

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R M.2010-2 (02/2023)

**Características de un sistema digital,
denominado datos de navegación para
difundir información de seguridad marítima
e información de seguridad conexas de
costa a barco en la banda de 500 kHz**

Serie M

**Servicios móviles, de radiodeterminación,
de aficionados y otros servicios
por satélite conexos**



Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

Series de las Recomendaciones UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

Series	Título
BO	Distribución por satélite
BR	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
BS	Servicio de radiodifusión (sonora)
BT	Servicio de radiodifusión (televisión)
F	Servicio fijo
M	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
P	Propagación de las ondas radioeléctricas
RA	Radioastronomía
RS	Sistemas de detección a distancia
S	Servicio fijo por satélite
SA	Aplicaciones espaciales y meteorología
SF	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
SM	Gestión del espectro
SNG	Periodismo electrónico por satélite
TF	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
V	Vocabulario y cuestiones afines

Nota: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.

Publicación electrónica
Ginebra, 2023

© UIT 2023

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

RECOMENDACIÓN UIT-R M.2010-2

Características de un sistema digital, denominado datos de navegación para difundir información de seguridad marítima e información de seguridad conexas de costa a barco en la banda de 500 kHz

(2012-2019-2023)

Cometido

En esta Recomendación se describe un sistema de radiocomunicaciones en ondas hectométricas, denominado datos de navegación (NAVDAT), para el servicio móvil marítimo en la banda de 500 kHz, destinado a la difusión digital de información de seguridad marítima e información de seguridad conexas de costa-barco. Las características operativas y la arquitectura de este sistema de radiocomunicaciones se describen en los Anexos 1 y 2. Las características técnicas y la estructura de transmisión se detallan en los Anexos 3 y 4. En los Anexos 5 y 6 se describen la estructura de los ficheros mensaje y el modo de radiodifusión. La lista de mensajes de asunto figura en el Anexo 7.

Palabras clave

500 kHz, NAVDAT, radiodifusión

Abreviaturas/glosario

BER	Tasa de errores en los bits (<i>bit error rate</i>)
BW	Ancho de banda (<i>bandwidth</i>)
CDU	Unidad de control y visualización (<i>control and display unit</i>)
CMR	Conferencia mundial de radiocomunicaciones
DRM	Digital Radio Mondiale
DS	Flujo de datos (<i>data stream</i>)
ECDIS	Mapa electrónico y sistema de información en pantalla (<i>electronic chart and display information system</i>)
GF	Campo de Galois o campo finito (<i>Galois field or finite field</i>)
GNSS	Sistema mundial de navegación por satélite (<i>global navigation satellite system</i>)
HF	Ondas decamétricas (<i>high frequency</i>)
LDPC	Verificación de paridad de baja densidad (<i>low density parity check</i>)
MAQ	Modulación de amplitud en cuadratura
MDFO	Multiplexación por división de frecuencia ortogonal
MDP-2	Modulación por desplazamiento de fase bivalente
MER	Tasa de errores de modulación (<i>modulation error rate</i>)
MF	Ondas hectométricas (<i>medium frequency</i>)
MIS	Flujo de información de modulación (<i>modulation information stream</i>)
MMSI	Identidad del servicio móvil marítimo (<i>maritime mobile service identity</i>)
NAVDAT	Datos náuticos (el nombre del sistema)
NAVTEX	Télex náutico (el nombre del sistema)
NM	Milla náutica (1 852 metros)
OMI	Organización Marítima Internacional

PEP	Potencia de cresta de la envolvente (<i>peak envelope power</i>)
PRBS	Secuencia binaria pseudoaleatoria (<i>pseudo-random binary sequence</i>)
rms	Valor cuadrático medio (<i>root mean square</i>)
RS	Código Reed-Solomon
SAR	Búsqueda y rescate (<i>search and rescue</i>)
SDR	Radio definida por software (<i>software defined radio</i>)
SFN	Red monofrecuencia (<i>single frequency network</i>)
SIM	Sistema de información y gestión (<i>system of information and management</i>)
S/N o SNR	Relación señal-ruido (<i>signal-to-noise ratio</i>)
SMSSM	Sistema mundial de socorro y seguridad marítimos
TIS	Flujo de información del transmisor (<i>transmitter information stream</i>)
UIT	Unión internacional de telecomunicaciones
VRC	Verificación por redundancia cíclica

Recomendaciones e Informes de la UIT conexos

Recomendación UIT-R P.368 – Método de predicción de propagación por onda de superficie para frecuencias comprendidas entre 10 kHz y 30 MHz

Recomendación UIT-R P.372 – Ruido radioeléctrico

Recomendación UIT-R M.493 – Sistema de llamada selectiva digital para el servicio móvil marítimo

Recomendación UIT-R M.585 – Asignación y uso de identidades del servicio móvil marítimo

Recomendación UIT-R BS.1514 – Sistema para radiodifusión sonora digital en las bandas de radiodifusión por debajo de 30 MHz

Recomendación UIT-R M.2058 – Características del sistema digital denominado datos de navegación para difundir información de seguridad marítima e información de seguridad conexa de costa a barco en la banda marítima de ondas decamétricas

Informe UIT-R M.2201 – Utilización de la banda 495-505 kHz por el servicio móvil marítimo para la radiodifusión digital de costa a barco de información de seguridad y protección

Informe UIT-R M.2443 – Directrices NAVDAT

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que la difusión de datos a alta velocidad de costa a barco mejora la seguridad marítima y la eficiencia operativa;
- b) que el sistema télex de navegación (NAVTEX) tiene una capacidad limitada;
- c) que el sistema de navegación electrónica de la Organización Marítima Internacional (OMI) aumenta la demanda de transmisión de datos de costa a barco;
- d) que la banda de 500 kHz tiene una buena cobertura para sistemas digitales,

observando

- a) que en el Informe UIT-R M.2201 se dan las bases del sistema NAVDAT;
- b) que la Recomendación UIT-R M.2058 describe el sistema NAVDAT en ondas decamétricas;
- c) que el sistema NAVDAT utiliza dos frecuencias internacionales: 500 kHz en la banda de ondas hectométricas y 4 226 kHz en la banda en ondas decamétricas;

d) que el sistema NAVDAT puede utilizar otras frecuencias atribuidas en las bandas marítimas en ondas hectométricas y decamétricas para emisiones nacionales o regionales;

e) que el sistema Digital Radio Mondiale (DRM) mencionado en el Anexo 6 se ha incorporado en la Recomendación UIT-R BS.1514;

recomienda

1 que las características operativas para la difusión de información de seguridad marítima e información de seguridad conexa estén en consonancia con el Anexo 1;

2 que la arquitectura del sistema de difusión de información de seguridad marítima e información de seguridad conexa de costa a barco en la banda de frecuencias HF esté en consonancia con el Anexo 2;

3 que las características técnicas y los protocolos de módem para la transmisión digital de costa a barco en la banda de 3 kHz estén en consonancia con los Anexos 3 y 4.

4 que el flujo de datos del sistema y la estructura de los mensajes se ajusten a lo dispuesto en el Anexo 5;

5 que se utilice el modo de funcionamiento de red monofrecuencia (SFN) descrito en el Anexo 6;

6 que se utilice la información sobre el mensaje temático que figura en el Anexo 7;

7 que se utilice el Anexo 8 para determinar la altura mínima de las torres de antena en la infraestructura costera para soportar los modos de transmisión NAVDAT y los anchos de banda asociados.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR).....	ii
Anexo 1 Características operativas	6
1 Tipos de mensajes y ficheros.....	6
2 Modos de difusión	6
2.1 Difusión general.....	6
2.2 Difusión selectiva	6
2.3 Mensaje dedicado	6
3 Prioridad para la radiodifusión	7
Anexo 2 Arquitectura del sistema.....	7
1 Cadena de difusión	7
1.1 Sistema de información y gestión.....	8
1.2 Red costera.....	10
1.3 Descripción del transmisor costero.....	10
1.4 Canal de transmisión: estimación de la cobertura radioeléctrica.....	14
Anexo 3 Características técnicas de NAVDAT.....	14
1 Principio de modulación.....	14
1.1 Introducción.....	15
1.2 Principio.....	15
1.3 Parámetros de multiplexación por división de frecuencia ortogonal.....	16
1.4 Ancho de banda de canal	17
1.5 Modulación	17
1.6 Sincronización	19
1.7 Dispersión de energía	21
1.8 Ocupación espectral de la señal RF.....	22
1.9 Secuencia para la posibilidad de barrido en recepción	22
2 Velocidad de datos utilizable estimada	23
3 Especificaciones de calidad de funcionamiento del transmisor NAVDAT	25
4 Receptor de barco NAVDAT	26
4.1 Descripción del receptor de barco NAVDAT	26

5	Especificaciones mínimas de calidad de funcionamiento del receptor de barco NAVDAT	32
	Anexo 4 Estructura de transmisión	33
1	Estructura de tramas	33
2	Encabezamiento de sincronización.....	34
3	Flujo de información de modulación.....	35
3.1	Estructura.....	35
3.2	Codificación.....	36
4	Flujo de información del transmisor.....	36
4.1	Estructura.....	36
4.2	Codificación.....	38
4.3	Posición.....	39
5	Flujo de datos.....	40
5.1	Estructura.....	40
5.2	Codificación.....	42
6	Códigos de verificación de paridad de baja densidad.....	44
7	Verificación por redundancia cíclica	45
	Anexo 5 Estructura del archivo mensaje.....	45
	Anexo 6 Red de frecuencia única para la difusión simultánea desde varios emplazamientos NAVDAT (tomado de Digital Radio Mondiale).....	47
1	Descripción de Digital Radio Mondiale	47
1.1	Modo de funcionamiento de red monofrecuencia	47
	Anexo 7 Códigos de mensajes de asunto NAVDAT	48
	Anexo 8 Implementación de la infraestructura costera NAVDAT.....	52
A8.1	Objeto del presente Anexo	52
A8.2	Características de las antenas de torres de radio de distintas alturas.....	52
A8.3	Requisitos de la antena para los sistemas NAVTEX y NAVDAT.....	53
A8.4	Velocidades de transmisión de datos estimadas por NAVDAT para distintos modos de transmisión	53

Anexo 1

Características operativas

El sistema NAVDAT utiliza una atribución de intervalo de tiempo similar a la del sistema NAVTEX, de cuya coordinación podría encargarse la OMI de la misma manera.

Este sistema NAVDAT también puede funcionar con una SFN, tal como se describe en el Anexo 6. En este caso, se sincroniza la frecuencia de los transmisores y los datos de transmisión deben ser idénticos para todos ellos.

El sistema digital de NAVDAT a 500 kHz permite la transmisión por difusión de cualquier tipo de mensaje de costa a barco, con posibilidad de encriptación.

1 Tipos de mensajes y ficheros

Todo mensaje de difusión debe proceder de una fuente controlada y segura.

Se pueden difundir, entre otros, los siguientes tipos de mensaje:

- seguridad de navegación;
- seguridad;
- piratería;
- búsqueda y rescate;
- mensajes de meteorología;
- mensaje del piloto o del puerto;
- transferencia de ficheros del sistema de tráfico de barcos;
- paquetes de actualización de mapas electrónicos.

Véase el Anexo 7, en el que figuran los temas de los mensajes y su codificación.

2 Modos de difusión

2.1 Difusión general

Estos mensajes se difunden a la atención de todos los barcos.

2.2 Difusión selectiva

Estos mensajes se difunden a la atención de un determinado grupo de barcos¹ o una zona de navegación específica (véase también el Anexo 3, § 4.1.9).

2.3 Mensaje dedicado

Estos mensajes están destinados a un barco en concreto, utilizando la identidad del servicio móvil marítimo.

¹ En la primera parte del Anexo 1 a la Recomendación UIT-R M.585 se define el formato de las identidades de llamada a grupos de estaciones de barco.

3 Prioridad para la radiodifusión

NAVDAT es capaz de priorizar los mensajes (consulte los documentos NAVDAT publicados por la OMI) (véase también el Cuadro 19).

Anexo 2

Arquitectura del sistema

1 Cadena de difusión

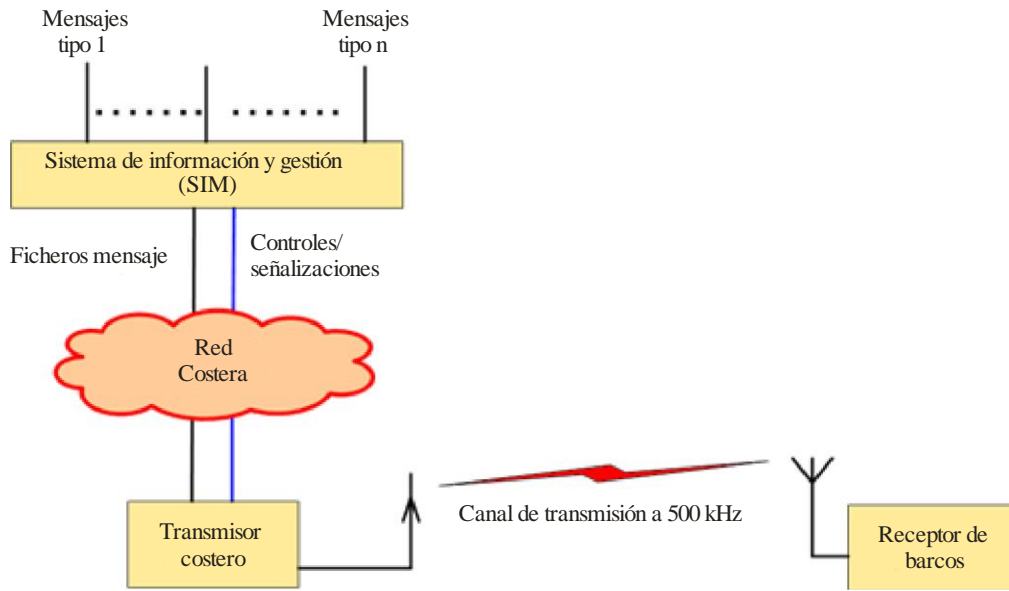
El sistema NAVDAT está estructurado en cinco vectores para realizar las siguientes funciones:

- Sistema de información y gestión (SIM):
 - recopila y controla todo tipo de información;
 - crea ficheros mensaje para su transmisión;
 - crea un programa de transmisión con arreglo a la prioridad de ficheros mensaje y la necesidad de repetición;
 - supervisa el estado operativo y la calidad de radiodifusión del transmisor costero;
 - controla los parámetros operativos del transmisor costero.
- Red costera:
 - garantiza que los ficheros mensaje y los datos de control se transporten desde el origen a los transmisores.
- Transmisor costero:
 - recibe los ficheros mensaje del SIM;
 - traduce los ficheros mensaje a una señal MDFO (modulación por división de frecuencia ortogonal);
 - transmite la señal RF a la antena para su difusión a los barcos;
 - controla el estado operativo e informa al SIM.
- Canal de transmisión:
 - Transporta la señal RF a 500 kHz.
- Receptor de barco:
 - demodula la señal MDFO RF;
 - reconstruye los ficheros mensaje;
 - ordena y distribuye los ficheros mensaje al equipo especializado en función de la aplicación de los ficheros mensaje, o muestra el contenido de los ficheros mensaje.

Las Figuras 1 y 2 muestran el diagrama de la cadena de difusión.

FIGURA 1

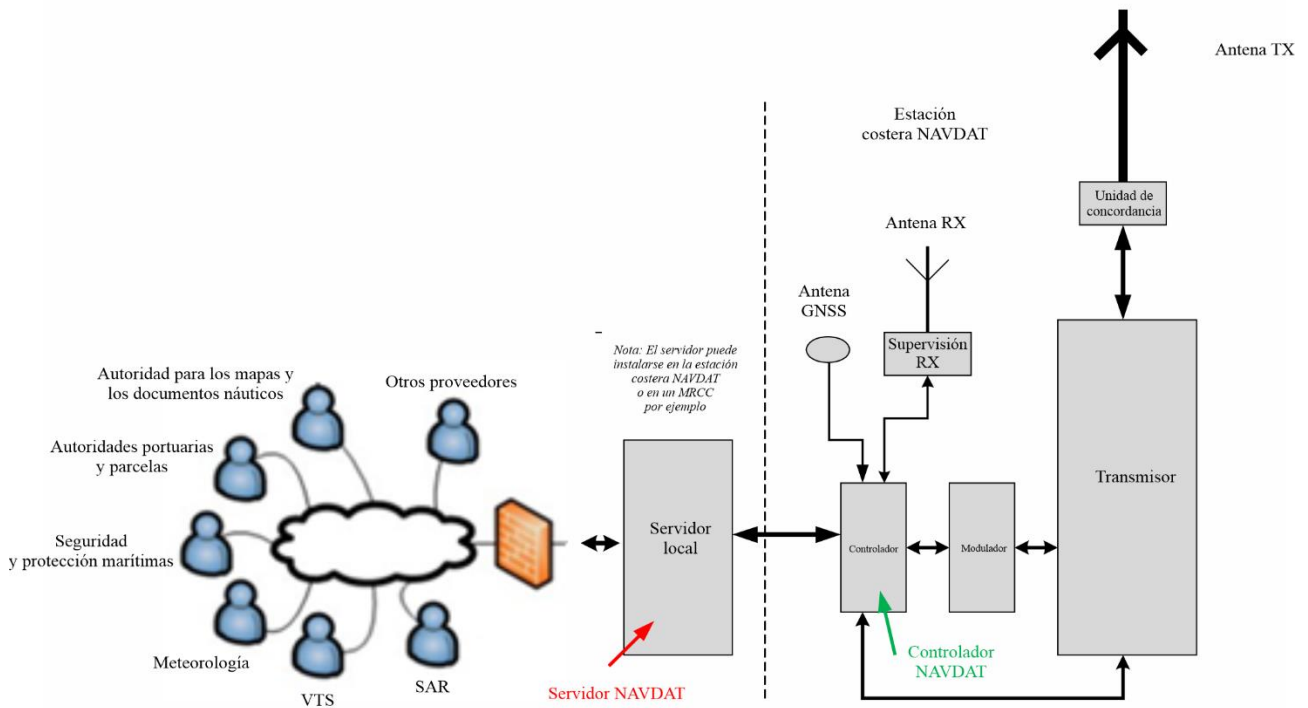
Diagrama de bloques de la cadena de difusión NAVDAT a 500 kHz



M.2010-01

FIGURA 2

Cadena mundial de difusión de NAVDAT



M.2010-02

1.1 Sistema de información y gestión

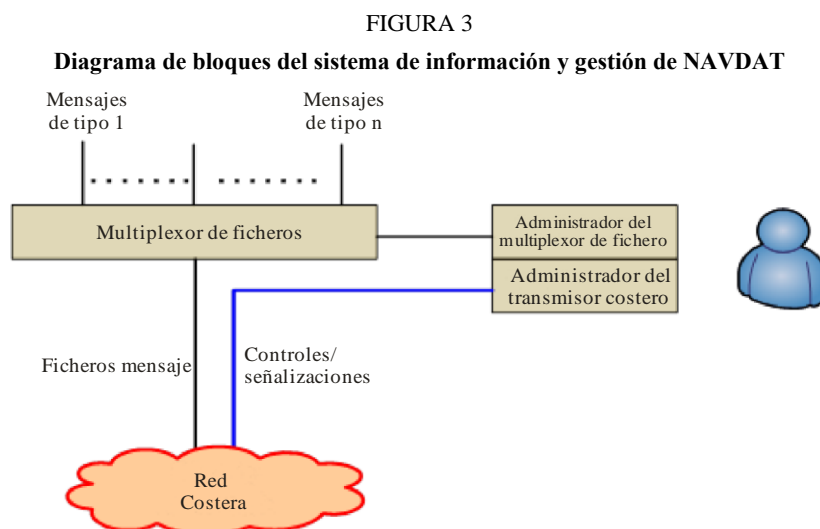
El SIM comprende:

- todas las fuentes que generan mensajes fichero (por ejemplo, estaciones de meteorología, organizaciones de seguridad, etc.);

- el multiplexor de ficheros, aplicación que se ejecuta en un servidor;
- el administrador del multiplexor de ficheros;
- el administrador de transmisores costeros.

Todas las fuentes están conectadas en red al multiplexor de fichero.

En la Figura 3 se muestra el diagrama general del SIM.



1.1.1 Multiplexor de ficheros

El multiplexor de ficheros:

- recoge los ficheros mensaje procedentes de las fuentes de datos;
- encripta, en su caso, los ficheros mensaje;
- formatea los mensajes fichero con la información del destinatario, la prioridad y la validez de tiempo;
- envía los ficheros mensaje al transmisor.

1.1.2 Administrador del multiplexor de ficheros

El administrador del multiplexor de ficheros es una interfaz hombre-máquina que permite al usuario realizar, entre otras, las siguientes tareas:

- echar un vistazo a los ficheros mensaje procedentes de cualquier fuente;
- especificar la prioridad y periodicidad de cualquier fichero mensaje;
- especificar el destinatario del fichero mensaje;
- gestionar la encriptación del mensaje del fichero.

Algunas de estas funcionalidades se pueden automatizar. Por ejemplo, la prioridad y periodicidad de un mensaje puede seleccionarse con arreglo a su procedencia o el origen puede especificar la prioridad del mensaje.

1.1.3 Administrador del transmisor costero

El administrador de la estación costera es una interfaz hombre-máquina conectada al transmisor a través de la red; hace posible supervisar indicaciones de estado del transmisor tales como:

- acuse de recibo de transmisión;

- alarmas;
- potencia de transmisión de RF efectiva;
- informe de sincronización;
- calidad de transmisión;

y cambiar parámetros del transmisor, como por ejemplo:

- potencia de transmisión de RF;
- parámetros MDFO (subportadoras piloto, modulación, codificación de errores, etc.);
- plan de transmisión.

1.2 Red costera

La red costera puede utilizar un enlace de banda ancha, un enlace de baja velocidad de datos o la compartición de ficheros locales.

1.3 Descripción del transmisor costero

La estación transmisora costera consta de la siguiente configuración mínima:

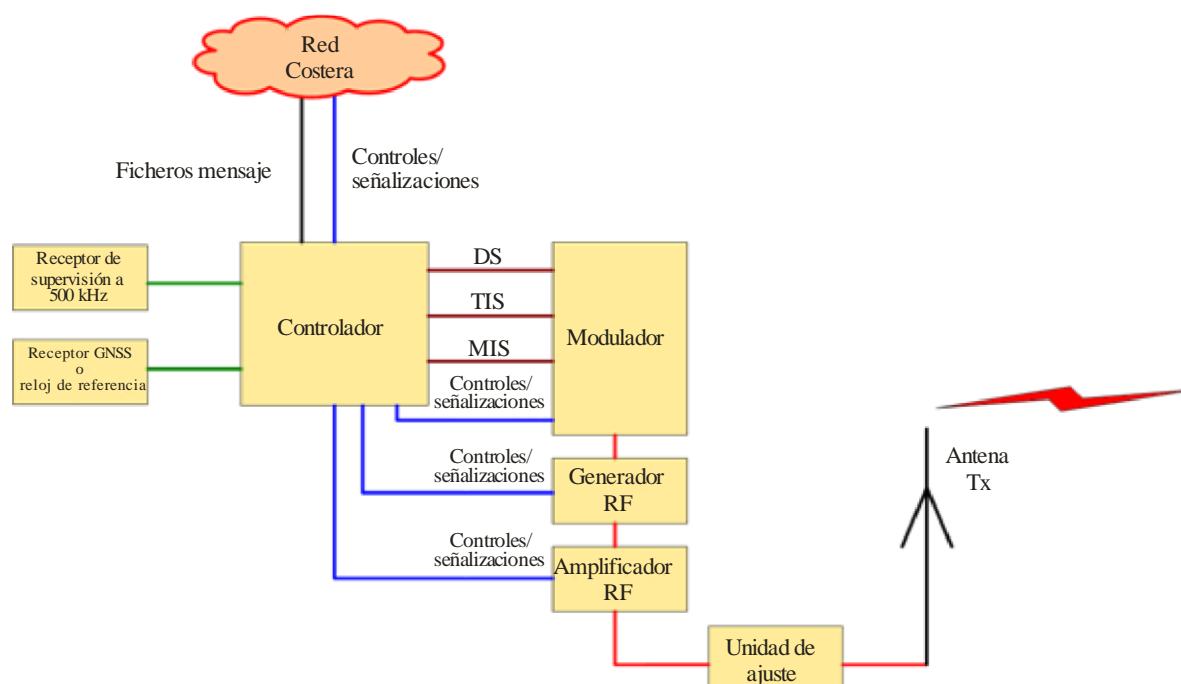
- un controlador, que es un servidor local con acceso protegido;
- un modulador MDFO;
- un generador RF;
- un amplificador de potencia RF;
- una antena de transmisión con unidad de concordancia;
- un receptor de sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) o un reloj atómico para la sincronización;
- un receptor de supervisión con su antena.

1.3.1 Arquitectura del sistema costero

En la Figura 4 se muestra el diagrama de bloques de un transmisor digital a 500 kHz.

FIGURA 4

Diagrama de bloques funcionales del transmisor NAVDAT a 500 kHz



M.2010-03

1.3.2 Controlador

Esta unidad recibe y transmite determinada información:

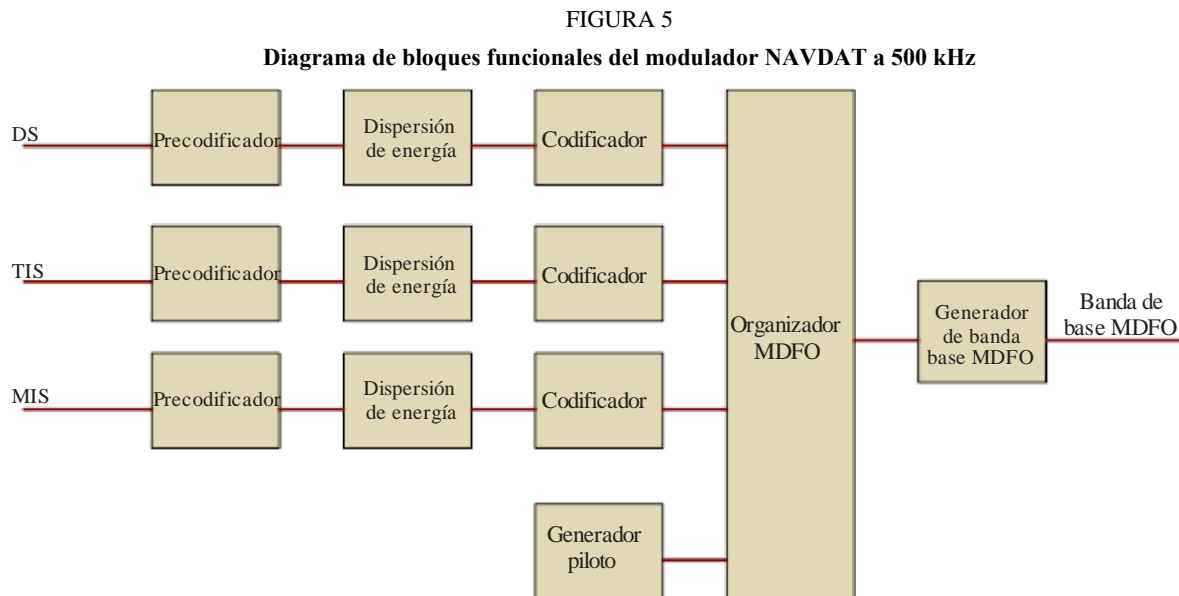
- ficheros mensaje del SIM;
- GNSS o reloj de referencia para la sincronización;
- señal a 500 kHz procedente del receptor de supervisión;
- señales de control y seguimiento del modulador, el generador de señales RF a 500 kHz y el amplificador de potencia RF;
- señal de supervisión del generador de señales de RF y del amplificador de potencia de RF.

La función del controlador es:

- comprobar si la banda de frecuencias 495-505 kHz está libre antes de transmitir;
- sincronizar todas las señales en la estación costera con el reloj de sincronización;
- controlar los parámetros de transmisión, hora y programación;
- formatear los ficheros mensaje que se van a transmitir (divididos en paquetes).

1.3.3 Modulador

En la Figura 5 se muestra el diagrama del modulador.



M.2010-04

1.3.3.1 Flujos de entrada

Para funcionar, el modulador necesita tres flujos de entrada:

- flujo de información de modulación (MIS);
- flujo de información del transmisor (TIS);
- flujo de datos (DS).

Estos flujos se transcodifican y luego se introducen en la señal MDFO mediante un organizador de células.

1.3.3.1.1 Flujo de información de modulación

Este flujo se utiliza para facilitar información sobre:

- el ancho de banda del canal (1, 3, 5 o 10 kHz);
- la modulación para el flujo de información de transmisión y el flujo de datos (MAQ-4, MAQ-16 ó MAQ-64).

Este flujo MIS se codifica siempre en subportadoras MAQ-4 para la correcta demodulación en el receptor.

1.3.3.1.2 Flujo de información del transmisor

Este flujo se utiliza para suministrar información al receptor sobre:

- la codificación de errores para flujos de datos (debería ser diferente para la propagación por onda de suelo durante el día, modo A, y para la propagación por onda de suelo y ondas ionosféricas durante la noche, modo B);
- el identificador del transmisor;
- tiempo.

Este flujo TIS puede codificarse con MAQ-4 o MAQ-16.

1.3.3.1.3 Flujo de datos

Contiene los ficheros mensaje que se van a transmitir (formateados previamente por el multiplexador de ficheros).

1.3.3.2 Codificación de errores

El plan de corrección de errores determina la robustez de la codificación. La tasa de codificación es la relación entre la tasa útil y la tasa de datos brutos. Da una idea de la eficiencia de la transmisión y varía entre 0,5 y 0,75 dependiendo del plan de corrección de errores y los patrones de modulación.

1.3.3.3 Generación de la multiplexación por división de frecuencia ortogonal

Se da formato a los tres flujos (MIS, TIS y DS):

- codificación;
- dispersión de energía.

El organizador de células organiza las células MDFO con los flujos formateados y las células piloto. Las células piloto se transmiten para que el receptor estime el radiocanal y se sincronice con la señal RF.

El generador de señales MDFO crea la banda de base MDFO con arreglo a la salida del organizador de células.

1.3.4 Generador RF a 500 kHz

El generador a 500 kHz en HF realiza una transposición de la señal en la banda de base a la portadora de salida RF a 500 kHz.

El amplificador aumenta la potencia de la señal RF hasta el nivel deseado.

1.3.5 Amplificador de potencia RF

La función de esta etapa es amplificar la señal a 500 kHz procedente de la salida del generador hasta el nivel necesario para obtener la cobertura radioeléctrica deseada.

La transmisión MDFO introduce un factor de cresta en la señal de RF. Este factor de cresta debe ser inferior a 10 dB a la salida del amplificador de RF para que la tasa de errores de modulación (MER) sea correcta.

La potencia de RF eficaz del transmisor debe adaptarse a la eficacia global de la antena y a la cobertura radioeléctrica deseada.

La potencia de RF de salida de un transmisor costero puede ajustarse hasta 10 kW rms.

1.3.6 Antena de transmisión con unidad de concordancia

El amplificador RF está conectado a la antena de transmisión por medio de la unidad de ajuste de impedancia.

1.3.7 Receptor mundial de navegación por satélite y reloj atómico de referencia auxiliar

Este reloj se utiliza para sincronizar el controlador local y configurar un reloj de referencia de alta precisión en los casos en que se utiliza el modo SFN.

1.3.8 Receptor de supervisión

El receptor de supervisión comprueba que la banda de frecuencias 495-505 kHz esté libre antes de iniciar la transmisión y ofrece la posibilidad de verificar la transmisión. Se recomienda un receptor remoto para garantizar la calidad de recepción de la señal local.

1.4 Canal de transmisión: estimación de la cobertura radioeléctrica

La cobertura podría calcularse de acuerdo con la versión más reciente de las Recomendaciones UIT-R P.368 y UIT-R P.372 a través de un software de simulación adecuado. Véanse ejemplos en los Informes UIT-R M.2201 y UIT-R M.2443.

1.4.1 Canal de propagación

La UIT ha definido varios criterios relativos al canal de propagación a partir de los cuales pueden definirse cuatro modos:

- Modo A: Canales gaussianos con desvanecimiento menor. Uso con propagación de ondas superficiales.
- Modo B: Canales selectivos de tiempo y frecuencia, con mayor dispersión del retardo. Utilización con propagación mixta de ondas superficiales y ondas ionosféricas.
- Modo C: Como el modo B, pero con mayor dispersión Doppler. Utilización con propagación de ondas ionosféricas con múltiples saltos (no se utiliza para NAVDAT MF de 500 kHz).
- Modo D: Como el modo B, pero con retardo elevado y dispersión Doppler. Utilización con ondas ionosféricas con múltiples saltos en varias capas ionosféricas (no se utiliza para NAVDAT MF de 500 kHz).

Sólo los modos A y B deben utilizarse para 500 kHz con propagación de ondas superficiales.

El NAVDAT en la banda de ondas hectométricas tiene dos modos de propagación:

Modo A: Propagación de ondas superficiales con polarización vertical. Modo normal durante el día. En este modo, las coberturas pueden calcularse con el software «GRWAVE» o «LFMF-SmoothEarth» en relación con la versión más reciente de la Recomendación UIT-R P.368, y con el software NOISEDAT en relación con la versión más reciente de la Recomendación UIT-R P.372.

Modo B: Propagación por combinación de onda superficial y onda ionosférica. Este modo puede utilizarse durante la noche.

Durante el día, la capa ionosférica D es absorbente. Por lo tanto, durante este periodo se utilizará el modo A.

Al atardecer, la capa D desaparece y es mejor utilizar el modo B durante el periodo nocturno.

La cobertura radioeléctrica de la estación está estrechamente relacionada con el rendimiento global de la antena de transmisión.

Anexo 3

Características técnicas de NAVDAT

1 Principio de modulación

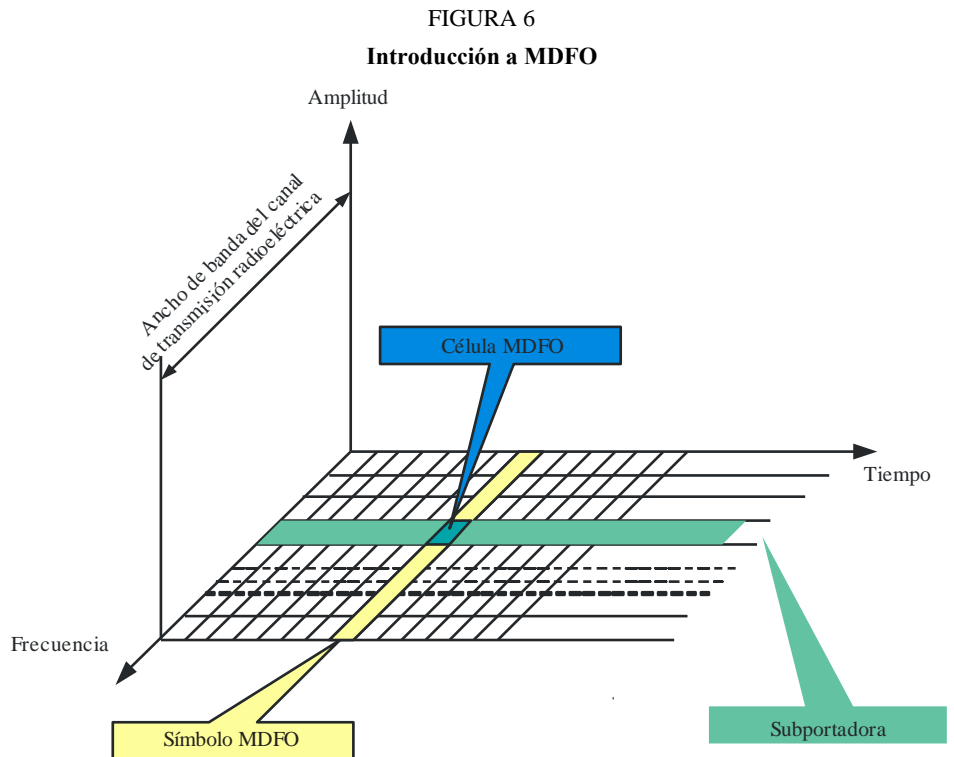
El sistema utiliza MDFO, una tecnología de modulación para transmisiones digitales.

1.1 Introducción

El ancho de banda del canal de transmisión radioeléctrica en el dominio de la frecuencia se divide para generar subportadoras.

El canal de transmisión radioeléctrica se organiza en el tiempo para componer símbolos MDFO.

Una célula MDFO equivale a una subportadora en un símbolo MDFO.



M.2010-05

1.2 Principio

La MDFO utiliza un gran número de subportadoras ortogonales cercanas (o bien 41.666 Hz (modo A) o bien 46.875 Hz (modo B) en el Cuadro 1) para que la transmisión de datos se realice con una elevada eficiencia espectral. Estas subportadoras están separadas en frecuencia ($F_u = 1/T_u$), donde T_u es la duración de un símbolo MDFO de la parte útil.

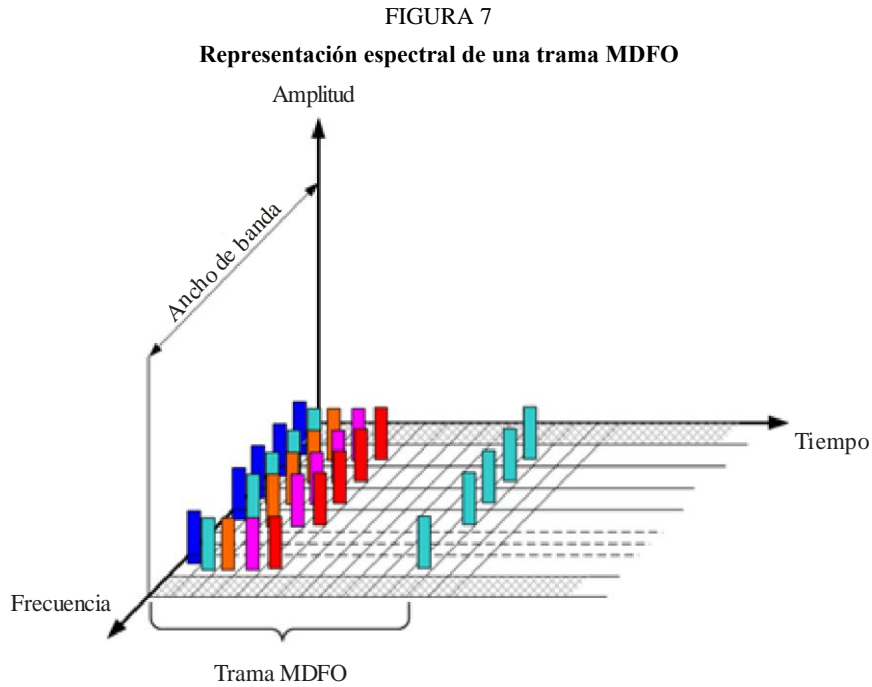
Las fases de las subportadoras son ortogonales entre sí para mejorar la diversidad de la señal causada por los trayectos múltiples, particularmente en distancias largas.

En cada símbolo MDFO se inserta un intervalo de guarda (T_d) para reducir el efecto de los trayectos múltiples, reduciendo así la interferencia entre símbolos.

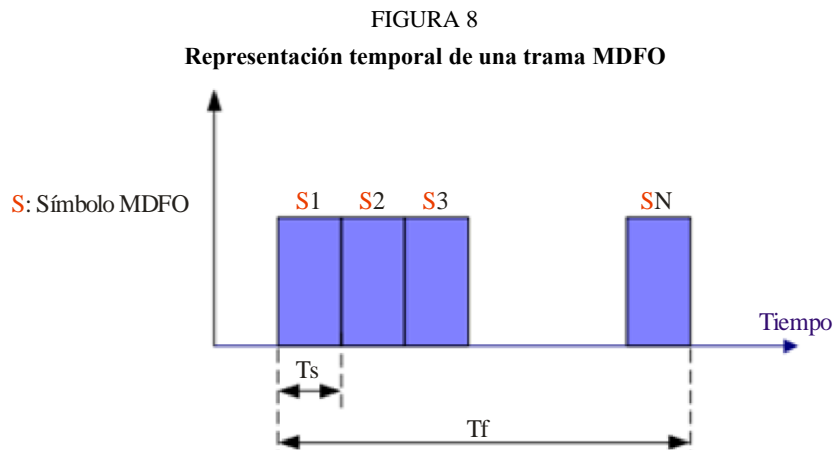
La duración del símbolo MDFO es $T_s = T_u + T_d$.

Los símbolos MDFO se concatenan para constituir una trama MDFO.

La duración de la trama MDFO es T_f .



M.2010-06



M.2010-07

1.3 Parámetros de multiplexación por división de frecuencia ortogonal

Los valores de los parámetros MDFO se enumeran en el Cuadro 1.

CUADRO 1

Valores de los parámetros MDFO

Modo de propagación	T_u (ms)	$1 / T_u$ Hz	T_d (ms)	$T_s = T_u + T_d$ (ms)	N_s	T_f (ms)
A: onda superficial	24	41,666	2,66	26,66	15	400
B: onda superficial + onda ionosférica	21,33	46,875	5,33	26,66	15	400

- T_u : duración de la parte útil de un símbolo MDFO
- $1/T_u$: distancia entre portadoras
- T_d : duración del intervalo de guarda
- T_s : duración de un símbolo MDFO
- N_s : número de símbolos por trama
- T_f : duración de la trama de transmisión.

1.4 Ancho de banda de canal

El sistema de radiodifusión digital de NAVDAT define distintos anchos de banda de canal y determina el número de subportadoras correspondiente a las diversas tasas de ocupación del espectro. Los valores de ancho de banda de canal y el número de subportadoras figuran en el Cuadro 2.

CUADRO 2

Relación entre el ancho de banda del canal y el número de subportadoras MDFO

Modo de propagación	Caso	1	2	3	4
	Ancho de banda de canal	1 kHz	3 kHz	5 kHz	10 kHz
A: onda superficial	Número de subportadoras	23	69	115	229
	Número de subportadoras	K -11 a 11	K -34 a 34	K -57 a 57	K -114 a 114
B: onda superficial + onda ionosférica	Número de subportadoras	19	61	103	207
	Número de subportadoras	K -9 a 9	K -30 a 30	K -51 a 51	K -103 a 103

1.5 Modulación

Cada subportadora se modula en amplitud y fase (MAQ: modulación de amplitud en cuadratura).

Los esquemas de modulación pueden ser de 64 estados (6 bits, MAQ-64), 16 estados (4 bits, MAQ-16), ó 4 estados (2 bits, MAQ-4).

El esquema de modulación es función de la robustez deseada de la señal.

FIGURA 9

Constelación de modulación por desplazamiento de fase bivalente

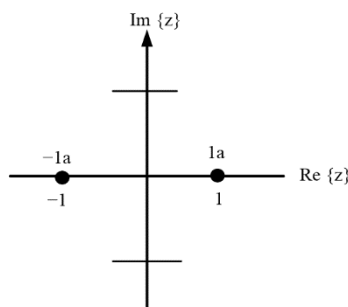


FIGURA 10
Constelación MAQ-4

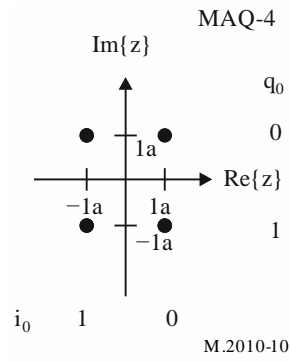


FIGURA 11
Constelación MAQ-16

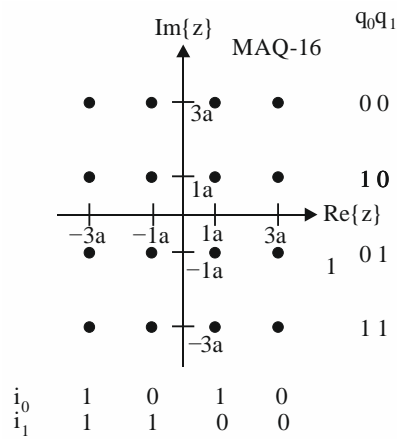
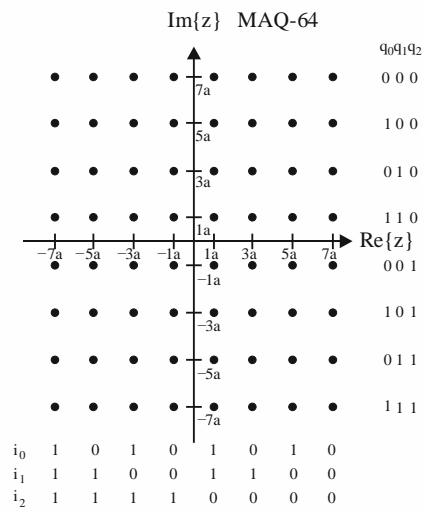


FIGURA 12
Constelación MAQ-64



1.6 Sincronización

Para una correcta demodulación de las subportadoras, la respuesta del canal radioeléctrico debe estar determinada para cada subportadora, siendo recomendable la ecualización. Por este motivo, algunos símbolos MDFO pueden transportar señales piloto.

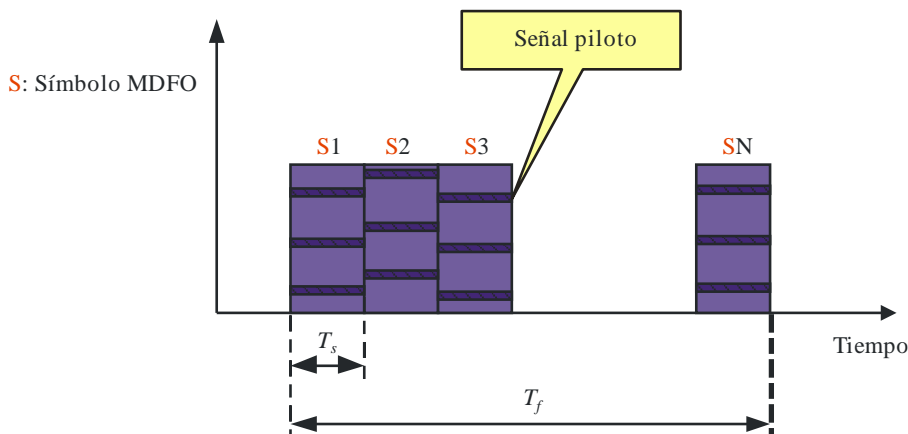
La señal piloto permite al receptor:

- detectar si se ha recibido una señal;
- estimar el desplazamiento de frecuencia;
- estimar el canal de transmisión radioeléctrica.

El número de señales piloto está en función de la robustez deseada de la señal.

Las células piloto tienen una ganancia de potencia de factor 2 en modulación MDP-2.

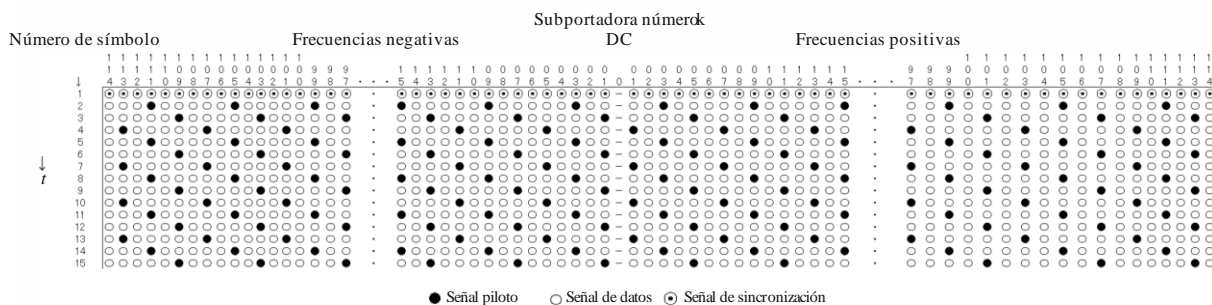
FIGURA 13
Señal piloto MDFO



M.2010-11

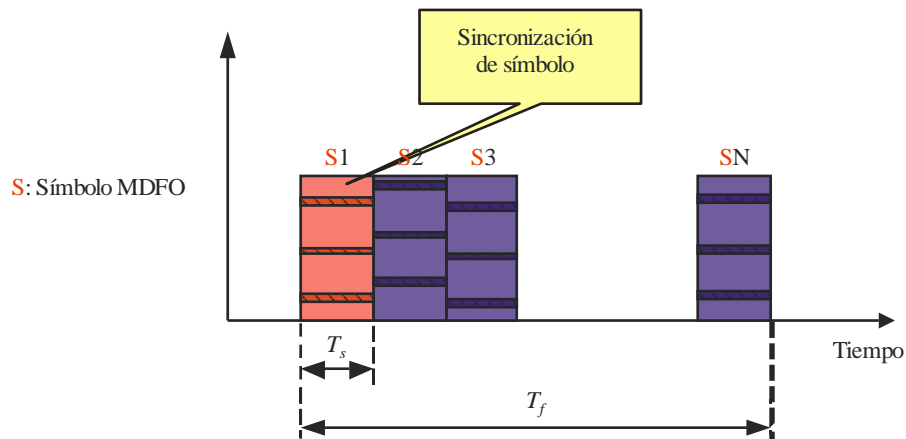
La posición de la señal piloto en cada símbolo MDFO de una trama puede ilustrarse como sigue:

FIGURA 14
Posición de la señal piloto en modo A



M.2010-12

FIGURA 16
Sincronización de símbolos



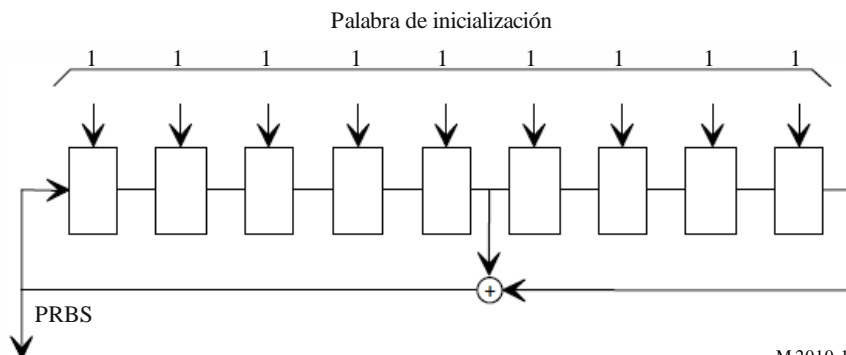
M.2010-12

1.7 Dispersión de energía

La finalidad de la dispersión de energía es evitar la transmisión de patrones de señal que resulten en una regularidad no deseada. Antes de codificar el canal, un módulo 2 con una secuencia binaria pseudoaleatoria (PRBS) debe aleatorizar las entradas individuales de los aleatorizadores de dispersión de energía. La secuencia PRBS se define como el producto del registro de desplazamiento con realimentación de la Fig. 17. En este caso, debe utilizarse un polinomio de grado 9 definido por:

$$P(X) = X^9 + X^5 + 1$$

FIGURA 17
Generador de secuencia binaria pseudoaleatoria

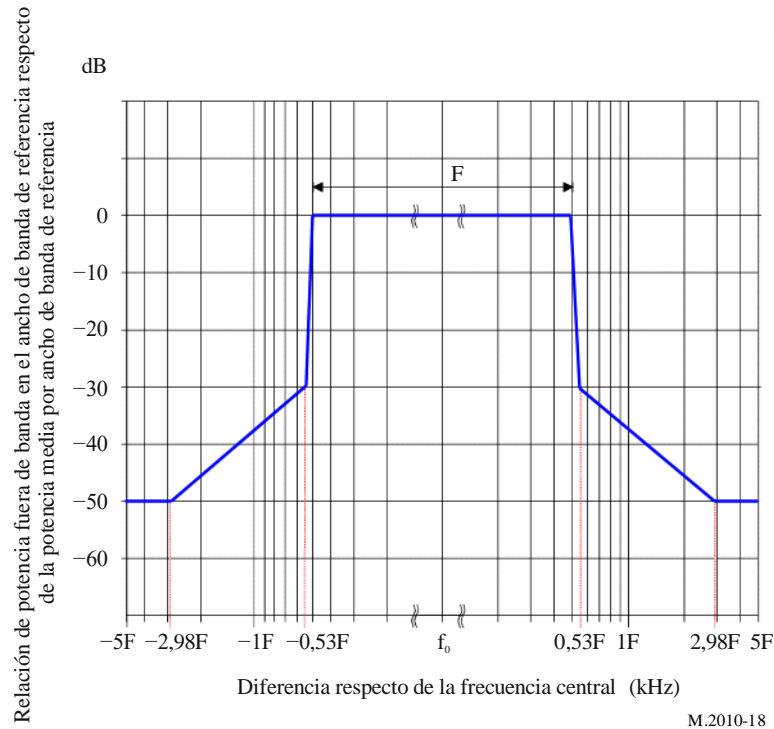


M.2010-14

1.8 Ocupación espectral de la señal RF

FIGURA 18

Máscara de emisión espectral de la señal NAVDAT RF con ancho de banda $F = 10$ kHz
Las máscaras de emisión para 5 kHz, 3 kHz y 1 kHz deben caer dentro de la máscara para 10 kHz



1.9 Secuencia para la posibilidad de barrido en recepción

Para permitir la recepción de frecuencias nacionales o regionales asignadas al sistema NAVDAT, el receptor utiliza una función de exploración.

A continuación, deben explorarse las frecuencias para controlar la recepción de la señal previa transmitida por la estación antes de la difusión.

Para garantizar el correcto funcionamiento de la función de exploración del receptor, los transmisores de las estaciones costeras NAVDAT nacionales o regionales activas deben transmitir, antes de la difusión NAVDAT, una secuencia de datos conocidos durante 400 ms repetida 8 veces para una duración total de 3,2 segundos.

Para facilitar la demodulación en el receptor de la difusión NAVDAT, los datos conocidos utilizan el mismo ancho de banda y la misma constelación que la difusión NAVDAT posterior. Los datos conocidos utilizan un patrón de supertramas de 1 longitud.

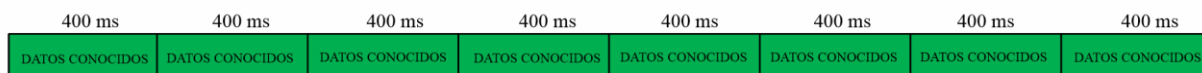
Para poder evaluar la BER, el flujo DS se rellena con datos PRBS (secuencia binaria pseudoaleatoria) utilizando el polinomio:

$$P(X) = X^{20} + X^{17} + 1$$

Cada celda del registro de desplazamiento debe preajustarse a un 1 lógico al comienzo de la secuencia y el inicio de la secuencia PRBS se sincroniza con el comienzo de cada trama.

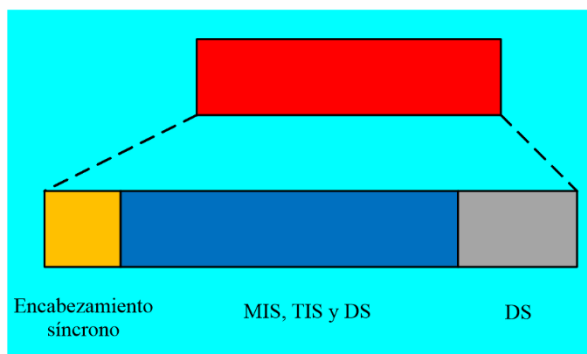
Cualquier mensaje de texto incluido dentro de los datos conocidos debe estar en lengua nacional y también en inglés.

FIGURA 19
Estructura de transmisión para la instalación de exploración



M.2010-19

FIGURA 20
Estructura de tramas



M.2010-20

La estructura de tramas se describe en el Anexo 4.

2 Velocidad de datos utilizable estimada

En el ancho de banda del canal 10 kHz con propagación a 500 kHz, la velocidad de datos brutos para el DS suele ser de unos 25 kbit/s con una señal MAQ-16.

El número de subportadoras que guardan datos puede variar a fin de ajustar la protección del canal. Cuanto mayor sea la protección del canal (protección contra trayectos múltiples, desvanecimiento, retraso, etc.) menor será el número de subportadoras útiles.

Debe aplicarse una codificación de errores a la velocidad de datos brutos para obtener una velocidad de datos útil. Con una velocidad de código de 0,5 a 0,75, la velocidad de datos útiles estará comprendida entre 5 y 27 kbit/s.

Cuanto mayor sea la velocidad de código mayor será la velocidad de datos útiles, pero la cobertura radioeléctrica se verá reducida en consecuencia.

A continuación se indica la velocidad de datos útil para cada modulación y velocidad de código.

CUADRO 5
Velocidad de datos

Modo	Ocupación del espectro (kHz)	Modulación (MAQ-n)	Velocidad de código	Velocidad de datos estimada (kbit/s)
0	10	MAQ-4	0,5	6,36
1	10	MAQ-4	0,75	9,56
2	10	MAQ-16	0,5	12,72
3	10	MAQ-16	0,75	19,12
4	10	MAQ-64	0,5	19,08
5	10	MAQ-64	0,75	28,68
6	5	MAQ-4	0,5	2,89
7	5	MAQ-4	0,75	4,35
8	5	MAQ-16	0,5	5,78
9	5	MAQ-16	0,75	8,69
10	5	MAQ-64	0,5	8,67
11	5	MAQ-64	0,75	13,04
12	3	MAQ-4	0,5	1,67
13	3	MAQ-4	0,75	2,52
14	3	MAQ-16	0,5	3,35
15	3	MAQ-16	0,75	5,03
16	3	MAQ-64	0,5	5,02
17	3	MAQ-64	0,75	7,55
18	1	MAQ-4	0,5	0,55
19	1	MAQ-4	0,75	0,84
20	1	MAQ-16	0,5	1,12
21	1	MAQ-16	0,75	1,68
22	1	MAQ-64	0,5	1,67
23	1	MAQ-64	0,75	2,52

CUADRO 6
Velocidad de datos para el modo B

Modo	Ocupación del espectro (kHz)	Modulación (nQAM)	Velocidad de código	Velocidad de datos estimada (kbit/s)
0	10	MAQ-4	0,5	5,705
1	10	MAQ-4	0,75	8,578
2	10	MAQ-16	0,5	11,41
3	10	MAQ-16	0,75	17,155
4	10	MAQ-64	0,5	17,115

CUADRO 6 (*fin*)

Modo	Ocupación del espectro (k Hz)	Modulación (nQAM)	Velocidad de código	Velocidad de datos estimada (kbit/s)
5	10	MAQ-64	0,75	25,733
6	5	MAQ-4	0,5	2,67
7	5	MAQ-4	0,75	4,025
8	5	MAQ-16	0,5	5,34
9	5	MAQ-16	0,75	8,05
10	5	MAQ-64	0,5	8,01
11	5	MAQ-64	0,75	12,075
12	3	MAQ-4	0,5	1,46
13	3	MAQ-4	0,75	2,21
14	3	MAQ-16	0,5	2,92
15	3	MAQ-16	0,75	4,42
16	3	MAQ-64	0,5	4,38
17	3	MAQ-64	0,75	6,63
18	1	MAQ-4	0,5	0,22
19	1	MAQ-4	0,75	0,35
20	1	MAQ-16	0,5	0,44
21	1	MAQ-16	0,75	0,70
22	1	MAQ-64	0,5	0,66
23	1	MAQ-64	0,75	1,05

3 Especificaciones de calidad de funcionamiento del transmisor NAVDAT

CUADRO 7

Especificación internacional mínima del rendimiento del transmisor NAVDAT MF

Parámetros	Resultados requeridos
Banda de frecuencias	495 a 505 kHz
Error en la frecuencia de la portadora	Dentro de $\pm 2,5$ Hz de la frecuencia nominal
Máscara de espectro	Cumplimiento de los requisitos de la Fig. 18
Relación de rechazo de intermodulación de tercer orden del transmisor	≥ 40 dBc
Radiaciones no esenciales del transmisor (todas las gamas de potencia)	-50 dB sin exceder el nivel absoluto de 50 mW (17 dBm)

Nota: El transmisor también puede cubrir la banda en ondas decamétricas. Consulte en la Rec. UIT-R M.2058 las especificaciones técnicas.

El transmisor también puede cubrir la banda de ondas hectométricas de 415 a 526,5 kHz para las futuras frecuencias NAVDAT nacionales.

La clase de emisión utilizada es W7D.

4 Receptor de barco NAVDAT

4.1 Descripción del receptor de barco NAVDAT

La Figura 22 ilustra el diagrama de bloques del receptor de barco.

El receptor digital típico de NAVDAT está integrado por varios bloques básicos:

- antena de recepción y antena GNSS;
- interfaz RF;
- demodulador;
- demultiplexor de ficheros;
- controlador;
- unidad de control y visualización (CDU);
- interfaz de datos;
- fuente de alimentación.

El receptor de barco NAVDAT puede recibir y descodificar el canal principal en ondas hectométricas (500 kHz) y el canal principal internacional en ondas decamétricas (4 226 kHz) al mismo tiempo con 2 canales completamente independientes.

El primer canal debe escuchar constantemente a 500 kHz y el segundo canal debe escuchar constantemente a 4 226 kHz.

Un tercer canal debe explorar todas las demás frecuencias NAVDAT (regionales en ondas hectométricas y atribuidas en ondas decamétricas). El diseño de este tercer canal permitirá la recepción y descodificación de futuros transmisores nacionales, regionales o locales que utilicen canales en ondas hectométricas o decamétricas.

- 1 La banda marítima en ondas hectométricas de 415 a 526,5 kHz (excepto 500 kHz).
- 2 Los canales asignados a NAVDAT: 6 337,5, 8 443, 12 663,5, 16 909,5 y 22 450,5 kHz (excepto 4 226 kHz).
- 3 Las bandas de frecuencia asignadas a las transmisiones digitales de banda ancha del Apéndice 17 del RR: 4, 6, 8, 12, 16, 19, 22 y 26 MHz.

La descodificación de las frecuencias recibidas por barrido puede demodularse en tiempo real o con retardo.

La elección de las frecuencias que se van a explorar debe basarse en la información sobre las estaciones NAVDAT declaradas y almacenadas por el receptor (cuadro actualizado a través del mensaje 63).

El receptor debe determinar en primer lugar la zona NAVAREA y METAREA en la que se encuentra el buque (a partir de su posición) con la posibilidad por parte del operador de añadir algunas estaciones NAVDAT fuera de esta NAVAREA/METAREA.

A partir del cuadro, el receptor debe determinar los futuros intervalos asignados y las frecuencias utilizadas.

A continuación, estas frecuencias deben explorarse para controlar la recepción de la señal previa transmitida por la estación antes de la difusión.

La antena receptora es común a los tres canales. Se recomienda equipar la antena con dos salidas para compartirla con otro receptor de ondas hectométricas/ondas decamétricas.

La Figura 21 describe un diagrama de bloques genérico de un receptor de radio definida por software (SDR).

El diseño de los receptores NAVDAT se deja a la iniciativa de cada fabricante.

FIGURA 21

Modelo de receptor NAVDAT genérico de radio definida por software

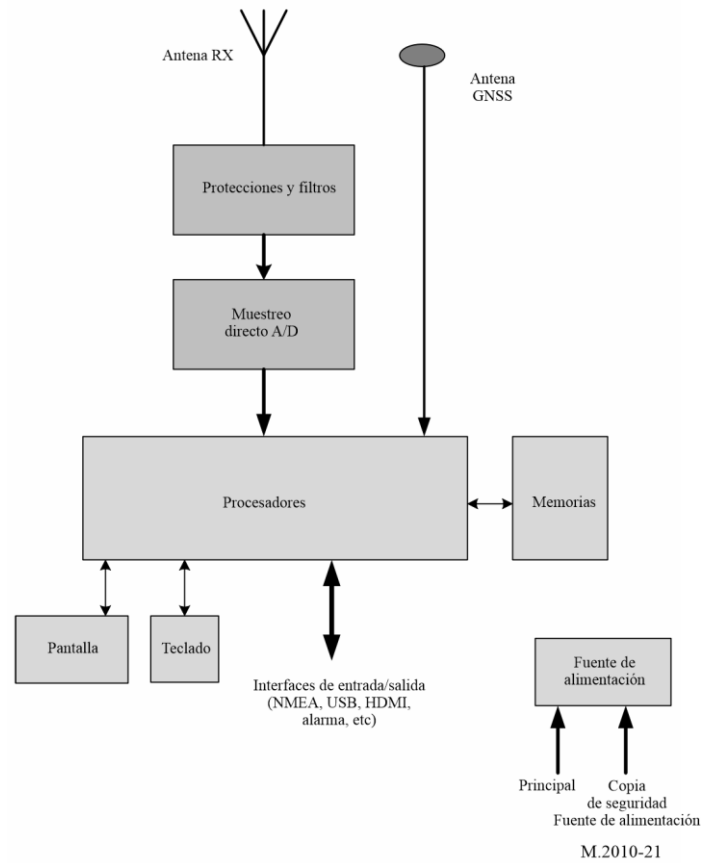
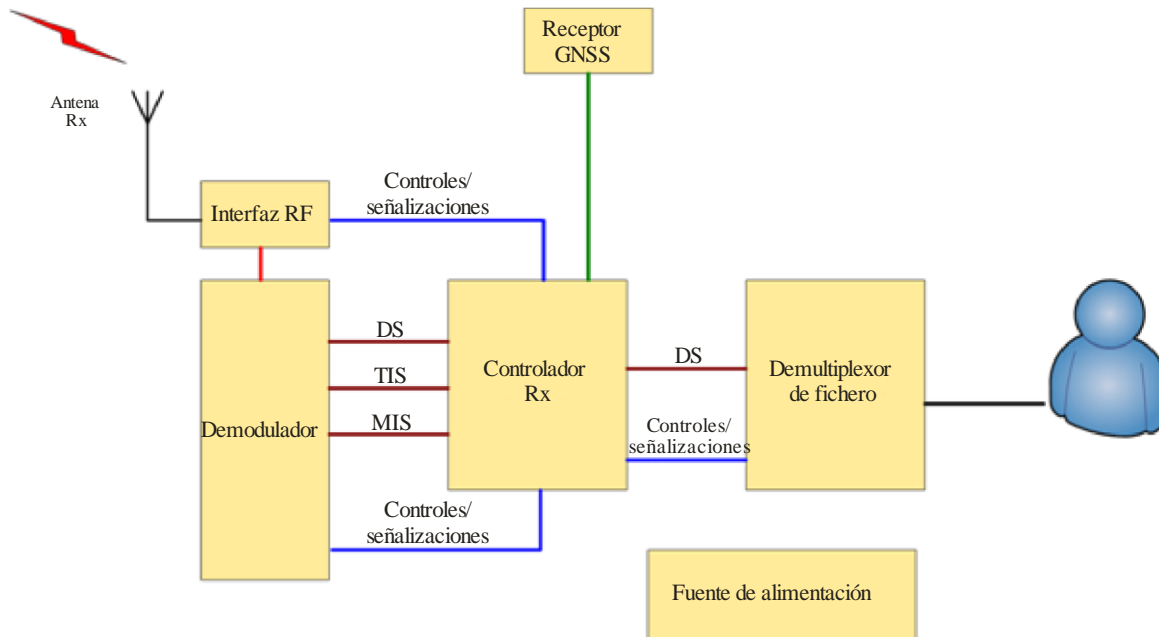


FIGURA 22

Diagrama lógico del receptor NAVDAT



M.2010-14

4.1.1 Antena receptora y antena del sistema mundial de navegación por satélite

El sistema de antena receptora omnidireccional debe tener una banda mínima de 415 kHz a 27,5 MHz para permitir la recepción de las bandas en ondas hectométricas y decamétricas. Puede ser una antena de campo H (recomendada en un barco ruidoso por EMC) o una antena vertical de campo E.

También se necesita una antena GNSS conectada a un receptor GNSS interno (o conexión a un receptor GNSS existente a bordo), para obtener la posición y la hora del barco.

4.1.2 Interfaz RF

La interfaz RF integra el filtro RF, el amplificador RF y la salida en la banda de base.

Se necesita una alta sensibilidad y un alto rango dinámico con protección contra los campos de RF intensos de la iluminación o las antenas de transmisión de los barcos.

La banda de paso de los filtros de entrada debe permitir la recepción de la banda marítima en ondas hectométricas de 415 a 526,5 kHz y para todas las bandas marítimas en ondas decamétricas.

Se recomienda colocar un filtro de ranura en la banda de radiodifusión en ondas hectométricas (a partir de 526,5 kHz).

El diseño del receptor puede ser convencional o de tipo SDR con al menos tres canales.

4.1.3 Demodulador

Esta etapa demodula la señal MDFO en la banda de base y crea de nuevo el flujo de datos que contiene los ficheros mensaje transmitidos.

Realiza las siguientes funciones:

- sincronización de tiempo/frecuencia;
- estimación del canal;
- recuperación automática de la modulación;

- corrección de errores.

El receptor NAVDAT debe ser capaz de detectar automáticamente los siguientes parámetros de modulación:

- MAQ-4, 16 o MAQ-64;
- tipo de codificación de errores.

Además del flujo de datos, contiene información aportada en el TIS y el MIS. Asimismo, incluye información complementaria sobre el canal, como:

- valor estimado de la SNR;
- BER;
- MER.

4.1.4 Demultiplexor de ficheros

El demultiplexor de ficheros:

- recibe los ficheros mensaje del controlador;
- verifica que los ficheros mensaje estén marcados para su atención (tipo de modo difusión);
- descripta los ficheros mensaje si procede o puede;
- pone los ficheros mensaje a la disposición de la aplicación del terminal que los utilizará;
- borra los ficheros mensaje obsoletos.

Dependiendo de la aplicación final, el fichero mensaje puede:

- almacenarse en un servidor abordo accesible por la red del barco;
- mostrarse en el receptor CDU directamente;
- enviarse directamente a la aplicación final.

4.1.5 Controlador

El controlador:

- extrae los ficheros mensaje del flujo de datos (fusiona paquetes en ficheros);
- interpreta el TIS y el MIS y otros elementos de información que ofrece el demodulador;
- recaba la siguiente información procedente del demultiplexor de ficheros:
 - número total de ficheros mensaje decodificados;
 - número de ficheros mensaje disponibles;
 - eventos de error (por ejemplo, descripta los errores).

4.1.6 Unidad de control y visualización

El receptor puede proporcionar una unidad de control y visualización, cuya función es:

- mostrar la información especial y, mediante la configuración de la interfaz, conectarse a una aplicación de equipo específica (por ejemplo, de cibernavegación) y gestionar el contenido objeto de licencia del buque (véanse la identificación del buque y el cifrado);
- mostrar y comprobar los parámetros de recepción;
- mostrar el contenido de mensaje según la clasificación de la aplicación del fichero mensaje.

Esta CDU puede ser una aplicación especial ejecutada en un ordenador externo y el receptor puede ser una caja negra.

4.1.7 Interfaz de datos

El receptor obtiene los datos de dispositivos externos, por ejemplo un sistema GNSS, a través de la interfaz de datos. El controlador clasifica los ficheros mensaje según sus aplicaciones y transmite dichos ficheros a los dispositivos de aplicación a través de la interfaz de datos.

El receptor debe proporcionar una interfaz de datos que se ajuste a los requisitos de la serie CEI 61162. Esta interfaz de datos sirve para conectarse a otros equipos a bordo. También se recomienda proporcionar interfaces Ethernet y USB para la transmisión de archivos a alta velocidad y proporcionar conectividad para impresoras.

Cuando sea necesario, el receptor deberá incluir una interfaz para la gestión de alertas de conformidad con las normas de funcionamiento de la OMI para la gestión de alertas en los puentes (resolución MSC.302(87) de la OMI).

4.1.8 Fuente de alimentación

La conexión a la fuente de alimentación del barco debe estar protegida contra sobretensiones y EMI.

4.1.9 ID del receptor

Debería ser posible configurar el receptor con:

- La identidad (MMSI) del buque (según la Recomendación UIT-R M.585).
- La identidad del grupo (MMSI) (según la Recomendación UIT-R M.585).
- Pueden facilitarse listas adicionales de identidades (MMSI).

Véase el Cuadro 21 y la nota.

4.1.10 Cuadros almacenados

El receptor debe tener la posibilidad de almacenar información en diferentes cuadros memorizados que se puedan actualizar por la recepción del mensaje 63. Este mensaje debe ser autenticado por la autoridad costera.

Por ejemplo:

- 1 La lista de estaciones costeras con:
 - Área
 - País
 - Longitud
 - Latitud
 - Nombre
 - Intervalos
 - Frecuencia utilizada.

Este cuadro almacenado se consulta cuando se reciben las identidades (MMSI) de las estaciones recibidas y deben mostrarse en texto claro los parámetros completos de la estación costera NAVDAT recibida.

- 2 La lista de mensajes de asunto:
Cuadro con los mensajes de asunto 01 a 63.

Todos los cuadros de la memoria pueden actualizarse recibiendo el mensaje 63.

4.1.11 Almacenamiento

4.1.11.1 Memoria de mensajes de archivos no volátil

Para cada frecuencia proporcionada debería ser posible grabar al menos 100 ficheros mensaje en la memoria no volátil. El usuario no debe poder borrar los ficheros mensaje de la memoria. Cuando la memoria está llena, el fichero mensaje más antiguo debe ser sustituido por los nuevos mensajes.

El usuario debe poder marcar los ficheros individuales de un mensaje de retención permanente. Estos ficheros mensaje pueden ocupar hasta un 25% de la memoria disponible y no deben sobrescribirse con archivos nuevos. Cuando ya no se necesiten, el usuario debe poder eliminar la etiqueta de estos archivos, que pueden sobrescribirse normalmente.

Un mensaje duplicado podría ser reconocido por el equipo y no debe ser almacenado.

La capacidad de almacenamiento de esta memoria no debe ser inferior a 1 GB.

4.1.11.2 Memorias de control programables

La información que identifica el área de servicio del transmisor y el designador de cada tipo de mensaje en la memoria programable no debe borrarse por interrupciones en el suministro eléctrico inferiores a 24 h.

El equipo debe ser capaz de almacenar al menos la hora, la identificación del transmisor, el tipo de mensaje y el contenido del mensaje. La capacidad de almacenamiento no debe ser inferior a 1 GB.

Cuando se interrumpe inesperadamente el suministro eléctrico, el equipo debe proteger los datos almacenados y los parámetros del software.

El equipo debe ser capaz de mostrar, borrar y consultar los mensajes almacenados, y ser capaz de emitir mensajes de salida manual o automáticamente a los equipos apropiados del buque (como el sistema de información en pantalla y mapas electrónicos, ECDIS).

4.1.12 Alerta

La recepción de un mensaje de información relacionado con la búsqueda y rescate (SAR) debe emitir una alarma sonora continua. Sólo debería ser posible restablecer esta alarma manualmente. La información de posición contenida en los mensajes SAR puede transmitirse a otros equipos de navegación (por ejemplo, ECDIS, trazador de mapas de navegación electrónicos).

4.1.13 Dispositivos de prueba

El equipo debe estar provisto de un dispositivo para comprobar que el receptor de radio, la pantalla y la memoria no volátil funcionan correctamente y para mostrar los resultados de la autocomprobación. En caso de utilizar una antena específica, también debe comprobarse mediante este proceso.

4.1.14 Actualizaciones

El software/firmware del equipo debe poder actualizarse. La actualización debe realizarse mediante la interfaz adecuada o la recepción del mensaje 63 (software receptor de actualizaciones). Esta función es necesaria para seguir la evolución del plan maestro del SMSSM para las nuevas estaciones NAVDAT, así como para las futuras revisiones de las recomendaciones de la UIT.

4.1.15 Función de exploración

Como se indica en el § 4.1, el receptor NAVDAT del buque supervisa permanentemente las frecuencias de 500 y 4 226 kHz y puede descodificar simultáneamente las señales recibidas en estas dos frecuencias.

Para permitir la recepción de las frecuencias nacionales o regionales asignadas al sistema NAVDAT, el receptor utiliza una función de exploración en las siguientes bandas de frecuencia marítimas:

- La banda de ondas hectométricas de 415 a 526,5 kHz (excepto 500 kHz).
- Los canales asignados a NAVDAT en el Apéndice 17 del RR: 6 337,5, 8 443, 12 663,5, 16 909,5 y 22 450,5 kHz (excepto 4 226 kHz).
- Las bandas de frecuencia asignadas a las transmisiones digitales de banda ancha del Apéndice 17 en las bandas de 4, 6, 8, 12,1 6, 19, 22 y 26 MHz.

El receptor debe buscar en su cuadro de estaciones NAVDAT almacenado (actualizado mediante el código de mensaje 63) todas las frecuencias que se pueden explorar secuencialmente en relación con los intervalos asignados (referencia de hora).

Las señales recibidas en la frecuencia seleccionada por barrido pueden descodificarse en tiempo real o en diferido según los recursos del ordenador receptor NAVDAT en ese momento.

Para garantizar el correcto funcionamiento de la función de exploración del receptor, los transmisores de las estaciones costeras NAVDAT nacionales o regionales activas deben difundir, antes de las tramas NAVDAT, un dato conocido repetido 8 veces con una duración total de 3,2 segundos (véase el § 1.9 y la Fig. 19 del Anexo 3).

Esto debería permitir al receptor detectar la transmisión y sintonizar la frecuencia, medir su SNR, identificar la estación y su área NAVAREA/METAREA.

5 Especificaciones mínimas de calidad de funcionamiento del receptor de barco NAVDAT

Las especificaciones del receptor de barco que figuran a continuación permiten obtener supuestamente una mínima SNR para la buena demodulación del MDFO (MAQ-4, MAQ-16 o MAQ-64).

El receptor NAVDAT del barco debe recibir las dos frecuencias NAVDAT internacionales: 500 kHz y 4 226 kHz, sino también las bandas en ondas hectométricas y decamétricas en modo de exploración (véase el Cuadro 8).

CUADRO 8

Especificaciones mínimas de calidad de funcionamiento del receptor de barco NAVDAT

Parámetros	Requisitos
Banda de frecuencias total	Banda marítima de 415 a 526,5 kHz y de 4 a 27,5 MHz
Frecuencia de ondas hectométricas principal (frecuencia central)	500 kHz
Frecuencia de ondas decamétricas principal (frecuencia central)	4 226 kHz
Banda marítima en ondas hectométricas	415 a 526,5 kHz
Bandas marítimas en ondas decamétricas	Bandas marítimas en de ondas decamétricas, Apéndice 17 del RR
Protección del canal adyacente	> 40 dB a 5 kHz
Factor de ruido	< 10 dB (< 20 dB para la banda en ondas hectométricas)

CUADRO 8 (fin)

Parámetros	Requisitos
Sensibilidad utilizable para BER = 10^{-4} después de la corrección de errores	< -95 dBm
Dinámica	> 80 dB
Mínimo campo RF utilizable (con antena de recepción adaptada)	20 dB(μ V/m)

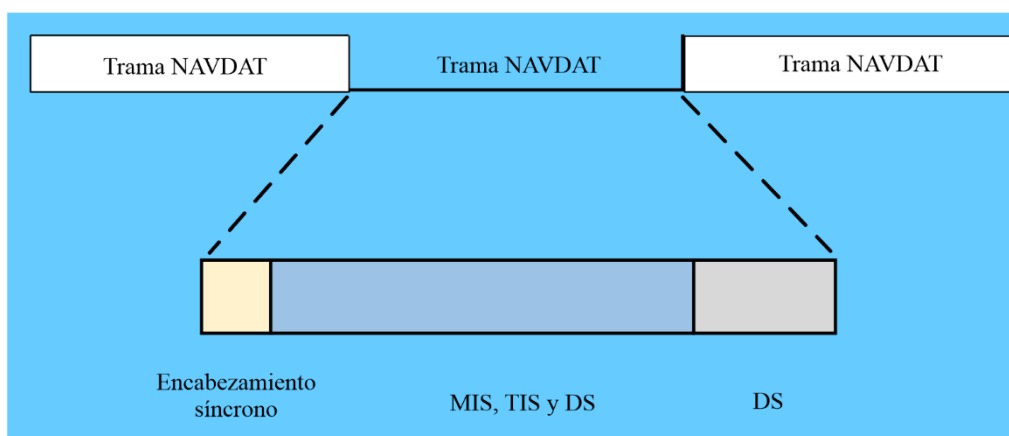
Anexo 4

Estructura de transmisión

1 Estructura de tramas

La estructura de tramas NAVDAT comprende el encabezamiento de sincronización (primer símbolo) y los flujos MIS, TIS y DS (flujo de datos), según se indica infra.

FIGURA 23
Estructura de tramas NAVDAT



M.2010-23

La longitud de la trama de encabezamiento es de 400 ms.

La estructura de tramas estándar no incluye el flujo DS sin encabezamiento de sincronización, MIS o TIS. La longitud de tramas estándar es de 400 ms. Una secuencia de una trama de encabezamiento y N-1 tramas estándar constituye una supertrama de longitud N. La difusión NAVDAT debe utilizar un patrón de supertramas de longitud 5.

CUADRO 11

Índice de los símbolos de encabezamiento de sincronización

Modo	Ns	Índice del símbolo MDFO por trama
A	15	1
B	15	1

3 Flujo de información de modulación**3.1 Estructura**

El flujo MIS se utiliza para proporcionar información sobre el grado de ocupación del espectro del canal, así como sobre la modulación del TIS y el DS:

- información sobre el grado de ocupación del espectro 2 bits;
- información sobre la modulación del TIS 1 bit;
- información sobre la modulación del DS 2 bits;
- Verificación por redundancia cíclica (VRC) 8 bits;
- Reservado 3 bits (por defecto: 0).

CUADRO 12

Información sobre el grado de ocupación del espectro

Caso (véase el Cuadro 2 anterior)	Patrones de bits	Ancho de banda de canal (kHz)
1	00	1
2	01	3
3	10	5
4	11	10

CUADRO 13

Información sobre la modulación del flujo de información del transmisor

Patrones de bit	Modulación
0	MAQ-4
1	MAQ-16

CUADRO 15 (*fin*)

Patrones de bits	Modo de transmisión		
	Ocupación del espectro (kHz)	Velocidad de código	Modulación
01001	3	0,75	MAQ-4
01010	3	0,5	MAQ-16
01011	3	0,75	MAQ-16
01100	3	0,5	MAQ-64
01101	3	0,75	MAQ-64
10000	5	0,5	MAQ-4
10001	5	0,75	MAQ-4
10010	5	0,5	MAQ-16
10011	5	0,75	MAQ-16
10100	5	0,5	MAQ-64
10101	5	0,75	MAQ-64
11000	10	0,5	MAQ-4
11001	10	0,75	MAQ-4
11010	10	0,5	MAQ-16
11011	10	0,75	MAQ-16
11100	10	0,5	MAQ-64
11101	10	0,75	MAQ-64

CUADRO 16

Identificador del transmisor

Codificación	Identificador del transmisor
I	8 bits ASCII
D	8 bits ASCII
NAV/METAREA	5 bits
NÚMERO DE ESTACIÓN	11 bits
Total	32 bits

La codificación del encabezamiento **I** y **D** debe ser en ASCII de 8 bits.

La codificación de las zonas debe hacerse en binario sobre 5 bits (máximo 31 zonas).

El número de estación asignado a una frecuencia debe codificarse en 11 bits (máximo de 2 047 estaciones por zona).

Por lo tanto, se debe utilizar un total de 32 bits para la identificación de cada par estación/frecuencia.

4.3 Posición

Hay 100 (MIS:48, TIS:152) portadoras para la transmisión MIS y TIS. Los Cuadros 19 y 20 indican la posición de estas portadoras.

CUADRO 19

Posición de las portadoras del flujo de información de modulación y del flujo de información del transmisor para 10 kHz, 5 kHz y 3 kHz en modo A y B, y 1 kHz en modo A

Símbolo	Número de subportadora
2	-10, -8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8,10
3	-10, -8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8,10
4	-10, -8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8,10
5	-10, -8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8,10
6	-10, -8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8,10
7	-10, -8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8,10
8	-10, -8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8,10
9	-10, -8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8,10
10	-10, -8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8,10
11	-10, -8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8,10

CUADRO 20

Para un ancho de banda de 1 kHz en modo B

Símbolo	Número de subportadora
2	-8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8
3	-8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8
4	-8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8
5	-8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8
6	-8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8
7	-8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8
8	-8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8
9	-8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8
10	-8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8
11	-8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8
12	-8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8
13	-8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8
14	-4, -2, 2, 4

5 Flujo de datos

5.1 Estructura

El flujo de datos suele componerse de información de texto o de ficheros de información. La entrega de paquetes generalizada permite la entrega de información de texto y de archivos a varios servicios en el mismo flujo de datos. Los servicios pueden ser transportados por una serie de paquetes individuales.

Los paquetes presentan la siguiente estructura:

- Encabezamiento 32 bits
- Campo de datos n bytes
- VRC 16 bits.

El encabezamiento presenta la siguiente estructura:

- Longitud de datos 12 bits
- Bit de conmutación 1 bit
- Primera bandera 1 bit
- Última bandera 1 bit
- ID de paquete 10 bits
- Indicador de paquete de relleno 1 bit
- Reservado 6 bits.

Longitud de datos: Este campo de 12 bits indica la longitud de un paquete en bytes.

Bit de conmutación: Este bit se mantendrá en el mismo estado siempre que se transmitan paquetes del mismo mensaje de texto o archivo. Cuando se envíe por primera vez un paquete de un mensaje de texto o un archivo diferente, el estado previo de este bit se invertirá. En caso de repetición de un mensaje de texto o un archivo, que puede constar de varios paquetes, este bit no se modifica.

Primera bandera, última bandera: Estas banderas se utilizan para identificar paquetes concretos que integran una sucesión de paquetes. Las banderas se asignan como sigue:

CUADRO 21

Codificación de la primera bandera y la última bandera

Primera bandera	Última bandera	El paquete es
0	0	un paquete intermedio
0	1	el último paquete de una unidad de datos
1	0	el primer paquete de una unidad de datos
1	1	el único paquete de una unidad de datos

ID de paquete: Este campo de 8 bits indica el ID de paquete de este paquete.

Indicador de paquete de relleno: Esta bandera de 1 bit indica si el campo de datos lleva relleno o no, según se indica a continuación:

0: no hay relleno; todos los bytes de datos del campo de datos son útiles;

1: hay relleno: los dos primeros bytes indican el número de bytes de datos útiles en el campo de datos.

Reservado: Este campo de 6 bits está reservado para uso futuro.

Campo de datos: Contiene los datos útiles destinados a un servicio concreto. Puede tratarse de información de texto o de información de archivo (véase también el Cuadro 26).

La primera información del campo de datos es el modo de difusión, que se define en el Cuadro 22.

CUADRO 22

Modo de difusión

MODO	Patrón de bits	Codificación	Comentarios
Generalidades	00	36 bits	
Buque selectivo	01	36 bits	MMSI del buque
Grupo de buques	10	36 bits	ID del grupo de buques (principal o secundario)
Área selectiva	11	512 bits	Coordenadas geográficas de la zona definida

Nota:

En el caso de la difusión selectiva en una zona específica, esta zona geográfica se define del siguiente modo:

El número de zona asignado por el servidor (máximo 99) + espacio

La zona está determinada por cuatro puntos geográficos en grados minutos segundos (DMS) que parten del punto más alto y giran en el sentido de las agujas del reloj (latitud seguida de longitud).

El signo + indica Norte y Este

El signo - indica Sur y Oeste

Por ejemplo, para una zona 1 (Z01)

Posición 1 47°42'22" N y 137°28'59" E

Posición 2: 37°50'24" N y 139°00'10" E

Posición 3: 32°04'57" N y 129°29'05" E

Posición 4: 33°04'56" N y 127°30'28" E

Suponiendo: Z01 +474222+1372859+375024+1390010+320457+1292905+330456+1273028

El servidor convierte este texto en binario:

```
01011010 00110000 00110001 00100000 00101011 00110100 00110111 00110100 00110010
00110010 00110010 00101011 00110001 00110011 00110111 00110010 00111000 00110101
00111001 00101011 00110011 00110111 00110101 00110000 00110010 00110100 00101011
00110001 00110011 00111001 00110000 00110000 00110001 00110000 00101011 00110011
00110010 00110000 00110100 00110101 00110111 00101011 00110001 00110010 00111001
00110010 00111001 00110000 00110101 00101011 00110011 00110011 00110000 00110100
00110101 00110110 00101011 00110001 00110010 00110111 00110011 00110000 00110010
00111000
```

Total 512 bits.

La segunda información define la prioridad del mensaje: Rutina, seguridad, urgencia o socorro según el Cuadro 23.

CUADRO 23

Prioridad del mensaje

Codificación	Prioridad
00	Rutina
01	Seguridad
10	Urgencia
11	Socorro

La tercera información proporciona el número del mensaje de 1 a 999 codificado en 10 bits

Ejemplo: 1 = 0000000001

999 = 1111100111

La cuarta información especifica el asunto del mensaje según el Cuadro 27 del Anexo 7 (de 1 a 63) codificado en 6 bits:

1 = 000001

63 = 111111

VRC: Este VRC de 16 bits debe calcularse en el encabezamiento y en el campo de datos.

5.2 Codificación

Para codificar el flujo de datos NAVDAT se utiliza la verificación de paridad de baja densidad (LDPC) y se adoptan distintos parámetros de codificación en diversos modos (véase el Cuadro 15). Los siguientes cuadros muestran los parámetros LDPC en 10 kHz, 5 kHz, 3 kHz y 1 kHz para los modos A y B.

CUADRO 24

Parámetros LDPC del flujo de datos para el modo A

Ancho de banda (kHz)	Número de subportadoras	Número de pilotos	Número de subportadoras de datos	Modulación	TIS y MIS	Bits de información	Codificación de canales	Tasa de información (kbits)
10	228*14	38*14	190*14	MAQ-4	100	2560*2	(2560,5120)	6,36
10	228*14	38*14	190*14	MAQ-4	100	2560*2	(3840,5120)	9,56
10	228*14	38*14	190*14	MAQ-16	100	2560*4	(2560,5120)	12,72
10	228*14	38*14	190*14	MAQ-16	100	2560*4	(3840,5120)	19,12
10	228*14	38*14	190*14	MAQ-64	100	2560*6	(2560,5120)	19,08
10	228*14	38*14	190*14	MAQ-64	100	2560*6	(3840,5120)	28,68
5	114*14	271	1325	MAQ-4	100	1224*2	(1224,2448)	3,02
5	114*14	271	1325	MAQ-4	100	1224*2	(1836,2448)	4,55
5	114*14	271	1325	MAQ-16	100	1224*4	(1224,2448)	6,04
5	114*14	271	1325	MAQ-16	100	1224*4	(1836,2448)	9,10
5	114*14	271	1325	MAQ-64	100	1224*6	(1224,2448)	9,06
5	114*14	271	1325	MAQ-64	100	1224*6	(1836,2448)	13,65
3	68*14	159	793	MAQ-4	100	692*2	(692,1384)	1,69
3	68*14	159	793	MAQ-4	100	692*2	(1038,1384)	2,555

CUADRO 24 (fin)

Ancho de banda (kHz)	Número de subportadoras	Número de pilotos	Número de subportadoras de datos	Modulación	TIS y MIS	Bits de información	Codificación de canales	Tasa de información (kbits)
3	68*14	159	793	MAQ-16	100	692*4	(692,1384)	3,38
3	68*14	159	793	MAQ-16	100	692*4	(1038,1384)	5,11
3	68*14	159	793	MAQ-64	100	692*6	(692,1384)	5,07
3	68*14	159	793	MAQ-64	100	692*6	(1038,1384)	7,665
1	22*14	4*14	252	MAQ-4	100	152*2	(152,304)	0,34
1	22*14	4*14	252	MAQ-4	100	152*2	(228,304)	0,53
1	22*14	4*14	252	MAQ-16	100	152*4	(152,304)	0,68
1	22*14	4*14	252	MAQ-16	100	152*4	(228,304)	1,06
1	22*14	4*14	252	MAQ-64	100	152*6	(152,304)	1,095
1	22*14	4*14	252	MAQ-64	100	152*6	(228,304)	1,59

CUADRO 25

Parámetros LDPC del flujo de datos para el modo B

Ancho de banda (kHz)	Número de subportadoras	Número de pilotos	Número de subportadoras de datos	Modulación	TIS y MIS	Bits de información	Codificación de canales	Tasa de información (kbit/s)
10	206*14	485	2399	MAQ-4	100	2298*2	(2298,4596)	5,705
10	206*14	485	2399	MAQ-4	100	2298*2	(3447,4596)	8,578
10	206*14	485	2399	MAQ-16	100	2298*4	(2298,4596)	11,41
10	206*14	485	2399	MAQ-16	100	2298*4	(3447,4596)	17,155
10	206*14	485	2399	MAQ-64	100	2298*6	(2298,4596)	17,115
10	206*14	485	2399	MAQ-64	100	2298*6	(3447,4596)	25,733
5	102*14	243	1185	MAQ-4	100	1084*2	(1084,2168)	2,67
5	102*14	243	1185	MAQ-4	100	1084*2	(1626,2168)	4,025
5	102*14	243	1185	MAQ-16	100	1084*4	(1084,2168)	5,34
5	102*14	243	1185	MAQ-16	100	1084*4	(1626,2168)	8,05
5	102*14	243	1185	MAQ-64	100	1084*6	(1084,2168)	8,01
5	102*14	243	1185	MAQ-64	100	1084*6	(1626,2168)	12,075
3	60*14	10*14	700	MAQ-4	100	600*2	(600,1200)	1,46
3	60*14	10*14	700	MAQ-4	100	600*2	(900,1200)	2,21
3	60*14	10*14	700	MAQ-16	100	600*4	(600,1200)	2,92
3	60*14	10*14	700	MAQ-16	100	600*4	(900,1200)	4,42
3	60*14	10*14	700	MAQ-64	100	600*6	(600,1200)	4,38
3	60*14	10*14	700	MAQ-64	100	600*6	(900,1200)	6,63
1	18*14	47	205	MAQ-4	100	104*2	(104,208)	0,22
1	18*14	47	205	MAQ-4	100	104*2	(156,208)	0,35
1	18*14	47	205	MAQ-16	100	104*4	(104,208)	0,44

La matriz de verificación de la velocidad de código 3/4 es:

$$\begin{bmatrix} 3 & -1 & -1 & -1 & 120 & -1 & 11 & -1 & 133 & -1 & -1 & 19 & 126 & -1 & -1 & -1 & 143 & 142 & -1 & -1 & 116 & 144 & -1 & 18 & 1 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 12 & 13 & -1 & -1 & 157 & -1 & 112 & -1 & -1 & 87 & -1 & -1 & -1 & 32 & -1 & -1 & -1 & 52 & 94 & 118 & -1 & 86 & -1 & -1 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 76 & -1 & -1 & 75 & -1 & -1 & 74 & -1 & -1 & 28 & -1 & -1 & -1 & 94 & 138 & -1 & -1 & 13 & 73 & 119 & -1 & -1 & 4 & 90 & -1 & -1 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 14 & -1 & 61 & 51 & -1 & -1 & -1 & -1 & 117 & -1 & 93 & -1 & 103 & -1 & 2 & 5 & 60 & 153 & -1 & 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 23 & -1 & 106 & 7 & -1 & -1 & -1 & -1 & 143 & 16 & -1 & 101 & -1 & -1 & -1 & 126 & -1 & 122 & -1 & 111 & -1 & 29 & 120 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & -1 & -1 \\ 39 & -1 & 21 & -1 & -1 & 0 & -1 & -1 & 0 & -1 & -1 & 124 & -1 & -1 & 0 & -1 & 70 & -1 & 109 & -1 & 0 & 24 & -1 & 116 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ -1 & 159 & -1 & -1 & 57 & -1 & -1 & 27 & -1 & 48 & -1 & 0 & 76 & -1 & -1 & 7 & -1 & 95 & -1 & 18 & -1 & 38 & -1 & 80 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 43 & 0 & -1 & -1 & 25 & -1 & -1 & -1 & 50 & -1 & -1 & 3 & -1 & 0 & -1 & 42 & 150 & 0 & -1 & 143 & 0 & -1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

La secuencia de bits DS codificada debe intercalarse en tiempo y frecuencia antes de la asignación.

7 Verificación por redundancia cíclica

Para detectar errores de bits en el flujo DS, debe calcularse la verificación por redundancia cíclica de 16 bits al final de cada flujo DS. El polinomio generador debe ser $G_{16}(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$.

Para los flujos MIS y TIS, debe calcularse la verificación por redundancia cíclica de 8 bits y el polinomio generador debe ser $G_8(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$.

Anexo 5

Estructura del archivo mensaje

La Figura 24 ilustra el ejemplo de la construcción de un archivo mensaje a partir de un grupo de datos. En primer lugar, se crea un encabezamiento que describa el cuerpo (un fichero mensaje). El encabezamiento contiene los datos de gestión del archivo. A continuación, tanto el encabezamiento como el cuerpo se dividen en segmentos de igual tamaño (sólo el último segmento de cada entidad puede ser más pequeño). Se adjunta un encabezamiento de segmento a los segmentos y se procede a asignar cada segmento a un grupo de datos. Entonces, cada grupo de datos con su encabezamiento correspondiente se asigna directamente a una unidad de datos. La unidad de datos se divide en paquetes para su transporte. «FF» y «LF» representan el estado de los bits de «primera bandera» y «última bandera» de cada paquete.

CUADRO 26 (fin)

Parámetro	Número de bits	Descripción
Longitud de los datos	24	La longitud total de los datos en bytes, y rango válido = 1~16777216
Total de paquetes	10	El total de paquetes del segmento de datos, y rango válido = 1~1024
Longitud del archivo	16	La longitud total del archivo de mensajes en bytes, y rango válido = 1~65535
Reservado	16	Reservado para uso futuro (=0)
VRC	16	El cálculo VRC abarca desde el modo de difusión hasta el final del campo reservado

Nota:

El cuerpo del mensaje de difusión contiene la siguiente información:

El asunto del mensaje.

El origen del mensaje (autoridad que escribió el mensaje).

La fecha en que se escribió el mensaje (año, mes, día y hora/minutos)

El número de referencia del mensaje (es la numeración del mensaje). El servidor NAVDAT debe ser informado de este número al enviar el mensaje. Se utilizará para la función "Recuento de difusiones".

Anexo 6

Red de frecuencia única para la difusión simultánea desde varios emplazamientos NAVDAT (tomado de Digital Radio Mondiale)

1 Descripción de Digital Radio Mondiale

DRM es una norma internacional de radiodifusión digital utilizada para la radiodifusión digital radio en ondas hectométricas (MF) y decamétricas (HF). DRM es una tecnología de eficacia probada que ofrece mayor cobertura, mejora la fidelidad de la señal (mediante la codificación digital de errores), elimina la interferencia por trayectos múltiples (comprendida la interferencia por ondas ionosféricas) y, por ende, amplía la cobertura de las señales propagadas por ondas ionosféricas. La difusión DRM utiliza los modos de modulación MAQ-16 y MAQ-64, dependiendo de los requisitos de cobertura, la ubicación del transmisor, la potencia y la altura de la antena.

1.1 Modo de funcionamiento de red monofrecuencia

El sistema NAVDAT es capaz de funcionar en el denominado modo de funcionamiento de SFN. Consiste en que varios transmisores emiten en la misma frecuencia y al mismo tiempo señales de datos idénticas. Por lo general, estos transmisores están dispuestos para traslapar zonas de cobertura, donde las radios recibirán señales procedentes de más de un transmisor. Siempre que estas señales lleguen con una diferencia de tiempo de menos de un intervalo de guarda, reforzarán la señal. De este modo se mejora la cobertura del servicio en dicha ubicación respecto a la que se obtendría con un solo

transmisor. Si la SNF se diseña meticulosamente y se utiliza un número adecuado de transmisores, se puede abarcar totalmente una región o país utilizando una sola frecuencia y, en esta aplicación, un solo intervalo de tiempo, lo que mejora enormemente la eficiencia espectral y permite liberar segmentos de radiodifusión.

En una red monofrecuencia, todos los transmisores individuales deben estar exactamente sincronizados en el tiempo. Cada transmisor debe difundir símbolos MDFO absolutamente idénticos al mismo tiempo.

La sincronización de todos los paquetes transmitidos en el flujo de transporte de multiplexación de datos final está garantizada por la señal horaria 1 pps (pulso por segundo), que se adquiere del sistema GNSS.

La estabilidad de frecuencia de los transmisores debe ser superior a 2 Hz.

El parámetro básico que define el tamaño del área SFN es el intervalo de guarda T_g .

En el método de modulación MDFO, su gran robustez frente a las interferencias entre símbolos como efecto de la recepción de trayectos múltiples (un impacto de las señales con retardo temporal – ecos) consiste en ampliar en gran medida el brevísimo intervalo de tiempo entre bits T_b en el flujo de datos originales en serie.

Este intervalo de guarda debe configurarse cuidadosamente en función de la posición de los transmisores en relación con las zonas de cobertura.

Al construir una red SFN, se prestará especial atención para que el flujo del MIS, TIS y DS sea generado preferentemente por un servidor común.

Anexo 7

Códigos de mensajes de asunto NAVDAT

Esta lista de códigos de mensajes de asunto se facilita a título meramente informativo.

Consulte los documentos publicados por la OMI.

CUADRO 27

Lista de códigos de mensajes de asunto NAVDAT

Información de seguridad marítima (ISM)				
Código del mensaje de asunto	Tipos de mensaje	Codificación	puede ser rechazado	
			SÍ	NO
Alertas de navegación				
1	Alerta de subzona	000001		X
2	Alerta costera	000010		X
3	Alerta local (sólo en servicios NAVDAT nacionales)	000011		X

CUADRO 27(continuación)

Información de seguridad marítima (ISM)				
Código del mensaje de asunto	Tipos de mensaje	Codificación	puede ser rechazado	
			SÍ	NO
4	Peligros a la deriva (incluidos barcos abandonados, hielo, minas, contenedores, otros objetos grandes de más de 6 metros de longitud, etc.)	000100		X
5	Reservado	000101		
6	Reservado	000110		
7	Ningún mensaje	000111		X
Alertas de navegación (continuación) - Sistema de posicionamiento <i>Avería significativa de los servicios de radionavegación y de los servicios terrestres de radio o satélite de información de seguridad marítima con base costera.</i>				
8	GNSS y RNSS	001000		X
9	LORAN y E LORAN/Chayka y e Chayka	001001		X
10	Información sobre corrección diferencial	001010		X
11	Anomalías operativas identificadas en el ECDIS, incluidos los problemas de ENC	001011		
12	Zonas donde se llevan a cabo operaciones de búsqueda y rescate (SAR) y de lucha contra la contaminación (para evitar dichas zonas).	001100		X
13	Reservado	001101		
14	Reservado	001110		
Alertas de navegación (continuación) - Actos de piratería y robos a mano armada				
15	Actos de piratería y robos a mano armada contra buques	001111		X
16	Mapa de ataques de piratería	010000		X
17	Reservado	010001		
Alertas de navegación (continuación) - Alertas de tsunamis y otros fenómenos naturales				
18	Alerta de tsunami/Cambios anómalos del nivel del mar	010010		X
19	Reservado	010011		
Alertas de navegación (continuación) - Protección de conformidad con las prescripciones del Código internacional para la protección de los buques y de las instalaciones portuarias				
20	Información relativa a la seguridad	010100		X
21	Mapa de zonas de nivel de seguridad	010101		X
22	Reservado	010110		
23	Reservado	010111		
Alertas de navegación (continuación) - SANIDAD Aplicación del Reglamento Sanitario Internacional - RSI				
24	Información sanitaria de la Organización Mundial de la Salud (OMS)	011000		X
25	Alerta de pandemia	011001		X
26	Reservado	011010		

CUADRO 27(continuación)

Información de seguridad marítima (ISM)				
Código del mensaje de asunto	Tipos de mensaje	Codificación	puede ser rechazado	
			SÍ	NO
Meteorológico				
27	Alerta meteorológica (incluida la alerta de ciclón tropical, tormenta o temporal)	011011		X
28	Sinopsis meteorológica (incluida el mapa meteorológico)	011100	X	
29	Previsión meteorológica	011101	X	
30	Corriente y marea	011110	X	
31	Altura y dirección de las olas	011111	X	
32	Reservado	100000		X
33	Reservado	100001		X
Informe de hielo				
34	Mapa de hielo	100010	X	
35	Iceberg	100011	X	
36	Información vial polar	100100	X	
37	Información sobre la patrulla rompehielos	100101	X	
Información relacionada con la búsqueda y rescate				
38	Retransmisión de alerta de socorro a todos los buques (MAYDAY RELAY)	100110		X
39	Buque retrasado (descripción y/o foto del buque desaparecido)	100111		X
40	Coordinación SAR (a los buques que participan en la operación SAR)	101000		X
41	Patrón SAR (a los buques que participan en la operación SAR)	101001		X
42	Reservado	101010		
43	Reservado	101011		
Otra información relacionada con la seguridad				
	Servicio piloto			
44	Información sobre el servicio de pilotaje	101100	X	
	Servicios de remolque			
45	Información sobre el servicio de remolcadores	101101	X	
	Servicio de asistencia portuaria			
46	Hora y altura de la marea	101110	X	
47	Información del puerto local	101111	X	
48	Información hidrográfica y medioambiental	110000	X	
	Servicio de Tráfico Marítimo (STM)			
49	Información STM	110001	X	

CUADRO 27(fin)

Información de seguridad marítima (ISM)				
Código del mensaje de asunto	Tipos de mensaje	Codificación	puede ser rechazado	
			SÍ	NO
50	Reservado	110010		
51	Reservado	110011		
	Contaminación			
52	Información sobre contaminación	110100		
53	Mapa de contaminación	110101		
Otra información				
	Mensajes SIA y LRIT			
55	SIA	110111	X	
56	LRIT	111000	X	
	Servicio de mapas y publicaciones náuticas			
57	Correcciones de publicaciones y mapas náuticos electrónicos	111001	X	
58	Actualización de publicaciones y mapas náuticos electrónicos	111010	X	
	Información pesquera (sólo en los servicios NAVDAT nacionales)			
59	Normativa	111011	X	
60	Mapas especiales	111100	X	
61	Información sobre cuotas pesqueras	111101	X	
	Mensaje cifrado			
62	Recepción de un mensaje cifrado	111110		
63	Actualización del software del receptor	111111		X

La información se agrupa por asunto en la difusión NAVDAT y a cada grupo de asuntos se le asigna un código de mensaje de asunto del 1 al 63.

El receptor utiliza el código de mensaje de asunto para identificar las diferentes clases de mensajes que figuran en este cuadro (a partir de cuadros de información memorizada).

El software/firmware del receptor debe poder actualizarse. La actualización debe realizarse utilizando una interfaz adecuada o la recepción del mensaje 63 (software receptor de actualizaciones).

Esta función es necesaria para seguir la evolución del plan maestro del SMSSM para las nuevas estaciones NAVDAT, así como para las futuras revisiones de las Recomendaciones de la UIT.

Anexo 8

Implementación de la infraestructura costera NAVDAT

A8.1 Objeto del presente Anexo

El presente Anexo proporciona orientaciones para la implementación de NAVDAT en ondas hectométricas (495-505 kHz) en instalaciones costeras, que pueden integrar NAVTEX para apoyar la transición NAVTEX/NAVDAT.

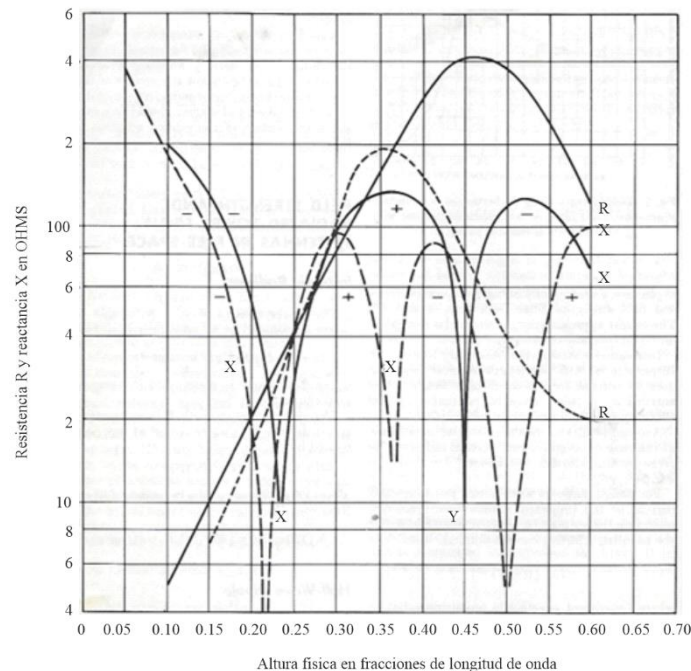
A8.2 Características de las antenas de torres de radio de distintas alturas

Las características de las antenas de torres de radio de distintas alturas se muestran en la Fig. 25 a continuación².

FIGURA 25

Características de impedancia de antena de torres de radio de distintas alturas

25-8 Datos de referencia para ingenieros de radiocomunicaciones



M.2010-25

La Figura 25 describe los componentes de resistencia y reactancia de la impedancia entre la base de la torre y el suelo de los radiadores verticales según Chamberlain y Lodge. Las líneas continuas muestran los resultados medios de cinco torres venteadas; las líneas discontinuas muestran los resultados medios de tres torres autoportantes. Cortesía de Proceedings of the IRE, de dominio público.

² Reference Data for Radio Engineers, Howard W. Sams & Co., Inc., Fifth Edition.

A8.3 Requisitos de la antena para los sistemas NAVTEX y NAVDAT

Los requisitos de antena para NAVTEX y NAVDAT son diferentes, pero es posible transmitir tanto NAVTEX como NAVDAT desde el mismo transmisor y torre diseñados y configurados para NAVDAT. De este modo se dispondría de un sistema compatible con versiones anteriores que serviría en el periodo de transición. Para sistemas digitales como NAVDAT, una antena de baja Q ($Q = X/R$, donde $Q = 1$ o menos) es idónea para proporcionar un desplazamiento de fase lineal en todo el ancho de banda de transmisión. La baja Q se consigue cuando la reactancia Y es menor que la resistencia R , como en las proximidades de la altura de antena de 0,25 longitudes de onda, como se muestra más arriba. Para NAVTEX y NAVDAT, esto ocurre a una altura de aproximadamente 150 m tanto para torres venteadas como autoportantes.

A8.4 Velocidades de transmisión de datos estimadas por NAVDAT para distintos modos de transmisión

Las torres de menor altura, por ejemplo de 90 m (0,15 longitudes de onda), pueden adaptarse a la impedancia del transmisor mediante un inductor de adaptación en serie. Esto daría como resultado una Q de 13, según la Fig. 25, donde $Q = X/R = 130/10 = 13$. Aunque esto es aceptable para NAVTEX, que es un sistema analógico de banda estrecha, su aplicación para NAVDAT debe evaluarse cuidadosamente. Los Cuadros 5 y 6 describen los distintos modos de transmisión NAVDAT y la ocupación espectral asociada. Para la transmisión NAVDAT, el ancho de banda de 3 dB de la torre de antena debe ser al menos tres veces la ocupación del espectro para evitar interferencias entre símbolos causadas por el retardo de grupo no lineal dentro del ancho de banda ocupado. Para el ejemplo anterior de torre de 90 metros, la Q de 13 proporciona un ancho de banda de 3 dB de $500 \text{ kHz}/13 = 38,4 \text{ kHz}$, que es adecuado para soportar los modos de transmisión 0-23 de NAVDAT.
