

# **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LOCALIZACIÓN AUTOMÁTICA DE VEHÍCULOS UTILIZANDO UNA RED PRIVADA DE RADIO EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**

Daniela Aguilar Espinoza <sup>1</sup>, Christian Blum de la Paz <sup>2</sup>, Fernando Mayorga Castro <sup>3</sup>, Hernán Córdova <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ingeniero Electrónico en Telecomunicaciones 2003

<sup>2</sup> Ingeniero Electrónico en Telecomunicaciones 2003

<sup>3</sup> Ingeniero Electrónico en Telecomunicaciones 2003

<sup>4</sup> Director de Tesis, Ingeniero Electrónico en Telecomunicaciones, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 199 , Profesor de la ESPOL desde 199

## **RESUMEN**

En este proyecto de tesis se realiza el diseño de un prototipo escalable que se presenta como un sistema para la localización de móviles. Consta de una infraestructura de radio previamente existente montada sobre una flota de vehículos, teniendo como base una estación central. El propósito es de utilizar hardware adecuado para lograr la comunicación de datos de posicionamiento provenientes de equipos GPS hacia la estación central. En esta base se contará con un software desarrollado para la adquisición, procesamiento y visualización gráfica de los datos transmitidos desde los vehículos hasta la estación central.

Se realiza la configuración de los componentes involucrados en el sistema como los es un MODEM inteligente llamado TNC que funciona mediante el protocolo AX.25 y es utilizado para modular y demodular dentro de bandas de radio UHF/VHF. Se elaboran las interfaces adecuadas para permitir el proceso de intercambio de información digital a través de un medio analógico. La implementación de este sistema se lo realiza tomando en cuenta el ambiente real en el cual funcionará. Por esto, se incluyen estudios estadísticos sobre mediciones de tráfico y ocupación del canal de radio para verificar la funcionalidad y eficiencia del sistema una vez implementado en una flota de vehículos.

El software, parte fundamental del sistema, además de adquirir los datos de posicionamiento que recibe de los vehículos, brinda muchas más funcionalidades como la presentación de mapas en formato de digital de la ciudad de Guayaquil, la representación gráfica de la posición de los móviles sobre los mapas, las coordenadas geográficas de la ubicación de la unidad remota, y permite a la estación central preguntar a uno de los móviles en específico sobre su posición

actual en cualquier momento dado, aparte de el reporte automático de las unidades en intervalos de tiempo programables.

## 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 empresas de Telecomunicaciones inundan el mercado con servicios de Datos que pueden ser desde mensajes cortos de texto, mensajes de avisos por parte del operador, ubicación de paquetes, personas, vehículos e inclusive, consultas a bases de datos y acceso a redes como el Internet.

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.

En consecuencia, se tratará de fusionar infraestructura de Datos en Redes sin este tipo de servicios para implementar un sistema de localización de vehículos en el casco urbano.

La Localización Automática de Vehículos es un método avanzado de rastreo y monitoreo. Cada vehículo está provisto con un dispositivo que recibe los signos de los satélites de GPS. El receptor de GPS determina su situación actual y velocidad. Estos datos pueden ser almacenados o pueden ser directamente transmitidos a un centro de operación. La posición actual puede mostrarse en un PC que contenga un software con mapas de la ciudad.

## CONTENIDO

### **Capítulo 1 Sistema de Localización Automática de Vehículos**

Existen una gran cantidad de actividades en las cuales el conocimiento de la posición de un vehículo, y la posibilidad de mantener una comunicación de datos con el móvil es desde útil hasta imprescindible.



**Figura ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento. Sistema LAV**

Un sistema LAV se utiliza para conocer la ubicación de unidades móviles propiamente equipadas. Este sistema es muy conocido en los Estados Unidos como AVL (Automatic Vehicle Location) o sistema de rastreo de vehículos (Vehicle Tracking System).

El sistema LAV emplea el sistema actual de satélites GPS para determinar la ubicación de vehículos equipados con un transmisor y un modem.

La posibilidad de monitorear los vehículos equipados con este sistema implica que pueda mejorarse la gestión de los recursos tanto desde el punto de vista de la eficacia operativa, como económica.

Los sistemas LAV se están desarrollando e implantando desde hace varios años, por lo cual las tecnologías disponibles en el mercado están bien probadas. Incluso la tecnología GPS, que es la más nueva de las tecnologías de localización, ya se encuentra lo suficientemente probada y madura, como para que la decisión de introducirla en una aplicación LAV garantice su buen funcionamiento.

Lo primordial es tener una vía confiable de comunicación. Se debe contar con un sistema de repetición, en buenas condiciones de operación, y es posible aún, utilizar una vía de comunicación sencilla (Simplex, sin repetidor), siempre y cuando represente una vía confiable de comunicación.

La ubicación del repetidor depende de la geografía de la región. Se puede emplear un repetidor que se utilice para voz, una observación importante es, que en un repetidor de voz que está siendo utilizado para conversaciones, la información de posición debe de ser programada a intervalos razonables de tiempo para que permita el tráfico de voz.

Es necesario que cada vehículo tenga un radio móvil con su antena adecuada para activar eficientemente al repetidor. Este puede ser casi cualquier radio y es necesario obtener de ellos puntos de conexión de PTT, micrófono, audio. Estos puntos se usan para ser conectados al dispositivo de enlace de datos.

El sistema de localización automática de vehículos, es la respuesta a las necesidades de seguimiento, identificación y localización de las unidades móviles ya sea se trate de administración de flotillas, transporte de valores o para prevención de daño de la integridad física de los ocupantes del vehículo.

El sistema es capaz de efectuar la localización en “tiempo real”, esto es, la información puede enviarse tan rápido como se va generando.

## **Capítulo 2 Diseño del Sistema de Localización Automática de Vehículos**

Este capítulo describe los componentes usados y sus configuraciones, así también la arquitectura de comunicación que será implementada, reflejando las funciones que competen a la capa física, capa de enlace de datos del Modelo OSI.

El sistema de localización automática de vehículos necesita tener bien definida su estructura básica de funcionamiento, de acuerdo a los equipos y tecnologías a utilizarse. En la parte de diseño del sistema se ha escogido las herramientas tecnológicas, y equipos que se consideran adecuados para el total cumplimiento de los objetivos. Lo primero es escoger el método de localización, utilizando la tecnología GPS en cada unidad móvil que forma parte del sistema. Luego, escoger el método adecuado de modular y demodular las señales digitales a la salida del GPS, para que puedan ser transmitidas por medio de la interfaz aérea. Es así que se ha escogido un modem inteligente o TNC.

Se requiere una red de radio para las bandas UHF/VHF montada en los móviles y en la central , el propósito es usar este tipo de comunicación inalámbrica para enviar la información de posicionamiento y otros datos de ser el caso, desde las unidades remotas o móviles hasta la central. Los datos recibidos por la central deberán ser procesados y administrados de acuerdo a las necesidades que se presenten por parte del usuario, y a la capacidad del software disponible.

## 2.1 Descripción de los Componentes

En esta sección se hace referencia detallada de todos los componentes involucrados en el sistema LAV. Aquí se describe la función y las detalles técnicos de los elementos escogidos para el desarrollo del prototipo.

### TNC

TNC son las abreviaturas de Controlador Terminal de Nodo, consiste primordialmente de un modem para comunicación con un transciever y microcomputador con un propósito especial llamado PAD ( Packet Assembler/Disassembler), usado para procesar paquetes de información y comunicarse con un terminal o computador.

Las funciones principales del TNC son:

- Trasladar las señales de audio en información digital y viceversa.
- Permitir algunas funciones para control de información
- Comunicación digital con la computadora.
- Soporta protocolo NMEA 0183

En la figura 2 se observa el TNC Kantronics KPC 3 Plus

En la figura 3 se puede observar la arquitectura de un TNC marca Kantronics modelo KPC3 Plus, versión firmware 8.3 el cual ha sido escogido para el desarrollo del sistema LAV.

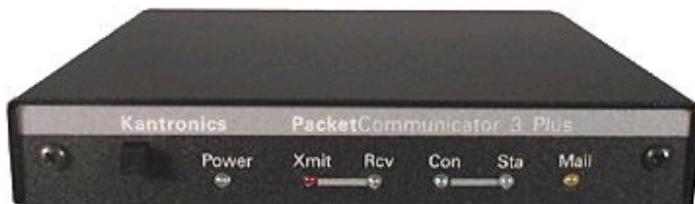
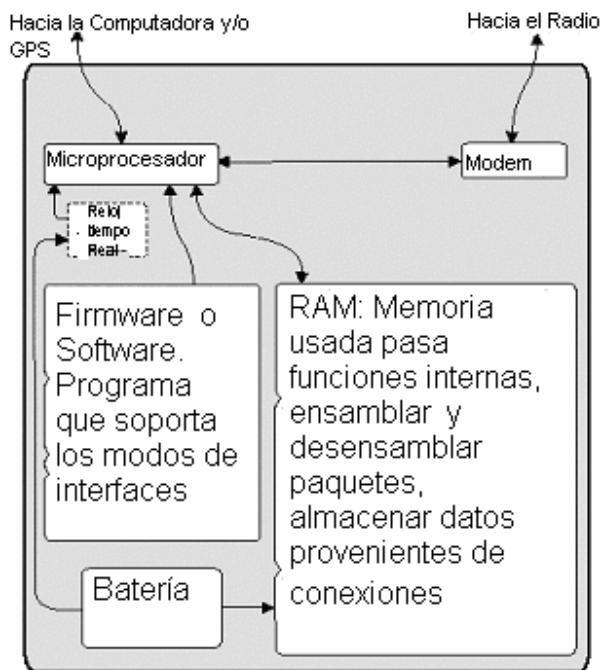


Figura 2 Vista Frontal del TNC Kantronics KPC3 Plus



**Figura 1 Arquitectura Interna del KPC3 Plus**

## GPS

El sistema LAV opera en base al uso del Sistema de Posicionamiento Global.

El Sistema de Posicionamiento Global es un sistema de radionavegación basado en el uso de satélites, capaz de proveer un medio práctico de determinar posición y velocidad a un número ilimitado de usuarios. Y todas las personas que se vean beneficiados con saber con exactitud dónde se encuentran, qué tan rápido se mueven y qué hora es, serán pronto influenciadas con esta tecnología de la era espacial y de información.

La diferencia entre los GPS radica en algunos puntos como: la exactitud con la que brindan las coordenadas, aplicaciones de bases de datos, introducción de mapas, extracción de datos hacia una computadora y estos factores son los que diferencian tanto tecnología como en precio.

Para el desarrollo del prototipo del sistema LAV se requiere un GPS que brinde funciones básicas tales como: ubicación, es decir longitud, latitud, altitud, la hora UTC e incluso la velocidad.

Por lo expuesto anteriormente, se concluye que se puede emplear cualquier GPS existente en el mercado que brinde estas características y que posea un puerto con salida de datos NMEA. El GPS que se consiguió para el prototipo es el GPS Garmin modelo Etrex Legend.



**Figura 3 GPS Garmin Etrex Legend**

## RADIO

Los requerimientos para la radio son: confiabilidad en el sistema de radiocomunicación, buena red de repetidoras y optimas condiciones de operación del sistema.

La ubicación del repetidor es responsabilidad en este caso de la empresa que provee el servicio de radio comunicación, cabe señalar que depende de la geografía de la región.

Para la implementación de este sistema se usan radios de dos vías UHF marca Motorola Modelo PRO3100.

A continuación se detallan ciertas características:

- Identificador de Llamadas PTT-ID (envío)
- Bloqueo de canal ocupado
- Limitador de tiempo de transmisión
- Conector para accesorios
- Rastreo
- Botones intercambiables
- Códigos de líneas privadas

Estas radios pueden ser usadas como estación base, mediante la incorporación de una fuente de poder, cable y antena.



**Figura 4 Radio Motorola PRO 3100**

Luego de configurar adecuadamente todos estos componentes, se procede a desarrollar la presentación de los datos en la central por medio de un software que permita visualizar de manera amigable el posicionamiento de las unidades remotas desde la central. Esta adquisición de datos, presentación de mapas en formato digital, y otras funcionalidades se presentan en el desarrollo del software.

### **Capítulo 3 Desarrollo del software**

El desarrollo de este Capítulo se basa en el Modelo de Aplicación de Software MSF, que establece el diseño y desarrollo de aplicaciones de software basado en servicios multi capa. MSF ve a la aplicación en un nivel lógico como una red de servicios cooperativos, distribuidos y reusables que apoyan las soluciones de los negocios.

Para Definir los requerimientos del software de esta tesis, se basó en el objetivo “Desarrollar el software, plataforma tecnológica para la administración del sistema móvil”, el cual enfoca los siguientes aspectos:

**El cliente**, programadores en Visual Basic 6.0 ,estudiantes y docentes de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, que deseen utilizar el Sistema LAV propuesto en esta tesis.

**Meta**, abstraer las funciones y servicios que involucran los componentes de hardware utilizados en el prototipo, para fomentar el uso pragmático del TNC y la interpretación gráfica de los datos de ubicación de los móviles.

**Metodología**, Modelo de Aplicación MSF de 3 Capas porque en una de las mejores prácticas usadas para el desarrollo de aplicaciones de Software.

A continuación se detalla lo que el sistema deberá hacer en forma representativa, y no pretende en absoluto ser una descripción funcional exhaustiva. Los detalles se describen en el análisis y diseño de los componentes que forma parte de la plataforma.

**Tabla I Funciones del Sistema**

Ref #	Función
R1.1	Configurar los parámetros del TNC para la comunicación con un PC.
R1.2	Notificar y recibir la entrada de datos de un TNC.
R1.3	Transmitir datos a través de un TNC.
R1.4	Interpretar paquete de Datos de posición perteneciente a una Unidad, del formato NMEA 0183.
R1.5	Solicitar bajo demanda la posición actual de las Unidades.
R1.6	Visualizar la posición de las Unidades en un mapa de un sector de Guayaquil.
R1.7	Buscar en el Mapa la posición de una Unidad.

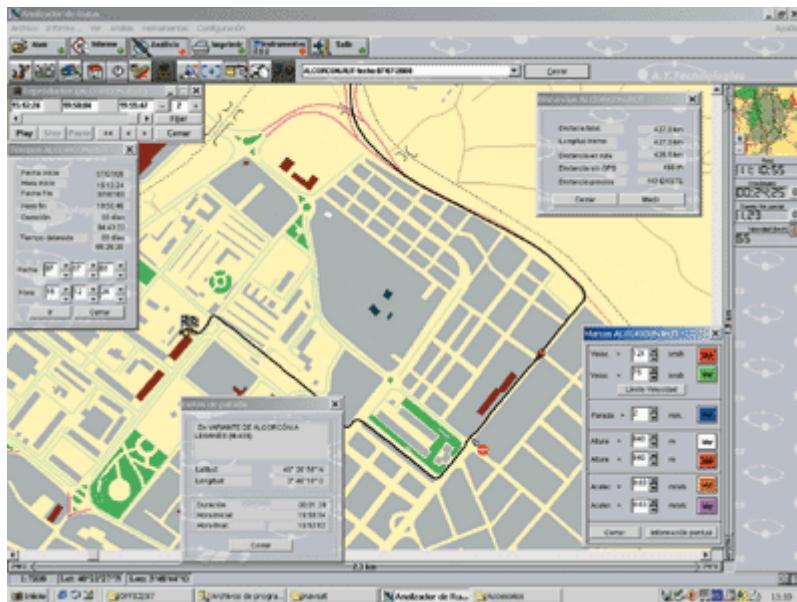
R1.8	Realizar Acercamientos y Alejamientos del Mapa.
R1.9	Modificar el tiempo de actualización de la posición de una Unidad.

La representación del Modelo de aplicación desarrollado, contempla la división del programa en tres capas. Debido a la configuración del hardware y necesidades del software la estructura de la aplicación es la siguiente:



**Figura 5 Estructura de la Aplicación prototipo**

El desarrollo del software contempla varios casos o situaciones que aparecerán en el funcionamiento del mismo. Se estudiaron estos casos y se logró la implementación del software después de múltiples pruebas con el sistema en funcionamiento. En la figura 6 se presenta una pantalla de software utilizado para la localización automática de vehículos.



**Figura 6 Pantalla de software para sistema LAV**

#### **Capítulo 4 Pruebas y Resultados**

Estas pruebas consisten en dos tipos básicos que son: pruebas de laboratorio y pruebas de campo, las mismas que han sido divididas para un mejor análisis y entendimiento de los resultados obtenidos.

Las pruebas de laboratorio fueron realizadas con el objetivo de asegurarnos que existe la comunicación de datos entre los elementos involucrados en el sistema, obviando la red de radios. Una vez superadas estas pruebas procedimos a realizar pruebas de campo que eran una manera de probar el sistema incluido ya la red de radios y también el software de la estación base.

Una de los aspectos mas interesantes de las pruebas de campo fue la de realizar mediciones de ocupación del canal de radio y el tráfico que se encuentra presente en el canal de comunicación ya que por este mismo medio nosotros estaremos transmitiendo y recibiendo los datos provenientes del GPS, entonces hay que aprovechar el uso eficiente del canal. Para la medición de tráfico se desarrolló un programa que detecta la portadora en el canal y un contador se encarga de medir la cantidad de tiempo en el que el canal se ocupa.

Esto nos permitió evaluar, tabular, y analizar puntos como horas pico de tráfico, duración de eventos de ocupación del canal y otros.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios ya que el sistema una vez implementado funcionó correctamente en todos los aspectos con lo cual el objetivo planteado fue cumplido.

## **CONCLUSIONES**

Se presenta un innovador servicio en nuestro medio que aporta en distintos ámbitos de manera eficiente. Se procura introducir al mercado local una solución tecnológica con una verdadera utilidad para la sociedad, y se procura optimizar recursos de la mejor manera posible para crear una alternativa económicamente atractiva para los usuarios.

El sistema de localización automática de vehículos a implementarse es una de las variadas aplicaciones para transferencia de datos por medio de una red de radio. Se desarrolló un software que actúa como el valor agregado principal del proyecto para la reducción efectiva de costos.

Se puede concluir que los resultados satisfactorios obtenidos en este diseño e implementación demuestran la factibilidad de implementarlo de manera macro en nuestra ciudad.

La implementación del proyecto sienta las bases para la posible creación de una empresa dedicada a ofrecer este servicio a instituciones públicas y privadas de nuestro país, aportando la ESPOL, una vez más, al desarrollo tecnológico del Ecuador.

## **REFERENCIAS**

1. D. Aguilar, C. Blum, F Mayorga, "Diseño e Implementación de un Sistema de Localización Automática de Vehículos utilizando una red de radio existente en el casco urbano de la ciudad de Guayaquil" (Tesis, Facultad de Ingeniería Eléctrica y en Computación, Escuela Superior Politécnica del Litoral,2003)