

**“REVISION DE LA TECNOLOGIA CELULAR  
CDPD (DATOS CELULARES DIGITALES  
PAQUETIZADOS) Y APLICACIÓN EN LA  
LOCALIZACION AUTOMATICA DE VEHICULOS  
(AVL) DE TRANSPORTE EN LA RUTA  
GUAYAQUIL-MACHALA” .**

**AUTORES**

JORGE POLO BAYAS.

INGENIERO ELECTRICO ESPECIALIDAD EN ELECTRONICA.

GUIDO SANCHEZ YUMBLA.

INGENIERO ELECTRICO ESPECIALIDAD EN ELECTRONICA

JHOE CUVI CABRERA.

INGENIERO ELECTRICO ESPECIALIDAD TELECOMUNICACIONES.

DIRECTOR DE TOPICO.

WASHINTONG MEDINA.

PROFESOR DE LA ESPOL.

INGENIERO ELECTRICO ESPECIALIDAD EN ELECTRONICA.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.

## **RESUMEN**

El estudio de esta Tesis se la puede dividir en dos partes:

1. Revisión de los conceptos de las redes celulares D- AMPS (Sistema Avanzado de Telefonía Móvil) y CDPD (Paquete de Datos Digitales Celulares).
2. Cómo se realiza la localización automática vehicular como una aplicación de la tecnología de transmisión inalámbrica CDPD además de un pequeño estudio de mercado y aplicación de AVL (Localización Automática de Vehículos) en la Ruta Guayaquil- Machala escogida por el alto índice de secuestros y robos de vehículos.

El estudio de estas dos áreas , a su vez , requiere que los estudiantes estén familiarizados con los conceptos básicos de comunicación inalámbrica, sistemas de transmisión y evaluación de proyectos.

En la segunda parte a fin de establecer una comunicación entre el móvil y el centro de control de las flotas se tomo en cuenta la tecnología de transmisión inalámbrica CDPD que funcionará hasta el 2008 por parte de las operadoras de telefonía celular BELL SOUTH Y PORTA CELULAR.

EL capitulo 1 habla de todos los conceptos importantes de la Teoría de la Red Celular , las Generaciones de Telefonía Celular y Tecnologías de Transmisión Celular.

El capitulo 2 habla de las características , encriptación , seguridad , envío , transmisión , movilidad y componentes de la red CDPD. Adicionalmente las otras aplicaciones que se dan con CDPD.

El capitulo tres se hace un estudio de cómo las componentes de la red AVL funcionan en conjunto para brindar el servicio AVL

dividiéndose en:

- 1.La Red Celular AMPS
- 2.La Red CDPD
- 3.La Red de Satélites GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

Adicionalmente se habla de los componentes de Software y Hardware que van en el vehículo y centro de control.

En el capítulo 4 se hace un estudio de mercado de la oferta y la demanda refiriéndose a la seguridad vehicular existente en las ciudades de Guayaquil y Machala adicionalmente de los costos de equipos y programas a utilizarse.

Y finalmente en el capítulo 5 se hace la demostración de localización vehicular en una zona del Oeste de la Ciudad de Guayaquil y los resultados son grabados en un disco compacto y su respectivo reporte.

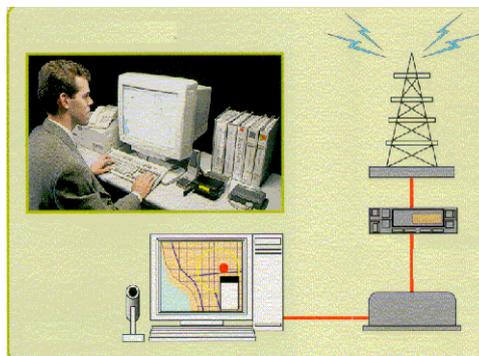
## INTRODUCCION

Este trabajo de investigación , resumido en esta Tesis puede utilizarse en un modulo de Comunicación inalámbrica. Se incluye material nuevo y suficiente para que profesores y estudiantes respondan sus inquietudes.

Esta Tesis informa de cómo es que se puede monitorear un vehículo en tiempo real con el Sistema Celular.

Finalmente de cómo la falta de seguridad vehicular en las carreteras, daños, robos y recuperación vehicular puede ser tomado en cuenta con la realización de un estudio de localización vehicular AVL en el Ecuador y disminuir en algo los altos índices de Robo y secuestro.

## CONTENIDO



**fig1. Monitoreo computarizado de un móvil**

Con el espíritu de investigación que nos caracteriza a los estudiantes Politécnicos hemos tratado de presentar un trabajo de investigación para proporcionar la seguridad a los propietarios de vehículos y decidimos hacer un estudio que explicara el funcionamiento y la aplicación de tecnología CDPD. Que hacen uso las empresas para poder monitorear los vehículos en tiempo real paso a paso lo que realizan a lo largo de toda la carretera . Además de los cambios tan rápidos de las tecnologías por parte por parte de los proveedores de servicios celulares han hecho que las tecnologías ya existentes se vean influenciadas y siendo retiradas de un año a otro como el caso puntual de la tecnología D-AMPS y CDPD , que serán retirados en el 2008 por parte de las operadoras de telefonía celular como BELL SOUTH Y PORTA CELULAR que cabían sus tecnologías a CDMA2000 y a GSM respectivamente dando así mayor velocidad de transmisión de datos , video y voz .

De manera que ahora se ve una amplia funcionalidad de la alta transmisión de datos y el manejo del gran volumen de datos .

Resumiendo el capítulo 1 habla de cómo el servicio de AVL necesita de la red celular para facilitar la disminución de costos en equipos de transmisión y facilitar la instalación de los equipos de CDPD en las estaciones Bases .

La red AVL sobrepuesta en la red celular funciona de la siguiente manera al estar el móvil en movimiento el MODEM que tiene doble función de GPS Y CDPD envía una señal a cuatro de los 24 satélites Geoestacionarios los mismos que dan una ubicación casi exacta , en ese instante estos datos son recabados junto con los datos que se van desarrollando poco a poco como la velocidad, tiempo, posición son transmitidos a las estaciones Bases donde se encuentran los equipos CDPD y transmitidos utilizando los canales de voz que estén sin servicio pasivo para transmitir la información en paquetes de datos celulares , llegando a los MODEMs CDPD de los servidores que tienen los programas que hacen posible el monitoreo del móvil en tiempo real.

Toda esta transmisión se la realiza con la tecnología D-AMPS que tiene a CDPD como una aplicación para poder transmitir datos celulares a 19.1 Kbps . Pero para la nueva tecnología de transmisión celular GSM se utiliza la aplicación llamada GPRS transmitirá 384 Kbps siendo una velocidad mucho mas alta que CDPD pero por la incompatibilidad con algunos equipos y dificultad de maniobrabilidad no se la utilizará en estos años que se vienen.

En el capítulo 2 se da la teoría y los componentes de la red CDPD además de las diversas aplicaciones que se dan de CDPD.

Una red CDPD tiene una serie de equipos denominados MES , MBDS , MDBIS, IS, FES.

El MES (Sistema Final Móvil) es el equipo móvil , que puede cambiar su punto de acceso a la subred según su conveniencia los MES controlan los servicios de soporte y administración tales como inicialización de transferencia de celdas , generación y cambio de llaves para encriptación , registro, Transmisión FULL DUPLEX O HALF

DUPLEX , Control de acceso al medio (MAC) para asegurar que las transmisiones MES no interfieran con las transmisiones de otras MESs u otros dispositivos que no sean CDPD, suministros de datos a otras MESs , Encriptación de datos transferidos.

El FES ( Sistema final fijo). Típicamente una plataforma-servidor (HOST). Que se diferencia del MES con el propósito de administrar la movilidad.

Los sistemas finales fijos externos son autónomos y operados fuera del control directo de la red CDPD.

MDBS (Estación de base de datos móviles) intercambia datos entre sistemas finales móviles y entre sistemas intermedios de datos móviles MD-IS.

Al menos una MDBS es localizada en cada celda y recibe datos de una o varias MESs en un simple flujo de canal.

El MDIS provee administración de movilidad esto quiere decir enrutamiento en localización actual de las MESs con el protocolo MNLP .

Las ISs tienen funciones de nivel de red y son permitir que cualquier pareja de sistema final se pueda comunicarse con otro. El nivel de red encuentra un camino a través de una serie de ISs conectados hasta que el sistema final sea encontrado.

Los ISs direccionan los datos gramas de nivel de red al destino correcto.

Las ISs deben tratar con ,cálculo de enrutamiento ,fragmentación ,reensamblaje y congestión.

CDPD fue desarrollado para utilizar los sistemas de voz en los canales celulares, dado que en la red telefónica actual existe una baja eficiencia en el uso de ellos. Según estudios realizados un canal celular permanece inactivo mas del 30% del tiempo.

El MDBS detecta u olfatea los canales que están disponibles y le indica al MES en que canal puede transmitir sus datos que son enviados en pequeños paquetes. CDPD es transparente a la red celular, ya que la capacidad y calidad del sistema de voz no son afectadas, para que esto se cumpla el MDBS cuando un canal va a ser usado para voz olfatea otro canal disponible y al encontrarlo envía la información necesaria para que el MES haga un salto de canal y pueda seguir con su envío de paquetes.

Los MESs se identifican con la RED a través de los protocolos de registro en Red móvil (MNRP). Este protocolo en cada MES hay hasta 16 direcciones de red siempre que se mantenga encendido o se cambie de celda.

Los datos enviados a un MES siempre lo son a través de su MDIS local. Este sistema asegura que los datos puedan alcanzar un sistema final sin importar donde éste se encuentre ubicado , pero a la vez mantiene tablas de enrutamiento actualizadas mínimas .

Un MES pueda iniciar una transmisión, entra en un diálogo , llamado procedimiento de registro , con el MDIS en servicio . Este diálogo identifica la dirección del nivel de red del MES dentro de la RED CDPD. El MDIS en servicio

indica al MDIS Local responsable del MES que aquél requiere servicio . El MDIS Local autentifica al MES, chequeando para ello los derechos de acceso de usuario , el estatus de facturación , y demás . El procedimiento de registro debe ser realizado siempre que el MES es encendido , o se mueve hacia un nuevo MDIS en servicio.

Completado el procedimiento y autenticación el MES puede empezar a enviar datos . El MES está ahora en lo que aparenta ser una RED LAN , por cuanto conecta a todos los MESs operando dentro de cada celda de la red celular mediante un único conjunto de frecuencias de transmisión y recepción , usando un nuevo método denominado Acceso Múltiple por Percepción Digital (DSMA).

Las celdas o redes LAN DSMA están interconectadas por los MDIS en forma muy parecida a como los routers conectan LANs Ethernet. El MDIS en-servicio examina los datos enviados por el MES , comparando las direcciones de destino con las de sus propias tablas ,a fin de enviar los datos por el mejor camino posible . Entonces el usuario puede iniciar el acceso al computador principal de su oficina , acceder servicios de redes publicas , o aun enviar información directamente a otro MES en movimiento .

Cuando se envían datos al MES se tiene que tomar en cuenta a los MESs que están en movimiento y constantemente tener sus rutas de manera que MDIS Local conozca las rutas actuales de cada MES . El MDIS local luego envía los datos al MDIS en servicio el cual se encarga de localizar al MES usuario.

En el capítulo 3 se hace un estudio de la habilidad que tiene la red AVL de usar GPS y CDPD para abaratar costos y también dar una breve explicación del programa RASTRAC.

En Ecuador existen por el momento dos proveedores de la red D-AMPS que estan brindando su servicio ,los cuales como ya sabemos son PORTA y BELL SOUTH que cumplen con las leyes de concesión del CONATEL.

La red AMPS permite que se instale en sus estructuras una red CDPD , que va a servir para habilitar la red AVL y localizar vehiculos.

Red AVL consta de:

La estación móvil que en nuestro caso incluiría el MES (Modem que incluye el GPS y CDPD).

La estación base incluiría el MDBS la cual estaría ubicada en un nivel apropiado para receptor las señales .

El MSC incluiría el MDIS el cual recibiría a todas las señales provenientes de MDBS a una velocidad de 19.1 kbps la cual es enviada a un IS y a un IP router para asi ser enviados los datos vía CDPD al FES que este caso sería el servidor de la flota .

Uso del GPS cuando nos hemos sincronizado con cada uno de los satélites, tras realizar la correlación detectamos los picos que superan un determinado umbral y a partir de ellos obtenemos el retardo temporal y con esto la ecuación de un esferoide donde está el usuario. Repitiendo este proceso para 4 satélites obtenemos la posición del usuario.

Debemos seguir los picos que superan el umbral para ver como varía esa distancia. A esto se le llama lazo de seguimiento al código.

También hay un lazo de seguimiento a la portadora. Este tiene como misión estar continuamente enganchados a las portadoras que emite el satélite.

Rastrac es un paquete de software de rastreo de móviles. Cuando es utilizado con una red de comunicación compatible, le permite visualizar las posiciones geográficas rastreadas de una flota de vehículos móviles remotos mientras viajan, en un ambiente interactivo gráfico. Rastrac únicamente diseñado con determinadas características para proveer el máximo uso asociado con el ambiente gráfico. Rastrac funciona con un mapa de base de datos compuesto por imágenes raster y layer vectorizados. La base de datos le es completamente accesible, por lo tanto usted puede crear nuevos mapas y cambiar los existentes, actualizando su base de datos particular para satisfacer la demanda de su aplicación. Usted dispone de elegir el mejor mapa de fondo para visualizar la flota, así como merece elegir el estilo de tapicería cuando compra su vehículo. El mapa de base de datos de Rastrac le brinda el control que se merece.

El rastreador GPS y los sistemas AVL han estado por todas partes durante años. Hasta que la desventaja ha sido el elevado costo, Rastrac es diseñado para brindar esta tecnología indispensable para flotas de cualquier tamaño.

En el capítulo 4 se hace un estudio de mercado de la oferta y la demanda existente en la ciudad de Guayaquil además de los estudios de costos de los equipos y programas a utilizarse y también de la seguridad vehicular de las cooperativas de carga y transporte en la vía Guayaquil – Machala.

El estudio de mercado que realizamos nos enfocamos básicamente en dos grupos de usuarios que son:

El transporte de personas de Guayaquil a Machala

El transporte de carga de Guayaquil a Machala

En cuanto a transporte de personas el mercado es cubierto por las cooperativas de transporte PULLMAN, RUTAS ORENSES y CIFA.

En cuanto a transporte de carga el mercado es cubierto por: Transportes PUYANGO, EL ORO, OCHOA y ALVAREZ. Las cuales fueron visitadas y encuestadas en cuanto a seguridad se refiere y obtuvimos datos satisfactorios que fueron sometidos a análisis y comparación.

Y finalmente en el capítulo 5 se hace la demostración y localización vehicular en una ruta obteniendo buenos resultados y una justificación por uso de diferentes tecnologías para brindar por todos los medios el servicio de AVL además de un adelanto de lo que se vendrá estos últimos 5 años por parte de la nueva tecnología GSM.

Conclusión de la prueba AVL en la ciudad de Guayaquil se pudo implantar el sistema de control de vehículos con GPS y utilizando los equipos de MODEM CDPD diseñados para el seguimiento vehicular cumpliendo de esta forma con el objetivo general de este trabajo .

Fue posible llevar a cabo el seguimiento de la unidad vehicular a través del software RASTRAC junto al mapa digital de la ciudad de Guayaquil observándose en el monitor de la computadora y presentando un reporte presentándose de esta manera diversos parámetros del vehículo tales como el tiempo, la calle, latitud , longitud, velocidad.

Mejoras de AVL con la nueva tecnología GSM en cuanto a velocidad y volumen de transmisión de datos este año mejorará, durante parte de la década de los 90 CDPD dominó la transmisión de datos móviles transmitiendo a 19.1 kbps, el pasado año 2002 se estableció que CDPD no iba más y con CDPD la tecnología AMPS terminaría su ciclo en Ecuador . Quedando el sistema de AVL huérfano de un servicio que le permita transmitir datos en tiempo real como el dado por CDPD.

La nueva versión y mejorada por parte de GSM (Global System Mobile) tecnología de 3ra Generación brinda ahora ese servicio de transmisión de datos y brinda el servicio de localización vehicular tanto dentro como fuera del país. Casi 190 países del mundo transmiten datos por este sistema de 3ra generación con el servicio de GPRS (General Packet Radio Services) los usuarios podrán recibir datos transmitidos a 384 Kbps velocidades mucho mayor si se compara con las velocidades de los MODEMS de las computadoras personales que son de 56Kbps se podrá así obtener datos mas rápidos y continuos cuando se monitorea un móvil desde un monitor.

De manera que las empresas de seguridad vehicular con el servicio de transmisión celular de datos con el servicio de GPRS se verán beneficiados. Todos estos servicios proporcionados por parte de las empresas proveedoras de AVL se verán agilitadas por la nueva tecnología GPRS de GSM se aportará a la comunidad con un servicio más seguro y efectivo que ara a las empresas se sientan seguras al transportar su carga por las carreteras y dando repuesta armada inmediata por parte de la Policía Nacional , recuperación vehicular ,Ambulancia , Bomberos y Ejercito.

En cuanto a costos del servicio de seguridad vehicular se verá justificado porque se salvarán vidas y bienes materiales que son importantes para las empresas.

## **CONCLUSIONES**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Para concluir este proyecto de tesis correspondiente al Tópico de Sistemas de Telefonía llegamos a concluir que.

1.- Se llego a monitorear un móvil con los equipos de AVL alquilados a la empresa Pulsar empresa a la cual nos sentimos muy agradecidos , los datos fueron grabados en un CD con el inconveniente que por cuestión de configuración y traslado de equipos solo pudimos monitorear un móvil de la empresa Coca Cola en el sector Oeste de la ciudad de Guayaquil.

2.- Obtuvimos un reporte escrito y detalle de velocidad , posición , tiempo , nombre de calles y Avenidas .

3.- El conocimiento de la llegada de CDMA2000 y GSM beneficiaría en gran parte a la transmisión de datos del sistema AVL.

4.- Debido a que algunas empresas de seguridad vehicular no aportaron con información real de costos y equipos no pudimos presentar un trabajo más minucioso en la justificación de uso de su propio servicio frente al servicio de guardianía privada .

5.- Finalmente se apporto con un trabajo interesante que recaba teoría celular , da una aplicación de CDPD en el área vehicular y las bases de un estudio de mercado , desarrollando así un espíritu empresarial.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Libro.**

Wireless Communication System (2da Edición , 1993, Capitulo 1, 2, 8 pps. 1-23, 25-67, 395-437 respectivamente ).

### **Libro**

Cellular Digit Packet Data System ( 2da Edición , Cincinnati ,Julio 1995 , Capitulo

12 pp. 280-300).

**Artículo de una revista.**

GSM revista Sectra , Madrid , Vol. 14 , No 4 ,(julio-agosto 1999) , pp. 82-99.

**Artículo de una enciclopedia.**

Sistema GPS , Tecnología científica avanzada , Madrid 1999 , pp. 128- 160

**Artículo de una revista.**

Sistema AVL , revista Sectra , Madrid , Vol. 12 , No 12 2001 , pp. 25-36.

**Tesis de tópico.**

Castillo Harold, Betsabé Macias , Jimmy Maldonado.

Optimización de la red de cajeros automáticos de los Bancos Bolivarianos y Filambanco utilizando un convertidor AIRPAC para la transmisión de datos en una red CDPD.

(Tópico, FIEC , ESPOL , E-220,2000).

**Tesis de tópico.**

Pólit , Ruilova , Sión y Silva .

Enlace de comunicación celular de transmisión digital de datos por paquetes (CDPD a través de una central Ericson AXE-10 de OTECEL utilizando una terminal portátil de pluma PPT- 4600 para manejo de control de inventario.

(Tópico, FIEC , ESPOL , E-170 , 1997).

**Referencias por Internet.**

AMPS , [www.Bellsouth.ec](http://www.Bellsouth.ec).

AVL , [www.Fleetvisión.com](http://www.Fleetvisión.com).

CDPD system ,[www.cdpd.com](http://www.cdpd.com)

GPS , [www.geocities.com/quest2002mx.html](http://www.geocities.com/quest2002mx.html).

Programa Rastrac , [www.coternet.com.co](http://www.coternet.com.co).

Sistema AVL , revista Sectra , Madrid , Vol 12 , No 12 2001 , pp. 25-36.

Cellular system , Julio 1997 , pp. 89-99