

DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIÓN DE DATOS POR RADIO PARA LOCALIZACIÓN Y CONTROL INTELIGENTE DE UNIDADES DE TRANSPORTE PÚBLICO EN LA CIUDAD DE CUENCA

DIEGO FERNANDO ARPI SALDAÑA

Egresado de Ingeniería Electrónica
Universidad Politécnica Salesiana

EDGAR ROMEO PAUTA LÓPEZ

Egresado de Ingeniería Electrónica
Universidad Politécnica Salesiana

Dirigido por:

ING. EDGAR EFRAÍN OCHOA FIGUEROA MG.T.

Ingeniero Eléctrico
Magister en Telemática
Senatel: Director General del Austro
Docente de la Universidad Politécnica Salesiana



CUENCA - ECUADOR

2014

Ing. Edgar Efraín Ochoa Figueroa Mg.T.

Certifica:

Que el trabajo intitulado “*Diseño de una Red de Comunicación de Datos por Radio para Localización y Control Inteligente de Unidades de Transporte Público en la Ciudad de Cuenca*”, realizado por Diego Fernando Arpi Saldaña y Edgar Romeo Pauta López, cumple exitosamente con todos los objetivos trazados.

Cuenca, Mayo 2014

Ing. Edgar Efraín Ochoa Figueroa MgT.

DIRECTOR DE TESIS

DECLARATORIA

El trabajo de grado que presentamos a continuación, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana. En tal virtud los fundamentos técnicos – científicos y los resultados son exclusiva responsabilidad de los autores.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y Por la Normativa Institucional Vigente.



Diego Fernando Arpi Saldaña

AUTOR



Edgar Romeo Pauta López

AUTOR

Declaratoria de Responsabilidad

Las ideas, resultados y conclusiones contenidas en esta tesis “*Diseño de una Red de Comunicación de Datos por Radio para Localización y Control Inteligente de Unidades de Transporte Público en la Ciudad de Cuenca*”, son exclusiva responsabilidad de los autores

Cuenca, Mayo 2014

Edgar Romeo Pauta

AUTOR

Diego Fernando Arpi

AUTOR

Dedicatoria

Dedico a Dios ya que me ha permitido cumplir con este objetivo. A mis padres que con amor y constancia me impulsan a seguir adelante, a pesar de los tropiezos que se presentan en el transcurso de la vida. A mi esposa e hijo por ser una inspiración fundamental en el logro de esta meta.

Edgar Romeo Pauta

Este trabajo está dedicado en primer lugar a mis padres y hermanos por el apoyo incondicional que me han sabido brindar día tras día durante toda la carrera, también a mis compañeros de carrera que compartieron tiempos de estudio y sobre todo de amistad para poder llegar a culminar una meta más de mi vida.

Diego Fernando Arpi

Agradecimientos

Agradezco a mi familia por todo el cariño, apoyo y ejemplo brindado para hoy cumplir con este logro de ser profesional. También agradezco al director de tesis y a todos los profesores por su enseñanza impartida a lo largo de mis estudios.

Edgar Romeo Pauta

Agradezco a la universidad Politécnica Salesiana, por brindar mis estudios universitarios y cumplir el gran sueño de llegar a ser profesional, de igual manera agradezco a todos y cada uno de los profesores que compartieron sus conocimientos que serán esenciales para seguir mis estudios de posgrado y también de mucha ayuda en la vida laboral.

Diego Fernando Arpi

Resumen

El diseño de la red planteada posee dos partes principales que son: la estación base y la estación móvil.

En los móviles el objetivo es recopilar datos de localización y velocidad mediante un módulo GPS, además realizar una parte de control remoto y seguridad que consiste principalmente en el bloqueo de encendido remoto, control de apertura y cierre de puertas. Toda esta información debe ser empaquetada en una trama mediante un procesador de datos ARDUINO para ser enviada al módem AX.25 (KISS) TNC-X el cual modula por FSK dicha información y la envía al radio, en este caso los más comunes en nuestro medio son de la marca Motorola con la serie PRO, estos se encargan de enviar toda esta información sobre un canal de radio que puede ser dedicado exclusivamente para esta aplicación o compartido con un servicio de Voz. Estos radios sirven como el medio físico para el envío y recepción de información y serán usados en la estación base y en los móviles.

La estación base tiene como objetivo ser la central donde llegarán los datos enviados por los móviles, el medio físico de recepción será el mismo radio descrito en los móviles, la información será procesada mediante el mismo módem AX.25 (KISS) TNC-X el cual entregará la información enviada por los móviles. Otra característica prevista es la propuesta para el desarrollo de un software con la principal ventaja que el administrador ubicado en la estación base pueda visualizar la ubicación de cada unidad móvil en un monitor, de esta forma se incrementa el confort y seguridad tanto para la empresa como para los usuarios de la misma.

En este diseño finalmente se realiza un análisis de costos y un estudio financiero; donde el primero detalla específicamente el costo de todos los elementos que involucran la creación de esta red. Mientras que en el estudio se analiza la rentabilidad y la competitividad de producir este sistema con respecto a otras tecnologías que ofertan iguales servicios.

Contenidos

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Resumen	v
1 ESTRUCTURA Y DISEÑO DEL SISTEMA	1
1.1 Fundamentación Teórica	1
1.1.1 Sistemas de Localización Automática de Vehículos (LAV)	1
1.1.2 Sistema Automático de Reporte de Posición (APRS)	2
1.1.3 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	3
1.1.4 Comunicación de Datos	3
1.1.5 Paquete de Datos de Radiocomunicaciones	4
1.1.6 Comunicación Analógica	4
1.1.7 Comunicación Digital	5
1.1.8 Tipos de Modulación ^[6]	5
1.1.9 Interfaces y Protocolos	9
1.2 Planteamiento y Descripción General del Sistema	10
1.2.1 Estación Base	11
1.2.2 Estaciones Móviles	13
1.3 Red de Radio para el Sistema ^[6]	15
1.3.1 Tipos de Redes Móviles	16
1.3.2 Espectro Electromagnético en las Radiocomunicaciones	18
1.3.3 Mecanismos de Propagación para VHF y UHF	20
1.3.4 Modelos de Propagación	21
1.3.5 Factores en la selección del Modelo de Propagación en una Red Fijo Móvil con banda UHF - VHF	24
1.4 Diseño para la Red de Datos por Radio. (Hardware y Software del Sistema)	26
1.4.1 Descripción de los Componentes	26
1.4.2 Diseño para las Unidades Móviles (Vehículos)	34
1.4.3 Diseño para la Estación Base	47
1.5 Análisis de Cobertura para el Sistema	50
1.5.1 Desarrollo de la Simulación	51
1.6 Análisis de Tráfico de Voz y Datos	87
1.6.1 Análisis de Tráfico de Voz	87
1.6.2 Análisis de Tráfico de Datos	92
1.6.3 Capacidad de Usuarios del Sistema	92

2	ANALISIS DE COSTOS Y ESTUDIO DE RENTABILIDAD	94
2.1	Detalle de Costos	94
2.1.1	Materiales Directos	94
2.1.2	Mano de Obra	95
2.1.3	Activos Fijos y Análisis de Depreciación	96
2.1.4	Costos de Implementación por Unidad	98
2.2	Estudio de Rentabilidad	98
2.3	Análisis Comparativo entre costos de Tecnologías similares Existentes	101
2.3.1	Hunter	101
2.3.2	Tracklink	102
2.3.3	Comparación de los Sistemas Analizados	103
3	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
3.1	Sobre el diseño del Sistema	104
3.2	Sobre la cobertura del Sistema	105
3.3	Sobre la capacidad de usuarios del Sistema	105
3.4	Sobre los costos y rentabilidad del Sistema	105
	Bibliografía	107

1 ESTRUCTURA Y DISEÑO DEL SISTEMA

1.1 Fundamentación Teórica

En la actualidad la gestión y automatización para el confort de los sistemas de transporte público está tomando vital importancia, en nuestra ciudad es alto el porcentaje de vehículos que ofertan un servicio de transporte y carecen de un sistema que les brinde localización, control y automatización como existen en otros lugares del mundo por ejemplo MOTOTRBO¹ y otros que utilizan sistemas GPRS² que son muy costosos, de aquí se ve necesario realizar un estudio, un análisis económico y de factibilidad para desarrollar un sistema que satisfaga estas necesidades, con el fin de elevar la eficiencia, seguridad y satisfacción a los clientes al momento de usar el servicio de transporte.

1.1.1 Sistemas de Localización Automática de Vehículos (LAV)

Los sistemas de localización automática de vehículos tienen como finalidad entregar la ubicación en tiempo real de vehículos que posean un sistema de posicionamiento global (GPS), estos datos son transmitidos por un sistema de radiocomunicaciones hacia una estación base o centro de control.

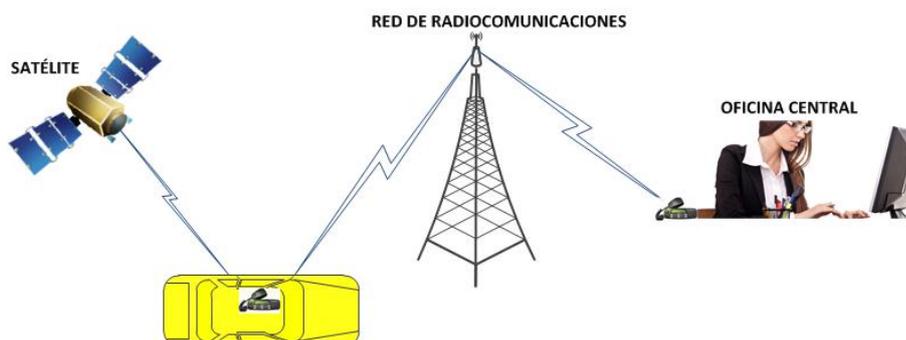


Figura 1.1: Esquema de un Sistema LAV. Fuente: Los Autores

¹MOTOTRBO es un sistema de radio digital de dos vías del fabricante Motorola.

²GPRS o Servicio General de Paquetes vía Radio, su función es la transmisión de datos.

El hecho de conocer la ubicación de un vehículo ha permitido mejorar notablemente en los servicios brindados con móviles, al combinar esta aplicación con otras tecnologías se ha logrado realizar aplicaciones que permitan mejorar la gestión, automatización y seguridad de móviles que posean este sistema, por otro lado se ha podido realizar una mejor planificación de servicios, supervisión de los móviles, todo esto con el fin de incrementar el confort, eficiencia, seguridad de los sistemas de transporte y por ende de los usuarios. [1]

1.1.2 Sistema Automático de Reporte de Posición (APRS)

Los sistemas automáticos de reporte de posición (APRS), fueron desarrollados por Bob Bruninga en 1992, sirven para determinar en tiempo real la localización de un conjunto asociado de dispositivos, lo cual se puede mostrar en mapas. Estos sistemas establecen un protocolo de comunicación de paquetes para el intercambio de información entre un gran número de estaciones, están compuestos de un transmisor/receptor de radio combinado con un receptor de GPS. [10]

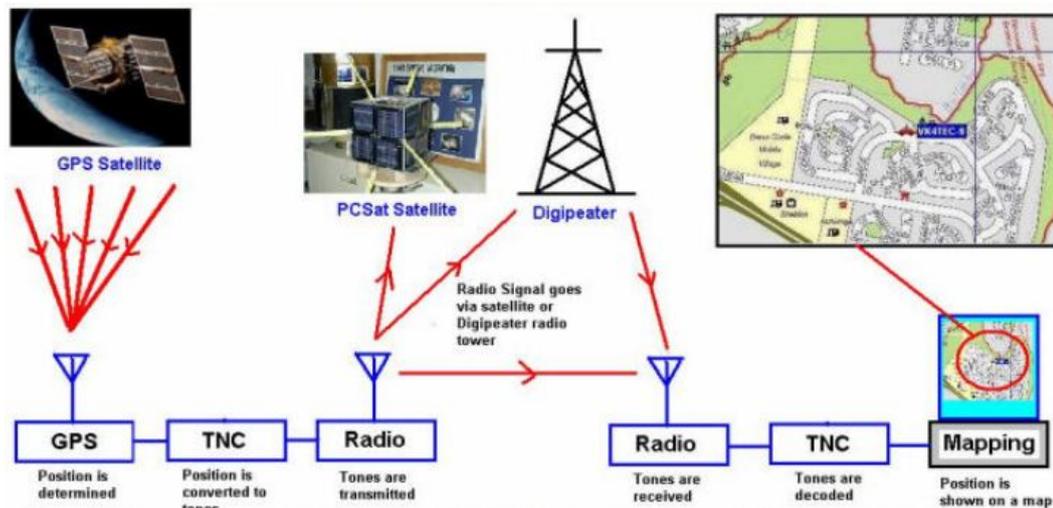


Figura 1.2: Sistema Automático de Reporte de Posición. Fuente: Fauquier Amateur Radio Association [en línea] <Disponible en: <http://www.w4va.org/2010/10/october-meeting-covers-aprs-automated-packet-reporting-system/>> [consulta: 17 Enero. 2014]

Los sistemas APRS descartan la limitante de costo que posee GPRS al trabajar con grandes volúmenes de datos. Su principal intención es incorporar un mecanismo que permita transmitir información ocasionando el mínimo impacto en el sistema de comunicación de radio.

1.1.3 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

Con los avances tecnológicos se ha establecido que para posicionar un punto en cualquier lugar del planeta es necesaria la colocación de transmisores en el espacio dando lugar a la creación de los Sistemas de Posicionamiento Global o sistemas GPS.

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) posee tres partes fundamentales: satélites, receptores y control terrestre de satélites. Existen 24 satélites ubicados en el espacio aproximadamente a 20.200 km de la superficie terrestre en seis órbitas polares diferentes con una distribución estratégica que permite al receptor GPS recibir varias señales de los mismos, entre 6 a 8 sin importar el lugar, los datos de posicionamiento recibidos son coordenadas de Latitud, Longitud y Altura.[3]



Figura 1.3: Constelación de Satélites NAVSTAR. Fuente: TECNOPROJECT [en línea] <Disponible en: <http://www.tecnoprojectltda.com/QUEESGPS.htm>> [consulta: 14 Enero. 2014]

1.1.4 Comunicación de Datos

La necesidad de la comunicación de datos y la disponibilidad de tecnología de bajo costo impulsó el desarrollo de las telecomunicaciones tanto alámbricas como inalámbricas.

La comunicación de datos en este diseño se enfocará al uso de radios móviles los cuales poseen una gran variedad de aplicaciones a través de tierra, mar y aire. Estas redes de comunicación se basan en una serie de tecnologías, algunas de ellas son de vanguardia, pero muchos son los sistemas basados en diseños antiguos y estos se utilizan para la comunicación de voz, una variedad de aplicaciones de datos y se pueden utilizar para ayudar a la navegación y localización.

Un sistema de comunicación transfiere información desde una fuente analógica o digital dependiendo del tipo de comunicación deseada hacia un receptor pasando por un canal de comunicación o medio de transmisión, independientemente de la aplicación. [8]

Los sistemas de comunicación poseen la siguiente estructura:

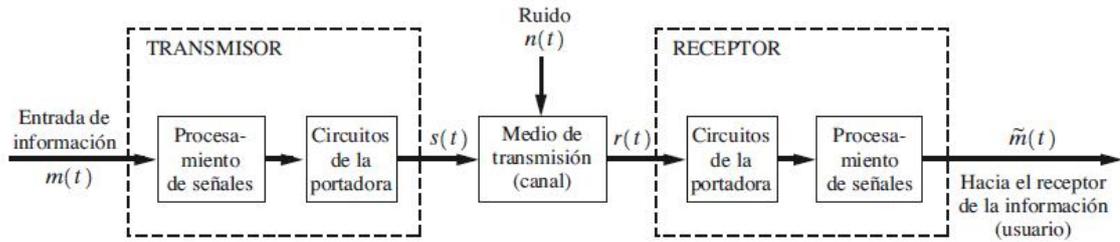


Figura 1.4: Diagrama de Bloques de un Sistema de Comunicación. Fuente: Leon W. Couch, II, “Sistemas de Comunicación Digitales y Analógicos”, Séptima Edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2008. [Consulta: 17 Marzo 2014]

1.1.5 Paquete de Datos de Radiocomunicaciones

El Packet Radio es un sistema de comunicación digital basado en las emisoras de radioaficionados. Se basa en la transmisión – recepción de señales digitales empaquetadas en paquetes pequeños, los cuales luego son reensamblados en un mensaje final, esta comunicación es realizada mediante radios.

La funcionalidad de la tecnología de packet radio permite la transmisión de información proveniente de un terminal o computador a otra estación a través de ondas de radio, para realizarse dicho proceso es necesario que se produzca la transformación de la información en paquetes.

La tecnología de radio paquete posee grandes ventajas con respecto a otros sistemas digitales:

- Detección de Errores: verifica los paquetes recibidos, en caso de algún error pide el reenvío de paquetes.
- Trabajo en Modo Automático: permite al usuario dejar su estación encendida para que otros usuarios puedan conectarse.
- Multiplexación: permite que varios usuarios usen la misma frecuencia de transmisión a la vez. Es decir puede soportar múltiples conversaciones ya que se hace una compartición del canal en tiempo para descartar colisiones.
- Largas Distancias de Transmisión: se puede transmitir a distancias muy lejanas, lo único necesario es poseer estaciones intermedias que permitan una correcta comunicación.
- Transparencia al Usuario: todo el proceso es realizado de forma transparente para el usuario.

1.1.6 Comunicación Analógica

En una comunicación analógica existe una fuente analógica de información la cual produce mensajes que están definidos dentro de un espacio continuo, un ejemplo de

fuente analógica es un micrófono, donde el voltaje de salida describe la información en el sonido y se distribuye a lo largo de un intervalo continuo de valores.

Una forma de onda de comunicación analógica se define como una función de tiempo con un rango continuo de valores de amplitud.

1.1.7 Comunicación Digital

En una comunicación digital existe una fuente digital de información la cual produce un conjunto finito de mensajes, un ejemplo de fuente digital son las teclas de un teléfono digital, en donde existe un número finito de caracteres que la fuente puede emitir.

Una forma de onda de comunicación digital se define como una función de tiempo sólo con un conjunto de valores de amplitud discretos.

1.1.8 Tipos de Modulación ^[6]

En los sistemas de comunicación existen dos tipos de modulación que son:

1.1.8.1 Modulación Analógica

La modulación consiste en combinar la información o señal fuente y una señal pasabanda o portadora que tiene una frecuencia de portadora f_c . La señal fuente de banda base se le conoce como moduladora $m(t)$ mientras que la señal pasabanda se le conoce como modulada $s(t)$ y es la que se transmite por el canal o medio de transmisión.

En el siguiente gráfico se puede visualizar el proceso de modulación:

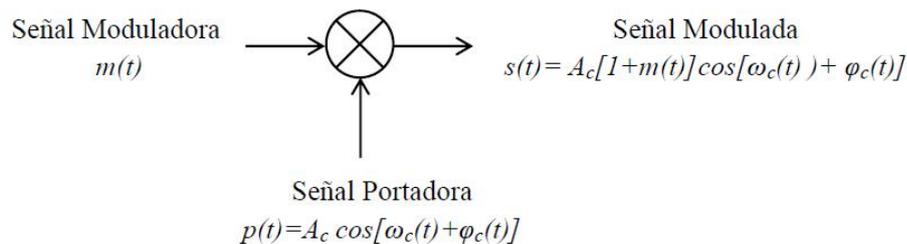


Figura 1.5: Proceso de Modulación. Fuente: Los Autores

Modulación Lineal

En la modulación lineal existe la modulación en amplitud (AM) donde la amplitud de la señal portadora varía según la señal de información o moduladora. Para explicar

la modulación en amplitud se considera que la señal portadora está dada por las siguientes ecuaciones:

$$p(t) = A_c \cos[\omega(t)] \quad (1.1)$$

$$p(t) = A_c \cos(2\pi f t) \quad (1.2)$$

Dónde: A_c es la amplitud de la portadora y f es la frecuencia, como se trata de una modulación de amplitud asumimos que la fase de la portadora ϕ_c es cero.

La señal moduladora que contiene la información está dada por $m(t)$.

La modulación en amplitud (AM) quedaría de la siguiente forma:

$$s(t) = A_c [1 + m(t)] \cos(2\pi f t) \quad (1.3)$$

Existen varias formas de modulación en amplitud conocidas también como de envolvente variable y son las siguientes:

- AM con Doble Banda Lateral
- AM con Banda Lateral Única
- AM Convencional

Modulación Angular

Existen casos especiales de modulación angular como son la modulación en fase (PM) y la modulación en frecuencia (FM), donde la señal portadora varía según la señal de información o moduladora.

La modulación angular posee ventajas sobre la modulación en amplitud, permiten un mayor rango de fidelidad, uso más eficiente de potencia; pero la desventaja es que requieren un mayor ancho de banda lo cual implica circuitos más complejos en el transmisor y en el receptor.

Para explicar la modulación angular se considera que la señal portadora está dada de la siguiente forma:

$$p(t) = A_c \cos[\omega_c(t) + \phi_c(t)] \quad (1.4)$$

$$p(t) = A_c \cos [(2\pi f_c t) + \phi_c(t)] \quad (1.5)$$

La señal moduladora que contiene la información está dada por:

$$m(t) = A_m \sin (2\pi f_m t) \quad (1.6)$$

- La modulación en fase (PM) quedaría de la siguiente forma:

$$p(t) = A_c \cos [(2\pi f_c t) + \phi_c(t)] \quad (1.7)$$

Donde la variación de fase es:

$$\phi_c(t) = k_p m(t) \quad (1.8)$$

Quedando la señal modulada de la siguiente forma:

$$s(t) = A_c \cos [(2\pi f_c t) + k_p m(t)] \quad (1.9)$$

- La modulación en frecuencia (FM) quedaría así:

$$s(t) = A_c \cos [(2\pi f_c t) + \phi_c(t)] \quad (1.10)$$

Donde la variación de frecuencia es:

$$\phi_c(t) = 2\pi k_f \int m(t) dt \quad (1.11)$$

Quedando la señal modulada de la siguiente forma:

$$s(t) = A_c \cos \left[(2\pi f_c t) + 2\pi k_f \int m(t) dt \right] \quad (1.12)$$

1.1.8.2 Modulación Digital

Como se conoce, la modulación se fundamenta en el cambio de uno o más parámetros característicos de la señal portadora; amplitud, fase y frecuencia dependiendo de la entrada o señal moduladora. Por lo cual existen tres técnicas de modulación que transforman datos digitales en señales analógicas:

Modulación por Desplazamiento en Amplitud (ASK)

En esta modulación la portadora toma los valores de amplitud que vienen dados por la señal de datos $m(t)$. La señal modulada quedaría de la siguiente forma:

$$s(t) = \begin{cases} A_c \cos(2\pi f_c t) & 1 \text{ Binario} \\ 0 & 0 \text{ Binario} \end{cases} \quad (1.13)$$

El proceso que realiza una modulación ASK binaria unipolar es transmitir la portadora cuando el bit de datos es “1” y suprimirla cuando es “0”, cabe resaltar que existen modulaciones ASK denominadas multinivel donde la señal modulada toma más de dos valores.

Modulación por Desplazamiento en Frecuencia (FSK)

La modulación FSK consiste en el desplazamiento de frecuencia de la señal portadora desde una frecuencia de marca a una frecuencia de espacio, según la señal digital de datos; es más eficiente que la modulación ASK. En FSK se poseen dos valores binarios que se representan mediante frecuencias diferentes, las cuales tienen que ser próximas a la frecuencia de portadora. Lo cual nos da una señal modulada de la siguiente manera:

$$s(t) = \begin{cases} A_c \cos(2\pi f_1 t) & 1 \text{ Binario} \\ A_c \cos(2\pi f_2 t) & 0 \text{ Binario} \end{cases} \quad (1.14)$$

Donde f_1 es la frecuencia de marca y f_2 es la frecuencia de espacio.

Modulación por Desplazamiento en Fase (PSK)

La modulación PSK consiste en el desplazamiento de la fase de la portadora, según la señal binaria unipolar de datos. En PSK se poseen dos valores binarios que se

representan mediante fases diferentes, lo cual nos da una señal modulada de la siguiente manera:

$$s(t) = \left\{ \begin{array}{ll} A_c \cos(2\pi f_c t) & 1 \text{ Binario} \\ A_c \cos(2\pi f_c t + \pi) & 0 \text{ Binario} \end{array} \right\} \quad (1.15)$$

1.1.9 Interfaces y Protocolos

Las interfaces como también los protocolos cumplen papeles importantes en el desarrollo del sistema planteado. Un protocolo es un conjunto de reglas y normas que permiten una comunicación entre dos o más entidades, mientras que una interfaz es la superficie de contacto la cual posee ciertas características específicas, es decir la parte física que nos permite lograr una comunicación.

1.1.9.1 Interfaz RS232

La Interfaz RS232 es conocida también como estándar EIA/TIA³-232-E el cual es muy completo ya que indica niveles de tensión, la configuración de pines de los conectores, una cantidad de información para el control entre equipos y finalmente especifica las características físicas de los conectores.

La función de la Interfaz RS232 es la transmisión de información serial mediante niveles de voltaje. El nivel alto que va representado por un cero lógico conocido como espacio y el nivel bajo representado por un uno lógico conocido como marca.

El estándar EIA/TIA-232-E tiene una velocidad de transmisión de datos de 20[kbps], también especifica un conector DB-25 de 25 pines el cual puede incluir cuatro tipos de señales que son establecidas por este estándar: común, datos, control y temporización.

1.1.9.2 Protocolo NMEA ^[5]

El NMEA ⁴ definió un protocolo de datos para la comunicación entre instrumentos marinos, el mismo que es utilizado por el GPS para enviar información, pero utiliza una interfaz serial asíncrona con los siguientes parámetros:

- Velocidad de transmisión: 4.800 baudios
- Número de bits de datos: 8 (bit 7 es 0)

³EIA es la Asociación de Industrias Electrónicas mientras que TIA es la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones

⁴NMEA es la Asociación Electrónica de la Marina Nacional de los Estados Unidos.

- Bits de Fin: 1 (o más)
- Paridad: ninguno
- Handshake: ninguno

Este protocolo transmite todos los datos en forma de sentencias, donde cada una emplea una cadena de caracteres ASCII⁵ de la siguiente forma:

Cada sentencia empieza con un signo “\$”, posteriormente consta de dos letras que son el identificador del equipo, las tres letras siguientes corresponden al identificador de sentencia a ser enviada, seguido vienen los campos de datos que se encuentran separados por comas y finalmente termina con <CR><LF> (CR: Carriage Return, LF: Line Feed), por ejemplo:

$$\$ttsss, d1, d2, \dots < CR > < LF >$$

1.1.9.3 Protocolo AX.25

El protocolo AX.25 nace de la necesidad de suministrar de forma fiable datos a través de una variedad de enlaces de comunicaciones entre dos terminales. AX.25 fue desarrollado en 1970 y se basa en el protocolo de redes alámbricas X.25.

AX.25 es usado para realizar una compartición de canal y especifica que el acceso al canal se fundamenta en el CSMA⁶(Carrier Sense Multiple Access), lo que significa verificar el medio para observar posibles portadoras cuando se ocupa el canal.

Las ventajas que posee el protocolo AX.25 es conservar la señal de la estación que envía y la señal de la que recibe el paquete en cada paquete a ser enviado.

1.2 Planteamiento y Descripción General del Sistema

Con el objetivo de brindar soporte a las comunicaciones de voz ya establecidas mediante RF en las bandas VHF - UHF se diseñara un sistema capaz de enviar y recibir datos de localización y velocidad del móvil mediante GPS, además se podrá realizar un control remoto de cada uno de los móviles, para lo cual toda la información será enviada sobre un canal de radio que estará dedicado exclusivamente para esta aplicación, para lograrlo se utilizan los radios más comunes existentes que en nuestro medio son de marca Motorola con la serie PRO, por ende estos serán los que se usen en el diseño propuesto. Estos radios servirán como el medio físico para el envío y recepción de información y serán usados en la estación base, repetidora y en las estaciones móviles.

⁵ASCII significa Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información.

⁶CSMA o Acceso Múltiple por Detección de Portadora sirve para evitar colisiones.

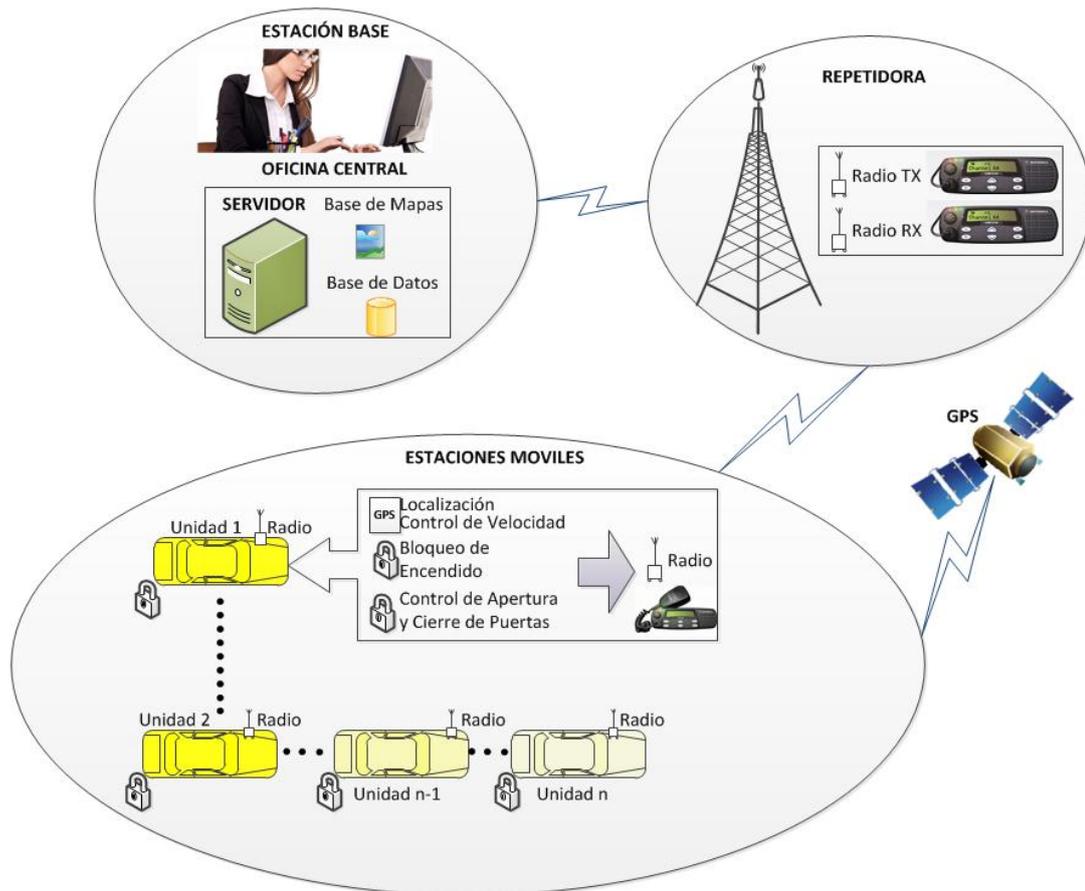


Figura 1.6: Estructura General del Sistema. Fuente: Los Autores

El diseño involucra una parte de control y seguridad para los móviles que consiste principalmente en el bloqueo de encendido remoto y el control de apertura y cierre de puertas. Otra característica prevista para el diseño del sistema es el desarrollo de un servidor de mapas con la principal ventaja de que el administrador ubicado en la estación base conocerá y visualizará la ubicación de cada unidad móvil en un monitor, de esta forma se incrementa el confort y seguridad tanto para la empresa como para los usuarios de la misma.

1.2.1 Estación Base

La estación base es la central donde llegan los datos enviados por las estaciones móviles, los mismos que serán procesados y mostrados en un software instalado en el computador del operador en la base, el cual administrara un servidor de mapas y datos con una interfaz amigable para el usuario.

En la base se necesita tener un a radio con un TNC, estos dos con las mismas características que los utilizados en las estaciones móviles, el TNC entrega la información digital a la computadora mediante una cable USB.

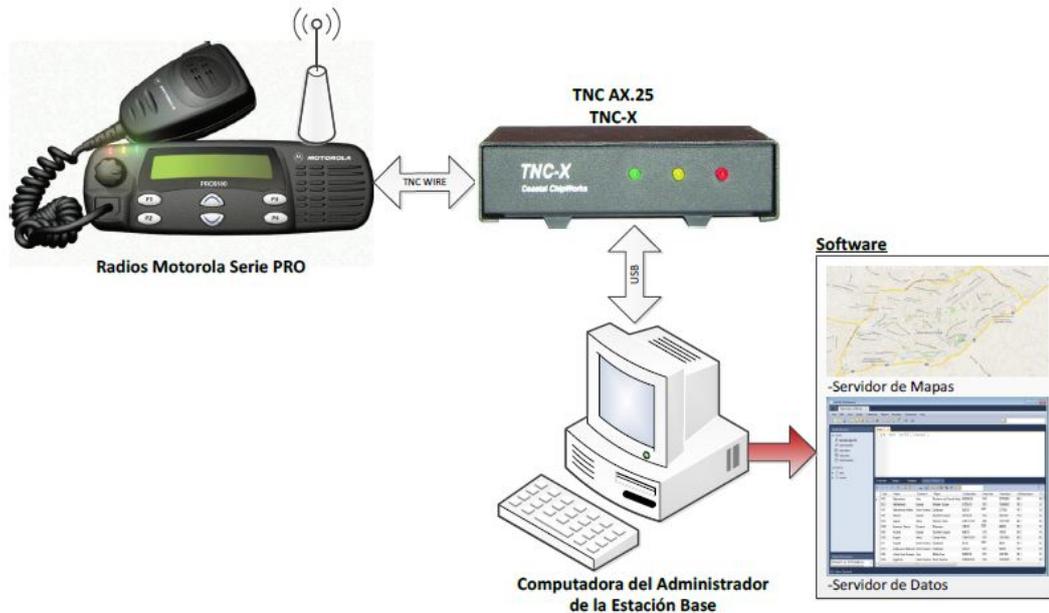


Figura 1.7: Esquema de Equipos y su Conexión en la Estación Base. Fuente: Los Autores

1.2.1.1 Componentes de la Estación Base

Computadora

Se utilizará una computadora de escritorio con un puerto USB 2.0 disponible, las características mínimas requeridas son: procesador CORE i3 o superior, Windows XP, al menos 2GB de memoria RAM y suficiente espacio en disco duro recomendable 500GB, además cualquier tipo de monitor. La computadora de la estación base recibe la información del TNC y la procesa por medio del software que permite la gestión, administración del sistema LAV y además el control remoto de cada una de las unidades. Además se pueden plantear más aplicaciones con el mismo hardware.

Controlador de Nodo Terminal (TNC)

Se utilizará un TNC que funcione con radios en UHF o VHF, El TNC es un dispositivo que además de funcionar en la capa física definida por el modelo OSI, implementa funciones de la capa de enlace de datos y dependiendo de la marca y modelo puede brindar funciones en la capa de aplicación. Algunas de sus características son:

- Fácil conexión a computadores con puertos seriales o USB.
- Compatibilidad con radios móviles para voz VHF y UHF.

Además el TNC utiliza el protocolo AX.25 para transmisión de datos.

Radio

Se utilizarán radios que funcionen en las bandas de VHF o UHF, lo importante es que estos posean puertos de entrada y salida para conectarse a dispositivos externos, los recomendables son modelos de consola, en nuestro medio los más comunes son de la marca Motorola con la serie PRO.

Software en la Computadora de la Estación Base

Se utilizará un sistema de reporte de posición mediante mapas que tendrá la cobertura de la ciudad, en este se permitirá observar calles, avenidas y la ubicación de las unidades móviles. Este software será previsto con comandos fáciles de usar y proporcionará herramientas para poder controlar las unidades con las características de bloqueo de encendido y bloqueo de puertas. Además podrá ampliarse para más necesidades y aplicaciones que requiera el usuario.

1.2.2 Estaciones Móviles

Estos son los vehículos o móviles que forman parte de la flota manejada por la estación base o central, cada una de estas unidades tiene la misma dotación de equipos.

Las estaciones móviles o unidades pueden reportar su posición a la estación base cada determinado tiempo o por petición de la estación base dependiendo del software diseñado para la estación base, el cual con el mismo hardware tiene la facultad de aprovechar una extensa cantidad de aplicaciones para las unidades móviles.

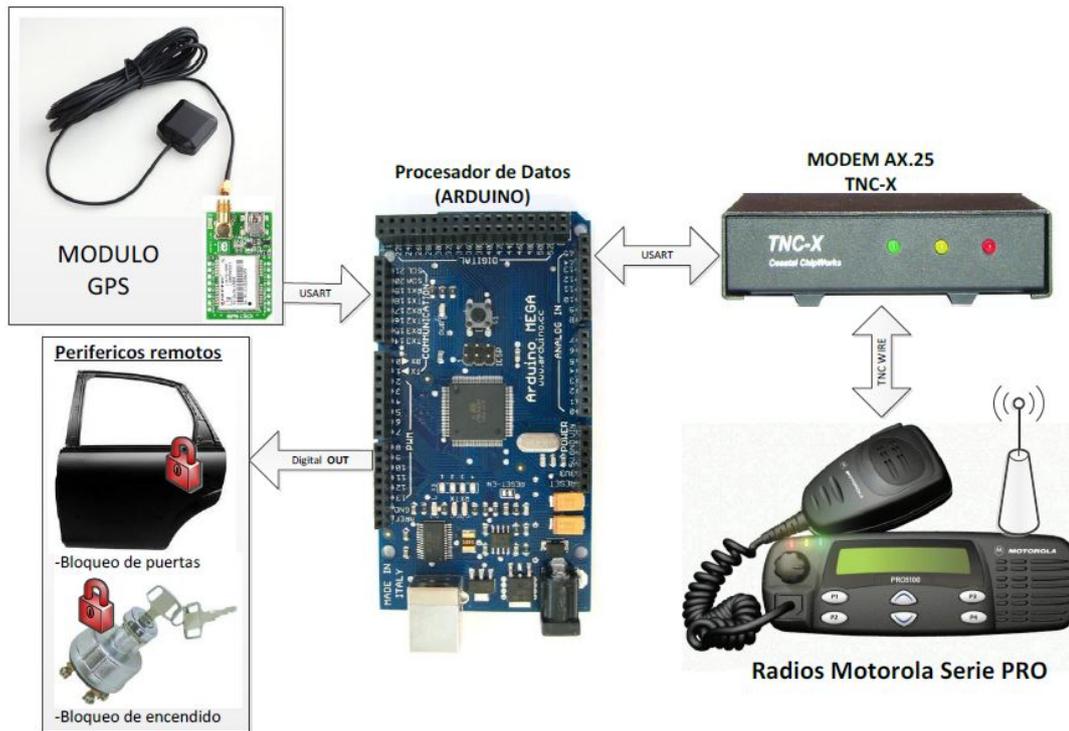


Figura 1.8: Esquema de Equipos y Conexión en las Unidades Móviles. Fuente: Los Autores

1.2.2.1 Componentes de las Estaciones Móviles

GPS

Este elemento es necesario en cada unidad móvil para formar parte del sistema de localización automática LAV. El GPS debe tener ciertas características como poseer precisión de tiempo UTC ⁷. También los datos de salida deben contar con un protocolo NMEA 0183⁸. Este dispositivo se conecta a un procesador de datos el cual está interconectado a un TNC que es un dispositivo de enlace de datos.

Radio

En cada unidad móvil como requisito para este sistema debe existir un radio UHF o VHF. El cual se lo configura adecuadamente para cada unidad móvil y se interconecta con el TNC, es importante recalcar que este radio debe formar parte obligatoriamente de la misma red de radio de la estación base.

⁷UTC: Tiempo Universal Coordinado, es un acuerdo internacional para mantener los horarios a nivel mundial con respecto al Meridiano Greenwich.

⁸NMEA 0183: Protocolo de Asociación Nacional Electrónica de la Marina de Estados Unidos.

Procesador de Datos

Este elemento se usa en conjunto con el TNC en cada unidad móvil, este procesador se encarga de manejar los datos recibidos y datos que se enviarán, en caso de datos recibidos revisa instrucciones de bloqueo de puertas o encendido para posteriormente activar o desactivar los actuadores mediante los puertos digitales del mismo y en el caso de envío de datos envía los datos proporcionados por el GPS que contienen la ubicación de la unidad móvil que envió.

Periféricos Remotos

Se encuentran en cada una de las unidades móviles, son controlados mediante el procesador de datos, son los actuadores para el sistema de bloqueo de puertas y encendido, la mayoría de unidades modernas ya los poseen instalados y las que no lo poseen no es complicada su instalación.

Controlador de Nodo Terminal (TNC)

El TNC (Terminal Node Controller) es utilizado como dispositivo de enlace de datos tanto para UHF como para VHF en la estación base y en las estaciones móviles. El TNC puede tener la capacidad de dar una respuesta automática de posición a una solicitud de la estación base además de la transmisión repetitiva de la misma. El TNC se conecta al radio existente en el vehículo y al procesador de datos que administrará los datos recibidos y datos a enviar.

1.3 Red de Radio para el Sistema_[6]

La evolución de las necesidades han obligado que las redes evolucionen a través del tiempo, por lo que se debe tener presente que el comportamiento de los usuarios puede variar lo cual obliga a diseñar una red que no se limite por un número de usuarios y muchos otros factores si no al contrario esta debe poder extenderse del plan inicial.

Antes de detallar lo referente a las redes móviles hay que destacar que es un requerimiento para el diseño del sistema planteado contar con una red implementada y en funcionamiento como es el caso de las compañías de taxis de la ciudad de Cuenca en los que se basa este estudio. Pero es necesario conocer las opciones de redes móviles existentes, los requerimientos que implica el crear una red, simular el modo de propagación y conocer los factores que intervienen en la misma.

Existen muchas consideraciones que deben ser tomadas en cuenta al momento de elegir el diseño de la red como:

- Costo - Efectividad.
- La tecnología que se ordenó para una aplicación particular.
- Soporte para las bandas de frecuencia autorizadas.
- Funcionalidad.
- Seguridad.
- Capacidad para cumplir los niveles de servicio (calidad de servicio, tipo de servicio, área de cobertura).
- Niveles de riesgo aceptable (capacidad de la tecnología para ofrecer, fiabilidad de los proveedores de infraestructura de radio).
- Disponibilidad (sobre todo para las nuevas tecnologías de radio).
- Disponibilidad de los accesorios (radios portátiles de mano, otros componentes del sistema).
- Interoperabilidad con sistemas heredados o de otros sistemas dentro del alcance de la zona de servicio.

Todas son muy importantes y definirán el correcto diseño de la red.

1.3.1 Tipos de Redes Móviles

Existen varios tipos de redes móviles que pueden ser divididos por el modo de operación, lo que puede afectar en la aplicabilidad y su planificación al crearlas. Las cuales son:

- Modo directo.
- Single Site (Sitio único).
- Simulcast (Transmisión Simultánea).
- Trunk (Troncal).
- Celular.
- Compuesto.
- Otros métodos.

1.3.1.1 Red factible para el Sistema

Para el sistema que se plantea se usa la red móvil Single Site, la cual es una de las más simples y antiguas, que en la actualidad siguen en uso para aplicaciones como:

- Aplicaciones aeronáuticas, para los movimientos de tierra del aeropuerto.
- Marítima, para el control de las actividades portuarias y conexas.

- Las pequeñas empresas que operan en un área geográfica limitada, como las compañías de taxis, lo cual se inclina al requerimiento de red en el sistema planteado.
- Los servicios de emergencia siguen utilizando la vieja tecnología.

La red móvil single site posee una infraestructura fija de un solo sitio, son de fácil diseño, proporcionan cobertura a una pequeña área de servicio. Estos sistemas suelen utilizar la operación simplex, y cada usuario en la red puede unirse en una conversación, pero sólo una persona a la vez puede hablar.

Esta red móvil posee ventajas que le hacen apropiado en ciertas aplicaciones como:

- Es de bajo costo, tanto para la estación base y para las unidades móviles.
- Permite la compartición de espectro entre muchos usuarios.
- Proporciona un estándar simple para su uso en todo el mundo.

En el sistema planteado se tiene un despachador en una ubicación estratégica, para poder generar un área necesaria de servicio, la que se verá limitada por los efectos de distancia, terreno y desorden, como se indica en la siguiente figura.

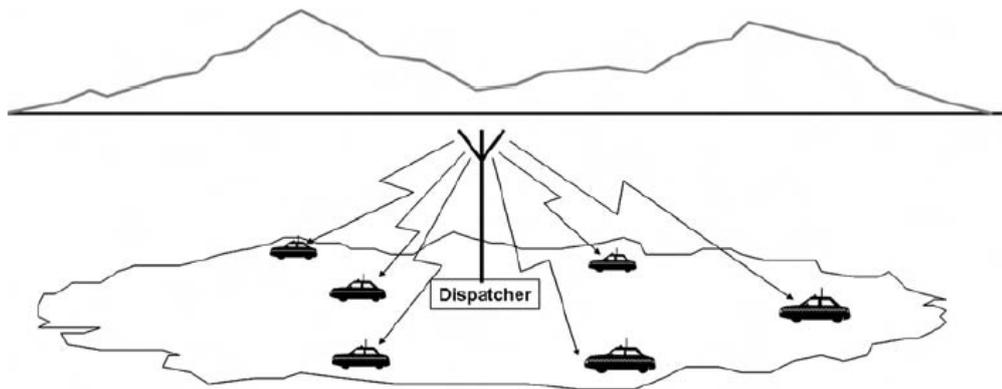


Figura 1.9: Red de Radio Móvil Single Site. Fuente: Adrian W. Graham, Nicholas C. Kirkman and Peter M. Paul, “Mobile Radio Network Design in the VHF and UHF Bands”, A Practical Approach, All of Advanced Topographic Development and Images (ATDI) Ltd, UK, 2007. [Consulta: 17 Abril 2014]

El diseño de la red es para la ciudad de Cuenca por lo que la ubicación de la antena, altura sobre el suelo y el tipo, son las únicas variables a ser analizadas, hay que destacar que las redes móviles se encuentran implementadas y en funcionamiento para las compañías de taxis. En cuanto a las frecuencias estas serán asignadas por un ente regulador, que en nuestro país es la CONATEL⁹.

Estos tipos de redes poseen algunas limitaciones como:

⁹CONATEL es el Consejo Nacional de Telecomunicaciones y es el ente de administración y regulación de las telecomunicaciones en el país.

- Cobertura limitada.
- Capacidad limitada para soportar el número de abonados.
- Predisposición del sistema al abuso, donde una persona que llama puede bloquear el sistema.

Las cuales impiden a este tipo de red de radio móvil ser usada en muchas aplicaciones.

1.3.2 Espectro Electromagnético en las Radiocomunicaciones

Las radiocomunicaciones se relacionan por medio del espectro electromagnético, el cual permite asegurar que las distintas redes de radiocomunicaciones no interfieran entre sí. Para lograr dicho objetivo se requiere la coordinación de los servicios que operan dentro y fuera del país dando lugar a organizaciones o agencias que se encargan de solucionar conflictos de espectro, cómo interactúan entre sí y de administrar las asignaciones de radiofrecuencia.

El espectro electromagnético es el rango de frecuencias total de radiación electromagnética, el cual se encuentra dividido en bandas, para este caso la parte del espectro que interesa es la que contiene las bandas de frecuencia usadas en radiocomunicaciones.

Las redes de radiocomunicación utilizan las bandas VHF (Muy altas frecuencias) y UHF (Ultra altas frecuencias), es decir entre 30 Mhz y 3 Ghz. El espectro electromagnético que se utiliza en la red, se basa en el plan nacional de asignación, gestionado por el regulador nacional llamado CONATEL, que también se encargará de las tareas internacionales.

A continuación se muestra un listado general de bandas de frecuencia con algunas características cada una:

Banda de Frecuencias	Designación	Características de Propagación	Usos Comunes
3-30 kHz	Muy baja frecuencia (VLF)	Onda terrestre; baja atenuación día y noche; alto nivel de ruido atmosférico	Navegación de largo alcance; comunicación submarina
30-300 kHz	Baja frecuencia (LF)	Semejante a VLF, un poco menos confiable; absorción durante el día	Navegación de largo alcance y radiobalizas para comunicación marina
300-3000 kHz	Media frecuencia (MF)	Onda terrestre y onda celeste nocturna; baja atenuación de noche y alta durante el día; ruido atmosférico	Radio marítima, detección direccional y difusión por AM
3-30 Mhz	Alta frecuencia (HF)	La reflexión ionosférica varía con la hora del día, la temporada y la frecuencia; bajo ruido atmosférico a 30 MHz	Radio de aficionado; difusión internacional, comunicación militar, comunicación de larga distancia para aeronaves y barcos, telefonía, telegrafía, comunicación por fax
30-300 MHz	Muy alta frecuencia (VHF)	Propagación de casi de línea de vista (LOS), con dispersión debido a la inversión de temperatura, ruido cósmico	Televisión VHF, radio bidireccional de FM, comunicación en AM para aeronaves, auxilio de navegación de aeronaves
0.3-3 GHz	Ultraalta frecuencia (UHF)	Propagación de LOS, ruido cósmico	Televisión UFH, telefonía celular, auxilio de navegación, radar, GPS, enlaces microonda, sistemas personales de comunicación

Cuadro 1.1: Bandas de Frecuencia de Radiocomunicaciones. Fuente: Leon W. Couch, II, *Sistemas de Comunicación Digitales y Analógicos*, Séptima Edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2008. [Consulta: 22 Abril 2014]

1.3.3 Mecanismos de Propagación para VHF y UHF

Muchos sistemas inalámbricos propagan señales a través de ambientes no ideales, por lo que se requiere conocer los efectos ambientales que se generan y para esto un aspecto importante es la frecuencia usada ya que de esta dependen los modelos de propagación.

Las frecuencias utilizadas en radiocomunicaciones se las conoce como radiofrecuencias y son ondas electromagnéticas que van desde 1Mhz hasta los 300Ghz, en la industria el rango es de 1Mhz hasta 1Ghz.

Como las frecuencias van por encima de HF, entonces la longitud de onda de la señal depende de la velocidad de propagación de la onda electromagnética y esta a su vez depende del medio en el que se está propagando. En el espacio libre la velocidad de propagación (V_p) es aproximadamente la velocidad de la luz en el aire:

$$V_p = c = 3 \times 10^8 \left[\frac{m}{s} \right] \quad (1.16)$$

Esta velocidad es muy similar cuando la propagación es realizada a través del aire. Entonces podemos decir que la longitud de una onda electromagnética es la distancia recorrida por la onda en un ciclo y puede ser calculada de la siguiente forma:

$$\lambda = \frac{V_p}{f} = \frac{3 \times 10^8}{f} [m] \quad (1.17)$$

Donde λ es la longitud de onda que viene dada en metros, c es la velocidad de la luz en el aire y f es la frecuencia en Hz o ciclos/seg.

El entorno de radio móvil se basa en la propagación en las bandas VHF - UHF y ésta predomina por los siguientes mecanismos de propagación:

- Difusión entre el transmisor y el receptor debido a la distancia.
- Reflexión de las superficies 'plano'.
- Dispersión de las superficies irregulares.
- La refracción por cambios en la atmósfera (especialmente la altitud).
- Difracción debido a las obstrucciones sólidas.
- La absorción debido a los objetos que atenúan la energía de RF.

En la mayor parte las ondas VHF y UHF viajan con líneas de vista y propagación de onda reflejada, emplean antenas de tamaño moderado lo cual les hace importantes en las comunicaciones móviles. A continuación se analizarán los mecanismos de propagación para los modelos de propagación para VHF y UHF.

1.3.3.1 Pérdidas de Propagación_[11]

Una señal electromagnética al ser radiada reducirá o se atenuará dependiendo de la distancia con respecto a la fuente que la emite. En muchos casos no intervienen otros factores, por lo que se tomará la ecuación de pérdidas en el espacio libre (Free-Space Loss):

$$FSL = 92,45 + 20 \log D(Km) + 20 \log f(GHz) \quad (1.18)$$

$$FSL = 32,45 + 20 \log D(Km) + 20 \log f(MHz) \quad (1.19)$$

Donde FSL es la pérdida en el espacio libre o pérdida de trayecto en dB, f es la frecuencia y D es la distancia del enlace o de la trayectoria.

La distancia del enlace puede ser calculada cuando se poseen las coordenadas geográficas basadas en el sistema de referencia que usa las coordenadas angulares como latitud (Norte y Sur) y longitud (Este y Oeste), en donde las coordenadas Norte y Este poseen un signo positivo mientras que los otros poseen el signo negativo:

Para el transmisor: $T_x(X_t, Y_t)$

Para el receptor: $R_x(X_r, Y_r)$

La distancia del enlace se obtendrá en kilómetros y se realiza con la siguiente fórmula:

$$D = 111,18 \arccos[\sin X_t \sin X_r + \cos X_t \cos X_r \cos(Y_r - Y_t)] \quad (1.20)$$

Aquí se puede observar que las pérdidas incrementan mientras mayor es la frecuencia y la distancia de la trayectoria, por lo que se destaca el uso de las antenas VHF y UHF que trabajan a frecuencias altas y longitudes de onda cortas.

En las comunicaciones móviles los equipos son reducidos y no se emplean potencias altas para la transmisión, pero las distancias son cortas y en el trayecto existen muchos obstáculos. Existen muchos modelos que sirven para predecir la pérdida media entre el transmisor y receptor, dependiendo de factores específicos como la zona geográfica, obstáculos, tipo de terreno, distancia, etc.

1.3.4 Modelos de Propagación

Este modelo no hace referencia a un enlace fijo, sino que sirve para describir explícitamente la trayectoria entre el transmisor y el receptor de forma detallada, solo se requiere un requisito que es la ubicación del receptor, entonces el proceso se repite para todas las ubicaciones posibles de la antena. De esta manera se permite determinar el comportamiento de la red para un usuario.

1.3.4.1 Modelos Punto a Área

Este modelo utiliza métodos menos precisos para describir la trayectoria, más bien caracteriza la trayectoria de acuerdo con algunos parámetros que se espera encontrar en la trayectoria.

El modelo punto a área tiene por objetivo proporcionar una estimación general de la propagación de radio basado en las características nominales en lugar de datos de la trayectoria específicas.

Modelo de Longley – Rice

El modelo de Longley – Rice es muy detallado, el rango de frecuencias aplicable para este modelo es desde los 40 MHz hasta los 100Ghz, en rangos de 1 a 2000 kilómetros, con alturas de antenas entre 0,5 y 3.000 metros, y para una polarización vertical y horizontal. El modelo se presenta en forma de programa de ordenador el cual solo pide el ingreso de los parámetros necesarios y calcula la pérdida de trayectoria media.

El modelo Longley – Rice tiene dos modos, el de punto a punto y el de punto a área. Este modelo se limita ya que no considera el efecto multitraectoria y no posee como realizar correcciones por factores ambientales ni de obstáculos.

Modelo de Okumura

El modelo de Okumura se puede aplicar para el rango de frecuencias entre 200Mhz y 1.920 Mhz, este modelo es empírico, se basa en los datos medios. Para el modelo de Okumura, la zona de predicción se divide según las categorías del terreno: área abierta, área suburbana y zona urbana.

La expresión de Okumura para la pérdida de trayectoria media es:

$$L_{50} (dB) = L_{FSL} + A_{mu} - H_{tu} - H_{ru} \quad (1.21)$$

Donde L_{FSL} es la pérdida en el espacio libre que depende de la distancia y la frecuencia, A_{mu} es la atenuación media relativa a la pérdida en el espacio libre en una zona urbana, la estación base tiene una altura efectiva $h_{te} = 200m$, y la altura de la antena móvil $h_{re} = 3m$, también el valor de A_{mu} depende de la frecuencia y la distancia. H_{tu} es el factor de ganancia de altura de la estación base, H_{ru} es el factor de ganancia de altura de la antena móvil

Por medio de estas ecuaciones Okumura desarrolló un conjunto de curvas, que muestran la atenuación relativa a la pérdida en el espacio libre A_{mu} , este modelo es uno de los más simples, se caracteriza dentro de los mejores y más exactos en las predicciones.

Modelo de Hata

El modelo de Hata también llamado Okumura – Hata, es aplicable para el rango de frecuencias desde 150Mhz hasta los 1920Mhz y posee tres fórmulas diferentes, para las áreas urbanas, suburbanas y áreas abiertas.

- Áreas Urbanas

$$L_{50} (dB) = 69,55 + 26,16 \log (f_c) - 13,82 \log (h_t) - a (h_r) + [44,9 - 6,55 \log (h_t)] \log (d) \quad (1.22)$$

Donde

$$150 < f_c < 1500 \quad f_c \text{ en Mhz}$$

$$30 < h_t < 200 \quad h_t \text{ en metros}$$

$$1 < d < 20 \quad d \text{ en km}$$

Y $a (h_r)$ es el factor de corrección de la altura de la antena móvil. Para una ciudad pequeña o mediana:

$$a (h_r) = [1,1 \log (f_c) - 0,7] h_r - [1,56 \log (f_c) - 0,8] \quad (1.23)$$

Mientras que para un ciudad grande:

$$a (h_r) = \begin{cases} 8,29 [\log (1,54 h_r)]^2 - 1,1 & f_c \leq 200 \text{ Mhz} \\ 3,2 [\log (11,75 h_r)]^2 - 4,97 & f_c \leq 400 \text{ Mhz} \end{cases} \quad (1.24)$$

- Áreas Suburbanas

$$L_{50} (dB) = L_{50} (urban) - 4,78 [\log (f_c)]^2 + 18,33 \log (f_c) - 40,94 \quad (1.25)$$

- Áreas Abiertas

$$L_{50} (dB) = L_{50} (urban) - 2 \left[\log \left(\frac{f_c}{28} \right) \right]^2 - 5,4 \quad (1.26)$$

Modelo COST 231

El modelo COST 231 es un modelo de Hata mejorado que es aplicable en el rango de frecuencias de 1500Mhz hasta 2000Mhz. La cobertura del modelo COST 231 es:

Frecuencia: 1500 – 2000Mhz

Altura efectiva de la antena del Transmisor, hte: 30 – 200m

Altura efectiva de la antena del Receptor, h_r: 1 – 10m

Enlace de distancia, d: 1 – 20Km

La expresión de COST 231 para la pérdida de trayectoria media es:

$$L_{50} (dB) = 46,3 + 33,9 \log (f_c) - 13,82 \log (h_t) - a (h_r) + [44,9 - 6,55 \log (h_t)] \log (d) + C \quad (1.27)$$

Donde f_c es la frecuencia en Mhz, h_t es la altura de la estación base en metros, h_r es la altura de la estación móvil en metros, $a (h_r)$ es el factor de corrección de la altura de la antena móvil definido anteriormente, d es la distancia del enlace en Km, $C = 0dB$ para las ciudades medianas o centros suburbanos con densidad de árboles medio, $C = 3dB$ para centros metropolitanos.

Los modelos Hata y COST 231 son muy importantes en la planificación de RF.

1.3.4.2 Modelos Punto a Punto

Este modelo no hace referencia a un enlace fijo, sino que sirve para describir explícitamente la trayectoria entre el transmisor y el receptor de forma detallada, solo requieren un requisito que es la ubicación del receptor, entonces el proceso se repite para todas las ubicaciones posibles de la antena. De esta manera se permite determinar el comportamiento de la red para un usuario.

1.3.5 Factores en la selección del Modelo de Propagación en una Red Fijo Móvil con banda UHF - VHF

El modelo escogido para simular la propagación depende de muchos factores denominamos requerimientos los cuales serán descritos a continuación.

1.3.5.1 Rango de Frecuencia

En primer lugar se debe verificar que el modelo de propagación a simular se encuentre dentro de la gama de frecuencias válidas, como se explicó anteriormente cada modelo posee su rango de frecuencias donde puede ser aplicado. Este proceso de seleccionar el modelo adecuado ha provocado que se usen modelos específicos para cada aplicación, de esta manera se han estrechado las bandas de frecuencias en donde pueden ser aplicados.

1.3.5.2 Longitud del Enlace

Las redes que se manejan para este sistema son de radiocomunicaciones en las bandas VHF y UHF las cuales se caracterizan por poseer rangos cortos de enlaces, por lo que es necesario comprobar las longitudes que permite simular cada modelo de propagación al momento de escoger el o los adecuados.

Los factores adicionales de atenuación son debido al tipo de terreno y las características de la forma de ocupación del suelo. Estos factores pueden ser descritos explícitamente o se pueden generalizar.

Cuando se manejan distancias más largas los efectos atmosféricos tienen mayor importancia mientras que el tipo de terreno y la forma de utilización del suelo menos.

1.3.5.3 Medio Ambiente

Un modelo de propagación debe ser escogido dependiendo del medio ambiente ya que no todos los modelos son adecuados para todos los entornos. En los modelos punto a área esta característica es muy importante ya que sus mediciones son realizadas en circunstancias específicas, como por ejemplo para zonas urbanas y suburbanas donde la ocupación del suelo rodea el elemento móvil.

1.3.5.4 Altura de la Antena

La altura de las antenas tanto en la estación base como en la estación móvil son características importantes en el momento de elegir un modelo de propagación, ya que no todos los modelos pueden ser aplicables a cualquier altura. Existen algunos modelos de propagación que poseen sus determinadas configuraciones de enlace.

1.3.5.5 La Aplicación

Al elegir un modelo de propagación se debe tener en cuenta la aplicación planeada, ya que una consideración fundamental es la aplicación de la actividad de simulación.

1.3.5.6 Datos Disponibles

Se debe comprobar que el modelo escogido coincida con los datos disponibles, esto debe influir en la actividad de planificación. Entonces los datos ambientales que se utilizarán con el modelo de propagación deben ser considerados por su importancia.

1.4 Diseño para la Red de Datos por Radio. (Hardware y Software del Sistema)

El sistema para localización y control de vehículos necesita tener bien definida su estructura de funcionamiento de acuerdo a los equipos y tecnologías a utilizarse, en el diseño se han escogido las herramientas tecnológicas y equipos que sirven para el cumplimiento de los objetivos planteados.

Un módulo GPS para adquirir los datos de posición además un módulo procesador de datos para administrar datos de control y ubicación de los vehículos y los módems TNC q nos servirán para el envío y recepción de datos, el requerimiento para plantear este diseño es una red de radio para las bandas UHF/VHF montada en los móviles y en la central con el propósito de usar esta comunicación inalámbrica para enviar información de ubicación y de control de bloqueo de unidades móviles en el caso del diseño planteado, además de otros datos de ser el caso o requerimiento del usuario.

1.4.1 Descripción de los Componentes

Los principales componentes para el diseño tanto en la estación base como en las estaciones móviles se detallan a continuación:

TNC:

Controlador de Nodo Terminal. Consiste en un modem para la comunicación entre un transceptor y un microcomputador con un propósito llamado PAD (Packet Assembler/Disassembler), usado para procesar paquetes de información y comunicarse con un terminal o computador. Las características principales de un TNC son:

- Convertir señales de audio en información digital y viceversa.
- Permitir funciones para el control de información.
- Comunicación con una computadora.
- Soportar el protocolo NEMEA 0183.

Para el diseño realizado se utiliza el TNC de marca Coastal ChipWorks modelo TNC-X que cumple con las características especificadas anteriormente además es uno de los modelos más económicos existente en el mercado. Cabe destacar que se puede utilizar el TNC de marca Kantronics con el modelo KPC-3+ que posee aún más características pero de igual forma su costo es mayor.



Figura 1.10: TNC marca Coastal ChipWorks modelo TNC-X. Fuente: TNC-X - The Expandable TNC [en línea] <Disponible en: <http://www.tnc-x.com/>> [Consulta: 17 Marzo 2014]



Figura 1.11: TNC marca Coastal ChipWorks modelo TNC-X parte posterior. Fuente: TNC-X - The Expandable TNC [en línea] <Disponible en: <http://www.tnc-x.com/>> [Consulta: 17 Marzo 2014]

Este TNC tiene las siguientes características:

- TNC-X es un dispositivo que conectado a un ordenador permite enviar datos por un sistema radio.
- Utiliza el protocolo KISS compatible con todos los programas de APRS.
- Tiene tres tipos de conexión, puerto serie (9 pines), puerto USB o por Bluetooth.

- Posee un segundo puerto de entrada serial para una unidad de GPS.

El segundo puerto de entrada serial es diseñado para incluir un módulo GPS mientras una computadora o microcontrolador está usando el puerto serial principal, se pueden usar los dos al mismo tiempo.

A continuación se ilustra en la figura la parte posterior del TNC en la cual se identifican sus puertos.

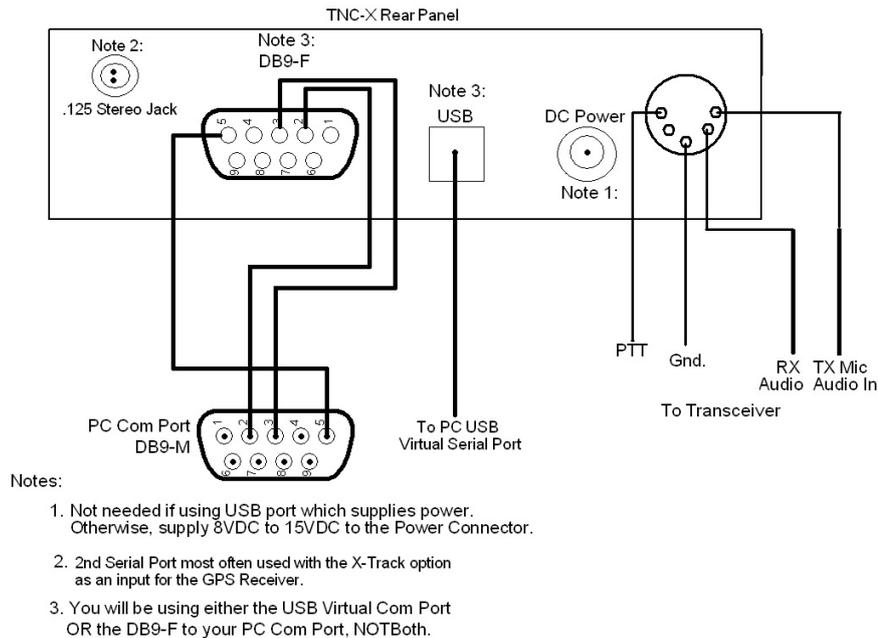


Figura 1.12: Parte posterior del TNC-X y sus Puertos. Fuente: TNC-X Hookup Diagram, Coastal Chip Works, [en línea] <Disponible en: <http://tnc-x.com/hookup2.gif/>> [Consulta: 18 Marzo 2014]

Las especificaciones del TNC-X se incluyen en el Anexo A.

GPS:

El objetivo principal del sistema es brindar la ubicación de cada una de las unidades móviles para lo cual nos basamos en el Sistema de Posicionamiento Global que es un sistema de radionavegación basado en el uso de satélites, capaz de proveer un método práctico para determinar la posición, velocidad y hora exacta de las unidades móviles en cualquier parte que se encuentren las 24 horas del día y bajo cualquier condición climática.

Tomando esta corta introducción que aclara que el GPS toma los datos de posición por lo que necesariamente se requiere uno en cada unidad móvil, continuamos con las características principales que permiten diferenciar las tecnologías de GPS.

La diferencia entre los GPS se refleja en algunas características como:

- La exactitud con la que brindan las coordenadas.
- Aplicaciones de base de datos e introducción a mapas.
- Protocolos de extracción de datos hacia la computadora o procesador.

Estas son algunas características por las que se diferencian las tecnologías y costos de los GPS. Para el desarrollo del sistema planteado se requiere un GPS que brinde funciones básicas tales como: Ubicación es decir Latitud, Longitud, Altitud, la Hora UTC e incluso la velocidad.

Debido a los parámetros y requerimientos expuestos se determina el uso de un GPS existente en el mercado, el GPS-Click de marca MikroElektronika modelo L10 por su disponibilidad y bajo costo, este irá incluido en el módulo TNC conjuntamente con el procesador de datos el cual se conectara mediante el mikroBUS™¹⁰.

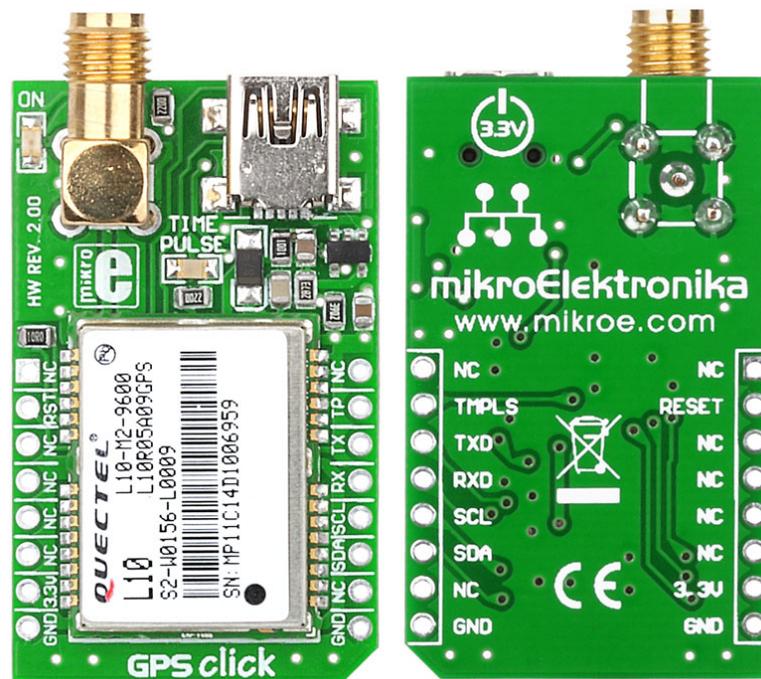


Figura 1.13: GPS marca MikroElektronika modelo GPS Click-L10. Fuente: MikroElektronika Embedded Solutions, [en línea] <Disponible en: <http://www.mikroe.com/click/gps-l10/>> [Consulta: 19 Marzo 2014]

¹⁰Información disponible en: <http://www.mikroe.com/mikrobus/>

GPS clic es ideal para rastreo de móviles, para dispositivos de navegación por carretera, sistemas de información de vehículos de transporte público y más. Las características principales son:

- 165 dBm sensibilidad de rastreo.
- Integrado con una memoria flash 4Mbits.
- Hasta 5 Hz de frecuencia de actualización.
- Consumo de potencia de rastreo de baja, 38 mA.
- 210 canales de PRN¹¹ ¹², con 66 canales de búsqueda y 22 canales de seguimiento simultáneos.

Para el uso del GPS Click-L10 se requiere una antena GPS activa que se muestra en la siguiente figura.



Figura 1.14: Antena GPS Activa marca MikroElektronika. Fuente: MikroElektronika Embedded Solutions, [en línea] <Disponible en: <http://www.mikroe.com/>> [Consulta: 19 Marzo 2014]

Las especificaciones del GPS Click-L10 se incluyen en el Anexo B.

¹¹PRN: (Pseudo-Random Noise: ruido pseudo-aleatorio), en lo que se conoció como Navigation Technology Program (programa de tecnología de navegación), posteriormente renombrado como NAVSTAR GPS.

¹²NAVSTAR GPS: Serie de 24 satélites estadounidenses de navegación que completan el Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System, GPS). Permiten conocer a los navegantes su posición en la Tierra con un error/margen de 10 m, la velocidad con un error hasta de 0,1 m/s, precisando el tiempo hasta la millonésima de segundo.

Radio:

Los requisitos para la red de radio en el sistema planteado son:

- Buena red de radio con repetidoras.
- Condiciones óptimas de operatividad de las radiocomunicaciones.
- Confiabilidad en el sistema de radiocomunicaciones.

El tema de las repetidoras y su ubicación es responsabilidad en este caso de la empresa o persona encargada de proveer el servicio de radio comunicación, además está estrechamente relacionado con la geografía de la región en este caso en la ciudad de Cuenca las repetidoras son ubicados en las partes más altas de la ciudad. (Ejemplo: Turi, Icto Cruz.)

Para el diseño se consideró el uso de los radios más comunes en nuestro medio para sistemas de radiocomunicación, siendo estos de marca Motorola con la serie PRO que son radios de dos vías UHF o VHF para detalles de características usaremos el modelo PRO3100 como ejemplo.



Figura 1.15: Radio Motorola PRO3100. Fuente: PRO3100™ Radio Móvil Profesional, Hoja de especificaciones, © 2009 Motorola, Inc. [Consulta: 17 Abril 2014]

A continuación se detallan algunas características del radio PRO3100:

- **Rastreo con Prioridad:** Permite monitorear comunicaciones que ocurren en diferentes canales sin tener que cambiar manualmente a cada canal. Además, si hay un canal que es más importante, usted puede monitorearlo más frecuentemente que al resto.
- **Niveles Ajustables de Potencia:** Aumente el poder de sus transmisiones para alcanzar mayor distancia ajustando el nivel de potencia de su radio. Cualquiera de los botones programables en el radio puede ser configurado para cambiar temporalmente de alto a bajo nivel de potencia.

- **Repetidor / Comunicación Directa:** Ofrece comunicaciones de unidad a unidad cuando está fuera de alcance o el repetidor no está funcionando.
- **Conector para Accesorios:** Lleve su comunicación cerca del oído adaptándole un parlante externo. Aún en ambientes de alto ruido los mensajes podrán ser oídos claramente.
- **Espaciamiento Conmutable entre Canales:** Cada canal puede ser programado con espaciamientos de 12.5 kHz o 25 kHz.
- **Tecnología X-Pand™:** La compresión de voz Motorola X-Pand™ permite a los canales de 12.5 kHz tener un sonido de calidad, claro, cristalino y fuerte comparable con el de los canales de 25 kHz.

En la imagen a continuación se muestra las partes del panel frontal del radio PRO3100.

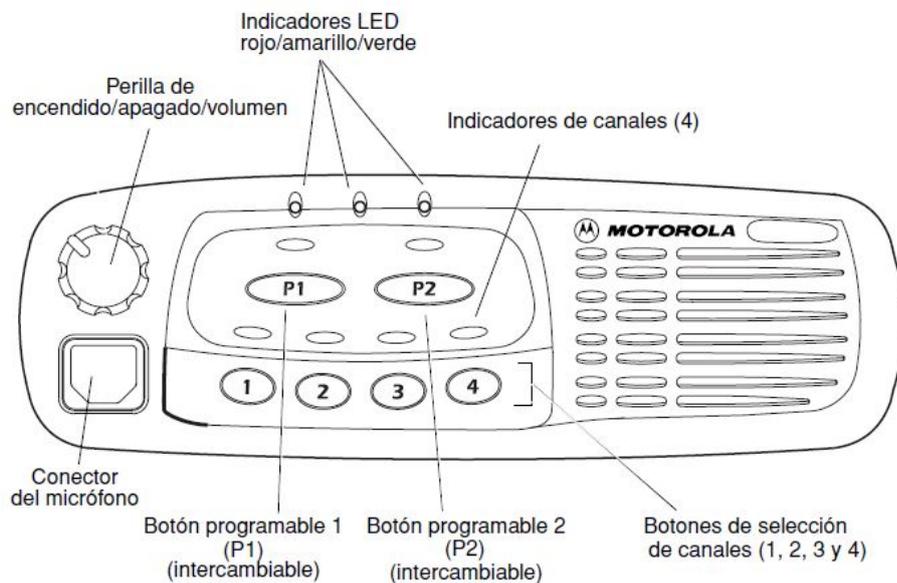


Figura 1.16: Partes del Radio Motorola PRO3100. Fuente: PRO3100™ Radio Móvil Profesional, Guía del usuario, © 1999 Motorola, Inc. [Consulta: 17 Abril 2014]

Las especificaciones del radio Motorola PRO3100 se incluyen en el Anexo C.

Procesador de Datos:

En cada unidad móvil se requiere un procesador de datos que se encarga de controlar los periféricos para el bloqueo de la unidad móvil y el envío de datos de posición por medio del TNC. En el diseño de este sistema se ha planteado el uso de un procesador Arduino el cual se ha seleccionado por sus características, bajo costo y software libre.

El procesador Arduino que se usa es el modelo MEGA 2560¹³ por la experiencia en su uso, también se puede usar un Arduino UNO o un NANO v3.0.

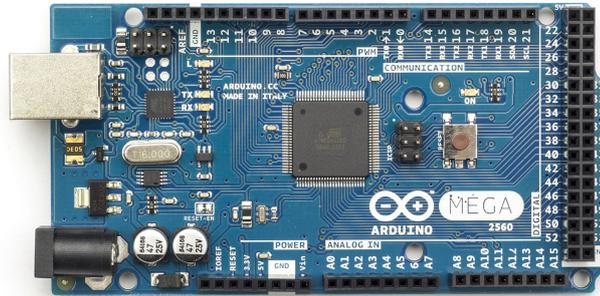


Figura 1.17: Arduino MEGA 2560. Fuente: ©2014 Arduino, [en línea] <Disponible en: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>> [Consulta: 19 Marzo 2014]

Estas son algunas de las características que nos brinda el Arduino MEGA 2560:

- Microprocesador ATmega2560
- Tensión de funcionamiento: 5V
- Voltaje de entrada (recomendado): 7-12V
- Voltaje de entrada (limites) 6-20V
- Digital I/O Pines: 54 (de los cuales 14 proporcionan salida PWM)
- Pines de entrada analógica: 16
- Corriente DC por Pin I/O: 40 mA
- DC Corriente por el Pin 3.3V: 50 mA
- Memoria Flash: 256 KB de los cuales 8 KB son utilizadas por el bootloader
- SRAM: 8 KB
- EEPROM: 4 KB
- Velocidad de reloj: 16 MHz

¹³Las especificaciones del Arduino MEGA 2560 se encuentran en: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>

Fuente de Alimentación:

Es una parte indispensable en cada unidad móvil ya que el sistema eléctrico de los automóviles funciona entre 12 a 24 voltios de corriente continua, comúnmente estas fuentes son muy ruidosas y para el sistema planteado el requerimiento es un voltaje continuo puro sin perturbaciones de 5 voltios por lo que es necesarios añadir un convertidor DC-DC (Power Supply Regulator Step down Converter).

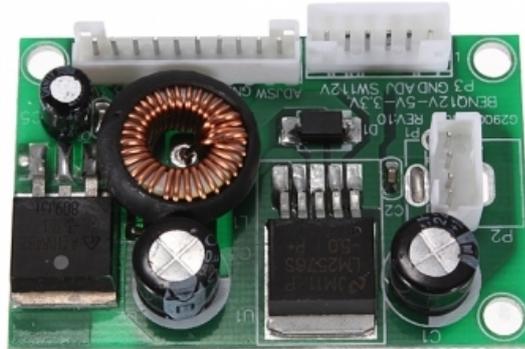


Figura 1.18: Benq DC 12V to 5V 3.3V LED Power Supply Regulator Step down Converter. Fuente: Copyright © 2014 www.ProDCtoDC.com., [en línea] <Disponible en: <http://www.prodctodc.com/benq-dc-12v-to-5v-33v-led-power-supply-regulator-step-down-converter-p-51>> [Consulta: 19 Marzo 2014]

Estas son algunas de las características de la fuente de alimentación.

- Voltaje de entrada: 9V – 24V
- Tensión de salida: 5 V y 3.3 V
- Salida máxima de corriente: aproximadamente 3A.
- Eficacia de conversión: hasta un 92 %
- Frecuencia de operación: 380kHz
- Protección: cortocircuito de la salida y otra de calor con recuperación automática.

Este módulo se encargara de acoplar los niveles de tensión para el correcto funcionamiento del TNC y procesador de datos en cada unidad móvil.

1.4.2 Diseño para las Unidades Móviles (Vehículos)

Para el diseño de las unidades móviles se debe tomar en cuenta aspectos de hardware como de software de tal manera que se posibilite la implementación del sistema LAV antes ya mencionado, para lo cual es necesario que cada unidad móvil o vehículo

tenga un radio móvil con su antena respectiva para su correcto funcionamiento con el repetidor, en este caso la radio Motorola PRO3100 de la cual se toman los pines PTT, Micrófono, Audio y Tierra del terminal de periféricos.

Estos pines se conectan al TNC-X siendo así cada unidad móvil deberá contar con su respectivo TNC y además un módulo GPS para que obtenga los datos de ubicación, los mismos que serán enviados por la red de radio pasando por el procesador de datos que se encarga de revisar los datos que llegan a la unidad móvil desde la estación base para el control de apertura/cierre de puertas y el bloqueo de encendido remoto.

En resumen son los elementos necesarios, es decir todo lo que se refiere a hardware en cada unidad móvil. En lo que se refiere a software se encuentra la configuración de los radios y programación del procesador de datos para la administración de datos desde y hacia el TNC.

1.4.2.1 Interfaces y Conexiones

En cada unidad móvil se requiere interconectar los siguientes dispositivos los cuales están bajo el marco de la capa física del modelo OSI¹⁴.

GPS - ARDUINO (Procesador de Datos)

Se requiere que el GPS, posea un puerto para obtener los datos de posición este puede ser UART¹⁵, SPI¹⁶ o I²C¹⁷ en el caso del GPS seleccionado para el diseño posee un puerto UART y un I²C de los cuales se ocupará el puerto UART.

En la figura se muestra la interconexión entre el GPS y el ARDUINO (Procesador de Datos):

¹⁴OSI (en inglés, Open System Interconnection 'sistemas de interconexión abiertos') es el modelo de red descriptivo, que fue creado por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) en el año 1980. Es un marco de referencia para la definición de arquitecturas en la interconexión de los sistemas de comunicaciones.

¹⁵UART son las siglas de "Universal Asynchronous Receiver-Transmitter" (en español, Transmisor-Receptor Asíncrono Universal). Éste controla los puertos y dispositivos serie.

¹⁶SPI (del inglés Serial Peripheral Interface) es un estándar de comunicaciones, usado principalmente para la transferencia de información entre circuitos integrados en equipos electrónicos. El bus de interfaz de periféricos serie o bus SPI es un estándar para controlar casi cualquier dispositivo electrónico digital que acepte un flujo de bits serie regulado por un reloj.

¹⁷I²C es un bus de comunicaciones en serie. Su nombre viene de Inter-Integrated Circuit (Inter-Circuitos Integrados). La versión 1.0 data del año 1992 y la versión 2.1 del año 2000, su diseñador es Philips. La velocidad es de 100 kbit/s en el modo estándar, aunque también permite velocidades de 3.4 Mbit/s. Es un bus muy usado en la industria, principalmente para comunicar microcontroladores y sus periféricos en sistemas integrados (Embedded Systems) y generalizando más para comunicar circuitos integrados entre sí que normalmente residen en un mismo circuito impreso.

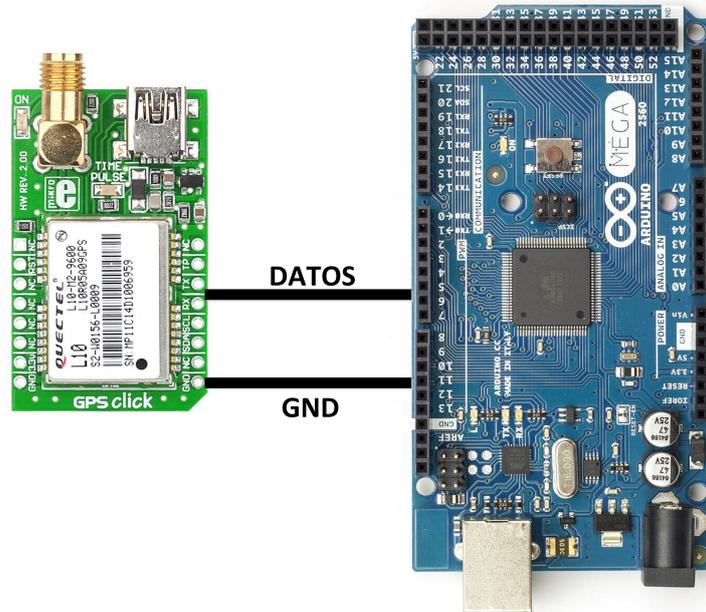


Figura 1.19: Conexión GPS - ARDUINO. Fuente: Los Autores

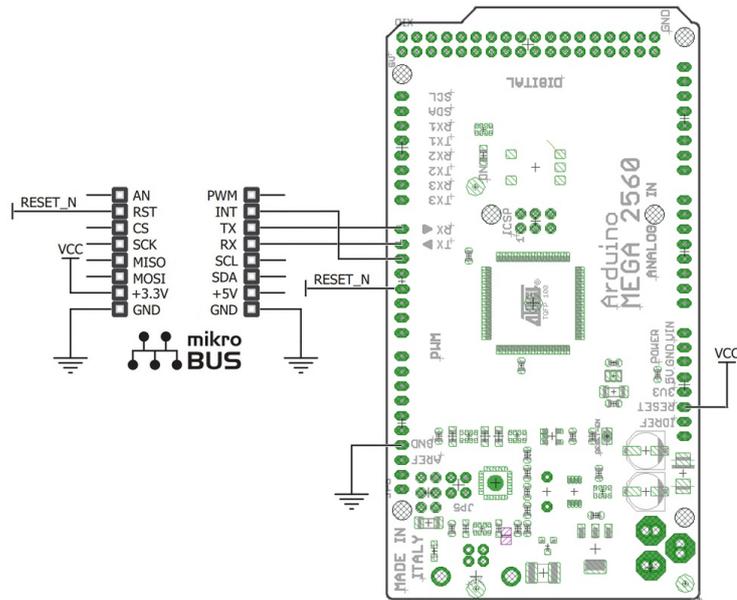


Figura 1.20: Diagrama esquemático de la conexión GPS - ARDUINO. Fuente: Los Autores

En la figura se muestra la conexión detallada entre el GPS Click y el Arduino MEGA 2560 para lo cual se utilizara una PCB que facilite la conexión de estos elementos

además facilitara las conexiones con los periféricos para bloqueo de puertas y de encendido planteados en el diseño del sistema. A continuación se muestra un esquema de montaje para estos elementos con la PCB de conexión.

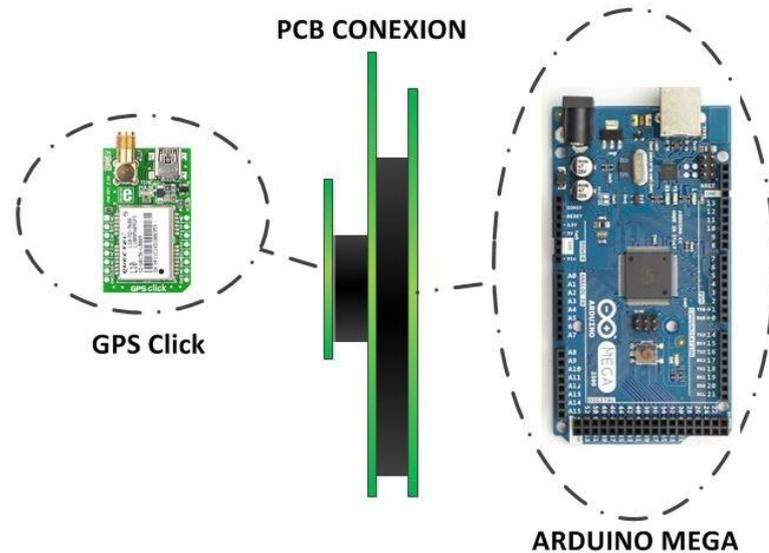


Figura 1.21: Esquema de montaje en PCB para la conexión GPS - ARDUINO.
Fuente: Los Autores

La PCB¹⁸ de conexión se la desarrolla para evitar cableados y posibles fallas, en general se puede decir que sirve para mejorar la estética y reduce la probabilidad de producir fallos.

En la siguiente imagen se muestra un diseño de PCB realizado en ALTIUM¹⁹ a manera de ejemplo para el sistema desarrollado.

¹⁸PCB (del inglés printed circuit board), es una superficie constituida por caminos o pistas de material conductor laminadas sobre una base no conductora.

¹⁹Altium Limited es una compañía de software de propiedad pública australiana que proporciona un software de diseño electrónico basado en PC para los ingenieros. Fundada en Tasmania, Australia 1985.

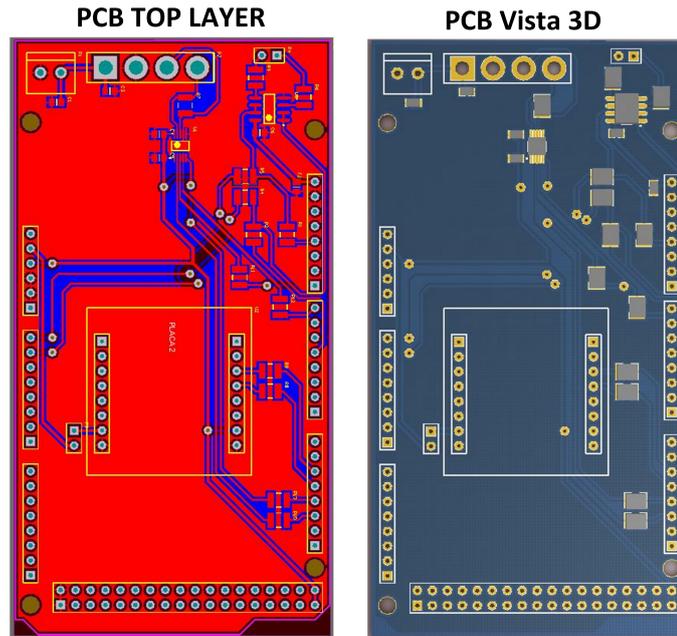


Figura 1.22: PCB para la conexión GPS – ARDUINO y Periféricos. Fuente: Los Autores

ARDUINO (Procesador de Datos) – TNC

En la gráfica se muestra la unión entre el ARDUINO (Procesador de Datos) y el TNC-X:

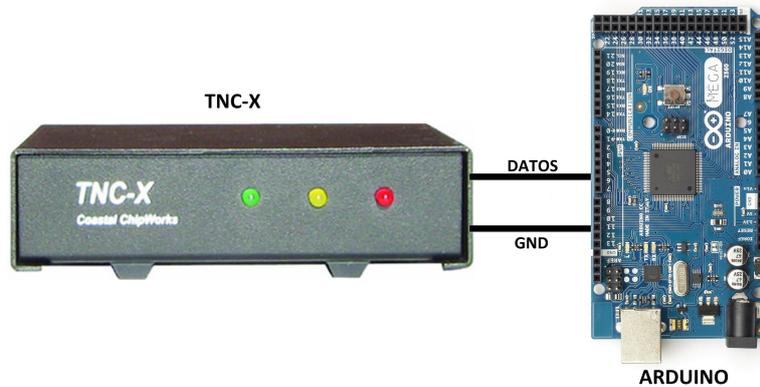


Figura 1.23: Conexión ARDUINO y TNC-X. Fuente: Los Autores

La conexión entre el Arduino y el TNC se la hace con una comunicación serial mediante una interfaz RS232 la cual está disponible en la PCB de conexión con el GPS esta se realiza mediante un cable de datos desde la PCB donde se conecta el

Arduino hacia uno de los puertos seriales del TNC-X en este caso se considera el puerto secundario ya que esta la interior del módulo donde se planea colocar el procesador de datos y GPS. En la figura se indican las conexiones que se realizan entre el TNC-X y el Arduino.

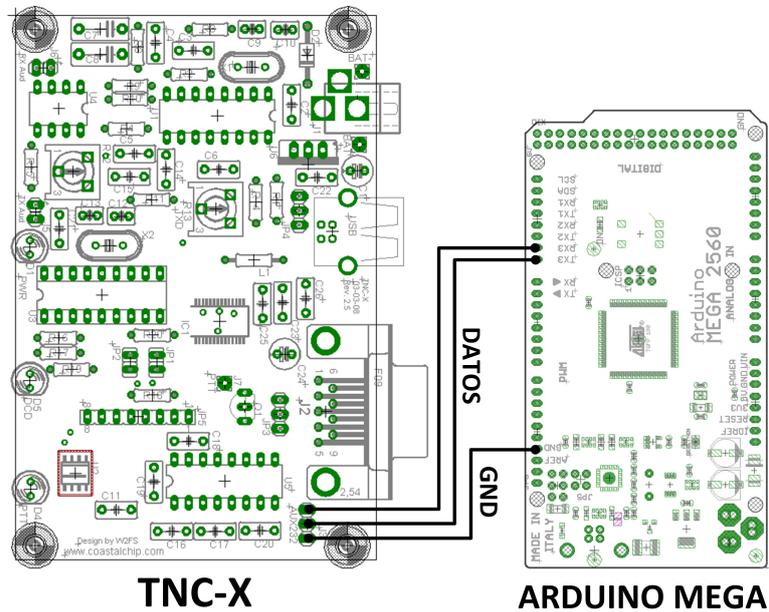


Figura 1.24: Diagrama esquemático de la conexión TNC-X y ARDUINO. Fuente: Los Autores

TNC – Radio

La conexión TNC - Radio requiere radios que cuenten con una interfaz adicional para entrada de micrófono, PTT, una salida de audio y tierra o en su defecto un puerto para dispositivos externos. El radio Motorola PRO3100 posee un puerto externo configurable por software para habilitar señales de micrófono, PTT y audio.

En la figura se ilustra la conexión entre el TNC y el radio.

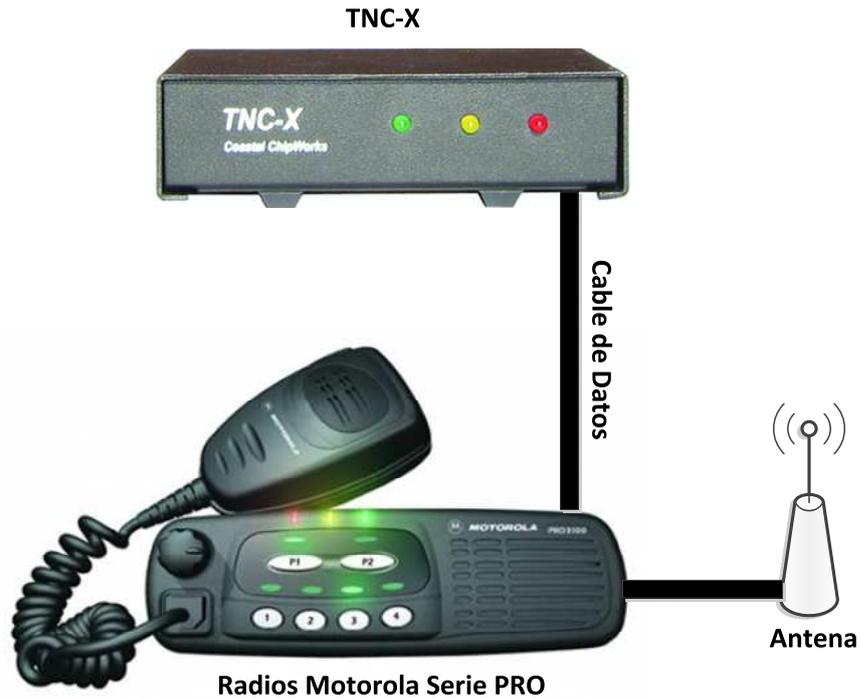


Figura 1.25: Conexión TNC - Radio. Fuente: Los Autores

El cable que conecta el TNC con el Radio debe ser armado con los conectores tipo Jack DIM de 5 Pines y un conector 16 Pin Plug Motorola Radius cada uno en un extremo del cable de datos de 4 hilos flexible AWG 20 como muestra la figura.

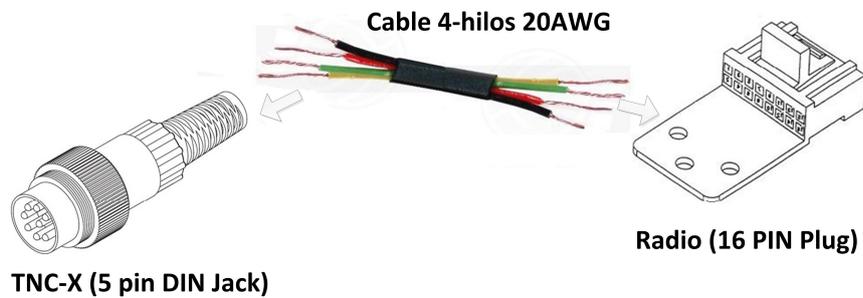
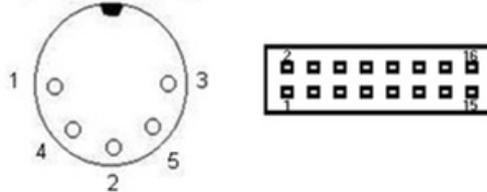


Figura 1.26: Disposición para conexión de Terminales en cable TNC - Radio. Fuente: Los Autores

La siguiente tabla muestra las conexiones de los terminales del TNC-X y la interfaz del radio que es un terminal propietario de los radios Motorola.

TNC-X (5 pin DIN Jack)		Radio (16 PIN Plug)	
Pin #	Descripcion	Pin #	Descripcion
1	TX Audio	2	MIC
2	Tierra	7	Tierra
3	PTT	3	PTT
4	RX Audio	11	Rcv. Audio
5	Sin Coneccion



Cuadro 1.2: Conexión de terminales en cable TNC - Radio. Fuente: Los Autores

1.4.2.2 Configuraciones

En esta sección se analizan las configuraciones de los equipos y elementos empleados para el diseño en las unidades móviles, los mismos que son:

Radio

Es necesario configurar una serie de parámetros básicos para que los radios operen en un sistema de comunicación de voz, pero además de estos parámetros se requiere configurar parámetros que permitan habilitar el puerto para dispositivos externos del radio.

Para la configuración de los radios se usa un software con propiedad de Motorola llamado Professional Radio CPS. La siguiente figura muestra el entorno del programa para la configuración de los radios Motorola, en la cual se indican las opciones que podemos modificar sobre los radios.

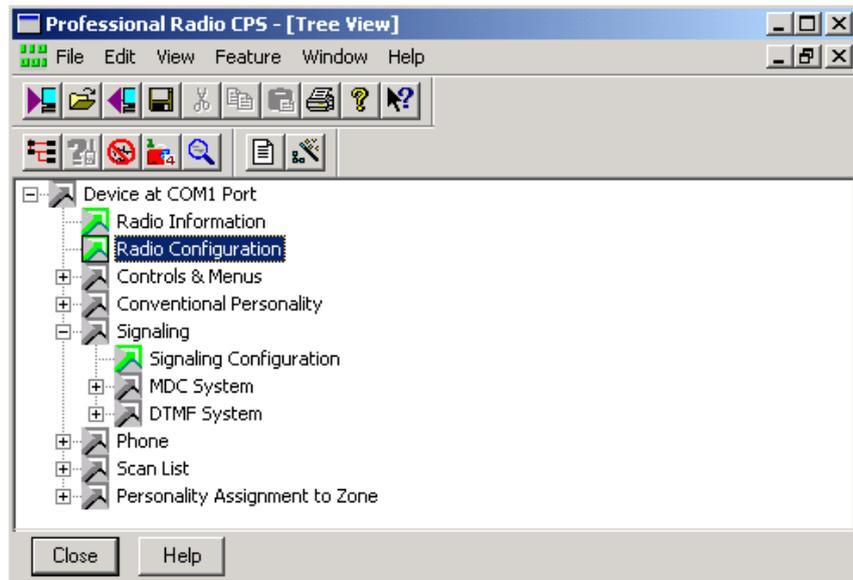


Figura 1.27: Software de Configuración de Radios Motorola Professional Radio CPS. Fuente: Los Autores

Los parámetros básicos se pueden modificar o consultar entrando en la opción "Conventional Personality", donde podemos encontrar los siguientes parámetros:

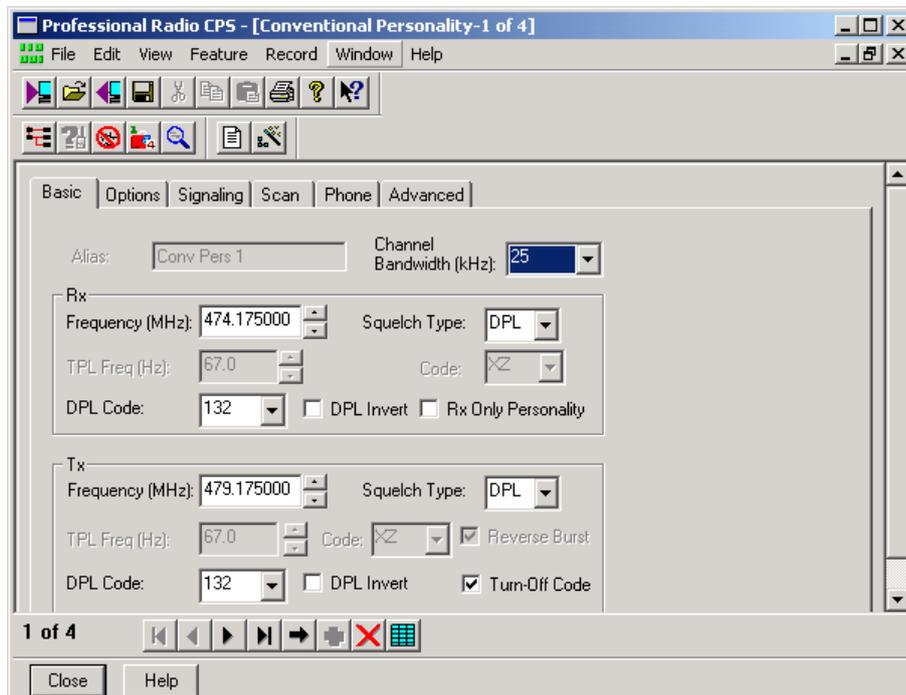


Figura 1.28: Pantalla de Opción "Conventional Personality". Fuente: Los Autores

Esta ventana se divide en varias pestañas que son: Básica, Opciones, Señalización, Scan, Teléfono y Avanzado. Los parámetros básicos que se pueden configurar son:

Frecuencia de Recepción: Configura la frecuencia de recepción.

Frecuencia de Transmisión: Configura la frecuencia de transmisión.

Tonos: Esto se conoce como Squelch Type, se tienen tres opciones para elegir, que son:

- CSQ: Trabajar con portadora
- TPL : Tonos Sub-audibles
- DPL : Códigos Digitales

A continuación se muestra los parámetros que están en la pestaña Opción:

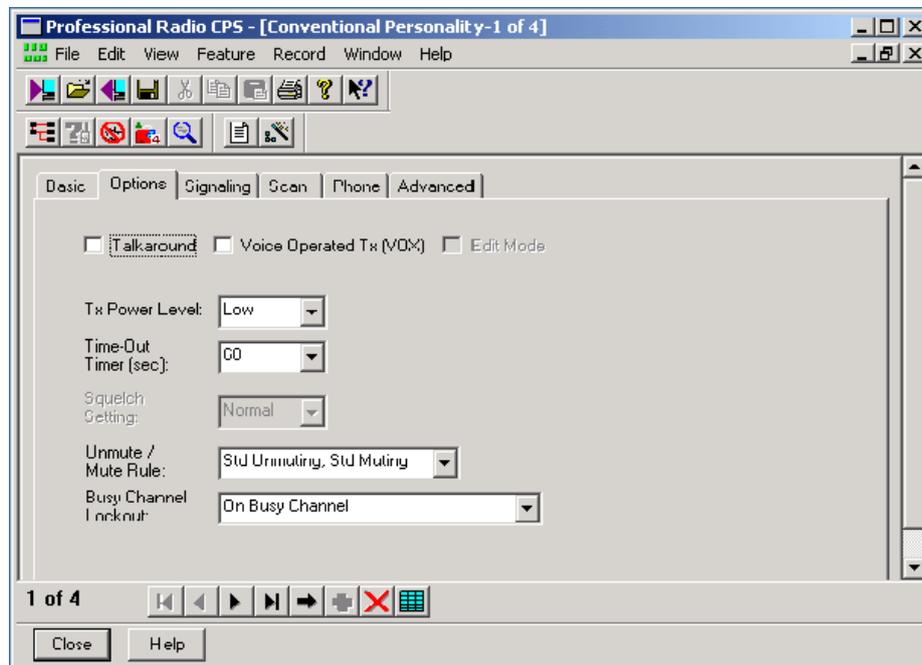


Figura 1.29: Pantalla de la pestaña Opciones. Fuente: Los Autores

En esta pestaña se puede configurar lo siguiente:

Time Out: Este es el tiempo que se configura para prevenir que el radio transmita por un tiempo indefinido.

Busy Chanel Lockout: Este parámetro impide que una conversación sea interrumpida.

En las opciones del menú Principal existe “Señalización”, esta opción a su vez se subdivide en:

- MDC System
- DTMF System

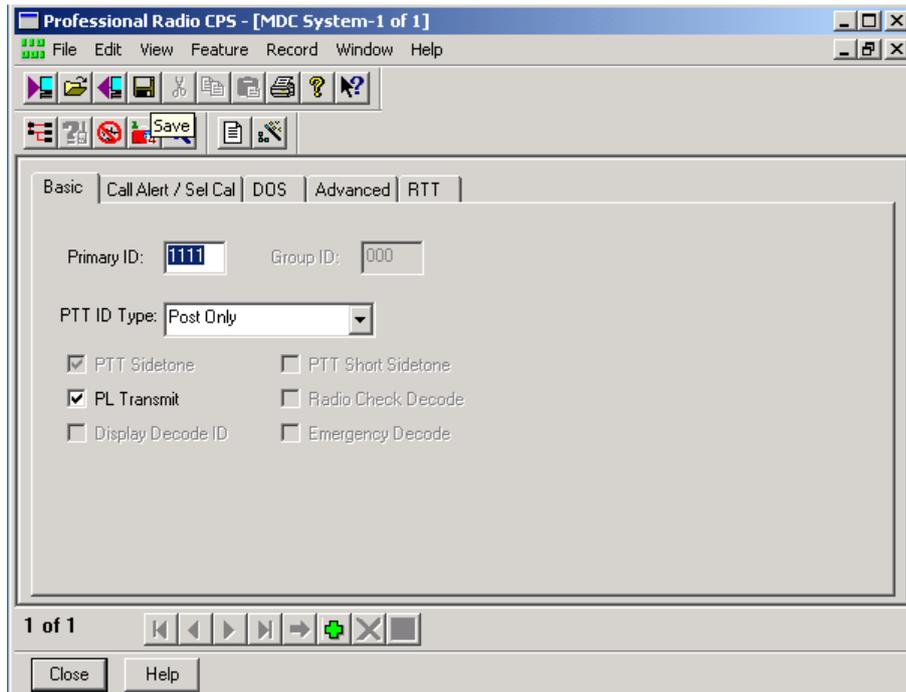


Figura 1.30: Parámetros de Configuración en la Opción Señalización en MDC System. Fuente: Los Autores

Cada una de estas divisiones básicamente permite configurar los siguientes parámetros:

- **ID:** Este parámetro provee 4 dígitos, que se usan como identificativo.
- **PTT ID Type:** Identifica con el ID y lo transmite, existen 4 opciones de configuración:
 - None: No se envía el ID
 - Pre Only: Se envía el ID solo al inicio de la cadena de señalización
 - Post Only: Se envía el ID solo al final de la cadena de señalización
 - Pre & Post: Mediante ese punto se envía la señalización tanto al inicio como al final de la cadena de señalización.
- **DOS:** Por medio de este parámetro se silencia al radio cuando se está transmitiendo la señalización.

En la pantalla principal del Software de Configuración, se encuentra la opción “Radio Configuration” o Configuración de Radio, a la cual se debe ingresar para la configuración de algunos parámetros para la transmisión de datos como:

- Micrófono
- Password
- Configuración de Accesorios
- Pin de Accesorios
- Control Auxiliar
- Poder TX
- Básico
- Luces de LEDS
- Tonos de Alerta
- Scan
- Menú
- Test
- Monitor
- Option Board
- Almacenamiento de Voz

La pestaña que se selecciona para configurar los pines del puerto exterior del radio es “Pin de Accesorios”, dentro de esta pestaña se puede configurar lo siguiente:

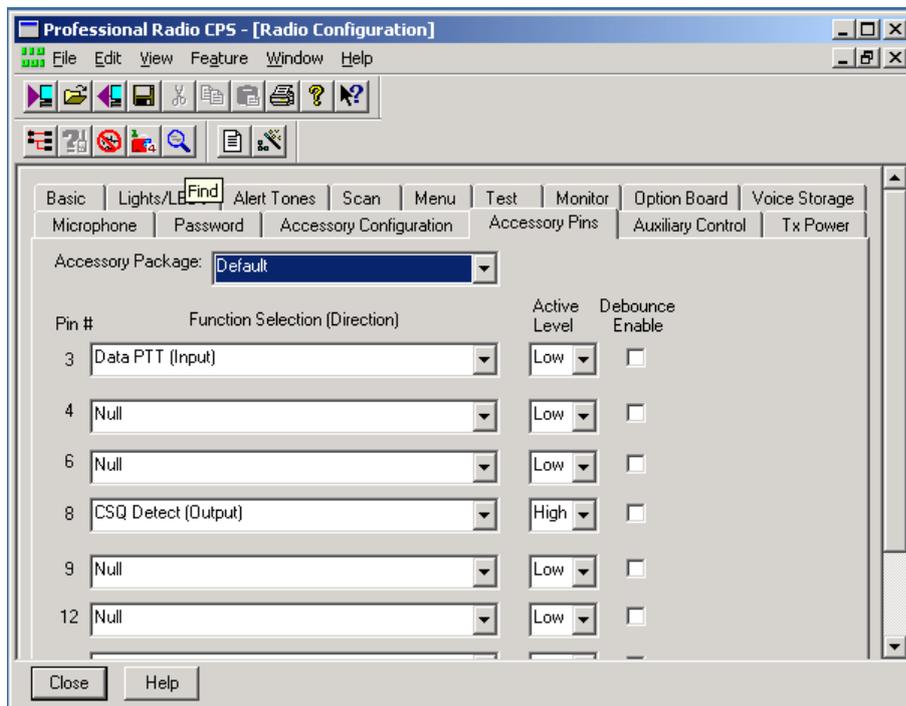


Figura 1.31: Parámetros Configurables en la pestaña “Pin de Accesorios”. Fuente: Los Autores

Se deben habilitar los pines del puerto Auxiliar del Radio mediante esta pestaña de configuración, a continuación se describen las opciones de configuración de cada uno de los pines empleados:

Pin #3: Corresponde al PTT. Las opciones para configurar este pin son:

- External Mic PTT (Input): Habilita al PTT del Conector de accesorios (parte posterior de la radio), este parámetro es usado generalmente cuando el enlace de radio solo es usado para transmisión de datos
- Data PTT (Input): Esta opción habilita al PTT de la parte posterior de la radio, usado cuando se necesita pasar datos y voz sobre un mismo enlace de radio.

Además de esto se debe configurar en la pestaña “Configuración de Accesorios” con las opciones de Flat o Filtered, que tienen relación básicamente con el tipo de salida, es decir si ésta es filtrada o no filtrada, en caso que se use el mismo enlace para datos y voz se recomienda habilitar lo opción Flat.

ARDUINO (Procesador de Datos)

Para la configuración del procesador de datos Arduino se usa el software programador y compilador de Arduino en su versión 1.5.5-r2 que es propietario de Arduino en el cual se realizará un programa para leer los datos del GPS, enviarlo por el TNC, leer los datos del TNC y realizar control de las unidades móviles.

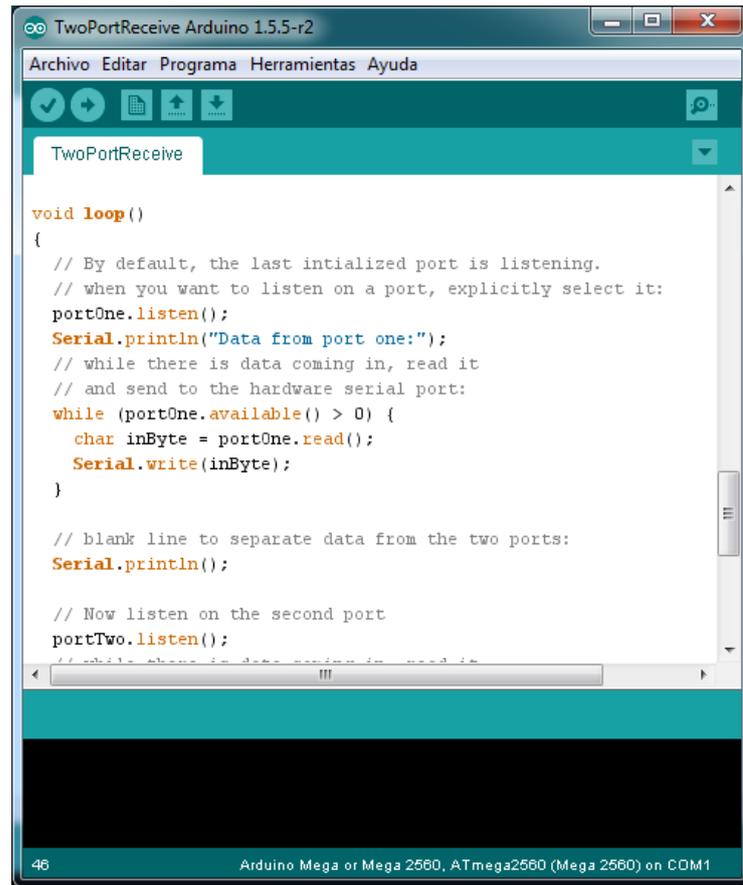


Figura 1.32: Pantalla de Software programador y compilador de ARDUINO. Fuente: Los Autores

1.4.3 Diseño para la Estación Base

La estación base a diferencia de las unidades móviles no posee procesador de datos, el mismo es remplazado por un computador además no posee regulador de voltaje ya que podemos alimentar los elementos directamente con adaptadores desde la red eléctrica pública.

Para una mayor comprensión de la estructura del sistema en la estación base se muestra un esquema en la siguiente figura.

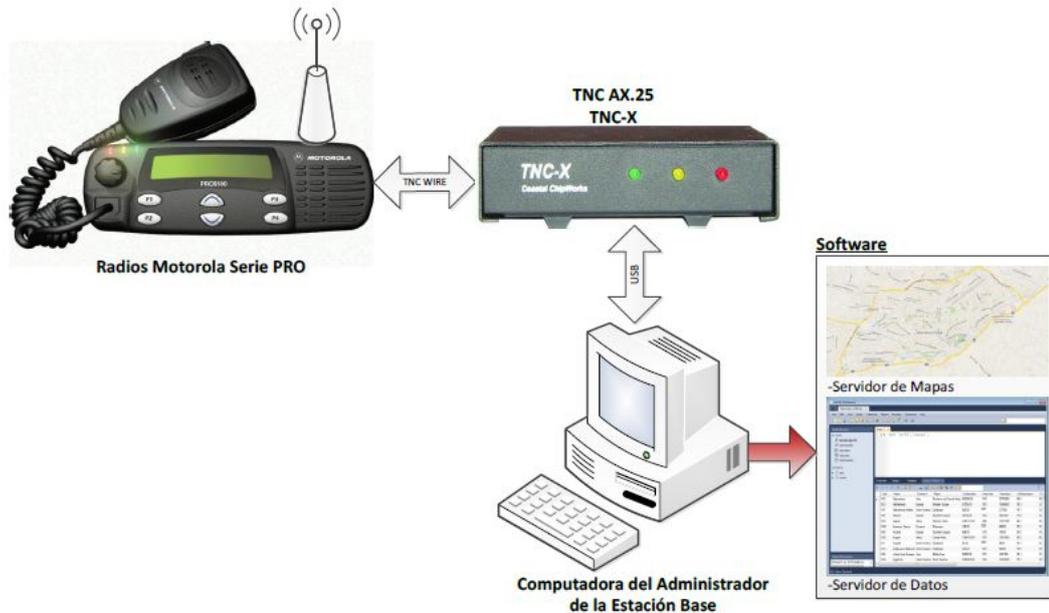


Figura 1.33: Esquema de Equipos y su Conexión en la Estación Base. Fuente: Los Autores

1.4.3.1 Interfaces y conexiones

Esta sección muestra la conexión y las interfaces empleadas por los elementos de la estación base, como son: TNC - Radio y TNC - PC.

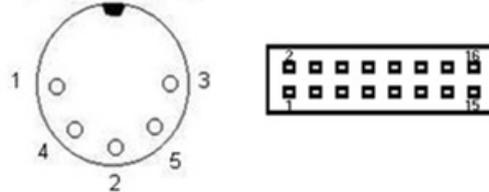
TNC – Radio

Para la conexión entre el TNC y el radio se requiere de igual manera que en la unidad móvil un radio que cuenten con una interfaz adicional para entrada de micrófono, PTT, una salida de audio y tierra o en su defecto un puerto para dispositivos externos. El radio Motorola PRO3100 posee un puerto externo configurable por software para habilitar las señales de micrófono, PTT y audio.

El cable que conectara el TNC con el Radio será el mismo que se usó en las unidades móviles.

La siguiente tabla muestra las conexiones de los terminales del TNC-X y la interfaz del radio que es un terminal propietario de los radios Motorola.

TNC-X (5 pin DIN Jack)		Radio (16 PIN Plug)	
Pin #	Descripcion	Pin #	Descripcion
1	TX Audio	2	MIC
2	Tierra	7	Tierra
3	PTT	3	PTT
4	RX Audio	11	Rcv. Audio
5	Sin Coneccion



Cuadro 1.3: Conexión de terminales en cable TNC - Radio. Fuente: Los Autores

TNC – PC

En la figura se muestra la unión entre el TNC-X y la PC:

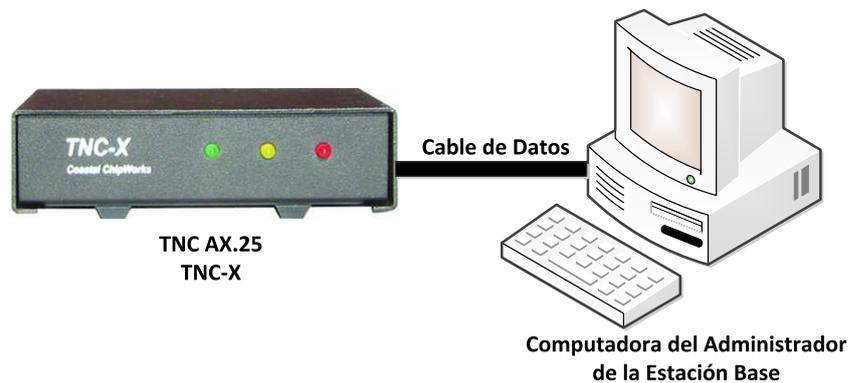


Figura 1.34: Conexión TNC-X - PC. Fuente: Los Autores

Para la conexión entre el TNC-X y la PC se requiere un cable USB²⁰ 2.0 A/B el cual al conectar el TNC-X a la computadora instala directamente el driver.

²⁰El Universal Serial Bus (USB) (bus universal en serie BUS) es un estándar industrial desarrollado a mediados de los años 1990 que define los cables, conectores y protocolos usados en un bus para conectar, comunicar, proveer de alimentación eléctrica entre ordenadores, periféricos y dispositivos electrónicos.



Figura 1.35: Cable USB para la conexión de TNC-X a la PC. Fuente: Cable Usb A/b 1,80mts [en línea] <Disponible en: <http://articulo.mercadolibre.com.ar/>> [Consulta: 15 Marzo 2014]

1.4.3.2 Configuraciones

En esta sección se analiza la configuración de los equipos y elementos empleados para el diseño en la estación base, los mismos que son:

Radio

La configuración de la radio en la estación base como en las unidades móviles es la misma, por ello no abordaremos el tema en esta sección nuevamente.

Software para la PC

El software a desarrollar tiene que poseer una plataforma que involucre la adquisición, procesamiento y presentación de datos en forma visual. Aquí se presentan los mapas de la ciudad de Cuenca, y sobre estos la ubicación en coordenadas de los móviles.

Este software permitirá la obtención de datos de dos formas, ya sea por petición automática o por petición de la estación central también poseerá facilidades para ajustar la aplicación a los requerimientos del usuario como el control de las unidades móviles con aplicaciones de bloqueo de puertas y de encendido. Además la presentación de este software será amigable para facilitar la interacción con el usuario.

1.5 Análisis de Cobertura para el Sistema

El análisis de cobertura se realiza usando el software Radio Mobile, en el cual se simularán algunos enlaces alrededor de la ciudad de Cuenca, con el objetivo de

1.5 Análisis de Cobertura para el Sistema

estimar una cobertura utilizando datos de sistemas de radio VHF – UHF existentes y que están ubicados en los lugares más estratégicos alrededor de la ciudad. Las coordenadas para dichas simulaciones se las obtiene de los concesionarios operando en Azuay para bandas VHF - UHF y se han escogido las siguientes:

Nombre	Latitud	Longitud
CERRO ICTO CRUZ	2°55'34.3"S	78°59'36.3"O
CERRO RAYOLOMA	2°54'13.1"S	78°57'58.7"O
CERRO TURI	2°55'11"S	79° 00'37"O
CERRO GUAGUAZHUMI	2°53'32.4"S	78°54'39.6"O
CERRO BARABON	2°53'35"S	79° 5'15"O
CERRO MANZANOLOMA	2°56'47.5"S	79° 3'45.7"O
CERRO GUSHO	2°56'1.6"S	79° 1'6.1"O

Cuadro 1.4: Coordenadas de Concesiones seleccionadas para Simulación. Fuente: Senatel, CONCESIONARIOS OPERANDO EN AZUAY-CAÑAR-LOJA-MORONA-ZAMORA, 13-03-2012. [Consulta: 3 Mayo 2014]

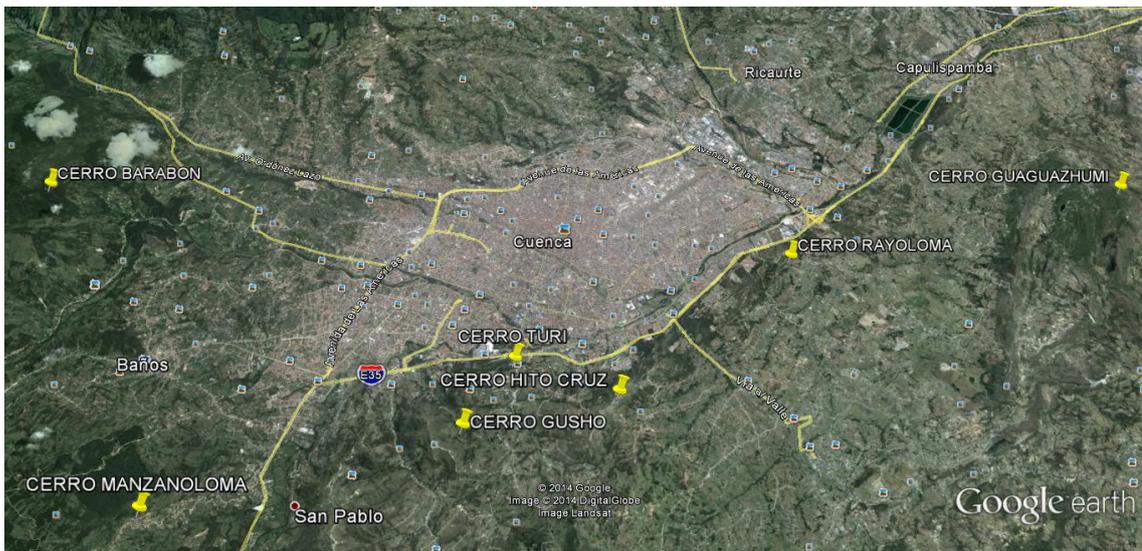


Figura 1.36: Localización Geográfica de las Repetidoras en Google Earth. Fuente: Los Autores

1.5.1 Desarrollo de la Simulación

Existen programas para simular radioenlaces y la cobertura de una estación base lo que ayuda a ahorrar tiempo en la etapa de planificación de una red. En este caso se procede a ocupar el programa Radio Mobile que se basa en el modelo de Longley-Rice que fue detallado anteriormente para predecir las condiciones de propagación.

Radio Mobile proporciona detalles importantes en los radioenlaces punto a punto como el nivel de señal esperado en un punto a lo largo de una trayectoria considerando el efecto de la difracción en los obstáculos. Permite construir perfiles entre dos puntos con ayuda de los datos de elevación, muestra las zonas de Fresnel ²¹ y la curvatura de la tierra.

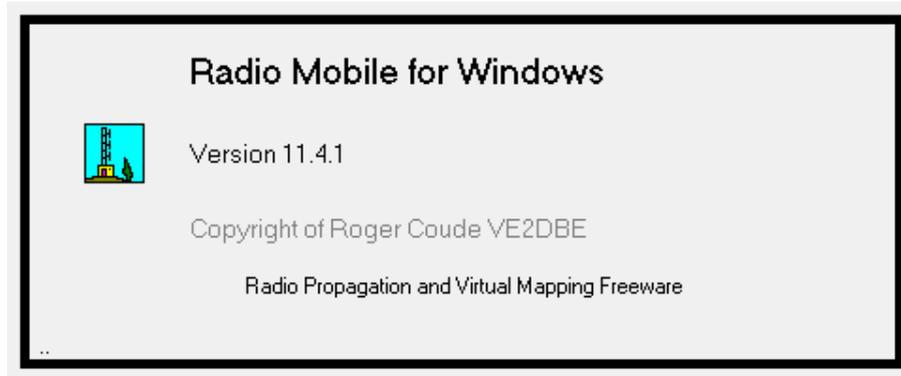


Figura 1.37: Pantalla Inicial de Radio Mobile. Fuente: Los Autores

Para comenzar esta simulación importamos el área geográfica de trabajo mediante el comando Propiedades de Mapa en la pestaña archivo del software de simulación, como se muestra en la figura:

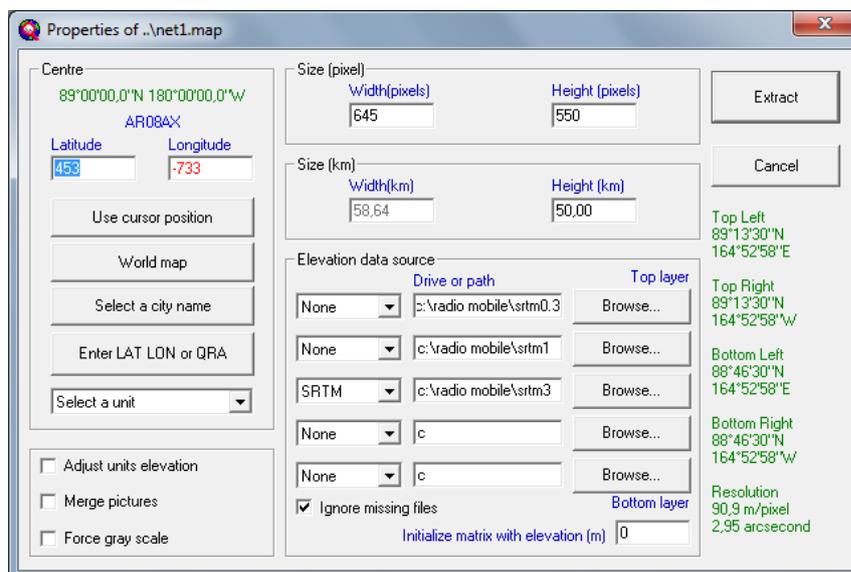


Figura 1.38: Ventana de Propiedades de Mapa. Fuente: Los Autores

²¹Zonas de Fresnel es el volumen de espacio entre el transmisor y receptor de ondas electromagnéticas.

En la ventana anterior se configura el Centro del mapa el cual se hace pulsando el botón “Seleccionar un Nombre de Ciudad” en donde se elegirá la ciudad de Cuenca. También se elige el tamaño de la imagen del mapa, en este caso se establece con un ancho de 1920 pixeles y un alto de 1080 pixeles que es una resolución de imagen HD para una mejor presentación de la simulación. En la imagen a continuación se muestran las propiedades de mapa configuradas:

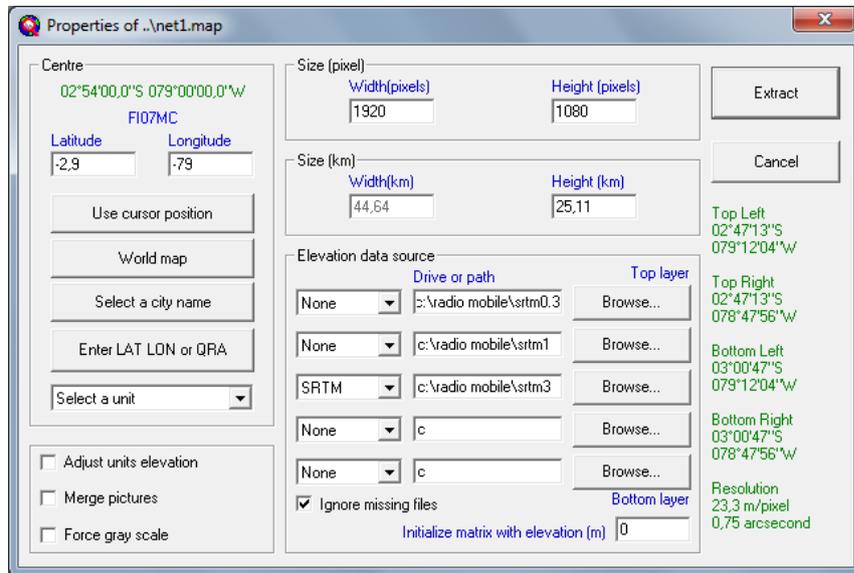


Figura 1.39: Propiedades de Mapa Configuradas. Fuente: Los Autores

Como resultado el área seleccionada para la simulación consta de las siguientes longitudes:

Ancho: 44.64 Km

Alto: 25.11 Km

Lo cual sería un área total de 1.120,91 Km² y se encuentra delimitada por las siguientes coordenadas geográficas:

Limites	Latitud	Longitud
Noroeste (Esquina Superior Izquierda)	2°47'13"S	79°12'4"O
Noreste (Esquina Superior Derecha)	2°47'13"S	78°47'56"O
Suroeste (Esquina Inferior Izquierda)	3°0'47"S	79°12'4"O
Sureste (Esquina Inferior Derecha)	3°0'47"S	78°47'56"O

Cuadro 1.5: Coordenadas de Delimitación del Área para Simulación. Fuente: Los Autores

1.5 Análisis de Cobertura para el Sistema

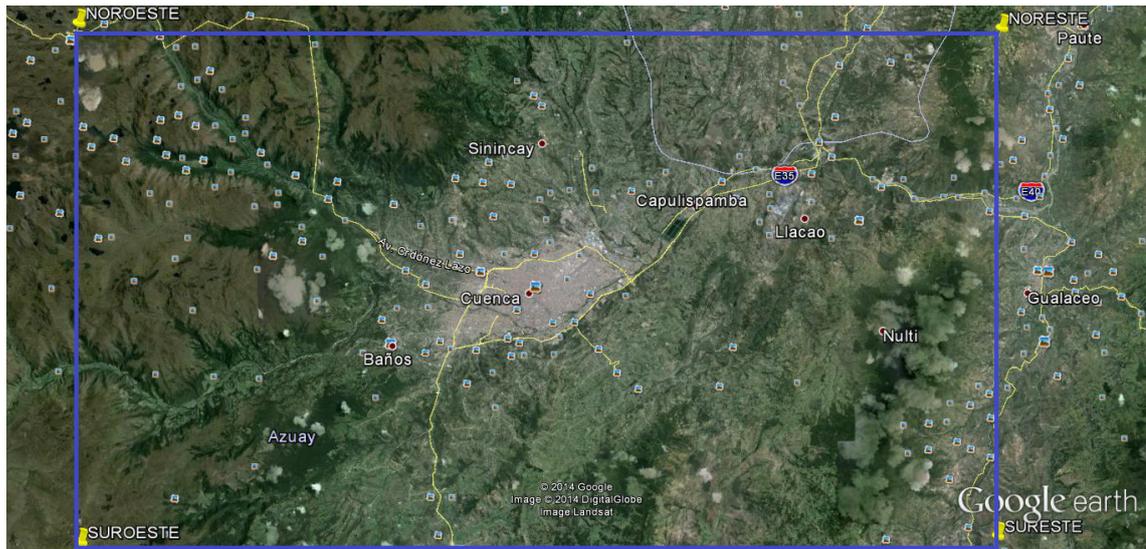


Figura 1.40: Área Delimitada para Simulación en Google Earth. Fuente: Los Autores

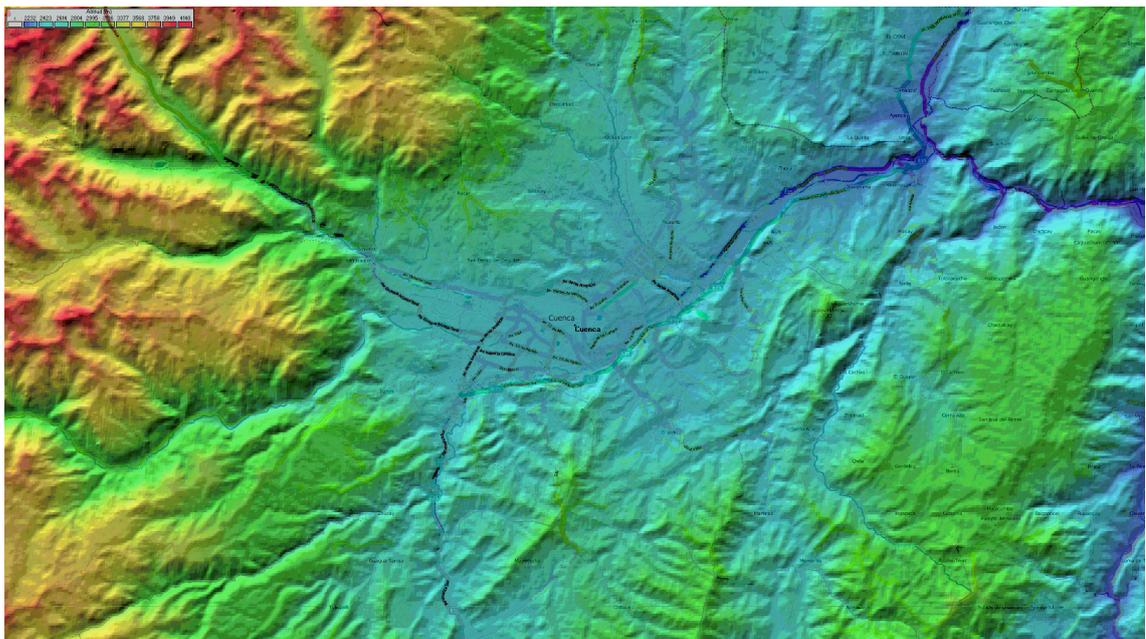


Figura 1.41: Área Delimitada para Simulación en Radio Mobile. Fuente: Los Autores

Teniendo el mapa se configura la red estableciendo los sistemas y unidades que funcionarán en la misma, en la siguiente imagen se muestra la venta de propiedades de red donde se realiza la configuración de la misma:

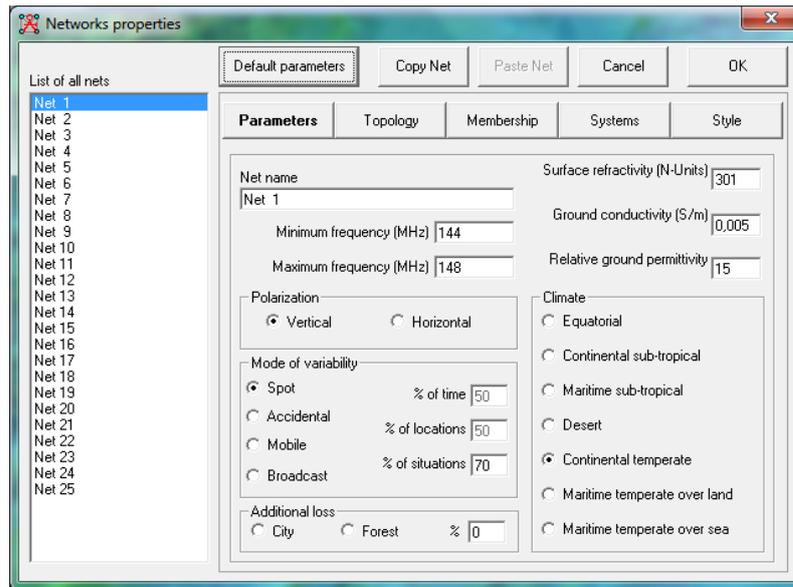


Figura 1.42: Ventana de Propiedades de Red. Fuente: Los Autores

En esta ventana se configura:

- En la pestaña de parámetros: el nombre de la red, la frecuencia en la que trabaja, parámetros estadísticos, pérdidas atmosféricas y polarización, para este caso se han establecido valores de acuerdo a la ciudad de Cuenca y datos de concesiones en el Azuay.
- En la pestaña de topología: se selecciona la topología de red de voz.
- En la pestaña miembros: seleccionamos las unidades que van a ser parte de la red con su respectivo rol y sistema.
- En la pestaña sistemas: se procede a configurar los parámetros de la repetidora y de los móviles, con los datos mostrados a continuación:

Parametros		
Potencia del Transmisor	25 Watt	44 dBm
Umbral de Recepción	0,3162 uV	-117 dBm
Perdidas de Línea	0,5 dB	
Tipo de Antena	Antena Omnidireccional	
Ganancia de la Antena	6 dBi	3,85 dBd
Altura de la Antena	32 metros	
Pérdida Adicional en el Cable mas Duplexor	1,5 dB/m	

Cuadro 1.6: Parámetros de la Repetidora. Fuente: Los Autores

Parámetros		
Potencia del Transmisor	40 Watt	46dBm
Umbral de Recepción	0,22 uV	-120,2 dBm
Perdidas de Línea	0,5 dB	
Tipo de Antena	Antena Omnidireccional	
Ganancia de la Antena	2 dBi	-0,15 dBd
Altura de la Antena	0,8 metros	
Pérdida Adicional en el Cable	0 dB/m	

Cuadro 1.7: Parámetros del Móvil. Fuente: Los Autores

Estos datos mostrados anteriormente son reales y fueron tomados de las concesiones que se encuentran funcionando actualmente.

Con los sistemas y elementos de la red configurados se procede a ubicarlos en el mapa para formar la topología deseada, a continuación se muestra la ventana de las propiedades de unidades donde se debe configurar la ubicación de cada unidad:

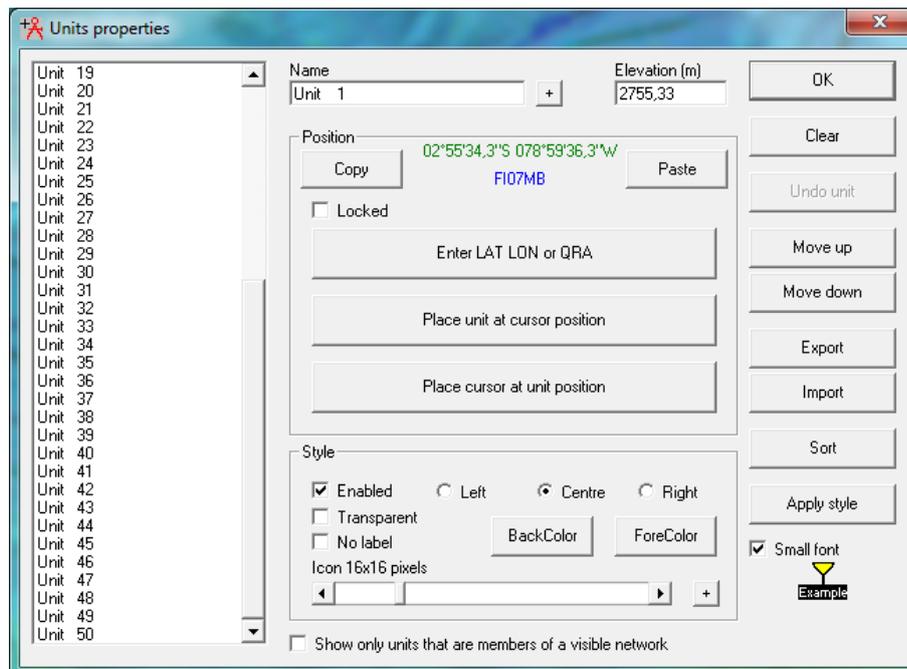


Figura 1.43: Ventana de Propiedades de Unidades. Fuente: Los Autores

En esta ventana se escoge la unidad a configurar, se le pone un nombre, se elige un icono para la unidad y se da la ubicación donde debe posicionarse la misma. Finalmente se elige la opción mostrar red, a continuación se muestra un ejemplo de red:

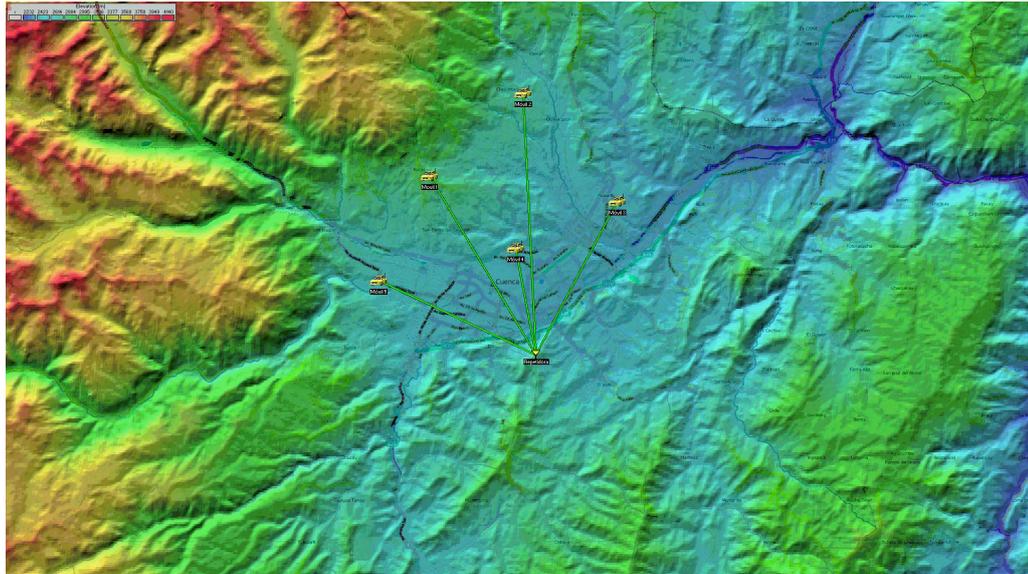


Figura 1.44: Ejemplo de Diseño de Red. Fuente: Los Autores

Con la red totalmente configurada se procede a simular el radio de cobertura, a continuación se muestra la ventana a configurar para obtener el tipo de radio de cobertura deseado:

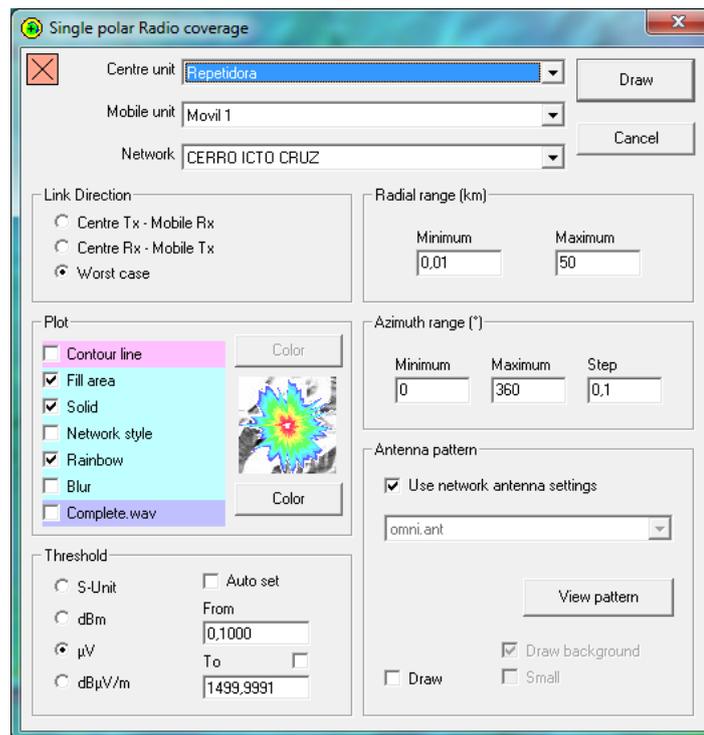


Figura 1.45: Ventana de Configuración de un Radio de Cobertura. Fuente: Los Autores.

1.5 Análisis de Cobertura para el Sistema

En esta ventana se escoge la unidad central, unidad móvil, red con las cuales se desea realizar la simulación, además se puede modificar el tipo de gráfica deseada para la simulación y finalmente se puede modificar el umbral de recepción. A continuación se muestra una figura ejemplar de un radio de cobertura:

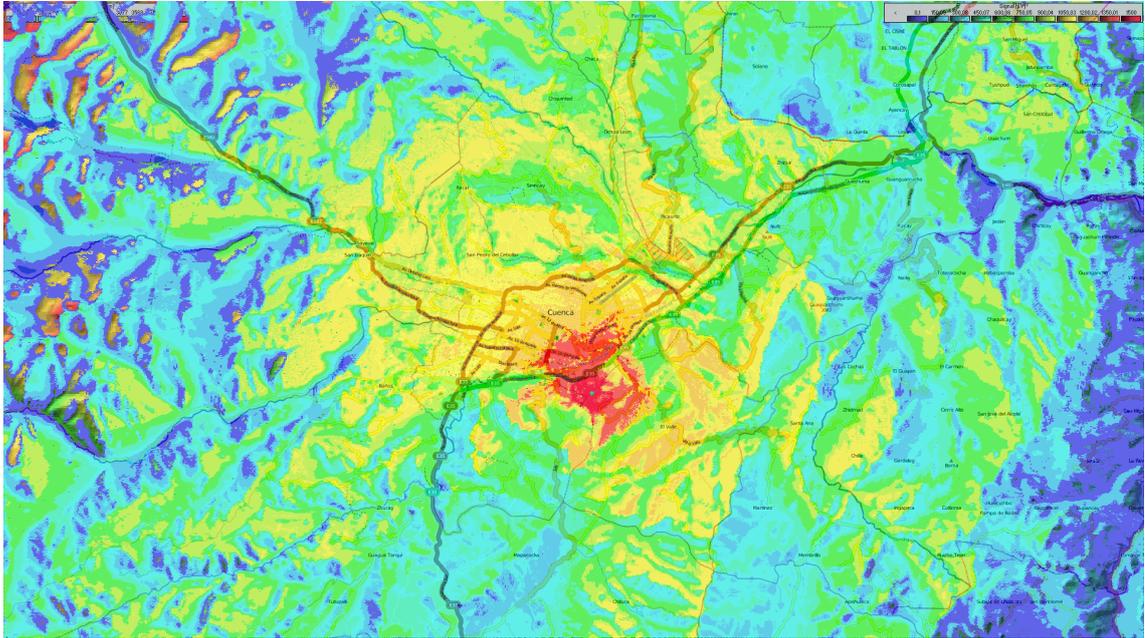


Figura 1.46: Ejemplo de Radio de Cobertura. Fuente: Los Autores.

Para realizar un análisis de cobertura se pueden configurar las parcelas de cobertura según como se deseen mostrar los resultados, en este caso se muestra la intensidad de campo recibida en cada lugar y posee algunos niveles de recepción. En la siguiente figura se pueden observar los niveles de intensidad de campo (μV), en los que se basará el análisis de cobertura.



Figura 1.47: Niveles de Umbral de Recepción. Fuente: Los Autores

El umbral de recepción se especifica en la hoja de datos del radio Motorola 3100 a usar, en este caso es de $0,22\mu V$. De aquí se procede a la obtención de resultados ya que a valores menores al umbral de recepción no existe comunicación mientras que en rangos mayores si existe.

Para un mejor resultado se puede analizar el radio de cobertura de una posible ruta, la que nos entrega la siguiente información:

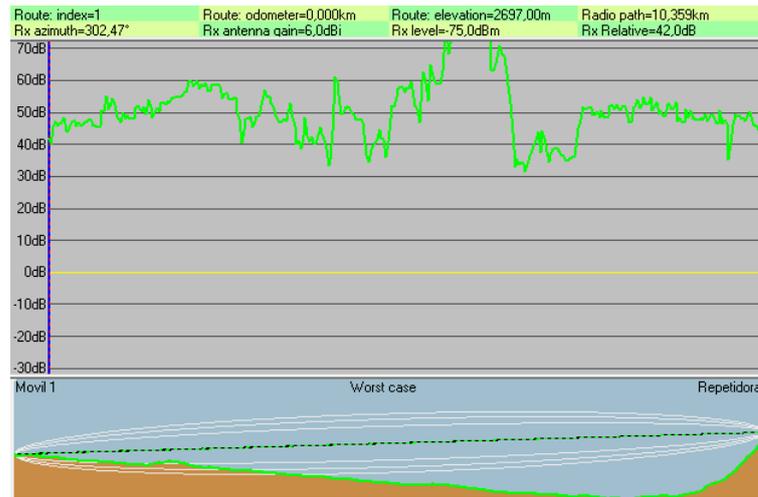


Figura 1.48: Radio de Cobertura de una Ruta. Fuente: Los Autores

La gráfica muestra la cobertura en todo el recorrido de la ruta creada.

1.5.1.1 Cerro ICTO CRUZ

El análisis de cobertura se realiza en base a una repetidora ubicada en el cerro Icto Cruz, sus coordenadas fueron mencionadas anteriormente. A continuación se muestra una gráfica para indicar la topología de la red.

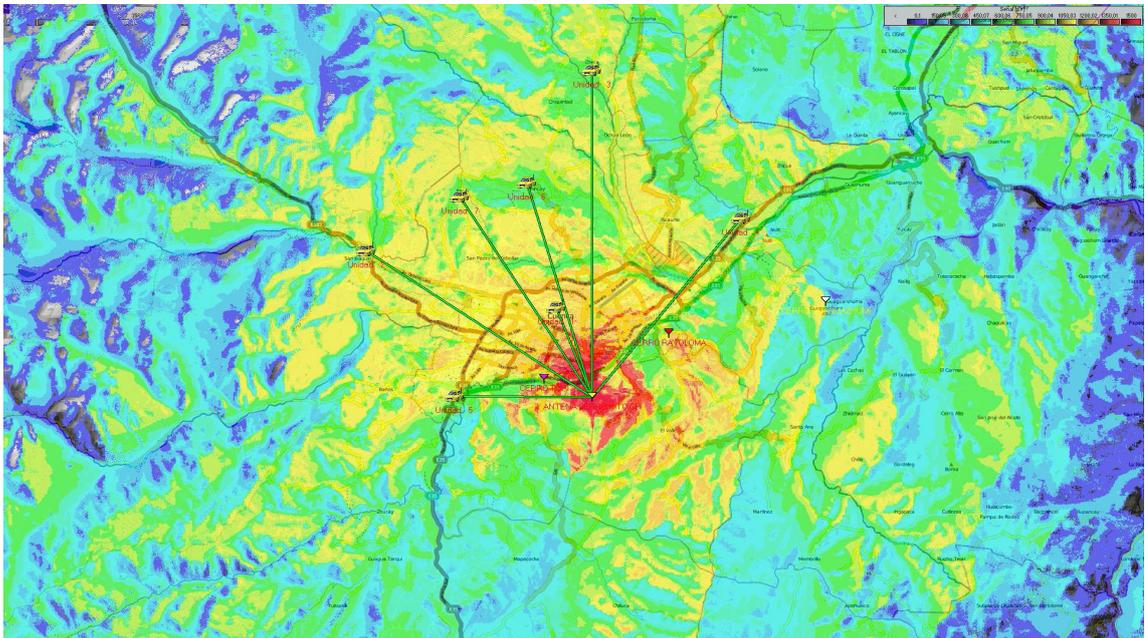


Figura 1.49: Topología de la Red Móvil con Repetidora en Icto Cruz. Fuente: Los Autores

1.5 Análisis de Cobertura para el Sistema

Como se puede observar en la gráfica la red consta de una repetidora y siete móviles dispersos en la ciudad de Cuenca. A continuación se procede a ilustrar la imagen de cobertura polar del sistema.

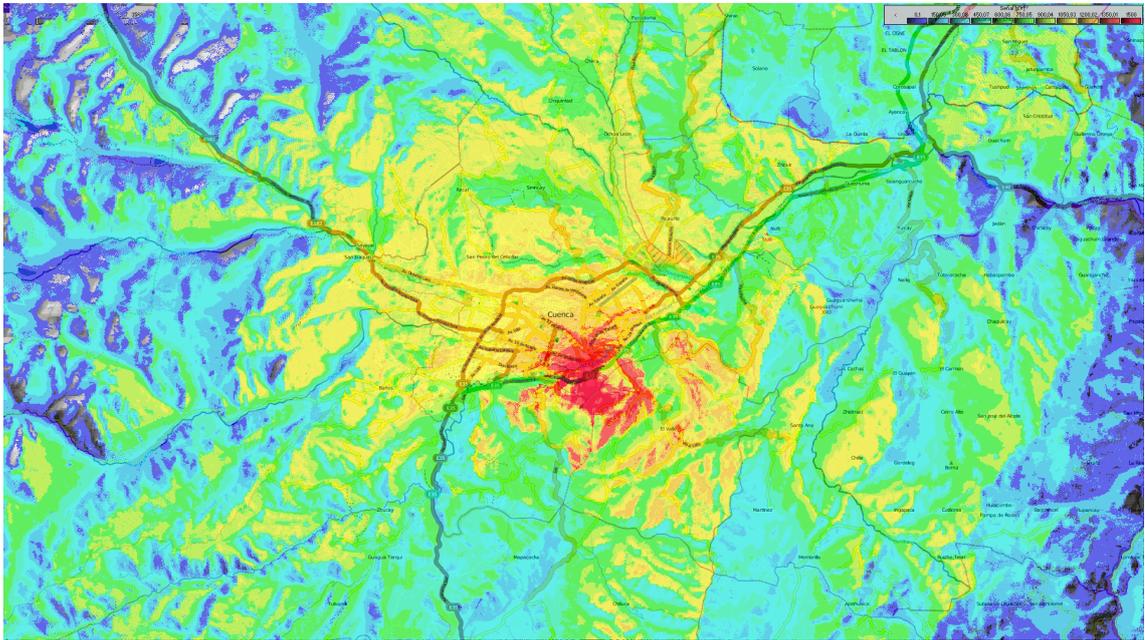


Figura 1.50: Cobertura Polar con Repetidora en Icto Cruz. Fuente: Los Autores

En esta gráfica se puede observar la cobertura ofertada por dicha red, donde los niveles de recepción de intensidad de campo varían según su calidad de recepción. Esto se analiza en base a los niveles de umbral de recepción configurados en la simulación, en los lugares donde existe un alto nivel de recepción se coloreará con tonos rojos hasta llegar a tonos amarillos lo cual corresponde a las zonas con mayor línea de vista es decir no existen muchos obstáculos en la trayectoria, las siguientes zonas con niveles de recepción aceptables están coloreadas con tonalidades verdes hasta llegar a tonos celestes lo que corresponde a lugares con línea de vista con obstáculos en la trayectoria pero la señal puede atravesarlos y establecer una conexión, finalmente los lugares que poseen un nivel bajo de recepción y que no permiten el establecimiento de una conexión ya sea debido al alto índice de obstáculos en la trayectoria van con una tonalidad azul oscura y sin colorear. Entonces se puede observar que esta repetidora brinda cobertura totalmente a las zonas urbana y rural, cabe destacar que existen lugares donde la señal se pierde pero estos corresponden a zonas muy alejadas de la Ciudad.

A continuación se muestra una ruta urbana (color negro) planteada en la red móvil con repetidora en Icto Cruz para un análisis más detallado.

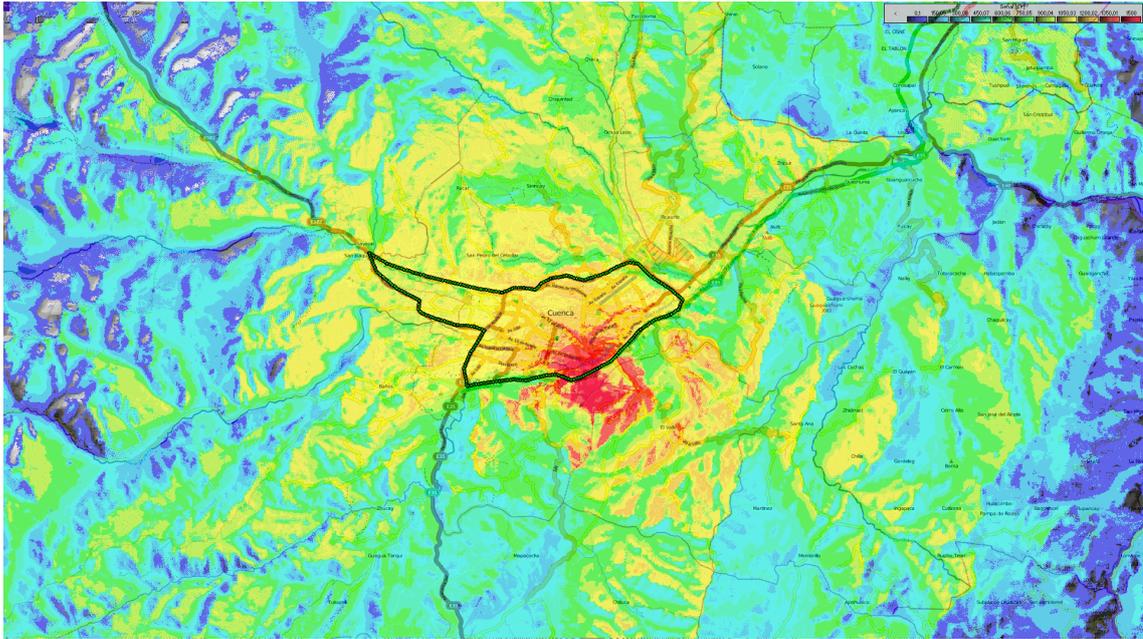


Figura 1.51: Ruta Urbana con Repetidora en Ictocruz. Fuente: Los Autores

Con respecto a la ruta creada anteriormente se procede a obtener la cobertura de radio, donde el móvil tomará dicha ruta y se obtendrá la gráfica de cobertura según la trayectoria.

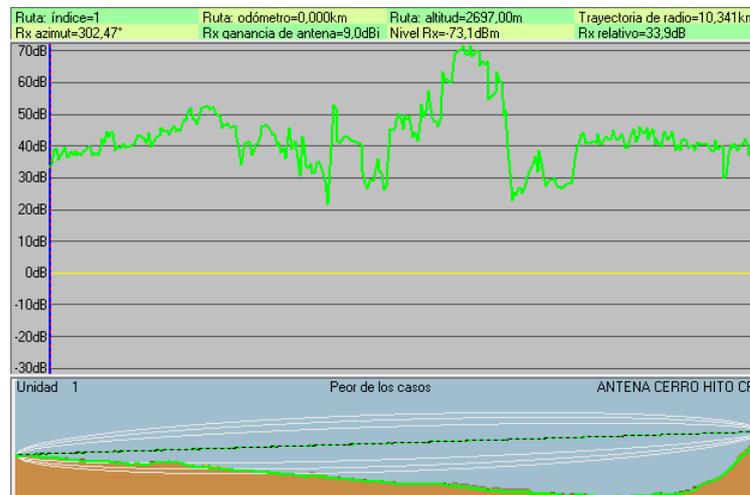


Figura 1.52: Cobertura de Radio en la Ruta Urbana con Repetidora en Ictocruz. Fuente: Los Autores

En la gráfica se puede observar la cobertura de la red y su nivel de recepción según la ruta establecida, en este caso se puede observar que la red satisface dicha ruta ya

1.5 Análisis de Cobertura para el Sistema

que permite una conexión garantizada y en ningún momento la señal se pierde ni entra en niveles críticos de recepción.

También se genera una ruta rural en la red móvil con repetidora en Icto Cruz, la cual se muestra a continuación.

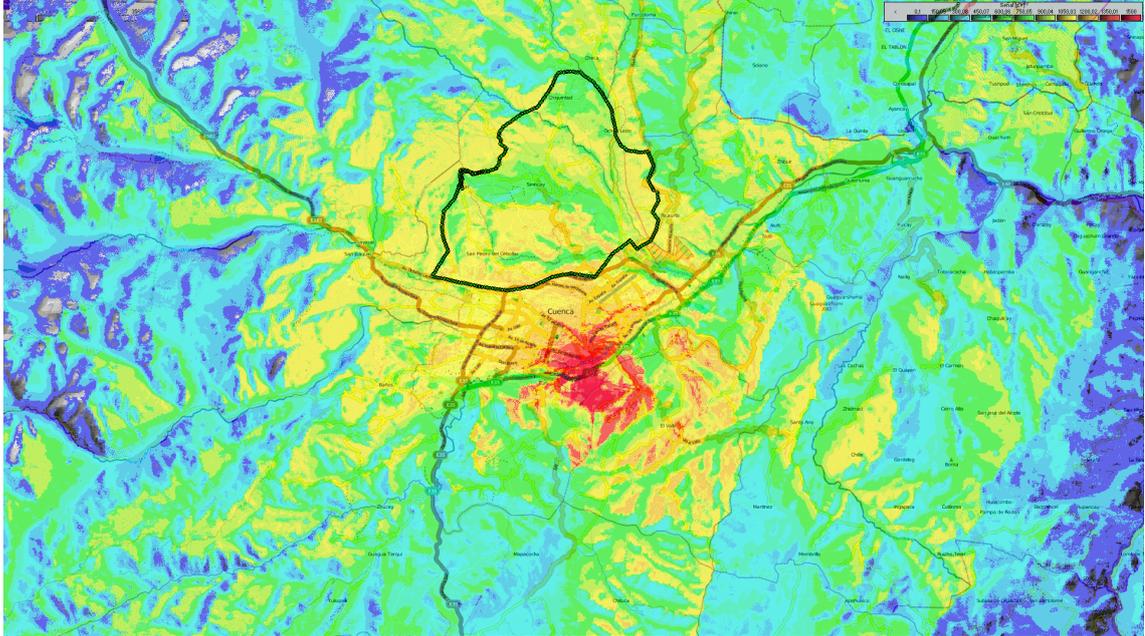


Figura 1.53: Ruta Rural con Repetidora en Icto Cruz. Fuente: Los Autores

Con respecto a esta ruta se obtiene la cobertura de radio, en donde el móvil tomará dicha ruta y se obtendrá la gráfica de cobertura según la trayectoria.

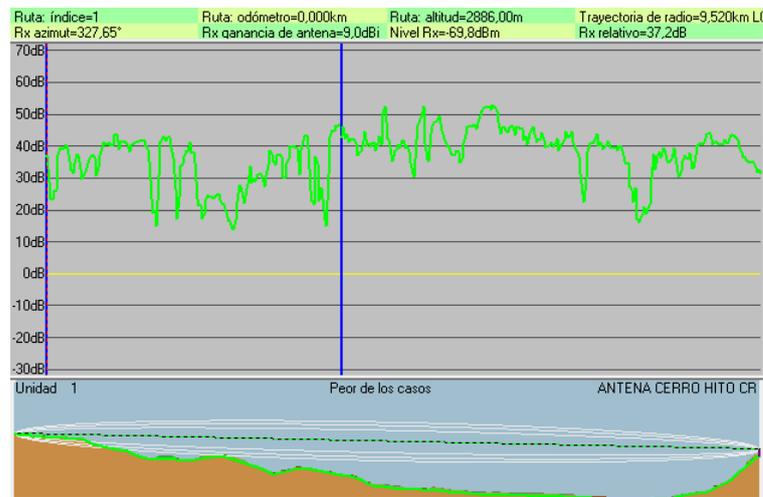


Figura 1.54: Cobertura de Radio en la Ruta Rural con Repetidora en Icto Cruz. Fuente: Los Autores

1.5 Análisis de Cobertura para el Sistema

En la gráfica se puede observar la cobertura de la red y su nivel de recepción según la ruta establecida, en este caso se puede observar que la red satisface dicha ruta ya que permite una conexión garantizada y en ningún momento la señal se pierde ni entra en niveles críticos de recepción.

1.5.1.2 Cerro RAYOLOMA

El análisis de cobertura se realiza en base a una repetidora ubicada en el cerro Rayoloma, sus coordenadas fueron ya mencionadas. A continuación se muestra la gráfica para indicar la topología de la red.

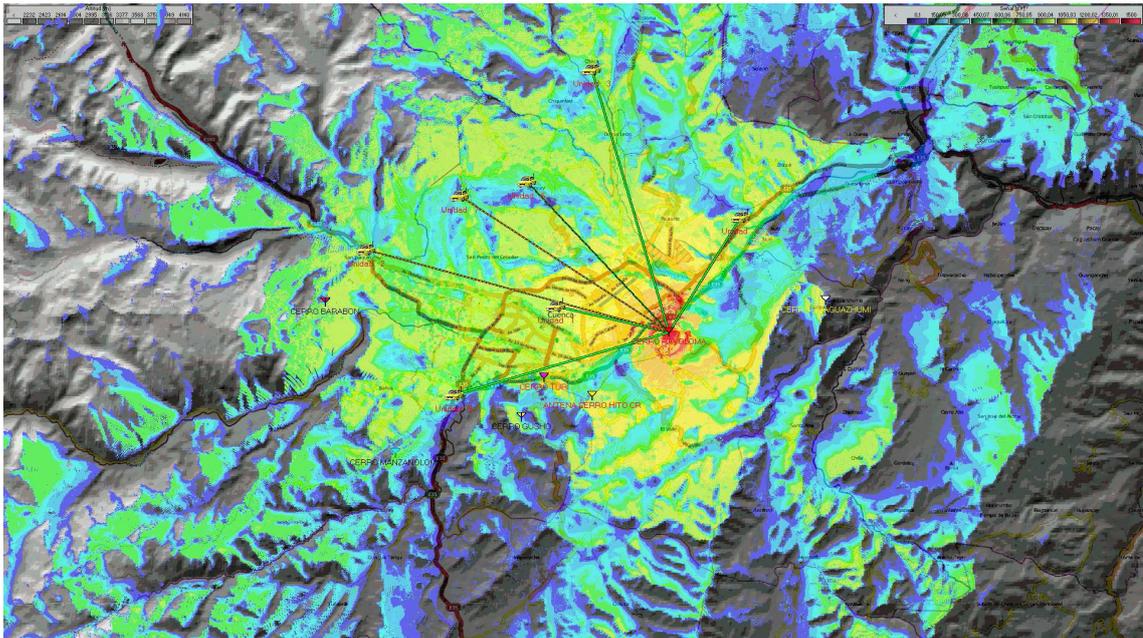


Figura 1.55: Topología de la Red Móvil con Repetidora en Rayoloma. Fuente: Los Autores

Como se puede observar en la gráfica la red consta de una repetidora y siete móviles dispersos en la ciudad de Cuenca, a continuación se ilustra la imagen de cobertura polar del sistema.

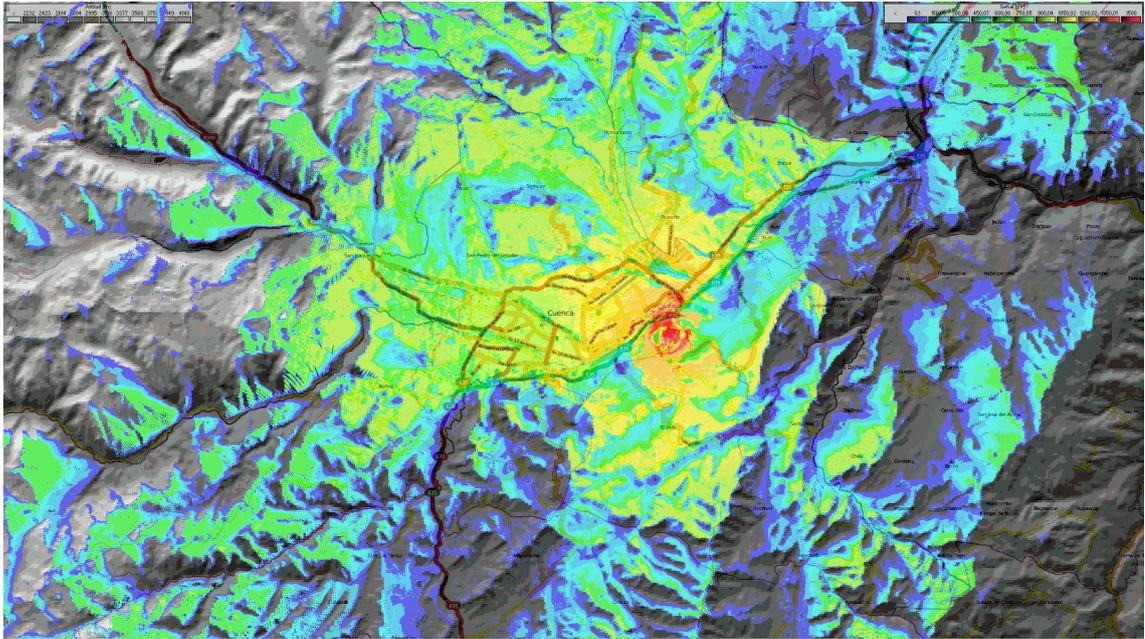


Figura 1.56: Cobertura Polar con Repetidora en Rayoloma. Fuente: Los Autores

En esta gráfica se puede observar la cobertura de la red, donde los niveles de recepción de intensidad de campo varían según la calidad de recepción. Esto se analiza en base a los niveles de umbral de recepción configurados en la simulación, entonces se puede observar que esta repetidora brinda cobertura totalmente a la zona urbana mientras que la zona rural posee sectores donde la señal se pierde.

A continuación se muestra una ruta urbana (color negro) planteada en la red móvil con repetidora en Rayoloma para un análisis más detallado.

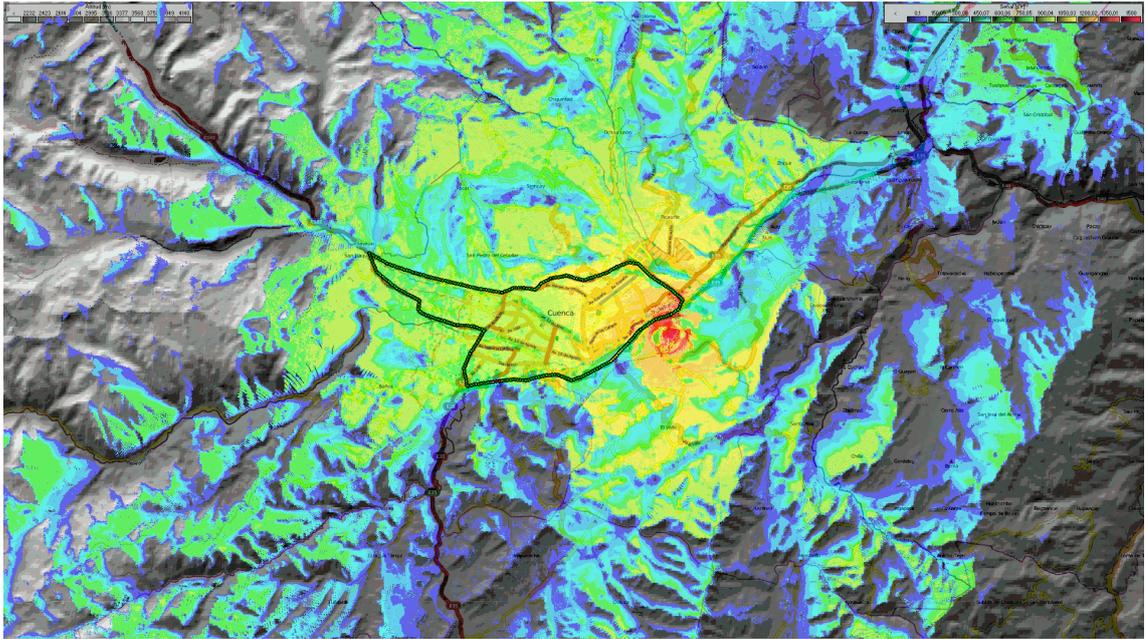


Figura 1.57: Ruta Urbana con Repetidora en Rayoloma. Fuente: Los Autores

Respecto a la ruta creada se procede a obtener la cobertura de radio, donde el móvil tomará dicha ruta y se obtendrá la gráfica de cobertura según la trayectoria.

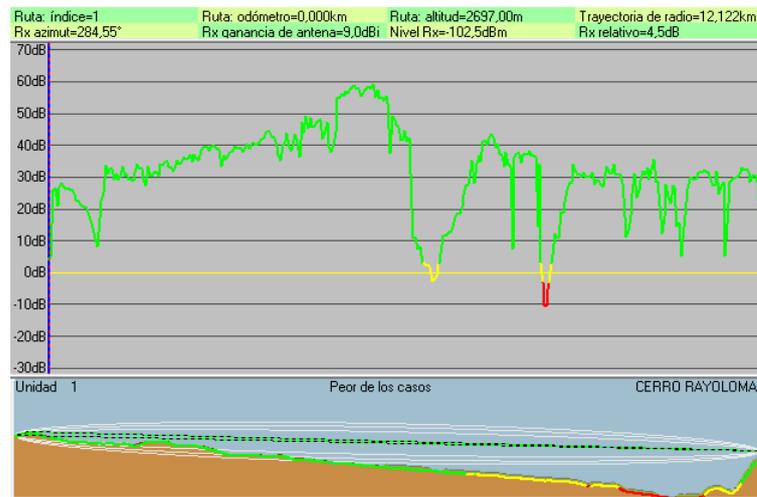


Figura 1.58: Cobertura de Radio en la Ruta Urbana con Repetidora en Rayoloma. Fuente: Los Autores

En la gráfica se puede observar la cobertura de la red y su nivel de recepción según la ruta establecida, en este caso se puede observar que la red no satisface dicha ruta en su totalidad ya que se pierde la conexión en algunos tramos de la ruta y en otros la señal de recepción entra en niveles críticos.

1.5 Análisis de Cobertura para el Sistema

También se genera una ruta rural en la red móvil con repetidora en Rayoloma, la cual se muestra a continuación.

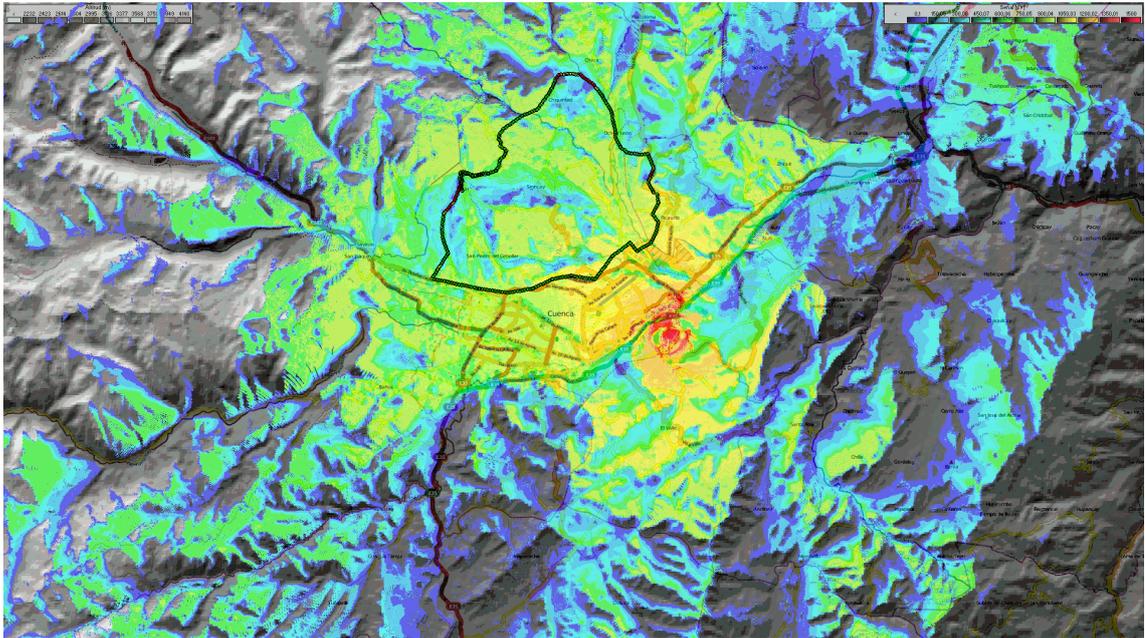


Figura 1.59: Ruta Rural con Repetidora en Rayoloma. Fuente: Los Autores

Con respecto a esta ruta se obtiene la cobertura de radio, donde el móvil tomará dicha ruta y se obtendrá la gráfica de cobertura según la trayectoria.

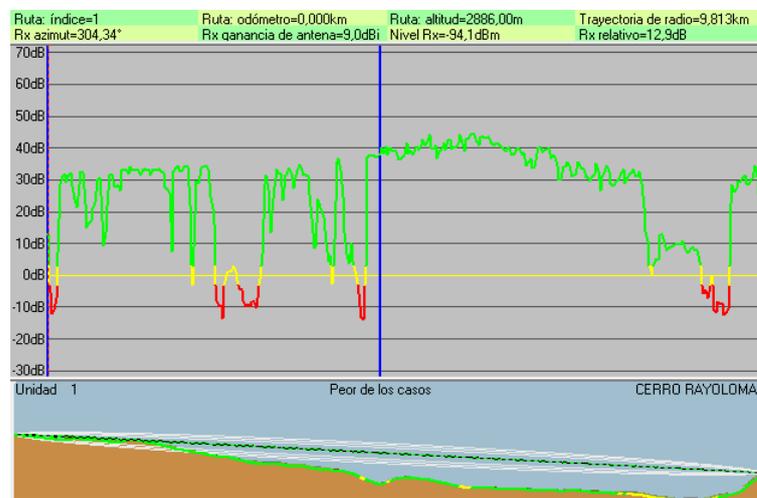


Figura 1.60: Cobertura de Radio en la Ruta Rural con Repetidora en Rayoloma. Fuente: Los Autores

En la gráfica se puede observar la cobertura de la red y su nivel de recepción según

la ruta establecida, en este caso se puede observar que la red no satisface dicha ruta en su totalidad ya que se pierde la conexión en varios tramos de la ruta y en otros la señal de recepción entra en niveles críticos.

1.5.1.3 Cerro TURI

El análisis de cobertura se realiza en base a una repetidora ubicada en el cerro Turi, sus coordenadas fueron mencionadas anteriormente. A continuación se muestra una gráfica para indicar la topología de la red.

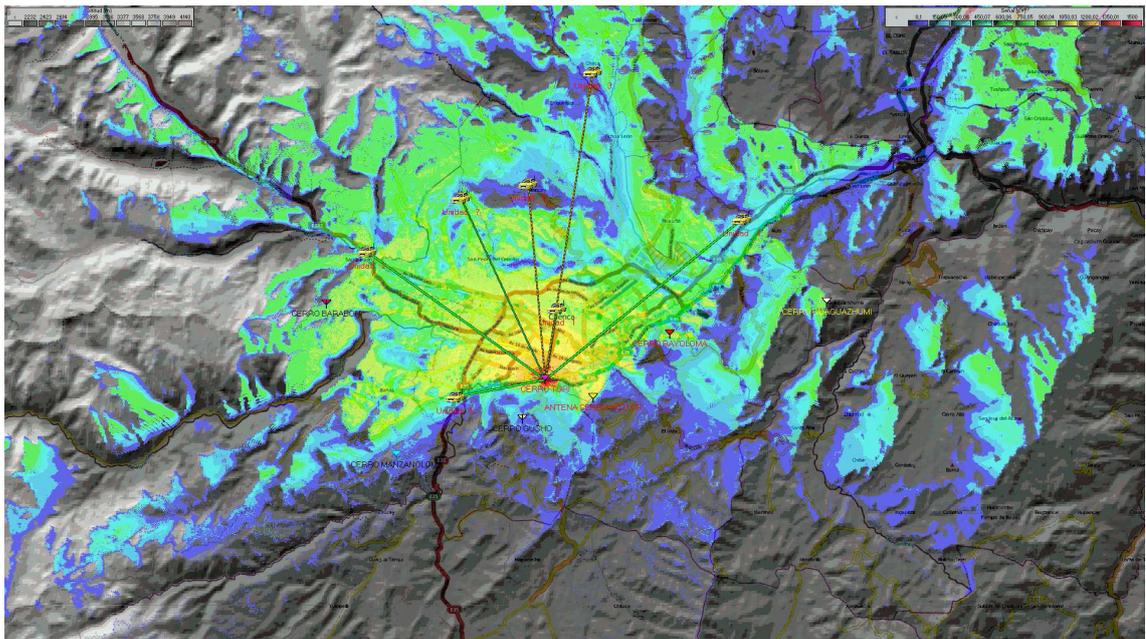


Figura 1.61: Topología de la Red Móvil con Repetidora en Turi. Fuente: Los Autores

Como se puede observar en la gráfica la red consta de una repetidora y siete móviles dispersos en la ciudad de Cuenca. A continuación se procede a ilustrar la imagen de cobertura polar del sistema.

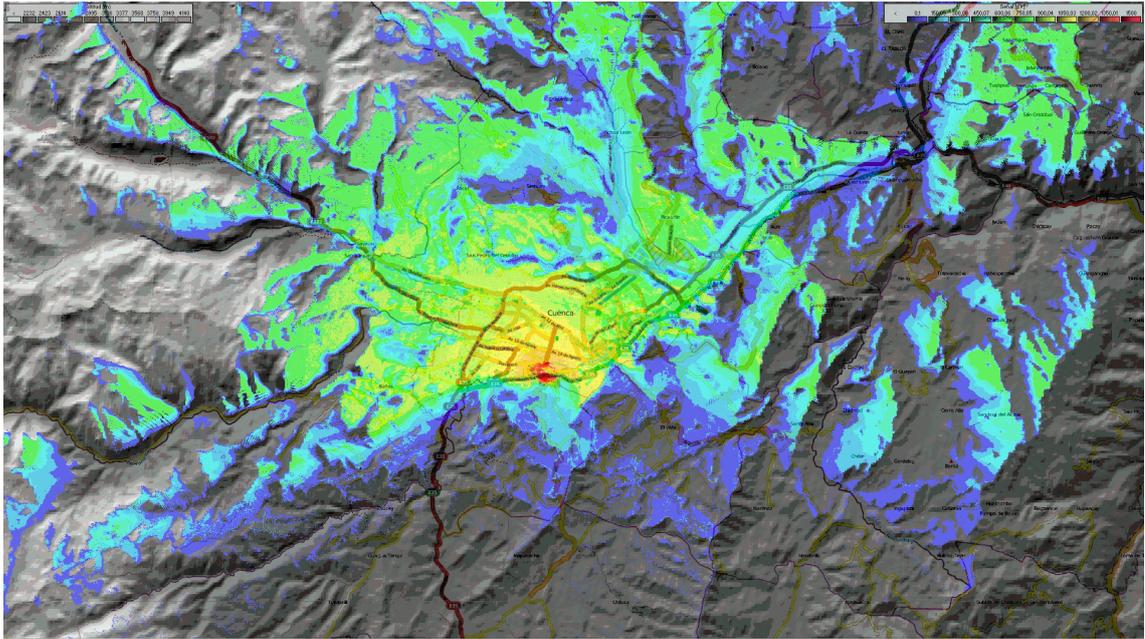


Figura 1.62: Cobertura Polar con Repetidora en Turi. Fuente: Los Autores

En esta gráfica se puede observar la cobertura de la red, donde los niveles de recepción de intensidad de campo varían según la calidad de recepción. Esto se analiza en base a los niveles de umbral de recepción configurados en la simulación, entonces se puede observar que esta repetidora brinda cobertura a la zona urbana mientras que a la zona rural la cubre en ciertos sectores.

A continuación se muestra una ruta urbana (color negro) planteada en la red móvil con repetidora en Turi para un análisis más detallado.

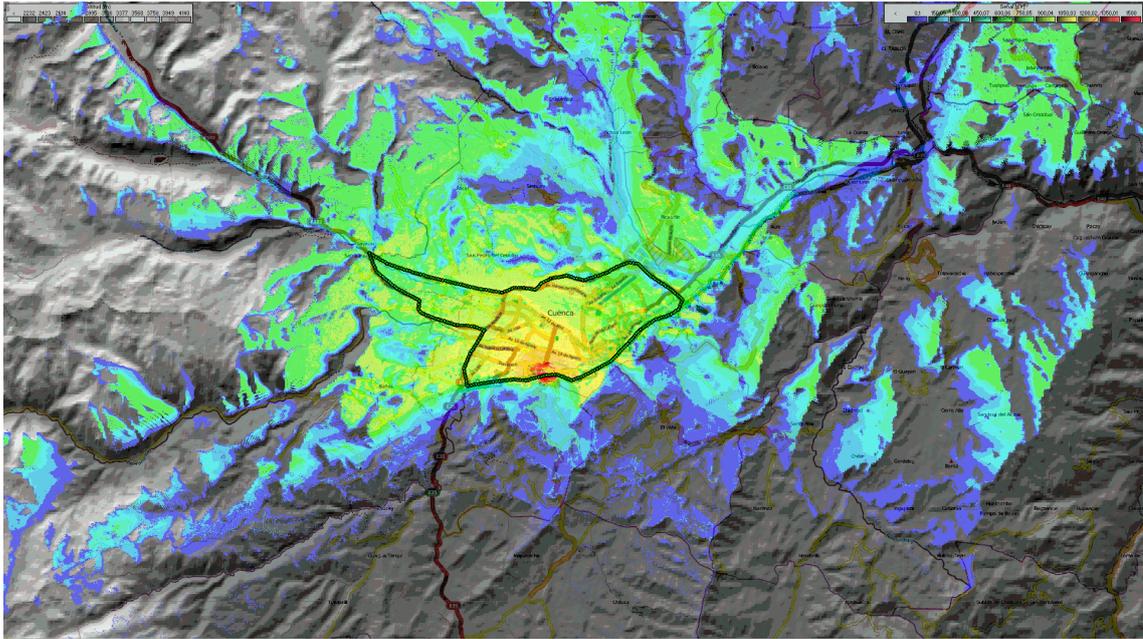


Figura 1.63: Ruta Urbana con Repetidora en Turi. Fuente: Los Autores

Con respecto a la ruta creada anteriormente se procede a obtener la cobertura de radio, donde el móvil tomará dicha ruta y se obtendrá la gráfica de cobertura según la trayectoria.

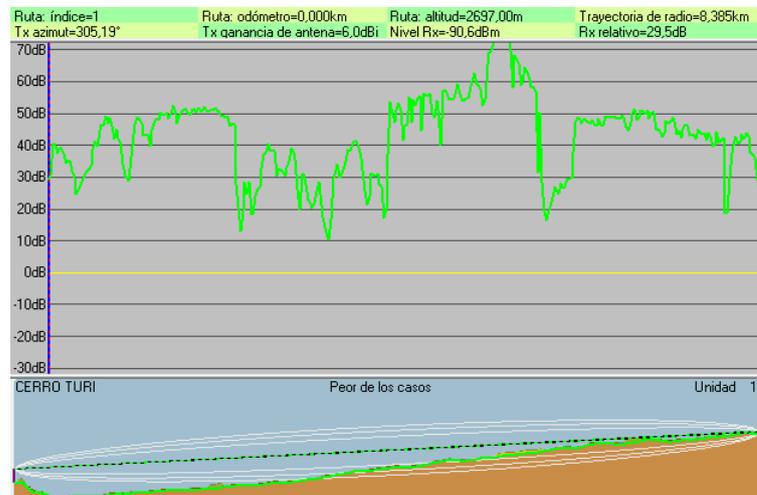


Figura 1.64: Cobertura de Radio en la Ruta Urbana con Repetidora en Turi. Fuente: Los Autores

En la gráfica se puede observar la cobertura de la red y su nivel de recepción según la ruta establecida, en este caso se puede observar que la red satisface dicha ruta ya

En la gráfica se puede observar la cobertura de la red y su nivel de recepción según la ruta establecida, en este caso se puede observar que la red no satisface dicha ruta en su totalidad ya que se pierde la conexión en varios tramos de la ruta.

1.5.1.4 Cerro GUAGUAZHUMI

El análisis de cobertura se realiza en base a una repetidora ubicada en el cerro Guaguazhumi, sus coordenadas fueron ya mencionadas. A continuación se muestra la gráfica para indicar la topología de la red.

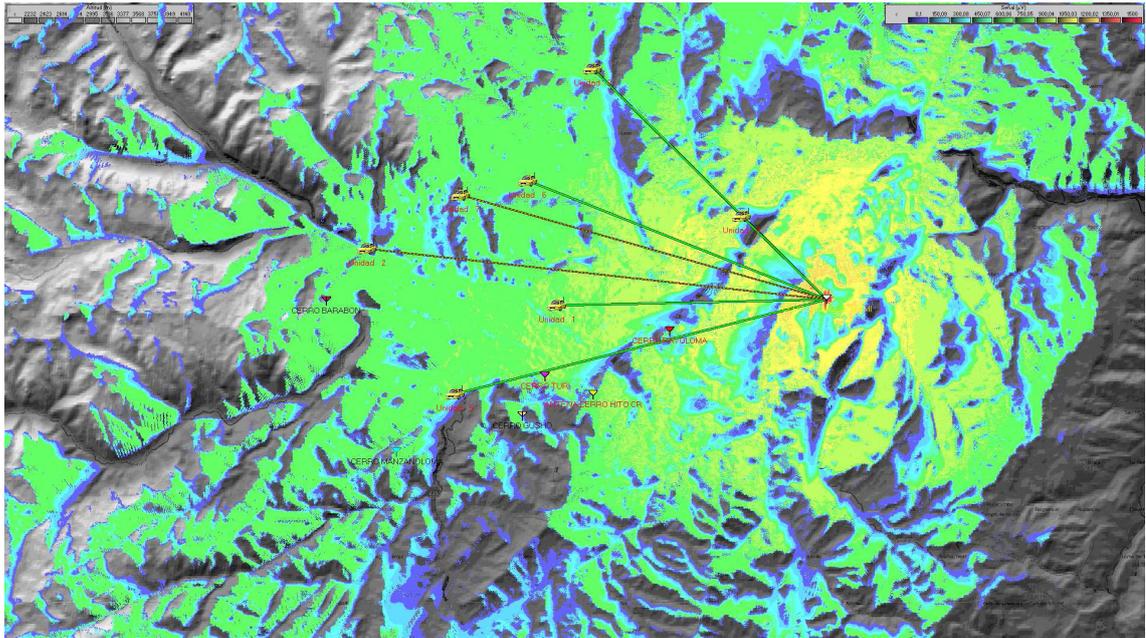


Figura 1.67: Topología de la Red Móvil con Repetidora en Guaguazhumi. Fuente: Los Autores

Como se puede observar en la gráfica la red consta de una repetidora y siete móviles dispersos en la ciudad de Cuenca, a continuación se ilustra la imagen de cobertura polar del sistema.

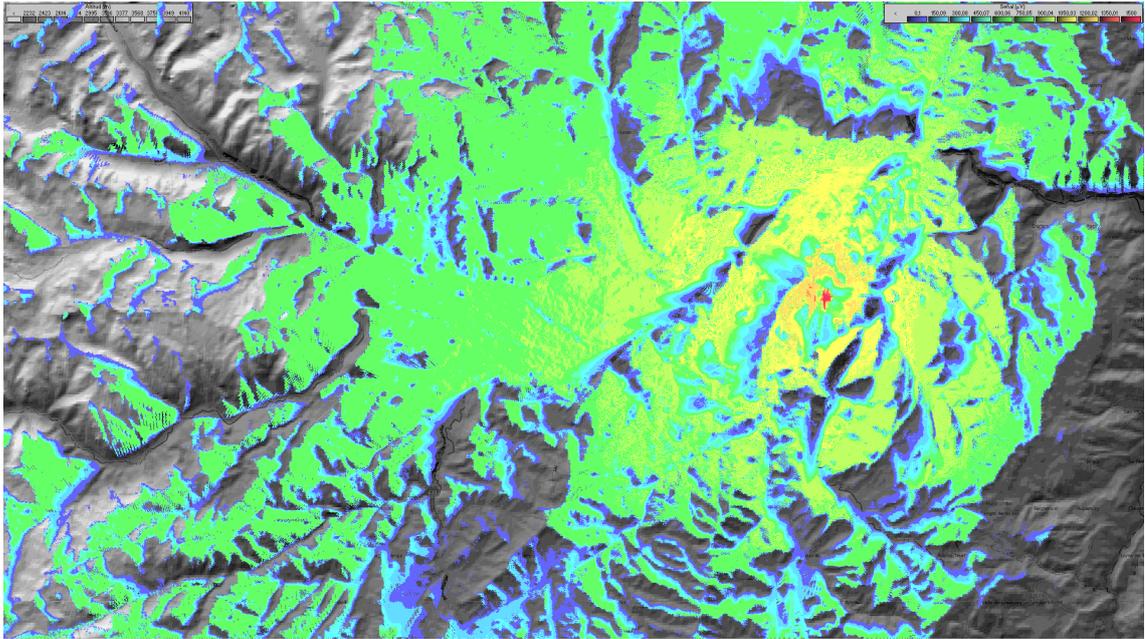


Figura 1.68: Cobertura Polar con Repetidora en Guaguazhumi. Fuente: Los Autores

En esta gráfica se puede observar la cobertura de la red, donde los niveles de recepción de intensidad de campo varían según la calidad de recepción. Esto se analiza en base a los niveles de umbral de recepción configurados en la simulación, entonces se puede observar que esta repetidora brinda cobertura a gran parte de la zona urbana y rural.

A continuación se muestra una ruta urbana (color negro) planteada en la red móvil con repetidora en Guaguazhumi para un análisis más detallado.

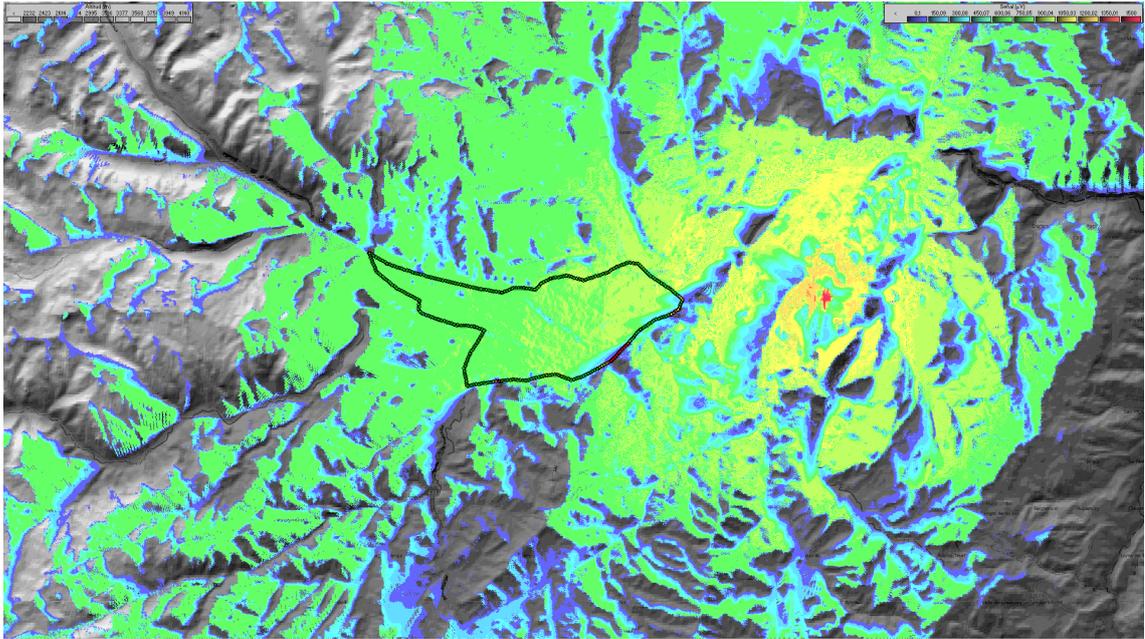


Figura 1.69: Ruta Urbana con Repetidora en Guaguazhumi. Fuente: Los Autores

Respecto a la ruta creada anteriormente se procede a obtener la cobertura de radio, donde el móvil tomará dicha ruta y se obtendrá la gráfica de cobertura según la trayectoria.

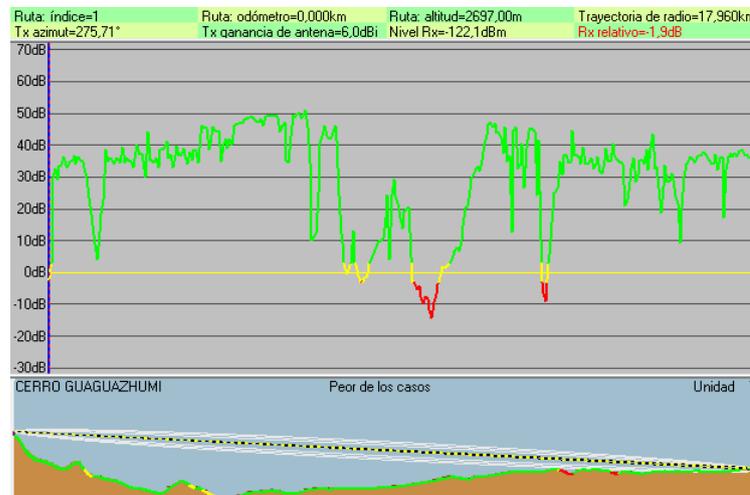


Figura 1.70: Cobertura de Radio en la Ruta Urbana con Repetidora en Guaguazhumi. Fuente: Los Autores

En la gráfica se puede observar la cobertura de la red y su nivel de recepción según la ruta establecida, en este caso se puede observar que la red no satisface dicha ruta

1.5 Análisis de Cobertura para el Sistema

en su totalidad ya que se pierde la conexión en algunos tramos de la ruta y en otros la señal de recepción entra en niveles críticos.

También se genera una ruta rural en la red móvil con repetidora en Guaguazhumi, la cual se muestra a continuación.

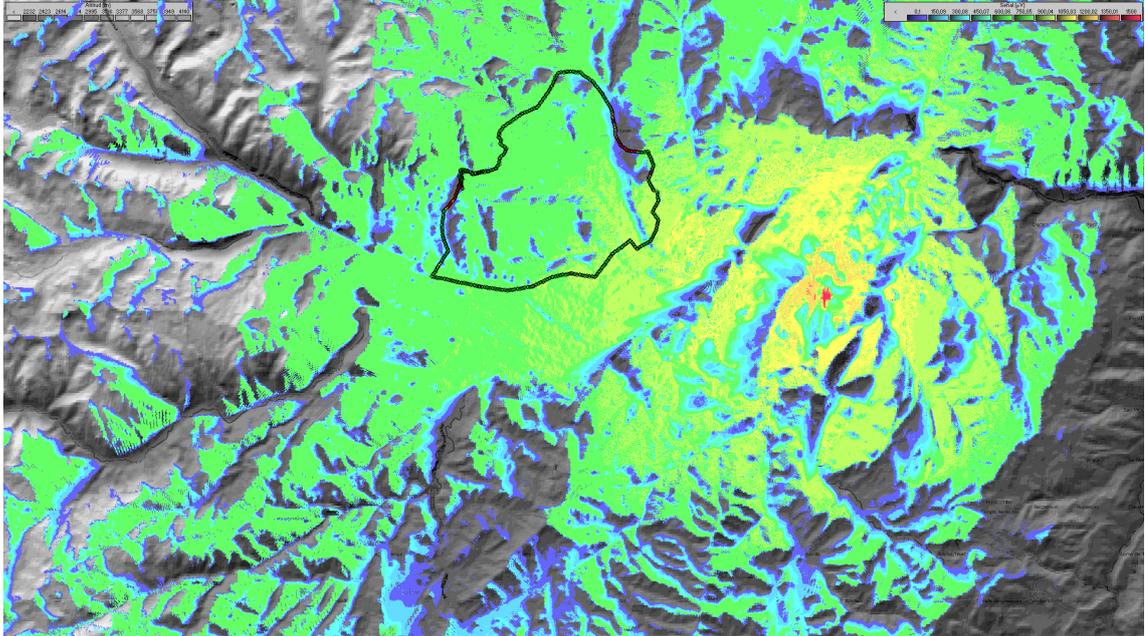


Figura 1.71: Ruta Rural con Repetidora en Guaguazhumi. Fuente: Los Autores

Con respecto a esta ruta se obtiene la cobertura de radio, donde el móvil tomará dicha ruta y se obtendrá la gráfica de cobertura según la trayectoria.

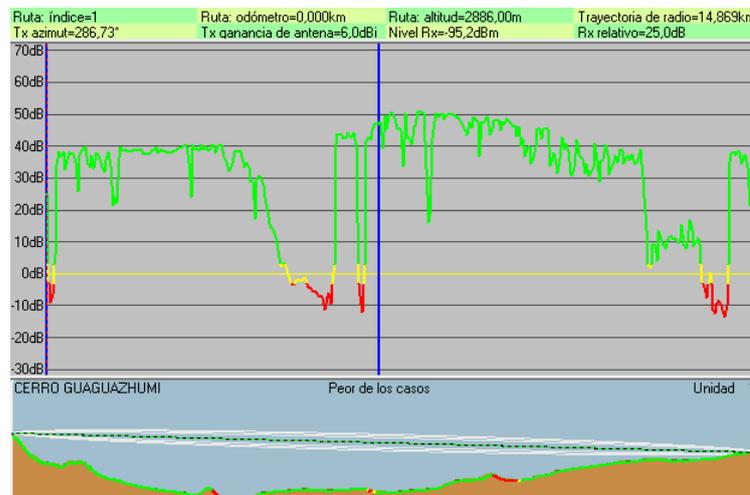


Figura 1.72: Cobertura de Radio en la Ruta Rural con Repetidora en Guaguazhumi. Fuente: Los Autores

En la gráfica se puede observar la cobertura de la red y su nivel de recepción según la ruta establecida, en este caso se puede observar que la red no satisface dicha ruta ya que se pierde la conexión en varios tramos de la ruta y en otros la señal de recepción entra en niveles críticos.

1.5.1.5 Cerro BARABON

El análisis de cobertura se realiza en base a una repetidora ubicada en el cerro Barabón, sus coordenadas fueron mencionadas anteriormente. A continuación se muestra una gráfica para indicar la topología de la red.

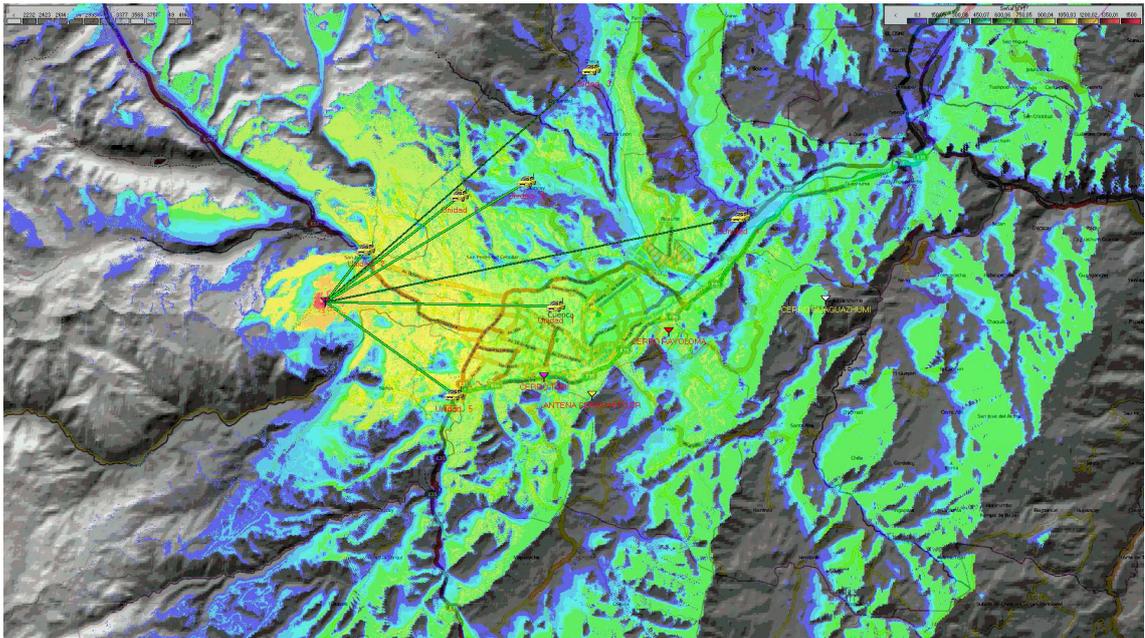


Figura 1.73: Topología de la Red Móvil con Repetidora en Barabón. Fuente: Los Autores

Como se puede observar en la gráfica la red consta de una repetidora y siete móviles dispersos en la ciudad de Cuenca. A continuación se procede a ilustrar la imagen de cobertura polar del sistema.

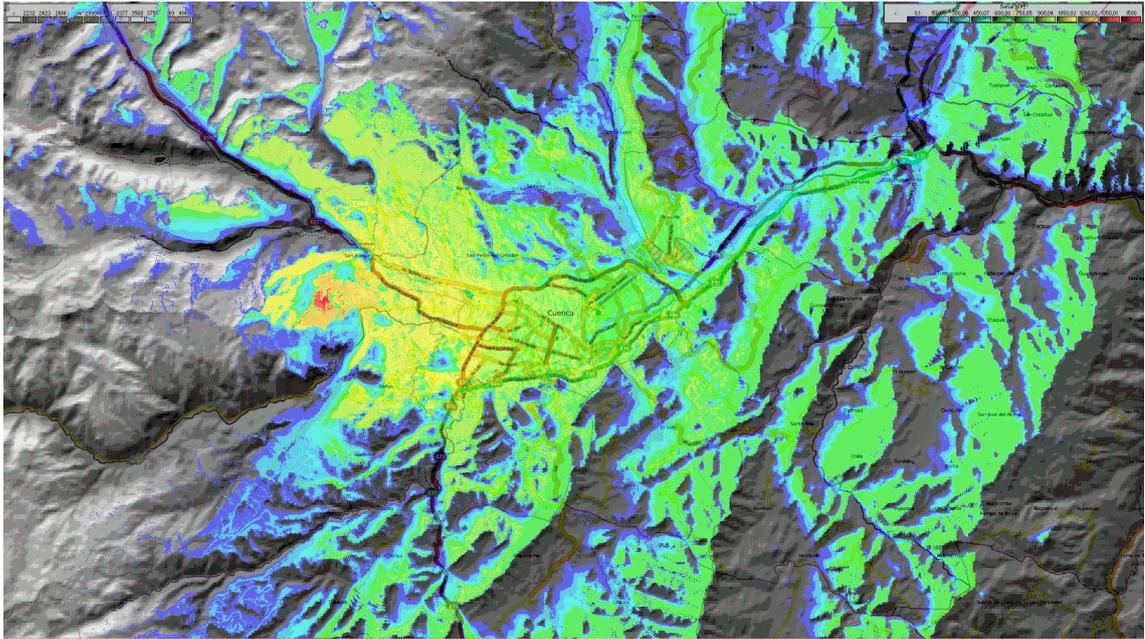


Figura 1.74: Cobertura Polar con Repetidora en Barabón. Fuente: Los Autores

En esta gráfica se puede observar la cobertura de la red, donde los niveles de recepción de intensidad de campo varían según la calidad de recepción. Esto se analiza en base a los niveles de umbral de recepción configurados en la simulación, entonces se puede observar que esta repetidora brinda cobertura casi totalmente a la zona urbana mientras que la zona rural posee muchos sectores donde la señal se pierde.

A continuación se muestra una ruta urbana (color negro) planteada en la red móvil con repetidora en Barabón para un análisis más detallado.

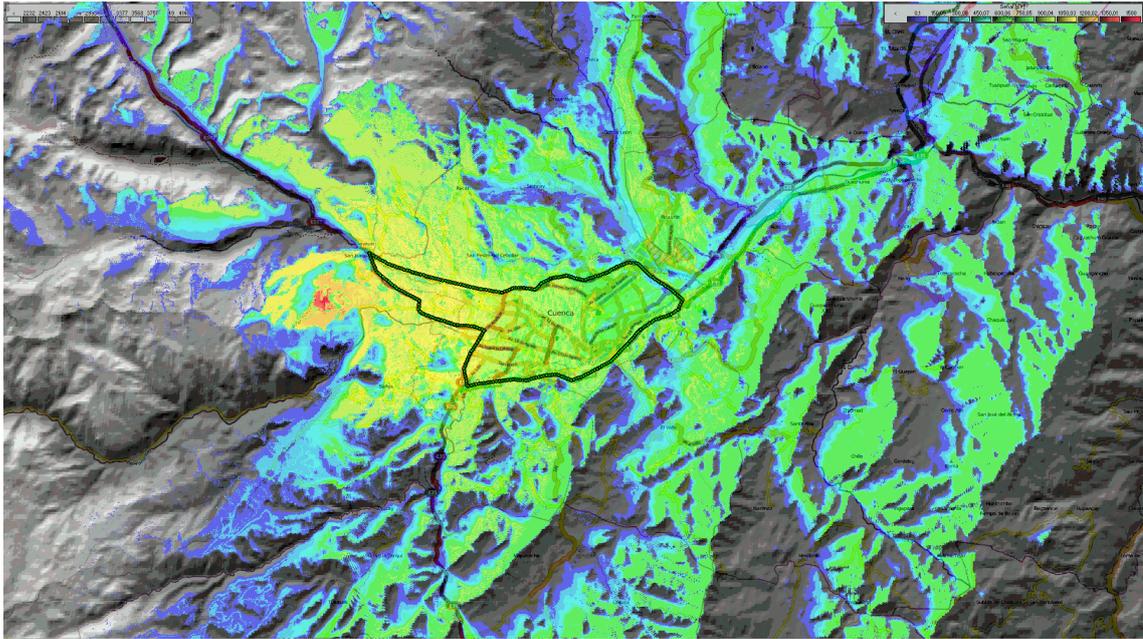


Figura 1.75: Ruta Urbana con Repetidora en Barabón. Fuente: Los Autores

Respecto a la ruta creada anteriormente se procede a obtener la cobertura de radio, donde el móvil tomará dicha ruta y se obtendrá la gráfica de cobertura según la trayectoria.

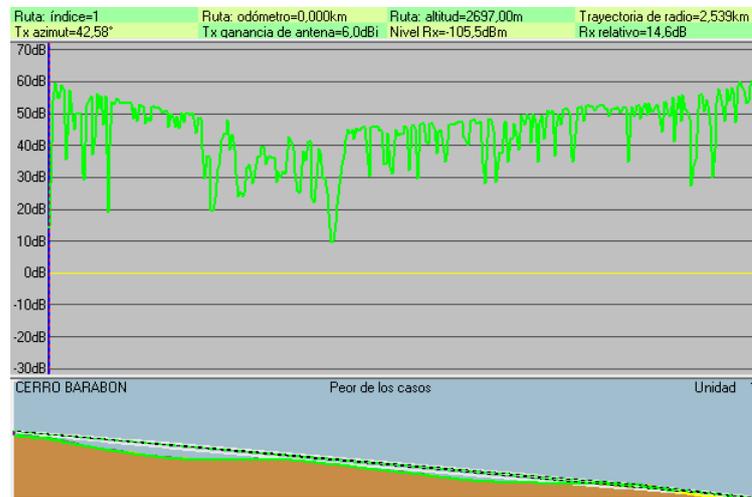


Figura 1.76: Cobertura de Radio en la Ruta Urbana con Repetidora en Barabón. Fuente: Los Autores

En la gráfica se puede observar la cobertura de la red y su nivel de recepción según la ruta establecida, en este caso se puede observar que la red satisface dicha ruta ya

1.5 Análisis de Cobertura para el Sistema

que permite una conexión garantizada y en ningún momento la señal se pierde ni entra en niveles críticos de recepción.

También se genera una ruta rural en la red móvil con repetidora en Barabón, la cual se muestra a continuación.

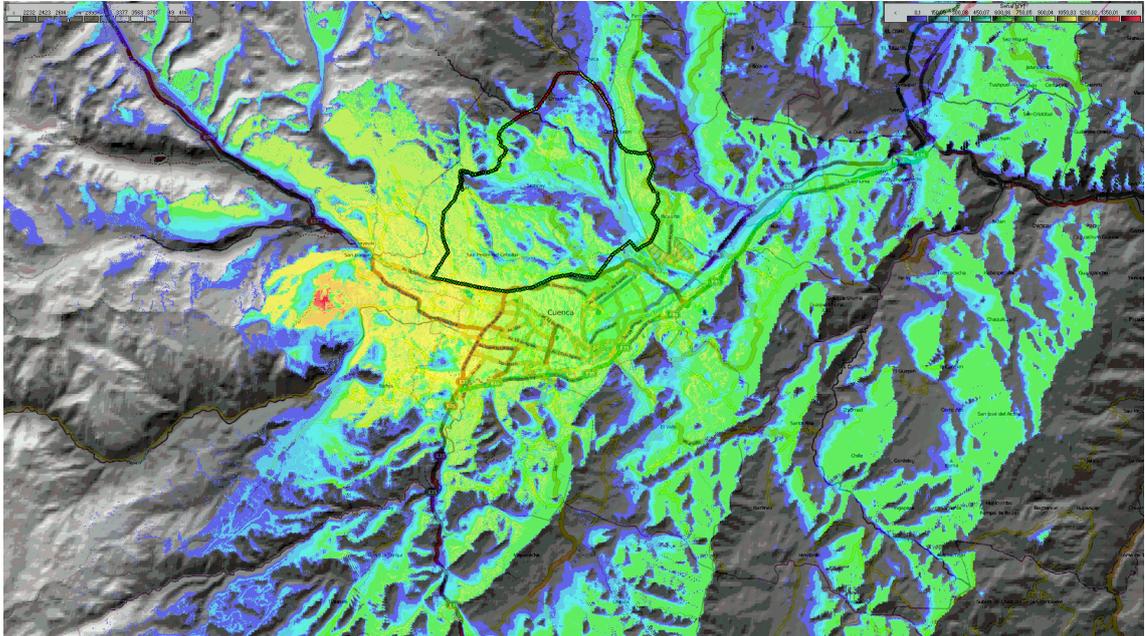


Figura 1.77: Ruta Rural con Repetidora en Barabón. Fuente: Los Autores

Con respecto a esta ruta se obtiene la cobertura de radio, donde el móvil tomará dicha ruta y se obtendrá la gráfica de cobertura según la trayectoria.



Figura 1.78: Cobertura de Radio en la Ruta Rural con Repetidora en Barabón. Fuente: Los Autores

1.5 Análisis de Cobertura para el Sistema

En la gráfica se puede observar la cobertura de la red y su nivel de recepción según la ruta establecida, en este caso se puede observar que la red no satisface dicha ruta en su totalidad ya que se pierde la conexión en varios tramos de la ruta y en otros la señal de recepción entra en niveles críticos.

1.5.1.6 Cerro MANZANOLOMA

El análisis de cobertura se realiza en base a una repetidora ubicada en el cerro Manzanoloma, sus coordenadas fueron mencionadas anteriormente. A continuación se muestra una gráfica para indicar la topología de la red.

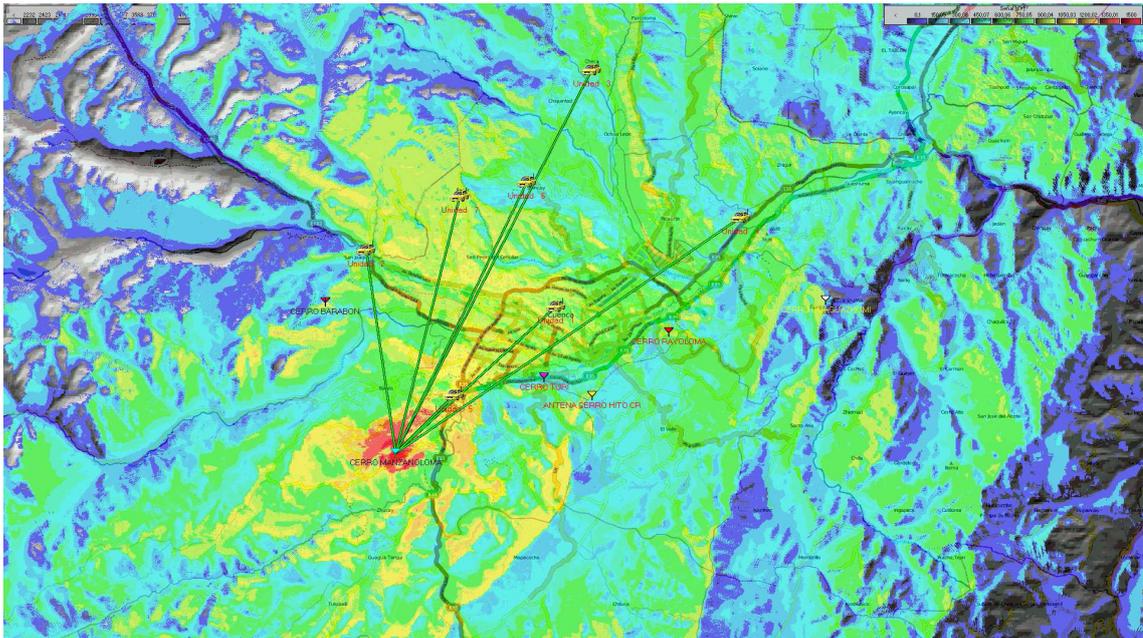


Figura 1.79: Topología de la Red Móvil con Repetidora en Manzanoloma. Fuente: Los Autores

Como se puede observar en la gráfica la red consta de una repetidora y siete móviles dispersos en la ciudad de Cuenca. A continuación se procede a ilustrar la imagen de cobertura polar del sistema.

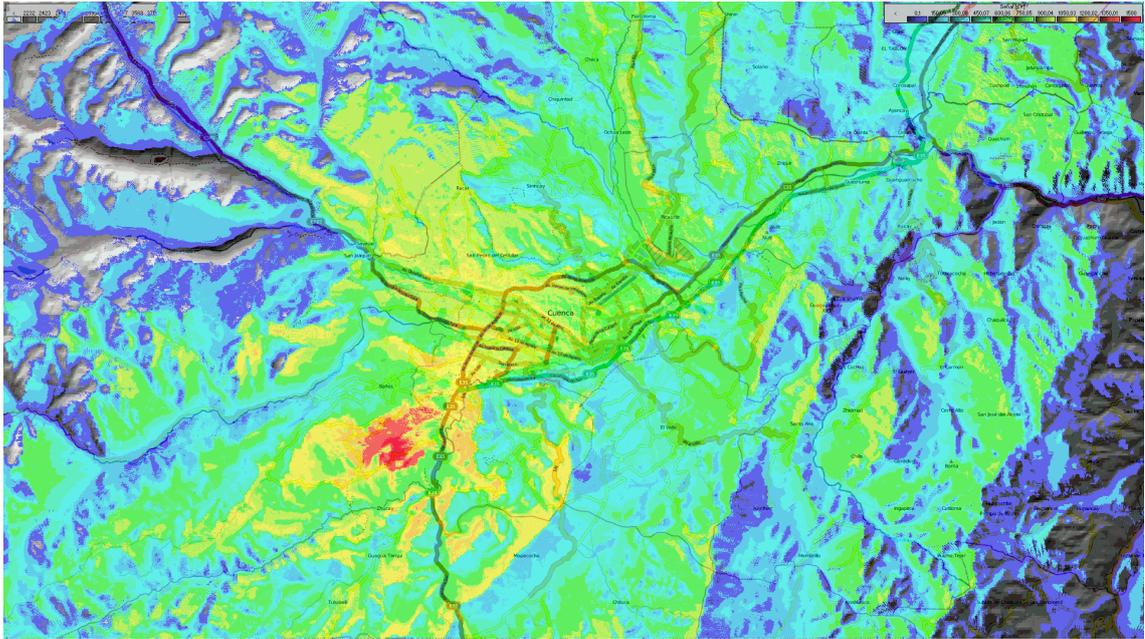


Figura 1.80: Cobertura Polar con Repetidora en Manzanoloma. Fuente: Los Autores

En esta gráfica se puede observar la cobertura de la red, donde los niveles de recepción de intensidad de campo varían según la calidad de recepción. Esto se analiza en base a los niveles de umbral de recepción configurados en la simulación, entonces se puede observar que esta repetidora brinda cobertura totalmente a la zona urbana mientras que la zona rural posee sectores donde la señal se pierde.

A continuación se muestra una ruta urbana (color negro) planteada en la red móvil con repetidora en Manzanoloma para un análisis más detallado.

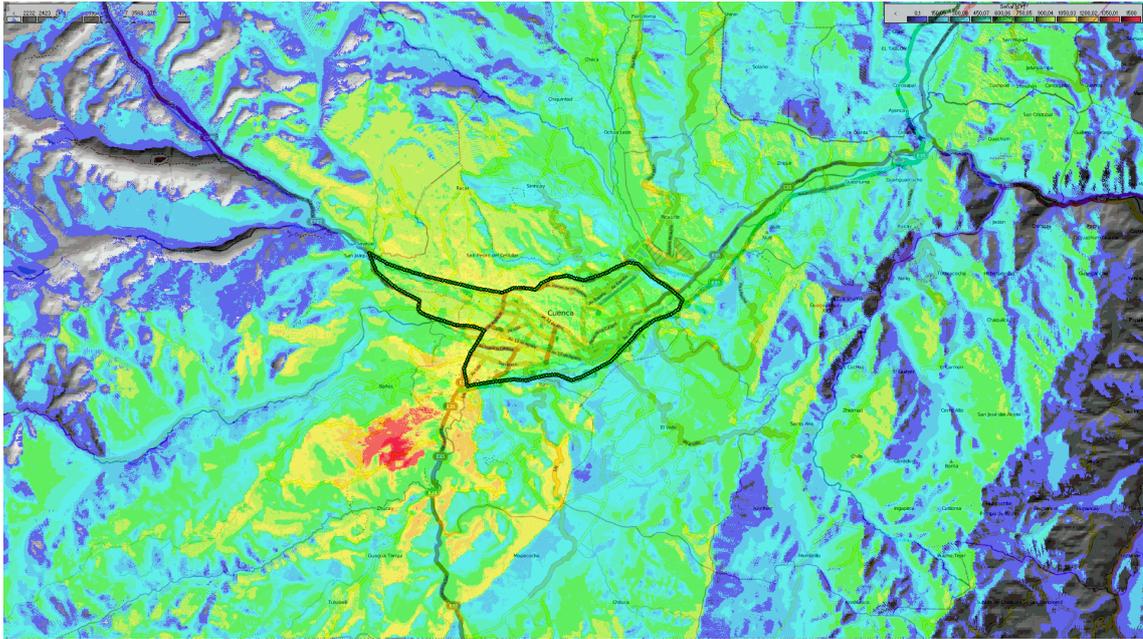


Figura 1.81: Ruta Urbana con Repetidora en Manzanoloma. Fuente: Los Autores

Respecto a la ruta creada anteriormente se procede a obtener la cobertura de radio, donde el móvil tomará dicha ruta y se obtendrá la gráfica de cobertura según la trayectoria.

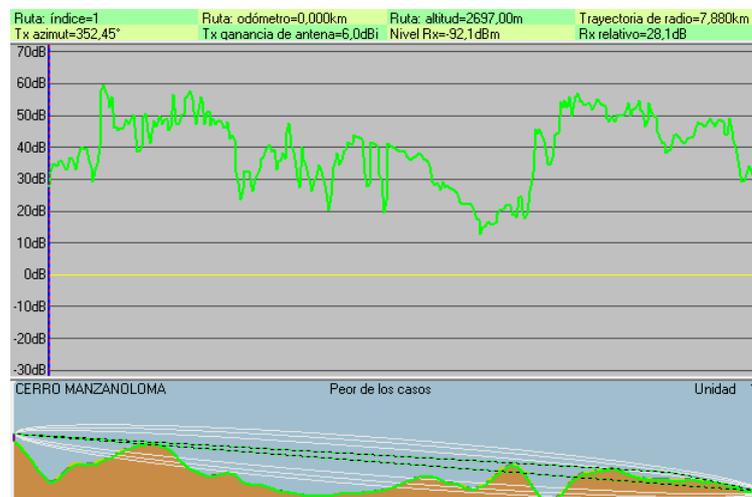


Figura 1.82: Cobertura de Radio en la Ruta Urbana con Repetidora en Manzanoloma. Fuente: Los Autores

En la gráfica se puede observar la cobertura de la red y su nivel de recepción según la ruta establecida, en este caso se puede observar que la red satisface dicha ruta en su totalidad ya que no se pierde la conexión.

1.5 Análisis de Cobertura para el Sistema

También se genera una ruta rural en la red móvil con repetidora en Manzanoloma, la cual se muestra a continuación.

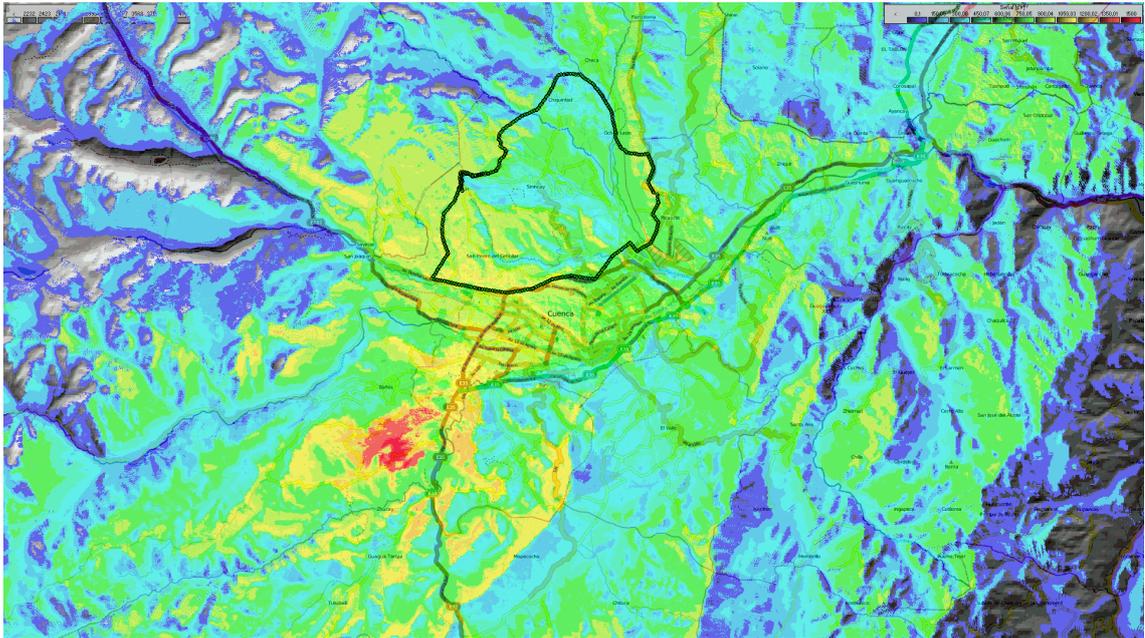


Figura 1.83: Ruta Rural con Repetidora en Manzanoloma. Fuente: Los Autores

Con respecto a esta ruta se obtiene la cobertura de radio, en donde el móvil tomará dicha ruta y se obtendrá la gráfica de cobertura según la trayectoria.

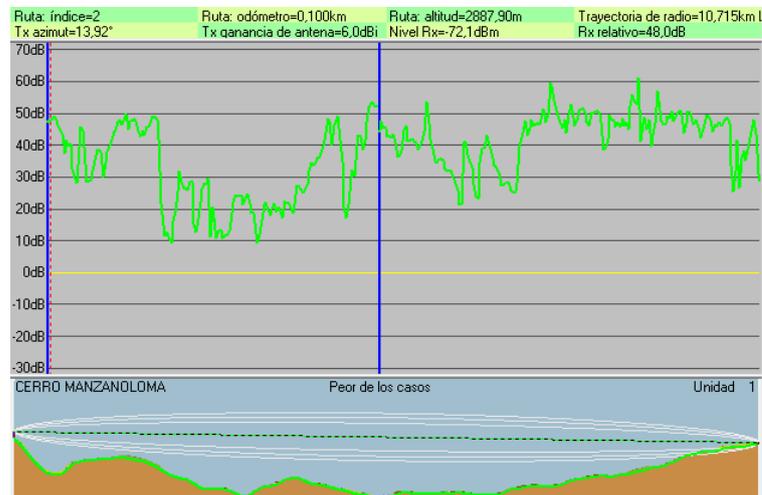


Figura 1.84: Cobertura de Radio en la Ruta Rural con Repetidora en Manzanoloma. Fuente: Los Autores

En la gráfica se puede observar la cobertura de la red y su nivel de recepción según la ruta establecida, en este caso se puede observar que la red satisface dicha ruta ya

que permite una conexión garantizada y en ningún momento la señal se pierde ni entra en niveles críticos de recepción.

1.5.1.7 Cerro GUSHO

El análisis de cobertura se realiza en base a una repetidora ubicada en el cerro Gusho, sus coordenadas fueron ya mencionadas. A continuación se muestra la gráfica para indicar la topología de la red.

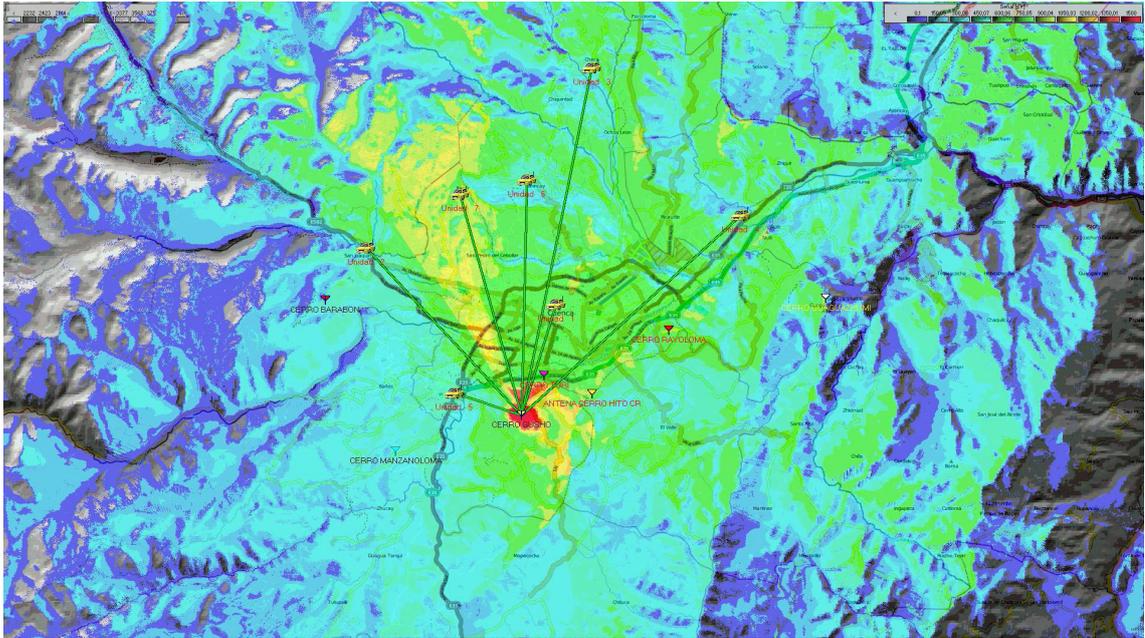


Figura 1.85: Topología de la Red Móvil con Repetidora en Gusho. Fuente: Los Autores

Como se puede observar en la gráfica la red consta de una repetidora y siete móviles dispersos en la ciudad de Cuenca, a continuación se ilustra la imagen de cobertura polar del sistema.

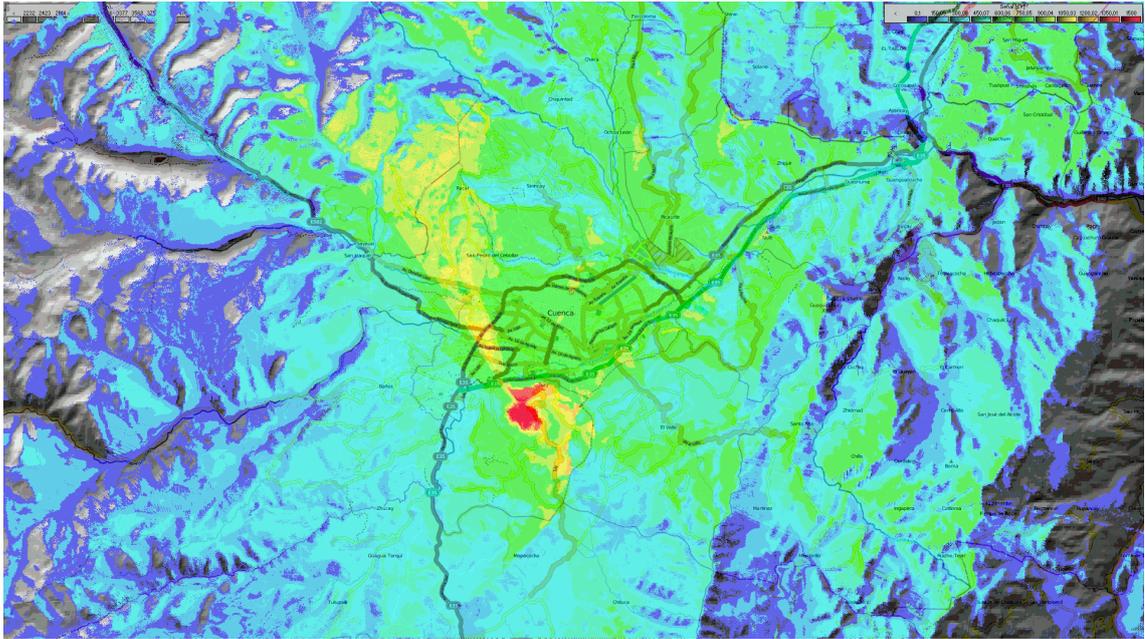


Figura 1.86: Cobertura Polar con Repetidora en Gusho. Fuente: Los Autores

En esta gráfica se puede observar la cobertura de la red, donde los niveles de recepción de intensidad de campo varían según la calidad de recepción. Esto se analiza en base a los niveles de umbral de recepción configurados en la simulación, entonces se puede observar que esta repetidora brinda cobertura totalmente a las zonas urbana y rural aunque la señal recibida no es la mejor pero es la suficiente para establecer una conexión.

A continuación se muestra una ruta urbana (color negro) planteada en la red móvil con repetidora en Gusho para un análisis más detallado.

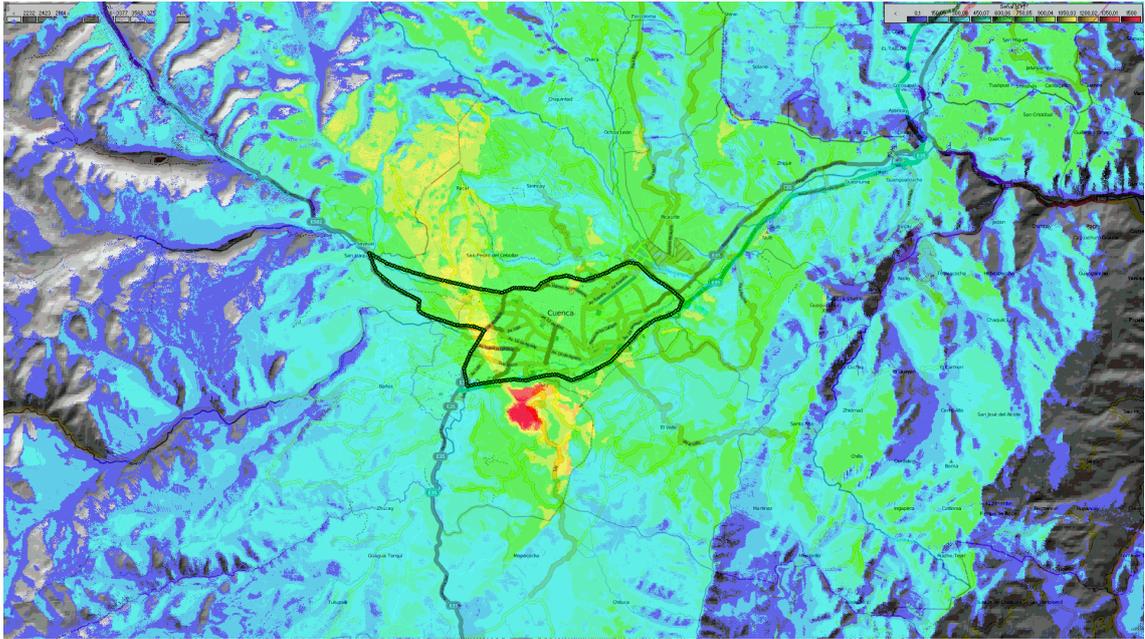


Figura 1.87: Ruta Urbana con Repetidora en Gusho. Fuente: Los Autores

Respecto a la ruta creada anteriormente se procede a obtener la cobertura de radio, donde el móvil tomará dicha ruta y se obtendrá la gráfica de cobertura según la trayectoria.

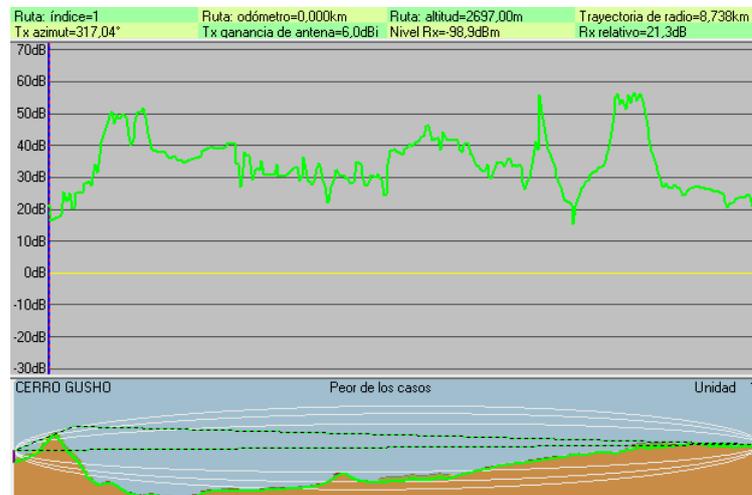


Figura 1.88: Cobertura de Radio en la Ruta Urbana con Repetidora en Gusho. Fuente: Los Autores

En la gráfica se puede observar la cobertura de la red y su nivel de recepción según la ruta establecida, en este caso se puede observar que la red satisface dicha ruta ya

1.5 Análisis de Cobertura para el Sistema

que permite una conexión garantizada y en ningún momento la señal se pierde ni entra en niveles críticos de recepción.

También se genera una ruta rural en la red móvil con repetidora en Gusho, la cual se muestra a continuación.

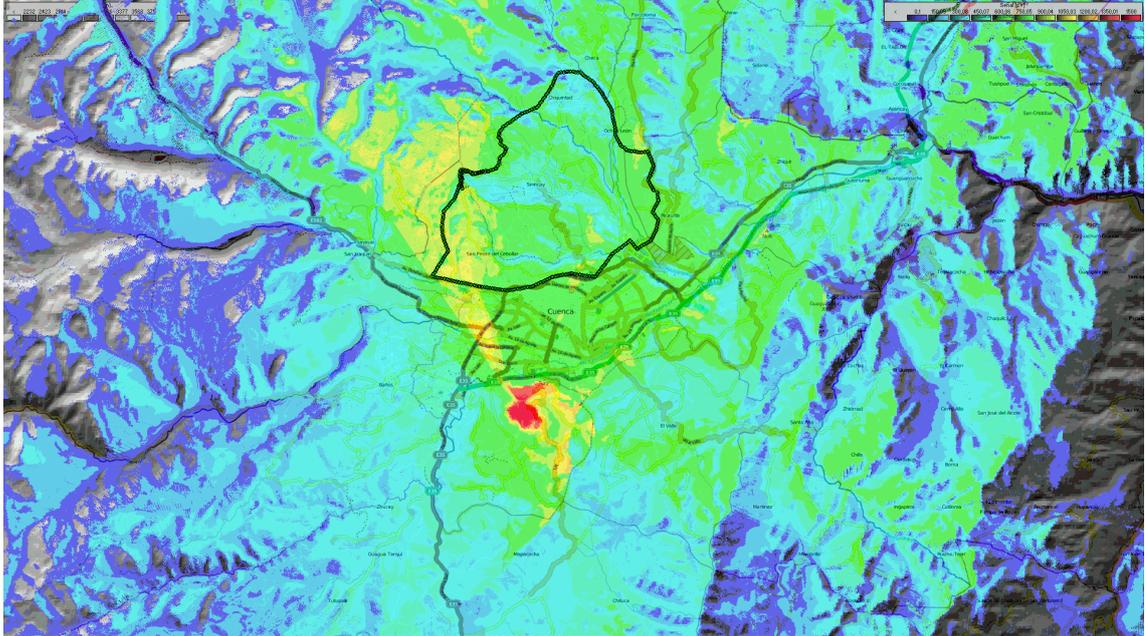


Figura 1.89: Ruta Rural con Repetidora en Gusho. Fuente: Los Autores

Con respecto a esta ruta se obtiene la cobertura de radio, donde el móvil tomará dicha ruta y se obtendrá la gráfica de cobertura según la trayectoria.



Figura 1.90: Cobertura de Radio en la Ruta Rural con Repetidora en Gusho. Fuente: Los Autores

En la gráfica se puede observar la cobertura de la red y su nivel de recepción según la ruta establecida, en este caso se puede observar que la red satisface dicha ruta ya que permite una conexión garantizada y en ningún momento la señal se pierde ni entra en niveles críticos de recepción.

1.6 Análisis de Tráfico de Voz y Datos

1.6.1 Análisis de Tráfico de Voz

Es necesario conocer el tráfico del sistema de radiocomunicaciones planteado para saber de manera aproximada el uso del canal con el tráfico de voz y estimar el tráfico adicional que utilizara el sistema cuando tenga una transmisión de datos y voz.

Para el análisis de tráfico se desarrolló una herramienta programada en LabVIEW²² la cual funciona principalmente como un cronómetro que toma el tiempo de utilización del canal monitoreando la presencia de la portadora en el pin 8 (CSQ Detect) del puerto de accesorios del radio mediante una tarjeta de adquisición NI-DAQ propietaria del mismo software de programación utilizado, esta adquiere los datos del pin 8 del puerto externo del radio y envía mediante USB al computador como se muestra en la siguiente figura.

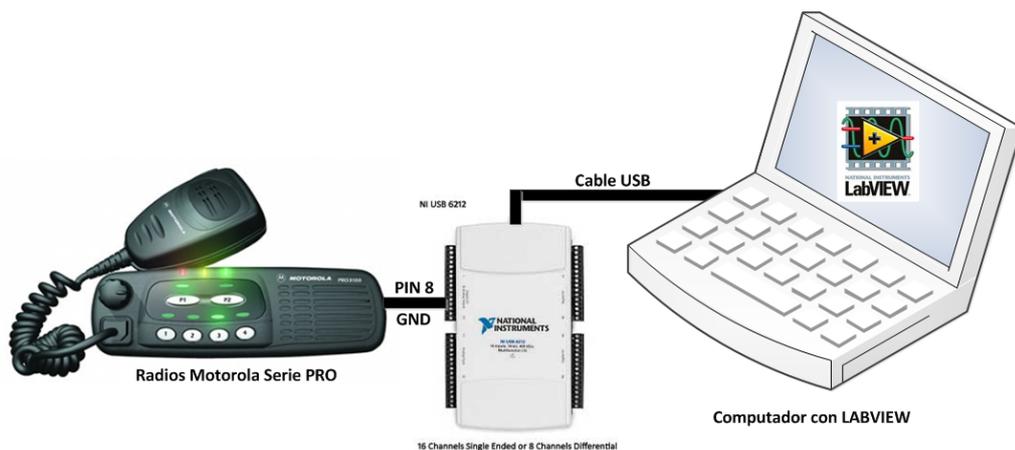


Figura 1.91: Esquema de conexión de Equipos para Análisis de Trafico. Fuente: Los Autores

La siguiente figura muestra la pantalla del software desarrollado para la medición del uso del canal.

²²LabVIEW (acrónimo de Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) es una plataforma y entorno de desarrollo para diseñar sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico. Recomendado para sistemas hardware y software de pruebas, control y diseño, simulado, real y embebido, pues acelera la productividad.

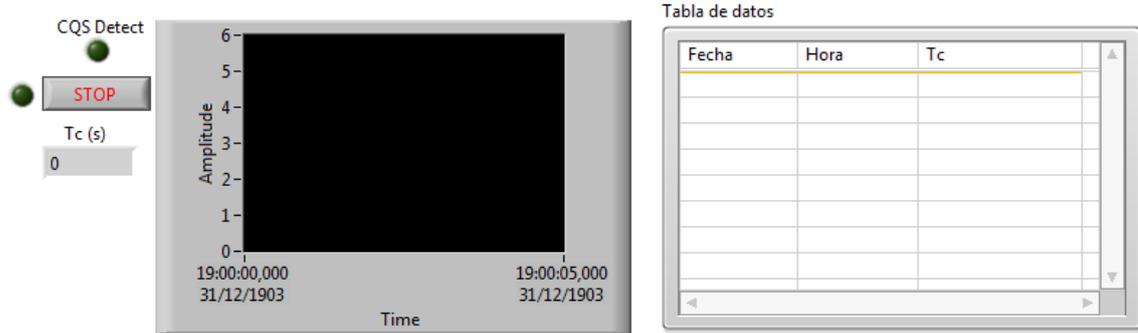


Figura 1.92: Pantalla de software para Medicion de Uso del Canal. Fuente: Los Autores

El software captura los cambios de estado de la portadora y se registran en la tabla de datos con fecha, hora y tiempo del evento (Tc - Tiempo de llamada) al terminar la captura estos datos se exportan a Microsoft Excel en la cual podemos realizar las operaciones para la estimación del tráfico.

Este programa realizó la medición en la frecuencia de un concesionario real, dato que es privado por motivos de seguridad y pertenece a la empresa de transporte "Rosalia Arteaga S.A". Para lo cual contamos con los permisos pertinentes para escuchar su canal.

Esta medición se realizó durante 30 días con el equipo de una unidad perteneciente a la empresa antes mencionada, los datos recopilados se procesaron y se obtuvieron los siguientes valores.

Tiempo de Llamada		
Maximo	40,0683 seg.	0,6678 min.
Promedio	2,9986 seg.	0,0499 min.
Minimo	0,101 seg.	—

Cuadro 1.8: Valores obtenidos de la Medición. Fuente: Los Autores

Valores	
Uso del Canal	673654,091 seg.
Número de llamadas	224580
Promedio del uso del Canal por Unidad	2,9986 seg.

Cuadro 1.9: Valores obtenidos de la Medición. Fuente: Los Autores

Todos estos datos son una estimación aproximada de la realidad ya que el tráfico real es aleatorio y ésta aproximación resulta muy útil en el análisis.

El valor de tiempo promedio de llamada es calculado con la siguiente formula:

$$\textit{Tiempo Promedio de llamada} = \frac{\textit{Valor Total de uso del Canal [seg]}}{\textit{Numero Total de Conexiones}} \quad (1.28)$$

$$\textit{Tiempo Promedio de llamada} = \frac{673654,091}{224580}$$

$$\textit{Tiempo Promedio de llamada} = 2,9986 \textit{ seg}$$

El número de llamadas promedio por hora se calcula con la siguiente formula:

$$\textit{Numero de llamadas por hora} = \frac{\textit{Numero de Conexiones}}{\textit{Tiempo Total de la medición [horas]}} \quad (1.29)$$

$$\textit{Numero de llamadas por hora} = \frac{224580}{720}$$

$$\textit{Numero de llamadas por hora} = 311,9166667$$

El tráfico en Erlangs²³ se calcula con la siguiente formula:

$$\textit{Tráfico} = \frac{\textit{Uso del Canal [seg]}}{\textit{Duración de la medición [seg]}} \quad (1.30)$$

$$\textit{Tráfico} = \frac{673654,091}{720 \times 3600}$$

$$\textit{Tráfico} = 0,259897412 \textit{ [Erlangs]}$$

²³El Erlang es una unidad adimensional utilizada en telefonía como una medida estadística del volumen de tráfico. Recibe el nombre del ingeniero danés A. K. Erlang, pionero de la teoría de colas.

Los valores calculados anteriormente se resumen en el siguiente cuadro.

Valores	
Tiempo Promedio de cada llamada	2,9986 seg.
Número de llamadas por Hora	311,9166
Tráfico	0,2598 Erlangs.

Cuadro 1.10: Valores calculados de la Medición. Fuente: Los Autores

En la siguiente figura se ilustra el grafico obtenido en Microsoft Excel de los datos de tiempo de llamada en las diferentes fechas durante los 30 días de medición.

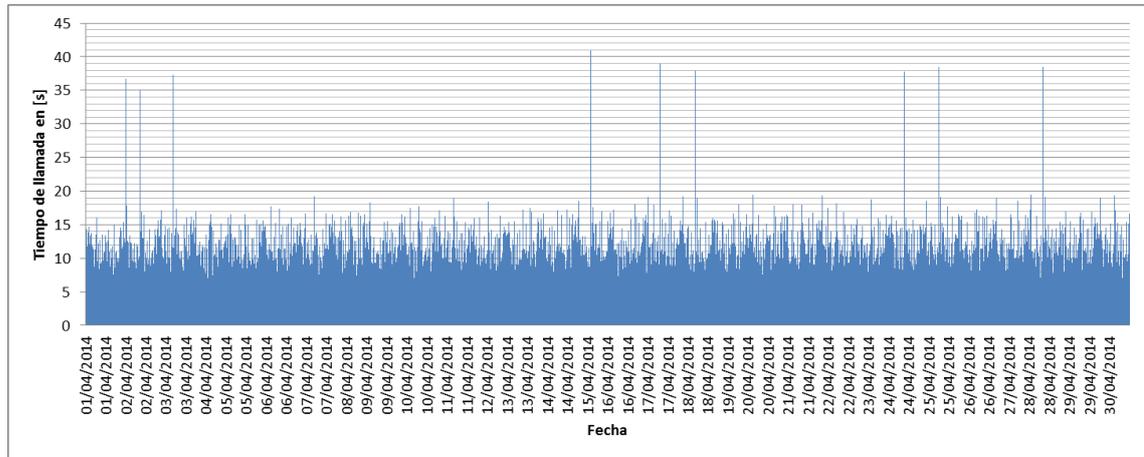


Figura 1.93: Valores del tráfico durante toda la Medición. Fuente: Los Autores

Para mejorar la estimación del tráfico se promedian todos estos valores capturados durante los 30 días en una gráfica de 1 día (24 horas) la cual se muestra a continuación en la figura.

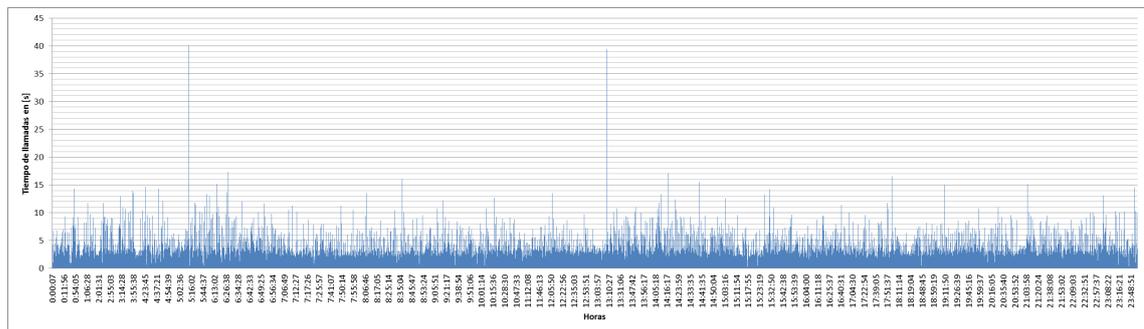


Figura 1.94: Valores del tráfico Promedio durante 24 Horas. Fuente: Los Autores

A partir de estos datos se estiman las horas pico del día en las cuales existe más tráfico como se muestra en el gráfico de la siguiente figura.

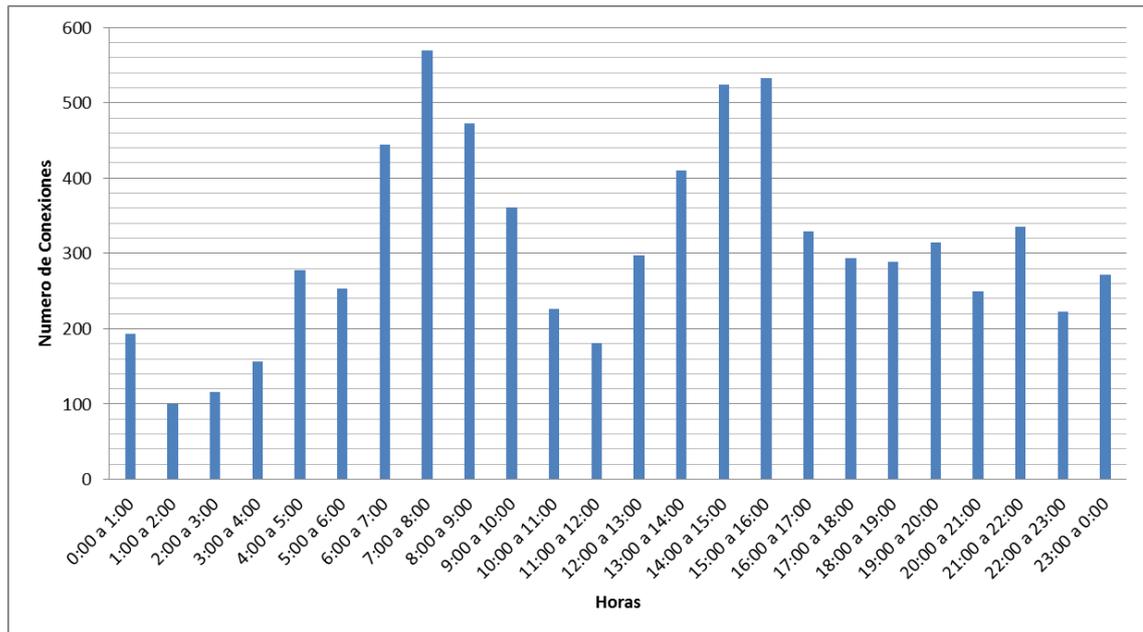


Figura 1.95: Numero de Conexiones en las Horas Pico. Fuente: Los Autores

En el grafico se observa que las horas pico se dan desde las 6:00 a las 10:00 en la mañana, en la tarde desde las 13:00 a las 16:00 y además en la noche desde 21:00 hasta las 22:00.

A continuación se muestra una cuadro con los porcentajes de uso del canal en las horas pico.

Hora	Porcentaje de Uso del Canal
6:00 a 7:00	39,80085833 %
7:00 a 8:00	44,17146389 %
8:00 a 9:00	36,79919167 %
9:00 a 10:00	29,33194167 %
13:00 a 14:00	36,35704722 %
14:00 a 15:00	47,90501944 %
15:00 a 16:00	43,98178056 %
20:00 a 21:00	47,48836111 %

Cuadro 1.11: Porcentajes de uso del canal en las horas pico. Fuente: Los Autores

1.6.2 Análisis de Tráfico de Datos

En este punto se realizan las mediciones del tráfico que genera el sistema que se introducirá al sistema de radiocomunicaciones cuando los dos operen conjuntamente.

Dentro de las mediciones realizadas se encuentra la del tiempo que emplea el TNC-X para enviar datos de posición el cual se determinó con la velocidad de envío del TNC-X que es de 1200 baudios y estimando una trama de 80 símbolos de 8bits cada uno el tiempo de envío es 0.5seg asegurando los tiempos de conexión y desconexión.

1.6.3 Capacidad de Usuarios del Sistema

Se tienen varias alternativas para determinar el número de vehículos y la frecuencia con la que se actualizan los datos de posición. Las variables para definir la capacidad del sistema son:

- El tráfico de voz actual.
- Numero de vehículos (Móviles).
- Frecuencia de actualización de datos por hora.

Se debe además tomar en cuenta un valor de resguardo para no asumir la utilización del 100 % del canal y se debe considerar en el peor de los casos que es la hora pico.

Otra variable importante son los distintos servicios que los usuarios deseen entre los más importantes tenemos.

- **El primer servicio** solo tiene la capacidad de dar a conocer datos de posición y tiempo. La ventaja de este servicio es que soporta más usuarios.

Esto es posible mediante la configuración de envío periódico de datos, según las mediciones esto se lo logra en un tiempo de 0,5 segundos, con este dato se puede calcular el número máximo de usuarios con un número preestablecido de frecuencia de actualización por vehículo tomando en cuenta que no se debe exceder la capacidad disponible del canal y también se debe dejar un valor de resguardo para no ocupar el 100 % del canal.

La siguiente formula determina la factibilidad de este servicio.

$$\frac{0,5 \times NU \times fA}{3600} \leq \text{Capacidad Disponible del Canal [Erlangs]} \quad (1.31)$$

Dónde:

NU: Número Máximo de Usuarios.

fA: Número de Actualizaciones por hora.

Numero de Actualizaciones	Tiempo de Actualizacion	Capacidad Disponible	Numero de Usuarios
# Por Hora	Segundos	Erlangs	# Maximo
10	360	0,5	360
20	180	0,5	180
40	90	0,5	90
60	60	0,5	60
80	45	0,5	45
100	36	0,5	36
120	30	0,5	30
150	24	0,5	24
10	360	0,7	504
20	180	0,7	252
40	90	0,7	126
60	60	0,7	84
80	45	0,7	63
100	36	0,7	50
120	30	0,7	42
150	24	0,7	33

Cuadro 1.12: Calculo de numero maximo de usuarios en base a los parametros del cuadro.

En el cuadro anterior se calcula el número de usuarios máximo que soporta el sistema con una disponibilidad de canal del 50 % en el peor de los casos en las horas picos y de 70 % en el resto del día, se puede ver claramente que a mayor número de actualizaciones por hora la cantidad de usuarios disminuye pero también se nota una mejora en el tiempo de actualización.

- El **segundo servicio** se basa en el primer servicio y además tiene la capacidad que el usuario central consulte la posición de un vehículo un número determinado de veces por hora.

La siguiente formula determina la factibilidad de este servicio.

$$\frac{(0,5 \times NU \times fA) + (1,5 * NC)}{3600} \leq CapacidadDisponibleDelCanal[Erlangs] \quad (1.32)$$

Dónde:

NU: Número Máximo de Usuarios.

fA: Número de Actualizaciones por Hora.

NC: Numero de Solicitudes de Posicion.

2 ANALISIS DE COSTOS Y ESTUDIO DE RENTABILIDAD

El estudio financiero consiste en identificar e ilustrar la información de carácter económico y servirá como ayuda para la evaluación de rentabilidad de producción del sistema planteado. Este estudio comprende los montos de inversión y recursos adicionales para obtener el costo total de producción del sistema previo a ser puesto en marcha.

2.1 Detalle de Costos

La cuantía de inversión previa a la puesta en marcha se sintetiza en el monto de los recursos necesarios para la producción del sistema y se subdivide en tres secciones:

- Materiales Directos
- Mano de Obra
- Activos Fijos

2.1.1 Materiales Directos

A continuación se detallan las cantidades y costos de los materiales directos que requiere tanto la estación base como las unidades móviles.

Materiales Directos por Estación Base						
Ítem	Nombre	Marca	Modelo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	TNC	Coastal Chip Works	TNC-X	1	105	105
2	Cable TNC-Radio	----	----	1	2,5	2,5
3	CABLE TNC-PC USB	PRO SIGNAL	USB2.0 A-B	1	2,5	2,5
4	PC Escritorio	HP	P2-1310	1	266	266
5	Extras	Si se Requiere	----	1	20	20
					Subtotal	396
					IVA 12%	47,52
					Total	443,52

Cuadro 2.1: Materiales Directos por Estación Base. Fuente: Los Autores

2.1 Detalle de Costos

Materiales Directos por Unidad Móvil						
Ítem	Nombre	Marca	Modelo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	TNC	Coastal Chip Works	TNC-X	1	105	105
2	Procesador de Datos	Arduino	Mega 2560	1	75,68	75,68
3	Modulo GPS	MikroElektronika	GPS Click - L10	1	44	44
4	Antena GPS	MikroElektronika	Active GPS	1	9,9	9,9
5	Cable TNC-Radio	----	----	1	2,5	2,5
6	PCB y Componentes para conexión Arduino - GPS	----	----	1	22,6	22,6
7	DC-DC Regulado de fuente de poder	Benq	DC 12V to 5V 3.3V LED	1	5,2	5,2
8	Extras y Actuadores	Si se Requiere	----	1	60	60
					Subtotal	324,88
					IVA 12%	38,9856
					Total	363,8656

Cuadro 2.2: Materiales Directos por Unidad Móvil. Fuente: Los Autores

Como resultado se obtiene un costo de materiales para la implementación del sistema conformado por una estación base y una unidad que sería de \$ 807,40.

2.1.2 Mano de Obra

En la siguiente tabla se procede a detallar los costos de la mano de obra directa e indirecta que requiere la producción del sistema.

2.1 Detalle de Costos

Mano de Obra Directa e Indirecta							
Ítem	Descripción	Título	Área	Cantidad	Precio por hora	# HORAS	Precio Total
1	Diseño e Investigación	Ingeniero	Electrónica, Telecomunicaciones	2	6	300	3600
2	Desarrollo de Software	Ingeniero	Electrónica, Sistemas	1	7,5	200	1500
3	Ensamblaje y Pruebas	Ingeniero	Electrónica, Telecomunicaciones	2	7,5	50	750
4	Implementación	Técnico	Electricidad, Electrónica	2	3	5	30
5	Programación de Hardware	Ingeniero	Electrónica	1	7,5	62	465
6	Soporte y Mantenimiento	Ingeniero	Electrónica	1	5	20	100
					Subtotal		6445
					IVA 0%		0
					Total		6445
Mano de obra Indirecta							
Mano de obra Directa							

Cuadro 2.3: Mano de Obra Directa e Indirecta. Fuente: Los Autores

Como se puede observar en la tabla existen dos tipos de manos de obra que participan en la producción del sistema; en primer lugar la mano de obra indirecta la cual corresponde a la inversión por activos diferidos del sistema y contempla recursos intangibles como el estudio técnico para la implementación del sistema, y en segundo lugar se tiene la mano de obra directa la cual implica el personal necesario para la implementación de un sistema con su respectivo sueldo.

2.1.3 Activos Fijos y Análisis de Depreciación

La inversión por activos fijos para la producción del sistema planteado contempla recursos tangibles como la adecuación de instalaciones, la adquisición de herramientas y equipos para el desarrollo del sistema. Por lo tanto, la inversión fija total para la iniciación del proyecto es de \$ 4310 y queda definida en el siguiente cuadro:

Inversión por Activos Fijos									
Herramientas y Equipos									
Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	Vida Útil	% Anual de Depreciación	Valor de Depreciación Anual	Valor de Depreciación Mensual	Valor de depreciación por cada implementación
1	Pistola de calor	1	400	400	10	10	40	3,333333333	0,083333333
2	Cautín Portable	2	15	30	5	10	3	0,25	0,00625
3	Multímetro	1	60	60	10	10	6	0,5	0,0125
4	Taladro	1	70	70	5	10	7	0,583333333	0,014583333
5	Herramientas Básicas	1	40	40	1	10	4	0,333333333	0,008333333
6	Extensiones	2	5	10	10	10	1	0,083333333	0,002083333
Equipos de Computación									
7	Computadoras Portátiles HP	4	900	3600	3	33,33	1199,88	99,99	2,49975
8	Impresora HP	1	100	100	3	33,33	33,33	2,7775	0,0694375
Adecuación de Instalaciones									
9	Área Administrativa	1	500	500	10	10	50	4,166666667	0,104166667
10	Local de Ventas	1	300	300	10	10	30	2,5	0,0625
			Total	4310			1294,21		2,8629375

Cuadro 2.4: Inversión por Activos Fijos. Fuente: Los Autores

2.2 Estudio de Rentabilidad

Cabe destacar que dichos activos no están disponibles para la venta, sino que forman parte operativa para la puesta en marcha del sistema y se encuentran sujetos a depreciación.

En este cuadro como se puede observar se muestra la depreciación anual y mensual, las que se obtienen dependiendo de la vida útil y el porcentaje de depreciación de cada activo fijo. El objetivo de este cuadro es obtener el valor de depreciación de cada activo fijo por la producción de un sistema.

2.1.4 Costos de Implementación por Unidad

Los costos de implementación por cada unidad son obtenidos a base de los costos de fabricación y producción; son detallados en la tabla a continuación.

Costos de Implementación por cada Unidad		
Ítem	Valor Mensual	Valor mensual por cada unidad
Depreciación de Activos Fijos (Equipos, herramientas y adecuaciones)		2,8629375
Mano de Obra Indirecta	1300	32,5
Servicios básicos	480	12
Implementos de seguridad	30	0,75
Materiales de la Estación Base	443,52	11,088
Mano de obra directa	1345	33,625
Materiales de la Unidad Móvil		363,8656
Ganancia del 25%		114,1728844
Total		570,8644219

Cuadro 2.5: Costos de Implementación por cada Unidad. Fuente: Los Autores

Como se puede observar en la tabla el precio de venta del producto es de \$ 570,86 precio muy factible por los servicios ofertados.

2.2 Estudio de Rentabilidad

A continuación se procede a realizar un análisis de rentabilidad financiera para lo cual se requiere conocer los costos detallados anteriormente y estos deben ser proyectados a cinco años. Para realizar dicha proyección se deben poseer la tasa de inflación anual, la cual se obtienen de la página del Banco Central y se calcula para los siguientes años.

TASA DE INFLACIÓN	
AÑO	TASA %
2015	3,82%
2016	3,75%
2017	3,67%
2018	3,48%
2019	3,38%

Cuadro 2.6: Tasa de Inflación. Fuente: Los Autores

Seguidamente se procede a obtener la proyección de costos en ventas en 5 años según las inflaciones anteriormente mostradas y teniendo en cuenta que el número de unidades vendidas anualmente será de 240 y dicho valor se mantendrá constante en los 5 años.

Años	Unidades	Precio de venta al Público	Ventas Totales	Costo de Implementación en cada Unidad	Costo de Ventas	Gastos Administrativos	Gastos de Ventas
2015	240	\$ 570,86	\$ 137.006,58	456,6886	109605,264	100	10500
2016	240	\$ 592,67	\$ 142.240,23	474,1341045	113792,1851	103,82	10901,1
2017	240	\$ 614,89	\$ 147.574,24	491,9141334	118059,392	107,71325	11309,89125
2018	240	\$ 637,46	\$ 152.990,21	509,9673821	122392,1717	111,6663263	11724,96426
2019	240	\$ 659,64	\$ 158.314,27	527,714247	126651,4193	115,5523144	12132,99302

Cuadro 2.7: Proyección de Ganancias en 5 años según la Inflación. Fuente: Los Autores

De acuerdo a las consideraciones de ventas indicadas en la tabla anterior se procede a realizar los cálculos de rentabilidad de la empresa, para lo que se necesitan obtener dos parámetros; el VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno) que se encargan de estimar los flujos de caja que tendrá la empresa.

	AÑOS					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
VENTAS		\$ 137.006,58	\$ 142.240,23	\$ 147.574,24	\$ 152.990,21	\$ 158.314,27
COSTO DE Producción		\$ 109.605,26	\$ 113.792,19	\$ 118.059,39	\$ 122.392,17	\$ 126.651,42
UTILIDAD BRUTA		\$ 27.401,32	\$ 28.448,05	\$ 29.514,85	\$ 30.598,04	\$ 31.662,85
(-)GASTOS OPERATIVOS						
GASTOS ADMINISTRACIÓN		\$ 100,00	\$ 103,82	\$ 107,71	\$ 111,67	\$ 115,55
GASTOS VENTAS		\$ 10.500,00	\$ 10.901,10	\$ 11.309,89	\$ 11.724,96	\$ 12.132,99
UTILIDAD OPERATIVA		\$ 16.801,32	\$ 17.443,13	\$ 18.097,24	\$ 18.761,41	\$ 19.414,31
GASTOS FINANCIEROS		\$ 764,00	\$ 764,00	\$ 764,00	\$ 764,00	\$ 764,00
UTILIDAD EJERCICIO		\$ 16.037,32	\$ 16.679,13	\$ 17.333,24	\$ 17.997,41	\$ 18.650,31
Participación de Empleados 15%		\$ 2.405,60	\$ 2.501,87	\$ 2.599,99	\$ 2.699,61	\$ 2.797,55
25% Impuesto Renta		\$ 3.407,93	\$ 3.544,31	\$ 3.683,31	\$ 3.824,45	\$ 3.963,19
UTILIDAD NETA		\$ 10.223,79	\$ 10.632,94	\$ 11.049,94	\$ 11.473,35	\$ 11.889,57
ADICIÓN DE LA DEPRECIACIÓN		\$ 1.294,21	\$ 1.294,21	\$ 1.294,21	\$ 1.294,21	\$ 1.294,21
PAGO DEL PRÉSTAMO		\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
Capital Inicial	\$ -10.000,00					
Monto del préstamo	\$ -10.000,00					
FLUJO DE EFECTIVO NETO	\$ -20.000,00	\$ 9.518,00	\$ 9.927,15	\$ 10.344,15	\$ 10.767,56	\$ 11.183,78
TMAR	12%					
VAN	\$ 15.146,25					
TIR	41%					

Cuadro 2.8: Cálculo de Parámetros de Rentabilidad: VAN y TIR. Fuente: Los Autores

Finalizando el estudio de rentabilidad de la empresa dedicada a la producción del sistema planteado, podemos observar en la tabla que el VAN es de \$15.145,25 lo cual indica que el proyecto es rentable ya que se recuperará la inversión inicial y el TIR es del 41 % valor suficiente para confirmar la rentabilidad empresarial del proyecto ya que sobrepasa el valor del TMAR que es del 12 %.

2.3 Análisis Comparativo entre costos de Tecnologías similares Existentes

Actualmente existen en el mercado sistemas similares al diseñado en este proyecto que dependiendo de su proveedor muestran alternativas de servicios, por lo que es necesario conocerlos para realizar posteriormente un análisis comparativo con el sistema propuesto y determinar la viabilidad del mismo en una posible implementación.

Entre los sistemas usados comúnmente en la ciudad de Cuenca resaltan las marcas comerciales "Hunter"¹_[15] y "Tracklink"²_[16]

2.3.1 Hunter

Los diversos sistemas de monitoreo poseen algunas variaciones en sus servicios de acuerdo a las necesidades que requiera cada usuario a continuación se resumen las mismas en el siguiente cuadro.

¹Hunter: Brinda servicios de rastreo y ubicación de vehículos robados, mercancía y cualquier otro activo de riesgo; control monitoreado de flotas y de personal; avalados por años de experiencia y profesionalismo de su equipo humano, dando seguridad y tranquilidad a sus clientes.

²Tracklink: Empresa que brinda servicios de rastreo y seguridad vehicular.

Sistema	Hunter Monitoreo Satelital LoJack	Hunter Monitoreo Básico	Hunter Monitoreo Corporativo
Tipo de monitoreo	Monitoreo por satélite que garantiza que no habrá pérdida de señal	Monitoreo por GPS y tecnología celular	Monitoreo por satélite y cobertura GPS
Servicios que brinda	1. Rastrear el vehículo en caso de robo	1. Reporta ubicación del vehículo. 2. Información sobre: encendido y apagado del vehículo, última posición, sin cobertura GPS, desconexión de la batería 3. Cinco consultas por mes	1. Reporta ubicación del vehículo 2. Monitoreo en línea, por internet y vía celular 3. Control de paradas y excesos de velocidad 4. Generación de Geo cercas 5. Consultas ilimitadas
Sistema de envío de información	Radiofrecuencia	La información es transmitida vía internet o celular	Información transmitida vía internet
Aplicaciones	Toda clase de vehículos	Toda clase de vehículos	Toda clase de vehículos

Cuadro 2.9: Características del Sistema Hunter. Fuente: Los Autores

2.3.2 Tracklink

Las principales características entre los servicios que brinda este sistema se muestran en el siguiente cuadro.

Sistema	Control	Control Plus	Control Total
Tipo de monitoreo	Rastreo satelital GPS con cobertura celular		
Servicios que brinda	1. Recuperación de vehículos 2. Localización GPS para en caso de robo, con un margen de error de máximo 10 metros. 3. Paralización en caso de robo. 4. Alarma para informar sobre situaciones que sucedan dentro del vehículo	1. Recuperación de vehículos 2. Localización GPS 3. Paralización 3. Apertura de seguros 4. Bloqueo preventivo 5. Localización por internet acceso limitado 6. Alertas de alarmas 7. Interacción con celular 8. Alarma	1. Recuperación de vehículos 2. Bloqueo en caso de robo 3. Reporte: recorrido, paradas, velocidad, alertas de temperatura, horas trabajadas, mantenimiento con respecto al kilometraje 4. Alarma 5. Interacción con el celular
Sistema de envío de información	El sistema Tracklink permite el envío de información vía satélite y es receptado por los usuarios a través de la cobertura celular		
Aplicaciones	Toda clase de vehículos	Toda clase de vehículos	Toda clase de vehículos

Cuadro 2.10: Características del Sistema Tracklink. Fuente: Los Autores

2.3.3 Comparación de los Sistemas Analizados

Dados los datos anteriormente mencionados de cada una de las marcas comerciales que lideran el mercado en la ciudad con similares servicios a los propuestos por el diseño planteado en este proyecto se observa claramente que las tecnologías para transmisión de datos ocupadas son vía satélite o GPRS mismas que poseen un costo periódico lo que hace que estos sistemas tengan un cobro continuo para su uso, en la siguiente tabla se muestra una comparación de precios y características.

	HUNTER	MOTORLINK	SISTEMA PROPUESTO
Costo del servicio	Plan 1 \$ 576,80 Plan 2 \$ 560,00 Plan 3 \$ 974,40	Plan 1 \$448 Plan 2 \$537.60 Plan 3 \$940.80	\$ 570,86
Localización por GPS	SI	SI	SI
Registro de recorridos	Operadora	Operadora	NO
Bloqueo del vehículo	Operadora	Operadora	Configurable
Interacción con el celular	Según el plan	Uso Limitado	Configurable
Alarmas	Según el plan	Según el plan	Configurable
Renovación 2do año	Plan 1 \$280 Plan 2 \$313.60 Plan 3 \$403.20	Plan 1 \$280 Plan 2 \$313.60 Plan 3 \$403.20	NO
Aplicable	Todas marcas de vehículos	Todas marcas de vehículos	Todas marcas de vehículos
Botones de pánico e interactivos	Según el plan	Según el plan	Configurable

Cuadro 2.11: Comparación de los Sistemas Analizados. Fuente: Los Autores

El sistema diseñado puede brindar la mayor parte de los servicios que brindan las marcas mencionadas pero con la ventaja que este sistema no tiene que renovar contratos ya que sería propio de los usuarios que adquieran el mismo lo cual significa un ahorro significativo de dinero y un mejor uso del recurso de radio.

3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El trabajo de tesis propuso un diseño de una red de datos por radio para localización y control de unidades de transporte público en la ciudad de Cuenca para lo cual se utilizó un modelo básico de implementación el cual consta de los siguientes elementos: El requerimiento principal para que sea posible la implementación del diseño propuesto en esta tesis es una red de radio y sus respectivos equipos de radio en las bandas VHF-UHF en total funcionamiento a los mismos que añadiremos equipos de envío de datos o módems TNC y un procesador de datos para el control en cada una de las unidades además el diseño también se involucra en la estación central o base la misma que cuenta con una PC y un software que recibirá los datos de cada móvil y se visualizara en un mapa gráficamente este software en este trabajo de tesis solo es planteado mismo que a su vez no es desarrollado.

Se desarrolló una prueba de conexión y envío de datos con los equipos anteriormente mencionados para constar y verificar la trasmisión de datos de posición y la administración de datos mediante el procesador de datos en las unidades móviles, la prueba también nos sirvió para las mediciones de tiempo empleado para el envío que nos sirvieron en el cálculo de capacidad de usuarios en el sistema estas pruebas se desarrollaron en los laboratorios de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana.

Este capítulo presenta algunas conclusiones y recomendaciones importantes obtenidas en el desarrollo de esta tesis.

3.1 Sobre el diseño del Sistema

El diseño planteado en este trabajo mediante la utilización de hardware, la interconexión y configuración adecuada de equipos proporciona el envío satisfactorio de datos mediante el protocolo KISS el cual ocupa los TNC esto nos muestra en las pruebas de laboratorio realizadas además con estas pruebas se pueden tomar en cuenta detalles del diseño de carácter práctico logrando un diseño más confiable y factible al momento de instalación. Para una implementación futura se puede cambiar los equipos y mejorar el sistema y sus características equipos como el TNC, GPS y procesador de datos pueden ser remplazados por gran variedad de dispositivos que

cumplen o mejoran las características que brinda este sistema con un aumento o reducción de costos según lo que el usuario requiera.

3.2 Sobre la cobertura del Sistema

Con la realización de simulaciones para la cobertura de la red se concluyó que implementar este sistema en la ciudad de Cuenca puede ser factible en un alto rango de cobertura ya que en las simulaciones gráficamente muestran que tenemos una cobertura del 100% en el área urbana y de más del 80% aproximadamente en el área rural de la ciudad con un análisis en los diferentes puntos estratégicos que se usan para establecer repetidoras en las redes de radio locales.

Para mejorar y evitar errores en las áreas donde no existe cobertura se puede plantear como recomendación o trabajo futuro un sistema inteligente ya sea con predicción de posición con un software inteligente en caso de pérdida de señal o con comunicación entre usuarios es decir la unidad que pierde señal se comunica con la más cercana que si posea enlace con el repetido para envío de los datos.

3.3 Sobre la capacidad de usuarios del Sistema

Se desarrolló estimaciones de capacidad de usuarios mediante los datos de tráfico de voz generado y estimado mediante mediciones reales y servicios que podemos brindar mediante este sistema con lo cual concluimos que a mayor número de usuarios el tiempo de actualización de la ubicación es mayor ya que demanda de mayor tráfico para envío de posiciones de las unidades además se puede establecer el número de unidades de manera bastante aproximada para evitar conflictos y colisiones en la comunicación.

Como en la cobertura se puede plantear a manera de recomendación y trabajo futuro un software inteligente para configuración de tiempos de actualización automáticamente con los datos de números de usuarios que están ocupando el sistema durante el día. Además se pueden ocupar TNC o tecnologías similares para una mayor velocidad de transferencia de datos por lo tanto menos tiempo de envío lo que mejoraría notablemente la capacidad del sistema.

3.4 Sobre los costos y rentabilidad del Sistema

Luego de haber realizado el análisis de costos y el estudio financiero, podemos realizar el siguiente análisis.

1. De acuerdo con el análisis se ve que el sistema propuesto no alcanza un costo muy elevado por unidad de acuerdo a la inversión por activos fijos y mano de obra necesaria para la producción del sistema, ya que el costo de venta del producto es de \$570,86 considerando que se obtiene una ganancia del 25 % en cada producto. Como se puede apreciar la inversión por activos fijos realizada sirve para la producción de varios sistemas y su valor de depreciación va incluido en el precio de venta del producto.
2. En cuanto al estudio de rentabilidad se puede observar que proyectándonos a 5 años con un número de ventas anual constante de 240 unidades el costo por unidad del producto no sube drásticamente. Mientras que el flujo de efectivo cada año incrementa a pesar que se tiene que ir pagando el préstamo realizado para la creación de esta empresa. Los índices para verificar la rentabilidad muestran los siguientes valores; valor actual neto (VAN) de \$15.145,25 que indica la recuperación de la inversión inicial y la tasa interna de retorno (TIR) del 41 % que sobrepasa el valor de TMAR lo cual indica la rentabilidad empresarial del proyecto.
3. Finalmente al comparar el sistema planteado respecto a tecnologías similares existentes se puede observar que el costo de servicio posee una media pero cabe destacar que en las otras tecnologías se ofertan planes que tienen que ser renovados anualmente mientras que el sistema propuesto es de un solo pago. En cuanto a servicios se puede observar que el sistema propuesto brinda los mismos que ofertan las tecnologías de competencia.

Bibliografía

- [1] “Automatic Vehicle Location (AVL) / Rural Transit”, December 2007. Tomado del enlace: <http://www.pcb.its.dot.gov/factsheets/avl/avlRur.pdf>
- [2] Research Sponsored by the Federal Transit Administration in Cooperation with the Transit Development Corporation, Consultor: DOUG J. PARKER, “AVL Systems for Bus Transit: Update”, TCRP SYNTHESIS 73, WASHINGTON, DC 2008.
- [3] Sylvia Noemí García Michelena, Darwin Ramiro Meneses Enríquez, “Diseño e implementación de un sistema de monitoreo y visualización para registro y posterior simulación de la trayectoria geográfica de un vehículo mediante la adquisición de datos en tiempo real.”, Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Septiembre 2011.
- [4] TECNOPROJECT Seguridad Electrónica e Informática, “Qué es GPS”, Enero 2014. Tomado del Enlace: <http://www.tecnoprojectltda.com/QUEESGPS.htm>
- [5] Klaus Betke, “The NMEA 0183 Protocol”, Mayo 2000, Revisado en Agosto 2001.
- [6] Adrian W. Graham, Nicholas C. Kirkman and Peter M. Paul, “Mobile Radio Network Design in the VHF and UHF Bands”, A Practical Approach, All of Advanced Topographic Development and Images (ATDI) Ltd, UK, 2007.
- [7] MOTOROLA Solutions, "MOTOTRBO™ R2.2 OPTIMIZA LA SOLUCIÓN DIGITAL", © 2013 Motorola Solutions, Inc.
- [8] Leon W. Couch, II, “Sistemas de Comunicación Digitales y Analógicos”, Séptima Edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2008.
- [9] William A. Beech, Douglas E. Nielsen, Jack Taylor, "AX.25 Link Access Protocol for Amateur Packet Radio", Version 2.2, Julio 1998.
- [10] Oscar Goñi, Leandro Aguierre, Lucas Leiva, "R-007 APRS: Sistema Táctico de Reporte de Ubicación Automática", IV Congreso Microelectrónica Aplicada (uEA 2013), Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Bahía Blanca.
- [11] John S. Seybold, Ph.D, "Introduction to RF Propagation", Publicado en Canada, New Jersey, Copyright © 2005.
- [12] Hal Herrick, "COMUNICACIONES DE RADIO EN LA ERA DIGITAL, VOLUMEN DOS: TECNOLOGÍA VHF / UHF", Harris Corporation, Impreso en Estados Unidos de América, Copyright © Junio 2000.

- [13] CRISTIAN DAVID MARULANDA MONTOYA, "INTEGRACIÓN Y CONFIGURACIÓN GPS AL SISTEMA DE RADIO PARA EL METRO DE MEDELLÍN", UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, MEDELLÍN 2009.
- [14] "Hoja de Datos Arduino MEGA 2560", [Online] Disponible: <http://www.arduino.cc/es/>
- [15] "Rastreo, ubicación y recuperación de vehículos robados. Hunter - Ecuador" [Online] Disponible en: <http://www.hunter.com.ec/inicio.aspx>
- [16] "Tracklink - Toma el Control." [Online] Disponible en: <http://www.tracklink.ec/tracklink/contenidos/index.asp>
- [17] López Naranjo Carlos Mauricio, Paucar Paredes Juan Carlos, "Diseño, construcción e implementación de un sistema de monitoreo de temperatura del funcionamiento de frenos y velocidad del vehículo aplicado a autobuses interprovinciales", Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca 2013.
- [18] MikroElektronika, "GPS2 click™ Manual", versión 1.01, [Online] Disponible en: <http://www.mikroe.com>
- [19] MikroElektronika, "MikroBUS™ pinout standatd specification", versión 1.01, [Online] Disponible en: <http://www.mikroe.com>
- [20] Hacker Friendly LLC, "Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo", Tercera Edición, Una guía práctica para planificar y construir infraestructuras de telecomunicaciones de bajo costo, septiembre de 2008.
- [21] Sander Fernández Rocha, "Planificación Radio Enlace y Coberturas con Radio Mobile 10.8.1 de una BTS GSM", Universidad Técnica de Oruro, Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones.
- [22] Grupo de Radiocomunicación, "Tutorial de Radio Mobile", Departamento SSR, ETSIT- UPM, Febrero de 2007.
- [23] Motorola, "Guía del usuario PRO3100™", Radios Profesionales, Serie PRO, EE.UU 2004.
- [24] Motorola, "Radio portátil PRO3150 Manual de servicio detallado", Motorola, Inc, EE.UU, Abril 2004.
- [25] Motorola, "PRO3150 Portable Radio Detailed Service Manual", Motorola, Inc, EE.UU, 2004.
- [26] Motorola, "PRO3100™ Radio Móvil Profesional - Hoja de Especificaciones", Motorola, Inc, EE.UU 2004.

ANEXO A

TNC-X Assembly Instructions and Operating Tips



TNC-X Assembly Instructions and Operating Tips

September 30, 2013

john@hansen.net

<http://www.coastalchip.com>

Parts List:

The following parts should be included with your kit:

Capacitors:

C1	10 uf electrolytic (polarized!)
C3	100 pf ceramic (marked 101J)
C2, C4, C5, C6, C11	
C14, C15, C16, C17	
C18, C19, C20	
C21, C22,	.1 uf monicap (small yellow - may be marked 104z)
C7, C8 .	01 uf polypropylene (red/yellow block) or grey
C9, C10	18 pf ceramic (marked 18)
C12, C13	22 pf ceramic (marked 22)

Resistors: (note: there are no R5, R6 or R7 in this kit)

R1, R2, R3	100k ohm (brown, black, yellow)
R8	24.9 K ohm 1% (red, yellow, white, red, brown) or plain brown labeled 24.9
R9	9.31K ohm 1% (white, orange, brown, brown, brown)
R10	18.7K ohm 1% (brown, grey, purple, red, brown)
R11, R16 and	
R 14, R18, R20	10k ohm (brown, black, orange)
R12, R13	10k ohm potentiometer
R4, R15, R17, and R19	1k ohm (brown, black, red)

Diodes: (note: there is no D3 in this kit)

D1	green LED (polarized!)
D2	1N4001 (polarized!)
D4	red LED (polarized!)
D5	yellow LED (polarized!)

Headers, Jumpers:

JP1, JP2 2 Pin Header
JP3, JP4 3 Pin Header
JP5 8 Pin Header
6 Shorting blocks for the above headers.

Other:

X1 3.57 MHz Crystal (may be labeled A035)
X2 20 MHz Crystal (may be labeled A200)
Q1 NPN Transistor (2N2222 or similar) (**polarized!**)
U1 CML 614 Modem Chip - 16 pin (**polarized!**)
U2 FM25640 FRAM memory chip – 8 pin (**polarized!**)
 -- pre-installed on PC Board
U3 PIC16F628A (or PIC16F648A) - 18 pin (**polarized!**)
U4 MPC6023 Op Amp - 8 pin (**polarized!**)
U5 SP232A - 16 pin (**polarized!**)
U6 78L05 Voltage Regulator – 3 pin (looks like a transistor)(**polarized!**)
Sockets for U1, U3, U4 and U5 (1- 18 pin, 2 – 16 pin, 1 – 8 pin)
(**polarized!**)
DB9 and Coaxial power connectors
Printed Circuit board

In addition, if you have purchased the USB option you should also have:

	USB connector (pre-installed on PC board)
IC1	FT232RL USB interface chip (pre-installed on PC board)
L1	Ferrite Bead (pre-installed on PC board)
C26	.01 monicap (pre-installed on PC Board)
C24	4.7 uf electrolytic (polarized!)
C23, C25	.1 uf monicap (small yellow - may be marked 104z)

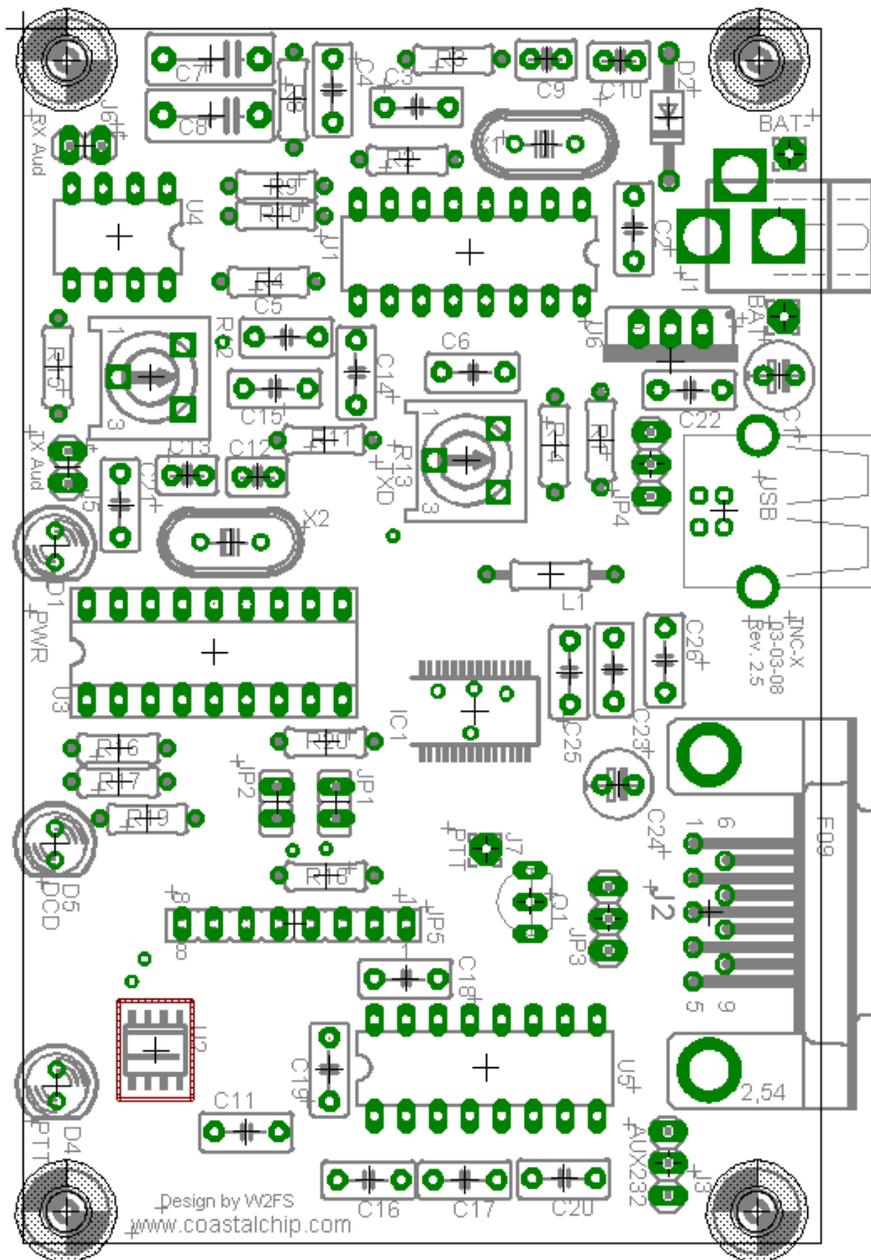
In addition, if you purchased the enclosure option, you should also have:

1 TNC-X aluminum enclosure. + 4 screws and 4 feet.
2 Mounting screws and nuts for the PC Board + 2 spacers
1 Stereo Phone Jacks (three solder terminals)
1 5 pin DIN Jack
1 length of hookup wire

Assembly Instructions

Begin by verifying that all of the parts are present. Soldering the parts in the board is fairly straightforward, but here are a few tips:

1. Be very very certain that you have installed the correct part in the correct position before soldering. The printed circuit board in this kit uses plated through holes. If a part is improperly soldered into such a hole it is very difficult to remove. It is much easier to take your time and triple check to make sure the part is installed correctly, than it is to remove a misplaced part. In addition to the silkscreening of the part numbers on the printed circuit board, it would also be useful to have the parts placement diagram available to you when you construct the unit. These diagrams are both included in this manual.
2. The soldering pads on the PC Board for this project are fairly small. This can make cold solder joints somewhat harder to spot than they otherwise would be. Carefully heat the joint before you apply solder.
3. A number of the parts in the parts list are marked (**polarized!**). This means that it is very important not to solder these parts in backwards. Note in particular:
 - a. The longer lead on the electrolytic capacitor (C1) should go in the hole nearest the + sign.
 - b. Diodes D1, D4 and D5 should be installed so that the shorter lead goes through the hole nearest the flat side of the outline on the PC Board. The line on diode D2 should go towards the same side that the line appears on the outline on the PC board.
 - c. The NPN transistor and the voltage regular look very similar. Make sure you verify the part numbers before installing. The voltage regulator (U6) should be installed so that the flat side lines up with the heaviest line on the PC Board.
 - d. The notches on the ends of the sockets for the ICs should match the notch on the part outline on the PC board. Later, when you install the ICs, make sure the notch on the chip lines up with the notch on the socket.



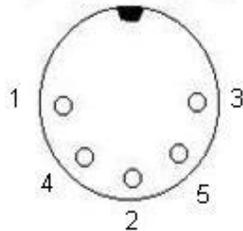
4. Start by installing the parts that are flattest against the PC Board. These would include all of the resistors, the .1 uf caps, and diode D2 (observe the correct polarity!), and the crystals.
5. Next install the IC sockets. It is a good idea to first solder two pins in the corners diagonally from each other and then check to make sure that the socket is flush against the board. If it isn't you can reheat these two pins while pressing the socket toward the board. Then solder the remaining pins.
6. Next install the two potentiometers. They should only fit one way.
7. Next install the rest of the capacitors.
8. Install the transistor (Q1) and voltage regulator (U6). Observe the correct polarity!
9. Install the LEDs. If you are installing the TNC in the custom drilled enclosure, you will probably want to install these so that the leads are fairly long to make sure that they will reach the holes
10. Install the headers. Follow the diagram on the board to install headers JP1 – JP5.
11. Install connectors J1 and J2.

Installing in the Enclosure

If you purchased the enclosure kit, this would be a good time to install the TNC-X board in the enclosure. Use the enclosed wire to connect three 3cm lengths of wire to the board at J3 (AUX232). Then attach a 13 cm length of wire in 4 places: to the two holes marked J6 (RX Aud), to the + hole on J5 (TX Aud) and to J7 (PTT). These wires will be connected to the 5 pin DIN socket as described below. Make sure the + wire on J6 is connected to Pin 4 on the 5 pin DIN.

The included stereo jack goes on the top left and is used for J3 (the Auxiliary Serial Port) If you use this with XTrack, data from the GPS should be feed into the ring, and ground should be sleeve. On the TNC-X, connect the wire in the left hole to shield, the middle hole to tip and the right hole to sleeve. This is the same configuration as the GPS jack on a Kenwood D700. The enclosed 5 pin DIN jack is installed in the large hole on the left of the back panel. Note there is a small slot on the top of the hole that causes the connector to not rotate. The 4 wires that you installed above should be soldered to this connector as shown in the diagram below. It shows the view of the connector pins *from the inside of TNC-X*:

Pin	Description
1	TX Audio
2	Ground
3	PTT
4	RX Audio
5	No Connection



Install the TNC-X PC board in the box using the two screws on the DB-9 connector. Do not fully tighten these screws yet. Now place the 3/16 inch spacers under the holes near the front panel of the box so they line up with the holes in the PC board. Run the 1/2 inch screws through the bottom of the box, through the spacers and then through the PC board. Secure with the 2 #4 nuts. Now tighten everything up including the screws on the sides of the DB-9 connector. Bend the LED leads so they will fit in the front panel holes.

After set-up and testing (see below) you can install the top on the box using the 4 metal screws. These screws will be difficult to tighten the first time you screw them in as they are creating threads in the box. You can finish the project by adding the enclosed feet.

Radio Interfacing Without the Enclosure

If you are providing your own enclosure (or not using an enclosure at all) The radio connections are made at points J5, J6, and J7. J5 contains the connections for transmit audio (note ground is the pin closest to D1). Receive audio should be connected to J6 (ground is closest to the edge of the board). The (push to talk) PTT line is connected at J7.

Initial Setup

JP1 and JP2 determine the serial port speed for the link between the TNC and the computer. The following settings are allowed:

<u>JP1</u>	<u>JP2</u>	<u>Port Speed</u>	
On	On	1200 baud	(default)
On	Off	4800 baud	
Off	On	9600 baud	
Off	Off	19200 baud	

Note that this setting does not affect the over the air data speed (which is always 1200 baud) it merely affects the data speed between the TNC and the computer. Note also that if you set this baud rate faster than 1200 baud, it is possible for data to be fed into the modem faster than it can transmit it over the air. This may eventually result in the transmit buffer filling up.

Next, decide whether you are planning to initially use the TNC using a standard serial port or using the USB option. If you have purchased the USB option, there are three additional capacitors to install, C23, C24, and C25. Make sure you observe the correct polarity on capacitor C24.

Setup if You Are Using USB

If you have elected to purchase the USB option to provide data communications to your PC, you should begin by acquiring and installing the drivers for the PC and operating system that you are using. These can be obtained from a link on the <http://www.tnc-x.com> page. The driver you will receive is a Virtual Com Port (VCP) driver. It will make the TNC appear as an additional com port on your computer so that you can use any packet radio software that supports a KISS TNC connected to a standard serial port.

If you use the USB port, you should not supply any power to the TNC... it can satisfy its rather limited needs directly from the USB bus. If you are using the USB option, set the board jumpers as follows:

JP3 On the left two pins (toward C24).

JP4 Connect the center pin to the pin that is closest to the center of the board.

JP5 Jumper pins 1 and 2 (the end closest to Q1) and pins 3 and 4 unless you are using a daughterboard

Setup If You Are Using the TNC's Serial Port

If you plan to connect the TNC to a standard computer serial port, set up the jumpers as follows:

JP3 On the right two pins (toward U5)

JP4 Connect the center pin to the pin closest to C22.

JP5 Jumper pins 1 and 2 (the end closest to Q1) and pins 3 and 4 unless you are using a daughterboard.

If you are using the on board serial port, you must supply power to the TNC. This can be done in one of two ways. There is a coaxial power jack on the board (center is positive) that can be used to receive anything from 8 to about 15 volts. Alternatively you can hook a battery (9 volts will work fine) to the location marked BAT. Make sure you observe the correct polarity.

Initial Checkout and Troubleshooting

TNC-X is a fairly complex product and I suggest you check it out stage by stage to see if there are any problems with the unit and correct them as you go along. First (before you install the ICs!) remove the jumper on JP4, apply power (either through the power jack or via the USB port) and measure the voltage between ground and the left pin on JP4 if you use the power jack or the right pin if you use USB. It should be approximately +5 volts.

Assuming the voltage checks correctly, remove power, reinstall jumper JP4, and install the IC's. Be careful about two things. First, there are 2 16 pin chips. Make sure you get the correct chips in the correct sockets. Second, carefully note the orientation of the chips. Some of the chips are "upside down". This was done to make the PC board traces shorter and more direct. Carefully line up the notch on the chip with the notch on the socket with the notch on the PC board.

Hook up a receiver audio source to the receive holes on the board (or the DIN jack if you are using the enclosure). Make sure audio goes to the +

pin. Make sure the squelch is left open. When a data packet is received, you should see the yellow LED light briefly and go out. Even when no data is being received it is normal for the yellow LED to flicker. However, it should come solidly on when a packet is received. Assuming this checks out, run a serial program of some kind on your PC, set the baud rate to whatever baud rate to whatever baud rate you specified with JP1 and JP2. Confirm that you are receiving data (note, this will be raw KISS frames so much of it may look like garbage, but you should see some recognizable data). Note that if you are using the USB option, you must the USB drivers loaded on your computer. These can be obtained from a link on the <http://www.tnc-x.com> page.

If you don't see the yellow light come on, first confirm that audio is getting to the TNC (a scope or a small headphone may be useful for this). If it is, verify that audio is coming out of Pin 6 of U4. Assuming this is working, if you have a scope or frequency counter, measure the frequency on Pin 1 of U1. It should read about 3.57 MHz. While you are at it, check Pin 16 of U3. It should read about 20 MHz. If at any point you don't get the measurement you expect, carefully check the solder joints in that part of the board.

If the yellow light comes on but you see no data on your PC, start at Pin 8 of U3 and trace the data signal to header Pin 1, to header Pin 2 and on to Pin 10 of U5. It should come out at Pin 7 of U5.

Next check out the transmit chain. The TXDelay is set by R13. Start by setting it at about halfway (which will correspond to a TXDelay of about 240 ms (or a setting of 25 on most TNC's). At this point you need to be running a program on your PC that supports KISS mode. The TNC-X webpage (www.tnc-x.com/documentation.htm) has a program called TXTest, which is a very simple program that can be used to test your transmit chain.

When you transmit a packet, you should see the red LED come on briefly. Hook the transmit audio and PTT up to a radio and try transmitting. You can use R12 to adjust the transmit audio level. If you don't have a means of measuring the deviation precisely, monitor your signal on a receiver and slowly increase R12 until you hear no further increase in volume on the receiver. Then back it off a bit. Even if the TNC is not connected to a radio, you should see the red light come on when you transmit data via the TNC.

Many people use TNC-X for APRS applications. There are many good software programs available for this application (WinAPRS, UI-View for Windows, for example). For a general purpose TNC program that supports KISS, you might want to take a look at WinTNC. It has recently been revised so that it works under Windows XP, as well as older versions of Windows. If you want to use AGWPE, there is a link on the TNC-X webpage that contains detailed instructions.

If you have any problems with any of this, contact me at john@hansen.net and I'll try to help you through it. There is also a TNC-X support group on groups.yahoo.com.

Additional information will be posted on the www.tnc-x.com website as it becomes available.

ANEXO B



GPS click™ L10

1. Introduction



GPS Click - L10 is an accessory board in **mikroBus™** form factor. It's a compact solution for adding GPS functionality to your device. It features **Quectel® L10**, high performance MTK positioning engine. GPS Click - L10 communicates with target board through UART or I²C interface. Data can be acquired using PC application through USB connection. Board features connector compatible with active and passive antennas. It can operate on 3.3V power supply only.

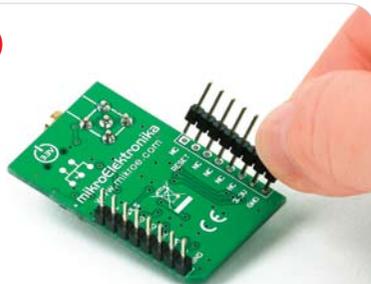
2. Soldering the headers

Before using your click board, make sure to solder the provided 1x8 male headers to both sides of the board. Two 1x8 male headers are included with the board in the package.



1

2



Turn the board upside down, so that bottom side is facing you upwards. Place shorter parts of the header pins in both soldering pad locations.

3



Turn the board upward again. Make sure to align the headers so that they are perpendicular to the board, then solder the pins carefully.

3. Plugging the board in



Once you have soldered the headers your board is ready to be placed into desired mikroBUS™ socket. Make sure to align the cut in the lower-right part of the board with the markings on the silkscreen at the mikroBUS™ socket. If all of pins are aligned correctly, push the board all the way into the socket.



4. Features and applications

GPS Click - L10 board with its **Quectel® L10** module supports 210 PRN channels, with 66 search channels and 22 simultaneous tracking channels. It has low tracking power consumption of 38mA, 4Mbit flash memory, superior anti-jamming design, and up to 5Hz update rate. Its ease of integration results in fast time-to-market in a wide range of automotive, consumer and industrial applications.

click™
BOARD
www.mikroe.com

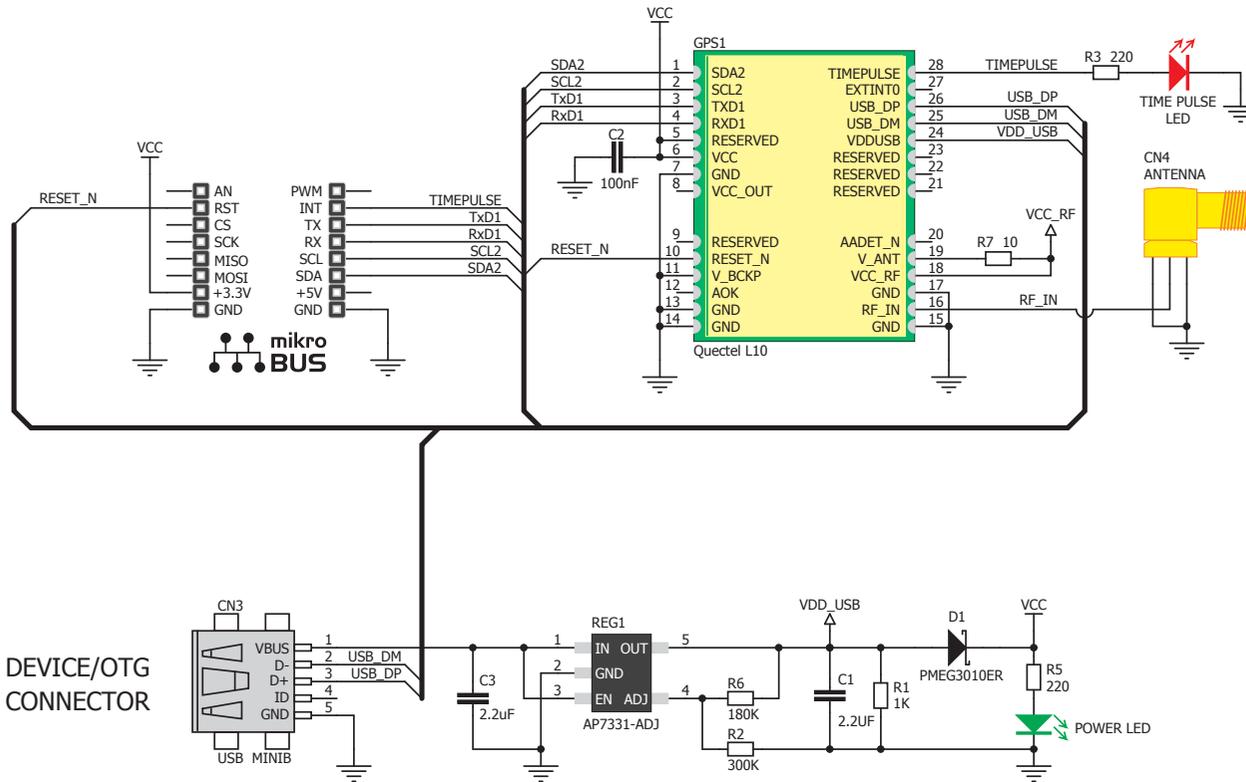


GPS click L10 Manual
ver. 1.00



0 100000 019849

5. GPS click L10 Board Schematics



6. Power supply - 3.3V only



Board is designed to use 3.3V power supply only. If you need to add GPS feature to your 5V prototype or development board, we recommend you to use other boards such as the SmartGPS Accessory Board:

<http://www.mikroe.com/eng/products/view/122/smartgps-board/>

7. Code Examples

Once you have done all the necessary preparations, it's time to get your click board up and running. We have provided the examples for mikroC, mikroBasic and mikroPascal compilers on our **Libstock** website. Just download them and you are ready to start.



8. Support

MikroElektronika offers **Free Tech Support** (www.mikroe.com/esupport) until the end of product lifetime, so if something goes wrong, we are ready and willing to help!

ANEXO C



PRO3100™
Radio Móvil
Rádio Móvel
Mobile Radio

contacto



control

Guía del usuario
Manual do usuário
User Guide

Radios Profesionales

CONTENIDO	
Derechos de propiedad intelectual del software	ii
Descripción general del radio	1
Partes del radio	1
Micrófono con teclado avanzado (RMN4026)	2
Perilla de encendido/apagado/volumen	3
Indicadores de canales	3
Botones de selección de canales	3
Indicadores LED	3
Botones programables	3
Botón para transmisión (PTT)	5
Micrófono	5
Uso con el micrófono con teclado avanzado (RMN4026)	5
Indicadores de audio para botones programables	6
Operación básica	7
Encendido y apagado del radio	7
Ajuste del volumen	7
Selección de un canal de radio	7
Transmisión de una llamada	8
Recepción de una llamada	8
Llamadas de radio	9
Inhibición selectiva de radio	9
Comunicación vía repetidor o directa (radio a radio)	9
Nivel de potencia	10
Rastreo	11
Inicio o interrupción del rastreo	11
Respuesta en el canal activo	11
Eliminación de un canal no deseado	12
Restitución de un canal a la lista de rastreo	12
Teléfono	13
Realización de una llamada telefónica	13
Seguridad y garantía	15
Operación segura y eficiente de los radios bidireccionales Motorola	15
Exposición a la energía de radiofrecuencia	15
Interferencia/compatibilidad electromagnética	16
Advertencias operacionales	17
Vehículos equipados con bolsas de aire	17

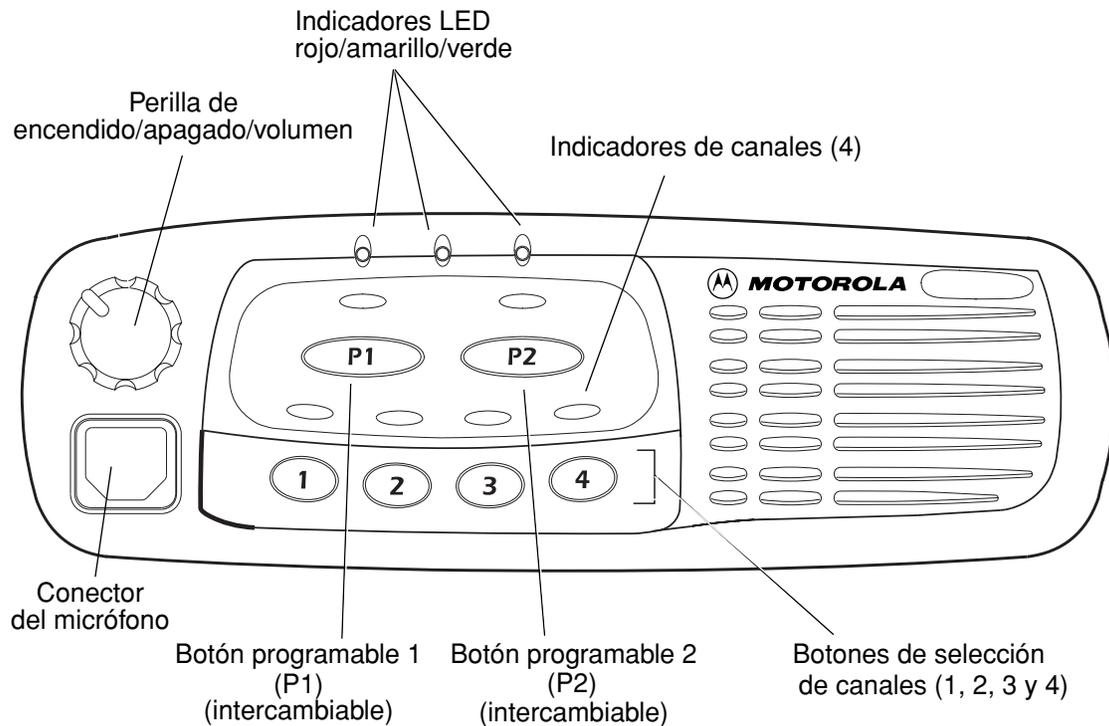
Atmósferas potencialmente explosivas	17
Detonadores y áreas de detonación . .	17
Operación de radios móviles y exposición a la energía electromagnética	18
Instalación de una antena móvil	18
Operación de una estación de control . . .	18
Garantía limitada	19
Accesorios	25
Audio	25
Montaje	25
Antenas	26
Estación de control	26

DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL DEL SOFTWARE

Los productos Motorola descritos en este manual pueden incluir programas de computación de Motorola protegidos por copyright, almacenados en las memorias semiconductoras u otros medios. Las leyes de los Estados Unidos y otros países protegen ciertos derechos exclusivos de Motorola sobre los programas de computación protegidos por copyright, incluyendo, sin limitarse a, el derecho exclusivo a copiar o reproducir de cualquier manera el programa de computación protegido por copyright. En virtud de lo anterior, no está permitido copiar, reproducir, modificar, decodificar con fines de ingeniería inversa ni distribuir de ninguna manera, sin el permiso expreso por escrito de Motorola, ningún programa de computación de Motorola protegido por copyright que esté incluido en los productos de Motorola descritos en este manual. Además, la compra de los productos de Motorola no implica la concesión, directa, implícita, por omisión o de otra manera, de ninguna clase de licencia en virtud de los copyrights, patentes o solicitudes de patente de Motorola, salvo las licencias normales no exclusivas de uso emergentes por ley de la venta de un producto.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL RADIO

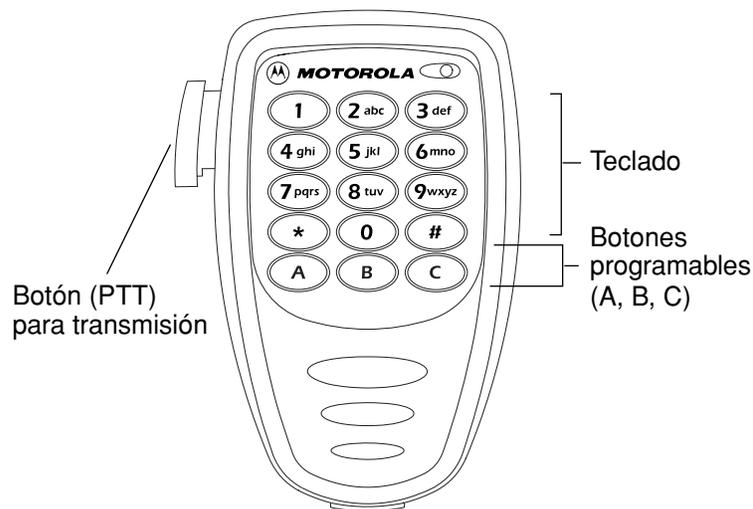
PARTES DEL RADIO



Micrófono con teclado avanzado (RMN4026)

Puede solicitar con su radio un micrófono avanzado con DTMF (multifrecuencia de tono dual), con un teclado de ingreso directo.

Este micrófono con teclado tiene tres botones (A, B, C) debajo del teclado que se pueden programar para activar fácilmente ciertas funciones seleccionadas del radio.



Perilla de encendido/apagado/volumen

Enciende o apaga el radio, y ajusta el volumen.

Indicadores de canales

Cuatro LED (uno por canal) que indican el canal activo o seleccionado.

Botones de selección de canales

① o ② o ③ o ④

Se usan para seleccionar los canales.

Cuando se presiona un botón de selección de canal (programado), se enciende la luz indicadora de canal correspondiente.

Indicadores LED

Indican el estado del canal, del rastreo y del monitoreo.

Botones programables

Su radio tiene dos botones programables.

Su distribuidor puede programar estos botones para que funcionen como accesos directos para varias funciones del radio.

Solicite a su distribuidor una lista completa de las funciones proporcionadas por su radio.

Los botones programables incluyen los botones ① y ② (consulte la página 1).

Algunos botones pueden acceder a hasta dos funciones, según el tipo de presión ejercida sobre el botón:

- presión breve—presionar y soltar rápidamente los botones programables
- presión prolongada—presionar y mantener presionados los botones programables durante cierto período de tiempo (predefinido como 1 segundo y medio o el valor programado)
- mantener presionado—presionar y mantener presionados los botones programables mientras se verifica el estado o se realizan los ajustes

A partir de la página 4 presentamos un resumen de las funciones programables del radio y sus referencias de página correspondientes.

Solicite a su distribuidor que anote el nombre del botón programable en la columna “Botón”, junto a la función que se ha programado para ese botón.

El distribuidor puede usar las abreviaturas (P1, P2) que aparecen en la ilustración del radio en la página 1.

Además, de ser aplicable, pida a su distribuidor que indique si se debe aplicar al botón una presión breve o prolongada, o si se debe mantener presionado.

Función	Presión breve	Presión prolongada	Mantener presionado	Página	Botón
Ajuste de volumen	—	—	Emite un tono que lo ayuda a ajustar el nivel de volumen del radio.	7	
PRTT (Permiso para hablar con prioridad)	Envía una solicitud de acceso de prioridad al despachante.		—	8	
Comunicación vía repetidor/directa (radio a radio)	Alterna entre el uso de un repetidor o la transmisión directa a otro radio.†		—	9	
Nivel de potencia	Alterna el nivel de potencia de transmisión entre Alta y Baja.†		—	10	
Eliminación de canal no deseado	Activa y desactiva el rastreo.	Elimina un canal no deseado mientras realiza el rastreo.	—	11	
Teléfono	Modo de acceso de teléfono†		—	13	
Marcación rápida	Accede directamente a su lista telefónica.†		—	13	
Monitoreo	Cambia la operación de monitoreo silencioso (también desactiva el monitoreo con silenciador abierto si está activado).	Activa el monitoreo con silenciador abierto.	—	—	

†Esta función se activa YA SEA con una presión breve O BIEN con una prolongada, pero no con ambas.

Función	Presión breve	Presión prolongada	Mantener presionado	Página	Botón
Tarjeta opcional (si hay una instalada)	Alterna entre activar y desactivar la tarjeta opcional.†		—	—	
Control auxiliar (1/2)	Activa o desactiva una patilla en el conector para accesorios.† (Consulte con su distribuidor).		—	—	

†Esta función se activa YA SEA con una presión breve O BIEN con una prolongada, pero no con ambas.

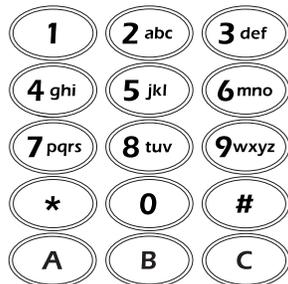
Botón para transmisión (PTT)

Presione y mantenga presionado este botón para hablar, y suéltelo para escuchar.

Micrófono

Sostenga el micrófono a una distancia de entre 2,5 y 5 cm (de 1 a 2 pulgadas) de la boca, y hable claramente en dirección al micrófono.

Uso con el micrófono con teclado avanzado (RMN4026)



Estas teclas se usan para:

- Marcar un número de teléfono
- Acceder directamente a las funciones preprogramadas

INDICADORES DE AUDIO PARA BOTONES PROGRAMABLES



Tono bajo-alto



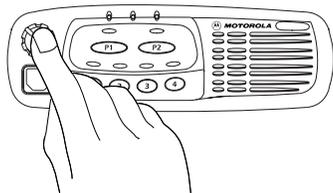
Tono alto-bajo

Algunos de los botones programables usan tonos para indicar uno de los siguientes dos modos:

Botón	Tono bajo-alto	Tono alto-bajo
Rastreo	Iniciar rastreo	Interrumpir rastreo
Nivel Potencia	Potencia alta seleccionada	Potencia baja seleccionada
Tarjeta opcional	Activada	Desactivada
Comunicación vía repetidor/directa (radio a radio)	No usa repetidor	Usa repetidor

OPERACIÓN BÁSICA

ENCENDIDO Y APAGADO DEL RADIO



Encendido	Apagado
<p>Presione la perilla de encendido/apagado/volumen hasta que escuche un "clic".</p> <p>Si el radio se enciende y si se ha programado el tono de Autoprueba exitoso, se escucha el tono.</p>  <p>Si el radio no se enciende, se escucha el tono de falla de Autoprueba .</p>	<p>Presione la perilla de encendido/apagado/volumen hasta que se escucha un "clic" y se apagan los indicadores LED.</p>

AJUSTE DEL VOLUMEN

Haga girar la perilla de **encendido/apagado/volumen** en el sentido de las agujas del reloj para aumentar el volumen, o en el sentido contrario al de las agujas del reloj para bajarlo.

—0—

- 1 Presione y mantenga presionado el botón de **ajuste de volumen** (consulte la página 4). Se escucha entonces un tono continuo.
- 2 Haga girar la perilla de **encendido/apagado/volumen** hasta obtener el nivel de volumen deseado.
- 3 Suelte el botón de **ajuste de volumen**.

SELECCIÓN DE UN CANAL DE RADIO

El radio ofrece 4 canales.

Nota: En cumplimiento de las normas gubernamentales, algunos canales no pueden programarse. Consulte con su distribuidor para obtener más información.

Para seleccionar un canal:

Presione el botón de **selección de canales** que desee (1, 2, 3 o 4).

TRANSMISIÓN DE UNA LLAMADA

- 1 Encienda el radio.
- 2 Seleccione el canal deseado.
- 3 Sostenga el micrófono en posición vertical a una distancia de entre 2,5 y 5 cm (de 1 a 2 pulgadas) de la boca. Presione el botón **PTT** para hablar; suéltelo para escuchar.

Si su sistema usa la función de “permiso para hablar”, utilice el siguiente procedimiento para transmitir una llamada:

- 1 Encienda el radio.
- 2 Seleccione el canal deseado.
- 3 Presione el botón **PTT** (para obtener permiso para hablar con prioridad, use el botón **PRTT**) y espere el tono de autorización para hablar.
- 4 Sostenga el micrófono en posición vertical a una distancia de entre 2,5 y 5 cm (de 1 a 2 pulgadas) de la boca. Presione el botón **PTT** para hablar; suéltelo para escuchar.

RECEPCIÓN DE UNA LLAMADA

- 1 Encienda el radio.
- 2 De ser necesario, ajuste el volumen del radio (consulte la página 7).
- 3 Seleccione el canal deseado.
- 4 Para responder, sostenga el micrófono en posición vertical a una distancia de entre 2,5 y 5 cm (de 1 a 2 pulgadas) de la boca.

LLAMADAS DE RADIO

INHIBICIÓN SELECTIVA DE RADIO

Su radio está equipado con una función de seguridad que puede hacer que la unidad deje de operar temporalmente cuando se recibe una señal de inhibición desde la estación base.

Esta función se usa normalmente para desactivar radios:

- en caso de robo
- mientras se le está realizando un servicio de mantenimiento a su vehículo
- por razones de control del sistema

Nota: Cuando se desactiva la radio mediante una señal emitida desde la estación base, todos los controles dejan de operar, salvo el botón de **encendido/apagado**.

COMUNICACIÓN VÍA REPETIDOR O DIRECTA (RADIO A RADIO)

La comunicación directa le permite comunicarse con otro radio en uno de los siguientes casos:

- El repetidor no está operando
—o—
- El radio está fuera del área de cobertura del repetidor pero otro radio se encuentra a una distancia que permite la comunicación. Cuando se cambia de un modo de comunicación a otro, se escucha un indicador audible.

Para seleccionar la comunicación vía repetidor o la directa (radio a radio):

Presione el botón preprogramado de **repetidor/radio a radio** (consulte la página 4) para alternar entre la comunicación vía repetidor y la comunicación directa (radio a radio).

NIVEL DE POTENCIA

Cada canal de su radio tiene un nivel de potencia de transmisión predefinido que se puede cambiar.

- Potencia alta
- Potencia baja

Para fijar el nivel de potencia, presione el botón preprogramado de **nivel de potencia** (consulte la página 4) para alternar entre la potencia *alta* y *baja*.

RASTREO

Su radio puede monitorear varios canales enumerados en una lista de rastreo.

El distribuidor puede programar hasta cuatro canales diferentes en cada lista de rastreo.

Cuando el radio detecta actividad en un canal de la lista de rastreo, automáticamente pasa a ese canal.

Nota: Se pueden asignar los mismos canales a diferentes listas de rastreo.

INICIO O INTERRUPCIÓN DEL RASTREO

Durante una operación de rastreo, el indicador LED verde parpadea, y deja de parpadear cuando el radio pasa a un canal.

Puede iniciar o interrumpir una operación de rastreo:

presionando el botón preprogramado de **rastreo** (consulte la página 4).

RESPUESTA EN EL CANAL ACTIVO

La función de respuesta en el canal activo le permite responder a una transmisión mientras realiza un rastreo. Si se detecta una transmisión en un canal mientras se está realizando un rastreo, el radio se detiene en ese canal durante un período de tiempo preprogramado. Durante este “tiempo de espera” se puede responder presionando el botón **PTT**.

Nota: Si la transmisión se detiene/cesa o si el botón **PTT** no se presiona durante un tiempo preprogramado, el radio sigue realizando el rastreo. El indicador LED de rastreo deja de parpadear mientras el radio se encuentra en tiempo de espera.

ELIMINACIÓN DE UN CANAL NO DESEADO

Si un canal genera constantemente llamadas no deseadas o ruido (lo que se define como canal “no deseado”), utilice el botón de **rastreo** para eliminarlo temporariamente de la lista de rastreo.

Nota: No es posible eliminar un canal prioritario, ni el último canal restante en una lista de rastreo.

- 1 Mientras el radio se encuentra en el canal no deseado, presione y mantenga presionado el botón de **rastreo** hasta escuchar un tono.
 - 2 Suelte el botón de **rastreo**. Se elimina el canal no deseado.
-

Restitución de un canal a la lista de rastreo

Para volver a introducir un canal eliminado en la lista de rastreo, reinicie la operación de rastreo, o bien, apague el radio y vuélvalo a encender.

TELÉFONO

Si el radio tiene acceso a un sistema telefónico, es posible realizar llamadas telefónicas. Para ello, el radio debe enviar un código de acceso a una estación que lo conecte a una línea telefónica (diríjase al distribuidor para obtener más detalles). Una vez finalizada la llamada, el radio debe enviar un código de desconexión para colgar.

REALIZACIÓN DE UNA LLAMADA TELEFÓNICA

Se puede realizar una llamada telefónica con el botón preprogramado de **teléfono** (consulte la página 4). Para iniciar una llamada telefónica (se requiere un micrófono con teclado avanzado):

- 1 Presione el botón de **teléfono**.
- 2 Una serie de tonos indican que el radio envía automáticamente un código de acceso.
—o—
introduzca el código de acceso a través del teclado.

- 3 Cuando escuche el tono para marcar, introduzca el número de teléfono a través del teclado.
—o—
Presione y suelte el botón preprogramado de **marcación rápida** (consulte la página 4) para usar la función de marcación rápida.
- 4 Presione la tecla (de 1 a 8) correspondiente al número al que desea llamar.
—o—
Presione "0" si desea llamar al último número marcado.

Nota: Si introdujo el código de acceso por medio del teclado, la función de último número marcado no estará disponible. Si el código de acceso se introdujo automáticamente, simplemente presione el botón de **teléfono**.

Para terminar una llamada telefónica:

- 1 Si el radio tiene preprogramado el código de desconexión, diríjase al paso 2.
—o—
Introduzca el código de desconexión a través del teclado.
- 2 Presione el botón de **teléfono** para salir de la función de teléfono.

Notas

SEGURIDAD Y GARANTÍA

OPERACIÓN SEGURA Y EFICIENTE DE LOS RADIOS BIDIRECCIONALES MOTOROLA

Exposición a la energía de radiofrecuencia

Normas y pautas nacionales e internacionales

Su radio bidireccional Motorola genera y radia energía electromagnética de radiofrecuencia (RF), y ha sido diseñado para que cumpla con las siguientes normas y pautas nacionales e internacionales en torno a la exposición de seres humanos a la energía electromagnética de radiofrecuencia:

- Informe y Ordenanza N^o FCC 96-326 de la Comisión Federal de Comunicaciones de EE.UU. (agosto de 1996)
- Instituto Nacional Americano de Normas de EE.UU. (American National Standards Institute) (C95.1 - 1992)

- Consejo Nacional para la Protección y Medición de Radiación de EE.UU. (NCRP - 1986)
- Comisión Internacional para la Protección contra la Radiación no Ionizante (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) (ICNRP - 1986)
- Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC):

ENV. 50166-1 1995 E Exposición humana a los campos electromagnéticos de baja frecuencia (0Hz a 10kHz)

ENV. 50166-2 1995 E Exposición humana a los campos electromagnéticos de alta frecuencia (10kHz a 300GHz)

Acta de
Sesiones de
SC211/8 1996

Consideraciones de seguridad en torno a la exposición humana a los campos electromagnéticos provenientes de equipos de telecomunicaciones móviles (M.T.E.) en la gama de frecuencias de 30MHz - 6GHz (E.M.F. - Campos electromagnéticos)

Para asegurar un funcionamiento óptimo del radio, y para garantizar que la exposición humana a la energía electromagnética de radiofrecuencia se mantenga dentro de los límites establecidos en las normas antes mencionadas, deberán observarse siempre los siguientes procedimientos:

INTERFERENCIA/COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Nota: Casi todos los dispositivos electrónicos son susceptibles a la interferencia electromagnética si no cuentan con el debido blindaje, o si no están diseñados o configurados de manera que sean compatibles con este tipo de señales electromagnéticas.

- Para evitar la interferencia electromagnética y/o problemas de compatibilidad, apague el radio en todo sitio donde haya letreros que así lo establezcan. Por ejemplo, los hospitales y establecimientos de asistencia médica podrían estar usando aparatos sensibles a la energía de radiofrecuencia externa.
- Cuando esté a bordo de un avión, apague el radio cuando se le indique. Si usa el radio, deberá hacerlo de conformidad con las regulaciones de la línea aérea y las instrucciones de la tripulación.

ADVERTENCIAS OPERACIONALES



ADVERTENCIA

Vehículos equipados con bolsas de aire

No coloque un radio móvil sobre una bolsa de aire o en el área de despliegue de la misma. Las bolsas de aire se inflan con gran fuerza. Si un radio móvil se coloca en el área de despliegue de la bolsa de aire y ésta se infla, es posible que el radio salga disparado con gran fuerza y que produzca lesiones a los ocupantes del vehículo.

Atmósferas potencialmente explosivas

Apague el radio bidireccional cuando esté en una atmósfera potencialmente explosiva, a menos que el radio sea del tipo específicamente calificado para uso en tales áreas (por ejemplo, aprobado por Factory Mutual o CENELEC). Las chispas en atmósferas potencialmente explosivas pueden desencadenar una explosión o incendio, y ocasionar lesiones o inclusive la muerte.

Detonadores y áreas de detonación

Para evitar una posible interferencia con las operaciones de detonación, apague el radio cuando esté cerca de detonadores eléctricos, en un área de detonación o donde haya letreros que exijan que se apaguen los radios bidireccionales. Respete todas las señales e instrucciones.

Nota: Las áreas con atmósferas potencialmente explosivas antes mencionadas incluyen áreas de reabastecimiento de combustible, como por ejemplo: debajo de la cubierta de embarcaciones; en instalaciones de transferencia y almacenamiento de combustible y productos químicos, en áreas donde el aire contiene productos químicos o partículas, tales como granos en polvo o polvos metálicos, así como en cualquier otra área donde normalmente se le pediría que apagara el motor de un vehículo. En las áreas con atmósferas potencialmente explosivas hay generalmente señales de precaución, aunque no siempre es así.

Operación de radios móviles y exposición a la energía electromagnética

Para obtener un funcionamiento óptimo del radio y para asegurarse de que la exposición de los seres humanos a la energía electromagnética de radiofrecuencia no exceda las normas mencionadas anteriormente en este documento, realice transmisiones únicamente cuando las personas situadas dentro o fuera del vehículo se encuentren por lo menos a la distancia mínima indicada de una antena de montaje externo debidamente instalada.

En la Tabla 1 se indica la distancia mínima para diversas gamas de energía radiada.

Tabla 1: Energía radiada y distancia

Energía radiada de un radio bidireccional móvil instalado en un vehículo	Distancia mínima de la antena de transmisión
7 a 15 Watts	30,5 cm
16 a 50 Watts	61 cm
Más de 50 Watts	91,5 cm

Instalación de una antena móvil

Instale la antena en la parte *externa* del vehículo, teniendo en cuenta:

- Los requisitos del fabricante/distribuidor de la antena
- Las instrucciones del Manual de instalación del radio

OPERACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE CONTROL

Cuando se utiliza un equipo de radio como estación de control, es importante que la antena sea instalada en la parte externa del edificio, de tal manera que se evite la posibilidad de que las personas se acerquen a ella.

Nota: Consulte la Tabla 1 en la página 18 para obtener los valores de potencia nominal y de distancia mínima correspondientes a las antenas transmisoras.

GARANTÍA LIMITADA

PRODUCTOS DE COMUNICACIÓN MOTOROLA

I. ALCANCE Y DURACIÓN DE ESTA GARANTÍA:

MOTOROLA INC. (“MOTOROLA”) garantiza los Productos de Comunicación MOTOROLA remanufacturados que se enumeran a continuación (el “Producto”) contra defectos de fabricación y de mano de obra, siempre y cuando los mismos sean operados bajo condiciones de uso y manejo normales, durante los plazos indicados a continuación contados a partir del momento en que el producto fue adquirido:

Unidades móviles PRO3100 Dos (2) años

Accesorios de los productos Un (1) año

Motorola, a su entera discreción, podrá sin cargo alguno para el consumidor, ya sea reparar el Producto (con partes nuevas o reacondicionadas), reemplazarlo (por un Producto nuevo o reacondicionado), o reembolsar el precio de compra del Producto durante el período de la garantía, siempre y cuando el Producto sea devuelto de conformidad con las condiciones establecidas de la presente Garantía. Las piezas o placas reemplazadas se garantizarán por el resto del período de garantía original. Todas las piezas reemplazadas del Producto pasarán a ser propiedad de MOTOROLA.

Motorola extiende esta garantía limitada explícita únicamente al comprador y usuario original; dicha garantía no se puede asignar o transferir a ninguna otra parte. Esta constituye la garantía completa para el Producto fabricado por MOTOROLA. MOTOROLA no asume ninguna obligación o responsabilidad legal con respecto a enmendaciones o modificaciones de esta garantía, a menos que éstas se hagan por escrito y sean firmadas por un oficial de MOTOROLA. A menos que se especifique en un acuerdo separado que MOTOROLA celebre con el comprador y usuario original, MOTOROLA no garantiza la instalación, el mantenimiento o el servicio del Producto.

MOTOROLA no acepta responsabilidad alguna por equipos auxiliares no suministrados por MOTOROLA que se encuentren conectados al Producto o que se utilicen en conexión con el mismo, ni por el funcionamiento del Producto en conjunto con tales equipos auxiliares; todo equipo de esta clase queda excluido de esta garantía. Debido a las diferencias que existen entre los sistemas en los que puede utilizarse el Producto, MOTOROLA renuncia a cualquier responsabilidad relacionada con el alcance, la cobertura o el funcionamiento del sistema entero bajo esta garantía.

II. DISPOSICIONES GENERALES:

Esta garantía establece la totalidad de la responsabilidad de MOTOROLA con respecto al Producto. La reparación, el reemplazo o el reembolso del precio de compra constituyen los únicos remedios, y éstos quedan a la entera discreción de MOTOROLA. ESTA GARANTÍA SUSTITUYE A CUALQUIER OTRA GARANTÍA EXPRESA. LAS GARANTÍAS IMPLÍCITAS, INCLUYENDO, PERO SIN LIMITARSE A LAS GARANTÍAS IMPLÍCITAS DE COMERCIALIZACIÓN O DE IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO EN PARTICULAR, QUEDAN LIMITADAS A LA DURACIÓN DE LA PRESENTE GARANTÍA LIMITADA.

EN NINGÚN CASO MOTOROLA SE HARÁ RESPONSABLE DE DAÑOS O PERJUICIOS QUE EXCEDAN EL PRECIO DE COMPRA DEL PRODUCTO, NI DE NINGUNA PÉRDIDA DE USO, PÉRDIDA DE TIEMPO, INCOMODIDAD, PÉRDIDA COMERCIAL, GANANCIAS O AHORROS PERDIDOS U OTROS DAÑOS CONSECUENTES, ESPECIALES O CONCOMITANTES QUE SURJAN DEL USO, O DE LA INHABILIDAD DE USAR EL PRODUCTO, HASTA EL GRADO EN QUE LA LEY APLICABLE PERMITA LA RENUNCIA DE TALES DAÑOS Y PERJUICIOS.

III. CÓMO OBTENER SERVICIO BAJO LA GARANTÍA:

Se debe presentar alguna prueba de compra (que lleve la fecha de adquisición y el número de serie del Producto) para poder recibir servicio bajo la garantía; además, se debe entregar o enviar el Producto, con porte y seguro prepagados, a un centro de servicio autorizado. Motorola proporcionará el servicio bajo la garantía por medio de un centro de servicio autorizado. El usuario puede facilitar la obtención de servicio bajo la garantía, comunicándose primero con la compañía que le vendió el Producto (p. ej.: el distribuidor o proveedor de servicios de comunicación).

IV. ESTA GARANTÍA NO ES VÁLIDA EN LOS SIGUIENTES CASOS:

- A Defectos o daños derivados del uso anormal del Producto.
- B Defectos o daños derivados del mal uso, accidente, contacto con el agua o negligencia.
- C Defectos o daños derivados de pruebas, operación, mantenimiento, instalación, modificaciones o ajustes inapropiados.
- D Rupturas o daños causados a las antenas, a menos que los mismos sean consecuencias de defectos en el material o mano de obra.
- E Productos que han sido modificados, desmontados o reparados sin autorización (incluyendo, sin limitación, la adición al Producto de equipos no suministrados por Motorola) de una manera que afecte adversamente el funcionamiento del Producto o que interfiera en los procedimientos normales de inspección y prueba del Producto que Motorola emplea para verificar las reclamaciones bajo la garantía.
- F Los Productos a los cuales se les haya retirado el número de serie o en que el mismo sea ilegible.
- G Costos de enviar el Producto a un centro de reparación.
- H Productos que, debido a una modificación ilícita o no autorizada del software/firmware, no funcionen de acuerdo con las especificaciones publicadas de MOTOROLA o con la etiqueta de aceptación de tipo de la FCC que estaba vigente en el momento en que MOTOROLA fabricó el Producto.
- I Rayones u otros defectos superficiales del Producto que no afecten el funcionamiento del mismo.
- J Desgaste causado por el uso normal.

V. DISPOSICIONES RELACIONADAS CON PATENTES Y SOFTWARE:

MOTOROLA defenderá, por su propia cuenta, cualquier acción legal que se entable en contra del comprador y usuario final que sea basada en una afirmación de que el Producto o sus componentes violen una patente estadounidense, y MOTOROLA pagará cualquier costo en el que incurra el comprador y usuario final, o indemnización que éste esté obligado a pagar como consecuencia de cualquier demanda de esta clase; sin embargo, dicha defensa y el pago de los costos e indemnizaciones correspondientes dependerá del cumplimiento de los siguientes requisitos:

- A que dicho comprador informe a MOTOROLA en forma oportuna y por escrito cuando sea notificado de una acción de este tipo;
- B que MOTOROLA tenga el derecho de asumir el control exclusivo de la defensa y pueda conducir todas las negociaciones necesarias para su resolución o para llegar a un acuerdo mutuo; y
- C en caso de que el Producto o los componentes de éste se conviertan en el objeto de una acción legal por violación de una patente estadounidense (o en caso de

que MOTOROLA considere que tal acción legal sea probable), el comprador permitirá que MOTOROLA, a su discreción y por su propia cuenta, adquiera para dicho comprador el derecho de continuar utilizando el Producto o los componentes, o que reemplace o modifique los mismos para que ya no violen la patente, o que acepte la devolución del Producto o de sus componentes y conceda al comprador un crédito por su valor depreciado. La depreciación se calculará en línea recta (una cantidad igual cada año) basándose en la vida útil del Producto o de los componentes, según establezca MOTOROLA.

MOTOROLA no aceptará responsabilidad alguna con respecto a ninguna acción por violación de patente que sea basada en una combinación del Producto o de los componentes suministrados bajo el presente acuerdo con otros productos de software, aparatos o dispositivos no suministrados por MOTOROLA, ni tampoco MOTOROLA aceptará responsabilidad alguna por el uso de equipos auxiliares o productos de software no suministrados por MOTOROLA que se encuentren conectados al Producto o que se utilicen en conjunto con el mismo. Lo anterior

constituye una declaración de la responsabilidad total de MOTOROLA con respecto a la violación de patentes por parte del Producto o de los componentes del mismo.

Las leyes de los Estados Unidos y de otros países establecen para MOTOROLA ciertos derechos exclusivos relacionados con el software de MOTOROLA que está protegido por copyright (leyes de propiedad intelectual), como por ejemplo el derecho exclusivo de reproducir y distribuir copias de dicho software de Motorola. Se permite el uso del software de MOTOROLA únicamente en el Producto en el que el software fue incorporado originalmente, y dicho software en dicho Producto no puede ser reemplazado, copiado, distribuido o modificado de ninguna manera, ni tampoco puede ser utilizado para crear productos derivados. Se prohíbe cualquier otro uso, incluyendo, sin limitación, la alteración, modificación, reproducción, distribución o ingeniería inversa de dicho software de MOTOROLA, así como el ejercicio de los derechos que atañen al software de MOTOROLA. No se concede bajo los derechos de patente o de copyright de MOTOROLA, ninguna licencia implícita o basada en el concepto jurídico anglosajón de “estoppel”.

VI. JURISDICCIÓN:

Esta Garantía será regida por las leyes del estado de Illinois de los Estados Unidos.

Notas

ACCESORIOS

Motorola ofrece una serie de accesorios destinados a aumentar la productividad del radio bidireccional. En la siguiente lista aparecen algunos de los accesorios disponibles. Para obtener una lista completa, consulte con su distribuidor de Motorola.

AUDIO

RMN4025	Micrófono/parlante externo
RMN4026	Microfono con teclado avanzado
RMN4038	Micrófono para trabajo pesado
RSN4001	Parlante externo 13W
HSN8145	Parlante externo 7,5W

MONTAJE

GLN7324	Soporte de perfil bajo
RLN4780	Soporte de perfil alto
HLN8097	Montaje deslizable removible
RLN4779	Montaje con candado
RLN4782	Kit de montaje
RKN4077	Cable para montaje remoto - 3 m
RKN4078	Cable para montaje remoto - 5 m
RKN4079	Cable para montaje remoto - 7 m

ANTENAS

HAD4006A	Antena de techo de 1/4 de onda, VHF 136-144 MHz
HAD4007A	Antena de techo de 1/4 de onda, VHF 146-150,8 MHz
HAD4008A	Antena de techo de 1/4 de onda, VHF 150,8-162 MHz
HAD4009A	Antena de techo de 1/4 de onda, VHF 162-174 MHz
HAD4014A	Antena de techo de 3,0dB de ganancia, VHF 146-172 MHz
HAE4002A	Antena de techo de 1/4 de onda, UHF 403-430 MHz
HAE4003A	Antena de techo de 1/4 de onda, UHF 450-470 MHz
HAE4010A	Antena de techo de 3,5dB de ganancia, UHF 406-420 MHz
HAE4011A	Antena de techo de 3,5dB de ganancia, UHF 450-470 MHz
HAE4019A	Antena de techo de 5dB de ganancia, UHF 450-470 MHz
HAE4004A	Antena de techo de 1/4 de onda, UHF 470-512 MHz
HAE4012A	Antena de techo de 3,5dB de ganancia, UHF 470-494 MHz
09-02105F01	Conector BNC

ESTACIÓN DE CONTROL

GPN6145	Fuente de alimentación 1-25W (EMC)
HPN4002	Fuente de alimentación 1-25W
GPN6149	Fuente de alimentación 25-45W (EMC)
HPN4001	Fuente de alimentación 25-45W
RMN4030	Micrófono de escritorio
GLN7318	Consola sin parlante
GLN7326	Consola con parlante

Nota: Hay una serie de botones intercambiables disponibles para su uso en las ubicaciones P1-P2 del radio (página 1). Consulte con su distribuidor para más detalles.

contacto



Ⓜ, Motorola, Radios Profesionales, Serie PRO, PRO3100, y Call Alert son marcas de Motorola, Inc.

© 1999 Motorola, Inc. Todos los derechos reservados. Impreso en los EE.UU.

Ⓜ, Motorola, Rádios Profissionais, Série PRO, PRO3100, e Call Alert são marcas da Motorola, Inc.

© 1999 Motorola, Inc. Todos os direitos reservados. Impreso nos EUA.

Ⓜ, Motorola, Professional Radio, PRO Series, PRO3100, and Call Alert are trademarks of Motorola, Inc.

© 1999 Motorola, Inc. All rights reserved. Printed in U.S.A.



68P81091C57-O

control