

GPS: Principios de Funcionamiento, Limitaciones y Fallos Comunes

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Tácticas

Etiquetas: Sin etiquetas

GPS: Principios de Funcionamiento, Limitaciones y Fallos Comunes

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es la herramienta de navegación más extendida del mundo, pero depende de una infraestructura orbital y de condiciones físicas que no siempre se cumplen. Comprender cómo calcula la posición, qué factores degradan la señal y cuáles son los modos de fallo más frecuentes permite al navegante anticipar problemas y tener siempre un plan B con mapa y brújula.

Principio de funcionamiento: trilateración satelital

El GPS se basa en una constelación de 31 satélites operativos (a fecha de 2024) que orbitan a 20.200 km de altitud en 6 planos orbitales inclinados 55° respecto al ecuador. Cada satélite completa una órbita cada 11 horas y 58 minutos, garantizando que al menos 4 satélites sean visibles desde cualquier punto de la Tierra en todo momento.

El receptor GPS mide el tiempo que tarda la señal de radio (frecuencia L1 en 1575,42 MHz y L2 en 1227,60 MHz) en llegar desde cada satélite. Multiplicando ese tiempo por la velocidad de la luz (299.792.458 m/s) se obtiene la pseudodistancia a cada satélite. Con 3 satélites se resuelve la posición en 2D (latitud y longitud); con 4 o más se añade la altitud y se corrige el error del reloj interno del receptor.

Este proceso se llama trilateración (no triangulación, que usa ángulos). Los satélites llevan relojes atómicos de cesio y rubidio con precisión de 1 nanosegundo (equivalente a 30 cm de error en distancia). Los receptores civiles usan osciladores de cuarzo mucho menos precisos, por lo que necesitan el cuarto satélite para compensar ese desfase.

Constelación

País

Satélites operativos

Altitud (km)

Frecuencia civil principal

GPS (NAVSTAR)

EE.UU.

31

20.200

L1: 1575,42 MHz

GLONASS

Rusia

24

19.100

L1OF: 1602 MHz

Galileo

Unión Europea

28

23.222

E1: 1575,42 MHz

BeiDou

China

44

21.528 / 35.786

B1I: 1561,098 MHz

Fuentes de error y degradación de la señal

La precisión nominal del GPS civil es de 3-5 metros en condiciones ideales (cielo abierto, buena geometría satelital). Sin embargo, múltiples factores degradan esta precisión en situaciones reales.

Error ionosférico: La ionosfera (60-1.000 km de altitud) contiene electrones libres que retrasan la señal GPS de forma variable. Puede introducir errores de 2-5 metros. Los receptores de doble frecuencia (L1+L2) corrigen este error comparando el retraso en ambas frecuencias.

Error troposférico: La troposfera (0-12 km) también retrasa la señal debido a la humedad y presión atmosférica. Introduce errores de 0,5-2 metros. Es mayor con satélites bajos sobre el horizonte (señal atraviesa más atmósfera).

Efecto multitrayectoria (multipath): La señal rebota en superficies cercanas (edificios, paredes rocosas, vehículos) antes de llegar al receptor, aumentando la distancia aparente. Puede causar errores de 1-5 metros en entornos urbanos y hasta 15 metros en cañones de edificios.

Dilución de precisión (DOP): Si los satélites visibles están agrupados en una zona pequeña del cielo, la geometría de la trilateración es pobre. El valor PDOP (Position Dilution of Precision) mide esta geometría: PDOP 6 poco fiable. En valles estrechos o junto a acantilados el PDOP se dispara porque se pierde visibilidad de satélites en parte del cielo.

Cobertura vegetal densa: El dosel forestal atenúa la señal GPS. Un bosque caducifolio en verano puede degradar la precisión a 10-30 metros. Bosques de coníferas densos son aún peores. En selva tropical la señal puede perderse por completo.

Fallos comunes y situaciones de riesgo

Los accidentes por exceso de confianza en el GPS son frecuentes en montaña. Conocer los modos de fallo más habituales puede evitar situaciones peligrosas.

Arranque en frío prolongado: Un receptor apagado durante días necesita descargar el almanaque completo de posiciones satelitales, lo que puede tardar 12-15 minutos (frente a 30 segundos de un arranque en caliente). En situación de emergencia este retraso puede ser crítico.

Agotamiento de batería: El chip GPS es uno de los componentes que más batería consume en un móvil. Un smartphone con GPS activo y pantalla encendida puede agotar la batería en 3-5 horas. Los receptores GPS dedicados (tipo Garmin) duran 15-25 horas con 2 pilas AA.

Deriva en parado (position drift): Cuando el receptor está estático, la posición calculada puede oscilar 5-15 metros aleatoriamente, creando trayectorias fantasma. Algunos dispositivos lo compensan con un filtro que "congela" la posición si detecta que no hay movimiento real.

Salto de posición en terreno abrupto: En crestas, collados y cornisas, la geometría satelital cambia bruscamente al pasar de una vertiente a otra, causando saltos de posición de hasta 50-100 metros. Esto ha provocado accidentes graves cuando montañeros siguen el track del GPS en condiciones de niebla.

Interferencia y jamming: La señal GPS es extremadamente débil (-130 dBm al llegar a la Tierra). Un emisor de interferencias barato puede inutilizar receptores GPS en un radio de kilómetros. En zonas de conflicto o cerca de instalaciones militares el spoofing (señal GPS falsa) es un riesgo real.

Regla fundamental: El GPS es un complemento, NUNCA un sustituto del mapa topográfico y la brújula. Todo navegante debe saber determinar su posición con medios analógicos antes de depender de la electrónica.

WAAS, EGNOS y correcciones diferenciales

Para mejorar la precisión del GPS civil existen sistemas de aumento basados en satélites (SBAS). En Europa, el sistema EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) transmite correcciones que reducen el error a 1-2 metros en horizontal y 2-3 metros en vertical.

EGNOS utiliza una red de 40 estaciones terrestres de referencia distribuidas por Europa que calculan los errores ionosféricos y de efemérides en tiempo real. Estas correcciones se envían al usuario a través de 3 satélites geostacionarios. El receptor compatible las aplica automáticamente.

Sistema SBAS

Región

Precisión típica

WAAS

Norteamérica

1-2 m

EGNOS

Europa

1-2 m

MSAS

Japón

1-2 m

GAGAN

India

2-3 m

⚠ Advertencia: Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.