momento a la repetidora que se encuentra en la matriz del Banco Cooperativa Nacional. Y de esta manera mantendrán una comunicación total del sitio del trabajo todo el tiempo.

Servicio de Mensajería

El servicio de mensajería en las radios Hytera viene habilitado por Default, en este caso se debe programar cada radio con una I.D (Numero de Identificación) diferente para que no haya errores de envío hacia dos radios. Tanto en las radios portátiles tienen la opción de mensajería con un solo destinatario mientras en las radios móviles tienen la opción a todo el grupo de trabajo o flota.

Tipo de Señalización

Para comunicaciones digitales la radio Hytera cuenta con la señalización MDC antes explicada la cual nos dará características que son programables como botón de emergencia, radio control, ID de las radios y llamadas selectivas.

Botón de Emergencia

En la programación de los radios en la sección de botonera se habilita un botón para el de emergencia que por lo general es uno naranja. Además de habilitarlo en la botonera se debe ir a la sección de Alarmas y elegir la opción para el sistema de alarma digital, El cual nos dará opciones de a qué frecuencia o radio se le enviara la alarma, en este caso a la base (Radio Móvil) que se encontrara en la matriz. También nos dará el tipo de alarma, si el sonido continuo y por cuánto tiempo se queda activada la alarma.

Tipos de llamadas

Los diferentes tipos o modo de llamadas ya vienen programado en las radio. Pero la llamada individual es la que está por default, los diferentes modos de llamadas se las selecciona en el menú del radio.

Para el modo de servicio de canal de voz abierto, este se debe seleccionar en la programación de radio y el tiempo que se mantendrá abierto el canal.

GPS

Los modelos de radio que se ofrecieron son todos GPS por lo cual este mismo se activa cuando este dentro de la zona de cobertura. Para la ubicación de los usuarios, es necesario de que cuenten con el software apropiado, que es el Smart Dispatch.

El Smart Dispatch

Se le ofrecerá al Banco Cooperativa Nacional el sistema de despacho Smart Dispatch el cual explota todas las bondades que el DMR nos puede ofrecer ya que reúne todas las utilidades en un solo sistema haciendo para el usuario más fácil poder controlar todo el sistema de radiocomunicación DMR.

En los capítulos anteriores se describió las diferentes opciones que nos da el Smart Dispatch por lo cual ahora mencionaremos las que nos ofrecen.

- Mensaje de Status En Línea.
- Soporta todo tipo de llamadas.
- Bloqueos o desbloques de Radios.
- Localización de Radios vía GPS.
- Mensajes de Textos.
- Grabar llamadas y volver a reproducirlas.
- Análisis y Estadísticas.
- Regiones o Geofencing.
- Alarma de Emergencia.
- Enviar y recibir Mails
- Formatos de Mapas.

Estas son todas las prestaciones de servicio que el Smart Dispatch nos ofrecería, con la opción de que este software pueda ser actualizado aumentando más funciones útiles para el usuario.

Al principio se dice que se ofrecerá y no que estará incluido ya que el sistema Smart Dispatch tiene un costo aparte, el cual como mencionamos que es un poco elevado pero rentable al ver todas las prestaciones que nos traería en una ciudad como Guayaquil donde hay un alto índice de delincuencia y con esto podrá proteger el capital de la empresa.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES

Después de realizar el presente trabajo, así como los análisis de cobertura de perfil topográfico y de fiabilidad de enlace en las inmediaciones del Banco Cooperativa Nacional de Guayaquil se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Los beneficios como voz, datos, GPS y avances tecnológicos como Geofencing que nos ofrece la tecnología DMR son idóneos para el Banco Cooperativa Nacional.
- Que uno de los objetivos del trabajo es que no son adecuado la cobertura y los puntos de accesos para el área de trabajo del Banco Cooperativa Nacional,
- Se demuestra que con una sola repetidora no se puede cubrir en su totalidad la ciudad de Guayaquil desde Cerro Azul.
- Se demuestra que el nivel de seguridad que esta radiocomunicación ofrece con el estándar DMR es óptima con respecto a una comunicación analógica, ya que tiene diferentes tipos de encriptación.
- Como resultados de los servicios DMR se resalta la interoperabilidad que tiene con sistemas antecesores y con los que se están desarrollando.
- Que el tipo de señalización utilizada para esta comunicación digital en la tecnología DMR nos ofrece diferentes tipos de llamadas, alarmas, identificación, monitoreo, que son útiles para una empresa que necesita seguridad.

CAPITULO 7

RECOMENDACIONES

- La capacitación en la programación de los radios para conocer el funcionamiento de la tecnología DMR.
- Entrenarse en el montaje de una red DMR para que sepan escoger bien los equipos a utilizarse de acuerdo al diseño que se quiera realizar.
- Conocer exactamente el área de cobertura para que la comunicación que se preste sea óptima.
- Realizar estudios de propagación para saber donde la señal se atenúa.
- Para una entidad que maneja dinero como lo es esta, se debe ofrecer una encriptación completa como la AES de 256 bits.
- Tener los manuales de información de los equipos utilizados para poder obtener datos que son necesarios para el desarrollo de un estudio de propagación.
- Realizar un respaldo de la programación de los equipos (Antenas Ubiquiti y Radios) para cualquier ocasión donde por motivos ajenos se desconfiguren o sufra algún fallo, volver a resetarlo de fábrica y volver a cargar el archivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DMR Association, D. M. (s.f.). *dmrassociation*. Obtenido de

<http://dmrassociation.org/%C2%BFque-es-el-dmr/?lang=es>

DMR Conventional Series Encryption, H. (25 de Mayo de 2011). *www.hytera.com*.

Obtenido de www.hytera.com:

https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Ffiles.radiostanice-hytera.cz%2F200001368-6e99e6f946%2FEncryption.pdf&ei=DsnbU4H1HIbJsQSCzYD4BA&usg=AFQjCNGZCoNSxFKMfLqI1BIcqI_t80pKuA&sig2=M-s

DMR General System Design, E. (Enero de 2013). *ETSI.org*. Obtenido de

http://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/102300_102399/102398/01.03.01_60/tr_102398v010301p.pdf

ERM, System, D., & Part 2: DMR Voice, E. (Diciembre de 2007). *ETSI.org*.

Obtenido de

http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102300_102399/10236102/01.02.06_60/ts_10236102v010206p.pdf

ETSI Protocolo Data, D. A. (Diciembre de 2007). *ETSI Org*. Obtenido de

http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102300_102399/10236103/01.01.07_60/ts_10236103v010107p.pdf

PROAKIS, J. (2007). *Digital Communications*. Nueva York: McGraw-Hill.

Repeater Diagnostics And Control, H. D. (15 de Junio de 2011). *www.hytera.com*.

Obtenido de

http://www.hytera.us/Download/Private/file/WebFiles/WF_Repeater%20Diagnostics%20And%20Control%20Application%20Notes_R1.0.pdf

Guerrero Gualoto, C. (2010). Estudio, Análisis e Implementación de una Red Digital Mototrbo en la Banda de 450 Mhz a 520 Mhz para la Empresa Radiocom Center de la Ciudad de cuenca. (Tesis de maestría inédita). Recuperada de la base de datos repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/10262.

Índice de Figuras.

CAPITULO 2

Figura 2.1 Refracción de onda de radios.....	20
Figura 2.2 Modo de Transmisión	23
Figura 2.3 Modulación de Amplitud	24
Figura 2.4 Señal Modulada.....	25
Figura 2.5 Modulación FDMA	26
Figura 2.6 Modulación TDMA.....	27
Figura 2.7 Comparación entre los diferentes métodos de modulación	27
Figura 2.8 Componentes de un sistema de comunicación de radios.....	32

CAPITULO 3

Figura 3.1 Compatibilidad del espectro de guarda con los Antiguos Sistemas Análogos.	34
Figura 3.2 Integrantes de la asociación DMR.....	36
Figura 3.3 Modelo de capa de la norma DMR.....	37
Figura 3.4 Intensidad de la señal vs calidad del Audio.....	42
Figura 3.5 Diagrama de temporización.	44
Figura 3.6 Sistema FDMA Digital o Analógico de 2 Canales	45
Figura 3.7 Sistema TDMA Digital de 2 Canales	45
Figura 3.8 Mejora de duración de la batería con TDMA.....	46
Figura 3.9 Irradiación de una antena lateral y otra en el centro.....	48
Figura 3.10 Diagrama de Flujo de Encriptación Básica	50
Figura 3.11 Diagrama de Flujo de Encriptación Completa.....	51

CAPITULO 4

Figura 4.1 Itinerancia o Roaming entre Radios.	57
Figura 4.2 Red Troncalizada Multi-Sitio	61
Figura 4.3 Red Troncalizada de un Solo Sitio.	62
Figura 4.4 Estructura del Teclado de la CCITT.....	63
Figura 4.5 Estructura de una digitación.	64
Figura 4.6 Sistema de Despacho.....	65
Figura 4.7 Logo de Smart Dispatch de Hytera.....	66
Figura 4.8 Radios En Línea.	67
Figura 4.9 Smart Dispatch mostrando las múltiples llamadas.	68
Figura 4.10 Mostrando Ubicación de las radio vía GPS	69
Figura 4.11 Menú Principal de la sección de Mensajes	70
Figura 4.12 Smart Dispatch la opción Geofencing.....	71
Figura 4.13 Alarma en el sistema del Smart Dispatch.....	72
Figura 4.14 Smart Dispatch trabajando con diferente tipo de mapa	73
Figura 4.15 Conexión en Modo Local	75
Figura 4.16 Conexión en Modo Vía Conexión IP.	75

CAPITULO 5

Figura 5.1 Vista de Guayaquil desde Cerro Azul.	78
Figura 5.2 TAP Software.	82
Figura 5.3 Grafico del perfil Topográfico 0 °.	86
Figura 5.4 Grafico del perfil Topográfico 30 °.	87
Figura 5.5 Grafico del perfil Topográfico 60 °.	88
Figura 5.6 Grafico del perfil Topográfico 90 °.	89
Figura 5.7 Grafico del perfil Topográfico 120 °.	90
Figura 5.8 Grafico del perfil Topográfico 150 °.	91
Figura 5.9 Grafico del perfil Topográfico 180 °.	92
Figura 5.10 Grafico del perfil Topográfico 210 °.	93
Figura 5.11 Grafico del perfil Topográfico 240 °.	94
Figura 5.12 Grafico del perfil Topográfico 270 °.	95
Figura 5.13 Grafico del perfil Topográfico 300 °.	96
Figura 5.14 Grafico del perfil Topográfico 330 °.	97
Figura 5.15 Distancia entre Cerro Azul y la Matriz.	98
Figura 5.16 Ubiquiti NanoBridge M5 NB-5G22.	99
Figura 5.17 Grafico del perfil Topográfico del Enlace Microondas.	101
Figura 5.18 Grafico del planteamiento de la Radiocomunicación.	103

Índice de Tablas.

CAPITULO 2

Tabla 2.1 Las ondas Radio Eléctricas	19
Tabla 2.2 Ruido en el espacio libre.	29

CAPITULO 5

Tabla 5.1 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 0 °	85
Tabla 5.2 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 30 °	86
Tabla 5.3 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 60 °	87
Tabla 5.4 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 90 °	88
Tabla 5.5 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 120 °	89
Tabla 5.6 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 150 °	90
Tabla 5.7 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 180 °	91
Tabla 5. 8 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 210 °	92
Tabla 5.9 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 240 °	93
Tabla 5.10 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 270 °	94
Tabla 5.11 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 300 °	95
Tabla 5.12 Niveles de Intensidad de Campo Eléctrico en un Azimut de 330 °	96
Tabla 5.13 Características Técnicas de los Equipos utilizados.	103

GLOSARIO.

ARP: (del inglés Address Resolution Protocol o, en español, Protocolo de resolución de direcciones) es un protocolo de la capa de enlace de datos responsable de encontrar la dirección hardware (Ethernet MAC) que corresponde a una determinada dirección IP.

AES: Advanced Encryption Standard (AES), también conocido como Rijndael es un esquema de cifrado por bloques adoptado como un estándar de cifrado por el gobierno de los Estados Unidos.

AM: Amplitud Modulada o modulación de amplitud (AM) es una técnica utilizada en la comunicación electrónica, más comúnmente para la transmisión de información.

BER: La tasa de error binario o BER, siglas de la denominación en inglés Bit Error Rate o en ocasiones, Bit Error ratio se define como el número de bits recibidos de forma incorrecta respecto al total de bits enviados durante un intervalo especificado de tiempo.

Bluetooth: Es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM (Industrial, Scientific and Medical) de los 2,4 GHz.

Bits: Es el acrónimo Binary digit ('dígito binario'). Un bit es un dígito del sistema de numeración binario. Las unidades de almacenamiento tienen por símbolo bit.

Carga Útil: En informática y telecomunicaciones la carga útil es el conjunto de datos, como los campos de datos de un formulario web, que representa la información del usuario e información overhead de usuario, y no la información overhead de sistema.

CDMA: La multiplexación por división de código, acceso múltiple por división de código o CDMA (del inglés Code División Múltiple Access) es un término genérico para varios métodos de multiplexación o control de acceso al medio basados en la tecnología de espectro expandido.

CTSS: Compatible Time-Sharing System (Sistema de Tiempo Compartido Compatible), fue uno de los primeros sistemas operativos de tiempo compartido.

CCITT: Son las siglas de Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (Consultative Committee for International Telegraphy and Telephony - Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique), antiguo nombre del comité de normalización de las telecomunicaciones dentro de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) ahora conocido como UIT-T.

Cable Coaxial: Es un cable utilizado para transportar señales eléctricas de alta frecuencia que posee dos conductores concéntricos, uno central, llamado vivo, encargado de llevar la información, y uno exterior, de aspecto tubular, llamado malla, blindaje o trenza, que sirve como referencia de tierra y retorno de las corrientes.

CCL: Capa de Control de Llamadas (CCL). Esta se encuentra ubicada en la parte de control de Plano la cual se encarga de todo lo relacionado con el control de llamada por ejemplo su direccionamiento, se la conoce como la entidad de servicio.

DLL: Capa de Enlace de Datos (DLL) Esta capa se divide en dos: Plano Usuario: Sirve para el transporte de información tales como voz y datos, Plano Control: Sirve para la señalización de información tales como voz y datos.

DSP: Un procesador digital de señales o DSP (sigla en inglés de digital signal processor) es un sistema basado en un procesador o microprocesador que posee un conjunto de instrucciones, un hardware y un software optimizados para aplicaciones que requieran operaciones numéricas a muy alta velocidad.

DMR: Es un acrónimo de (Radio Móvil Digital, por sus siglas en inglés) es un estándar del ETSI (European Telecommunications Standards Institute) ETSI TS 102 361, publicado en el año 2005, desarrollado como protocolo de radio digital de banda estrecha, con el fin de conseguir una mejora de la eficiencia espectral sobre la radio analógica tradicional PMR y facilitando las comunicaciones bidireccionales a través de radio digital.

DTMF: Sistema de marcación por tonos, también llamado sistema multifrecuencial o DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency) es usado para la señalización de telecomunicaciones sobre líneas telefónicas analógicas en la banda de frecuencia vocal entre teléfonos u otros equipos de comunicaciones y la central telefónica.

Dipolos: Un dipolo es una antena con alimentación central empleada para transmitir o recibir ondas de radiofrecuencia. Estas antenas son las más simples desde el punto de vista teórico.

ETSI: European Telecommunications Standards Institute o Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones es una organización de estandarización independiente, sin fines de lucro de la industria de las telecomunicaciones (fabricantes de equipos y operadores de redes) de Europa, con proyección mundial.

Espectro Electromagnético: Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas. Referido a un objeto se denomina espectro electromagnético o simplemente espectro a la radiación electromagnética que emite (espectro de emisión) o absorbe (espectro de absorción) una sustancia.

Estación Base: En comunicaciones por radio, una estación base es una instalación fija o moderada de radio para la comunicación media, baja o alta bidireccional. Se usa para comunicar con una o más radios móviles o teléfonos celulares.

Ethernet: Es un estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por detección de la onda portadora y con detección de colisiones (CSMA/CD).

EIRP: En sistemas de Radiocomunicación, la Potencia Isotrópica Radiada Equivalente (PIRE) es la cantidad de potencia que emitiría una antena isotrópica teórica (es decir, aquella que distribuye la potencia exactamente igual en

todas direcciones) para producir la densidad de potencia observada en la dirección de máxima ganancia de una antena.

Encriptación: (Cifrado, codificación). La *encriptación* es el proceso para volver ilegible información considerada importante.

Frecuencia: Es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico.

FM: La frecuencia modulada (FM) o modulación de frecuencia es una modulación angular que transmite información a través de una onda portadora variando su frecuencia. En aplicaciones analógicas, la frecuencia instantánea de la señal modulada es proporcional al valor instantáneo de la señal moduladora.

FDMA: El acceso múltiple por división de frecuencia (Frequency Division Multiple Access o FDM, del inglés) es una técnica de multiplexación usada en múltiples protocolos de comunicaciones, tanto digitales como analógicos, principalmente de radiofrecuencia, y entre ellos en los teléfonos móviles de redes GSM.

FCC: La Comisión Federal de Comunicaciones (Federal Communications Commission, FCC) es una agencia estatal independiente de Estados Unidos, bajo responsabilidad directa del Congreso.

Fibra Óptica: La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir.

Ganancias: En electrónica, a la relación de transferencia entre la salida y la entrada de un sistema electrónico.

Geofencing: Es una tecnología que define límites virtuales en el mundo real. De este modo, una marca puede establecer un radio de interés dentro del cual puede desencadenar un sinnúmero de acciones en cualquier dispositivo móvil con GPS.

GPS: Sistema de posicionamiento global El sistema global de navegación por satélite (GNSS) permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. El sistema fue desarrollado, instalado y empleado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos. El sistema GPS está constituido por 24 satélites y utiliza la triangulación para determinar en todo el globo la posición con una precisión de más o menos metros.

HF: El inglés High Frequency (o altas frecuencias) o SW, son las siglas utilizadas para referirse a la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 3 MHz a 30 MHz.

Ionosfera: La ionosfera o ionósfera, es la parte de la atmósfera terrestre ionizada permanentemente debida a la fotoionización que provoca la radiación solar. Se sitúa entre la mesosfera y la exosfera, y en promedio se extiende aproximadamente entre los 80 km y los 500 km de altitud, aunque los límites inferior y superior varían según autores y se quedan en 80-90 y 600-800 km respectivamente.

Interoperabilidad: El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) define interoperabilidad como la habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada.

IEEE: El Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica—abreviado como IEEE, en inglés Institute of Electrical and Electronics Engineers, es una asociación mundial de técnicos e ingenieros dedicada a la estandarización y el desarrollo en áreas técnicas.

IP: Una dirección IP es una etiqueta numérica que identifica, de manera lógica y jerárquica, a una interfaz (elemento de comunicación/conexión) de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo IP(Internet Protocol), que corresponde al nivel de red del Modelo OSI. Dicho número no se ha de confundir con la dirección MAC, que es un identificador de 48 bits para identificar de forma única la tarjeta de red y no depende del protocolo de conexión utilizado ni de la red.

IPv4: El Internet Protocol versión 4 (IPv4) es la cuarta versión del protocolo Internet Protocol (IP), y la primera en ser implementada a gran escala. Definida en el RFC 791.= IPv4 usa direcciones de 32 bits, limitándola a $2^{32} = 4.294.967.296$ direcciones únicas, muchas de las cuales están dedicadas a redes locales (LANs)

IPv6: El Internet Protocol versión 6 (IPv6) (en español: Protocolo de Internet versión 6) es una versión del protocolo Internet Protocol (IP), definida en el RFC 2460 y diseñada para reemplazar a Internet Protocol versión 4 (IPv4) RFC 791, que

actualmente está implementado en la gran mayoría de dispositivos que acceden a Internet.

IP54: Protección completa contra contacto, protección contra sedimentaciones de polvos en el interior. Protegido contra agua pulverizada.

ID: Número de Identificación de Radio.

Irradiación: Emisión y Propagación de una radiación, como la luz, el calor u otro tipo de energía.

Latencia: En redes informáticas de datos se denomina latencia a la suma de retardos temporales dentro de una red. Un retardo es producido por la demora en la propagación y transmisión de paquetes dentro de la red.

LCD: Una pantalla de cristal líquido o LCD (sigla del inglés liquid crystal display) es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora.

Modulación: Modulación engloba el conjunto de técnicas que se usan para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda sinusoidal. Estas técnicas permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información en forma simultánea además de mejorar la resistencia contra posibles ruidos e interferencias.

MOU: Un memorándum de entendimiento (o MOU por sus siglas en inglés de Memorandum of Understanding) es un documento que describe un acuerdo bilateral o multilateral entre partes. El mismo expresa una convergencia de

deseo entre las partes, indicando la intención de emprender una línea de acción común.

M.S.N.M: Metros Sobre el nivel del Mar.

MDC: (Motorola Data Communication) Este tipo de comunicación se la conoce comúnmente como señalización MDC-1200, el cual es digital y utiliza la técnica de modulación.

PMR: Radio móvil profesional son sistemas de comunicaciones de radio de campo que utilizan portátil, móvil, estación base, y radios consola de despacho.

PTT: El Pulsar para Hablar, en inglés Push to Talk, comúnmente abreviado como PTT o PPH, es un método para hablar en líneas half-duplex de comunicación, apretando un botón para transmitir y liberándolo para recibir. Este tipo de comunicación permite llamadas de tipo uno-a-uno o bien uno-a-varios (llamadas de grupos).

Protocolos: Protocolo de red para la comunicación de datos a través de paquetes conmutados.

Potencia: La potencia eléctrica es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio (watt).

Paneles Solares: Un panel solar (o módulo solar) es un dispositivo que aprovecha la energía de la radiación solar.

PBX: Un PBX o PABX (siglas en ingles de Private Branch Exchange y Private Automatic Branch Exchange para PABX) cuya traducción al español sería Ramal privado de conmutación automática , o más bien Central Secundaria Privada Automática; es en realidad cualquier central telefónica conectada directamente a la red pública de telefonía por medio de líneas troncales para gestionar además de las llamadas internas, las entrantes y salientes con autonomía sobre cualquier otra central telefónica.

PDU: Las unidades de datos de protocolo, también llamadas PDU, se utilizan para el intercambio de datos entre unidades dispares, dentro de una capa del modelo OSI.

PDP: Packet Data Protocol, un protocolo de transferencia de datos utilizado en GPRS.

PSTN: Red telefónica Conmutada, Se define como el conjunto de elementos constituido por todos los medios de transmisión y conmutación necesarios para enlazar a voluntad dos equipos terminales mediante un circuito físico que se establece específicamente para la comunicación y que desaparece una vez que se ha completado la misma. Se trata por tanto, de una red de telecomunicaciones conmutada.

Ráfagas: Son tramas o bits que envía la estación móvil a la estación base en intervalos de tiempos regulares.

RC4: Dentro de la criptografía RC4 o ARC4 es el sistema de cifrado de flujo Stream cipher más utilizado y se usa en algunos de los protocolos más populares

(TLS/SSL) (para proteger el tráfico de Internet) y Wired Equivalent Privacy (WEP) (para añadir seguridad en las redes inalámbricas).

RDAC: Por sus Siglas en Español RDAC Significa Control y Diagnostico de las Repetidoras. Como su nombre lo indica RDAC es un Software de aplicación base que permite al operador del sistema (Software) poder controlar y diagnosticar el estado de las repetidoras.

Smart Dispatch: Es un sistema de despacho capaz de proporcionar una implementación y una comunicación remotas y eficaces a los clientes para optimizar la administración como por ejemplo servicio GPS, Telemetría y Mensajería.

SNR: a relación señal/ruido (en inglés Signal to noise ratio SNR o S/N) se define como la proporción existente entre la potencia de la señal que se transmite y la potencia del ruido que la corrompe. Este margen es medido en decibelios.

S.N.S: Sobre el nivel del Suelo.

S.N.M: Sobre el nivel del mar.

Señal Análoga: Una señal analógica es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético y que es representable por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y periodo (representando un dato de información) en función del tiempo.

Señal Digital: La señal digital es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético en que cada signo que codifica el contenido de la

misma puede ser analizado en término de algunas magnitudes que representan valores discretos, en lugar de valores dentro de un cierto rango.

TDMA: Es la multiplexación por división de tiempo (Time Division Multiple Access o TDM) es una técnica que permite la transmisión de señales digitales y cuya idea consiste en ocupar un canal (normalmente de gran capacidad) de transmisión a partir de distintas fuentes, de esta manera se logra un mejor aprovechamiento del medio de transmisión. El Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) es una de las técnicas de TDM más difundidas.

Transceptores: Un transceptor es un dispositivo que cuenta con un transmisor y un receptor que comparten parte de la circuitería o se encuentran dentro de la misma caja. Cuando el transmisor y el receptor no tienen en común partes del circuito electrónico se conoce como transmisor-receptor.

Trunking: El Trunking es una función para conectar dos switches, routers o servidores, del mismo modelo o no, mediante 2 cables en paralelo en modo Full-Duplex. Así se consigue un ancho de banda del doble para la comunicación entre los switches. Esto permite evitar cuellos de botella en la conexión de varios segmentos y servidores.

Telemetría: La telemetría es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema.

Temporización: Un temporizador o minuterero es un dispositivo, con frecuencia programable, que permite medir el tiempo.

TCP: Transmission Control Protocol (en español 'Protocolo de Control de Transmisión') o TCP, es uno de los protocolos fundamentales en Internet. Fue creado entre los años 1973 y 1974 por Vint Cerf y Robert Kahn

UHF: (Siglas del inglés Ultra High Frequency, 'frecuencia ultra alta') es una banda del espectro que ocupa el rango de frecuencias de 300 MHz a 3 GHz. En esta banda se produce la propagación por onda espacial troposférica, con una atenuación adicional máxima de 1 dB si existe despejamiento de la primera zona de Fresnel.

USB: El "Bus Universal en Serie" (BUS), en inglés: Universal Serial Bus más conocido por la sigla USB, es un bus estándar industrial que define los cables, conectores y protocolos usados en un bus para conectar, comunicar y proveer de alimentación eléctrica entre computadoras, periféricos y dispositivos electrónicos.

UDP: User Datagram Protocol (UDP) es un protocolo del transporte basado en el intercambio de datagramas (Encapsulado de capa 4 Modelo OSI).

Umbral: El umbral es la cantidad mínima de señal que ha de estar presente para ser registrada por un sistema.

VAC: Voltaje de Corriente Alterna. Se denomina a la corriente eléctrica en la que la magnitud y el sentido varían cíclicamente. La forma de oscilación de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una oscilación senoidal, puesto que se consigue una transmisión más eficiente de la energía.

VDC: Voltaje de corriente Continua. Se refiere al flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial, que no cambia de sentido con el tiempo.

VHF: (Very High Frequency) es la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 30 MHz a 300 MHz.

Yagi: La antena Yagi o antena Yagi-Uda es una antena direccional, esta invención de avanzada a las antenas convencionales, produjo que mediante una estructura simple de dipolo, combinada con elementos parásitos conocidos como reflector y directores, se pudiera construir una antena de muy alto rendimiento.

Zona de Fresnel: Se llama zona de Fresnel al volumen de espacio entre el emisor de una onda -electromagnética, acústica, etc.- y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180°.

ANEXOS.

Anexo (1) Especificaciones de Radio Móvil MD-786.

Hytera



MD786

Radio móvil digital bidireccional
con pantalla, teclas programables y GPS (opcional)



Como producto construido según el estándar DMR, el MD786 combina eficiencia espectral con funciones digitales versátiles, tales como comunicación segura, mensajería de texto y gestión de datos. La serie MD786 de Hytera pone en sus manos una NUEVA tecnología de punta a un valor excepcional.



Modelo con GPS (MD786G) disponible

Comunicaciones digitales nítidas, gracias a la tecnología DMR

Ancho de banda estrecho que cumple con el mandato 2013 de la FCC

Pantalla LCD a color que permite una visualización completa de mensajes y alertas

DMR
GARANTÍA
ESTÁNDAR DE
3
AÑOS

www.hytera.com

Especificaciones

*Disponible en breve
Las imágenes superiores son solo de referencia y pueden diferir de los productos reales.

General		
Bandas de frecuencias	VHF: 136-174MHz UHF1: 400-470MHz	
Capacidad de canales	1.024	
Capacidad de zonas	64 (cada una con un máximo de 16 canales)	
Canalización	25 /20/12,5 KHz	
Voltaje de operación	13,6V ±15%	
Corriente de drenaje	Espera	<0,6A
	Recepción	<2,0A
	Transmisión	<12A (45W/50W) <8A (25W)
Estabilidad de frecuencia	±1,5ppm	
Impedancia de la antena	50Ω	
Dimensiones (alto x ancho x profundidad) (con batería estándar, sin antena)	60 x 174 x 200 mm / 2,4 x 6,9 x 7,9 pulgadas	
Peso (con antena y batería estándar)	1,7kg / 60 oz.	
Carcasa frontal	PC+ABS	
Pantalla LCD	220 x 176 píxeles, 262.000 colores 2,0 pulgadas, 4 filas	

Receptor	
Sensibilidad (analógica)	0,3µV (12dB SINAD) 0,22µV (típica) (12dB SINAD) 0,4µV (20dB SINAD)
Sensibilidad (Digital)	0,3µV/BER5%
Selectividad TIA-603 ETSI	65dB @ 12,5 kHz / 75dB @ 20/25 kHz 60dB @ 12,5 kHz / 70dB @ 20/25 kHz
Intermodulación TIA-603 ETSI	75dB @ 12,5/20/25 kHz 70dB @ 12,5/20/25 kHz
Rechazo de espurias TIA-603 ETSI	75dB @ 12,5/20/25 kHz 70dB @ 12,5/20/25 kHz
SNR	40dB @ 12,5 kHz 43dB @ 20 kHz 45dB @ 25 kHz
Potencia salida de audio	3W
Distorsión de audio	≤3%
Respuesta de audio	+1 ~ -3dB
Emisión espuria conducida	<-57 dBm

GPS (sólo para MD786G)	
TTFF (Time To First Fix) posicionamiento inicial en frío	<1 minuto
TTFF (Time To First Fix) posicionamiento inicial en caliente	<10 segundos
Precisión horizontal	<10 metros (32,8 pies)

Transmisor	
Potencia RF de salida	VHF Alta potencia: 50 W VHF Baja potencia: 25 W UHF Alta potencia: 45 W UHF Baja potencia: 25 W
Modulación FM	11KΦF3E @ 12,5 kHz 14KΦF3E @ 20 kHz 16KΦF3E @ 25 kHz
Modulación digital 4FSK	12,5 kHz Sólo datos: 7K6ΦFXD 12,5 kHz Datos y voz: 7K6ΦFXW
Emisión conducida/radiada	-36dB m<1GHz -30dB m>1GHz
Límites de modulación	±2,5kHz @ 12,5 kHz ±4,0kHz @ 20 kHz ±5,0kHz @ 25 kHz
Ruido FM (residual)	40dB @ 12,5 kHz 43dB @ 20 kHz 45dB @ 25 kHz
Potencia del canal adyacente	60dB @ 12,5 kHz 70dB @ 20/25kHz
Respuesta de audio	+1 ~ -3dB
Distorsión de audio	≤3%
Tipo de codificador de voz digital	AMBE++ o SELP
Protocolo digital	ETSI-TS102 361-1, 2 y 3

Especificaciones medioambientales	
Temperatura de funcionamiento	-30°C ~ +60°C -22°F ~ +140°F
Temperatura de almacenamiento	-40°C ~ +85°C -40°F ~ +185°F
ESD (Descarga Estática)	IEC 61000-4-2 (nivel 4) 8kV (contacto) 15kV (aire)
Estándar militar americano	MIL-STD-810 C/D/E/F
Sellamiento contra polvo y agua	Estándar IP54
Humedad	Conforme estándar MIL-STD-810 C/D/E/F
Impactos y vibraciones	Conforme estándar MIL-STD-810 C/D/E/F

Todas las especificaciones han sido comprobadas conforme a los estándares aplicables y están sujetas a cambios sin previo aviso debido a nuestros procesos de mejoramiento continuo.

Estándares militares aplicables

Categoría de prueba	810C		810D		810E		810F	
	Método	Procedimiento	Método	Procedimiento	Método	Procedimiento	Método	Procedimiento
Presión baja	500.1	I	500.2	I, II	500.3	I, II	500.4	II
	501.1	I, II	501.2	I, II	501.3	I, II	501.4	I, II
Temperatura baja	502.1	I	502.2	II, III	502.3	I, II	502.4	I, II
Gas inerte condensado	503.1	I	503.2	I	503.3	I	503.4	I
Radiación solar	505.1	I	505.2	I	505.3	I	505.4	I
Lluvia	506.1	II	506.2	II	506.3	I, II	506.4	I, II
Humedad	507.1	II	507.2	II, III	507.3	II, III	507.4	I, II
Nebula salina	509.1	I	509.2	I	509.3	I	509.4	I
Arena y polvo	510.1	I	510.2	I	510.3	I	510.4	I
Vibraciones	514.2	VIII, X	514.3	I	514.4	I	514.5	IV/24
Impactos	516.2	I, II, V	516.3	I, IV	516.4	I, IV	516.5	I, IV

Anexo (2) Especificaciones de Radio Portátil PD-786G.



PD786

Radio móvil portátil bidireccional
con pantalla, teclado y GPS (opcional)



Siendo un producto construido según el estándar DMR, el PD786 combina eficiencia espectral y un diseño compacto para duradero con versátiles funciones digitales, tales como comunicación segura, envío de textos y gestión de datos. La serie PD786 de Hytera pone en sus manos una NUEVA tecnología de punta a un valor excepcional.



**GARANTÍA
ESTANDARDE
3
AÑOS**



Modelo con GPS (PD786G) disponible

Clasificación IP57: sumergible hasta 30 min en 1 m de agua

Canalización estrecha que cumple con el mandato 2013 de la FCC

Su gran pantalla LCD a color le permite una visualización clara de mensajes y alertas

Especificaciones

General	
Bandas de frecuencias	VHF: 136-174MHz UHF1: 400-470MHz
Capacidad de canales	1.024
Capacidad de zonas	64 (cada una con un máximo de 16 canales)
Canalización	25 /20/12,5 KHz
Voltaje de operación	7,4V (nominal)
Batería	2.000 mAh (Li-Ion)
Duración de la batería (ciclo de trabajo 5-5-90, alta potencia TX, sin GPS y ahorro de batería 1:1)	Analógico: más de 14 horas Digital: más de 16 horas
Estabilidad de frecuencia	±1,5ppm
Impedancia de la antena	50Ω
Dimensiones (alto x ancho x profundidad) (con batería estándar, sin antena)	125 x 55 x 37 mm / 4,921 x 2,165 x 1,458 pulgadas
Peso (con antena y batería estándar)	355g /0,78lb
Carcasa frontal	Polycarbonato
Pantalla LCD	160 x 128 píxeles, 65.535 colores 1,8 pulgadas, 4 filas

Receptor	
Sensibilidad (analógica)	0,3µV (12dB SINAD) 0,22µV (típica) (12dB SINAD) 0,4µV (20dB SINAD)
Sensibilidad (Digital)	0,3µV/BER5%
Selectividad TIA-603 ETSI	60dB @ 12,5 kHz / 70dB @ 20/25 kHz 80dB @ 12,5 kHz / 70dB @ 20/25 kHz
Intermodulación TIA-603 ETSI	70dB @ 12,5/20/25 kHz 65dB @ 12,5/20/25 kHz
Rechazo de espurias TIA-603 ETSI	70dB @ 12,5/20/25 kHz 70dB @ 12,5/20/25 kHz
SNR	40dB @ 12,5 kHz 43dB @ 20 kHz 45dB @ 25 kHz
Potencia de salida de audio	0,5W
Distorsión de audio	≤3%
Respuesta de audio	+1~3dB
Emisión espuria conducida	<-57 dBm

GPS (sólo para PD786G)	
TTFF (Time To First Fix) Adquisición Inicial en frío	<1 minuto
TTFF (Time To First Fix) posicionamiento inicial en operación	<10 segundos
Precisión horizontal	<10 metros (32,8 pies)

Transmisor	
Potencia RF de salida	VHF Alta potencia: 5W VHF Baja potencia: 1W UHF Alta potencia: 4W UHF Baja potencia: 1W
Modulación FM	11KΦF3E @ 12,5 kHz 14KΦF3E @ 20 kHz 16KΦF3E @ 25 kHz
Modulación digital 4FSK	12,5 kHz Sólo datos: 7K60FXD 12,5 kHz Datos y voz: 7K60FXW
Emisión conducida/radiada	-36dBm<1GHz -30dBm>1GHz
Límites de modulación	±2,5kHz @ 12,5 kHz ±4,0kHz @ 20 kHz ±5,0kHz @ 25 kHz
Ruido FM (Residual)	40dB @ 12,5 kHz 43dB @ 20 kHz 45dB @ 25 kHz
Potencia del canal adyacente	60dB @ 12,5 kHz 70dB @ 20/25kHz
Respuesta de audio	+1 ~ -3dB
Distorsión de audio	≤3%
Tipo de codificador de voz digital	AMBE++ o SELP
Protocolo digital	ETSI-TS102 361-1, 2 y 3

Especificaciones medioambientales	
Temperatura de funcionamiento	-30°C ~ +60°C -22°F ~ +140°F
Temperatura de almacenamiento	-40°C ~ +85°C -40°F ~ +185°F
ESD (Descarga Estática)	IEC 61000-4-2 (nivel 4) 8kV (contacto) 15kV (aire)
Estándar militar americano	MIL-STD-810 C/D/E/F
Sellamiento contra polvo y agua	Estándar IP57
Humedad	Conforme estándar MIL-STD-810 C/D/E/F
Impactos y vibraciones	Conforme estándar MIL-STD-810 C/D/E/F

Todas las especificaciones han sido comprobadas conforme a los estándares aplicables y están sujetas a cambios sin previo aviso debido a nuestros procesos de mejoramiento continuo.

Estándares militares aplicables

Categoría de prueba	810C		810D		810E		810F	
	Método	Procedimiento	Método	Procedimiento	Método	Procedimiento	Método	Procedimiento
Presión baja	500.1	I	500.2	I, II	500.3	I, II	500.4	II
Presión alta	501.1	I, II	501.2	I, II	501.3	I, II	501.4	I, II
Temperatura baja	502.1	I	502.2	I, II	502.3	I, II	502.4	I, II
Condensación de vapor	503.1	I	503.2	I	503.3	I	503.4	I
Radiación solar	505.1	I	505.2	I	505.3	I	505.4	I
Lluvia	506.1	II	506.2	II	506.3	I, II	506.4	I, II
Humedad	507.1	II	507.2	II, III	507.3	II, III	507.4	I
Niebla salina	509.1	I	509.2	I	509.3	I	509.4	I
Arena y polvo	510.1	I	510.2	I	510.3	I	510.4	I
Vibraciones	514.2	VIII, X	514.3	I	514.4	I	514.5	V24
Impactos	516.2	I, II, V	516.3	I, IV	516.4	I, IV	516.5	I, IV

Anexo (3) Especificaciones de Repetidora RD-986.



RD986

Repetidor digital de dos modos
con pantalla y teclas programables



Como repetidor profesional construido según el estándar DMR, el RD986 pone en sus manos una NUEVA tecnología de punta a un valor excepcional respaldado por 3 años de garantía del fabricante. La detección automática de dos modos del RD986 garantiza a su negocio una transición sin incidencias de la era analógica a la digital.



Comunicaciones digitales nítidas gracias a la tecnología DMR

Ancho de banda estrecho que cumple con el mandato 2013 de la FCC

La detección inteligente analógico/digital permite una fácil transición

Su gran pantalla LCD en color le permite una visualización completa de mensajes y alertas

DMR

**GARANTÍA
ESTANDAR DE
AÑOS 3**

Especificaciones

General		Transmisor	
Rango de frecuencias	UHF: 400-470MHz VHF:136-174MHz	Potencia RF de salida	5-50 W (continua)
Capacidad de canales	16	Modulación FM	11KΦF3E @ 12,5 kHz 14KΦF3E @ 20 kHz 16KΦF3E @ 25 kHz
Capacidad de canales	25/20/12,5 kHz	Modulación digital 4FSK	12,5 kHz Sólo datos: 7K6ΦFXDD 12,5 kHz Datos + voz: 7K6ΦFXW
Voltaje de operación	13,6±15% V CC	Emisión conducida/radiada	-36dBm <1 GHz -30dBm >1 GHz
Corriente de drenaje	Recepción	1,2A	Limites de modulación
	Transmisión	12A	
Estabilidad de Frecuencia	±1ppm	FM residual	40dB @ 12,5 kHz 43dB @ 20 kHz 45dB @ 25 kHz
Impedancia de la antena	50Ω	Potencia del canal adyacente	60dB @ 12,5 kHz 70dB @ 20/25kHz
Ciclo de trabajo	100%	Respuesta de audio	+1 ~ +3dB
Dimensiones (alto x ancho x profundidad)	483 x 88 x 366 mm/19,02 x 3,46 x 14,4 pulg.	Distorsión de audio	3%
Peso	8,5 kg/18,7 lbs.	Tipo de codificador de voz digital	AMBE++/SELP
Pantalla LCD	220 × 176 pixeles, 262.000 colores	Especificaciones medioambientales	
Receptor		Temperatura de funcionamiento	-30°C ~ +60°C -22°F ~ +140°F
Sensibilidad (analógica)	0,3µV (12dB SINAD) 0,22µV (típica) (12dB SINAD) 0,4µV (20dB SINAD)	Temperatura de almacenamiento	-40°C ~ +85°C -40°F ~ +185°F
Sensibilidad (digital)	0,3µV/BER5%	Todas las especificaciones han sido comprobadas conforme a los estándares aplicables y están sujetas a cambios sin previo aviso debido al desarrollo continuo.	
Bloqueo	100dB		
Selectividad del canal adyacente	65dB @ 12,5 kHz / 75dB @ 20/25 kHz		
Intermodulación	75dB		
Rechazo de respuesta espuria	85dB		
SNR	40dB @ 12,5 kHz 43dB @ 20 kHz 45dB @ 25 kHz		
Potencia de salida de audio medida	0,5W		
Distorsión de audio medida	3%		
Respuesta de audio	+1~-3 dB		
Emisión espuria conducida	+57 dBm		

Anexo (4) Calibración de Duplexores.

DUPLEXERS

Por Ramón Freire Donoso
CE3BWT

INTRODUCCIÓN.

Con la pretensión de acercar un poco más de conocimiento a los colegas, he escogido el tema de los Duplexer y desmitificar la poca información que se maneja al respecto por la mayoría. He encontrado apropiado escribir este artículo, el cual está basado en una publicación técnica de la SEITS (south east Iowa technical society). Es una traducción libre y personal de dicha publicación técnica, que me pareció interesante.

LOS DUPLEXERS

Los Duplexer y sus parientes los Diplexers (que no es lo mismo) son eléctricamente simples filtros. Los Duplexers nos permiten transmitir y recibir con la misma antena al mismo tiempo, rechazando señales no deseadas y en el caso del Diplexer alimentar con dos señales diferentes una misma antena.

Eléctricamente un Duplexer es un dispositivo que usa circuitos resonantes sintonizados muy angostos para aislar un transmisor de un receptor. Esto permite que ambos operen con la misma antena al mismo tiempo sin que la radiofrecuencia del transmisor afecte al receptor. Debo hacer notar que debe existir una separación de frecuencias que separe la de transmisión de la de recepción. Esto se llama el "split". En 2 metros las repetidoras que usamos tienen un split de 600 khz. En 70 CMS (UHF) el split es de 5 Mhz.

Los Diplexer son frecuente mal llamados Duplexers o mini-Duplexers. La aplicación más común de un Diplexer, es conectar un equipo dual-band que tenga dos salidas de antenas a un coaxial común y a una antena. Otras veces puede utilizarse dos antenas diferentes conectadas a través de un Diplexer, al equipo que sólo tiene un solo conector de antena.

Los Diplexers son completamente diferentes y mucho más simples de construir que un Duplexer que es comúnmente utilizado en una repetidora. Mientras que los Duplexers, usan pasa bandas muy angostos y notches (rechazo de banda), para producir su mágico resultado; un Diplexer es un simple filtro pasa altos y pasa bajos conectados juntos.

TIPOS DE DUPLEXERS

Hay muchas formas diferentes de construir un Duplexer. Diseños de anillo híbrido, cavidad notch y bandpass / bandreject son ofrecidos comercialmente, donde cada diseño tiene sus ventajas. El anillo híbrido es raramente visto en uso por los radioaficionados. Se basa en una combinación de cavidades y líneas de enfasamiento. El Handbook de la ARRL tiene una excelente explicación de cómo trabajan (por si Ud. está interesado).

Durante varios años, el Handbook propuso planes para un Duplexer diseñado con seis cavidades tipo notch.

El Handbook tiene una excelente explicación de la teoría de éste diseño. Nuestro colega WA0AUQ David Metz, lo construyó y le funcionó bien, aunque encontró que este diseño es extremadamente difícil de sintonizar, ruidoso y no muy estable.

Dice David Metz: ---Sí, sé que algunos se han construido pero ahora hay diseños mejores y más fáciles de sintonizar.-- Mi Duplexer favorito es el Wacom, que se compone de 4 cavidades Bandpass/Bandreject de 8 pulgadas de diámetro. El único problema es su precio (cerca de los US\$ 900 en Estados Unidos, al momento de esta publicación). Por medio del uso de cavidades de alto Q (factor de mérito) y un mejor diseño, Wacom fue capaz de conseguir el rendimiento de 6 cavidades del tipo notch usando sólo 4 cavidades.

DESCRIPCIÓN DEL DUPLEXER WACOM

Examinando este diseño, se ve que dos de las cavidades están en serie con la salida del transmisor (las de abajo de la Figura 1 donde dice to trans.) y otras dos en serie con la entrada del receptor (mostradas más arriba donde dice to receiver). Las dos mitades se juntan con un conector tipo T, y éste conectado al coaxial a la antena. (ver la Figura 1). Los coaxiales de conexión son de $\frac{1}{4}$ de onda para las frecuencias.

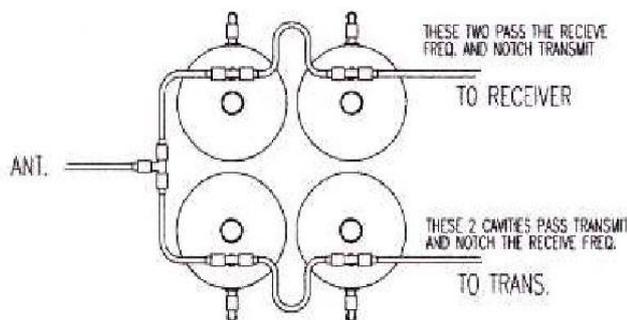


FIG. 1 FOUR CAVITY BP/BR DUPLEXER CONNECTIONS

Cada cavidad tiene dos funciones. Primero debe pasar la señal deseada (la parte bandpass o pasa banda), segundo debe detener o atenuar lo más posible la señal indeseada (con la parte band reject o rechazo de banda o Notch)

La figura 2 muestra la curva de respuesta ideal de una cavidad típica de transmisor. Nótese que pasa casi toda la señal del transmisor que es 145.370 y que presenta un profundo rechazo (notch) a la frecuencia de recepción. (más de 30 decibeles de atenuación) que está 600 khz. más abajo.

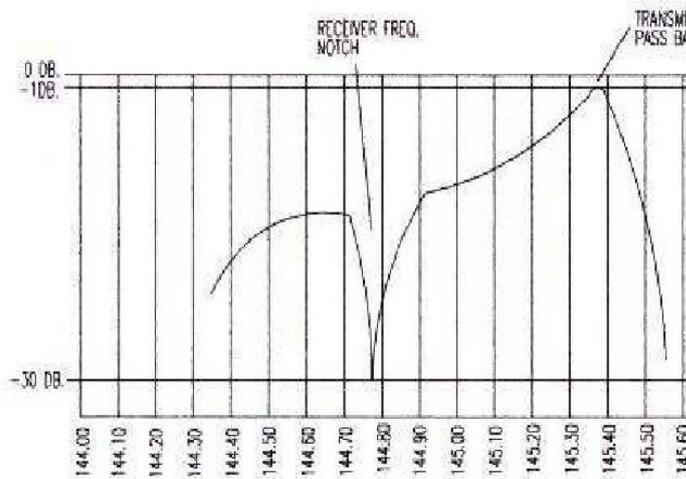


FIG. 2 TRANSMITTER CAVITY ATTENUATION CURVE

Las cavidades del receptor son exactamente iguales a las del transmisor excepto que sus pasabanda están sintonizados en 144.770 que es la frecuencia de recepción. Su frecuencia de rechazo o Notch es la frecuencia del transmisor (145.370), de manera que las cavidades del transmisor mantienen a raya el ancho ruido de la radiofrecuencia del trasmisor lejos del receptor y las cavidades del receptor mantienen atenuada la potencia de radiofrecuencia del transmisor para que no afecte la sensibilidad del receptor. (si no se pone sorda la repetidora).

Nótese en este punto que los transmisores no concentran toda la potencia solamente en la frecuencia seleccionada sino que desparraman ruido blanco en un rango considerable a ambos lados de la frecuencia central (que se escucha como un hiss). Si su transmisor transmite excesivo ruido blanco puede que no lo pueda rechazar del todo. (estos casos son raros). Algunos transmisores irradian menos ruido blanco que otros. Unos pocos transmisores antiguos producían tanto ruido que ellos no podían ser usados en repetidores.

FUNCIONAMIENTO

Cómo hacen esta magia aparente de permitir que Ud. transmita y reciba al mismo tiempo?

Sorprendentemente, una cavidad duplexora se compone simplemente de dos circuitos resonantes sintonizados cuidadosamente, eléctricamente son muy simples. Un circuito sintonizado es el pasabanda y el otro es para la parte del rechazo. Eso es todo lo que es. Dos cavidades son usadas en serie simplemente para obtener mayor aislación entre el transmisor y el receptor. Una sola cavidad no es suficiente. La complejidad de los Duplexores está en el diseño mecánico requerido. Para hacer las cosas más simples, analicemos sólo una cavidad, dado que son todas iguales. Una cavidad es simplemente un circuito sintonizado.

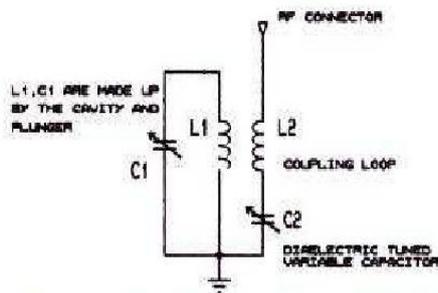


FIG.2 BP/BR CAVITY SCHEMATIC

Observe la Figura mostrada más arriba.. El cuerpo de la cavidad y su línea sintonizada interior forman el circuito paralelo sintonizado compuesto por L1 y C1. El acoplamiento de la radiofrecuencia dentro de la cavidad es efectuado por L2 y C2.

Ahora, ¿porqué hay que usar una cavidad tan grande cuando una bobina y un capacitor para un circuito sintonizado de 2 metros puede hacerse muy pequeño? La respuesta está en la calidad del circuito sintonizado, es decir su Q o factor de mérito. Nuestra pequeña bobina y el capacitor tienen un pequeño Q, muy alejado de lo requerido para un Duplexer., esto significa que no puede ser sintonizado lo suficientemente angosto, su bandpass máximo será muy ancho y también su rechazo. Ahora bien, una cosa interesante ocurre cuando hacemos el diámetro de la bobina más grande y reducimos sus vueltas.

Cuando aumentamos el valor del capacitor C1, de manera que aún sintonice a la misma frecuencia el Q aumenta y la sintonía es más filosa. Si continuamos este proceso nuestra bobina llega a ser una línea de $\frac{1}{4}$ de onda sintonizada. El capacitor es reemplazado por un gran tanque metálico (la cavidad). Mientras más grande la línea sintonizada y la cavidad, es más alto el Q. Una cavidad de 8 pulgadas de diámetro, tiene un Q más alto que una de 3 pulgadas y trabajará mejor.

En la Figura N°4, nuestro circuito sintonizado se transformó en una cavidad de 25 pulgadas de largo y unas 8 pulgadas de diámetro. La línea sintonizada es un tubo de cobre de $1\frac{3}{8}$ " de diámetro que puede ser variado en su largo entre 18 y 23 pulgadas. Variando la longitud de este tubo (a menudo llamado émbolo), se logra que la cavidad resuene en la frecuencia del bandpass. Son dos tubos de cobre uno dentro del otro. El tubo interior está sujeto por un tornillo largo que al moverlo desde arriba (la perilla de ajuste) es capaz de entrar y/o salir. Es como un gamma match con un dieléctrico de bronce. Aún tenemos que acoplar la energía de radiofrecuencia dentro de nuestra cavidad. La radiofrecuencia entra por un conector (rf connection en la figura 4). L2 es nuestro loop de alambre de cobre o lámina que cae hacia abajo dentro de la cavidad desde la parte de arriba dando

una pequeña vuelta.(rf coupling loop) El tamaño o el loop y su posición determina la cantidad de acoplamiento de energía dentro de la cavidad.

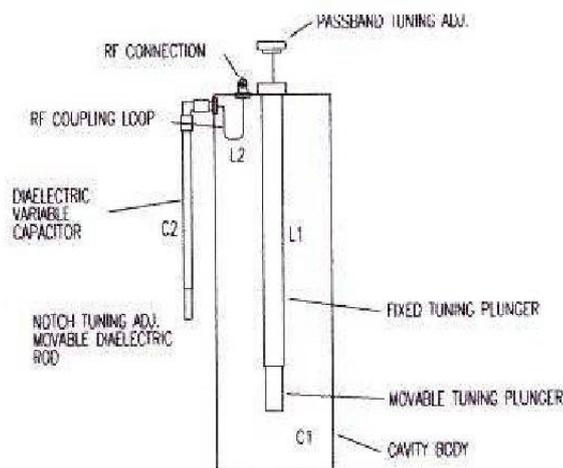


FIG. 4 BP/BR CAVITY CONSTRUCTION

Un último refinamiento es C2, el capacitor resonante del loop. Fija la frecuencia Notch de las cavidades. Conjuntamente L2 y C2 forman un circuito resonante serie.

HAY ALGÚN PLOMERO EN CASA?

Así que ahora tenemos un diseño eléctrico muy simple.

Todos nuestros problemas de ahora en adelante son de naturaleza mecánicos. Primero que todo, tenemos que fabricar el cuerpo de la cavidad. Cobre, aluminio o latón trabajarán bien! Cualquier tarro que presente baja pérdida eléctrica. Tiene que ser cerrado en la parte inferior. Una simple tapa remachada también servirá.

El émbolo de sintonía puede hacerse con un tubo de cobre de 18 pulgadas de largo por 1 3/8 pulgadas de diámetro externo. Dentro de él, otro tubo de sintonización de 20 pulgadas hecho de cobre que puede moverse hacia arriba o hacia abajo por medio de una varilla roscada de 1/4 de pulgada y que pueda deslizar mas o menos 3 pulgadas dentro y fuera.

El problema aquí es la conductividad eléctrica del émbolo. La junta entre los dos tubos tiene que ser hecha de bronce. Todas las piezas bañadas en plata. El baño en plata es súper importante. El cobre desnudo tiene mucha pérdida a la frecuencia de 2 metros como para hacer una cavidad. Además la superficie del cobre que es por donde viaja la radiofrecuencia, se oxida haciendo más pobre la

conexión entre la sección fija y la que se mueve en el émbolo. El resultado es una cavidad casi imposible de sintonizar debido al ruido generado por la parte móvil.

El émbolo sintonizable y todas las partes de radiofrecuencia dentro de la cavidad deben estar bañadas en plata. El plateado realmente hace la diferencia! Recuerde que Ud. debe mantener el total de las pérdidas de su Duplexer menor que 3 decibeles. Las pequeñas mejoras en eficiencia son muy importantes.

El último ítem es el capacitor C2. Un simple capacitor variable de aire sería muy crítico para sintonizar. La Wacom resolvió este problema al utilizar un ingenioso capacitor que trabaja variando la constante dieléctrica. Volviendo a nuestra teoría básica, recuerde que hay dos cosas que determinan el valor de un capacitor. Una es el tamaño de las placas y la otra es la calidad de la constante dieléctrica del material aislante entre ellas.

El capacitor de Wacom consiste en una sección de 11" de largo por 1/2" de diámetro interior. Está hecha de tubo de latón conformando una placa del capacitor. La otra placa está hecha de alambre de cobre de 1/8" de diámetro externo que va por dentro del tubo. Un tubo de plástico separa ambas placas, se desliza por dentro del tubo de latón y por fuera del alambre de cobre. Variando su posición cambia la constante del dieléctrico del capacitor y así su capacitancia. (Ud. está variando la cantidad del dieléctrico de plástico reemplazando el dieléctrico de aire). Este capacitor y el loop de acoplamiento conforman el circuito resonante serie (refiérase a la figura 3). La frecuencia de resonancia de este circuito determina la frecuencia de nuestra cavidad notch o band reject. Esta gran belleza del diseño Wacom, es simple y de ajuste suave de la frecuencia notch por medio de este capacitor variable. En otros diseños de Duplexers que he trabajado, por ejemplo el de 6 cavidades del Handbook la sintonía del pasabanda y del notch son muy difíciles.

ESTABILIDAD DE LA TEMPERATURA

Otro problema es la estabilidad de la temperatura. Si el Duplexer está en un área que no tiene temperatura controlada, el metal se expande y se contrae con los cambios de temperatura. Esto perfectamente puede sacar de sintonía ligeramente a las cavidades. Wacom evita esto al usar una varilla de sintonización hecha de una aleación especial y muy cara llamada INVAR., que compensa los cambios de temperatura. No tengo información de estas varillas.

Si Ud. construye Duplexers y los mantiene en un ambiente de temperatura controlada, no hay necesidad de estas varillas de INVAR.

Si Ud. sintoniza sus Duplexers a 72 grados Fahrenheit y los mantiene siempre operando en las cercanías de esa temperatura, entonces no hay problema. En la práctica hemos encontrado que nuestros Duplexers hechos en casa trabajan bien en un ambiente que no se calienta, o a lo menos suficientemente bien ya que los usuarios no se han quejado.

ACOPLAMIENTO.

Otro tema importante del diseño de un Duplexer es el acoplamiento entre sus varios componentes. Esto se hace con cables coaxiales cortados a $\frac{1}{4}$ lambda. Si Ud. está trabajando con cavidades que fueron usadas en otros servicios y en otras frecuencias, será necesario cambiar los cables por nuevos coaxiales calculados para la frecuencia que Ud. va a trabajar. Sintone las cavidades y pruébelas. Si no puede conseguir suficiente aislación, contacte al fabricante para conseguir ayuda. O siga adelante y fabrique un nuevo juego de cables coaxiales. Una onda de radiofrecuencia viajando por un coaxial es más corta que cuando viaja por el espacio libre. La diferencia entre el largo de onda en el espacio libre y el largo de onda en el coaxial es llamado el factor de velocidad. El Handbook tiene cartas donde da el factor de velocidad de varios cables y explica cómo calcular el largo de $\frac{1}{4}$ de onda.

En todo caso sepa que $\frac{1}{4}$ de onda es igual a $75 \cdot vp/f$ donde vp = velocidad de propagación y f = la frecuencia en Mhz.

Ejemplo:

Si la vp del cable es 0.66 por ciento, $75 \cdot 0.66 = 49.5$ y si la frecuencia es 146 Mhz queda $49.5/146 = 0.3390$ mt. o 33.90 cm. Medidos desde la punta del conector hasta la punta del otro conector.

He tenido coaxiales de Duplexers que han fallado así que siempre es útil saber como reemplazarlas. La elección de cambiar cables coaxiales es importante. El coaxial debe ser de doble malla y 100% de cobertura. No tiene que ser del tipo Helix que son sólidos (son muy difíciles de trabajar), Si puede encontrar los de doble malla y dieléctrico de teflón son los mejores. Los cables modernos con una malla de Mylar trabajan muy bien. No tienen que ser de gran diámetro si Ud. está transmitiendo bajo 100 watts. El largo del coaxial es tan corto que las pérdidas no son de consideración.

CONECTORES

Ponga atención a los conectores de los Duplexers. Muchos de los misteriosos problemas de ruido que he escuchado en repetidores han sido rastreados hasta los conectores de los coaxiales. Mis favoritos son los tipo que se usan en los Wacom.

He tenido menos problemas de ruido que fueron fácilmente solucionados al limpiarlos y apretarlos. Si tuviera que elegir pongo tipo N o BNC en Duplexers nuevos. Los tipo N son los mejores y bien valen la pena pagar más por ellos. Tienen menores pérdidas y nunca he tenido un problema de ruido con ellos. Asegúrese que los conectores hayan sido fabricados en USA y que sean del tipo plateado. Hay una diferencia en la calidad del conector. Sea súper cuidadoso con conectores de UHF de codo. Hemos tenido serios problemas con ese tipo de conectores. Muchos trabajan mejor como choques de rf que conectores con eso le

digo todo.. Evite trabajar con ellos a toda costa. Algunos de ellos que hemos probado introducen pérdidas severas en el sistema.

SINTONIZACIÓN

Sintonizar un Duplexer de diseño band pass / band reject es fácil comparado con los Duplexers convencionales tipo notch. El émbolo de la cavidad pone la frecuencia del pass band. Aquí se desea que pase la mayor cantidad de señal de radio frecuencia posible a través del Duplexer. El capacitor de sintonía C2 pone la frecuencia notch (de rechazo). Claramente marca el paso y el rechazo (notch) de las frecuencias en cada cavidad. Recuerde que ellas son opuestas para transmisión y recepción.

Ejemplo:

Cavidades del receptor: Pasan 144.770 Rechazan 145.370
Cavidades del trasmisor: Pasan 145.370 Rechazan 144.770

La forma más fácil de sintonizar cavidades es con el monitor de servicio equipado con generador de rastreo y con un analizador de espectro. Si es posible consígase con alguien que tenga ese tipo de equipo, para que le haga la sintonía de los Duplexers. Si esto no es posible, no se desespere. Métodos de ajuste sin equipo profesional son posibles y funcionan bien. Sólo debe hacerlo más cuidadosamente. Ud. va a necesitar alguna fuente de señal estable y un método para medir la amplitud de la señal de radio frecuencia.

Un generador de señales que pueda poner al menos un volt de radiofrecuencia es muy útil. Puede hacer un barrido de frecuencias para ver donde están pasando las señales. Usando un transmisor con baja potencia, puede medir la frecuencia de paso con un wattmetro. Para la sintonía fina del rechazo puede usar un vóltmetro de radio frecuencia. También podría usar un receptor equipado con un meter que muestre unidades S y con un atenuador a la entrada.

Esto trabajaría perfecto para la sintonía de los notches (rechazos). Solamente tenga cuidado con la cantidad de radiofrecuencia que le inyecta al Duplexer mientras lo sintoniza no sea cosa que dañe el receptor cuando encuentre el punto del pasabanda. Si Ud. va a construir su propia punta de prueba para medir radiofrecuencia vea el Handbook de la ARRL para mayores detalles. Constrúyalo sobre un conector que Ud. pueda poner directamente a los cables del Duplexer.

Para el vóltmetro de radio frecuencia utilice un instrumento análogo de aguja o un simple micro amperímetro. Es más fácil sintonizar los peaks y los rechazos con un instrumento análogo que con uno digital.

UNO A LA VEZ

Parta con solo una cavidad conectada. Encienda la salida de radiofrecuencia totalmente en el generador de señales y varíe la frecuencia, haciendo un barrido arriba y abajo hasta que vea un peak de señal en su vóltmetro de radiofrecuencia o el S meter.

Recuerde que al mover el émbolo hacia adentro baja la frecuencia de paso (passband). Moviendo el émbolo hacia fuera sube la frecuencia . Ponga la salida del generador para mantener el instrumento (meter), en la porción lineal de la escala.

Todo lo estamos haciendo es un sintonía gruesa primero. De manera que no intente que quede perfecto de inmediato Conecte la próxima cavidad en la cadena y repita el proceso para poner la frecuencia de paso (passband). En seguida ponga el segundo set de cavidades para su frecuencia de paso (bandpass). Aquí es fácil que uno se confunda y porqué es importante tener las frecuencias marcadas en las cavidades. Haciendo eso se evitará un montón de problemas.

Cuando ambos set de cavidades, las de transmisión y las de recepción hayan pasado la sintonización gruesa de las frecuencias que debe pasar (bandpass), conecte todos los cables en el conjunto de Duplexers. Conecte el wattmetro y el dummy load (carga fantasma), tal como indica la Figura 5 a la conexión de la antena. Ponga su equipo en baja potencia a la frecuencia de paso (bandpass) de las cavidades del transmisor. En mi ejemplo es 145.370 Mhz. Presione el Ptt y sintonice las cavidades para máxima salida.

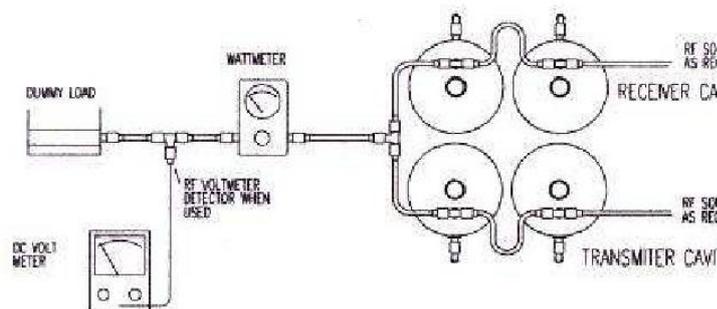


FIG. 5 TUNING SET UP

Conecte el transmisor a las cavidades del receptor y ponga la frecuencia a 144.770 y ajuste para máxima salida de radio frecuencia en el wattmetro. Nótese que si por accidente la frecuencia de rechazo esta demasiado cerca de la frecuencia de paso Ud. no podrá sintonizar la cavidad adecuadamente. Si Ud. sospecha esto, mueva la barra de ajuste de la frecuencia de rechazo levemente e intente de nuevo el ajuste del pasabanda.

SINTONIZANDO LOS RECHAZOS (NOTCHES)

Sintonizar los rechazos o notches es un poco más difícil. Ud. necesita un detector ampliamente más sensitivo que el Wattmetro que hemos usado hasta ahora. Si su generador de señales puede poner suficiente radiofrecuencia en las cavidades

una simple punta de prueba de radiofrecuencia servirá. Remueva el wattmetro y reemplácelo por un conector tipo barril. Sus cavidades estarán ahora apropiadamente terminadas con una carga de 50 ohms y Ud. podrá medir el voltaje de radiofrecuencia a través de esa carga. Pruebe con baja potencia. Cuidado su equipo no verá 50 ohms de carga cuando la señal esta rechazada. Asegúrese que pueda soportar un alta Roe.

Presione el Ptt del transmisor y ajuste la primera cavidad para rechazar apropiadamente la frecuencia de rechazo. Puede que tenga que aumentar la sensibilidad del meter o la potencia de radiofrecuencia para ver claramente el rechazo (notch). Debería ser muy agudo Repita este proceso en la próxima cavidad. Mas allá de cambiar la frecuencia el procedimiento será el mismo para el otro set de cavidades.

Si todo va bien. Ud. tendrá el 99% de la sintonía lista. Vuelva atrás y retoque la sintonía del passband y de los rechazos una vez más. Calcule la pérdida sufrida al pasar por las cavidades. No debería ser menos de 2 decibeles y no más 3 db. Si la pérdida es excesiva revise la sintonización de nuevo. Si ese no es el problema, revise la pérdida ofrecida por los cables coaxiales y los conectores.

La principal razón que prefiero el diseño band pass / band reject es su facilidad de sintonizarlo. Rara vez necesita retoques cuando están conectados al repetidor En algunos casos muy raros Ud. puede querer retocar el ajuste notch (rechazo) para eliminar el último trazo de desensitización (ruido blanco en el receptor).Necesitará una señal no modulada recibida en su antena para hacer esto y un medidor de AC conectado en el parlante monitor de la repetidora. .

Yo utilizo una antena látigo en mi monitor de servicio para producir esta señal débil .Ajuste la salida hasta que Ud. tenga cerca de 10 db. con el squelch abierto. Encienda y apague el transmisor y observe la diferencia en el ruido. Cualquier hiss adicional que se escuche cuando el transmisor esté encendido y con el Ptt apretado es ruido blanco desde el transmisor, Si Ud. estima que es demasiado, retoque los rechazos.

RUIDO BLANCO

La mayoría de los repetidores que he escuchado tienen un sonido de ruido blanco audible en el receptor. Perfección es difícil de conseguir en el mundo real. Preocúpese solamente. Si el nivel de ruido es alto y que impide que las señales débiles no activen la repetidora que Ud. normalmente esperaría escucharlas bien.(en este caso decimos que la repetidora está sorda). Por ejemplo, supongamos que Ud. puede escuchar claramente una señal de 0.25 microvolts con el transmisor apagado. Con el trasmisor encendido el nivel del ruido aumenta en 2 db.

Esto Ud. podrá aceptarlo después que sintonice todo. Si la misma señal desaparece completamente cuando el transmisor se enciende, entonces la desensitización es excesiva y todavía hay problemas en el sistema.

RAMON FREIRE DONOSO
CE3BWT

PIRQUE 22 de Junio de 2011

Anexo (4) Instructivo aplicable al Artículo 14 de concesiones de frecuencias.



INSTRUCTIVO APLICABLE AL ARTICULO No. 14 DEL REGLAMENTO PARA OTORGAR CONCESIONES DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

I. ANTECEDENTES

Con resolución 483-20-CONATEL-2008 de fecha 8 de octubre de 2008 el Consejo Nacional de Telecomunicaciones aprobó la reforma del Art.14 del Reglamento para otorgar concesiones de los servicios de telecomunicaciones, y encarga, en el artículo 2 a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones la elaboración de un instructivo que permita la evaluación estandarizada de la capacidad técnica, económica y legal de las personas naturales o jurídicas solicitantes de una concesión para prestar servicios de telecomunicaciones, sobre la base de la información requerida en el Artículo 14 reformado.

La reforma del artículo 14 del Reglamento para otorgar concesiones de los servicios de telecomunicaciones fue publicada en el Registro Oficial 463, de 10 de noviembre de 2008.

II. PROPOSITO

Facilitar la preparación de los documentos que acompañan a una solicitud de concesión a ser otorgada mediante adjudicación directa; y, sustentar el análisis de la propuesta para la prestación de servicios de telecomunicaciones.

III. ALCANCE

Este instructivo permite la aplicación del "Reglamento para otorgar concesiones de los servicios de telecomunicaciones" aprobado con Resolución N° 469-19-CONATEL-2001 y la reforma al Artículo 14 de dicho reglamento, aprobada con Resolución N° 483-20-CONATEL-2008 de 8 Octubre de 2008.

Específicamente, y en la medida de lo posible:

- a) Estandariza el contenido del **Plan de Concesión** referido en la reforma al Artículo 14 del Reglamento para otorgar concesiones de los servicios de telecomunicaciones y provee guía para su elaboración.
- b) La estandarización permitirá agilidad en el análisis de la solicitud de concesión, y facilita la incorporación de la información requerida en la reforma al Artículo 14 del Reglamento para otorgar concesiones de los servicios de telecomunicaciones. Además, se transparenta el proceso.
- c) Evidencia el potencial del solicitante mediante la determinación de su **capacidad técnica, económico - financiera y legal**.

Este instructivo aplica a personas naturales o jurídicas solicitantes de una concesión.

IV. DEFINICIONES

- a) **Plan de Concesión:** Se define como el proyecto que a partir de una idea de Negocio para la prestación de Servicios de Telecomunicaciones, el solicitante realiza para demostrar la viabilidad y el éxito de la concesión así como evidencia una planificación ordenada y completa respecto de la implementación y explotación del servicio. Para ello el Plan de Concesión está compuesto por: Datos generales del solicitante, Estudio de mercado, Proyecto técnico, Esquema organizacional, Análisis de la viabilidad financiera, Evaluación de riesgos y Acuerdos de soporte a la concesión.

- b) **Capacidad Técnica;** La capacidad técnica del solicitante de una concesión para un servicio de telecomunicaciones, reconoce la experiencia de la empresa o sus asociados, mediante la acreditación que certifique que la empresa o terceros tienen la capacidad de implementación y gestión de redes de telecomunicaciones y prestación de servicios de telecomunicaciones, así como la experiencia acumulada en la empresa o en el grupo de apoyo.
- c) **Capacidad financiera:** es el potencial de una empresa o persona natural para enfrentar exitosamente riesgos financieros. En el ambiente financiero de una empresa existente, la capacidad financiera se puede determinar como: nivel de apalancamiento, liquidez, relación patrimonial, entre otros. En el caso de empresas o proyectos nuevos, se evalúa en función de su viabilidad financiera, donde se utilizan comúnmente elementos como: flujo de caja descontado, tasa interna de retorno, EVA (valor económico agregado) entre otros.
- d) **Capacidad Legal:** Condición de poder ejercer derechos y contraer obligaciones, conforme lo establecido en la Legislación de la República de Ecuador.

V. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Constitución de la República del Ecuador 2008.
- Ley Especial de Telecomunicaciones y sus reformas.
- Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada.
- Reglamento para otorgar concesiones de los servicios de telecomunicaciones, aprobado con Resolución No 469-19-CONATEL-2001; reforma realizada con Resolución No 483-20-CONATEL-2008.

VI. COMPETENCIAS

Ley Especial de telecomunicaciones Reformada:

- **Art..... (1)...** El Consejo Nacional de Telecomunicaciones tendrá la representación del Estado para ejercer, a su nombre, las funciones de administración y regulación de los servicios de telecomunicaciones, y es la Administración de Telecomunicaciones del Ecuador ante la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)...
- **Art. ... (3).**-Compete al Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL):..... Establecer términos, condiciones y plazos para otorgar las concesiones y autorizaciones del uso de frecuencias así como la autorización de la explotación de los servicios finales y portadores de telecomunicaciones....

Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada:

- **Art. 101.-** La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones es el ente responsable de ejecutar las políticas y decisiones dictadas por el CONATEL. Su organización, estructura y competencias se regirán por la ley, el presente reglamento y el orgánico funcional que apruebe el CONATEL....

Reglamento para otorgar concesiones de los servicios de telecomunicaciones:

- **Artículo 14.-** El peticionario de una concesión para prestar servicios de telecomunicaciones deberá presentar, ante la Secretaría, una solicitud acompañada de un Plan de Concesión escrito y fundamentado conteniendo, por lo menos, la siguiente información:
 1. Información e Identificación del solicitante.-
 - a) Una hoja con la siguiente información: nombre del solicitante; nombre del contacto, direcciones y teléfonos y correo electrónico.

- b) Cuando se trate de una persona natural: nombres, apellidos del solicitante. En caso de personas jurídicas: razón social o denominación objetiva y nombre del representante legal;
 - c) Copia de la cédula de identidad, de ciudadanía o pasaporte de la persona natural;
 - d) Copia del Registro Único de Contribuyentes (RUC);
 - e) Copia certificada o protocolizada, del nombramiento del representante legal, que se halle vigente, debidamente inscrito en el Registro. Mercantil;
 - f) Para las personas jurídicas, se deberá presentar el certificado de existencia legal de la compañía, capital social, objeto social, plazo de duración y cumplimiento de obligaciones extendido por la Superintendencia de Compañías;
 - g) Copia del Estatuto Social de la compañía y sus reformas, si fuere el caso;
 - h) Certificado, emitido por la Contraloría General del Estado, de no hallarse impedido de contratar con el Estado; y,
 - i) Informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas, incluida la información de imposición de sanciones en caso de haberlas
2. Descripción detallada del o de los servicios a prestar.
3. Estudio de Mercado y del Sector describiendo los usos actuales y potenciales del o los servicios; la segmentación demográfica y comportamiento del mercado potencial; la competencia directa e indirecta y las bases de esta competencia; ubicación y dimensionamiento del mercado objetivo del servicio determinando las bases de segmentación; la demanda esperada; y, el análisis de precios existentes en el mercado.
4. Proyecto Técnico.- sustentado en un estudio general de Ingeniería que al menos contenga:
- a) Descripción técnica detallada de cada servicio propuesto, incluyendo cobertura geográfica de éste;
 - b) Proyecto técnico que describa los equipos, redes, la localización geográfica de los mismos, los requerimientos de conexión e interconexión, la identificación de los recursos del espectro radioeléctrico que sean necesarios, si fuere el caso, con precisión de bandas y anchos requeridos y los elementos necesarios para demostrar la viabilidad técnica, firmado por un ingeniero en electrónica o telecomunicaciones, con título legalmente reconocido por el organismo competente; y,
 - c) Plan tarifario propuesto.
5. Descripción de la Organización y Respaldo General presentando la capacidad profesional y experiencia del equipo directivo, la estructura organizacional dimensionada y el modelo de operación para la concesión.
6. Análisis y viabilidad financiera en un horizonte de 5 años, determinando el tamaño y distribución temporal de las inversiones; los costos y gastos de

arranque y operación; proyección de los estados financieros, entre los principales: Estado de Resultados, Flujo de Caja y Balance General; y, la viabilidad financiera por métodos de común aceptación.

Adicionalmente, cuando el solicitante sea persona natural: copia de las declaraciones de impuesto a la renta correspondientes a los dos últimos ejercicios económicos. Cuando el solicitante sea una persona jurídica: copia de los estados financieros presentados a la Superintendencia de Compañías, correspondientes a los dos últimos ejercicios económicos y copia de los informes de auditores externos por los mismos períodos, de ser el caso.

7. Evaluación de Riesgo y Estrategia de Mitigación, que identifica y dimensiona los posibles riesgos antes y durante la operación; y, presenta posibles estrategias de mitigación.
8. Acuerdos de soporte a la Concesión definiendo los posibles acuerdos comerciales y financieros para soportar el negocio.

VII. PLAN DE CONCESIÓN

El solicitante de un Título Habilitante para prestar Servicios de Telecomunicaciones por adjudicación directa, deberá adjuntar a la solicitud (Formularios **SC-001** y **IL-001**) los siguientes formularios complementados (Plan de concesión) **de forma impresa y digital:**

- Formularios para la descripción del Servicio a prestar:
 - Para la concesión del Servicio de Telefonía Fija Local: **PC-DS-001**.
 - Para la concesión del Servicio Portadores **PC-DS-002**.
 - Para la concesión de Servicios Finales de Telecomunicaciones por Satélite el formulario **PC-DS-003**.
- Formularios para el estudio de mercado y del sector:
 - Para la concesión del Servicio de Telefonía Fija Local: **PC-EM-001**.
 - Para la concesión del Servicio Portadores **PC-EM-002**.
 - Para la concesión de Servicios Finales de Telecomunicaciones por Satélite el formulario **PC-EM-003**.
- Formularios para el Proyecto Técnico:
 - Para la concesión del Servicio de Telefonía Fija Local: **PC-STFL-000, PC-STFL-001, PC-STFL-002, PC-STFL-003, PC-STFL-003-1, PC-STLF-004, PC-STFL-005, PC-STFL-006, PC-STFL-007**.
 - Para la concesión del Servicio Portadores: **PC-SP-001, PC-SP-002, PC-SP-003, PC-SP-003-1, PC-SP-004, PC-SP-005, PC-SP-006, PC-SP-007**.
 - Para la concesión de Servicios Finales de Telecomunicaciones por Satélite el formulario **PC-SFS-01**.
- Formularios para la Descripción de la Organización y respaldo general:
 - **PC-DR-001:** Descripción de la organización
 - **PC-DR-002:** Dimensionamiento recursos humanos
 - **PC-DR-003:** Estructura accionaria
 - **PC-DR-004:** Respaldo general a la organización

- Formularios para el Análisis viabilidad financiera:
 - **PC-AF-001**: Parámetros
 - **PC-AF-002**: Demanda
 - **PC-AF-003**: Ingresos
 - **PC-AF-004**: OPEX
 - **PC-AF-005**: CAPEX
 - **PC-AF-006**: Depreciaciones
 - **PC-AF-007**: Estado de Resultados
 - **PC-AF-008**: Balance General
 - **PC-AF-009**: WACC
 - **PC-AF-010**: Flujo de caja
 - **PC-AF-011**: Análisis Estados Financieros
- Formularios para la evaluación de riesgo y estrategias de Mitigación
 - **PC-ER-001**: -Evaluación de riesgos
- Formularios para detallar los Acuerdos de Soporte:
 - **PC-AS-001**: Acuerdos de soporte

Anexo (5) Características del cable HeliAx LDF4-50^a



1/2" Foam Dielectric,
LDF Series – 50-ohm



HELIAX® Coaxial Cables

LDF4-50A

Description	Type No.
Cable Ordering Information	
Standard Cable	
1/2" Standard Cable, Standard Jacket	LDF4-50A
Fire Retardant Cables	
1/2" Fire Retardant Jacket (CATVX)	LDF4RN-50A
1/2" Fire Retardant Jacket (CATVR)	LDF4RN-50A
Low VSWR and Specialized Cables	
1/2" Low VSWR, specify operating band	LDF4P-50A-(**)
Phase Stabilized and Phase Measured Cable	See page 590
Jumper Cable Assemblies – See page 584	
** Insert suffix number from "Low VSWR Specifications" table, page 498	
Characteristics	
Electrical	
Impedance, ohms	50 ± 1
Maximum Frequency, GHz	8.8
Velocity, percent	88
Peak Power Rating, kW	40
dc Resistance, ohms/1000 ft (1000 m)	
Inner	0.45 (1.48)
Outer	0.58 (1.90)
dc Breakdown, volts	4000
Jacket Spark, volts RMS	8000
Capacitance, pF/ft (m)	23.1 (75.8)
Inductance, µH/ft (m)	0.058 (0.19)
Mechanical	
Outer Conductor	Copper
Inner Conductor	Copper-Clad Aluminum
Diameter over Jacket, in (mm)	0.63 (16)
Diameter over Copper Outer Conductor, in (mm)	0.55 (14)
Diameter Inner Conductor, in (mm)	0.189 (4.6)
Nominal Inside Transverse Dimensions, cm	1.11
Minimum Bending Radius, in (mm)	5 (125)
Number of Bends, minimum (typical)	15 (50)
Bending Moment, lb-ft (N•m)	2.8 (3.8)
Cable Weight, lb/ft (kg/m)	0.15 (0.22)
Tensile Strength, lb (kg)	250 (113)
Flat Plate Crush Strength, lb/in (kg/mm)	110 (2.0)

Attenuation and Average Power Ratings			
Frequency MHz	Attenuation dB/100 ft	Attenuation dB/100 m	Average Power, kW
0.5	0.045	0.149	40.0
1	0.064	0.211	35.8
1.5	0.079	0.259	29.2
2	0.091	0.299	25.3
10	0.205	0.672	11.3
20	0.291	0.954	7.93
30	0.357	1.17	6.46
50	0.463	1.52	4.98
88	0.619	2.03	3.73
100	0.661	2.17	3.49
108	0.688	2.26	3.36
150	0.815	2.67	2.83
174	0.880	2.89	2.62
200	0.946	3.10	2.44
300	1.17	3.83	1.97
400	1.36	4.46	1.70
450	1.45	4.75	1.59
500	1.53	5.02	1.51
512	1.55	5.08	1.49
600	1.69	5.53	1.37
700	1.83	6.01	1.26
800	1.97	6.46	1.17
824	2.00	6.56	1.15
894	2.09	6.85	1.10
960	2.17	7.12	1.06
1000	2.22	7.28	1.04
1250	2.51	8.23	0.921
1500	2.77	9.09	0.833
1700	2.97	9.74	0.777
1800	3.07	10.1	0.753
2000	3.25	10.7	0.710
2100	3.34	11.0	0.691
2200	3.43	11.2	0.673
2300	3.52	11.5	0.657
3000	4.09	13.4	0.565
3400	4.39	14.4	0.526
4000	4.82	15.8	0.479
5000	5.49	18.0	0.421
6000	6.11	20.1	0.378
8000	7.26	23.8	0.318
8800	7.69	25.2	0.300

Standard Conditions:
For attenuation, VSWR 1.0, ambient temperature 20°C (68°F).
For Average Power, VSWR 1.0, ambient temperature 40°C (104°F), inner conductor temperature 100°C (212°F), no solar loading.