

INFORME 1166

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS TRANSMISIONES DIFERENCIALES
DEL GPS DESDE RADIOFAROS MARÍTIMOS

(Cuestión 58/8)

(1990)

1. Introducción

1.1 El sistema mundial de determinación de la posición (GPS) es un sistema de navegación por satélite que se está estableciendo en Estados Unidos. Se espera que muchos usuarios puedan disponer de una exactitud de navegación de unos 100 metros (con una probabilidad del 95%). Dicha exactitud será suficiente para la mayoría de las necesidades generales de navegación, pero no así en lo que se refiere a ciertas aplicaciones específicas como la aproximación a puerto, los servicios de tráfico marítimo (VTS), la vigilancia de la navegación, el dragado, el tendido de cables, la instalación de tuberías, así como la localización de boyas, sensores de localización para sistemas de mapas electrónicos y otras estructuras en alta mar.

1.2 La exactitud de navegación del GPS puede mejorarse apreciablemente gracias a la transmisión de correcciones diferenciales obtenidas de estaciones de referencia convenientemente ubicadas. El examen de los diferentes factores técnicos, administrativos y económicos que ejercen influencia sobre la elección de la forma de transmitir las correcciones diferenciales revela que el empleo de radiofaros marítimos en la banda 285 - 315 kHz sería una solución viable ya que:

- la propagación de las transmisiones en esta banda de frecuencias es primordialmente por onda de superficie, con un alcance utilizable del mismo orden de magnitud que el alcance de aplicabilidad de la estación de referencia;
- en la nota 466 del Reglamento de Radiocomunicaciones se permite que las estaciones de radiofaro del servicio de radionavegación marítima transmitan información de navegación suplementaria;
- los radiofaros marítimos proporcionan actualmente cobertura de las aguas costeras en muchas partes del mundo. Esto haría posible establecer eficaz y económicamente una norma mundial para las transmisiones diferenciales del GPS.

1.3 Aunque los estudios actuales se refieren concretamente al sistema del GPS, los mismos principios rigen para otros sistemas de radionavegación o de navegación por satélite, tales como Glonass o Loran-C.

* Se pide al Director del CCIR que señale este Informe a la atención de la OMI y de la IALA.

2. Requisitos de funcionamiento de un sistema diferencial del GPS

2.1 Un sistema diferencial del GPS debe prestarse para la radionavegación de gran exactitud hasta 100 millas náuticas de la costa, así como para la radiolocalización hasta 200 millas náuticas de la costa. Habría que normalizar en el plano internacional la forma de transmisión para su utilización mundial, y el equipo del usuario tendría que resultar económico.

2.2 En lo posible, y con un intervalo de reactualización inferior a 10 segundos, las correcciones diferenciales del GPS deben ofrecer los siguientes grados de exactitud de navegación (con una probabilidad del 95%), cuando se utilicen junto con información procedente de satélites del GPS.

	En alta mar	Cerca de la costa	Vías navegables interiores
Radionavegación	≈ 20 m	≈ 10 m	≤ 5 m
Radiolocalización	≈ 10 m	≈ 5 m	1 - 2 m

2.3 El sistema debe estar disponible para la radionavegación durante como mínimo el 99% del tiempo, en promedio durante un año, y para la radiolocalización durante como mínimo el 90% del tiempo, en promedio durante el mismo periodo. Con todo, puede aceptarse una menor disponibilidad en sectores poco importantes.

2.4 En caso de que pueda disponerse de un sistema de satélite de uso general que proporcione grados de exactitud de navegación cercanos a los que figuran en el punto 2.2, no parece probable que se justifique el desarrollo y la aplicación de un sistema diferencial del GPS.

3. Factores relativos a las estaciones de referencia diferenciales del GPS

3.1 La ubicación de las estaciones de referencia diferenciales del GPS dependerá ante todo de la distancia en que las correcciones efectuadas permitan la exactitud de navegación necesaria, así como de la dimensión de la zona de cobertura. En ciertos casos puede utilizarse una estación de referencia diferencial del GPS para suministrar información de corrección a diferentes estaciones transmisoras.

3.2 Al examinar el número óptimo de estaciones diferenciales del GPS para una zona determinada deben tomarse en consideración varios factores. En el supuesto de que se pueda elegir entre estaciones de alcance medio, con alcance efectivo de unos 250 km, y estaciones de largo alcance, con alcance efectivo de cerca de 500 km, habrá que tener en cuenta lo siguiente:

Opción	Ventajas	Inconvenientes
Estaciones de alcance medio	<p>Baja interferencia de onda ionosférica</p> <p>Elevada disponibilidad</p> <p>Gran exactitud</p> <p>Puede recurrirse a equipo normalizado de potencia media</p>	<p>Menor cobertura</p> <p>Se requieren más estaciones para cubrir la zona</p> <p>Es probable que se precisen más canales de frecuencia</p>
Estaciones de largo alcance	<p>Se necesitan menos estaciones para cubrir la zona</p> <p>Es probable que se precisen menos canales de frecuencia</p>	<p>La interferencia de onda ionosférica limita la disponibilidad del sistema en el extremo del alcance</p> <p>La exactitud de navegación puede disminuir a grandes distancias</p> <p>No se dispone de equipo normalizado de alta potencia</p>

4. Concepto del sistema

4.1 La IALA se encuentra estudiando un concepto de sistema basado en los siguientes parámetros y características:

- los datos y el formato de los mensajes deben estar en conformidad con las recomendaciones del Comité Especial 104 del RTCM (versión 2.0);
- la velocidad de la información debe ser 100 bit/s;
- la transmisión de correcciones diferenciales del GPS debe ser continua, ya que ello permite una gran exactitud y el uso de equipo poco complejo por el usuario;
- debe utilizarse un código de detección de errores y de corrección de errores con relación 1/4 para garantizar una elevada disponibilidad a la distancia máxima en zonas con mucho ruido atmosférico. La velocidad de transmisión sería así de 400 bit/s;
- es necesario utilizar modulación MDM para economizar anchura de banda. Con una velocidad de transmisión de 400 bit/s, se necesita una anchura de banda de 472 Hz para el 99% de la potencia transmitida;
- una separación de canales de 500 Hz bastaría para garantizar un mínimo de interferencia de canal adyacente y sería compatible con la separación de canales de los radiofaros en todas las regiones, con inclusión de la Zona Marítima Europea;
- suponiendo una relación de protección contra la interferencia en el mismo canal de 12 dB, puede lograrse la cobertura completa utilizando un máximo de 12 canales, cada uno de ellos de 500 Hz de anchura de banda.

4.2 En algunos países se están estudiando otros conceptos de sistemas para el funcionamiento a larga distancia del GPS diferencial. Dichos estudios también pueden ser objeto de Informes.

5. Estaciones de transmisión diferencial del GPS

5.1 Cabe la posibilidad de combinar una estación de transmisión diferencial del GPS con una estación de radiofaro, separando 500 Hz la modulación diferencial de la modulación del radiofaro. No obstante, una estación diferencial del GPS puede ser también un transmisor independiente.

5.2 La comparación de las dos opciones revela lo siguiente:

Opción	Ventajas	Inconvenientes
Radiofaro/estación diferencial del GPS combinados	<p>Solución de bajo costo. Plena utilización de la infraestructura de radiofaros</p> <p>Se requieren pocos cambios reglamentarios en la planificación</p> <p>En la mayoría de los casos resultaría fácil superponer varios canales diferenciales del GPS en el diagrama de radiación del radiofaro</p>	<p>Poca flexibilidad en cuanto al alcance, cobertura y relación de protección del sistema diferencial del GPS</p> <p>Es probable que aumente la complejidad del receptor</p> <p>Es necesario coordinar las atribuciones de frecuencia a radiofaros y a radiofaros/estaciones diferenciales del GPS</p> <p>Es posible que se produzca interferencia mutua entre los radiofaros y las estaciones diferenciales del GPS</p> <p>Es posible que no pueda explotarse al máximo el potencial diferencial del GPS</p>
Estación diferencial especializada del GPS	<p>Máxima flexibilidad del sistema</p> <p>Es probable que se reduzca la complejidad del receptor</p>	<p>No es posible la utilización en común junto con la infraestructura de radiofaros</p> <p>Es necesario introducir cambios en el Reglamento de Radiocomunicaciones</p>

5.3 Si se introdujeran estaciones especializadas del GPS y se necesitarán 12 canales DGPS, se precisaría una anchura de banda de 6 kHz dentro de la banda de la radiobaliza. Ello podría efectuarse ya sea en bloque o previendo ciertos canales específicos uniformemente distribuidos en toda la banda. Al comparar dichas opciones se llega a las siguientes conclusiones:

Opción	Ventajas	Inconvenientes
Atribución de 6 kHz en bloque (12 x 50 Hz)	No hay interferencia entre los radiofaros y los servicios diferenciales del GPS Máxima flexibilidad para desarrollar el potencial de un sistema diferencial del GPS	No es posible combinar radiofaros con transmisores diferenciales del GPS
Previsión de canales diferenciales del GPS distribuidos a lo largo de la banda de la radiobaliza	En caso necesario, es posible combinar los radiofaros con transmisores diferenciales Poco riesgo de interferencia entre los radiofaros y los servicios diferenciales del GPS	Es preciso reatribuir las frecuencias de radiofaro

6. Estudios adicionales

Es preciso efectuar más estudios sobre los aspectos operacionales y técnicos de la utilización de radiofaros marítimos para transmitir correcciones diferenciales del GPS, incluidos:

- el alcance operacional efectivo óptimo de las transmisiones;
- la relación de protección y los efectos de la onda ionosférica;
- las disposiciones de frecuencias en la banda 285 - 315 kHz y el número requerido de canales para las transmisiones diferenciales del GPS;
- el tipo de detección de errores y la codificación de corrección;
- los costos del sistema y las necesidades del usuario.