

IMPORTANTE! El siguiente Informe ha sido elaborado en base a un cuestionario con preguntas básicas, que le hemos enviado oportunamente a nuestros anunciantes. Si a usted, como lector, le interesa aportar alguna información adicional que enriquezca el tema, no dude en enviarnos sus comentarios a nuestra editorial a: editorial@rnds.com.ar. Publicaremos los mismos en sucesivas ediciones.

Localización de Vehículos



GPS, NAVSTAR... Siglas escuchadas por muchos pero de significado casi desconocido para la mayoría. En este informe explicaremos, de manera sencilla, qué es y para qué sirve cada una de las tecnologías y sistemas mencionados a la vez que brindaremos un panorama de sus aplicaciones más comunes, entre ellas el AVL o Localización Automática de Vehículos.

En estos días de tantos cambios tecnológicos y del auge de la tecnología de la información, nos encontramos con los *Sistemas de Posicionamiento Global*, de los cuales el más común es el estadounidense NAVSTAR (*Navigation system with time arrange*) conformado por una red de 24 satélites que dan una cobertura total desde el espacio hacia toda la superficie terrestre.

Esta red satelital fue concebida con fines militares y luego traspasado su uso a la órbita civil con el fin de mejorar las comunicaciones a nivel mundial aunque rápidamente, sus posibilidades promovieron el desarrollo de nuevas tecnologías de comunicación y mayores aplicaciones de las mismas, entre ellas el **AVL** (*Automatic vehicle location*) según sus siglas en inglés o **LAV** (*Localización Automática de Vehículos*), como se lo conoce en los países de habla hispana.

Antecedentes

Al principio de la década del '60, los Departamentos de Defensa, de Transporte y la Agencia Espacial norteamericana (*DoD, DoT y NASA, respectivamente*) tomaron interés en desarrollar un sistema basado en satélites para determinar la posición.

El primer sistema de navegación y posicionamiento que basó su operatividad sobre la base de este principio, fue *TRANSIT* y su entrada en servicio data del año 1965. Este sistema estaba constituido por una constelación de seis satélites en órbita polar baja, a una altura de 1074. Km. Pero dicha configuración, si bien conseguía una cobertura mundial, no era constante. La posibilidad de posicionarse resultaba intermitente, pudiéndose acceder a los satélites cada una hora y media. El cálculo de la posición requería que el satélite fuese seguido, de manera continua, durante quince minutos.

El sistema *TRANSIT* presentaba muchos problemas. La entonces URSS (Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas) poseía un sistema similar, denominado *TSICADA*. Había llegado la hora de dar el gran salto. La Guerra Fría fomentó entonces el proyecto de invertir unos cuantos millones de dólares en un revolucionario sistema de navegación, que dejaría a la URSS definitivamente atrás.

El sistema *TRANSIT* presentaba muchos problemas. La entonces URSS (Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas) poseía un sistema similar, denominado *TSICADA*. Había llegado la hora de dar el gran salto. La Guerra Fría fomentó entonces el proyecto de invertir unos cuantos millones de dólares en un revolucionario sistema de navegación, que dejaría a la URSS definitivamente atrás.

El sistema NAVSTAR-GPS

En pos del objetivo enunciado en el punto anterior, se concibió un sistema formado por 24 satélites en órbita media, que diera cobertura global y continua.

Esta constelación **GPS** (*Global Positioning System* o *Sistema de Posicionamiento Global*) consta de 6 órbitas, prácticamente circulares, con inclinación de 55 grados y uniformemente distribuidas en el plano del ecuador. Hay 4 satélites por órbita, uniformemente distribuidos y con altitud de 20180 kilómetros, cada uno de los cuales completa dos vueltas alrededor de la tierra (una cada doce horas)

El primer satélite se lanzó en 1978, y según la planificación proyectada, la constelación debía estar completa ocho años después. Unido a varios retrasos, el desastre del Challenger determinó que el proyecto se demorara tres años. Finalmente, en diciembre de 1983, se declaró la fase operativa inicial del sistema GPS. El objetivo del sistema GPS era ofrecer a las fuerzas de los EE.UU., la posibilidad de que vehículos o armamento se posicionaran en forma autónoma o

Continúa en página 150

Viene de página 146

individual (disponer de la posición geográfica). La iniciativa y financiación estuvieron a cargo del Departamento de Defensa de los EE.UU. Cabe aclarar, que el GPS se concibió como un sistema militar estratégico, hasta que, por último, se llegó a ceder su uso global y sin restricciones temporales. De esta forma se conseguía un "retorno" para la economía de los EE.UU. y además, suponía un gran liderazgo tecnológico, verdadera piedra angular de un vertiginoso mercado de aplicaciones.

Aplicaciones

Las aplicaciones disponibles se orientan, principalmente, hacia los sistemas de navegación y aplicaciones cartográficas: topografía, cartografía, geodesia, sistemas de información geográfica (GIS), mercado de recreo (deportes de montaña, náutica, expediciones de todo tipo, etc.), patrones de tiempo y sistemas de sincronización, más otras aplicaciones diferenciales que requieran mayor precisión, además de las aplicaciones militares y espaciales.

En cuanto al reparto del mercado, los más importantes son la navegación marítima, la aérea y la terrestre.

Con una flota de 46 millones de embarcaciones en todo el mundo -de las cuales el 98% son de recreo- la navegación marítima supone un mercado nada despreciable.

En cuanto a la navegación aérea, con unos 300.000 aviones en todo el mundo, el equipamiento de GPS para navegación intercontinental o entre aeropuertos tiene una penetración anual del 5%.

Sin embargo, el auténtico mercado del GPS en el mundo es la navegación terrestre. Con 435 millones de vehículos civiles y 135 millones de camiones, constituye el más amplio mercado potencial de las aplicaciones comerciales del GPS. Entre las aplicaciones con mayor desarrollo contamos con sistemas de navegación independiente, sistemas de seguimiento automático, control de flotas, administración de servicios, etc.

Principios Básicos de Funcionamiento

Los principios básicos de funcionamiento de este sistema para la localización de un punto (fijo o en tránsito) en cualquier punto del globo pueden resumirse en cuatro puntos básicos:

- **Triangulación:** El principio básico fundamental en el funcionamiento del sistema GPS, consiste en utilizar los satélites de la constelación NAVSTAR situados en distintas órbitas en el espacio

como puntos de referencia precisa para determinar una posición en la superficie de la tierra. Esto se consigue obteniendo una medición muy precisa de la distancia hacia al menos tres satélites de la constelación, lo que permitirá una "triangulación" que determine la posición en el espacio.

- **Medición de las distancias:** El sistema GPS funciona midiendo el tiempo que tarda una señal de radio en llegar hasta el receptor desde un satélite y calculando luego la distancia a partir de ese tiempo. Las ondas de radio viajan a la velocidad de la luz (300.000 km/sg) en el vacío. Así, averiguando exactamente cuando se recibe esa señal de radio, puede calcularse cuanto tiempo ha empleado la señal en llegar hasta el punto de recepción. Por lo tanto, solo resta multiplicar ese tiempo en segundos por la velocidad de la luz y el resultado será la distancia al satélite.

La clave de la medición del tiempo de transmisión de la señal de radio, consiste en averiguar exactamente cuando partió la señal del satélite. Para lograrlo se sincronizan los relojes de los satélites y de los receptores de manera que generen la misma señal exactamente a la misma hora.

- **Sincronismo:** Sabiendo que las señales de radio transmitidas por los satélites GPS viajan a la velocidad de la luz, un error de sincronismo entre el reloj de un satélite y el reloj del receptor de tan solo 1/100 de segundo, provocaría una desviación en la medición de la distancia de 3.000 Km.

La trigonometría dice que si tres mediciones perfectas sitúan un punto en el espacio tridimensional, entonces cuatro mediciones imperfectas pueden eliminar cualquier desviación de tiempo (siempre que la desviación sea consistente).

En el caso general de posicionamiento en tres dimensiones, es necesario hacer como mínimo cuatro mediciones de distancia para eliminar cualquier error producido por falta de sincronismo entre relojes. Por lo tanto, será imposible conseguir un posicionamiento verdaderamente preciso si no se dispone de por lo menos cuatro satélites sobre el horizonte circundante.

- **Conocimiento de la posición de los satélites:** Los satélites GPS no transmiten únicamente un "mensaje de tiempo" sino que también transmiten un "mensaje de datos" que contiene información sobre su órbita exacta y la salud del sistema. Un buen receptor GPS utiliza esta información junto con la información de su almanaque interno para definir con precisión la posición exacta de cada uno de los satélites.

Para concluir, resta describir la configuración actual del sistema, que consta de tres sectores:

- 1- **Espacial**, sobre el cual están todos los satélites ocupados para el seguimiento.

- 2- **Control**, que consta de cinco estaciones desde las que se controlan los satélites, se procesa la información y se sincronizan los relojes de cada satélite.

- 3- **Usuario**, que comprende a los equipos utilizados por los usuarios finales para conocer y medir alguna ubicación sobre la tierra.

Limitaciones del GPS

Además de sus múltiples ventajas, la tecnología GPS presenta como limitación más importante la dependencia de un único país: Estados Unidos, más concretamente de su Departamento de Defensa. Cuando ellos lo determinen, pueden eliminar el uso del sistema por parte de los civiles.

Este sistema permite hacer posicionamientos por medición o variación de distancias, entre las antenas emisoras de los satélites y la receptora del equipo. Podemos considerar al "equipo GPS" compuesto por tres unidades principales: el receptor propiamente dicho, la antena GPS y los accesorios. Lo que hay que tener en cuenta a la hora de instalar un equipo GPS, es la ubicación de la antena GPS.

Esta antena es la encargada de captar las señales provenientes de los satélites, señales que al ser transmitidas en frecuencias del orden de las microondas son incapaces de atravesar superficies metálicas. Es decir, para que una antena GPS pueda recibir señales desde los satélites, debe tener contacto directo con el cielo no pudiendo interponer entre la antena y los satélites ningún elemento metálico, ya que esto impediría el normal esparcimiento de las microondas.

Elsa Ko, de la firma Trendtek, da un panorama un poco más amplio acerca de las limitaciones que pueden tener los equipos: "Más que un impedimento geográfico, lo que limita la utilización de los equipos AVL-GSM es la falta de señal telefónica. Para solucionar en parte el problema de las zonas sin cobertura GSM, existen equipos con una memoria de posiciones que permiten almacenar una determinada cantidad de reportes. Al recuperar la señal, el equipo reporta en primer lugar la posición actual y aprovecha los intervalos de reporte para enviar la información de la zona oscura. De esta forma en el software de mapas siempre se verá el

Continúa en página 154

Viene de página 150

recorrido completo".

"Existen combinaciones de diferentes tecnologías que permiten, por ejemplo, el cálculo de posición de un vehículo aunque no haya recepción de señal de GPS. Estos sistemas de cálculo por deriva sirven para trayectos cortos, ya que su error de posición aumenta a medida que el vehículo se mueve. En los casos de usar ambos métodos, al recuperar la señal de GPS el error acumulado se borra automáticamente usando la computadora que forma parte del sistema AVL", amplía el ingeniero Daniel Bazán, de Movatec.

Evolución de la tecnología

En un primer momento, se presentó como un hito tecnológico la integración de tres tecnologías preexistentes: el GPS, las comunicaciones inalámbricas y la cartografía digital; todas con años e incluso décadas (alguna de ellas) de existencia.

El hecho definitivo que propició el nacimiento del AVL, sin embargo, fue la disponibilidad de receptores GPS OEM para desarrolladores a costos muy razonables, juntamente con la proliferación de software de tratamiento de cartografía y la disposición de datos cartográficos de ámbitos urbanos y territoriales.

La rápida evolución en el sector de las comunicaciones, pasando en unos pocos años de la telefonía fija exclusivamente a la telefonía móvil digital, permitió igualmente las comunicaciones móviles públicas de larga distancia (hasta ese momento, las posibilidades se reducían a comunicaciones radio de ámbito local o las comunicaciones vía satélite, inalcanzable para la mayoría de los usuarios por sus costos.)

Obviamente, el primer fruto práctico de tal integración consistió en un sistema de localización que permitía tener conocimiento de la ubicación de cualquier tipo de vehículo móvil en cualquier momento y en cualquier lugar del globo terrestre. Es decir, los Sistemas de Localización Automática.

Según explica Ricardo Garabello acerca de la difusión del AVL "conocer la ubicación de vehículos terrestres, en tránsito por cualquier punto de un extenso territorio, no es imposible si se cuenta con la tecnología adecuada. Actualmente cualquier persona puede conocer las coordenadas de su posición, dirección de marcha, velocidad y altitud con respecto al nivel del mar, disponiendo de un pequeño receptor portátil GPS. Los vehículos de las principales marcas mundiales ya salen de fábrica equipa-

dos con este sistema".

"Si bien esta tecnología se utiliza actualmente para el seguimiento y localización de vehículos pertenecientes a flotas de transporte de cargas y todo tipo de artefacto sobre el que exista un interés en particular, el primer desarrollo, en el país, destinado a la radiolocalización de vehículos en tránsito (LAVTER), data de 1984 y se basaba exclusivamente en Radiogoniometría, la que aún hoy conserva características ventajosas", concluyó Garabello.

Equipamiento y posibilidades

Los vehículos monitoreados satelitalmente por sistemas AVL son equipados, básicamente, con un módulo de diseño compacto que por una entrada (Puerto) recibe la información del sistema de posicionamiento global (GPS), la combina con los eventos producidos en la unidad bajo vigilancia y la intercambiada con una estación de control.

Luego, un vínculo radioeléctrico es utilizado como enlace para el envío de los paquetes de datos entre la estación receptora y la unidad monitoreada. Generalmente, la información es enviada desde el momento que se notifica su partida y durante todo el trayecto hasta que arriba a su destino.

Los datos desde la unidad equipada con el Módulo de Rastreo son múltiples y varían de acuerdo al servicio contratado: datos referentes a la posición, dirección, velocidad y altitud son actualizados periódicamente de acuerdo a parámetros preestablecidos según el rol de cada cliente o a criterio del operador, de acuerdo al área de riesgo y características de las mercaderías transportadas.

Otros datos son referentes a las alarmas y eventos y están relacionados con el aviso de asalto, detenciones no previstas, cambio de dirección, parada del motor, apertura de puertas de cabina, apertura de compartimentos de carga, desenganche de trailer o acoplado, superar velocidades máximas permitidas, cambios en el régimen del motor y notificación de accidentes.

Componentes de un sistema de monitoreo vehicular

Los sistemas de seguimiento y localización de vehículos terrestres actualmente disponibles se conforman con la integración de tres Subsistemas Tecnológicos y dos de Respuestas Operativas.

Los tecnológicos son:

- A) Posicionamiento (GPS o RGD);
- B) Comunicación bidireccional
- C) Estación receptora de eventos, procesamiento y control.

Los operativos corresponden a:

D) La respuesta, con personal propio o de la autoridad local.

E) Soporte técnico en ruta a los vehículos equipados y que presenten desperfectos en tránsito o en planta.

Subsistemas tecnológicos

A) Posicionamiento: La mayoría de los proveedores utiliza el sistema satelital Internacional (GPS) que cuenta con más de 40 satélites en órbita pertenecientes a varios países. Originalmente concebido para fines militares, posteriormente parte de sus capacidades se orientaron a los servicios de ayuda a la navegación y de búsqueda y rescate de embarcaciones y aeronaves. Actualmente, sus facilidades son utilizadas en el ámbito civil para actividades comerciales y deportivas.

B) Comunicación bidireccional: Las señales de dos o más de estos satélites son recibidas por un receptor GPS y utilizadas para fijar las coordenadas del vehículo monitoreado. Estos datos (latitud, longitud, altitud, dirección y velocidad), a su vez, son reenviados al igual que otros parámetros, eventos y alarmas generadas en la unidad monitoreada por medio de un subsistema de comunicación bidireccional incorporado en el módulo de rastreo.

Mencionaré tres de los vínculos de comunicación actualmente en uso:

- **Enlace radioeléctrico bidireccional** en banda UHF con la utilización de estaciones repetidoras para ampliar la cobertura. Pudiendo utilizar sistemas con equipos propios, para lo cual se debe contar con las correspondientes licencias y autorizaciones de frecuencias. Otra alternativa es arrendar el servicio parcial o total a terceros (Su utilización es adecuada para el AMBA).

- **Servicio troncalizado (Trunking):** Este sistema incorpora tecnología de banda ensanchada que permite disponer de canales redundantes, lo cual lo hace menos vulnerable a las interferencias. En el mercado hay numerosos proveedores de este servicio con cobertura en el AMBA y las principales empresas disponen de esa cobertura en los principales corredores viales y algunas ciudades, aunque no en todo el país.

- **Telefonía celular:** Servicio comercial que permanentemente incorpora innovaciones tecnológicas que brindan más prestaciones y menor consumo. Esto, sumado a los nuevos desarrollos en baterías, permite disponer de equipos más pequeños y con mayor autonomía. La incorporación de celdas proporciona una cobertura más extendida

Continúa en página 158

Viene de página 154

y diversos proveedores permiten cubrir la mayor parte de los corredores viales, las principales ciudades del país y amplias zonas rurales.

C) Estación receptora de eventos y control. Deberá estar diseñada con conceptos de seguridad, y habitabilidad (espacio adecuado, iluminación, insonorización y climatización). Con relación al mobiliario, este debe incorporar diseños ergonómicos con la finalidad de permitir la necesaria concentración de los operadores en las tareas que las son propias. La estación receptora de eventos, deberá contener la adecuada cantidad de consolas con sus correspondientes terminales receptoras de eventos, adecuada cartografía digitalizada y medios de comunicación redundantes. La cantidad de objetivos asignados a cada operador deberá ser la adecuada, según su ubicación geográfica, corredores viales utilizados o rol asignado, entre otras variables, de modo que permita una operación confiable del sistema.

Subsistemas operativos

D) Respuesta. La parte operativa fundamental es la prontitud en la implementación de la respuesta ante delitos o eventos según el tipo de plan contratado (rastreadabilidad, alarmas, localización, etc.), actuando conforme a la legislación vigente.

El operador deberá estar compenetrado de las distintas modalidades de comunicación disponible y su cobertura con las unidades a las que se les brinda el servicio de apoyo por medio del monitoreo. Asimismo deberá estar al tanto de la ubicación y vías de comunicación disponibles con la autoridad policial correspondiente a las distintas jurisdicciones por las cuales deben transitar los vehículos bajo monitoreo.

Cuando en el área de un incidente exista la posibilidad de enviar móviles propios, deberá estar al tanto de la ubicación de los mismos y las posibles vías de acceso al lugar del incidente, teniendo en cuenta horarios, sentido y magnitud de la masa vehicular en tránsito en horas pico.

También deberá informarse periódicamente de la posible interrupción parcial o total de las rutas principales utilizadas y las posibles rutas alternativas, debido a conflictos de tipo social, accidentes o eventos meteorológicos.

E) Soporte técnico en ruta. Responderá al volumen de unidades en cada región, disponiendo de personal técnico en puntos determinados, o a convenir

con cada empresa y corresponde a cada contrato en particular.

Hacia el uso masivo

La tecnología estaba disponible pero no existía mercado, básicamente por el desconocer su existencia. Y lo que es más importante, la mayoría de los potenciales clientes consideraban que el tener conocimiento de la situación de sus vehículos en tiempo real, era una información relevante pero que no justificaba, por sí sola, la inversión necesaria, especialmente en el segmento embarcado en los vehículos.

Esto provocó, durante los primeros años, frustración y desaliento en las empresas desarrolladoras del AVL, que se habían visto obligadas a invertir importantes recursos no solo en investigación y desarrollo de plataformas para los usuarios, sino también en educar a un mercado no preparado para consumir tales productos y no veían recompensados sus esfuerzos económicos.

Pero ¿quiénes eran esos clientes? En principio, todo elemento susceptible de desplazarse por tierra, mar o aire y dotado de una fuente de alimentación. Así se inició la aproximación comercial a los sectores de transporte de mercancías (especialmente el internacional), transporte de pasajeros urbanos e interurbanos, servicios al ciudadano (policías, bomberos, asistencias sanitarias de urgencias, unidades de limpiezas, etc.), maquinaria de mantenimiento de carreteras, sistemas de recuperación de vehículos o vehículos robados. Es lista, que hace no tantos años contaba con pocos casilleros, se incrementa de día con día gracias a la difusión pública que está alcanzando este tipo de tecnologías.

Recientemente surgieron noticias relativas a la incorporación de soluciones de localización para personas, comenzando por ciertos colectivos en los que se han identificados riesgos específicos, como montañeros, enfermos de Alzheimer o no videntes.

Ese concepto lo amplía el **Director comercial de Cybermapa, Damián Menke**: "*Más allá de la seguridad que brinda a un conductor o al dueño de una empresa de transportes contar con un equipo de localización, el constante avance tecnológico y la difusión masiva del sistema GPS permite o lleva a aplicaciones poco imaginadas hace un tiempo, como la localización de personas y no sólo en función de orientarla ante un posible extravío o necesidad sino que se abre para las empresas del sector un nuevo mercado orientado a brindar mayores servicios al cliente*".

Administración de la información

Planteada la tecnología y las posibilidades que ofrece, nos queda ahora una referencia al software de gestión utilizado por las empresas que centran su negocio en la localización automática de vehículos, denominado comúnmente G/S (Según sus siglas en inglés).

Un GIS particulariza un conjunto de procedimientos sobre una base de datos no gráfica o descriptiva de objetos del mundo real que tienen una representación gráfica y que son susceptibles de algún tipo de medición respecto a su tamaño y dimensión relativa a la superficie de la tierra.

Además de la especificación no gráfica, el GIS cuenta con una base de datos gráfica con información georeferenciada o de tipo espacial y de alguna forma ligada a la base de datos descriptiva. La información es considerada geográfica si es medible y tiene localización.

A través de los GIS es que las empresas de monitoreo ubican a sus flotas en tiempo y espacio o puede, por ejemplo, localizarse un teléfono celular en cualquier punto del planeta, siempre que cuente con tecnología GPS.

El futuro

Desde el punto de vista tecnológico, los sistemas de gestión de flotas presentan una madurez más que razonable, más allá de algunas excepciones.

¿Dónde está entonces la previsible evolución? Sin dudas el futuro está en la plena obtención de la satisfacción del cliente, a través del cumplimiento de los requerimientos establecidos o esperados por el mismo.

Para lograr ese objetivo, en primer lugar, debe producirse una selección natural de las empresas fabricantes de sistemas AVL. El mecanismo utilizado para introducirse en el mercado es a partir de un primer cliente, que es el que se aventura, buscando tener y ofrecer un servicio diferenciado para sus consumidores, termina por ser un pionero en su sector, desde donde se establecen unos requerimientos específicos para su actividad, se efectúan las adaptaciones necesarias, y una vez conseguida la satisfacción de ese cliente, desde esa plataforma publicitaria, se exporta la solución a otros clientes del sector.

Esto está ocurriendo ya en ciertos sectores, como el del transporte frigorífico, ambulancias, transporte urbano, taxis y es de esperar que se amplíe al resto de actuales sectores de usuarios, así como a los muchísimos nuevos campos de aplicación que están surgiendo día a día. ☒