



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

EXTENSIÓN LATACUNGA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA
Y TELECOMUNICACIONES**

“ESTUDIO Y ANÁLISIS PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE SU UBICACIÓN EN TIEMPO REAL, PARA LA RADIO PORTÁTIL DIGITAL XTS 2250 MODELO III DE MANERA REMOTA MEDIANTE EL SOFTWARE MOTOLOCATOR Y LA APLICACIÓN MOTOMAPPING, PERTENECIENTE AL SISTEMA TRONCALIZADO DE LA FUERZA TERRESTRE”.

**CBOP DE ELEC TANDAPILCO CORREGIDOR JOSÉ
ARMANDO**

Monografía presentada como requisito previo a la obtención del
grado de:

**TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

FEBRERO 2014

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE
EXTENSIÓN LATACUNGA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA
Y TELECOMUNICACIONES**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, CBOP. DE ELEC. TANDAPILCO CORREGIDOR JOSÉ ARMANDO

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “ESTUDIO Y ANÁLISIS PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE SU UBICACIÓN EN TIEMPO REAL, PARA LA RADIO PORTÁTIL DIGITAL XTS 2250 MODELO III DE MANERA REMOTA MEDIANTE EL SOFTWARE MOTOLOCATOR Y LA APLICACIÓN MOTOMAPPING, PERTENECIENTE AL SISTEMA TRONCALIZADO DE LA FUERZA TERRESTRE” ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, 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 nuestra autoría. En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Febrero del 2014.

**Tandapilco Corregidor José Armando
CBOP. DE ELEC.**

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE
EXTENSIÓN LATACUNGA
CARRERA DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA
Y TELECOMUNICACIONES
CERTIFICADO

ING. DAVID RIVAS (DIRECTOR)
ING. MAYRA ERAZO (CODIRECTOR)

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado “ESTUDIO Y ANÁLISIS PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE SU UBICACIÓN EN TIEMPO REAL, PARA LA RADIO PORTÁTIL DIGITAL XTS 2250 MODELO III DE MANERA REMOTA MEDIANTE EL SOFTWARE MOTOLOCATOR Y LA APLICACIÓN MOTOMAPPING, PERTENECIENTE AL SISTEMA TRONCALIZADO DE LA FUERZA TERRESTRE” realizado por los señor: CBOP. DE ELEC. TANDAPILCO CORREGIDOR JOSÉ ARMANDO ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, Si recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor: CBOP. DE ELEC. TANDAPILCO CORREGIDOR JOSÉ ARMANDO que lo entregue al señor ING. JOSÉ BUCHELI ANDRADE, en su calidad de Director de Carrera.

Latacunga, Febrero del 2013

Ing. David Rivas
DIRECTOR

Ing. Mayra Erazo
CODIRECTOR

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE
EXTENSIÓN LATACUNGA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

AUTORIZACIÓN

Yo, CBOP. DE ELEC. TANDAPILCO CORREGIDOR JOSÉ ARMANDO

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “ESTUDIO Y ANÁLISIS PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE SU UBICACIÓN EN TIEMPO REAL, PARA LA RADIO PORTÁTIL DIGITAL XTS 2250 MODELO III DE MANERA REMOTA MEDIANTE EL SOFTWARE MOTOLOCATOR Y LA APLICACIÓN MOTOMAPPING, PERTENECIENTE AL SISTEMA TRONCALIZADO DE LA FUERZA TERRESTRE” cuyo contenido, ideas y criterios son de MI exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Febrero del 2014

**Tandapilco Corregidor José Armando
CBOP. DE ELEC.**

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada principalmente a Dios por haberme bendecido con la vida y permitirme llegar a culminar mi carrera Universitaria.

A mis padres Alejandro y Mercedes, seres maravillosos pilares fundamentales en mi vida, su tenacidad y lucha han hecho de ellos un ejemplo a seguir motivándonos a cumplir nuestros objetivos y metas trazadas.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga que me acogió en su seno para impregnar sabiduría y conocimiento las cuales son herramientas esenciales para el desarrollo del ser humano.

A nuestros docentes y maestros que supieron impartir sus sabios conocimientos con paciencia, dedicación y guiar por el camino del bien en especial a los Sres. Director y Codirector, quienes con su guía y conocimiento hicieron posible la culminación del presente trabajo con éxito.

A mis queridos hermanos Geovanny y Lourdes por su infinito apoyo.

A mi gran amor Irene Maritza y en especial a mi hija Belén Abigail por ser el pilar fundamental en mi vida y motor de inspiración en cada uno de mis actos.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, hago extensivo mi sincero y efusivo agradecimiento.

José Armando.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento principal es a Dios por su bondad y por bendecirme día a día, ya que por El he llegado y estoy culminando con mi objetivo.

A mis padres Alejandro y Mercedes por la formación basadas en Amor y comprensión y apoyo incondicional en todo momento.

A mi esposa Irene Maritza y mi preciosa hija Belén Abigail fuentes de inspiración infinita y base fundamental de mi actos.

Por supuesto a mí querida Institución Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, a todos los docentes que contribuyeron en mi formación académica.

José Armando

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	ii
CERTIFICADO	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE ECUACIONES	xviii
RESUMEN	1
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO 1	8
FUNDAMENTOS DE COMUNICACIÓN	8
OBJETIVOS.	8
1.1. Sistemas De Radio Comunicación.	9
1.2. Ondas Electromagnéticas.	10
1.2.1. Espectro Radioeléctrico	10
1.2.2. Banda de frecuencias en VHF.	11
1.3. Satélite.	13
1.3.1. Parámetros básicos de los satélites	14
1.4. Sistema de Posicionamiento Global GPS.	15
1.4.1. Receptor GPS.....	16

1.4.2.	Latitud y Longitud.....	17
1.4.3.	Localización de un punto por el método de triangulación	18
1.5.	Google Earth.....	19
1.5.1.	Las principales características de este software son.....	19
1.6.	Comunicación Digital	20
1.6.1.	Radio Digital	20
1.6.2.	Ventajas y desventajas de Radio Digital	21
1.6.3.	Clases de Modulación.....	22
1.7.	Diagrama de bloques del sistema de comunicaciones digitales.....	26
1.8.	Sistemas Troncalizados.	30
1.8.1.	Las características más relevantes de los sistemas troncalizados son:	31
1.8.2.	Comparación de parámetros del sistema convencional y troncalizado.....	32
1.9.	Descripción del sistema troncalizado de la Fuerza Terrestre.	33
1.9.1.	Estaciones de repetición	33
1.9.2.	Repetidores Quantar.....	34
1.9.3.	Canal de control.....	35
1.9.4.	Controlador	35
1.9.5.	Sistema de antenas	36
1.9.6.	Radios suscriptores.	36
1.10.	Necesidad.....	37
1.11.	Justificación	38

1.12.	Análisis	40
CAPÍTULO 2	.....	42
2.	DIAGNOSTICO DE BONDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LA TECNOLOGÍA.	42
2.1.	El Proyecto 25.IP	42
2.1.1.	Fases del Proyecto P25 IP.....	43
2.1.2.	Operación del Proyecto P25.	44
2.1.3.	Arquitectura de sistema de radio P25 IP	46
2.1.4.	Modulación del sistema troncalizado en la Fase1 y Fase2 de APCO 25 IP.	49
2.2.	Ventajas del proyecto P25	52
2.2.1.	Interoperabilidad	52
2.2.2.	Retro compatibilidad	52
2.2.3.	Capacidad de Encripción	53
2.2.4.	Eficacia del Espectro	53
2.2.5.	Calidad de Audio Mejorada.....	55
2.2.6.	Realce en el Funcionamiento.....	55
2.3.	Análogo a la transición P25.....	56
2.3.1.	Documentos de la norma TIA-102	56
2.3.2.	Mensajes convencionales del control.....	56
2.4.	Área de cobertura de un sistema análogo vs un sistema digital P25	58
2.4.1.	Funcionamiento de sistema de radio P25.	59
2.5.	Sistema Troncalizado P25 IP.	62
2.5.1.	Operación del Sistema Troncalizado.....	63

2.5.2.	Elementos básicos de operación en un sistema troncalizado.	64
2.6.	APCO 25 IP	65
2.7.	Características de APCO 25.	65
2.7.1.	Servicio de APCO 25 en conjunto con tecnologías de MotoMapping y MotoLocator	66
2.7.2.	Servicios de cobertura	66
2.8.	Motomapping vs Comando y Control PC (C2PC).....	69
2.8.1.	Motomapping.	70
2.9.	Comando y control PC (C2PC)	73
2.10.	Gestión de comunicación HARRIS CNR-C2PC.....	76
2.11.	Software de seguimiento de localización MotoLocator	77
2.11.1.	Características principales	78
2.12.	Elementos que permiten el enlace GPS	78
2.13.	Antenas GPS HARRIS VS Antena GPS Motorola	80
2.14.	Micrófonos remotos con altavoz RSM y GPS	82
2.15.	Características principales de RMS-HMN4080 con GPS	82
2.16.	Tipos de radios ASTRO que operan con APCO 25 de la FTE.	83
2.17.	Gestión de control del equipo en ubicación remota.	89
CAPÍTULO 3	.....	93
3.	CONFIGURACIÓN Y GESTIÓN DEL PROCESO DE LOCALIZACIÓN DE LA RADIO XTS 2250 MOD III.	93
3.1.	Configuración y gestión del Software de seguimiento de localización MotoLocator	93
3.1.1.	Servidor Limite de MotoLocator (MBS)	93

3.1.2.	Servidor de eventos MotoLocator (MES)	93
3.1.3.	Servidor redundante MotoLocator (MRS).....	93
3.1.4.	Redes móviles MotoLocator (MCN)	94
3.1.5.	Protocolo de localización MotoLocator (MLP)	94
3.1.6.	Archivo de escritura MotoLocator (MAW).....	94
3.1.7.	Protocolo Simple de Administración de Red MotoLocator (SNMP)	94
3.1.8.	Servicio de texto MotoLocator (MTS)	94
3.1.9.	Servidor de localización MotoLocator (MLS)	95
3.2.	Configuración de red para el uso de MotoLocator	96
3.3.	Configuración de software se seguimiento de localización MotoLocator	97
3.3.1.	Estados de los módulos instalados en MotoLocator.....	99
3.4.	Funciones básica que se realiza en MotoLocator.....	100
3.5.	Parámetros programables en una radio.	102
3.6.	Gestión de recursos con los dispositivos de radio	103
3.6.1.	Reporte de últimas ubicaciones de los dispositivos.....	103
3.6.2.	Reporte de historial por tipos de dispositivos.	104
3.6.3.	Almacenamiento de historial como archivo	106
3.7.	Protocolos GPS.....	106
3.7.1.	Ingres de protocolo adicionales de GPS.	108
3.7.2.	Configuración del protocolo GPS	108
3.7.3.	Eliminación protocolo GPS	109
3.8.	Administración de MotoLocator con Google Earth.....	109
3.8.1.	Procedimientos para activarla interfaz de Google Earth con MotoLocator	110

3.9.	Administración de Motomapping Cliente	113
3.10.	Inicio del Cliente MotoMapping	113
3.10.1.	Barra de Opciones	114
3.10.2.	Capas de control.....	115
3.10.3.	Administración de MotoMapping con los dispositivos de radios.....	116
3.11.	Gestión de Motomapping dentro del sistema troncalizado de la FTE	117
3.11.1.	Método de la localización de la radio XTS 2250 Modelo III con MotoMapping y Google Earth.	118
3.11.2.	Visualización del display de la radio XTS 2250 Modelo III	119
CAPITULO 4	.....	121
4.	PRUEBAS Y ANÁLISIS.....	121
4.1.	Pruebas de seguimiento de coordenadas con la radio XST 2250 Modelo III con MotoMapping y Google Earth.	121
4.2.	Comparación de coordenadas geográficas de la radio XTS 2250 Modelo III y MotoMapping y Google Earth.....	123
4.2.1.	Delimitación del Área de estudio	124
4.2.2.	Cálculos para ubicar la posición con respecto a la Latitud de la radio XTS 2250 modelo III.	125
4.2.3.	Cálculos para ubicar la posición con respecto a la Longitud de la radio XTS 2250 modelo III.	126
4.2.4.	Cálculos para ubicar la posición con respecto a la Latitud del GPS Etrex	127
4.2.5	Cálculos para ubicar la posición con respecto a la Longitud del GPS Etrex.....	128

4.3.	Cuadros comparativos de errores con diferentes dispositivos	130
4.3.1.	Cuadro comparativo de errores entre la radio XTS 2250 modelo III y un GPS	130
4.3.2.	Análisis de resultados	132
4.4.	Solución de reducción del índice de error con DGPS.....	132
4.4.1.	Ventajas e inconvenientes de los GPS diferenciales.....	133
4.5.	Simulación de cobertura de un sitio de repetición con Radio Mobile.	134
4.5.1.	Herramienta de cobertura de radio polar.....	136
4.6.	Proceso de la localización de la radio XTS 2250 Modelo III.	139
4.7.	Comparativa de tecnologías de acceso militar en mapeamiento digital entre C2PC y MotoMapping utilizado por la FTE.	141
4.8.	Pruebas desarrolladas con la radio XTS 2250 MOD III	145
CAPÍTULO 5	.....	149
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	149
5.1.	Conclusiones	149
5.2.	Recomendaciones.	152
BIBLIOGRAFÍA	.....	155
LINKOGRAFÍA	.....	156
GLOSARIO.	.....	158
ANEXOS	.....	162

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Bandas de frecuencia radioeléctrico	11
Tabla 1.2. Subbandas de la Frecuencia VHF	12
Tabla 1.3: Comparación de parámetros convención y troncalizado	32
Tabla 1.4: Distribución de las estaciones de repetición.....	33
Tabla 2.1: El trazado entre los símbolos	50
Tabla 2.2: Cobertura del Sistema Troncalizado.	67
Tabla 2.3: Sitios de enlace con microondas del MODE	69
Tabla 2.4: Características Técnicas Antena GPS L1 y L2.....	81
Tabla 2.5: Características Técnicas Radio ASTRO XTS 2250 Modelo III	85
Tabla 2.6: Métodos y Normas Militares para la Radio XTS 2250 Modelo III.....	87
Tabla 3.1: Nombre y tipos de protocolo para diferentes tipos de radio.....	107
Tabla 4.1: Tabla de coordenadas geográficas de dispositivos	123
Tabla 4.2: Tabla de coordenadas geográficas de diferentes dispositivos.....	129
Tabla 4.3: Índices de error entre Radio XTS 2250 y GPS	130
Tabla 4.4: Sitios de repetición con sus coordenadas geográficas	135
Tabla 4.5: Datos para simulación en Radio Mobile	139
Tabla 4.5: Cuadro comparativo entre tecnologías C2PC y Motomapping	142

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Sistema de Radiocomunicación básico.....	9
Figura 1.2: Satélite de comunicación.	13
Figura 1.3: Receptor GPS.....	17
Figura 1.4: Latitud y Longitud de un objeto.	18
Figura 1.5: Localización por triangulación.	19
Figura 1.6: Imágenes en 3D de Google Earth.....	19
Figura 1.7: Modulación ASK.	23
Figura 1.8: Modulación FSK.	24
Figura 1.9: Modulación PSK.	25
Figura 1.10: Modulación QAM con distintas fases y amplitudes.....	26
Figura 1.11: Diagrama de bloques de un sistema de la comunicación digital	30
Figura 1.12: Comparación de un Sistema Convencional con un Sistema Troncalizado	31
Figura 1.13: Componentes del sistema troncalizado.....	34
Figura 1.14: Repetidor Quantar	35
Figura 1.15: Sistema de antenas	36
Figura 2.1: Operación de los sistemas de radio P25.....	45
Figura 2.2: Arquitectura de sistema de radio P25 IP	46
Figura 2.3: Modulación C4FM y CQPSK.....	51
Figura 2.4: Demodulación QPSK	51
Figura 2.5: Compatibilidad del P25	53
Figura 2.6: Eficiencia del espectro de RF en P25.	54

Figura 2.7: Canales de comparación analógicos y P25	55
Figura 2.8: Calidad de audio Analógico vs. Digital	59
Figura 2.9: Modos de funcionamiento de Radio P25.....	63
Figura 2.10: Operación del Sistema Troncalizado	64
Figura 2.11: Enlace de una Radio XTS 2250 con MotoMapping	71
Figura 2.12: Ventana principal de MotoMapping	72
Figura 2.13: Interfaz visual de C2PC	74
Figura 2.14: Comunicación Radio Harris-C2PC.....	77
Figura 2.15: Antena pasiva con GPS.....	79
Figura 2.16: Antena activa con GPS.....	79
Figura 2.17: GPS con antena reradiante interna.....	80
Figura 2.18: Antena GPS L1 activo.....	81
Figura 2.19: Micrófono remoto con altavoz y GPS: HMN4080	82
Figura 2.20: Radio Digital XTS 2250 MOD III con GPS	84
Figura 2.21: Control de la radio XTS 2250	90
Figura 3.1: Funcionamiento del Sistema MotoLocator	95
Figura 3.2: Definición de tipo de equipos en la red	96
Figura 3.3: Página de inicio de MotoLocator	97
Figura 3.4: Selección de rol	98
Figura 3.5: Opciones de página principal de MotoLocator	99
Figura 3.6: Estado de módulos instalados de MotoLocator	99
Figura 3.7: Historial de ubicación de dispositivos.....	102
Figura 3.8: Reporte de historial de los dispositivos	104
Figura 3.9: Búsqueda de dispositivos por tipo.....	104
Figura 3.10: Listado de dispositivo por ID	105

Figura 3.11: Historial de una radio especifica	105
Figura 3.12: Pagina de ingreso a Motolocator Google Earth.....	110
Figura 3.13: Pagina de selección de rol	111
Figura 3.14: Despachador de Motolocator	111
Figura 3.15: Localización de un dispositivo de radio en Google Earth	112
Figura 3.16: Ingreso usuario y contraseña	114
Figura 3.17: Página de inicio de MotoMapping	114
Figura 3.18: Botones y funciones de MotoMapping	115
Figura 3.19: Parámetros del control de capas.....	116
Figura 3.20: Datos y ubicación del dispositivo.	117
Figura 3.21: Gestión de la operación del sistema en conjunto	118
Figura 3.22: Partes de la pantalla de radio XTS 2250 modelo III.	119
Figura 4.1: Desplazamiento de la radio en MotoMapping y Google Earth	122
Figura 4.2: Carta topográfica de Chaupicruz con escala 1:25000	124
Figura 4.3: Índice de error entre Radio y GPS	131
Figura 4.4: Red de comunicación con uso de GPS diferencial.....	133
Figura 4.5: Herramienta de cobertura de radio polar.....	136
Figura 4.6: Enlace de un repetidor y un suscriptor portátil	137
Figura 4.7: Simulación de enlace de un repetidor y sus abonados	138
Figura 4.8: Simulación de cobertura del repetidor Cruz Loma de la ciudad de Quito	138
Figura 4.9: Modo de localización de la Radio XTS 2250 Modelo III	140
Figura 4.10: Ping de una radio XTS 2250 con símbolo de sistema.	147

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ec. [1.1] Longitud de onda	10
Ec. [2.1] Relación señal ruido	61
Ec. [4.1] Formula del T1	125
Ec. [4.2] T1 con respecto a la latitud de la radio	126
Ec. [4.3] Operación con Latitudes	126
Ec. [4.4] Resultado del T 1 para Latitudes	126
Ec. [4.5] Regla de tres simple para X.....	126
Ec. [4.6] Expresión para hallar el valor de X	126
Ec. [4.7] Valor total de X	126
Ec. [4.8] T1 con respecto a la longitud de la radio	127
Ec. [4.9] Operación con longitudes	127
Ec. [4.10] Resultado del T1para longitudes	127
Ec. [4.11] Regla de tres simple para X.....	127
Ec. [4.12] Expresión para hallar el valor de X	127
Ec. [4.13] Valor total de X	127
Ec. [4.14] T1 con respecto a la latitud de la radio	127
Ec. [4.15] Operación con latitudes	127
Ec. [4.16] Resultado del T1para latitudes	127
Ec. [4.17] Regla de tres simple para X.....	128
Ec. [4.18] Expresión para hallar el valor de X	128
Ec. [4.19] Valor total de X	128
Ec. [4.20] T1 con respecto a la longitud de la radio.....	128
Ec. [4.21] Operación con longitudes	128

Ec. [4.22] Resultado del T1 para latitudes	128
Ec. [4.23] Regla de tres simple para X.....	129
Ec. [4.24] Expresión para hallar el valor de X	129
Ec. [4.25] Valor total de X	129
Ec. [4.26] Expresión matemática para el cálculo de error en porcentajes.....	129

RESUMEN

El presente trabajo busca realizar el estudio y análisis del funcionamiento de la radio portátil digital XTS 2250 Modelo III, para el control y monitoreo de su ubicación en tiempo real, utilizando el software de seguimiento MotoLocator y aplicación MotoMapping, en el sistema troncalizado de la FTE algo que en la actualidad las unidades militares del ejército la están aprovechando de la mejor manera a continuación se realiza el resumen de este proyecto.

En el primer capítulo se explica los conceptos básicos y una importante introducción a los fundamentos de comunicación, sistemas de radio, ondas electromagnéticas, satélite, sistema de posicionamiento global, comunicación digital, diagrama de bloques del sistema de comunicaciones digitales, y su relación con los sistemas troncalizados

En el segundo capítulo se trata de las características en la tecnología la cual está basada en el proyecto APCO25 y sus ventajas, la interoperabilidad y seguridad de los sistemas con P25, tecnologías de mapeamiento digital como el software de seguimiento MotoLocator el software servidor MotoMapping.

El tercer capítulo menciona configuración y gestión del proceso de localización de la radio XTS 2250 MOD III, gestión de MotoMapping dentro del sistema, configuración del hardware, funciones básica de MotoLocator y uso con Google Earth, función de la radio XTS 2250 Modelo III dentro del sistema, proceso de la localización desde el radio hacia el terminal cliente de MotoMapping en conjunto con Google Earth con las respectivas pruebas.

En el cuarto capítulo se realiza recopilación de datos de los receptores de GPS tanto de la radio XTS 2250 Modelo III y del GPS Etrex pertenecientes al sistema troncalizado mismas y Centro de Metrología de la FTE, con los datos recopilados se calculara el índice de error con distancias en la carta topográfica de Chaupicruz proporcionada por el Instituto Geográfico Militar (I.G.M), también se realiza una simulación de cobertura de un sitio de repetición y la comparativa de características de mapeamiento digital como C2PC y MotoMapping utilizados actualmente.

En el quinto y último capítulo se menciona las conclusiones y recomendaciones del presente estudio realizado en el sistema troncalizado de la FTE.

ABSTRACT

This paper aims to conduct a study and analysis of how the digital portable radio XTS 2250 Model III, for the control and monitoring of their location in real time using the tracking software MotoLocator and MotoMapping application in the trunked system the FTE something that currently the army's military units are appropriate take advantage of the best way below the abstract of this project is done.

In the first chapter the basic concepts and an important introduction to the basics of communication systems, radio, on electromagnetic waves, satellite, global positioning system, digital communication, block diagram of digital communication system is explained, and their relationship with trunked systems

The second chapter is about the features in the technology which is based on the APCO25 project and its benefits, interoperability and security systems with P25, technologies digital mapping software like MotoLocator tracking server software MotoMapping.

The third chapter mentioned configuration and process management localization XTS 2250 radio MOD III, MotoMapping management within the system, hardware configuration, and basic functions MotoLocator use with Google Earth, radio function XTS 2250 Model III within the system, the localization process from the radius to the client terminal MotoMapping in conjunction with Google Earth with the respective tests.

In chapter four data collection GPS receivers both radio and XTS 2250 Model III GPS Etrex trunked system belonging to the same and Metrology Center of FTE, the data collected is done the error rate is calculated with distances in the topographic map of Chaupicruz provided by the Military

Geographic Institute (I.G.M), a simulation of a site coverage of repetition and comparing characteristics of digital mapping and C2PC MotoMapping as currently used is also performed.

In the fifth and final chapter the conclusions and recommendations of this study in the trunked system FTE mentioned .Different conclusions and recommendations of the project themselves are included in the fourth chapter.

INTRODUCCIÓN

El constante avance de la tecnología en el área de las telecomunicaciones, ha extendido su uso a casi todos los ámbitos de nuestra vida diaria incluyendo el sector militar. La FTE posee un sistema troncalizado en la plataforma APCO 25 IP el cual fue instalado para reemplazar la tecnología SamrtZone versión 3.Z que se ha actualizado constantemente desde su instalación en el año de 1997.

Esta tecnología con una versión 7.11, actualmente brinda servicios de voz y datos para poder interconectarse con cualquier unidad militar que tiene acceso a la comunicación troncalizada, basado en una infraestructura IP con gran capacidad de cobertura nivel nacional, con 123 grupos de conversación distribuidos en 17 sitios de repetición con 1 canal de control por sitio, 1 zona y funciona en área extendida compuesta por:

Sitio maestro (Quito).- Monitoreo y Administración Total

Sitio remoto (Cuenca).-Mantenimiento y Administración zona Sur

Sitios de enlace de la microonda. (MODE).

El sistema troncalizado de la FTE valiéndose de su capacidad tecnológica total, ligado con el alto mando, desea controlar y monitorear los equipos de radiocomunicación troncalizada asignados a las diferentes unidades militares del ejército que poseen este servicio de comunicación, mediante el software de seguimiento MotoLocator y la aplicación MotoMapping con la finalidad de dirigir y administrar las actividades de defensa interna o externa y verificar el cumplimiento de las misiones asignadas a un contingente, permitiendo así un mayor control, seguridad, flexibilidad de la operación del sistema de comunicaciones troncalizados.

La presente investigación se enfoca en el estudio y análisis del funcionamiento y desempeño de la radio portátil digital XTS 2250 modelo III como suscriptor en conjunto con el software MotoLocator y la aplicación MotoMapping empleados en el sistema troncalizado por lo cual se trata de mejorar y optimizar los recursos ya existentes además de contar con información oportuna, confiable y segura para la toma de decisiones acertadas que apoyen al cumplimiento de la misión institucional.

CAPÍTULO 1
FUNDAMENTOS DE COMUNICACIÓN.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS DE COMUNICACIÓN

OBJETIVOS.

Objetivo General.

Estudiar y analizar el funcionamiento de la radio portátil digital XTS 2250 modelo III, para el control y monitoreo de su ubicación en tiempo real, utilizando el software de seguimiento MotoLocator y aplicación MotoMapping, en el sistema troncalizado de la FTE.

Objetivos Específicos.

- Investigar el funcionamiento de la radio portátil XTS 2250 modelo III en conjunto con el servidor de MotoLocator y la aplicación MotoMapping.
- Realizar visitas de campo al Sistema Troncalizado de la FTE ubicados en la Provincia de Pichincha para conocer su principio de funcionamiento y obtener datos de interés para la presente investigación.
- Realizar las pruebas de la radio XTS 2250 MOD III con la plataforma APCO 25 en conjunto con el software de seguimiento de localización MotoLocator y la aplicación MotoMapping instalados en el sistema troncalizado de la FTE para verificar su desempeño como suscriptor

- Verificar el seguimiento del desplazamiento de la radio en el terreno y comprobar los datos de coordenadas geográficas de Google Earth.
- Realizar la comparación entre las tecnologías de MotoMapping aplicada dentro del sistema troncalizado y la tecnología de C2PC Mando y Control utilizado con las radios Harris que está en uso de la FTE.

1.1. Sistemas De Radio Comunicación.

Las telecomunicaciones, es la emisión y/o recepción de signos señales, datos, imágenes, voz, sonidos e información de cualquier tipo que se transmitan a través de medios físicos, ópticos, acústicos u otros sistemas electromagnéticos.

Estas son de punto a punto a multipunto o teledifusión y la más conocida es la radiocomunicación. La misma que depende de muchos factores como son normas, tecnologías, asignación de, espectros de frecuencia, reglamentos, necesidades, servicios a brindar etc.

En la figura 1.1 se observa los componentes de un sistema de radiocomunicación básico

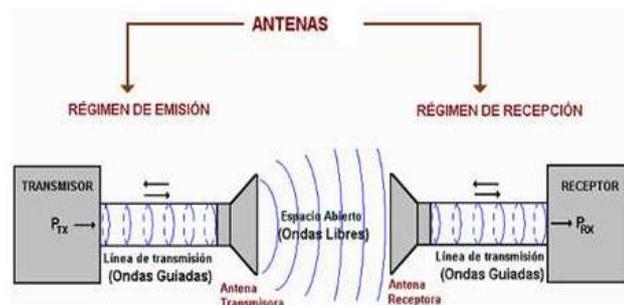


Figura 1.1: Sistema de Radiocomunicación básico

1.2. Ondas Electromagnéticas.

Son aquellas ondas que no necesitan un medio material para propagarse. Incluyendo a la luz y a las ondas de radio, televisión y telefonía. Todas se propagan en el vacío mediante una oscilación de campos eléctricos y magnéticos a una velocidad constante de 300 0000 Km/s pero no infinita. Donde " λ " es la longitud de onda, "C" es la velocidad de propagación de la onda, y "F" es la frecuencia.

La ecuación que caracteriza a una onda es:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Ec. [1.1] Longitud de onda

Donde.

λ = (m)

c = (m/s)

f = (Hz)

1.2.1. Espectro Radioeléctrico.

El espectro radioeléctrico constituye un subconjunto de ondas electromagnéticas u ondas hertzianas fijadas por debajo de 3000 GHz, que se propagan por el espacio.

A través del espectro radioeléctrico es posible brindar una variedad de servicios de telecomunicaciones que tienen una importancia creciente para el desarrollo y económico de un país. El Estado se reserva el derecho de su administración, regulación, control y gestión. Dentro de este contexto, La legislación de telecomunicaciones ecuatoriana lo define como un recurso natural limitado, perteneciente al dominio público del Estado, inalienable e imprescriptible.

En la tabla 1.1 se muestran las bandas de frecuencia del espectro electromagnético con su respectivo rango de frecuencia y de longitud de onda.

Tabla 1.1. Bandas de frecuencia radioeléctrico

Nombre	Abreviatura	Frecuencia	Longitud de onda
Extra baja frecuencia	ELF	3 a 30 Hz	100.000 a 10.000 km
Súper baja frecuencia	SLF	30 a 300 Hz	10.000 a 1000 km
Ultra baja frecuencia	ULF	300 a 3000 Hz	1000 a 100 km
Muy baja frecuencia	VLF	3 a 30 kHz	100 a 10 km
Baja frecuencia	LF	30 a 300 kHz	10 a 1 km
Media frecuencia	MF	300 a 3000 kHz	1 km a 100 m
Alta frecuencia	HF	3 a 30 MHz	100 a 10 m
Muy alta frecuencia	VHF	30 a 300 MHz	10 a 1 m
Ultra alta frecuencia	UHF	300 a 3000 MHz	1 m a 100 mm
Súper alta frecuencia	SHF	3 a 30 GHz	100 a 10 mm
Extra alta frecuencia	EHF	30 a 300 GHz	10 a 1 mm

1.2.2. Banda de frecuencias en VHF.

Las ondas muy cortas o de frecuencias muy largas se denominan VHF, su propagación es similar a la luz, siendo minimizadas o reflejadas por obstáculos por lo tanto su cobertura es limitada con respecto a la propagación en línea de vista.

Sus principales características son.

- Gama de Frecuencia: de 30 MHz a 300 MHz.
- Longitud de Onda: de 10 a 1 metros.
- La propagación se realiza en la Ionosfera o Troposfera.
- Sus aplicaciones típicas son: Enlaces de radio a corta distancia, Televisión, Radiodifusión en Frecuencia Modulada.
- La banda VHF es menos afectada por el ruido atmosférico, interferencia de los aparatos eléctricos de frecuencias más bajas, obstáculos naturales o artificiales y otros objetos.

En la tabla 1.2 se muestra la subdivisión de banda de frecuencia VHF y sus diferentes usos.

Tabla 1.2. Subbandas de la Frecuencia VHF

Frecuencia [MHz]	Usos
30 a 50	Teléfonos inalámbricos y Radio control. Modo FM
50 a 55	Banda de 6 m. para Radio aficionados Modo FM, CW, USB, AM
55 a 80	Televisión Canales Bajos Modo FM (Canales 2, 3, 4 y 5 de aire)
85 a 105	FM Comercial
110 a 130	Radio Control y tráfico aéreo Modo AM y FM
132 a 142	Televisión Canales Medios Modo FM (canales 6, 7, 8, y 9 de aire)
144 a 148	Radio aficionados banda de 2 m. Modo FM
150 a 155	Banda Policial Modo FM y USB
156 a 158	Banda Marina Modo FM

160 a 200	Televisión Canales Altos Modo FM (canales 10, 11,12 y 13 de aire)
-----------	---

1.3. Satélite.

Es un receptor activo en el espacio tiene la función de recibir y transmitir las señales que se receptan en la tierra, opera en la banda Ka con las frecuencias comprendidas entre los 26.5 y 40 GHz con un ancho de banda de 500 MHz. Posee una gran variedad de fines científicos, tecnológicos y militares. La vida útil de un satélite depende del combustible almacenado para el control de órbita, de la degradación de las células solares y del grado de redundancia y fiabilidad del módulo de comunicaciones.

En la figura 1.2 se observa un satélite de comunicación en el espacio.



Figura 1.2: Satélite de comunicación.

1.3.1. Parámetros básicos de los satélites.

Una de las mayores aportaciones de la tecnología espacial son los satélites de comunicaciones, ya que permiten comunicar grandes extensiones con muy poca infraestructura terrestre, a diferencia de otros sistemas como las microondas y la fibra óptica. Los satélites tienen parámetros que varían de acuerdo a la función que cumple y la órbita de desplazamiento.

Entre los parámetros básicos que posee un satélite son los siguientes:

- a. **Frecuencia.** Es el valor de frecuencia de sintonización con el satélite, y a su vez maneja dos tipos de frecuencias: Frecuencia Inmediata (IF) y Radiofrecuencia (RF).
 - a.1 **Frecuencia Intermedia (FI).** Es la frecuencia que emplean el principio súper heterodino que es la combinación de ondas de radio con una frecuencia variable generada en el oscilador local (OL).
 - a.2 **Radiofrecuencia.** Es la parte del espectro electromagnético que abarca desde los 3 KHz hasta los 300 GHz. Estas frecuencias se utilizan para las comunicaciones militares, la navegación, los radares y la radiofonía AM y FM y establece diferentes divisiones de frecuencias.
- b. **Modulación.** La modulación transporta una información a través de un canal de comunicación a la mayor distancia y al menor costo. Los satélites emplean algunos tipos de modulación como:
 - b.1 **BPSK.** Modulación por Desplazamiento de Bi- Fase
 - b.2 **QPSK.** Modulación por Desplazamiento de Cuadratura en Fase
 - b.3 **8-PSK.** Modulación por Desplazamiento de Fase
 - b.4 **16-QAM.** Modulación por Cuadratura de Amplitud
- c. **Corrección de Errores (FEC).** Detecta y corrige los errores de transmisión en la recepción, sin pedir la retransmisión del mensaje enviado y mejora la robustez de la transmisión de datos, los

códigos más utilizados para enviar mensajes es el código Hamming.

- d. Tasa de Símbolos.** Son los cambios de forma de onda o eventos de señalización que se realiza en el medio de transmisión en bits por segundo. Cada símbolo puede representar o transmitir uno o varios bits de datos desde el transmisor hacia el receptor.
- e. E_b/N_0 .** Es la relación entre la energía por bit de información transmitida y la densidad de ruido.
- f. C/N .** Es la relación entre la potencia de una señal y la densidad de ruido recibido en el receptor.
- g. Potencia.** La potencia transmitida por un satélite está estrechamente relacionada con las dimensiones de las estaciones terrenas receptoras. Para todo tipo de satélites la potencia requerida es muy elevada para conseguir una cobertura mundial.

1.4. Sistema de Posicionamiento Global GPS.

El Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System GPS) es un sistema global de navegación por satélite, que proporciona a los usuarios información sobre posicionamiento, navegación y cronometría. Utilizando el GPS, es posible determinar automáticamente la posición (latitud y longitud) en la tierra. Originalmente se utilizó en aplicaciones militares secretas y hoy en día el GPS se ha convertido en parte de la vida cotidiana.

Los GPS funcionan mediante una red de 27 satélites (24 operativos y 3 de respaldo) que orbitan sobre el globo a 20.200 km, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Para determinar la posición de un objeto, se localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red, los que generan las señales que indican la posición y el reloj de cada uno de ellos. En base a estas señales, se sincroniza el reloj del GPS y se calcula el retraso de dichas señales es decir, la

distancia al satélite y el método para calcular la posición tanto en Latitud y Longitud de un objeto es la triangulación.

1.4.1. Receptor GPS.

Es el conjunto de elementos (Software y Hardware) que permiten determinar la posición, dirección, velocidad y tiempo del usuario etc., además de los parámetros adicionales necesarios. Cada satélite procesa dos tipos de datos: las Efemérides que es su posición exacta en el espacio y el tiempo exacto en UTM (Universal Time Coordinated), y los datos del Almanaque, que son estos mismos datos pero en relación con los otros satélites de la red y su órbita. Cada satélite transmite los datos vía señales de radio ininterrumpidamente a la Tierra. El receptor GPS encendido con la antena respectiva capta las señales de un mínimo de tres satélites y realiza el cálculo de la distancia exacta hasta los satélites y la posición exacta en la tierra mediante la triangulación y presenta en la pantalla los datos de latitud y longitud.

En la figura 1.3 se observa un tipo de receptor TOMTOM GPS Plus con datos de posición, distancia ubicación.



Figura 1.3: Receptor GPS

1.4.2. Latitud y Longitud.

La latitud y la longitud son las coordenadas geográficas que permiten definir con exactitud la ubicación de un objeto en la tierra

- a. **La latitud.** es el ángulo formado por el radio terrestre hasta el punto a ubicar y el plano del ecuador. Se expresa en grados, minutos al norte o al sur del ecuador, que es el grado 0, la latitud de los polos de la tierra es de 90° , norte y sur.
- b. **La longitud.** es la distancia al este o al oeste respecto a un lugar, a partir del meridiano de Greenwich y pasa por los polos norte y sur. Se toma el meridiano base como grado 0 de longitud, el resto de longitudes se miden sobre el ecuador, hasta los 180° este y 180° oeste.

En la figura 1.4 se observa la esfera terrestre con las coordenadas de un objeto en punto de la tierra

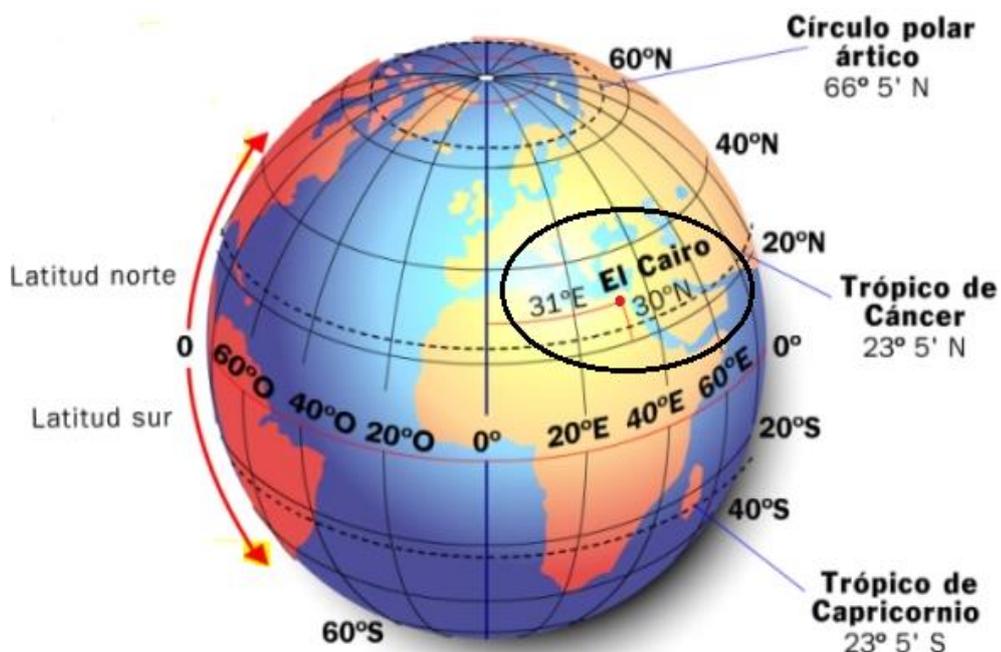


Figura 1.4: Latitud y Longitud de un objeto.

1.4.3. Localización de un punto por el método de triangulación.

La triangulación mediante GPS es el cálculo del ángulo de cada una de las tres señales respecto al punto de medición. Conocidos los tres ángulos se determina la posición relativa respecto a los tres satélites. Una vez conocidas las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene las coordenadas reales del punto de medición

El receptor, calcula el tiempo que se tarda en llegar la señal emitida por el satélite y conociendo la velocidad de propagación de la señal, éste determina una esfera dentro de la cual está su posición, esto determina que a mayor cantidad de satélites se obtiene una mayor precisión.

En la figura 1.5 se observa un objeto vehículo con un GPS que recepta la señal de los tres satélites. Con cada par de satélites forma un triángulo y las distancias entre ellos "A", "B" y "C" de manera que cierran el triángulo de su respectivo color determinando la posición exacta del vehículo.

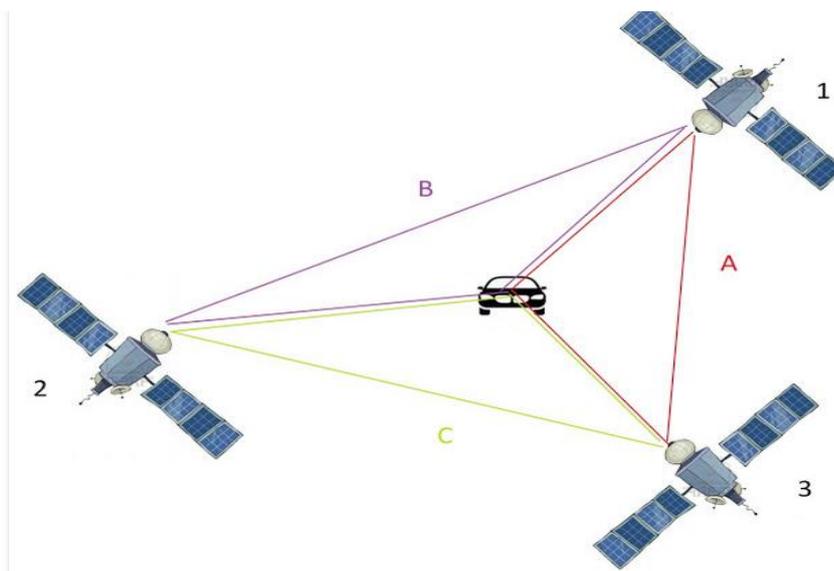


Figura 1.5: Localización por triangulación.

1.5. Google Earth.

Google Earth es un programa informático que muestra un globo virtual y permite visualizar múltiple cartografía como mapas, edificios, lugares, carreteras etc. mediante imágenes en 3D, con base en la fotografía satelital.

El mapa de Google Earth está compuesto por una superposición de imágenes obtenidas por imagen satelital, fotografía aérea, información geográfica proveniente de modelos de datos SIG (Sistema de Información Geográfica) de todo el mundo y modelos creados por ordenador, que es capaz de mostrar diferentes capas de imagen, es un cliente válido para un Web Map Service y soporta datos geospaciales tridimensionales mediante los archivos Keyhole Markup Lenguaje o KML.

En la figura 1.6 se observa los diferentes tipos de objetos en 3D de la aplicación Google Earth.



Figura 1.6: Imágenes en 3D de Google Earth.

1.5.1. Las principales características de este software son.

- Permite introducir el nombre de un lugar obteniendo la dirección exacta en un plano.
- Visualización de imágenes vía satélite del planeta.
- Ofrece características 3D como dar volumen a valles y montañas, incluso se han modelado edificios.
- Permite compartir con otros usuarios enlaces, medir distancias geográficas, observar la altura de elevaciones, volcanes y cambiar de vista tanto en horizontal como en vertical.
- Posee una relación con Sketch Up, un programa de modelaje 3D desde el cual se pueden subir modelos 3D de edificios a Google Earth.
- Se adapta a los sistemas operativos de Windows, Linux, y MAC

1.6. Comunicación Digital.

Las comunicaciones digitales abarcan un área extensa de técnicas de comunicaciones, incluyendo transmisión digital y radio digital. La transmisión digital es la transmisión de pulsos digitales, entre dos o más puntos, de un sistema de comunicación. El radio digital es la transmisión de portadoras analógicas moduladas, en forma digital, entre dos o más puntos de un sistema de comunicación. Los sistemas de transmisión digital requieren de un elemento físico, entre el transmisor y el receptor.

En los sistemas de radio digital, el medio de transmisión es el espacio libre o la atmósfera de la Tierra.

1.6.1. Radio Digital.

Los sistemas de microondas o de radio transmisión son sistemas de gran ancho de banda que transmiten a largas distancias gran cantidad de información. La propiedad que distingue a un sistema de radio digital de un sistema de radio analógico de AM o FM que en el sistema de radio

digital las señales moduladoras y demoduladora son pulsos digitales en lugar de formas analógicas de onda.

El radio digital emplea portadoras analógicas tal como lo hacen los sistemas analógicos convencionales. En cambio, las radios analógicas tradicionales convierten los sonidos en series de señales eléctricas que se asemejan a ondas de sonido.

1.6.2. Ventajas y desventajas de Radio Digital.

La radio digital es una tecnología que se distingue por la emisión de señales digitales que trae consigo una serie de ventajas y desventajas

a. Ventajas.

- Se obtiene una mejor calidad en la información, este sistema es inmune a las interferencias, ruidos y ecos tanto en la transmisión y recepción.
- Sufre menos degradaciones, ya que se utilizan métodos de corrección de errores para corregir alteraciones en la señal que puedan afectar la información.
- Flexibilidad en el uso del espectro radioeléctrico.
- Permite transmitir a igual resolución con varios canales digitales en el mismo ancho de banda ocupado por un canal analógico.
- La radio digital requiere de una menor separación entre los canales. Esto presenta una serie de ventajas respecto a la radiodifusión analógica en cuanto a número de programas vs calidad.

b. Desventajas.

La radio digital encierra muchos aspectos positivos, como toda tecnología también, presenta una serie de inconvenientes.

- El elevado precio que tienen los aparatos receptores tanto fijos como móviles por su poca oferta, en sectores donde se implementan estos sistemas.
- El paso de una tecnología análoga a una digital conlleva que los aparatos receptores de la señal analógica no se puedan utilizar para la recepción de señales digitales, lo que implica la adquisición de nuevos aparatos.
- El cambio a la radio digital conlleva un reordenamiento y reasignación de las frecuencias dentro del espectro radioeléctrico.
- Necesita una conversión analógica-digital previa y una decodificación posterior en el momento de la recepción.
- Requiere una sincronización precisa, entre los tiempos del reloj del transmisor, con respecto a los del receptor

En resumen, la radio digital mejora la calidad de transmisión y recepción, con una mayor robustez en los sistemas de transmisión.

1.6.3. Clases de Modulación.

Existen cuatro técnicas de modulación que se suelen utilizar en sistemas de radio digital:

- a. Modulación por desplazamiento de amplitud (ASK)
- b. Modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK)
- c. Modulación por desplazamiento de fase (PSK)
- d. Modulación de amplitud en cuadratura (QAM).

a. Modulación por desplazamiento de amplitud (ASK).

Los datos digitales son representados mediante variaciones de amplitud de la onda portadora, en función de los datos a transmitir.

La amplitud de una señal portadora análoga varía conforme a la corriente de bit, manteniendo la frecuencia y la fase constante. El nivel de amplitud

puede ser usado para representar los valores binarios 0s y 1s. En la señal modulada, el valor lógico 0 es representado por la ausencia de una portadora. Como la modulación AM, ASK es también lineal y sensible al ruido atmosférico, distorsiones, etc. Esta modulación es utilizada en la transmisión de datos digitales generalmente vía fibra óptica.

En la figura 1.7 se observa la señal de modulación ASK con valores lógicos de 1 presencia de portadora y 0 ausencia de portadora.

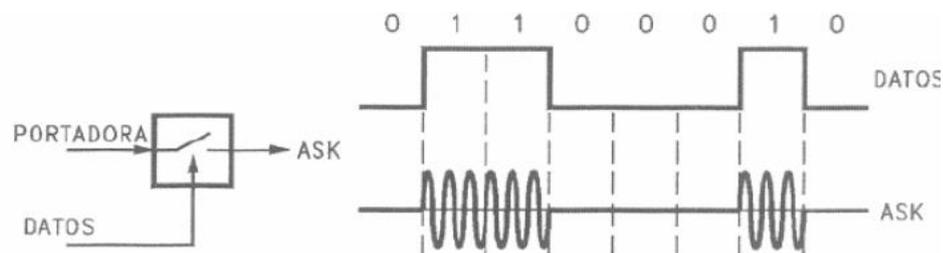


Figura 1.7: Modulación ASK.

b. Modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK).

Los datos digitales son representados mediante 0 (bajo) y 1 (alto), y la forma de onda análoga varía según los datos binarios. El dato lógico 0 está representado por una onda en forma de onda específica de frecuencia de espacio (f_n), y el dato lógico 1 está representado por una forma de onda en una frecuencia de marca (f_m) la misma que se observa en la figura 1.8. Un módem convierte los datos binarios de un ordenador para FSK y transmite a través de líneas telefónicas, cables, fibra óptica o medios inalámbricos.

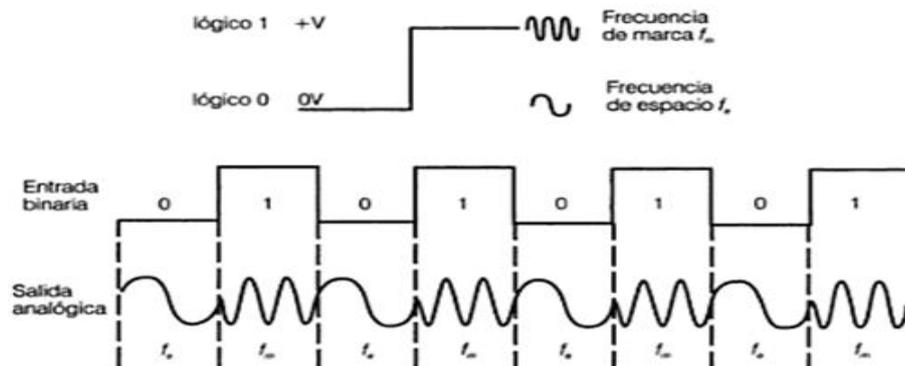


Figura 1.8: Modulación FSK.

c. Modulación por desplazamiento de fase (PSK).

La modulación PSK se distingue porque la fase de la señal portadora representa cada símbolo de información de la señal moduladora, con un valor angular que el modulador elige entre un conjunto discreto de "n" valores posibles.

Esta modulación se caracteriza por la variación de fase, de una señal portadora según los estados significativos de datos, cuando es 0 el desfase es 0° , cuando es 1 esto es un desplazamiento de fase de ± 90 grados de la referencia. La señal transmitida tiene amplitud y frecuencia constante, pero su fase, con respecto a una referencia, está directamente relacionada con el valor de una señal de datos binarios.

En la figura 1.9 se observa la señal modulada resultante PSK influenciada por los datos binarios de la señal moduladora directamente sobre la señal portadora. La modulación PSK se utiliza en la transmisión de bajo costo y si altas velocidades

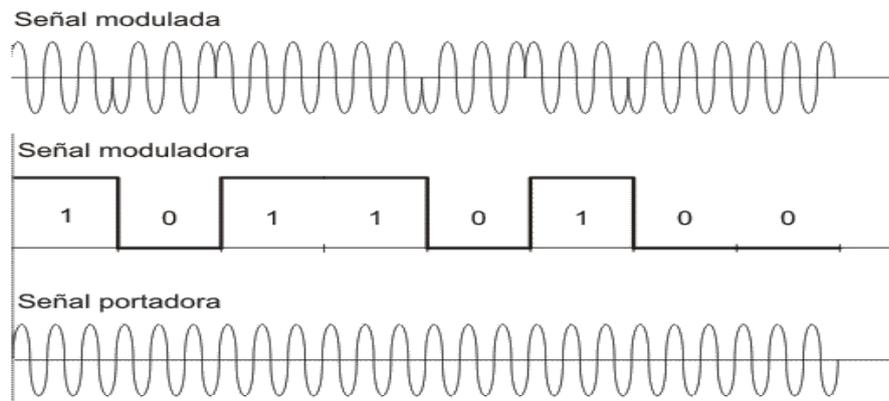


Figura 1.9: Modulación PSK.

d. Modulación de amplitud en cuadratura (QAM).

Es una modulación digital avanzada que combina la modulación ASK y PSK y se obtiene "x" variación en fase "y" variaciones en amplitud de tal forma que exista un contraste máximo entre cada bit, dibit, tribit, quadbit, etc.

Estas pueden operar por el mismo canal sin interferencia mutua porque sus portadoras al tener tal desfase están en cuadratura en la cual una onda es la portadora y la otra es la señal de datos. Se utiliza para la transmisión de datos a alta velocidad por canales con ancho de banda restringido.

Diseño de módems superiores a 2400 bps incluido los ADSL (Línea de abonado digital asimétrica).

En la figura 1.10 muestra tres combinaciones posibles de modulaciones QAM en estos casos el número de desplazamiento, de amplitud es menor que el desplazamiento de fase debido a que los cambios de amplitud son susceptibles a ruido, esta diferencia debe existir siempre sin esta característica, la modulación QAM es inútil.

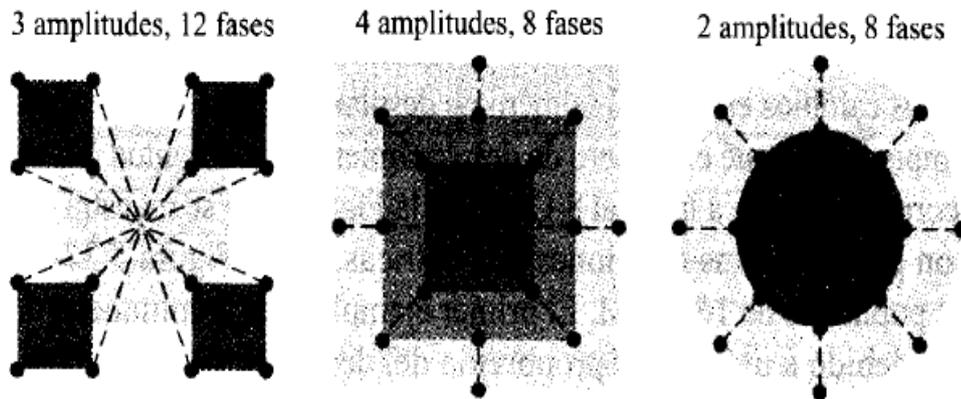


Figura 1.10: Modulación QAM con distintas fases y amplitudes.

1.7. Diagrama de bloques del sistema de comunicaciones digitales.

En los sistemas de comunicación digital, la información pasa por diferentes etapas desde la fuente hacia el destino. Cada una de las etapas cumple una función específica que se detalla a continuación.

- a. **Fuente de información.** La fuente de información digital es la encargada de convertir el mensaje que se desea transmitir en una señal eléctrica adecuada al tipo de sistema que va a utilizar.
- b. **El codificador.** El codificador de fuente elimina parte de la redundancia generada por la fuente, ofreciendo a la vez una compresión en el código.
- c. **El encriptador.** Modifica la señal correspondiente a la información de forma que solo el destinatario autorizado pueda descifrarla. En los sistemas de comunicación actual surge la necesidad de proporcionar confidencialidad a las comunicaciones.
- d. **El codificador de canal.** Se encarga de adecuar la señal que se desea transmitir a las condiciones que se van a dar en el canal de transmisión. También añade redundancia a la señal con la

intención de poder detectar y corregir los posibles errores y mejorar la transmisión.

- e. **La multiplexación.** Permite compartir los recursos de un sistema de comunicación, por varias señales diferentes. Dentro de los multiplexores se encuentra la multiplexación por división de frecuencia (MDF) y la multiplexación por división en el tiempo (MDT) siendo este el más utilizado, para evitar problemas con la señales el emisor y receptor debe estar perfectamente sincronizados.

- f. **El modulador.** Esta etapa realiza la operación de la modulación, que es el proceso por el cual se modifican algunas características de la portadora mediante la señal moduladora. Los parámetros de la portadora modificables son amplitud, frecuencia y fase obteniendo las modulaciones digitales como ASK, FSK, PSK, QAM, etc.

- g. **Acceso múltiple.** Esta etapa permite compartir el canal de transmisión por diferentes señales al igual que ocurría en el bloque de multiplexado su diferencia radica en que mientras en el bloque de multiplexado las señales que llegan son en banda base y en el bloque de acceso múltiple se trabaja con señales moduladas.

- h. **Filtro transmisor.** Actúa a modo de filtro, limitando la señal modulada en función del ancho de banda establecido por el canal de transmisión, así mismo adecuará la potencia de transmisión de la señal modulada.

- i. **Canal de transmisión.** Es el medio que va utilizar la señal modulada para ser transmitida. El canal de transmisión puede ser analógico o digital.

- j. **Sincronismo.** Las señales de sincronización, en un sistema de comunicación digital, es muy importante porque permite recuperar correctamente la información transmitida. Para poder recuperar la información transmitida a través de un sistema de comunicación digital se precisa conocer la señal de sincronismo de bit, trama y portadora.
 - j.1.**Señal de sincronismo de bit.** Permite distinguir el intervalo correspondiente a cada uno de los bits transmitidos.
 - j.2.**Señal de sincronismo de trama.** Permite separar los distintos grupos de bits en una transmisión múltiplex de forma que los bits recibidos se puedan clasificar y dirigir al canal de salida apropiado.
 - j.3.**Señal de sincronismo de portadora.** Permite recuperar la frecuencia y la fase de la portadora utilizada en la señal paso-banda de transmisión, para la detección coherente de la señal.

- k. **Demodulador.** Esta etapa realiza la operación de recuperar la información transportada por la señal portadora, es lo opuesto de la modulación.

- l. **El demultiplexor.** Esta etapa recibe a través de un medio de transmisión compartido una señal compleja multiplexada y separar las distintas señales integrantes de la misma encaminándolas a las salidas correspondientes

- m. El decodificador de canal.** Esta etapa recibe una secuencia de números para intentar reconstruir la secuencia de información original a partir de la codificación utilizada y la redundancia contenida en los datos.

- n. Descriptador.** Esta etapa modifica la señal correspondiente a la información de forma que solamente el destinatario autorizado pueda descifrarla.

- o. El decodificador de fuente.** Toma la secuencia de información estimada para intentar reconstruir la información fuente original, a partir del conocimiento de la transformación usada por el codificador de canal. Es natural que la información reconstruida sea una aproximación a la información original.

- p. Destino de la información digital.** Es la encargada de convertir el mensaje transmitido en una señal eléctrica adecuada al tipo de sistema que se va a utilizar.

En la figura 1.11 se observa un sistema digital de comunicaciones y los elementos básicos que lo componen.

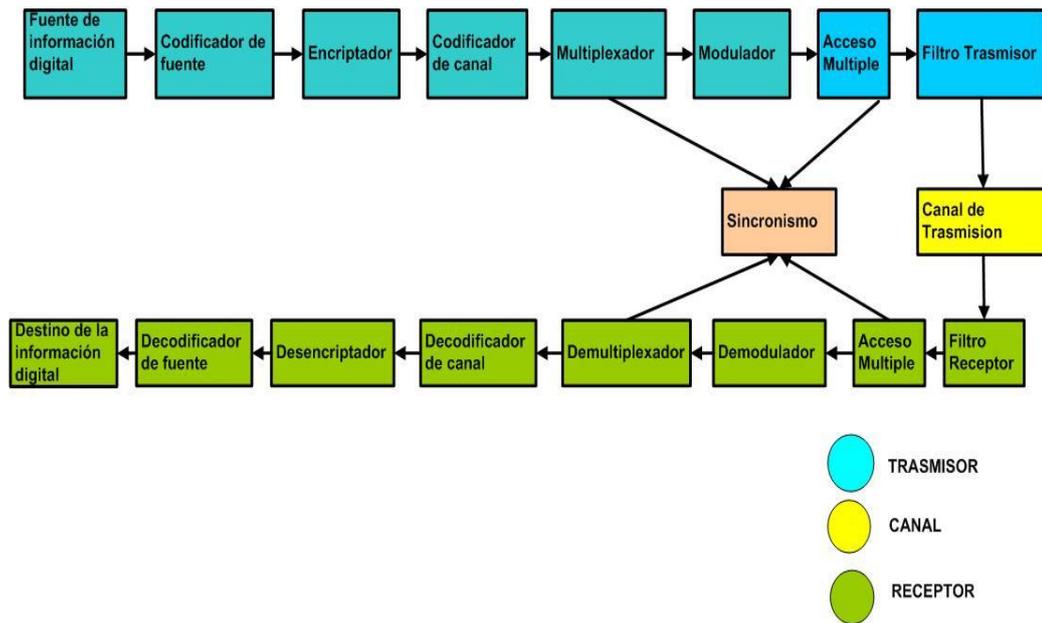


Figura 1.11: Diagrama de bloques de un sistema de la comunicación digital

1.8. Sistemas Troncalizados.

Es un sistema en el cual los usuarios comparten todos los canales disponibles o frecuencias asignadas, evitando así que dependan de un canal determinado y no puedan transmitir su mensaje si este se encuentra ocupado.

En un sistema convencional cada grupo de usuarios cuenta con un canal determinado. Si un usuario desea comunicarse con otro usuario de otro grupo, debe cambiar su radio al canal respectivo. De esta manera si el canal al cual está asignado el usuario se encuentra ocupado este no puede transmitir su mensaje. En el sistema troncalizado se crean grupos de usuarios independientes de los canales o frecuencias existentes. De tal manera que cuando un usuario desea realizar un llamado, bien sea de voz o datos, el controlador automáticamente le asigna un canal disponible. Si en ese momento no se encuentra ningún canal libre, queda en una cola de espera por un determinado tiempo.

En la figura 1.12 se observa la comparación de un sistema convencional y un sistema troncalizado, la diferencia entre estos sistemas radica que el sistema troncalizado asigna un canal de comunicación disponible al usuario y un sistema convencional la comunicación depende que un canal esté disponible, caso contrario el usuario debe esperar que esté disponible.

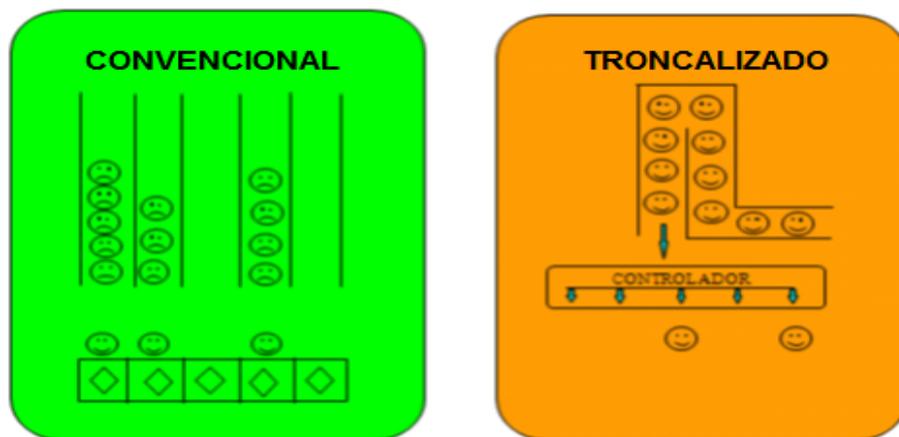


Figura 1.12: Comparación de un Sistema Convencional con un Sistema Troncalizado

1.8.1. Las características más relevantes de los sistemas troncalizados son:

- Canales Múltiples
- Redundancia del Canal de Control
- Inhabilitación del Receptor por Interferencia
- Inhabilitación del Transmisor por Baja Potencia
- Auto-Diagnóstico
- Son sistemas con cobertura local, regional, nacional.
- Transmiten voz, datos o ambos en modos dúplex o semidúplex.
- Puede ser heterofrecuencial o isofrecuencial.
- Sistema analógico o digital, aunque la mayor parte de sistemas en la actualidad son analógicos aunque cuentan con señalización digital.
- Utilización Eficiente del Espectro

- Privacidad total en las comunicaciones
- Alta capacidad de crecimiento
- Reagrupación Dinámica
- Llamada de alerta, emergencia, grupo, telefónica según requerimientos del usuario.
- Identificación por medio del botón PTT

1.8.2. Comparación de parámetros del sistema convencional y troncalizado.

Los parámetros del sistema convencional y troncalizado se menciona en la tabla 1.4 las mismas que son propiedades usadas en los sistemas de comunicación y se utilizan para describir el comportamiento de cada una de las plataformas de comunicación cuando se someten a varios estímulos de régimen permanente por pequeñas señales.

Tabla 1.3: Comparación de parámetros convención y troncalizado

PARÁMETRO	CONVENCIONAL	TRONCALIZADO
Acceso al Sistema	Los usuarios deben monitorear el canal antes de acceder	Los usuarios solo necesitan apretar el PTT (Push to talk) y el sistema asigna el canal de manera automática.
Privacidad	Limitada (a través de señalización especial) o inexistente.	Sistema organizado por grupos donde cada grupo no interfiere con el otro. En llamadas uno a uno nadie escucha o puede interferir la conversación privada.
Prioridad	No existe, los usuarios luchan por conseguir acceso al canal y	Varios niveles de prioridad configurables para el administrador del sistema

	tienen que reintentar constantemente.	
Fila de Espera	Inexistente	Fila de espera FIFO (First in, first out) con niveles de prioridad dentro de la fila.

1.9. Descripción del sistema troncalizado de la Fuerza Terrestre.

1.9.1. Estaciones de repetición.

El sistema troncalizado de la FTE es un sistema inteligente basado en tecnología astro que trabaja en área extendida, se creó y fue implementado en Ecuador a partir del conflicto bélico de 1995; en la actualidad migró de la tecnología ZmartZone a la tecnología APCO 25 IP en la versión 7.11.

Este sistema está formado por 17 estaciones de repetición distribuidos a lo largo del país. En la tabla 1.5 se detalla el nombre con el que se identifica a cada sitio con su correspondientemente provincia.

Tabla 1.4: Distribución de las estaciones de repetición

ORD.	ESTACIÓN	PROVINCIA	No. CANALES
1	Cerro Las Cuevas	Carchi	5 CANALES
2	Cotacachi	Imbabura	5 CANALES
3	Condorcocha	Pichincha	5 CANALES
4	Puengasi	Pichincha	5 CANALES
5	Pasochoa	Pichincha	5 CANALES
6	Pilisurso	Tungurahua	5 CANALES
7	Cacha	Chimborazo	5 CANALES
8	Cerro Azul	Guayas	4 CANALES
9	Hito Cruz	Azuay	4 CANALES
10	Portete	Azuay	3 CANALES
11	Chilla	El Oro	5 CANALES

12	Morupe	Loja	5 CANALES
13	Motilon	Loja	3 CANALES
14	Villonaco	Loja	4 CANALES
15	Zapallo	Esmeraldas	4 CANALES
16	Bonboli	Santo Domingo	4 CANALES
17	Salinas	Santa Elena	4 CANALES

Cada estación de repetición permite ampliar la cobertura de una red de radio y están distribuidas estratégicamente a lo largo del territorio Ecuatoriano.

Este sistema está estructurado por diferentes componentes siendo los principales que se encuentran detallados a continuación e ilustrados en la figura 1.13 como componentes de un sistema radio troncalizado típico.

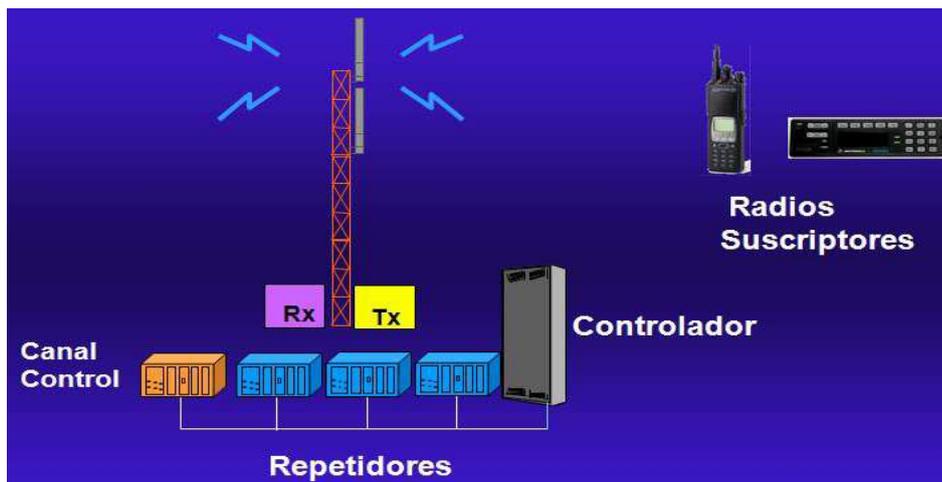


Figura 1.13: Componentes del sistema troncalizado

1.9.2. Repetidores Quantar.

Las repetidoras se encargan de recibir la señal débil o de bajo nivel, amplificarla y la re-trasmite a una potencia o nivel más alto, de tal modo que se puedan cubrir distancias más largas sin degradación o con una degradación tolerable.

En la figura 1.14 muestra el equipo repetidor utilizado por el sistema troncalizado, es un equipo Marca Motorola, modelo Quantar

Intellirepeater, diseñado para trabajar dentro del sistema troncalizado SmartZone y APCO 25. Se denomina Intellirepeater porque tiene incorporado en su módulo de control un “controlador de sitio” que dirige la operación de los equipos repetidores en el sitio, en caso de falla cualquiera de los equipos repetidores de reserva ocupa esta función.



Figura 1.14: Repetidor Quantar

1.9.3. Canal de control.

Es una repetidora asignada con funciones especiales para recibir y transmitir información de datos, administrar la entrada de las llamadas a la lista de espera y la entrada de las llamadas a las repetidoras, se encarga de realizar el Roaming y el Handoff de manera automática y transparente para el usuario garantizando que el sistema localice abonados asignando un canal.

1.9.4. Controlador.

El Controlador trabaja conjuntamente con el canal de control y es el encargado de recibir los pedidos de tráfico por parte de los usuarios y administrar los recursos, es decir, al recibir una petición de un radio, este revisa en su base de datos y le asigna un canal libre y a través de canal de control manda una señal a todos los radios del sistema, pero solo los radios del grupo de trabajo son los que se ubican automáticamente en

ese canal. Todo este proceso toma alrededor de 200 ms, ya que es un intercambio de datos a nivel digital, permitiendo manejar una gran cantidad de usuarios evitando colisiones en los paquetes.

1.9.5. Sistema de antenas.

Una antena es un dispositivo diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre.

En la figura 1.15 se observa un sistema de antenas de transmisión y recepción de un sistema troncalizado formadas por ODU (Outdoor Unit), IDU (Indoor Unit) de esta manera se logra balancear la cobertura del sistema. Los equipos exteriores ODU son transductores que amplifican las señales de RF tanto en recepción y transmisión que luego es enviada a una IDU que enlaza los diferentes sitios de la red microondas. La IDU sirve de interfaz entre el equipamiento digital del usuario y la ODU.

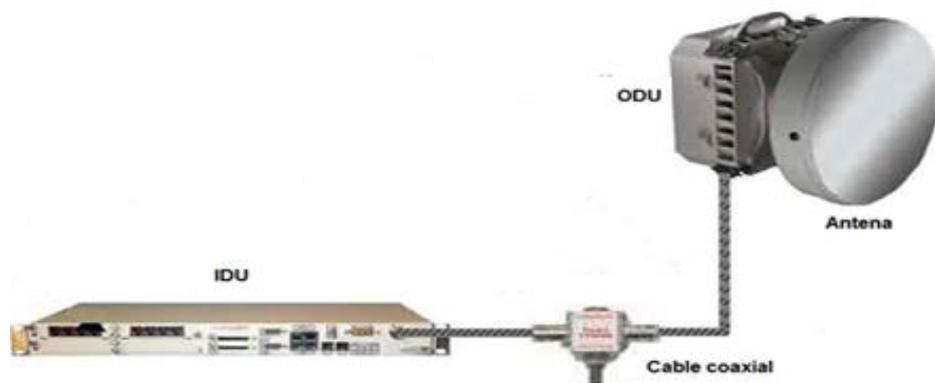


Figura 1.15: Sistema de antenas

1.9.6. Radios suscriptores.

Son los radios utilizados por los usuarios de las diferentes unidades militares para mantener el enlace y la comunicación permanente.

Actualmente el Sistema Troncalizado dispone de radios de tipo portátiles y fijas y vehiculares, como lo son.

- XTS-3000 Portátil Modelo. I y III.

- XTS-2250 Portátil Modelo. 1.5 y III.
- XTL-2500 Vehicular/Fija.
- XTL-5000 Vehicular/Fija.

El radio XTS-2250 Modelo III es el más utilizado debido a sus altas prestaciones como la incorporación del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) que a través del servidor MotoLocator, pueden ser geo referenciados en una carta digital mediante la utilización de las aplicaciones MotoMapping y Google Earth.

El sistema troncalizado al migrar de la tecnología SMARTZONE a la de APCO 25 IP en la versión 7.11 permite dotar a la FTE de un Sistema Integrado de Comunicación Troncalizado de Voz y Datos, utilizando una tecnología digital que cumpla con el estándar APCO P25, que comprenda la reutilización de los equipos existentes en los sitios de repetición actuales, la actualización tecnológica de estos equipos mediante software y cambio de cada uno de los sitios existentes; permitiendo así el mayor aprovechamiento de las repetidoras y sistemas. El sitio maestro central, sistema de consolas de despacho también se encuentra actualizado para continuar con la expansión en un futuro y brindar un servicio a la mayor cantidad de unidades militares.

1.10. Necesidad.

El sistema troncalizado es una plataforma de comunicación de la FTE y debido al constante avance de la tecnología específicamente en las telecomunicaciones este sistema posee una tecnología APCO 25 versión 7.11 de la cual se ha formulado la necesidad de realizar un estudio y análisis del funcionamiento y desempeño de la radio XTS 2250 Modelo III dentro de esta tecnología utilizando el software de seguimiento MotoLocator y la aplicación MotoMapping. En la FTE en estos últimos años se ha tomado en cuenta a las tecnologías como herramienta o

recurso en función de mejorar el conocimiento del personal que trabaja en esta prestigiosa institución.

Por lo tanto nace la necesidad de aportar con este estudio y análisis para el sistema troncalizado de la FTE, considerando que los métodos de investigación hacen el empleo del conocimiento más dinámicas e interesantes esto no sería fácil sin el importante conocimiento de esta tecnología como un elemento fundamental en beneficio del personal que labora en esta dependencia.

Para lo cual hemos desarrollado el estudio y análisis en base a la actualización de tecnologías frente a un mundo lleno de conocimientos, las tecnologías utilizadas son la radio XTS 2250 Modelo III, el software de seguimiento MotoLocator y la aplicación MotoMapping el cual nos propone llevar a cabo un proyecto de investigación del desenvolvimiento de la radio digital anexada a la tecnología APCO 25 las mismas que están designadas a las respectivas unidades militares que poseen este servicio de comunicación, dichos equipos son programados en un grupo de conversación o fuera del mismo, los mismo que se utilizan en actividades de tipo administrativas u operacionales en cierta área geográfica por lo tanto el escalón superior desea verificar el TO en el cual se encuentran operando con personal, material, quipo y poder verificar las coordenadas exactas haciendo uso del software de seguimiento MotoLocator y la aplicación MotoMapping y verificara los accidentes naturales y artificiales.

Permitiendo el control y coordinar las diferentes acciones entre las distintas dependencias protegiendo la privacidad tanto en las comunicación y operaciones, salvaguardando la integridad sus miembros, optimizando recursos y garantizando el fiel cumplimiento de las misiones encomendadas por la FTE.

1.11. Justificación.

En la presente estudio y análisis se realizara ya que la necesidad de desarrollar una investigación de la radio XTS 2250 Modelo III y su desempeño y desenvolvimiento en el sistema troncalizado de la FTE utilizando el software de seguimiento MotoLocator y la aplicación MotoMapping que funcionan bajo la tecnología APCO 25 y hoy en día es importante, ya que aproximadamente un 25% de unidades militares actualmente cuentan con una radiocomunicación troncalizada, pero para esto hay difundir el uso correcto de este medio de comunicación que actualmente todos no lo saben usar.

Por los motivos anteriores el realizar un estudio y análisis para el sistema troncalizado de la FTE es muy útil ya que nos ayuda a mantener un enlace de comunicación ágil optimo además de información detallada y dar a conocer las bondades que presta este sistema y mantener una comunicación con el usuario.

Hoy en día la comunicación troncalizada nos ayuda a mantener y explotar el enlace con mejores resultados en el ámbito militar y esta herramienta permite acaparar nuevas ideas y obliga a la búsqueda de información que servirá de ayuda para el usuario.

Debemos se ser conscientes de que no solo es en beneficio de uno solo si no de la FTE en general, porque esto hace que estemos enterados de las necesidades que a diario se generan ya que esto es un enlace entre usuario y despachador y resolver múltiples necesidades de enlace dentro de las comunicaciones militares.

Por lo anterior expuesto si se desarrolla la presente investigación se está generando una herramienta de información que puede ser tomada posteriormente por otras dependencias de mando, que traería consigo un sinfín de beneficios en común.

1.12. Análisis.

El sistema troncalizado de la FTE es de una tecnología APCO 25 instalada y actualizada que tiene sitios de repetición en la región Sierra y parte de la región Costa que cubre ciertas zonas en donde se encuentran asentadas las unidades militares las mismas que poseen radios suscriptores como la XTS 2250 Modelo III que se emplea para el enlace de comunicación entre otros usuarios.

En esta investigación se realizara un estudio y análisis con el fin de demostrar el desempeño de la radio digital XTS 2250 Modelo III en conjunto con la el software de seguimiento MotoMapping y la aplicación MotoLocator las misma que es de gran importancia para los despachadores de consolas y usuarios.

Este estudio permite demostrar la eficiencia del equipo de comunicación las mismas que son asignadas a los usuarios los mismos que utilizan en diversas actividades encomendadas por el escalón superior.

CAPÍTULO 2
DIAGNOSTICO DE BONDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LA
TECNOLOGÍA.

CAPÍTULO 2

DIAGNOSTICO DE BONDADDES Y CARACTERÍSTICAS DE LA TECNOLOGÍA.

2.1. El Proyecto 25 IP.

Proyecto 25 (P25) es un conjunto de estándares producido por los esfuerzos conjuntos de la Asociación de Funcionarios Públicos de Seguridad en Comunicaciones Internacionales. En ingles, Association of Public Safety Communications Officials International (APCO), la Asociación Nacional de Telecomunicaciones de Estado. En ingles, The National Association of State Telecommunications Directors (NASTD), Agencias Federales seleccionadas y el Sistema Nacional de Comunicaciones, The National Communications System (NCS), y estandarizado bajo la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (TIA).

P25 está desarrollado en base a una arquitectura abierta, donde el usuario maneja los estándares del sistema de radio capaces de adaptarse a las necesidades de organizaciones Públicas de Seguridad y Gobierno. La serie de estándares P25 incluye el servicio digital móvil de radio por tierra, Land Mobile Radio (LMR) para organizaciones públicas de seguridad y agencias, además definen las interfaces, operaciones y capacidades de cualquier sistema P25 manejable de radio.

Las radios P25 pueden comunicarse en modo análogo con otros radios P25 compatibles en modo digital o análogo. El estándar P25 es de dominio público, permitiendo a cualquier fabricante producir un producto compatible con este estándar.

Aunque fue desarrollado principalmente para servicios de seguridad, la tecnología P25 también utilizada otras aplicaciones del sector privado, en todo el mundo.

El proyecto P25 es gobernado por once miembros que dirigen el comité, conformado por nueve representantes de estado y administración municipal y dos codirectores. El proyecto 25 tiene cuatro objetivos principales:

- a. Asegurar la competencia en adquisiciones de ciclo vital del sistema por medio de Sistemas de Arquitectura abierta.
- b. Permitir comunicaciones eficientes, efectivas y seguras en comunicaciones internas y entre distintos organismos.
- c. Proporcionar funcionalidad y capacidades mejoradas centrado en necesidades de seguridad pública.
- d. Mejora la eficiencia del uso del espectro de radio.

2.1.1. Fases del Proyecto P25 IP.

La tecnología P25 está siendo desarrollada en varias fases.

a. Fase 1. Los sistemas de radio de la fase 1 funcionan en modo análogo, digital o mixto de 12.5 KHz, utilizan cuatro tipos de modulaciones no lineales continuas del nivel FM, Compatible 4 niveles de modulación FM (C4FM) para las transmisiones digitales, este sistema es compatible y operable con otros sistemas de diversos fabricantes sin importar la infraestructura del sistema proporcionando una interfaz abierta al subsistema de RF

b. Fase 2. Los sistemas de radio de la fase 2 se basan en torno a un ancho de banda de canal de 6,25 KHz dentro de esta logran un canal de

voz o un canal de datos mínimo de 4800 bps utilizando modulación FDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia) y el formato de modulación es CQPSK (Fase en Cuadratura Compatible Shift Keying) el cual evalúa el canal de simulación. la fase 2 tiene como objetivo de mejorar la utilización del espectro eficientemente y son compatibles y operan con equipos y repetidores tradicionales y otros subsistemas.

Con esta fase se consigue el manejo de los datos de alta velocidad para el uso de seguridad pública. Las actividades desarrolladas en esta fase abarcarán la operación y la funcionalidad en los campos aeronáutico y terrestre, por medio del uso de una nueva banda ancha digital e inalámbrica que pueda ser utilizada para transmitir y recibir datos de voz, video de alta velocidad en un área extendida.

En el año 2000 a 2009, el Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeo (ETSI) y TIA (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones) estaban trabajando en el proyecto MESA (Movilidad de Emergencia y Seguridad Aplicaciones), cuyo objetivo es definir un conjunto unificado de requisitos para la próxima generación de radio digital de banda ancha banda ancha aeronáutico y terrestre que podría ser utilizado para transmitir y recibir voz, vídeo y datos de alta velocidad en toda la zona.

2.1.2. Operación del Proyecto P25.

Las radios P25 están en la capacidad de trabajar tanto en modo análogo como en modo digital.

a. En modo análogo. la radio P25 funciona exactamente igual que sistemas análogos convencionales, con la capacidad para CTCSS (Continuous Tone Coded Squelch System), DCS (Digital Code Squelch), pre-énfasis y desacentuación, operación de la banda ancha o de la banda, corta y otras características análogas estándar.

b. En modo digital. P25, el transmisor P25 convertirá todo el audio análogo a los paquetes de información digital usando un codificador vocal de IMBE (Excitación Multibanda Mejorado), en la recepción se decodifica la información digital de nuevo a audio análogo. La codificación de corrección de error se agrega a la información de la voz digital así como a toda información digital. CTCSS análogos y DCS son substituidos por códigos digitales del NAC (Network Access Control) así como los códigos de TGID (Identificación de Grupos de Llamadas) de la fuente y de destinación para la llamada selectiva en este modo también es posible encriptar la información.

En la figura 2.1 se resume los modos de operación de los sistemas de radio P25.

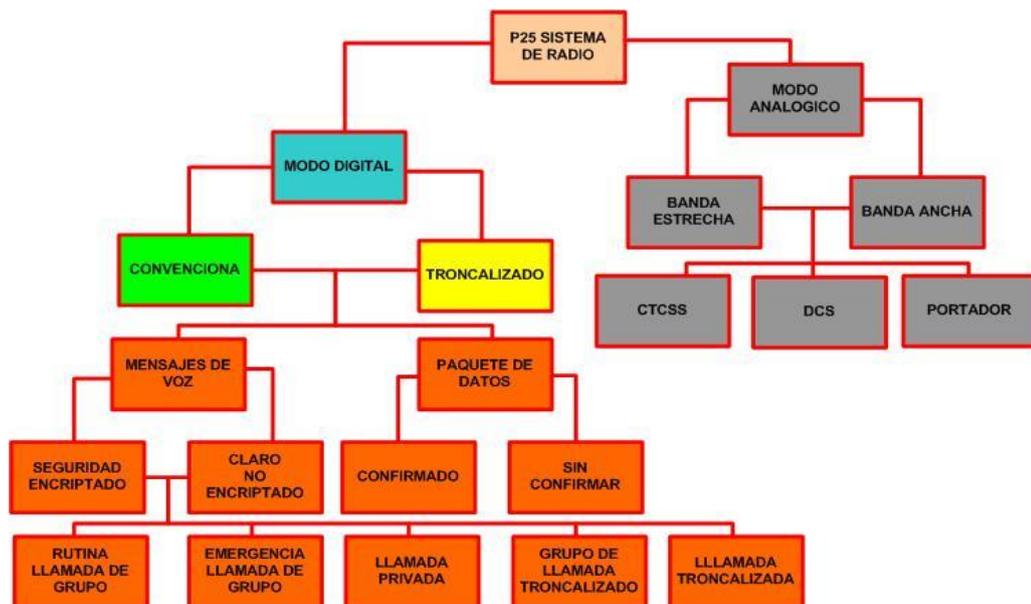


Figura 2.1: Operación de los sistemas de radio P25

Los sistemas P25 utilizan la Interfaz de Aire Común (CAI), aporte que especifica el tipo y el contenido de las señales transmitidas por los radios compatibles P25. Una radio P25 utilizando el CAI está en la capacidad de

comunicarse con cualquier otra radio P25 que usa el CAI, sin importar el fabricante.

Las radios P25 de la fase 1 se diseñan para la anchura de banda del canal de 12.5 KHz. En la fase 2, utilizarán 6.25 KHz de la anchura de banda por canal de voz. Las radios P25 deben también funcionar en modo análogo en los canales de 25 KHz o de 12.5 KHz. Esta retro compatibilidad permite a los usuarios P25 realizaran de forma gradual la transición digital mientras que continúa utilizando el equipo análogo.

Las transmisiones seguras P25 se pueden hacer por medio la encriptación digital. Los estándares P25 especifican el uso del algoritmo estándar de la encriptación avanzada AES (Estándar de Encriptación Avanzada), del algoritmo del estándar de encriptación de datos DES-OFB, y de otros algoritmos de encriptación. Hay estándares y especificaciones adicionales de las características OTRA (Cambio de Claves en el Aire) el cual permite la encriptación del suscriptor a través de una red de radio. Los canales P25 que llevan voz o datos funcionan en 9600 bps. Éstos se corrigen por medio del error delantero, el cual compensa por condiciones adversas a la radio transmisión y mejora la gama de datos.

2.1.3. Arquitectura de sistema de radio P25 IP

En figura 2.2 muestra la arquitectura básica de un radio P25.

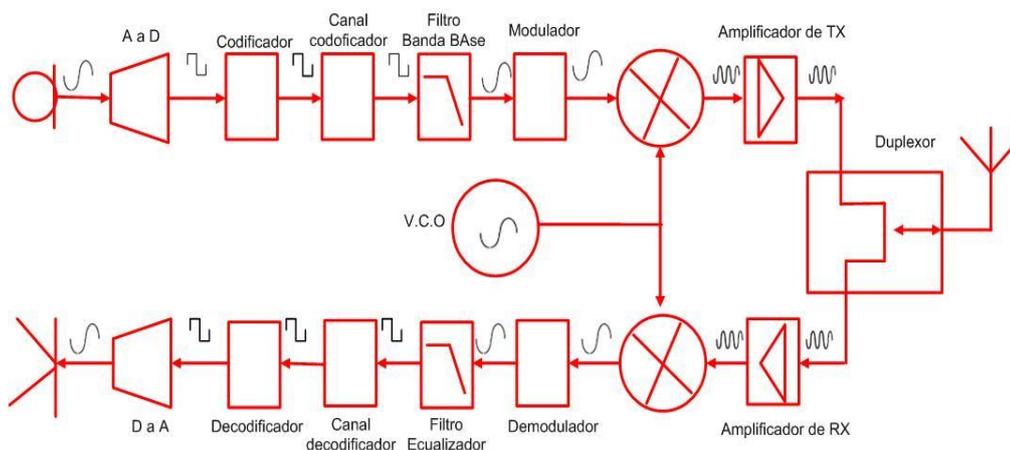


Figura 2.2: Arquitectura de sistema de radio P25 IP

a. Etapa Análoga a Digital.

P25 utiliza un método específico de la excitación de varias bandas mejoradas la cual convierte la voz en una señal digital con el método Excitación Multibanda Mejorado (IMBE).

b. Codificador.

El codificador vocal de Excitación Multibanda Mejorado (IMBE) envía una trama de 88 bits de señal codificada cada 20 milisegundos. Por lo tanto, el codificador transmite una señal de voz 4400 bps. Adicionalmente 2800 bps de reenvío de archivos para la corrección de errores de voz digitalizada.

c. Canal Codificador.

La codificación de canales en la radio P25 tiene un método de corrección y protección de datos de error y asegurarse que los datos de voz y control se recuperen. La corrección y la protección de datos de error están diseñadas para mejorar el funcionamiento de sistema superando la debilidad de los canales tales como ruido, intermitencia e interferencia.

d. Filtro Banda Base.

La información analógica es transformada en una secuencia de dígitos binarios llamados símbolos listos para ser transmitidos asignándoles previamente una forma de onda compatible con el canal de comunicaciones.

e. Modulador.

En la arquitectura de radio P25 la etapa de modulación cambia las propiedades de la señal portadora de acuerdo a la información original de la fuente variando la frecuencia con diferentes tipos de modulación como en la Fase 1 C4FM y en la Fase2 FMDA los mismos que son citados en el literal 2.1.4.

f. Amplificador de transmisión.

La etapa de amplificación en P25 amplía el rango de una señal de audio para transmitir mediante ondas electromagnéticas y lograr un mayor alcance

g. Duplexor.

Con la tecnología P2 la arquitectura de esta radio permite transmitir y recibir con la misma antena información de forma simultánea rechazando las señales no deseadas sin que la radiofrecuencia del transmisor afecte al receptor esto se logra con una separación de frecuencias llamado "split".

h. Amplificador de Recepción.

EL amplificador de recepción de la radio P25 es la etapa que una vez captadas las ondas a través de la antena; selecciona la señal que se desea de recepción específica. Este proceso de selección de la señal de radiofrecuencia RF, se realiza a través del circuito resonante de entrada.

En los receptores súper heterodinos, la señal seleccionada pasa a un circuito capaz de amplificarla la ganancia, ya que ésta hubo de recorrer grandes distancias desde el transmisor.

i. Demodulador.

La etapa demoduladora realiza el proceso inverso a la moduladora; recupera la señal de información por el receptor. Un receptor de radio P25 demodula las transmisiones de la frecuencia dentro modulación C4FM de la Fase 1 de P25 y activa una señal audible de alta y baja frecuencia a una secuencia de datos digitales.

j. Filtro Ecualizador.

Las radios con tecnología P25 tiene un filtro ecualizador que modifica el audio de una señal de analógica a una señal digital

k. Canal decodificador.

La radio P25 posee un canal decodificador que recibe una secuencia de números para intentar reconstruir la secuencia de información original a partir de la codificación utilizada y la redundancia contenida en los datos

l. Decodificador.

El decodificador del codificador de la voz de IMBE (codificador vocal) recibe una muestra de la entrada de audio y transmite únicamente ciertas características que representen el sonido. El receptor utiliza estas características básicas para producir un equivalente del sonido de la entrada. IMBE que optimiza la voz humana y sirve para la reproducción de otros sonidos incluyendo múltiples frecuencias bitonales.

La arquitectura de sistema de radio P25 se puede analizar en tres áreas principales.

2.1.4. Modulación del sistema troncalizado en la Fase 1 y Fase 2 de APCO 25 IP.

a. Fase 1. con un canal de 12.5 KHz se utiliza para transmitir la información digital modulada C4FM. La modulación de C4FM es un tipo de modulación por desplazamiento diferenciado de cuadratura (QPSK) donde cada dato se desfasa en 45 grados con referencia al dato anterior. Aunque la fase se module para C4FM, la amplitud del portador es constante, generando en forma de onda una frecuencia modulada.

b. Fase 2. La información digital se transmite sobre un canal de 6.25 KHz usando el formato de la modulación de CQPSK, el cual modula la fase y la amplitud de portador simultáneamente para reducir al mínimo el ancho del espectro emitido, que genera una amplitud de onda modulada. Esta modulación envía 4800 símbolos/segundo, cada símbolo transporta 2 bits de información.

El modulador de C4FM que utiliza P 25 se compone de un filtro de Nyquist que reduce al mínimo la interferencia entre símbolos (ISI Intersymbol Interference) y un modulador de FM. El modulador CQPSK (Modulación por desplazamiento de fase cuaternaria coherente) abarca los moduladores de la amplitud de la fase I y la fase de la cuadratura Q las cuales modulan dos señales portadoras. La fase Q retrasa la portadora a partir de la fase I en 90 grados.

En la tabla 2.1 se el cuadro donde se divide la Fase 1 de la Fase 2 con los respectivos tipos de modulación, y los retrasos en grados según los bits de información.

Tabla 2.1: El trazado entre los símbolos

Bits de Información	Símbolo	C4FM Fase 1	CQPSK Cambio de Fase
1	+2	+1.8 KHz	+135 grados
00	+1	+0.6 KHz	+45 grados
10	-1	-0.6 KHz	-45 grados
11	-3	-1.8 KHz	-135 grados

En la primera fase del demodulador, el detector de modulación de frecuencia permite que solo reciba FM análogo, C4FM y CQPSK. En la figura 2.3 se observa las etapas de la modulación C4FM y CQPSK de P25 en la Fase 1.

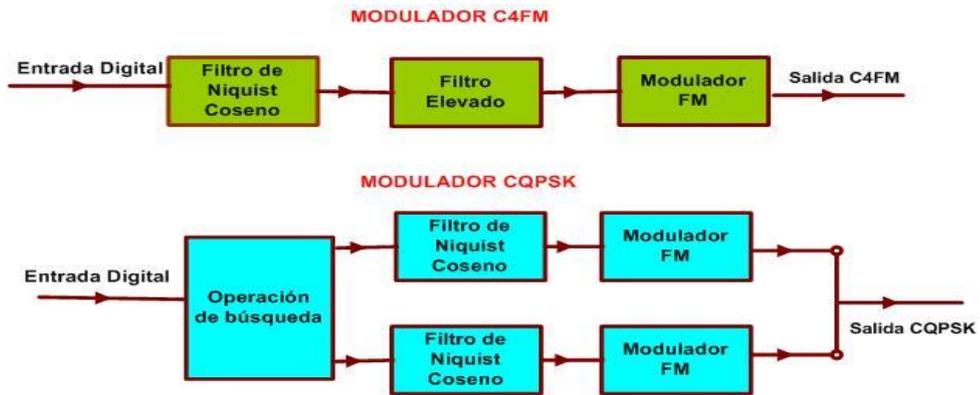


Figura 2.3: Modulación C4FM y CQPSK

Al utilizar 6.25 KHz en la fase 2 con modulación FDMA se debe cambiar solamente el transmisor. El uso múltiple del demodulador significa que un receptor de la fase 1 puede recibir las señales analógicas o digitales de igual manera. La fase 2, de acceso múltiple por división de frecuencia requiere la linealización del transmisor para pasar el componente de la amplitud de la señal CQPSK.

En la figura 2.4 se observa la demodulación QPSK la misma que demodula las señales del P25 tanto de la Fase 1 y Fase 2.

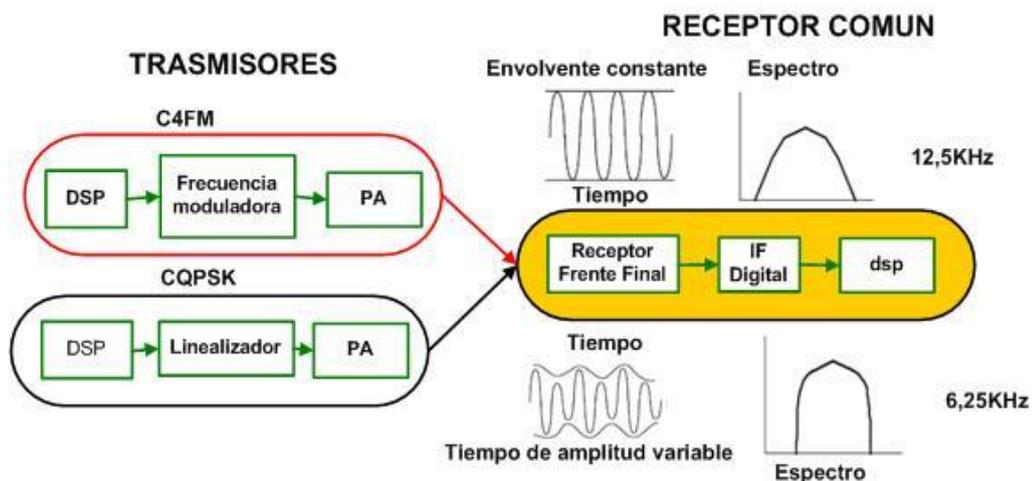


Figura 2.4: Demodulación QPSK

2.2. Ventajas del proyecto P25.

El proyecto P25 tiene varias ventajas en cuanto a eficacia, capacidad y calidad. Las ventajas más relevantes son las siguientes:

2.2.1. Interoperabilidad.

Es capacidad de la radio XTS 2250 Modelo III cuyas interfaces son compatibles con otros estándares, productos, sistemas existentes o futuros sin restricción de acceso o implementación por lo tanto requiere de un estándar definido, con pruebas y metodologías de diseño definidas para lograr el correcto funcionamiento.

En el Proyecto 25 se puede utilizar en cualquier configuración de sistemas análogos existentes. Las estaciones base, las bases alejadas, los repetidores, los sistemas de transmisión simultánea son todas configuraciones de los sistemas convencionales P25. Los niveles de producción de la energía de RF del transmisor y los niveles de la sensibilidad del receptor del equipo P25 son muy similares a los del equipo análogo convencional reemplazando paulatinamente o “uno por uno”.

2.2.2. Retro compatibilidad.

Un requisito básico para el equipo de radio digital P25 de la fase 1, es la compatibilidad con versiones previas de radios de estándar analógicas FM. Esto contribuye una migración ordenada en sistemas análogos, digitales e híbridos, permitiendo a los usuarios migrar gradualmente a equipos e infraestructura de la nueva tecnología.

En la figura 2.5 se observa la compatibilidad de la radio XTS 2250 Modelo con un equipo portátil de modo analógico, un P25 móvil, un P25 repetidor y una base análoga es decir que permite la interoperabilidad.

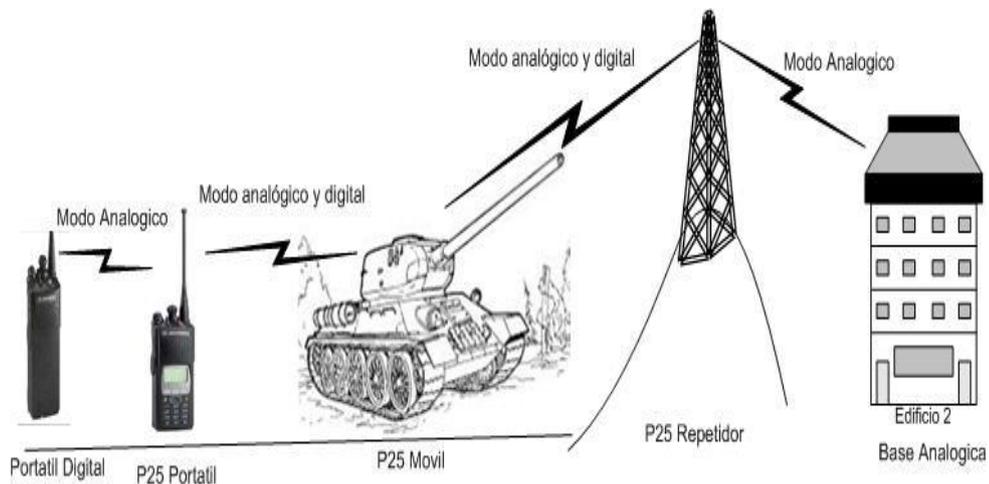


Figura 2.5: Compatibilidad del P25

Las radios P25 funcionan en modo análogo con radios análogas de versiones anteriores, y en modo análogo/digital con otros P25. Las radios de la Fase 2 incluyen un modo convencional de la Fase 1 para la retro compatibilidad con el equipo P25 de la Fase 1.

2.2.3. Capacidad de Encriptación.

El estándar P25 incluye un requisito para proteger las comunicaciones digitales (voz y datos) con capacidad de encriptación. La encriptación usada en P25 es opcional, permitiendo que el usuario seleccione métodos de la comunicación digital libre (sin encriptación) o segura (encriptada).

Las llaves de encriptación también tienen la opción de la reintroducción de datos digitales sobre una red de radio. Esto se conoce como reintroducción aérea Over The Air Re-keying (OTAR). Esta capacidad permite que el administrador de los sistemas radio modifique remotamente las llaves de encriptación.

2.2.4. Eficacia del Espectro.

El Proyecto 25 se subdivide en tres fases de desarrollo, que se llama la fase 0, 1 y 2.

La fase 0, Proyecto 25 tiene un ancho de banda de 25 KHz en modo analógico como un canal principal. El demodulador QPSK recibe una señal del modulador de C4FM o del modulador de CQPSK.

En la fase 1 del Proyecto 25, la modulación C4FM se define para la transmisión, con un ancho de banda de 12,5 KHz.

En la fase 2, se basa en la modulación CQPSK definido con un ancho de banda de 6,25 KHz u aumenta la eficiencia espectral. En esta fase es facilita la demodulación las señales de C4FM y CQPSK sin ningún inconveniente.

En la figura 2.6 se observa el ancho de banda de la fase 0 o analógica con 25KHz, la fase 1 con 12.5KHz y la fase 2 con 6.25 KHz del P25.

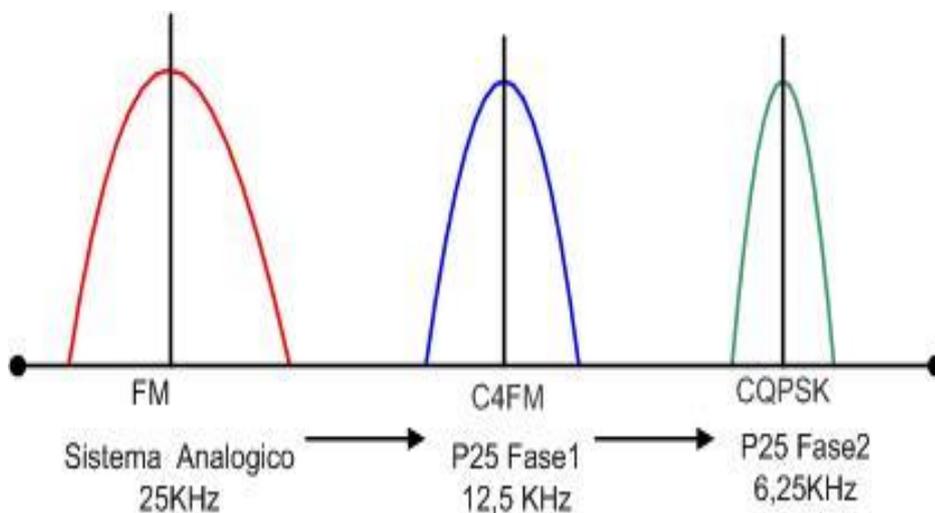


Figura 2.6: Eficiencia del espectro de RF en P25.

El espectro del RF es un recurso finito usado por cada país en el mundo. La eficacia del espectro libera más canales para el uso de radio en el sistema.

2.2.5. Calidad de Audio Mejorada.

Para la corrección de errores, P25 asigna 2800 bps de los 9600 bps en total con lo que las señales numéricas P25 han mejorado calidad de voz respecto a las señales análogas estándar, especialmente en bajos niveles de RF. El codificador de la voz de IMB convierte la información de voz en datos digitales, y estos datos se protegen usando códigos de corrección de error. Puesto que el audio digital se codifica, el ruido de fondo presente en señales análogas también es removido.

En la figura 2.7 se observa la asignación de bits para corrección de errores, señalización de voz de un total de 9600 bps.

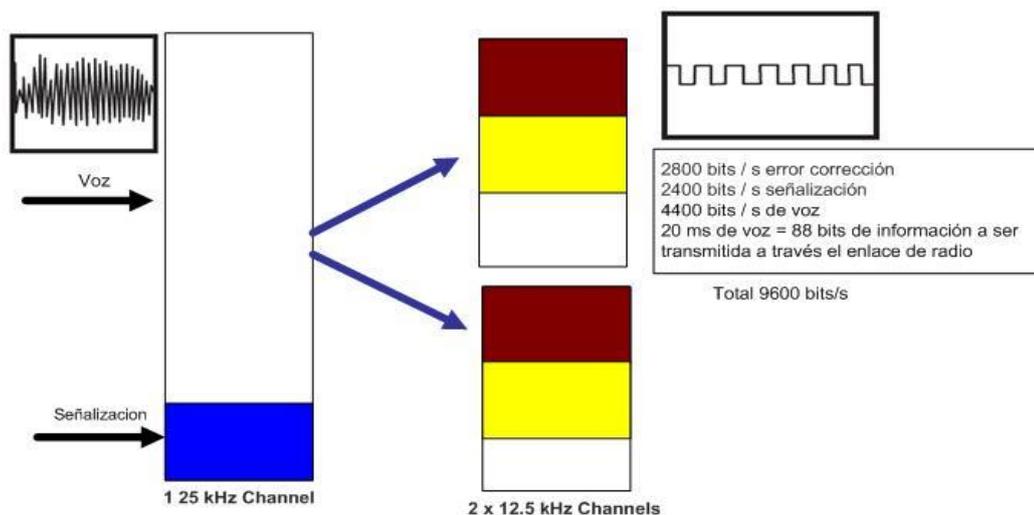


Figura 2.7: Canales de comparación analógicos y P25

2.2.6. Realce en el Funcionamiento.

Los sistemas de radio P25 utilizan 2400 bits por segundo para las funciones de la señalización y de control como se muestra en el gráfico No 22. Las capacidades de la señalización incluyen la llamada selectiva, identificación de la fuente y destino, grupos de conversación (TGID Talkgroup ID), códigos de acceso de la red (NAC) y señales de emergencia.

Además se incluyen incluye; códigos de identificación del fabricante (MFID) que identifica únicamente diversos fabricantes para modificar las capacidades de la radio, los datos de poca velocidad para los usos del usuario, las llaves de encriptación y los algoritmos para requisitos particulares para la transmisión segura y muchos otros formatos de señalización del estándar.

2.3. Análogo a la transición P25.

A nivel sistema el Proyecto 25 en un principio utiliza una configuración análoga básica y mediante la subdivisión de canales en la fase 1 y fase 2 adaptando un modo digital de un canal principal los mismos que son compatibles con hardware y software existentes.

2.3.1. Documentos de la norma TIA-102.

El Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI) describe y define la funcionalidad y el rendimiento necesario para que múltiples fabricantes implementen interfaces abiertas, servicios funciones etc., de radio digital móvil terrestre (LMR). La norma TIA-102 es un documento que describe pruebas, funcionalidad, rendimiento y metodologías de prueba utilizados por distintos fabricantes de equipos LMR. Esta serie está en continua evolución como resultado de los avances tecnológicos necesidades operativas y otros factores como la ampliación del espectro electromagnético, servicios y cambios regulatorios en radio móvil terrestre.

2.3.2. Mensajes convencionales del control.

Los documentos TIA-102 definen un número de mensajes del control para los sistemas del enlace que se pueden aplicar a los sistemas convencionales. Estos mensajes del control utilizan unidades de datos de paquete para transferir la información, y se pueden ejecutar opcionalmente por un fabricante.

Los mensajes son los siguientes:

a. Alarma de la emergencia.

La alarma de emergencia es activada por un usuario para informar al operador de consolas que se encuentra una situación de emergencia se utiliza típicamente en una situación peligrosa para la vida.

b. Alarma de la llamada.

La alarma de la llamada envía un paquete de datos al suscriptor del destino que identifica la fuente de la alarma de la llamada y que solicita al destino para entrar en contacto con la fuente, se utiliza típicamente si el suscriptor del destino no respondió a un mensaje de voz de la fuente.

c. Revisión de radio.

La revisión de radio se utiliza para determinar si un suscriptor específico es actualmente disponible en el sistema. Una respuesta a la revisión de radio se recibe cuando el suscriptor no está disponible.

d. La radio inhibida.

La radio inhibida se utiliza para negar todas las llamadas entre el suscriptor inhibido y el sistema.

e. Actualización de estado.

La actualización de estado es utilizada por un suscriptor para indicar su estado actual.

f. Mensaje.

Un mensaje se puede enviar por un suscriptor o el RFSS (Radio Frequency Sub System) para enviar un mensaje corto a otro suscriptor.

g. Marca de la interconexión del teléfono.

Las radios digitales compatibles con APCO 25 permiten que un usuario inicie una llamada a la red de telefonía pública (PSTN) y realizar la comunicación con un teléfono convencional agrupando este enlace como llamada privada

h. Monitor de la unidad de radio.

El monitor de la unidad de radio se utiliza para hacer que una radio suscripta se reporte cuando es requerido por un operador de consola mediante la comunicación en modo semiduplex.

2.4. Área de cobertura de un sistema análogo vs un sistema digital P25.

Existen varios puntos de vista sobre el área de la cobertura de RF de una señal de radio análoga contra una señal de radio digital. En teoría, una señal de radio digital P25 permitirá un área levemente mayor de la cobertura cuando está colocada en la misma localización que una radio análoga. Existen algunos factores, que pueden interferir con la señal digital a un mayor grado que la interferencia a una señal analógica.

El sistema digital ofrece la mejor cobertura que el sistema analógico: el sistema digital está basado en un canal de 12,5 KHz o de 6,25 KHz. Los sistemas basados en un canal de 6,25 KHz se necesita reducir la desviación de la señal para que no se produzcan interferencias en el siguiente canal cercano del espectro. Esta limitación de la desviación de la señal hace que el receptor tenga menos capacidad para distinguir si lo que se envía es un 0 o un 1 cuando la señal es débil. Esto impacta en la cobertura de los sistemas de 6,25 KHz. Cuando el usuario desee operar con dos repetidores de 6,25 KHz en un espectro determinado de 12,5 KHz, algunos reguladores limitarán la potencia de los repetidores utilizados en sistemas de FDMA de 6,25 KHz al 50% de la de un sistema

DMR de 12,5 KHz. Así se garantiza el mantenimiento de los niveles generales de potencia de cada unidad del espectro.

En la figura 2.8 la modulación digital implica mayor robustez y calidad en las comunicaciones. La calidad del audio es muy superior con la misma cobertura a diferencia del sistema analógico la cobertura y la calidad de audio es baja.

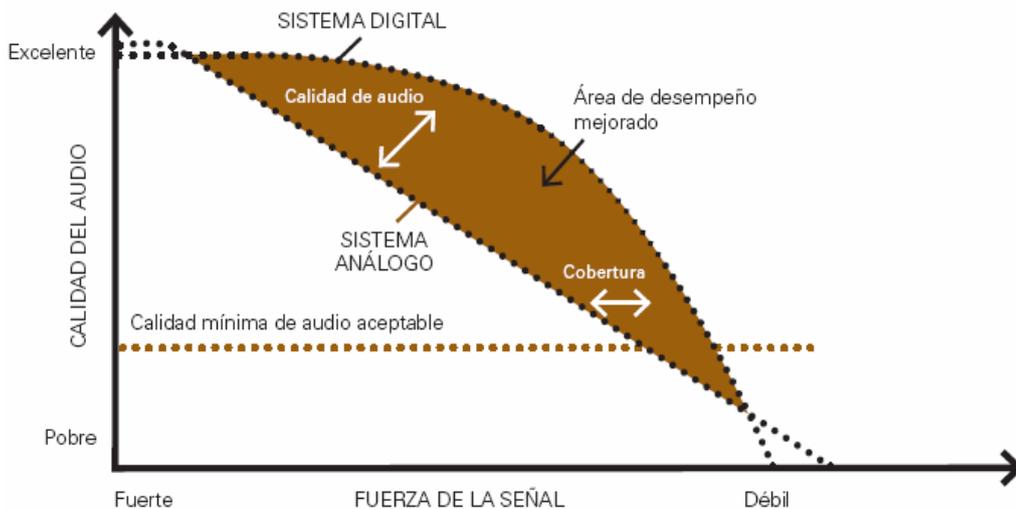


Figura 2.8: Calidad de audio Analógico vs. Digital

Para analizar el área de cobertura se debe considerar otros factores múltiples las que ocurren cuando dos o más señales del mismo origen llegan a la antena de recepción retrasadas a tiempo porque viajaron a diversas longitudes de trayectoria o debido a reflexiones y la dispersión en el ambiente de la propagación este fenómeno es más crítico en frecuencias altas y se debe considerar al momento de la planificación de las áreas de cobertura.

2.4.1. Funcionamiento de sistema de radio P25.

El funcionamiento de la radio P25 funciona de manera similar a una radio convencional analógica de FM ya que son compatibles con los sistemas analógicos existentes.

Cuando la radio P25 funciona en modo digital, la señal portadora se mueve a cuatro compensaciones de frecuencia específicas que representen cuatro diversas combinaciones de 2 bits. Esto es un nivel modificado FSK de 4 niveles usado en sistemas de radio análogos.

En modo análogo, la radio P25 funciona exactamente igual que sistemas análogos convencionales, con la capacidad para CTCSS (Sistema de Squelch de Codificación Continua de Tonos). Esto significa que se puede enviar tonos junto con la voz sin causar interferencias. Un receptor que tenga habilitado el sistema CTCSS permanecerá en silencio hasta que reciba una transmisión que incluya el tono apropiado, DCS (Squelch de Codificación Digital) este método envía una ráfaga de tono para enviar señales similar al CTCSS un receptor equipado con DCS permanece en silencio hasta que escuche una ráfaga de tonos cuyo reconocimiento le haya sido programado.

Los siguientes son algunos parámetros del sistema de radio en que se deben analizar en modo analógico o digital.

a. La sensibilidad de referencia del receptor. Es una medida de la cantidad de nivel de señal mínima del RF que se requiere para producir una señal audio entendible cuando se demodula.

La sensibilidad es la capacidad de detectar ondas o señales de forma más precisa. Si un aparato no dispone de mayor sensibilidad, este tendrá más problemas en detectar ondas o señales. Las medidas de la sensibilidad de referencia se pueden hacer con cualquier receptor P25 en modo analógico. Una de las medidas se utiliza para evaluar y especificar el rendimiento de la sensibilidad es SINAD (Señal-ruido y la relación de distorsión).

El cual es un parámetro que mide la calidad de la señal frente a perturbaciones como el ruido y la distorsión, entre el nivel total de potencia de la señal (Señal + Ruido + Distorsión) a la potencia de señal no deseada (ruido + distorsión). En consecuencia, cuanto mayor sea la cifra para SINAD, mejor será la calidad de la señal de audio.

$$SINAD = \frac{P_{\text{señal}} + P_{\text{ruido}} + P_{\text{distorsion}}}{P_{\text{ruido}} + P_{\text{distorsion}}}$$

Ec. [2.1] Relación señal ruido

Donde P es la potencia media de la señal de ruido y de distorsión de componentes. SINAD se expresa en dB con valores superiores a 1.

La sensibilidad en un sistema de radio digital se expresa en términos de Bit Error Rate (BER). La BER es el número de bits recibidos de forma incorrecta con respecto al total de bits enviados durante un intervalo de tiempo.

b. Niveles y distorsión de audios. La distorsión se produce cuando la señal de salida de un sistema no es igual a la señal que ingreso en él, afectando su forma de onda con presencia de armónicos que no se encontraban en la señal de entrada. La distorsión se pueden realizar en modo analógico y modo digital. En modo digital, las lecturas de distorsión de audio se realizan antes del codificador de voz en el transmisor, y las lecturas audio del nivel y de la distorsión se realizan después del codificador de voz en el receptor.

c. Medidas de la frecuencia audio. Es la cantidad de veces que el sonido vibra en el aire, la medición de frecuencias de audio de FM y C4FM se realiza de forma similar con un contador de frecuencias y su unida es Hz. La trasmisión digital de C4FM es igual a la trasmisión de FM con amplitud constante.

d. Exactitud análoga de la modulación de FM. Se utiliza para medir la exactitud análoga de la modulación de FM. La medida de desviación supervisa el movimiento máximo de la señal.

e. Fidelidad en la modulación. La fidelidad de la modulación es el grado de exactitud entre la modulación real y la modulación teórica ideal. La fidelidad de la modulación es determinada tomando medidas de la desviación síncrono con el reloj descifrado del símbolo y hace un promedio de las medidas sobre un grupo de símbolos para calcular un porcentaje del error.

2.5. Sistema Troncalizado P25 IP.

En un sistema de radio convencional, la operación del sistema es controlada por los usuarios de radio, mientras que en un sistema troncalizado la administración del sistema, incluyendo la ruta de llamada y la asignación del canal, de manera automática. Un sistema troncalizado es básicamente un grupo limitado de canales de comunicaciones que se comparten automáticamente entre un grupo grande de usuarios.

En un sistema convencional, los usuarios controlan su propio acceso a los canales de tráfico por la selección directa de frecuencias o de canales.

Los estándares del enlace P25 especifican un canal de control, y uno o más canales de tráfico o de voz. El canal de control puede ser de tipo dedicado o compuesto. Un canal de control dedicado opera únicamente como canal de control mientras que un canal de control compuesto funciona como canal de control o como canal de tráfico cuando el resto de los canales de tráfico están ocupados. Los estándares P25 y convencionales utilizan una modulación C4FM por su compatibilidad incluyendo voz datos, estados de mensajes u otras características. El interfaz de aire común (CAI) que permite el enlace entre los sistemas

convencionales digitales y los sistemas P25 es similar, la única diferencia es que en sistema troncalizado se requiere de un canal de control.

En la figura 2.9 el sistema radio P25 a los cuales se anexan los sistemas troncalizados y sistemas convencionales la diferencia es que los sistemas troncalizados poseen un canal de control y un sistema convencional no posee.

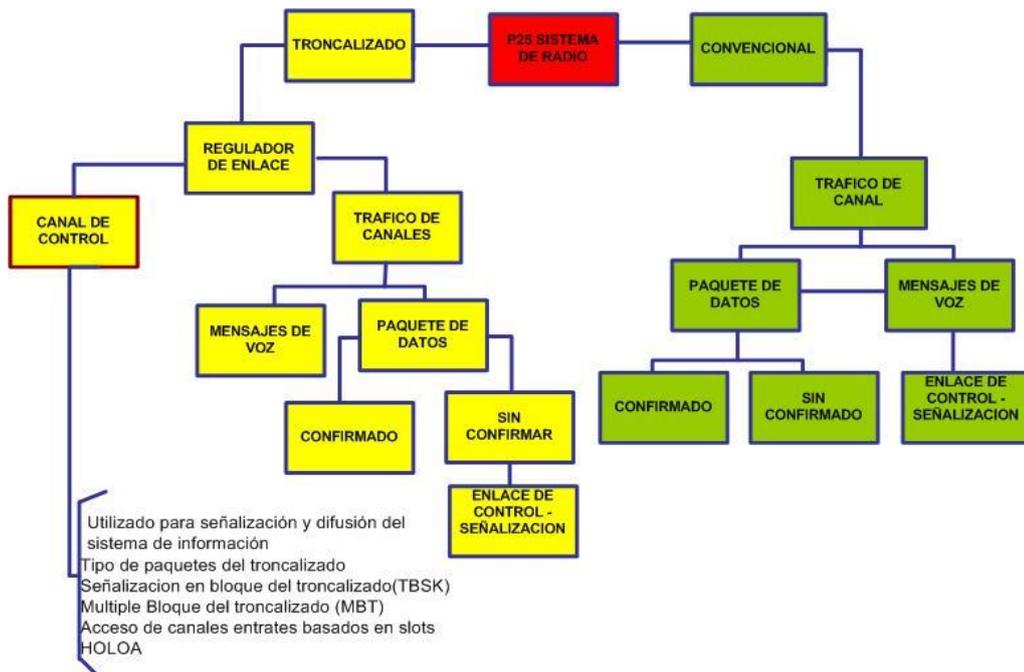


Figura 2.9: Modos de funcionamiento de Radio P25

2.5.1. Operación del Sistema Troncalizado.

El funcionamiento de un sistema troncalizado P25 se caracteriza por la seguridad y confiabilidad con varias opciones de cobertura, encriptación, codificación de mensajes, operación rápida, eficiencia con una gran cantidad de usuarios

En la figura 2.10 muestra la operación de sistema del enlace P25 con los respectivos elementos como centro de despacho, controlador maestro,

canales de control, repetidores, grupos de conversación en modo semiduplex.

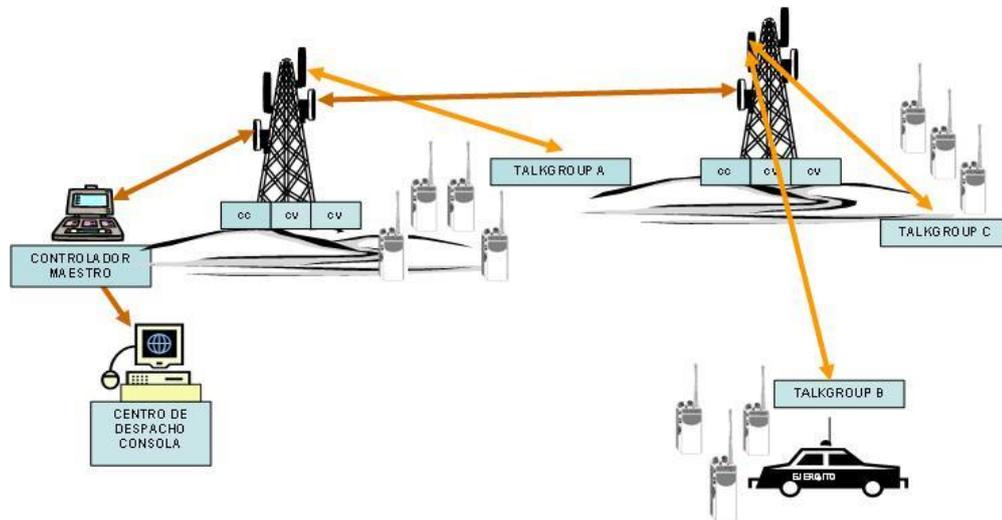


Figura 2.10: Operación del Sistema Troncalizado

2.5.2. Elementos básicos de operación en un sistema troncalizado.

a. Búsqueda de canal de control. La unidad suscriptor (radio) busca un canal de control disponible explorando una lista de canales disponibles. El canal del control es el repetidor que transmite y recibe el tráfico de los datos entre los suscriptores los mismos que están en comunicación constante mientras no estén implicados en una llamada de VOZ.

b. Petición del registro. El suscriptor se registrara con el regulador del enlace RFSS (Radio Frequency Sub System) el controlador de zona asigna repetidores solo en los sitios donde se encuentran los radios del grupo que están solicitando el servicio. Todas las radios envían su identificación y sitio actual, el parámetro de asignación dinámica permite que el controlador cree tablas de relaciones entre unidades, grupos, y sitios y el controlador utiliza esta información para asignar repetidores solo en los sitios donde el grupo solicitante tiene miembros.

c. Canal de tráfico Grant. El regulador del enlace concede un canal de tráfico al suscriptor con una identificación programada en el suscriptor y notifica mediante mensaje de voz o datos con un privilegio del canal de tráfico.

d. Propiedad del canal de tráfico. El canal de tráfico se puede asignar a un grupo de conversación en dos maneras diferentes. El enlace asigna un canal de tráfico mientras dure la comunicación; para una transmisión posterior se asigna un nuevo canal de tráfico. Un enlace con transmisiones múltiples requerirá un nuevo canal de tráfico para cada transmisión de manera individual. El regulador del enlace cancela una conversación si el canal de tráfico se requiere para uso de alta prioridad.

2.6. APCO 25 IP.

Es una red de comunicaciones digitales compatible con la norma del Proyecto APCO 25 que procesa llamadas en tiempo real a través de toda la red sin restricciones altamente segura que protege las comunicaciones mediante encriptación avanzada. En esta plataforma IP los componentes principales y la comunicación se basa en el protocolo IP, las señales de audio, datos y control son transportadas como paquetes IP. Con IP está garantizada el acceso a más capacidades y servicios permitiendo la migración y actualización a mejoras y acoplamiento a estándares futuros a medida que estos evolucionan. Estas son redes menos complejas por medio de enlaces virtuales en vez de físicos y se transporta todo tipo de información de la misma manera.

2.7. Características de APCO 25.

APCO 25 se caracteriza por trabajar:

- Con una tecnología FDMA la misma que proporciona un ancho de banda de 12,5 KHz.

- Trabaja en la banda de 800 MHz
- La comunicación es semiduplex con una velocidad de 9600 bps.
- Modo digital además es una tecnología probada
- El nivel de cobertura es amplio en Modulación C4 FM
- La transmisión es con longitud y ubicación del usuario y el administrador
- Las demás funciones son programadas por el administrador del sistema

2.7.1. Servicio de APCO 25 en conjunto con tecnologías de MotoMapping y MotoLocator.

Dentro de sistema troncalizado de la FTE existe un sitio maestro que realiza un control total sobre las radios XTS 2250 Modelo III y otras radios P 25 en conjunto con el software de seguimiento de localización MotoLocator y la aplicación MotoMapping que recibe y procesan los datos de ubicaciones de las radios mediante el módulo Servidor de Localización MotoLocator (MLS) que permite al operador de consola tendrá en observar el sitio exacto de su ubicación en tiempo real del respectivo equipo. Además de gestionar la comunicación entre la consola y sus terminales móviles con capacidad de 123 grupos de conversación en 17 sitios con un canal de control por sitio.

Cada equipo XTS 2250 Modelo III tiene la capacidad de comunicación georeferenciada en una carta digital.

2.7.2. Servicios de cobertura.

El sistema troncalizado de la FTE posee una cobertura en las regiones costa región sierra distribuidos como se muestra en la tabla 2.2

Tabla 2.2: Cobertura del Sistema Troncalizado.

EMPLAZAMIENTO	PROVINCIA	COBERTURA	COORDENADAS
VILLONACO	LOJA	Ciudad de Loja, Catamayo y sus sectores aledaños	LAT 03°59'18.70"S LON 9°16'06.30"W
MORUPE	LOJA	Cariamanga, Sozoranga, Sabiango, Macará y sus sectores aledaños	LAT 04°21'56° S LON 04°21'56° S
MOTILON	LOJA	Celica, Alamor, Pindal, Pozul, Zapotillo, sectores aledaños y Prov. de El Oro	LAT 04°04'45° S LON 79°56'14° W
CHILLA	EL ORO	Provincia de El Oro.	LAT 03°29'44° S LON 79°37'37° W
PORTETE	AZUAY	La Paz, Cumbe, Portete, Girón, Santa Isabel y sus sectores aledaños.	LAT 2°10'0"S LON 79°52'0"W
HITO CRUZ	AZUAY	Cuenca, Azogues y sus sectores aledaños.	LAT02°55'51.50"S LON78°59'51.70"W
CERRO AZUL	GUAYAS	Guayaquil, K.26, Pedro Carbo, Daule, Salitre, Milagro, Babahoyo.	LAT 02°09'57.40"S LON79°57'24.80"W
CACHA	CHIMBORAZO	Riobamba, San Andrés, Chambo, Cajabamba, Guano y sus sectores aledaños	LAT 1°40'28"S LON 78°38'54"W
PILISURCO	TUNGURAHUA	Panamericana desde el Chasqui hasta Mocha, Latacunga, Ambato y alrededores	LAT 01°09'17.20"S LON78°39'58.00"W

PASOCHOA	PICHINCHA	Sur de Quito, Machachi, Valle de los Chillos, Cayambe, y sectores aledaños	LAT 00° 22' 22"S LON 78° 30' 14" W
CONDORCOCHA	PICHINCHA	Norte de Quito, Mitad Mundo, Calacali, Guayllabamba y sectores aledaños.	LAT 00°02'19.10"S LON78°30'41.00"W
CUEVAS	CARCHI	Panamericana desde La Paz hasta Tulcán, El Carmelo, Tufiño, Sta. Barbara	LAT 0°48'42"N LON 77°43'7"W
COTACACHI	IMBABURA	Panamericana desde El Cajas hasta El Angel, Ibarra y sus sectores aledaños.	LAT 00°19'57.30"N LON78°20'24.60"W
PUENGASI	PICHINCHA	Centro y Sur de Quito, Valles Orientales y sus sectores aledaños	LAT 00°14'43.40"S LON78°29'59.70"W
SALINAS	STA. ELENA	Salinas, Santa Elena, La libertad y sus sectores aledaños.	LAT 02°12'31.3"S LON 80°51'48.7"W
BOMBOLI	STO. DGO.	Santo Domingo, Patricia Pilar, Quinde y sus sectores aledaños.	LAT 00°14'48.20"S LON79°11'31.30"W
ZAPALLO	ESMERALDAS	Esmeraldas, Viche, Tachina, Rio Verde y sus sectores aledaños.	LAT 00°53'05.30"N LON79°31'52.20"W

Para lograr un acceso a todos los sitios de repetición que también se hace uso de la infraestructura prestada por el (COMACO) Comando Conjunto de la FF AA, se menciona en la tabla 2.3

Tabla 2.3: Sitios de enlace con microondas del MODE

EMPLAZAMIENTO	PROVINCIA	COORDENADAS
Buerán	Cañar	LAT 02°36'31.10"S LON 78°55'50.90"W
Carshau	Cañar	LAT 02°26'23.20"S LON 78°57'03.80"W
Cerro 507	Guayas	LAT 02°09'55.00"S LON 79°59'01.00"W
Animas	Guayas	LAT 02°28'28.20"S LON 80°28'03.40"W
Azucena	Manabí	LAT 01°03'32.7° S LON 79°59'00.9° W
Igualata	Tungurahua	LAT 1°30'00" S LON 78°37'00" W

2.8. MotoMapping vs Comando y Control PC (C2PC).

a. Topología.

El sistema de aplicaciones de mapeo digital en su conjunto que permite el intercambio de información geográfica en diferentes formatos sin embargo su uso depende de diferentes factores como el hardware empleado, la topografía, uso del terreno, condiciones ambientales y atmosféricas.

Los mapas digitales utilizados por el sistema de comunicaciones de la FTE son el MotoMapping para la plataforma de APCO 25 y Comando Control C2PC para comunicaciones con radios Harris Falcón II.

2.8.1. MotoMapping.

MotoMapping es una aplicación cliente/servidor que recibe ubicaciones de los dispositivos de radio de MotoLocator, las almacena en el MLS (Motorola Location Server), y muestra el lugar, ubicación geográfica en tiempo real de los equipos de radio mediante un mapa computarizado en un monitor cliente de MotoMapping. Este sistema posee una arquitectura que trabaja en conjunto con MotoLocator y esta anexada a la tecnología APCO 25 del sistema troncalizado de la FTE, las radios ubicadas en distintas áreas del terreno se enlazan con una antena más cercana mediante ondas electromagnéticas enviando los datos de audio, mensajes, y posición geográfica. Las bondades de esta tecnología permiten seleccionar uno o más recursos en el mapa para enviar mensajes a cualquier suscriptor y obtener información de la ubicación.

El envío de información depende mucho de la distancia, ubicación y la última actualización en el centro de despacho del sistema troncalizado. Las radios XTS 2250 con monofono dentro del cual posee un GPS hace posible manejar estos datos y facilita el control y monitoreo en el centro de despacho del sistema troncalizado, esta tecnología es interoperable con diferentes tipos de dispositivos y redes de comunicación como:

- TETRA (Terrestrial Trunked Radio)
- ASTRO 25 de (APCO) Association of Public Safety Communications Officials International
- GSM (Global System for Mobile)
- GPRS. (General Packet Radio Service)

En la figura 2.11 se observa el enlace de una radio XTS 2250 modelo III con monofono y GPS hasta una estación de trabajo en la que está instalado en MotoMapping que permitirá visualizar los datos como ubicación, tiempo GPS, Latitud, Longitud.

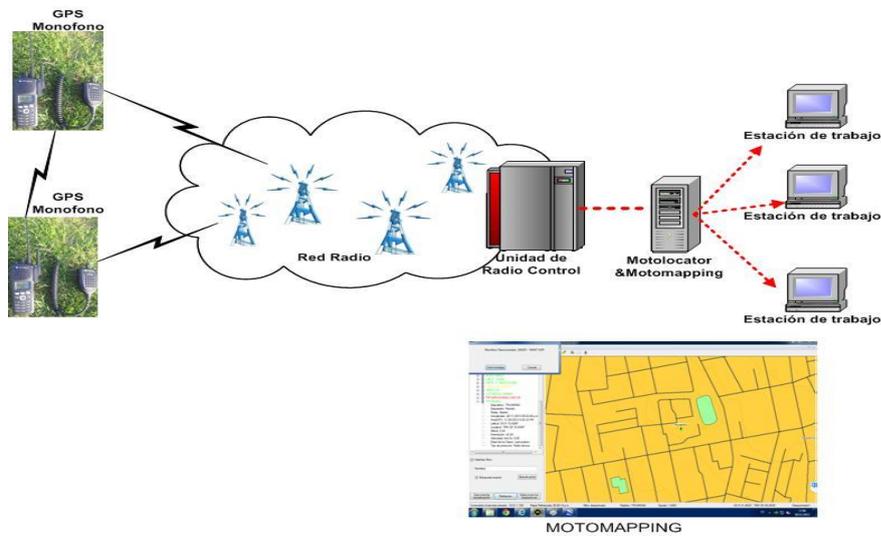


Figura 2.11: Enlace de una Radio XTS 2250 con MotoMapping

a. Características principales MotoMapping

Esta tecnología de mapa digital es una herramienta con características que permite la administración de iconos en el mapa con relación al estado y ubicación de los dispositivos de radio que utiliza MotoLocator.

a.1. Sus características más relevantes son:

- Múltiples ventanas en vivo permite controlar diferentes regiones simultáneamente.
- Seguimiento de suscriptores manteniendo un recurso centrado en la pantalla.
- Selección de un recurso de la lista y permite localizar su ubicación en el mapa.
- Permite actualizar mostrando la localización reciente con respecto a la localización anterior
- Gestión de alarmas de emergencias de las terminales de radio portátil y fijas
- Almacenamiento de información, historial de ubicación de los suscriptores en el MLS para utilizar y analizar en un futuro

- Permite crear incidentes para ubicar en el mapa y compartir a través del mismo con otras terminales instaladas el MotoMapping

La pantalla principal de una terminal de interfaz entre el operador y el MotoMapping permite visualizar los radios con su respectivo ID, ubicación geográfica, latitud, longitud etc. El operador elige los recursos desde una lista denominada control de capas el cual contiene diferentes tipos de iconos para señalar en el mapa como indicio importante.

Uno de los atributos de esta tecnología es que permite seleccionar radios para monitorear a partir de una lista de dispositivos.

En la figura 2.12 se observa la pantalla principal de MotoMapping cliente con propiedades más relevantes que usa el despachador de consolas del sistema troncalizado de la FTE.

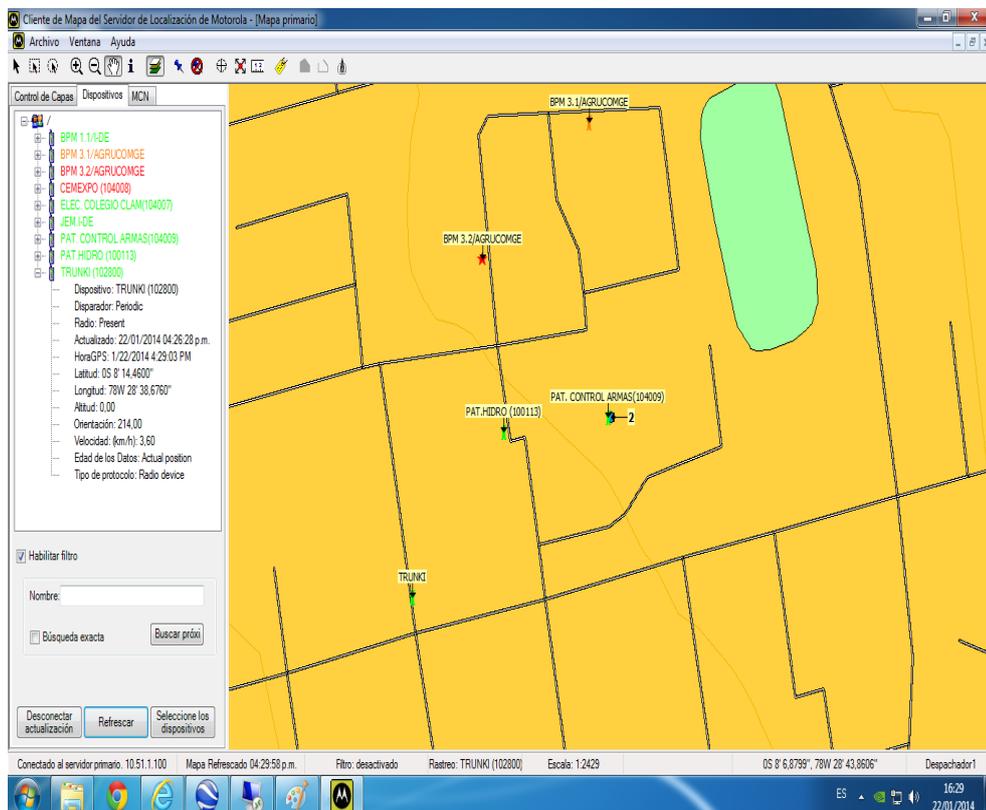


Figura 2.12: Ventana principal de MotoMapping

2.9. Comando y control PC (C2PC).

Mando y Control Personal Computer (C2PC) es una patente de la empresa Northrop Grumman que produce productos basados en PC para las Fuerzas Armadas de todo el mundo es un sistema de comando y control que se utiliza como una herramienta para realizar un seguimiento de operaciones y entrenamiento (G3/S3) a unidades amigas y mostrar el cuadro de operaciones común. Esta tecnología es utilizada por la FTE durante varios años y es ejecutada en una plataforma de Windows en conjunción con un servidor Unix GCCS-A (Global Command and Control System Army) que facilita la creación y visualización de un mapa digital táctico común previamente cargado en un servidor y proporciona un mapa de una área geográfica con capacidad de seguimiento en vivo, servicio de mensajería y una gama de herramientas para planificación de operaciones, toma de decisiones e integrarse en otros sistemas.

La combinación del sistema de software C2PC-CNR (Command Network Radio) proporciona la información de mando y control necesarios en todos los niveles de mando con el fin de comunicarse de manera efectiva en el campo de batalla.

Una de los usos típicos de la radios Falcón II sirve como interfaz de radio entre el C2PC y CNR utilizando el protocolo internet (IP) de red y del sistema de posicionamiento global (GPS interno).

La pantalla de software C2PC-CNR proporciona una imagen del teatro de operaciones utilizando la cartografía común proporcionada por el Instituto Geográfico Militar (I.G.M) con sus respectivos accidentes naturales del terreno y su simbología. La planificación de misiones, ejecución, rutas de navegación y superposiciones gráficas militares pueden ser transmitido a otros usuarios C2PC-CNR. Además de su uso en el campo de batalla, C2PC-CNR se utiliza como una herramienta para la navegación terrestre, búsqueda y coordinación de salvamento, control logístico y seguimiento de ejercicios.

En la figura 2.13 se observa un mapa digital de C2PC con los respectivos accidente naturales, rutas de despliegue y aproximación de un contingente en el TO.

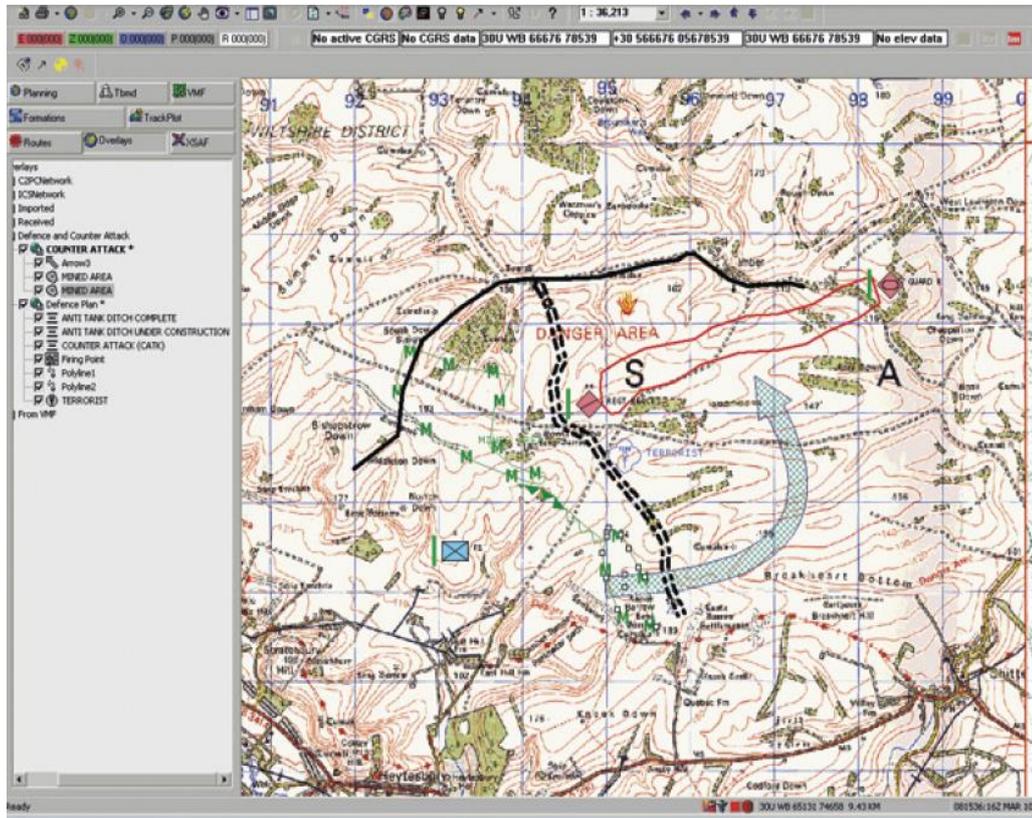


Figura 2.13: Interfaz visual de C2PC

a. Características.

Las características principales de esta tecnología son:

- Posee una base de datos de almacenamiento
- Mensajería integrada para USMTF(United States Message Text Format), TADIL-J(Tactical Digital Information Link), así como VMF(Variable Message Format) R4, R5 y el estándar militar MIL-STD-6017
- Soporte para MIDS(Mobile Internet Device), TACSAT(Tactical satellite), y las comunicaciones en serie

- Visualización simultánea de múltiples ventanas de mapa independientes y proyecciones cartográficas múltiples
- Soporte para CJMTK (Joint Mapping Toolkit Comercial) con productos de Sistemas de Información Geográfica (GIS)
- Soporte de datos Mapeo para DRG (Digitized Raster Graphic)
- Compatibilidad total con la norma MIL-STD-2525B(Símbolos Militares de la OTAN para Sistemas Terrestres)
- Pistas de superposición para servicios de apoyo
- Servicio de Divulgación de Datos Apoyo (DDS)

b. Uso de la tecnología C2PC.

Una red de información de posición distribuida se utiliza mejor con radios que emiten la posición mediante GPS. Esto incluye las radios Falcón II que operan en la banda VHF (Muy Alta Frecuencia) como de tipo mochila, radios portátiles y radios portátiles multibanda. Dado que las redes de notificación de posición permiten realizar un seguimiento de lugares de ubicación de las radios Falcón II mediante un servidor instalado que consta de una PC instalado el C2PC, un transceptor de tecnología Harris, y una antena GPS.

c. Presentación y sincronización táctica de imagen.

La presentación de un mapa digital que permite gestionar datos militares comunes como son la latitud, longitud, simbología en diferentes formatos para el apoyo a una unidad militar o de apoyo una área geográfica. Permite sincronizar imágenes a través de la red con otros terminales de manera remota con varios clientes.

d. Servicios de mensajería.

La mensajería permite a un mando él envió de mensajería instantánea a otras terminales remotas sobre las operaciones en una área geográfica a

través red de radios conectadas y el análisis y visualización de los mismos.

Una ventaja de esta tecnología es la creación y visualización de superposición de gráficos, planificación de rutas tácticas de las unidades y operaciones.

e. Beneficios.

- Visión Geoespacial del campo de batalla en un terminal (consola) , mezclando los mapas digitales en tiempo real, objetos tácticos y planes
- Proporcionar fácilmente una imagen compartida para múltiples niveles de mando
- Co-existencia y la visualización en tiempo real del campo de operaciones de personal, material y equipo.
- Facilita la interoperabilidad directa con una gran coalición fuerzas
- El funcionamiento eficaz de enlace táctico en entornos poco fiables
- Permite interoperabilidad entre terceros e integración de aplicaciones

2.10. Gestión de comunicación HARRIS CNR-C2PC.

Los radios de RF-5800V-MP y RF-5800V-HH se pueden configurar para ser utilizado por separado o juntos en una red estructurada para proporcionar ubicación mediante GPS y comunicación de datos (Tactical Chat). Un transceptor RF-5800V-MP permite la recepción de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) e informes de las otras Radios Harris. Si en un ordenador personal se ejecuta Comando Control Personal Computer y Combat Network Radio (C2PC-CNR) hace una interfaz con un transceptor, el software puede mostrar la ubicación de una o varias radios VHF, así como archivos y mensajes entre C2PC-CNR de intercambio de datos clientes a través de los radios VHF. En la figura 2.14

se observa una red de radios Falcón II y el modo de intercomunicación entre un servidor C2PC y un usuario remoto.

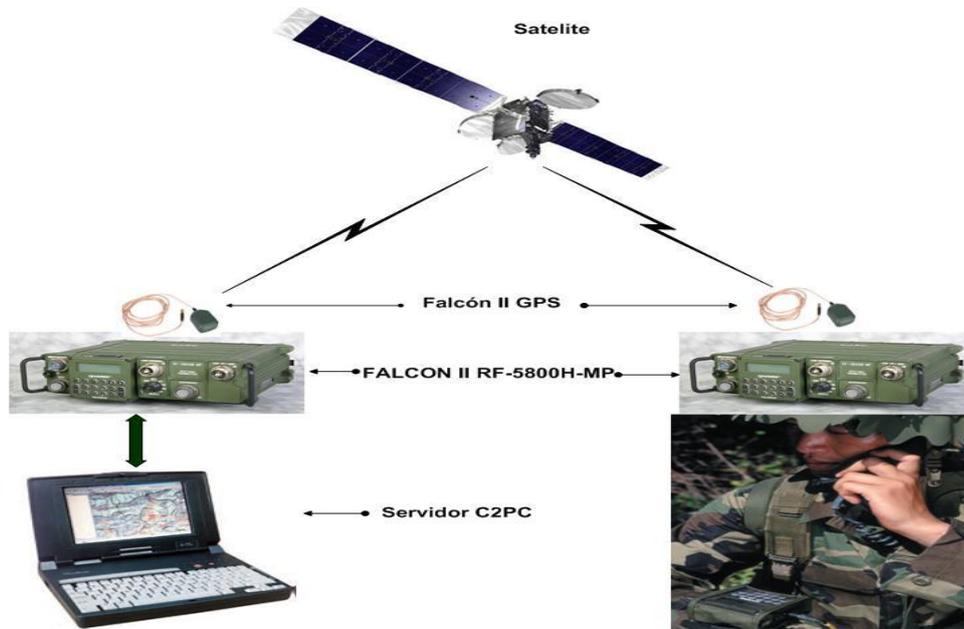


Figura 2.14: Comunicación Radio Harris-C2PC

2.11. Software de seguimiento de localización MotoLocator.

MotoLocator es un paquete de software que puede solicitar, recibir y almacenar los datos de localización de los dispositivos de forma inalámbrica habilitados de sus chipsets GPS internos. Esta información puede ser utilizada en otras aplicaciones a través de una interfaz de programación de aplicaciones (API).

Esta tecnología trabaja con múltiples soportes, tipos de dispositivos, aplicaciones y sistemas a la vez, permitiendo la interoperabilidad con diversas tecnologías inalámbricas.

Las unidades de radio o abonados consiguen sus posiciones de la red de satélites GPS, los datos de posición se envían a través de repetidores a un sitio maestro para analizar los protocolos de red de radio y extraer los datos de GPS cuyo contenido se enviara a MotoLocator.

2.11.1. Características principales.

- Permite la localización de equipos de radio mediante la interfaz de datos GPS en tiempo real.
- Compatibles con radio de tecnologías análogas y digitales
- Facilidad de acceso a la lectura de datos e información
- Permite la recepción de datos de emergencia “SOS”
- Permite instalar un servidor redundante
- Permite realizar una interface con Google Earth
- Facilita el almacenamiento de archivos de escritura

2.12. Elementos que permiten el enlace GPS.

El receptor GPS está integrado por una antena interna que recepta las señales de un satélite, esto depende de la ubicación del receptor. Las señales se debilitan ante la presencia de accidentes naturales y artificiales como una elevación, un edificio, arboles etc. y el receptor funciona en forma errática o deja de funcionar. En estos casos, una antena externa puede resolver el problema, existen tres tipos que pueden ser usadas y se menciona a continuación.

a. Antena Pasiva.

Una antena de GPS pasiva no necesita de energía eléctrica para operar mediante un cable conectado al receptor cuya longitud no deben superar 1 m para evitar pérdidas. El receptor debe estar equipado con un soporte para una antena externa y un software a ser instalado en un PC. La mejor aplicación de una antena pasiva es para dispositivos de mano o portátiles. En la figura 2.15 observamos una antena pasiva con GPS de tipo P2-SMA, la misma que tiene un alto rendimiento.



Figura 2.15: Antena pasiva con GPS

b. Antena Activa.

La antena activa es un dispositivo que amplifica la señal gracias un amplificador para compensar las pérdidas de la señal en el receptor. Una antena activa requiere de una fuente de energía externa como baterías, energía AC o DC.

En la figura 2.16 se observa una antena activa para GPS de un teléfono celular.



Figura 2.16: Antena activa con GPS

c. Antena Reradiante.

Una antena reradiante es un dispositivo instalado en el interior de un GPS portátil que no tienen una conexión para antena externa esta recoge las señales del satélite las analiza en el interior del equipo para ser

visualizados en una pantalla. Las antenas reradiantes necesitan de energía externa como pilas, baterías.

En la figura 2.17 un equipo GPS Garmin Etrex que contiene una antena reradiante interna.



Figura 2.17: GPS con antena reradiante interna

2.13. Antenas GPS HARRIS VS Antena GPS Motorola.

a. Radio Frecuencia RF-5800 Falcón II GPS

Es una pequeña antena GPS activa con soporte magnético que se utiliza en los transceptores RF-5800M-MP y 1,8 metros cable que tiene un conector SMB hembra de tipo AN/PRC-152 para conexión directa a la radio Harris RF-5800M-MP FALCON II de mochila. Normalmente se utiliza para cargar TOD (Time-of-Day) por salto de frecuencia o HPW (High-Performance Waveform). Esta antena de 2 pulgadas incorpora un filtro pasabanda que le permite un alcance mayor a 40 dB en ± 50 MHz y un limitador para protección de daños por descargas electrostáticas e interferencia. Por otra parte, el GPS contiene una antena de 33 dB que ayuda a optimizar la sensibilidad de la antena, tiene una óptima recepción satelital en posición vertical.

En figura 2.18 se observa una antena GPS activa de tipo L1 RF-7800M-
MP que utilizan los radios Harris RF-5800 pertenecientes a la FTE.



Figura 2.18: Antena GPS L1 activo

b. Características de la antena.

En la tabla 2.4 se observa las características técnicas de la antena activa en los tipos L1 y L2 las mismas que son compatibles para los distintos transceptores.

Tabla 2.4: Características Técnicas Antena GPS L1 y L2.

Rango de frecuencia	L1: 1575.42 MHz \pm 15 MHz L2: 1227.6 MHz \pm 15 MHz
Alimentación DC	2.7 V–5.5 VCD; 35mA
Patrón de radiación	Hemisférica
Ganancia	A 90° de elevación L1 Band: 4 dBi a 1575.42 MHz L2 Band: 4 dBi a 1.227,6 MHz
Capacidad de Potencia de RF	1W
Impedancia de entrada	50 Ohm nominal

2.14. Micrófonos remotos con altavoz RSM con GPS.

Las radio portátil XTS 2250 Modelo III se pueden rastrear automáticamente vía satélite con RMS (Micrófono remoto con altavoz).

Permitiendo una comunicación discreta. Se requiere de cielo despejado y sin obstrucciones para obtener una cobertura óptima de GPS. La cobertura puede verse limitada dentro de edificios, estacionamientos y áreas cubiertas con árboles espesos.

En la figura 2.19 se observa las partes de un micrófono de tipo HMN4080 con GPS que utilizan las radios XTS 2250 Modelo III.



Figura 2.19: Micrófono remoto con altavoz y GPS: HMN4080

2.15. Características principales de RMS-HMN4080 y GPS.

Las características principales de este equipo son los siguientes:

- Similitud y compatibilidad con los auriculares de Motorola AARLN4885, RLN4941 WADN4190

- Los radios XTS 2250 deben tener hardware versión B y un código de radio de R10.00.00.
- Los RSM y radios con GPS son totalmente reforzados e impermeables.
- Permite la actualización de ubicación real
- Permite verificar la información de ubicación en la pantalla, los radios que cumplen esta función son XTS 225 modelos 1.5, II y III o XTS 4250 modelo II o III
- Compatible con actualización de ubicación de GPS para el centro de despacho del sistema troncalizado.

a. Funciones del despachador de la radio XTS 2250 Modelo III.

El operador del centro de despacho controla y monitorea a la radio XTS 2250 y de los modelos ya mencionados, realizando las operaciones siguientes:

- Sondeo de ubicación mediante la software MotoLocator y la aplicación MotoMapping.
- Envío de solicitud periódica de ubicación en función de la distancia
- Inhibición de la radio de manera remota
- Reagrupamiento dinámico radio-radio o multigrupos
- Empleo del protocolo LRRP (protocolo de solicitud y respuesta de ubicación) para obtener datos de ubicación

2.16. Tipos de radios ASTRO que operan con APCO 25 de la FTE.

a. Radio ASTRO XTS 2250 MOD III.

Es una radio portátil digital que ofrece una solución para las necesidades de coordinación y comunicación, la tecnología con la que está diseñado este equipo tiene un software de reducción de ruido que elimina la interferencia garantizando un audio claro y nítido. Cumple con los

estándares de APCO 25 y estándares militares 810 C, D, E y F para radios portátiles este radio opera tanto en sistemas analógicos como en sistemas digitales y es compatible con sistemas de la Fase 2 que se instalen a futuro. En la actualidad se encuentra operando con la tecnología APCO 25 y Smart Zone.

Posee un puerto FLASHport que permite actualizar, además utiliza un software de programación para el cliente (CPS) basada en Windows
En la figura 2.20 se observa la radio XTS 2250 Modelo III con su respectivo micrófono remoto con altavoz



Figura 2.20: Radio Digital XTS 2250 MOD III con GPS

b. Características técnicas de la radio XTS 2250 Modelo III.

En la tabla 2.5 se observa las características principales de la radio XTS 2250 modelo III las mismas que similares con otros modelo 1.5 y II

Tabla 2.5: Características Técnicas Radio ASTRO XTS 2250 Modelo III

XTS 2250 MOD III	GENERAL	RECEPTOR	TRANSMISOR
Rango de frecuencia	800 MHz: 806-824, 851-870		
Rango de temperatura	-30°C a +60°C -40°C a +85°C		
Fuente de alimentación:	Batería recargable de 7.5 VCD de Níquel Cadmio o NiMH		
Voltaje de batería:	Nominal 7.5 Voltios Rango 6 a 9 Voltios		
Sensibilidad analógica		12 dB SINAD 0.25 μ V	
Potencia de salida de audio nominal		1500 mW	
Sensibilidad digital		1% BER .40 μ V 5% BER .25 μ V	
Selectividad		Canal de 25 KHz -72 dB Canal de 12.5 KHz -63 dB	
Intermodulación		74 dB	
Rechazo de espurias		75 dB	
Zumbido y ruido FM		25 KHz -47 dB 12.5 KHz -40 dB	
Distorsión de audio		2.5%	

Ajuste de potencia de salida RF nominal			806-870 MHz: 1 a 3 V
Límite de modulación			Canal de 25 KHz \pm 5.0 KHz Canal NPSPAC \pm 4.0 KHz Canal de 12.5 KHz \pm 2.5 KHz
Emisiones (Conducidas y radiadas)			75 dB
Respuesta de audio			6 dB desde 0.3 hasta 3 KHz
Radio FM zumbido y ruido			25 KHz -43 dB 12.5 KHz -40 dB
Distorsión de audio			2.0%

c. Normas Militares para portátiles 810 C, D, E y F

Los normas militares son consideraciones ambientales basado en un Estándar Militar del departamento de Defensa de los Estados Unidos que somete a pruebas haciendo hincapié a un ambiente extremo y delimitar la vida útil y resistencia de los equipos Estas normas también se aplica a equipos comerciales, las directrices de la norma desarrolla análisis en ciclos de vida medioambientales identifica deficiencias, carencias y defectos. En la tabla 2.6 se observa los diferentes métodos y normas militares de radio que son sometidos las radios XTS 2250 y otros modelos de uso militar y comercial.

Tabla 2.6: Métodos y Normas Militares para la Radio XTS 2250 Modelo III

	Método	Procedimiento	Método	Procedimiento	Método	Procedimiento	Método	Procedimiento
Presión baja	500.1	I	500.2	II	500.3	II	500.4	II
Temperatura alta	501.1	I, II	501.2	I/A1, II/A1	501.3,	I/A1 II/A1	501.4	I/Caliente, II/Caliente
Temperatura baja	502.1	I	502.2	I/C3, II/C1	502.3	I/C3, II/C1	502.4	I/C3, II/C1
Cambio de temperatura	503.1	I*	503.2	I/A1C3	503.3	I/A1C3	503.4	I
Radiación solar	505.1	II	505.2	I	505.3	I	505.4	I
Lluvia	506.1	I, II	506.2	I, II	506.3	I, II	506.4	I, III
Humedad	507.1	II	507.2	II	507.3	II	507.4	I*
Salitre	509.1	I*	509.2	I*	509.3	I*	509.4	I*
Polvo	510.1	I	510.2	I	510.3	I	510.4	I
Vibración	514.2	VIII/F, Curva-W	514.3	I/10, II/3	514.4	I/10, II/3	514.5	I/24

Las normas militares ensayos con diferentes equipos es muy rigurosos en el siguiente listado se detalla el método de estándar militar denominado MIL-STD-810G.

- Método de prueba 500.5 baja presión (altitud)
- Método de prueba 501,5 Alta Temperatura
- Método de prueba 502.5 Baja Temperatura
- Método de prueba 503.5 temperatura de choque
- Método de prueba 504,1 contaminación por los fluidos
- Método de prueba 505.5 Radiación Solar
- Método de prueba 506,5 lluvia
- Método de prueba 507.5 Humedad
- Método de prueba 508,6 Hongo
- Método de prueba 509.5 Niebla Salina
- Método de prueba 510.5 de arena y polvo
- Método de prueba 511.5 atmósferas explosivas
- Método de prueba 512,5 Inmersión
- Método de prueba 513,6 Aceleración
- Método de prueba 514,6 vibración
- Método de prueba 515.6 Ruido acústico
- Método de prueba 516.6 Choque
- Método de prueba 517,1 Pyroshock
- Método de prueba 518,1 Ambiente ácida
- Método de prueba 519.6 Gunfire Choque
- Método de prueba 520.3 Temperatura, humedad, vibración y altitud
- Método de prueba 521.3 Icing/Lluvia helada
- Método de prueba de choque 522,1 balístico
- Método de prueba 523,3 Vibro-Acústico/Temperatura
- Método de prueba 524 congelación / descongelación
- Método de Ensayo 525 Tiempo de forma de onda de replicación
- Método de prueba 526 Rail Impacto.

- Método de prueba 527 multi excitador
- Método de prueba 528 Vibraciones mecánicas de equipo de a bordo (Tipo I Ambiental y Tipo II)

Las normas militares especifican un solo procedimiento para esta prueba. Medido según el modo analógico por TIA / EIA 603.

Medido según el modo digital por TIA / EIA IS 102.CAAA. Estas especificaciones están sujetas a cambio sin previo aviso.

2.17. Gestión de control del equipo en ubicación remota.

La radio XTS 2250 MOD III por ser de tecnología APCO 25, cumple normas nacionales e internacionales con seguridades de carácter militar, el proceso de localización del radio una vez empleado en una cierta área de cobertura es el siguiente: La radio dispone de un dispositivo GPS externo (RMS-GPS) el cual recibe la señal del satélite para obtener el posicionamiento de su ubicación en tiempo real, esta señal es enviada a través del subsistema de control del sistema troncalizado que son dispositivos de control a nivel de sitio y a nivel de zona y también dispositivos de red que hace el transporte de comunicación, posterior a esto la señal llega hacia el servidor MotoLocator (MLS)este a su vez utilizando la aplicación MotoMapping y Google Earth se visualiza la localización de radio en el terreno o lugar que se encuentra operando un contingente militar.

En la figura 2.21 se observa el despliegue del sistema troncalizado de la FTE en conjunción con elementos básicos para realizar el control y monitoreo de la radio XTS 2250 modelo III.

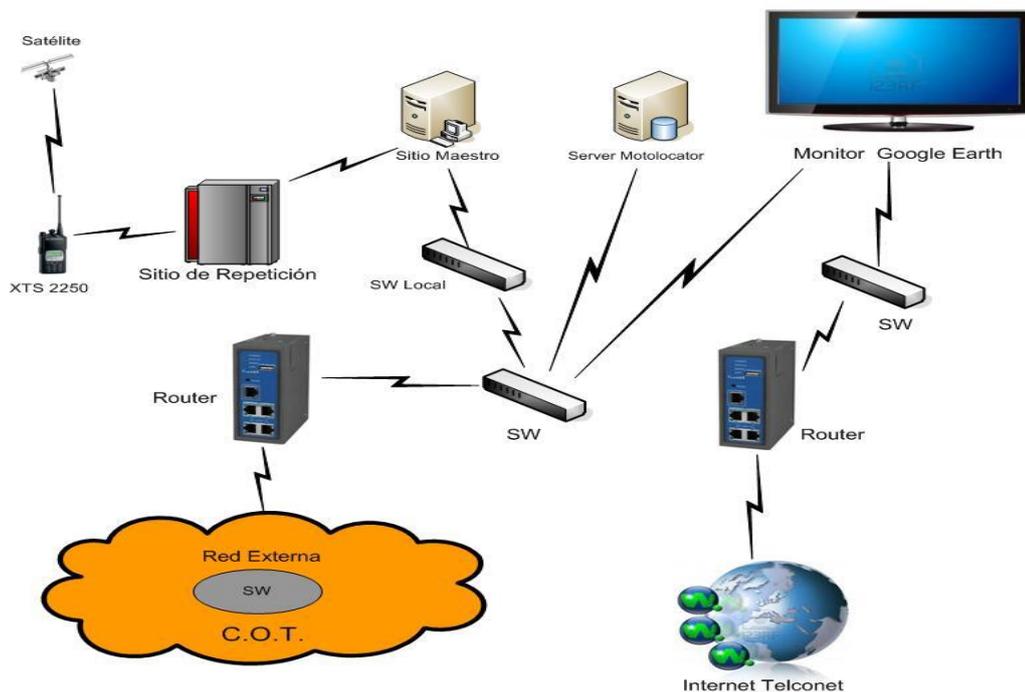


Figura 2.21: Control de la radio XTS 2250

La gestión de control de la radio XTS 2250 se desarrolla con el uso de satélite artificial y área de cobertura de un sitio de repetición, para lo cual la radio posee una extensión de micrófono (MRS-GPS) en conjunto envían una señal de RF en modo geo referencial el cual llega una módulo Zone Controller del repetidor tanto de Trasmisión y Recepción.

Posteriormente esta es procesada y sale por el canal de trasmisión del repetidor y es enviada a un Sitio Maestro/Servidor Local (SW) El Servidor Local (SW) trasmite los datos al Servidor de Distribución (CEN) el cual se encarga de distribuir los datos según las necesidades de servicio y almacenamiento. Una parte de los datos va dirigida a Servidor MotoLocator en el cual se procesan los datos de la ubicación de la radio y nuevamente es transmitida al CEN para luego ser transmitida a un computador con conexión a internet e instalado Google Earth el cual permitirá despachar mediante una conexión de video a una pantalla remota la consola con Google Earth y se podrá visualizar las respectivas

radios en funcionamiento y ubicación en tiempo real de los mismos así como también actualizaciones de la misma con intervalos de 5 minutos programados con anterioridad.

CAPÍTULO 3
CONFIGURACIÓN Y GESTIÓN DEL PROCESO DE LOCALIZACIÓN DE
LA RADIO XTS 2250 MOD III.

CAPÍTULO 3

CONFIGURACIÓN Y GESTIÓN DEL PROCESO DE LOCALIZACIÓN DE LA RADIO XTS 2250 MOD III.

3.1. Configuración y gestión del Software de seguimiento de localización MotoLocator.

MotoLocator pertenece a la familia Motorola basado en módulos de software de localización que reúne datos del GPS que son enviados por una radio digital fija o móvil ubicados en una área geográfica específica las cuales detallamos a continuación.

3.1.1. Servidor Límite de MotoLocator (MBS).

El modulo servidor límite de MotoLocator recibe los datos de cambios de ubicación desde el MLS (Servidor de localización MotoLocator) y comprueba si se han violado ciertas condiciones de contorno. MBS pueden generar eventos basados en violaciones georeferenciales, violaciones de velocidad excesiva y el tiempo de inactividad y los cambios y estado del dispositivo.

3.1.2. Servidor de eventos MotoLocator (MES).

El modulo servidor de eventos MotoLocator recibe todos los datos y eventos significativos que ocurren en el sistema de MotoLocator analiza clasifica los eventos de alta prioridad con respecto a los de baja prioridad.

3.1.3. Servidor redundante MotoLocator (MRS).

El módulo de servidor redundante de MotoLocator es un servidor standby de MotoLocator adema es una base de datos de respaldo que entra a operar en caso de fallas o manteniendo del servidor principal MLS

3.1.4. Redes móviles MotoLocator (MCN).

El modulo redes móviles de MotoLocator proporciona la gestión para la localización de un equipo basada en células que utilizan las coordenadas como medio de seguimiento del dispositivo. Esto se logra mediante monitoreo, asociación de dispositivos y asignación de ubicación del dispositivo en una célula específica.

3.1.5. Protocolo de localización MotoLocator (MLP).

EL módulo de protocolo de localización MotoLocator se utiliza para obtener la información de ubicación del equipo de radio independiente de la tecnología de red y derivación de ubicación.

3.1.6. Archivo de escritura MotoLocator (MAW).

EL modulo archivo de escritura MotoLocator almacena datos de historial de la ubicación de los equipos u evento que realizaron los mismos adema este módulo permite crear una copia de respaldo de todo el historial de ubicación.

3.1.7. Protocolo Simple de Administración de Red MotoLocator (SNMP).

Es un protocolo que facilita el intercambio de información SNMP de administración entre dispositivos de red. Permite a los administradores supervisar el funcionamiento de la red, buscar y resolver problemas, y planear su crecimiento. Las versiones de SNMP más utilizadas son SNMP versión 1 (SNMPv1) y SNMP versión 2 (SNMPv2).

3.1.8. Servicio de texto MotoLocator (MTS).

Es un servicio de mensajería de texto de una forma que se integra y proporciona soporte de mensaje. El servidor de texto MotoLocator (MTS) le permitirá al usuario configurar Servidor de eventos MotoLocator MES para enviar mensajes de texto como una acción dentro del módulo MES.

3.2. Configuración de red para el uso de MotoLocator.

Se requiere una red de internet para la configuración de MotoLocator posterior a su instalación para su funcionamiento. Caso contrario se genera unos mensajes de error de red en el registro de eventos de Windows.

Para configurar la red se realiza el siguiente procedimiento.

- Haga clic en Mantenimiento/Redes/Configuración para ver la página redes.
- Seleccione el tipo de red a agregar de la lista desplegable.
- Se despliega la página actualizada que muestra los campos configurables para la red seleccionada
- Repita los pasos anteriores para cada red adicional requerida

En la figura 3.2 se observa el tipo de red para cada tipo de tecnología en este caso para la tecnología ASTRO de P25.

The screenshot shows the MotoLocator web application interface. At the top, there is a navigation menu with items: Server, Devices, Groups, Dispatchers, Roles, Boundary Service, Event Service, Maintenance, License, Audit Logs, Cell Networks. Below the menu, the page title is 'Maintenance Networks'. The main content area is titled 'Networks' and contains a table with columns: Name, Description, Network Type, State, Delete, and Action. A dropdown menu is open under the 'Network Type' column, showing options: Generic Packet Data, GPRS PD, DataTAC FLM, Dimetra PD, Dimetra SDS, PremierMDC, Darim PVE, and Dynamic Packet Data. The table also includes columns for Default GPS Parser, Externally Managed Connection, Connection Retries, Connection Retry Interval (seconds), and Modify. A note at the bottom states: 'Note: Network configurations will take effect until the MotoLocator has been restarted.'

Name	Description	Network Type	State	Delete	Action	
pd	pd	Generic Packet Data	Active	<input type="checkbox"/>	Details	
		ASTRO/MOTOTRBO(TM)			Add	
		ASTRO/MOTOTRBO(TM)				
Name	Network	Default GPS Parser	Externally Managed Connection	Connection Retries	Connection Retry Interval (seconds)	Modify
pd	Generic Packet Data	LRRP - Tetra	<input type="checkbox"/>	5	20	Edit

Note: Network configurations will take effect until the MotoLocator has been restarted.

Figura 3.2: Definición de tipo de equipos en la red

3.3. Configuración de software de seguimiento de localización MotoLocator.

Una vez instalado el software de seguimiento de localización MotoLocator se requiere configurar con el fin de que el Servidor de localización MotoLocator (MLS) con una red de internet para manejar los datos de localización.

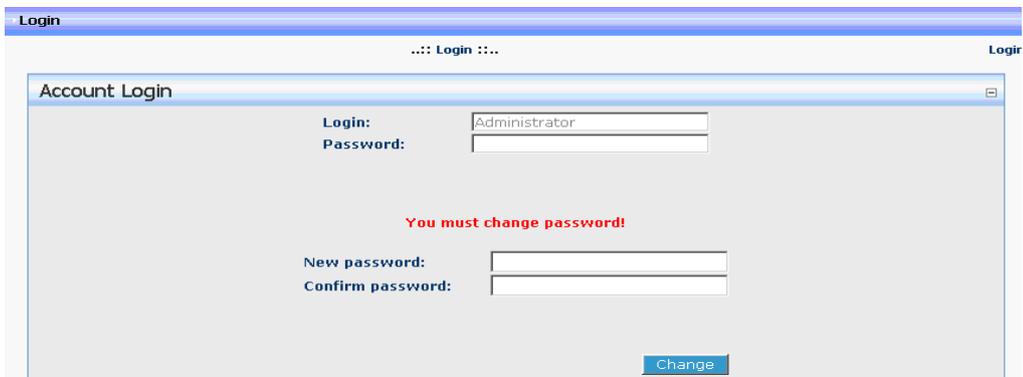
Para realizar esta configuración se debe realizar los siguientes pasos.

- a. Inicie la aplicación MotoLocator seleccionando el icono del escritorio "MotoLocator Client Administrator". 
- b. Inicie la sesión en el administrador de cliente de MotoLocator como Administrador MotoLocator
- c. Abra el cliente de administración en el navegador web por defecto, vaya a Inicio> Motorola> MotoLocator> MotoLocator cliente de administración.
- d. Introduzca el nombre de usuario y contraseña para el administrador MotoLocator

Usuario por defecto = Administrador

Contraseña por defecto = Administrador

En la figura 3.3 se observa la paina de inicio en cual se ingresa la contraseña y la clave y la nueva contraseña con su respectiva clave esto se realiza la primera vez que se ingresa a la aplicación.



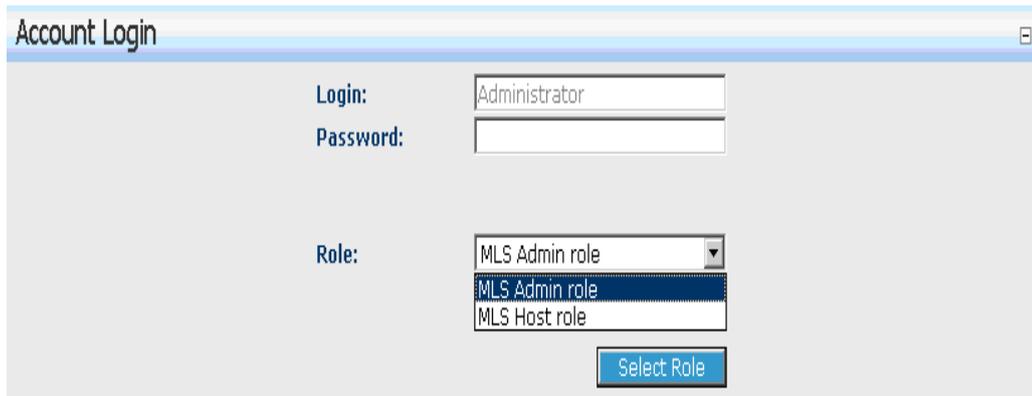
The screenshot shows a web browser window titled "Login". Inside the browser, there is a window titled "Account Login". The form contains the following elements:

- A "Login:" label followed by a text input field containing the text "Administrator".
- A "Password:" label followed by an empty text input field.
- A red text message: "You must change password!".
- A "New password:" label followed by an empty text input field.
- A "Confirm password:" label followed by an empty text input field.
- A blue "Change" button at the bottom right of the form.

Figura 3.3: Página de inicio de MotoLocator

En la figura 3.4 se observa el rol que el despachador de consolas Seleccione una de las dos opciones del menú desplegable.

- a. MLS Admin role
- b. MLS Host role



The screenshot shows a window titled "Account Login". It contains three input fields: "Login:" with the text "Administrator", "Password:" which is empty, and "Role:" which is a dropdown menu. The dropdown menu is open, showing two options: "MLS Admin role" (which is highlighted) and "MLS Host role". Below the dropdown menu is a blue button labeled "Select Role".

Figura 3.4: Selección de rol

El rol que elegido por el operador se determina en los siguientes literales

a.1 MLS Admin role.- Permite el acceso a las pantallas de administración MotoLocator con privilegios de administrador. Esta opción puede ser utilizada con asesoría de un técnico de Motorola Solutions o un personal especializado.

b.1 MLS Host Role.- Permite el acceso al portal web con los derechos de administración asociados a cambios en páginas pantallas, etc. así como el acceso a las pantallas de administración con privilegios de administrador MotoLocator.

Seleccione un de los roles el cual muestra el estado del servidor. La página de estado del servidor proporciona opciones para el seguimiento y control de los servicios de MotoLocator.

En la figura 3.5 se observa las opciones dentro de la página principal de MotoLocator en la cual se ubica la función Server.



Figura 3.5: Opciones de página principal de MotoLocator

Una vez seleccionado Servidor se verifica el estado de los modulo del servidor de localización MotoLocator (MLS) como se observa en la figura 3.6.



Status				
Refresh	MLS	Running	Start	Stop
Refresh	MBS	Running	Start	Stop
Refresh	MES	Running	Start	Stop
Refresh	MAW	Running	Start	Stop
Refresh	MM Server	Running	Start	Stop
Refresh All			Start All	Stop All

Figura 3.6: Estado de módulos instalados de MotoLocator

Haga clic en actualizar para comprobar el estado de funcionamiento de todos los componentes instalados en MotoLocator.

3.3.1. Estados de los módulos instalados en MotoLocator.

Los estados de los módulos MotoLocator permiten observar al administrador del centro de despacho verificar y supervisar el

funcionamiento de los mismos para lo cual se determina los siguientes ítems.

- a. **Running** El modulo está en funcionamiento normal sin interrupción
- b. **Stopped** El módulo esta fuera de funcionamiento
- c. **Stop Pending** El componente está en proceso de detener la función que está realizando.
- d. **Start Pending** El componente está en el proceso de iniciar la función seleccionada.
- e. **Unknown** Esta opción informa, si la base de datos no está disponible o el servicio no se ha instalado.

Los botones Start y Stop sólo están disponibles para el administrador MotoLocator.

3.4. Funciones básica que se realiza en MotoLocator.

Las prestaciones de servicios dentro de la pantalla principal de MotoLocator permiten administrar diferentes parámetros en una radio como suscriptor.

a. Como agregar un dispositivo.

Esta opción permite ingresar las radios con su respectivo ID o código de identificación cumpliendo los siguientes pasos.

- Haga clic en Dispositivos (Device)-Configuración Configuración de dispositivo
- Introduzca los detalles del dispositivo en cada campo como ID, nominativos canales, red, protocolo, recursos de grupo.
- Haga clic en Agregar

La lista de dispositivos se actualiza para mostrar el nuevo dispositivo ingresado

b. Configuración del dispositivo.

La página Configuración de dispositivo permite añadir, eliminar, colocar una máscara y configurar los dispositivos de los abonados que están registrados en MotoLocator y exportar de datos de configuración.

Para lo cual se realiza los siguientes pasos:

- Seleccione la página Configuración de dispositivo:
- Haga clic en Dispositivos> Configuración
- Configuración de dispositivo
- Seleccione Editar.
- Los campos para ese dispositivo se convertirán en editable y modifique según su necesidad.
- Haga clic en Actualizar para guardar los cambios o en Cancelar para volver a la lista sin cambiar ningún detalle.

c. Eliminación de dispositivos de radio.

Para eliminar los dispositivos de radio realice los siguientes pasos que se detalla a continuación.

- Haga clic en Dispositivos> Configuración
- Configuración de dispositivo
- Marque la casilla de eliminar del dispositivo de radio
- Haga clic en Eliminar todas las filas.
- Confirme la eliminación
- Haga clic en Aceptar y se eliminaran los dispositivos.

d. Ubicación del dispositivo.

La página ubicación del dispositivo ofrece la posibilidad de generar los datos e historial de localización de las radio.

Para desplegar la página ubicación del dispositivo se realiza lo siguientes pasos.

- Haga clic en Dispositivos> Ubicación

En la figura 3.7 se observa el despliegue el historial de radios con los respectivos datos como ID, latitud y longitud, estado del dispositivo.

The screenshot shows a web interface titled 'Device Location'. At the top, there is a dropdown menu set to 'Latest', a search filter 'Filter By Device Name', and a selection 'All Devices'. Below these are 'Change device' and 'Submit' buttons. An 'Export' button is located above the table. The table has the following columns: Device, Device Identifier, Update Time, GPS Time, Latest Trigger, Device State, Latitude, Longitude, Altitude, Direction, Speed, Age Bit, and Telemetry Data. Two rows of data are visible, corresponding to device IDs 9021 and 9022.

Device	Device Identifier	Update Time	GPS Time	Latest Trigger	Device State	Latitude	Longitude	Altitude	Direction	Speed	Age Bit	Telemetry Data
9021	127.0.0.1:9021	6/9/2011 10:16:17 AM	6/9/2011 10:16:17 AM	Periodic	Unknown	51N 14' 12.4800"	1W 6' 38.5200"	0	0	0	2	
9022	127.0.0.1:9022	6/9/2011 10:16:25 AM	6/9/2011 10:16:25 AM	Periodic	Unknown	51N 14' 12.4800"	1W 4' 36.1200"	0	0	0	2	

Figura 3.7: Historial de ubicación de dispositivos

3.5. Parámetros programables en una radio.

Los parámetros programables dentro en dispositivo de radio dependen de las funciones que va a desempeñar un equipo o una red asociada y son los siguientes.

- a. Nombre (ID):** Se le asigna a un dispositivo y debe ser único.
- b. Tipo:** Es un atributo asociado con el dispositivo el cual le permite al operador identificar dispositivo por tipos: en el caso de las radios XTS 2250 modelo III se asigna como tipo Radio.
- c. Uso:** Determina si MotoLocator manejará el dispositivo
- d. Protocolo de GPS:** El protocolo de GPS utiliza para comunicarse con MotoLocator

- e. **Tiempo máximo:** Es el intervalo de tiempo programado en un dispositivo para el envío de una actualización de ubicación.
- f. **Altitud:** Especifica la altitud en la que se encuentra el dispositivo en referencia a metros sobre el nivel del mar.
- g. **Grupo Funcional:** Es el icono de reconocimiento para cada dispositivo utilizado por MotoMapping y se observa en una pantalla.
- h. **Recurso de Grupo:** Permite anexar la radio a un grupo de conversación.

3.6. Gestión de recursos con los dispositivos de radio

La gestión de recursos de un suscriptor depende de los equipos de radios y que características se les asigna y la función para la que está programada, en los siguientes numerales se describe cada una de ellas.

3.6.1. Reporte de últimas ubicaciones de los dispositivos.

Los últimos datos de localización de los dispositivos es un historial de radios utilizadas en los últimos minutos registrados por el sistema en la cual se observa el ID del equipo, tiempo, tiempo de GPS, Latitud y longitud.

Para realizar el despliegue del historial realizamos lo siguiente.

- a. Haga clic en Dispositivos>
- b. Ubicación
- c. Device Location
- d. La opción Latest por defecto mostrará las ubicaciones de los últimos dispositivos utilizados y registrados por el sistema.

En la figura 3.8 se observa el despliegue del historial con sus respectivos datos y registro en el sistema

Device	Device Identifier	Update Time	GPS Time	Latest Trigger	Device State	Latitude	Longitude	Altitude	Direction	Speed	Age Bit	TelemetryData
9201	127.0.0.1:9201	6/6/2011 1:49:00 PM	6/6/2011 1:49:00 PM	Active	Unknown	3S 0' 59.4000"	60W 4' 36.8400"	0	0	0	2	
9202	127.0.0.1:9202	6/6/2011 1:49:00 PM	6/6/2011 1:49:00 PM	Active	Unknown	3S 1' 10.5600"	60W 3' 11.5200"	0	0	0	2	

Figura 3.8: Reporte de historial de los dispositivos

También puede filtrar la información por:

- Por fechas
- Por nombre(ID) del dispositivo
- Por identificación del dispositivo
- Por Nombre de grupo
- Por Recurso de Grupo

3.6.2. Reporte de historial por tipos de dispositivos.

Para recuperar la última ubicación conocida de un dispositivo se ingresa el nombre del dispositivo o ID.

Selecciones un filtrado de dispositivos por tipo, nombre, identificador o grupo como se observa la figura 3.9.

Seleccione exportar



Figura 3.9: Búsqueda de dispositivos por tipo

- Seleccione la pestaña SELECT DEVICE.
- Una lista de todos los dispositivos se presentará para el filtrado.
- Una vez que se han seleccionado el filtrado de dispositivos
- Haga clic en Guardar
- Haga clic en Enviar.

En la figura 3.10 se observa el despliegue de un listado de dispositivos por identificación de dispositivos (ID)

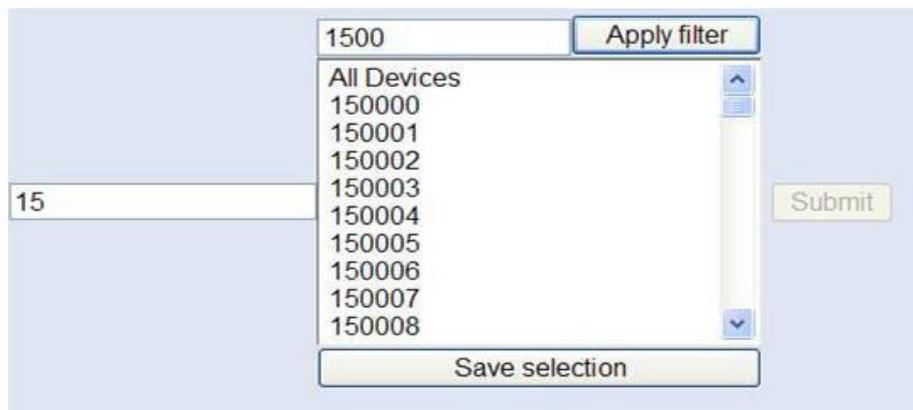


Figura 3.10: Listado de dispositivo por ID

El resultado se observa en la figura 3.11, en el cual se observa los datos del dispositivo como ID, tiempo de GPS, latitud, longitud, altitud, dirección etc.

Device	Device Identifier	Update Time	GPS Time	Latest Trigger	Device State	Latitude	Longitude	Altitude	Direction	Speed	Age Bit	TelemetryData
9026	127.0.0.1:9026	6/9/2011 10:16:41 AM	6/9/2011 10:16:41 AM	Periodic	Unknown	51N 15' 13.6800"	1W 5' 4.9200"	0	0	0	2	

Figura 3.11: Historial de una radio especifica

3.6.3. Almacenamiento de historial como archivo.

El almacenamiento de historial permite guardar datos importantes de un dispositivo como respaldo de datos como para futuras operaciones.

Los datos que se almacenan son los siguientes:

- a. **Tipo de equipo:** Un nombre descriptivo único dado al dispositivo
- b. **Identificador de su vida:** El nombre utilizado por la base de datos
- c. **Tiempo de actualización:** La fecha y hora de la última actualización de la localización
- d. **Tiempo GPS:** El GPS (GMT) marca de tiempo para la actualización más reciente
- e. **Tiempo de Actualización:** La hora local el último informe de la ubicación fue recibida desde el dispositivo
- f. **Tiempo GPS:** El (GMT) marca de tiempo GPS reportada por el dispositivo en el último informe de la ubicación
- g. **Latitud:** La latitud en grados decimales
- h. **Longitud:** La longitud en grados decimales

El modo de almacenamiento de un archivo se lo realiza de la siguiente manera.

- a. Archivo
- b. Guardar como en el lugar deseado.
- c. Repita este procedimiento para cada página de interés
- d. El archivo(s) se puede abrir en un navegador u otra aplicación con HTML, como Microsoft Word.

3.7. Protocolos GPS.

La página de Protocolos GPS ofrece la posibilidad de añadir, configurar o eliminar los Protocolos de GPS que MotoLocator utiliza para comunicarse con los dispositivos de radio que posee el sistema troncalizado de la FTE.

Para abrir la página Protocolos se realiza los siguientes:

- Haga clic en Mantenimiento> Protocolos GPS

En la tabla 3.1 se observa los diferentes tipos de protocolos de GPS para distintos tipos de radios.

Tabla 3.1: Nombre y tipos de protocolo para diferentes tipos de radio

Nombre	Tipo de protocolo
LRRP ASTRO/MOTRBO (TM)Radios	LRRP ASTRO/MOTRBO (TM)Radios
NMEA-GLL	NMEA-GLL
NMEA-GLL Móvil tono claro	NMEA-GLL Móvil tono claro
LRRP Tetra	LRRP Tetra
TAIP-Trimble Placer 450	TAIP-Trimble Placer 450
TAIP-MW800	TAIP-MW800
NMEA-Sepura SRP 2000	NMEA-Sepura SRP 2000
LIP	LIP
Trakm8 TEDS	Trakm8 TEDS
Motorola Protocolo de Localización Móvil	Motorola Protocolo de Localización Móvil
NMEA-Darim PEV	NMEA-Darim PEV

En el listado de protocolo de GPS se selecciona un tipo para diferentes equipos de radio las mismas que cumplen funciones específicas y diferentes.

Los tipos de GPS se utilizan para la codificación y decodificación de los mensajes enviados entre el MotoLocator y los equipos de radio.

Estos equipos poseen licencia dependiendo de su tipo que se enumera a continuación.

- a. Protocolo de respuesta y solicitud de localización (LRRP). Compatible con radios ASTRO XTS y Motorola MOTOTRBO que permite el envío de ubicación, solicitud de respuesta
- b. Protocolo de respuesta y solicitud de localización (LRRP). Para radios portátil TETRA MTH800 y MTM800 permite el envío de ubicación y solicitud de respuesta
- c. Protocolo de información de localización (LIP). Compatibles para radios TETRA MTH800, MTM800 y MTP850 permite el envío de ubicación y solicitud de respuesta
- d. Protocolo de información de localización (LIP). Compatibles con radios tipo repetidor TETRA CM5000

3.7.1. Ingres de protocolo adicionales de GPS.

En el software de seguimiento de localización MotoLocator proporciona una entrada para cada tipo de GPS con licencia cuando esta se instala en el servidor de MotoLocator. Para agregar un protocolo GPS se realiza lo siguiente.

- a. Haga clic en Protocolos de Mantenimiento> GPS
- b. Introduzca un nombre exclusivo del el protocolo GPS
- c. Introduzca una descripción de uso del protocolo GPS
- d. Seleccione el tipo de protocolo de GPS.
- e. Haga clic en agregar en la lista desplegable de tipos de GPS

3.7.2. Configuración del protocolo GPS.

La configuración de los protocolos GPS permite al administrador configura los parámetros que necesita un equipo de radio.

Para configurar o editar los protocolos realice lo siguiente.

- a. Haga clic en Protocolos de Mantenimiento> GPS

- b. Para el protocolo GPS que desea editar, haga clic en Editar en la columna Modificar
- c. Los campos para ese protocolo GPS se convertirán editable
- d. Modifique los campos según sea necesario
- e. Haga clic en Actualizar para guardar los cambios o en cancelar para volver a la lista sin cambiar ningún detalle

3.7.3. Eliminación protocolo GPS.

En la opción eliminar protocolo de GPS permite al administrador eliminar protocolo que no se utiliza o no existen equipos compatibles con dichos protocolos. Para eliminar los tipos de protocolo de GPS realice lo siguiente.

- a. Haga clic en Protocolos de Mantenimiento> GPS
- b. Seleccione el protocolo que se desea eliminar
- c. Seleccione la casilla eliminar
- d. Haga clic en Eliminar toda la fila.
- e. Confirme la operación
- f. Haga clic en Aceptar
- g. La lista de protocolos GPS no eliminados se actualizará de manera automática.

3.8. Administración de MotoLocator con Google Earth.

El software de seguimiento de localización MotoLocator tiene una interfaz que puede ser utilizado por Google Earth para superponer las ubicaciones de los dispositivos de radio por medio de iconos en la pantalla estándar del mapa de Google Earth.

Se debe definir parámetros dentro MotoLocator antes de utilizar la interfaz de Google Earth. La misma que muestra sólo los dispositivos que están ingresados en una base de datos y habilitados para visualizar.

Se puede instalar un software de Google Earth descargados de un servidor de internet de manera gratuita e instalar

3.8.1. Procedimientos para activarla interfaz de Google Earth con MotoLocator.

Los procedimientos que permite la activación de la interfaz entre estos programas para lo cual Google Earth puede ser configurado para recibir los datos de localización dinámicos de MotoLocator.

Para configurar Google Earth para su uso con MotoLocator se realiza lo siguiente.

Ingrese el Localizador Uniforme de Recurso (URL) en un navegador web **http://<mls_hostname>/MLS_GE/geclient**

La página MotoLocator Google Earth de inicio de sesión se muestra como se observa en la figura 3.12.

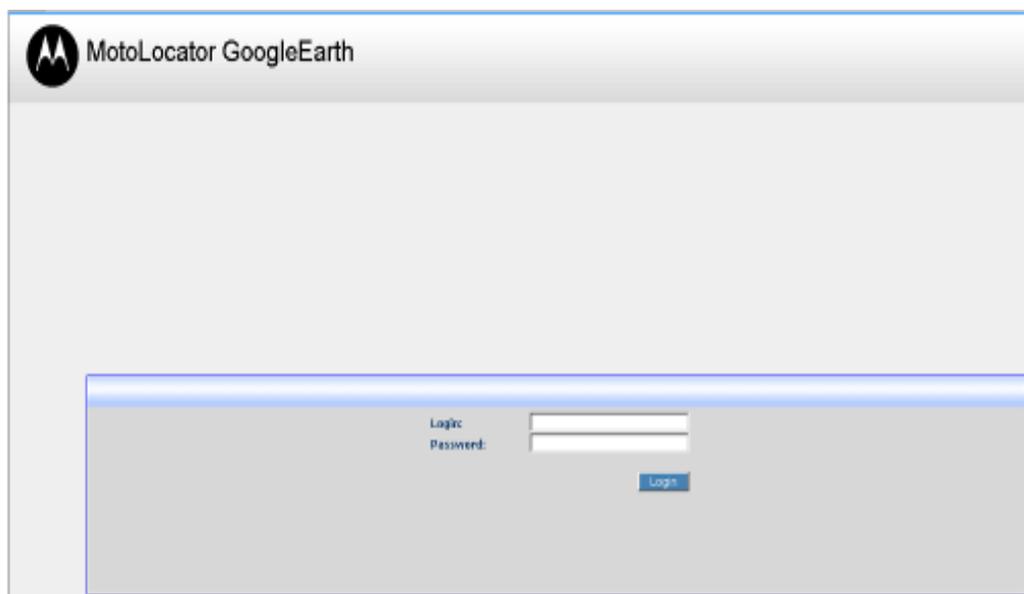


Figura 3.12: Pagina de ingreso a MotoLocator Google Earth

En la figura 3.13 se observa la pantalla en la cual se debe ingresar el nombre del usuario, contraseña de seguridad y seleccionar el rol en este caso Servidor de localización MotoLocator (ML)

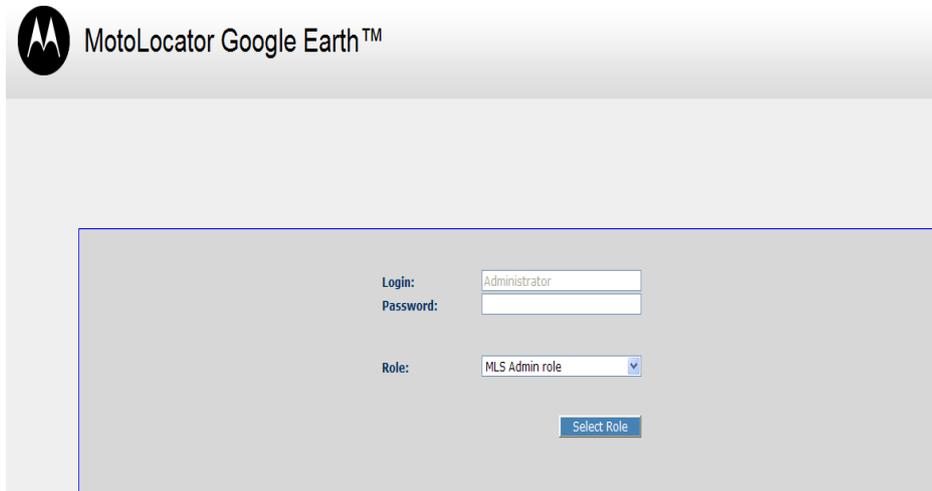


Figura 3.13: Pagina de selección de rol

En la figura 3.14 se observa los ajustes de la página de MotoLocator Google Earth. Se escoge la opción Launch Google Earth

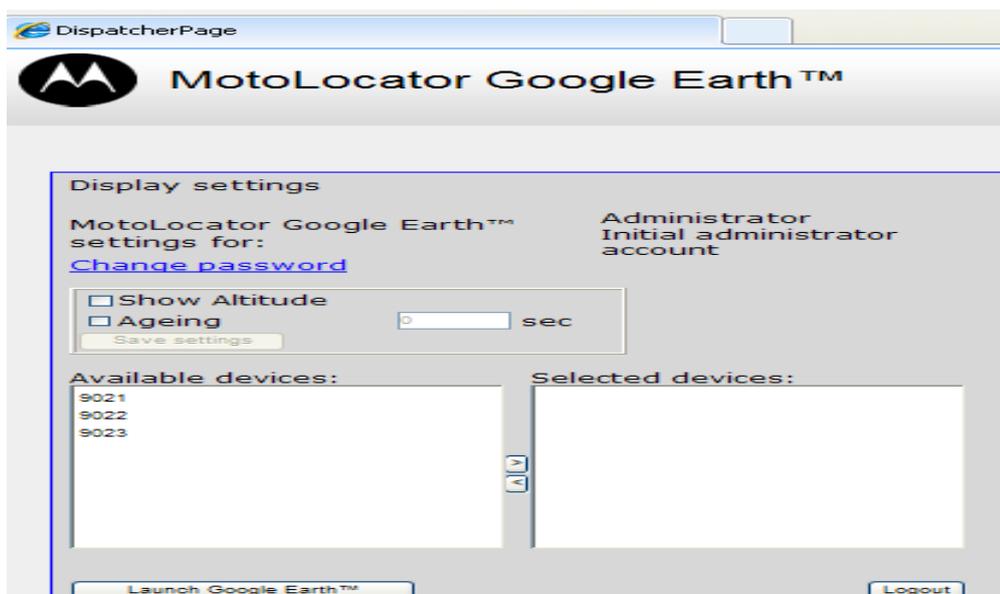


Figura 3.14: Despachador de MotoLocator

En la pantalla principal de Google Earth se observa el mapa de ubicación de los respectivos dispositivos de radio con sus nominativos.

Si se selecciona un dispositivo dentro del mapa recurre de manera inmediata a localizar su ubicación dentro de Google Earth y permite visualizar el lugar exacto con una ventana temporal en la parte superior con los datos como nominativo de la radio, tiempo, tiempo de GPS, Velocidad.

En la figura 3.15 se observa la localización de la radio XTS 2250 Modelo III con el Nominativo TRUNKING.

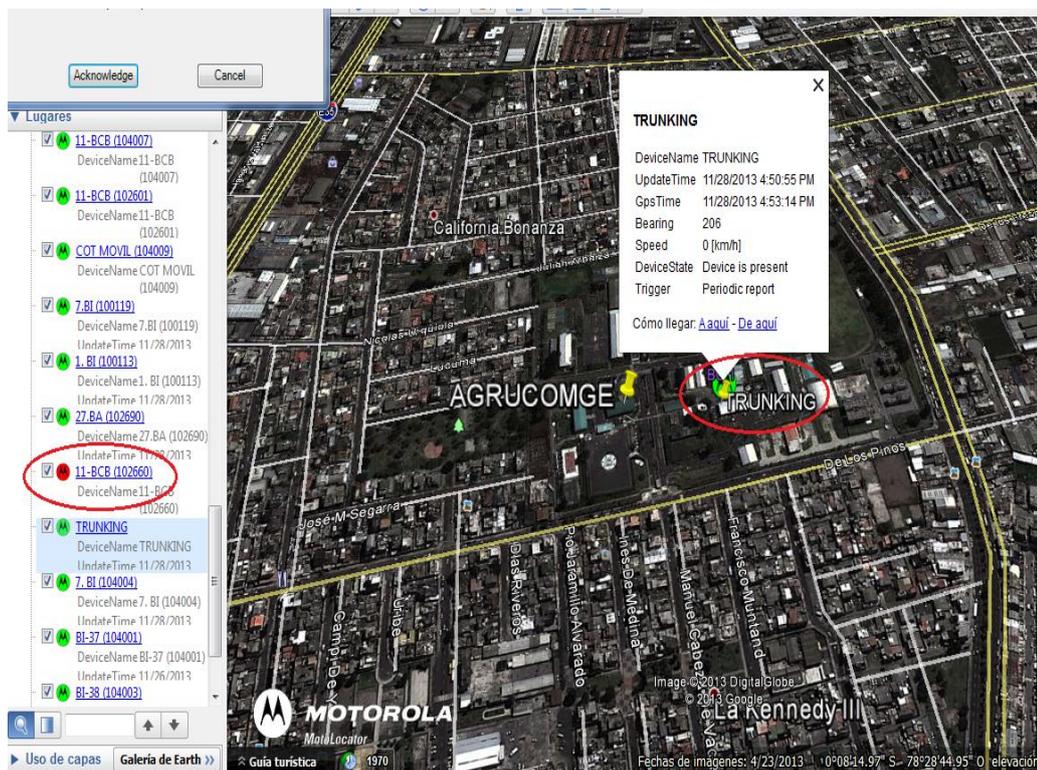


Figura 3.15: Localización de un dispositivo de radio en Google Earth

En la barra lateral de Google Earth denominado Lugares muestra una lista de dispositivos de radio con sus respectivos nominativos ingresados

previamente en MotoLocator los cuales también se muestran como icono en el mapa.

Para el ingreso a MotoLocator seleccione Dispatcher en la barra lateral se abrirá la página web MotoLocator y muestra la configuración de visualización para ese distribuidor.

3.9. Administración de MotoMapping Cliente

La aplicación MotoMapping es una interfaz de usuario que se utiliza en conjunto con MotoLocator, a través del cual se localiza dispositivos de radios portátiles o fijos y visualizar en una pantalla gráfica sobre un mapa digital.

En los literales se describe el funcionamiento del Cliente MotoMapping con sus respectivas opciones y características disponibles a través de su interfaz.

3.10. Inicio del Cliente MotoMapping.

Posterior a la instalación y configuración del servidor y cliente MotoMapping se inicia de la siguiente manera.

Haga doble clic en el acceso directo de MotoMapping en el escritorio o desde el menú inicio.

- a. Inicio
- b. Seleccione Programas
- c. Seleccione Motorola
- d. Seleccione MotoMapping
- e. Seleccione Map client
- f. Seleccione MotoMapping

En la figura 3.16 se observa una pantalla de inicio de sesión donde se ingresa el usuario y la contraseña de seguridad.

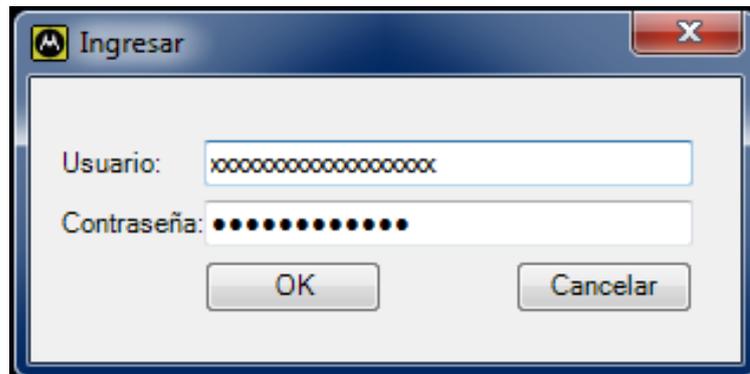


Figura 3.16: Ingreso usuario y contraseña

En la figura 3.17 se observa la página de inicio de MotoMapping

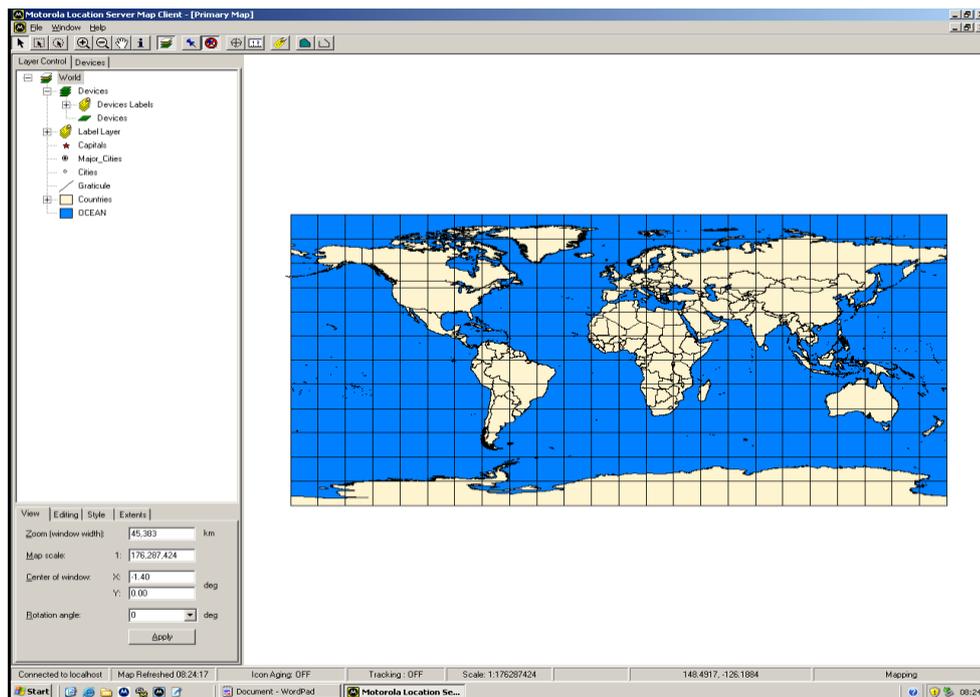


Figura 3.17: Página de inicio de MotoMapping

3.10.1. Barra de Opciones.

La interfaz de cliente MotoMapping contiene una barra de herramientas situada debajo de la barra de menús. La barra de herramientas contiene

botones que inician la mayoría de las funciones disponibles en el cliente de MotoMapping.

En la figura 3.18 se observa el nombre de los respectivos iconos de cliente MotoMapping



Figura 3.18: Botones y funciones de MotoMapping

3.10.2. Capas de control.

La capa de control de mapa permite la administración de lo diferente ítems en el mapa y permiten el acceso a múltiples parámetros que se detallan a continuación:

- a. Dispositivos Contiene la ubicación actual de los dispositivos
- b. Contenidos de dispositivos Contiene la lista de los dispositivos que están ubicados en el terreno
- c. Geo referencias Contiene los polígonos definidos y poli líneas
- d. Nuevos incidente Contiene los incidentes activos y actuales creados dentro de MotoMapping.

En la figura 3.19 se observa parámetros de control de capas que se menciona anteriormente.

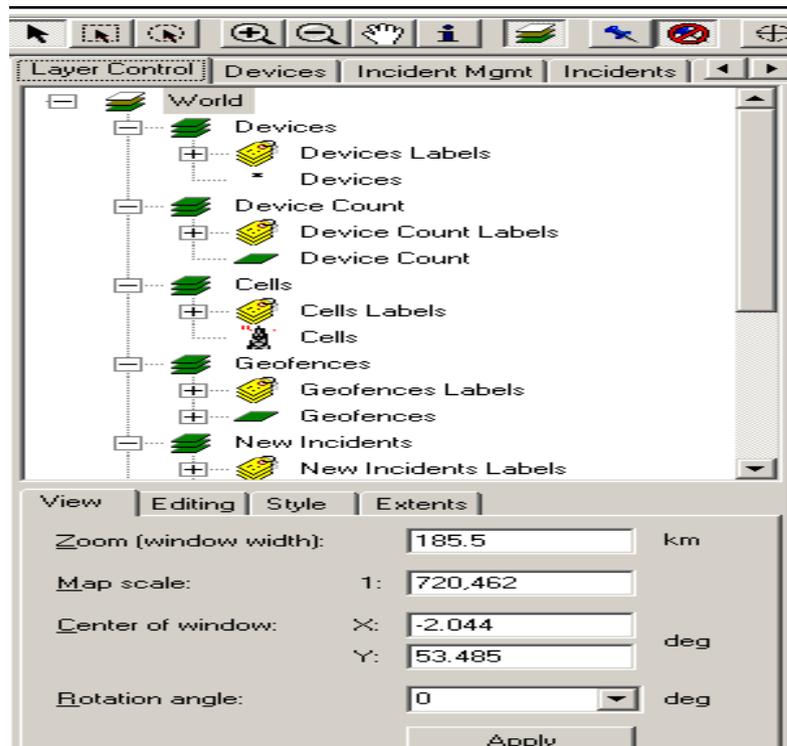


Figura 3.19: Parámetros del control de capas

3.10.3. Administración de MotoMapping con los dispositivos de radios.

Cuando los equipos de radio ya están registrados en el servidor de MotoLocator se visualiza en el mapa de la aplicación de cliente MotoMapping. Los equipos de radio se ubican en la opción Dispositivos con los respectivos como:

- a. Nombre del dispositivo.
- b. Estado del equipo (Encendido o Apagado)
- c. Fecha y hora de actualización
- d. Fecha y hora de actualización del GPS
- e. Latitud
- f. Longitud
- g. Altitud
- h. Orientación

En la figura 3.20 se observa la pantalla de cliente MotoMapping y la ubicación de un dispositivo con sus respectivos datos.



Figura 3.20: Datos y ubicación del dispositivo.

3.11. Gestión de MotoMapping dentro del sistema troncalizado de la FTE.

El cliente servidor de MotoMapping es una interfaz entre el despachador de consolas y las opciones de la pantalla principal el cual permite gestionar los dispositivos ubicados en el terreno de manera más eficaz a fin de optimizar y mejorar el despliegue del contingente en una área específica de TO.

Las funciones de registro y almacenamiento de MotoLocator, es configurada para grabar y administrar los dispositivos ingresados en una base de datos.

Los datos se cargan y gestiona como capas de mapas y objetos administrados por un despachador de consolas.

En la figura 3.21 se observa la interfaz entre la red de radio, el software de seguimiento MotoLocator y la aplicación MotoMapping como una plataforma de seguimiento de la ubicación del dispositivo dentro de la tecnología APCO 25 del sistema troncalizado de la FTE.

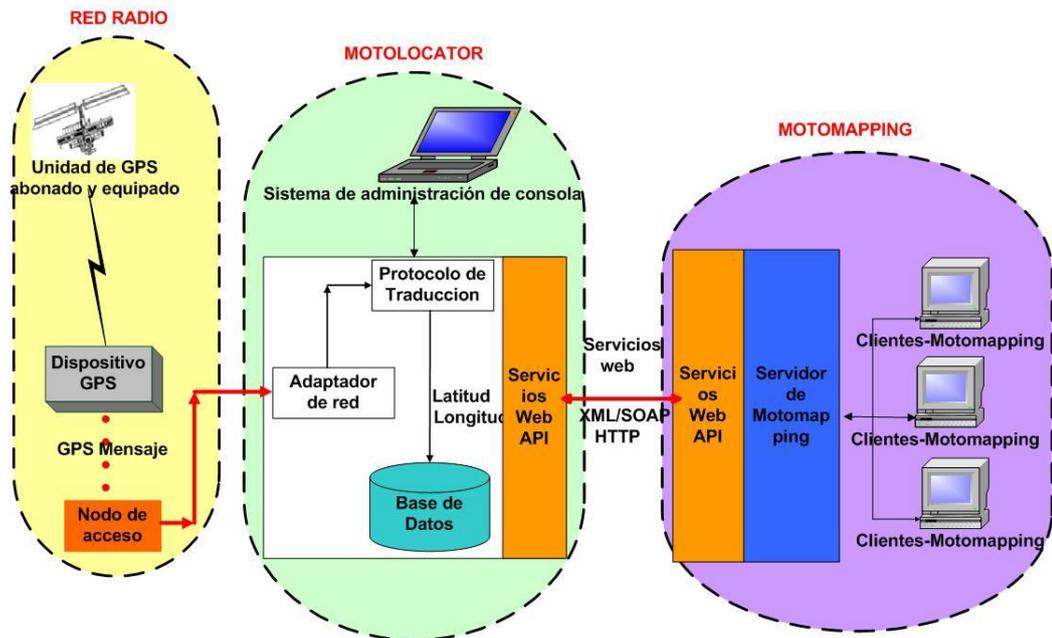


Figura 3.21: Gestión de la operación del sistema en conjunto

3.11.1. Método de la localización de la radio XTS 2250 Modelo III con MotoMapping y Google Earth.

Los equipos de radio XTS 2250 se monitorea una vez ubicados en una área específica del terreno para lo cual el despachador de consolas realiza los siguiente

- La radio recibe las coordenadas del GPS en tiempo real
- Las coordenadas son enviadas hacia un sitio de repetición a través de radio frecuencia
- Los equipos de transporte de información como swith y router y sistemas de microondas que envían los datos hacia el sitio maestro que es el centro en donde reposan todos los servidores del sistema troncalizado

- d. Estos datos llegan hasta el servidor MotoLocator (MLS) luego pasa al servidor límite de MotoLocator (MBS) la misma que realiza el control de datos que llega y los datos que se han perdido y pasa a un servidor de eventos MotoLocator (MES) siendo verificados por el mismo y envía las alarmas de estado del equipo hacia el servidor de MotoMapping.
- e. Los datos enviados por los servidores en la pantalla cliente de MotoMapping en forma gráfica y detallada la información del respectivo equipo.

3.11.2. Visualización del display de la radio XTS 2250 Modelo III

Este equipo de radio posee una pantalla en la cual podemos visualizar datos tanto del sistema como se observa en la figura 3.22 en el cual se detalla las diferentes partes con su respectivo apelativo.



Figura 3.22: Partes de la pantalla de radio XTS 2250 modelo III.

CAPITULO 4
PRUEBAS Y ANÁLISIS

CAPITULO 4

PRUEBAS Y ANÁLISIS

4.1. Pruebas de seguimiento de coordenadas con la radio XST 2250 Modelo III con MotoMapping y Google Earth.

Las tecnologías de mapas digitales utilizados en el sistema troncalizado son de mucha importancia para los usuarios y el despachador de consolas con la diferencia que la aplicación Google Earth es de uso comercial y se puede descargar gratuitamente desde la Internet y no así la aplicación de mapa digital MotoMapping la misma que no es de uso comercial y se debe instalar con una licencia proporcionada por el fabricante como lo es Motorola Inc. El seguimiento de coordenadas geográficas de un equipo de radio es importante para el operador y el mando para corroborar la veracidad de la posición de un usuario y evitar que el mismo eluda su posición en una área geográfica.

En la figura 4.1 se muestra el desplazamiento de la radio XTS 2250 Modelo III ubicado en el AGRUCOMGE (Agrupamiento de Comunicaciones y Guerra Electrónica). Se observa la radio con un nominativo TRUNKI la misma que se desplaza en un área geográfica y envía señales de ubicación y actualización en el terreno a los sistemas de servidores (MLS) instalados en el sistema troncalizado de la FTE.

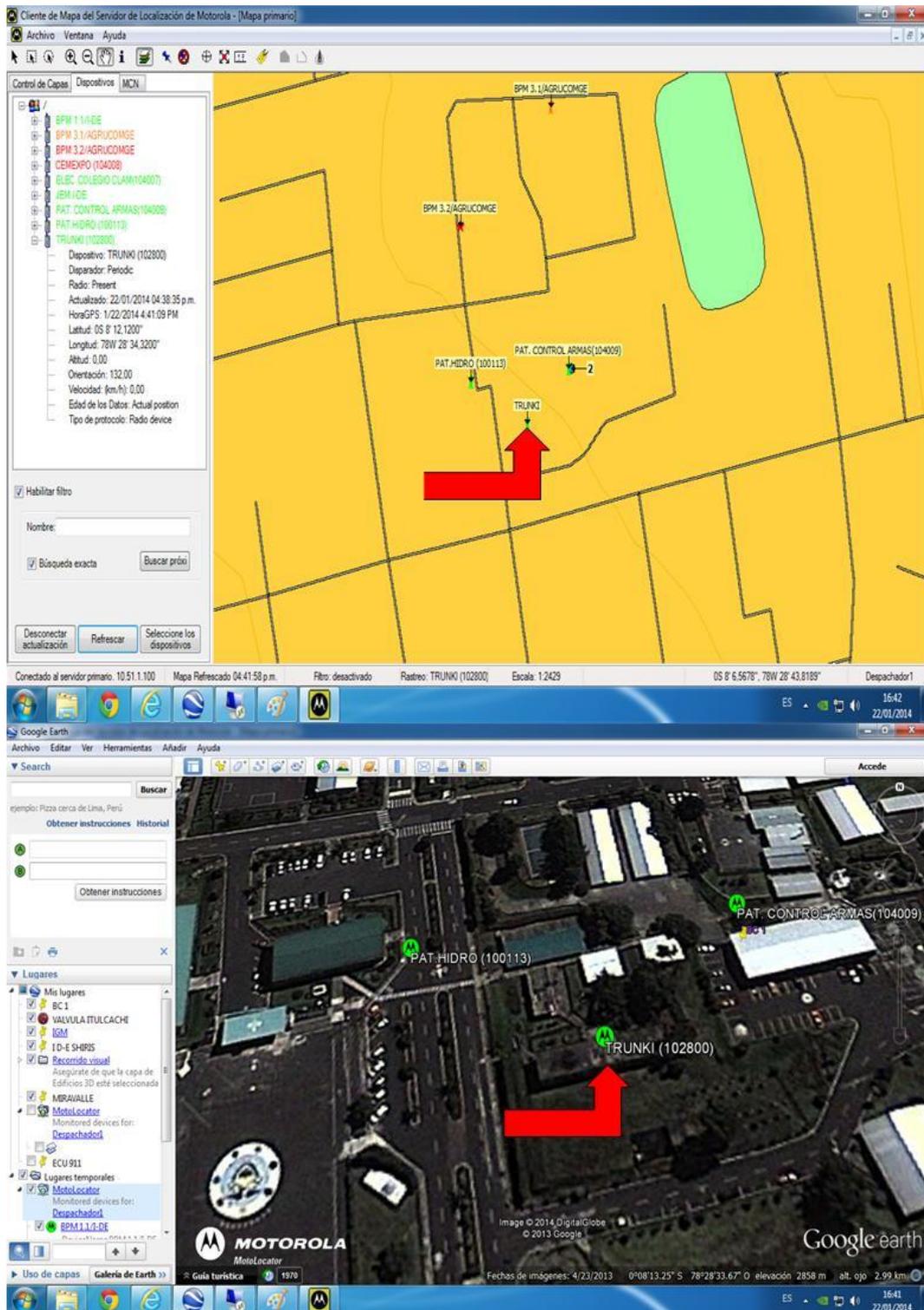


Figura 4.1: Desplazamiento de la radio en MotoMapping y Google Earth

4.2. Comparación de coordenadas geográficas de la radio XTS 2250 Modelo III y MotoMapping y Google Earth.

Para verificar el índice de error se tomara las coordenadas geográficas de Google Earth, MotoMapping, GPS Garmin Etrex Venture HC y la radio XTS 2250 Modelo III ubicándose en una área geográfica como son las inmediaciones de Fuerte Militar “Rumiñahui” con distintas posiciones y elaborar un cuadro comparativo de índice de En la tabla 4.1 se describe las coordenadas geográficas de las radio XTS 2250 Modelo III, GPS, Google Earth y MotoMapping.

Tabla 4.1: Tabla de coordenadas geográficas de radio y GPS

Sitios	XTS 2250 Mod III	GPS Garmin Etrex
Centro de Metrología	LAT 00°08'9.78"S LON 78°28'32.8"W	LAT 00°08'10.0"S LON 78°28'32.9"W
Estadio F.M.R	LAT 00°08'9.9"S LON 78°28'29.04"W	LAT 00°08'06.9"S LON 78°28'28.9"W
Casino de Voluntarios	LAT 00°08'6.0"S LON 78°28'35.46"W	LAT 00°08'06.0"S LON 78°28'35.4"W
Pista de Musculación	LAT 00°08'6.66"S LON 78°28'39.6"W	LAT 00°08'06.7"S LON 78°28'40.1"W
Hospital F.M.R	LAT 00°08'14.52"S LON 78°28'38.58"W	LAT 00°08'14.4"S LON 78°28'38.45"W
Campo de Marte	LAT 00°08'12.96"S LON 78°28'36.96"W	LAT 00°08'12.9"S LON 78°28'37.0"W
Aulas ESCOME	LAT 00°08'12.48"S LON 78°28'31.44"W	LAT 00°08'12.2"S LON 78°28'34.7"W
Patio B.C-1	LAT 00°08'12.42"S LON 78°28'31.38"W	LAT 00°08'12.5"S LON 78°28'31.6"W
Piscina F.M.R	LAT 00°08'10.32"S LON 78°28'29.88"W	LAT 00°08'10.3"S LON 78°28'30.0"W
Villas F.M.R	LAT 00°08'12.42"S LON 78°28'27.54"W	LAT 00°08'12.2"S LON 78°28'27.7"W

4.2.1. Delimitación del Área de estudio.

Para el cálculo del índice de error con las respectivas coordenadas se utilizó una carta topográfica suministrado por el Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) con escala de 1:25000 que abarcan el área de estudio (Batallón de Comunicaciones No 1 "Rumiñahui") el cual es un documento que representa la realidad en forma gráfica valiéndose de simbología para destacar aspectos naturales, hidrográficos, topográficos, distribución de la vegetación, geodésicos y aspectos humanos, redes de caminos, ferrocarril, estructura urbana y rural y asentamientos con características más relevantes. Este mapa es plani-altimétrico por poseer una escala que facilita medir alturas y distancias y altimétrico por poseer curvas de nivel que facilitan conocer latitud de la elevación realizando medidas en la carta.

La delimitación se realizó trazando una línea en las coordenadas $0^{\circ}10'12''$ S de Latitud y $78^{\circ}30'00''$ W de Longitud hasta las coordenadas $0^{\circ}07'30''$ S de Latitud hasta las coordenadas $78^{\circ}27'30''$ W de Longitud.

En la figura 4.2 se observa la carta topográfica de Chaupicruz con escala 1:25000 la misma que abarca el sitio de estudio.

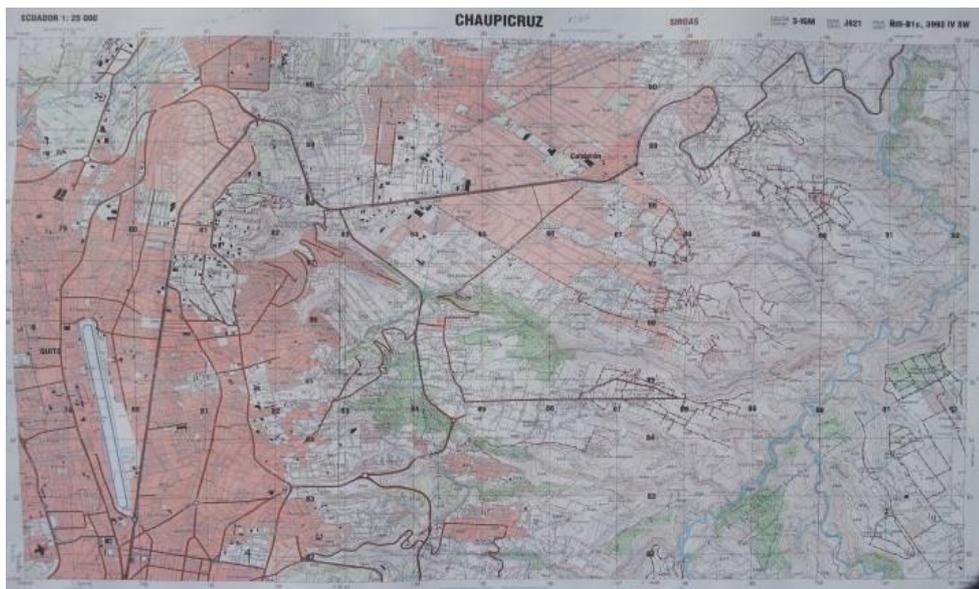


Figura 4.2: Carta topográfica de Chaupicruz con escala 1:25000

Se utiliza un escalímetro con escala calibrada de 1:2500 con el objeto de medir distancias de punto a punto en el terreno.

Una vez delimitado el área de estudio y recopilado los datos de coordenadas geográficas de cada dispositivo se procede a deducir los cálculos con las respectivas deducciones que se enumeran a continuación.

Por cada subdivisión en la carta equivale a 30", por lo tanto

- De 07'30" a 10'00" existe 150" de tiempo real para Longitud y Latitud

En esta delimitación para ubicarse en el área de estudio se encuentra a 30" del punto de línea imaginaria de partida se toma las consideraciones siguientes.

- De 07'30" a 08'00" existe 30" de tiempo real para Longitud
- De 27'30" a 28'00" existe 30" de tiempo real para Latitud
- De 07'30" a 10'00" mide 185 mm de distancia en la carta para Longitud y Latitud

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores.

$$T_1 = T_{total} - T_2 \quad \text{Ec. [4.1] Formula del T1}$$

Donde

T_1 = Tiempo tomado en cuenta para la transformación [segundos]

T_{total} = Tiempo total de la coordenada [segundos]

T_2 = Tiempo de referencia de una línea imaginaria [segundos]

4.2.2. Cálculos para ubicar la posición con respecto a la Latitud de la radio XTS 2250 modelo III.

Por lo tanto con las coordenadas de Latitud 00°08'9.78"S como tiempo total y 00°07'30"S como tiempo de referencia

$$T_1'' = T_{total}'' - T_2'' \quad \text{Ec. [4.2] T1 con respecto a la latitud de la radio}$$

$$T_1'' = 00^{\circ}08'9.78''S - 00^{\circ}07'30''S \quad \text{Ec. [4.3] Operación con}$$

Latitudes

$$T_1 = 39.78 ['] \quad \text{Ec. [4.4] Resultado del T 1 para Latitudes}$$

Por lo tanto

$$\begin{array}{ccc} 150'' & \rightarrow & 185\text{mm} \\ 39.78'' & \rightarrow & X \end{array} \quad \text{Ec. [4.5] Regla de tres simple para X}$$

$$X = \frac{39.78'' \times 185\text{mm}}{150''} \quad \text{Ec. [4.6] Expresión para hallar el valor de X}$$

$$X = 49.06 \text{ mm} \quad \text{Ec. [4.7] Valor total de X}$$

4.2.3. Cálculos para ubicar la posición con respecto a la Longitud de la radio XTS 2250 modelo III.

Por lo tanto con las coordenadas de Longitud 78°28'32.8"W como tiempo total y 78°27'30"W como tiempo de referencia

$$T_1 = T_{total}'' - T_2'' \quad \text{Ec. [4.8] T1 con respecto a la longitud de la radio}$$

$$T_1 = 0^\circ 08' 12.45'' S - 00^\circ 07' 30'' S \quad \text{Ec. [4.9] Operación con}$$

longitudes

$$T_1 = 42.45['] \quad \text{Ec. [4.10] Resultado del T1 para}$$

longitudes

Por lo tanto

$$\begin{array}{ccc} 150'' & \rightarrow & 185\text{mm} \\ 42.45'' & \rightarrow & X \end{array} \quad \text{Ec. [4.11] Regla de tres simple para X}$$

$$X = \frac{42.45'' \times 185\text{mm}}{150''} \quad \text{Ec. [4.12] Expresión para hallar el valor de X}$$

$$X = 52.35 \text{ mm} \quad \text{Ec. [4.13] Valor total de X}$$

4.2.4. Cálculos para ubicar la posición con respecto a la Latitud del GPS Etrex.

Por lo tanto con las coordenadas de Latitud $0^\circ 08' 12.45'' S$ como tiempo total y $00^\circ 07' 30'' S$ como tiempo de referencia

$$T_1'' = T_{total}'' - T_2'' \quad \text{Ec. [4.14] T1 con respecto a la latitud de la radio}$$

$$T_1'' = 78^\circ 28' 31.4'' W - 78^\circ 27' 30'' W \quad \text{Ec. [4.15] Operación con latitudes}$$

$$T_1 = 61.4['] \quad \text{Ec. [4.16] Resultado del T1 para latitudes}$$

Por lo tanto

$$\begin{array}{lcl} 150'' & \rightarrow & 185\text{mm} \\ 61.4'' & \rightarrow & X \end{array}$$

Ec. [4.17] Regla de tres simple para X

$$X = \frac{61.4'' \times 185\text{mm}}{150''}$$

Ec. [4.18] Expresión para hallar el valor de X

$$X = 75.72 \text{ mm}$$

Ec. [4.19] Valor total de X

Con los valores obtenidos se procede a localizar los dos puntos en la carta con escala 1:100 del escalímetro.

4.2.5 Cálculos para ubicar la posición con respecto a la Longitud del GPS Etrex

Por lo tanto con las coordenadas de Latitud $78^{\circ}28'31.4''\text{W}$ como tiempo total $78^{\circ}27'30''\text{W}$ como tiempo de referencia

$$T_1'' = T_{\text{total}}'' - T_2'' \quad \text{Ec. [4.20] } T_1 \text{ con respecto a la longitud de la radio}$$

$$T_1'' = 78^{\circ}28'31.4''\text{W} - 78^{\circ}27'30''\text{W} \quad \text{Ec. [4.21] Operación con}$$

longitudes

$$T_1'' = 61.4''$$

Ec. [4.22] Resultado del T1 para latitudes

Por lo tanto

$$\begin{array}{l} 150'' \rightarrow 185\text{mm} \\ 61.4'' \rightarrow X \end{array}$$

Ec. [4.23] Regla de tres simple para X

$$X = \frac{61.4'' \times 185\text{mm}}{150''}$$

Ec. [4.24] Expresión para hallar el valor de X

$$X = 75.72 \text{ mm}$$

Ec. [4.25] Valor total de X

Con los valores obtenidos se procede a localizar los dos puntos en la carta con escala 1:100 del escalímetro.

Localizado los dos puntos se mide con la escala 1:25000 del escalímetro tomando en consideración los siguientes parámetros que se detalla en la tabla 4.2.

Tabla 4.2: Tabla de medidas del escalímetro y su equivalente real

Medida de escalímetro [línea]	Medida real equivalente [metros]
1 vírgula	20 m
5 vírgula	100 m
0.50 vírgula	500 m
1 de vírgula	1 Km

Para calcular el índice de error tomaremos en cuenta una medida patrón 10 m como 100% de error.

Para lo cual se efectúa los siguientes cálculos

$$\%_e = \frac{100\% * \Delta_d}{10\text{m}}$$

Ec. [4.26] Expresión matemática para

el cálculo de error en porcentajes

Donde

$\%_e$ = Porcentaje de error a calcular [%]

100%= Porcentaje máximo de error [%]

Δ_d =Distancia calculada [m]

10 m=Distancia máxima de error [m]

En el cálculo de índice de error se toma la distancia máxima de error, un valor de 10 m de acuerdo a las órdenes de ejecución de trabajo de las FTE para operaciones en una área geográfica.

4.3. Cuadros comparativos de errores con diferentes dispositivos

Por medio de la elaboración de los índices de error en variación de distancias se pretende determinar la exactitud de ubicación de un dispositivo con respecto a un dispositivo patrón de medida para lo cual se utilizara los equipos mencionados en el literal 4.2 y delimitar el índice de error en los literales detallados a continuación.

4.3.1. Cuadro comparativo de errores entre la radio XTS 2250 modelo III y un GPS

Las medidas tomadas con la radio XTS 2250 Modelo III y GPS Garmin Etrex se mencionan en la tabla 4.3 con nominativos del sitio y sus respectivas coordenadas.

Tabla 4.3: Índices de error entre Radio XTS 2250 y GPS

SITIO	Radio XTS 2250 Modelo III	GPS Garmin Etrex	Distancia	Índice de Error
Centro de Metrología	LAT 00°08'9.78"S LON 78°28'32.8"W	LAT 00°08'10.0"S LON 8°28'32.9"W	± 18m	180%
Estadio F.M.R	LAT 00°08'9.9"S LON 8°28'29.04"W	LAT 00°08'06.9"S LON 8°28'28.9"W	± 40m	400%
Casino de Voluntarios	LAT 00°08'6.0"S LON 8°28'35.46"W	LAT 00°08'06.0"S LON 8°28'35.4"W	± 17m	170%

Pista de Musculación	LAT 00°08'6.66"S LON 78°28'39.6"W	LAT 00°08'06.7"S LON 8°28'40.1"W	± 40m	400%
Hospital F.M.R	LAT 0°08'14.52"S LON °28'38.58"W	LAT 00°08'14.4"S LON78°28'38.45"W	± 20m	200%
Campo de Marte	LAT 0°08'12.96"S LON78°28'36.96"W	LAT 00°08'12.9"S LON 78°28'37.0"W	± 18m	180%
Aulas ESCOME	LAT 00°08'12.48"S LON78°28'31.44"W	LAT 00°08'12.2"S LON 78°28'34.7"W	± 80m	800%
Patio B.C-1	LAT 00°08'12.42"S LON 8°28'31.38"W	LAT 00°08'12.5"S LON 78°28'31.6"W	± 100m	1000%
Piscina F.M.R	LAT 00°08'10.32"S LON 8°28'29.88"W	LAT 00°08'10.3"S LON 78°28'30.0"W	± 20m	200%
Villas F.M.R	LAT 00°08'12.42"S LON78°28'27.54"W	LAT 00°08'12.2"S LON 78°28'27.7"W	± 20m	200%

En la figura 4.3 se observa un índice de error máximo y mínimo entre las radio XTS 2250 Modelo III y GPS Etrex

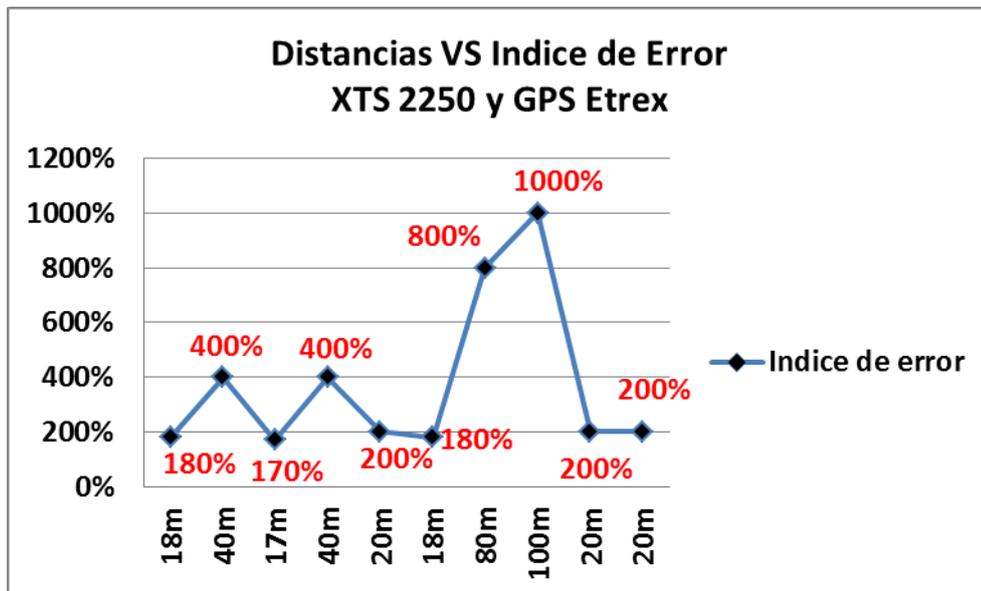


Figura 4.3: Índice de error entre Radio y GPS

En la gráfica anterior se observa que el índice de error entra el GPS Etrex y la radio XTS 2250 Modelo III es considerablemente ya que estos dispositivos depende mucho del enganche de los satélites con los respectivos equipos.

4.3.2. Análisis de resultados

Una vez recopilados los datos y realizados los cálculos de distancias y porcentajes se realiza el análisis de la información.

El receptor GPS tanto de la radio XTS 2250 Modelo III y el GPS Etrex entregan el valor de la posición de latitud y longitud en la cual se encuentra una persona u objeto, pero dicho valor no es exacto de acuerdo a las condiciones favorables o desfavorables en el momento de la recepción de datos de los satélites, los valores de error según las consideraciones anteriores varían entre ± 18 y 100 metros por lo tanto el índice de error se enmarca entre 180 y 1000%.

Estos datos depende mucho de la calibración de los equipos en el caso de la radio XTS 2250 Modelo III la calibración de los GPS son de fabrica El GPS Etrex esta calibrado con la Norma ISO 17025 la misma que se aplica en el Centro de Metrología de la FTE aplicado para calibraciones. Los índices de error de la radio con respecto a GPS se realizaron las gráficas en el programa Excel y delimitar el nivel de error en porcentajes para una mejor comprensión de resultados. En la figura 4.3 se observa el índice depende del porcentaje de acuerdo a la distancia medida en la carta topográfica.

4.4. Solución de reducción del índice de error con DGPS.

Una solución viable para reducir el índice de error de estos equipos es mediante el uso de un Sistema de Posicionamiento Global Diferencial (DGPS), el cual consiste en la utilización de un receptor móvil y una o varias estación de referencia situadas en coordenadas conocidas con gran exactitud. La estación de referencia comprueba todas las medidas a

los satélites en una referencia local sólida, y obtiene en tiempo real las coordenadas de ese punto, cuyos valores ya se conocían. Compara resultados y a partir de ello calcula los errores del sistema en tiempo real y transmite por sistemas múltiples como satélites, radio, protocolos TCP/IP, GSM o UMTS estas correcciones receptoras la radio XTS con monofono y GPS y con una función incorporada con capacidad de recibir las correcciones y enviar su posición exacta con un índice de error mínimo, hasta de un valor de 10 cm.

En la figura 4.4 se observa un sistema DGPS típico la misma que se compone de una estación de control, de referencia, monitores de control para determinar el estado e índices de error e integridad de la emisión, y el transmisor FM para difundir información DGPS a los suscriptores.

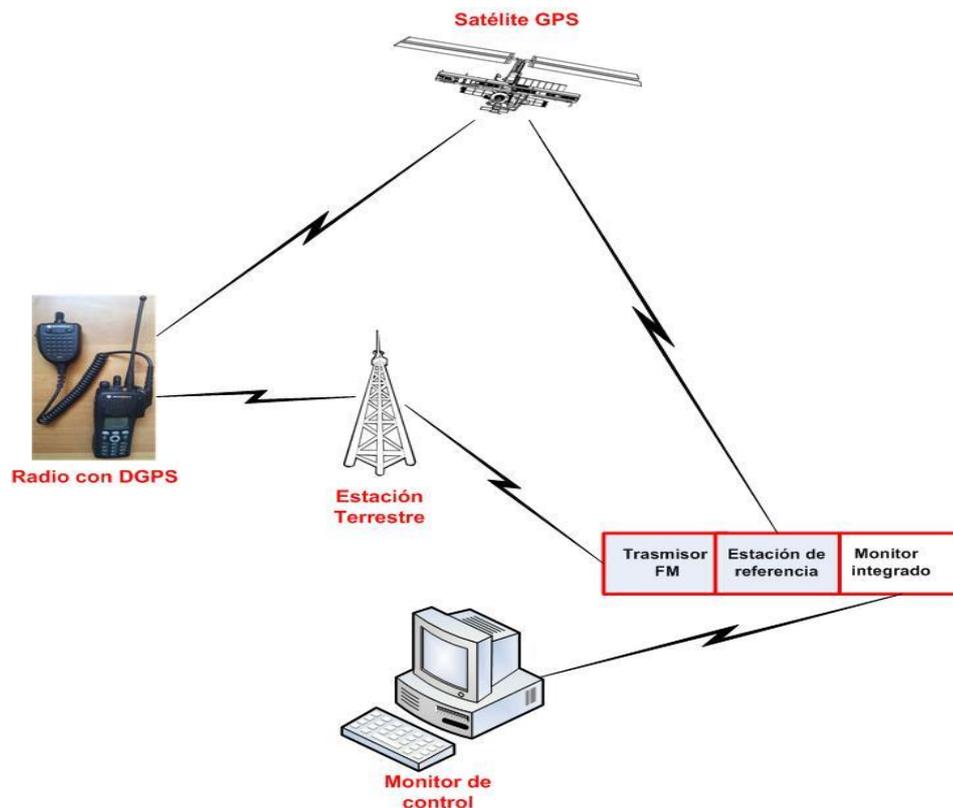


Figura 4.4: Red de comunicación con uso de GPS diferencial

4.4.1. Ventajas e inconvenientes de los GPS diferenciales.

Las ventajas y desventajas de los sistemas GPS diferenciales depende de la distancia y de las correcciones que va efectuar y logran una exactitud tanto en latitud y longitud de un objeto o persona dentro de una área geográfica.

a. Ventajas.

- Proporciona datos de ubicación más exactos
- Permite ubicar la posición de una persona u objeto sin importar las interferencias existentes
- Incorporación de sistemas de navegación sofisticados
- Baja interferencia de ondas ionosfericas
- Máxima flexibilidad del sistema para interoperar con sistemas de radio
- Equipos de bajo costo
- Proporciona un índice de error mínimo con respecto a los GPS comunes
- Riesgos mínimos de interferencia entre radiofrecuencias y servicios de GPS diferenciales

b. Desventajas.

- Menor cobertura
- Se requiere de una gran cantidad de estaciones para una mayor exactitud
- La exactitud de navegación disminuye a grande distancias
- Posible redistribución de frecuencias de radio
- Limitación en la emisión y transmisión de datos.
- Inconveniente en las correcciones de tipo atmosférico.
- Limitación en los procesos de transformación de coordenadas.
- Escasa manipulación de los parámetros de cálculo.

4.5. Simulación de cobertura de un sitio de repetición con Radio Mobile.

Radio Mobile es un software que opera en un rango de frecuencias de 20MHz hasta 20GHz, utilizando el modelo de propagación de radio frecuencia (RF) y modelo de terreno irregular (ITM). Se caracteriza por la facilidad de realizar enlaces de punto a punto pero también tiene una herramienta que proporciona un gráfico del área de cobertura ofrecida por una estación de repetición fija utilizando representaciones y conocer si un suscriptor está dentro del área de servicio.

En este estudio se utiliza el software Radio Mobile el cual permitirá conocer el área de cobertura de una estación de repetición y obtener información sobre un suscriptor para ser localizado por dicha antena y obtener datos de coordenadas geográficas de ubicación en el software de seguimiento de localización MotoMapping y Google Earth instalados en el centro de despacho del sistema troncalizado de la FTE.

El sistema troncalizado de la FTE con la tecnología APCO 25 tiene estaciones de repetición que tiene una cobertura en cada ubicación geográfica específica.

Para simular el área de cobertura en Radio Mobile seccionamos la ciudad en este caso Quito; en la tabla 4.4 se observa las coordenadas del sitio de repetición y sus equipos de comunicación.

Tabla 4.4: Sitios de repetición con sus coordenadas geográficas

Sitio	Coordenadas Geográficas
Cruz Loma	LAT 00° 11' 15" LON 78° 32' 06"
BC-1	LAT 00° 10' 20" LON 78° 28' 23"
Seguridad Presidencial	LAT 00° 11' 20" LON 78° 28' 57"
Control de Armas	LAT 00° 11' 43" LON 78° 29' 29"

Hospital Militar No 1	LAT 00° 12' 46" LON 78° 29' 37"
Puengasi	LAT 00° 14' 57" LON 78° 30' 03"

4.5.1. Herramienta de cobertura de radio polar.

Es una herramienta de Radio Mobile que simula la cobertura para una estación de repetición fija realizando un barrido radial la misma que grafica el mapa con un contorno de área de cobertura y superficie y un color específico.

En figura 4.5 se observa la herramienta de cobertura de radio polar la misma que toma como referencia una unidad central como lo es la estación de repetición Cruz Loma y una unidad móvil denominada Control de Armas I D.E.

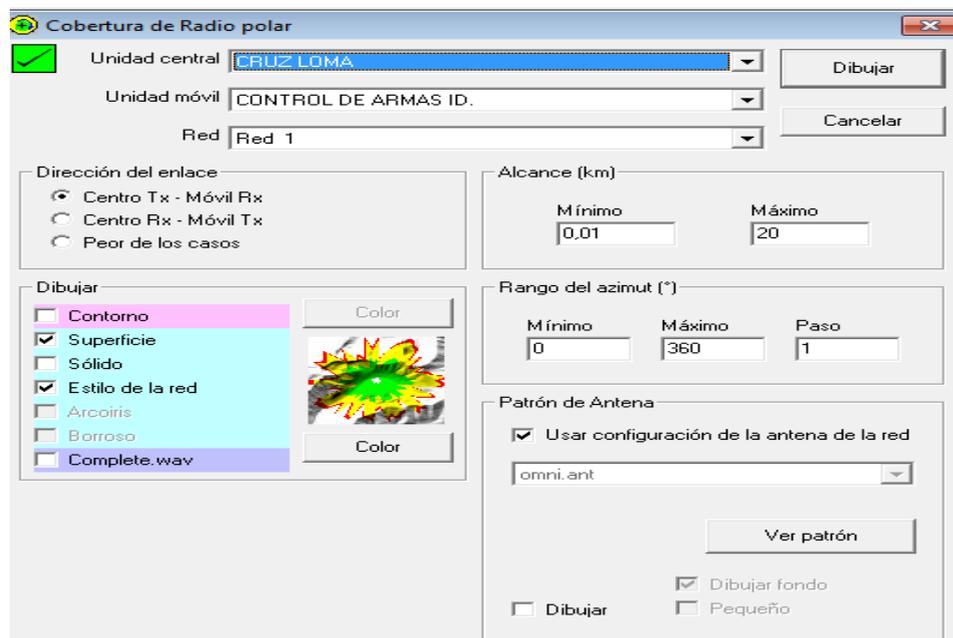


Figura 4.5: Herramienta de cobertura de radio polar

En la figura 4.6 se observa la simulación de enlace de radio entre el sitio de repetición Cruz Loma con una potencia de transmisión de 80 W

nominal y la unidad móvil Control de Armas con una radio XTS 2250 Modelo III con una potencia de recepción de 2 W.

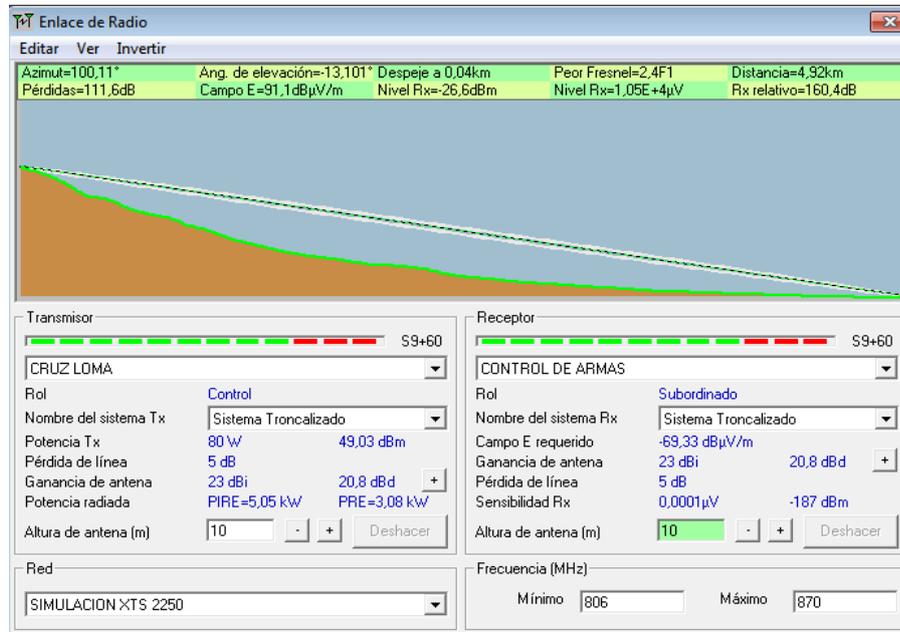


Figura 4.6: Enlace de un repetidor y un suscriptor portátil

En el sistema de radio comunicación troncalizada de la FTE posee un control exhaustivo de las radios mediante el MotoMapping y Google Earth Si el usuario desea realizar un enlace de radio este se conecta a la antena más cercana y envía una señal a la torre solicitando una conexión a un número específico o al despachador de consola de manera directa. El enlace toma un canal de enlace hasta que el mismo finalice.

En la figura 4.7 se observa un enlace de simulación del repetidor (Cruz Loma) con un alcance de hasta 100 Km en línea aire de cobertura con sus respectivos enlaces con las radios ubicadas en diferentes coordenadas del área del Norte de Quito

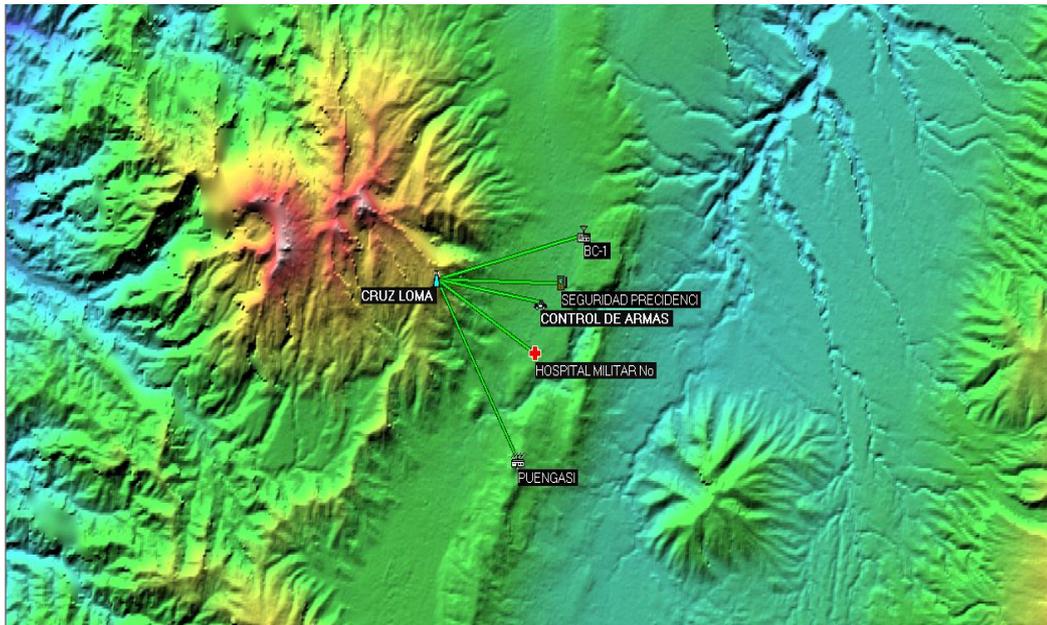


Figura 4.7: Simulación de enlace de un repetidor y sus abonados

En la figura 4.8 se observa la cobertura de radio polar del sitio de repetición Cruz Loma la misma que abarca los suscriptores mencionados en el literal.

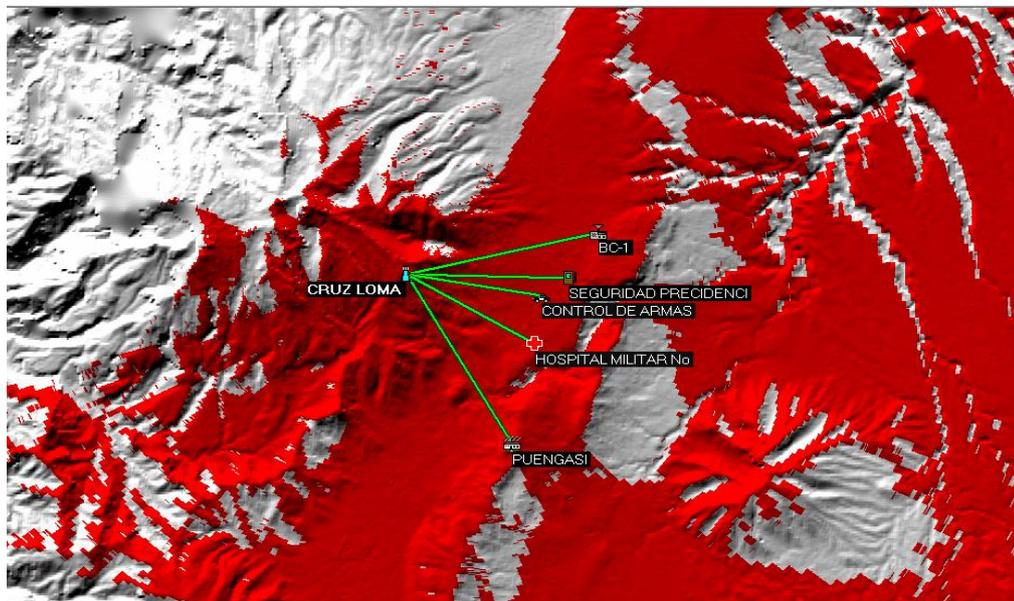


Figura 4.8: Simulación de cobertura del repetidor Cruz Loma de la ciudad de Quito

En este gráfico se observa la cobertura de la estación de repetición Cruz Loma que cubre una buena área de la ciudad de Quito.

La cobertura se visualiza en color verde por lo tanto todos los suscriptores ubicados dentro de esta cobertura se localizará en el MotoMapping del sistema troncalizado de la FTE.

En la tabla 4.5 se observa los datos para la simulación en el software Radio Mobile con respecto a un sitio de repetición y un suscriptor.

Tabla 4.5: Datos para simulación en Radio Mobile

Potencia de Radios XTS	2.5 a 3 W
Rango de frecuencia	806-870 MHz
Sensibilidad	45 MHz
Ganancia de la antena	23 db
Potencia de Tx del repetidor QUANTAR	80 W (nominal)

4.6. Proceso de la localización de la radio XTS 2250 Modelo III.

Como se vio en el capítulo 1 las ondas electromagnéticas viajan a través de espacio transportando la información de los usuarios sin embargo la tecnología APCO 25 tiene una desventaja de que la señal digital tiene un máximo alcance de cobertura y que un suscriptor se encuentra en el umbral máximo de cobertura de ese sitio de repetición automáticamente la radio queda fuera de servicio para lo cual el sistema troncalizado de la FTE posee sitios de repetición que forman células elanzadas para proveer de servicio constantemente a los suscriptores no así con la tecnología analógica que de acuerdo a la atenuación de las ondas la radio continua con la recepción de señales aunque sea de manera muy baja hasta enlazarse con la célula de enlace más próximo.

La radio recibe señales de datos como sincronización de hora y coordenadas de ubicación. Luego este dispositivo de radio por encontrarse dentro de una área de cobertura de un repetidor del sistema

troncalizado transmite la información mediante enlaces de microondas a través equipos ODU e IDU y llega hacia el sitio maestro lugar en el cual se encuentran todos los servidores del sistema incluido el MotoLocator con los respectivos módulos internos como el: MLS, MBS, MES, MAW, MM Server los mismos que proporcionan datos de ubicación real de un suscriptor en una monitor del sistema troncalizado con sus respectivos mapas digitales como MotoMapping y Google Earth. En la figura 4.9 se observa el trayecto de los datos de GPS enviados por una radio XTS 2250 Modelo III desde un punto en el terreno hasta el terminal cliente de MotoMapping o Google Earth.

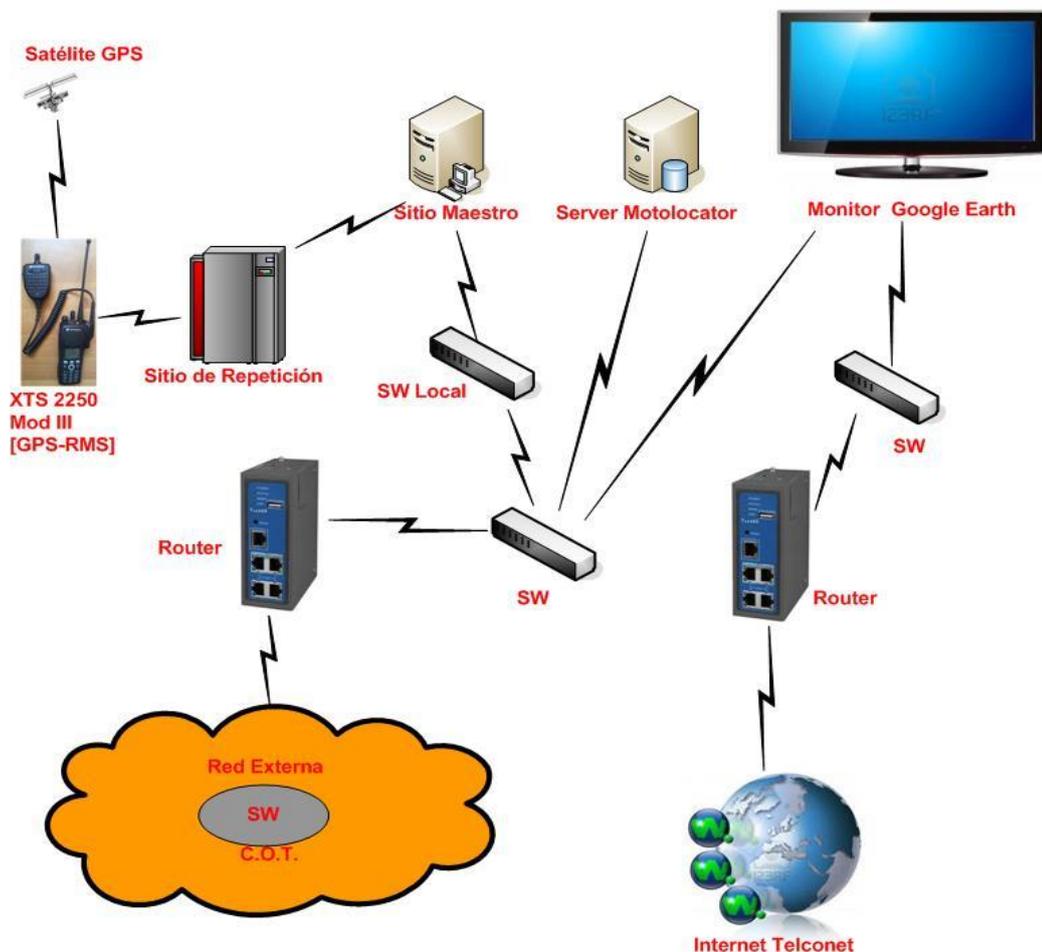


Figura 4.9: Modo de localización de la Radio XTS 2250 Modelo III

4.7. Comparativa de tecnologías de acceso militar en mapeamiento digital entre C2PC y MotoMapping utilizado por la FTE.

La FTE en los últimos 10 años se ha venido actualizado tanto en las áreas de estrategia militar como en el área de las telecomunicaciones por lo tanto se hizo la adquisición de la tecnología de mapeamiento digital C2PC Mando y Control en el año de 2005 y el proceso de adquisición del software MotoMapping desde el año 2011 que actualmente se encuentra operando en el sistema troncalizado.

La tecnología C2PC Mando y Control se emplea en las radios tácticas Falcón asignadas a unidades de zona fronteriza y región Oriente esta tecnología utilizada por la FTE son de tipo Servidor Cliente.

La tecnología de mapeamiento digital MotoMapping se utiliza principalmente para las radios de tipo Motorola en vista de que la FTE es un cliente exclusivo de Motorola y sus productos y servicios.

Las ventajas de estas tecnologías son de vital importancia ya que cada una de ellas se utiliza para la localización de los respectivos suscriptores en diferentes áreas geográficas y satisfacer los requerimientos de enlace y ubicación de cada contingente en la respectiva área geográfica.

En la tabla 4.5 se menciona un cuadro comparativo de las características de las tecnologías de mapeamiento digital como MotoMapping y C2PC utilizados actualmente por la FTE en diferentes ámbitos y ejecución de misiones.

Tabla 4.5: Cuadro comparativo entre tecnologías C2PC y MotoMapping

APLICACIÓN	MotoMapping	C2PC Mando y Control
Licencias	Motorola Inc.	Northrop Grumman Corporation
Interfaz	Cliente /servidor	Comando/control Cliente
Tecnología	Motorola	Harris
Visualización	Mapa cliente	Dibujo táctico
Protocolos	IP	IP
Usos	Civil/ Militar	Militar
Operatividad	Radios APCO 25 y TETRA	Transceptores Harris UHF-VHF
Método de ingreso de datos por parte del operador.	A través de teclado	A través de teclado y lápiz óptico
Conexión a Internet	Permanente durante la sesión de ingreso de datos, pues requiere que un servidor recoja los datos en tiempo real. Si se interrumpe la conexión, se interrumpe la recogida de datos.	No se necesita de conexión a internet excepto para la instalación de la aplicación.

Reportes de ubicación	Reportaje de posicionamiento GPS integrado y automático	Reportaje de posicionamiento GPS integrado y automático
Detección de contingentes	No incluye esta opción	Detección de Fuerzas amistosas hostiles y desconocidas
Edición de mapas	No permite crear mapas	Creación, presentación visual, transmisión y recepción de mapas superpuestos tácticos y de planificación
Edición de símbolos generales	Creación, edición y borrado de símbolos de identificación	Seguimiento, agregado, edición de simbología militar MIL- STD- 2525B
Navegación	Herramienta de navegación terrestre y planificación de rutas	Herramienta de navegación terrestre y planificación de rutas
Alertas audibles	No se admite alertas de emergencia audibles con ningún equipo de radio	Alertas de emergencia audibles cuando se usa con la radio RF-5800H
Protocolos de comunicación	Comunicación basadas en IP o en una red de computadoras de manera inalámbrica por medio de la Internet	Comunicaciones basadas en IP permiten operación en una red de radios FALCON II inalámbrica o en un ambiente de computadoras interconectadas con cables.

Compatibilidad	Compatible con la tecnología APCO 25, TETRA, Google Earth y MotoLocator	Es compatible con la tecnología simulación del campo de batalla MILSIM (Simulación Militar) y radios HARRIS UHF, VHF y Multibanda
Entorno de instalación	Se puede instalar en un entorno de Windows con un Microprocesador Intel Pentium o similares con características propias de un servidor	Se debe instalar en un ordenador portátil con entorno de Windows con un microprocesador COTS Intel Pentium construido para ambientes severos
Normas de cartografía	Opera con cartografía digital con normas de servicio de información geográfica-servicios de posicionamiento y representación geográfica ISO 19116:2004, ISO 19117:2007	Opera con cartografía digital con normas NGA Americana (Agencia Nacional GeoIntelligence)
Portabilidad	No se puede transportar ya que se encuentra instalado en un centro de despacho	Es transportable ya que consta de una computadora portátil de nivel de servidor.
Proveedores de mapas digitales	Proveedor de mapas digitales Motorola Inc. en conjunto con Google Earth de Google.	Provee de mapas digitales de IGM (Instituto Geográfico Militar)

4.8. Pruebas desarrolladas con la radio XTS 2250 MOD III.

En las pruebas realizadas existieron varios factores a las que se sometieron los equipos de radio portátil digital XTS 2250 MOD III en conjunto con el software MotoMapping y la aplicación MotoLocator.

- a.** Se realizaron pruebas de interconexión de llamadas de grupo , multigrupos, llamadas a consola las mismas que se mencionan a continuación:
- b.** Se realizaron llamadas a una radio o varios radios de un mismo grupo realizando los siguientes pasos:
 - Encienda el radio girando la perilla de volumen de izquierda a derecha y luego seleccione el nivel de volumen.
 - Seleccione el grupo en el cual se encuentra el usuario al que usted desea llamar.
 - Presione el botón PTT, luego de escuchar un sonido “bip”, señal de enganche al repetidor y proceda a hablar.
 - Para escuchar la respuesta del radio buscado suelte el PTT.
- c.** Se realizó el envío de una señal de Emergencia a Consola (Quito y Cuenca) para lo cual se ejecutó los siguientes pasos
 - Presione el botón naranja simulando una emergencia. El despachador de consola le contestará su llamada, se notificara el motivo del envío de señal de emergencia
 - Luego de confirmar la emergencia, se cancela la misma presionando durante un tiempo de 5 a 10 segundos el botón naranja hasta escuchar un tono fuerte y continuo.
- d.** Se tomaron lecturas de datos coordenadas geográficas en el Google Earth realizando los siguientes pasos.

- Una vez desplegado la pantalla de Google Earth con MotoLocator se visualiza el mapa típico de Google Earth.
 - En la ventana Lugares esta ubicadas las radios con sus respectivos nominativos en este caso la radio con su nominativo TRUNKI
 - Se da doble clic sobre el icono del nominativo
 - El viso de Google Earth automáticamente se desplaza sobre la ubicación de la radio con sus respectivas coordenadas geográficas.
- e. Se tomaron lecturas de coordenadas geográficas en el cliente de mapa del servidor de localización Motorola MotoLocator
- Se abre el cliente de MotoMapping ubicado en la pantalla como acceso directo.
 - Se despliega un mapa mundial con los 5 continentes y a la vez se visualiza los nominativos de las radios habilitados en la zona sur de América.
 - Se selecciona la pestaña Dispositivos en la cual encontramos los equipos de radio habilitados.
 - Se selecciona el dispositivo con su nominativo TRUNKI
 - De manera automática el visor de MotoMapping de dirige a la posición donde se encuentra ubicada la radio
 - En la parte inferior derecha se visualiza el rastreo el cual define a que radio se lo realizo la localización
 - En la parte inferior derecha se ubica lo datos de coordenadas geográficas actualizada del dispositivo de radio.
- f. Se realizó pruebas de conectividad PING (Buscador o rastreador de paquetes en redes) con una PC mediante la ventana de comando de Windows.

La radio XTS 2250 Modelo III posee una IP en este caso IP: 10.71.1.13 y se puede realizar ping con una PC realizando los siguientes pasos.

- Inicio
- Escribir el comando cmd (Símbolo del sistema)
- En la radio nos ubicábamos en la opción IP
- En la ventana de símbolo de sistema escribimos ping 10.71.1.13
- Enter
- Se despliega Pinging 10.71.1.13 con 32 bits de datos
- Tiempo de 1329 a 693 ms y un TTL (time to live) de 63

En la figura 4.10 se observa la IP de la radio XTS 2250 Modelo III y una ventana de sistema de Windows se logra un enlace mediante conexión IP típico de estos tipos de radios P25.

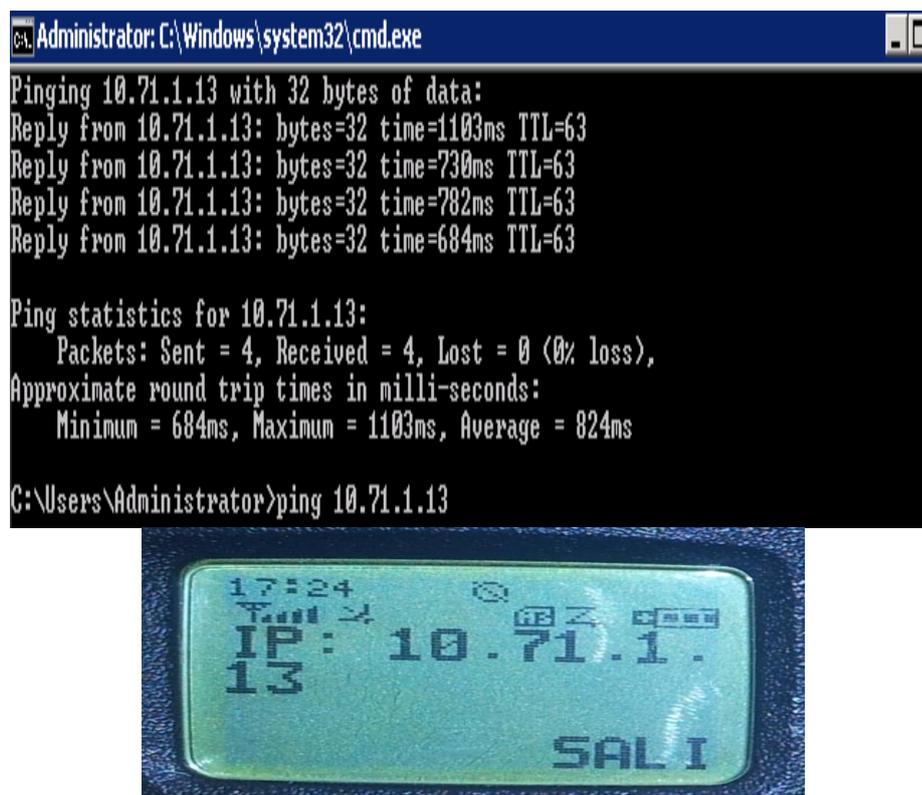


Figura 4.10: Ping de una radio XTS 2250 con símbolo de sistema.

CAPÍTULO 5
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

El presente capítulo expone las conclusiones finales del trabajo de investigación el estudio de factibilidad de las radios XTS 2250 MOD III del sistema troncalizado de FTE. El mismo tuvo por objetivo realizar la revisión y compilación de la literatura técnica existente sobre el sistema de radio troncalizado y su funcionamiento en conjunto con el software localización MotoLocator y la aplicación MotoMapping, sus características, accesorios las normas y estándares que se definieron para asegurar la interoperabilidad de equipos de comunicaciones para la transmisión de datos en VHF/UHF, con el fin de ofrecer un panorama sobre el desempeño del equipo

Del análisis realizado sobre la documentación acerca del tema de estudio sobre la tecnología que acapara las comunicaciones troncalizadas, principalmente en las bandas UHF/VHF se puede destacar los siguientes aspectos.

- La utilización correcta del espectro radioeléctrico mediante la transmisión y recepción de las señales analógicas o digitales de los sistemas de radios móviles, fijos y portátiles de los sitios deben ser utilizados con sumo cuidado.
- La tecnología APCO 25 es utilizada por el sistema troncalizado de la FTE el cual es un conjunto de estándares producidos en base a una arquitectura abierta donde el usuario maneja los diferentes

tipos de sistemas de radio capaces de servir las necesidades de cada uno de los suscriptores.

- Durante los últimos años la tendencia de las telecomunicaciones se han orientado hacia la tecnología IP en especial las comunicaciones militares de la FTE, ya que el estándar es aceptado a nivel mundial. Siendo el Sistema Troncalizado APCO P25 IP versión 7.11 el medio principal de comunicación en las unidades militares.
- Se ingresó la radio XTS-2250 modelo III a la base de MotoLocator del sistema troncalizado las mismas que fueron adquiridas en el último año y aprovechar de la mejor manera sus aplicaciones
- Se realizaron pruebas de campo adicionales para verificar el funcionamiento del sistema de rastreo satelital verificando la precisión y exactitud de las coordenadas. Dado que el error máximo del GPS es de ± 18 a ± 100 metros con condiciones ideales, éste error es despreciable en la cartografía dado que la altura desde la cual se visualiza el mapa y el tamaño de los iconos en el software de rastreo minimizan éste error por escala. Con esta prueba se constató que la radio XTS 2250 Modelo III recepta correctamente las señales de GPS satelitales
- Se realizaron pruebas de llamadas a consolas de Quito y Cuenca, reagrupación, llamadas privadas, llamadas de emergencia y se constando que la radio XTS 2250 Modelo III se adapta de manera muy eficiente dentro del sistema troncalizado de la FTE.
- Se realizaron pruebas de localización de la radio mediante las aplicaciones MotoMapping y Google Earth instalados en el sistema

troncalizado de la FTE y visualizando las coordenadas de su ubicación real, constatando que el equipo se adapta correctamente a estos tipos de mapeamiento digital actualmente utilizado por el sistema troncalizado.

- Se recopiló datos de GPS de la radio XTS 2250 Modelo III y GPS Etrex en las inmediaciones del Batallón de Comunicaciones en diferentes horarios y condiciones climatológicas, lo cual permitió verificar los índices de error con respecto al GPS Etrex como dispositivo de medida patrón.

- Se realizó la medición de distancias de punto a punto en la carta topográfica de Chaupicruz con escala 1:2500, proporcionados por el Instituto Geográfico Militar (I.G.M)

- Se realizó el cálculo de índice de error con las distancias medidas en la carta topográfica con respecto a la posición de la radio XTS 2250 Modelo III y el GPS Etrex

- Se verificó el desempeño de los datos recopilados de los dos equipos con receptores de GPS incorporados de ubicación con respecto a los datos en MotoMapping y Google Earth

- Se verificó la actualización de la radio XTS 2250 Modelo III en MotoMapping en un tiempo máximo y mínimo programado en el servidor de MotoLocator

- Se verificó la veracidad de los datos de latitud y longitud de la radio XTS 2250 Modelo III en Google Earth con respecto a los datos de coordenadas en MotoMapping

- Se realizó el proceso de configuración los parámetros requeridos por ese sistema para ingresar los dispositivos de radio a la base datos de MotoLocator asignándole las diferentes características propias de un equipo portátil como localización, protocolos GPS, función, nombre, número de identificación (ID) y grupo de conversación.
- Se comprobó que la programación de los equipos de radio poseen una alta calidad en cuanto a la confidencialidad, integridad, interoperabilidad tanto para la comunicación y localización del equipo desde el despachador de consolas.
- Se concluyó que los GPS satelitales también poseen un índice de error por lo tanto los receptores GPS en general no reciben las señales adecuadas y correctas razón por la cual cuando se mide los datos de coordenadas geográficas con diferentes dispositivos presentan una leve variación
- En el trabajo es concluido cumpliendo diferentes procesos como la recopilación, clasificación e interpretación de la información obtenida, realizando procesos y diagramas en los diferentes niveles de operación, configuración y administración del sistema MotoLocator, cliente/servidor MotoMapping y Google Earth, para un mejor entendimiento del proyecto de investigación, empleando los métodos necesarios de la investigación científica sobre todo el criterio del personal experto en el área de sistema troncalizado.

5.2. Recomendaciones.

- Se dicte una capacitación técnica al personal sobre las bondades de la radio XTS 2250 Modelo III las mismas que están distribuidas en diferentes unidades militares del Ejército a fin de aprovechar correctamente las capacidades del equipo

- Se solicite información técnica de los equipos de radio, servidores, MotoLocator, MotoMapping a la empresa Motorola a fin de que el personal se instruya y de mantenimiento preventivo tanto en el sitio maestro y sitios de repetición.
- Se revisen las actualizaciones de software de seguimiento de localización MotoLocator, MotoMapping instalados en el sistema troncalizado con la tecnología APCO 25IP versión 7.11.
- Tomar en cuenta las condiciones meteorológicas en las que se desarrolla las pruebas de radio XTS 2250 Modelo III para alcanzar datos exactos de GPS, y lograr reducir el margen de error.
- Se recomiende realizar un estudio y adquisición de un sistema DGPS para que sean instalados en un sitio de repetición a fin de reducir el margen de error con respecto a la ubicación en una área geográfica de la radio XTS 2250 con RMS-GPS
- Se cree procedimientos para operar el centro de despacho del sistema troncalizado y sus respectivos sistemas de comunicación y localización en caso de que llegue el personal con el pase desde otras unidades
- Se estipule normas de almacenamiento y revisión de datos del servidor MotoLocator, MotoMapping y reportes de caídas de sitios de repetición
- Se cree un laboratorio anexado con respectivos parámetros para calibrar los dispositivos de GPS de las radios XTS 2250 Modelo III tanto fijos y portátiles

- Se gestione la adquisición de equipos a la empresa Motorola para calibrar diferentes parámetros de las XTS 2250 y otro equipos que poseen monofonos con GPS

- Capacitar de manera continua al personal militar mediante cursos en el ámbito de las comunicaciones, con el fin de alcanzar un mejor desempeño en las actividades diarias encomendadas por el escalón superior.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLAUCA, L. (2008). Tesis. ESTUDIO Y ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES CON EQUIPOS VHF Y LOCALIZACIÓN VEHICULAR CON SERVICIO DE MENSAJERÍA. Latacunga, Ecuador.
- ARNALICH, S. U. (2012). GPS Y GOOGLE HEART EN COOPERACION. Wáter and Hábitat.
- CEVALLOS, I. (2010). ESTUDIO PARA LA MIGRACIÓN DEL SISTEMA TRONCALIZADO DE LA FUERZA TERRESTRE DEL ECUADOR DE UNA PLATAFORMA SMARTZONE A UNA PLATAFORMA APCO P25 IP. Sangolqui, Pichincha, Ecuador.
- FERNÁNDEZ, A. (2001). LOCALIZACIONES GEOGRÁFICAS. Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal, 5-44.
- GIMÉNEZ, T. R. (2010). SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS.
- MOTOROLA SOLUTIONS, I. (2011). MOTOLOCATOR INTERFACE CONTROL DOCUMENT.
- MOTOROLA SOLUTIONS, I. (2011). MOTOLOCATOR RELEASE 3.4.
- REYES, J. (s.f.). EL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL - GPS. El Sistema de Posicionamiento Global - GPS1. Florida, Estados Unidos.

- TOMASI, W. (2003). SISTEMAS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS. México: Pearson Educación.
- VIÑACHI, G. (Abril de 2010). ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE RADIO TRONCALIZADO PARA PETROECUADOR Y SUS FILIALES. ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE RADIO TRONCALIZADO PARA PETROECUADOR Y SUS FILIALES. Quito, Pichincha, Ecuador.

LINKOGRAFÍA

- CLAROS, I. (Octubre de 2013). ESPECTRO DE FRECUENCIA. Obtenido de <http://zenongutierrez.galeon.com/enlaces2173076.html>
- Corporation, H. (s.f.). HARRIS Corporation. Recuperado el 2013, de <http://harris.com/>
- GARCIA, J. (s.f.). ASI FUNCIONA. Recuperado el 04 de Diciembre de 2013, de <http://www.asifunciona.com>
- Latinoamérica, M. S. (2011). Motorola Solutions. Recuperado el Septiembre de 3013, de <http://www.motorolasolutions.com>
- MOTOROLA, I. (s.f.). MOTOROLA SOLUTIONS. Recuperado el 15 de Diciembre de 2013, de <http://www.motorolasolutions.com>
- ORTIZ, G. (20 de Diciembre de 2004). Información Geográfica. Recuperado el Junio de 2013, de <http://www.gabrielortiz.com/index.asp?Info=058a>

- SENATEL. (3 de Diciembre de 2013). Secretaria Nacional de Telecomunicaciones. Obtenido de <http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec>

GLOSARIO

A

AM: Amplitud Modulada

ASK: Modulación por Desplazamiento De Amplitud

ADSL: Línea de Abonado Digital Asimétrica

APCO: Asociación Nacional de Telecomunicaciones de Estado

AES: Estándar de Encriptación Avanzada

ANSI: Instituto Nacional Estadounidense de Estándares

AC: Corriente Alterna

API: Interfaz de Programación de Aplicaciones

APCO 25: Sistema digital basado en una separación de canales de 12,5 KHz y un principio de modulación FSK previsto pasar a canales de 6,25 KHz y adoptar el esquema de modulación lineal (QPSK).

B

BER: Bit de error

BPSK: Modulación por Desplazamiento de Bi- Fase

C

CTCSS: Tono Continúo Sistema de Silenciamiento Codificado

CQPSK: Modulación por Desplazamiento de Fase Cuaternaria Coherente

C2PC: Comando y Control por Computadora

CAI: Interfaz de Aire Común

COMACO: Comando Conjunto

CNR: Comandos de Red de Radio

CJMTK: Herramientas de Cartografía Comercial

C4FM: 4 niveles de Modulación FM

CPS: Software de Programación Para el Cliente

D

DCS: Silenciamiento Codificado Digital

DRG: Gráfico Digitalizado

DDS: Divulgación de Datos Apoyo

DC: Corriente Continua

DGPS: Sistema de Posicionamiento Global Diferencial

E

ETSI: Estándares de Telecomunicaciones Europeo

FTE: Fuerza Terrestre del Ecuador

F

FM: Frecuencia Modulada

FSK: Modulación por Desplazamiento de Frecuencia

FIFO: Primero Entra Primero Sale

FDMA: Acceso Múltiple por División de Frecuencia

FI: Frecuencia Intermedia

G

GPS: Sistema de Posicionamiento Global

GSM: Sistema Global para las Comunicaciones Móviles

GPRS: Servicio General de Paquetes Vía Radio

GCCS-A: Comando Global y Control de Ejército Americano

H

HPW: Forma de Onda de Alto Rendimiento

I

IDU: Unidad Puertas Afuera

ISI: Interferencia Entre Símbolos

IMBE: Excitación Multibanda Mejorado

I.G.M: Instituto Geográfico Militar

ID: Identificación de Dispositivo

ITM: Modelo de Terreno Irregular

IP: Protocolo Internet

L

LIP: Protocolo de Información de Localización

LRRP: Protocolo de Respuesta y Solicitud de Localización

LMR: Radio Móvil en Tierra

M

MDF: Multiplexación por División de Frecuencia

MDT: Multiplexación por división en el tiempo

MESA: Movilidad de Emergencia y Seguridad Aplicaciones

MFID: Códigos de Identificación del Fabricante

MLS: Servidor de Localización de Motorola

MIDS: Dispositivos de Internet Móviles

MBS: Servidor Límite de MotoLocator

MES: Servidor de Eventos MotoLocator

MRS: Servidor Redundante MotoLocator

MCN: Redes Móviles MotoLocator

MLP: Protocolo de Localización MotoLocator

MAW: Archivo de Escritura MotoLocator

MTS: Servicio de Texto MotoLocator

N

NASTD: Asociación Nacional de Directores Estatales de Telecomunicaciones

NCS: Sistema de Comunicación Nacional

NAC: Códigos de Acceso de la Red

NGA: Agencia Nacional GeoIntelligence Americana

O

OL: Oscilador Local

ODU: Unidad Puertas Adentro

OTRA: Cambio de Claves en el Aire

P

PSTN: Llamada a la Red de Telefonía Pública

PSK: Modulación por Desplazamiento De Fase

PTT: Presione para hablar

Q

QPSK: Modulación por Desplazamiento de Cuadratura en Fase

QAM: Modulación de Amplitud en Cuadratura

R

RFSS: Subsistema de Radio Frecuencia

RMS: Micrófono Remoto con Altavoz

RF: Radio Frecuencia

S

SIG: Sistema de Información Geográfica

SINAD: Relación Señal-ruido Con Respecto a la Distorsión

SNMP: Protocolo Simple de Administración de Red MotoLocator

T

TIA: Asociación de la Industria de Telecomunicaciones

TGID: Identificación de Grupos de Llamadas

TADIL-J: Enlace de Información Digital Táctica

TETRA: Radio Troncalizada Terrestre

TACSAT: Satélite Táctico

TOD: Tiempo de muestra

TCP: Protocolo de Control de Transmisión

TTL: Tiempo de vida

U

UTM: Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator

USMTF: Formato de Mensajes de Texto del Ejercito de los Estados Unidos

V

VHF: Muy Alta Frecuencia

VMF: Formato de Mensajes Variables

W

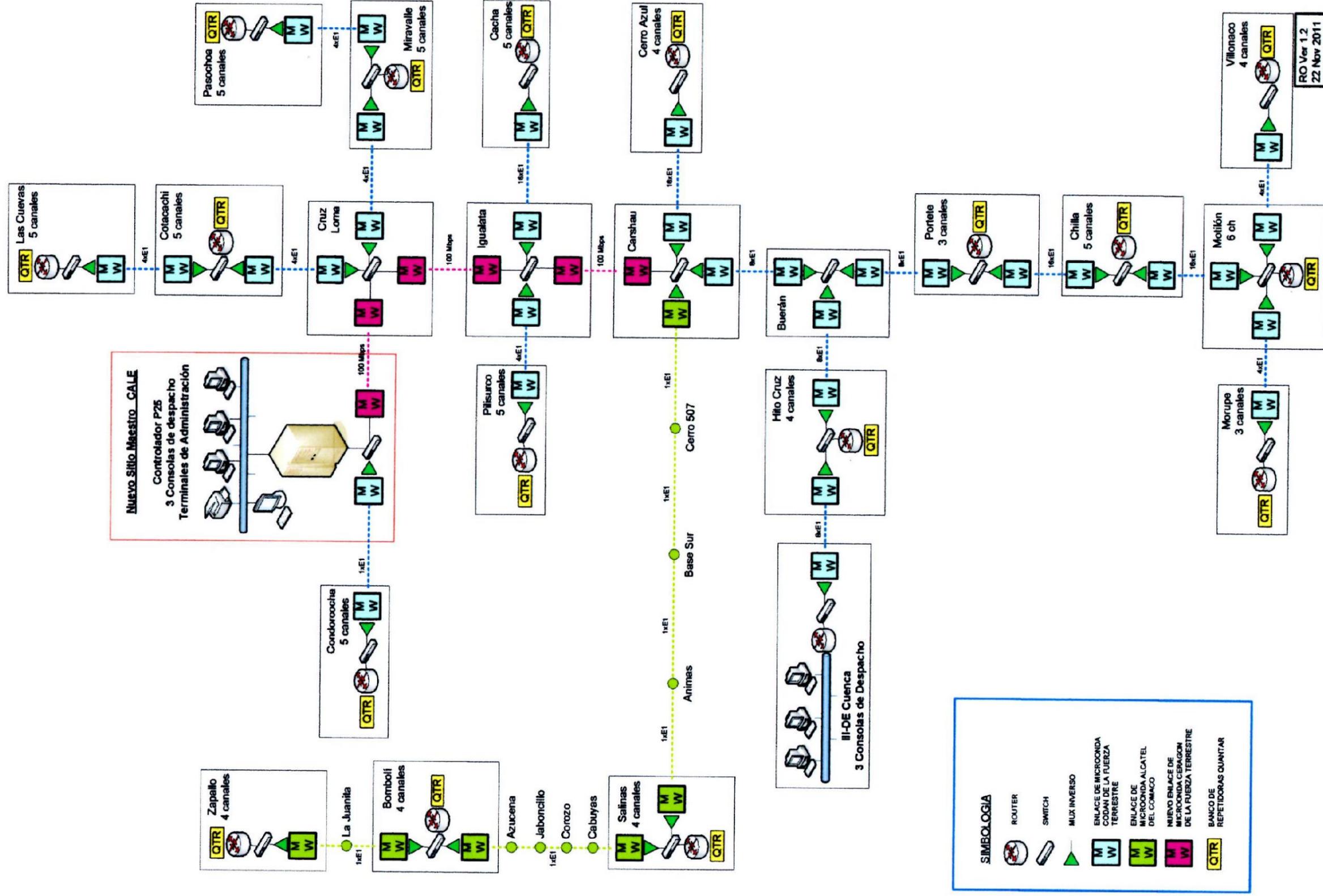
WGS84: Datos de Longitud y Latitud, en un formato común

8-PSK: Modulación por Desplazamiento de Fase

16-QAM: Modulación por Cuadratura de Amplitud

ANEXOS

DIAGRAMA DE RED DEL SISTEMA TRONCALIZADO P25 DE LA FUERZA TERRESTRE



Latacunga, Febrero del 2014.

AUTORÍA

ELABORADO POR:

Tandapilco C. José A.

CI: 020151016-1

APROBADO POR:

Ing. José Bucheli.

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN**

CERTIFICADO POR:

Dr. Rodrigo Vaca

**SECRETARIO ACADÉMICO
UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO**