

# UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

**Recomendación UIT-R BT.1877-2**  
(12/2019)

**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**

**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
<b>BO</b>	Distribución por satélite
<b>BR</b>	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
<b>BS</b>	Servicio de radiodifusión (sonora)
<b>BT</b>	<b>Servicio de radiodifusión (televisión)</b>
<b>F</b>	Servicio fijo
<b>M</b>	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
<b>P</b>	Propagación de las ondas radioeléctricas
<b>RA</b>	Radioastronomía
<b>RS</b>	Sistemas de detección a distancia
<b>S</b>	Servicio fijo por satélite
<b>SA</b>	Aplicaciones espaciales y meteorología
<b>SF</b>	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
<b>SM</b>	Gestión del espectro
<b>SNG</b>	Periodismo electrónico por satélite
<b>TF</b>	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
<b>V</b>	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, 2020

© UIT 2020

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.1877-2

**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**

(Cuestiones UIT-R 132-5/6, 133-1/6)

(2010-2012-2019)

**Cometido**

La presente Recomendación define los métodos de corrección de errores, de configuración de trama de datos, de modulación y de emisión para la segunda generación de los sistemas de transmisión radiodifusión de televisión digital terrenal<sup>1</sup> (a los que se denomina, fuera del ámbito del UIT-R, sistemas DVB-T2, ATSC 3.0 o DTMB-A, respectivamente). Algunos de estos sistemas se han desarrollado de forma que sean compatibles con las disposiciones del Acuerdo GE06. Esta Recomendación está dedicada a los sistemas de transmisión de radiodifusión digital terrenal en los que una elevada flexibilidad en la configuración del sistema y la interactividad en la radiodifusión revisten gran importancia para permitir una amplia gama de compromisos entre el funcionamiento con niveles mínimos de la relación  $C/N$  y la máxima capacidad de transmisión<sup>2</sup>.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que en la Recomendación UIT-R BT.1306 figura la descripción de los sistemas de televisión digital terrenal utilizados en los sistemas de radiodifusión actuales;
- b) que algunas administraciones han introducido a partir de 1997 la radiodifusión de televisión digital terrenal (RTDT) en las bandas de ondas métricas y decimétricas, y que algunas administraciones están desplegando actualmente sistemas de segunda generación;
- c) que podría ser conveniente sustentar la transmisión simultánea de una jerarquía de niveles de calidad anidados (incluidas televisión de baja definición (TVBD), televisión de alta definición (TVAD), televisión de ultra alta definición (TVUAD), televisión de definición convencional (TVDC) y datos adicionales en un solo canal;
- d) que en las bandas de ondas métricas y decimétricas existen muchos tipos de interferencia, incluida la interferencia cocanal y de canal adyacente, ruido de encendido, propagación multitrayecto y otras distorsiones;
- e) que es necesario que la sincronización de trama pueda ser resistente en los canales sujetos a errores de transmisión;
- f) que es conveniente que la estructura de trama se adapte a canales de diferentes velocidades binarias;

---

<sup>1</sup> La segunda generación de sistemas de transmisión de radiodifusión de televisión digital terrenal abordados por esta Recomendación son sistemas que ofrecen una mayor capacidad de velocidad binaria por Hz y una mejor eficacia de potencia en comparación con los sistemas descritos en la Recomendación UIT-R BT.1306; además, no hay un requisito general de compatibilidad hacia atrás con los sistemas de primera generación.

<sup>2</sup> Para los sistemas de primera generación, la información sobre parámetros de planificación, relaciones de protección, etc. ya está contenida en las Recomendaciones UIT-R pertinentes. Para los sistemas de segunda generación, es necesario estudiar e incluir dicha información en las Recomendaciones UIT-R correspondientes.

- g) que recientes desarrollos en el campo de la codificación de canal y de la modulación han dado lugar a nuevas técnicas cuyo comportamiento se aproxima al límite de Shannon;
- h) que estas nuevas técnicas digitales ofrecerían una mayor eficacia de potencia y de utilización del espectro en comparación con los sistemas actuales, manteniendo al mismo tiempo la posibilidad de realizar una configuración flexible con objeto de tener en cuenta los recursos de anchura de banda de radiodifusión y de potencia;
- i) que los sistemas recomendados utilizan tales técnicas y, por consiguiente, permiten una amplia gama de compromisos entre el funcionamiento con niveles mínimos de la relación  $C/N$  y la máxima capacidad de transmisión;
- j) que los sistemas recomendados deberían ser capaz de manejar la variedad de formatos audiovisuales avanzados actualmente disponibles y en fase de definición, incluidas las transmisiones de audio inmersivo y ultra alta definición;
- k) que la selección de opciones de modulación debe basarse en condiciones específicas, tales como los recursos de espectro, políticas, requisitos de cobertura, estructura de red existente, condiciones de recepción, tipo del servicio requerido y costes para los consumidores y radiodifusores;
- l) que se requieren avances en las técnicas de transmisión de televisión digital para dar soporte a la entrega de contenido a los dispositivos móviles;
- m) que los sistemas de segunda generación también pueden dar soporte al transporte de datos de las IMT-2020 a fin de complementar la descarga de capacidad de enlace descendente y proporcionar flexibilidad y eficiencia a las plataformas de telecomunicaciones,

*recomienda*

que las administraciones que deseen introducir sistemas RTDT de segunda generación consideren la posibilidad de utilizar una de las familias de métodos de corrección de errores, de configuración de trama de datos, de modulación y de emisión descritos en los Anexos 1, 2 y 3 con las directrices para la selección facilitadas en el Anexo 4, teniendo en cuenta el *recomienda además* siguiente,

*recomienda además*

que se incluya una evaluación de los sistemas recomendados para facilitar la selección de sistemas en una futura revisión de la presente Recomendación, que deberá basarse en criterios pertinentes para la radiodifusión digital terrenal y que podría consistir en la siguiente información:

- a) una lista de requisitos y su importancia para los parámetros del sistema y las características técnicas;
- b) una lista de parámetros de sistema de los sistemas recomendados; y
- c) una lista de características técnicas de los sistemas recomendados que afectan a aspectos pertinentes para la implementación y el despliegue.

## **Anexo 1**

### **DVB-T2**

En la actualidad, se consideran dos variantes (denominadas, fuera del ámbito del UIT-R, como sistema DVB-T2) para la recepción fija y móvil de los servicios de TVDC y TVAD (a las que se hace referencia como perfil de base T2 o simplemente DVB-T2) y para la recepción por aplicaciones de muy baja capacidad como la radiodifusión móvil (a las que se hace referencia como «perfil T2-Ligero»). Las señales de T2-Ligero también pueden ser recibidas por receptores estacionarios convencionales DVB-T2.

El Cuadro 1 presenta datos generales sobre un sistema multiportadora de segunda generación con múltiples conductos de capa física (PLP) que abarca ambos perfiles. Las notas 9 a 13 del Cuadro 1 incluyen información acerca de las restricciones respecto de los perfiles de base T2 y T2-Ligero. En el Adjunto 1 al Anexo 1 figuran las especificaciones y las directrices de implementación para ambos perfiles de este sistema.

CUADRO 1

**Parámetros para los sistemas de transmisión RTDT DVB-T2  
Sistema multiportadora de segunda generación con múltiples conductos de capa física (PLP)<sup>(1)</sup>**

Nº	Parámetros	Multiportadora de 1,7 MHz (MDFO) <sup>(2)</sup>	Multiportadora de 5 MHz (MDFO) <sup>(2)</sup>	Multiportadora de 6 MHz (MDFO)	Multiportadora de 7 MHz (MDFO)	Multiportadora de 8 MHz (MDFO)	Multiportadora de 10 MHz (MDFO) <sup>(2)</sup>
1	Anchura de banda utilizada	1,54 MHz en modo normal	4,76 MHz en modo normal 4,82 MHz en modo ampliado (modo 8k) 4,86 MHz en modo ampliado (modo 16k y 32k)	5,71 MHz en modo normal 5,79 MHz en modo ampliado (modo 8k) 5,83 MHz en modo ampliado (modo 16k y 32k)	6,66 MHz en modo normal 6,75 MHz en modo ampliado (modo 8k) 6,80 MHz en modo ampliado (modo 16k y 32k)	7,61 MHz en modo normal 7,72 MHz en modo ampliado (modo 8k) 7,77 MHz en modo ampliado (modo 16k y 32k)	9,51 MHz en modo normal 9,65 MHz en modo ampliado (modo 8k) 9,71 MHz en modo ampliado (modo 16k y 32k)
2	Número de portadoras radiadas						
	modo 1k <sup>(10)</sup>	853	853	853	853	853	853
	modo 2k	1 705	1 705	1 705	1 705	1 705	1 705
	modo 4k	3 409	3 409	3 409	3 409	3 409	3 409
	modo 8k	6 817 (modo 8k)	6 817 (modo 8k) 6 913 (modo ampliado 8k)	6 817 (modo normal) 6 913 (modo ampliado)	6 817 (modo normal) 6 913 (modo ampliado)	6 817 (modo normal) 6 913 (modo ampliado)	6 817 (modo 8k) 6 913 (modo ampliado 8k)
	modo 16k		13 633 (modo 16k) 13 921 (modo ampliado 16k)	13 633 (modo normal) 13 921 (modo ampliado)	13 633 (modo normal) 13 921 (modo ampliado)	13 633 (modo normal) 13 921 (modo ampliado)	13 633 (modo 16k) 13 921 (modo ampliado 16k)
	modo 32k <sup>(10)</sup>		27 265 (modo 32k) 27 841 (modo ampliado 32k)	27 265 (modo normal) 27 841 (modo ampliado)	27 265 (modo normal) 27 841 (modo ampliado)	27 265 (modo normal) 27 841 (modo ampliado)	27 265 (modo 32k) 27 841 (modo ampliado 32k)
3	Modos de modulación	Codificación y modulación constantes (CCM)/codificación y modulación variables (VCM)					

CUADRO 1 (continuación)

Nº	Parámetros	Multiportadora 1,7 MHz (MDFO) <sup>(2)</sup>	Multiportadora 5 MHz (MDFO) <sup>(2)</sup>	Multiportadora 6 MHz (MDFO)	Multiportadora 7 MHz (MDFO)	Multiportadora 8 MHz (MDFO)	Multiportadora 10 MHz (MDFO) <sup>(2)</sup>
4	Método de modulación	MDP4, MAQ-16, MAQ-64, MAQ-256 específico para cada conducto de capa física					
5	Ocupación de canal	Debe definirse <sup>(2)</sup>			Véase la Rec. UIT-R BT.1206		Debe definirse <sup>(2)</sup>
6	Duración de símbolo activo						
	modo 1k <sup>(10)</sup>	554,99 µs	179,2 µs	149,33 µs	128 µs	112 µs	89,60 µs
	modo 2k	1 109,98 µs	358,4 µs	298,67 µs	256 µs	224 µs	179,20 µs
	modo 4k	2 219,97 µs	716,8 µs	597,33 µs	512 µs	448 µs	358,40 µs
	modo 8k	4 439,94 µs	1 433,6 µs	1 194,67 µs	1 024 µs	896 µs	716,8 µs
	modo 16k		2 867,2 µs	2 389,33 µs	2 048 µs	1 792 µs	1 433,6 µs
	modo 32k <sup>(10)</sup>		5 734,40 µs	4 778,67 µs	4 096 µs	3 584 µs	2 867,2 µs
7	Separación de portadoras						
	modo 1k <sup>(10)</sup>	1 801,91 Hz	5 580,63 Hz	6 696,75 Hz	7 812,88 Hz	8 929 Hz	11 161,25 Hz
	modo 2k	900,86 Hz	2 790 Hz	3 348 Hz	3 906 Hz	4 464 Hz	5 580,00 Hz
	modo 4k	450,43 Hz	1 395 Hz	1 674 Hz	1 953 Hz	2 232 Hz	2 790,00 Hz
	modo 8k	225,21 Hz	697,50 Hz	837 Hz	976 Hz	1 116 Hz	1 395,00 Hz
	modo 16k		348,75 Hz	418,5 Hz	488,25 Hz	558 Hz	697,50 Hz
	modo 32k <sup>(10)</sup>		174,38 Hz	209,25 Hz	244,125 Hz	279 Hz	348,75 Hz

CUADRO 1 (continuación)

Nº	Parámetros	Multiportadora 1,7 MHz (MDFO) <sup>(2)</sup>	Multiportadora 5 MHz (MDFO) <sup>(2)</sup>	Multiportadora 6 MHz (MDFO)	Multiportadora 7 MHz (MDFO)	Multiportadora 8 MHz (MDFO)	Multiportadora 10 MHz (MDFO) <sup>(2)</sup>
8	Duración del intervalo de guardas <sup>(3)</sup>	1/128, 1/32, 1/16, 19/256, 1/8, 19/128, 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	1/128, 1/32, 1/16, 19/256, 1/8, 19/128, 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	1/128, 1/32, 1/16, 19/256, 1/8, 19/128, 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
	modo 1k <sup>(10)</sup>	34,69, 69,37, 138,75 µs	11,2, 22,4, 44,8 µs	9,3, 18,6, 37,3 µs	8, 16, 32 µs	7, 14, 28 µs	5,6, 11,2, 22,4 µs
	modo 2k	34,69, 69,37, 138,75, 277,50 µs	11,2, 22,4, 44,8, 89,6 µs	9,3, 18,6, 37,3, 74,6 µs	8, 16, 32, 64 µs	7, 14, 28, 56 µs	5,6, 11,2, 22,4, 44,8 µs
	modo 4k	69,37, 138,75, 277,50, 554,99 µs	22,4, 44,8, 89,6, 179,2 µs	18,6, 37,3, 74,6, 149,3 µs	16, 32, 64, 128 µs	14, 28, 56, 112 µs	11,2, 22,4, 44,8, 89,6 µs
	modo 8k	34,69, 138,75, 277,50, 329,53, 554,99, 659,05, 1 109,98 µs	11,2, 44,8, 89,6, 106,4, 179,2, 212,8, 358,4 µs	9,3, 37,3, 74,6, 88,6, 149,3, 177,3, 298,6 µs	8, 32, 64, 75,9, 128, 152, 256 µs	7, 28, 56, 66,5, 112, 133, 224 µs	5,6, 22,4, 44,8, 53,2, 89,6, 106,4, 179,2 µs
	modo 16k		22,4, 89,6, 179,2, 212,8, 358,4, 425,6, 716,8 µs	18,6, 74,6, 149,3, 177,3, 298,6, 354,6, 597,3 µs	16, 64, 128, 152, 256, 304, 512 µs	14, 56, 112, 133, 224, 266, 448 µs	11,2, 44,8, 89,6, 106,4, 179,2, 212,8, 358,4 µs
modo 32k <sup>(10)</sup>		44,8, 179,2, 358,4, 425,6, 716,8, 851,2 µs	37,33, 149,33, 298,67, 354,67, 597,33, 709,33 µs	32, 128, 256, 304, 512, 608 µs	28, 112, 224, 266, 448, 532 µs	22,4, 89,6, 179,2, 212,8, 358,4, 425,6 µs	
9	Duración global del símbolo						
	modo 1k <sup>(10)</sup>	589,68-4578,69 µs	190,4, 201,6, 224 µs	158,6, 168, 186,6 µs	136, 144, 160 µs	119, 126, 140 µs	95,20-112,00 µs
	modo 2k	1 144,67-1 387,48 µs	369,6, 381, 403, 448 µs	308, 317, 336, 373,3 µs	264, 272, 288, 320 µs	231, 238, 252, 280 µs	184,80-224,00 µs
	modo 4k	2 289,34-2 774,96 µs	739, 762, 806, 896 µs	616, 635, 672, 746,6 µs	527,9, 544, 576, 640 µs	462, 476, 504, 560 µs	369,60-448,00 µs
	modo 8k	4 474,63-5 549,92 µs	1 444,8, 1 478,4, 1 523,2, 1 540, 1 612,8, 1 646,4, 1 792 µs	1 204, 1 232, 1 269,3, 1 283,3, 1 344, 1 372, 1 493,3 µs	1 032, 1 056, 1 088, 1 100, 1 152, 1 176, 1 280 µs	903, 924, 952, 962,5, 1 008, 1 29, 1 120 µs	722,4, 739,2, 761,6, 770, 806,4, 823, 896 µs
	modo 16k		2 889, 2 956,8, 3 046,4, 3 080, 3 225,6, 3 292,8, 3 584 µs	2 408, 2 464, 2 538,6, 2 566,6, 2 686, 2 744, 2 986,6 µs	2 064, 2 112, 2 176, 2 200, 2 304, 2 352, 2 560 µs	1 806, 1 848, 1 904, 1 925, 2 016, 2 058, 2 240 µs	1 444,8, 1 478,4, 1 523,2, 1 540, 1 612,8, 1 646,4, 1 792 µs
modo 32k <sup>(10)</sup>		5 779,20-6 585,60 µs	4 816-5 488 µs	4 128-4 704 µs	3 612, 3 696, 3 808, 3 850, 4 032, 4 116 µs	2 889,6, 2 956,8, 3 046,4, 3 080, 3 225,6, 3 292,8 µs	



CUADRO 1 (continuación)

Nº	Parámetros	Multiportadora 1,7 MHz (MDFO) <sup>(2)</sup>	Multiportadora 5 MHz (MDFO) <sup>(2)</sup>	Multiportadora 6 MHz (MDFO)	Multiportadora 7 MHz (MDFO)	Multiportadora 8 MHz (MDFO)	Multiportadora 10 MHz (MDFO) <sup>(2)</sup>
10	Duración de trama de transmisión <sup>(6)</sup>	La trama arranca con un preámbulo y tiene un número de símbolos configurable, con una máxima duración de 250 ms. El mínimo número de símbolos de datos es 3 (modo 32k) o 7 (otros modos). La longitud de la supertrama es configurable, máximo 256 tramas, 64 s					
11	Formato de tren de entrada <sup>(4)</sup>	Trenes de transporte (TS) o trenes genéricos (GS)					
12	Formato de tren del sistema	Formato BB <sup>(5)</sup>	Formato BB				
13	Código de adaptación de modo	CRC-8					
14	Codificación de canal <sup>(9)</sup>	Código LDPC/BCH con tamaño de bloque de 64 800 (64K) ó 16 200 (16K) bits y velocidades de código 1/3 <sup>(9)</sup> , 2/5 <sup>(9)</sup> , 4/9, 1/2, 3/5, 2/3, 11/15, 3/4 <sup>(10)</sup> , 4/5 <sup>(10)</sup> , 37/45 <sup>(10)</sup> , 5/6 <sup>(10)</sup>					
15	Intercalado	Intercalado de bit, de célula y de tiempo de forma separada para cada conducto de capa física. Intercalado de frecuencia común <sup>(1)</sup>					
16	Rotación de constelación	Ninguna, 29 (MDP4), 16,8 (MAQ-16), 8,6 (MAQ-64) grados o atn (1/16) (MAQ-256) <sup>(10)</sup>					
17	Conductos de capa física (PLP)	Modo A con un solo PLP o modo B con múltiples PLP. Modulación, codificación y profundidad de intercalado de tiempo seleccionable de forma separada para cada PLP <sup>(1), (7)</sup>					
18	Aleatorización de datos/ dispersión de energía Exploración inicial	PRBS  Proceso de exploración rápida con símbolo de preámbulo especial P1					
19	Sincronización de tiempo/ frecuencia	Símbolos P1 y P2 de preámbulo. Portadoras de piloto dispersas con 8 disposiciones de piloto distintas <sup>(13)</sup> . Pilotos continuos					
20	MISO	Una entrada múltiple salida única (MISO) 2 × 1 con codificación Alamouti					
21	Reducción de consumo de potencia del receptor	Los conductos de capa física se organizan como subsegmentos en la trama. Cuando se recibe un solo PLP, únicamente se reciben y procesan el preámbulo y los subsegmentos correspondientes					

CUADRO 1 (fin)

Nº	Parámetros	Multiportadora 1,7 MHz (MDFO) <sup>(2)</sup>	Multiportadora 5 MHz (MDFO) <sup>(2)</sup>	Multiportadora 6 MHz (MDFO)	Multiportadora 7 MHz (MDFO)	Multiportadora 8 MHz (MDFO)	Multiportadora 10 MHz (MDFO) <sup>(2)</sup>
22	Señalización de capa 1	La señalización L1 es cursada por P2 símbolos en el preámbulo. La preseñalización L1 se modula con MDP2 y se codifica con 1/4 16k LDPC. La postseñalización L1 tiene una modulación configurable y codificación 1/2 16k LDPC. Opción para señalización dentro de banda en el PLP					
23	Señalización de capa 1	En los PLP de datos o con PLP común especial al principio de la trama					
24	PAPR (relación de potencias de cresta/media)	Extensión de constelación activa (ACE) y reserva de tono (TR) como opciones					
25	Tramas de ampliación en el futuro (FEF)	Una supertrama puede incluir una o varias partes FEF que pueden utilizarse para futuras extensiones del sistema					
26	Velocidad de datos neta	0,22-10,17 Mbit/s, dependiendo del tamaño de la FFT, de la modulación, de la velocidad de codificación, del intervalo de guarda, de la disposición del piloto, MISO, FEF, PAPR	3,01-31,55 Mbit/s, dependiendo del tamaño de la FFT, de la modulación, de la velocidad de codificación, del intervalo de guarda, de la disposición del piloto, MISO, FEF, PAPR	4,01-37,8 Mbit/s, dependiendo del tamaño de la FFT, de la modulación, de la velocidad de codificación, del intervalo de guarda, de la disposición del piloto, MISO, FEF, PAPR	4,68-44,1 Mbit/s, dependiendo del tamaño de la FFT, de la modulación, de la velocidad de codificación, del intervalo de guarda, de la disposición del piloto, MISO, FEF, PAPR	5,35-50,4 Mbit/s, dependiendo del tamaño de la FFT, de la modulación, de la velocidad de codificación, del intervalo de guarda, de la disposición del piloto, MISO, FEF, PAPR	5,93-63,23 Mbit/s, dependiendo del tamaño de la FFT, de la modulación, de la velocidad de codificación, del intervalo de guarda, de la disposición del piloto, MISO, FEF, PAPR
27	Relación portadora/ruido en un canal de ruido gaussiano blanco aditivo (AWGN)	Dependiendo de la modulación y de la codificación de canal. 1 a 22 dB <sup>(8)</sup>					
28	Memoria de intercalado de tiempo	$2^{19}+2^{15}$ células <sup>(11)</sup> , $2^{18}$ células <sup>(12)</sup>					

BCH: Código de bloque binario de corrección de múltiples errores Bose – Chandhuri – Hocquenghem

LDPC: Verificación de paridad de baja densidad

MDFO: Múltiplex por división de frecuencia ortogonal

PRBS: Secuencia binaria pseudoaleatoria... 0

MAQ: Modulación de amplitud en cuadratura

MDP4: Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura.

*Notas relativas al Cuadro 1:*

- (1) Posibilidad de uno o múltiples conductos de capa física (PLP), cada uno de ellos con su modulación, codificación y profundidad de intercalado de tiempo específica, permitiendo de esa forma una robustez específica del servicio.
- (2) Deben definirse los límites de conformación del espectro para los sistemas de televisión digital terrenal que utilizan canales de 5 MHz, 6 MHz y 10 MHz. Las variantes de los canales 1,7, 5 y 10 MHz no se emplean normalmente a efectos de radiodifusión de TV en las bandas III de ondas métricas o las bandas IV/V de ondas decimétricas. Las variantes de 7 y 8 MHz del sistema son compatibles con el Acuerdo GE06 en lo que respecta a la utilización del espectro. La variante de 1,7 MHz es compatible con la planificación de frecuencias de T-DAB.
- (3) No todas las fracciones están disponibles para todos los modos FFT.
- (4) Como se define en 302 755 (norma DVB-T2), el sistema soporta los siguientes formatos de tren de entrada: GSE (formato encapsulado de tren genérico), GFPS (formato de tren en paquetes de longitud fija genérico), GCS (formato de tren continuo genérico) y MPEG-2 TS.
- (5) Formato en banda base utilizado en esta segunda generación de sistemas de radiodifusión.
- (6) Los valores corresponden a la máxima longitud de trama en los símbolos MDFO excluyendo los símbolos P1. Para el modo 1k la máxima longitud se define para una duración del intervalo de guarda de 1/16, 1/8 y 1/4. Para los modos 4k y 2k la máxima longitud se define para 1/32, 1/16, 1/8 y 1/4. En el caso del modo 32k no aplicable el intervalo de guarda es solamente 1/4. Para más información véase EN 302 755 (norma DVB-T2). Aún debe definirse el número de símbolos MDFO para 1,7 MHz, 5 MHz, 6 MHz, 7 MHz y 10 MHz.
- (7) El sistema tiene la opción futura de dispersar los subsegmentos de PLP a lo largo de múltiples canales de RF dentro de la trama. El intercalado de tiempo se aplica en todas ellas. Los receptores de un solo perfil basados en la primera versión de la especificación no soportan esta característica.
- (8) Simulado en canales gaussianos con una BER de  $1 \times 10^{-4}$  antes de la codificación BCH, sin corrección para el impulso del piloto (que depende de la disposición del piloto). También deben añadirse a estas cifras las pérdidas esperadas de implementación debidas a la estimación real del canal. Será significativamente inferior a la cifra correspondiente a los sistemas multiportadora de primera generación debido a la mejor optimización de las densidades de impulso y disposición para los sistemas multiportadora de segunda generación.
- (9) No se utiliza en el perfil T2 de base.
- (10) No se utiliza en el perfil T2 ligero.
- (11) Se aplica al perfil T2 de base.
- (12) Se aplica al perfil T2 ligero.
- (13) El perfil T2 ligero tiene 7 disposiciones de piloto.

## **Adjunto 1 al Anexo 1**

### **Norma del sistema**

- 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).
- ETSI TR 102 831. Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2).

## **Anexo 2**

### **ATSC 3.0**

ATSC 3.0 es un conjunto de normas técnicas y prácticas recomendadas voluntarias que difiere fundamentalmente de la anterior norma ATSC (conocida como ATSC 1.0), que se limitaba esencialmente al vídeo y al audio, y a la que reemplaza operativamente.

En comparación con la norma ATSC 1.0 actual, la norma ATSC 3.0 tiene por objeto permitir mejoras sustanciales del rendimiento, la funcionalidad y la eficiencia que sean suficientes para garantizar la aplicación de un sistema no compatible hacia atrás. Con mayor capacidad para ofrecer una calidad drásticamente mejorada para los servicios de vídeo, una recepción móvil robusta en una amplia gama de dispositivos, una mayor eficiencia, transporte IP, alerta avanzada de emergencia, características de personalización y capacidad interactiva, el conjunto de normas ATSC 3.0 proporciona mucha más capacidad que las generaciones anteriores de radiodifusión terrenal en el mismo ancho de banda del espectro. También proporciona un medio para integrar los servicios de radiodifusión y de banda ancha y, por lo tanto, puede formar parte del ecosistema de transmisión de 5G.

Los parámetros del sistema de transmisión ATSC 3.0 se consideran desde la recepción móvil muy robusta hasta la recepción fija de alta capacidad de los servicios TVDC, TVAD y TVUAD. En el Cuadro 2 se facilitan datos generales sobre el sistema ATSC 3.0 con múltiples conductos de capa física (PLP) que abarcan las recepciones tanto móviles como fijas. Las especificaciones y directrices de implementación de este sistema se recogen en los Adjuntos 1 y 2 del Anexo 2.

CUADRO 2

**Parámetros para el Sistema de transmisión de RTDT ATSC 3.0  
Sistema de multiportadoras múltiples conductos de capa física (PLP)<sup>(1)</sup>**

Nº	Parámetros	Multiportadora de 1,7 MHz (OFDM) <sup>(2)</sup>	Multiportadora de 5 MHz (OFDM) <sup>(2)</sup>	Multiportadora de 6 MHz (OFDM)	Multiportadora de 7 MHz (OFDM)	Multiportadora de 8 MHz (OFDM)	Multiportadora de 10 MHz (OFDM) <sup>(2)</sup>	
1	Ancho de banda	NA	NA				NA	
	Coficiente reducido (Cred_coeff)							
	0			5,832 MHz	6,804 MHz	7,777 MHz		
	1			5,751 MHz	6,710 MHz	7,669 MHz		
	2			5,670 MHz	6,615 MHz	7,561 MHz		
2	Número de portadoras radiadas	NA	NA				NA	
				Modo 8k				
				3	5,589 MHz	6,521 MHz		7,453 MHz
				4	5,508 MHz	6,426 MHz		7,345 MHz
				Modo 16k				
	0			6 913 (Cred_coeff=0)	6 913 (Cred_coeff=0)	6 913 (Cred_coeff=0)		
	1			6 817 (Cred_coeff=1)	6 817 (Cred_coeff=1)	6 817 (Cred_coeff=1)		
	2			6 721 (Cred_coeff=2)	6 721 (Cred_coeff=2)	6 721 (Cred_coeff=2)		
	3			6 625 (Cred_coeff=3)	6 625 (Cred_coeff=3)	6 625 (Cred_coeff=3)		
	4			6 529 (Cred_coeff=4)	6 529 (Cred_coeff=4)	6 529 (Cred_coeff=4)		
Modo 32k								
0	13 825 (Cred_coeff=0)	13 825 (Cred_coeff=0)	13 825 (Cred_coeff=0)					
1	13 633 (Cred_coeff=1)	13 633 (Cred_coeff=1)	13 633 (Cred_coeff=1)					
2	13 441 (Cred_coeff=2)	13 441 (Cred_coeff=2)	13 441 (Cred_coeff=2)					
3	13 249 (Cred_coeff=3)	13 249 (Cred_coeff=3)	13 249 (Cred_coeff=3)					
4	13 057 (Cred_coeff=4)	13 057 (Cred_coeff=4)	13 057 (Cred_coeff=4)					
0	27 649 (Cred_coeff=0)	27 649 (Cred_coeff=0)	27 649 (Cred_coeff=0)					
1	27 265 (Cred_coeff=1)	27 265 (Cred_coeff=1)	27 265 (Cred_coeff=1)					
2	26 881 (Cred_coeff=2)	26 881 (Cred_coeff=2)	26 881 (Cred_coeff=2)					
3	26 497 (Cred_coeff=3)	26 497 (Cred_coeff=3)	26 497 (Cred_coeff=3)					
4	26 113 (Cred_coeff=4)	26 113 (Cred_coeff=4)	26 113 (Cred_coeff=4)					

CUADRO 2 (continuación)

Nº	Parámetros	Multiportadora de 1,7 MHz (OFDM) <sup>(2)</sup>	Multiportadora de 5 MHz (OFDM) <sup>(2)</sup>	Multiportadora de 6 MHz (OFDM)	Multiportadora de 7 MHz (OFDM)	Multiportadora de 8 MHz (OFDM)	Multiportadora de 10 MHz (OFDM) <sup>(2)</sup>
3	Duración del intervalo de guarda	NA	NA	Duración de la muestra de 192, 384, 512, 768, 1024, 1536, 2048, 2432, 3072, 3648, 4096, 4864	Duración de la muestra de 192, 384, 512, 768, 1024, 1536, 2048, 2432, 3072, 3648, 4096, 4864	Duración de la muestra de 192, 384, 512, 768, 1024, 1536, 2048, 2432, 3072, 3648, 4096, 4864	NA
	Modo 8k			27,778; 55,556; 74,074; 111,111; 148,148; 222,222; 296,296 $\mu$ s (Duración de la muestra de 192, 384, 512, 768, 1024, 1536, 2048)	23,810; 47,619; 63,492; 95,238; 126,984; 190,476; 253,968 $\mu$ s (Duración de la muestra de 192, 384, 512, 768, 1024, 1536, 2048)	20,833; 41,667; 55,556; 83,333; 111,111; 166,667; 222,222 $\mu$ s (Duración de la muestra de 192, 384, 512, 768, 1024, 1536, 2048)	
	Modo 16k			27,778; 55,556; 74,074; 111,111; 148,148; 222,222; 296,296; 351,852; 444,444; 527,778; 592,593 $\mu$ s (Duración de la muestra de 192, 384, 512, 768, 1024, 1536, 2048, 2432, 3072, 3648, 4096)	23,810; 47,619; 63,492; 95,238; 126,984; 190,476; 253,968; 301,587; 380,952; 452,381; 507,937 $\mu$ s (Duración de la muestra de 192, 384, 512, 768, 1024, 1536, 2048, 2432, 3072, 3648, 4096)	20,833; 41,667; 55,556; 83,333; 111,111; 166,667; 222,222; 263,889; 333,333; 395,833; 444,444 $\mu$ s (Duración de la muestra de 192, 384, 512, 768, 1024, 1536, 2048, 2432, 3072, 3648, 4096)	
	Modo 32k			27,778; 55,556; 74,074; 111,111; 148,148; 222,222; 296,296; 351,852; 444,444; 527,778; 592,593; 703,704 $\mu$ s (Duración de la muestra de 192, 384, 512, 768, 1024, 1536, 2048, 2432, 3072, 3648, 4096, 4864)	23,810; 47,619; 63,492; 95,238; 126,984; 190,476; 253,968; 301,587; 380,952; 452,381; 507,937; 603,175 $\mu$ s (Duración de la muestra de 192, 384, 512, 768, 1024, 1536, 2048, 2432, 3072, 3648, 4096, 4864)	20,833; 41,667; 55,556; 83,333; 111,111; 166,667; 222,222; 263,889; 333,333; 395,833; 444,444; 527,778 $\mu$ s (Duración de la muestra de 192, 384, 512, 768, 1024, 1536, 2048, 2432, 3072, 3648, 4096, 4864)	

CUADRO 2 (continuación)

Nº	Parámetros	Multiportadora de 1,7 MHz (OFDM) <sup>(2)</sup>	Multiportadora de 5 MHz (OFDM) <sup>(2)</sup>	Multiportadora de 6 MHz (OFDM)	Multiportadora de 7 MHz (OFDM)	Multiportadora de 8 MHz (OFDM)	Multiportadora de 10 MHz (OFDM) <sup>(2)</sup>
4	Duración del símbolo activo Modo 8k Modo 16k Modo 32k	NA	NA	1 185,185 µs 2 370,370 µs 4 740,740 µs	1 015,873 µs 2 031,746 µs 4 063,492 µs	888,889 µs 1 777,778 µs 3 555,556 µs	NA
5	Espaciamiento entre portadoras Modo 8k Modo 16k Modo 32k	NA	NA	843,75 Hz 421,875 Hz 210,9375 Hz	984,375 Hz 492,1875 Hz 246,09375 Hz	1 125 Hz 562,5 Hz 281,25 Hz	NA
6	Duración global del símbolo Modo 8k Modo 16k Modo 32k	NA	NA	1 212,963; 1 240,741; 1 259,259; 1 296,296; 1 333,333; 1 407,407; 1 481,481 µs 2 398,148; 2 425,926; 2 444,444; 2 481,481; 2 518,518; 2 592,592; 2 666,666; 2 722,222; 2 814,814; 2 898,148; 2 962,963 µs 4 768,518; 4 796,296; 4 814,814; 4 851,851; 4 888,888; 4 962,962; 5 037,036; 5 092,592; 5 185,184; 5 268,518; 5 333,333; 5 444,444 µs	1 039,683; 1 063,492; 1 079,365; 1 111,111; 1 142,857; 1 206,349; 1 269,841 µs 2 055,556; 2 079,365; 2 095,238; 2 126,984; 2 158,730; 2 222,222; 2 285,714; 2 333,333; 2 412,698; 2 484,127; 2 539,683 µs 4 087,302; 4 111,111; 4 126,984; 4 158,730; 4 190,476; 4 253,968; 4 317,460; 4 365,079; 4 444,444; 4 515,873; 4 571,429; 4 666,667 µs	909,722; 930,556; 944,445; 972,222; 1 000,000; 1 055,556; 1 111,111 µs 1 798,611; 1 819,445; 1 833,334; 1 861,111; 1 888,889; 1 944,445; 2 000,000; 2 041,667; 2 111,111; 2 173,611; 2 222,222 µs 3 576,389; 3 597,223; 3 611,112; 3 638,889; 3 666,667; 3 722,223; 3 777,778; 3 819,445; 3 888,889; 3 951,389; 4 000,000; 4 083,334 µs	NA

CUADRO 2 (continuación)

Nº	Parámetros	Multiportadora de 1,7 MHz (OFDM) <sup>(2)</sup>	Multiportadora de 5 MHz (OFDM) <sup>(2)</sup>	Multiportadora de 6 MHz (OFDM)	Multiportadora de 7 MHz (OFDM)	Multiportadora de 8 MHz (OFDM)	Multiportadora de 10 MHz (OFDM) <sup>(2)</sup>
7	Duración de la trama de transmisión	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.					
8	Modo de longitud de trama	Alineado con el símbolo, alineado con el tiempo (unidad de 5 ms)					
9	Formato de tren de entrada	Paquete de control del protocolo de la capa de enlace ATSC (ALP)					
10	Formato de tren del sistema	Formato de paquete de banda de base (BBP)					
11	Codificación de canales	Código interno: código LDPC con tamaño de bloque de 64 800 (64 K) o 16 200 (16 K) bits y velocidades de codificación de 2/15, 3/15, 4/15, 5/15, 6/15, 7/15, 8/15, 9/15, 11/15, 12/15, 13/15 Código externo: BCH, CRC, Ninguno					
12	Modulación	MDP-4, 16-NUC, 64-NUC, 256-NUC, 1024-NUC, 4096-NUC específica para cada conducto de capa física					
13	Modos de modulación	Codificación y modulación constantes (CCM)/modulación y codificación variables (VCM)					
14	Tipo de intercalado	Intercalador de bits: por separado para cada conducto de capa física Intercalador de tiempo: por separado para cada conducto de capa física Intercalador de frecuencias: símbolo de base MDFO					
15	Intercalador de tiempo	Intercalador de tiempo convolucional Intercalador de tiempo híbrido (HTI): Intercalador de célula, Intercalador de bloque retorcido, Línea de retardo convolucional					
16	Memoria de intercalado de tiempo máxima	2 <sup>19</sup> células en modo normal 2 <sup>20</sup> células en modo de intercalado ampliado (sólo para MDP-4)					
17	Intercalado de frecuencias	Aplicado siempre a todos los símbolos del Preámbulo, pero optativo para el símbolo de datos					
18	Conductos de capa física (PLP)	PLP único o PLP múltiples. Modulación, codificación y profundidad del intercalado de tiempo seleccionable por separado para cada PLP <sup>(1)(7)</sup>					



CUADRO 2 (continuación)

Nº	Parámetros	Multiportadora de 1,7 MHz (OFDM) <sup>(2)</sup>	Multiportadora de 5 MHz (OFDM) <sup>(2)</sup>	Multiportadora de 6 MHz (OFDM)	Multiportadora de 7 MHz (OFDM)	Multiportadora de 8 MHz (OFDM)	Multiportadora de 10 MHz (OFDM) <sup>(2)</sup>
19	Multipléxación de conductos de capa física (PLP)	TDM, FDM, LDM, y combinación de los mismos (por ejemplo TFDM, LTDM, LFDM)					
20	Aleatorización de datos/dispersión de energía Escaneo inicial	PRBS  Proceso de escaneo rápido con arranque					
21	Sincronización de tiempos/frecuencias	Arranque y símbolo de preámbulo. Piloto disperso. Pilotos continuos. Pilotos periféricos					
22	MISO	TDCFS (64 o 256 derivaciones) como opción					
23	Reducción del consumo de potencia del receptor	Los conductos de la capa física están multiplexados en la trama. Al recibir un PLP, sólo se reciben y procesan el arranque, el preámbulo y las células pertinentes del PLP					
24	Señalización de la capa 1	Arranque: Parámetros esenciales que permiten activar la alerta de emergencia y la decodificación de la parte L1-Básica del preámbulo L1-Básica (fijo 200 bits) en el preámbulo: Parámetros de señalización que permiten la decodificación de L1-Detalle y el procesamiento inicial de la primera subtrama L1-Detalle (longitud variable) en el preámbulo: Parámetros de señalización que permiten la decodificación de las subtramas restantes y cada PLP L1-Básica tiene cinco modos de protección de error y L1-Detalle tiene siete modos distintos de protección de error					
25	PAPR	Extensión de constelación activa (ACE) y reserva de tono (TR) como opciones					
26	Agrupación de canales	Agrupación de dos canales de RF sólo como opción					
27	MIMO	MIMO de polarización cruzada sólo como opción					
28	Tramas de ampliación en el futuro (FEF)	El arranque puede indicar una versión de trama distinta. La trama no ATSC 3.0 puede utilizarse para futuras extensiones del sistema					

CUADRO 2 (fin)

Nº	Parámetros	Multiportadora de 1,7 MHz (OFDM) <sup>(2)</sup>	Multiportadora de 5 MHz (OFDM) <sup>(2)</sup>	Multiportadora de 6 MHz (OFDM)	Multiportadora de 7 MHz (OFDM)	Multiportadora de 8 MHz (OFDM)	Multiportadora de 10 MHz (OFDM) <sup>(2)</sup>
29	Velocidad de datos neta	NA	NA	0,93-57,9 Mbit/s, en función del tamaño de FFT, la modulación, la velocidad de código, el intervalo de guarda, el patrón piloto, MISO, FEF, PAPR	1,08-67,5 Mbit/s, en función del tamaño de FFT, la modulación, la velocidad de código, el intervalo de guarda, el patrón piloto, MISO, FEF, PAPR	1,24-77,2 Mbit/s, en función del tamaño de FFT, la modulación, la velocidad de código, el intervalo de guarda, el patrón piloto, MISO, FEF, PAPR	NA
30	Relación portadora/ruido en un canal AWGN	Dependiendo de la modulación y del código de canal. -6 a 33 dB <sup>(3)</sup>					

AWGN: Ruido gaussiano blanco aditivo

BCH: Código de bloque binario de corrección de múltiples errores Bose – Chandhuri – Hocquenghem

FDM: Multiplexación por división de frecuencia

LDM: Multiplexación por división estratificada

LDPC: Comprobación de paridad de baja densidad

LFDM: Multiplexación por división de frecuencia estratificada

LTDM: Multiplexación por división de tiempo estratificada

MISO: Múltiples entradas una sola salida

MIMO: Múltiples entradas múltiples salidas

NUC: Constelación no uniforme

OFDM: Múltiplex por división de frecuencia ortogonal

PAPR: Relación entre la potencia máxima y la potencia media

PRBS: Secuencia binaria pseudoaleatoria

QAM: Modulación de amplitud en cuadratura

QPSK: Modulación por desplazamiento de fase cuaternaria

TDCFS: Conjuntos de filtros de código de diversidad de transmisión

TDM: Multiplexación por división en el tiempo

TFDM: Multiplexación por división de tiempo-frecuencia

*Notas relativas al Cuadro 2:*

- <sup>(1)</sup> Posibilidad de uno o varios conductos de capa física (PLP), cada uno con su propia modulación específica, codificación y profundidad de intercalado temporal, lo que permite una robustez específica del servicio.
- <sup>(2)</sup> Hay que definir los límites para los sistemas de televisión digital terrenal que utilizan canales de 5 MHz, 6 MHz y 10 MHz. Las variantes de canal de 1,7; 5 y 10 MHz no se utilizan normalmente con fines de radiodifusión de TV en las bandas de ondas métricas III o de ondas decimétricas IV/V. Las variantes de 7 y 8 MHz del sistema son compatibles con el Acuerdo GE06 en lo que atañe a la utilización del espectro. La especificación ATSC 3.0 sólo da soporte a anchuras de banda de 6 MHz, 7 MHz y 8 MHz.
- <sup>(3)</sup> Simulado en canales gaussianos con una BER de  $1 \times 10^{-6}$  después de la decodificación LDPC y BCH, sin corrección para el impulso del piloto (que depende de la disposición del piloto). También deben añadirse a estas cifras las pérdidas esperadas de implementación debidas a la estimación real del canal.

## **Adjunto 1 al Anexo 2**

### **Documentos de referencia de la norma de sistema ATSC**

- ATSC «ATSC System Discovery and Signaling», Doc. A/321:2016, Advanced Television System Committee, Washington, D.C., 23 de marzo de 2016.
- ATSC «ATSC Physical Layer Protocol», Doc. A/322:2017, Advanced Television System Committee, Washington, D.C., 6 de junio de 2017.
- ATSC «Guidelines for the Physical Layer Protocol», Doc. A/327:2018, Advanced Television System Committee, Washington, D.C., 2 de octubre 2018.

## **Adjunto 2 al Anexo 2**

### **Breve presentación de la norma de transmisión digital ATSC 3.0**

#### **1 Introducción**

El Comité de Sistemas Avanzados de Televisión (ATSC) es una organización sin fines de lucro que elabora normas voluntarias para la televisión digital. Las más de 130 organizaciones afiliadas al ATSC representan a las industrias de radiodifusión, equipos de radiodifusión, cine, electrónica de consumo, informática, cable, satélite y semiconductores.

El ATSC 3.0 es una versión principal de las normas ATSC para la transmisión de televisión digital a través de redes terrenales, de cable y de satélite. Es en gran medida un sustituto de la norma NTSC analógica y, al igual que esa norma, se utiliza principalmente en los Estados Unidos de América, México, Canadá y Corea. La nueva norma fue creada por el Comité de Sistemas Avanzados de Televisión (ATSC). La norma refleja 25 secciones, incluyendo 21 Normas Aprobadas y 4 Prácticas Recomendadas, que proporcionan una guía de ingeniería para la implementación.

A efectos de referencia para la presente Recomendación, se presentan a continuación resúmenes de las principales normas.

#### **A/300:2017 – Sistema ATSC 3.0**

Esta norma describe todo el conjunto del sistema de televisión digital ATSC 3.0. El ATSC 3.0 es un conjunto de normas técnicas voluntarias y prácticas recomendadas que es fundamentalmente diferente de los sistemas ATSC anteriores y, por lo tanto, es en gran medida incompatible con ellos. Esta divergencia con respecto al diseño anterior tiene por objeto permitir mejoras sustanciales del rendimiento, la funcionalidad y la eficiencia que sean suficientes para garantizar la implementación de un sistema no compatible hacia atrás. Con una mayor capacidad para prestar servicios de ultra alta definición, una recepción robusta en una amplia gama de dispositivos, una mayor eficiencia, transporte por IP, alerta de emergencia avanzada, características de personalización y capacidad interactiva, la Norma ATSC 3.0 proporciona mucha más capacidad que las generaciones anteriores de radiodifusión terrenal.

En el otoño de 2011, el ATSC creó el Grupo de Tecnología 3 (TG-3) para diseñar un sistema de transmisión de próxima generación. El TG-3 emitió una solicitud de contribuciones para preguntar por los requisitos del sistema a una amplia base internacional de intereses y organizaciones. Utilizando estas contribuciones, se desarrollaron trece Escenarios de Uso, de los cuales se derivó un conjunto completo de requisitos del sistema. Los requisitos del sistema fijaron las capacidades del sistema general y, por lo tanto, sirvieron de guía en la preparación del conjunto de normas ATSC 3.0. La norma ATSC 3.0 utiliza una arquitectura de capas. Se definen tres capas: Física, Gestión y Protocolos, y Aplicación y Presentación. Para facilitar la flexibilidad y la extensibilidad, los diferentes elementos del sistema se especifican en normas separadas. La lista completa y la estructura de estas normas se proporciona en la Sección 5.

Cada norma ATSC 3.0 está diseñada para una máxima flexibilidad en su funcionamiento y es extensible para adaptarse a futuras adaptaciones. Como resultado, es indispensable que los implementadores utilicen la revisión más actualizada de cada norma. La estructura general de la documentación también permite que los componentes individuales del sistema se revisen o amplíen sin afectar a otros componentes. En algunos casos, se especifican múltiples opciones totalmente paralelas para determinadas operaciones, entre las que los organismos de radiodifusión pueden elegir el método más adecuado para sus operaciones o preferencias. Como ejemplos cabe citar la utilización del protocolo de transporte MMT o ROUTE, o la utilización del sistema de audio 3D AC-4 o MPEG-H.

Los detalles específicos de la norma se pueden consultar en la dirección:

<https://www.atsc.org/wp-content/uploads/2017/10/A300-2017-ATSC-3-System-Standard-3.pdf>

### **A/321:2016 – Descubrimiento y señalización del sistema**

En este documento se describe la arquitectura de descubrimiento y señalización del sistema (el arranque o «bootstrap») para la capa física del ATSC 3.0. Los organismos de radiodifusión prevén proporcionar en el futuro múltiples servicios basados en la tecnología inalámbrica, además de la radiodifusión de televisión convencional. Esos servicios pueden estar multiplexados en el tiempo dentro de un solo canal de radiofrecuencia. El bootstrap proporciona un punto de entrada universal en una forma de onda de radiodifusión. El bootstrap emplea una configuración fija (por ejemplo, la velocidad de muestreo, la anchura de banda de la señal, la separación de las subportadoras, la estructura del dominio del tiempo) conocida por todos los dispositivos receptores y transporta información para permitir el procesamiento y la decodificación del servicio inalámbrico asociado con un bootstrap detectado. Esta capacidad garantiza que pueda adaptarse el espectro de radiodifusión para transportar nuevos servicios y/o formas de onda a fin de seguir respondiendo al interés público en el futuro.

Los radiodifusores prevén que en el futuro se ofrezcan múltiples servicios basados en la tecnología inalámbrica, además de la simple transmisión de televisión. Tales servicios pueden estar multiplexados en el tiempo dentro de un solo canal de radiofrecuencia. Por consiguiente, existe la necesidad de indicar, a bajo nivel, el tipo o forma de la señal que se está transmitiendo durante un periodo de tiempo determinado, de modo que un receptor pueda descubrir e identificar la señal, lo que a su vez indica cómo recibir los servicios disponibles a través de esa señal. Para permitir tal descubrimiento, se puede utilizar una señal de arranque. Esta señal comparativamente corta precede, en el tiempo, a una señal transmitida más larga que lleva algún tipo de datos. Los nuevos tipos de señales, al menos algunos de los cuales probablemente ni siquiera han sido concebidos todavía, también podrían ser proporcionados por un organismo de radiodifusión e identificados dentro de una forma de onda transmitida mediante el uso de una señal de arranque asociada a cada señal particular multiplexada por tiempo. Algunos tipos de señales futuras indicados por una señal de arranque particular pueden incluso quedar fuera del alcance de la norma ATSC. El bootstrap proporciona un punto de entrada universal en una forma de onda de radiodifusión. El bootstrap emplea una

configuración fija (por ejemplo, la velocidad de muestreo, la anchura de banda de la señal, la separación de las subportadoras, la estructura del dominio del tiempo) conocida por todos los dispositivos receptores y transporta información para permitir el procesamiento y la decodificación del servicio inalámbrico asociado con un bootstrap detectado. Esta capacidad garantiza que pueda adaptarse el espectro de radiodifusión para transportar nuevos tipos de señal que van precedidos por el punto de entrada universal facilitado por el bootstrap a fin de seguir respondiendo al interés público en el futuro. El bootstrap ha sido diseñado como una señal muy robusta y detectable incluso a bajos niveles de señal. Como resultado de esta robusta codificación, los bits de señalización individuales dentro del bootstrap son comparativamente costosos en términos de los recursos físicos que ocupan para su transmisión. Por consiguiente, en general el bootstrap tiene por objeto señalar sólo la cantidad mínima de información necesaria para el descubrimiento del sistema (es decir, la identificación de la señal asociada) y para la decodificación inicial de la señal siguiente.

Los detalles específicos de la norma se pueden consultar en la dirección:

<https://www.atsc.org/wp-content/uploads/2016/03/A321-2016-System-Discovery-and-Signaling-3.pdf>

### **A/322:2017 – Protocolo de capa física**

Esta norma describe la RF/Transmisión de una forma de onda de la capa física. Esta forma de onda permite configuraciones flexibles de los recursos de la capa física para dirigirse a una variedad de modos de funcionamiento. La intención es señalar las tecnologías aplicadas y permitir la adaptación de la tecnología en el futuro.

El protocolo de la capa física del ATSC está pensado para ofrecer mucha más flexibilidad, robustez y eficiencia en las operaciones que la norma ATSC A/53, y como resultado no es compatible hacia atrás con la A/53. Esta capa física permite a los radiodifusores elegir entre una amplia variedad de parámetros de capa física para una calidad de funcionamiento personalizada de los radiodifusores que puede satisfacer muchas necesidades diferentes de los radiodifusores. Existe la capacidad de 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 de una sola frecuencia, operación de canales de entrada y salida múltiples, unión de canales y más, mucho más allá de una sola torre de transmisión. Existe una amplia gama de selecciones para la robustez que incluye, entre otras cosas, una amplia gama de longitudes del intervalo de guarda, de longitudes y velocidades de códigos de codificación de errores en recepción. La flexibilidad significativa proviene de una estructura de señalización que permite a la capa física cambiar de tecnología y evolucionar con el tiempo, manteniendo al mismo tiempo el soporte a otros sistemas ATSC. El punto de partida de este cambio es una capa física que ofrece una explotación altamente eficiente del espectro con una fuerte robustez en muchos modos de explotación diferentes.

Los detalles específicos de la norma se pueden consultar en la dirección:

<https://www.atsc.org/wp-content/uploads/2016/10/A322-2017a-Physical-Layer-Protocol-1.pdf>

### **A/327:2018 – Guidelines for the physical layer protocol**

Este documento proporciona prácticas recomendadas para las normas del protocolo de la capa física del ATSC 3.0 especificadas en A/321 y A/322. La intención de este documento es formular recomendaciones sobre los modos de funcionamiento de la capa física, a fin de que los lectores puedan tomar decisiones informadas sobre las configuraciones de la capa física. Además, este documento facilita algunas directrices de implementación para ayudar con las configuraciones flexibles de los recursos de diseño de la capa física en los equipos de los fabricantes de transmisores y receptores.

El protocolo de la capa física del ATSC 3.0 está diseñado para proporcionar una caja de herramientas tecnológicas que permite modos de operación flexibles para una variedad de condiciones de canal difíciles (por ejemplo, en interiores o móviles), al tiempo que se mantiene la eficiencia en el uso de los recursos del espectro. En este documento se proporcionan los parámetros y opciones tecnológicas recomendadas en A/321 y A/322 para que los radiodifusores puedan prestar de manera óptima los servicios previstos. También contiene directrices detalladas para las implementaciones de diseño de transmisores y receptores basadas en los estudios de ingeniería relativos a las tecnologías más recientes de la capa física de ATSC 3.0. Las directrices para el servicio o servicios móviles de los organismos de radiodifusión se proporcionan con modos de funcionamiento y opciones de parámetros del A/322 en aspectos de robustez y consumo de energía. La calidad de funcionamiento del sistema ATSC 3.0 y los ejemplos de servicios recomendados cubren aspectos de experiencias reales en el terreno y tienen por objeto proporcionar una orientación práctica para todos los lectores.

Los detalles específicos de la práctica recomendada se pueden consultar en la dirección:

<https://www.atsc.org/wp-content/uploads/2018/10/A327-2018-Physical-Layer-RP.pdf>

### **Anexo 3**

#### **DTMB-A**

La radiodifusión multimedios de televisión terrenal digital avanzada (DTMB-A) es la versión avanzada del sistema de radiodifusión de televisión terrenal digital (DTTB) (esto es, DTMB), que puede soportar un mayor caudal de datos que el del DTMB con una calidad de funcionamiento más robusta. DTMB-A es compatible con los servicios de televisión de ultra alta definición, de alta definición y de definición convencional, así como con los servicios de radiodifusión de datos en condiciones de recepción de interior/externo y fijas/móviles, y puede utilizarse para la cobertura de grandes zonas tanto en redes de frecuencia múltiple como en redes de frecuencia única. DTMB-A adopta métodos de modulación multiportadora, codificación avanzada y esquema de modulación de sincronización rápida del sistema, alta sensibilidad de recepción, mejor calidad de funcionamiento frente al efecto multitrayecto, alta eficiencia espectral y flexibilidad para la futura ampliación.

En el Cuadro 3 se facilitan los parámetros del sistema para DTMB-A.

CUADRO 3

## Parámetros para la radiodifusión multimedios de televisión terrenal digital avanzada

Nº	Parámetros		Multiportadora 6 MHz (MDFO)	Multiportadora 7 MHz (MDFO)	Multiportadora 8 MHz (MDFO)
1	Ancho de banda utilizado		5,67 MHz con un factor de corte de 0,05; 5,83 MHz con un factor de corte de 0,025	6,62 MHz con un factor de corte de 0,05; 6,81 MHz con un factor de corte de 0,025	7,56 MHz con un factor de corte de 0,05 7,78 MHz con un factor de corte de 0,025
2	Número de portadoras radiadas	Modo 4k	4 096	4 096	4 096
		Modo 8k	8 192	8 192	8 192
		Modo 32k	32 768	32 768	32 768
3	Modos de modulación		Modulación y codificación contantes (CCM)/ Modulación y codificación variables (VCM)		
4	Método de modulación		MDP-4, MDAP 16, MDAP 64, MDAP 256 específica para cada canal de servicio		
5	Ocupación del canal <sup>(17)</sup>		Véase la Recomendación UIT-R BT.1206		
6	Duración de símbolo activo	Modo 4k	722,40 µs con un factor de corte de 0,05; 702,17 µs con un factor de corte de 0,025	619,20 µs con un factor de corte de 0,05; 601,86 µs con un factor de corte de 0,025	541,80 µs con un factor de corte de 0,05; 526,63 µs con un factor de corte de 0,025
		Modo 8k	1 444,80 µs con un factor de corte de 0,05; 1 404,34 µs con un factor de corte de 0,025	1 238,40 µs con un factor de corte de 0,05; 1 203,72 µs con un factor de corte de 0,025	1 083,60 µs con un factor de corte de 0,05; 1 053,26 µs con un factor de corte de 0,025
		Modo 32k	5 779,19 µs con un factor de corte de 0,05; 5 617,37 µs con un factor de corte de 0,025	4 953,60 µs con un factor de corte de 0,05; 4 814,89 µs con un factor de corte de 0,025	4 334,40 µs con un factor de corte de 0,05; 4 213,03 µs con un factor de corte de 0,025
7	Espaciamiento de portadora	Modo 4k	1 384 Hz con un factor de corte de 0,05; 1 424 Hz con un factor de corte de 0,025	1 615 Hz con un factor de corte de 0,05; 1 662 Hz con un factor de corte de 0,025	1 846 Hz con un factor de corte de 0,05; 1 899 Hz con un factor de corte de 0,025
		Modo 8k	692 Hz con un factor de corte de 0,05; 712 Hz con un factor de corte de 0,025	807 Hz con un factor de corte de 0,05; 831 Hz con un factor de corte de 0,025	923 Hz con un factor de corte de 0,05; 949 Hz con un factor de corte de 0,025
		Modo 32k	173 Hz con un factor de corte de 0,05; 178 Hz con un factor de corte de 0,025	202 Hz con un factor de corte de 0,05; 208 Hz con un factor de corte de 0,025	231 Hz con un factor de corte de 0,05; 237 Hz con un factor de corte de 0,025
8	Duración del intervalo de guarda	Modo 4k (1/8, 1/4, 1/2)	90,3, 181, 361 µs con un factor de corte de 0,05; 87,8, 176, 351 µs con un factor de corte de 0,025	77,4, 155, 310 µs con un factor de corte de 0,05; 75,2, 150, 301 µs con un factor de corte de 0,025	67,7, 135, 271 µs con un factor de corte de 0,05; 65,8, 132, 263 µs con un factor de corte de 0,025
		Modo 8k (1/16, 1/8, 1/4)	90,3, 181, 361 µs con un factor de corte de 0,05; 87,8, 176, 351 µs con un factor de corte de 0,025	77,4, 155, 310 µs con un factor de corte de 0,05; 75,2, 150, 301 µs con un factor de corte de 0,025	67,7, 135, 271 µs con un factor de corte de 0,05; 65,8, 132, 263 µs con un factor de corte de 0,025
		Modo 32k (1/64, 1/32, 1/16)	90,3, 181, 361 µs con un factor de corte de 0,05; 87,8, 176, 351 µs con un factor de corte de 0,025	77,4, 155, 310 µs con un factor de corte de 0,05; 75,2, 150, 301 µs con un factor de corte de 0,025	67,7, 135, 271 µs con un factor de corte de 0,05; 65,8, 132, 263 µs con un factor de corte de 0,025



CUADRO 3 (continuación)

Nº	Parámetros		Multiportadora 6 MHz (MDFO)	Multiportadora 7 MHz (MDFO)	Multiportadora 8 MHz (MDFO)
9	Duración de símbolo global	Modo 4k	813, 903, 1 084 $\mu$ s con un factor de corte de 0,05; 790, 878, 1 053 $\mu$ s con un factor de corte de 0,025	679, 774, 929 $\mu$ s con un factor de corte de 0,05; 677, 752, 903 $\mu$ s con un factor de corte de 0,025	610, 677, 813 $\mu$ s con un factor de corte de 0,05; 592, 658, 790 $\mu$ s con un factor de corte de 0,025
		Modo 8k	1 535, 1 625, 1 806 $\mu$ s con un factor de corte de 0,05; 1 492, 1 580, 1 755 $\mu$ s con un factor de corte de 0,025	1 316, 1 393, 1 548 $\mu$ s con un factor de corte de 0,05; 1 279, 1 354, 1 505 $\mu$ s con un factor de corte de 0,025	1 151, 1 219, 1 354 $\mu$ s con un factor de corte de 0,05; 1 119, 1 185, 1 317 $\mu$ s con un factor de corte de 0,025
		Modo 32k	5 869, 5 960, 6 140 $\mu$ s con un factor de corte de 0,05; 5 705, 5 793, 5 968 $\mu$ s con un factor de corte de 0,025	5 031, 5 108, 5 263 $\mu$ s con un factor de corte de 0,05; 4 890, 4 965, 5 116 $\mu$ s con un factor de corte de 0,025	4 402, 4 470, 4 605 $\mu$ s con un factor de corte de 0,05; 4 279, 4 345, 4 467 $\mu$ s con un factor de corte de 0,025
10	Duración de la súper trama		La súper trama empieza con el canal de sincronización de súper trama y un canal de control para la señalización de canal de servicio. Cada súper trama tiene un número configurable de tramas de señal de datos, con una duración máxima de 250 $\mu$ s		
11	Formato de tren de entrada		Trenes de transporte (TS)		
12	Codificación de canal		Código LDPC/BCH con un tamaño de bloque de 61 440 ó 15 360 bits y velocidades de código de 1/2, 2/3, 5/6		
13	Entrelazado		Entrelazado de bits, permutación de bits y entrelazado temporal por separado para cada canal de servicio		
14	Canal de servicio		Soporte de múltiples canales de servicio. La modulación, la codificación y la profundidad del entrelazado temporal pueden seleccionarse por separado para cada canal de servicio		
15	Aleatorización de datos/dispersión de energía				
	Barrido inicial		Barrido rápido con un canal de sincronización de súper trama especial		
16	Sincronización temporal/en frecuencia		Canal de sincronización de súper trama y símbolos PN-MC duales de cada trama de señal		
17	Múltiples entradas una sola salida (MISO)		Configuración MISO 2 $\times$ 1 opcional con codificación Alamouti en el dominio espacial de frecuencia		
18	Reducción del consumo energético del receptor		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		
19	Señalización del canal de servicio		La señalización del canal de servicio se transporta en la súper trama por un canal de control. La longitud de la trama de señal para el canal de control es 4 096 y la longitud del símbolo PM-MC es de 1 024, con modulación MDP-4 y codificación LDPC 2/3 15 360 perforada para MDFO		
20	Relación entre la potencia máxima y la potencia media (PAPR)		Extensión de constelación activa (ACE) especial para la constelación MDAP como opciones		
21	Trama de extensión		Una súper trama puede incluir una trama de extensión. La trama de extensión puede utilizarse como señales NULL o para servicios de enlace ascendente		

CUADRO 3 (fin)

Nº	Parámetros	Multiportadora 6 MHz (MDFO)	Multiportadora 7 MHz (MDFO)	Multiportadora 8 MHz (MDFO)
22	Carga útil	3,75-37 Mbit/s con un factor de corte de 0,05; 3,86-38 Mbit/s con un factor de corte de 0,025, en función del tamaño FFT, la modulación, la velocidad de código, el intervalo de guarda	4,38-43,1 Mbit/s con un factor de corte de 0,05; 4,5-44,4 Mbit/s con un factor de corte de 0,025, en función del tamaño FFT, la modulación, la velocidad de código, el intervalo de guarda	5,0-49,31 Mbit/s con un factor de corte de 0,05; 5,14-50,73 Mbit/s con un factor de corte de 0,025, en función del tamaño FFT, la modulación, la velocidad de código, el intervalo de guarda
23	Relación portadora/ruido por el canal AWGN	En función de la modulación y la codificación del canal, 0,62-21,08 dB @ BER=10 <sup>-5</sup> , para un ancho de banda de sistema de 7,56 MHz.		

- MDAP: Modulación por desplazamiento de amplitud y fase
- BCH: Código de bloque binario de corrección de múltiples errores Bose – Chandhuri – Hocquenghem
- LDPC: Verificación de paridad de baja densidad
- MDFO: Múltiplex por división de frecuencia ortogonal
- PN-MC: Secuencia PN multiportadora
- PRBS: Secuencia binaria pseudoaleatoria
- MDP-4: Modulación por desplazamiento de fase cuaternaria

## Adjunto 1 al Anexo 3

### Norma del Sistema

- DTMB-A Norma China GD/J 068-2015. Frame Structure, Channel Coding and Modulation for Digital Television/Terrestrial Multimedia Broadcasting-Advanced (DTMB-A).

## Anexo 4

### Guía de selección de sistemas

La selección de un sistema conveniente puede concebirse como un proceso iterativo que comprende tres fases:

- Fase I: una evaluación inicial acerca de qué sistema es más probable que satisfaga los requisitos principales del radiodifusor, teniendo en cuenta el entorno técnico/reglamentario predominante.
- Fase II: una evaluación más detallada de las diferencias «ponderadas» de calidad de funcionamiento.
- Fase III: una evaluación general de los factores comerciales y de funcionamiento que repercuten en la elección del sistema.

A continuación se presenta una descripción más completa de estas tres fases.

#### Fase I: Evaluación inicial

Como punto de partida, puede emplearse el Cuadro 4 para evaluar cuál de los sistemas responderá mejor a cada requisito particular de radiodifusión.

CUADRO 4

#### Guía para la selección inicial

Requisitos		Cuadro de referencia A – ATSC 3.0 B – DVB-T2 C – DTMB-A
Velocidad de datos máxima en un canal gaussiano para un umbral dado de relación C/N	Se requiere	A, B o C
	No se requiere	A, B o C
Resistencia máxima contra las interferencias multitrayecto <sup>(1)</sup>	Se requiere	A, B o C
	No se requiere	A, B o C
Redes monofrecuencia	Se requiere	A, B o C
	No se requiere	A, B o C
Movilidad de recepción <sup>(1)</sup>	Se requiere	A, B o C
	No se requiere	A, B o C
Transmisión simultánea de diversos niveles de calidad (transmisión jerárquica)	Se requiere	A, B o C
	No se requiere	A, B o C
Decodificación independiente de subbloques de datos (por ejemplo, para facilitar la radiodifusión sonora)	Se requiere	A, B o C
	No se requiere	A, B o C
Cobertura máxima desde un transmisor central a una potencia dada en un entorno gaussiano <sup>(2)</sup>	Se requiere	A, B o C
	No se requiere	A, B o C
Resistencia máxima contra interferencias de impulso	Se requiere	A, B o C
	No se requiere	A, B o C

<sup>(1)</sup> Sustituible por la eficacia de anchura de banda y otros parámetros de sistema.

<sup>(2)</sup> Para todos los sistemas en situaciones en que se requieren transmisores con emisiones de relleno de los huecos de cobertura.

## Fase II: Evaluación de las diferencias ponderadas de calidad de funcionamiento

Tras efectuar la evaluación inicial basada en el Cuadro 4, un proceso de selección más detallada requerirá una evaluación comparada de calidad de funcionamiento de los sistemas propuestos. Esto se debe a que la elección de parámetros de selección no constituye de por sí una selección en «blanco o negro». En cualquier situación dada, cada criterio en particular tendrá mayor o menor importancia en el entorno de radiodifusión objeto de estudio, lo que significa que debe haber un medio para identificar un equilibrio entre pequeñas diferencias de calidad de funcionamiento y la mayor o menor importancia de los parámetros de selección. Dicho de otro modo, es evidente que pequeñas diferencias entre sistemas respecto de un parámetro fundamental probablemente influirán en mayor medida en la elección que diferencias más notables en relación con criterios de selección menos importantes.

Se recomienda la siguiente metodología para esta fase de la evaluación de sistemas:

*Paso 1:* Requiere la identificación de parámetros de calidad de funcionamiento correspondientes a las condiciones de la administración o del radiodifusor que desea optar por un sistema RTDT. Pueden formar parte de estos parámetros las capacidades de calidad de funcionamiento inherentes del sistema digital en sí, su compatibilidad con la DTTB de primera generación y los servicios analógicos existentes y la necesidad de interoperabilidad con otros servicios de comunicación o radiodifusión de imágenes.

*Paso 2:* Requiere la asignación de «ponderaciones» a los parámetros, en función de la importancia o criticidad del entorno en el cual se prevé la introducción del servicio de televisión digital. Esta ponderación puede adoptar la forma de un simple factor, como 1 para «normal» y 2 para «importantes».

*Paso 3:* Consiste en la recopilación de datos de pruebas provenientes de laboratorios y pruebas en el terreno (de preferencia, ambos). Estos datos los pueden reunir directamente las partes interesadas en la evaluación, o pueden obtenerse de otros lugares donde se han realizado pruebas o evaluaciones. Se espera que la Comisión de Estudio 6 de Radiocomunicaciones (antiguamente Comisión de Estudio 11 de Radiocomunicaciones) prepare próximamente un Informe con los resultados técnicos de diferentes sistemas RTDT, que podrán utilizarse cuando no se disponga de datos de prueba adecuados de otras fuentes fiables.

*Paso 4:* Requiere la comparación de los datos de prueba con los parámetros de calidad de funcionamiento y la determinación de una «clasificación» para cada parámetro. La clasificación final se emplea para elegir el sistema que mejor corresponda a los requisitos. Una estructura tabular que emplea una sencilla clasificación numérica y una escala de ponderación parece convenir a algunas administraciones. Se da «por sentado» que todos los sistemas propuestos son capaces de suministrar un servicio RTDT viable. En consecuencia, las diferencias entre los sistemas serán relativamente pequeñas. Conviene evitar una exageración innecesaria de las diferencias pero, al mismo tiempo, procurar que el proceso de selección responda a las necesidades del servicio que se propone. Una sencilla escala de clasificación numérica homogénea puede constituir un camino para alcanzar estos objetivos.

Las escalas y los ejemplos que se presentan a continuación pueden ser útiles:

Calidad de funcionamiento	Clasificación
Satisfactoria	1
Mejor	2
Óptima	3

En esta escala, se clasifica con un 0 (o valor nulo) todo sistema que no garantiza una calidad de funcionamiento satisfactoria para un parámetro dado o un parámetro que no se puede evaluar.

Importancia	Ponderación
Normal	1
Significativa	2
Decisiva	3

A continuación, se presenta un ejemplo de estructura tabular que podría utilizarse para una evaluación comparativa entre los diversos sistemas.

Núm.	Criterio	Calidad de funcionamiento del sistema			Ponderación	Clasificación del Sistema		
		A	B	C		A	B	C
1	Características de las señales transmitidas							
2	Robustez de la señal							
3	Inmunidad a interferencias eléctricas							
4	Eficacia de la señal transmitida							
5	Cobertura efectiva							
6	Recepción empleando una antena interior							
7	Calidad de funcionamiento del canal adyacente							
8	Calidad de funcionamiento cocanal							
9	Resiliencia a las distorsiones							
10	Resiliencia a las distorsiones multitrayecto							
11	Movilidad de recepción							
12	Portabilidad de recepción							

### Fase III: Evaluación de los factores comerciales y de funcionamiento

La fase final consiste en una evaluación de los factores comerciales y de funcionamiento, para determinar cuál de los sistemas representa, en general, la mejor solución. Tal evaluación tendrá en cuenta las escalas de tiempo requeridas para la puesta en servicio, costos y disponibilidad de equipos, interoperabilidad dentro de un entorno de radiodifusión en evolución, etc.

#### Receptores compatibles

En los casos en que es necesario recibir más de una opción de sistema de modulación, se requieren receptores compatibles. Teniendo en cuenta el progreso de las tecnologías digitales, el precio de tales receptores no debería ser mucho mayor que el de los receptores adaptados a un solo sistema de modulación, pero en cambio sus ventajas pueden ser importantes. Podrían abrir el camino a nuevas posibilidades y nuevos servicios atractivos para el consumidor y el radiodifusor, según indica el Cuadro 4. Se prosiguen los estudios al respecto.