

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R M.2058-1
(02/2023)

**Características del sistema digital
denominado datos de navegación para
difundir información de seguridad marítima
e información de seguridad conexas de
costa a barco en la banda marítima
de ondas decamétricas**

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.2058-1

Características del sistema digital denominado datos de navegación para difundir información de seguridad marítima e información de seguridad conexas de costa a barco en la banda marítima de ondas decamétricas

(2014-2023)

Cometido

En esta Recomendación se describe un sistema de radiocomunicaciones en ondas decamétricas, denominado Datos de Navegación en ondas decamétricas (NAVDAT HF), para el servicio móvil marítimo en las bandas de frecuencias del Apéndice 17 del Reglamento de Radiocomunicaciones destinado a difundir información de seguridad marítima e información de seguridad conexas de costa a 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. Las frecuencias enumeradas en el Anexo 7, que corresponden al Apéndice 17 del RR, se deben utilizar para operar el sistema NAVDAT en ondas decamétricas. La lista de mensajes de asunto figura en el Anexo 8.

El NAVDAT HF es complementario al NAVDAT 500 kHz, descrito en la Recomendación UIT-R M.2010 en términos de cobertura radioeléctrica.

Palabras clave

Ondas decamétricas, marítimo, NAVDAT, difusión, digital

Abreviaturas/acrónimos

BER	Tasa de errores en los bits (<i>bit error rate</i>)
BW	Ancho de banda
CDU	Unidad de control y visualización
CMR	Conferencia mundial de radiocomunicaciones
DRM	Digital Radio Mondiale
DS	Flujo de datos
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>)
LF	Ondas kilométricas (<i>low frequency</i>)
MDFO	Multiplexación por división de frecuencia ortogonal
MDP-2	Modulación por desplazamiento de fase bivalente
MER	Tasa de errores de modulación
MF	Ondas hectométricas (<i>medium frequency</i>)
MIS	Flujo de información de modulación
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)

NBDP	Impresión directa de banda estrecha
NM	Milla náutica (1 852 metros)
OMI	Organización Marítima Internacional
PEP	Potencia de cresta de la envolvente
PRBS	Secuencia binaria pseudoaleatoria (<i>pseudo-random binary sequence</i>)
rms	Valor cuadrático medio (<i>root mean square</i>)
RS	Código Reed-Solomon
SDR	Radio definida por software
SFN	Red monofrecuencia
SIM	Sistema de información y gestión
SMSSM	Sistema mundial de socorro y seguridad marítimos
S/N o SNR	Relación señal-ruido
TIS	Flujo de información del transmisor
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
VRC	Verificación por redundancia cíclica

Recomendaciones e Informes de la UIT conexos

Recomendación UIT-R P.368 – Curvas 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, o la versión revisada

Recomendación UIT-R RA.769 – Criterios de protección para las mediciones radioastronómicas

Recomendación UIT-R M.1371 – Características técnicas de un sistema de identificación automático mediante acceso múltiple por división en el tiempo en la banda de frecuencias de ondas métricas 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.2010 – Características del 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

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 actual sistema de Información de Seguridad Marítima (MSI), que funciona en ondas decamétricas (HF) de impresión directa de banda estrecha (NBDP), tiene una capacidad limitada;

- c) que los sistemas incipientes de navegación marítima aumentan la demanda de transmisión de datos de costa a barco;
- d) que la banda de ondas hectométricas ofrece una cobertura geográfica limitada con un elevado ruido radioeléctrico en algunas zonas;
- e) que no siempre es fácil instalar antenas de ondas hectométricas eficaces con gran ancho de banda,

observando

- a) que la Recomendación UIT-R M.2010 describe el sistema NAVDAT a 500 kHz;
- b) que el sistema NAVDAT utiliza dos frecuencias internacionales: 500 kHz en la banda de ondas hectométricas y 4 226 kHz en la banda de ondas decamétricas;
- c) que el sistema NAVDAT puede utilizar otras frecuencias atribuidas en las bandas marítimas en ondas hectométricas y decamétricas para emisiones nacionales o regionales,

observando además

que el sistema Digital Radio Mondiale (DRM) mencionado en los Anexos 4 a 6 se ha incorporado en la Recomendación UIT-R BS.1514-2,

recomienda

- 1** que las características operativas para la difusión de información de seguridad marítima e información de seguridad conexas en la banda de frecuencias HF estén en consonancia con el Anexo 1;
- 2** que la arquitectura del sistema de difusión de información de seguridad marítima e información de seguridad conexas 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 información relativa a la seguridad marítima de costa a barco en la banda de frecuencias HF 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 (Estructura del archivo mensaje);
- 5** que se utilice el modo de funcionamiento de red monofrecuencia (SFN) descrito en el Anexo 6;
- 6** que las frecuencias enumeradas en el Anexo 7, que corresponden al Apéndice 17 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) se utilicen para la explotación del sistema NAVDAT en ondas decamétricas;
- 7** que se considere la posibilidad de utilizar la información sobre el mensaje de asunto descrita en el Anexo 8.

ÍNDICE

Página

Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR).....	ii
Anexo 1 Características operativas	5
A1-1 Tipos de mensajes y ficheros	5
A1-2 Modos de difusión	5
A1-3 Prioridad para la radiodifusión	6
Anexo 2 Arquitectura del sistema.....	6
A2-1 Cadena de transmisión de difusión	6
Anexo 3 Características técnicas de NAVDAT HF.....	13
A3-1 Principio de modulación	13
A3-2 Velocidad de datos utilizable estimada.....	23
A3-3 Especificaciones de calidad de funcionamiento del transmisor NAVDAT en ondas decamétricas	26
A3-4 Receptor de barco NAVDAT	27
A3-5 Especificaciones mínimas de calidad de funcionamiento del receptor de barco NAVDAT	33
Anexo 4 Estructura de transmisión	34
A4-1 Estructura de tramas	34
A4-2 Encabezamiento de sincronización.....	34
A4-3 Flujo de información de modulación.....	36
A4-4 Flujo de información del transmisor.....	37
A4-5 Flujo de datos.....	41
A4-6 Códigos de verificación de paridad de baja densidad.....	46
A4-7 Verificación por redundancia cíclica	47
Anexo 5 Estructura del archivo mensaje.....	48
Anexo 6 Modo de red monofrecuencia de Digital Radio Mondiale	50
A6-1 Descripción de Digital Radio Mondiale	50
Anexo 7 Frecuencias para el sistema NAVDAT HF	51
Anexo 8 Códigos de mensajes de asunto NAVDAT	52

Anexo 1

Características operativas

El sistema NAVDAT en ondas decamétricas puede utilizar una sencilla atribución de intervalo de tiempo similar a la del sistema NAVTEX, de cuya coordinación podría encargarse la Organización Marítima Internacional (OMI).

Este sistema NAVDAT en ondas decamétricas también puede funcionar en 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 en ondas decamétricas permite la transmisión gratuita por difusión de cualquier tipo de mensaje de costa a barco, con posibilidad de encriptación.

A1-1 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 servicio de tráfico de barcos;
- paquetes de actualización de mapas electrónicos.

NOTA – Véase el Anexo 8, en el que figuran los temas de los mensajes y su codificación.

A1-2 Modos de difusión

A1-2.1 Difusión general

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

A1-2.2 Difusión selectiva

Estos mensajes se difunden a la atención de un grupo de barcos¹ o una zona de navegación específica. (Véase también el § A3-4.1.9.)

A1-2.3 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.

A1-3 Prioridad para la radiodifusión

NAVDAT es capaz de emitir mensajes de socorro, urgencia y seguridad en el orden de prioridad de las comunicaciones (consulte los documentos publicados por la OMI).

Anexo 2

Arquitectura del sistema

A2-1 Cadena de transmisión de difusión

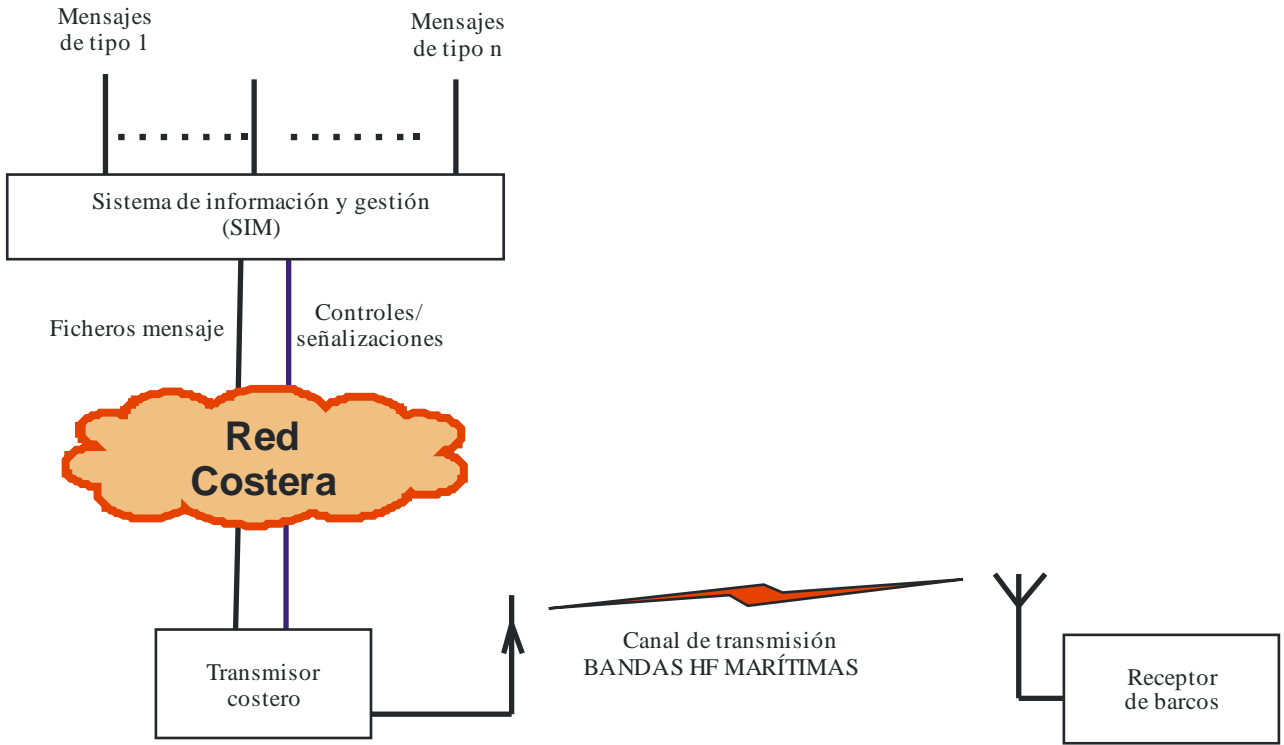
El sistema NAVDAT está estructurado para realizar las siguientes funciones:

- 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 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 en ondas decamétricas (HF).
- 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 transmisión de difusión.

FIGURA 1

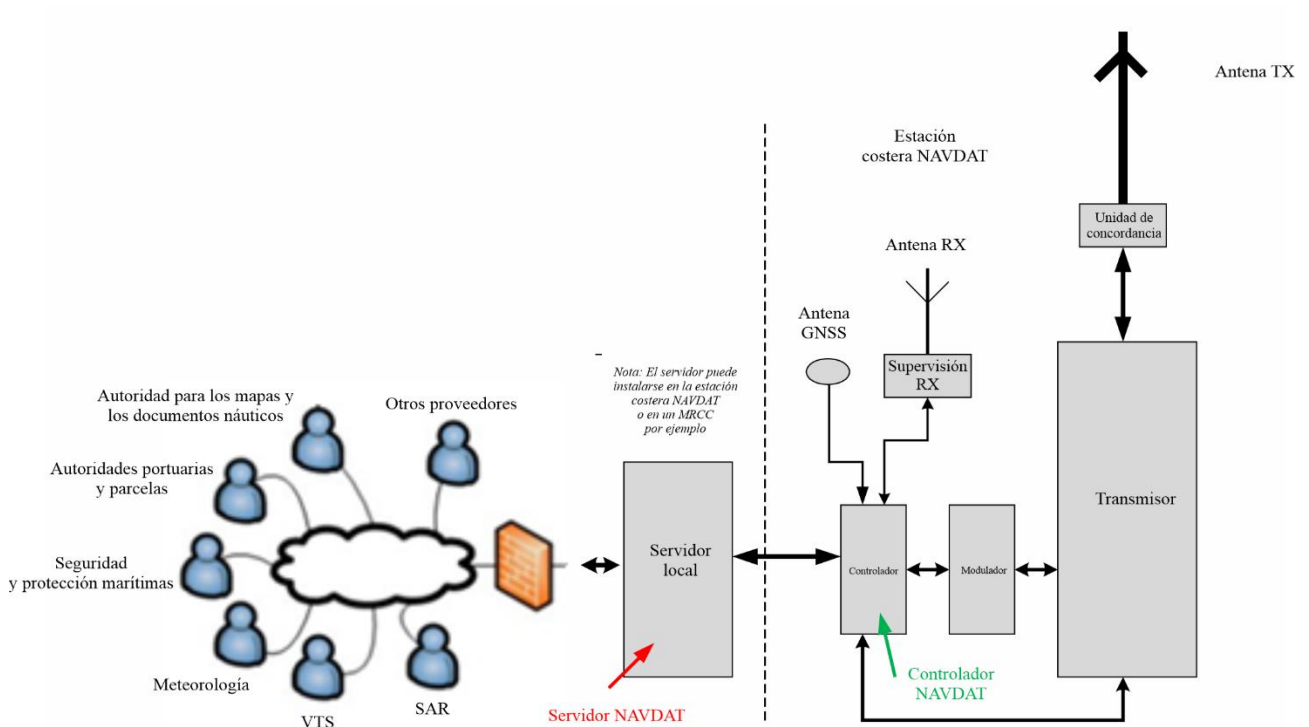
Diagrama de bloques de la cadena de transmisión de la difusión NAVDAT por ondas decamétricas



M.2058-01

FIGURA 2

Cadena mundial de difusión de NAVDAT



M.2010-02

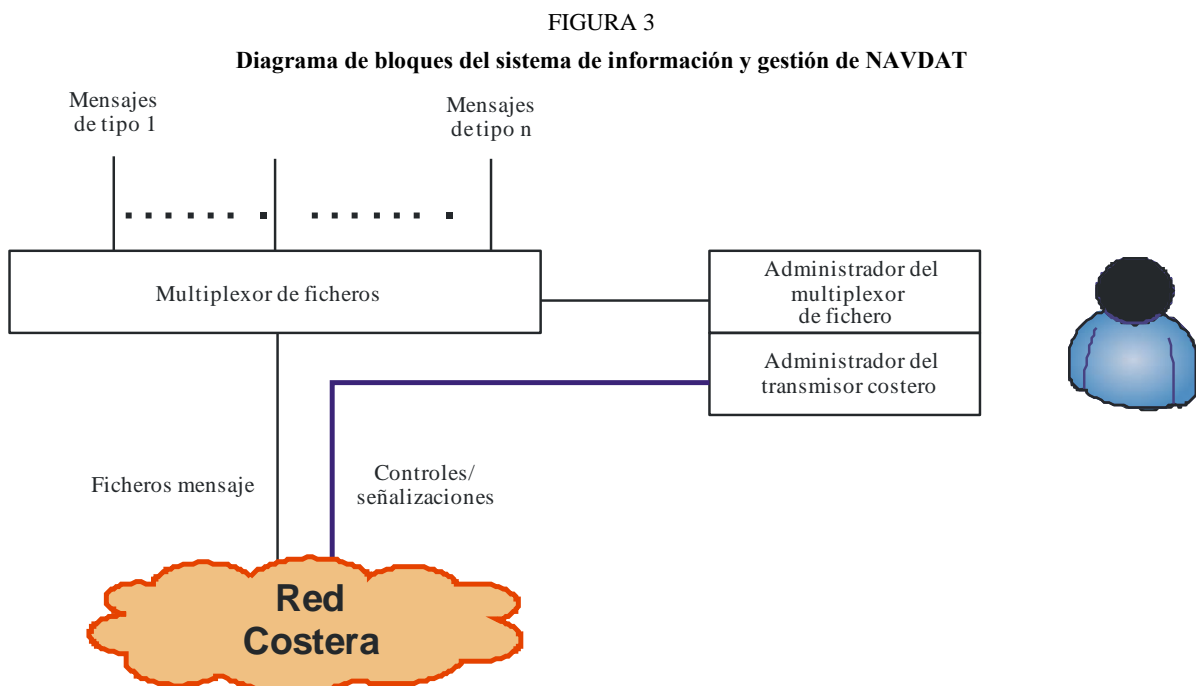
A2-1.1 Sistema de información y gestión

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.



M.2058-02

A2-1.1.1 Multiplexor de ficheros

El multiplexor de ficheros:

- recoge los ficheros mensaje procedentes de las fuentes de datos;
- encripta, si procede, los ficheros mensaje;
- formatea los mensajes fichero con la información del destinatario, la prioridad y el sello de tiempo;
- envía los ficheros mensaje al transmisor.

A2-1.1.2 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 del fichero mensaje;
- especificar el destinatario del fichero mensaje;

- gestionar la encriptación del mensaje 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.

A2-1.1.3 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 el estado del transmisor mediante las indicaciones 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 (p. ej., subportadoras piloto, modulación, codificación de errores, etc.);
- plan de transmisión.

A2-1.2 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.

A2-1.3 Descripción del transmisor costero

La estación transmisora costera consta de la siguiente configuración mínima:

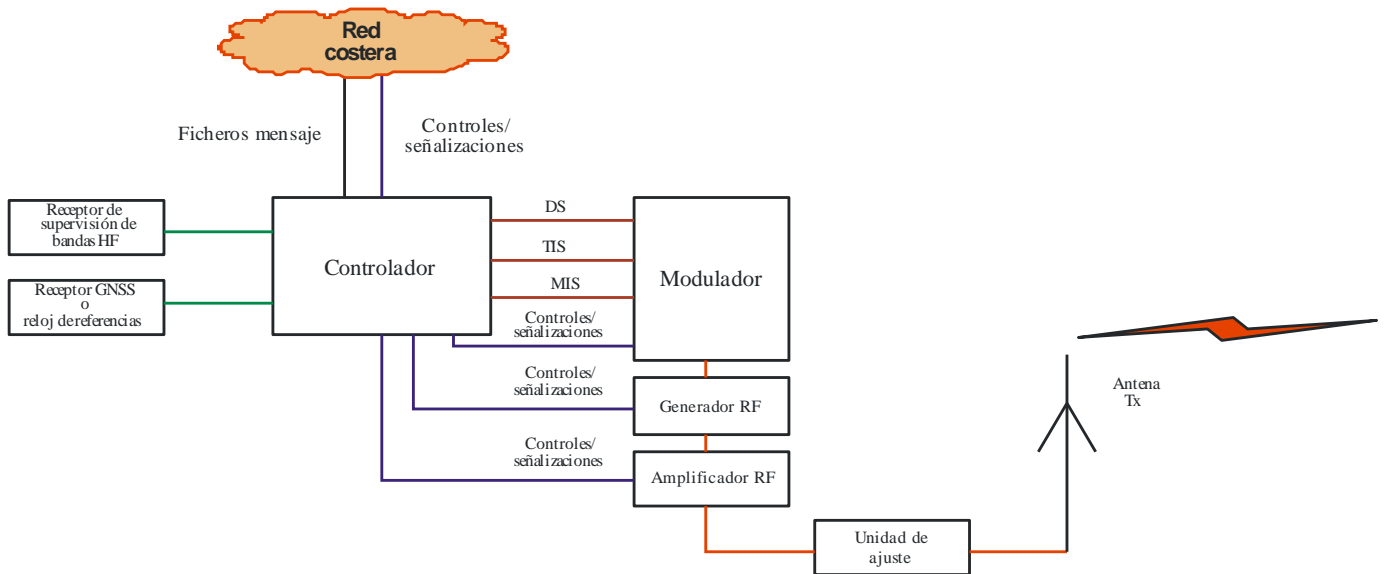
- un controlador, que es un servidor local con acceso protegido;
- un modulador MDFO;
- un generador de señales de RF;
- un amplificador de potencia RF en ondas decamétricas;
- una o más antenas de transmisión con unidad de concordancia;
- un receptor de sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)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

A2-1.3.1 Arquitectura del sistema costero

En la Figura 4 se muestra el diagrama de bloques de un transmisor digital HF.

FIGURA 4

Diagrama de bloques funcionales del transmisor digital NAVDAT HF



M.2058-03

A2-1.3.2 Controlador

Esta unidad recibe y transmite determinada información:

- ficheros mensaje del SIM;
- GNSS o reloj atómico para la sincronización;
- señal en ondas decamétricas procedente del receptor de supervisión;
- señales de control y seguimiento del modulador, el generador de señales en ondas decamétricas y el amplificador de potencia RF del transmisor;
- señal de supervisión del generador de señales de RF y del amplificador de RF.

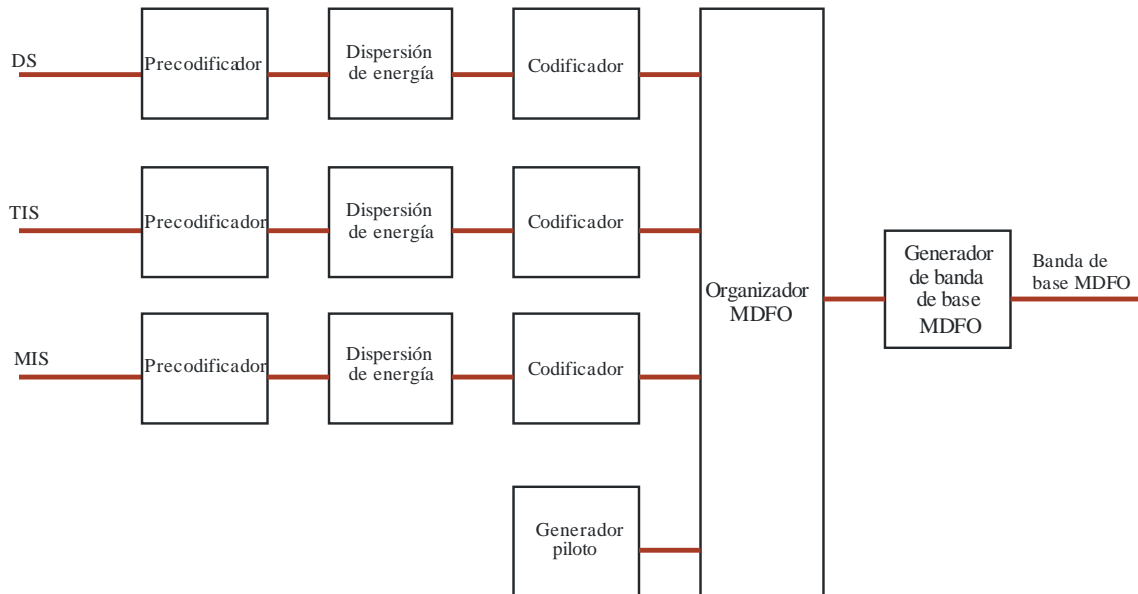
La función del controlador es:

- comprobar si la banda de frecuencia 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).

A2-1.3.3 Modulador

En la Figura 5 se muestra el diagrama del modulador.

FIGURA 5
Diagrama de bloques funcionales del modulador NAVDAT HF



M.2058-04

A2-1.3.3.1 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 (§ A2-1.3.3.3).

A2-1.3.3.1.1 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, -16 ó -64).

El MIS se codifica siempre en subportadores MAQ-4 para la correcta demodulación en el receptor.

A2-1.3.3.1.2 Flujo de información del transmisor

Este flujo se utiliza para suministrar información al receptor sobre:

- la codificación de errores para flujos de datos según la propagación de las ondas radioeléctricas (debería ser diferente para la propagación por onda de superficie durante el día y para la propagación por onda de superficie y ondas ionosféricas durante la noche);
- el identificador del transmisor,
- tiempo.

El TIS puede codificarse con MAQ-4 ó -16.

A2-1.3.3.1.3 Flujo de datos

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

A2-1.3.3.2 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.

A2-1.3.3.3 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.

A2-1.3.4 Generador RF en ondas decamétricas (HF)

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

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

A2-1.3.5 Amplificador de potencia RF

La función de esta etapa es amplificar la señal HF 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 RF rms de salida del transmisor costero puede ajustarse con arreglo a la banda de frecuencia.

Potencia RF de salida rms máxima: para 4 y 6 MHz: 5 kW; para 8, 12, 16, 18/19 y 22 MHz: 10 kW.

A2-1.3.6 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.

A2-1.3.7 Receptor del sistema 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.

A2-1.3.8 Receptor de supervisión

El receptor de supervisión comprueba que la frecuencia programada esté libre antes de iniciar la transmisión y ofrece la posibilidad de verificar la transmisión. Se recomienda utilizar un receptor de control a distancia para realizar un seguimiento de la calidad de recepción de la señal local.

A2-1.4 Canal de transmisión: estimación de la cobertura radioeléctrica

El sistema NAVDAT HF utiliza la propagación de ondas de superficie con antenas de polarización vertical.

El plano de tierra de estas antenas verticales debe diseñarse para minimizar la onda ionosférica (obteniendo el menor ángulo de radiación posible).

La cobertura radioeléctrica, en onda superficial (también conocida como onda terrestre) podría calcularse basándose en la versión más reciente de las Recomendaciones UIT-R [P.368](#) y UIT-R [P.372](#) o en un software de simulación adecuado ("GRWAVE", "NOISEDAT", "LFMF-SmoothEarth").

El sistema NAVDAT en ondas decamétricas también puede utilizar propagación mixta, onda superficial y onda ionosférica, o sólo onda ionosférica.

A2-1.5 Canal de propagación

La UIT ha definido varios criterios relativos al canal de propagación a partir de los cuales pueden definirse 4 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: propagación de ondas ionosféricas con múltiples saltos

Modo D: Como el modo B, pero con retardo elevado y dispersión Doppler. Utilización con ondas ionosféricas con múltiples saltos en varias capas ionosféricas

Se recomiendan los modos A y B para el canal principal de ondas decamétricas en 4 226 kHz.

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

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

El NAVDAT en la banda de frecuencias de ondas decamétricas puede utilizar todos estos modos de propagación en función de la cobertura radioeléctrica buscada.

Anexo 3

Características técnicas de NAVDAT HF

A3-1 Principio de modulación

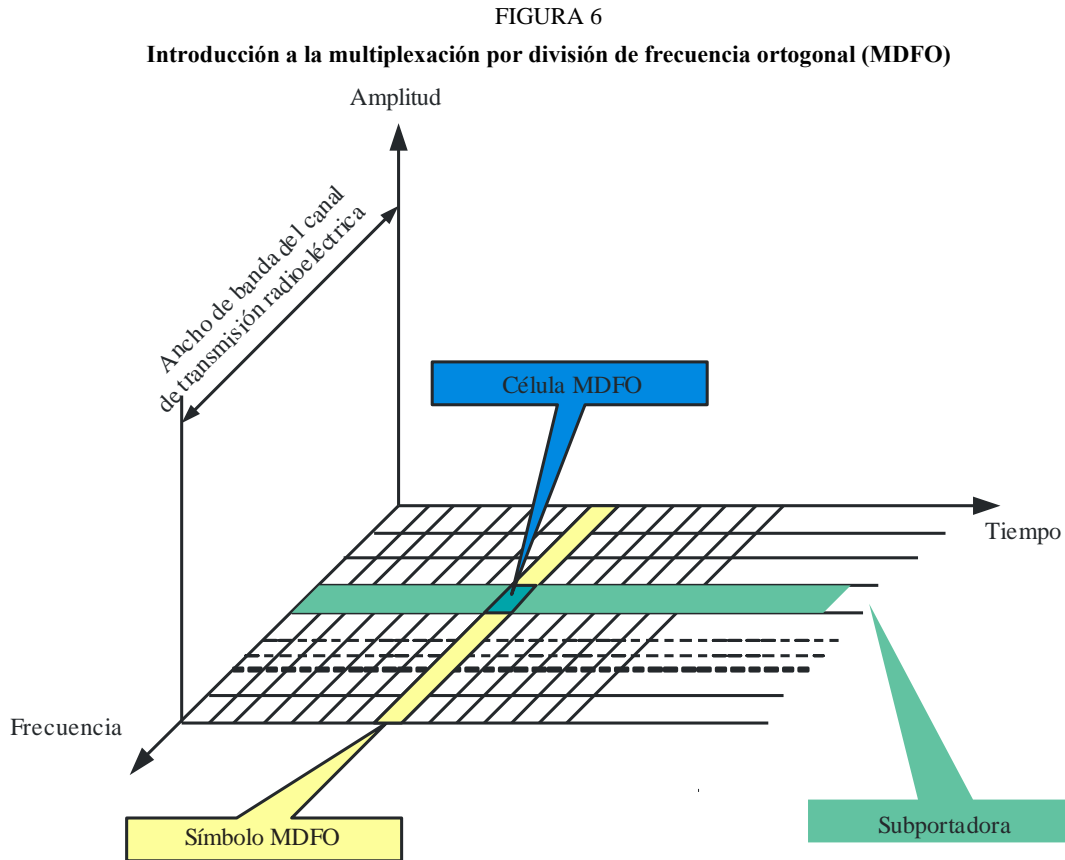
El sistema utiliza MDFO, una tecnología de modulación para transmisiones digitales.

A3-1.1 Introducción

La anchura 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.

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



M.2058-05

A3-1.2 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) hasta 68.182 Hz en modo C] para que la transmisión de datos se realice con una elevada eficiencia espectral. Estas subportadoras están espaciadas en frecuencia ($F_u = 1/T_u$), donde T_u es la duración de la parte útil de un símbolo MDFO.

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.

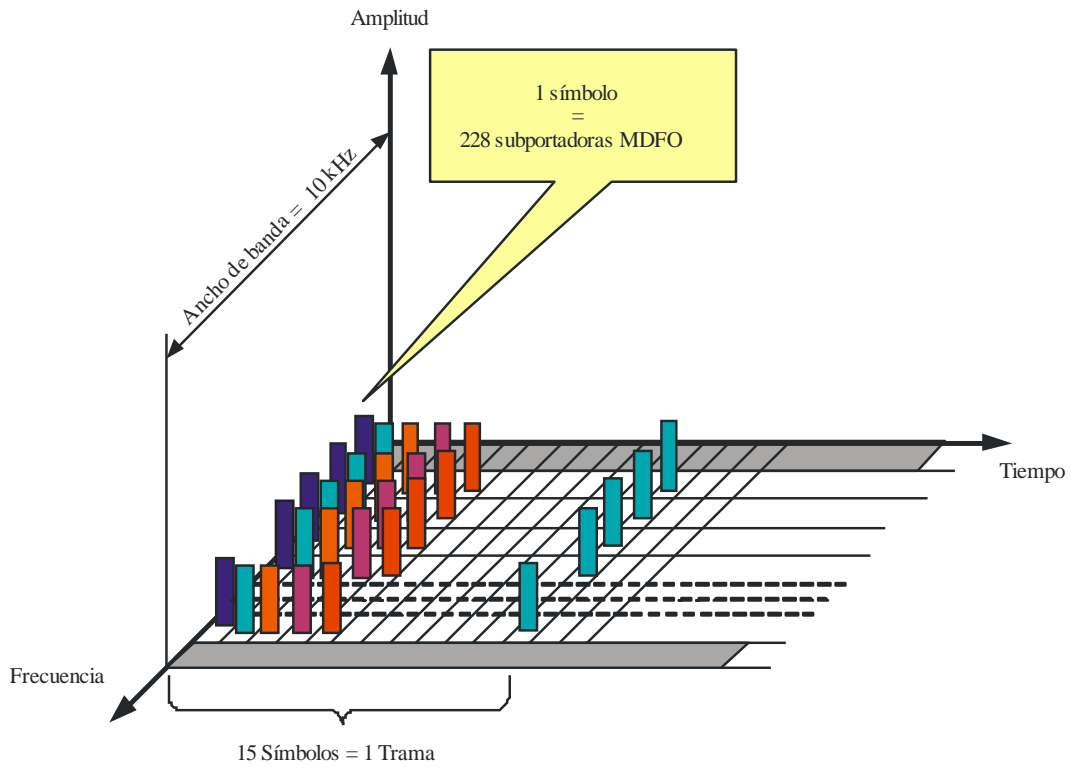
En cada símbolo MDFO se inserta un intervalo de guarda (T_d) para reducir el efecto de los trayectos múltiples, reduciendo así la interferencia entre símbolos.

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

Los símbolos MDFO se concatenan para constituir una trama MDFO.

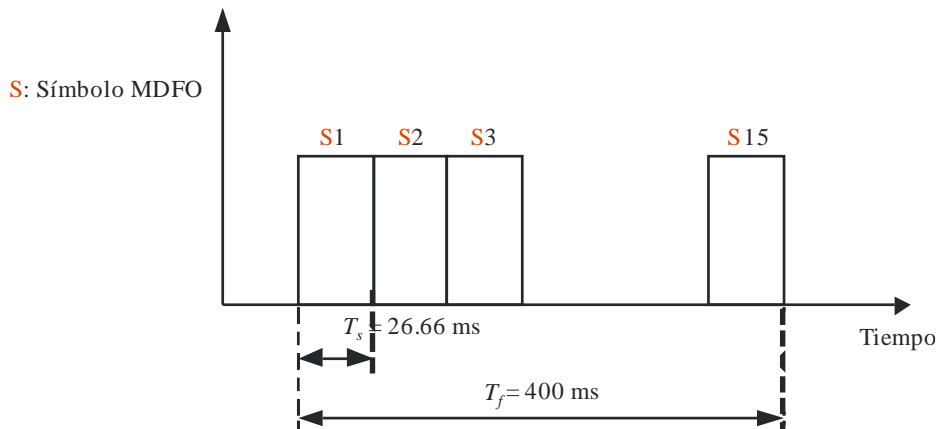
La duración de la trama MDFO es T_f .

FIGURA 7
 Representación espectral de una trama MDFO



M.2058-06

FIGURA 8
 Representación temporal de una trama MDFO



M.2058-07

A3-1.3 Parámetros de multiplexación por división de frecuencia ortogonal

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

CUADRO 1

Parámetros de multiplexación por división de frecuencia ortogonal para todo el ancho de banda

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
C: onda ionosférica	14.66	68.182	5.33	20	20	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.

A3-1.4 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 al ancho de banda de canal. El Cuadro 2 presenta la relación entre los anchos de banda de canal y el número de subportadoras MDFO.

CUADRO 2

Relación entre el ancho de banda del canal y el número de subportadoras de multiplexación por división de frecuencia ortogonal

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
C: onda ionosférica	Número de subportadoras	13	41	69	139
	Número de subportadoras	K -6 a 6	K -20 a 20	K -34 a 34	K -69 a 69

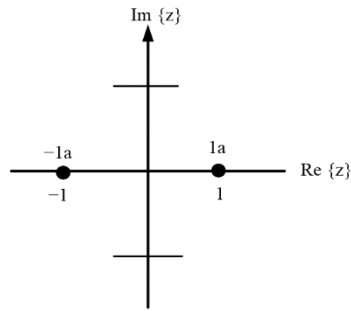
A3-1.5 Modulación

Cada subportadora se modula en amplitud y en 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).

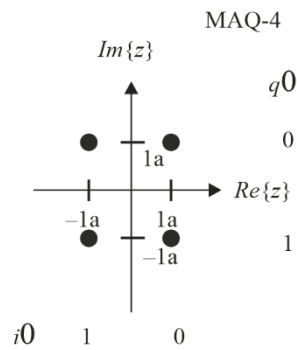
El esquema de modulación está en función de la robustez deseada de la señal.

FIGURA 9
Constelación de modulación MDP-2



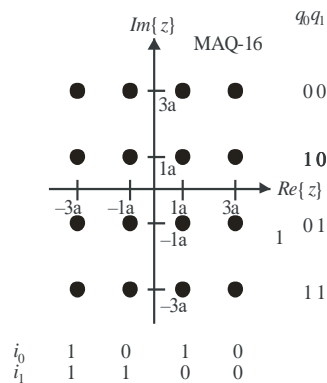
M.2058-09

FIGURA 10
Constelación MAQ-4



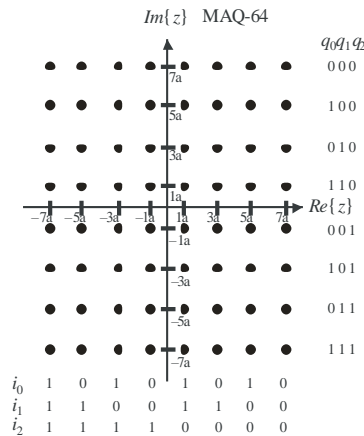
M.2058-10

FIGURA 11
Constelación MAQ-16



M.2058-09

FIGURA 12
Constelación MAQ-64



M.2058-10

A3-1.6 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.

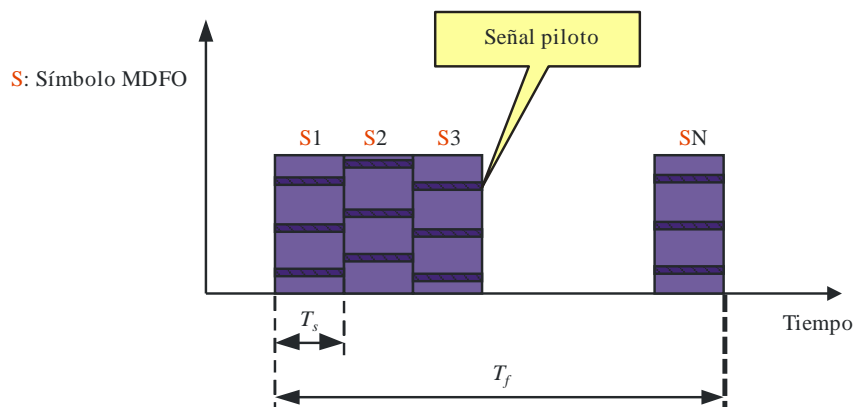
La señal piloto permite al receptor:

- 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.

Estas portadoras piloto se transmiten con un factor de ganancia de potencia de 2 en modulación MDP-2.

FIGURA 13
Señal piloto MDFO

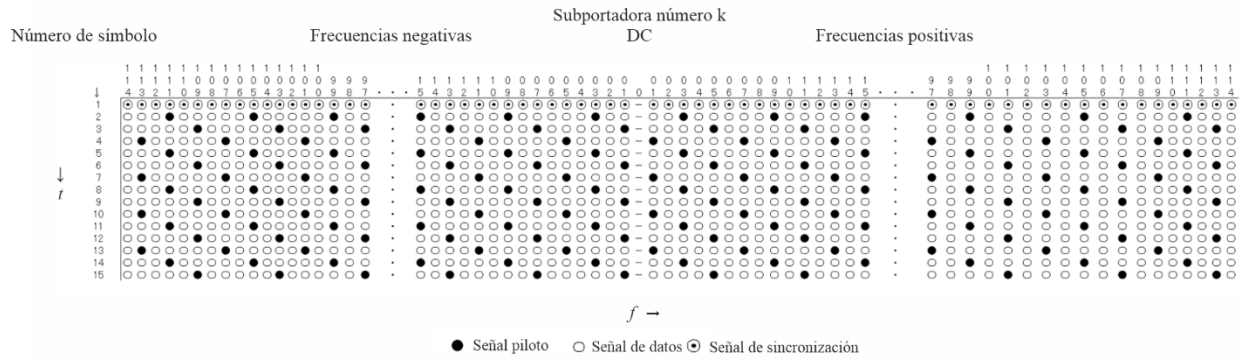


M.2058-11

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

FIGURA 14

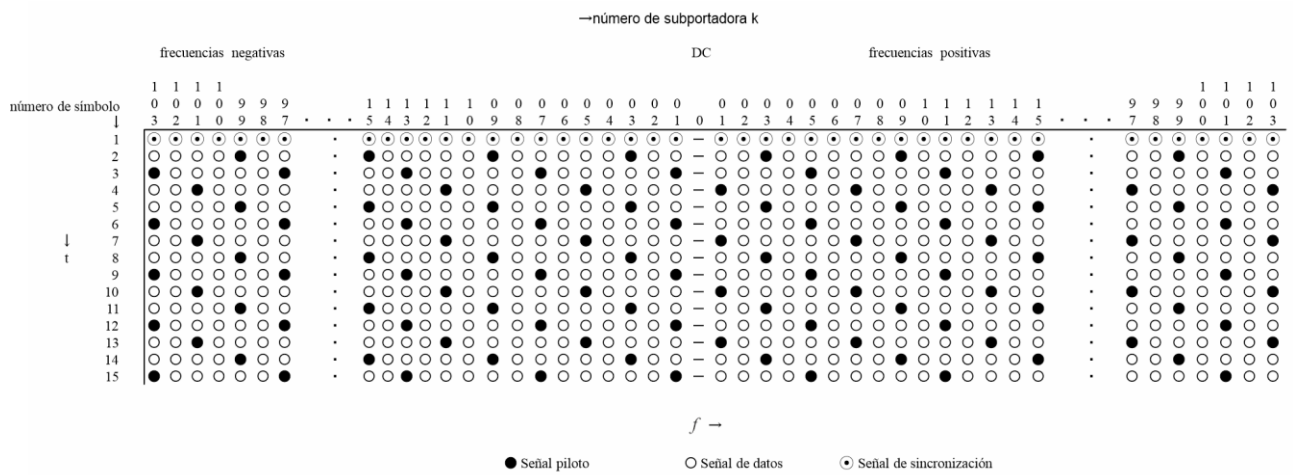
Posición de la señal piloto (en modo A)



M.2058-14

FIGURA 15

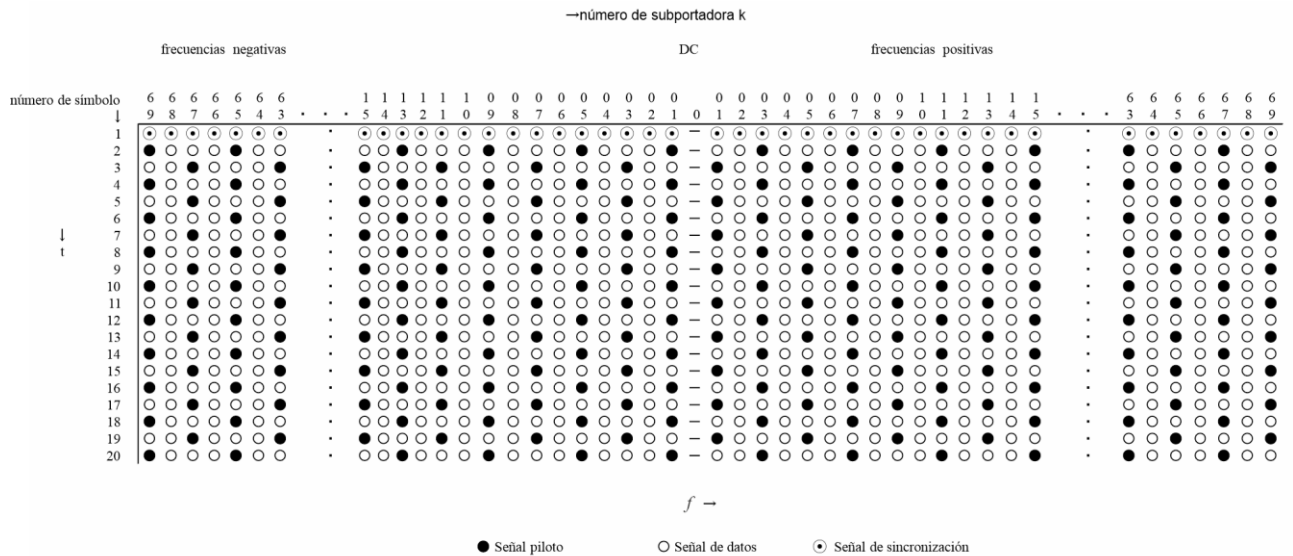
Posición de la señal piloto (en modo B)



M.2058-15

FIGURA 16

Posición de la señal piloto (en modo C)



M.2058-16

Siendo t la dirección del dominio de tiempo y f la dirección del dominio de frecuencia. El primer símbolo de cada trama de encabezamiento MDFO debe rellenarse con una secuencia de señales de sincronización que constituyen el encabezamiento de sincronización (véase el Cuadro 11 del Anexo 4) y se utilizan como referencia temporal para facilitar la sincronización del receptor. La célula negra y la célula blanca representan la señal piloto y la señal de datos, respectivamente. El valor de la señal piloto, que se modula en MAQ-2 (MDP-2) en un símbolo MDFO, figura en el Cuadro 3.

CUADRO 3

Secuencia piloto (en modo A)

Número de subportadoras	Secuencia piloto
229	-1 1 -1 1 -1 1 1 1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 1 -1 1 -1 -1 1 1 1
115	-1 1 -1 1 -1 1 1 1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1
69	-1 1 -1 1 -1 1 1 1 -1 1 1 1
23	-1 1 -1 1

Secuencia piloto (en modo B)

Número de subportadoras	Secuencia piloto
207	-1 1 -1 1 -1 1 1 1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 1 -1 1 -1 -1
103	-1 1 -1 1 -1 1 1 1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1 1
61	-1 1 -1 1 -1 1 1 1 -1 1
19	-1 1 -1 1

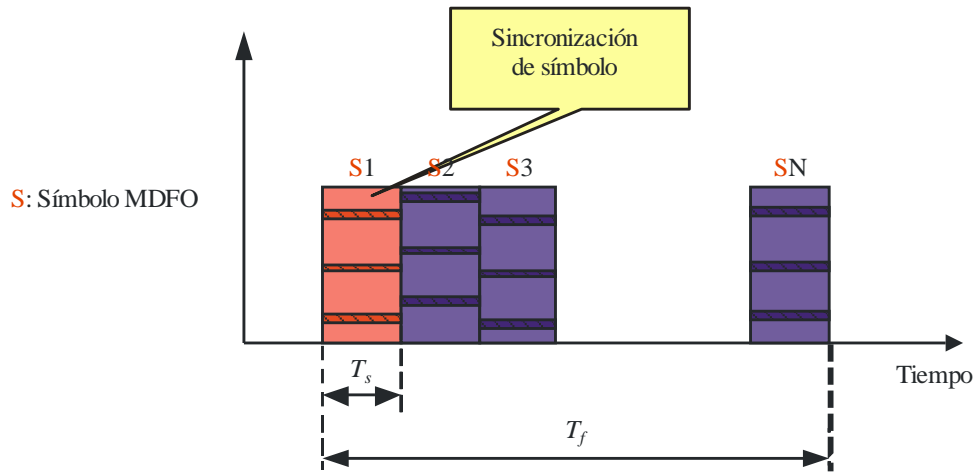
Secuencia piloto (en modo C)

Número de subportadoras	Secuencia piloto
139	-1 1 -1 1 -1 1 1 1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 1 -1 1 -1 -1
69	-1 1 -1 1 -1 1 1 1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1 1
41	-1 1 -1 1 -1 1 1 1 -1 1
13	-1 1 -1

En el primer símbolo de cada trama de encabezamiento MDFO, el receptor utiliza las subportadoras como referencia de tiempo para su sincronización.

FIGURA 17

Símbolo de sincronización



M.2058-12

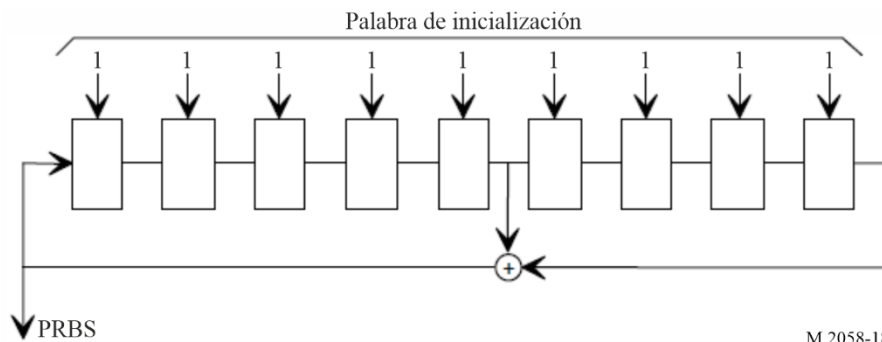
A3-1.7 Dispersión de energía

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. 18. En este caso, debe utilizarse un polinomio de grado 9 definido por:

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

FIGURA 18

Generador de secuencia binaria pseudoaleatoria

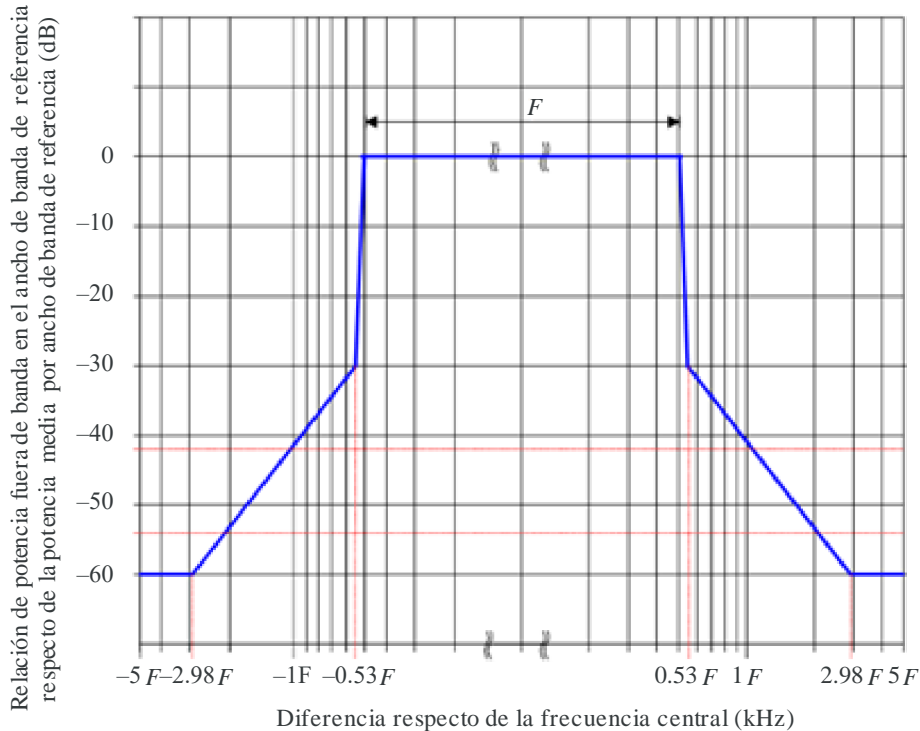


M.2058-18

A3-1.8 Máscara de transmisión de la señal RF

FIGURA 19

Máscara de transmisión de la señal NAVDAT RF con ancho de banda $F=10$ kHz
La máscara de emisión para 5, 3 y 1 kHz debe caber dentro de la máscara para 10 kHz



M.2058-13

A3-1.9 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 ocho 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 longitud 1.

Para poder evaluar la BER, el flujo DS se rellena con datos PRBS 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.

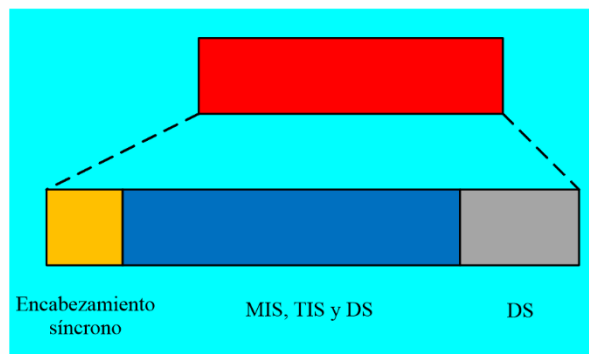
FIGURA 20
Estructura de transmisión para la instalación de exploración



M.2058-20

La estructura de tramas se describe en el Anexo 4.

FIGURA 21
Estructura de tramas



M.2058-21

A3-2 Velocidad de datos utilizable estimada

En el ancho de banda del canal 10 kHz con propagación en ondas decamétricas, la velocidad de datos brutos para el flujo de datos (DS) suele ser de unos 20 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 corrección 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 6 y 29 kbit/s según el modo con onda superficial.

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 4

Velocidad de datos estimada para un ancho de banda de 10, 5, 3 y 1 kHz para la trama de encabezamiento del modo A
(sólo a título informativo)

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 5

Velocidad de datos estimada para un ancho de banda de 10, 5, 3 y 1 kHz para la trama de encabezamiento del modo B

Modo	Ocupación del espectro (kHz)	Modulación (MAQ-n)	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
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

CUADRO 6

Velocidad de transmisión de datos estimada para un ancho de banda de 10, 5 y 3 kHz para la trama de encabezamiento del modo C

Modo	Ocupación del espectro (kHz)	Modulación (MAQ-n)	Velocidad de código	Velocidad de datos estimada (kbit/s)
0	10	MAQ-4	0,5	4,60
1	10	MAQ-4	0,75	6,92
2	10	MAQ-16	0,5	9,20
3	10	MAQ-16	0,75	13,84
4	10	MAQ-64	0,5	13,80
5	10	MAQ-64	0,75	20,76
6	5	MAQ-4	0,5	2,13
7	5	MAQ-4	0,75	3,22
8	5	MAQ-16	0,5	4,26
9	5	MAQ-16	0,75	6,43
10	5	MAQ-64	0,5	6,39
11	5	MAQ-64	0,75	9,65
12	3	MAQ-4	0,5	1,14
13	3	MAQ-4	0,75	1,72
14	3	MAQ-16	0,5	2,27
15	3	MAQ-16	0,75	3,45
16	3	MAQ-64	0,5	3,41
17	3	MAQ-64	0,75	5,17

A3-3 Especificaciones de calidad de funcionamiento del transmisor NAVDAT en ondas decamétricas

CUADRO 7

Especificaciones mínimas de calidad de funcionamiento del transmisor NAVDAT en ondas decamétricas

Parámetros	Resultados requeridos
Banda de frecuencias	4 a 27,5 MHz
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 de ondas hectométricas de 415 a 526,5 kHz para las frecuencias internacionales de 500 kHz y las futuras frecuencias nacionales NAVDAT.

Consulte las especificaciones técnicas en la Recomendación UIT-R [M.2010](#). La clase de emisión utilizada es W7D.

A3-4 Receptor de barco NAVDAT

A3-4.1 Descripción del receptor de barco NAVDAT

La Figura 23 ilustra el diagrama lógico de bloques del receptor de barco.

El receptor digital típico de NAVDAT 500 kHz y NAVDAT en ondas decamétricas está integrado por varios bloques básicos:

- antena de recepción y antena GNSS opcional;
- interfaz RF;
- demodulador;
- demultiplexor de ficheros;
- controlador;
- unidad de control y visualización (CDU);
- interfaz de datos;
- cuadro incrustado de frecuencias, estaciones y zonas (véase el § A3-4.1.10);
- fuente de alimentación.

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

El primer canal escucha constantemente los 500 kHz.

El segundo canal escucha constantemente los 4 226 kHz.

Un tercer canal debe vigilar y escanear todas las demás frecuencias NAVDAT (internacionales, nacionales o regionales en las frecuencias en ondas hectométricas y decamétricas atribuidas). 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 la o 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.

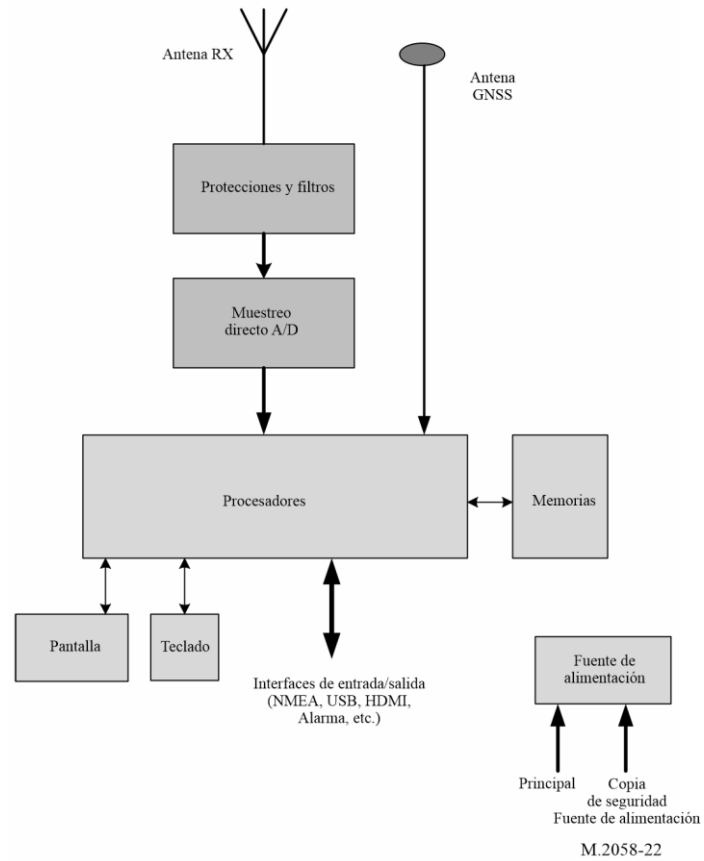
A partir del cuadro (véase el § A3-4.1.10), el receptor debe determinar los futuros intervalos asignados y las frecuencias utilizadas.

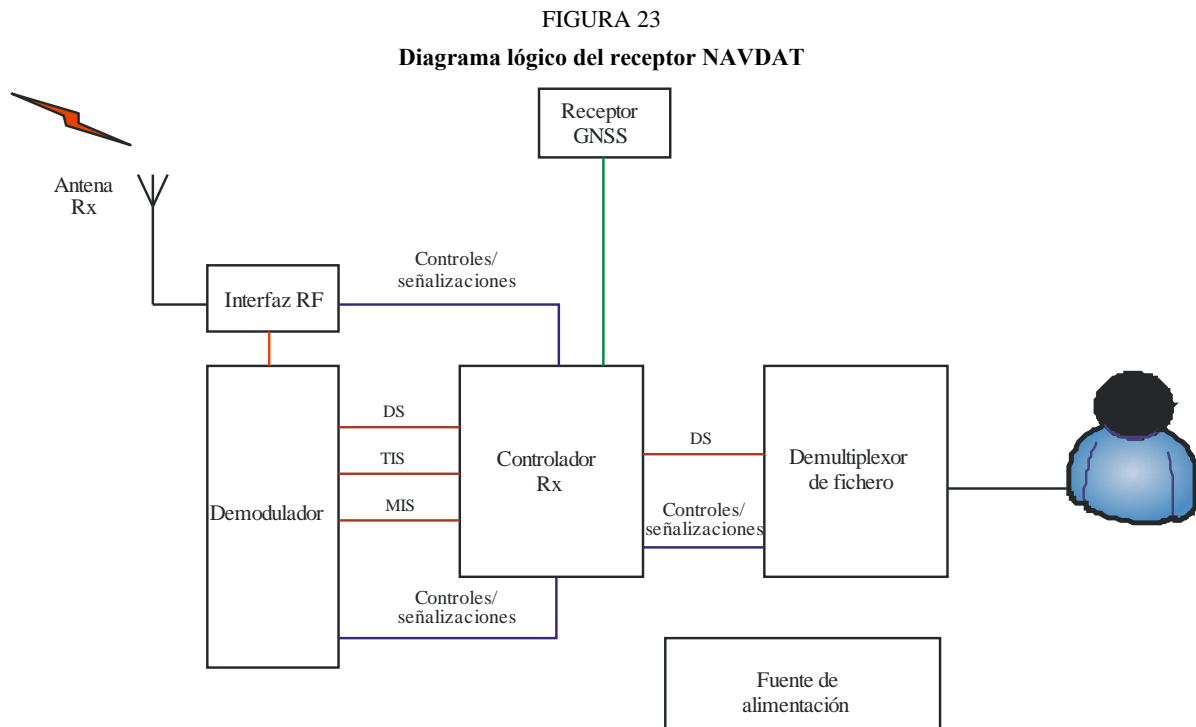
A continuación, estas frecuencias deben explorarse para controlar la recepción de la señal previa transmitida por la estación antes de la difusión.

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.

A continuación se muestra un diagrama de bloques genérico de un receptor SDR a título informativo. El diseño de los receptores NAVDAT se deja a la iniciativa de cada fabricante.

FIGURA 22

Modelo de receptor NAVDAT genérico de radio definida por software



M.2058-15

A3-4.1.1 Antena de recepción y antena del sistema mundial de navegación por satélite

La antena receptora puede ser una antena de campo H vertical (recomendado en un barco ruidoso por EMC) o una antena de campo E. El receptor NAVDAT del barco también puede recibir canales NAVDAT en ondas hectométricas. Se recomienda que la antena receptora omnidireccional cubra, como mínimo, la banda de frecuencias de 415 kHz a 27,5 MHz.

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

A3-4.1.2 Interfaz RF

Este componente integra el filtro RF, el amplificador RF y la salida en la banda de base con posibilidad de barrido en todos ellos.

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 del barco.

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 de tipo clásico o SDR con al menos tres canales (no limitado).

A3-4.1.3 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 ó -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.

A3-4.1.4 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.

A3-4.1.5 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).

Puede haber una interfaz hombre-máquina para visualizar y comprobar los parámetros de recepción.

A3-4.1.6 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.

A3-4.1.7 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 equipo debe proporcionar una interfaz de datos que se ajuste a los requisitos de la serie CEI 61162. Es aconsejable proporcionar interfaces Ethernet y USB para la transmisión de archivos a alta velocidad, junto con una interfaz de impresión (no limitado).

El equipo debe poder configurar los parámetros de los puertos de datos para la comunicación con otros equipos del buque.

El equipo debe incluir una interfaz para la gestión de alertas de conformidad con la resolución MSC.302(87) de la OMI sobre Normas de funcionamiento para la gestión de alertas en los puentes.

A3-4.1.8 Fuente de alimentación

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

A3-4.1.9 ID del receptor

Debería ser posible configurar el receptor con:

la identidad del buque (según la Recomendación UIT-R M.585)

la identidad del Grupo principal (según la Recomendación UIT-R M.585)

pueden facilitarse listas adicionales de identidades (MMSI).

Véase el Cuadro 20 y la nota.

A3-4.1.10 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 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.

A3-4.1.11 Almacenamiento

A3-4.1.11.1 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.

A3-4.1.11.2 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).

A3-4.1.12 Alerta

La recepción de un mensaje de información relacionada con 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 ENC).

A3-4.1.13 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.

A3-4.1.14 Actualizaciones

El software/firmware del equipo debe poder actualizarse. La actualización debe realizarse mediante un puerto USB 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.

A3-4.1.15 Función de exploración

Como se indica en el § A3-4.1, 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: 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 del RR en las bandas de 4, 6, 8, 12, 16, 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 emitir, antes de las tramas NAVDAT, una repetición de datos conocidos 8 veces con una duración total de 3,2 segundos (véase el § A3-1.9 y la Fig. 20 en el 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.

A3-5 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 *S/N* para la correcta demodulación del MDFO (MAQ-4, MAQ-16 o MAQ-64).

El receptor NAVDAT del barco debe recibir las dos frecuencias internacionales NAVDAT: 500 kHz y 4 226 kHz, pero también la banda de frecuencias 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

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 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)
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(μV/m)

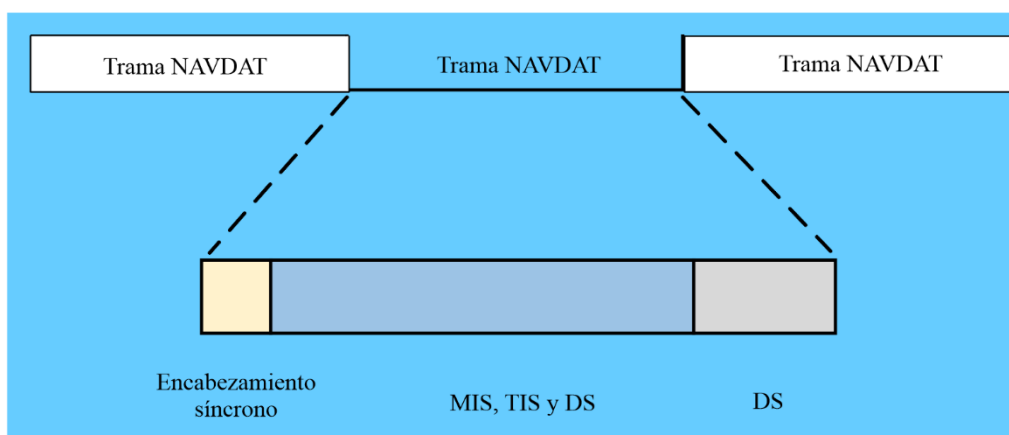
Anexo 4

Estructura de transmisión

A4-1 Estructura de tramas

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

FIGURA 24
Estructura de tramas NAVDAT



M.2058-24

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.

A4-2 Encabezamiento de sincronización

El encabezamiento de sincronización es el primer símbolo MDFO de cada trama que el receptor sincroniza. La información de cada subportadora se muestra en el Cuadro 9.

CUADRO 9

Secuencia de encabezamiento de sincronización (en modo A)

Ancho de banda y número de subportadoras	Secuencia de encabezamiento de sincronización
10 kHz 229	-1 1 1 1 1 1 1 -1 1 1 -1 -1 1 -1 1 1 1 1 -1 -1 1 -1 1 -1 -1 -1 1 1 1 1 -1 1 -1 -1 -1 -1 1 1 -1 1 1 1 -1 -1 -1 1 1 1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 1 1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 0 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 1 1 1 1 -1 1 -1 1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 1 -1 1 -1 1 1 1 1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 -1 -1 1 1 1 -1 1 1 1 -1 1 1 -1 1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 -1 -1 -1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 1 1 -1 1 1
5 kHz 115	1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 -1 1 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 1 -1 -1 1 -1 -1 -1 1 -1 1 1 1 -1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 0 1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 1 -1 1 1 1 -1 1 -1 1 -1 -1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 1 -1
3 kHz 69	1 -1 -1 1 -1 -1 -1 1 -1 1 1 1 -1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 -1 1 1 0 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 1 -1 1 1
1 kHz 23	1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 -1 1 1 0 1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 -1 -1 1

Secuencia de encabezamiento de sincronización (en modo B)

Ancho de banda y número de subportadoras	Secuencia de encabezamiento de sincronización
10 kHz 207	-1 1 -1 1 1 1 1 1 -1 -1 1 -1 1 -1 -1 -1 1 1 1 1 -1 1 -1 -1 -1 -1 1 1 -1 1 1 1 -1 -1 -1 1 1 1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 1 1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 1 -1 -1 -1 1 -1 1 1 1 -1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 0 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 1 1 1 1 -1 1 -1 1 -1 -1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 1 -1 1 -1 1 1 1 1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 -1 -1 1 1 -1 1 1 1 -1 1 1 -1 1 -1 1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 -1 -1 -1 -1
5 kHz 103	-1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 1 -1 -1 -1 1 -1 1 1 1 -1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 0 1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 1 -1 1 1 1 -1 1 -1 1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 -1 -1
3 kHz 61	-1 -1 -1 1 -1 1 1 1 -1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 -1 1 1 0 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 1
1 kHz 19	1 -1 -1 1 -1 1 -1 1 1 0 1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 -1

Secuencia de encabezamiento de sincronización (en modo C)

Ancho de banda y número de subportadoras	Secuencia de encabezamiento de sincronización
10 kHz 139	-1 1 1 1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 1 1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 -1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 -1 1 1 1 -1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 -1 1 -1 0 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 1 1 1 -1 1 -1 1 -1 -1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 1 -1 1 -1 1 1 1 1 -1 1 1 1 1 -1
5 kHz 69	1 -1 -1 1 -1 -1 -1 1 -1 1 1 1 -1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 1 -1 -1 1 -1 1 -1 0 1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 1 1 1 1
3 kHz 41	1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 1 -1 -1 1 1 -1 1 1 0 -1 1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 1 1
1 kHz 13	1 -1 1 -1 1 1 0 1 -1 -1 -1 1 -1

Para los diferentes anchos de banda de canal, el índice de símbolo MDFO correspondiente al encabezamiento de sincronización se muestra en el Cuadro 10.

CUADRO 10

Índice de los símbolos de encabezamiento de sincronización

Modo	Ns	Índice del símbolo MDFO por trama
A	15	1
B	15	1
C	20	1

A4-3 Flujo de información de modulación

A4-3.1 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 del ancho de banda del canal: 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).

- día y hora: 17 bits;
- reservado 1 (para MAQ-4): 11 bits (por defecto: 0);
- reservado 2 (para MAQ-16): 87 bits (por defecto: 0);
- VRC: 8 bits.

CUADRO 14

Codificación del flujo de datos

Patrones de bits	Modo de transmisión		
	Ancho de banda de canal (kHz)	Velocidad de código	Modulación
00000	1	0,5	MAQ-4
00001	1	0,75	MAQ-4
00010	1	0,5	MAQ-16
00011	1	0,75	MAQ-16
00100	1	0,5	MAQ-64
00101	1	0,75	MAQ-64
01000	3	0,5	MAQ-4
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 15

Identificador del transmisor

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

La codificación del encabezamiento **I** y **D** debe ser en ASCII de 5 bits.

La codificación de las zonas debe hacerse en binario sobre 8 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.

Ejemplos de códigos de identificación de estaciones costeras

Una estación NAVDAT situada en NAVAREA/METAREA III (3) y que transmite en 4 226 kHz tendría la siguiente identidad (con la numeración 85 atribuida a la estación):

I	01001001	8 bits ASCII
D	01000100	8 bits ASCII
3	00011	5 bits binarios
85	00001010101	11 bits binarios
Total		32 bits

CUADRO 16

Información de tiempo

Parámetro	Número de bit	Descripción
Hora de inicio en UTC	5	Hora
Minuto de inicio en UTC	6	Minuto
Duración de la radiodifusión	6	De 0 a 59 minutos

CUADRO 17

Modo de robustez

Modo	Patrón de bits
A	000
B	001
C	010
D	011

Símbolo	Número de subportadora
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

Para un ancho de banda de 1 kHz en modo C

Símbolo	Número de subportadora
2	-6, -4, -2, 2, 4, 6
3	-6, -4, -2, 2, 4, 6
4	-6, -4, -2, 2, 4, 6
5	-6, -4, -2, 2, 4, 6
6	-6, -4, -2, 2, 4, 6
7	-6, -4, -2, 2, 4, 6
8	-6, -4, -2, 2, 4, 6
9	-6, -4, -2, 2, 4, 6
10	-6, -4, -2, 2, 4, 6
11	-6, -4, -2, 2, 4, 6
12	-6, -4, -2, 2, 4, 6
13	-6, -4, -2, 2, 4, 6
14	-6, -4, -2, 2, 4, 6
15	-6, -4, -2, 2, 4, 6
16	-6, -4, -2, 2, 4, 6
17	-6, -4, -2, 2, 4, 6
18	-4, -2, 2, 4

A4-5 Flujo de datos

A4-5.1 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 también 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 19

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 23).

La primera información del campo de datos es el modo de difusión, que se define en el Cuadro 20.

CUADRO 20

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

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"

Posición 4: 33°04'56" N y 127°30'28"

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 el nivel del mensaje: Rutinario, Importante o Vital según el Cuadro 21.

CUADRO 21

Nivel del mensaje

Codificación	Nivel de definición
00	Rutina
01	Seguridad
10	Urgencia
11	Socorro

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

Por ejemplo: 1 = 0000000001

999 = 1111100111

La cuarta información especifica el asunto del mensaje según el Cuadro 27 (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.

A4-5.2 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 14). El Cuadro 22 muestra los parámetros LDPC de los modos A, B y C para todos los anchos de banda.

CUADRO 22

Parámetros de comprobación de paridad de baja densidad 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 (kbit/s)
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
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 23

Parámetros de comprobación de paridad de baja densidad del flujo de datos para el modo B

Ancho de banda	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
1	18*14	47	205	MAQ-16	100	104*4	(156,208)	0,70
1	18*14	47	205	MAQ-64	100	104*6	(104,208)	0,66
1	18*14	47	205	MAQ-64	100	104*6	(156,208)	1,05

CUADRO 24

Parámetros de comprobación de baja densidad del flujo de datos para el modo C

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	138*19	35*19	1957	MAQ-4	100	1856*2	(1856,3712)	4,60
10	138*19	35*19	1957	MAQ-4	100	1856*2	(2784,3712)	6,92
10	138*19	35*19	1957	MAQ-16	100	1856*4	(1856,3712)	9,20
10	138*19	35*19	1957	MAQ-16	100	1856*4	(2784,3712)	13,84
10	138*19	35*19	1957	MAQ-64	100	1856*6	(1856,3712)	13,80
10	138*19	35*19	1957	MAQ-64	100	1856*6	(2784,3712)	20,76
5	68*19	17*19	969	MAQ-4	100	868*2	(868,1736)	2,13
5	68*19	17*19	969	MAQ-4	100	868*2	(1302,1736)	3,22
5	68*19	17*19	969	MAQ-16	100	868*4	(868,1736)	4,26
5	68*19	17*19	969	MAQ-16	100	868*4	(1302,1736)	6,43
5	68*19	17*19	969	MAQ-64	100	868*6	(868,1736)	6,39
5	68*19	17*19	969	MAQ-64	100	868*6	(1302,1736)	9,65
3	40*19	10*19	570	MAQ-4	100	470*2	(470,940)	1,14
3	40*19	10*19	570	MAQ-4	100	470*2	(705,940)	1,72
3	40*19	10*19	570	MAQ-16	100	470*4	(470,940)	2,27
3	40*19	10*19	570	MAQ-16	100	470*4	(705,940)	3,45
3	40*19	10*19	570	MAQ-64	100	470*6	(470,940)	3,41
3	40*19	10*19	570	MAQ-64	100	470*6	(705,940)	5,17
1	12*19	3*19	171	MAQ-4	100	70*2	(70,140)	0,14
1	12*19	3*19	171	MAQ-4	100	70*2	(105,140)	0,22
1	12*19	3*19	171	MAQ-16	100	70*4	(70,140)	0,27
1	12*19	3*19	171	MAQ-16	100	70*4	(105,140)	0,45
1	12*19	3*19	171	MAQ-64	100	70*6	(70,140)	0,41
1	12*19	3*19	171	MAQ-64	100	70*6	(105,140)	0,67

A4-6 Códigos de verificación de paridad de baja densidad

El código LDPC es un código de bloque lineal que puede definirse de manera unívoca gracias a la matriz de verificación de paridad H. Habida cuenta de que, en la matriz de verificación de paridad H, el número «1» es mucho menor que el número «0», la denominación establecida es «código de verificación de baja densidad». Entre las características de la matriz H figura la diagonal doble.

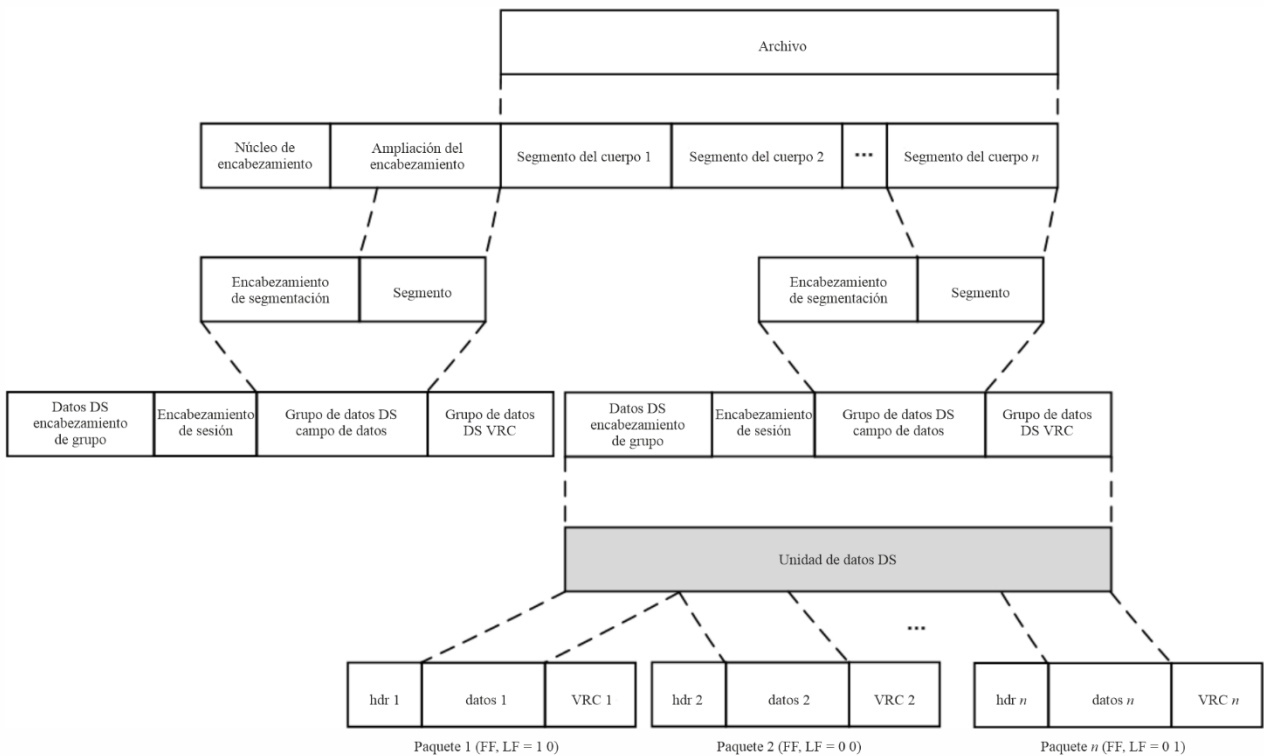
La matriz de control H puede expresarse como una matriz exponencial que se muestra a continuación:

Anexo 5

Estructura del archivo mensaje

La Figura 25 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.

FIGURA 25
Estructura del archivo mensaje



CUADRO 25

La estructura del encabezamiento del mensaje

Parámetro	Número de bits	Descripción
Modo de difusión	2	00 Difusión general 01 Buque selectivo 10 Grupo de buques 11 Área selectiva
Detalle de los modos de difusión 00, 01 y 10	36	1 Cuando el modo de difusión = 00 Todos los bits son = 0 2 Mientras el modo de difusión es 01 o 10, la identidad se define en 9 bits según la Rec. UIT-R M.493 cada dígito consta de 4 bits y el número de bits es 36
Detalle del modo de difusión 11	512	La zona está definida por cuatro posiciones geográficas en 512 bits (véase el Cuadro 20 y la nota)
Prioridad (nivel del mensaje)	2	00 Rutina 01 Seguridad 10 Urgencia 11 Socorro
Asunto del mensaje	6	Consulte el Cuadro 24
Numeración del mensaje	10	1 a 999
Recuento de difusiones	4	Se utiliza para la difusión múltiple del mismo archivo (de 1 a 15)
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)
CRC	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

Modo de red monofrecuencia de Digital Radio Mondiale

A6-1 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.

A6-1.1 Modo de funcionamiento de red monofrecuencia

El sistema NAVDAT es capaz de funcionar en el denominado modo de funcionamiento de «red monofrecuencia (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**Frecuencias para el sistema NAVDAT HF**

CUADRO 26

Frecuencias para el sistema NAVDAT HF

Canal	Banda de frecuencias marítima	Frecuencia central (kHz)	Límites (kHz)
C1	4 MHz	4 226	4 221 a 4 231
C2	6 MHz	6 337,5	6 332,5 a 6 342,5
C3	8 MHz	8 443	8 438 a 8 448
C4	12 MHz	12 663,5	12 658,5 a 12 668,5
C5	16 MHz	16 909,5	16 904,5 a 16 914,5
C6	22 MHz	22 450,5	22 445,5 a 22 455,5

La principal frecuencia internacional NAVDAT en ondas decamétricas (HF) es de 4 226 kHz.

Anexo 8

Códigos de mensajes de asunto NAVDAT

Esta lista es meramente informativa.

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			X
2	Alerta costera	000001		X
3	Alerta local (sólo en servicios NAVDAT nacionales)	000010		X
4	peligros a la deriva (incluidos barcos abandonados, hielo, minas, contenedores, otros objetos grandes de más de 6 metros de longitud, etc.)	000011		X
5	reserva	000100		
6	reserva	000101		
7	Ningún mensaje	000110		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	reserva	001101		
14	reserva	001110		

CUADRO 27 (continuación)

Información de seguridad marítima (ISM)				
Código del mensaje de asunto	Tipos de mensaje	Codificación	puede ser rechazado	
			SÍ	NO
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	reserva	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	reserva	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	reserva	010110		
23	reserva	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	reserva	011010		
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	reserva	100000		X
33	reserva	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	

CUADRO 27 (continuación)

Información de seguridad marítima (ISM)				
Código del mensaje de asunto	Tipos de mensaje	Codificación	puede ser rechazado	
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	reserva	101010		
43	reserva	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	
50	reserva	110010		
51	reserva	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	

CUADRO 27 (*fin*)

Información de seguridad marítima (ISM)				
Código del mensaje de asunto	Tipos de mensaje	Codificación	puede ser rechazado	
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 mediante un puerto USB 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.