

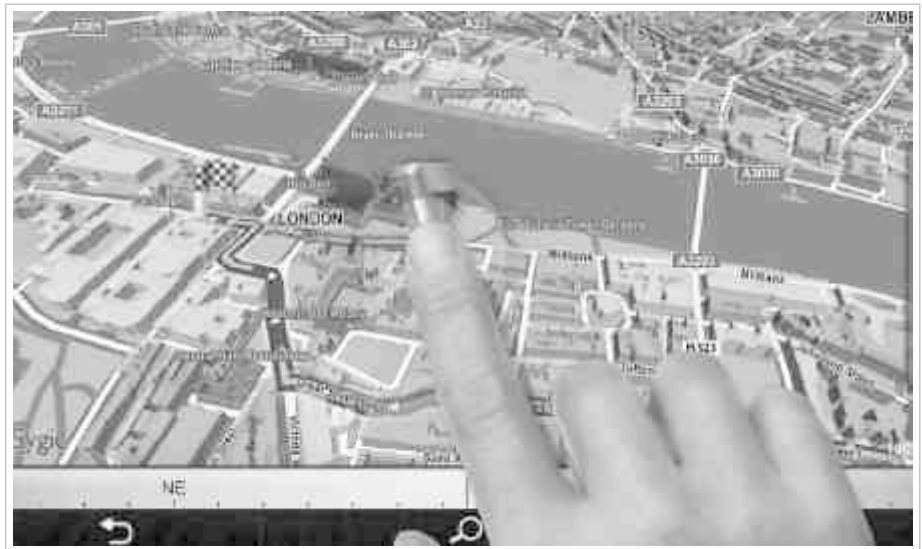
# Unas anécdotas sobre el GPS

Hace unos años la Comunidad de Madrid amplió 140 km la red del Metro y algunos fuimos favorecidos con una línea nueva y una estación próxima a nuestra casa. Pero el encargado de poner nombres a las estaciones que, se supone, deberían estar relacionadas con el entorno de las calles próximas, debió hacerlo a muchos kilómetros de Madrid y, desde luego, no se molestó en comprobar que deberían servir para orientar a los usuarios.

Alguno se preguntará a qué viene esta parrafada pero, si sigue leyendo, que es lo que pretendo, lo comprenderá. Un viajero que desee llegar a la Agencia Tributaria y que, tras mucho indagar, salga en la parada de Guzmán el Bueno, puede aparecer a medio kilómetro de la AEAT mientras que, si utiliza un ascensor, le deja a 60 metros de su destino. ¿No hubiera sido mejor llamarle a la estación “Agencia Tributaria” o simplemente “Hacienda” como la conoce todo el mundo?

Un viajero que se dirija al estadio Vallehermoso, al Go-Fit, a la Escuela de Idiomas, al Colegio Jesús Maestro o a la Facultad de Comercio y Turismo, encuentra lógico utilizar la estación “Islas Filipinas”; pues no es así. Desembocará a 800 metros de su destino y lo propio ocurre con los usuarios que diariamente visitan el Hospital Clínico y la Clínica de la Concepción. ¿No hubiera sido más lógico llamar esta estación “Hospital Clínico”...?

Desde hace años resulta difícil pasar por delante de la salida de estas estaciones sin que alguien, joven o mayor, pregunte cómo se llega a su destino, muchos de ellos extranjeros



por la Escuela de Idiomas. En los últimos dos años esta muchedumbre preguntona va armada de un teléfono portátil al que la ola de anglicismos que nos devora ha llamado “Smartphone” y al que, abreviadamente, le llamaré TS. Este aparato tiene la propiedad de entrenar en contorsionismo al usuario, pues las personas adoptan las más complicadas posturas en un intento infructuoso de ver la imagen de la pantalla. ¡Muy listos los coreanos de Samsung en técnicas de TS! pero olvidaron encontrar unas pantallas que se puedan leer a la luz de este precioso Sol español y, tras un cuarto de hora de adoptar las mencionadas contorsionistas posturas, meter la

---

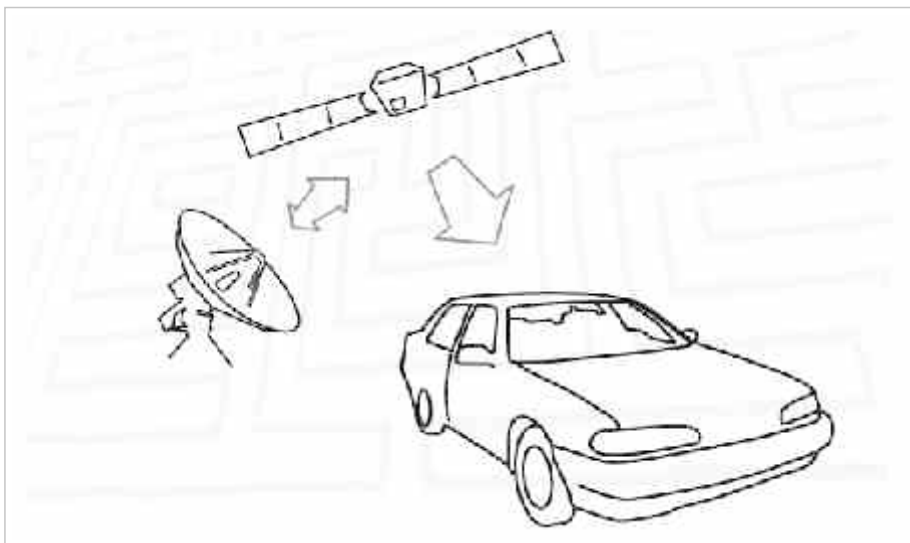
**¡Muy listos los coreanos de Samsung en técnicas de TS! pero olvidaron encontrar unas pantallas que se puedan leer a la luz de este precioso Sol español.**

---

cabeza en el jersey, apretarse en corro buscando hacer una sombra, vuelven al sistema anterior al T.S., que es preguntar: ¿disculpe Sr., como se puede llegar a tal o cuál sitio..?

Y por fin, entramos en materia; pero antes permítanme que cuente una anécdota personal sobre el “Sistema de Posicionamiento Global” que todo el mundo conoce por sus siglas estadounidenses, ¡otra vez el inglés!, GPS.

Corría el año 1988; quien esto escribe se encontraba destinado en el EMACON, en una División que todo el mundo conocía como “la 5ª” aunque su nombre oficial era Telecomunicaciones y Guerra Electrónica, desempeñaba el cargo de Jefe de la sección de Telecomunicaciones y la Secretaría Técnica de la División y alguna cosa más; la doble o triple gorra me acompañó muchos años en numerosos destinos. Pues bien, una mañana, mi General, que era un gran caballero del Arma de Ingenieros, me entregó un papel al que llamaban impropriadamente “teletipo”, procedente de la DGAM y que decía más o me-



nos:”Ante la falta de personal cualificado para atender a este Grupo de Trabajo, solicito colaboración de ese EMACON para que designe un experto que atienda este Grupo IV de la Conferencia de Directores de Armamento (CNAD)”.

Mi general, que era muy socarrón y que a la OTAN llamaba –no sin cierta razón- la Organización de Turismo del Atlántico Norte, me dijo: *“Entérate qué dicen estos papeles en inglés, llenos de siglas y hazte cargo del tema que además te permitirá conocer en Hollywood, el Paseo de los famosos, pues las reuniones son en la Base de la Air Force “El Segundo”, a unos 30 km al norte de Los Angeles.”* No sabía mi querido general que, con motivo del proceso de modernización del Sistema de Defensa Aérea, había estado varias veces residiendo en la capital del cine, junto a la fábrica HUGHES, y conocía en demasía Disneylandia, San Diego, Tijuana y un largo etc.

Pero vamos al meollo del asunto: el Grupo IV de la CNAD, estaba llevando a cabo el seguimiento y elaborando las especificaciones de un Sistema que iba a permitir a los combatientes situarse con un margen de error de 100 metros, ¡100 metros!. Las reuniones era de Alto Secreto y el que esto escribe tardó mucho tiempo en entender el enigmático idioma de

las siglas pero, al final, se integró en el Grupo como español pionero en conocer las “tripas” de este Sistema de Posicionamiento elemental del que no podía informar a nadie, no ya por su Alto Secreto sino porque mis autoridades jerárquicas no se creían nada de lo que les informaba, dándose el caso que para demostración me prestaron un cajoncito, como una caja de puros que, a determinadas horas, proporcionaba unas indicaciones de posición con un error más/menos de 200 metros.

---

**Como muchos otros inventos que han sido útiles a la Humanidad el GPS tiene su origen en la necesidad que tenía la NAVY de dotarse de un sistema de navegación que a lo largo y lo ancho de los mares permitiera conocer la posición de sus navíos de forma exacta.**

---

Este narrador, siguiendo instrucciones del grupo, organizó unas conferencias al más alto nivel con asistencia de los Cuarteles Generales, Guardia Civil, CESID, y mi modesta ver-

borrea no fue capaz de convencer de la utilidad práctica de los datos de la “caja de puros” y mucho menos le adjudicaron el más mínimo futuro. Si alguno me lee y recuerda lo que narro se sonrojará. ¡Qué visionarios!

Y ahora vamos a explicar, de modo muy sencillo, la base del Sistema y sus aplicaciones. Como muchos otros inventos que han sido útiles a la Humanidad el GPS tiene su origen en la necesidad que tenía la NAVY de dotarse de un sistema de navegación que a lo largo y lo ancho de los mares permitiera conocer la posición de sus navíos de forma exacta.

Los primeros pasos se dieron hacia el año 1964, en el que el Sistema TRANSIT estuvo disponible para empleo operacional; lo consiguieron colocando una constelación de 6 satélites en órbita baja a 1.074 kms. No permitía obtener posiciones en todo tiempo, ya que solo se podía conectar con los satélites cada hora y media y era preciso mantener la conexión durante 15 minutos seguidos para obtener una posición fiable.

Hacia el año 1973 se fusionaron las investigaciones de la NAVY y la USAF. Esta última había diseñado un programa empleando una técnica de transmisión muy precisa al incorporar los relojes atómicos al sistema (un error de una milésima de segundo puede acarrear 300 kms. de error en la medición). Con el tiempo este sistema sería conocido con el nombre de NAVSTAR y, realmente, es la base del Sistema de navegación actualmente en uso.

Entre los años 1975 y 1985, se lanzaron 11 nuevos satélites prototipos experimentales a los que siguió el lanzamiento de una nueva generación de satélites hasta completar los 30 que actualmente orbitan a 20.200 km de altura dando vueltas alrededor de la Tierra sin descanso, lo que ha permitido al Sistema obtener una capacidad

operacional plena, con utilidad civil desde 1995 en el que el Congreso estadounidense lo ofreció a la ONU para uso por la sociedad en general. En el año 2009 la Organización para la Aviación Civil Internacional (OACI) lo declaró apto para su empleo en la Navegación Aérea y el Control de Tránsito Aéreo.

La URSS no podía permanecer al margen de este revolucionario sistema y construyó un sistema similar que operaba solo dentro de los límites del Telón de Acero y al que denominaron GLONASS.

La Unión Europea, especialmente por las presiones de Francia siempre recelosa de los EE.UU, máxime explotando las experiencias recogidas de la guerra de las Malvinas en la que los EE.UU le negaron la recepción de las señales a los combatientes argentinos, decidió desarrollar su propio Sistema de navegación, al que llamaron GALILEO, bajo propiedad de la Comisión con las mismas bases científicas que el NAVSTAR, dando origen a la Agencia Europea del Espacio (ESA), uno de cuyos Centros de Control y Seguimiento se encuentra en la pedanía de Villanueva de la Cañada, conocida como Villafranca del Castillo, y desde la que se gestiona la constelación de satélites europeos.

La República Popular China no iba a quedar atrás en esta carrera de dotarse de sistemas de navegación propios y, entre los años 2014 y 2015, situó 14 satélites en el espacio, anticipo de los 30 que proyectan para el año 2020, para así tener plenamente operativo su sistema al que denominan BEIDOU.

Voy a dar una ligera pincelada del funcionamiento del NAVSTAR, al que simplemente le vamos a llamar, para abreviar, GPS. Quizás el lector se pregunte por qué utilizamos siempre el GP propiedad del gobierno de los EE.UU, y no lo hacemos con el GALILEO al que España ha aportado



muchos millones de euros al igual que sus colegas europeos. La razón es simple: las aplicaciones para uso civil, que instalamos en nuestros teléfonos, coches, equipos de música, etc., las APP, todas, han sido diseñadas en los EE.UU aunque estén fabricadas en países orientales como Corea, Tailandia, Vietnam, Singapur, etc. Lo propio ocurre con las aplicaciones adaptadas a los sistemas de armamento o a la navegación aérea. Lo único que hemos conseguido es sembrar el espacio de constelaciones, soportando unos elevados gastos de control y mantenimiento pero con el orgullo de saber que existe un sistema de navegación que puede permitir mantener la situación de los sistemas terrestres ante un corte de la información del GPS. Los EE.UU. lo ofrecieron al mundo libre en una sesión extraordinaria de las Naciones Unidas en el año 2003; en el mantenimiento y desarrollo del programa intervienen muchos países amigos y aliados, lo que no hace previsible una marcha atrás. Pero ¿si fuera preciso utilizar el Sistema GALILEO, disponemos de las aplicaciones y terminales necesarios para operar el Sistema?. Sinceramente, no.

De la constelación de 30 satélites para el programa GPS se utilizan simultáneamente 24, quedando los 6 restantes para reserva, mantenimiento, etc. Estos satélites emiten una serie de señales simultáneas de las que

---

**Las aplicaciones para uso civil, que instalamos en nuestros teléfonos, coches, equipos de música, etc., las APP, todas, han sido diseñadas en los EE.UU aunque estén fabricadas en países orientales.**

---

nuestro receptor utiliza 3 ó 4, las interpreta midiendo el tiempo que tarda en llegar la señal (hablamos de milésimas de segundo, calculadas con un patrón atómico); al comparar estas señales entre sí calcula, mediante la resolución de tres triángulos esféricos, la posición en longitud y latitud: hoy día con una precisión que llega a menos de 12 metros de error si empleamos un receptor comercial como un teléfono inteligente con buena cobertura celestial. Es un sistema de ingeniería que ha sabido coordinar todos los factores de error, especialmente los derivados de la medida del tiempo.

Los que hemos aprendido a “navegar”, con un teodolito sacado por la cúpula del Junker-52 y hemos tenido que trasladar estas mediciones, previa interpolación de los datos de las tablas astronómicas, a un mapa con el buen manejo de la regleta y realizar al me-



nos tres mediciones con 5 minutos de separación en tiempo y tras el cálculo correspondiente, hemos presentado al profesor el resultado: “Mi capitán, estamos 5 km. al Este de Abanilla” y en el acto el profesor responde: “Pues anótese un 2,5 en el cuaderno, porque estamos 5 km, al norte de Hellin”, encontramos que realmente el GPS aplicado a la navegación aérea es un milagro. Y, para los que hemos dedicado muchas horas a resolver los endiablados triángulos esféricos con las tablas astronómicas a seis decimales - que bastaba un error en una suma para echar por tierra el resultado- que el teléfono inteligente sea capaz de resolver la intersección de tres triángulos esféricos en micronésimas de segundo, sinceramente me emociona.

Queda por explicar cómo funcionan aplicaciones como la conocida TOM-TOM, que aprovecho para recomendar que no se lo compren pues, de forma gratuita por generosidad de Google, se puede obtener la aplicación GOOGLE MAPS que es mucho más precisa y esta siempre actualizada sin coste alguno. ¿Cómo el Sistema nos proporciona la velocidad propia, los datos de ruta, los radares y las indicaciones de rutas? Sencillamente, la información cartográfica de la zona, combinada con los datos de la propia navegación, todo ello superpuesto, elabora la información oral y visual que nos permite viajar de

forma segura, siempre que el aparato tenga una vista sin obstáculos del cielo.

---

**el Sistema GPS es controlado por las estaciones de seguimiento ubicadas en Colorado Springs (próxima a la Academia de Oficiales de la USAF), Hawái, Kwajalein (Islas Marshall), Isla Ascensión e isla de Diego García.**

---

También algunos se preguntarán si es totalmente fiable para la navegación aérea, incluso en las aproximaciones, mejorando los sistemas tradicionales como el GCA manejado por un operador; el TACAN/VOR manejado por el piloto, ya que en estos interviene la mano del hombre que puede errar o malinterpretar. Para más fiabilidad el sistema de aproximación utilizado para la navegación aérea tiene añadida una mejora: se conoce como el DGPS, o GPS diferencial, que proporciona a los receptores correcciones de los datos producidos por

un receptor fijo en tierra (de referencia) del que se conoce exactamente la posición. El Sistema de aproximación cuenta con una estación de referencia que dispone de un receptor GPS, un microprocesador para calcular el posible error y un transmisor que enlaza con los receptores usuarios finales. Por otra parte, el equipo usuario cuenta con un receptor DGPS (GPS mas el receptor de la estación de referencia) que le asegura la ausencia de error en los datos,

Para terminar sería interminable relacionar las aplicaciones civiles y militares del GPS: sólo añadir que las aplicaciones militares utilizan un Código de Precisión cifrado que puede permitir, según datos de la USAF, una “precisión de 2,5 a 3 metros en más del 95% del tiempo”. Y, como curiosidad, el Sistema GPS es controlado por las estaciones de seguimiento ubicadas en Colorado Springs (próxima a la Academia de Oficiales de la USAF), Hawái, Kwajalein (Islas Marshall), Isla Ascensión e isla de Diego García.

No es mi intención que los lectores reciban una clase teórica aburrida sino que, cuando en su teléfono “abran” la aplicación GOOGLE MAPS, conozcan el milagro que se ofrece en sus manos cuando lean: “Su ubicación actual es tal y tal.....”. En el pequeño aparato se encuentran concentrados muchos años de investigación, muchos desarrollos tecnológicos inimaginables de muy distintas nacionalidades y campos pero, sobre todo, piense el lector que tiene en sus manos una garantía de supervivencia con las varias aplicaciones que le pueden ayudar incluso a salvarle la vida.

ÁNGEL LEÓN  
DÍAZ BALMORI

**Coronel de Aviación DEM (R)**