

INFORME 761-3 *

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DE EXPLOTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SOCORRO
DEL SERVICIO MÓVIL POR SATÉLITE

(Cuestión 90/8)

(1978-1982-1986-1990)

1. Introducción

El empleo de servicios móviles por satélite para cursar las comunicaciones de seguridad y socorro será de gran importancia en el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos (SMSSM) elaborado por la Organización Marítima Internacional (OMI) y se llevará a efecto en virtud de las enmiendas de 1988 del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS), (1974 (modificado)) durante el periodo comprendido entre el 1 de febrero de 1992 y el 1 de agosto de 1999. El requisito específico de que todos los barcos a los que se aplique el Capítulo IV del Convenio SOLAS deberán llevar RLS por satélite, entrará en vigor el 1 de agosto de 1993. El SMSSM utilizará el sistema de la Organización Internacional de Comunicaciones Marítimas por Satélite (INMARSAT) para las comunicaciones así como las radiobalizas de localización de siniestros por satélite (RLS por satélite) que funcionen en el sistema COSPAS-SARSAT** o en el sistema INMARSAT para las alertas de socorro y la localización.

En el presente Informe se examinan los principales factores que influyeron en el diseño de sistemas marítimos de socorro que utilizan satélites y las correspondientes características técnicas y funcionales. En el § 1 se estudia el sistema terrenal de socorro actual, la evolución de los conceptos de radiobalizas de localización de siniestros por satélite y los requisitos operacionales de las RLS por satélite que se utilizarán en el SMSSM. El § 2 trata de algunas de las consideraciones tenidas en cuenta en el desarrollo de esos requisitos operacionales. Los requisitos técnicos dependen de las diversas técnicas utilizadas en cada sistema: sin embargo alguna de las consideraciones tenidas en cuenta al adoptar las soluciones transaccionales técnicas se examinan en el § 3.

En el § 4 figura una breve descripción de las características de los diversos sistemas posibles diseñados para funcionar con satélites geoestacionarios a 1,6 GHz y que han sido ensayados en un programa de pruebas coordinadas (CTP - coordinated trials programme) del CCIR. En este punto figura también una descripción más detallada del sistema aceptado a 1,6 GHz por el SMSSM a la luz de estas pruebas y posteriores demostraciones preoperacionales.

* Se ruega al Director del CCIR que señale este Informe a la atención de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), de la Organización Marítima Internacional (OMI), de INMARSAT y de la Secretaría COSPAS-SARSAT.

** Sistema espacial para búsqueda de embarcaciones en peligro-búsqueda y salvamento por satélite-seguimiento/asistido.

En el § 5 se describe brevemente el sistema de órbita polar baja que utiliza la banda de 406 MHz y se resumen los resultados de demostraciones y evaluaciones efectuadas a lo largo de 18 meses. En el § 6 se ofrece el plan para evaluar la viabilidad y la conveniencia de explotar este sistema conjuntamente con los satélites geoestacionarios y la descripción de las futuras mejoras en el diseño de los satélites geoestacionarios. También se incluyen en este punto las técnicas viables de actualización de la posición de las RLS por satélite que funcionan a través de un satélite geoestacionario, y un sistema del servicio de radiodeterminación por satélite propuesto para su explotación en Estados Unidos.

En el § 7 se hace un resumen de los aspectos más importantes del Informe. Los puntos que requieren ulterior estudio para la normalización de los sistemas se examinan en el anexo I.

1.1 *Sistema terrenal de socorro actual*

Las estadísticas publicadas por la Lloyds de Londres, muestran que se perdieron 1113 buques de más de 100 toneladas durante el año 1982. El crecimiento del transporte marítimo a escala mundial y la introducción de buques mayores y más rápidos y que necesitarán de capitales más importantes representará un aumento del riesgo de pérdida de vidas y propiedades en el mar.

La probabilidad de que haya supervivientes, disminuye rápidamente conforme pasa el tiempo transcurrido desde el siniestro, especialmente en condiciones de tiempo frío o cuando los supervivientes se encuentran en el mar. Por consiguiente, es fundamental en todo sistema de socorro que la existencia de una situación de socorro y su localización lleguen a conocimiento de los que pueden prestar asistencia en el mínimo tiempo posible. El sistema actual de socorro del servicio marítimo, está basado en un complicado entramado de varios elementos y en él se emplea telefonía, telegrafía por código Morse o radiobalizas de localización de siniestros en las frecuencias terrenales atribuidas actualmente. En la mayoría de los casos para la transmisión del mensaje es necesario un accionamiento y operación manuales. El éxito en la recepción del mensaje de socorro depende de las características de propagación de las diversas frecuencias disponibles, que a su vez depende de la situación geográfica, la hora del día y la estación. Pueden producirse retrasos de varias horas. Los fracasos experimentados en el pasado para proceder al salvamento en algunos casos, han suscitado considerables preocupaciones en el ámbito internacional sobre la adecuación y eficacia de las comunicaciones de socorro y seguridad.

Con objeto de resolver algunos de estos problemas, se fabricaron radiobalizas de localización de siniestros que utilizan frecuencias terrenales para radiorretrada y para alertar a los buques cercanos, a las aeronaves en vuelo y a estaciones en tierra firme, de que se ha producido un siniestro. Las radiobalizas mencionadas, tienen dos diseños distintos:

- de flotación libre con activación automática en caso de hundimiento de un buque,
- de activación manual, cuando se utilizan en una embarcación de salvamento.

La aparición de los satélites de telecomunicaciones marítimas (INMARSAT) ofrece la posibilidad de superar los problemas antes mencionados. Además, los satélites en órbita polar baja utilizados en el sistema COSPAS-SARTAT han demostrado una mejora considerable en cuanto a la capacidad de supervisión y localización de las RLS que funcionan en 121,5/243 MHz.

El Reglamento III/6.2, capítulo III del Convenio Internacional sobre Seguridad de la Vida Humana en el Mar, (1974), en vigor antes del 1 de febrero de 1992, se refiere a los dispositivos radioeléctricos para la protección de la vida humana y preceptúa que toda embarcación a la que se aplique el Convenio deberá llevar a cada uno de sus lados una RLS accionada manualmente que funcione en 121,5 MHz y 243 MHz. Sin embargo, para realizar la función de localización, las enmiendas de 1988 a Convenio SOLAS 1974 han sustituido este requisito por el de incorporar respondedores de radar de 9 GHz de embarcaciones de salvamento conformes con las normas de funcionamiento OMI; en este caso el propio barco debe ir equipado también con una RLS por satélite de flotación libre, a fin de proporcionar las funciones de alerta y posicionamiento.

1.2 *Sistemas espaciales y concepto de las RLS por satélite*

Las variaciones de la propagación afectan poco a los enlaces por satélite. Un barco en situación de emergencia equipado con una estación terrena de barco dispondrá de un canal prioritario para la transmisión del mensaje de socorro. El sistema INMARSAT proporciona actualmente ese servicio. En la actualidad hay más de 10.000 barcos dotados de estaciones terrenas de barco INMARSAT.

Hay necesidad de alarmas automáticas de socorro y posicionamiento en caso de hundimiento imprevisto y también si la tripulación de un barco en peligro utiliza la embarcación de salvamento.

Para satisfacer estas necesidades, se ha desarrollado la idea de una radiobaliza de localización de siniestros por satélite para transmitir mensajes de socorro por satélite. Un equipo de este tipo, podría realizar la función de alarma en una o más de las siguientes aplicaciones:

- activación manual desde la posición en que normalmente se dirige el barco;
- flotación libre y activación automática en el caso de hundimiento repentino;
- activación manual a bordo del barco o tras haberla sacado de éste a la embarcación de salvamento.

Podrían utilizarse los mismos procedimientos de señalización en las tres aplicaciones.

1.3 *Requisitos de funcionamiento*

La OMI ha definido los siguientes requisitos de funcionamiento necesarios para las radiobalizas de localización de siniestros (RLS) por satélite de flotación libre:

- a) El sistema de RLS por satélite forma parte del sistema mundial de socorro y seguridad marítimos (SMSSM) y su configuración será tal que aumente la seguridad de la vida en el mar en el mayor grado posible.
- b) Para lograr este objetivo, la cobertura del sistema de alerta y posicionamiento debe extenderse a todas las aguas navegables. A partir de consideraciones formuladas dentro de la OMI, se ha acordado que la función de alerta de largo alcance del SMSSM se basará principalmente en el empleo de técnicas de satélite e incluirá el uso de RLS por satélite.

- c) La RLS por satélite de flotación libre debe funcionar en todos los barcos navegando por cualquier zona marítima, en la frecuencia de 406 MHz en el sistema COSPAS-SARSAT o en el caso de barcos que naveguen por zonas situadas dentro de la cobertura de los satélites geoestacionarios de comunicaciones marítimas, en 1,6 GHz a través del segmento espacial geoestacionario de INMARSAT (a reserva de la disponibilidad del adecuado apoyo en tierra y de las facilidades de procesamiento para cada zona marítima cubierta por los satélites de INMARSAT).
- d) El sistema de RLS por satélite debe tener en cuenta las necesidades del servicio móvil aeronáutico cuando un sistema compartido pudiera presentar ventajas mutuas para ambos servicios y para las organizaciones de búsqueda y salvamento.
- e) Las señales de RLS por satélite son mensajes de socorro y se encaminarán correctamente a las autoridades de búsqueda y salvamento.
- f) Las RLS por satélite deben funcionar el tiempo suficiente para asegurar una probabilidad de recepción e interpretación de mensajes de socorro de 0,99. Es conveniente conseguir esta probabilidad lo más rápidamente posible. Sin embargo, la especificación exacta de este tiempo dependerá de las características y de la implantación de los sistemas.
- g) Por lo que respecta al número de transmisiones simultáneas de señales de alerta por RLS por satélite en cualquier zona oceánica, la OMI opina que un sistema de RLS por satélite deberá servir de soporte al menos a veinte, en un intervalo de diez minutos. Para obtener esta estimación se tuvieron en cuenta tanto los barcos que cumplen como los que no cumplen el Convenio de la OMI en una zona oceánica completa. El sistema debe ofrecer este soporte con una probabilidad de 0,95. (Sin embargo, al derivar esta capacidad, no se ha considerado la posible utilización del sistema por usuarios móviles aeronáuticos y móviles terrestres ni la posibilidad de falsas alarmas generadas por las RLS por satélite.)
- h) Los sistemas de RLS por satélite en 1,6 GHz y 406 MHz proporcionarán información de conformidad con las Recomendaciones 632 y 633, respectivamente.

2. Consideraciones operacionales

Los requisitos operacionales establecidos por la OMI para las radiobalizas de localización de siniestros por satélite que se enumeran en el § 1.3, plantean la necesidad de una cobertura mundial con la demora menor posible en la recepción de las llamadas de socorro, junto con la posibilidad de recibir simultáneamente múltiples transmisiones. La preparación de los requisitos operacionales de un sistema de socorro del servicio marítimo incumbe a la OMI. Sin embargo, se considera que pueden ser importante para estos requisitos las siguientes consideraciones:

- tiempo de transferencia de mensajes y sensibilidad del receptor;
- capacidad del sistema;
- resistencia a la interferencia;
- cobertura;
- calidad de funcionamiento del sistema para distintas condiciones del mar; y condiciones ambientales;
- contenido del mensaje de socorro y naturaleza del siniestro;
- métodos de determinar la posición;
- mantenimiento de la integridad del sistema;
- complejidad y costo del sistema de socorro.

2.1 *Tiempo de transferencia de mensajes (TTM) y sensibilidad del receptor*

El tiempo de transferencia de mensajes (TTM) se define como el periodo de tiempo transcurrido entre el comienzo de la transmisión RLS por satélite y la lectura de un mensaje sin errores en la estación terrena receptora con una probabilidad de 0,99.

La sensibilidad del receptor se define en términos de la C/N_0 mínima promediada, en la cual la calidad de funcionamiento del sistema permanece dentro de la probabilidad de recepción de mensajes especificada por la OMI de 0,99.

Con los sistemas de satélite de órbita polar que funcionan a 406 MHz, el TTM incluirá un tiempo de espera entre los pasos del satélite. Por consiguiente el TTM es función de la latitud, la órbita y el número de satélites. Sin embargo, hay un factor adicional relativo al número y emplazamiento de las estaciones terrenas receptoras. Operacionalmente, una vez que el satélite se halla a la vista de la RLS por satélite transmisora, el mensaje de socorro se recibe y se almacena a bordo del satélite. Si una estación terrena receptora se halla a la vista del satélite, el mensaje se transmitirá inmediatamente a tierra. No obstante, si no se halla a la vista ninguna estación receptora, se retendrá el mensaje almacenado hasta que aparezca una estación terrena. El TTM en el segundo caso será mayor debido al retardo añadido hasta que la estación terrena receptora aparece a la vista del satélite.

2.2 *Capacidad del sistema*

La capacidad del sistema se define como la aptitud de éste para procesar un número de transmisiones casi simultáneas con una probabilidad de 0,95, sin sufrir degradación dentro del TTM máximo admisible y sin requerir una potencia adicional del transmisor de la RLS por satélite.

2.3 *Resistencia a la interferencia*

La resistencia a la interferencia se define como la aptitud del sistema para cumplir las fiabilidades de recepción de mensajes especificadas por la OMI en presencia de una variedad de tipos de interferencia (de niveles de potencia máximos especificados y separaciones de frecuencia mínimas), sin sufrir degradación dentro del TTM admisible máximo y sin requerir una potencia adicional del transmisor de la RLS por satélite.

2.4 *Cobertura*

Los sistemas diseñados para utilizar satélites geoestacionarios, tendrán una cobertura limitada a latitudes comprendidas aproximadamente entre los paralelos 70° N y 70° S; no obstante, con esta cobertura se proporcionaría servicio a la mayoría de los barcos. Sin embargo, para dar servicio a las regiones polares, serían necesarios satélites de órbita polar. Con los satélites de órbita polar se producen retrasos de la llamada de socorro debidos al paso intermitente de los satélites. Estos retrasos son máximos en el Ecuador y dependen del número de satélites y de la cantidad y ubicación de las estaciones terrenas receptoras. Una ventaja de los satélites de órbita polar es la posibilidad de recibir información de posición en tiempo real mediante la medición Doppler de la señal recibida de radiobalizas de localización de siniestros por satélite. La actualización de la posición de socorro a base de mediciones con efecto Doppler podrá acelerar la búsqueda cuando las RLS por satélite están a bordo de embarcaciones de salvamento.

En consecuencia parece que hay motivos para combinar las ventajas de los sistemas de satélites geoestacionarios y de órbita polar.

2.5 *Efecto del estado del mar y de las condiciones ambientales en la calidad de funcionamiento*

Los sistemas que se utilicen en el SMSSM deben ser capaces de funcionar con mar y condiciones ambientales extremadamente adversos, sin sufrir degradación dentro del TTM máximo admisible y sin requerir potencia adicional del transmisor de la RLS por satélite; deben cumplir también las probabilidades de recepción de mensajes especificadas por la OMI.

2.6 *Contenido del mensaje de socorro y naturaleza del siniestro*

El mensaje de socorro deberá proporcionar en la medida de lo posible toda la información pertinente sobre el incidente. Sin embargo, con objeto de disminuir la probabilidad de error y el tiempo de adquisición del mensaje de socorro, el contenido de este último deberá limitarse a lo esencial. El posible contenido de los mensajes de socorro y de indicación de la naturaleza del siniestro en 1,6 GHz y 406 MHz figuran en las Recomendaciones 632 y 633, respectivamente.

2.7 *Métodos para determinar la posición*

Al detectarse la existencia de emergencia o siniestro, el problema pasa a ser la determinación de la situación geográfica del siniestro con la suficiente exactitud para que pueda prestarse eficazmente asistencia.

Pueden utilizarse satélites geoestacionarios para determinar la posición mediante transmisión de datos de posición obtenidos por RLS por satélite a bordo de sistemas de navegación o por la retransmisión de señales recibidas por RLS por satélite de sistemas existentes de radionavegación o navegación por satélite. Los satélites de órbita baja pueden seguir cualquiera de estos métodos o pueden determinar la posición de las radiobalizas de localización de siniestros por satélite en tiempo real, mediante mediciones del desplazamiento Doppler de la señal recibida de la RLS por satélite.

2.8 *Mantenimiento de la integridad del sistema*

En el interés de los usuarios, sería muy conveniente conseguir una disponibilidad constante de facilidades adecuadas del segmento espacial que cumplan las especificaciones técnicas que hay que establecer.

Es posible también que haya que establecer especificaciones obligatorias para la RLS por satélite, procedimientos apropiados para la certificación y el mantenimiento de un registro actualizado.

2.9 Complejidad y costo del sistema

Para facilitar la aceptación general, deberá reducirse al mínimo la complejidad y el costo del equipo de a bordo y el del satélite, así como del de la estación terrena costera para la alerta de socorro y localización. En especial el costo para el usuario deberá ser lo más reducido posible.

3. Consideraciones técnicas

3.1 Órbitas de los satélites

Se estudian dos órbitas alternativas de satélite: una geoestacionaria (a una altitud aproximada de 36 000 km) y otra casi polar, de baja altitud (a una altitud aproximada de 850 km). La radiobaliza de localización de siniestros por satélite deberá facilitar suficiente energía para distancias oblicuas operacionales máximas. Con un ángulo de elevación de 5° las distancias respectivas son aproximadamente de 41 000 km y 3000 km.

Otro parámetro que ha de tenerse en cuenta es la anchura del haz de la antena del satélite de cobertura de la Tierra entre los puntos de mitad de potencia. En el caso del satélite geoestacionario esta anchura de haz es de 17,3° aproximadamente y para el satélite de baja altitud de unos 123°.

3.2 Consideraciones relativas a la frecuencia en los sistemas de socorro

La banda 406-406,1 MHz está actualmente atribuida con carácter exclusivo al servicio móvil por satélite (Tierra-espacio) para el uso y desarrollo de radiobalizas de localización de siniestros por satélite. La banda 1645,5-1646,5 MHz está también atribuida con carácter exclusivo al servicio móvil por satélite (Tierra-espacio) y su uso limitado a operaciones de socorro y seguridad. Las bandas 121,45-121,55 MHz y 242,95-243,05 MHz están atribuidas, por la nota de pie de página, al servicio móvil por satélite para la recepción a bordo de los satélites, de las radiobalizas de localización de siniestros que transmiten en 121,5 MHz y 243 MHz.

Por razones prácticas, la elección de la frecuencia del enlace ascendente está limitada a las bandas de 406 MHz y 1,6 GHz. Cualquiera de ellas podría utilizarse en los satélites geoestacionarios o de órbita casi polar. En la mayoría de las pruebas con satélites geoestacionarios se ha utilizado la banda de 1,6 GHz, puesto que las comunicaciones normales se efectúan en esta banda; sin embargo, durante el periodo 1987-1989 también se realizó cierto número de experimentos en 406 MHz (véase el § 6.2). Por otra parte, las pruebas con satélites de órbita polar se han realizado exclusivamente en la banda de 406 MHz sobre la base de la larga experiencia obtenida con sistemas de recogida de datos meteorológicos por satélite en 401 MHz.

La banda 1544-1545 MHz está atribuida con carácter exclusivo al servicio móvil por satélite (espacio-Tierra). Está limitada a operaciones de socorro y seguridad, incluyendo los enlaces de conexión de los satélites necesarios para retransmitir las emisiones de las RLS por satélite a las estaciones terrenas y los enlaces de banda estrecha (espacio-Tierra) desde estaciones espaciales a estaciones móviles. Los enlaces de conexión podrían también funcionar en las bandas del servicio fijo por satélite utilizadas para las comunicaciones normales satélite-Tierra (por ejemplo la banda de 4 GHz). En cualquiera de estos enlaces descendentes pueden realizarse las operaciones de los satélites geoestacionarios. Sin embargo, los enlaces de conexión con los satélites de órbita casi polar estarían limitados a 1545 MHz, puesto que los satélites geoestacionarios tienen prioridad en las bandas del servicio fijo por satélite (número 2613 del Reglamento de Radiocomunicaciones) y debido a los límites de la densidad de flujo de potencia en la banda de 4 GHz, son necesarias antenas de gran tamaño en la estación terrena.

Las demás frecuencias atribuidas al servicio móvil marítimo por satélite pueden utilizarse para fines de seguridad y de socorro.

El sistema COSPAS-SARSAT que utiliza vehiculos espaciales en órbita de baja altitud cercana a la Tierra, ha adoptado la banda de 406 MHz para el enlace ascendente y parte de la banda 1544-1545 MHz para el enlace de conexión (espacio-Tierra).

La primera generación de satélites geoestacionarios INMARSAT no están equipados para funcionar a 406 MHz; sin embargo, proporciona una capacidad de RLS por satélite con enlaces de conexión en la banda 4 GHz. Se prevé que las futuras generaciones de satélites INMARSAT mantengan esta facilidad.

3.3 Consideraciones relativas a la interferencia

Las bandas para el enlace de conexión espacio-Tierra (por ejemplo banda de 4 GHz) se utilizan profusamente en los sistemas del servicio fijo por satélite. Estas bandas están también atribuidas a otros servicios como los servicios fijo y móvil. En la actualidad no hay ningún canal atribuido con carácter exclusivo a las radiobalizas de localización de siniestros por satélite. Las dos bandas 1544-1545 MHz y 1645,5-1646,5 MHz están atribuidas con carácter exclusivo al servicio móvil por satélite y están limitadas por una nota a las operaciones de socorro y seguridad.

3.3.1 Interferencias causadas por los equipos de los sistemas de relevadores radioeléctricos

En ciertas circunstancias la selección de un determinado emplazamiento para el equipo de radiorelevadores radioeléctricos podría causar interferencias a la señal de las radiobalizas de localización de siniestros por satélite. Podría eliminarse esta pequeña probabilidad evitando utilizar los canales utilizados específicamente por las radiobalizas de localización de siniestros por satélite.

Empleando técnicas adecuadas de coordinación de frecuencia, como las de evitar apuntar la antena en dirección de la órbita geoestacionaria, podría eliminarse incluso esta pequeña probabilidad (véase el anexo I al Informe 917).

3.3.2 Interferencia en la banda de 406 MHz

La banda de 406-406,1 MHz está atribuida exclusivamente a la transmisión de RLS por satélite. Esta atribución fue confirmada por la CAMR MOB-83, al paso que se aprobó una Resolución en la que se pide que cesen todas las transmisiones no autorizadas en 406 MHz (véase la Resolución N.º 205 (Mob-83)). Posteriormente, esta Resolución se modificó y reforzó en la CAMR MOB-87 (Resolución N.º 205 (MOB-87)). Sin embargo, el sistema COSPAS-SARSAT sigue experimentando interferencia continuamente (Informe 919). Para localizar transmisiones no autorizadas, se ha realizado un método que utiliza satélites COSPAS-SARSAT (Informe 979), y están dejando de funcionar en dicha banda de frecuencias varios transmisores interferentes, como resultado del programa de comprobación de la IFRB y las medidas consiguientes de las administraciones.

4. Sistemas de satélites geoestacionarios que utilizan la banda en 1,6 MHz

4.1 Configuración

Dentro del sistema mundial de socorro y seguridad marítimos, un elemento importante son las RLS por satélite que han de ir a bordo de los barcos que se ajustan al convenio SOLAS a partir del 1 de agosto de 1993. Se prevé que en esa fecha estará en servicio la segunda generación de satélites INMARSAT, que estarán equipados con amplificadores especiales que proporcionan una ganancia adicional de 13 dB aproximadamente, en comparación con los canales de comunicación marítima normales, lo que dará una mejora global del enlace (incluido el enlace descendente) de 5 dB aproximadamente.

Dentro del programa de pruebas coordinadas (CTP), se efectuaron pruebas en la banda 1644,3-1644,5 MHz utilizando el segmento espacial INMARSAT disponible. Se prevé una utilización permanente de esta banda durante el tiempo de vida del segmento espacial de la primera generación. Aunque se espera que la segunda generación de satélites INMARSAT continúe proporcionando capacidad en esta banda, es conveniente alentar una transferencia eventual de las operaciones de las RLS por satélite a la banda 1645,5-1646,5 MHz que está atribuida por el número 728 del Reglamento de Radiocomunicaciones a las misiones de socorro y seguridad. Esta última banda se explotará por el segmento espacial INMARSAT de la segunda generación. A fin de facilitar la implantación de esta banda de socorro y seguridad y asegurar un servicio ininterrumpido a todos los posibles usuarios de las RLS por satélite en esta banda, será necesario disponer de procesadores/receptores que funcionen en ambas bandas durante el periodo de transición.

4.2 Programa de pruebas coordinadas

El programa de pruebas coordinadas (CTP) de las RLS por satélite se llevó a cabo entre enero de 1982 y abril de 1983 y se describe en el Informe 1045.

En el cuadro I figura una lista de las principales características de los sistemas ensayados en el CTP. Las cifras de capacidad indicadas en el cuadro se obtuvieron a partir de condiciones del CTP y se calcularon de conformidad con el método expuesto por Kaminsky y otros [1983].

Como resultado del CTP, el CCIR recomendó para el SMSSM el Sistema de Radiollamada de Socorro (SRLS), desarrollado por la República Federal de Alemania. En el punto 4.3 se resumen las características del SRLS que también figuran en la Recomendación 632. El CCIR recomendó nuevas demostraciones preoperacionales de este sistema que concluyeron con éxito en 1987 y que quedan descritas en el Informe 1184. La OMI solicitó en 1985 que se efectuasen las citadas demostraciones.

CUADRO I - Resumen de los parámetros de los sistemas ensayados

Sistema / Parámetro	DRCS, Alemania (Rep. Fed. de)	MDF, Japón	SAMSARS, Estados Unidos de América	Reino Unido	MDP-PN, Noruega/ESA	SADKO, URSS	MDP-PN, Japón
Frecuencia Enlace ascendente (MHz)	1645,5-1646,5	1645,5-1646,5	1645,5-1646,5	1645,5-1646,5	1645,5-1646,5	1645,5-1646,5	1645,5-1646,5
p.i.r.e. (W)	0,1	0,15	0,4	8	0,2	0,15	1
Velocidad de los bits de información/modulación	32 bit/s, MDF no coherente	63 bit/s, MDF	0,2-0,7 bit/s, MDP-2	10 bit/s, MDP-2	11,61 bit/s, MDP en una subportadora	24 bit/s, MDF	2,5 bit/s, MDP-2
Capacidad del sistema en una anchura de banda de 200 kHz	33	133	170	218	57	26	407

4.3 Descripción del SRLS

Después de su activación, la RLS por satélite transmite el mensaje de socorro, que contiene la identidad de estación de barco, información sobre la posición y la información adicional indicada en la Recomendación 632. La transmisión, se repite con un ciclo de trabajo previamente elegido. Se activa además un transmisor para fines de recalada.

La fig. 1a muestra una representación esquemática del sistema. El registro de desplazamientos en paralelo/serie (elemento de memoria) contiene el último mensaje de socorro actualizado proporcionado a través del interfaz de navegación del barco. Antes de la transmisión, se aplica un código de corrección de errores sin canal de retorno, descrito en la Recomendación 632. Un ejemplo de trama de datos transmitida podría consistir en 20 bits de sincronización (no comprendidos en la codificación), 100 bits de información y 40 bits de paridad.

Una vez retransmitida por el satélite, la señal de socorro pasa por un convertidor-reductor de frecuencia en la estación terrena para obtener la frecuencia intermedia especificada que ha de transferirse al receptor multicanal controlado por computador para la detección del mensaje de la RLS por satélite. Los primeros pasos están constituidos por un convertidor-reductor a audiofrecuencias, un convertidor A/D , un banco de filtros y un medidor de energía (véase la fig. 1b). Los valores absolutos de cada salida digital son sumados para proporcionar una medida de la energía de la señal más el ruido. El banco de filtros digitales utiliza un principio de polifase y analiza el espectro con funciones de filtrado para una anchura de banda de 30 Hz y una secuencia de 15 Hz, que, por consiguiente, se superponen mutuamente. La identificación del canal después de la exploración de todas las señales de salida se efectúa con arreglo a un método especial, que incluye una correlación de la desviación de frecuencia entre dos filtros, que ha de ser igual a la desviación transmitida de la señal MDF; se incluye, además, la supresión de las posibles fuentes de interferencia y una realimentación adicional desde el dispositivo detector de sincronización de bits.

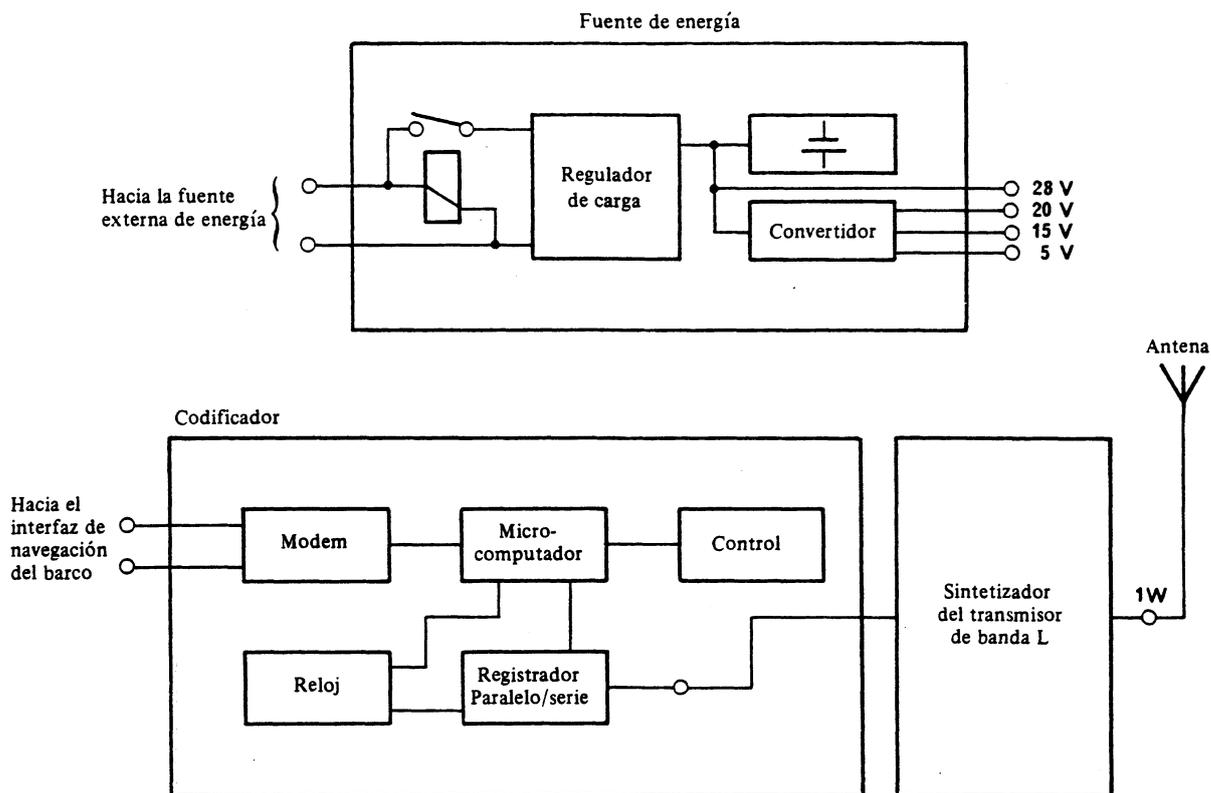


FIGURA 1a - Diagrama de bloques de la RLS por satélite en 1,6 GHz

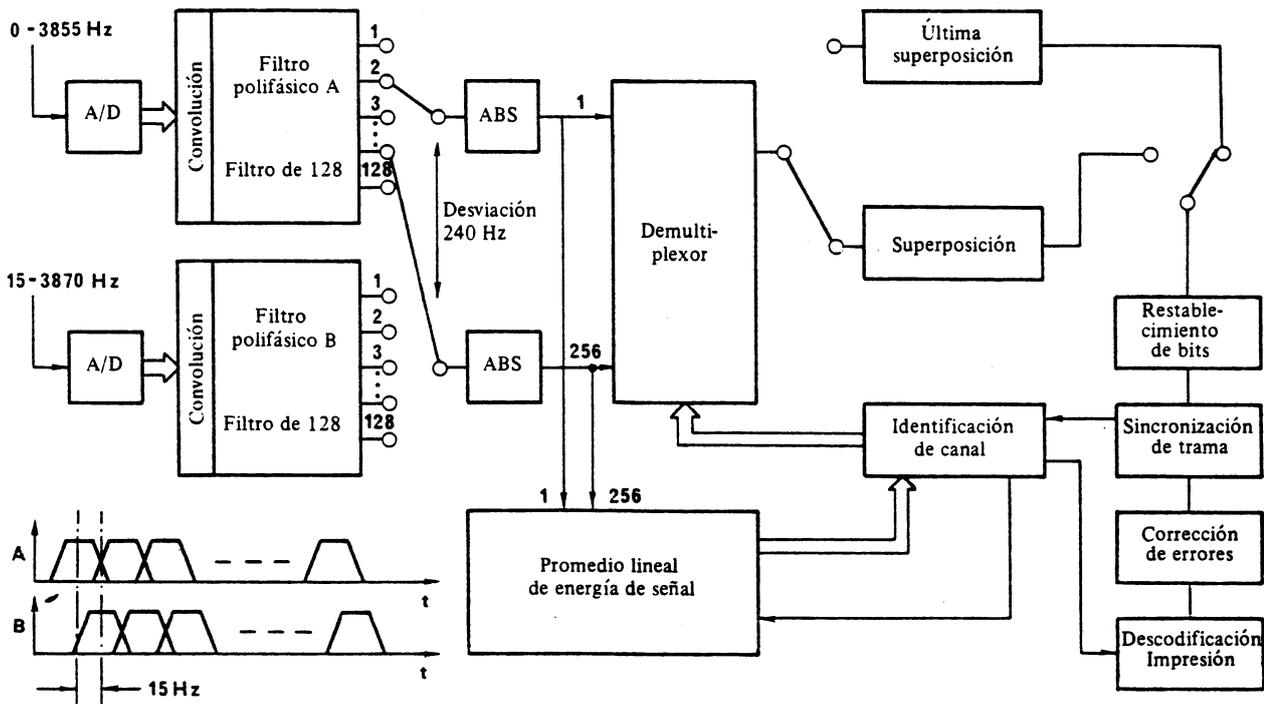


FIGURA 1b - Esquema funcional del equipo de recepción y detección

A/D: Convertidor analógico/digital

ABS: Conmutación automática de banda
(automatic band switching)

Después que se identifican los canales de señal, se asignan a canales del procesador en los cuales la señal de entrada más el ruido se superponen en una memoria. Cada vez que se duplica el número de tramas de datos se produce en la práctica una mejora de la relación C/N_0 de unos 2 a 3 dB.

Cada minuto, que equivale a 12 tramas superpuestas, se lee la memoria para obtener la sincronización de bits, la sincronización de tramas y detectar los bits de paridad de corrección de errores sin canal de retorno. Si se logra la sincronización y no se detectan más de 4 bits erróneos, se descodifica e imprime el mensaje. Si se detectan más de 4 bits erróneos, se prosigue la superposición, efectuándose una nueva prueba cada minuto, hasta que se detecta el mensaje correctamente.

Las características de funcionamiento de este sistema son las siguientes:

- Límite de sensibilidad para la recepción del mensaje:
 - canal sin desvanecimiento 13 dBHz
 - canal con desvanecimiento (1,6° de elevación, olas de 2,5 m) 15,1 dBHz
- Rechazo de señales interferentes fuera de los filtros de señal (por comparación con las señales):
 - señales interferentes de onda continua > 10 dB
 - señales interferentes de banda ancha > 20 dB
- Velocidad de búsqueda del banco de filtros (funcionamiento completo) 60 Hz/s

La técnica de superposición integra todas las fluctuaciones de la señal en tiempo real (distribución de Rayleigh) de tal forma que se produce una señal con distribución gaussiana.

Durante todas las fases del proceso, no se toma ninguna decisión antes de que se haya obtenido una mejora de la señal gracias al principio de superposición, que es la base del sistema. En el equipo de proceso de datos, se aplica un tiempo de integración de 10 s para superponer la energía de la señal equivalente a $10 \times 32 = 320$ bits a la energía de ruido durante el mismo periodo de tiempo. La decisión en cuya muestra se produce el cambio de bit se efectúa sobre 160 transiciones posibles. Se toma la decisión de que un bit sea «1» ó «0» con un máximo de 128 superposiciones de la trama de datos, con un mínimo de 12.

Esta técnica de procesamiento de la señal se efectúa en un sistema MDF no coherente. Otra característica importante de esta técnica y el breve tiempo de adquisición es la suavidad de los efectos de desvanecimiento.

El sistema, que utiliza un transmisor de 1 W, tendrá un margen de unos 10 dB, que procura una seguridad adicional contra los posibles efectos de la interferencia, la degradación por ruido solar en el enlace descendente, el envejecimiento de los equipos, las condiciones desfavorables debidas al apantallamiento producido por grandes olas y, hasta cierto punto, el bloqueo del barco. Utilizando un transmisor de 1 W, se obtiene un tiempo nominal de transferencia del mensaje de 1 min.

El alto grado de sensibilidad del procesador del receptor, junto con el margen del propio enlace, hace posible el funcionamiento con un ángulo de elevación prácticamente igual a 0° , con lo que aumenta la zona de cobertura.

4.4 Otras aplicaciones posibles

Otra aplicación de este sistema de RLS por satélite es un pequeño equipo portátil denominado «keyboard sender» («transmisor de teclado»), experimentado en 1975 con el Satélite de Tecnología Aplicada de la NASA (ATS-6).

La técnica de transferencia de mensajes es idéntica a la del sistema RLS por satélite, salvo la utilización de una trama de datos más larga. Con el «transmisor de teclado», que se activa manualmente, no sólo se puede transmitir el mensaje de socorro de la RLS por satélite, sino también un mensaje individual de caracteres alfanuméricos, que puede introducirse en una memoria mediante un teclado estanco. Puede instalarse en un barco, conectándolo a su fuente de energía y a una antena fija. Con estas características, puede utilizarse como transmisor de repuesto. El mismo «transmisor de teclado» de socorro puede desconectarse fácilmente para utilizarlo en una embarcación de salvamento. Se toma entonces la energía de una batería, y se transmite la señal a través de una antena que forma parte íntegra del equipo.

5. Sistema de satélite en órbita polar de baja altitud, que funciona en la banda de 406 MHz

5.1 Frecuencias y configuración

El sistema COSPAS-SARSAT fue concebido para recibir y procesar transmisiones de avisos de socorro y notificación y determinación de la posición desde RLS por satélite que funcionan en las bandas de frecuencias de 406,0-406,1 MHz y 121,5 MHz.

Se da más información de base en [Redisch y Trudell, 1978; Zurabov y otros, 1979; COSPAS-SARSAT, 1981; CNES, 1984] y el Informe 919.

En el sistema COSPAS, los satélites de navegación llevan equipo de búsqueda y salvamento. Todos los satélites COSPAS tienen una altitud orbital nominal de 1000 km y una inclinación de 83° con respecto al Ecuador.

Para el sistema SARSAT, los equipos de búsqueda y salvamento van a bordo de satélites meteorológicos explotados por la United States National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Todos los satélites SARSAT tienen una altitud orbital nominal de 833 km y su inclinación es de $98,7^\circ$ con respecto al Ecuador.

Está proyectado mantener en órbita dos satélites COSPAS y dos SARSAT, por lo menos hasta principios del siglo XXI.

El sistema de satélite COSPAS-SARSAT presta servicio a la comunidad aeronáutica y a la comunidad marítima y, en el futuro, servirá también al servicio móvil terrestre. El sistema se ha utilizado en 121,5 MHz para aumentar considerablemente las facilidades terrenales existentes de avisos de socorro y notificación y determinación de la posición, gracias a una cobertura mejorada, aumentando la probabilidad de detectar una situación de emergencia y disminuyendo el periodo de tiempo que transcurre entre un siniestro y su notificación a las autoridades de búsqueda y salvamento (SAR).

5.2 Descripción del sistema

El instrumental del satélite contiene receptores que funcionan en 121,5, 243,0 y 406,025 MHz, convertidores de frecuencia, un procesador de señal y un transmisor modulado en fase que funciona en la banda de 1544-1545 MHz. Las señales recibidas por el satélite en las bandas de 121,5, 243,0 y 406,025 MHz se pasan por un convertidor-reductor lineal y un multiplexor por división de frecuencia antes de modular en fase (MDF-PM) el transmisor de 1544,5 MHz. Las señales recibidas en 406,025 MHz son objeto de un proceso adicional. El instrumental incluye también un procesador de señal de dos canales similar al ARGOS (véase el Informe 538). El procesador demodula el mensaje digital de la portadora de RLS por satélite recibida, y mide la frecuencia de la portadora con precisión de $\pm 0,5$ Hz. Dos canales de los mensajes digitales recibidos y las mediciones de frecuencia de la portadora se marcan en tiempo, adquieren el formato, se codifican en bifase L y se transmiten en tiempo real a 2,4 kbit/s por modulación de fase directa de la portadora de 1544,5 MHz. La información procesada en 406,025 MHz se almacena también en la memoria del vehículo espacial para su lectura ulterior. Esta característica proporciona una cobertura mundial independientemente de la ubicación de la estación terrena.

Las transmisiones en 1544,5 MHz se reciben por terminales de usuario locales (LUT - local user terminals). Las estaciones terrenas utilizan una antena de seguimiento para lograr una relación de ganancia de antena/temperatura de ruido (G/T) de $3 \text{ dB(K}^{-1}\text{)}$. El flujo a 2,4 kbit/s se obtiene por demodulación coherente de la portadora y se somete a desmultiplexaje para obtener el mensaje de la RLS por satélite, las mediciones de frecuencia y las marcas de tiempo. Se calcula la posición de la RLS por satélite utilizando la efemérides del vehículo espacial y la desviación Doppler con marcas de tiempo, incorporada en las mediciones de frecuencia de la portadora de la RLS por satélite. A 406,025 MHz se obtiene una precisión en la determinación de la posición del orden de 2 a 5 km.

El espectro de 406,025 MHz convertido linealmente se recupera también por demodulación coherente de la portadora y se utiliza principalmente para caracterizar el canal Tierra-espacio en 406,025 MHz. En la Recomendación 633, se indican las características de la RLS por satélite en 406 MHz y los formatos del mensaje.

5.3 Fase de demostración y evaluación

En febrero de 1983, se inició la fase de demostración y evaluación del sistema COSPAS-SARSAT que comprende pruebas en 121,5 y 406 MHz. Las instituciones y administraciones de búsqueda y salvamento de los países participantes intervinieron en la evaluación del sistema. Se han instalado LUT y centros de control de misión en seis de los países participantes, y se ha comenzado en 1985 la explotación del sistema, una vez terminada la fase de demostración y evaluación.

En el Informe 919 y en [CNES, 1984], se indican los resultados de la demostración y evaluación del sistema. Pese a la presencia de interferencia en algunas zonas del mundo, se han respetado los requisitos básicos de funcionamiento del sistema COSPAS-SARSAT en 406 MHz. En el cuadro II se resumen estos requisitos de funcionamiento.

En 406 MHz, la sensibilidad del sistema, la precisión en la determinación de la posición (5 km) y la capacidad (más de 90 transmisiones simultáneas) cumplen o rebasan los objetivos establecidos para el sistema COSPAS-SARSAT. Tanto las pruebas como la participación en operaciones reales de socorro, han demostrado que el sistema COSPAS-SARSAT constituye una colaboración eficaz con los servicios de búsqueda y salvamento (SAR).

CUADRO II - Resumen de las características operacionales del sistema

Requisitos de explotación	Sistema de satélites geostacionarios	Sistema de satélites de órbita polar de baja altitud	Sistema de combinación de satélites geostacionarios y satélites de órbita polar de baja altitud
Alerta inmediata	Alerta inmediata dentro de la zona de cobertura	Promedio de 1 hora en un sistema de cuatro satélites	Alerta inmediata excepto media hora de promedio en regiones polares con un sistema de 4 satélites de órbita polar de baja altitud [ORI, 1979]
Identificación	En el contenido del mensaje	En el contenido del mensaje	En el contenido del mensaje
Determinación de la posición	Retransmisión de las ayudas a la navegación o de la posición del barco	Medición Doppler y posible retransmisión de las ayudas a la navegación o de la posición del barco	Retransmisión de las ayudas a la navegación o de la posición del barco más medición Doppler
Cobertura	Limitada a una zona comprendida entre 70° N y 70° S aproximadamente	Global	Global
Naturaleza del socorro (facultativa)	En el contenido del mensaje	En el contenido del mensaje	En el contenido del mensaje

6. Otros sistemas y disposiciones en examen

6.1 Introducción

Se han desarrollado y evaluado sistemas de satélites en órbita polar de baja altitud y geostacionarios para su uso en el SMSSM. Esos sistemas son complementarios por lo que se refiere a su capacidad de proporcionar alertas de socorro y seguridad y localización (véase el § 2.4). Por tanto parece conveniente combinar las ventajas de los sistemas de satélites geostacionarios de órbita polar de baja altitud (véase el Cuadro II), especialmente cuando se puede utilizar la misma frecuencia en las transmisiones de RLS por satélite, como lo prefiere la OMI.

6.2 Utilización de satélites geoestacionarios en 406 MHz

A mediados del decenio de 1980, Estados Unidos, Canadá y Francia iniciaron un programa experimental de dos fases para evaluar la viabilidad de utilizar satélites geoestacionarios junto con el sistema COSPAS-SARSAT de satélites de órbita polar baja que retransmite las emisiones de RLS por satélite en 406 MHz [Friedman y otros, 1984; Dumont y otros, 1986]. La primera fase de ese programa, destinado a la verificación de los conceptos técnicos, se completó en 1988. Su objetivo principal era definir la calidad de funcionamiento de diferentes diseños del procesador de la estación terrena en función de las transmisiones de RLS por satélite, sometidas a diferentes alteraciones controladas y efectuadas en diferentes condiciones ambientales. La segunda fase, de verificación de los conceptos sistémicos, cuya terminación está prevista para mediados de 1989, se centrará en la determinación del mejor método para integrar las alertas recibidas de los sistemas de satélite geoestacionarios y de órbita polar baja; por otra parte, durante esa fase se podrán seguir recogiendo datos sobre el comportamiento según las condiciones ambientales. Las pruebas se realizan con RLS por satélite que cumplen las características técnicas contenidas en la Recomendación 633, utilizando el repetidor en 406 MHz a bordo del satélite ecológico operacional geoestacionario GOES-7* de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) de EE.UU. En el Informe 1175 se ofrecen detalles del programa y de los resultados obtenidos hasta la fecha.

A continuación de estas pruebas cinco satélites GOES subsiguientes, pertenecientes a la serie denominada GOES-NEXT, así como dos satélites INSAT de la India (INSAT IIA y IIB), se equiparán con un paquete de transpondedor mejorado a fin de que pueda funcionar con las balizas de 406 MHz. Se ha previsto que este nuevo paquete de transpondedor esté disponible para su uso, si se desea, a principios de los años 90 y continuará estándolo hasta la mitad del decenio. Se considera también que otras naciones disponen de satélites en órbita equipados con ese tipo de transpondedores.

6.2.1 Resumen del desarrollo del experimento del GOES y cobertura del vehículo espacial

Para demostrar la calidad de un sistema combinado, la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos (NASA) ha emprendido un programa encaminado a elaborar un procesador en tierra en 406 MHz y un repetidor en 406 MHz en el vehículo espacial GOES-7. El Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES) de Francia, Morflot en la Unión Soviética y el Departamento de Comunicaciones Canadiense están desarrollando un procesador de tierra análogo.

El experimento con satélites geoestacionarios en 406 MHz utilizará el procesador de tierra y el vehículo espacial GOES-7 integrado en el sistema *in situ* de COSPAS/SARSAT para determinar el papel que juega la alarma instantánea en la mejora de las operaciones globales de búsqueda y salvamento.

Se espera que el equipo transpondedor mejorado instalado a bordo de la serie de satélites GOES-NEXT proporcione una mejora global de 3 a 4 dB en la relación C/N₀ recibida en la estación terrena. Se logrará esta mejora como consecuencia de tres modificaciones en el vehículo espacial:

- reducción de la anchura de banda del filtro RF del receptor de 120 kHz, aproximadamente, a 80 kHz;

* Antes de su lanzamiento, en febrero de 1987, el GOES-7 se denominaba GOES-H.

- mejora de 1 a 2 dB en la G/T debida a la conexión de un diplexor optimizado a la antena, con lo que no se comparte potencia con el canal de la Plataforma de Recogida de Datos (PRD); y
- adición de un enlace ascendente especializado en 1 544,5 MHz, con una potencia de salida aumentada que ocupará una anchura de banda de 200 kHz aproximadamente.

6.3 Actualización de la posición de las RLS que funcionan a través de satélites geoestacionarios

6.3.1 Actualización de la posición utilizando datos de navegación

La actualización de la posición en el sistema de RLS por satélite de órbita polar se lleva a cabo midiendo el desplazamiento Doppler de la señal recibida a bordo del satélite en movimiento, junto con la posición del satélite en el momento de recibir la señal de la RLS por satélite. En un sistema de navegación por satélite, la posición se obtiene utilizando el desplazamiento Doppler en el sentido opuesto, es decir, que a bordo del barco se mide el desplazamiento Doppler de la señal transmitida por el satélite en movimiento, junto con la posición del satélite en el momento de la transmisión. Si se recibiese la transmisión de dicho satélite en movimiento y la RLS por satélite y se retransmite dicha señal a través del sistema del satélite geoestacionario a una estación terrena costera, puede obtenerse una actualización de la posición a base de la información de la posición de navegación del satélite en movimiento y el desplazamiento Doppler de la señal.

Se dispone actualmente de dos métodos para la actualización de la posición en sistemas de RLS por satélites geoestacionarios: se efectúa la inserción de los datos reales de posición en las RLS por satélite en periodos de tiempo regulares, bien manualmente durante el cambio de la vigilancia mediante un teclado o mediante transferencia automática de datos desde los sistemas de navegación terrenales o por satélite empleados a bordo de los barcos. Como otra posibilidad, puede instalarse dentro de las RLS por satélite un dispositivo de determinación de la posición, por lo que resulta innecesario un interfaz con el sistema de navegación de los barcos o un teclado manual.

Solamente los sistemas de navegación del satélite podrían ofrecer acceso aleatorio sobre una base mundial. Podría lograrse la posibilidad de una alarma rápida en conjunción con una actualización de posición independiente y casi en tiempo real, en las RLS por satélite que funcionan con satélites geoestacionarios, si las señales se reciben con un dispositivo de determinación de posición incorporado. Si se desarrollan las RLS por satélite con esta posibilidad debería reconsiderarse el ciclo de trabajo, a fin de que incluyese el funcionamiento por lo menos durante 24 h.

El sistema de situación global (GPS — global positioning system) proporciona generalmente una posibilidad de proporcionar una determinación de la posición en las RLS por satélite. En el Informe 766 se describe este sistema. Su frecuencia $L_1 = 1575,42$ MHz estaría próxima a la frecuencia de transmisión de las RLS, por lo que puede utilizarse la misma antena. El GPS proporciona una exactitud de unos 150 m. La primera marcación se conseguiría aproximadamente en 15 min, cuando se conecta sin conocimiento de la efemérides.

Están en estudio otros dos posibles sistemas de navegación. El NAVSAT es un sistema propuesto por la AEE para usuarios civiles. Empleando 24 satélites con órbitas de 12 h, se divisarán al menos seis satélites desde cualquier punto de la Tierra. La técnica de recepción se basa en mediciones Doppler con exactitudes similares a las del GPS. El valor estimado del tiempo necesario para la primera marcación es de 3 min.

El sistema de navegación radioeléctrica global (GRANAS — Global Radio Navigation System) es un sistema propuesto por la República Federal de Alemania. Empleando 20 satélites en órbitas de 12 h serán visibles al menos cinco satélites desde cualquier punto de la Tierra. Cada satélite GRANAS autodeterminaría su posición mediante un sistema bilateral de medición de distancias. Cada ráfaga empleada para calcular la posición de usuario, basada en mediciones de pseudodistancia, contiene la información completa de la posición del satélite. En consecuencia, la estimación del tiempo necesario para la primera marcación se reduce a 20 s.

6.3.2 Actualización de la posición por otros medios

Otro método diferente que pondría a disposición la información de posición actualizada en el RCC podría ser utilizar una RLS de satélite capaz de funcionar con el sistema de satélites en órbita polar baja COSPAS/SARSAT así como con el sistema de satélites geoestacionarios (véase el § 2.4.).

6.4 Determinación de posición y señalización de socorro mediante sistemas del servicio de radiodeterminación por satélite

Se ha propuesto ya un sistema del servicio de radiodeterminación por satélite (SRDS) para su funcionamiento en los Estados Unidos de América y aguas costeras próximas a partir de 1988. Se prevé que tendrá capacidad para proporcionar la determinación de la posición y un servicio de mensajes digitales breves a usuarios de tierra, mar y aire dentro de su zona de servicio. Tal como se ha propuesto el satélite transmitirá a todos sus usuarios una portadora continua en la banda 2483,5-2500,0 MHz. Aquellos usuarios que deseen que el sistema obtenga información de posición o enviarle un mensaje digital breve (por ejemplo, condición de socorro) responderán a ciertas marcas de tiempo contenidas en las transmisiones del satélite con una solicitud de posición y/o un mensaje. La respuesta del usuario se transmitirá en la banda de frecuencias 1610,0-1626,5 MHz y se recibirá mediante dos o más satélites SRDS geoestacionarios retransmitiéndose a una estación terrena de control central. Basándose en el retardo de propagación de las señales retransmitidas a través de los satélites y en la información conocida sobre la elevación en la superficie de la Tierra, un computador de la estación terrena central calcula la posición precisa del usuario que ha respondido. Esta posición de usuario puede enviarse entonces al mismo y/o retransmitirse en mensaje a otros usuarios. En el Informe 1050 [O'Neill, 1985] figura una descripción más detallada del sistema SRDS.

7. Resumen

Se ha determinado la posibilidad de conseguir un medio de transmitir alarmas de socorro a larga distancia mediante la utilización de satélites, y se han sugerido las posibles consideraciones que han de tenerse en cuenta al determinar los requisitos de funcionamiento.

Se han realizado ya gran número de trabajos experimentales con resultados favorables. La prueba del sistema de satélites COSPAS-SARSAT de órbita baja en 406 MHz y del sistema de satélites geoestacionarios que utiliza la banda en 1,6 GHz ha proporcionado ya resultados positivos con RLS por satélite en operaciones de búsqueda y salvamento.

Se ha realizado la prueba preoperacional de las RLS por satélite en 1,6 GHz utilizando los satélites de INMARSAT: la prueba de las transmisiones de las RLS por satélite que funcionan en 406 GHz con los satélites ambientales geoestacionarios GOES de los Estados Unidos de América comenzó en 1987 y terminó en 1989.

En la regla IV/7.1.6 de las modificaciones de 1988 del Convenio SOLAS 1974 figuran los requisitos relativos al equipamiento de los buques con RLS por satélite, en la Resolución A.661(15) de la Asamblea de la OMI figuran las normas de funcionamiento de la OMI para las RLS por satélite que funcionan en 406 MHz y en la Resolución A.611(16) de la OMI aparecen dichas normas para las RLS por satélite que funcionan en 1,6 GHz.

Las atribuciones de frecuencias en 1,5/1,6 GHz corresponden tanto a las comunicaciones como a las operaciones de socorro y seguridad, en tanto que la atribución en 406 MHz proporciona una banda exclusiva para radiobalizas de localización de siniestros por satélite en la dirección Tierra-espacio. Estas atribuciones de frecuencia parecen adecuadas.

Las modificaciones de 1988 del Convenio SOLAS 1974 incluyen la utilización de satélites geoestacionarios y de satélites con órbita casi polar de baja altitud. Se está evaluando las consecuencias técnicas, operacionales y económicas de las RLS por satélite que funcionan una o más frecuencias a través de uno o más sistemas de satélites tanto en las estaciones de los satélites como en las estaciones terrenas costeras.

Es sumamente conveniente desde el punto de vista del funcionamiento que cada sistema se ajuste a una sola norma internacional.

La resolución de los temas que requieren estudio y que figura en el Cuadro III del Anexo I deberá proseguirse y se considera como un paso necesario para la normalización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CNES [abril de 1975] Proc. International Symposium on Satellite Aided Search and Rescue, Tolosa, Francia.
- COSPAS-SARSAT [diciembre de 1981] System Summary. NASA Headquarters, Washington DC, Estados Unidos de América.
- DAVISSON, L., DAVIS, K., NARDI, J. y KHORRAMI, J. [abril de 1984] 406 MHz ELT processor for geostationary satellites. International Symposium on Satellite Aided Search and Rescue. Tolosa, Francia.
- DUMONT, P., FRIEDMAN, M.L., HAYES, E.J. Y ROGALSKI, W.I. [Octubre, 1986]
406 MHz geostationary SAR experiment. XXXVII Congress, International
Astronautical Federation, Innsbruck, Austria.**
- FRIEDMAN, M. L., GOUDY, Ph. y KAMINSKY, Y. [abril de 1984] 406 MHz geostationary satellite SARSAT experiment. International Symposium on Satellite Aided Search and Rescue, Tolosa, Francia.
- JOHNSON, M. A [7-9 de junio de 1983] CCIR Satellite EPIRB Trials. IEE Conference on Satellite Systems for Mobile Communications and Navigation. Londres, Reino Unido, 176-179.
- KAMINSKY, Y., SCALES, W. y DIEUDONNE, J. E. [octubre de 1983] Test and evaluation of the Satellite-Aided Maritime Search and Rescue System (SAMSARS). Vol. 1, System description and test results. Informe N.º MA-RD-770-83067, apéndice B, US Dept. of Transportation, Maritime Administration and Coast Guard. Washington, DC.
- O'NEILL, G. K. [marzo de 1985] GEOSTAR: Sistema de satélites polivalentes al servicio de la aviación civil. *Boletín de la OACI*, Vol. 40, 3, 12-17.
- ORI [11 de mayo de 1979] Satellite search and rescue coverage, SARSAT and COSPAS. Technical Report N.º 1500. National Aeronautics and Space Administration, Greenbelt, Maryland 20771, Estados Unidos de América.
- REDISCH, W. y TRUDELL, B. [9 de noviembre de 1978] The search and rescue satellite mission – A basis for international co-operation. IEEE, Position Location and Navigation Symposium (PLAN-78) San Diego, Ca., Estados Unidos de América.
- ZURABOV, Y. G., PCHELIKOV, L. S., BOGDANOV, V. A. y BRONITSKY, I. S. [17-22 de septiembre de 1979] COSPAS Project – A Satellite aided experimental system for SAR applications. XXX International Astronautical Federation Congress, Paper IAF-79-A-33, Munich, Alemania (República Federal de).

BIBLIOGRAFÍA

- CHAO, A. M. [marzo de 1983] Low cost RF/LSI technologies for commercial GPS receivers. Microwave Systems Applications Technology Conference, Washington DC, Estados Unidos de América.
- DIEDERICH, P., LAUE, H. y ROSETTI, C. [mayo de 1984] NAVSAT, a global civil navigation satellites system. (NAV' 84), Conference of the Royal Institute of Navigation, Londres, Reino Unido.
- EULER, H. y HOEFGEN, G. [mayo de 1984] GRANAS (Global Radio Navigation System), a new satellite-based navigation system. (NAV' 84), Conference of the Royal Institute of Navigation, Londres, Reino Unido.

ANEXO I

En este anexo se tratan cierto número de temas, algunos relativos a asuntos técnicos y operacionales todavía por resolver o publicar, antes de que uno u otro sistema de RLS por satélite pueda ponerse a disposición de los usuarios. Otros temas tratan de asuntos administrativos o reglamentarios sobre el modo en que tales dispositivos pueden utilizarse.

Una X en el cuadro III indica que se espera que la organización referida esté interesada activamente en la materia. Ha de precisarse que, aunque no se señale expresamente en cada punto del cuadro, quedan reconocidas las prerrogativas de eventual actuación de las administraciones en lo que respecta a cualquiera de esas materias.

También se ha tratado de señalar con el símbolo ⊗ las organizaciones que tienen una intervención y responsabilidad particular en el estudio y en las actividades de desarrollo conexas.

CUADRO III

	UIT CCIR/ CCITT	OMI	INMAR- SAT	Adminis- tración	COSPAS- SARSAT	Fabri- cantes
1. Dispositivos de entrada de datos			X	⊗	X	⊗
2. Interfaz de datos con el equipo de navegación del barco		X	X	⊗		⊗
3. Tipos de equipamiento de las RLS por satélite y disposiciones de interfaz necesarias para diferentes aplicaciones y tipos de barcos, así como normas necesarias de todo cableado asociado		⊗		X		X
4. Diseño de las especificaciones, construcción e instalación de RLS por satélite de costo reducido			X	⊗	X	⊗
5. Características mecánicas y ambientales de las RLS por satélite, con inclusión de toda particularidad que pudiera influir en la probabilidad de supervivencia del equipo en situaciones peligrosas (por ejemplo, mar embravecida, petróleo ardiendo, hielos)			X	X		X
6. Medidas para reducir al mínimo el funcionamiento de RLS por satélite interferentes y no autorizadas (por ejemplo, medios para detectar e indicar la activación de RLS por satélite)				⊗		X
7. Reglamentación sobre la comprobación del sistema completo, incluida toda autocomprobación e inspección periódica necesarias		X		X		
8. Ciclo de trabajo de las RLS por satélite	⊗					
9. Tipo de procedimientos y requisitos de aprobación			X	X		
10. Procedimientos de puesta en servicio de las RLS por satélite			X	X		
11. Posibles riesgos de radiación y de bloqueo del trayecto, especialmente si la RLS de satélite se usa en de una embarcación de salvamento	X			X		
12. Colocación y número de RLS por satélite a bordo de los barcos				⊗		
13. Medidas para reducir al mínimo la impresión repetida de un mensaje de alerta en el centro de coordinación de salvamento (CCS)		X	X	⊗	X	
14. Características del enlace de comunicación necesarias para aplicar las disposiciones de encaminamiento del mensaje de socorro y los procedimientos operacionales de la OMI	X	⊗	X	X	X	

CUADRO III (continuación)

	UIT CCIR/ CCITT	OMI	INMAR- SAT	Adminis- tración	COSPAS- SARSAT	Fabri- cantes
15. Implicaciones, derivadas de la introducción de un sistema de satélite combinado de órbitas polar y geostacionaria.	⊗	X	X		⊗	
16. Influencia que puede tener en el diseño y funcionamiento de la RLS por satélite la incorporación de una facilidad de radiorrecalada			X	X		X
17. Incorporación en las estaciones terrenas costeras y costas correspondientes de facilidades de recepción, procesamiento y tratamiento de emisiones de RLS por satélite, en 1,6 GHz		X	X	X		
18. Efectos en la fiabilidad del sistema de la aplicación del sistema de RLS por satélite a usuarios distintos de los barcos que se ajustan al Convenio de la OMI	X	X	X	X	X	
19. Número de estaciones terrenas costeras que han de equiparse con un procesador receptor en cada región oceánica		⊗	X	X		
20. Medios para obtener actualizaciones de la posición en un sistema de RLS por satélite geostacionario	⊗		X		X	
21. Medios para reducir al mínimo los efectos de posibles interferencias	⊗		X	X	X	

