

Comunicaciones Aeronáuticas y Marítimas

José Manuel Huidobro



Revista Digital de ACTA

2013

Publicación patrocinada por



Comunicaciones Aeronáuticas y Marítimas

© 2013, José Manuel Huidobro

© 2013, 

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Se autorizan los enlaces a este artículo.

ACTA no se hace responsable de las opiniones personales reflejadas en este artículo.

INTRODUCCIÓN

Casi todos, alguna vez, hemos volado en avión o navegado en barco, y quizás nos hayamos preguntado como estos medios de transporte se comunican cuando van por el aire o la mar, entre sí o con las estaciones situadas en tierra, muchas veces situadas a una gran distancia, incluso a miles de kilómetros, bien para intercambiar mensajes de rutina de los propios pasajeros, o ante situaciones de emergencia para solicitar ayuda inmediata.

Los barcos y las aeronaves disponen de distintos sistemas de comunicaciones, adecuados para la comunicación en diversas circunstancias, casi siempre disponen de varios, tanto para adaptarse a las diversas circunstancias de propagación de las ondas, como para disponer de un sistema de emergencia en caso de que el primario falle.

Por sus propias características, cabe diferenciar entre las comunicaciones aeronáuticas y las marítimas, ya que cada una requiere de sus propios sistemas, de mayor o menor frecuencia, que, además, variarán según el lugar por el que se vuela o navegue, de las distancias que recorran o de lo cercano o lejano que se encuentren de las estaciones de tierra.

Además de los propios sistemas de comunicación aeronáutico y marítimo, existen sistemas específicos para situaciones de emergencia, como puede ser un accidente o desaparición de un buque, regulados a nivel internacional y de uso obligatorio para solicitar socorro y facilitar la localización y prestación de ayuda, entre los que se incluyen los sistemas de radiolocalización mediante balizas, fijas o portátiles, que se verán a lo largo del artículo.

COMUNICACIONES AERONÁUTICAS

Las telecomunicaciones aeronáuticas, vía terrestre o por satélite, principalmente geoestacionarios (sistema de satélites Inmarsat), proporcionan a la navegación aérea las comunicaciones y radioayudas necesarias para la seguridad, regularidad y eficiencia de la navegación aérea internacional. El servicio de radiodifusión aeronáutica es un servicio de radiodifusión dedicado a la transmisión de información relativa a la navegación aérea.

En particular, el Servicio Aeronáutico (SA) es el servicio prestado entre estaciones fijas aeronáuticas con estaciones móviles y portátiles en aeronaves en vuelo o que realizan maniobras en aeropuertos, así como entre éstas y las estaciones portátiles del personal de los aeropuertos a cargo del control del tráfico aéreo. El Servicio Móvil Aeronáutico (SMA) es el servicio móvil entre estaciones aeronáuticas y estaciones de aeronaves, o entre estaciones de aeronaves, en el que también pueden participar las estaciones del dispositivo de salvamento.

El SMA, es decir, el servicio de radiocomunicación establecido entre una estación fija aeronáutica (operando generalmente en aeropuertos y aeródromos civiles o militares) y una aeronave en vuelo, o entre éstas últimas, se presta mediante las adecuadas estaciones –aeronáuticas– emisoras/receptoras, comunicadas entre sí a través de ondas radioeléctricas en distintas bandas de frecuencia, encuadradas dentro del espectro electromagnético.

Por comunicaciones Tierra/Aire (T/A) se entienden aquellas que se establecen en ambos sentidos entre las aeronaves y las estaciones o posiciones ubicadas en la superficie de la tierra. Son las que se realizan, por ejemplo, entre la torre de control del aeropuerto y la nave en vuelo o de maniobras por la pista. Para ello se requiere disponer de distintos sistemas de comunicaciones y antenas, tales como las que se muestran en la figura 1.



Figura 1. Torre de comunicaciones aeroportuaria.

Todos los aviones modernos de pasajeros y militares basan su control durante el despegue, tiempo de vuelo y aterrizaje, en el funcionamiento de diferentes dispositivos que envían y reciben constantemente señales de radio hacia y desde la tierra, así como a un conjunto de satélites con los cuales mantiene también comunicación. Entre esos sofisticados dispositivos de control se encuentra un transmisor que envía ininterrumpidamente a los ordenadores instalados en las torres de control de los aeropuertos (ATC/Air Traffic Control), la posición del avión, segundo a segundo, en cualquier punto donde éste se encuentre volando.

TELEFONÍA A BORDO

Además de las comunicaciones entre aeronaves, o entre éstas y tierra, dentro de poco será habitual poder usar nuestros teléfonos móviles dentro de los aviones, algo que hasta hace muy poco prohibían las compañías aéreas.

Todas las compañías avisan de que se apaguen los móviles y otros aparatos electrónicos, al menos durante las maniobras de despegue y aterrizaje, permitiendo el uso de los equipos electrónicos una vez que el avión ha alcanzado una cierta altura, más bien cuando se ha alejado unos kilómetros del aeropuerto. La razón de ello es que pueden causar alguna interferencia en los sistemas embarcados y poner en peligro la aeronave, aunque en el caso de los teléfonos móviles más bien es que éstos, al estar situados en altura pueden tener a la vista varias estaciones base y la red no es capaz de discriminar a cual se debe conectar, causando problemas de gestión y operación, lo que se trata de resolver con la inclusión de sistemas apropiados que, por una parte, conectan a los teléfonos de los pasajeros y, por otra, a la red celular móvil, por ejemplo, vía satélite.

Los teléfonos de los pasajeros se conectan a una red celular embarcada (estación base de emisión-recepción aérea), utilizando Wi-Fi o una conexión celular en la banda de 1.800 MHz, que a su vez se comunica con tierra vía satélite para evitar que los teléfonos se conecten a las redes móviles de los países sobrevolados a fin de no interferir con el funcionamiento normal de las redes móviles terrestres. Este mecanismo permite también mantener la potencia de transmisión a un nivel bastante bajo, ya que la distancia a la antena (hilos radiantes a lo largo de la cabina) es muy reducida, para garantizar la seguridad de los equipos de control y navegación del avión.

En diversos países, desde hace ya algún tiempo se ha autorizado a empresas expertas en la materia, como OnAir y AeroMobile, a realizar pruebas para conocer la efectividad de la nueva iniciativa y corregir los posibles fallos de su funcionamiento. Desde 2008, en algunos países miembros de la UE ya se puede hablar por móvil en pleno vuelo, además, Air France y British Airways per-

miten enviar SMS, e incluso utilizar Internet a bordo en algunas rutas, mientras que Iberia está preparando varios de sus aviones para poder ofrecer el servicio de comunicación móvil en breve.



Figura 2. Teléfono móvil a bordo de aviones.

Ya que no son los operadores tradicionales los que ofrecen el servicio a bordo, los operadores de servicios MCA han de garantizar que no se interrumpe al pasar de un espacio aéreo a otro, tienen que llegar a acuerdos con las diferentes aerolíneas para la instalación de sus dispositivos y tendrán que colocar en los aviones equipamientos especiales para facilitar la comunicación vía satélite y, luego, firmar acuerdos de itinerancia con Telefónica, Vodafone, Orange y Yoigo en el caso de España, que serán las que cargarán los gastos del servicio a sus respectivos clientes.

BANDAS DE FRECUENCIAS

Las estaciones aeronáuticas poseen la finalidad de contribuir al normal desarrollo de la navegación aérea por medio de la radiación de mensajes e informaciones destinadas a preparar el vuelo y otorgar seguridad a las aeronaves y en caso de desastre, proveen las medidas necesarias para una rápida búsqueda y salvamento de los posibles sobrevivientes.

Las bandas de frecuencia empleadas para las comunicaciones aeronáuticas son, básicamente, las de HF (High Frequency) y VHF (Very High Frequency).

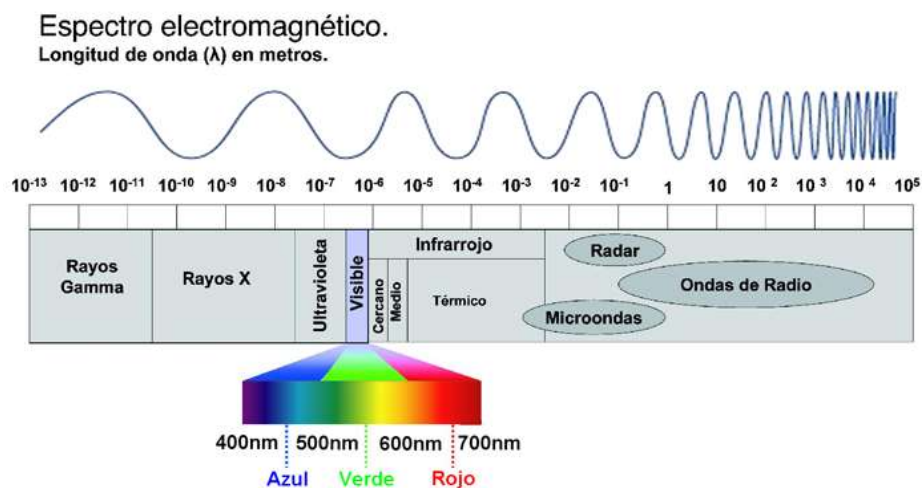


Figura3. Espectro electromagnético.

Comunicaciones en HF

La banda de HF, también conocida como OC (Onda Corta), es una banda de radiofrecuencias comprendidas entre los 3 MHz y los 30 MHz en la que transmiten (entre otras) las emisoras de

radio internacionales para transmitir su programación al mundo, las estaciones marítimas y/o aeronáuticas y de radioaficionados.

El SMA opera dentro del espectro de la onda corta (OC) o alta frecuencia (HF) entre las siguientes frecuencias asignadas por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones):

Bandas de frecuencia del SMA (kHz)	
2.850 a 3.025	10.005 a 10.100
3.400 a 3.500	11.275 a 11.400
4.650 a 4.700	13.260 a 13.360
5.450 a 5.680	17.900 a 17.970
6.525 a 6.685	21.925 a 22.000
8.815 a 8.965	

En la tabla siguiente se indican de forma resumida las principales características y parámetros de un sistema HF.

Característica	Parámetros
Margen de radiofrecuencias	2,8 a 22 MHz
Banda Lateral	Superior (USB)
Tipos de emisión	J3E, A3E y H3E
Audiofrecuencias	300 a 2.700 Hz
Modo de operación	Simplex
Frecuencias de salvamento	3.023 y 5.680 kHz
Cobertura	Largas distancias
Propagación	Varía diariamente y con las estaciones del año. Frecuencias de operación según actividad de la Ionosfera

La transmisión por radio en HF es el único sistema de comunicaciones no satélite capaz de establecer enlace directo entre aeronaves y estaciones terrestres, o entre estaciones terrestres, en distancias superiores al horizonte radio. Esta característica ha hecho que las comunicaciones en HF hayan sido de gran utilidad cuando se han requerido enlaces directos entre aeronaves y centros de comunicaciones en vuelos a baja cota, océanos y sobre áreas montañosas.

Comunicaciones en VHF

Las comunicaciones mantenidas a través de las bandas aeronáuticas en HF, mencionadas anteriormente, tienen lugar cuando las aeronaves están en pleno vuelo, a gran distancia de los centros de control. Pero cuando la aeronave está próxima a su destino y se dispone a iniciar el procedimiento de descenso, se utiliza la banda aérea de VHF para las comunicaciones entre el piloto y las estaciones en tierra. Así pues, el SMA también opera en VHF entre 117,975 y 136 MHz siendo utilizada esta banda para las comunicaciones T/A (Tierra/Aire) en las proximidades de los aeropuertos en donde se hallan situadas las estaciones fijas. Para la aviación militar se emplea una banda superior, de 136 a 143 MHz.

- Las frecuencias de llamada de aeronaves para casos de emergencia o desastre aéreo son las siguientes: 2.182, 3.023, 5.680, 8.364 kHz y 121,5 MHz.
- Las frecuencias utilizadas para búsqueda y rescate son: 10.003, 14.993 y 19.993 kHz.

Las características de un sistema VHF se describen en el Anexo 10 de la OACI (Organización Internacional de Aviación Civil), "Telecomunicaciones Aeronáuticas". Las características que deben reunir los sistemas de comunicaciones T/A para frecuencias de más de 30 MHz se resumen en la tabla siguiente:

Característica	Parámetros
Emisión:	Las emisiones en las comunicaciones radiotelefónicas se harán con portadora de onda continua (CW) modulada en amplitud. Con banda estrecha (A3E)
Margen de radiofrecuencias:	117,975 a 136 MHz para la aviación comercial. 136 a 143 MHz para la aviación militar
Modo de operación:	Simplex de canal único (semi-dúplex)
Separación entre canales:	25 kHz y 8,33 kHz
Polarización:	Vertical
Potencia:	La potencia efectiva radiada deberá proporcionar una intensidad de campo mínima de 75 microvolt/m (-109 dBw/m^2) dentro de la cobertura operacional de la instalación, en base a propagación en el espacio libre
Modulación:	> 85%

ESTACIONES AERONÁUTICAS

En aquellas terminales aéreas donde la actividad es muy intensa, existen cierto número de estaciones que desempeñan una función específica durante las operaciones de despegue y aterrizaje de aeronaves. Podemos clasificar este tipo de estaciones en dos grandes grupos: las de carácter principal, que no pueden estar ausentes en todo aeropuerto o aeródromo importante, y las de carácter secundario que prestan un servicio complementario a la actividad desplegada por las primeras.

También se pueden clasificar las estaciones tomando en cuenta el servicio específico que prestan, como se verá a continuación.

Estaciones de Ayuda meteorológica - VOLMET

Son aquellas estaciones que brindan información meteorológica relativa a las condiciones de aeronavegabilidad en el área geográfica desde donde transmiten a fin de facilitar los procedimientos de aproximación, descenso y despegue. Para suministrar esos datos utilizan, además de las ondas de radiodifusión sonora (AM/FM), el radioteletipo (RTTY) y el facsímil (FAX).

Radioayudas aeronáuticas

Aquí encontramos varios tipos de estaciones que emiten señales destinadas a facilitar y garantizar la navegabilidad de las aeronaves durante el vuelo y asistirles durante la etapa de aproximación a la pista para aterrizar. Así tenemos:

- Radiofaros no direccionales-NDB (No Directional Beacon). Emisoras situadas en tierra en una posición seleccionada para que en conjunción con el equipo de la aeronave constituyan una guía para que el piloto fije su rumbo hacia la posición geográfica desde donde aquellas transmiten. Emiten en las bandas de 200 kHz a 1.750 kHz, cada 30 segundos.

- Radiofaros Omnidireccionales en VHF–VOR (Very High Omnidirectional Range). Proporcionan información del azimut en los 360° a las aeronaves que se hallan dentro de su cobertura de radiación. Operan en la banda de VHF entre los 112 y 117,975 MHz.
- Equipos radiotelemétricos en UHF–DME (Distance Measuring Equipment). Facilitan al piloto información de la "distancia oblicua" que existe entre la aeronave en vuelo y el equipo en tierra. El sistema opera en la banda de UHF entre los 960 y 1.215 MHz.
- Sistemas de aterrizaje por instrumentos–ILS (Instrument Landing System). Radioayuda utilizada para la aproximación final y el aterrizaje de las aeronaves. Proporciona al piloto información del rumbo seguido por el avión que y del ángulo de descenso de éste.
- Radiofaros de Localización. Radioayudas complementarias del sistema ILS consistentes en radiofaros que operan generalmente entre los 200 y 414 MHz y que están destinados para que las aeronaves fijen con toda exactitud la posición geográfica en la que se encuentran con respecto a esa estación transmisora de pulsos.
- Loran-A. Radioayudas de larga distancia que cumplen la misma función que un NDB pero con un mayor alcance, puesto que transmiten con potencias de hasta los 100 kW.

ESTACIONES OPERANDO EN HF Y VHF

De acuerdo a la función o al servicio que prestan, se suele hacer la siguiente clasificación:

ATC (Air Traffic Control). Se trata de estaciones fijas situadas en tierra, cuya función fundamental consiste en servir de guía y brindar apoyo a los pilotos, con el fin de proveer al perfecto desenvolvimiento de las aeronaves.

LDOC (Long Distance Operational Control). Son estaciones fijas operadas por las distintas compañías aéreas internacionales, las cuales se encargan de establecer comunicaciones con las aeronaves pertenecientes a su flota.

AERONAVES. Son estaciones móviles que establecen comunicaciones regulares con alguna estación de tierra durante el vuelo. Las aeronaves que forman parte de aerolíneas comerciales de transporte de carga y de pasajeros, se identifican mencionando la compañía a la cual pertenecen y el número de vuelo correspondiente. Las restantes aeronaves, es decir, los aviones privados, se identifican mencionando solamente la matrícula del país en donde se hallan registrados.

VOLMET. Son estaciones fijas que proporcionan durante el día información sobre las condiciones meteorológicas existentes en el área de los aeropuertos y aeródromos de su zona.

FSS (Flight Service Stations). Estaciones fijas que se ocupan de suministrar todo tipo de información relativa al vuelo, a fin de favorecer el normal desarrollo de la navegación aérea.

Las comunicaciones mantenidas a través de las Bandas aeronáuticas en HF, mencionadas anteriormente, tienen lugar cuando las aeronaves están en pleno vuelo, a gran distancia de los centros de control. Pero cuando la aeronave está próxima a su destino y se dispone a iniciar el procedimiento de descenso, se utiliza la banda aérea de VHF para las comunicaciones entre el piloto y las estaciones en tierra. Esta banda está comprendida entre los 118 y 136 MHz.

ESTACIONES FIJAS

En aquellas terminales aéreas en las que la actividad es muy intensa, existen cierto número de estaciones que desempeñan una función específica durante las operaciones de despegue y aterri-

zaje de aeronaves. Podemos clasificar este tipo de estaciones en dos grandes grupos: las de carácter principal, que no pueden estar ausentes en todo aeropuerto importante, y las de carácter secundario, que prestan un servicio complementario a la actividad desplegada por las primeras.

Un aeropuerto internacional debe estar habilitado para recibir el tránsito de grandes aeronaves comerciales de transporte de carga y de pasajeros. Necesariamente deben existir las siguientes estaciones: ACC; TMA; APP; TWR. Cada una de estas estaciones asumen distintos roles según se trate del despegue o de aterrizaje de aeronaves, como veremos a continuación.

Despegue de aeronaves

- TWR (control ToWeR). La torre de control del aeródromo se ocupa de coordinar y de autorizar la partida de las aeronaves de la terminal, suministrando instrucciones a los pilotos para que procedan de conformidad al plan de vuelo que previamente autorizó. Cuando el avión levanta vuelo y abandona la zona más próxima al aeropuerto (aproximadamente 10 km), la comunicación se transfiere a la estación Radar.
- TMA (TerMinal Area Control). Su función consiste, básicamente, en servir de guía a la aeronave que está ascendiendo.
- ACC (Area Control Center). Cuando la aeronave está próxima a abandonar el área de la terminal (un radio de 100 a 200 km) y desaparece el rango del radar del aeropuerto, se ocupa de impartir las instrucciones necesarias para que el avión transite por la aerovía que lo conducirá a su destino mientras permanezca dentro del área geográfica sobre la cual ejerce control.



Figura 4. Torre de control del aeropuerto de Madrid-Barajas.

Aterrizaje de aeronaves

- ACC (Area Control Center). Se encarga de hacer descender la aeronave gradualmente hasta que es interceptada por el rango del radar del aeropuerto. Una vez que la aeronave está próxima a ingresar en el área de la TMA, la comunicación se transfiere a esta estación.
- TMA (TerMinal Area Control). Se ocupa de guiar a la aeronave que comienza a transitar por una ruta de descenso con dirección a la terminal. Por medio de la lectura de su pantalla, el operador imparte instrucciones al piloto para circular por la zona que rodea al aeropuerto hasta que la aeronave está en condiciones de iniciar la aproximación final.

para la Seguridad de la Vida Humana en la Mar y del Reglamento Internacional de Radiocomunicaciones.

El Reglamento (REAL DECRETO 1185/2006, de 16 de octubre) por el que se regulan las radiocomunicaciones marítimas a bordo de los buques civiles españoles se puede descargar en el siguiente link: <http://www.boe.es/boe/dias/2006/11/01/pdfs/A37906-37944.pdf>

En este Real Decreto se explicitan los equipamientos obligatorios que deben incorporar las embarcaciones, así como los requisitos que deben cumplir las empresas instaladoras de los mismos, teniendo por objetivo mejorar la seguridad de las instalaciones radioeléctricas de los buques civiles españoles, así como de las embarcaciones de recreo y de los buques de pesca menores de 24 m de eslora, siguiendo las recomendaciones de la Organización Marítima Internacional (OMI).



Figura 7. Simulador de comunicaciones marítimas.

BANDAS DE FRECUENCIAS

Los equipos de comunicaciones marinas se caracterizan por transmitir en forma semi-dúplex, ya que sólo se permite la transmisión en un solo sentido a la vez, mientras que en los equipos de transmisión usados de manera dúplex, se montan dos sistemas con diferentes frecuencias de trabajo en los cuales uno es usado para transmitir y otro es usado para recibir.

Cada país que posee zona marítima preestablecida tiene parámetros determinados en sus leyes que establecen el compendio de frecuencias en las cuales se deben establecer estas comunicaciones. Sin embargo, tomando en cuenta el funcionamiento de los equipos y las restricciones a nivel mundial en bandas de frecuencia, hay 2 principales grupos:

- De largo alcance: Banda de 4 a 30 MHz (cobertura mundial) en HF.
- De corto alcance: Bandas de 156 a 174 MHz en VHF.

En las comunicaciones marítimas es importante tener en cuenta consideraciones técnicas en el proceso de intercambio de información. Las bandas marítimas móviles son aquellas asignadas para las comunicaciones entre barco y costa, costa y barco, y entre barcos. Los equipos electrónicos comúnmente usados se pueden dividir en dos grupos: los de bajura (barcos hasta 1.600 toneladas aproximadamente), y los grandes transatlánticos. Las bandas de frecuencias asignadas en HF para el aviso de llamadas en largo alcance se muestran en la siguiente tabla:

Banda	Frecuencia (kHz)
4 MHz	4.065 a 4.143
6 MHz	6.200 a 6.221
8 MHz	8.195 a 8.291
12 MHz	12.230 a 12.350
16 MHz	16.360 a 16.525
18 MHz	18.780 a 18.822
22 MHz	22.000 a 22.156
25 MHz	25.070 a 25.097



Figura 8. Distintos equipos de comunicaciones marítimas en HF y VHF.

RADIOBALIZAS

Una radiobaliza es un transmisor de señales de ayuda en situaciones de emergencia, fundamental en la detección y localización de embarcaciones, aeronaves, y personas en peligro. El objetivo fundamental de las radiobalizas es conseguir que las personas puedan ser rescatadas en el llamado "golden day" (las primeras 24 horas siguientes a un acontecimiento traumático) cuando la mayoría de los supervivientes todavía pueden ser salvados.

Las radiobalizas son la interfaz del Sistema SART-COSPAS, el sistema internacional de satélites de búsqueda y salvamento (SAR). Cuando se activa, dichas radiobalizas envían una señal de socorro que, cuando no es detectada por los satélites geostacionarios, se puede localizar por triangulación.

En el caso de las radiobalizas de 406 MHz que transmiten señales digitales, los transmisores pueden ser identificados casi instantáneamente (a través de GEOSAR) y, además, un posicionamiento GPS puede ser codificado en la señal (lo que provee identificación y posicionamiento instantáneo). Tomando normalmente la posición inicial proporcionada por el sistema de satélite, las señales de las radiobalizas pueden ser localizadas por el servicio de salvamento y rescate de aeronaves y en tierra las estaciones pueden mandar ayuda a barcos, aviones o personas. Han de estar homologadas, llevan unas baterías que les proporcionan la energía necesaria para el transmisor y requieren de una revisión periódica para verificar que se encuentran en disposición de servicio.



Figura 9. Radiobaliza para barco y personal.

La utilización de satélites para detectar y localizar radiobalizas especiales, activadas, tanto manual como automáticamente por un avión caído o una situación de peligro marítima, reduce el tiempo requerido para alertar a las autoridades apropiadas y para una localización final del lugar del siniestro por el equipo de rescate. La Organización Marítima Internacional (IMO) y la Organización Internacional de Aviación Civil (ICAO) recomiendan que los barcos y aviones lleven las EPIRB y ELT respectivamente. En noviembre de 1988, los convenios internacionales en esta materia impusieron la obligación de llevar una radiobaliza satelital para todos los buques de 300 TM o superiores. También existen varios requerimientos nacionales para portar las ELT y EPIRB en diferentes tipos de naves no sujetas a los convenios internacionales, y algunos países han autorizado el empleo de las PLB de 406 MHz para utilización en tierra, en zonas remotas y escarpadas.

TIPOS DE RADIOBALIZAS

Hay tres tipos de radiobalizas compatibles con el sistema SARTSAT-COSPAS:

- EPIRBs (Emergency Position-Indicating Radio Beacon), o radiobaliza de localización de siniestros) son marítimas y sirven como la señal de socorro marítimo.
- ELT (Emergency Location Transmitter), o transmisores de localización de emergencia), son aerotransportadas y sirven como la señal de socorro de aeronaves.
- PLB (Personal Locator Beacon), son terrestres y para uso personal e indican a los servicios de emergencia que una persona se encuentra en peligro.

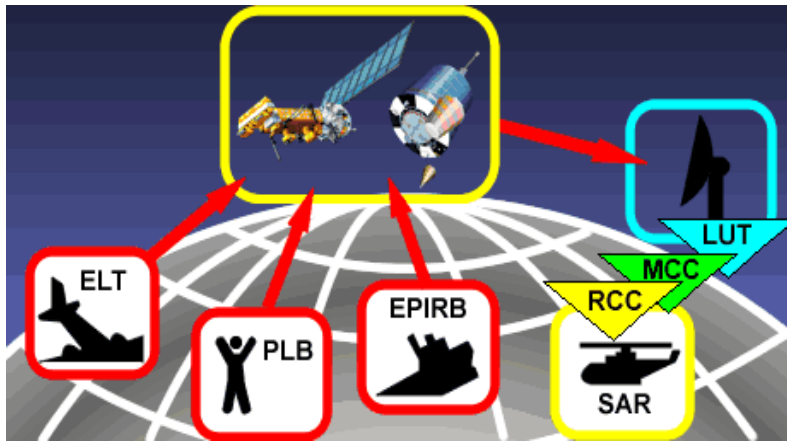


Figura 10. Radiobalizas compatibles SARSAT-COSPAS.

FUNCIONAMIENTO DE LAS RADIOBALIZAS

Sólo 3 meses después del hundimiento del trasatlántico Titanic, el 15 de abril de 1912, se adoptaban las siglas de SOS como la llamada internacional de socorro. Se escogieron estas tres letras por ser una combinación "... - - - ..." en código Morse muy fácil de identificar.

Pero el código Morse ha dejado paso al futuro que viene de la mano de la tecnología con satélites de comunicaciones. Concretamente se utilizan los denominados SARSAT utilizado en comunicaciones de búsqueda y socorro, desarrollado por Estados Unidos, Canadá y Francia. Estos satélites, que se empezaron a poner en órbita en los años setenta, pueden identificar la posición desde la que emite una radiobaliza de socorro con una aproximación de 200 metros.

Cuando una radiobaliza emite su señal de socorro, ésta es recibida por el satélite en órbita sobre la Tierra y éste, a su vez, emite una señal al centro de seguimiento de satélites indicando las coordenadas a la estación en tierra.

Por su parte, la Unión Soviética puso un sistema parecido en funcionamiento conocido como COSPAS que finalmente se integró con SARSAT, dando lugar al sistema COSPAS-SARSAT. Desde 1984 el sistema es totalmente operativo y funciona en la frecuencia de 406 MHz, aunque todavía es capaz de escuchar en la antigua frecuencia internacional de socorro de 121,5 MHz, por compatibilidad con los antiguos dispositivos ELT.

Toda la superficie de la Tierra está cubierta, especialmente los polos y las regiones muy cerca de los polos pues todos los satélites cruzan sus órbitas en el eje de giro de la Tierra. La zona peor cubierta es el cinturón ecuatorial, y en el peor de los casos tendríamos que esperar algo más de media hora para que un satélite pase sobre nuestra posición, dado que el mecanismo de disparo de la alerta no es inmediato.

Los primeros sistemas de localización eran conocidos como ELT y emitían en 121,5 MHz, que era la frecuencia de socorro internacional y, aunque funcionaban, tenían bastantes inconvenientes. En esta frecuencia hay muchas interferencias, y no era fácil localizar el origen de la señal de emisión. Además, un receptor tenía que estar en la zona de alcance para poder escuchar esta señal de socorro. Años después se diseñaron los sistemas basados en satélites que operan en la banda de 406 MHz, con la señal emitida digital, que permite codificar el identificador del barco o avión emisor de la señal de socorro.

Las radiobalizas por satélite, también conocidas como EPIRB, se han popularizado mucho existiendo actualmente en el organismo internacional NOAA (National Oceanic and Atmospheric Ad-

ministration) una base de datos con más de 50.000 fichas en las que se registra con cada buque un identificativo único.



Figura 11. Distintos tipos de radiobalizas.

Actualmente, las radiobalizas deben funcionar en la frecuencia de 406 MHz pues es la única manera de poder enviar el identificativo digital de un barco que, previamente, habrá sido registrado, por ejemplo, a través de la Dirección General de la Marina Mercante. Así, al recibirse una señal de socorro se sabrá en donde está y qué barco concretamente es el que está en una situación de "Mayday", conociéndose su eslora y demás características. En 406 MHz se puede asegurar que la señal de socorro será atendida en un máximo de 1 hora, mientras que con las antiguas radiobalizas de 121,5 MHz la alerta se demoraba hasta 6 horas debido a que el satélite debe tener "a la vista" simultáneamente el barco y el centro de seguimiento en tierra. Además en 406 MHz la señal es emitida todos los minutos, en una rápida secuencia de datos que apenas dura medio segundo de transmisión.

Lo más importante es que mediante técnicas Doppler, se puede asegurar la posición de la radiobaliza en un radio de 2 millas náuticas, mientras que en 121,5 MHz esta aproximación aumenta hasta un radio de 12 millas, con lo que la búsqueda queda bastante comprometida especialmente con mal tiempo y por la noche, que dificulta enormemente las condiciones.

Las radiobalizas más modernas llevan incorporado un receptor GPS (Global Positioning System) y por ello pueden añadir las coordenadas a la secuencia de datos emitida, quedando fijada la posición del desastre con una aproximación de sólo algunos cientos de metros a la redonda. Las más avanzadas radiobalizas emiten en ambas frecuencias simultáneamente.

Las radiobalizas de Categoría I se activan automáticamente, mientras que para las de Categoría II hay que hacerlo manualmente. Para navegación de altura es necesario disponer de radiobaliza instalada en el propio barco, proporcionándonos uno de los mejores sistemas de seguridad con los que se puede contar en caso de emergencia.

EL SISTEMA SARSAT-COSPAS

El sistema SARSAT-COSPAS, (Search And Rescue Satellite-Aided Tracking) - (Cosmicheskaya Sistyema Poiska Avaryinich Sudov - Space System for the Search of vessels in distress) se creó en 1982 y se utiliza para búsqueda y salvamento con ayuda de satélite. Sirve para localizar las balizas de socorro que transmitiesen en las frecuencias de 121,5 MHz (ya en desuso) y 406 MHz.



Figura 12. Logo identificativo del sistema SARSAT-COSPAS.

Su objeto es prestar ayuda a todas las organizaciones del mundo dedicadas a operaciones de búsqueda y salvamento cuando ocurra un siniestro, ya sea en el mar, aire o en tierra. Este sistema consta de un conjunto de satélites que recorren cada 2 horas todas las zonas de la Tierra, por lo que ese será el tiempo máximo de espera para que pase por encima de la baliza.

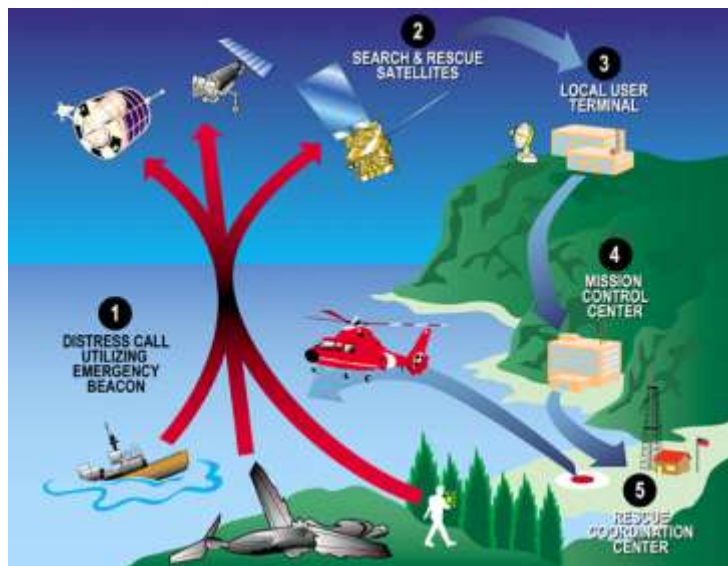


Figura 13. Funcionamiento del sistemas COSPAS-SARSAT.

El sistema Cospas-Sarsat de 121,5 MHz (Cospas-Sarsat cesó el procesamiento de balizas de 121.5 MHz en febrero de 2009). Estaba compuesto por:

- Balizas de emergencia de 121,5 MHz.
- Satélites de órbita polar del sistema Leosar.
- Estaciones receptoras de tierra asociadas del sistema Leosar (LeoLUT).

El sistema Cospas-Sarsat en 406 MHz, el actualmente en vigor, está compuesto por:

- Radiobalizas de 406 MHz a bordo de buques (EPIRB), aeronaves (ELT) y localizadores personales (PLB).

- Satélites de órbita polar de baja altura terrestre del sistema Leosar y satélites geostacionarios del sistema Geosar.
- LUT asociados del sistema satelital, llamados LeoLUT y GeoLUT.

Las estaciones terrestres receptoras se llaman LUT (Local User Terminal). Esta denominación genérica puede referirse o bien a un LeoLUT en el sistema Leosar, o a un GeoLUT en el Geosar.

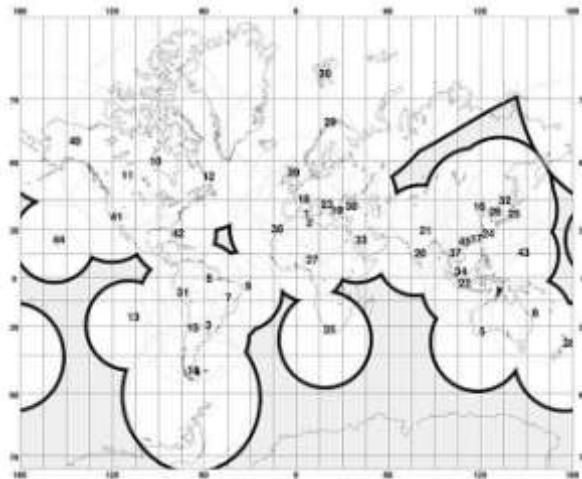


Figura 14. Cobertura proporcionada por el sistema LeoLUT.

LEOSAR

COSPAS-SARSAT ha demostrado que la detección y localización de las señales de socorro se pueden facilitar ampliamente por el seguimiento global basado en naves espaciales de baja altitud en órbitas casi polares. La cobertura completa de la Tierra, incluidas las regiones polares, pueden ser llevada a cabo utilizando balizas de emergencia en 406 MHz como señal de socorro. Con el antiguo tipo de balizas operando en 121,5 MHz, la cobertura del sistema no era global, ya que la detección del socorro depende de la disponibilidad de una estación terrestre de recepción en el campo visual del satélite al mismo tiempo que se recibe la señal de la baliza. El Sistema COSPAS-SARSAT de satélites en baja órbita terrestre Low Earth Orbit (LEO) se conoce también como el sistema LEOSAR de COSPAS-SARSAT.

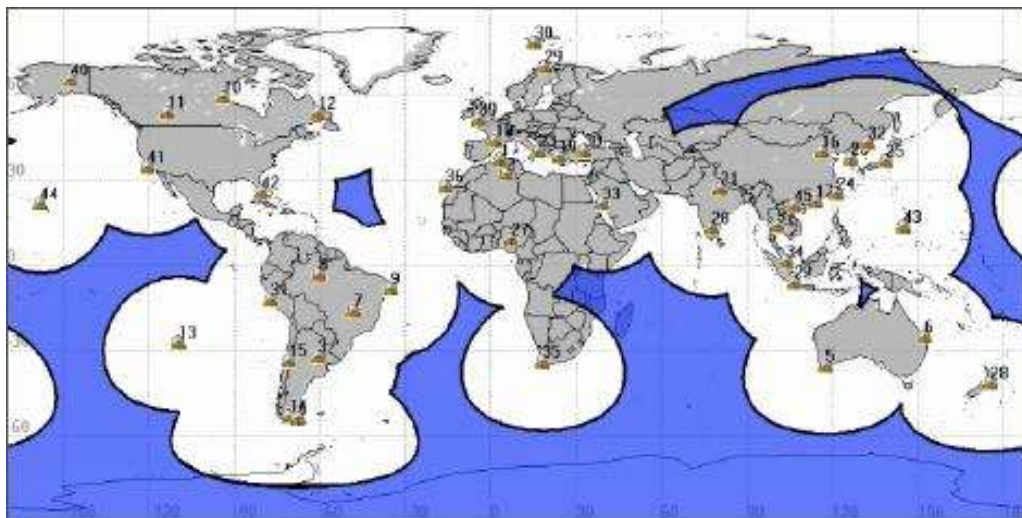


Figura 15. Cobertura de Leosar.

GEOSAR

Desde 1996, los participantes de COSPAS-SARSAT han estado experimentando con "cargas" de 406 MHz. entre sus satélites de órbita geostacionaria GEO (Geostationary Earth Orbit), junto con sus estaciones asociadas terrestres, para detectar las transmisiones de las radiobalizas de 406 MHz, que han mostrado la posibilidad de la casi inmediatez de la alerta seguida de la identidad de la baliza transmisora y otros datos codificados, como la posición derivada de un sistema satelital de navegación global. Este desarrollo es conocido como Sistema GEOSAR de 406 MHz.

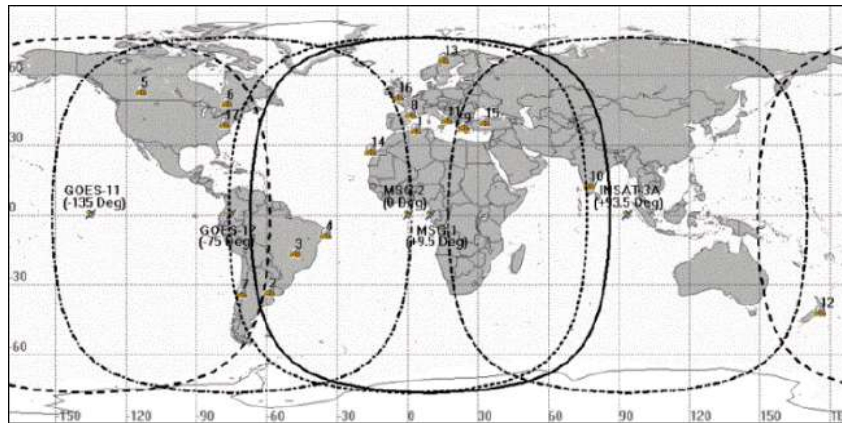


Figura 16. Cobertura de Geosar.

En definitiva, los sistemas basados en satélite permiten una atención rápida en caso de necesidad, localizando a las víctimas y permitiendo la coordinación de los servicios de rescate.