

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R BT.2016-2 (12/2020)

**Métodos de corrección de errores,
configuración de la trama de datos,
modulación y emisión para la radiodifusión
terrenal de multimedios a efectos
de la recepción móvil mediante
receptores manuales en las bandas
de ondas métricas/decimétricas**

**Serie BT
Servicio de radiodifusión (televisión)**



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	Radio astronomía
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, 2021

© UIT 2021

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 BT.2016-2

Métodos de corrección de errores, configuración de la trama de datos, modulación y emisión para la radiodifusión terrenal de multimedios a efectos de la recepción móvil mediante receptores manuales en las bandas de ondas métricas/decimétricas

(2012-2013-2020)

Cometido

La presente Recomendación define los métodos de corrección de errores, configuración de la trama de datos, modulación y emisión para la radiodifusión terrenal de multimedios a efectos de la recepción móvil mediante receptores manuales en las bandas de ondas métricas/decimétricas.

Palabras clave

Corrección de errores, configuración de la trama de datos, características de modulación, métodos de emisión, radiodifusión de multimedios terrenal, recepción móvil, dispositivo manual

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que los sistemas de radiodifusión de multimedios digital se han aplicado, o está prevista su introducción, en muchos países utilizando la capacidad propia de los sistemas de radiodifusión digital;
- b) que los sistemas de emisión terrenal para la recepción móvil mediante receptores manuales requieren características técnicas específicas debido a las características peculiares de propagación;
- c) que la interoperabilidad entre los multimedios y la televisión digital y los sistemas de radiodifusión sonora digital podría ofrecer la posibilidad de reutilización de la infraestructura de radiodifusión existente para servicios multimedios;
- d) que las Recomendaciones UIT-R BT.1306 y UIT-R BT.1877 especifican métodos de corrección de errores, configuración de la trama de datos, modulación y emisión para la radiodifusión de televisión digital terrenal;
- e) que la Recomendación UIT-R BS.1114 especifica métodos de corrección de errores, configuración de la trama de datos, modulación y emisión así como características de sistemas de capa superior para la radiodifusión sonora digital terrenal;
- f) que la Recomendación UIT-R BT.1833 y el Informe UIT-R BT.2049 describen requisitos de usuarios extremos y características de sistemas de capa superior para los sistemas de radiodifusión de multimedios a efectos de la recepción móvil mediante receptores manuales,

recomienda

1 que las administraciones que deseen introducir la radiodifusión de multimedios terrenal a efectos de la recepción móvil mediante receptores manuales en las bandas de ondas métricas/decimétricas utilicen uno o varios (dependiendo del mercado de radiodifusión multimedios) de los sistemas abarcados por los métodos de corrección de errores, configuración de la trama de datos, modulación y emisión descritos en el Anexo 1.

NOTA 1 – Los Cuadros 1 y 2 del Anexo 1 se pueden utilizar para evaluar las respectivas características de los sistemas cuando se selecciona un sistema específico.

Anexo 1

En el Cuadro 1 se ofrecen datos sobre sistemas de emisión para la radiodifusión terrenal de multimedios a efectos de la recepción móvil mediante receptores manuales en las bandas de ondas métricas/decimétricas. En los Adjuntos 1, 2 y 3 figura información complementaria para los sistemas.

En el Cuadro 2 se ofrecen las características técnicas de cada sistema descrito en el Cuadro 1 que tienen que ver con diversos aspectos de la aplicación e implantación.

CUADRO 1
Parámetros para sistemas de emisión

	Parámetros	Sistema multimedios A	Sistema multimedios F	Sistema multimedios I	Sistema multimedios H	Sistema multimedios T2	Sistema multimedios R
1	Anchuras de banda de canal	1,712 MHz	1/14 × n de a) 6 MHz b) 7 MHz c) 8 MHz $n \geq 1^{(*2-1)}$	a) 1,7 MHz b) 5 MHz c) 6 MHz d) 7 MHz e) 8 MHz	a) 5 MHz b) 6 MHz c) 7 MHz d) 8 MHz	a) 1,7 MHz b) 5 MHz c) 6 MHz d) 7 MHz e) 8 MHz	a) 100 kHz b) 200 kHz c) 250 kHz
2	Anchura de banda utilizada	1,536 MHz	«Separación de las subportadoras» (véase la fila 5) + 1/14 × n × a) 6 MHz b) 7 MHz c) 8 MHz $n \geq 1^{(*2-1)}$	a) 1,52 MHz b) 4,75 MHz c) 5,71 MHz d) 6,66 MHz 7,61 MHz	a) 4,75 MHz b) 5,71 MHz c) 6,66 MHz d) 7,61 MHz	a) 1,52 MHz b) 4,75 MHz c) 5,71 MHz d) 6,66 MHz e) 7,61 MHz	a) 96,0 kHz b) 185,6 kHz c) 246,2 kHz
3	Número de segmentos	1	$n \geq 1^{(*2-1)}$		Número configurable de intervalos de tiempo por anchura de banda	Configurable	1
4	Número de subportadoras por segmento	192 384 768 1 536	108 (modo 1) 216 (modo 2) 432 (modo 3)	853 (modo 1k) 1 705 (modo 2k) 3 409 (modo 4k) 6 817 (modo 8k)	1 705 (modo 2k) 3 409 (modo 4k) 6 817 (modo 8k)	1 705 (modo 2k) 3 409 (modo 4k) 6 817 (modo 8k) 13 633 (modo 16k)	215 (100 kHz) 439 (200 kHz) 553 (250 kHz)

CUADRO 1 (continuación)

	Parámetros	Sistema multimedios A	Sistema multimedios F	Sistema multimedios I	Sistema multimedios H	Sistema multimedios T2	Sistema multimedios R
5	Separación de las subportadoras	a) 8 kHz b) 4 kHz c) 2 kHz d) 1 kHz	a) 3,968 kHz (modo 1) ^(*)2-2) 1,984 kHz (modo 2) 0,992 kHz (modo 3) b) 4,629 kHz (modo 1) 2,314 kHz (modo 2) 1,157 kHz (modo 3) c) 5,291 kHz (modo 1) 2,645 kHz (modo 2) 1,322 kHz (modo 3)	a) 1 786 kHz (1k) b) 5 580,322 Hz (1k) 2 790,179 Hz (2k) 1 395,089 Hz (4k) 697,545 Hz (8k) c) 6 696,42 Hz (1k) 3 348,21 Hz (2k) 1 674,11 Hz (4k) 837,05 Hz (8k) d) 7 812 Hz (1k) 3 906 Hz (2k) 1 953 Hz (4k) 976 Hz (8k) e) 8 929 Hz (1k) 4 464 Hz (2k) 2 232 Hz (4k) 1 116 Hz (8k)	a) 2 790,179 Hz (2k) 1 395,089 Hz (4k) 697,545 Hz (8k) b) 3 348,21 Hz (2k) 1 674,11 Hz (4k) 837,05 Hz (8k) c) 3 906 Hz (2k) 1 953 Hz (4k) 976 Hz (8k) d) 4 464 Hz (2k) 2 232 Hz (4k) 1 116 Hz (8k)	a) 901 Hz (modo 2k) 450 Hz (modo 4k) 225 Hz (modo 8k) 113 Hz (modo 16k) b) 2 790 Hz (modo 2k) 1 395 Hz (modo 4k) 698 Hz (modo 8k) 349 Hz (modo 16k) c) 3 348 Hz (modo 2k) 1 674 Hz (modo 4k) 837 Hz (modo 8k) 419 Hz (modo 16k) d) 3 906 Hz (modo 2k) 1 953 Hz (modo 4k) 977 Hz (modo 8k) 488 Hz (modo 16k) e) 4 464 Hz (modo 2k) 2 232 Hz (modo 4k) 1 116 Hz (modo 8k) 558 Hz (modo 16k)	4 000/9 Hz

CUADRO 1 (continuación)

	Parámetros	Sistema multimedios A	Sistema multimedios F	Sistema multimedios I	Sistema multimedios H	Sistema multimedios T2	Sistema multimedios R
6	Duración del símbolo activo	a) 156 μ s b) 312 μ s c) 623 μ s d) 1 246 μ s	a) 252 μ s (modo 1) ^(*2-2) 504 μ s (modo 2) 1 008 μ s (modo 3) b) 216 μ s (modo 1) 432 μ s (modo 2) 864 μ s (modo 3) c) 189 μ s (modo 1) 378 μ s (modo 2) 756 μ s (modo 3)	a) 560 μ s (1k) b) 179,2 μ s (1k) 358,40 μ s (2k) 716,80 μ s (4k) 1 433,60 μ s (8k) c) 149,33 μ s (1k) 298,67 μ s (2k) 597,33 μ s (4k) 1 194,67 μ s (8k) d) 2 128 μ s (1k) 256 μ s (2k) 512 μ s (4k) 1 024 μ s (8k) e) 112 μ s (1k) 224 μ s (2k) 448 μ s (4k) 896 μ s (8k)	a) 358,40 μ s (2k) 716,80 μ s (4k) 1 433,60 μ s (8k) b) 298,67 μ s (2k) 597,33 μ s (4k) 1 194,67 μ s (8k) c) 256 μ s (2k), 512 μ s (4k), 1 024 μ s (8k) d) 224 μ s (2k), 448 μ s (4k), 896 μ s (8k)	a) 1 109,98 μ s (2k) 2 219,97 μ s (4k) 4 439,94 μ s (8k) b) 358,4 μ s (2k) 716,8 μ s (4k) 1 433,6 μ s (8k) 2 867,2 μ s (16k) c) 298,67 μ s (2k) 597,33 μ s (4k) 1 194,67 μ s (8k) 2 389,33 μ s (16k) d) 256 μ s (2k) 512 μ s (4k) 1 024 μ s (8k) 2 048 μ s (16k) e) 224 μ s (2k) 448 μ s (4k) 896 μ s (8k) 1 792 μ s (16k)	2,25 ms
7	Duración del intervalo de guarda o relación de intervalo de guarda	a) 31 μ s b) 62 μ s c) 123 μ s d) 246 μ s	1/32, 1/16, 1/8, 1/4 de la «duración del símbolo activo» (véase la fila 6)	1/32, 1/16, 1/8, 1/4 de la duración del símbolo activo	1/32, 1/16, 1/8, 1/4 de la duración del símbolo activo	1/128, 1/32, 1/16, 19/256, 1/8, 19/128, 1/4 de la duración del símbolo activo	1/8 de la duración del símbolo activo

CUADRO 1 (continuación)

	Parámetros	Sistema multimedia A	Sistema multimedia F	Sistema multimedia I	Sistema multimedia H	Sistema multimedia T2	Sistema multimedia R
8	Duración de la unidad de transmisión (trama)	96 ms 48 ms 24 ms	204 símbolos MDFO. (Duración del símbolo = duración del intervalo de guarda + duración del símbolo activo)	68 símbolos MDFO. Una supertrama consta de 4 tramas	68 símbolos MDFO. Una supertrama consta de 4 tramas	Flexible con la posibilidad de cambiar trama a trama. Máx. 250 ms	41 símbolos MDFO (103,78125 ms)
9	Sincronización de tiempo/frecuencia	Símbolo nulo, frecuencia central y símbolo de referencia de fase	Portadoras piloto	Portadoras piloto	Intervalo de guarda/Portadoras piloto	Símbolo P1/Intervalo de guarda/Portadoras piloto	Intervalo de guarda/Portadoras piloto
10	Métodos de modulación	T-DMB: MDFOC-MDP-4D AT-DMB: MDFOC-MDP-4D MDFOC-MDP-2 por MDP-4D MDFOC-MDP-4 por MDP-4D	MDP-4D, MDP-4, MAQ-16, MAQ-64	MDP-4, MAQ-16	MDP-4, MAQ-16, MAQ-64, MR-MAQ-16, MR-MAQ-64	MDP-4, MAQ-16, MAQ-64 con o sin rotación de constelación específica para cada conducto de capa física	MDP-4, MAQ-16, MAQ-64 (canal de servicio principal)
11	Codificación interior del canal	T-DMB: Código convolucional (1/4 a 3/4). AT-DMB: Código convolucional + Código turbo (1/4 a 1/2)	Código convolucional, 1/2 de velocidad matriz con 64 estados. Perforación a 2/3, 3/4, 5/6, 7/8 de velocidad	Código turbo de 3GPP2 con tamaño de bloque de información principal de 12 282 bits. Velocidades obtenidas por perforación: 1/5, 2/9, 1/4, 2/7, 1/3, 2/5, 1/2, 2/3	Código convolucional, 1/2 de velocidad matriz con 64 estados. Perforación a 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	Código LDPC con velocidades de código 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4	Código LDPC con velocidades de código aproximadas de 1/2, 2/3, 3/4 (canal de servicio principal)

CUADRO 1 (continuación)

	Parámetros	Sistema multimedios A	Sistema multimedios F	Sistema multimedios I	Sistema multimedios H	Sistema multimedios T2	Sistema multimedios R
12	Entrelazado interior	Entrelazado de tiempo y entrelazado de frecuencias	Entrelazado de frecuencias: Entrelazado interior y entre segmentos Entrelazado de tiempo: Entrelazado convolucional de símbolos 0, 380, 760, 1 520, 3 040 símbolos (modo 1) ^(*)2-2) 0, 190, 380, 760, 1 520 símbolos (modo 2) 0, 95, 190, 380, 760 símbolos (modo 3)	– Entrelazado de frecuencias – Entrelazado de tiempo: Forney con 48 derivaciones MDP-4: 320/9 600 ms MAQ-16:160/4 800 ms	Entrelazado de bits combinado con entrelazado de símbolos nativo o en profundidad	Entrelazado de células, tiempo y frecuencias	Entrelazado de bits, células, tiempo y frecuencias
13	Codificación exterior del canal	Código RS (204, 188, T=8) para el servicio de vídeo y el servicio de vídeo escalable	RS (204, 188, T=8)		Código exterior: RS (204, 188, T = 8). Código decimal exterior IP: MPE-FEC RS (255,191)	BCH (16 200, x, t), x depende de la velocidad de código LDPC. Capacidad de corrección de errores, t = 12 errores	BCH (n, k, t); n, k dependen del ancho de banda del canal y la velocidad de código LDPC; capacidad de corrección de errores t = 10 errores (canal de servicio principal)
14	Entrelazado exterior	Entrelazado convolucional para el servicio de vídeo y el servicio de vídeo escalable	Entrelazado convolucional de bytes, I=12	Entrelazado convolucional de bytes, I=12		Entrelazado de bits (paridad y giro de columna)	

CUADRO 1 (fin)

	Parámetros	Sistema multimedios A	Sistema multimedios F	Sistema multimedios I	Sistema multimedios H	Sistema multimedios T2	Sistema multimedios R
15	Velocidades de datos netas	<ul style="list-style-type: none"> T-DMB: 0,576 a 1,728 Mbit/s AT-DMB: 0,864 a 2,304 Mbit/s en MDP-2 por MDP-4D AT-DMB: 1,152 a 2,88 Mbit/s en MDP-2 por MDP-4D 	$n \times$ a) 0,281 a 1,787 Mbit/s b) 0,328 a 2,085 Mbit/s c) 0,374 a 2,383 Mbit/s	A nivel MPEG-TS y comenzando desde la velocidad de código más baja con GI 1/4 hasta la velocidad más alta con GI 1/32: a) 0,42 a 3,447 Mbit/s b) 1,332 a 10,772 Mbit/s c) 1,60 a 12,95 Mbit/s d) 1,868 a 15,103 Mbit/s e) 2,135 a 17,257 Mbit/s	Depende de la tasa MPE-FCE. Para una tasa MPE-FEC 3/4: a) 2,33-14,89 Mbit/s b) 2,80-17,87 Mbit/s c) 3,27-20,84 Mbit/s d) 3,74-23,82 Mbit/s	La máxima velocidad binaria de entrada en caso del tren de transporte es de 4 Mbits/s	En función de la modulación y la velocidad de código para diferentes anchos de banda de canal: a) 75-341 kbit/s (100 kHz) b) 155-703 kbit/s (200 kHz) c) 196-888 kbit/s (250 kHz)
Referencia	Adjunto 1	Adjunto 2	Adjunto 3	Adjunto 4	Adjunto 5	Adjunto 6	Adjunto 6

(*2-1) El número de segmentos « n » viene determinado por la anchura de banda disponible.

(*2-2) Los modos 1, 2 y 3 se pueden seleccionar en función de la escala de la red de frecuencia única (SFN) y los tipos de recepción de servicios, por ejemplo fijo o móvil. El modo 1 se puede utilizar para el funcionamiento de transmisión única, o para pequeñas redes de frecuencia única; es un modo adecuado para la recepción móvil. El modo 3 se puede utilizar para grandes redes de frecuencia única; es un modo adecuado para la recepción fija. El modo 2 ofrece otra solución de compromiso entre el tamaño de la zona de transmisión y las capacidades de recepción móvil; este modo se debería seleccionar teniendo en cuenta la radiofrecuencia aplicada, la escala de la red de frecuencia única y el tipo de recepción de servicio.

CUADRO 2
Características técnicas de los sistemas

		Sistema multimedios A	Sistema multimedios F	Sistema multimedios I	Sistema multimedios H	Sistema multimedios T2	Sistema multimedios R
1	Interferencia por trayectos múltiples	La elección de cuatro modos de transmisión, utilizando modulación MDFO, ofrece protección flexible y adecuada contra la interferencia por trayectos múltiples en muchas situaciones	La elección de cuatro intervalos de guarda, la elección de tres modos y pilotos dispersos para el símbolo de referencia, utilizando modulación MDFO, ofrece protección flexible y adecuada contra la interferencia por trayectos múltiples en muchas situaciones	La interferencia por trayectos múltiples se mitiga mediante la selección de la duración adecuada del intervalo de guarda (entre 4) y el modo (1k, 2k, 4k u 8k)	La interferencia por trayectos múltiples se mitiga mediante la selección de la duración adecuada del intervalo de guarda (entre 4) y el modo entrelazador interno (2k o 4k) y el modo entrelazador interno (entrelazado en profundidad o nativo)	Posibilidad de elección de 6 intervalos (1/128, 1/32, 1/16, 19/256, 1/8, 19/128, 1/4), 4 modos MDFO, 7 patrones piloto (PP1-PP7), disponibilidad de símbolo P1, SISO/MISO que proporcionan gran robustez en un entorno multitrayecto	La interferencia por trayectos múltiples se mitiga mediante la selección del modo de modulación adecuado (que influye en la duración del entrelazador de bits y células) y la correspondiente duración del entrelazador temporal
2	Entornos de desvanecimiento	La elección de cuatro modos de transmisión, utilizando modulación MDFO, ofrece protección flexible y adecuada en entornos de desvanecimiento en muchas situaciones	La elección de tres modos, la elección del entrelazado de tiempo en hasta aproximadamente 0,8 s y pilotos dispersos para el símbolo de referencia, utilizando modulación MDFO, ofrece protección flexible y adecuada en entornos de desvanecimiento en muchas situaciones	La combinación de código turbo y entrelazador flexible (hasta 10 s) ofrece protección incluso en situaciones muy complicadas, incluida una obstrucción de duración comparable a la longitud del entrelazador		Posibilidad de elección de diferentes modos MDFO, diferente profundidad de entrelazado y mecanismos de entrelazado (aproximadamente 5 etapas de entrelazado y algún entrelazado virtual) que permita un funcionamiento robusto en condiciones de desvanecimiento)	Posibilidad de elección entre diferentes modos de modulación y diferentes duraciones del entrelazador temporal, lo que permite un funcionamiento robusto en condiciones de desvanecimiento

CUADRO 2 (continuación)

		Sistema multimedios A	Sistema multimedios F	Sistema multimedios I	Sistema multimedios H	Sistema multimedios T2	Sistema multimedios R
3	Redes monofrecuencia	El tamaño típico de la célula SFN es de unos 70 km (MDP-4D, 1/2, intervalo de guarda 256 μ s) dependiendo de la frecuencia y de la potencia de transmisión	La SFN es soportada normalmente en 8k de transformada rápida de Fourier (FFT) con una velocidad de código de corrección de errores en recepción (FEC) seleccionable y un esquema de modulación de portadora. La señal de trayectos múltiples de gran retardo causada por SFN es aceptable por un intervalo de guarda amplio de hasta aproximadamente 250 μ s	El radio de la célula SFN depende principalmente de la configuración (SH-A o SH-B) y de la selección de la duración del intervalo de guarda. La distancia SFN típica es de entre 30 y 35 km, ampliable hasta 100 km			El tamaño típico de la célula SFN es de unos 70 km, dependiendo de la frecuencia y de la potencia de transmisión
4	Transmisión simultánea de diferentes niveles de calidad (transmisión jerárquica)	T-DMB: No aplicable AT-DMB: Se pueden establecer independientemente distintos niveles de calidad para cada capa. Además, son posibles hasta cuatro niveles diferentes de calidad de transmisión mediante ajustes en la relación de constelación	Se pueden establecer independientemente distintos niveles de calidad para cada composición básica de segmentos. Además, son posibles hasta tres niveles diferentes de calidad de transmisión mediante una composición de 13 segmentos, y hasta dos niveles de calidad mediante una composición de 3 segmentos	Se apoya completamente la modulación jerárquica. Además, un servicio de baja latencia se puede incorporar a un servicio regular utilizando una característica del entrelazador		Dependiendo de la configuración del sistema seleccionado es posible elegir diferentes tipos de protección contra errores en el servicio para uno o más conductos de capa física (PLP), cada uno con su modulación, codificación y profundidad de entrelazado de tiempo específicos, posibilitando así una robustez específica del servicio	

CUADRO 2 (continuación)

		Sistema multimedios A	Sistema multimedios F	Sistema multimedios I	Sistema multimedios H	Sistema multimedios T2	Sistema multimedios R
5	Eficacia espectral (bit/s/Hz)	<p>T-DMB: de 0,375 (MDP-4D, velocidad de código convolucional 1/4) a 1,125 (MDP-4D, velocidad de código convolucional 3/4) bit/s/Hz.</p> <p>AT-DMB: de 0,5625 (MDP2 por MDP-4D, velocidad de código convolucional 1/4, código turbo 1/4) a 1,5 (MDP2 por MDP-4D, velocidad de código convolucional 3/4, velocidad de código turbo 1/2) bit/s/Hz.</p> <p>AT-DMB: de 0,75 (MDP-4 por MDP-4D, velocidad de código convolucional 1/4, velocidad de código turbo 1/4) a 1,875 (MDP-4 por MDP-4D, velocidad de código convolucional 3/4, velocidad de código turbo 1/2) bit/s/Hz</p>	<p>De 0,655 bit/s/Hz (MDP-4 1/2) a 4,170 bit/s/Hz (MAQ-64 7/8).</p> <p>Se consigue una mayor eficacia espectral mediante transmisión conectada debido a que no se requiere banda de guarda</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Con GI 1/4: de 0,2806 bit/s/Hz con MDP-4 1/5 a 1,8709 bit/s/Hz con MAQ-16 2/3. – Con GI 1/32: de 0,3402 bit/s/Hz con MDP-4 1/5 a 2,2678 bit/s/Hz con MAQ-16 2/3 	<p>De 0,46 bit/s/Hz (MDP-4, 1/2 MPE-FEC 3/4) a 1,86 bit/s/Hz (MAQ-64 2/3 MPE-FEC 3/4)</p>	<p>De 0,87 bit/s/Hz (MDP-4 1/2) a 4,34 bit/s/Hz (MAQ-64 3/4).</p> <p>Los valores proporcionados de eficiencia espectral no tienen en cuenta las pérdidas debidas a la señalización/sincronización y el intervalo de guarda</p>	<p>De 0,77 bit/s/Hz (MDP-4 1/2) a 3,64 bit/s/Hz (MAQ-64 3/4).</p>

CUADRO 2 (fin)

		Sistema multimedios A	Sistema multimedios F	Sistema multimedios I	Sistema multimedios H	Sistema multimedios T2	Sistema multimedios R
6	Consumo de energía de los receptores de bolsillo	Se aplica el bajo consumo de energía de DAB. La estrecha anchura de banda optimizada permite una baja frecuencia del reloj del sistema y cálculo simple de FFT. Soporta la decodificación de subcanal para el servicio seleccionado	La estrecha anchura de banda y la recepción parcial aparte de la señal de banda ancha permiten una baja frecuencia del reloj del sistema. Con una baja frecuencia del reloj del sistema en un receptor se consigue un consumo bajo de energía	La segmentación de tiempo permite un ahorro de ~90% de potencia en comparación con un receptor DVB-H en recepción continua.	Segmentación de tiempo	Segmentación de tiempo T2 con concepto PLP	El estrecho ancho de banda permite utilizar una frecuencia baja para el reloj del sistema en un receptor, lo que supone un menor consumo de energía

Adjunto 1 al Anexo 1

Sistema multimedia A (T-DMB y AT-DMB)

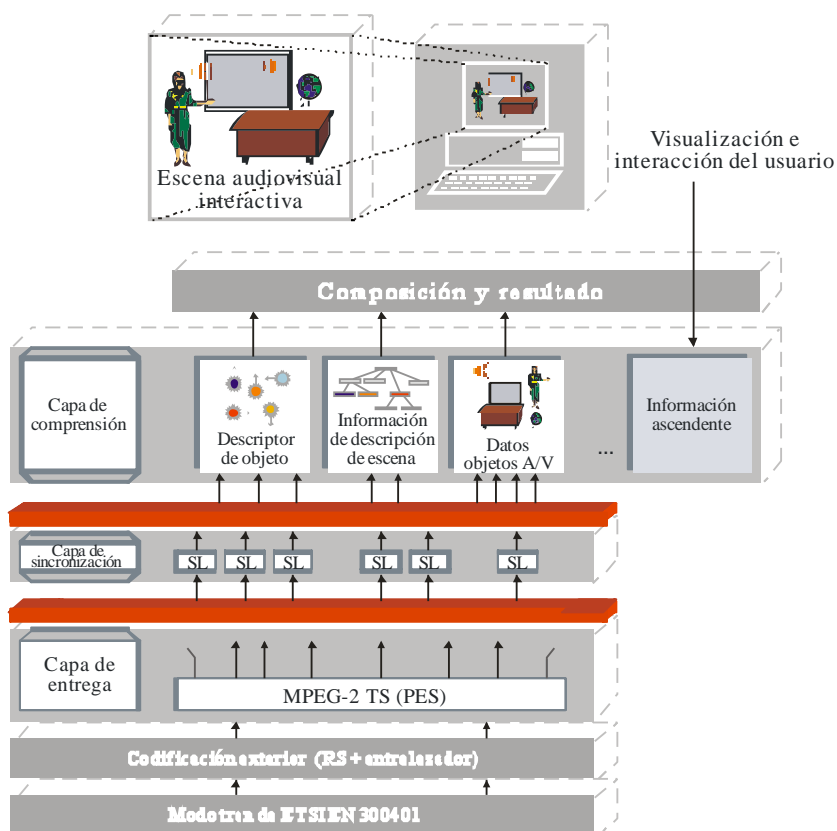
A.1 Exposición general y resumen de T-DMB

La radiodifusión de multimedia digital terrenal (T-DMB) es el sistema mejorado de sistema digital A definido en la Recomendación UIT-R BS.1114, que permite servicios multimedia incluidos vídeo, audio y datos interactivos para receptores de bolsillo en un entorno móvil.

Para el servicio de audio se utiliza MPEG-4 ER-BSAC o MPEG-4 HE AAC v2 + MPEG Surround además de la Capa II de audio MPEG-1/MPEG-2 especificada en el sistema digital A. Para el servicio de vídeo se utiliza la norma UIT-T H.264 | MPEG-4 AVC para el vídeo, MPEG-4 ER-BSAC o MPEG-4 HE AAC v2 + MPEG Surround para el audio asociado, y MPEG-4 BIFS y MPEG-4 SL para los datos interactivos. Se emplea la codificación en canal exterior del código Reed-Solomon para lograr la estabilidad de la recepción de vídeo.

En la Fig. A1-1 se muestra la arquitectura conceptual T-DMB para el servicio de vídeo que transmite contenido MPEG-4 encapsulado de acuerdo con la especificación «MPEG-4 por MPEG-2 TS».

FIGURA A1-1
Arquitectura conceptual T-DMB para el servicio de vídeo



BT2016-A1-01

El mecanismo detallado sobre cómo prestar servicio de vídeo en un entorno móvil se define en las normas ETSI TS 102 427 y ETSI TS 102 428.

A.2 Exposición general y resumen de AT-DMB

La segunda generación de T-DMB, denominada T-DMB avanzada o, más escuetamente, AT-DMB, aumenta la capacidad de canal de T-DMB (sistema multimedios A en la Recomendación UIT-R BT.1833), hasta duplicar el sistema T-DMB como máximo, y es operativa en redes T-DMB, puesto que es completamente compatible hacia atrás con T-DMB. Los parámetros básicos de AT-DMB tales como la anchura de banda de canal, el número de portadoras, la duración de símbolo, la duración del intervalo de guarda, etc., son los mismos que los de T-DMB.

Para la mejora de la capacidad de canal, se aplica una modulación jerárquica; el símbolo MDP-2 o MDP-4 se hace corresponder con el símbolo MDP-4D. En el Cuadro A1-1 se muestran parámetros de T-DMB y de AT-DMB. AT-DMB utiliza tanto espectro de la Banda III como de la Banda L en el que funcionan las redes T-DMB, y garantiza la compatibilidad hacia atrás con T-DMB. Por consiguiente, la utilización de mayor capacidad de canal del sistema AT-DMB puede ofrecer mejor calidad o servicios adicionales además de los servicios prestados por el sistema T-DMB. En la Norma «TTAK.KO-07.0070/R2» se describe una especificación detallada para el mecanismo de modulación y de protección contra errores.

CUADRO A1-1

Comparación de parámetros entre los sistemas AT-DMB y T-DMB

Parámetros	T-DMB	AT-DMB
Norma	Recomendación UIT-R BS.1114 Sistema digital A	Recomendación UIT-R BS.1114 Sistema digital A, TTAK.KO-07.0070/R2
Código de canal (velocidad de código)	Código convolucional, (1/4, 3/8, 1/2, 3/4)	Código convolucional, (1/4, 3/8, 1/2, 3/4) Código turbo, (1/2, 2/5, 1/3, 1/4)
Método de modulación (profundidad de entrelazado de tiempo)	MDP-4D (384 ms)	MDP-4D (384 ms), MDP-2 por MDP-4D (768 ms), MDP-4 por MDP-4D (384 ms)
Relación de constelación	No se aplica	1,5; 2,0; 2,5; 3,0; ∞*

* ∞ significa que no se aplica la modulación jerárquica.

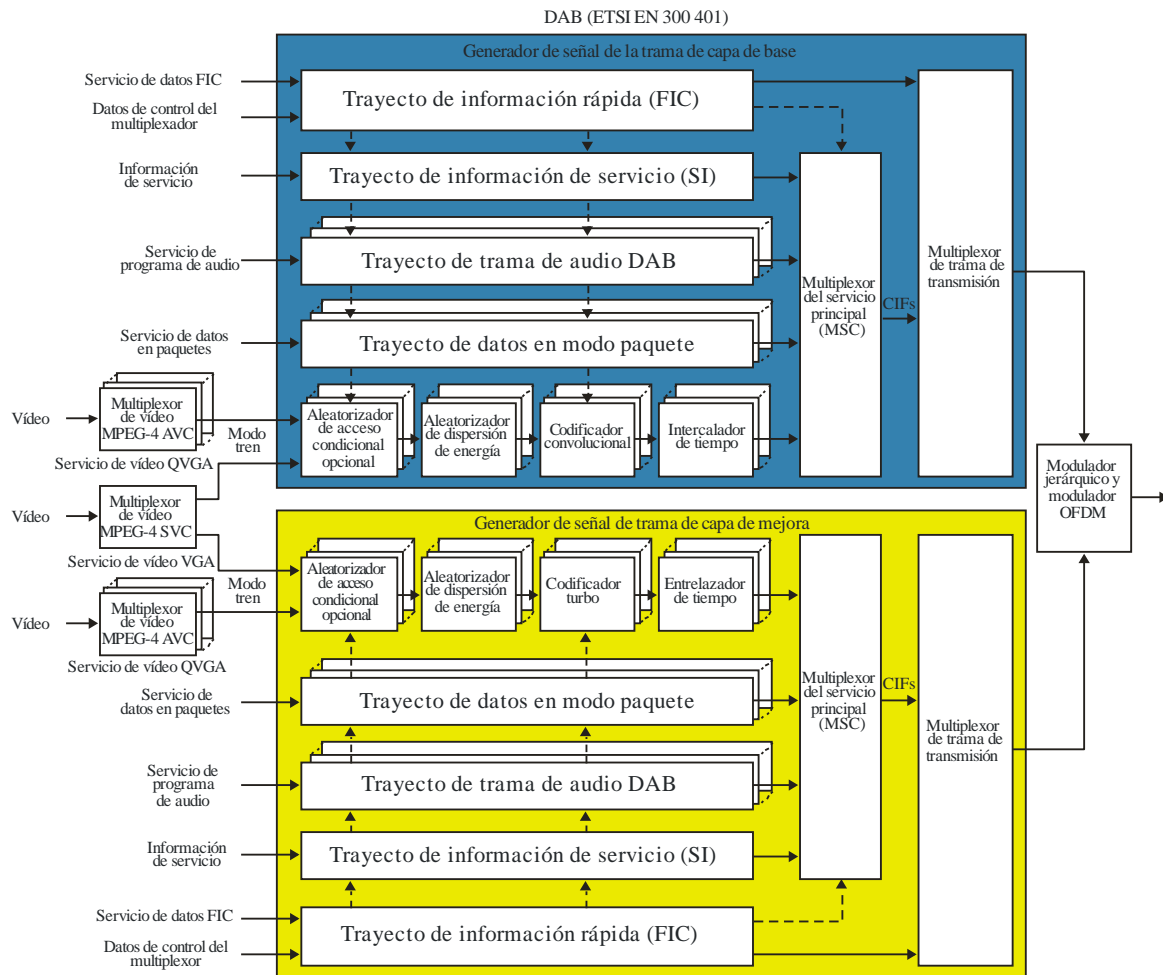
AT-DMB proporciona un servicio de vídeo escalable así como todo tipo de servicios T-DMB. El servicio de vídeo escalable garantiza plenamente la compatibilidad hacia atrás con el servicio de vídeo de T-DMB. Puede proporcionar un servicio de vídeo de calidad VGA a los receptores AT-DMB y un servicio de vídeo de calidad QVGA a los receptores T-DMB. Para el audio del servicio de vídeo escalable, utiliza la norma ISO/CEI 23003-1 para MPEG-4 ER-BSAC o MPEG-4 HE AAC v2 + MPEG Surround. Para el vídeo del servicio de vídeo escalable, emplea el perfil de línea de base de la Recomendación UIT-T H.264 | ISO/CEI 14496-10 Addendum 3 para MPEG-4 SVC.

Se hace referencia a TTAK.KO-07.0070/R2 para el esquema de modulación jerárquico, el código de corrección de errores, etc., de AT-DMB; y a TTAK.KO-07.0071, para el servicio de vídeo escalable de AT-DMB.

A.3 Arquitectura del sistema de transmisión

El sistema AT-DMB consta de dos capas: una es la capa de base para los receptores T-DMB; la otra es una capa de mejora que ofrece el servicio adicional únicamente para los receptores AT-DMB. A fin de mejorar la capacidad de corrección de errores del canal en la capa de mejora, se aplica el código turbo en lugar del código convolucional (CC) utilizado para los receptores T-DMB. De nuevo se vuelven a introducir las cinco relaciones de constelación 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 y ∞ para ajustar las calidades de recepción y las zonas de cobertura de los servicios AT-DMB y T-DMB por medio de controlar las capacidades de corrección de errores en las capas de base y de mejora. La Fig. A1-2 muestra la arquitectura conceptual del sistema de transmisión de AT-DMB.

FIGURA A1-2
Arquitectura conceptual del sistema de transmisión de AT-DMB



Bibliografía

Referencias normativas

- [1] Recomendación UIT-R BS.1114 – *Sistema A: Sistemas de radiodifusión sonora digital terrenal para receptores en vehículos, portátiles y fijos en la gama de frecuencias 30-3 000 MHz.*
- [2] ETSI EN 300 401 – *Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers.*
- [3] TTA, TTAK.KO-07.0070/R2 – *Specification of the Advanced Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting (AT-DMB) to mobile, portable, and fixed receivers, 2011.*

Referencias informativas

- [4] ETSI TR 101 497 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Rules of Operation for the Multimedia Object Transfer Protocol.*
- [5] ETSI TS 101 759 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Data Broadcasting – Transparent Data Channel (TDC).*
- [6] ETSI ES 201 735 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Internet Protocol (IP) Datagram Tunnelling.*
- [7] ETSI TS 101 499 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); MOT Slide Show; User Application Specification.*
- [8] ETSI TS 101 498-1 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Broadcast Website; Part 1: User Application Specification.*
- [9] ETSI TS 101 498-2 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Broadcast Website; Part 2: Basic Profile Specification.*
- [10] ETSI EN 301 234 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Multimedia Object Transfer (MOT) Protocol.*
- [11] ETSI TS 102 371 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Transportation and Binary Encoding Specification for DAB Electronic Programme Guide (EPG).*
- [12] ETSI TS 102 818 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); XML Specification for DAB Electronic Programme Guide (EPG).*
- [13] ETSI TS 102 427 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Data Broadcasting – MPEG-2 TS Streaming.*
- [14] ETSI TS 102 428 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); DMB video service; User Application Specification.*
- [15] Report ITU-R BT.2049-3 – *Broadcasting of multimedia and data applications for mobile reception.*
- [16] TTA, TTAK.KO-07.0071 – *Advanced Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting (AT-DMB) Scalable Video Service.*

Adjunto 2 al Anexo 1

Sistema multimedia F (radiodifusión de multimedia RDSI-T para la recepción móvil)

El sistema multimedia F es el sistema de radiodifusión de multimedia basado en RDSI-T/T_{SB} denominado «radiodifusión de multimedia RDSI-T para la recepción móvil». El sistema se basa en la tecnología de transmisión de sistema C (también denominada RDSI-T) en la Recomendación UIT-R BT.1306 y el sistema digital F (también denominado RDSI-T_{SB}) en la Recomendación UIT-R BS.1114. El sistema digital F se puede considerar como una variante de banda estrecha de RDSI-T. La Fig. A2-1 muestra tres composiciones básicas de la radiodifusión de multimedia RDSI T.

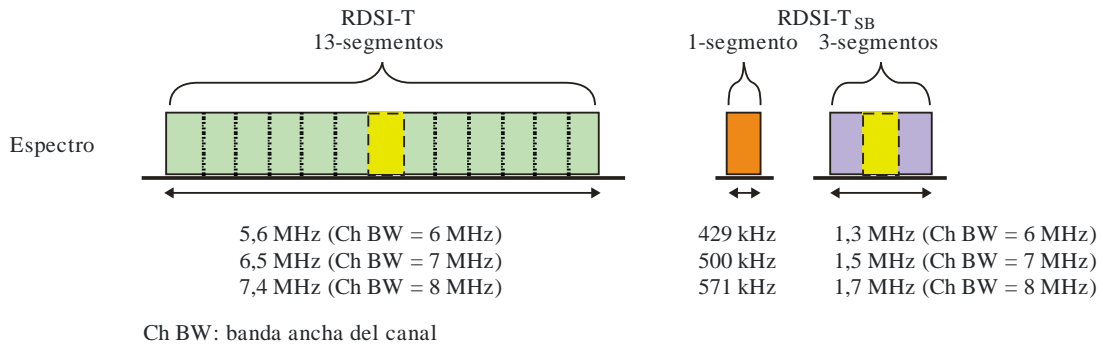
Al igual que con el sistema C, el sistema multimedia F presenta transmisión jerárquica, lo que permite la atribución de señales para la recepción móvil, que necesitan una mayor robustez, por el mismo canal que para la recepción estacionaria. Una de las principales técnicas para conseguirlo es la utilización de «segmentos MDFO», que son unidades de las portadoras MDFO correspondientes a 1/13 de un canal. Uno o más segmentos forman un grupo segmento. Para cada grupo segmento pueden especificarse independientemente los parámetros de transmisión del esquema de modulación de las portadoras MDFO, las velocidades de código del código de corrección de errores interno y la longitud del entrelazado de tiempo. Un grupo segmento es la unidad básica para la entrega de servicios de radiodifusión, por lo que los parámetros de los segmentos son iguales dentro del grupo.

El segmento central de RDSI-T y RDSI-T_{SB} es un segmento especial adecuado para establecer un grupo segmento de un solo segmento. Cuando únicamente el segmento central forma un grupo segmento, el segmento puede recibirse independientemente.

El número de segmentos del sistema multimedia F puede elegirse de conformidad con la aplicación y la anchura de banda disponible. El espectro se constituye combinando bloques de 1 segmento, 3 segmentos y/o 13 segmentos sin banda de guarda. La Fig. A2-2 muestra ejemplos de combinaciones de los bloques de segmentos. Un receptor puede demodular parcialmente una parte de 1, 3 ó 13 segmentos de manera que los recursos de hardware y software para los receptores de RDSI-T y RDSI-T_{SB} pueden utilizarse para fabricar receptores destinados a la radiodifusión multimedia RDSI-T para la recepción móvil.

FIGURA A2-1

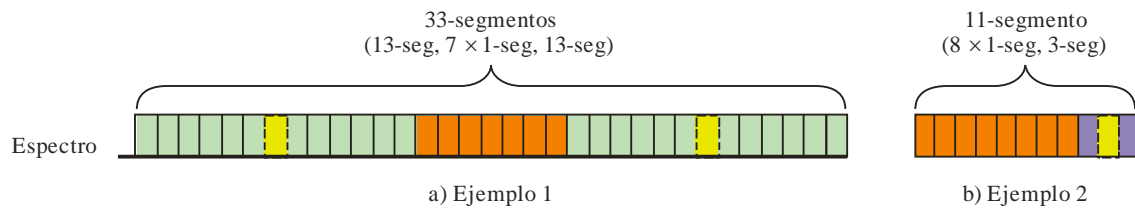
Tres composiciones básicas de la radiodifusión de multimedia RDSI-T



BT2016-A2-01

FIGURA A2-2

Ejemplo de combinaciones de bloques de segmentos de la radiodifusión de multimedia RDSI-T



BT.2016-A2-02

Bibliografía

- [1] Recomendación UIT-R BS.1114 – *Sistemas de radiodifusión sonora digital terrenal para receptores en vehículos, portátiles y fijos en la gama de frecuencias 30-3 000 MHz.*
- [2] Recomendación UIT-R BT.1306 – *Error-correction, data framing, modulation and emission methods for digital terrestrial television broadcasting.*
- [3] ARIB STD-B46 – *Transmission system for terrestrial mobile multimedia broadcasting based on connected segments transmission, Association of Radio Industries and Businesses.*

Adjunto 3 al Anexo 1

Sistema multimedia I (DVB-SH)

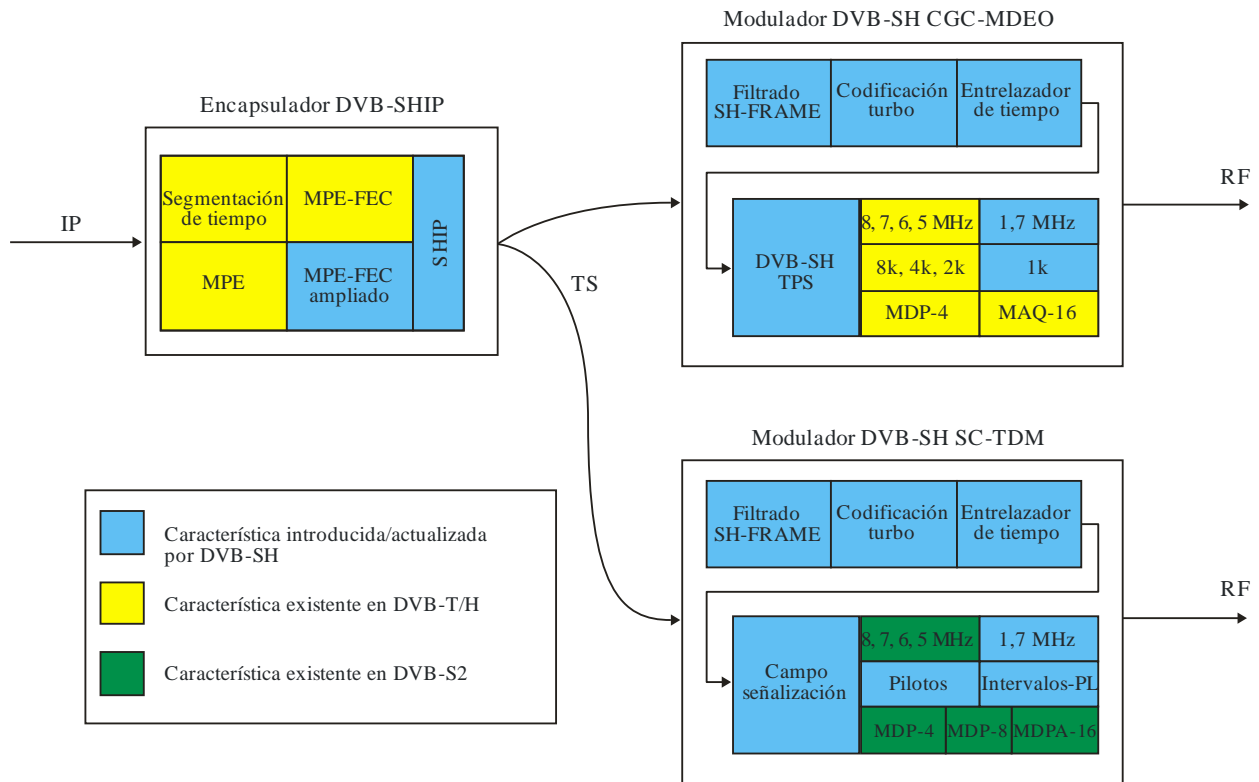
El sistema multimedia I es un sistema de radiodifusión de extremo a extremo para la entrega de cualquier tipo de contenidos y servicios digitales mediante mecanismos basados en IP optimizados para dispositivos con limitaciones de recursos de cálculo y batería. Consiste en un trayecto de radiodifusión unidireccional que puede combinarse con un trayecto celular móvil (2G/3G/4G) bidireccional interactivo. El componente terrenal del sistema multimedia I (CGC) se puede combinar con un componente de satélite (SC), o integrarse en él, según se muestra en la Fig. A3-1. Las especificaciones del sistema pueden dividirse en las siguientes categorías:

- Descripciones generales de sistema de extremo a extremo.
- Interfaces radioeléctricas DVB-SH.
- Distribución de servicios basados en IP por la capa de servicio DVB-SH.
- Códecs de distribución de servicios basados en IP y formatos de contenido.

DVB-SH es una mejora de DVB-H, que a su vez está basada en la norma de radiodifusión digital DVB-T, ampliamente aceptada, para la recepción de radiodifusión móvil. La especificación genérica de DVB-SH es ETSI TS 102 585.

Los sistemas DVB-SH utilizan el código turbo 3GPP2 del esquema de corrección de errores en recepción (FEC) por bloques de 12 kbit/s. Además, los sistemas DVB-SH utilizan un entrelazador de canales muy flexible que ofrece diversidad temporal desde alrededor de 100 ms hasta varios segundos en función del nivel de servicio deseado y de las capacidades correspondientes (fundamentalmente el tamaño de la memoria) de la clase de terminal. La especificación de la interfaz radioeléctrica para DVB-SH es ETSI EN 302 583.

FIGURA A3-1
Arquitectura DVB SH-B – Lado transmisor



BT.2016-A3-01

Las especificaciones de señalización del sistema DVB-SH en ETSI TS 102 470-2 definen la utilización exacta de la información PSI/SI en el caso de distribución de servicios basados en IP.

Para los servicios de vídeo se utilizan los códecs de H.264/AVC, y de HE AAC v2 para el audio, además de los formatos de cabida útil RTP correspondientes. Se soportan diversos tipos de datos, incluidos, por ejemplo, los datos binarios, el texto y las imágenes fijas.

RTP es el protocolo del IETF utilizado para los servicios de difusión. La entrega de todo tipo de ficheros en un sistema de entrega de servicios basados en IP se soporta gracias al protocolo IETF FLUTE.

Se ha especificado una guía de servicios electrónicos para permitir el descubrimiento rápido y la selección de servicios para el usuario extremo.

Los mecanismos de compra versátil de servicio y de protección se han definido para los receptores de bolsillo interactivos y de radiodifusión únicamente.

Se han definido mecanismos para la movilidad por redes DVB-SH y entre redes DVB-H y DVB-SH.

Las directrices de aplicación DVB-SH, que incluyen numerosos resultados de las pruebas de laboratorio y los ensayos prácticos se recogen en ETSI TS 102 584.

Bibliografía

Descripción general del sistema de extremo a extremo

- ETSI TS 102 585 – *Digital video broadcasting (DVB); System specifications for satellite services to handheld devices (SH) below 3 GHz.*

Interfaz radioeléctrica

- ETSI EN 302 583 – *Digital video broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for satellite services to handheld devices (SH) below 3 GHz.*

Capa de enlace

- ETSI EN 301 192 – *Digital video broadcasting (DVB); DVB specification for data broadcasting.*
- ETSI TS 102 772 – *Digital video broadcasting (DVB); Specification of multi-protocol encapsulation – inter-burst forward error correction (MPE-IFEC).*

Señalización del nivel del sistema

- ETSI TS 102 470-2 – *Digital video broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-SH: Programme specific information (PSI)/(Service Information (SI)).*

Capa de servicio de difusión de datos IP

La guía de servicios electrónicos se especifica en:

- ETSI TS 102 471 – *Digital video broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Electronic service Guide (ESG).*
- ETSI TS 102 592-2 – *IP Datacast over DVB-SH: Electronic service Guide (ESG) implementation Guidelines.*

Los protocolos de entrega de contenido se definen en:

- ETSI TS 102 472 – *Digital video broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Content delivery protocols.*
- ETSI TS 102 591-2 – *Digital video broadcasting (DVB); IP Datacast: Content delivery protocols implementation Guidelines; Part 2: IP Datacast over DVB-SH.*

Los mecanismos de compra y protección de servicio se presentan en:

- ETSI TS 102 474 – *Digital video broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Service purchase and protection.*

Los mecanismos para la movilidad se especifican en:

- ETSI TS 102 611-2 – *IP Datacast over DVB-SH: Implementation Guidelines for mobility.*

Formatos y códecs de difusión de datos IP

- ETSI TS 102 005 – *Digital video broadcasting (DVB); Specification for the use of video and audio coding in DVB services delivered directly over IP.*

Directrices para la aplicación de DVB-SH

- ETSI TS 102 584 – *Digital video broadcasting (DVB); DVB-SH Implementation Guidelines.*

Especificaciones OMA BCAST 1.1

OMA BCAST es un conjunto de especificaciones de capa de servicio, aplicable a diversas portadoras de radiodifusión, incluidas las portadoras de radiodifusión DVB-SH.

- «BCAST Distribution system adaptation – IPDC over DVB-SH», open mobile alliance, version 1.1.

Adjunto 4 al Anexo 1

Sistema multimedia H (DVB-H)

DVB-H es un sistema de transmisión para la radiodifusión de multimedia por datagramas. Estos datagrama pueden ser IP u otros datagramas y pueden contener datos pertenecientes a servicios multimedia, servicios de descarga de ficheros u otros servicios no mencionados aquí.

El objetivo de sistema DVB-H es proporcionar un medio eficiente para cursar estos datos multimedia a través de las redes de radiodifusión digital terrenal dirigidos a terminales de bolsillo. Se considera que las características principales con respecto a la eficiencia vienen limitadas por la alimentación de energía eléctrica y por las condiciones de transmisión variables debido a la movilidad.

Las especificaciones básicas DBV-H (Recomendaciones UIT-R BT.1306 y UIT-R BT.1833, Informe UIT-R BT.2049 y norma ETSI EN 302 304) proporcionan:

- la capa física;
- la capa de enlace;
- la información de servicio.

También se proporcionan Recomendaciones sobre la sincronización de las redes monofrecuencia en el sistema DVB-H.

En los documentos que aparecen en la bibliografía figura más información y recomendaciones sobre la forma de utilizar y seleccionar los parámetros apropiados de DVB-H.

El sistema DVB-H emplea los siguientes elementos tecnológicos para la capa de enlace y la capa física:

- Capa de enlace:
 - i) segmentación de tiempo para reducir el consumo medio de potencia del terminal y permitir un traspaso de frecuencias continuo y sin interrupciones;
 - ii) corrección de errores en recepción para datos con encapsulado multiprotocolo (MPE-FEC) a fin de mejorar la relación C/N y el comportamiento Doppler en canales móviles, mejorando al mismo tiempo la tolerancia a la interferencia impulsiva.
- Capa física:

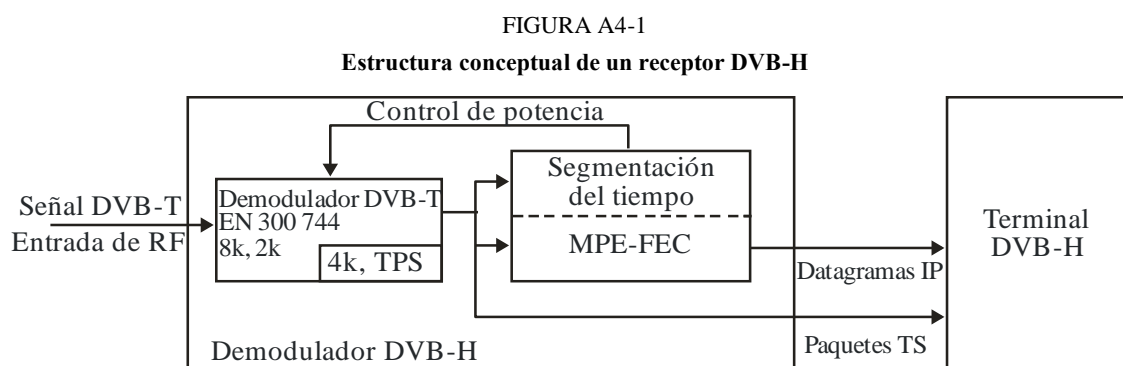
La radiodifusión de televisión terrenal DVB-T (Norma ETSI EN 300 744) con los siguientes elementos técnicos específicos de la DVB-H utiliza:

 - i) señalización DVB-H en los bits TPS para mejorar y acelerar el descubrimiento del servicio. El identificador de células también se transporta en los bits TPS para soportar un barrido de señal más rápido y el traspaso de frecuencia en los receptores móviles;
 - ii) modo 4K-para llegar a un compromiso entre la movilidad y el tamaño de célula en las redes monofrecuencia, permitiendo la recepción por una antena única en las redes monofrecuencia medias a muy alta velocidad, aportando así flexibilidad al diseño de la red;
 - iii) entrelazador de símbolos en profundidad para los modos 2K y 4K que mejora la robustez en el entorno móvil y las condiciones de ruido impulsivo.

Cabe mencionar que tanto los elementos de segmentación de tiempo como la MPE-FEC se realizan en la capa de enlace, y no entran nunca en contacto con la capa física de la DVB-T. También es importante observar que la carga útil de DVB-H son datagramas IP u otros datagramas de capa de red encapsulados en secciones MPE.

La estructura conceptual de un receptor DVB-H se representa en la Fig. A4-1. Incluye un demodulador DVB-H y un terminal DVB-H. El demodulador DVB-H incorpora un demodulador DVB-T, un módulo de segmentación de tiempo y un módulo MPE-FEC.

- El demodulador DVB-T recupera los paquetes del tren de transporte MPEG-2 de la señal de RF del receptor DVB-T (véase la norma EN 300 744). Ofrece tres modos de transmisión 8K, 4K y 2K con la correspondiente señalización de los parámetros del transmisor (TPS). Obsérvese que el modo 4K, los entrelazadores en profundidad y la señalización DVB-H se definieron cuando se elaboró la norma DVB-H.
- El módulo de segmentación de tiempo, proporcionado por el DVB-H, tiene por objeto ahorrar consumo de potencia del receptor permitiendo a la vez un traspaso de frecuencias continuo y sin interrupciones.
- El módulo MPE-FEC, proporcionado por el DVB-H, ofrece a través de la transmisión por la capa física un sistema de corrección de errores en recepción complementario que permite al receptor superar situaciones de recepción especialmente difíciles.

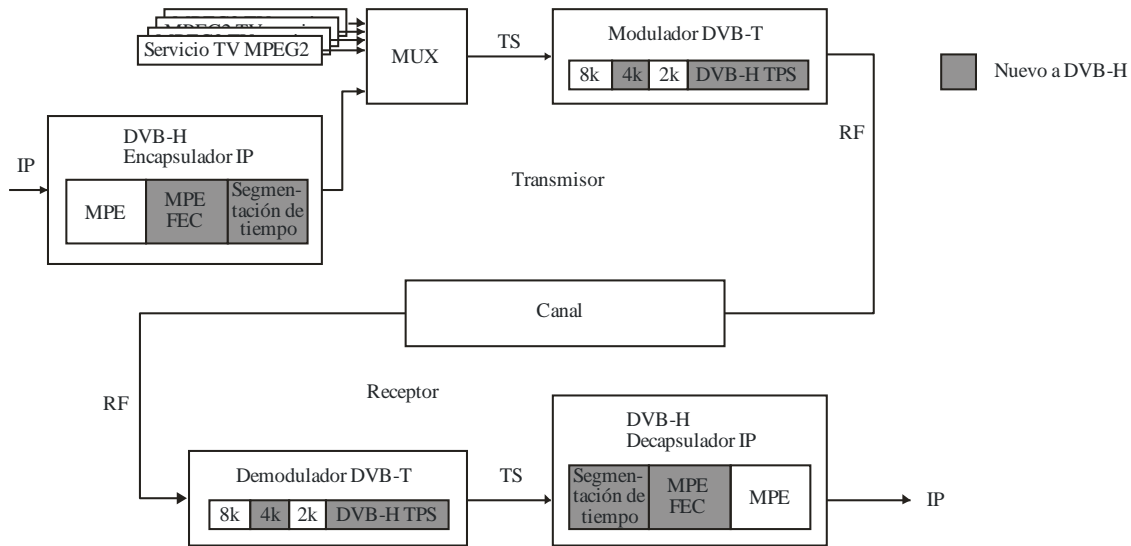


BT.2016-A4-01

En la Figura A4-2 se representa un ejemplo de utilización de DVB-H para la transmisión de servicios IP. En este ejemplo, se cursan a través del mismo múltiplex tanto los servicios tradicionales MPEG-2 como los «servicios DVB-H» con segmentación de tiempo. El terminal de bolsillo decodifica/utiliza sólo servicios IP.

FIGURA A4-2

**Descripción conceptual de la utilización de un sistema DVB-H
(compartiendo un múltiplex con servicios MPEG2)**



BT.2016-A4-02

Segmentación de tiempo

El objetivo de la segmentación de tiempo es reducir el consumo medio de potencia del terminal y permitir un traspaso de servicio continuo y sin interrupciones. La segmentación de tiempo consiste en enviar datos en ráfagas utilizando una velocidad binaria instantánea notablemente más elevada que la velocidad binaria necesaria si los datos se transmitiesen utilizando mecanismos tradicionales.

Para indicar al receptor cuándo va a llegar la siguiente ráfaga, el tiempo (Δt) hasta el principio de la próxima ráfaga se indica en la propia ráfaga. Entre ráfagas, los datos del tren elemental no se transmiten, permitiendo así a otros trenes elementales la utilización de la anchura de banda atribuida. La segmentación de tiempo permite al receptor permanecer activo solo una fracción de tiempo mientras recibe las ráfagas del servicio solicitado. Obsérvese que el transmisor se encuentra permanentemente activado (es decir, no se interrumpe la transmisión del tren de transporte).

La segmentación de tiempo también facilita la posibilidad de utilizar el receptor para supervisar las células vecinas durante los tiempos de desconexión (entre ráfagas). Realizando la conmutación de la recepción de un tren de transporte a otro durante un periodo de desconexión es posible lograr una decisión de traspaso cuasi-óptima así como un traspaso de servicio sin discontinuidades.

MPE-FEC

El objetivo de MPE-FEC es mejorar la relación C/N y el comportamiento Doppler en los canales móviles y mejorar igualmente la tolerancia a la interferencia impulsiva.

Ello se logra introduciendo un nivel adicional de corrección de errores en la capa MPE. Añadiendo la información de paridad calculada a partir de los datagramas y enviando estos datos de paridad en secciones MPE-FEC separadas, pueden extraerse datagramas sin error tras la decodificación MPE-FEC aunque las condiciones de recepción sean muy adversas. El uso de MPE-FEC es opcional.

Con MPE-FEC una cantidad flexible de capacidad de transmisión se asigna a la tara de paridad. Para un conjunto determinado de parámetros de transmisión que proporciona un 25% de tasa de paridad MPE-FEC puede requerir aproximadamente el mismo valor de C/N que un receptor con diversidad de antenas.

La tara de MPE-FEC puede compensarse completamente eligiendo una velocidad de código de transmisión ligeramente más baja pero que continúe proporcionando una calidad de funcionamiento mucho mejor que DVB-T (sin MPE-FEC) para un mismo caudal. Este esquema de MDP-FEC debe permitir una recepción DVB-T con antena sencilla de alta velocidad que utilice señales de 8K/MAQ-16 o incluso 8K/MAQ-64. Además, MPE-FEC proporciona una buena inmunidad contra la interferencia impulsiva.

El MPE-FEC de la forma normalizada, funciona de manera que los receptores sin MPE-FEC (pero con capacidad de MPE) puedan recibir el tren de datos de una manera completamente compatible con las anteriores versiones, siempre que no rechace el tipo de tren utilizado.

Modo 4K y entrelazadores en profundidad

El objetivo del modo 4K es mejorar la flexibilidad en la planificación de la red intercambiando movilidad por tamaño de la red monofrecuencia. Para mejorar aún más la robustez de los modos 2K y 4K en un entorno móvil y las condiciones de recepción del ruido impulsivo DVB-T, también se normaliza un entrelazador de símbolos en profundidad.

El modo de transmisión 4K adicional es un conjunto de parámetros definidos para los modos de transmisión 2K y 8K. Su objetivo es ofrecer un compromiso adicional entre el tamaño de célula de la red monofrecuencia y la calidad de la recepción móvil, proporcionando un grado adicional de flexibilidad a la planificación de la red.

Los términos de este compromiso pueden expresarse como sigue:

- El modo DVB-T 8K puede utilizarse para funcionamiento con un solo transmisor y para redes monofrecuencia de tamaño pequeño, mediano y grande. Proporciona una tolerancia Doppler que permite una recepción a alta velocidad.
- El modo DVB-T 4K puede utilizarse para el funcionamiento con un solo transmisor y para redes monofrecuencia de tamaño pequeño, mediano y grande. Proporciona una tolerancia Doppler que permite una recepción a muy alta velocidad.
- El modo DVB-T 2K es adecuado para el funcionamiento con un solo transmisor y para redes monofrecuencia de pequeño tamaño con distancia del transmisor limitadas. Proporciona una tolerancia al efecto Doppler que permite la recepción a velocidades extremadamente elevadas.

Para los modos 2K y 4K los entrelazadores en profundidad incrementan la flexibilidad del entrelazado de símbolos, independizando la selección del entrelazador interno del modo de transmisión utilizado. Esta flexibilidad permite que una señal de 2K o 4K aproveche la memoria de entrelazador de símbolos 8K para cuadruplicar (para 2K) o duplicar (para 4K) de manera efectiva la profundidad del entrelazador de símbolos a fin de mejorar la recepción en los canales con desvanecimiento. Ello proporciona además un nivel adicional de protección contra los impulsos de ruido breves causados, por ejemplo, por la interferencia procedente del encendido y de diversos electrodomésticos.

Los entrelazadores 4K y en profundidad afectan a la capa física, sin embargo, su implementación no supone un gran incremento en los equipos (es decir, en las puertas lógicas y en la memoria) con respecto a la versión 1.4.1 de la norma DVB-T para los transmisores o los receptores. Un demodulador móvil típico ya incorpora suficiente RAM y puertas lógicas para la gestión de señales 8K, características que rebasan las necesarias para el funcionamiento 4K.

El espectro emitido del modo 4K es similar al de los modos 2K y 8K por lo que no se prevé que sea necesario introducir cambios en los filtros del transmisor.

Señalización DVB-H

El objetivo de la señalización DVB-H es proporcionar una señalización robusta y de fácil acceso a los receptores DVB-H, potenciando y agilizando el descubrimiento del servicio.

TPS es un canal de señalización muy robusto que permite el bloque o de TPS en un demodulador con valores de C/N muy bajos. TPS también es una forma más rápida de acceder a la señalización que demodulando y decodificando la información de servicio (SI) o el encabezamiento de la sección MPE.

El sistema DVB-T emplea dos bits TPS para indicar la presencia de segmentación de tiempo y MPE-FEC opcional. Además, la señalización del modo 4K y el uso de los entrelazadores en profundidad también están normalizados.

Bibliografía

- [1] ETSI EN 300 744 – *Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television. (DVB-T).*
- [2] ETSI EN 300 468 – *Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems. (DVB-SI).*
- [3] ETSI EN 301 192 – *Digital Video Broadcasting (DVB); DVB specification for data broadcasting. (DVB-DATA).*
- [4] ETSI TS 101 191 – *Digital Video Broadcasting (DVB); DVB mega-frame for Single Frequency Network (SFN) synchronization.*
- [5] ETSI TS 102 468 – *Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Set of Specifications for Phase 1.*
- [6] ETSI TR 102 473 – *Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Use Cases and Services.*
- [7] ETSI TR 102 469 – *Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Architecture.*
- [8] ETSI TS 102 470-1 – *Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Programme Specific Information (PSI)/(Service Information (SI)).*
- [9] ETSI TS 102 471-1 – *Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Electronic Service Guide (ESG).*
- [10] ETSI TS 102 472 – *Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Content Delivery Protocols.*
- [11] ETSI TS 102 474 – *Digital Video Broadcasting (DVB); IP Datacast over DVB-H: Service Purchase and Protection.*
- [12] ETSI TS 102 005 – *Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for the use of video and audio coding in DVB services delivered directly over IP.*
- [13] ETSI TR 102 377 – *Digital Video Broadcasting (DVB); DVB-H Implementation guidelines.*
- [14] ETSI TR 102 401 – *Digital Video Broadcasting (DVB); Transmission to handheld terminals (DVB-H); Validation task force report.*

Adjunto 5 al Anexo 1

Sistema multimedios T2 (perfil T2-Lite del sistema DBV-T2)

La referencia [3] define los parámetros del perfil T2-Lite (del sistema DVB-T2) utilizados para la recepción de bolsillo de las señales de radiodifusión multimedios. Este perfil tiene como objetivo simplificar la implementación de receptores para aplicaciones de muy baja capacidad, como la radiodifusión móvil, aunque también puede ser recibida en receptores fijos convencionales. T2-Lite está basada en un subconjunto limitado de modos del perfil T2, evitando aquellos modos que requieren un equipamiento más complejo y más memoria, permitiendo diseños de receptores mucho más eficientes. Las limitaciones impuestas para T2-Lite se describen en [3]. Un señal T2-Lite se identifica mediante la señalización adecuada.

La señal T2-Lite puede multiplexarse conjuntamente con una señal T2-base (y/o con otras señales), transmitiéndose cada señal en las partes FEF de las demás. Así por ejemplo, puede formarse una señal de radiofrecuencia completa mediante la combinación de una señal de perfil T2 con FFT de 32K que transporta servicios de TVAD para receptores fijos con modulación MAQ-256, junto con una señal de perfil T2-Lite que utilice una FFT de 8K y modulación MDP-4 para receptores móviles de la misma red.

Bibliografía

- [1] Recomendación UIT-R BT.1877 – *Métodos de corrección de errores, de configuración de trama de datos, de modulación y de emisión para la segunda generación de sistemas de radiodifusión de televisión digital terrenal.*
- [2] Informe UIT-R BT.2254 – *Frequency and network planning aspects of DVB-T2.*
- [3] ETSI EN 302 755 – *Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2).*
- [4] ETSI TR 102 831 – *Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2).*

Adjunto 6 al Anexo 1

Sistema multimedios R (RAVIS)

El sistema digital terrenal de radiodifusión sonora y de multimedios *Real-time Audio-Visual Information System* (sistema de información audiovisual en tiempo real), RAVIS, está diseñado para su uso en las bandas I y II a efectos de la radiodifusión terrenal en ondas métricas. La gama de frecuencias utilizada por RAVIS permite la prestación de servicios de radiodifusión a escala local. Al mismo tiempo, el radio de cobertura del transmisor es lo suficientemente amplio como para garantizar la recepción en zonas distantes.

El sistema RAVIS ha sido concebido para facilitar servicios de radiodifusión de múltiples programas sonoros de alta calidad, señales vídeo con varios canales de sonido auxiliares y otros datos (tanto relacionados con los programas de sonido y vídeo, como ajenos a ellos). Estos servicios deberían poder prestarse en diversos contextos, incluida la conducción por entornos urbanos densos y zonas boscosas, montañosas y marítimas; es decir, es necesario garantizar una fiabilidad de la recepción en movimiento, a falta de una línea de visión directa hacia las antenas transmisoras y de una propagación de la señal por múltiples trayectos.

El sistema RAVIS ofrece varios niveles de modulación MAQ y diversas velocidades de codificación de canal en el canal de servicio principal, que se utilizan para lograr un equilibrio idóneo entre velocidad binaria y fiabilidad (protección contra la interferencia).

El sistema proporciona tres canales lógicos de transmisión de datos. El canal de servicio principal (MSC) está concebido para la transmisión de datos de vídeo y audio. La velocidad binaria máxima de este canal lógico es de 900 kbit/s aproximadamente. El objetivo del canal de baja velocidad binaria (LBC) es transmitir información con mayor fiabilidad y su velocidad binaria es de alrededor de 12 kbit/s. El canal de datos fiable (RDC) está concebido para transmitir datos suplementarios de elevada fiabilidad y su velocidad binaria es de 5 kbit/s aproximadamente. Los canales LBC y RDC brindan mayor protección contra la interferencia y, en consecuencia, un nivel más elevado de cobertura y estabilidad de recepción que el canal MSC. Estos canales adicionales pueden utilizarse, por ejemplo, para transmitir alertas de emergencia.

Bibliografía

- [1] Recomendación UIT-R BS.1114 – *Sistemas de radiodifusión sonora digital terrenal para receptores en vehículos, portátiles y fijos en la gama de frecuencias 30-3 000 MHz.*
 - [2] Informe UIT-R BT.2049 – *Broadcasting of multimedia and data applications for mobile reception.*
 - [3] Informe UIT-R BS.2214 – *Planning parameters for terrestrial digital sound broadcasting systems in VHF bands.*
 - [4] Manual del UIT-R – *Manual sobre la implantación de redes y sistemas de radiodifusión de televisión terrenal digital (2016).*
 - [5] GOST R 54309–2011 – *Sistema de información audiovisual en tiempo real (RAVIS). Procesos de formación de la estructura de trama, codificación de canal y modulación para el sistema de radiodifusión digital terrenal de banda estrecha en la banda de ondas métricas. Especificaciones técnicas (disponible en ruso)*
-