

RECOMENDACIÓN UIT-R TF.767-2

Utilización de los sistemas globales de navegación por satélite para la transferencia de señales horarias de gran precisión

(Cuestión UIT-R 152/7)

(1992-1998-2001)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) la necesidad de transferir y comparar señales horarias a nivel de explotación con la precisión más alta posible a distancias intercontinentales;
- b) que existe en todo el mundo una necesidad cada vez mayor de realizar transferencias de señales horarias poco onerosas con una precisión inferior a 1 μ s, completamente automatizadas (en particular, con sistemas capaces de reanudar la sincronización tras las pérdidas de potencia sin intervención humana) y con las características adecuadas con respecto a la fiabilidad, a la disponibilidad y al coste;
- c) la capacidad demostrada de las técnicas espaciales para lograr precisiones inferiores a 100 ns en la transferencia de señales horarias;
- d) las ventajas que ofrece el sistema global de determinación de la posición (GPS) en términos de disponibilidad actual de múltiples satélites, el sistema de 24 satélites que da una cobertura continua mundial a la transferencia de señales horarias, y el firme compromiso de efectuar la comprobación y el control del sistema. La relación precisa y conocida entre las señales horarias del sistema GPS y el tiempo universal coordinado (UTC), la utilización de patrones atómicos a bordo y las numerosas posibilidades de adquisición comercial de receptores de señales horarias GPS;
- e) la amplia experiencia favorable obtenida con la utilización dilatada de los satélites GPS para la transferencia de señales horarias durante muchos años;
- f) el establecimiento de un Comité Civil de Interfaz para el servicio GPS que ofrece información y enlace entre el sistema GPS y los usuarios civiles;
- g) la capacidad técnica para degradar intencionalmente la precisión de las señales GPS ofrecida a los usuarios civiles en general, mediante la utilización de las técnicas de disponibilidad selectiva (SA) y antifraude (AS) (véase el Anexo 1);
- h) la viabilidad técnica demostrada de compensar, al menos parcialmente, los efectos adversos en la precisión de la transferencia de señales horarias vinculada a los procedimientos de SA y de AS, mediante la utilización de la técnica de seguimiento común del GPS, al promediar las señales de temporización recibidas a lo largo de uno o más días, utilizando un promedio ponderado entre varios satélites, o utilizando a posteriori información precisa de la posición del satélite;
- j) que el sistema global de navegación por satélite (GLONASS) es comparable al GPS;
- k) que se prevé que la utilidad de los sistemas de aumento basado en satélite (SBAS), como el sistema de aumento de zona amplia (WAAS, *wide area augmentation system*), el sistema geoestacionario europeo de superposición de navegación (EGNOS, *European Geostationary Navigation Overlay System*) y el sistema de aumento por satélite de transporte multifunción (MTSAT, *multifunction transportation satellite*) será de igual importancia,

recomienda

1 que se considere seriamente la utilización de los satélites GPS, GLONASS y SBAS para transferir y comparar señales horarias en todo el mundo, especialmente para las aplicaciones que requieren una cobertura global y niveles de precisión de 1 μ s o inferiores;

2 que se considere seriamente la técnica de seguimiento común GPS y GLONASS para las aplicaciones que requieren precisiones en la gama de 10 a 100 ns; utilizando esta técnica, las estabilidades y precisiones temporales pueden mejorarse:

- aplicando un promedio ponderado entre varios satélites;
- utilizando un receptor sin código para medir y compensar el retardo de la señal del satélite a través de la ionosfera;
- aplicando correcciones mediante la utilización de datos precisos de efemérides de los satélites;
- determinando coordenadas precisas (1 m) para las antenas del receptor;

3 que en las circunstancias en que hayan de ponerse en práctica las medidas de SA y/o de AS, los usuarios que requieran la mayor precisión, compensen en la medida de lo posible la degradación intencional aplicando las técnicas siguientes:

- exactitud (dentro de 1 s entre el arranque y la parada) en el seguimiento común para cancelar la modulación en el reloj del satélite con disponibilidad selectiva activada;
- promediar la señal recibida entre todos los satélites disponibles y a lo largo de varios días;
- aplicar correcciones posteriores utilizando datos retardados precisos de efemérides de satélite.

ANEXO 1

Degradación intencional de las señales GPS

El GPS permite degradar intencionalmente la señal GPS que llega a los usuarios civiles en general. La degradación se denomina «disponibilidad selectiva» (SA). Además de la SA se dispone también de una función antifraude (AS). Se necesita un conjunto de claves de decriptación para eliminar los efectos de la AS y la SA.

La activación de la AS hace que el «servicio preciso de determinación» (PPS) GPS sea inaccesible a aquellos que no poseen las claves adecuadas. El PPS ofrece la misma precisión que el GPS. El código de autorización de acceso (C/A) de 1,023 MHz sigue estando disponible para todos los usuarios y permite acceder al «servicio normal de determinación de la posición» (SPS). Al activar la SA, el SPS sigue dando acceso al sistema de tiempo GPS y al UTC y mantenido por el Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO), pero la modulación de la señal horaria da lugar a incertidumbres cresta a cresta de varios cientos de nanosegundos. El SPS ha fijado la incertidumbre (2σ) en dos dimensiones en 100 m para la posición y en 340 ns para el tiempo. Con tiempo de promediación de un día, se han obtenido incertidumbres de 100 ns y con uno de tres días, incertidumbres de 50 ns. Se necesita un reloj de referencia estable para lograr dichas precisiones. La

mayoría de los centros de señales horarias internacionales han adoptado el método de seguimiento común GPS como el mejor medio operacional para la transferencia de señales horarias. Las coordenadas de las antenas GPS de los centros de señales horarias se conocen actualmente con una precisión mejor de 1 m.

El Comité Consultivo sobre frecuencia y tiempo (CCTF) ha establecido un Grupo de Tareas Especiales para estudiar los efectos sistemáticos en el equipo de temporización GPS (principalmente en los receptores). Se han descubierto diversos tipos de errores constantes y errores dependientes en la temperatura. Continúan los estudios en esta materia.

Se han dado varios pasos para ayudar a los usuarios civiles a obtener información sobre el GPS. Por ejemplo, se ha establecido un Comité Civil de Interfaz del Servicio GPS (CGSIC). En este CGSIC hay un Subcomité dedicado a señales horarias. Dicho Subcomité da servicio al BIPM (Bureau international des poids et mesures), a los centros internacionales de señales horarias y a la industria (telecomunicaciones, compañías eléctricas, etc.). El CGSIC ofrece:

- información general y específica del GPS;
- un boletín de operación preparado por el Coast Guard de los Estados Unidos de América; e
- información respecto a las técnicas y la investigación, así como sobre nuevos desarrollos.

Con el fin de ampliar la asistencia a los usuarios GPS se editan boletines semanales o mensuales por las siguientes organizaciones: por ejemplo, BIPM, Instituto Nacional de Normas y Tecnología (NIST) y el USNO y otros institutos metrológicos nacionales. Además, en BIPM, NIST y USNO se dispone de acceso a la World Wide Web. Muchas organizaciones tienen personal que puede responder a muchas de las cuestiones específicas que plantean los usuarios civiles respecto al GPS.
