



## **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

### **FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES**

**TEMA**

---

**DISEÑO DE UN SISTEMA MEDIANTE LA COMBINACIÓN DE GPS CON  
RADIOCOMUNICACIÓN QUE PERMITA DETERMINAR LA POSICIÓN  
DE UN VEHÍCULO EN TIEMPO REAL.**

---

**TRABAJO DE GRADUACIÓN, MODALIDAD: SEMINARIO DE  
GRADUACIÓN**

**AUTOR: Patricia Elizabeth Pilamunga Yanzapanta**

**TUTOR: Ing. John Ortega**

**Ambato – Ecuador**

**Mayo 2010**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: **DISEÑO DE UN SISTEMA MEDIANTE LA COMBINACIÓN DE GPS CON RADIOCOMUNICACIÓN QUE PERMITA DETERMINAR LA POSICIÓN DE UN VEHÍCULO EN TIEMPO REAL**, de Patricia Elizabeth Pilamunga Yanzapanta, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 45 del Capítulo III Seminarios, del Reglamento de Graduación de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Mayo 2010

EL TUTOR

-----  
Ing. John Ortega

## **AUTORÍA**

El presente trabajo de investigación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA MEDIANTE LA COMBINACIÓN DE GPS CON RADIOCOMUNICACIÓN QUE PERMITA DETERMINAR LA POSICIÓN DE UN VEHÍCULO EN TIEMPO REAL**. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Mayo 2010

-----  
Patricia Elizabeth Pilamunga Yanzapanta  
CC: 180362642 – 1

## **DEDICATORIA**

Para mis padres quienes me han apoyado siempre y son un gran ejemplo a seguir.

Patricia Elizabeth Pilamunga Yanzapanta

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, mis padres y hermanas que me apoyaron incondicionalmente.

Patricia Elizabeth Pilamunga Yanzapanta

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### A. PAGINAS PRELIMINARES

Portada.....	i
Aprobación del tutor.....	ii
Autoría del proyecto.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice general de contenidos.....	vi
Índice de Figuras .....	xi
Índice de Tablas.....	xii

### B. TEXTO: INTRODUCCIÓN

#### CAPITULO I. EL PROBLEMA

1.1. Tema.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	1
1.2.1. Contextualización.....	1
1.2.2. Análisis crítico.....	2
1.2.3. Prognosis.....	3
1.2.4. Formulación del problema.....	3
1.2.5. Preguntas directrices.....	4
1.2.6. Delimitación del objetivo de la investigación.....	4
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. General.....	5
1.4.2. Específicos.....	5

## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos.....	6
2.2. Fundamentación legal.....	6
2.3. Fundamentación filosófica.....	10
2.4. Categorías fundamentales.....	11
2.4.1. Telecomunicaciones.....	12
2.4.2. El Sistema Satelital.....	13
2.4.2.1. Patrones Orbitales.....	14
2.4.2.2. Patrones de radiación.....	15
2.4.2.3. Parámetros del sistema satelital.....	16
2.4.2.4. Propiedades del sistema satelital.....	17
2.4.2.5. Beneficios de la red satelital.....	18
2.4.3. Historia temprana de la Radiocomunicación.....	19
2.4.4. Sistemas de radiocomunicación VHF y UHF.....	19
2.4.4.1. Propagación en VHF Y UHF.....	22
2.4.4.2. Factores determinantes de un sistema de radio.....	23
2.4.4.3. Servicios Convencionales de Radio.....	25
2.4.4.4. Paquete de Datos en Radiocomunicación.....	19
2.4.4.4.1. Nivel de Enlace de Datos.....	30
2.4.4.4.2. Funciones y servicios de AX.25.....	31
2.4.4.5. Trama AX.25.....	32
2.4.5. Introducción al sistema GPS.....	34
2.4.6. Generalidades del sistema GPS y sus características.....	34
2.4.6.1. El sector espacial.....	34
2.4.6.2. El sector control.....	36
2.4.6.3. El sector usuario.....	37
2.4.7. Equipo de observación.....	37
2.4.7.1. Tipos de receptores.....	39
2.4.8. Sistema de coordenadas.....	40

2.4.9. Proyección Cartográfica.....	42
2.4.9.1. Propiedades de la proyección cartográfica.....	43
2.4.9.2. Tipos de proyecciones cartográficas.....	44
2.4.10. Métodos de posicionamiento.....	54
2.4.10.1. Posicionamiento absoluto.....	54
2.4.10.2. Posicionamiento diferencial.....	55
2.4.10.3. Trabajo en tiempo real.....	56
2.5. Hipótesis.....	58
2.6. Señalamiento de variables.....	58

### **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

3.1. Enfoque.....	59
3.2. Modalidad básica de la investigación.....	59
3.2.1. Investigación Bibliográfica – Documental.....	59
3.3. Nivel o tipo de investigación.....	60
3.4. Población y muestra.....	60
3.5. Recolección de información.....	60
3.6. Procesamiento y análisis.....	60

### **CAPITULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1. Análisis de los resultados.....	62
4.2. Interpretación de datos.....	62
4.3. Verificación de hipótesis.....	62

### **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones.....	63
5.2 Recomendaciones.....	64



## **CAPÍTULO VI. PROPUESTA**

6.1. Datos informativos.....	65
6.2. Antecedentes de la propuesta.....	65
6.3. Justificación.....	66
6.4. Objetivos.....	67
6.4.1. General.....	67
6.4.2. Específicos.....	67
6.5. Análisis de factibilidad.....	67
6.5.1. Factibilidad operativa.....	68
6.5.2. Factibilidad Técnica.....	68
6.6. Fundamentación.....	68
6.6.1. Modelos de enlace del sistema satelital.....	68
6.6.2. Localización automática de vehículos (LAV).....	70
6.6.3. Como conocer donde estamos situados.....	72
6.6.4. Como ubica la posición un receptor GPS.....	73
6.7. Metodología.....	74
6.8. Modelo operativo.....	75
6.8.1. Operación del sistema.....	76
6.8.1.1. Estación Base.....	76
6.8.1.2. Unidades Remotas.....	78
6.8.2. Diseño del prototipo.....	78
6.8.2.1. Diseño de la topología del sistema.....	79
6.8.2.2. Descripción de los componentes.....	81
6.8.2.3. Diseño de la unidad remota.....	83
6.8.2.4. Diseño de la estación base.....	85
6.8.3. Desarrollo del Software.....	86
6.8.3.1. Requerimientos generales del software.....	86
6.8.3.2. Estructura general.....	87
6.8.3.3. Diseño de componentes de adquisición de datos.....	88

6.8.3.4. Análisis de los componentes de la interfaz gráfica.....	88
6.8.3.5. Diseño de la interfaz gráfica.....	89

## **C. MATERIAL DE REFERENCIA**

1. Bibliografía.....	91
2. Anexos.....	92

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

Figura 2.1 Señal Modulada (AM).....	21
Figura 2.2 Banda Lateral Única.....	21
Figura 2.3 Señal Modulada (FM).....	22
Figura 2.4 Refracción de la Onda de Radio.....	22
Figura 2.5 Sistema Unidad a Unidad.....	26
Figura 2.6 Sistema de Despacho.....	26
Figura 2.7 Sistema de Repetidora.....	27
Figura 2.8 Sistema de Área Extendida.....	28
Figura 2.9 Sistema de Interconexión Telefónica.....	28
Figura 2.10 Estación Radio Paquete.....	30
Figura 2.11 Secuencia de un Paquete AX.25.....	33
Figura 2.12 Diagrama de distribución para NTC.....	33
Figura 2.13 Sistema de Referencia WGS-84.....	16
Figura 2.14 Representación grafica de la tierra.....	41
Figura 2.15 Representaciones planas de la esfera terrestre.....	43
Figura 2.16 Esquema de una proyección cilíndrica.....	44
Figura 2.16a Proyección de Peters.....	45
Figura 2.17 Esquema de una proyección cónica.....	45
Figura 2.18 Esquema de una proyección azimutal ortográfica.....	47
Figura 2.19 proyección polar.....	47
Figura 2.20 proyección ecuatorial.....	48
Figura 2.21 proyección oblicua.....	48
Figura 2.22 Esquema de una proyección azimutal estereográfica.....	49
Figura 2.23 Esquema de una proyección azimutal gnomónica.....	49
Figura 2.24 La proyección de Robinson.....	51

Figura 2.25 La proyección de Winkel-Tripel.....	53
---	----

## **CAPITULO VI**

Figura 6.1 Sistema LAV.....	71
Figura 6.2: principio matemático de la triangulación.....	72
Figura 6.3 Esquema general del Sistema.....	79
Figura 6.4 Esquema del sistema para la ubicación de un vehículo.....	80
Figura 6.5 Parte posterior del TNC KPC3 Plus.....	81
Figura 6.6 Parte frontal del TNC KPC3 Plus.....	81
Figura 6.7 Dispositivo GPS.....	82
Figura 6.8 Radio Motorola PRO3100.....	83
Figura 6.9 Conexión GPS-TNC.....	84
Figura 6.10 Conexión TNC-Radio.....	84
Figura 6.11 Componentes de una Estación Base.....	85
Figura 6.12 conexión TNC – PC.....	86
Figura 6.13 Estructura de la Aplicación prototipo.....	87
Figura 6.14 Pantallas de Software utilizado para el prototipo.....	89

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 2.1 Características de frecuencia.....	24
Tabla 2.2 Ruido en el espacio libre.....	25
Tabla 2.3 Estado AX.25 en relación al Modelo OSI.....	31
Tabla 2.4 Datos para obtener la proyección de Robinson.....	53

## INTRODUCCION

En estos tiempos de globalización el éxito de los negocios se basa en los servicios, y esto conlleva a la explotación de infraestructura ya establecida para optimizar recursos, es por esto que se vio la necesidad de explotar el potencial de las Redes de Radio móviles existentes, con únicamente servicios de voz, para que soporten además servicios de Datos.

Las necesidades de comunicación de los usuarios de sistemas móviles privados, en la actualidad se incrementan día a día. No hay duda que un gran número de estos necesitan comunicaciones de voz y ocasionalmente precisan transmitir mensajes de datos cortos.

Una unidad GPS (receptor), recibe las señales de varios satélites a la vez, con la información de la posición de cada uno de ellos en el espacio, con lo cual se obtiene las distancias de estos satélites, y con estos valores se calcula la posición exacta del receptor GPS, es decir las coordenadas geográficas (latitud, longitud), además de la velocidad y el tiempo. Los receptores GPS pueden también dar posiciones en tres dimensiones (latitud, longitud y elevación), cuando estos reciben las señales de mínimo cuatro satélites a la vez.

Una de las aplicaciones que más auge ha tenido, es la AVL (Automatic Vehicle Location), o Localización Automática de Vehículos, que permite controlar el movimiento, de grandes flotas de vehículos que se trasladan entre grandes ciudades, carreteras, etc. a lo largo y ancho de un país o entre varios países, con el fin de

optimizar rutas, destinos, prevenir robos y asaltos y reducir costos, incrementar productividad, brindar un mejor servicio, etc.

Obviamente la implicación de controlar el movimiento en tiempo real de estos móviles, requiere de otras tecnologías que se enlazan para formar un sistema completo que permita visualizar en un centro de control (Computadoras), los móviles desplegados en mapas digitales, su posición exacta, tiempo, velocidad. Ruta, etc. Para esto se requiere de una red de comunicaciones, sea esta vía: Radio, Celular, CDPD, o Satélite que dará la cobertura del sistema según la red que se utilice, además del manejo de mapas digitales que implica poder digitalizar los mapas de las regiones en las que operaría el sistema, de tal forma que las posiciones de los móviles coincidan plenamente con las coordenadas geográficas de los mapas, y estos puedan ser visualizados gráficamente en forma de iconos en dichos mapas digitales.

La gran ventaja de este sistema de posicionamiento global, es que no implica costo alguno el recibir las señales GPS en cualquier punto de la tierra, en cualquier momento, para determinar los parámetros ya mencionados, por lo que esta tecnología se apunta a ser la de mayor crecimiento en sus diferentes aplicaciones en el mundo. Por esto emergen grandes compañías que fabrican receptores GPS, de todo tipo, con variadas exactitudes según sus precios.

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.5. Tema**

Diseño de un sistemas mediante la combinación de GPS con radio comunicación que permita determinar la posición de un vehículo en tiempo real.

#### **1.6. Planteamiento del problema**

##### **1.6.1. Contextualización**

Las empresas de Telecomunicaciones inundan en el mercado con servicios de datos que pueden ser mensajes cortos de texto, mensajes de aviso, etc., las necesidades de comunicación de los usuarios de sistemas móviles privados en la actualidad se incrementan día a día.

El rastreo de vehículos se da con el fin de gestionar efectivamente la seguridad previendo los nuevos riesgos y amenazas. El servicio abarca un estudio previo de la situación actual y sus problemas, y una solución que incluye medios tecnológicos y físicos, personal y entrenamiento.

Actualmente, el rastreo de vehículos ha tomado gran importancia alrededor del mundo, existe extensa variedad de aplicaciones dentro de las cuales se encuentra la

localización del vehículo en caso de robo. No es novedad que la inseguridad desconoce algunos límites y, mucho menos que el sector logístico cada tanto la padece. La facilidad para realizar el secuestro de la mercancía debido a los escasos controles, asociado a los leves castigos de los juicios, hace que el robo de carga continúe creciendo año tras año.

Uno de los mayores peligros que afectan a las empresas hoy en día es el robo de la carga. Además del perjuicio económico que este delito ocasiona en sí mismo, trae otros daños asociados a la interrupción de la cadena de suministro o a la caída de la producción, por lo que es esencial lograr un alto nivel de seguridad en el transporte de ésta. Por ello, una de las soluciones para evitar estos robos es la aplicación de diversas herramientas tecnológicas y de seguridad por medio de un operador logístico. El problema es grande y difícil de cuantificar porque el robo de carga no está siempre clasificado de la misma manera y frecuentemente no es reportado.

En Tungurahua, existe una empresa que por mayor cobertura utiliza las plataformas de PORTA para prestar los servicios de rastreo y monitoreo de vehículos en tiempo real. Los clientes pueden visualizar la ubicación de sus vehículos desde cualquier parte del mundo mediante el internet, el cliente tiene acceso a este servicio mediante un nombre de usuario y contraseña. Esta empresa no es tan conocida en Ambato, sin embargo ha ido acrecentando el número de clientes cada año, en la actualidad cuenta con alrededor de 300 usuarios a nivel nacional, una de las falencias que presenta es el servicio limitado, el usuario monitorea los vehículos solo a través del internet, por ello es aconsejable incrementar más servicios tales como: monitoreo con sistema de radiocomunicación para conformidad de los beneficiarios de este servicio.



### **1.6.2. Análisis crítico**

La falta de información con relación a sistemas de GPS y radiocomunicación que permitan determinar la posición de un vehículo junto al desarrollo de nuevas tecnologías que van cambiando el mundo de las telecomunicaciones ha causado que el país tenga un retraso tecnológico y para las empresas que prestan este tipo de servicio los ingresos económicos no sean lo más rentable.

En nuestra ciudad, son pocas las empresas que brindan este tipo de servicio y su desconocimiento hace que la empresa no pueda progresar, sin embargo en los últimos años con el incremento de delincuencia surge la necesidad de buscar un servicio que permita mantener seguro un vehículo.

Un poderoso limitante para la implantación de este tipo de sistemas es el factor económico debido a que los equipos se tienen que exportar de países con avances tecnológicos algo que nuestro país carece.

### **1.6.3. Prognosis**

De acuerdo a la evolución tecnológica, de continuar los problemas existirá la inconformidad de los usuarios causando así el desprestigio y conllevando a una crisis económica por los resultados desfavorables que presente la empresa.

Sin embargo es necesario realizar el estudio de un sistema que permita la combinación de GPS con radiocomunicación para determinar la posición de un vehículo en tiempo real, utilizando tecnologías acorde a la necesidad con la finalidad evitar retrasos en la transmisión de datos y mejorar la calidad de servicio a los usuarios.

#### **1.6.4. Formulación del problema**

¿Se puede determinar la posición en tiempo real de un vehículo mediante un sistema que combine GPS y Radiocomunicación?

#### **1.6.5. Preguntas directrices**

¿Qué es un GPS y como determina la posición de un vehículo?

¿Cuáles son los tipos de sistemas de radiocomunicación?

¿Cuáles son las características que debe tener un sistema de radiocomunicación?

¿Qué beneficios se obtendrá con el diseño de un sistema que permitan la combinación de GPS y radiocomunicación?

#### **1.6.6 Delimitación del objetivo de la investigación**

El proyecto está enfocado a la investigación de aplicaciones basadas en radiocomunicación para mejorar los servicios dedicados a determinar la posición en tiempo real de un vehículo en el Ecuador con duración de seis meses.

#### **1.7. Justificación**

En la actualidad las telecomunicaciones están ocupando una amplia área en el sector comercial o personal, mediante los sistemas de comunicaciones es posible realizar todo tipo de transacciones.

Un sistema que determine la posición de un vehículo, ofrece protección y control a través de una combinación única de infraestructura satelital, y radiocomunicación. Puede localizar desde la computadora mediante claves de acceso confidenciales vía Internet, se puede inhabilitar vehículo desde la central de monitoreo con la debida autorización del cliente cortando el flujo eléctrico del automóvil, se encuentra instalado en el vehículo un botón de alerta de pánico en caso de emergencia, este envía un mensaje a la central de monitoreo previamente configurado.

El rastreo de un vehículo en tiempo real lo puede realizar desde su propia PC, ahorrando recursos importantes como tiempo y dinero, además puede tener reportes detallados inclusive en fechas pasadas.

## **1.8. Objetivos**

### **1.8.1. General**

Diseñar un sistema mediante la combinación de GPS con radiocomunicación que permita determinar la posición de un vehículo en tiempo real.

### **1.8.2. Específicos**

- Implementar una solución eficiente para el monitoreo y localización de vehículos en tiempo real sobre la base de una infraestructura existente.
- Describir el funcionamiento de un sistema satelital.
- Estudiar los factores determinantes en un sistema de radio.
- Introducir la localización de vehículos en tiempo real como un valor agregado a los servicios de comunicación existente.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **4.1. Antecedentes investigativos**

Según la investigación realizada; en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato no se ha encontrado trabajo relacionados con la localización de vehículos en tiempo real, sin embargo existen tesis relacionadas con el tema, en la Universidad Estatal de Guayaquil de autoría Héctor Porras y Jaime Santoro la tesis relaciona mas a la localización automática de vehículos solo para la ciudad de Guayaquil, a diferencia con este trabajo se enfoca a nivel de todo el Ecuador.

#### **4.2. Fundamentación legal**

Organismos como el CONATEL, SENATEL y Superintendencia de Telecomunicaciones, son los entes reguladores y encargados de vigilar el cumplimiento de las leyes.

Según el REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ESPECIAL DE TELECOMUNICACIONES REFORMADA en su Titulo II del régimen de los servicios, que los servicios de telecomunicaciones se clasificaran en servicios finales

y portadores, dichas definiciones están contempladas según este reglamento en el artículo 6 y 7 respectivamente. Aquí se explica que los servicios finales son aquellos que dan la capacidad para la comunicación entre usuarios mediante el uso de equipos terminales. Con respecto a los servicios portadores son aquellos que brindan a terceros la capacidad de transmisión en una red definida y empleando cualquier medio.

De acuerdo al REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ESPECIAL DE TELECOMUNICACIONES REFORMADA, Título III del Régimen de Competencia en su artículo 17, “Todos los servicios de telecomunicaciones se presentarán en régimen de libre competencia”. Este artículo incluye los servicios de radiocomunicaciones y valor agregado, de esta manera se asegura que exista libre competencia e igualdad de condiciones para todas las empresas que pretendan brindar un servicio de telecomunicaciones.

Otro punto importante que se debe considerar es el uso eficiente del espectro radioeléctrico, puesto que este es un recurso limitado y por lo tanto como dice el artículo 47 del régimen del espectro radioeléctrico, los entes reguladores serán los encargados de la planeación, administración y control del uso del mismo.

### **Reglamento para la Prestación de Servicios Finales de Telecomunicaciones por Satélite**

Art. 2.- SERVICIOS FINALES DE TELECOMUNICACIONES POR SATELITE: son aquellos que permiten al usuario final disponer de comunicación para la transmisión y recepción voz, datos o información de cualquier naturaleza que llegue al usuario final de manera directa mediante enlaces satelitales, que comprenden las comunicaciones que se establezcan a través del sistema satelital, entre los terminales de los usuarios, así como las comunicaciones entre éstos y otros equipos de telecomunicaciones terrestres utilizando dicho sistema satelital.

Art. 16.- OBLIGACIONES DEL CONCESIONARIO: El concesionario para la prestación de servicios finales de telecomunicaciones por satélite, tiene por obligaciones:

- a) Instalar, prestar y explorar los servicios finales de telecomunicaciones por satélite conforme a lo establecido en su título habilitante
- b) Prestar el servicio en forma continua y eficiente de acuerdo con este reglamento y con los parámetros y metas de calidad de servicios establecidos en el título habilitantes
- c) Llevar registros contables independientes cuando se preste más de un servicio de telecomunicaciones
- d) Prestar el servicio en términos y condiciones establecidos en el contrato de prestación del servicio aprobado por la SENATEL y suscrito con los abonados
- e) Cobrar las tarifas a los abonados y usuarios contempladas en los pliegos tarifarios aprobados por el CONATEL
- f) La prohibición de efectuar actos contrarios al normal desenvolvimiento del mercado y del establecimiento de subsidios cruzados.

Entregar trimestralmente a la SENATEL y a la SUPERTEL, la información cuantificada relativa a los servicios prestados, al tráfico cruzado con carácter permanente o temporal, en territorio ecuatoriano.

### **Regulación del servicio de radiocomunicación**

Las redes privadas están contempladas en el REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ESPECIAL DE TELECOMUNICACIONES REFORMADA, en su artículo 14 en el que se establece que “Las Redes privadas son aquellas utilizadas por personas naturales o jurídicas en su exclusivo beneficio, con el propósito de conectar distintas

instalaciones de su propiedad o bajo su control. Su operación requiere de un título habilitante”

Una red privada puede ser utilizada para la transmisión de voz, datos, sonido e imágenes o cualquier combinación de éstos.

Las limitaciones que se contemplan en el reglamento son que las redes privadas no se utilizarán para la transmisión a terceros desde o hacia una red pública nacional, por la cual la interconexión está prohibida.

En lo referente al Título VII del Régimen del Espectro Radioeléctrico del reglamento, este explica que se requiere de un título habilitante, el mismo que es extendido por la SENATEL y aprobado por el CONATEL para el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico.

Para la obtención de un título habilitante existen ciertos requisitos. Los títulos habilitantes pueden ser concesiones o permisos. Se necesitan permisos para:

- a) Presentación del Servicio de valor agregado
- b) Instalación y operación de redes privadas

El permiso se define con un título habilitante que autoriza a una persona natural o jurídica operar una red privada o prestar servicio de valor agregado.

Los requisitos necesarios para la obtención de un permiso son:

- a) Identificación y generales de ley solicitante
- b) Descripción técnica detallada de cada servicio propuesto, incluyendo el alcance geográfico.
- c) Anteproyecto para demostrar la validez de la solicitud
- d) Los requisitos de conexión

- e) En el caso de redes privadas, la identificación de los recursos del espectro radioeléctrico que sean necesarios, si es aplicable, con precisión de bandas propuestas y requerimientos de ancho de banda.

Estos son algunos de los puntos más relevantes para la prestación de un servicio de radiocomunicación, incluido el sistema de radios móviles de dos vías que forman parte de una red.

*Anexo 2.1: Requisitos Concesión (Sobre 30 MHz - VHF y UHF)*

El REGLAMENTO A LA LEY ESPECIAL DE TELECOMUNICACIONES explica el marco jurídico en detalle para este tipo de servicio.

**Servicio del valor agregado**

Los servicios de valor agregado están definidos como aquellos que utilizan servicios finales de telecomunicaciones e incorporan aplicaciones que permiten transformar el contenido de la información transmitida. La transformación puede incluir un cambio neto entre los puntos extremos de la transmisión en el código, protocolo o formato de la información.

De acuerdo a lo que dice el artículo 12 del Reglamento, “Los prestadores del servicio de valor agregado requerirán de un título habilitante que consistirá en un permiso para su operación. El acceso a los usuarios finales de los prestadores de servicio de valor agregado deberán realizarse a través de un concesionario de servicio final.”

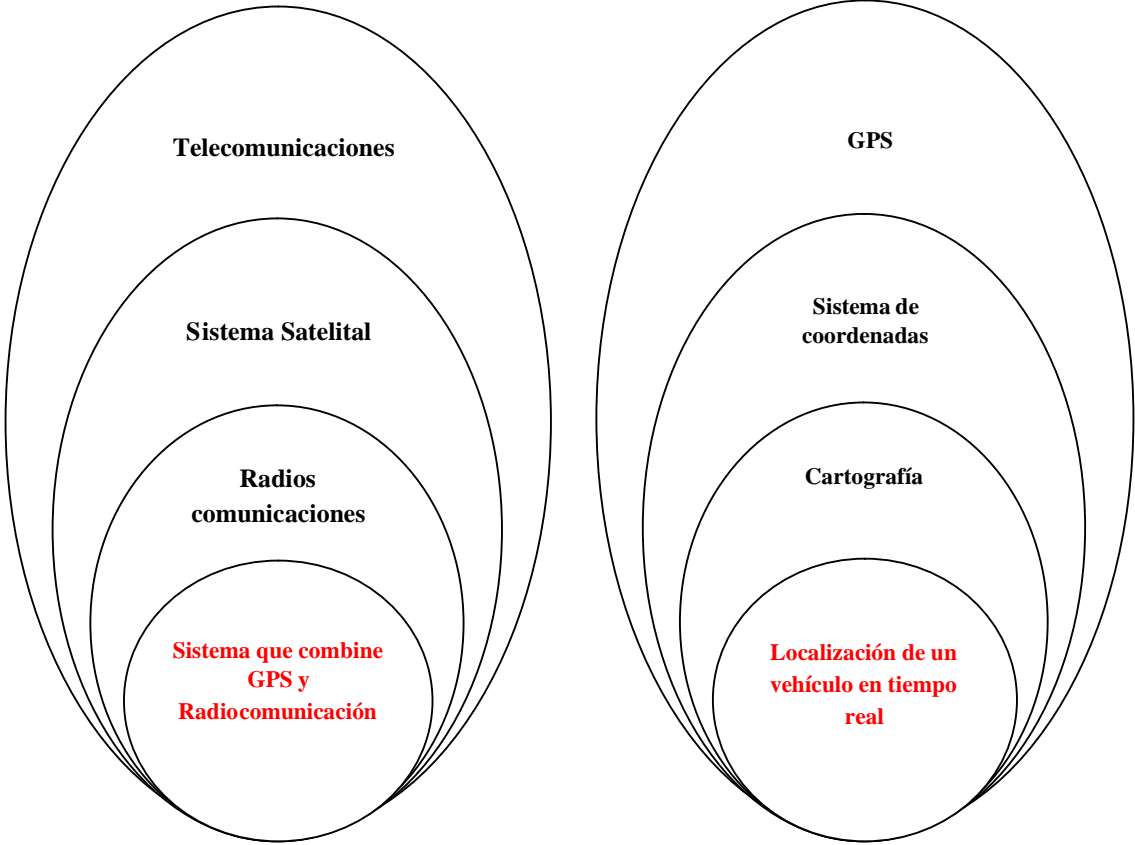
*Anexo 2.2: Requisitos para la obtención del permiso de los servicios de valor agregado.*



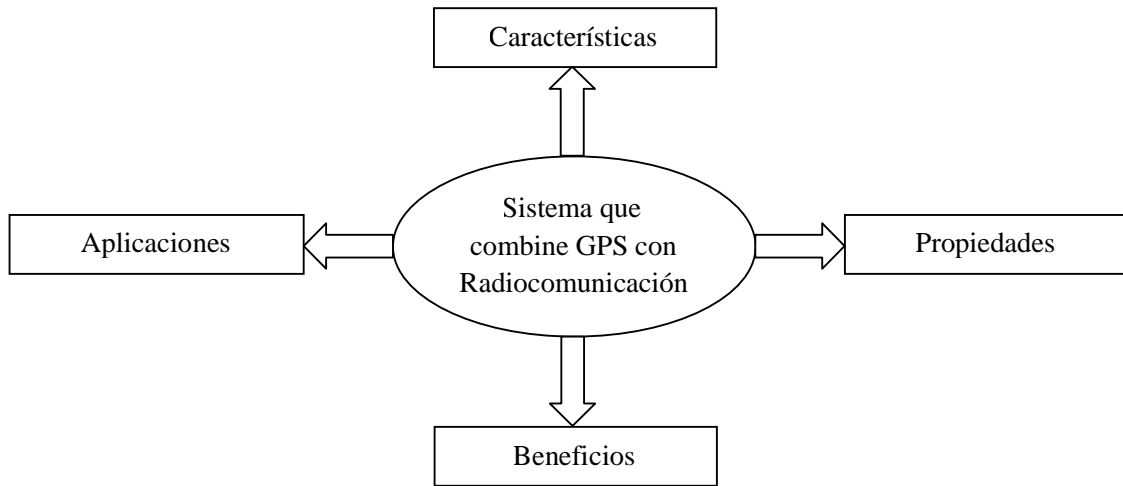
**4.3. Fundamentación filosófica**

Para el sustento de la investigación se vio la necesidad de guiarse en libros, folletos y en especial énfasis en el internet, desarrollando así una investigación documentada.

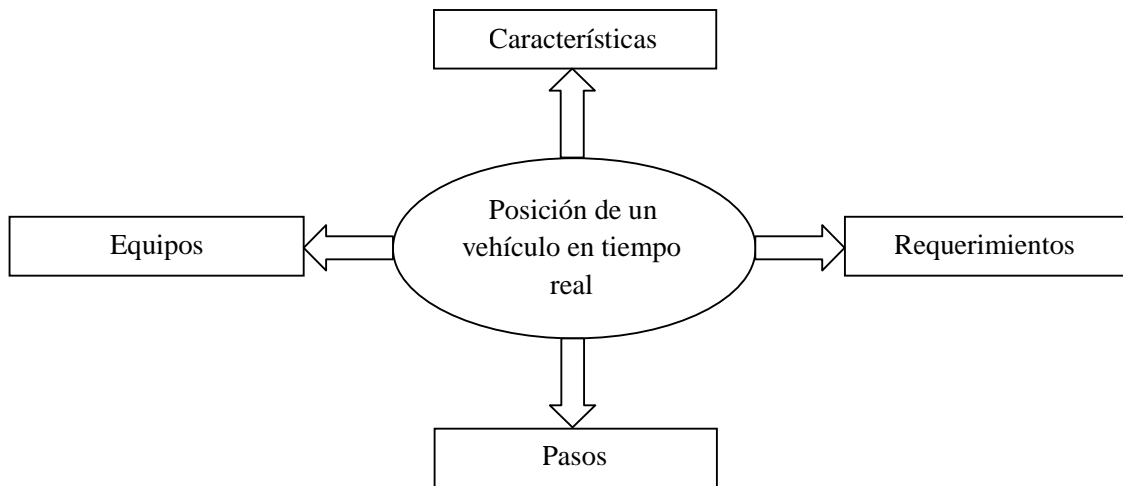
**4.4. Categorías fundamentales**



### Construcción de ideas de la variable independiente



### Construcción de ideas de la variable dependiente



#### **4.4.1. Telecomunicaciones**

Recientemente la palabra "telecomunicación" se ha incorporado al vocabulario cotidiano; en la televisión y en los diarios encontramos anuncios que nos dicen que las telecomunicaciones nos cambiarán la vida y nos llevarán hacia el progreso, y que tendremos cada vez más y más servicios diferentes: internet, teléfonos móviles con video incorporado, etc., todo esto en el contexto de un nuevo tipo de empresas llamadas operadores de telecomunicaciones. Entre este maremágnum de información se hace difícil adivinar exactamente qué es la telecomunicación. Su definición más sencilla y comprensible es ésta: es toda emisión, recepción y transmisión, de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos y cualquier tipo de datos, por cable, radio, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.

Transmisión a distancia de mensajes, sonidos, imágenes o señales convencionales. Los medios más empleados en la actualidad son: transmisión por líneas aéreas, por cables, por satélites artificiales y las radiocomunicaciones. El sistema de transmisión por líneas aéreas es el utilizado en telefonía y telegrafía, para lo que se emplean hilos de cobre, bronce fosforado o hierro galvanizado. La transmisión por cables utiliza los cables telegráficos y los telefónicos; los primeros suelen ser submarinos y los segundos subterráneos. Con la utilización de las válvulas electrónicas para amplificar las corrientes débiles y las corrientes portadoras de distinta frecuencia, se ha conseguido establecer comunicación por cable a transmisión de conversaciones simultáneas por un mismo circuito llegándose a transmitir simultáneamente hasta 800 conversaciones entendido de cables coaxiales ha experimentado un considerable desarrollo durante la segunda mitad del siglo XX y a permitido poner en comunicación a todas las naciones de todos los continentes. A todo el vasto sistema por líneas aéreas y por cables, se ha unido, a partir de la década de 1.960, y el sistema de comunicación por satélite artificial entre los que cabe destacar los llamados satélites sincrónicos y los polares que se encuentran en contacto con estaciones receptoras dotadas de aparatos muy sensibles para amplificar las corrientes recibidas.

Finalmente, las radiocomunicaciones utilizan las ondas electromagnéticas como medio de transmisión empleando frecuencias que varían según las distancias , desde hace pocos años se encuentran en fase del estudio y experimentación las telecomunicaciones por radio ser, así como la comunicación entre los grandes centros de cálculo electrónico y sus unidades periféricas , y , muy recientemente , el control a distancia de un proceso de producción por medio de calculadoras electrónicas , lo que también cae dentro del campo de las telecomunicaciones.

#### **4.4.2. El Sistema Satelital.**

Dentro de los grupos de Sistemas de Geodesia Espacial, destacan la Constelación **NAVSTAR** (Navegación por Satélite en Tiempo y Distancia) y la Constelación **GLONASS** (Sistema Global de Navegación por Satélite). Ambas constelaciones fueron creadas por los Departamentos de Defensa de los Estados Unidos y Rusia, respectivamente, y su principal objetivo era poder posicionar un objeto en la superficie de la Tierra a través de las señales emitidas en forma de ondas de radio por los satélites de dichas constelaciones, determinando así su posición con una precisión en función del tipo de información recibida, tiempo de recepción y condiciones de la emisión.

Este posicionamiento se produce sobre un sistema de referencia inercial cartesiano, que en el caso de usar la constelación americana NAVSTAR corresponde al sistema WGS-84, y en el caso de usar la constelación rusa GLONASS corresponde al sistema PZ-90. A principios de los años 80s, se empezaron a utilizar estos sistemas para aplicaciones de índole civil, tales como actividades de navegación aérea, marítima y terrestre, lo que dio como resultado un importante avance en la organización y el estado de los transportes y comunicaciones mundiales.

#### **4.4.2.1. Patrones Orbitales**

Una vez proyectado, un satélite permanece en órbita debido a que la fuerza centrífuga, causada por su rotación alrededor de la Tierra, es contrabalanceada por la atracción gravitacional de la Tierra. Tres satélites igualmente espaciados podrían cubrir toda la zona del planeta, menos las áreas no pobladas de los polos Norte y Sur. Cuando un satélite gira en una órbita arriba del ecuador se llama órbita ecuatorial. Cuando un satélite gira en una órbita que lo lleva arriba de los polos norte y sur, se llama órbita polar. Cualquier otro trayecto, se llama órbita inclinada.

Para orientar una antena desde una estación terrena hacia un satélite, es necesario conocer el ángulo de elevación y el azimut. Estos se llaman ángulos de vista.

##### ***Angulo de elevación***

Es el formado entre la dirección de viaje de una onda radiada desde una antena de estación terrena y la horizontal, o el ángulo de la antena de la estación terrena entre el satélite y la horizontal. Como con cualquier onda propagada a través de la atmósfera de la Tierra sufre absorción y, también, puede contaminarse severamente por el ruido.

##### ***Azimut***

Es el ángulo de apuntamiento horizontal de una antena. Normalmente se mide en una dirección, según las manecillas del reloj, en grados del norte verdadero. El ángulo de elevación y el azimut dependen ambos, de la latitud de la estación terrena y la longitud de la estación terrena, así como el satélite en órbita.

#### **4.4.2.2. Patrones de radiación**

El área de la Tierra cubierta por un satélite depende de la ubicación del satélite en su órbita geosíncrona, su frecuencia de portadora y la ganancia de sus antenas. Los

ingenieros satelitales seleccionan la frecuencia de portadora y la antena para un satélite, en particular, para concentrar la potencia transmitida limitada en un área específica de la superficie de la tierra. La representación geográfica del patrón de radiación de la antena de un satélite se llama *huella*. Las líneas de contorno representan los límites de la densidad de potencia de igual recepción.

El patrón de radiación de una antena de satélite se puede catalogar como de punto, zonal o tierra. Los patrones de radiación de las antenas de cobertura de Tierra tienen un ancho de haz de casi  $17^\circ$  e incluyen la cobertura de aproximadamente un tercio de la superficie de la tierra. La cobertura zonal incluye un área de menor a un tercio de la superficie de la Tierra. Los haces de puntos concentran la potencia radiada en un área geográfica muy pequeña.

### ***Reutilizar***

Cuando se llena una banda de frecuencia asignada, se puede lograr la capacidad adicional para reutilizar el espectro de la frecuencia. Incrementando la ganancia de una antena, el ancho del haz de la antena también se reduce. Por lo tanto, diferentes rayos de la misma frecuencia pueden ser dirigidos a diferentes áreas geográficas de la Tierra. Esto se llama reutilizar la frecuencia.

Otro método para reutilizar la frecuencia es usar la polarización dual. Diferentes señales de información se pueden transmitir a diferentes receptores de estaciones terrestres utilizando la misma banda de frecuencias, simplemente orientando sus polarizaciones electromagnéticas de una manera ortogonal ( $90^\circ$  fuera de fase).

#### 4.4.2.3. Parámetros del sistema satelital

##### *Potencia de transmisión y energía de Bit.*

Los amplificadores de alta potencia usados en los transmisores de la estación terrena y los tubos de onda progresiva usados de manera normal, en el transponder del satélite, son dispositivos no lineales; su ganancia (potencia de salida contra potencia de entrada) depende del nivel de la señal de entrada. O sea conforme la potencia de entrada se reduce a 5 dB, la potencia de salida sólo se reduce a 2 dB. Hay una compresión de potencia obvia. Para reducir la cantidad de distorsión de intermodulación causada por la amplificación no lineal del HPA, la potencia de entrada debe reducirse (respaldarse) por varios dB. Esto permite que el HPA funcione en una región más lineal. La cantidad de nivel de salida de respaldo de los niveles clasificados será equivalente a una pérdida y es apropiadamente llamada pérdida de respaldo ( $L_{bo}$ ).

Para funcionar lo más eficientemente posible, debe operar un amplificador de potencia lo más cercano posible a la saturación. La potencia de salida saturada es designada  $P_o(\text{sat})$  o simplemente  $P_t$ . La potencia de salida de un transmisor típico de estación terrena del satélite es mayor que la potencia de salida de un amplificador de potencia de microondas terrena. Consecuentemente, cuando se trata de sistemas satelitales,  $P_t$  generalmente se expresa en dBW (decibeles con respecto a 1W) en vez de dBm (decibeles con respecto a 1mW).

La mayoría de los sistemas satelitales modernos usan transmisión por desplazamiento de fase PSK, o modulación de amplitud en cuadratura QAM, en vez de la modulación en frecuencia convencional FM. Con PSK o QAM, la banda base de entrada generalmente es una señal PCM codificada con multicanalización por división de tiempo, la cual es digital por naturaleza. Además, con PSK o QAM, se pueden codificar varios bits en un solo elemento de señalización de transmisión.

Consecuentemente, un parámetro más importante que la potencia de la portadora es la energía por bit  $E_b$ ;  $E_b$  matemáticamente es

$$E_b = P_t T_b$$

En donde  $E_b$  = energía de un bit sencillo (julios por bit),  $P_t$  = potencia total de portadora, y  $T_b$  = tiempo de un bit sencillo (segundos).

#### **4.4.2.4. Propiedades del sistema satelital**

Los satélites de comunicaciones tienen varias propiedades que son radicalmente diferentes de los enlaces terrestres punto a punto. Para empezar, aunque las señales hacia y desde un satélite viajan a la velocidad de la luz (cerca de 300.000 km/seg), la gran distancia del viaje redondo introduce un retardo sustancial. Dependiendo de la distancia entre el usuario y la estación terrena y de la elevación del satélite sobre el horizonte, el tiempo de tránsito de extremo a extremo es de 250 a 300 mseg. Una cifra común es 270 mseg (540 para un sistema de VSAT con un eje).

Como base de comparación, los enlaces terrestres de microondas tienen un retardo de propagación de casi 3 seg/km y los enlaces de cable coaxial o fibra óptica tienen un retardo de aproximadamente 5 seg/km (las señales electromagnéticas viajan más rápidamente en el aire que en los materiales sólidos).

Otra propiedad importante de los satélites es que por su naturaleza son medios de difusión. No cuesta más mandar un mensaje a miles de estaciones dentro del alcance de un transpondedor que mandarlo a una sola. En algunas aplicaciones, esta propiedad es muy útil. Aun cuando la difusión se puede simular mediante líneas punto a punto, la difusión por satélite puede ser mucho más económica. Por otro lado, desde el punto de vista de la seguridad y confidencialidad, los satélites son un



desastre completo: todos pueden oír todo. El cifrado es esencial cuando se requiere seguridad.

Los satélites también tienen la propiedad de que el costo de transmitir un mensaje es independiente de la distancia recorrida. Una llamada al otro lado del océano no cuesta más en cuanto a servicio que una llamada al otro lado de la calle. Los satélites tienen también excelentes tasas de errores y se pueden instalar en forma casi instantánea, una consideración importante para la comunicación militar

#### **4.4.2.5. Beneficios de la red satelital**

- Lograr una comunicación a través de esta red con todo el mundo, intercambiando dato e información.
- Interconectar terminales remotos con bases de datos centralizadas, de una manera veloz y eficiente.
- Difusión con una cobertura instantánea para grandes áreas.
- Desde hace tiempo, las redes de comunicación satelital de VSAT han ofrecido comunicación muy fiable entre una estación central y casi cualquier número de cientos a millares de sitios geográficamente dispersos. Desde lo que solían ser datos sobre puntos de venta al menudeo e información noticiosa y financiera, las aplicaciones de las redes de VSAT han crecido hasta incluir monitoreo ambiental y vigilancia de tuberías, localizadores personales, lotería en línea, aprendizaje a distancia, servicios en gasolineras, transmisión privada de voz e Internet, así como la emisión a alta velocidad de música y video

#### **4.4.3. Historia temprana de la Radiocomunicación**

La historia de las radiocomunicaciones es tan antigua como la historia del hombre. El hecho en sí mismo de la comunicación es tan necesario.

La radiocomunicación es una parte de las telecomunicaciones que implica algo simple como la comunicación a distancia que utiliza el espectro radioeléctrico como medio o soporte físico para la propagación de las señales que transportan la comunicación.

La necesidad de una comunicación a distancia y además de forma veloz dio lugar al desarrollo de diferentes sistemas que utilizaron los medios disponibles y conocidos en cada época y lugar para transmitir información.

#### **4.4.4. Sistemas de radiocomunicación VHF y UHF**

El espectro electromagnético es el rango total de frecuencias de radio comunicación electromagnética. Este espectro se encuentra dividido en segmentos llamados bandas. La parte del espectro que nos interesa es aquella que contiene las bandas de frecuencia entre 30 kHz y 3000 MHz. Las bandas regularmente utilizadas en los sistemas de comunicación de radio de dos vías son:

##### **HF (Alta frecuencias)**

- Gama de Frecuencia: de 3 MHz a 30 MHz
- Longitud de Onda: de 100 a 10 metros
- Características: propagación prevalentemente Ionosférica con fuertes variaciones estacionales y en las diferentes horas del día y de la noche.
- Uso Típico: Todo tipo de comunicaciones a media y larga distancia.

### **VHF (Muy altas frecuencias)**

- Gama de Frecuencia: de 30 MHz a 300 MHz.
- Longitud de Onda: de 10 a 1 metros.
- Características: prevalentemente propagación directa, esporádicamente propagación Ionosférica o Troposférica.
- Uso Típico: Enlaces de radio a corta distancia, Televisión, Radiodifusión en Frecuencia Modulada.

### **UHF (Ultra altas frecuencias)**

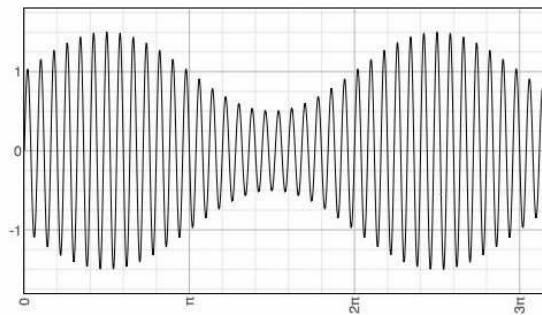
- Gama de Frecuencia: de 300 MHz a 3.000 MHz.
- Longitud de Onda: de 1 metro a 10 centímetros.
- Características: Exclusivamente propagación directa, posibilidad de enlaces por reflexión o a través de satélites artificiales.
- Uso Típico: Enlaces de radio, Radar, Ayuda a la navegación aérea, Televisión.

El radioaficionado utiliza tres sistemas básicos de modulación: amplitud modulada, banda lateral única y frecuencia modulada.

#### ***Amplitud modulada***

Este es un caso de modulación donde tanto las señales de transmisión como las señales de datos son analógicas.

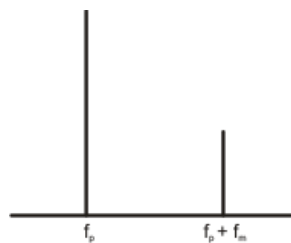
Un modulador AM es un dispositivo con dos señales de entrada, una señal portadora de amplitud y frecuencia constante, y la señal de información o moduladora. El parámetro de la señal portadora que es modificado por la señal moduladora es la amplitud.



**Figura 2.1:** Señal Modulada

### ***Banda lateral única***

Como la información se repite en cada banda lateral, se han desarrollado equipos denominados de Banda Lateral Única (BLU) o Single Side Band (SSB), en los cuales se requiere la mitad del ancho de banda del necesario para la transmisión en amplitud modulada. En el ejemplo anterior una transmisión en banda lateral única requiere solo 10KHz de ancho de banda. Si consideramos la banda lateral superior, el espectro de frecuencias tiene la siguiente forma.



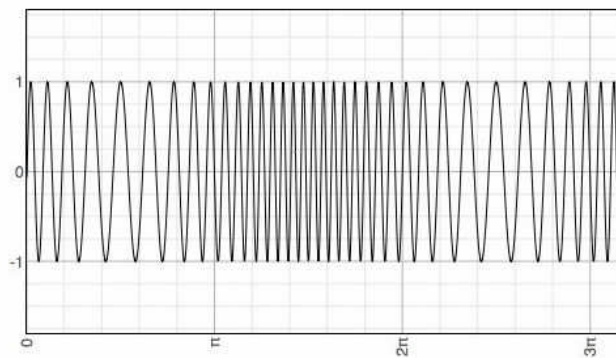
**Figura 2.2:** Banda Lateral Única

Dependiendo de la banda lateral que se transmita, superior o la inferior, se puede tener:

- Upper Side Band (USB): En este caso lo que se transmite es la banda lateral superior y son suprimidas la banda lateral inferior y la señal portadora.
- Lower Side Band (LSB): En este caso lo que se transmite es la banda lateral inferior y son suprimidas la banda lateral superior y la señal portadora.

### ***Frecuencia modulada***

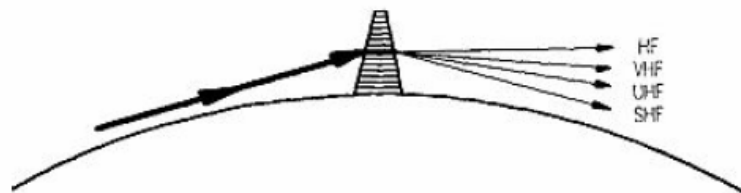
Este es un caso de modulación donde tanto las señales de transmisión como las señales de datos son analógicas y es un tipo de modulación exponencial. En este caso la señal modulada mantendrá fija su amplitud y el parámetro de la señal portadora que variará es la frecuencia, y lo hace de acuerdo a como varíe la amplitud de la señal moduladora.



**Figura 2.3:** Señal Modulada

#### **4.4.4.1. Propagación en VHF Y UHF**

Dado que las bandas UHF y VHF son empleadas en red privada de radio. El principal mecanismo de propagación es la onda troposférica, con alcance que va más allá de la visibilidad directa desde el transmisor debido a mecanismos de difracción. Además se ve sometida a multitrayecto y receptores móviles a efecto Doppler.



**Figura 2.4:** Refracción de la Onda de Radio

### ***Perdidas de transmisión***

El alcance de las ondas en el espacio está limitado a atenuación que sufre la señal a medida que se aleja de la fuente que la generó. Esta atenuación esta data por la siguiente fórmula:

$$\alpha = 32.5 + 20 \log f + 20 \log d$$

Donde:

*a* es la atenuación o perdida en dB

*f* es la frecuencia en MHz

*d* es la distancia o longitud de la trayectoria en Km

Esto demuestra que cuanto mayor es la frecuencia o menor es la longitud de onda, mayores son las perdidas. Es importante considerar en antenas de VHF y UHF ya que trabajan con frecuencias elevadas y longitud de ondas cortas.

#### **4.4.4.2. Factores determinantes de un sistema de radio**

##### ***Bandas de frecuencia***

La selección de las bandas de frecuencia es un factor determinante del rango y cobertura de comunicación, para la elección se debe tomar en cuenta las siguientes características:

	VHF		UHF	
	Banda baja 25–50MHz	Banda alta 150–174MHz	450–512MHz	800–900MHz
Interferencia	Severa	Mínima	Ninguna	Ninguna
Antenas	Larga-Baja ganancia	Corta-Alta ganancia	Corta-Alta ganancia	Corta-Alta ganancia
Rango rural	Excelente	Bueno	Regular	Regular
Rango suburbano	Bueno	Excelente	Bueno	Regular
Urbano	Malo	Bueno	Excelente	Excelente

**Tabla 2.1:** Características de frecuencias

### ***Rango***

El rango del sistema es la distancia desde la antena hasta el punto más lejano en donde se tenga una buena señal. La altura de la antena, las características del terreno y el ruido causado determinan los límites del rango.

### ***Antenas***

Factor influyente en el rango y cobertura del sistema. Las antenas pueden cubrir áreas no necesariamente circulares con antenas direccionales, bidireccionales y extender la distancia de cobertura con antenas de ganancia.

Además es indispensable para emitir o recibir señales de radio, televisión, microondas, teléfono y radar.

### ***Ruido***

El ruido es un problema grave en todos los receptores de radio. Los ruidos parásitos afectan en menor medida a los receptores FM ya que la amplitud de las ondas están limitadas mediante circuitos especiales, lo elimina los efectos de ruidos parásitos.

Efectivamente en todos los sistemas de comunicación es toda perturbación que sufre la señal deseada en su forma de onda en el tiempo, así como cualquier otra señal no deseada que acompañe a la señal de interés y que por estar en su misma banda frecuencial y con niveles perceptibles perturba su correcta recepción.

d(km)	f(MHz)									
	150	450	900	1500	2400	3400	8000	15000	26000	38000
5	90,00	99,54	105,56	110,00	114,08	117,11	124,54	130,00	134,78	138,08
10	96,02	105,56	111,58	116,02	120,10	123,13	130,56	136,02	140,80	144,10
20	102,04	111,58	117,61	122,04	126,12	129,15	136,58	142,04	146,82	150,12
30	105,56	115,11	121,13	125,56	129,65	132,67	140,10	145,56	150,34	153,64
40	108,06	117,61	123,63	128,06	132,15	135,17	142,60	148,06	152,84	156,14
50	110,00	119,54	125,56	130,00	134,08	137,11	144,54	150,00	154,78	158,08
60	111,58	121,13	127,15	136,97	141,77	145,22	153,29	159,05	164,04	167,81
70	112,92	122,47	128,49	137,08	141,86	145,31	153,30	159,06	164,05	167,81
80	114,08	123,63	129,65	137,17	141,95	145,38	153,31	159,06	164,05	167,81
90	115,11	124,65	130,67	137,24	142,02	145,45	153,31	159,07	164,05	167,81
100	116,02	125,56	131,58	137,31	142,08	145,51	153,32	159,07	164,06	167,81

**Tabla 2.2:** Ruido en el espacio libre

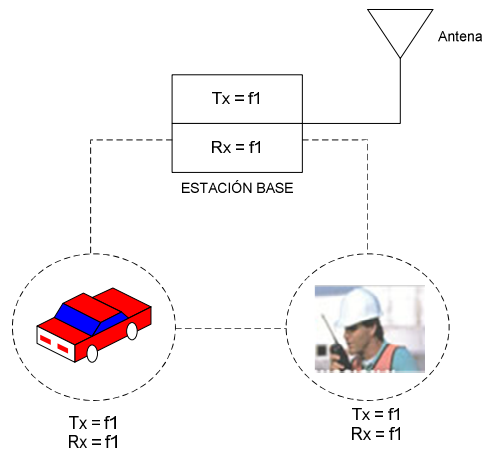
#### 4.4.4.3. Servicios Convencionales de Radio

Se puede implementar un sistema de radio de acuerdo a las necesidades del usuario.

##### *Unidad a unidad*

Todos los usuarios pueden comunicarse uno con otros sin la intervención de un despachador central. En este sistema cada uno de los usuarios pueden escuchar todos los mensajes, aquí se utiliza un sistema de comunicación **SIMPLEX** que consiste en una o más unidades de radio que operan en la misma frecuencia. En un sistema Simplex no se puede escuchar y hablar simultáneamente y además solo un radio puede transmitir a la vez.

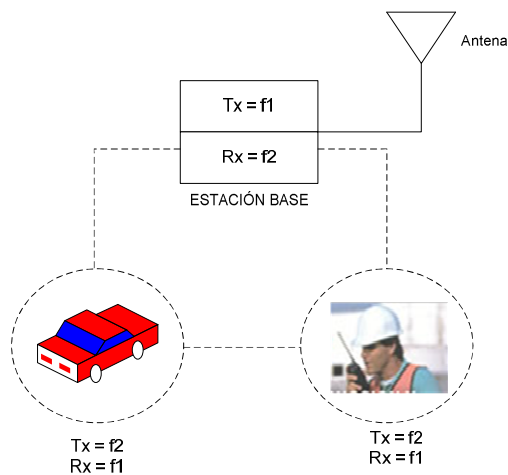




**Figura 2.5:** Sistema Unidad a Unidad

***Sistema de despacho***

Existe comunicación directa entre cada uno de los usuarios y el despachador central, pero no entre usuarios. El despachador es el único que puede escuchar todos los mensajes que viajan a través del sistema. Aquí se utiliza un sistema Simplex de dos frecuencias donde la estación base transmite en la frecuencia 1 y los equipos móviles o portátiles que completan el sistema reciben también en esta frecuencia.



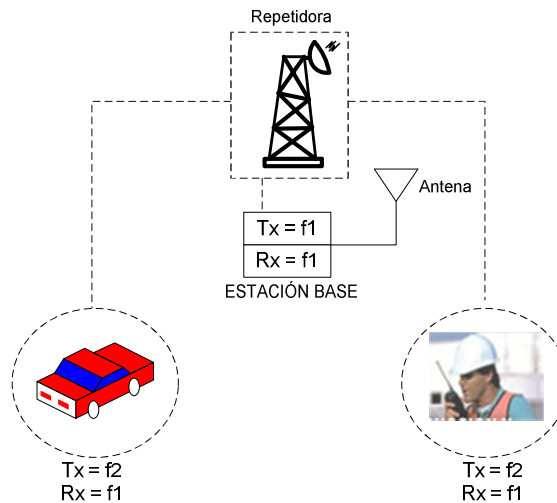
**Figura 2.6:** Sistema de Despacho

De la misma manera la estación central recibe en frecuencia 2 y los demás equipos transmiten en frecuencia 2.

### ***Sistema Repetidor***

Una repetidora de radio es un tipo especial de estación base localizada a cierta distancia de la base de operaciones del sistema. También consiste de un transmisor y receptor, pero varía su manera de operación.

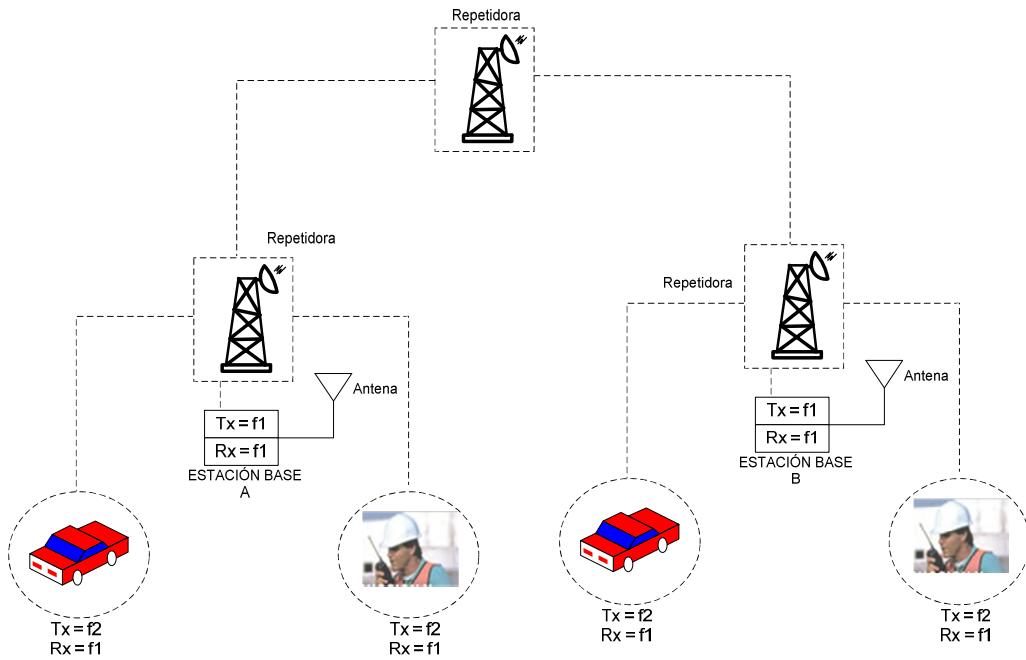
Cuando una repetidora recibe una señal del equipo base, o de cualquier otra radio del sistema inmediatamente la retransmite. La operación de la repetidora se denomina DUPLEX, ya que puede recibir y transmitir simultáneamente, sin embargo el radio no puede hacer as dos funciones al mismo tiempo. Si una repetidora se ubica adecuadamente el rango de comunicaciones aumenta.



**Figura 2.7:** Sistema de Repetidora

### ***Sistema de Área Extendida***

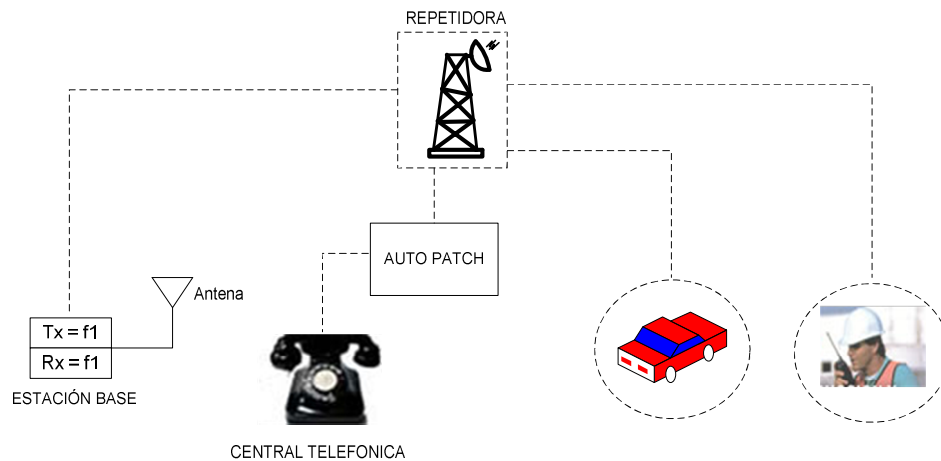
Enlazan repetidoras, permitiendo de esta manera que usuarios de sistemas alejados puedan entablar comunicaciones, sin necesidad que se encuentren dentro de una misma área de cobertura.



**Figura 2.8:** Sistema de Área Extendida

### *Interconexión Telefónica*

En este sistema se necesita de un dispositivo adicional denominado AUTO PATCH que permite conectar las redes telefónicas con la estación base o repetidora. Esta opción hace posible que un radio móvil o portátil haga o reciba llamadas telefónicas.



**Figura 2.9:** Sistema de Interconexión Telefónica

#### **4.4.4.4. Paquete de Datos en Radiocomunicación**

Radio paquete es un sistema que usa TNC (Terminal Node Controller), transmisores y receptores radio amateur para enviar información de un lugar a otro en forma similar como en los teléfonos basados en Bulletin Board Systems (BBS's) o Internet.

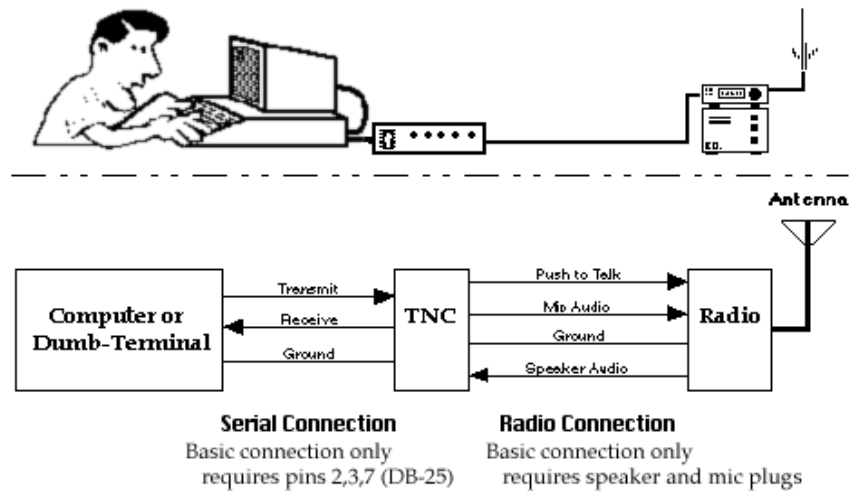
La operación de una estación que forma parte de un sistema de radio paquete es transparente al usuario final, en este caso, lo que el usuario hace es conectarse a la otra estación.

El TNC acepta información de su computadora o terminal ASCII y divide la data en piezas más pequeñas llamadas paquetes. Además de la información que proviene de la computadora, cada paquete contiene direccionamiento, chequeo de errores e información de control. La información de direccionamiento incluye la señal de llamada de la estación que envía el paquete, así como la señal de la estación a quien va dirigida el paquete. La dirección puede incluir señales de las estaciones que están siendo usadas para distribuir paquetes.

La ruptura de la data en partes pequeñas permite a algunos usuarios compartir la frecuencia. El campo de dirección permite a cada TNC del usuario, separar paquetes dirigidos hacia ellos, de los paquetes dirigidos hacia otros. La dirección también le permite a los paquetes ser distribuidos a través de varias estaciones antes de que alcancen su destino final.

Al recibir el paquete, el TNC decodifica el mensaje, lo chequea en caso de errores y luego despliega el mensaje recibido. Radio paquete provee comunicaciones libres de errores debido a los esquemas de detección de errores empleados al construir el mensaje. Un paquete es chequeado al ser recibido y desplegado siempre y cuando no posea errores.

La data que posee errores no se pierde, porque es reenviada hasta que llegue sin errores. La data a ser transmitida es almacenada en el TNC y enviada como ráfagas o paquetes de información. El equipo requerido para transmisión es un radio transceiver, una computadora o terminal y un TNC. A continuación se describe un poco cada componente:



**Figura 2.10:** Estación Radio Paquete

Radio paquete utiliza el protocolo AX.25 para llevar a cabo la compartición del canal, este protocolo especifica que el acceso al canal se basa en CSMA (Carrier Sense Multiple Access).

AX.25 presenta la ventaja de que cada paquete enviado contiene la señal de la estación que envía y la señal de la que recibe el paquete.

#### 4.4.4.4.1. Nivel de Enlace de Datos

La capa física y enlace de datos del modelo OSI en AX.25 los considera subdivididos en varias funciones y servicios.

<b>CAPA</b>	<b>FUNCIONES</b>	
<b>Enlace de datos</b>	Segmentador	Administrador de
	Enlace de datos	Enlace de Datos
	Multiplexor de Enlace	
<b>Físico</b>	Físico	
	Conexión Radio	

**Tabla 2.3:** Estado AX.25 en relación al Modelo OSI

#### 4.4.4.4.2. Funciones y servicios de AX.25

**DLSAP** (Data Link Service Access Point), es el punto de acceso a los servicios de la capa de enlace de datos, para la capa tres o superior. A cada DLSAP tenemos uno o más conexiones terminales de enlace de datos. En cada capa existen entidades como: multiplexor de datos, enlace de datos, administrador de datos o Segmentador.

**Segmentador:** acepta la entrada de datos desde una capa superior a través del DLSAP. Si la cantidad de datos a enviar excede el límite de la trama de información numerada o no numerada AX.25, el Segmentador divide en segmentos más pequeños para poder transmitir.

**Enlace de Datos:** es el núcleo de del protocolo AX.25, el proceso de enlace de datos provee toda la lógica necesaria para establecer y terminar conexiones entre dos estaciones e intercambiar información en comunicación orientada y no orientada a la conexión.

**Administrador de Enlace:** negocia los parámetros para la comunicación con el protocolo AX.25 entre dos estaciones.

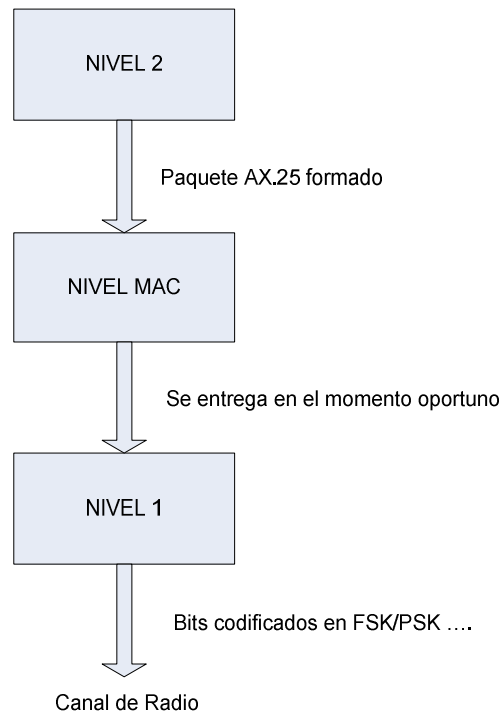
***Multiplexador de Enlace:*** permite que uno o más enlaces de datos compartan el mismo canal.

#### **4.4.4.5. Trama AX.25**

Seguramente muchos se han preguntado alguna vez que es lo que pasa con un paquete AX.25 desde que este está formado hasta que es transmitido por la emisora de radio. En este proceso intervienen algunos protocolos de comunicaciones ampliamente usados como son el KISS, HDLC, etc.

Consiste en la jerarquía OSI de los protocolos de comunicaciones, el Nivel Físico es la parte de un sistema de comunicaciones que trata con el medio físico (llamado canal de comunicaciones) y tiene la misión de adaptar los paquetes de datos que el Nivel del Enlace le entrega para su transmisión por el medio físico, así como detectar y recuperar los datos que aparezcan en el canal de comunicaciones para entregarlos al Nivel de Enlace.

La Subcapa de Acceso al Medio está fuertemente ligada al proceso de transmisión de datos y se puede considerar perteneciente al Nivel 1 (aunque hay quien prefiere situarla en la "parte baja" del Nivel 2). En todo caso, esta subcapa se encuentra entre los niveles 1 y 2, y se encarga de controlar cómo y en que momento se debe acceder al canal de comunicaciones cuando se va a transmitir un paquete, lo cual es especialmente importante cuando hay varias estaciones que comparten el canal, como es el caso de Radio paquete, y se encuentra entre los niveles 1 y 2. También se conoce con el nombre de capa MAC (Medium Access Control, control de acceso al medio).



**Figura 2.11:** Secuencia de un Paquete AX.25

Las funciones de estas capas o niveles son realizadas por lo general por componentes de software. Estos componentes pueden encontrarse entre nuestro ordenador personal y la TNC, ya que ambos son ordenadores capaces de ejecutar software. Dependiendo del tipo de TNC o modem que poseamos, ser capaz de realizar más o menos funciones, liberando a la CPU de nuestro ordenador de este trabajo. En el siguiente diagrama se ejemplifica la distribución de los niveles OSI para algunos tipos de TNC:

Tarjeta SCC / modem	TNC KISS	TNC TAPR / TF
Nivel 1	Nivel 1	Nivel 1
	Nivel MAC	Nivel MAC
		Nivel 2

**Figura 2.12:** Diagrama de distribución para NTC



#### **4.4.5. Introducción al sistema GPS.**

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) fue creado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DoD) para constituir un sistema de navegación preciso con fines militares. Este proyecto se hizo realidad entre los meses de febrero y diciembre de 1978, cuando se lanzaron los cuatro primeros satélites de la constelación NAVSTAR, que hacían posible el sistema que resolvería la incógnita de nuestra posición en la Tierra.

#### **4.4.6. Generalidades del sistema GPS y sus características.**

##### **4.4.6.1. El sector espacial.**

Lo integran los satélites de la constelación NAVSTAR, y está formada por seis planos orbitales, en cada uno de ellos existe una órbita elíptica casi circular donde se encuentran los satélites regularmente distribuidos. Los planos tienen una inclinación de 55° respecto al plano del ecuador, y se nombran como A, B, C, D, E y F. Cada órbita contiene al menos cuatro satélites. Los satélites se sitúan a una distancia de 20,200 Km respecto del geocentro, y completan una órbita en doce horas sidéreas.

##### ***Características de los satélites.***

Los satélites de la constelación NAVSTAR son identificados de diversos modos:

- Por su número NAVSTAR (SVN).
- Por su código de ruido pseudoaleatorio (PRN). En los códigos de transmisión existen características de ruido pseudoaleatorio traducidas en bits que identifican a cada satélite de la constelación.
- Por su número orbital. Un ejemplo sería el satélite 3D, que corresponde al satélite número tres del plano orbital D.

Así mismo, debemos añadir que los satélites disponen además de:

- Antenas emisoras de ondas de radio (banda L). Con ellas transmiten la información al usuario.
- Antenas emisoras-receptoras de ondas de radio (banda S). Sirven para actualizar su situación a través del sector de control.
- Paneles solares para disponer de la energía necesaria para su funcionamiento.
- Reflectores láser para el seguimiento desde el sector de control.

### ***Señal de los Satélites.***

Los satélites GPS envían frecuencias de señales a la tierra, que captan los dispositivos de recepción desde unidades manuales hasta equipos modernos montados en vehículos o estáticos. Estas señales se utilizan para determinar la posición del receptor sobre el terreno en un determinado momento, a veces con una precisión de varios milímetros.

Los satélites de la constelación NAVSTAR constan de un oscilador que genera una frecuencia fundamental de 10,23 MHz. A partir de esta frecuencia fundamental se generan dos portadoras en la banda L de radiofrecuencia, denominadas L1 y L2.

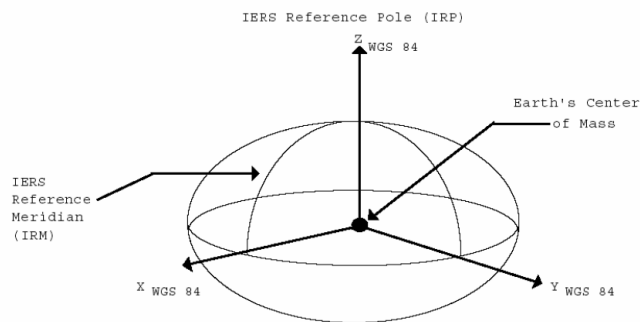
Frecuencia fundamental 10,23 MHz.

Frecuencia	(L1)	1575 Mhz
	(L2)	1228 Mhz

Además, existen dos formas de código pseudoaleatorio que se modulan sobre estas portadoras, son los códigos C/A y P, además de un mensaje, que da la información de los parámetros orbitales del satélite y del estado del reloj.

### ***El sistema de referencia. Datum WGS-84.***

Es un sistema de referencia terrestre convencional, se trata de un sistema de referencia geocéntrico fijo con la tierra y orientado positivamente. Las coordenadas, tanto de los satélites como de los usuarios que se posicionan con el sistema GPS, están referidas al sistema de referencia WGS84.



**Figura 2.13:** Sistema de Referencia WGS-84

**Origen:** centro masa de la tierra

**Eje OZ:** dirección del polo de referencia IERS coincide con el polo de referencia convencional.

**Eje OX:** Intersección del meridiano de referencia IERS y el plano perpendicular al eje OZ por el origen de coordenadas.

**Eje OY:** Completa un sistema cartesiano ortogonal orientado positivamente.

Asociados al sistema cartesiano se considera un sistema de coordenadas geodésicas definidas por un elipsoide de revolución cuyo centro y eje de revolución coinciden respectivamente con el origen de coordenadas y eje OZ.

#### **4.4.6.2. El sector control.**

Este tiene como misión el seguimiento continuo de todos los satélites de la constelación NAVSTAR para los siguientes fines:

- Establecer la órbita de cada satélite, así como determinar el estado de sus osciladores.
- Hallados los parámetros anteriores, emitirlos a los satélites para que éstos puedan difundirlos a los usuarios.

#### **4.4.6.3. El sector usuario.**

Este sector lo componen los equipos que deben utilizar los usuarios para la recepción, lectura, tratamiento y configuración de las señales, con el fin de alcanzar los objetivos de su trabajo. Los componentes son; el equipo de observación y el software de cálculo, que puede ser objeto de uso tras la recolección de observaciones, o bien realizable en tiempo real, donde se obtienen los resultados al instante.

#### **4.4.7. Equipo de observación.**

Lo componen la antena, el receptor y la unidad de control o controlador.

**La antena de recepción.** Es donde se reciben las radiaciones electromagnéticas que emiten los satélites y son transformadas en impulsos eléctricos, los cuales conservan la información modulada en las portadoras. Se denomina centro radioeléctrico de la antena al punto que se posiciona en nuestra observación.

**El receptor** recibe los impulsos de la antena receptora, y reconstruye e interpreta los componentes de la señal, es decir, las portadoras, los códigos y el mensaje de navegación. En definitiva, lo que hace es demodular la señal original. El proceso es el siguiente, el receptor correlaciona los códigos, es decir, lo compara con una réplica que él mismo genera, y de este modo halla el tiempo que ha tardado en llegar la señal al receptor, para obtener la distancia al satélite multiplica esa diferencia de tiempos por el valor de la velocidad de propagación de las ondas en el vacío

(aproximadamente unos 300.000 Km/s). Como estas distancias están afectadas de errores, se les denomina pseudodistancias.

El receptor tiene unos canales de recepción, de doble señal si es un receptor bifrecuencia (doble banda L1, L2) y de señal única si es Monofrecuencia (una banda L1). Cada canal recibe las señales de un satélite diferente, y dependiendo del número de canales obtendremos mayor o menor información en un momento dado. Los receptores disponen de un reloj u oscilador que sincroniza los tiempos de recepción.

**El controlador** realiza las siguientes tareas:

- Controlar el receptor.
- Gestionar la observación.
- Almacenar los datos.

En él se controlan los modos de trabajo que se consideren oportunos para cada proyecto. Destacándose los siguientes:

- Tipo de observación (estática, stop & go, cinemática, etc.)
- Parámetros de la observación (máscara de elevación, modo de grabación, determinación de las épocas, datos meteorológicos, etc.)
- Estado y salud de los satélites
- Seguimiento de los mismos y calidad de la señal que transmiten
- Filtrado de observaciones y datos
- Definición y atributos de los puntos de observación
- Estados de aviso en conceptos de geometría y pérdidas de ciclo
- Definición del sistema de referencia
- Tiempos de observación y actualización de tiempos
- Control del nivel energético
- Posición inicial y secuencial, etc.

En los procesos de observación, es fundamental el buen manejo del controlador, así como el conocimiento y aplicación de los parámetros adecuados para cada proyecto o necesidad.

Los datos pueden ser respaldados en unidades independientes de memoria o tarjetas RAM PCMCIA, que varían desde los 512 Kbytes a los 4 Mbytes de capacidad, así como también pueden ser almacenados directamente en una PC portátil conectado al receptor. Es muy importante controlar la capacidad de grabación de datos y el tiempo de observación marcado.

Tras la observación se obtienen los siguientes datos:

- Mensaje de navegación
- Efemérides radiodifundidas por los satélites
- Datos meteorológicos
- Almanaque de estado de los satélites;
- Archivos de observación.

Estos datos pueden ser almacenados en una computadora para ser tratados con un software de post-proceso, o bien tratados “en el sitio” por el mismo controlador si éste dispone de un software de proceso y así obtener los resultados en tiempo real.

Los datos citados anteriormente pueden ser transformados a un formato estándar independiente en modo ASCII para ser tratados por cualquier software de proceso de datos GPS. Este formato es el denominado RINEX.

#### **4.4.7.1. Tipos de receptores**

**Navegación.** Reciben únicamente observables de código (tiempos). Son los instrumentos menos precisos, aunque su evolución está siendo espectacular. Sus

aplicaciones más comunes son la navegación, catastro, SIG y levantamientos de escalas menores de 1: 5, 000.

**De una frecuencia (Monofrecuencia).** Reciben las observables de código y fase de la portadora L1. La precisión de estos instrumentos ya es significativa, y son de aplicación topográfica y geodésica en pequeñas distancias (hasta 20 km).

**De doble frecuencia (Bifrecuencia).** Reciben las observables de código y fase de las portadoras L1 y L2. La precisión y el rendimiento son mucho mayores debido a la posibilidad de combinar los datos y formar en post-proceso combinaciones de observables que agilizan el cálculo y eliminan los errores de retardo atmosférico. Están indicados para trabajos de precisión y donde el rendimiento y los buenos resultados requeridos sean máximos.

#### **4.4.8. Sistema de coordenadas**

Un sistema de coordenadas es un conjunto de valores y puntos que permiten definir unívocamente la posición de cualquier punto de un espacio.

##### ***Coordenadas geográficas***

El sistema de **coordenadas geográficas** determina todas las posiciones de la superficie terrestre utilizando las dos coordenadas angulares de un sistema de coordenadas esféricas que está alineado con el eje de rotación de la Tierra.



**Figura 2.14:** Representación gráfica de la esfera terrestre

Este define dos ángulos medidos desde el centro de la Tierra:

- La latitud mide el ángulo entre cualquier punto y el ecuador. Las líneas de latitud se llaman paralelos y son círculos paralelos al ecuador en la superficie de la Tierra.

La insolación terrestre depende de la latitud. Dada la distancia que nos separa del Sol, los rayos luminosos que llegan hasta nosotros son prácticamente paralelos. La inclinación con que estos rayos inciden sobre la superficie de la Tierra es, pues, variable según la latitud. En la zona intertropical, a mediodía, caen casi verticales, mientras que inciden tanto más inclinados cuanto más se asciende en latitud, es decir cuanto más nos acercamos a los Polos. Así se explica el contraste entre las regiones polares, muy frías y las tropicales, muy cálida.

La longitud mide el ángulo a lo largo del ecuador desde cualquier punto de la Tierra. Se acepta que Greenwich en Londres es la longitud 0 en la mayoría de las sociedades modernas. Las líneas de longitud son círculos máximos que pasan por los polos y se llaman meridianos.



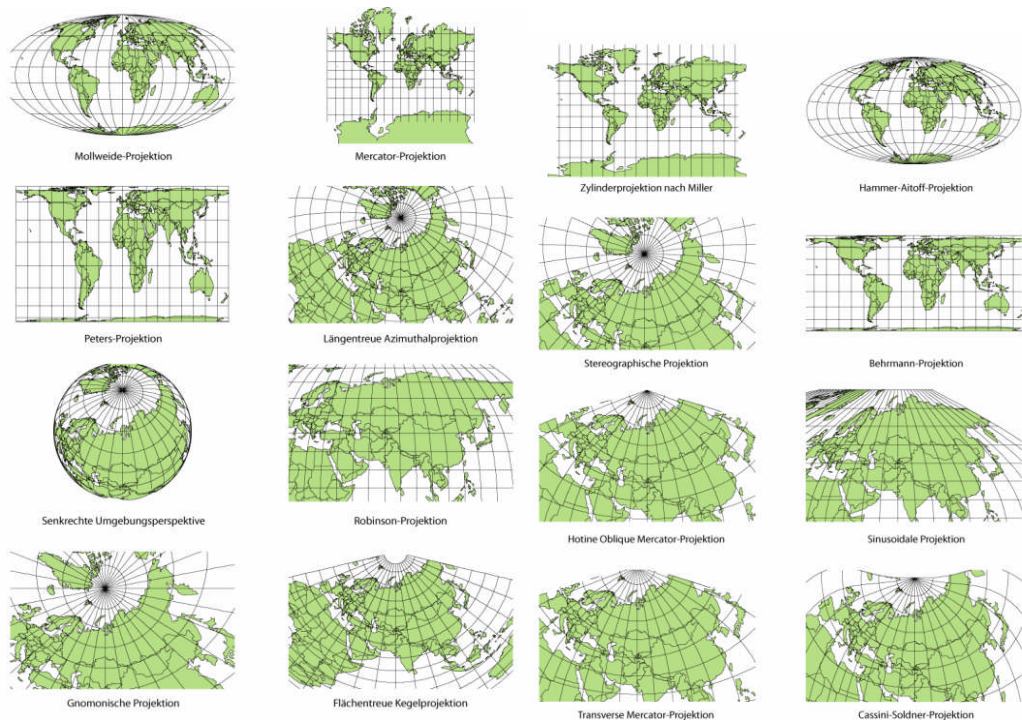
El ecuador es un elemento importante de este sistema de coordenadas; representa el cero de los ángulos de latitud y el punto medio entre los polos. Es el plano fundamental del sistema de coordenadas geográficas.

#### **4.4.9. Proyección Cartográfica**

La proyección cartográfica o proyección geográfica es un sistema de representación gráfico que establece una relación ordenada entre los puntos de la superficie curva de la Tierra y los de una superficie plana (mapa). Estos puntos se localizan auxiliándose en una red de meridianos y paralelos, en forma de malla. La única forma de evitar las distorsiones de esta proyección sería usando un mapa esférico pero, en la mayoría de los casos, sería demasiado grande para que resultase útil.

En un sistema de coordenadas proyectadas, los puntos se identifican por las coordenadas  $x,y$  en una malla con su origen en el centro de la malla.

Al contrario que los coordenadas basados en proyecciones cartográfica, se definen las coordenadas geográficas (longitud y latitud) que se caracterizan por no estar proyectadas.



**Figura 2.15:** Representaciones planas de la Tierra

#### 4.4.9.1. Propiedades de la proyección cartográfica

Se suelen establecer clasificaciones en función de su principal propiedad, o el aspecto de la retícula: tangente, secante, transversal u oblicua; o por la relación entre la superficie terrestre y el mapa:

- proyección conforme, si conserva los ángulos.
- proyección equivalente, si mantiene las áreas.
- proyección equidistante, si conserva las distancias reales entre los diversos puntos del mapa.

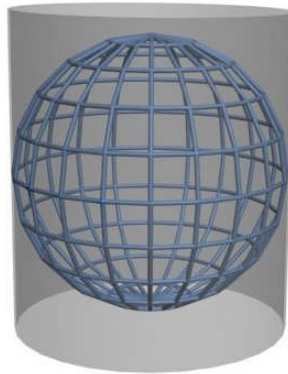
Una buena proyección cartográfica debe tener dos características: que conserve las áreas (equivalencia) y que conserve los ángulos (conformidad).

#### 4.4.9.2. Tipos de proyecciones cartográficas

Dependiendo de cuál sea el punto que se considere como centro del mapa, se distingue entre proyecciones polares, cuyo centro es uno de los polos; ecuatoriales, cuyo centro es la intersección entre la línea del Ecuador y un meridiano; y oblicuas o inclinadas, cuyo centro es cualquier otro punto. Se distinguen tres tipos de proyecciones básicas: cilíndricas, cónicas y azimutales

##### *Proyección cilíndrica*

En ella, se proyecta el globo terrestre sobre una superficie cilíndrica



**Figura 2.16:** Esquema de una proyección cilíndrica

Es una de las más utilizadas, aunque por lo general en forma modificada, debido a las grandes distorsiones que ofrece en las zonas de latitud elevada, lo que impide apreciar a las regiones polares en su verdadera proporción.

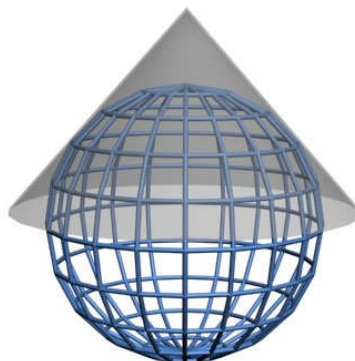
Como proyección cilíndrica tenemos la Proyección de Peters que en ella los paralelos y los meridianos son sustituidos por una cuadrícula de 10 grados decimales. La proyección refleja correctamente las áreas de los países, por lo que es una proyección equiareal.



**Figura 2.16a:** Proyección de Peters

### *Proyección cónica*

La proyección cónica se obtiene proyectando los elementos de la superficie esférica terrestre sobre una superficie cónica tangente, situando el vértice en el eje que une los dos polos. Aunque las formas presentadas son de los polos.



**Figura 2.17:** Esquema de una proyección cónica

Existen dos tipos de proyección cónica como: simple y múltiple.

#### **1. Proyección cónica simple**

La proyección cónica simple puede tener uno o dos paralelos de referencia.

### ***Si tiene un paralelo de referencia***

La malla de meridianos y paralelos se dibuja proyectándolos sobre el cono suponiendo un foco de luz que se encuentra en el centro del globo. El resultado es un mapa semicircular en el que los meridianos son líneas rectas dispuestas radialmente y los paralelos arcos de círculos concéntricos. La escala aumenta a medida que nos alejamos del paralelo de contacto entre el cono y la esfera.

### ***Si tiene dos paralelos de referencia***

El cono secante corta el globo. A medida que nos alejamos de ellos la escala aumenta pero en la región comprendida entre los dos paralelos la escala disminuye.

## **2. Proyección cónica múltiple**

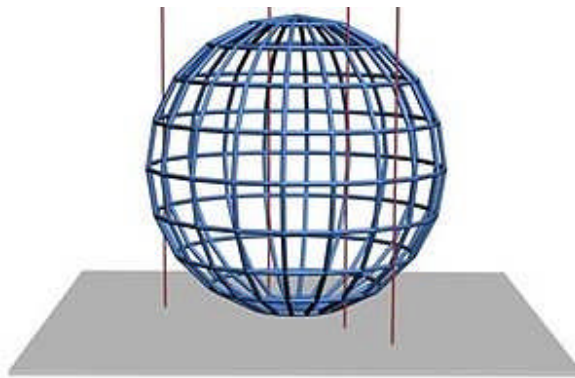
Esta proyección consiste en utilizar no un cono, sino varios superpuestos. El resultado es un mapa dividido en franjas. El único meridiano que tendrá la misma escala es el central, que aparece como una línea recta. Los demás meridianos son curvas, y la escala aumenta con la distancia. También el ecuador es una línea recta, perpendicular al meridiano central. Los demás paralelos son arcos concéntricos.

### ***Proyección azimutal o cenital***

En este caso se proyecta una porción de la Tierra sobre un plano tangente al globo en un punto seleccionado, obteniéndose una imagen similar a la visión de la Tierra desde un punto interior o exterior. Si la proyección es del primer tipo se llama proyección gnomónica; si del segundo, ortográfica. Estas proyecciones ofrecen una mayor distorsión cuanto mayor sea la distancia al punto tangencial de la esfera y el plano.

- **Proyección ortográfica**

La proyección ortográfica es un sistema de representación gráfica, consistente en representar elementos geométricos o volúmenes en un plano, mediante proyección ortogonal; se obtiene de modo similar a la "sombra" generada por un "foco de luz" procedente de una fuente muy lejana. Su aspecto es el de una fotografía de la Tierra.



**Figura 2.18:** Esquema de una proyección azimutal ortográfica.

En este tipo de proyección podemos tener: proyección polar, ecuatorial y oblicua.

La **proyección polar** se caracteriza porque todos los meridianos son líneas rectas y la distancia entre paralelos disminuye según nos alejamos del centro. La distancia entre paralelos o meridianos depende de la escala así que cuando disminuye la distancia disminuye la escala y cuando aumenta la distancia aumenta la escala.



**Figura 2.19:** proyección polar

La **proyección ecuatorial** se caracteriza porque los paralelos son líneas rectas. También es una línea recta el meridiano central. A medida que nos alejamos del centro la escala disminuye. Los meridianos tienen forma de arco.



**Figura 2.20:** proyección ecuatorial

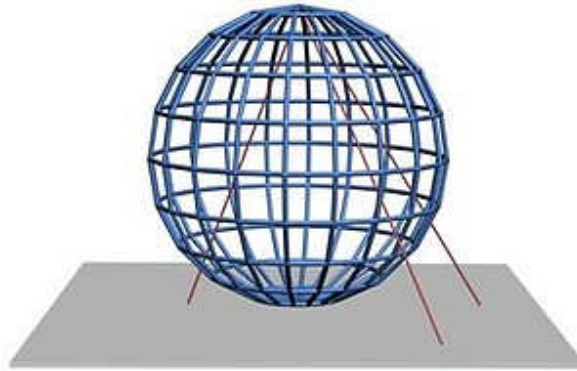
La **proyección oblicua** también se caracteriza por que los paralelos y los meridianos se acercan a medida que se alejan del centro.



**Figura 2.21:** proyección oblicua

- **Proyección estereográfica**

En la proyección estereográfica consideramos que el foco de luz está en los antípodas. La superficie que puede representar es mayor que un hemisferio. El rasgo más característico es que la escala aumenta a medida que nos alejamos del centro.

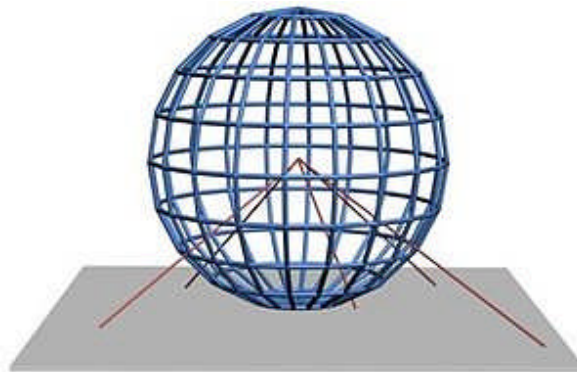


**Figura 2.22:** Esquema de una proyección azimutal estereográfica.

En su proyección polar los meridianos son líneas rectas. En la proyección ecuatorial sólo son líneas rectas el ecuador y el meridiano central.

- **Proyección gnomónica**

La proyección gnomónica es una proyección geográfica caracterizada por tener simetría radial alrededor del punto central.



**Figura 2.23:** Esquema de una proyección azimutal gnomónica

Se puede imaginar como la proyección de un foco de luz sobre un plano tangencial a la Tierra, en el que el foco de luz se sitúa en el centro de la Tierra. La escala aumentará rápidamente del centro al exterior.



En esta proyección toda línea recta es un círculo máximo terrestre y el camino más corto entre dos puntos de la Tierra. Se usa en la navegación aeronáutica para trazar los rumbos verdaderos. Con este sistema no se puede representar un hemisferio completo.

En la proyección polar todos los meridianos son líneas rectas y se disponen radialmente, en la proyección ecuatorial son líneas rectas el ecuador y los meridianos, que se disponen verticalmente, en la proyección oblicua son líneas rectas el ecuador y los meridianos.

- **Proyección azimutal**

La proyección azimutal, o proyección cenital, es la que se consigue proyectando una porción de la Tierra sobre un disco plano tangente al globo en un punto seleccionado, obteniéndose la visión que se lograría ya sea desde el centro de la Tierra o desde un punto del espacio exterior.

Se obtienen del reflejo la red de meridianos y paralelos con un foco de luz sobre un plano tangente a la Tierra. Si la proyección es del primer tipo se llama proyección gnomónica; si del segundo, ortográfica. Estas proyecciones ofrecen una mayor distorsión cuanto mayor sea a su vez la distancia al punto tangencial de la esfera y del plano.

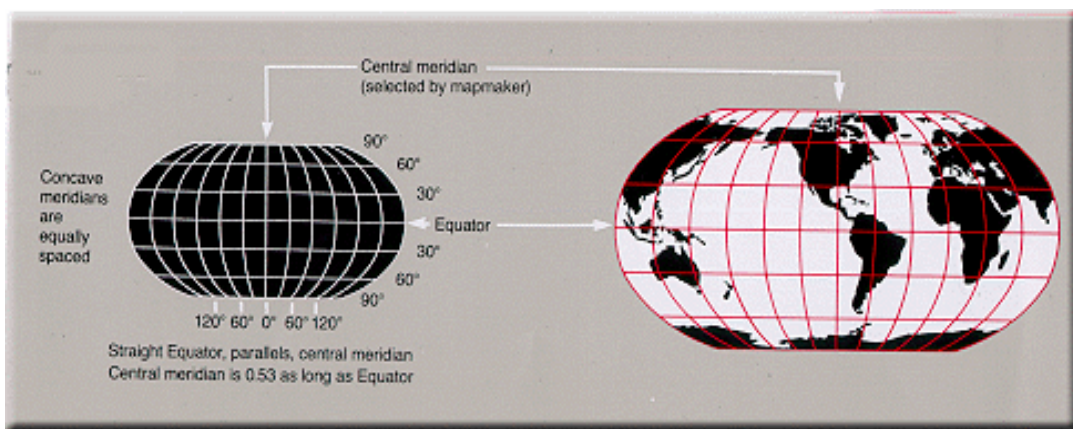
### ***Proyecciones convencionales***

Las proyecciones convencionales generalmente fueron creadas para representar el mundo entero (mapamundi) y dan la idea de mantener las propiedades métricas, buscando un balance entre distorsiones, o simplemente hacer que el mapamundi "se vea bien". La mayor parte de este tipo de proyecciones distorsiona las formas en las

regiones polares más que en el ecuador. Entre las proyecciones convencionales tenemos:

- **Proyección de Robinson**

La Proyección de Robinson es una proyección cartográfica del mapamundi, que muestra el mundo entero de una vez.



**Figura 2.24:** La proyección de Robinson

La proyección está definida por la siguiente tabla:

Latitud	PLEN	PDFE
00	1.0000	0.0000
05	0.9986	0.0620
10	0.9954	0.1240
15	0.9900	0.1860
20	0.9822	0.2480
25	0.9730	0.3100

30	0.9600	0.3720
35	0.9427	0.4340
40	0.9216	0.4958
45	0.8962	0.5571
50	0.8679	0.6176
55	0.8350	0.6769
60	0.7986	0.7346
65	0.7597	0.7903
70	0.7186	0.8435
75	0.6732	0.8936
80	0.6213	0.9394
85	0.5722	0.9761
90	0.5322	1.0000

**Tabla 2.4:** Datos para obtener la proyección de Robinson

La tabla está indexada por latitud, usando interpolación. La columna **PLEN** corresponde a la longitud de los paralelos a determinada latitud, y la columna **PDFE** está multiplicada por 0,5072 para obtener la distancia de aquellos paralelos desde el ecuador. Los meridianos están igualmente espaciados a lo largo de cada paralelo.

- **Proyección de Winkel-Tripel**

La proyección de Winkel-Tripel (Winkel III) es una proyección cartográfica azimutal modificada. La proyección es la media aritmética entre la proyección cilíndrica equidistante y la proyección de Aitoff:

$$x = \frac{\lambda \cos(\varphi_1) + \frac{2 \cos(\varphi) \sin\left(\frac{\lambda}{2}\right)}{\text{sinc}(\alpha)}}{2}$$

$$y = \frac{\varphi + \frac{\sin(\varphi)}{\text{sinc}(\alpha)}}{2}$$

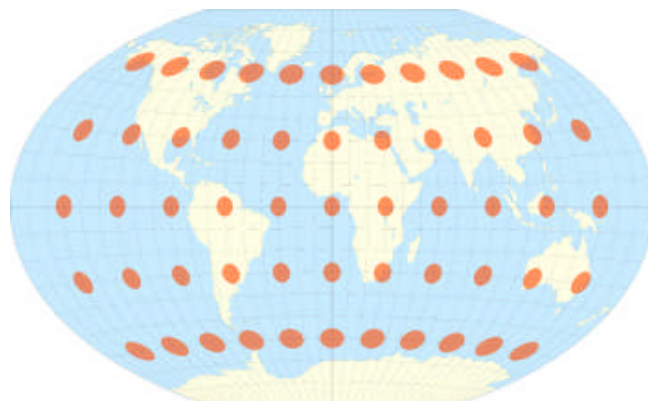
donde  $\lambda$  es la longitud desde el meridiano central de la proyección,  $\varphi$  es la latitud,  $\varphi_1$  es el paralelo estándar para la proyección equirectangular, y

$$\alpha = \arccos\left(\cos(\varphi) \cos\left(\frac{\lambda}{2}\right)\right)$$

$\text{sinc}(\alpha)$  es la función sinc desnormalizada con la discontinuidad removida. En su propuesta, Winkel puso:

$$\varphi_1 = \arccos\left(\frac{\pi}{2}\right)$$

En 1998, proyección de Winkel-Tripel reemplazó a la proyección de Robinson como proyección estándar para los mapamundis hechos por la National Geographic Society. Muchas instituciones educacionales y publicaciones siguieron el ejemplo de la National Geographic de adoptar la proyección.



**Figura 2.25:** La proyección de Winkel-Tripel

#### **4.4.10. Métodos de posicionamiento.**

Podemos diferenciar dos modos de posicionamiento, y dentro de ellos las variantes que se pueden considerar. Fundamentalmente son el absoluto y el diferencial.

##### **4.4.10.1. Posicionamiento absoluto.**

Se realiza con un único receptor GPS, y consiste en la solución de una intersección directa de todas las distancias receptor-satélite sobre el lugar de posicionamiento en un período de observación dado, la medida y la solución son por lo tanto directas.

Para llevar a cabo el posicionamiento, el receptor recibe las señales de los satélites y determina su posición en coordenadas absolutas y en el sistema de referencia al que están referidos los satélites, las observables utilizadas para el posicionamiento absoluto suelen ser los códigos, pero también se podrían utilizar las diferencias de fase o ambas.

Para realizar un posicionamiento absoluto es necesario recibir la información de al menos cuatro satélites, ya que cada uno de ellos proporciona una ecuación al sistema y nuestras incógnitas son cuatro (X, Y, Z y estado del reloj del receptor).

Esto está garantizado gracias a las configuraciones de las constelaciones NAVSTAR y GLONASS, según las cuales siempre tendremos en cualquier lugar del planeta al menos cuatro satélites sobre el horizonte.

El posicionamiento absoluto tiene la ventaja de que con un sólo instrumento de observación podemos obtener nuestra posición, pero posee una serie de inconvenientes que repercuten seriamente en la precisión del posicionamiento, y por ello no hace del método una aplicación apropiada en trabajos de precisión.

Entre los inconvenientes más relevantes destacan:

- Influencia importante de los errores producidos por la atmósfera;
- Imposibilidad de eliminar errores por compensación, como son el efecto multipath, osciladores, excentricidad de la antena, retardo atmosférico, etc.

Esto, hace que sea una forma expedita de posicionamiento, resultando útil para usuarios de barcos, aviones, vehículos, deporte, y todas aquellas aplicaciones donde la tolerancia de error al determinar una posición esté por encima de algunos metros, que viene ser la precisión que ofrece generalmente el método, en función del tipo de receptor, estado de la constelación y condiciones de observación.

#### **4.4.10.2. Posicionamiento diferencial.**

Es el que se realiza cuando las precisiones requeridas son mayores, será mejor o peor en función del equipo utilizado y la técnica de posicionamiento diferencial a la que se recurra.

El posicionamiento diferencial consiste en hallar la posición absoluta de un punto (Base, objetivo, etc.) mediante las observaciones realizadas desde ese punto a unos determinados satélites, sumadas a las realizadas en ese mismo instante desde otro punto (Móvil, referencia) a esos mismos satélites, por lo tanto, aquí aparece el concepto de *línea base*, que es la línea recta que une el punto de (Base –referencia) y el punto (Móvil – objetivo).

Esta línea base, no es medida de forma directa, ya que nuestras observaciones son sobre los satélites y no entre los puntos, por lo tanto, la obtención de la línea base se produce de forma indirecta. Es por esto que las incógnitas no son los incrementos de coordenadas entre los dos puntos, sino que son los diferenciales ( $dx$ ,  $dy$ ,  $dz$ ) que hay que añadir a las coordenadas aproximadas absolutas ( $X_o$ ,  $Y_o$ ,  $Z_o$ ) de cada punto. Si conocemos de partida las coordenadas del punto de referencia, las incógnitas se

reducen a las del punto objetivo, que una vez halladas, unidas a las del punto de referencia, nos darán las componentes y valores de la línea base que los une.

**Estático.** Este modo de posicionamiento consiste en el estacionamiento del receptor que no varía su posición durante la etapa de observación. La referencia puede establecerse en cualquiera de ellos y la precisión será en función del tiempo de observación, de la geometría y del equipo GPS utilizado.

Una variante del método estático es el denominado *estático rápido*, el cual se puso en funcionamiento gracias a la inclusión de algoritmos de tratamiento de las señales y espacios de búsqueda de ambigüedades más sólidos y rápidos, de este modo, el tiempo de observación y de cálculo se reducen considerablemente.

Cuando la distancia entre puntos supera los cien kilómetros o la diferencia de altitud entre ellos supera los 500 m, se deben prolongar los tiempos de observación para contrarrestar los errores producidos por la Ionosfera y la Troposfera.

El método estático es el que mayor precisión proporciona, pero también es el que más tiempo de observación requiere.

#### **4.4.10.3. Trabajo en tiempo real.**

En primer lugar, debe quedar claro que el trabajo en tiempo real no es un método de posicionamiento por satélite, sino que es una forma de obtener los resultados una vez procesadas las observaciones.

El procesamiento de estas observaciones puede ser realizado con un software post-proceso, previa inserción de los datos de observación necesarios, ya sea en campo o en gabinete. Ahora bien, este cálculo puede ser realizado de forma inmediata a la recepción de las observaciones y ser efectuado por la unidad de control, obteniendo

las coordenadas en el instante, es decir, en tiempo real, para ello, se incorporan los algoritmos de cálculo de los software post-proceso, o parte de ellos, a los controladores para este tipo de aplicaciones.

Esto, supone una gran ventaja, ya que todo el tiempo que se invierte en descargar, evaluar, revisar y procesar los datos se suprime al obtener los resultados al instante, pero también tiene una serie de inconvenientes, que lo serán mayores o menores en función del tipo de trabajo y las condiciones de la observación. Entre ellos destacan:

- *La limitación de los radio-modem de emisión y transmisión de datos.*
- *Imposibilidad de revisar los archivos de observación.*
- *Limitación en las correcciones de tipo atmosférico.*
- *Limitación en los procesos de transformación de coordenadas.*
- *Pobre tratamiento e información estadística.*
- *Escasa manipulación de los parámetros de cálculo.*

En el argot actual de la Topografía aplicada al posicionamiento por satélite, se denomina *equipo de trabajo con módulo RTK* (Real Time Kinematic) a aquel que incorpora un software completo en la unidad de control y un sistema de transmisión de información que permite la obtención de resultados en tiempo real.

Los módulos RTK pueden procesar observables de código y de diferencia de fase, y son aplicables a cualquier trabajo donde el posicionamiento por satélite sea necesario. Otro sistema de trabajos diferenciales en los cuales se pueden obtener resultados en tiempo real es con métodos DGPS. En este caso, se trabajan con observables de código en modo diferencial, donde se pueden obtener precisiones por debajo del metro, muy indicadas para otras aplicaciones, Estos trabajos pueden ser solucionados si disponemos de un módulo RTK, pero también a través de correcciones RTCM o RTCA recibidas de una estación de referencia que calcula y determina nuestra posición en modo diferencial ( al contrario que con RTK, que es el móvil el que



incorpora el proceso de cálculo) y nos las envía a través de ondas de radio. De este modo, con un equipo de observación, un radiotransmisor/receptor y un contrato de uso, podemos posicionarnos en modo diferencial. Estas emisiones suelen ser realizadas a través de satélites destinados para ello o por repetidores de superficie, este método de trabajo es, hoy por hoy, uno de los más usados en navegación, apoyos para cartografías de pequeña escala, generación y actualización de SIG, control de volúmenes y superficies, deporte etc.

De acuerdo a la exactitud que se desee obtener de un levantamiento GPS, se debe reglamentar su metodología, pero también se debe uniformar la selección de los equipos GPS. Para ello es necesario definir los criterios para la utilización de los diferentes aparatos GPS y sus procedimientos de uso.

#### **4.5. Hipótesis**

La combinación de GPS con radiocomunicación a través de un sistema permitirá determinar la posición de un vehículo en tiempo real.

#### **4.6. Señalamiento de variables**

##### **4.6.1. Variable independiente**

Sistema que combine GPS y radiocomunicación

##### **4.6.2. Variable dependiente**

Posición de un vehículo en tiempo real

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **6.1. Enfoque**

La investigación es crítica y propositiva por lo tanto se tendrá un enfoque cualicuantitativo, porque asume una realidad dinámica, busca la comprensión de los fenómenos y su perspectiva se lo efectúa desde la información proporcionada vía libros e internet, servirá de referencia para interpretar el sustento científico y profesional con el que pretendo solucionar el problema transformando la información a datos numéricos para su correcta interpretación de modo que la ausencia de radiocomunicación en un sistema que determina la posición de un vehículo en tiempo real sea resuelto.

#### **6.2. Modalidad básica de la investigación**

##### **6.2.1. Investigación Bibliográfica – Documental**

Recurrí a un tipo de investigación que es la bibliográfica, me permite detectar, ampliar y profundizar diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diferentes autores para resolver de manera adecuada el problema presente en la

empresa como es la falta de radiocomunicación en la adquisición de la posición de un vehículo en tiempo real.

### **6.3. Nivel o tipo de investigación**

El nivel de investigación de este proyecto comprenderá el nivel exploratorio, permite indagar el problema en un contexto específico, determina los distintos elementos del problema y la realidad a investigarse, además me permite realizar predicciones con ajustes e interpretaciones que controlen la causa y efecto del diseño de un sistema de radiocomunicación combinando con GPS en la ubicación de un vehículo en tiempo real es decir la investigación es descriptiva.

### **6.4. Población y muestra**

Durante el transcurso del seminario se trabajó con una población limitada debido a que el proyecto de investigación se realizó de forma exploratoria permitiendo profundizar los conocimientos teóricamente por lo que no se tomo muestra por ser el universo muy reducido.

### **6.5. Recolección de información**

Entre los instrumentos para la recolección y registro de datos utilizamos cuaderno de notas, libro, folletos y en esencial énfasis en documentación recopiladas en el internet para el desarrollo del proyecto.

### **6.6. Procesamiento y análisis**

En lo que respecta al acopio de la información total del fenómeno, se ha puesto especial cuidado en hacerlo de forma ordenada y sistemática, para conocer a cabalidad tanto los detalles exteriores del fenómeno, como los aspectos intrínsecos que no siempre son evidentes.

Se ha utilizado el análisis y la síntesis, al descomponer todos los aspectos de la actividad en las unidades más pequeñas posibles, para efectos de un estudio minucioso de cada tema y cada aspecto relevante desde diferentes puntos de vista.

Asimismo he hecho uso del método inductivo deductivo, estudiando los fenómenos materia de mi presente trabajo desde lo general a lo particular.

## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **8.1. Análisis de los resultados**

El análisis de los resultados se realizó desde el punto de vista descriptivo, proceso que permite realizar la interpretación adecuada basada en el marco teórico relacionado un sistema de que combine GPS y radiocomunicación para la localización de un vehículo en tiempo real. Este proceso se pudo comprobar con la hipótesis planteada, el estudio analítico y crítico permitió realizar conclusiones y recomendaciones con respecto al tema plantado para el desarrollo del proyecto.

#### **8.2. Interpretación de datos**

Los datos obtenidos son interpretados de manera estadística debido a que el proyecto se realizó en forma documental y bibliográfica.

#### **8.3. Verificación de hipótesis**

La hipótesis fue comprobada teóricamente con los datos adquiridos en la investigación y recolección de información.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **9.1. Conclusiones**

Los sistemas de comunicaciones en nuestro país se encuentran en desarrollo y las empresas que brindan el servicio de rastreo de vehículos no satisface las necesidades de los usuario, por ello surge la necesidad de un sistema mediante la combinación de GPS y radiocomunicación que permita determinar la posición de un vehículo en tiempo real.

Existen varias alternativas para determinar el número de vehículos y la frecuencia con la que se actualizara los datos. Las variables que se proponen para definir la capacidad del sistema son el tráfico de voz actual, número de vehículos, frecuencia de actualización datos por hora y un valor de resguardo paro no asumir la utilización del canal el 100%.

Brinda la capacidad de conocer con exactitud la posición de los vehículos sin la garantía de que la información de posicionamiento no se pierda debido al tráfico de VOZ.

La transmisión de esta señal a través del enlace de radio permite que en una estación base se tenga una posición actualizada de una o varias estaciones remotas, lo que permite un control a distancia de las mismas.

## **9.2. Recomendaciones**

En las siguientes líneas se plantea ciertas recomendaciones que se debe tomar en cuenta a la hora de utilizar el sistema que me permite combinar GPS con Radiocomunicaciones para determinar la posición de un vehículo en tiempo real, además se expone algunos criterios que pueden ser tomados en cuenta por las personas involucradas en la área de las telecomunicaciones.

Debido a la inconformidad de los usuarios antes expuesto se recomienda diseñar un sistema que combine GPS con radiocomunicación para determinar la posición de un vehículo en tiempo real.

Tener en cuenta donde se debe ubicar las repetidoras de radio para mayor cobertura de la zona.

Tomar en cuenta las pérdidas de espacio libre que existe en el sistema de radio en las frecuencias de UHF/VHF y de ser posible disminuirlas al mínimo para que no exista interferencia en la comunicación.

Considerar que el dispositivo se encuentre en una zona geográfica que debe tener cobertura de lo contrario no existirá funcionalidad del sistema.

Al momento de la instalación de los sistemas de repetidoras tomar en consideración que el lugar debe ser de fácil accesibilidad y que cuente con la seguridad necesaria.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **12.1. Datos informativos**

Nombre del proyecto:

Diseño de un sistema de monitoreo mediante la combinación de GPS con radio comunicación que permita determinar la posición de un vehículo en tiempo real.

Ubicación: Tungurahua, Ambato

Tutor: Ing. John Ortega

Autor: Patricia Elizabeth Pilamunga Yanzapanta

#### **12.2. Antecedentes de la propuesta**

El sistema de ubicación de vehículos es un sistema desarrollado para cubrir todas las necesidades de monitoreo y control de flotas. Ofrece a los administradores de flotas una herramienta de trabajo capaz de mantenerle informado en tiempo real de la ubicación y situación de cada una de las unidades móviles a nivel local o nacional.

Las telecomunicaciones en nuestro país se encuentran en vías de desarrollo existen empresas que brindan el servicio de rastreo de vehículos con cobertura limitada que no satisface las todas necesidades de los usuario, por ello surge la necesidad de diseñar un sistema de monitoreo que combine de GPS y radiocomunicación para



determinar la posición de un vehículo en tiempo real y que sea de mayor de ser factible todas las regiones del Ecuador (costa, sierra y oriente).

El sistema ésta orientado a brinda a los usuarios la capacidad de conocer con exactitud la posición de los vehículos (latitud, longitud) con la garantía de que la información de posicionamiento no se pierda a través del enlace de radio, permitiendo que en una estación base se tenga una posición actualizada de una o varias unidades móviles.

### **12.3. Justificación**

Para resolver la problemática planteada se pretende diseñar un sistema de monitoreo que combine GPS y radiocomunicación para determinar la posición de un vehículos en tiempo real con resultados netamente confiables y con mayor facilidad de acceso al servicio.

También se justifica porque es un servicio que puede ser utilizado por cualquier persona que necesite seguridad en su vehículo, la facilidad de acceso al sistema permite al usuario tener los resultados tanto en pantalla de manera detallada como inmediata.

Además una red de localización de vehículos en tiempo real es más que un sistema de rastreo y recuperación, es una poderosa herramienta de información vehicular, que permite realizar un control logístico de las flotas de vehículos.

Debido a la versatilidad de los sistemas de comunicación que pueden soportar una red de Localización Automática de Vehículos, el sistema puede adaptarse de acuerdo a la aplicación y las herramientas disponibles. La cobertura de este sistema será tan amplia como la red de comunicaciones que la soporte.

## **12.4. Objetivos**

### **12.4.1. General**

Determinar las características mediante el estudio de un sistema de monitoreo que combine GPS con radio comunicación para determinar la posición de un vehículo en tiempo real.

### **12.4.2. Específicos**

- Establecer la conexión y desconexión de un sistema de radiocomunicación
- Establecer los procedimientos para la transferencia de información en un sistema de radiocomunicación
- Investigar sobre la localización automática de vehículos en tiempo real
- Diseñar el prototipo que permitirá la combinación de sistema GPS con radiocomunicación en la ubicación de vehículos en tiempo real.

## **12.5. Análisis de factibilidad**

Después de definir la problemática y establecer las causas que ameritan un sistema de monitoreo que combine GPS y radiocomunicación para determinar la posición de un vehículo en tiempo real es pertinente realizar un estudio de factibilidad para determinar la infraestructura tecnológica y la capacidad que implica el diseño del sistema en cuestión.

### **12.5.1. Factibilidad operativa**

La necesidad de un sistema de monitoreo que combine GPS y radiocomunicación para determinar la posición de un vehículo en tiempo real, que cubra todos los requerimientos, expectativas y proporcionar la información en forma oportuna a los usuarios hace posible efectuar el proyecto de investigación.

En el proceso de adiestramiento se detallaron los aspectos, características, beneficios que presenta el sistema. Con la finalidad de garantizar el buen funcionamiento y el impacto en forma positiva a los usuarios.

En la evaluación de la tecnología se recolecto información sobre los componentes técnicos requeridos que deben ser adquiridos para el desarrollo y puesta en marcha del sistema en cuestión. Este análisis permitió determinar las posibilidades de diseñar el sistema propuesto.

### **12.5.2. Factibilidad Técnica**

Con base en lo anterior podemos decir que es técnicamente posible el diseño un sistema de monitoreo que permita combinar GPS y radiocomunicación para determinar la posición de un vehículo en tiempo real ya que existe una infraestructura y sobre todo los equipos utilizados en caso de implementar el sistema son de fácil adquisición en el mercado y costos moderados.

## **12.6. Fundamentación**

### **12.6.1. Modelos de enlace del sistema satelital**

Esencialmente, un sistema satelital consiste de tres secciones básicas: una subida, un transponder satelital y una bajada.

### ***Modelo de subida***

El principal elemento dentro de esta sección es el transmisor de la estación terrena. Un típico transmisor de la estación terrena consiste de un modulador de IF, un convertidor de microondas de IF a RF, un amplificador de alta potencia (HPA) y algún medio para limitar la banda del último espectro de salida (por ejemplo, un filtro pasa-bandas de salida).

El modulador de IF convierte las señales de banda base de entrada a una frecuencia intermedia modulada en FM, en PSK o en QAM. El convertidor (mezclador y filtro pasa-bandas) convierte la IF a una frecuencia de portadora de RF apropiada. El HPA proporciona una sensibilidad de entrada adecuada y potencia de salida para propagar la señal al transponder del satélite.

### ***Transponder***

Consta de un dispositivo para limitar la banda de entrada (BFP), un amplificador de bajo ruido de entrada (LNA), un oscilador, un amplificador de potencia de bajo nivel y un filtro pasa-bandas de salida. El del diagrama es un repetidor de RF a RF. Otras configuraciones de transponder son los repetidores de IF, y de banda base, semejantes a los que se usan en los repetidores de microondas. El BFP de entrada limita el ruido total aplicado a la entrada del LNA (diodo tunel).

La salida del LNA alimenta a un oscilador, que convierte la frecuencia de subida de banda alta a una frecuencia de bajada de banda baja. El amplificador de potencia de bajo nivel, que es comúnmente un tubo de ondas progresivas, amplifica la señal de RF para su transmisión por medio de la bajada a los receptores de la estación terrena. Cada canal de RF del satélite requiere de un transponder por separado.

### ***Modelo de bajada***

Un receptor de estación terrena incluye un BFP de entrada, un LNA y un convertidor de RF a IF. Nuevamente, el BFP limita la potencia del ruido de entrada al LNA. El LNA es un dispositivo altamente sensible con poco ruido. El convertidor de RF a IF es una combinación de filtro mezclador/pasa-bandas que convierte la señal de RF recibida a una frecuencia de IF.

### ***Enlaces cruzados***

Ocasionalmente, hay una aplicación en donde es necesario comunicarse entre satélites. Esto se realiza usando enlaces cruzados entre satélite o enlaces intersatelitales (ISL). Una desventaja de usar un ISL es que el transmisor y receptor son enviados ambos al espacio. Consecuentemente, la potencia de salida del transmisor y la sensibilidad de entrada del receptor se limitan.

### **12.6.2. Localización automática de vehículos (LAV)**

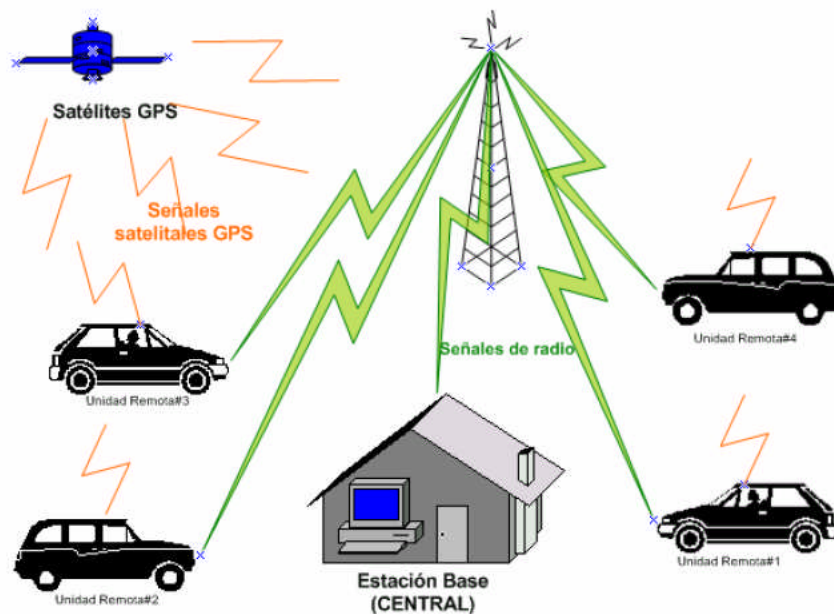
Es un sistema que se utiliza para conocer la ubicación de vehículos en tiempo real propiamente equipado. Un sistema mediante el cual en un mapa digitalizado en una computadora se puede localizar un vehículo terrestre, aéreo o marítimo que se encuentra en el globo terrestre.

Las tecnologías de localización que son utilizadas en los sistemas LAV pueden ser alguna de ellas, aunque pueden ser la combinación de ellas.

- Sistema de Posicionamiento Global (GPS).
- Postes de señales
- Radio basada en tierra

Los sistemas de localización de vehículos de forma automática se están desarrollando e implantando desde hace varios años, por lo cual las tecnologías disponibles en el mercado están bien aprobadas. Incluso la tecnología GPS ya se encuentra lo suficientemente aprobada como para la introducción de aplicaciones que garanticen su buen funcionamiento.

El Sistema de Posicionamiento Global es un sistema de radionavegación capaz de proveer un medio práctico de determinar posición y velocidad a un número ilimitado de usuarios.



**Figura 6.1:** Sistema LAV

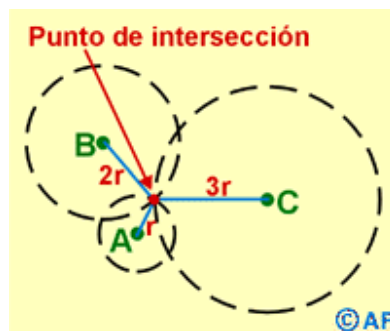
### ***Beneficios de utilizar Sistema LAV***

- Mejora de despacho y de la eficiencia operacional.
- Mejora en la confiabilidad del servicio
- Respuesta rápida a interrupción del servicio
- Provisión de información para ser utilizada con propósito de planificación

### 12.6.3. Como conocer donde estamos situados

El principio matemático de la triangulación permite establecer el punto sobre la Tierra sobre el cual estamos situados. Para ello será necesario conocer la distancia que nos separa de tres puntos de ubicación conocida y trazar tres círculos, cuyos radios ( $r$ ) se corresponden con esas distancias.

Supongamos que nos encontramos situados en un punto desconocido, cerca de otro al que llamaremos "A", cuyo radio es ( $r$ ); al doble de esa distancia ( $2r$ ) está situado el punto "B" y al triple de la distancia ( $3r$ ) el punto "C".



**Figura6.2:** principio matemático de la triangulación

Si trazamos sobre un mapa de la zona tres circunferencias, tomando como centro los puntos A, B y C y como valor de sus radios las distancias a escala reducida que nos separa del centro de cada círculo, el punto donde se cortan las circunferencias será el lugar donde nos encontramos situados.

Por supuesto, esta explicación sólo constituye una demostración matemática del principio de la triangulación, porque no sería lógico conocer dónde están situados esos tres puntos de referencia e incluso la distancia que nos separa de ellos y no conocer realmente el punto donde nos encontramos situados.

Sin embargo, si contáramos con un dispositivo capaz de calcular por sí mismo la distancia que nos separa de A, B y C, entonces sí sería posible ubicar nuestra posición. Es en ese principio en el que se basa, precisamente, el funcionamiento de los receptores GPS

#### **12.6.4. Como ubica la posición un receptor GPS**

Para ubicar la posición exacta donde nos encontramos situados, el receptor GPS tiene que localizar por lo menos 3 satélites que le sirvan de puntos de referencia. En realidad eso no constituye ningún problema porque normalmente siempre hay 8 satélites dentro del “campo visual” de cualquier receptor GPS. Para determinar el lugar exacto de la órbita donde deben encontrarse los satélites en un momento dado, el receptor tiene en su memoria un almanaque electrónico que contiene esos datos.

Tanto los receptores GPS de mano, como los instalados en vehículos con antena exterior fija, necesitan abarcar el campo visual de los satélites. Generalmente esos dispositivos no funcionan bajo techo ni debajo de las copas de los árboles, por lo que para que trabajen con precisión hay que situarlos en el exterior, preferiblemente donde no existan obstáculos que impidan la visibilidad y reduzcan su capacidad de captar las señales que envían a la Tierra los satélites.

El principio de funcionamiento de los receptores GPS es el siguiente:

**Primero:** cuando el receptor detecta el primer satélite se genera una esfera virtual o imaginaria, cuyo centro es el propio satélite. El radio de la esfera, es decir, la distancia que existe desde su centro hasta la superficie, será la misma que separa al satélite del receptor. Éste último asume entonces que se encuentra situado en un punto cualquiera de la superficie de la esfera, que aún no puede precisar.



**Segundo:** al calcular la distancia hasta un segundo satélite, se genera otra esfera virtual. La esfera anteriormente creada se superpone a esta otra y se crea un anillo imaginario que pasa por los dos puntos donde se interceptan ambas esferas. En ese instante ya el receptor reconoce que sólo se puede encontrar situado en uno de ellos.

**Tercero:** el receptor calcula la distancia a un tercer satélite y se genera una tercera esfera virtual. Esa esfera se corta con un extremo del anillo anteriormente creado en un punto en el espacio y con el otro extremo en la superficie de la Tierra. El receptor discrimina como ubicación el punto situado en el espacio utilizando sus recursos matemáticos de posicionamiento y toma como posición correcta el punto situado en la Tierra.

**Cuarto:** una vez que el receptor ejecuta los tres pasos anteriores ya puede mostrar en su pantalla los valores correspondientes a las coordenadas de su posición, es decir, la latitud y la longitud.

**Quinto:** para detectar también la altura a la que se encuentra situado el receptor GPS sobre el nivel del mar, tendrá que medir adicionalmente la distancia que lo separa de un cuarto satélite y generar otra esfera virtual que permitirá determinar esa medición.

Si por cualquier motivo el receptor falla y no realiza las mediciones de distancias hasta los satélites de forma correcta, las esferas no se interceptan y en ese caso no podrá determinar, ni la posición, ni la altura

## **12.7. Metodología**

Asumiendo la realidad dinámica, buscando la comprensión de los fenómenos y su perspectiva el proyecto utiliza dos métodos de investigación, el cuantitativo y cualitativo, este ultimo ofrece ventajas y le da validez y confiabilidad a la investigación científica.

Además la metodología utilizada para evaluar el sistema de monitoreo se basó en el análisis de un conjunto de variables agrupadas en tres categorías: alcance, eficiencia e impacto.

### **Alcance**

El alcance fue evaluado en función a la cobertura. También se consideraron otros datos sobre el sector económico al que pertenecen, su tamaño y su localización geográfica, entre otros, que permiten hacer juicios cualitativos adicionales sobre el alcance.

### **Eficiencia**

Para evaluar la eficiencia del sistema se consideró: el grado de satisfacción de los usuarios con respecto al mecanismo de entrega de datos sobre la ubicación del vehículo al momento de la petición.

### **Impacto**

El análisis de impacto debe considerar en la ejecución de actividades como asistencia técnica, capacitación y adaptación de tecnologías. Estas actividades pueden dar lugar a un tipo de impacto, por ejemplo una innovación en los servicios o una mejora para satisfacción del cliente.

## **12.8. Modelo operativo**

### **12.8.1. Operación del sistema**

Requiere de cierta infraestructura, o es posible utilizar los sistemas de comunicación existente o puede instalar uno para uso exclusivo del sistema. Se debe contar con un sistema de repetición, en buenas condiciones de operación, utilizar una vía de comunicación sencilla.

La ubicación del repetidor depende de la geografía de la región, se puede emplear un repetidor para voz. Es necesario que cada vehículo tenga un radio móvil con su antena para activar eficientemente al repetidor, también es necesario obtener puntos de conexión PTT, micrófono, audio para ser conectados al dispositivo de enlace de datos.

La ubicación de los vehículos es la respuesta a las necesidades de seguimiento, identificación y localización de las unidades móviles, capaz de efectuar la localización en tiempo real.

El receptor GPS recibe la información de los satélites y deduce su propia ubicación sin necesidad de transmitir en lo absoluto a los satélites, esta ubicación es transferida al dispositivo de enlace de datos, para que haga adecuada la señal para ser transmitida por un radio convencional a través de la vía confiable de comunicación. En la base el radio recibirá la señal de información y pasará al dispositivo de enlace de datos de la base para que convierta la señal de audio en información digital propia para la computadora.

#### **12.8.1.1. Estación Base**

La estación base será la central hacia donde llegarán los datos enviados por los móviles. Los datos serán procesados y mostrados mediante el software instalado previamente en la computadora.

En la estación base es necesario tener un radio base con puntos de conexión para su interfaz con el dispositivo de enlace de datos a utilizar de las mismas características del radio del vehículo.

En la estación base existe un TNC que recibe la señal del radio receptor y alimenta la información de datos a la computadora, mediante un programa interpreta la

información y la procesar para poder mostrar al usuario con una interfaz grafica amigable. Además un TNC entrega la información digital a la computadora por medio de un cable para puerto serial.

Requisitos de la central de comunicaciones

- Funciones necesarias que hacen al sistema flexible de operar, mantener y actualizar.
- Monitoreo en tiempo real de los datos de los vehículos.
- Funciones de ayuda al controlador al controlador a manejar las comunicaciones de voz y mensajes con los conductores.

### **Componentes**

**Computadora:** recibe información de latitud, longitud, número de satélites en uso y otra información. Es la interfaz con la que interactúa el usuario para transmitir y recibir información.

**Controlador terminal de nodos (TNC):** Opera en las bandas UHF y VHF, es una "pequeña caja negra" ubicada entre la computadora y la radio. Contiene software para controlar las transmisiones desde y hacia la estación y un modem que convierte la data de la computadora en tonos AFSK, para poder transmitirlos y luego convierte en data para la computadora, los tonos que son recibidos por la radio, es decir, posee el circuito asociado requerido para convertir comunicaciones entre la computadora (RS232) y el protocolo usado por radio paquete.

**Radio:** medio a través del cual se envía la información. Es importante que tenga puertos de entrada/salida para conectarse a dispositivos externos.

**Programa en la computadora:** utiliza sistemas de reporte de posición que pueden ejecutar el despliegado de múltiples objetivos en un mapa. Este programa cuenta con comandos fáciles de usar y proporcionar las herramientas necesarias para presentar

mapas a escala, se puede configurar según las necesidades del usuario mientras el software lo permita.

### **12.8.1.2.Unidades Remotas**

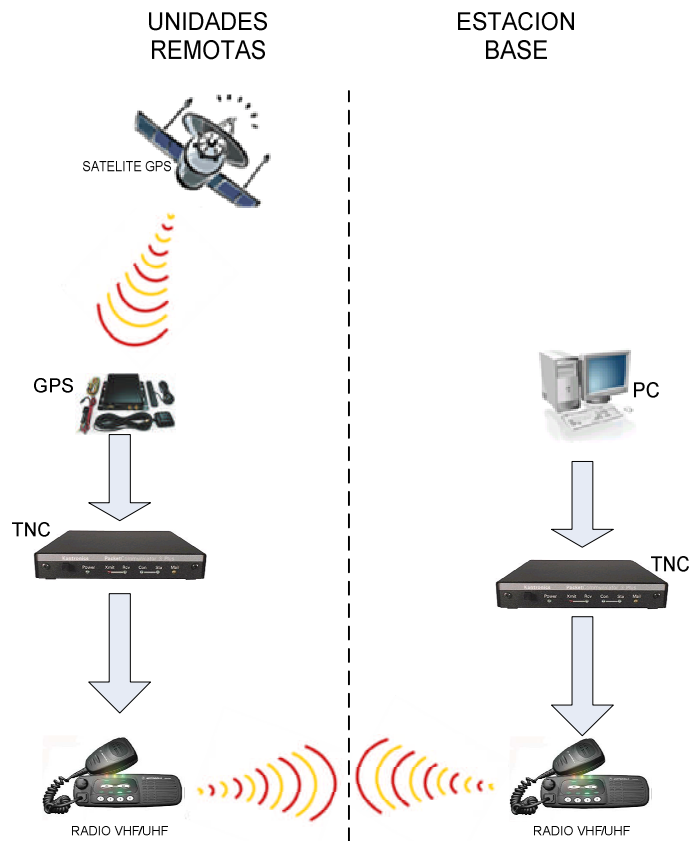
Las unidades remotas son vehículos que forman parte de la flota manejada por la estación central. Las unidades remotas pueden reportar su posición a la estación base cada determinado tiempo o por petición y dependiendo del software. Lo único diferente en utilizarse con respecto en las unidades remotas es el GPS.

#### **Componentes**

**GPS:** se necesita de este elemento en cada unidad remota para formar parte del sistema de localización. El receptor GPS debe cumplir con ciertas especificaciones, contar con un puerto de comunicaciones con salida de datos.

**TNC:** el sistema utiliza el mismo dispositivo de enlace de datos para UHF y VHF en la estación base como en las remotas. El TNC tiene una configuración diferente al del TNC de la base.

**Radio:** en cada unidad remota se necesita radios UHF/VHF, se lo configura para el adecuado funcionamiento en la unidad remota. El radio instalado en la unidad móvil debe formar parte de la misma red de radio que la estación base y el resto de las unidades remotas.



**Figura 6.3:** Esquema general del Sistema

### 12.8.2. Diseño del prototipo

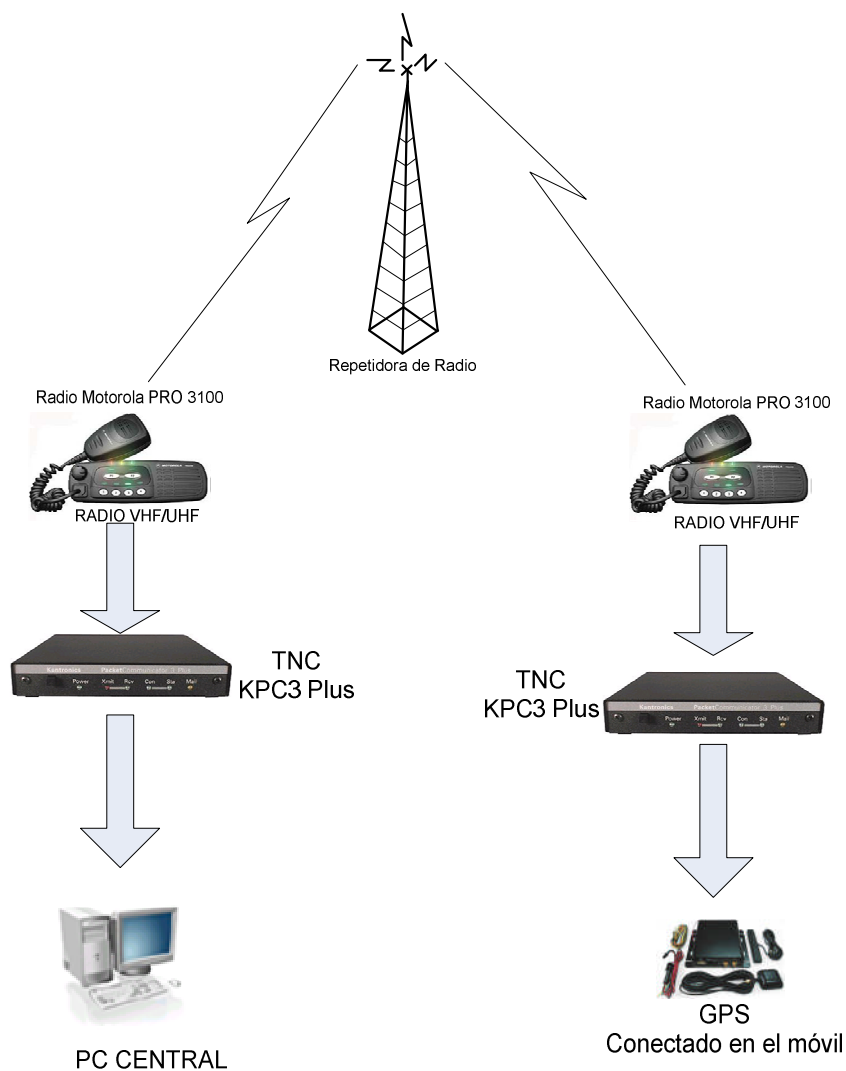
Describe los componentes y configuraciones utilizados, además el sistema que se diseñará.

#### 12.8.2.1. Diseño de la topología del sistema

Necesita definir su estructura básica de funcionamiento de acuerdo a los equipos y tecnología a utilizarse. Lo primero es seleccionar el método de localización usando la tecnología GPS en cada unidad móvil que forma parte del sistema. Luego el método

de modular y demodular las señales digitales a la salida del GPS para que puedan ser transmitidas por medio de la interfaz para ello utilizaremos el TNC.

Se requiere una red de radio en las bandas UHF/VHF montadas en los vehículos y en la central, el propósito es usar este tipo de comunicación inalámbrica para enviar a la información de posicionamiento desde las unidades remotas hasta la central. los datos recibidos en la central serán procesados y administrados de acuerdo a las necesidades de los usuarios dependiendo de la capacidad del software.



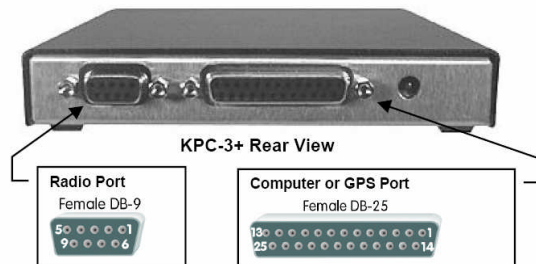
**Figura 6.4:** Esquema del sistema para la ubicación de un vehículo

### 12.8.2.2.Descripción de los componentes

**TNC:** Utilizado para procesar paquete de información y comunicarse con un equipo terminal. Consiste de un modem para comunicación como un transceiver. Tiene como funcionalidad:

- Trasladar las señales de audio en información digital y viceversa.
- Permitir funciones de control de información dependiendo de las necesidades de los usuarios.
- Permite la comunicación digital con la computadora.

Para el diseño de este proyecto se ha seleccionado el TNC marca Kantronics modelo KPC3 plus debido a que cumple con los requisitos necesarios para el desarrollo del sistema y es uno de los modelos más económicos que existe en el mercado. A continuación se presenta la vista posterior y frontal del TNC KPC3 Plus:



**Figura 6.5:** Parte posterior del TNC KPC3 Plus



**Figura 6.6:** Parte frontal del TNC KPC3 Plus

*Anexo 6.1: Descripción de pines de cada puerto y Especificaciones Técnicas de TNC KPC3 Plus*



**GPS:** El vehículo está provisto de un receptor GPS y un equipo de transmisión de datos inalámbrico (TNC y equipo de radio, etc.) con el cual envía en tiempo real los datos procesados por el GPS a una estación base, en la cual se realiza el monitoreo, visualización gráfica de la localización del vehículo y el almacenamiento de la información referida a sus recorridos. La información recibida en tiempo real incluye la hora, fecha, velocidad y posición del vehículo con latitud y longitud. Esta información desplegada sobre el Atlas Vial georeferenciado de las ciudades y carreteras, proporciona una forma visual y muy precisa del movimiento real del vehículo a distancia. En esta modalidad es posible saber la localización real del vehículo en cualquier momento.



**Figura 6.7:** Dispositivo GPS

Este dispositivo integra GPS, GSM, lo que le permite la comunicación de eventos por SMS, con una mayor rapidez y robustez en el envío, aún en condiciones desfavorables de cobertura celular.

**Radio:** los requerimientos para radio son: confiabilidad en el sistema de radiocomunicación, buena red de repetidoras y óptimas condiciones de operación del sistema.

La ubicación de las repetidoras es responsabilidad de la empresa que provee servicios de radio comunicación, cabe indicar que depende de la geografía de la región. Para la

implementación de este prototipo se usan radios de dos vías UHF marca Motorola modelo PRO3100.



**Figura 6.8:** Radio Motorola PRO3100

Este modelo cumple con los requerimientos necesarios para el desarrollo del prototipo, además son de calidad reconocida.

*Anexo 6.2: Especificaciones Técnicas de Radio Motorola PRO3100*

### **12.8.2.3. Diseño de la unidad remota**

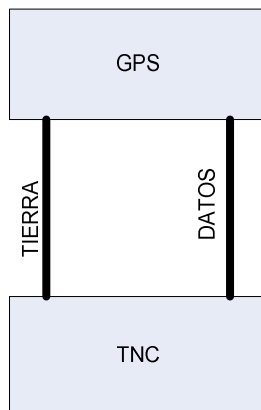
En el diseño de una Unidad Remota abarca factores tanto de hardware y software para poder implementar un sistema me permita combinar GPS con radiocomunicaciones para determinar la ubicación de un vehículo en tiempo real, para llevar a cabo es necesario que cada vehículo tenga un radio móvil con su antena adecuada para activar eficientemente al repetidor, es necesario que tenga puntos de conexión PTT, micrófono y audio para ser conectados al TNC KPC3 Plus.

#### ***Interfaces y conexiones***

Se encuentran bajo el marco de la capa física del modelo de referencia OSI.

#### ***Conexión GPS – TNC***

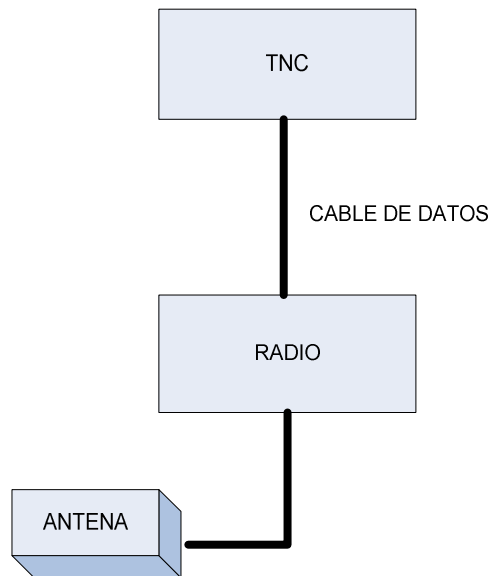
El GPS debe tener un puerto externo para obtener los datos de posición, compatible con RS-232



**Figura 6.9:** Conexión GPS-TNC

### ***Conexión TNC – Radio***

Se requiere que el radio cuente con una entrada adicional de micrófono, PTT y una salida de audio o un puerto para dispositivos externos.

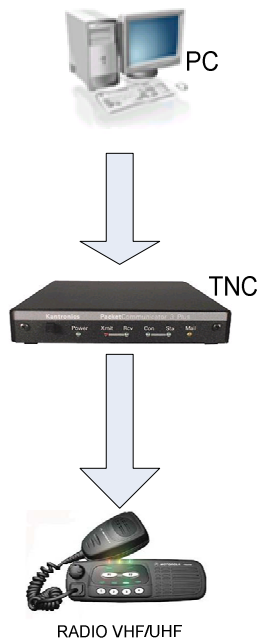


**Figura 6.10:** Conexión TNC-Radio

El radio Motorola tiene un puerto externo configurable para habilitar las señales de micrófono, PTT y audio a través de software. El cable para interconectar el TNC con el Radio y el GPS es uno solo.

#### 12.8.2.4. Diseño de la estación base

Entre los elementos que conforman una estación base tenemos: equipo terminal, TNC, Radio.



**Figura 6.11:** Componentes de una Estación Base

#### *Interfaces y conexiones*

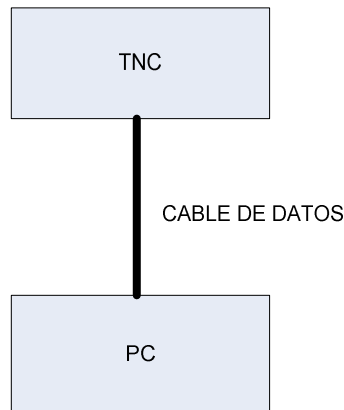
##### *Conexión Radio – TNC*

En esta conexión es de similar conexión que en la unidad remota, requiere que el radio cuente con una entrada adicional de micrófono, PTT y una salida de audio.

El cable para interconectar el TNC con el Radio es similar al usado en la unidad Remota con la única diferencia que en este caso este cable solo conecta al TNC y la Radio, no existe ningún otro dispositivo y el puerto usado en el TNC es el DB9.

### **Conexión TNC – PC**

El puerto DB-25 del TNC es el puerto de la computadora, esta conexión se la realiza mediante un puerto serial y empleando la interfaz RS-232.



**Figura 6.12:** conexión TNC – PC

Para el cable de conexión entre TNC – PC se emplea un conector DB-25 macho (lado del TNC) y un conector BD-9 o DB-25 hembra (lado de la computadora).

### **12.8.3. Desarrollo del Software**

El modelo de aplicación de software es una vista conceptual que se establece definiciones, reglas y relaciones que serán la estructura de la aplicación.

#### **12.8.3.1. Requerimientos generales del software**

Abstraer las funciones y servicios que involucran los componentes de hardware utilizados en el prototipo, en nuestro caso utilizaremos el software RASTRC que es compatible y de fácil manejo e instalación, cargar los mapas digitales a este software es poco demoroso pero no complicado, todo depende de que tan detallados sean los mapas para la ubicación exacta.

### *Atributos del sistema*

**Facilidad de uso:** El acercamiento y alejamiento de la vista del mapa será usando las teclas **I** y **O** respectivamente, además cuenta con una base de datos que me permitirá transmitir esta información al internet para que el usuario tenga accesibilidad ilimitada para vigilar la ubicación de su(s) vehículo(s).

**Tiempo de respuesta:** cuando se registra la posición de un vehículo, la actualización de información se lo realizara cada 5 minutos, esto puede ser modificada dependiendo de los requerimientos del usuario ya que el receptor GPS tiene temporizadores que pueden ser programados.

**Tolerancia a fallos:** se deberá notificar fallar en caso de desconexión física del PC y el TNC.

**Plataforma:** el programa podrá ejecutarse en el Sistema Operativo Windows 95/98.

### **12.8.3.2. Estructura general**

La configuración de hardware y necesidades del software se divide en dos capas. La estructura de la aplicación es la siguiente:



**Figura 6.13:** Estructura de la Aplicación prototipo

### Capa de interfaz y servicio de usuarios

En este nivel los datos de posición de un vehículo se presentaron en forma grafica al usuario.

### Capa de servicios y adquisición de datos

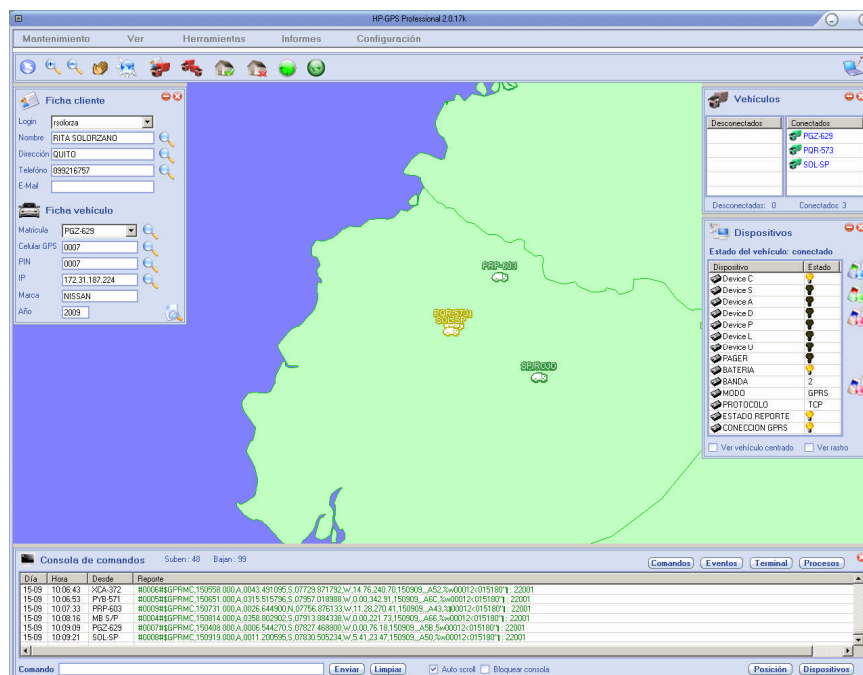
Se realiza la conexión con el TNC a través del puerto COM de la PC que se encargara de notificar la actualización de la posición del vehículo periódicamente.

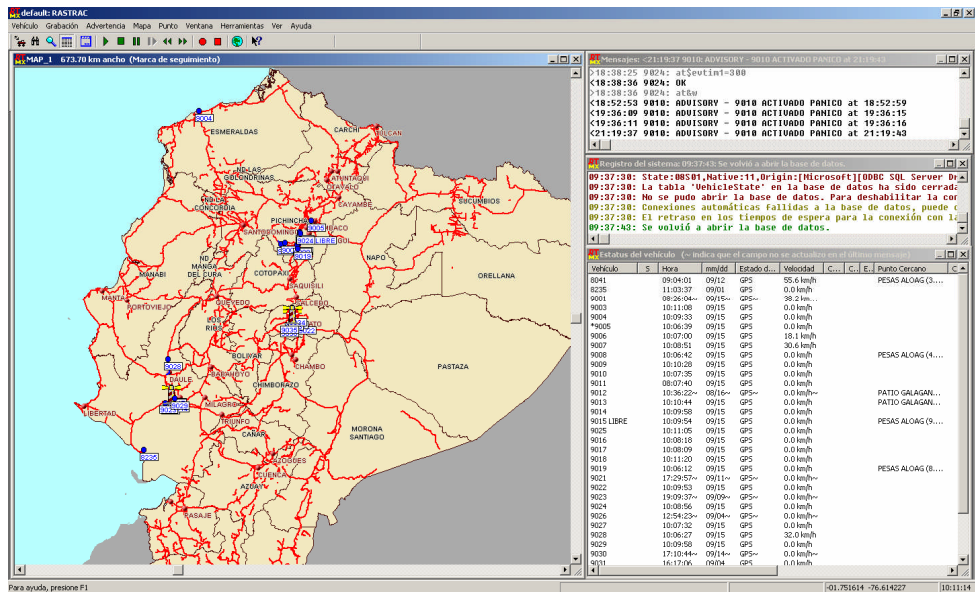
### 12.8.3.3. Diseño del componentes de adquisición de datos

El diseño del componente de adquisición de de datos está basado en tecnología ActiveX que agrupan propiedades y funciones para que puedan ser distribuidos y usados sin importar la implementación interna además permite que el software interactué uno con otro sin importar el lenguaje en el cual fue creado.

### 12.8.3.4. Análisis del componente de Interfaz Gráfica

En la figura 6.13 se presenta dos formas de pantalla de software utilizado en la localización de vehículos en tiempo real, de similares características.





**Figura 6.14:** Pantallas de Software utilizado para el prototipo

Cuando el usuario desee ver con más detalles el mapa donde se encuentra los vehículos, el sistema permitirá hacer acercamientos y alejamientos del mapa a través del manejo del ratón de la computadora y de teclas como O, I respectivamente.

Cuando la aplicación posea los datos de la ubicación de los vehículos, el sistema los podrá recibir para que se pueda visualizar sobre el mapa creando un registro con fecha, hora y posición.

Cuando se necesite presentar la posición específica de un vehículo, el sistema podrá moverse a la zona del mapa y presentar en pantallas los resultados de la búsqueda de la unidad móvil.

### 12.8.3.5. Diseño de la interfaz grafica

En el diseño de la interfaz física necesitaremos trabajar con base de datos, mapas digitalizados, archivos de mapas, etc.



La Base de datos de mapas indica el nombre y la ruta de la base de datos, que contiene la información sobre los mapas y sus coordenadas para que pueda visualizarse en el mapa de una región específica en la pantalla.

Los archivos de mapas es una propiedad importante debido a que especifica la ruta de los dibujos de los mapas (mapas digitales) que se visualizarán por el usuario.

En el diseño de la interfaz gráfica cuenta con el almacenamiento de la latitud y la longitud expresada en segundos para determinar la posición de un vehículo, cuya información es enviada por el GPS que se encuentra en cada unidad móvil.

Los datos de posición de una unidad y dependiendo del mapa, posee un parámetro opcional “seguimiento” el cual posiciona el móvil y lo hace visible en el mapa.

Además posee eventos de tipo programable como el tiempo que debe actualizar la posición de un vehículo, esto es el tiempo de reporte de la unidad móvil.

## **Bibliografía**

1. ESCALONA, Alberto Sendin (2004). Fundamentos de los sistemas de comunicaciones móviles. Primera Edición en español, Madrid
2. COUCH, León W. (1998). Sistemas de Comunicación Digitales y analógicos. Quinta Edición, México
3. RAMOS, Francisco (2007). Radiocomunicaciones
4. CORREIA, Paul (2002). Guía práctica del GPS
5. VUELVAPLUMA, S.L. Guía completa de protocolos de telecomunicaciones. Madrid
6. [www.utexas.edu](http://www.utexas.edu) (Texas University Web Site)
7. <http://ar.geocities.com/valdezda/informes/GPSInfo.htm>
8. <http://www.geocities.com/quest2002mx.html>
9. <http://iescalam.educa.aragon.es/Tecnolog/Miriam/telecomunicaciones.htm#telecomunicaciones>
10. <http://www.eclac.cl/transporte>
11. <http://www.kantronics.com>
12. <http://kh-gps.de/nmea-faq.htm>
13. <http://www.starcomsystems.com/>
14. <http://www.adlink.com.tw/>
15. <http://www.web-tronics.com/>

ANEXOS

## *Anexo 2.1: Requisitos Concesión (Sobre 30 MHz - VHF y UHF)*

### **PERSONA JURIDICA**

Para obtener la concesión de frecuencias para operar un sistema de radiocomunicación, el solicitante deberá presentar en la SENATEL los siguientes requisitos:

#### **Información Legal**

1. Solicitud dirigida al señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones, detallando el tipo de servicio al que aplica; e incluir el nombre y la dirección del representante legal.
2. Copia de la Cédula de Ciudadanía del Representante Legal.
3. Para ciudadanos ecuatorianos, copia del Certificado de votación del último proceso electoral del Representante Legal.
4. Registro Único de Contribuyentes (R.U.C.).
5. Nombramiento del Representante Legal, debidamente inscrito en el Registro Mercantil.
6. Copia certificada de la escritura constitutiva de la compañía y reformas en caso de haberlas.
7. Certificado actualizado de cumplimiento de obligaciones otorgado por la Superintendencia de Compañías o Superintendencia de Bancos, según el caso, a excepción de las instituciones estatales.
8. Fe de presentación de la solicitud presentada al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas para que otorgue el certificado de antecedentes personales del representante legal, a excepción de las instituciones estatales (original).
9. En el caso de Compañías o Cooperativas de transporte, deben presentar el Permiso de Operación emitido por la autoridad de transporte competente (Resol. 632-22-CONATEL-2004).

10. Otros documentos que la SENATEL solicite.

### **Información Financiera**

1. Certificado actualizado de no adeudar a la SENATEL.
2. Certificado de no adeudar a la SUPTEL.

### **Información Técnica**

1. Estudio técnico del sistema elaborado en los formularios disponibles en la página Web del CONATEL, suscritos por un ingeniero en electrónica y telecomunicaciones, con licencia profesional vigente en una de las filiales del Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Ecuador (CIEEE) y registrado para tal efecto en la SENATEL; debe adjuntar copia de la mencionada licencia.
2. En caso de necesitar la instalación de estaciones repetidoras, adjuntar copia del Contrato de Arrendamiento del Terreno o Copia de la Escritura del inmueble que acredite el derecho de propiedad del solicitante, e indicar las dimensiones.

### **Información Técnica - Operativa**

Memoria técnica del sistema, elaborada y suscrita por un Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, inscrito en una de las filiales del Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Ecuador (CIEEE); en el que se indicará entre otros los siguientes aspectos:

- a. Descripción de los servicios que ofrecerá, con los detalles de las facilidades y limitaciones del sistema;
- b. El proyecto técnico, identificando el área de cobertura, la capacidad de abonados del sistema, el plazo de puesta en operación del sistema, características de los equipos a instalar, etc.;
- c. Procedimientos de administración, operación, mantenimiento y gestión del sistema que se propone instalar;

- d. Descripción del sistema de facturación y atención al cliente que se propone instalar; y,
- e. Descripción de los procedimientos que propone, para facilitar el control técnico que la SUPTEL debe realizar.

**NOTA:**

- Las copias simples y/o certificadas deben ser legibles;
- Las copias certificadas se entiende como copias notariadas o certificadas por la autoridad competente;
- El nombramiento del representante legal debe estar inscrito en el Registro Mercantil; excepto en los casos que no exista esta dependencia, para lo cual se hará dicha inscripción en el Registro de la Propiedad, en el Libro Mercantil; y,
- En caso de ciudadanos extranjeros que residan en el país, deberá entregar una copia de la cédula de identidad o del pasaporte con la respectiva visa.

**PERSONA NATURAL**

Para obtener la concesión de frecuencias para operar un sistema de radiocomunicación, el solicitante deberá presentar en la SENATEL los siguientes requisitos:

**Información Legal**

1. Solicitud dirigida al señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones, detallando el tipo de servicio al que aplica; e incluir el nombre y la dirección del solicitante.
2. Copia de la Cédula de Ciudadanía.
3. Para ciudadanos ecuatorianos, copia del certificado de votación del último proceso electoral.
4. Copia del Registro Único de Contribuyentes (R.U.C.).

5. Fe de presentación de la solicitud presentada al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas para que otorgue el certificado de antecedentes personales del solicitante (original).
6. Otros documentos que la SENATEL solicite.

### **Información Financiera**

1. Certificado actualizado de no adeudar a la SENATEL.
2. Certificado de no adeudar a la SUPTEL.

### **Información Técnica**

1. Estudio técnico del sistema elaborado en los formularios disponibles en la página Web del CONATEL, suscrito por un ingeniero en electrónica y telecomunicaciones, con licencia profesional vigente en una de las filiales del Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Ecuador (CIEEE) y registrado para tal efecto en la SENATEL; debe adjuntar copia de la mencionada licencia.
2. En caso de necesitar la instalación de estaciones repetidoras, adjuntar copia del Contrato de Arrendamiento del Terreno o Copia de la Escritura del inmueble que acredite el derecho de propiedad del solicitante, e indicar las dimensiones.

### **Información Técnica - Operativa**

Memoria técnica del sistema, elaborada y suscrita por un Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, inscrito en una de las filiales del Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Ecuador (CIEEE); en el que se indicará entre otros los siguientes aspectos:

- a. Descripción de los servicios que ofrecerá, con los detalles de las facilidades y limitaciones del sistema;

- b. El proyecto técnico, identificando el área de cobertura, la capacidad de abonados del sistema, el plazo de puesta en operación del sistema, características de los equipos a instalar, etc.;
- c. Procedimientos de administración, operación, mantenimiento y gestión del sistema que se propone instalar;
- d. Descripción del sistema de facturación y atención al cliente que se propone instalar; y,
- e. Descripción de los procedimientos que propone, para facilitar el control técnico que la SUPTEL debe realizar.

**NOTA:**

- Las copias simples y/o certificadas deben ser legibles;
- Las copias certificadas se entiende como copias notariadas o certificadas por la autoridad competente;
- En caso de ciudadanos extranjeros que residan en el país, deberá entregar una copia de la cédula de identidad o del pasaporte con la respectiva visa.



***Anexo 2.2: Requisitos para la obtención del permiso de los Servicios de Valor  
Agregado.***

**PERSONA NATURAL**

1. Solicitud dirigida al Señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones
2. Copia del RUC
3. Copia de la cédula de identidad
4. Copia del último certificado de votación
5. Anteproyecto técnico elaborado y suscrito por un ingeniero en electrónica y/o telecomunicaciones (debidamente colegiado, adjuntar copia de la licencia profesional).
6. Certificado de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la presentación de servicios de telecomunicaciones del solicitante incluido la información de imposición de sanciones en el caso de haberlas.

**COMPAÑÍAS**

1. Solicitud dirigida al Señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones
2. Escritura de constitución de la empresa domiciliada en el país
3. Nombramiento del representante legal, debidamente inscrito en el Registro Mercantil.
4. Certificado de obligaciones emitido por la Superintendencia de Compañías.
5. Copia del RUC
6. Copia de la cédula de identidad del Representante Legal
7. Copia del último certificado de votación del Representante Legal.
8. Anteproyecto técnico elaborado y suscrito por un ingeniero en electrónica y/o telecomunicaciones (debidamente colegiado, adjuntar copia de la licencia profesional).

9. Certificado de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la presentación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas incluida la información de imposición de sanciones en el caso de haberlas

**El Anteproyecto Técnico debe contener lo siguiente:**

1. Diagrama técnico detallado del sistema
2. Descripción y alcances detallados de cada servicio que desea ofrecer
3. **Conexión Internacional:** si es infraestructura propia presentar la correspondiente solicitud de permiso de Operación de Red Privada, con todos los requisitos que se establecen para el efecto y si es provista por una empresa portadora autorizada, deberá presentar la carta compromiso de la provisión del servicio.  
**Conexión entre Nodos:** si es infraestructura propia presentar la correspondiente solicitud de permiso de Operación de Red Privada, con todos los requisitos que se establecen para el efecto y si es provista por una empresa portadora autorizada, deberá presentar la carta compromiso de la provisión del servicio.  
**Modalidades de acceso:** descripción detallada de las mismas.
4. Ubicación geográfica inicial del sistema, especificando la dirección de cada Nodo y su descripción técnica.
5. Diagrama técnico detallado de cada Nodo, y especificaciones técnicas de los equipos.
6. Estudio y proyecto de factibilidad económica, mismo que debe incluir: inversión inicial y de los 3 primeros años, recuperación y plan comercial.
7. Requerimientos de conexión con alguna red pública de Telecomunicaciones.

Para efecto del estudio técnico se considera como Nodo al sitio de concentración y distribución de usuarios. Nodo principal aquel Nodo(s) por el cual se realiza la conexión Internacional.

*Anexo 6.1: Especificaciones Técnicas y Descripción de pines de cada puerto de  
TNC KPC3 Plus*

**KPC-3+ Specifications**

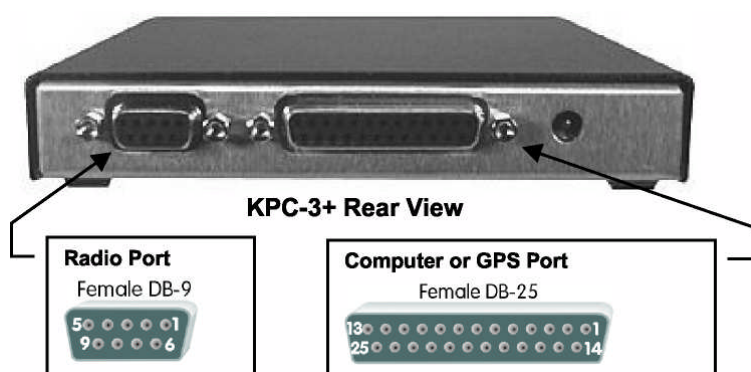


<b>Dimensions (H×W×D)</b>	0.8"×5.2"×5.2" (21 mm × 133 mm × 133 mm) without projections
<b>Weight</b>	11 oz (0.32 kg)
<b>Power Requirements</b>	
<b>Voltage</b>	DC 6 V to 25 V
<b>Current</b>	< 30 mA (LEDs on, unit active) < 15 mA (LEDs off, unit inactive)
<b>External Power Connector</b>	2.1 mm coaxial, center pin positive
<b>Internal Power Connector</b>	Circuit board accommodates user-installed 9 V battery connector
<b>External Signal Ports</b>	DB-9 female (radio port) DB-25 female (computer/data terminal)
<b>Watchdog Timer Period</b>	approx. 2.5 minutes
<b>External Carrier Detect</b>	Pulldown to ground

<b>Analog Measurement Inputs (A/D Converter)</b>	Two inputs; 0 V to +5 V, 8-bit accuracy
<b>Data Rate (radio port)</b>	1200 bps (default); 300, 400, 600
<b>PTT Output</b>	Open drain, max +50 V dc, max 200 Ma
<b>Audio Output Level</b>	Continuously adjustable from 1 mV p-p to 4 V p-p
<b>Audio Output Impedance</b>	600 Ohm, AC coupled
<b>Modulation</b>	1200 bps FSK full duplex CCITT V.23
<b>Audio Input:</b>	1300 Hz/2100 Hz
<b>Sensitivity</b>	5 mV p-p
<b>Dynamic Range</b>	70 dB
<b>Input Impedance</b>	Unbalanced, 10 kOhm (600 Ohm with jumper J 3 installed)
<b>Max Audio Input Voltage</b>	±12 V dc; 35 V p-p sinusoidal
<b>Operating Modes</b>	Packet, WEFAX, KISS, XKISS, HOST, GPS, MODEM (RX only)
<b>LED Indicators</b>	Power, Xmit, Rcv, Connected, Status, Mail (user option on/off)
<b>Remote Control Access</b>	All controller functions, user-defined password
<b>External Reset</b>	Pulldown to ground
<b>Operating Protocols</b>	AX.25 Levels 1 and 2 (user-selectable)
<b>Compliance</b>	FCC Class B; Europe - CE Conformity



## Kantronics KPC-3+ Port Pinout Information



### Radio Port (DB-9) Pin-out:

Pin no.	Signal name	Function	Related Jumpers
1	TXA	Transmit audio (AFSK out)	J9
2	XCD	External carrier detect (transmit inhibit) input or (via software command w/ 8.2 or higher firmware version) alternate GPS Input port	Software Command
3	PTT	Push-to-talk (to radio PTT/transmitter enable input)	
4	CTRLB/AN0	Control line B (or AN0 input)	J8
5	RXA	Receive audio (AKSK in)	J3, J4
6	GND	Ground	
7	EXT-IN	External input for Power/Reset	J6, J7
8	CTRLA /AN1	Control line A (or AN1 input)	J10
9	GND / RESET	Ground or Reset Input (jumper selectable – J5)	J5

To find corresponding pin-outs for many radios, visit [www.packetradio.com](http://www.packetradio.com).

### Port-Related Jumpers

J3: Input Impedance Select	1	2		RXA input impedance 10 k . (default)
	1	2		RXA input impedance 600 .
J4: Radio Port Pin 9 Function Select	1	2		Input Equalization on.
	1	2		Input Equalization off. (default)
J5: Radio Port Pin 9 Function Select	1	CTR	2	Radio Port pin 9 is ground. (default)
	1	CTR	2	Radio Port pin 9 is external reset input.

J6: EXT-IN Reset / Input Select	<b>1</b> <b>CTR</b> <b>2</b>	EXT-IN is external reset input.
	<b>1</b> <b>CTR</b> <b>2</b>	EXT-IN is external power input.
	<b>1</b> <b>CTR</b> <b>2</b>	EXT-IN not connected. (default)
J7: EXT-IN Port Select	<b>1</b> <b>CTR</b> <b>2</b>	EXT-IN connects via Computer Port pin 13.
	<b>1</b> <b>CTR</b> <b>2</b>	EXT-IN connects via Radio Port pin 7. (default)
J8: Analog Input AN0 (channel 0) port select	<b>1</b> <b>CTR</b> <b>2</b>	Radio port pin 4
	<b>1</b> <b>CTR</b> <b>2</b>	Computer port pin 18
J9: (NOR/HT) Configures the AFSK output line	<b>NOR</b> <b>CTR</b> <b>HT</b>	Normal, for base station use. (default)
	<b>NOR</b> <b>CTR</b> <b>HT</b>	AFSK output line also serves as PTT (for HT radios)
J10: Analog Input AN1 (channel 1) port select	<b>1</b> <b>CTR</b> <b>2</b>	Radio port pin 8
	<b>1</b> <b>CTR</b> <b>2</b>	Computer port pin 11

### Computer / GPS Port (DB-25) Pin-out:

Pin no.	Signal name	Function	Related Jumpers
1	FG	Frame Ground. Connected to the equipment chassis as a safety ground.	
2	TXD	Transmit Data: Carries data from a computer or GPS to the KPC-3+	
3	RXD	Receive Data: Carries data from KPC-3+ to a computer	
4	RTS	Request to Send. Tells the KPC-3+ when the computer is ready to accept more input from the KPC-3+. Used for hardware flow control.	
5	CTS	Clear to Send. Indicates whether KPC-3+ is ready to accept more input from the computer. Used for hardware flow control.	
7	SG	Signal Ground. Common reference line for signals. (Internally tied to frame ground in the KPC-3+).	
6	DSR	Data Set Ready. Indicates the KPC-3+ is powered up.	
8	DCD	Data Carrier Detect. Signals the status of the current I/O stream to your computer. If you are connected to another packet station on the current I/O stream, this output will have a positive voltage on it. If you are disconnected, the voltage on this output will be negative.	
11	None / AN1	None / Analog Input channel 1 (jumper selectable)	J10
13	None / EXT-IN	None / External Power Input / External Reset Input (jumper selectable)	J6, J7
18	None / AN0	None / Analog Input channel 0 (jumper selectable)	J8
20	DTR	Data Terminal Ready. Usually indicates when the computer's port is active. Currently ignored by the KPC-3+	

# PRO3100™

## Radio Móvil Profesional



El radio PRO3100 de Motorola le brinda una simple y confiable solución comercial que otorga las funciones básicas para mantener a sus equipos de trabajo activos y en constante contacto.

Ideal para las organizaciones con

requerimientos moderados de comunicación, el radio PRO3100 ofrece funcionalidad sencilla, pero de alto desempeño. Sus características principales brindan lo esencial para mantener una comunicación constante y eficiente, incluyendo capacidades limitadas de señalización y dos botones programables.

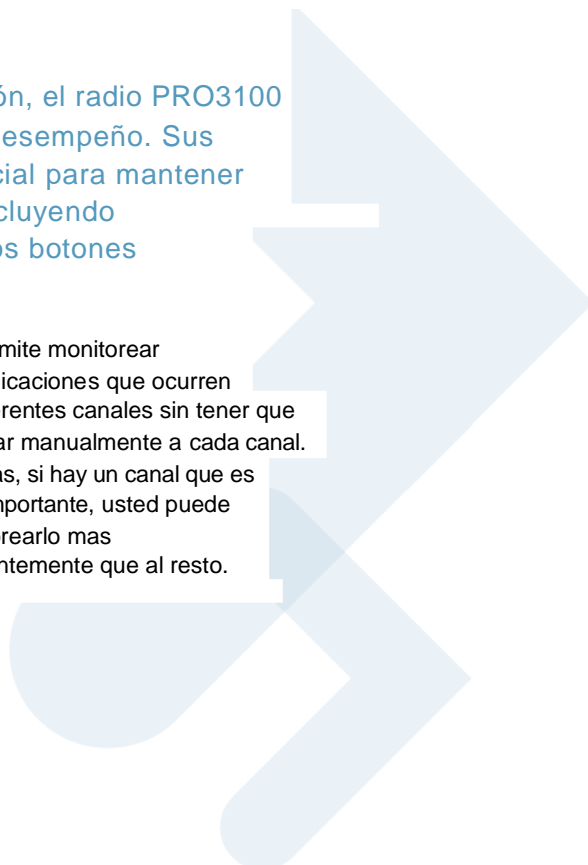
### Beneficios

#### Compresión de Voz

La función del audio X-Pand™ de Motorola y un parlante delantero asegura un sonido claro y nítido aun en sitios de alto ruido. Con el radio móvil PRO3100, la comunicación eficiente no podría ser mejor.

#### Rastreo con Prioridad

Le 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 sus comunicación cerca del oído adaptándole un parlante externo. Aún en ambientes de alto ruido los mensajes podrán ser oídos claramente.

### **Espaciamento Conmutable entre Canales**

Cada canal puede ser programado con espaciamento de 12.5 kHz o 25 kHz que permite, por una simple inversión, retener su valor durante los cambios regulatorios gubernamentales.

### **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.

### **Características**

- 4 Canales
- PTT-ID (envío)
- Inhibición Selectiva del Radio (recepción)
- Monitoreo
- Rastreo con Prioridad
- Bloqueo de Canal Ocupado
- Limitador de tiempo de transmisión
- Eliminación de Canal no Deseado
- Botones Intercambiables
  - CSQ / PL / DPL / Inv-DPL
  - Puerto para Tarjetas Opcionales



GENERALES	BAJA POTENCIA	ALTA POTENCIA
Dimensiones	Largo x Ancho x Alto	
	177 mm x 176 mm x 56 mm	189 mm x 176 mm x 56 mm
Peso	1.43 kg	1.59 kg
Consumo de corriente (típica)	270 mA	
Audio Recibido @ Audio Nominal con Parlante Interno de 3 W @ 22 Ω	600 mA	
@ Audio Nominal con Alto-Falante 7.5 W @ 8 Ω	1.2 A	
@ Audio Nominal con Alto-Falante 13 W @ 3.2 Ω	1.7 A	
Transmisión	6 A @ 25 W / 9 A @ 45 W (VHF) / 40 W (UHF)	
Números de Modelo	LAM25KHC9AA1 _N	LAM25KCC9AA1 _N

**BAJA POTENCIA**

1 - 25 W



	LAM25RHC9AA1 _N	LAM25RKC9AA1 _N
	LAM25SHC9AA1 _N	LAM25SKC9AA1 _N
Espaciamiento de Canal	12.5 /20 / 25 kHz	
Rango de Frecuencia /	VHF 136-174 MHz / AZ492FT3796	VHF 136-174 MHz / AZ492FT3795
Aprobación de FCC	UHF 403-470 MHz / AZ492FT4830	UHF 403-470 MHz / AZ492FT4835
	UHF 450-527 MHz / AZ492FT4829	UHF 450-520 MHz / AZ492FT4836
Estabilidad de Frecuencia (-30°C a +60°C, +25°C Ref.)	±2.5 ppm	

**TRANSMISOR**

**ALTA POTENCIA**

Prueba de Vida Acelerada Motorola

Potencia de Salida RF	25-45 W (VHF) 25-40 W (UHF)	
Limitación de Modulación	±2.5 @ 12.5 kHz / ±4.0 @ 20 kHz / ±5.0 @ 25 kHz	
Zumbido e Ruido FM (típico)	@12.5 kHz	@25 kHz
Emissiones Conducidas / Radiadas	-45 dB @ 25 kHz / -40 dB @ 12.5 kHz	
Respuesta de Audio	TIA 603	
(0.3 - 3 kHz) Distorsión de Audio (típica)	-57 dBm < 1 GHz / -47 dBm > 1 GHz	
	VHF -45 dB	VHF -50 dB
	UHF -43 dB UHF -48 dB -36dBm < 1 GHz / -30 dBm > 1 GHz	
	TIA 603	
	2%	

Normas Militares MIL-SPECS 810 C, D, E

Cumple con el estándar IP54

Para mayor información comuníquese con su representante de Motorola.

**RECEPTOR**

	@ 12.5 kHz	0.22 μV	@ 25 kHz
Sensibilidad (12 dB SINAD) EIA (típica)			
Intermodulación	VHF 75 dB		VHF 78 dB
	UHF 75 dB		UHF 75 dB
TIA 603	VHF 65 dB		VHF 80 dB
	UHF 65 dB		UHF 75 dB
Selectividad de Canal	VHF 75 dB		VHF 80 dB
Audio Nominal Parlante Interno	3 W @ 22Ω		
Rated Audio Parlante Externo	7.5 W @ 8Ω / 13 W @ 3.2Ω		
Distorsión de Audio	2%		
@ Audio Nominal (típica)			
Zumbido y Ruido			

Respuesta de Audio (0.3 - 3 kHz) Emisión de Espurias Conducidas