

**ANEXO 17**

**RESOLUCIÓN MSC.401(95)  
(adoptada el 8 de junio de 2015)**

**NORMAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS RECEPTORES DE  
RADIONAVEGACIÓN MULTISISTEMAS DE A BORDO**

EL COMITÉ DE SEGURIDAD MARÍTIMA,

RECORDANDO el artículo 28 b) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones del Comité,

RECORDANDO TAMBIÉN la resolución A.886(21), mediante la cual la Asamblea decidió que el Comité de seguridad marítima se encargara de adoptar y enmendar las normas de funcionamiento del equipo radioeléctrico y náutico en nombre de la Organización,

RECONOCIENDO que son necesarias normas de funcionamiento para el equipo receptor de radionavegación multisistemas de a bordo a fin de garantizar que los buques dispongan de equipo de determinación de la situación resiliente y adecuado para su utilización con los sistemas de radionavegación disponibles a lo largo de su viaje,

TENIENDO EN CUENTA las actuales normas de funcionamiento de los receptores de navegación de a bordo que figuran en las resoluciones MSC.112(73), MSC.113(73), MSC.114(73), MSC.115(73), MSC.233(82) y MSC.379(93),

HABIENDO EXAMINADO la recomendación formulada por el Subcomité de navegación comunicaciones y búsqueda y salvamento en su 2º periodo de sesiones ordinario,

1 ADOPTA las Normas de funcionamiento de los receptores de radionavegación multisistemas de a bordo, cuyo texto figura en el anexo de la presente resolución;

2 RECOMIENDA a los Gobiernos Miembros que se aseguren que los receptores de radionavegación multisistemas de a bordo instalados el 31 de diciembre de 2017 o posteriormente, se ajustan a normas de funcionamiento no inferiores a las especificadas en el anexo de la presente resolución.

\* \* \*

## ANEXO

### NORMAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS RECEPTORES DE RADIONAVEGACIÓN MULTISISTEMAS DE A BORDO

#### 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Los sistemas mundiales de navegación por satélite (GNSS), algunos de los cuales están actualmente reconocidos por la Organización como componentes del Sistema mundial de radionavegación (WWRNS), son sistemas espaciales que proporcionan servicios de determinación de la situación, velocidad y hora (PVT) a escala mundial. Cada segmento espacial de GNSS está compuesto de hasta 30 satélites por constelación, que pueden desplegarse en varios planos orbitales y tipos de órbitas. La separación de los satélites en órbita se dispone normalmente de manera que haya por lo menos cuatro satélites visibles para los usuarios en todo el mundo. Cada satélite transmite señales que pueden ser procesadas por un equipo receptor para determinar la situación tridimensional con una dilución de la precisión de la situación (PDOP) igual o inferior a 6, o una dilución de la precisión horizontal (HDOP) igual o inferior a 4, a fin de garantizar que la información sobre la situación puede utilizarse de forma fiable para la navegación.

1.2 Los sistemas de radionavegación terrenales utilizan señales de estaciones transmisoras en tierra para determinar la información sobre la situación, velocidad y hora (PVT). Las señales recibidas de al menos tres estaciones deberían ser procesadas por el equipo receptor para determinar una situación bidimensional.

1.3 Los sistemas de intensificación utilizan transmisores en tierra o en el espacio para proporcionar datos sobre la intensificación a fin de mejorar la precisión y la integridad de zonas específicas de servicio (tales como la navegación en las entradas y accesos a puertos y en las aguas costeras).

1.4 La introducción de normas de funcionamiento para los receptores de radionavegación multisistemas de a bordo permitirá el uso combinado de sistemas de radionavegación actuales y futuros, así como también de sistemas de intensificación, para la provisión de datos sobre la situación, velocidad y hora en el sistema de navegación marítima.

1.5 Un receptor multisistema que utilice señales de navegación de dos o más GNSS, con o sin intensificación, proporciona mejores datos PVT. Se obtiene una mejor resistencia a las interferencias de radiofrecuencia intencionadas e involuntarias cuando se utilizan dos o más sistemas de radionavegación independientes o de frecuencias distintas. Ese enfoque combinado también proporciona una redundancia que mitiga la pérdida de un sistema único.

1.6 El equipo receptor capaz de combinar mediciones procedentes de varios GNSS y un sistema de radionavegación terrenal opcional, con o sin intensificación, para formar una única solución PVT resiliente, pueden utilizarse para la navegación en buques a velocidades que no superen los 70 nudos. Dicho equipo debería cumplir, además de las disposiciones generales recogidas en la resolución A.694(17),<sup>1</sup> las normas mínimas de funcionamiento indicadas en este documento.

1.7 Con estas normas de funcionamiento se pretende definir las prescripciones mínimas sin definir el enfoque adoptado.

---

<sup>1</sup> Véase la publicación 60945 de la CEI.

1.8 El receptor de radionavegación multisistema de a bordo determina, como mínimo, la situación, el rumbo efectivo (COG), la velocidad con respecto al fondo (SOG) y la hora, ya sea para fines de navegación o como datos para otras funciones de a bordo. Esta información debería estar disponible durante las operaciones estáticas y dinámicas.

1.9 Las normas de funcionamiento permiten la aplicación de diferentes métodos y técnicas para la provisión de datos PVT y la información conexas sobre la integridad. Cuando la Organización haya aprobado directrices sobre la provisión armonizada de datos PNT, así como la comprobación de la integridad del sistema determinación de la situación, navegación y hora (PNT) en uso y los productos de datos proporcionados, deberían aplicarse estas directrices.

## **2 EQUIPO RECEPTOR (MÓDULO A)**

2.1 La expresión "equipo receptor de radionavegación multisistema de a bordo" (en adelante denominado "el equipo") utilizada en las presentes normas de funcionamiento abarca todos los componentes y unidades necesarios para que el sistema desempeñe las funciones previstas de manera adecuada. El equipo debería incluir los componentes y medios mínimos siguientes:

- .1 antenas capaces de recibir todas las señales de radionavegación necesarias para garantizar la funcionalidad del equipo receptor;
- .2 un receptor o receptores y un procesador o procesadores que permitan procesar las señales de radionavegación necesarias para garantizar la funcionalidad del equipo receptor;
- .3 medios de acceso a la información PVT computarizada (por ejemplo, presentación en pantalla de la latitud, longitud, COG, SOG, hora, fuentes, y la fase o fases de navegación mantenidas actualmente);<sup>4</sup>
- .4 una interfaz para proporcionar los datos que controlan/configuran el receptor;
- .5 la presentación en pantalla;
- .6 los datos en bruto generados, para la provisión de información adicional, como las mediciones de distancia y los datos de navegación del GNSS;
- .7 una indicación al usuario de la calidad y fiabilidad de los datos PVT computarizadas y distribuidos; y
- .8 una indicación al usuario del sistema (o los sistemas) de radionavegación utilizados actualmente para la información PVT.

2.2 Las antenas deberían proyectarse de modo que puedan instalarse en un lugar o lugares del buque que proporcionen un entorno satisfactorio para la recepción de todas las señales de radionavegación necesarias. Deberían tenerse en cuenta las consecuencias de los trayectos múltiples y los efectos de la compatibilidad electromagnética (CEM).

---

<sup>4</sup> Las prescripciones relativas a las diferentes fases de la navegación figuran en las resoluciones A.915(22) y A.1046(27).

- 2.3 El equipo debería proyectarse de manera que:
- .1 reduzca las interferencias de fuentes fuera de banda autorizadas; y
  - .2 proporcione un medio de:
    - .1 comprobación de la integridad para cada fuente PVT que se utilice (por ejemplo, RAIM, CAIM);<sup>5</sup> y
    - .2 comprobación autónoma de la integridad de múltiples fuentes.<sup>6</sup>

### **3 PRESCRIPCIONES OPERACIONALES Y FUNCIONALES (MÓDULO B)**

El equipo debería:

- 3.1 funcionar utilizando señales de navegación de acceso civil de al menos dos GNSS independientes, reconocidos por la Organización como parte del WWRNS, proporcionadas en las bandas de frecuencias del servicio de radionavegación por satélite (espacio-Tierra) designadas en el artículo 5 del Reglamento de radiocomunicaciones;<sup>7</sup>
- 3.2 proporcionar datos PVT con el nivel de resiliencia e integridad necesario, tanto si el equipo se utiliza directamente como entrada de otros equipos como si se utiliza en los sistemas integrados de navegación (SIN);
- 3.3 cuando se proporcionen señales de sistemas de radionavegación terrenal y éstas se utilicen en bandas de frecuencia protegidas, tener la posibilidad de operar utilizando las señales del sistema o sistemas de radionavegación terrenal proporcionados en las bandas de frecuencias protegidas;
- 3.4 disponer de medios para procesar los datos de intensificación, de conformidad con los métodos adecuados;<sup>8</sup>
- 3.5 ofrecer la posibilidad de que el usuario seleccione o anule la selección de las señales de radionavegación y de intensificación;
- 3.6 ser capaz de procesar las señales antedichas y combinarlas lo mejor posible para proporcionar una única solución PVT, que incluya:

---

<sup>5</sup> Véase la resolución A.915(22).

<sup>6</sup> Está previsto que la comprobación de la integridad de múltiples fuentes sea una verificación entre fuentes PVT independientes.

<sup>7</sup> Por "Reglamento de radiocomunicaciones" se entiende el Reglamento de radiocomunicaciones adjunto, o considerado como adjunto, al Convenio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones más reciente que esté en vigor en ese momento.

<sup>8</sup> Por ejemplo, la recomendación UIT-R M.823, la RTCM 10410, u otras normas pertinentes, ya existentes o todavía por elaborar, en particular para la adopción del Sistema por satélite de intensificación (SSI).

- .1 información sobre la situación del punto de referencia común coherente,<sup>9</sup> en latitud y longitud, con referencia a una implantación de un Referente Terrestre Internacional (ITRF),<sup>10</sup> con coordenadas en grados y minutos y cuya precisión refleje la exactitud de la información sobre la situación, con un máximo de cuatro decimales;
  - .2 el COG del punto de referencia común coherente<sup>7</sup> en grados, con una precisión que refleje la exactitud de la información calculada sobre el rumbo relativa al norte verdadero, con un máximo de un decimal;
  - .3 la SOG del punto de referencia común coherente<sup>7</sup> en nudos, con una precisión que refleje la exactitud de la información calculada sobre la velocidad, con un máximo de dos decimales; y
  - .4 la hora, con referencia a la UTC (OIPM<sup>11</sup>), y con una precisión de una décima de segundo;
- 3.7 ser capaz de proporcionar la solución PVT con la precisión requerida:<sup>12</sup>
- .1 en menos de 5 min, cuando no se disponga de datos de almanaque válidos para un satélite (arranque en frío);
  - .2 en menos de 1 min, cuando se disponga de datos de almanaque válidos para un satélite (arranque en caliente); y
  - .3 en menos de 2 min, después de una interrupción del suministro de energía o de pérdida de señales de menos de 60 s;
- 3.8 proporcionar la hora en UTC.
- 3.9 ser capaz de satisfacer las prescripciones relativas a las fases de navegación indicadas en la resolución A.1046(27);
- 3.10 ser capaz de generar una nueva solución PVT al menos una vez cada 0,5 s (en el caso de las naves de gran velocidad (NGV)) en cumplimiento de las prescripciones relativas a la velocidad, según se indica en el apartado 1.6 anterior, y al menos una vez cada segundo (en el caso de los buques tradicionales);
- 3.11 ser capaz de evaluar si los resultados de la solución PVT (por ejemplo, su precisión y su integridad) satisfacen las prescripciones de cada fase de la navegación.<sup>13</sup> Debería proporcionarse un *alerta* cuando no pueda determinarse dicha evaluación;

---

<sup>9</sup> Un punto de referencia común coherente único para toda la información espacial conexas. Por coherencia, el lugar de referencia recomendado deberá ser el puesto de órdenes de maniobra, de conformidad con la resolución MSC.252(83).

<sup>10</sup> Por ejemplo, el sistema geodésico mundial de 1984 (WGS 84) utilizado por el GPS, los Parámetros de la Tierra 1990 (de "Parametry Zemli" 1990, de la Federación de Rusia) (PZ-90) utilizados por GLONASS, el Marco de referencia terrestre de Galileo (GTRF) o el sistema de coordenadas geodésicas de China (CGCS 2000) utilizado por el BDS.

<sup>11</sup> Oficina Internacional de Pesas y Medidas.

<sup>12</sup> Véase la resolución A.1046(27).

<sup>13</sup> Véase la resolución A.1046(27).

3.12 proporcionar un aviso si, después de 2 s, en el caso de las NGV, o de 3 s, en el caso de los buques tradicionales, el equipo no puede evaluar el actual rendimiento alcanzado (por ejemplo, su precisión y su integridad) con respecto a cada fase de la navegación;

3.13 proporcionar una advertencia si no se han calculado nuevos datos PVT después de 5 s, en el caso de las NGV, o de 7 s, en el caso de los buques tradicionales. En dichas condiciones debería transmitirse la última situación conocida y la hora del último punto válido, indicando claramente el estado de funcionamiento, de modo que no haya ninguna ambigüedad, hasta que se reanude el funcionamiento normal;

3.14 si no es posible proporcionar una nueva actualización de la situación en la siguiente actualización prevista, transmitir la última situación verosímil, la SOG, el COG y la hora del último punto válido, indicando claramente este estado de funcionamiento, de modo que no haya ninguna ambigüedad, hasta que se reanude la actualización de la situación.

3.15 proporcionar una indicación del estado de la intensificación que incluya los siguientes elementos:

- .1 la recepción de las señales de intensificación;
- .2 la validez de las señales recibidas;
- .3 si la intensificación se aplica a la situación en la solución PVT; y
- .4 la identificación de la señal o señales de intensificación.

3.16 facilitar la siguiente información, en forma alfanumérica, para la solución PVT final y para cada fuente individual cuando se solicite, a una pantalla local (o a una pantalla separada interconectada):

- .1 la situación;
- .2 el COG y la SOG;
- .3 la hora;
- .4 la fuente o fuentes de solución PVT;
- .5 la evaluación de la fase o fases de la navegación para las cuales se cumplen las prescripciones relativas al funcionamiento;
- .6 la identificación de la señal o señales de intensificación aplicadas a la solución relativa a la situación; y
- .7 la información sobre alertas.

## **4 INTERFACES E INTEGRACIÓN (MÓDULO C)**

El equipo debería:

4.1 proporcionar las siguientes interfaces de acuerdo con las normas internacionales pertinentes:<sup>14</sup>

- .1 al menos una interfaz a partir de la cual pueda proporcionarse la solución PVT en el dátum del WGS 84 (es decir, que incluya información sobre la

---

<sup>14</sup> Véase la publicación 61162 de la CEI.

situación, el COG, la SOG, la hora, la fuente o fuentes de PVT (disponibles y utilizadas), la evaluación de la fase o fases de navegación para las cuales se cumplan las prescripciones relativas al funcionamiento e información sobre la intensificación). Se pueden proveer medios para transformar la situación calculada con respecto al dátum del WGS 84 en datos compatibles con el dátum de la carta náutica utilizada;

- .2 al menos una interfaz a partir de la cual puedan proporcionarse datos de todas las fuentes disponibles (por ejemplo, a un sistema integrado de navegación (SIN) para mejorar la evaluación de la información PVT que debería estar disponible en el dátum del WGS 84);
- .3 una interfaz para la gestión de los *alertas* (es decir, con la gestión de alertas en el puente (BAM)); y
- .4 medios para aceptar la entrada de señales de intensificación procedentes de al menos una fuente.<sup>15</sup>

4.2 Poder funcionar satisfactoriamente en condiciones normales de interferencia, de conformidad con lo prescrito en la resolución A.694(17)<sup>14</sup>, teniendo en cuenta el entorno típico del espectro electromagnético y de radiofrecuencia a bordo y fuera del buque.

4.3 Garantizar que no se produzcan daños permanentes debidos a un cortocircuito o a una puesta a tierra de la antena accidentales, o a cualquiera de sus conexiones de entrada o de salida, o a cualquiera de las entradas o salidas.

## 5 DOCUMENTACIÓN (MÓDULO D)

Debería proporcionarse la documentación relativa al equipo, preferiblemente en formato electrónico, y dicha documentación debería incluir:

5.1 Manuales de funcionamiento, que deberían contener una descripción general de las funciones, por ejemplo:

- .1 el concepto de multisistema y los beneficios y las limitaciones de la utilización de GNSS y sistemas de radionavegación terrenales y de intensificación (es decir, como fuente o fuentes para la solución PVT);
- .2 una declaración en la que se indique que GNSS y que sistemas de radionavegación terrenales y de intensificación se utilizan (es decir, como fuentes para la solución PVT);
- .3 una declaración en la que se indique la fase o fases de la navegación utilizadas y por qué fuente PVT;
- .4 orientaciones para el usuario sobre los ajustes que es necesario efectuar en el receptor para cumplir las prescripciones aplicables a la fase de navegación;
- .5 una explicación del método utilizado para los indicadores y umbrales aplicados;

---

<sup>15</sup> Véase la recomendación UIT-R M.823.

<sup>14</sup> Véase la resolución A.694(17) y la publicación CEI 60945.

- .6 una explicación del proceso de fusión y de la selección de entrada para los sistemas múltiples; y
  - .7 una descripción de los posibles fallos y de sus efectos en el equipo receptor.
- 5.2 Manuales de instalación, que deberían contener:
- .1 datos de los componentes y de sus interconexiones;
  - .2 datos de las interfaces y de las conexiones para la entrada/salida de datos, y diagramas de interconexión;
  - .3 opciones de configuración e instrucciones para la puesta en servicio;
  - .4 especificaciones sobre el suministro de energía y la puesta a tierra; y
  - .5 recomendaciones sobre la disposición física del equipo, incluidas las prescripciones relativas al montaje de las antenas y al espacio necesario para su instalación y mantenimiento.
- 5.3 material de familiarización, en el que deberían explicarse todas las configuraciones, funciones, limitaciones, controles, pantallas, alertas e indicaciones, así como las comprobaciones que el operador realiza habitualmente del equipo;
- 5.4 un análisis de los fallos,<sup>15</sup> a nivel funcional, en el que debería verificarse que el equipo se ha proyectado utilizando principios de seguridad y se garantice que el equipo está dotado de funcionalidad a prueba de averías. En el análisis de los fallos deberían tenerse en cuenta las repercusiones de todas las modalidades de fallo (por ejemplo, los causados por componentes eléctricos, interferencias o perturbaciones de radiofrecuencia, etc.); y
- 5.5 información relativa al mantenimiento del equipo.

\*\*\*

---

<sup>15</sup> Véase la publicación 60812 de la CEI.