

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R M.2058-0
(02/2014)

Características del sistema digital «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 el Anexo 1 a 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, 2015

© UIT 2015

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.2058-0

Características del sistema digital «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)

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, destinado a la difusión digital de costa-barco de información de seguridad marítima e información de seguridad conexas. Las características operativas y la arquitectura de este sistema de radiocomunicaciones se describen en los Anexos 1 y 2. Las dos modalidades de difusión de datos se detallan en los Anexos 3 y 4. El sistema NAVDAT HF es complementario del sistema NAVDAR 500 kHz, descrito en la Recomendación UIT-R M.2010 en términos de cobertura radioeléctrica.

Palabras clave

Ondas decamétricas, marítimo, NAVDAT, difusión, digital

Siglas y acrónimos/glosario

BER	Tasa de errores en los bits
DRM	Digital Radio Mondiale
DS	Flujo de datos
SMSSM	Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos
GNSS	Sistema mundial de navegación por satélite
HF	Ondas decamétricas
OMI	Organización Marítima Internacional
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
LF	Ondas kilométricas
MER	Tasa de errores de modulación
MF	Ondas hectométricas
MIS	Flujo de información de modulación
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)
NVIS	Ondas ionosféricas con incidencia casi vertical
MDFO	Multiplexación por división de frecuencia ortogonal
MAQ	Modulación de amplitud en cuadratura
PEP	Potencia de cresta de la envolvente
RMS	Valor cuadrático medio
SFN	Red monofrecuencia
SIM	Sistema de información y gestión

S/N	Relación señal-ruido
TIS	Flujo de información del transmisor
WRC	Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones

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 (MF) tiene una cobertura geográfica limitada,

reconociendo

que el Sistema Digital Radio Mondiale (DRM) mencionado en el Anexo 4 se ha incorporado en la Recomendación UIT-R BS.1514-2,

observando

que la Recomendación UIT-R M.2010 describe el sistema NAVDAT a 500 kHz,

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 el Anexo 3 o el Anexo 4;
- 4 que las frecuencias enumeradas en el Anexo 5, que corresponden al Apéndice 17, se utilicen para la explotación del sistema NAVDAT HF.

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 OMI.

Este sistema NAVDAT también podría utilizar una red monofrecuencia (SFN), como se describe en el Anexo 4. 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 HF permite la transmisión gratuita por difusión de cualquier tipo de mensaje de costa a barco, con posibilidad de encriptación.

1 Tipos de mensajes

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;
- pirateo;
- búsqueda y rescate;
- mensajes de meteorología;
- mensaje del piloto o del puerto;
- transferencia de ficheros del servicio de tráfico de barcos.

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 barcos o una zona de navegación específica.

2.3 Mensaje dedicado

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

Anexo 2

Arquitectura del sistema

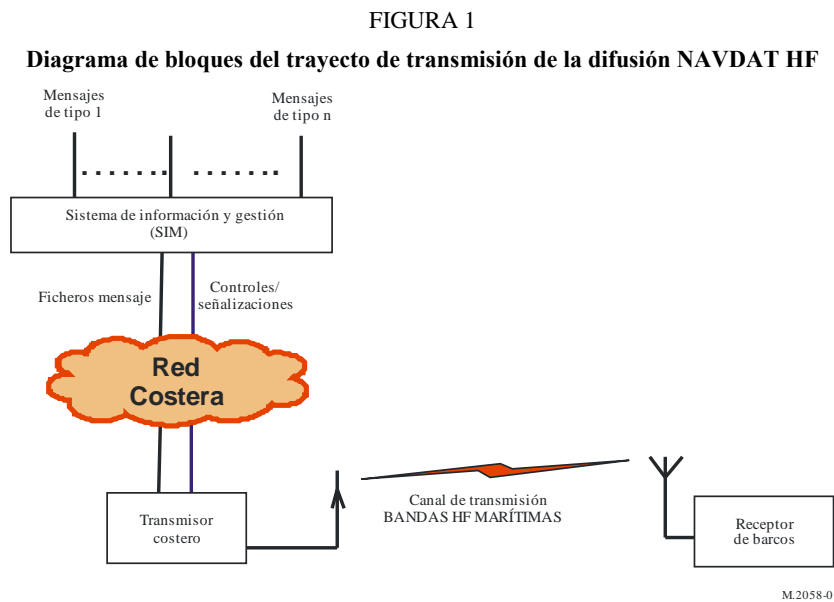
1 Trayecto de transmisión de difusión

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.

- 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.
- 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.

En la Figura 1 se muestra el diagrama de bloques del trayecto de transmisión de la difusión.



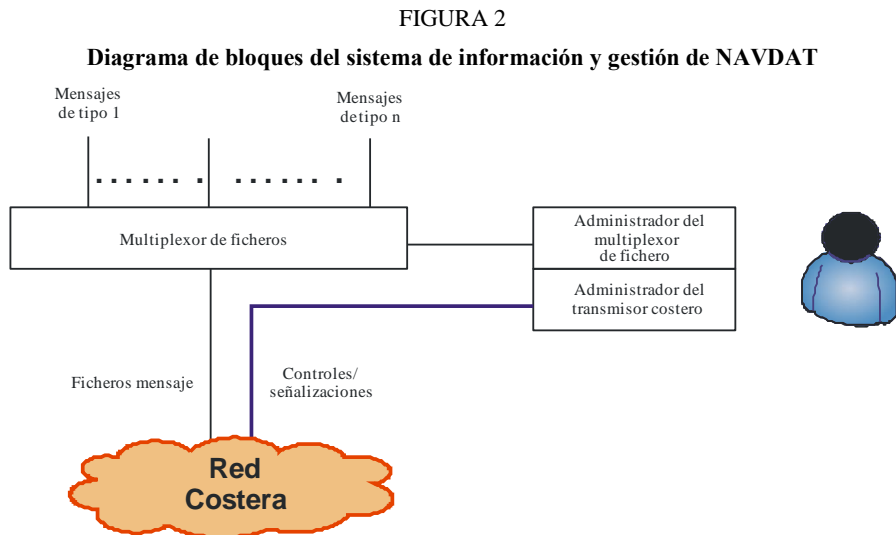
1.1 Sistema de información y gestión

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 2 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, 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.

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 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 el estado del transmisor mediante las indicaciones tales como:

- acuse de recibo de transmisión;
- alarmas;
- potencia de transmisión efectiva;
- informe de sincronización;

Y controlar parámetros del transmisor, como por ejemplo:

- potencia de transmisión;
- parámetros MDFO (soportadoras piloto, 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.

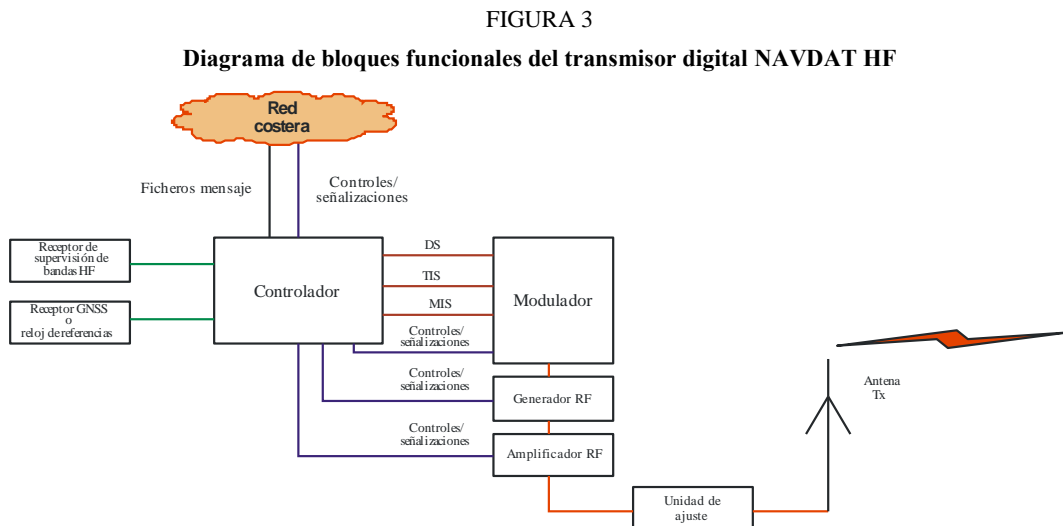
1.3 Descripción del transmisor costero

La estación transmisora costera consta de la siguiente configuración mínima:

- un servidor local conectado a un acceso protegido;
- un modulador MDFO;
- un amplificador RF en HF;
- una antena de transmisión con unidad de concordancia;
- un receptor 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 3 se muestra el diagrama de bloques de un transmisor digital HF.



M.2058-03

1.3.2 Controlador

La función del controlador es:

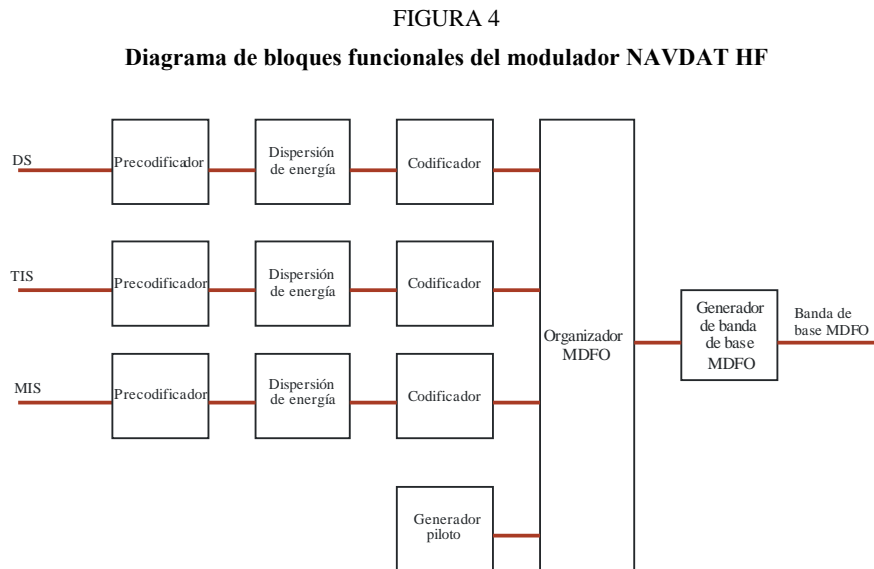
- comprobar si la banda de frecuencia está libre antes de transmitir;
- sincronizar todas las señales en la estación costera con el reloj de sincronización;
- controlar los parámetros de transmisión, hora y programación;
- formatear los ficheros mensaje que se van a transmitir (divididos en paquetes).

Esta unidad recibe cierta información:

- ficheros mensaje del SIM;
- GNSS o reloj atómico para la sincronización;
- Señal HF procedente del receptor de supervisión;
- Señales de control del transmisor y del modulador HF.

1.3.3 Modulador

En la Figura 4 se muestra el diagrama del modulador.



M.2058-04

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 (§ 1.3.3.3).

1.3.3.1.1 Flujo de información de modulación

Este flujo se utiliza para facilitar información sobre:

- el grado de ocupación del espectro;
- 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.

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 mediante la propagación por ondas ionosféricas,

- el identificador del transmisor,
- la fecha y la hora.

El TIS puede codificarse con MAQ-4 ó -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 corrección 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 en 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.

1.3.5 Amplificador 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 RF, que debe permanecer en el intervalo de 7 a 10 dB a la salida del amplificador RF para obtener una tasa de errores de modulación (MER) correcta.

La potencia RF de salida del transmisor costero puede ajustarse hasta 10 kW PEP con arreglo a las bandas de frecuencia:

Máxima potencia RF de salida: 4 MHz: 5 kW, 6 MHz: 5 kW, 8 MHz: 10 kW
 12 MHz: 10 kW, 16 MHz: 10 kW,
 18/19 MHz: 10 kW, 22 MHz: 10 kW

1.3.6 Antena de transmisión con unidad de ajuste

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

NOTA – No resulta necesario en caso de utilizar una antena de banda ancha.

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.

1.3.8 Receptor de supervisión

El receptor de supervisión comprueba que la frecuencia esté libre antes de iniciar la transmisión y ofrece la posibilidad de verificar la transmisión.

1.4 Canal de transmisión: estimación de la cobertura radioeléctrica

Las frecuencias HF dependen totalmente de las reglas de propagación por ondas ionosféricas (reflexión en la ionosfera) que guardan relación con parámetros tales como: día o noche, hora, estación del año, ciclo de manchas solares, tipo de antena de transmisión y ruido radioeléctrico en la zona de recepción.

Habida cuenta de lo anterior, es necesario utilizar en todo momento la frecuencia adecuada. Hay software de propagación HF que podría ayudar a seleccionar la frecuencia adecuada. También puede utilizarse una antena NVIS para mejorar la cobertura regional. Otra posibilidad es la multidifusión mediante el acoplamiento de todos los transmisores en una antena de banda ancha.

El receptor de barco también puede escanear todas las frecuencias permitidas a fin de seleccionar la señal mejor recibida (véase el Anexo 3, § 1.6).

Anexo 3

Características técnicas de NAVDAT HF

1 Principio de modulación

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

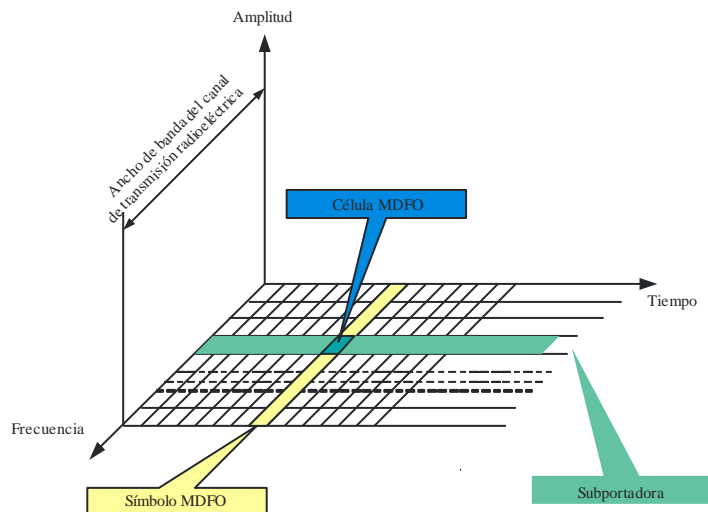
1.1 Introducción

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.

FIGURA 5
Introducción a la MDFO



M.2058-05

1.2 Principio

La MDFO utiliza un gran número de subportadoras ortogonales cercanas 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.

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.

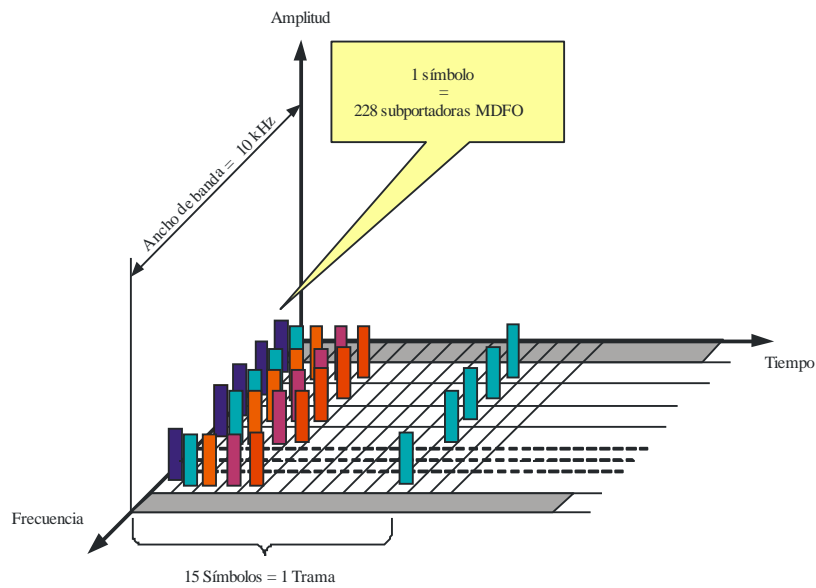
En cada símbolo MDFO se inserta un intervalo de guarda (T_d) para reducir el efecto de los trayectos múltiples, reduciendo así la interferencia entre símbolos.

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

Los símbolos MDFO se concatenan para constituir una trama MDFO.

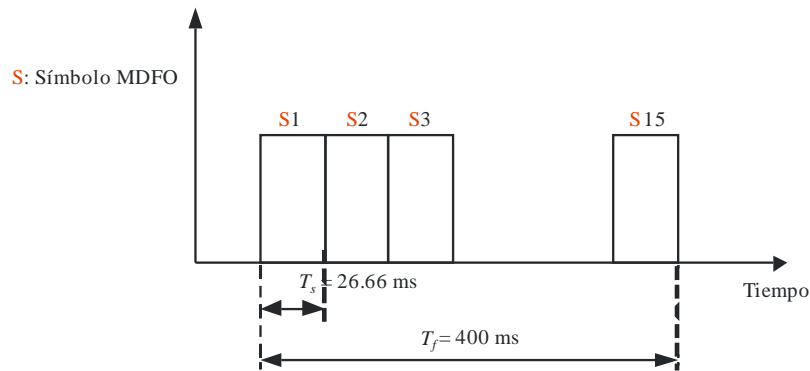
La duración de la trama MDFO es T_f .

FIGURA 6
Representación espectral de una trama MDFO



M.2058-06

FIGURA 7
Representación temporal de una trama MDFO



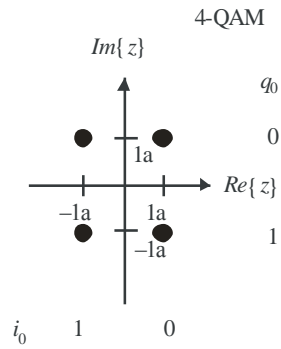
M.2058-07

1.3 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).

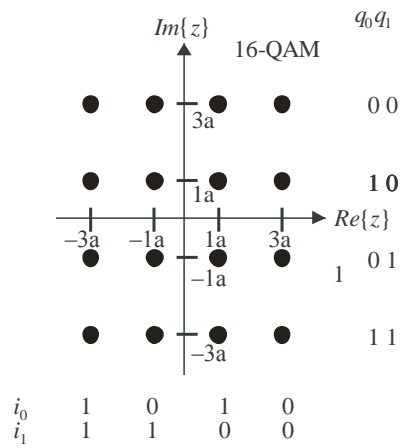
El esquema de modulación es función de la robustez deseada de la señal.

FIGURA 8
Constelación MAQ-4



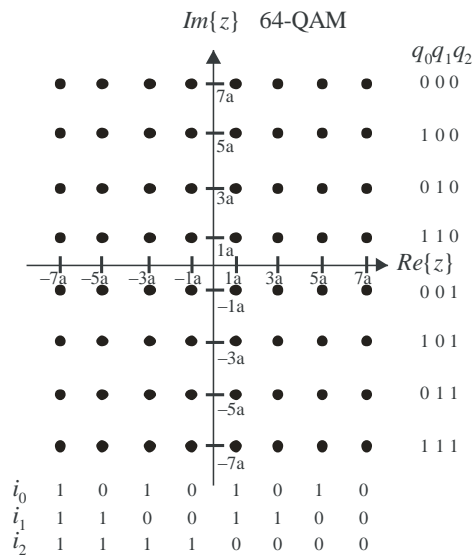
M.2058-08

FIGURA 9
Constelación MAQ-16



M.2058-09

FIGURA 10
Constelación MAQ-64



M.2058-10

1.4 Sincronización

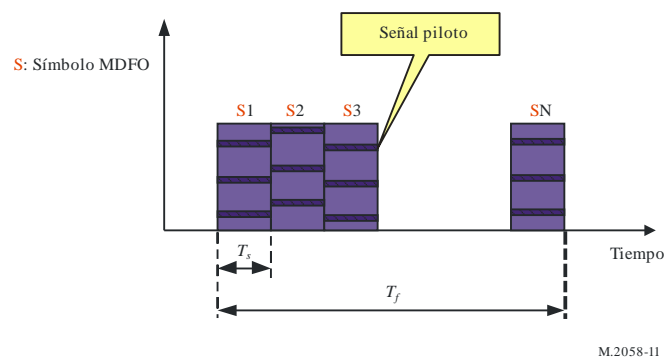
Para una correcta demodulación de las subportadoras, la respuesta del canal radioeléctrico debe estar determinada para cada subportadora, siendo recomendable la ecualización. Por este motivo, algunos símbolos MDFO pueden transportar señales piloto.

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 es función de la robustez deseada de la señal.

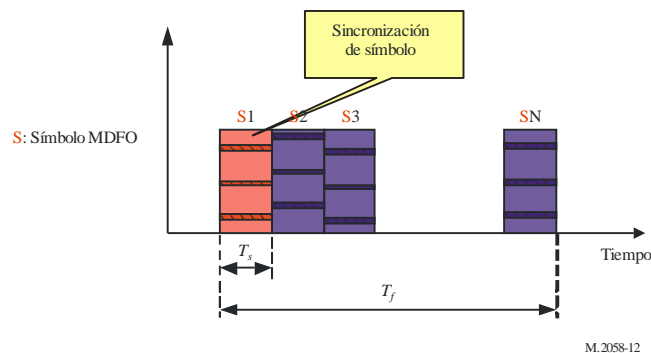
FIGURA 11
Señal piloto MDFO



M.2058-11

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

FIGURA 12
Sincronización de símbolos

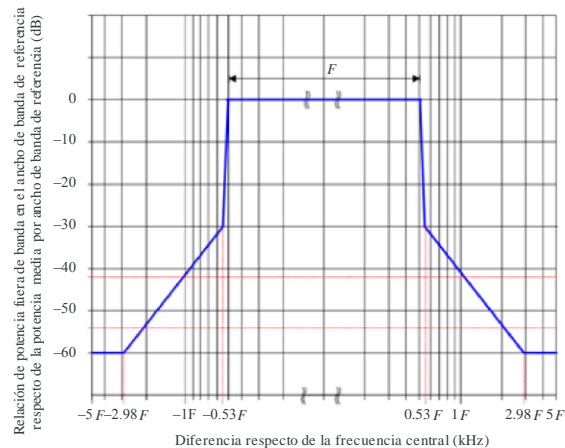


M.2058-12

1.5 Máscara de transmisión de la señal RF

FIGURA 13

Máscara de transmisión de la señal NAVDAT RF con ancho de banda $F = 10$ kHz



M.2058-13

1.6 Secuencia para la posibilidad de barrido en recepción

Para llevar a cabo la cobertura radioeléctrica oceánica o regional marítima deseada, cada estación costera de NAVDAT HF debe utilizar la frecuencia adecuada teniendo en cuenta las condiciones de propagación por ondas ionosféricas (Canales 1 a 6).

Por definición, esta frecuencia varía durante la noche/día.

Si la cobertura radioeléctrica requerida es importante (por ejemplo, transoceánica), la estación costera NAVDAT tendrá que utilizar varias frecuencias para la difusión de mensajes NAVDAT.

Las estaciones costeras que emplean antenas de banda ancha o granjas de antenas pueden transmitir simultáneamente a varias frecuencias. Esto presenta la ventaja de limitar el tiempo total de transmisión y reducir el riesgo de interferencia con otras estaciones costeras.

El receptor de barco seleccionará la mejor frecuencia adaptada a su zona de navegación en el momento de recepción, es decir, la que ofrece la mejor S/N (relación señal ruido).

Así, el receptor de barco está en modo vigilancia y barre las frecuencias atribuidas a la estación NAVDAT HF (Anexo 5).

Para que los receptores puedan seleccionar la mejor frecuencia utilizable, antes de difundir mensajes NAVDAT cada estación costera transmite tres veces una secuencia de 500 ms, en cada frecuencia atribuida, separada por una pausa de 200 a 1 000 ms, lo que permite a la estación costera modificar la frecuencia y el sistema de antena, en caso necesario.

Durante cada secuencia de 500 ms, la estación costera transmite:

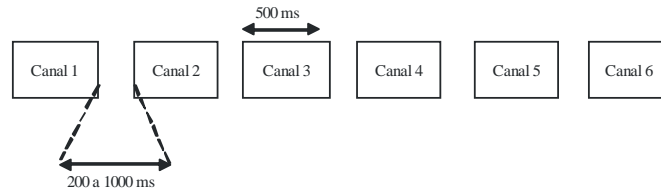
- señales de sincronización;
- la identidad de la estación costera;
- la lista de frecuencias utilizadas por la estación costera (Canales 1 a 6).

La duración total de estas transmisiones será como máximo de $6 \times 500 = 3\,000$ ms, cifra a la que hay que sumar la duración de las pausas de $5 \times 200 = 1\,000$ ms como mínimo a $5 \times 1\,000 = 5\,000$ ms, por lo que el total máximo es de 8 000 ms. Si las estaciones costeras utilizan, por ejemplo, sólo tres frecuencias, la duración de la transmisión sería de $3 \times 500 = 1\,500$ ms más la duración de las pausas

de $2 \times 200 = 400$ ms como mínimo a $2 \times 1\,000$ ms = 2 000 ms, obteniéndose una duración máxima total de 3 500 ms.

Aparte de la selección automática de la mejor frecuencia recibida, el receptor también tendrá la posibilidad de elegir una o varias estaciones costeras.

FIGURA 14
Secuencia de transmisión de mensajes NAVDAT



M.2058-14

2 Velocidad de datos utilizable estimada

En el ancho de banda del canal 10 kHz con propagación HF, la velocidad de datos brutos para el flujo de datos 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 10 y 15 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.

3 Receptor de barco NAVDAT

3.1 Descripción del receptor de barco NAVDAT

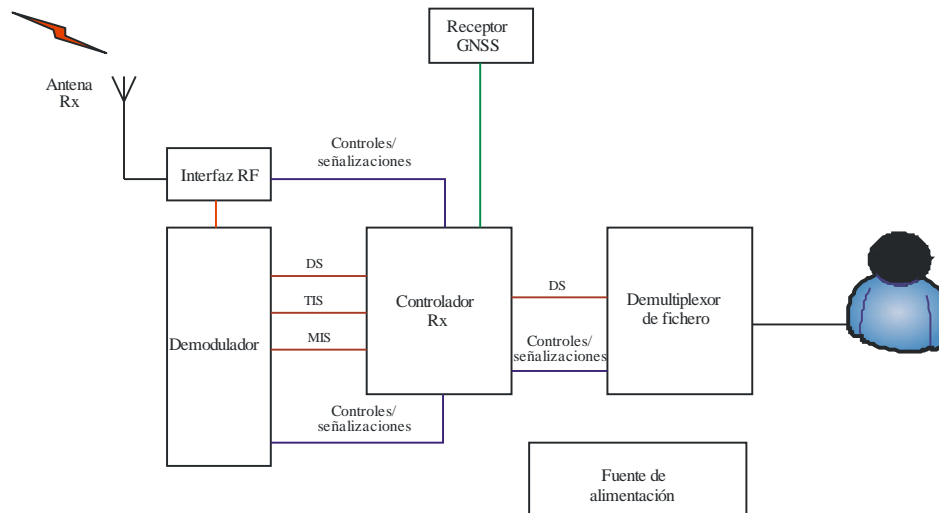
La Figura 15 ilustra el diagrama de bloques del receptor de barco.

El receptor NAVDAT HF puede ser plenamente compatible con el receptor NAVDAT MF si se adapta la interfaz para recibir frecuencias de 500 kHz + frecuencias HF. Se permite el barrido de canales HF pero la recepción a 500 kHz y HF están completamente separadas y son independientes. La antena puede ser idéntica a una antena de látigo activa.

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

- antena de recepción y antena GNSS;
- Interfaz RF;
- demodulador;
- demultiplexor de ficheros;
- controlador;
- fuente de alimentación.

FIGURA 15
Diagrama lógico del receptor NAVDAT



M.2058-15

3.1.1 Antena de recepción y antena del sistema mundial de navegación por satélite

La antena receptora puede ser una antena de campo H (recomendado en un barco ruidoso) o una antena de campo E .

También se necesita una antena del GNSS (o la conexión al receptor GNSS disponible en el barco) para poder obtener la posición del barco.

3.1.2 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 requiere una sensibilidad y una gama dinámica elevadas.

3.1.3 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;
- plan de subportadoras;
- 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 S/N ;

- BER;
- MER.

3.1.4 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);
- descrypta 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;
- enviarse directamente a la aplicación final.

Se debe disponer de una interfaz hombre-máquina para poder mostrar los mensajes especiales y configurar la interfaz con los dispositivos de abordo especiales de la aplicación (por ejemplo, navegación electrónica) y gestionar los permisos de abordo (identificación del barco, encriptación). Esta interfaz puede consistir en una aplicación especial que se ejecuta en un computador externo, mientras que el receptor puede ser una caja negra.

3.1.5 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, descrypta los errores).

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

3.1.6 Fuente de alimentación

La fuente de alimentación principal debe adaptarse a la fuente de alimentación principal del barco.

4 Especificaciones 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 buena demodulación del MDFO (MAQ-4, MAQ-16 o MAQ-64).

CUADRO 1

Especificaciones de funcionamiento del receptor del barco NAVDAT HF

Banda de frecuencias	Banda marítima de 4 a 22 MHz
Protección del canal adyacente	> 40 dB @ 5 kHz
Factor de ruido	< 10 dB
Sensibilidad utilizable para BER = 10^{-4} después de la corrección de errores	< -100 dBm
Dinámica	> 80 dB
Mínimo campo RF utilizable (con antena de recepción adaptada)	20 dB(μ V/m)

Anexo 4**Modo de red monofrecuencia de Digital Radio Mondiale****1 Descripción de Digital Radio Mondiale**

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 DRM 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.

Anexo 5**Frecuencias para el sistema NAVDAT HF**

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