

# UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

## Recomendación UIT-R BT.2016-3 (12/2022)

**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/en>, 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)
<b>BT</b>	<b>Servicio de radiodifusión (televisión)</b>
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, 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 BT.2016-3

**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**

(2012-2013-2020-2022)

**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*

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

## **Anexo 1**

En los Cuadros 1A y 1B 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 los Cuadros 2A y 2B se ofrecen las características técnicas de cada sistema descrito en los Cuadros 1A y 1B que tienen que ver con diversos aspectos de la aplicación e implantación.

CUADRO 1A  
**Parámetros para sistemas de emisión**

	Parámetros	Sistema multimedios A	Sistema multimedios F	Sistema multimedios I	Sistema multimedios H	Sistema multimedios T2
1	Anchuras de banda de canal	1,712 MHz	1/14 × n de a) 6 MHz b) 7 MHz c) 8 MHz n ≥ 1 <sup>(1)</sup>	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
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 ≥ 1 <sup>(1)</sup>	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
3	Número de segmentos	1	n ≥ 1 <sup>(1)</sup>		Número configurable de intervalos de tiempo por anchura de banda	Configurable
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)

CUADRO 1A (continuación)

	<b>Parámetros</b>	<b>Sistema multimedios A</b>	<b>Sistema multimedios F</b>	<b>Sistema multimedios I</b>	<b>Sistema multimedios H</b>	<b>Sistema multimedios T2</b>
5	Separación de las subportadoras	a) 8 kHz b) 4 kHz c) 2 kHz d) 1 kHz	a) 3,968 kHz (modo 1) <sup>(2)</sup> 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)

CUADRO 1A (continuación)

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

CUADRO 1A (continuación)

	Parámetros	Sistema multimedios A	Sistema multimedios F	Sistema multimedios I	Sistema multimedios H	Sistema multimedios T2
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
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
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) <sup>(2)</sup> 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
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



CUADRO 1A (fin)

	Parámetros	Sistema multimedios A	Sistema multimedios F	Sistema multimedios I	Sistema multimedios H	Sistema multimedios T2
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)
15	Velocidades de datos netas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• T-DMB: 0,576 a 1,728 Mbit/s</li> <li>• AT-DMB: 0,864 a 2,304 Mbit/s en MDP-2 por MDP-4D</li> <li>• AT-DMB: 1,152 a 2,88 Mbit/s en MDP-2 por MDP-4D</li> </ul>	$n \times$ 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
Referencia		Adjunto 1	Adjunto 2	Adjunto 3	Adjunto 4	Adjunto 5

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

(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 1B

## Parámetros para sistemas de emisión

	Parámetros	Sistema R	Sistema S	Sistema L	Sistema N
1	Anchuras de banda de canal	a) 100 kHz b) 200 kHz c) 250 kHz	a) 6 MHz b) 7 MHz c) 8 MHz	a) 1,4 MHz b) 3 MHz c) 5 MHz d) 10 MHz e) 15 MHz f) 20 MHz	a) 5 MHz b) 10 MHz c) 15 MHz d) 20 MHz e) 25 MHz f) 30 MHz g) 35 MHz h) 40 MHz
2	Anchura de banda utilizada	a) 96,0 kHz b) 185,6 kHz c) 246,2 kHz	a) 5,832 MHz, 5,751 MHz, 5,670 MHz, 5,589 MHz, 5,508 MHz <sup>(3)</sup> b) 6,804 MHz, 6,710 MHz, 6,615 MHz, 6,521 MHz, 6,426 MHz c) 7,777 MHz, 7,669 MHz, 7,561 MHz, 7,453 MHz, 7,345 MHz	a) 1,08 MHz b) 2,7 MHz c) 4,5 MHz d) 9 MHz e) 13,5 MHz f) 18 MHz	a) 4,5 MHz (15 kHz SCS) b) 9,36 MHz (15 kHz SCS) 8,64 MHz (30 kHz SCS) c) 14,22 MHz (15 kHz SCS) 13,68 MHz (30 kHz SCS) d) 19,08 MHz (15 kHz SCS) 18,36 MHz (30 kHz SCS) e) 23,94 MHz (15 kHz SCS) 23,4 MHz (30 kHz SCS) f) 28,8 MHz (15 kHz SCS) 28,08 MHz (30 kHz SCS) g) 33,84 MHz (15 kHz SCS) 33,12 MHz (30 kHz SCS) h) 38,88 MHz (15 kHz SCS) 38,16 MHz (30 kHz SCS)
3	Número de segmentos	1	Configurable		

CUADRO 1B (continuación)

	Parámetros	Sistema R	Sistema S	Sistema L	Sistema N
4	Número de subportadoras por segmento	215 (100 kHz) 439 (200 kHz) 553 (250 kHz)	(modo 8k) <sup>(3)</sup> 6 913 6 817 6 721 6 625 6 529 (modo 16k) 13 825 13 633 13 441 13 249 13 057 (modo 32k) <sup>(4)</sup> 27 649 27 265 26 881 26 497 26 113	a) 2 916 (0,37 kHz) 864 (1,25 kHz) 432 (2,5 kHz) 144 (7,5 kHz) 72 (15 kHz) b) 7 290 (0,37 kHz) 2 160 (1,25 kHz) 1 080 (2,5 kHz) 360 (7,5 kHz) 180 (15 kHz) c) 12 150 (0,37 kHz) 3 600 (1,25 kHz) 1 800 (2,5 kHz) 600 (7,5 kHz) 300 (15 kHz) d) 24 300 (0,37 kHz) 7 200 (1,25 kHz) 3 600 (2,5 kHz) 1 200 (7,5 kHz) 600 (15 kHz) e) 36 450 (0,37 kHz) 10 800 (1,25 kHz) 5 400 (2,5 kHz) 1 800 (7,5 kHz) 900 (15 kHz) f) 48 600 (0,37 kHz) 14 400 (1,25 kHz) 7 200 (2,5 kHz) 2 400 (7,5 kHz) 1 200 (15 kHz)	a) 300 (15 kHz SCS) b) 624 (15 kHz SCS) 288 (30 kHz SCS) c) 948 (15 kHz SCS) 456 (30 kHz SCS) d) 1 272 (15 kHz SCS) 612 (30 kHz SCS) e) 1 596 (15 kHz SCS) 780 (30 Hz SCS) f) 1 920 (15 kHz SCS) 936 (30 kHz SCS) g) 2 256 (15 kHz SCS) 1 104 (30 kHz SCS) h) 2 592 (15 kHz SCS) 1 272 (30 kHz SCS)

CUADRO 1B (continuación)

	Parámetros	Sistema R	Sistema S	Sistema L	Sistema N
5	Separación de las subportadoras	4 000/9 Hz	a) 843,75 Hz (8k) 421,875 Hz (16k) 210,9375 Hz (32k) b) 984,375 Hz (8k) 492,1875 Hz (16k) 246,09375 Hz (32k) c) 1 125 Hz (8k) 562,5 Hz (16k) 281,25 Hz (32k)	1) $1/2,7 \approx 0,37$ kHz 2) 1,25 kHz 3) 2,5 kHz 4) 7,5 kHz 5) 15 kHz	1) 15 kHz 2) 30 kHz
6	Duración del símbolo activo	2,25 ms	a) 1 185,185 $\mu$ s (8k) 2 370,370 $\mu$ s (16k) 4 740,740 $\mu$ s (32k) b) 1 015,873 $\mu$ s (8k) 2 031,746 $\mu$ s (16k) 4 063,492 $\mu$ s (32k) c) 888,889 $\mu$ s (8k) 1 777,778 $\mu$ s (16k) 3 555,556 $\mu$ s (32k)	1) 66,6 $\mu$ s 2) 133,3 $\mu$ s 3) 400 $\mu$ s 4) 800 $\mu$ s 5) 2 700 $\mu$ s	1) 66,6 $\mu$ s (15 kHz SCS) 2) 33,3 $\mu$ s (30 kHz SCS)
7	Duración del intervalo de guarda o relación de intervalo de guarda	1/8 de la duración del símbolo activo	Duración de muestra 192, 384, 512, 768, 1 024, 1 536, 2 048, 2 432, 3 072, 3 648, 4 096, 4 864 <sup>(5)</sup>	1) 16,6 $\mu$ s 2) 33,3 $\mu$ s 3) 100 $\mu$ s 4) 200 $\mu$ s 5) 300 $\mu$ s	1) 4,7 $\mu$ s (15 kHz SCS) 2) 2,35 $\mu$ s (30 kHz SCS)

CUADRO 1B (continuación)

	Parámetros	Sistema R	Sistema S	Sistema L	Sistema N
8	Duración de la unidad de transmisión (trama)	41 símbolos MDFO (103,78125 ms)	La trama empieza con el arranque y tiene un número configurable de símbolos de preámbulo y subtramas. La longitud de trama mínima es de 50 ms y la longitud de trama máxima es de 5 segundos.	1) 3 ms 2) 1 ms 3) 1 ms 4) 1 ms 5) 1 ms	Unidad de transmisión basada en intervalos: 1) 1 ms (15 kHz SCS) 2) 0,5 ms (30 kHz SCS)
9	Sincronización de tiempo/frecuencia	Intervalo de guarda/portadoras piloto	Intervalo de guarda/portadoras piloto	Subtrama de adquisición de células (CAS)/señal de sincronización primaria (PSS) y señal de sincronización secundaria (SSS)/portadoras piloto (señal de referencia)	Bloque de señales de sincronización (SSB) incluida la señal de sincronización primaria (PSS) y la señal de sincronización secundaria (SSS)
10	Métodos de modulación	MDP-4, MAQ-16, MAQ-64 (canal de servicio principal)	MDP-4, 16-NUC, 64-NUC, 256-NUC, 1024-NUC, 4096-NUC; específica para cada conducto de capa física	MDP-4, MAQ-16, MAQ-64, MAQ-256	MDP-4, MAQ-16, MAQ-64, MAQ-256
11	Codificación interior del canal	Código LDPC con velocidades de código aproximadas de 1/2, 2/3, 3/4 (canal de servicio principal)	Código LDPC con tamaño de bloque de 64 800 (64 K) o 16 200 (16 K) bits y velocidades de código 2/15, 3/15, 4/15, 5/15, 6/15, 7/15, 8/15, 9/15, 11/15, 12/15, 13/15	Código turbo, 1/3 de velocidad matriz con adaptación de velocidad para la capacidad disponible	Polar para canal de control y LDPC para canal de datos: gráfico de base 1 con 1/3 de velocidad de código matriz o gráfico de base 2 con 1/5 de velocidad de código matriz, adaptación de velocidad para la capacidad disponible
12	Entrelazado interior	Entrelazado de bits, células, tiempo y frecuencias	Intercalador de tiempo: por separado para cada conducto de capa física Intercalador de frecuencias: símbolo de base MDFO	Ninguno	Ninguno

CUADRO 1B (fin)

	Parámetros	Sistema R	Sistema S	Sistema L	Sistema N
13	Codificación exterior del canal	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)	BCH, CRC, ninguno	CRC	CRC
14	Entrelazado exterior		Entrelazado de bits (paridad, por grupo y bloque): de forma separada para cada conducto de capa física	Entrelazado de bits por bloque de código	Entrelazado de bits en un bloque de código. Sin entrelazado entre bloques de código.
15	Velocidades de datos netas	Dependiente de la modulación y la velocidad de código para cada anchura 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)	Dependiente del tamaño de la FFT, la modulación, la velocidad de código, el intervalo de guarda, el patrón piloto, MISO, FEF, PAPR: a) 0,93-57,9 Mbit/s b) 1,08-67,5 Mbit/s c) 1,24-77,2 Mbit/s	Velocidades binarias típicas desde 4,3 Mbit/s (MDP-4, velocidad de código 0,37) hasta 24,8 Mbit/s (MAQ-64, velocidad de código 0,71) con un prefijo cíclico de 200 $\mu$ s en un ancho de banda de canal de 10 MHz. Los valores indicados son velocidades de datos netas en relación con la capacidad PMCH y tienen en consideración las taras derivadas de la señalización/sincronización y el intervalo de guarda (prefijo cíclico).	Dependiente de la modulación y la velocidad de código para cada anchura de banda de canal, velocidad de datos para cada orden de modulación: a) de 1,8 a 13,9 Mbit/s (MDP-4 en anchura de banda de canal de 10 MHz) b) de 3,5 a 27,8 Mbit/s (MAQ-16 en anchura de banda de canal de 10 MHz) c) de 5,3 a 41,7 Mbit/s (MAQ-64 en anchura de banda de canal de 10 MHz) d) de 7 a 55,7 Mbit/s (MAQ-256 en anchura de banda de canal de 10 MHz)
Referencia		Adjunto 6	Adjunto 7	Adjunto 8	Adjunto 9

- <sup>(3)</sup> Se muestran las anchuras de banda para Cred\_coeff = 0, 1, 2, 3 y 4, respectivamente.
- <sup>(4)</sup> Se espera que la transmisión móvil utilice principalmente los tamaños de FFT de 8K o 16K, ya que el límite de velocidad móvil influirá en la decisión sobre la separación de portadoras (tamaño de FFT), la SNR del sistema y la diversidad de antena. Si se utiliza la capa central, la velocidad del vehículo en un canal móvil TU-6 puede llegar a 100/200/400 km/h para el sistema de FFT de 32k/16k/8k (anchura de banda de 6 MHz). Véase la información de selección adicional que figura en el Adjunto 7 al Anexo 1.
- <sup>(5)</sup> Para determinar el tiempo de duración del intervalo de guarda, se tiene que multiplicar el número de muestras por los valores de tiempo N, y las duraciones de muestra se determinan en función de la velocidad de muestra de banda de base correspondiente a la señal de carga útil del ATSC 3.0 anfitrión, de acuerdo con lo establecido en el campo bsr\_coefficient del símbolo de arranque. Se puede consultar información adicional en el Cuadro 2, fila 3, Redes monofrecuencia.

CUADRO 2A

**Características técnicas de los sistemas**

	<b>Parámetros</b>	<b>Sistema multimedios A</b>	<b>Sistema multimedios F</b>	<b>Sistema multimedios I</b>	<b>Sistema multimedios H</b>	<b>Sistema multimedios T2</b>
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.
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).

CUADRO 2A (continuación)

	Parámetros	Sistema multimedios A	Sistema multimedios F	Sistema multimedios I	Sistema multimedios H	Sistema multimedios T2
3	Redes monofrecuencia	El tamaño típico de la célula SFN es de unos 70 km (MDP-4D, 1/2, intervalo de guarda 256 $\mu$ 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 $\mu$ 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.		
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 2A (continuación)

	Parámetros	Sistema multimedios A	Sistema multimedios F	Sistema multimedios I	Sistema multimedios H	Sistema multimedios T2
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"> <li>– 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.</li> <li>– 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</li> </ul>	<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>

CUADRO 2A (fin)

	Parámetros	Sistema multimedios A	Sistema multimedios F	Sistema multimedios I	Sistema multimedios H	Sistema multimedios T2
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 descodificación 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

CUADRO 2B

## Características técnicas de los sistemas

	Parámetros	Sistema R	Sistema S	Sistema L	Sistema N
1	Interferencia 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.	Posibilidad de elegir entre 12 intervalos de guarda, 3 modos MDFO, 16 patrones piloto, modos SISO/MISO que proporcionan gran robustez en un entorno multitrayecto.	Esquema de transmisión MDFO con la posibilidad de elegir entre cuatro combinaciones de intervalo de guarda (prefijo cíclico) y separación de portadoras	CP-OFDM para manejo de interferencias multitrayecto
2	Entornos de desvanecimiento	Posibilidad de elección entre diferentes modos de modulación y diferentes duraciones del entrelazador temporal, lo que permite un funcionamiento sólido en condiciones de desvanecimiento.	Posibilidad de elección de diferentes modos MDFO, diferente profundidad de entrelazado, lo que permite un funcionamiento sólido en condiciones de desvanecimiento.	Posibilidad de elección de los esquemas de modulación y codificación y las numerologías para adaptarse a diferentes entornos de atenuación para receptores de techo fijos, receptores de bolsillo portátiles y receptores montados en un coche	Posibilidad de elección de los esquemas de modulación y codificación y las numerologías para adaptarse a diferentes entornos de atenuación

CUADRO 2B (continuación)

	Parámetros	Sistema R	Sistema S	Sistema L	Sistema N
3	Redes monofrecuencia	El tamaño típico de la célula SFN es de unos 70 km, dependiendo de la frecuencia y de la potencia de transmisión.	El radio de la célula SFN depende principalmente del modo MDFO y de la duración seleccionada del intervalo de guarda. La diferencia en el tiempo de llegada desde múltiples transmisores puede alcanzar 703,7 $\mu$ s. <sup>(6)</sup>	Soporte para redes de radiodifusión SFN convencionales con un radio máximo de 100 km	Soporte para las redes de radiodifusión SFN
4	Transmisión simultánea de diversos niveles de calidad (transmisión jerárquica)		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), transportados en uno o varios grupos TDM, FDM o LDM, cada uno con su modulación, codificación y profundidad de entrelazado de tiempo específicos, posibilitando así una robustez específica del servicio.	Se pueden aplicar diferentes esquemas de modulación y codificación a diferentes tráficos en un área SFN. Además, se pueden configurar diversas áreas SFN para que utilicen numerologías distintas (combinaciones de separación de portadora e intervalo de guarda).	Se pueden definir esquemas de modulación y codificación diferentes e independientes para cada paquete de cada servicio.
5	Eficiencia espectral (bit/s/Hz)	De 0,77 bit/s/Hz (MDP-4 1/2) a 3,64 bit/s/Hz (MAQ-64 3/4)	De 0,16 bit/s/Hz (MDP-4 2/15) a 9,92 bit/s/Hz (MAQ-4096 13/15)	Eficiencias espectrales típicas de 0,43 bit/s/Hz (MDP-4, velocidad de código 0,37) a 2,48 bit/s/Hz (MAQ-64, velocidad de código 0,71) con un prefijo cíclico de 200 $\mu$ s. Los valores indicados son las eficiencias netas en relación con la capacidad PMCH y tienen en consideración las taras derivadas de la señalización/sincronización y el intervalo de guarda (prefijo cíclico).	De 0,18 bit/s/Hz (MDP-4, velocidad de código 0,12) a 5,56 bit/s/Hz (MAQ-256, velocidad de código 0,93)

CUADRO 2B (*fin*)

	<b>Parámetros</b>	<b>Sistema R</b>	<b>Sistema S</b>	<b>Sistema L</b>	<b>Sistema N</b>
6	Consumo de energía de los receptores de bolsillo	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.	Los canales de servicio se organizan en el dominio temporal y el dominio de frecuencia. Cuando se recibe un único canal de servicio, se reciben y procesan únicamente la señalización del canal de servicio y los sectores pertinentes.	La correspondencia de los servicios con subtramas concretas (en el tiempo) permitiría que el receptor permaneciera en reposo durante el resto del tiempo.	La DRX(recepción discontinua) permite que el receptor permanezca en reposo mientras los datos se mantengan inactivos.

<sup>(6)</sup> Las localizaciones de los servicios SFN dependen en su mayor parte de la longitud del intervalo de guarda, que puede alcanzar los 703,7  $\mu$ s. La selección de la longitud del intervalo de guarda está condicionada por la diferencia mayor en los tiempos de llegada desde múltiples transmisores de un receptor.

## Adjunto 1 al Anexo 1

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

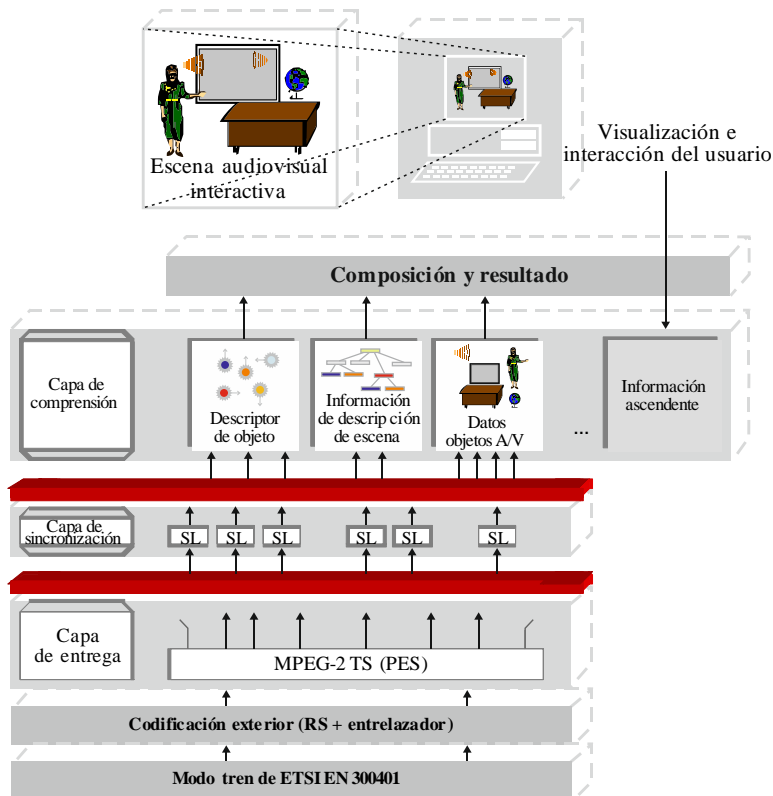
#### A.1 Exposición general y resumen de T-DMB

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



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.

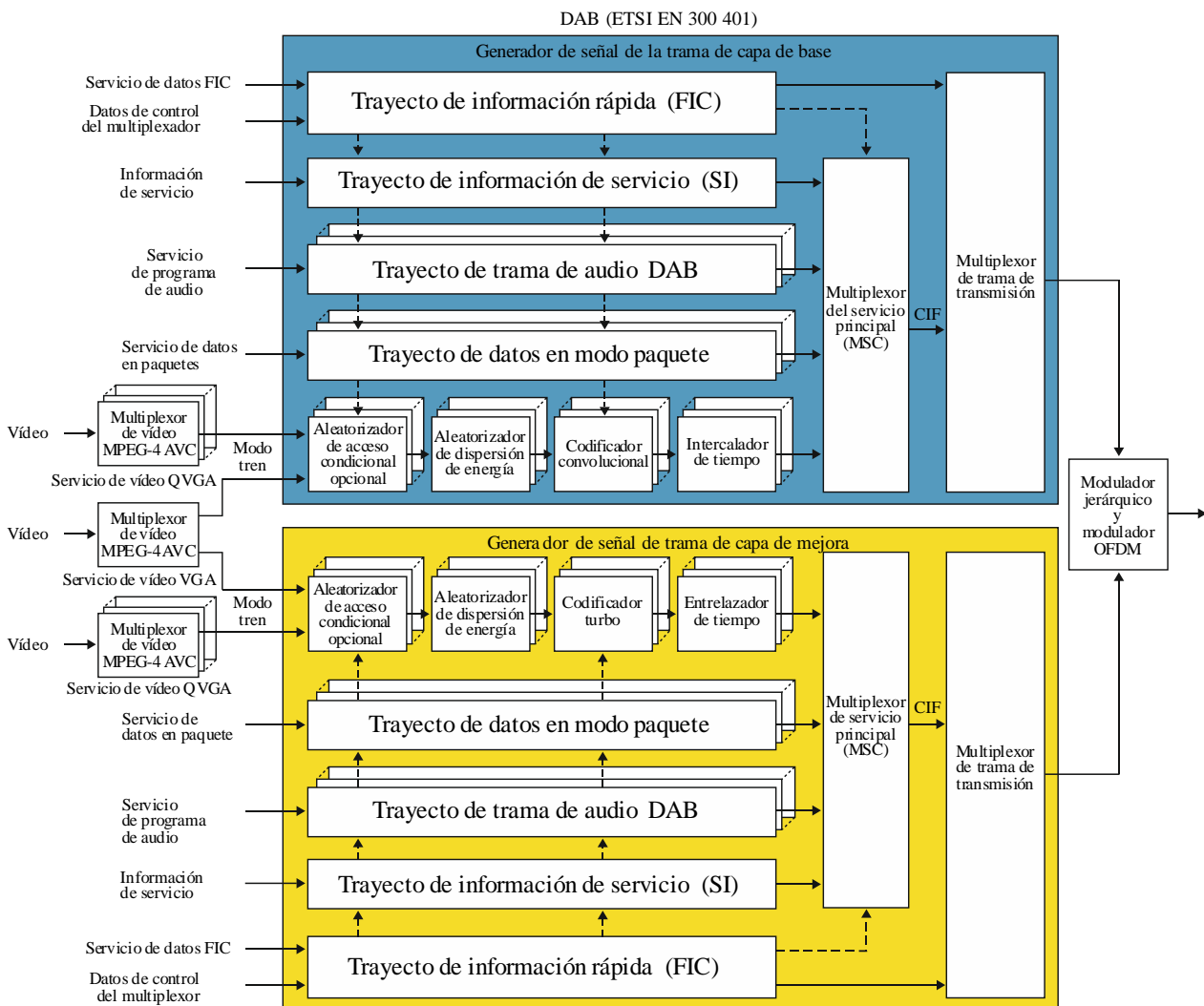
AT-DMB proporciona un servicio de vídeo escalable así como todo tipo de servicios T-DMB. El servicio de vídeo escalable garantiza plenamente la compatibilidad hacia atrás con el servicio de vídeo de T-DMB. Puede proporcionar un servicio de vídeo de calidad VGA a los receptores AT-DMB y un servicio de 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  $\infty$  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

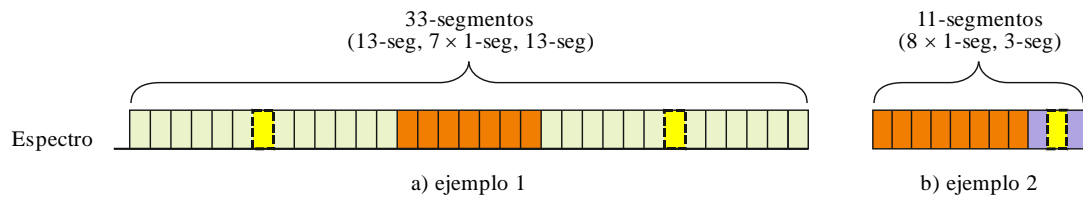
- [4] ETSI TR 101 497 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Rules of Operation for the Multimedia Object Transfer Protocol.*
- [5] ETSI TS 101 759 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Data Broadcasting – Transparent Data Channel (TDC).*
- [6] ETSI ES 201 735 – *Digital Audio Broadcasting (DAB); Internet 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.*





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)

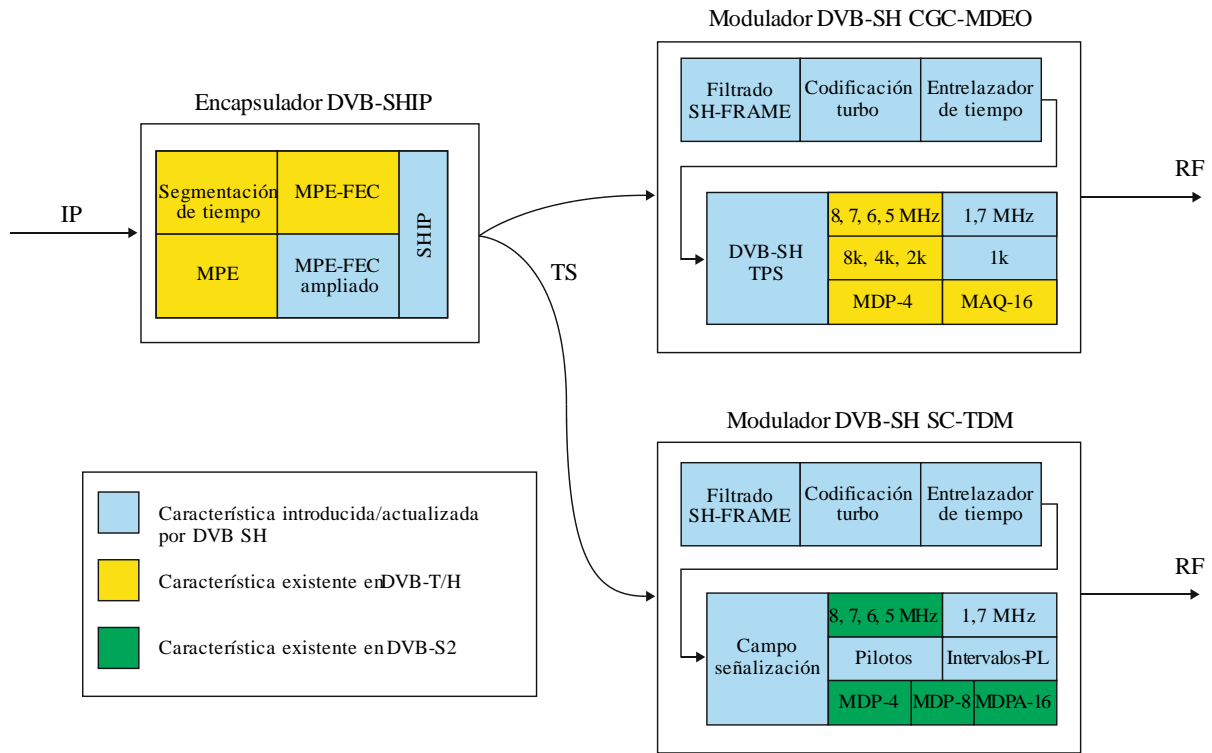
El sistema multimedia I es un sistema de radiodifusión de extremo a extremo para la entrega de cualquier tipo de contenidos y servicios digitales mediante mecanismos basados en IP optimizados para dispositivos con limitaciones de recursos de cálculo y batería. Consiste en un trayecto de radiodifusión 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 multimedios H (DVB-H)

DVB-H es un sistema de transmisión para la radiodifusión de multimedios por datagramas. Estos datagrama pueden ser IP u otros datagramas y pueden contener datos pertenecientes a servicios multimedios, 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 multimedios 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.

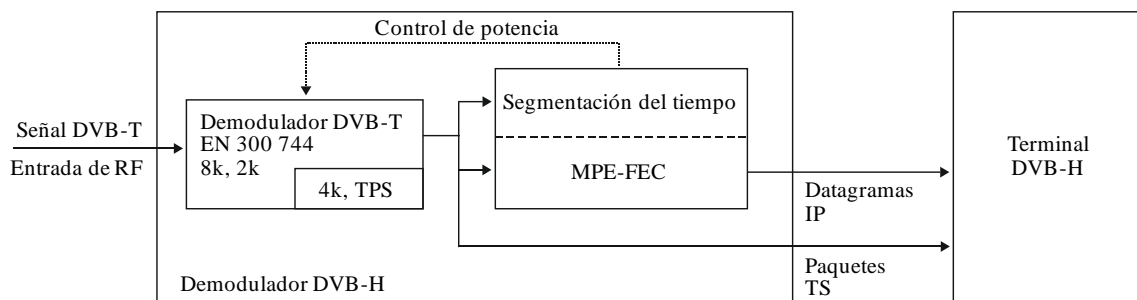
Cabe mencionar que tanto los elementos de segmentación de tiempo como la MPE-FEC se realizan en la capa de enlace, y no entran nunca en contacto con la capa física de la DVB-T. También es importante observar que la carga útil de DVB-H son datagramas IP u otros datagramas de capa de red encapsulados en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

FIGURA A4-1

## Estructura conceptual de un receptor DVB-H

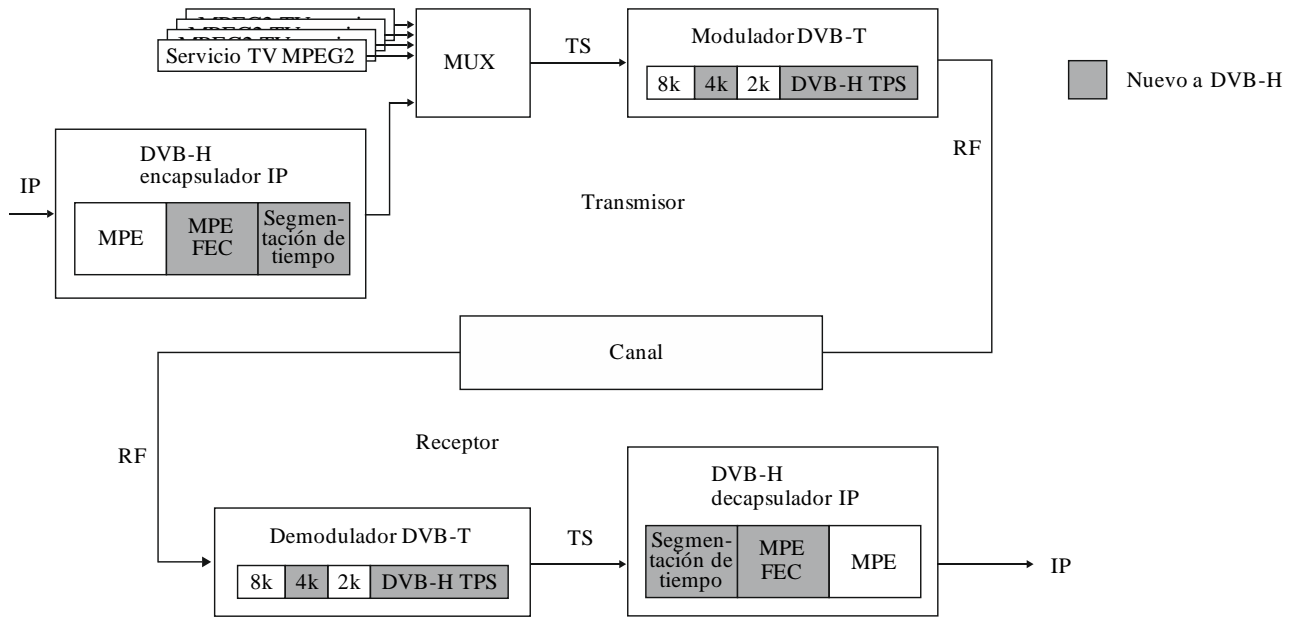


BT.2016-A4-01

En la Fig. 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 ( $\Delta t$ ) 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 multimedia 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 multimedia. 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 multimedia R (RAVIS)

El sistema digital terrenal de radiodifusión sonora y de multimedia *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).

## Adjunto 7 al Anexo 1

### Sistema multimedios S (ATSC 3.0)

La capa física de ATSC 3.0 permite a los radiodifusores transmitir en una o varias configuraciones de funcionamiento simultáneas seleccionadas de entre una amplia variedad de parámetros de capa física para una calidad de funcionamiento personalizada de los radiodifusores adecuada a muchas de sus necesidades diferentes. Existe una función para tener modos de alta capacidad/baja robustez y baja capacidad/alta robustez en la misma emisión. Las tecnologías pueden ser seleccionadas para casos de uso especial como redes monofrecuencia, operación de canales de entrada y salida múltiples, unión de canales y más, mucho más allá de una sola torre de transmisión. Se dispone de una amplia gama de selecciones para la robustez que incluye, entre otras cosas, una gran variedad de longitudes del intervalo de guarda, de longitudes de códigos de codificación de errores en recepción y de velocidades de código.

La capa física de ATSC 3.0 se ha construido sobre la base de la modulación MDFO con una serie de códigos FEC LDPC, para los que se han definido dos longitudes de código y 12 velocidades de código. Existen tres modos de multiplexión básicos (tiempo, estratos y frecuencia), junto con tres modos de transmisión (SISO, MISO y MIMO). La protección de las señales comienza con 12 longitudes de intervalo de guarda seleccionables que ofrecen longitudes de protección de eco largo. El cálculo del canal puede realizarse con 16 patrones piloto dispersos junto con patrones piloto continuos. Existen tres tamaños de FFT (8K, 16K y 32K) que permiten escoger la protección Doppler de acuerdo con la movilidad prevista del dispositivo.

La arquitectura de descubrimiento y señalización del sistema ofrece una gran flexibilidad y permite la evolución de las tecnologías de capa física con el paso del tiempo, manteniendo al mismo tiempo el apoyo a los servicios de ATSC 3.0 heredados. El mecanismo de transporte de esa información se denomina «arranque» ATSC 3.0 y proporciona un punto de entrada universal a la forma de onda de radiodifusión de ATSC 3.0. El arranque también incluye el mecanismo para indicar a un dispositivo en modo inactivo que tiene que activarse, en caso de emergencia o de otra radiodifusión prioritaria. Esta función de descubrimiento y señalización del sistema se especifica en la norma ATSC A/321.

Se admite la multidifusión IP utilizando el protocolo de la capa de enlace ATSC 3.0, que se corresponde con la capa de enlace de datos del modelo de siete capas OSI. Permite el encapsulado eficaz de IP, la señalización de las capas de enlace y los paquetes de tren de transporte (TS) MPEG-2, así como la extensibilidad y los mecanismos de reducción de la tara.

En las Referencias [1], [2] y [3] se definen los parámetros de ATSC 3.0 que se utilizan para la recepción portátil móvil de señales de radiodifusión multimedios. La recepción móvil por medio de receptores portátiles depende de la relación de señal-ruido (SNR) en funcionamiento y del tamaño de la FFT. Se admiten todos los tamaños de FFT en la recepción móvil, pero se recomienda utilizar una FFT de 8K/16K para las velocidades de vehículo elevadas, por ejemplo, por encima de 300 km/h. Si se utiliza un receptor por diversidad, que cuenta con múltiples antenas receptoras, se puede mejorar la calidad de la recepción móvil incluso con un tamaño FFT de 32k.

La señal de ATSC 3.0 se puede configurar utilizando múltiples PLP transportados en grupos TDM, FDM o LDM. La multiplexación por división estratificada (LDM) es un esquema de multiplexación no ortogonal basado en la potencia (P-NOM) que puede realizar combinaciones flexibles de múltiples servicios con diferentes calidades de servicio (QoS), por ejemplo, servicios de HDTV móvil fiables y servicios UHD TV fijos con altas velocidades de transmisión de datos. La LDM también puede utilizarse en conjunción con la TDM y FDM, de manera que forman la LTDM y la LFDm. Cada PLP admite una QoS distinta.

El sistema ATSC 3.0 está formado por una serie de capas que deben estar interconectadas para crear una ejecución completa. Dos de las capas que deben estar interconectadas son la capa de transporte y la capa física. Además, la capa física se ha diseñado de manera que se implementa parcialmente en el estudio o en la fuente de los datos y parcialmente en uno o varios transmisores. Para garantizar el interfuncionamiento necesario de las capas y los segmentos del sistema, se requieren protocolos adecuados que permitan utilizar equipo de diferentes proveedores para un sistema de trabajo.

En la Referencia [4] se definen cuatro protocolos de transporte de datos a través de partes concretas del sistema (a saber, el protocolo de la capa de enlace ATSC o ALPTP, el protocolo de transporte de enlace de estudio a transmisor o STLTP, el protocolo de transporte de fuente de datos o DSTP y el protocolo de control de fuente de datos o DSCP), así como el número de características operativas del enlace de estudio a transmisor (STL) y los transmisores. También se establece un planificador para la gestión de las operaciones de los subsistemas de capa física y dos protocolos utilizados por el planificador, uno de ellos para recibir instrucciones de configuración de alto nivel de un gestor de sistemas y el otro para proporcionar información de control de velocidad binaria en tiempo real a las fuentes de datos que envían contenido a través de la capa de transporte para que la capa física pueda emitirlo.

## Referencias normativas

- [1] Norma ATSC A/300:2020 – *ATSC 3.0 System*.
- [2] Norma ATSC A/321:2016 – *System Discovery and Signaling*.
- [3] Norma ATSC A/322:2020 – *Physical Layer Protocol*.
- [4] Norma ATSC A/324:2018 – *Scheduler / Studio to Transmitter Link*.
- [5] Recomendación UIT-R BT.1877 – *Métodos de corrección de errores, de configuración de trama de datos, de modulación, de emisión y de orientación para la selección destinados a sistemas de radiodifusión de televisión digital terrenal de segunda generación*.

## Referencias informativas

- [6] Norma ATSC A/327:2020 – *Physical Layer Recommended Practice*.
- [7] Informe técnico – Radiodifusión de vídeo digital (DVB) – *DVB-H Implementation Guidelines*: ETSI TR 102 377 V1.4.1.

## Adjunto 8 al Anexo 1

### Sistema multimedia L<sup>1</sup>

En las últimas versiones se han ampliado algunas especificaciones 3GPP o se han formulado especificaciones nuevas para gestionar los casos de uso y los requisitos de las redes de radiodifusión dedicadas. La versión 16, ya finalizada, ofrece un completo conjunto de especificaciones 3GPP que dan respuesta los casos de uso y los requisitos de un sistema de radiodifusión, por ejemplo:

- Soporte para servicios en modo abierto (FTA) y en modo de solo recepción (ROM) mediante 3GPP.
- Red dedicada a la difusión de TV y radio lineales.
- Instalaciones de red monofrecuencia (SFN) con una distancia entre emplazamientos (ISD) considerablemente mayor que la ISD asociada típicamente a las instalaciones celulares habituales.
- Soporte para los escenarios de movilidad, que incluyen velocidades de hasta 250 km/h, a fin de permitir receptores en los coches, con antenas omnidireccionales externas.
- Soporte para los formatos habituales de distribución por transmisión, como el formato DASH (Dynamic Streaming over HTTP), el formato CMAF (Common Media Application Format) y el formato HLS (HTTP Live Streaming).
- Soporte para servicios basados en IP, como la TVIP o la multidifusión ABR.
- Soporte para diferentes servicios de ficheros, como la entrega planificada o los carruseles de ficheros.

---

<sup>1</sup> Este sistema fue desarrollado por 3GPP, incluida la propuesta «5G, Release 15 and beyond – LTE+NR SRIT» que figura en el Anexo 1 de la Recomendación UIT-R M.2150-1, Especificaciones detalladas de las interfaces radioeléctricas terrenales de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales 2020 (IMT-2020), y formulado como norma ETSI TS 103 720 – 5G Broadcast System for linear TV and radio services; LTE-based 5G terrestrial broadcast system.

En la Referencia [1] se define el sistema multimedia L.

### **Bibliografía**

- [1] ETSI TS 103 720 – *5G Broadcast System for linear TV and radio services; LTE based 5G terrestrial broadcast system.*
- [2] Informe UIT-R BT.2049 – *Broadcasting of multimedia and data applications for mobile reception.*

### **Adjunto 9 al Anexo 1**

### **Sistema multimedia N**

El sistema N (5G NR MBS (servicios de radiodifusión/multidifusión)) evolucionará a una técnica de radiodifusión flexible universal para todas las pantallas.

- Consecución flexible de la conmutación dinámica e ininterrumpida entre los servicios de unidifusión y los servicios de radiodifusión/multidifusión.
- Funciones de supervisión flexibles, excelente interacción bidireccional, impulso certero a los servicios de radiodifusión y multidifusión basados en el emplazamiento, de manera que se puedan ampliar los servicios de radiodifusión multimedia nuevos como la radiodifusión por motivos de emergencia y seguridad públicas.
- Adaptación amplia a diferentes tipos de terminales 5G polivalentes y obtención de soporte amplio para los principales fabricantes de la industria mundial.
- Consideración exhaustiva y continua de diferentes escenarios complejos, con red mixta coordinada basada en estaciones base celulares 5G y en las torres de TV existentes.
- Soporte para la recepción tanto de unidifusión como de radiodifusión.

En la Referencia [1] se define el sistema multimedia N.

### **Bibliografía**

- [1] Informe UIT-R BT.2049 – *Broadcasting of multimedia and data applications for mobile reception.*
  - [2] QB-1018-2022 – *Technical specification for 5G NR broadcast access network.*
  - [3] QB-1019-2022 – *Technical specification for 5G NR broadcast core network.*
  - [4] QB-1013-2022 – *Test specification for 5G NR broadcast access network.*
  - [5] QB-1016-2022 – *Test specification for 5G NR broadcast core network.*
-