

RECOMENDACIÓN UIT-R BT.1306

MÉTODOS DE CORRECCIÓN DE ERRORES, DE CONFIGURACIÓN DE TRAMA DE DATOS, DE MODULACIÓN Y DE EMISIÓN PARA LA RADIODIFUSIÓN DE TELEVISIÓN TERRENAL DIGITAL

(Cuestión UIT-R 121/11)

(1997)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que algunas administraciones introducirán la radiodifusión de televisión terrenal digital en las bandas métricas y decimétricas a partir de 1997;
- b) que la radiodifusión de televisión terrenal digital debe insertarse en los canales existentes destinados a la transmisión de televisión analógica;
- c) que podría ser conveniente sustentar la transmisión simultánea de una jerarquía de niveles de calidad anidados (incluidas televisión de alta definición (TVAD), de definición mejorada (TVDM) y de definición convencional (TVDC)) en un solo canal;
- d) que puede ser necesario que los servicios de radiodifusión de televisión terrenal digital coexistan con transmisiones de televisión analógica durante un cierto periodo de tiempo;
- e) 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;
- f) que podría ser conveniente que existiesen elementos con concepción común con los otros medios, tales como el cable y el satélite, a nivel del esquema de codificación exterior;
- g) que es necesario que la sincronización de trama pueda ser resistente en los canales sujetos a errores de transmisión;
- h) que es conveniente que la estructura de trama se adapte a canales de diferentes velocidades binarias;
- j) que pueden introducirse métodos de modulación uniportadora y multiportadora;
- k) que es conveniente que haya la máxima comunidad de características entre los sistemas;
- l) que es conveniente que haya la máxima comunidad de concepción entre las transmisiones de televisión terrenal digital que necesiten coexistir con transmisiones de televisión analógica existentes y las que no lo necesitan,

recomienda

1 que las administraciones que deseen introducir la radiodifusión de televisión terrenal digital deberán utilizar una de las familias de métodos de corrección de errores, configuración de trama, modulación y emisión descritas en el Anexo 1.

NOTA 1 – El Anexo 2 proporciona información preliminar sobre sistemas que están aún en desarrollo y que pueden ser de interés para las administraciones que tengan planes a más largo plazo relativos a la introducción de servicios de televisión terrenal digital. Cuando se desarrollen estos sistemas, podrán ser examinados para su posible inclusión en el Anexo 1.

ANEXO 1

El Cuadro 1 contiene información sobre los sistemas desarrollados hasta noviembre de 1996.

El Cuadro 1a) proporciona datos para sistemas uniportadora, en tanto que el Cuadro 1b) proporciona datos sobre sistemas multiportadora. Las especificaciones para los Sistemas A y B se encuentran en los Apéndices 1 y 2.

CUADRO 1

Parámetros de los sistemas de transmisión de radiodifusión de televisión terrenal digital

(El texto en **negritas** indica sistemas experimentados hasta noviembre de 1996.
El texto normal indica ampliaciones propuestas de la familia)

a) Sistemas uniportadora

	Parámetros	6 MHz	7 MHz	8 MHz
1	Anchura de banda utilizada	5,38 MHz (-3 dB)	6,00 MHz (-3 dB)	7,00 MHz (-3 dB)
2	Número de portadoras radiadas	1	1	1
3	Método de modulación	8-BLR	8-BLR	8-BLR
4	Función de conformación de espectro	Caída en raíz de coseno alzado R = 5,8%	Caída en raíz de coseno alzado R = 8,3%	Caída en raíz de coseno alzado R = 7,1%
5	Ocupación de canal	Véase la Recomendación UIT-R BT.1206	-	-
6	Duración de símbolo activo	92,9 ns	83,3 ns	71,4 ns
7	Duración global de símbolo o segmento	77,3 μs (segmento)	69,3 μs (segmento)	59,4 μs (segmento)
8	Duración de trama de transmisión	48,4 ms	43,4 ms	37,2 ms
9	Ecuación del canal			
10	Entrelazado interior	12 (trenes independientemente codificados entrelazados en tiempo)	24 (trenes independientemente codificados entrelazados en tiempo)	28 (trenes independientemente codificados entrelazados en tiempo)
11	Código Reed-Solomon (RS) de canal exterior	RS (207,187, T = 10)	RS (207,187, T = 10)	RS (207,187, T = 10)
12	Entrelazado exterior	Byte convolucional de 52 segmentos entrelazado	Byte convolucional de 52 segmentos entrelazado	Byte convolucional de 52 segmentos entrelazado
13	Aleatorización de datos/ dispersión de energía	PRBS de 16 bits	PRBS de 16 bits	PRBS de 16 bits
14	Sincronización de tiempo/ frecuencia	Sincronización de segmento, portadora piloto	Sincronización de segmento, portadora piloto	Sincronización de segmento, portadora piloto
15	Sincronización de trama	Sincronización de trama	Sincronización de trama	Sincronización de trama
16	Ecuación de datos	Sincronización de trama, PN.511 y 3 × PN.63	Sincronización de trama, PN.511 y 3 × PN.63	Sincronización de trama, PN.511 y 3 × PN.63
17	Identificación del modo de transmisión	Símbolos de modo en sincronización de trama	Símbolos de modo en sincronización de trama	Símbolos de modo en sincronización de trama
18	Velocidad de datos neta	19,39 Mbit/s	21,62 Mbit/s	27,48 Mbit/s
19	Relación portadora/ruido en un canal de ruido gaussiano blanco aditivo (AWGN)	15,19 dB⁽¹⁾	15,19 dB	15,19 dB

CUADRO 1 (Continuación)

b) Sistemas multiportadora

	Parámetros	Multiportadora 6 MHz (OFDM)	Multiportadora 7 MHz (OFDM)	Multiportadora 8 MHz (OFDM)
1	Anchura de banda utilizada	5,64 MHz	6,66 MHz	7,61 MHz
2	Número de portadoras radiadas	1 705 (modo 2k) ⁽²⁾ 6 817 (modo 8k)	1 705 (modo 2k)⁽²⁾ 6 817 (modo 8k)	1 705 (modo 2k)⁽²⁾ 6 817 (modo 8k)
3	Método de modulación	MDP-4, MAQ-16, MAQ-64, MAQ-16-MR, MAQ-64-MR ⁽³⁾	MDP-4, MAQ-16, MAQ-64, MAQ-16-MR, MAQ-64-MR⁽³⁾	MDP-4, MAQ-16, MAQ-64, MAQ-16-MR, MAQ-64-MR⁽³⁾
4	Función de conformación de espectro		Véase la Recomendación UIT-R BT.1206	Véase la Recomendación UIT-R BT.1206
5	Ocupación de canal	301,889 µs (modo 2k) 1 207,556 µs (modo 8k)	256 µs (modo 2k) 1 024 µs (modo 8k)	224 µs (modo 2k) 896 µs (modo 8k)
6	Separación de portadoras	3 312,477 Hz (modo 2k) 828,119 Hz (modo 8k)	3 906 Hz (modo 2k) 976 Hz (modo 8k)	4 464 Hz (modo 2k) 1 116 Hz (modo 8k)
7	Duración del intervalo de guarda	1/4, 1/8, 1/16, 1/32 de la duración de símbolo activo 9,43, 18,87, 37,74, 75,47 µs (modo 2k) 37,74, 75,47, 150,94, 301,89 µs (modo 8k)	1/4, 1/8, 1/16, 1/32 de la duración de símbolo activo 8, 16, 32, 64 µs (modo 2k) 32, 64, 128, 256 µs (modo 8k)	1/4, 1/8, 1/16, 1/32 de la duración de símbolo activo 7, 14, 28, 56 µs (modo 2k) 28, 56, 112, 224 µs (modo 8k)
8	Duración global de símbolo	311,32, 320,76, 339,63, 377,36 µs (modo 2k) 1 245,29, 1 283,03, 1 358,50, 1 509,45 µs (modo 8k)	264, 272, 288, 320 µs (modo 2k) 1 048, 1 088, 1 152, 1 280 µs (modo 8k)	231, 238, 252, 280 µs (modo 2k) 924, 952, 1 008, 1 120 µs (modo 8k)
9	Duración de trama de transmisión	68 símbolos OFDM. Una supertrama consta de 4 tramas	68 símbolos OFDM. Una supertrama consta de 4 tramas	68 símbolos OFDM. Una supertrama consta de 4 tramas
10	Código de canal interior	Código convolucional, 1/2 de velocidad matriz con 64 estados. Perforación a 2/3, 3/4, 5/6, 7/8 de velocidad	Código convolucional, 1/2 de velocidad matriz con 64 estados. Perforación a 2/3, 3/4, 5/6, 7/8 de velocidad	Código convolucional, 1/2 de velocidad matriz con 64 estados. Perforación a 2/3, 3/4, 5/6, 7/8 de velocidad
11	Entrelazado interior	Entrelazado de bits, profundidad 126, combinado con entrelazado de símbolos (entrelazado de frecuencias)	Entrelazado de bits, profundidad 126, combinado con entrelazado de símbolos (entrelazado de frecuencias)	Entrelazado de bits, profundidad 126, combinado con entrelazado de símbolos (entrelazado de frecuencias)
12	Código Reed-Solomon (RS) de canal exterior	RS(204,188, T = 8)	RS(204,188, T = 8)	RS(204,188, T = 8)
13	Entrelazado exterior	Entrelazado convolucional por bytes, I = 12	Entrelazado convolucional por bytes, I = 12	Entrelazado convolucional por bytes, I = 12
14	Aleatorización de datos/dispersión de energía	PRBS	PRBS	PRBS
15	Sincronización de tiempo/frecuencia	Portadoras piloto ⁽⁴⁾	Portadoras piloto⁽⁴⁾	Portadoras piloto⁽⁴⁾
16	Señalización de parámetros de transmisión (TPS) ⁽⁵⁾	Transportada por portadoras piloto TPS	Transportada por portadoras piloto TPS	Transportada por portadoras piloto TPS

CUADRO 1 (Continuación)

b) Sistemas multiportadora (Continuación)

	Parámetros	Multiportadora 6 MHz (OFDM)	Multiportadora 7 MHz (OFDM)	Multiportadora 8 MHz (OFDM)
17	Velocidad de datos neta	Dependiente de la modulación, de la velocidad de código y del intervalo de guarda (3,69-23,5 Mbit/s para modos no jerárquicos) ⁽⁶⁾	Dependiente de la modulación, de la velocidad de código y del intervalo de guarda (4,35-27,71 Mbit/s para modos no jerárquicos)⁽⁶⁾	Dependiente de la modulación, de la velocidad de código y del intervalo de guarda (4,98-31,67 Mbit/s para modos no jerárquicos)⁽⁶⁾
18	Relación portadora/ruido en un canal AWGN	Dependiente de la modulación y del código de canal. 3,1-20,1 dB ⁽⁷⁾	Dependiente de la modulación y del código de canal. 3,1-20,1 dB⁽⁷⁾	Dependiente de la modulación y del código de canal. 3,1-20,1 dB⁽⁷⁾

BLR: Banda lateral residual.

PRBS: Secuencia binaria pseudoaleatoria.

OFDM: Multiplexión por división ortogonal de frecuencia (orthogonal frequency division multiplex).

- (1) Valor medido. Tras la decodificación RS, la proporción de errores es de 3×10^{-6} .
- (2) El modo 2k puede utilizarse en explotación con un solo transmisor, con relleno de huecos unifrecuencia y en pequeñas redes unifrecuencia. El modo 8k puede utilizarse para las mismas estructuras de red y también para grandes redes unifrecuencia.
- (3) MAQ-16, MAQ-64, MAQ-16-MR y MAQ-64-MR (MAQ-MR: constelaciones MAQ (modulación de amplitud en cuadratura) no uniformes), pueden utilizarse para esquemas de transmisión jerárquicos. En este caso dos capas de modulación transportan dos trenes de transporte MPEG-2 diferentes. Las dos capas pueden tener diferentes velocidades de código y decodificarse independientemente.
- (4) Las portadoras piloto son señales piloto continuas, transportadas por 45 (modo 2k) o 177 (modo 8k) portadoras en todos los símbolos OFDM, y señales piloto dispersas, repartidas en tiempo y frecuencia.
- (5) La señalización de parámetros de transmisión transporta información sobre modulación, velocidad de código y otros parámetros de transmisión.
- (6) La elección de la modulación, velocidad de código e intervalo de guarda depende de las necesidades del servicio y del entorno de planificación.
- (7) Simulado con perfecta estimación del canal, modos no jerárquicos. La proporción de errores antes de la decodificación RS es 2×10^{-4} , y la proporción de errores después de la decodificación RS 1×10^{-11} .

APÉNDICE 1

AL ANEXO 1

Norma del Sistema A

BIBLIOGRAFÍA

- ATSC [septiembre de 1995] Standard A/53. Digital television standard. Comité de Sistemas Avanzados de Televisión de los Estados Unidos (The United States Advanced Television Systems Committee).
- ATSC [diciembre de 1995] Standard A/52. Digital audio compression standard (AC-3). Comité de Sistemas Avanzados de Televisión de los Estados Unidos.
- ATSC [enero de 1996] Standard A/55. Program guide for digital television. Comité de Sistemas Avanzados de Televisión de los Estados Unidos.
- ATSC [enero de 1996] Standard A/56. System information for digital television. Comité de Sistemas Avanzados de Televisión de los Estados Unidos.
- ATSC [agosto de 1996] Standard A/57. Program/episode/version identification. Comité de Sistemas Avanzados de Televisión de los Estados Unidos.
- ATSC [septiembre de 1996] Standard A/58. Recommended practice; Harmonization with DVB SI in the use of the ATSC digital television standard. Comité de Sistemas Avanzados de Televisión de los Estados Unidos.

APÉNDICE 2

AL ANEXO 1

Norma del Sistema B

BIBLIOGRAFÍA

- ETSI [mayo de 1995] ETS 300 472. Digital broadcasting systems for television, sound and data services; Specification for conveying ITU-R System B Teletext in Digital Video Broadcasting (DVB) bitstreams. European Telecommunications Standards Institute, Sophia Antipolis, F-06291 Valbonne Cedex, Francia.
- ETSI [octubre de 1995] ETR 162. Digital broadcasting systems for television, sound and data services; Allocation of Service Information (SI) codes for Digital Video Broadcasting (DVB) systems. European Telecommunications Standards Institute, Sophia Antipolis, F-06291 Valbonne Cedex, Francia.
- ETSI [mayo de 1996] ETR 154. Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for the use of MPEG-2 systems, video and audio in satellite and cable broadcasting applications. European Telecommunications Standards Institute, Sophia Antipolis, F-06291 Valbonne Cedex, Francia.
- ETSI [mayo de 1996] ETR 211. Digital Video Broadcasting (DVB); Guidelines on implementation and usage of DVB service information. European Telecommunications Standards Institute, Sophia Antipolis, F-06291 Valbonne Cedex, Francia.
- ETSI [octubre de 1996] ETR 289. Digital Video Broadcasting (DVB); Support for use of scrambling and Conditional Access (CA) within digital broadcasting systems. Telecommunications Standards Institute, Sophia Antipolis, F-06291 Valbonne Cedex, Francia.
- ETSI [octubre de 1996] ETS 300 468. Edition 2, Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems. European Telecommunications Standards Institute, Sophia Antipolis, F-06291 Valbonne Cedex, Francia.
- ETSI [agosto de 1997] EN 300 744. Edition 1.1.2, DE/JTC-DVB-8 Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television. European Telecommunications Standards Institute, Sophia Antipolis, F-06291 Valbonne Cedex, Francia.
- ETSI [septiembre de 1996] ETS 300 743. Edition 1, DE/JTC-DVB-17 Digital Video Broadcasting (DVB); Subtitling systems. European Telecommunications Standards Institute, Sophia Antipolis, F-06291 Valbonne Cedex, Francia.

ANEXO 2

Sistemas en desarrollo

(Hasta noviembre de 1996)

Parámetros	COFDM-6 Canal de 6 MHz	BST-OFDM de 6 MHz ⁽¹⁾	BST-OFDM de 7 MHz ⁽²⁾	BST-OFDM de 8 MHz ⁽²⁾
Anchura de banda utilizada	5,6 MHz	5,6 MHz	6,6 MHz	7,6 MHz
Número de segmentos de frecuencia		56 ⁽¹⁾	66 ⁽¹⁾	76 ⁽¹⁾
Número de portadoras radiadas	3 060 (modo 4k) 6 120 (modo 8k)	1 400 (MODO 1) 5 600 (MODO 2) ⁽²⁾	1 650 (MODO 1) 6 600 (MODO 2) ⁽²⁾	1 900 (MODO 1) 7 600 (MODO 2)
Método de modulación	MAQ-64	MDP-4D, MAQ-16 y/o MAQ-64 ⁽³⁾		
Función de conformación de espectro	Véase la Recomendación UIT-R BT.1206	Véase la Recomendación UIT-R BT.1206		
Ocupación de canal	555,179 µs (modo 4k) 1 101,607 µs (modo 8k)	250 µs (MODO 1) 1 ms (MODO 2)		
Separación de portadoras	1 801,2 Hz (modo 4k) 907,8 Hz (modo 8k)	4 kHz (MODO 1) 1 kHz (MODO 2)		
Duración del intervalo de guarda	25,752 µs (modo 4k) 64,0094 µs (modo 8k)	1/4, 1/8, 1/16, 1/32 de la duración de símbolo activo: 62,5, 31,25, 15,625, 7,8125 µs (MODO 1), 250, 125, 62,5, 31,25 µs (MODO 2)		

Parámetros	COFDM-6 Canal de 6 MHz	BST-OFDM de 6 MHz ⁽¹⁾	BST-OFDM de 7 MHz ⁽²⁾	BST-OFDM de 8 MHz ⁽²⁾
Duración global de símbolo o segmento	580,254 μ s (modo 4k) 1 165,6164 μ s (modo 8k)	312,5, 281,25, 265,625, 257,8 125 μ s (MODO 1) 1 250, 1 125, 1 062,5, 1 031,25 μ s (MODO 2)		
Duración de trama de transmisión	102 símbolos de datos + 3 símbolos de referencia	280 símbolos		
Código de canal interior		Código convolucional, 1/2 de velocidad matriz con 64 estados. Perforación a 3/4, 7/8 ⁽³⁾		
Entrelazado interior	Entrelazado de frecuencias	Entrelazado de frecuencias y de tiempo: dependiente del número de portadoras y del método de modulación		
Código Reed-Solomon (RS) de canal exterior	RS (255,239, $T = 8$)	RS (204,188, $T = 8$)		
Entrelazado exterior		Entrelazado convolucional por bytes, $I = 12$		
Aleatorización de datos/ dispersión de energía	PRBS	PRBS		
Sincronización de tiempo/frecuencia		Símbolos piloto y portadoras piloto (TMCC) ⁽⁴⁾		
Sincronización de trama		Símbolos piloto		
Ecualización de datos		Símbolos piloto y portadoras piloto (TMCC) ⁽⁴⁾		
Señalización de pará- metros de transmisión/ identificación de modo de transmisión		Transportada por portadoras piloto (TMCC) ⁽⁴⁾		
Velocidad de datos neta	≈ 19 Mbit/s	Dependiente de la modulación, de la velocidad de código y del intervalo de guarda (3,85-24,50 Mbit/s)	Dependiente de la modulación, de la velocidad de código y del intervalo de guarda (4,54-28,87 Mbit/s)	Dependiente de la modulación, de la velocidad de código y del intervalo de guarda (5,22-33,25 Mbit/s)
Relación portadora/ ruido en un canal AWGN	15,7 dB	Dependiente de la modulación y del código de canal. 6,0 dB (MDP-4D, 1/2) – 20 dB (MAQ-64, 7/8) ⁽⁵⁾		

COFDM: Multiplexión por división ortogonal de frecuencia codificada (coded orthogonal frequency division multiplex).

BST-OFDM: Transmisión de banda segmentada en modulación por desplazamiento de fase descentrada.

- ⁽¹⁾ La anchura de banda de un segmento de frecuencia (segmento BST) es 100 kHz, que consta de 25 portadoras en el MODO 1 o de 100 portadoras en el MODO 2.
- ⁽²⁾ El MODO 1 acomoda la recepción fija y móvil en redes unifrecuencia pequeñas o regionales. El MODO 2 puede utilizarse para grandes redes unifrecuencia.
- ⁽³⁾ El esquema de modulación y la velocidad de código para el código de corrección de errores puede fijarse independientemente para cada segmento BST.
- ⁽⁴⁾ TMCC (control de la transmisión y de la configuración de multiplexación (transmission and multiplexing configuration control), que es transmitido por las portadoras centrales.
- ⁽⁵⁾ Proporción de errores antes de la decodificación RS 2×10^{-4} , proporción de errores después de la decodificación RS 1×10^{-11} . Simulado con estimación de canal perfecto en el caso de MAQ-64.

NOTA 1 – La BST-OFDM proporciona la capacidad de flexibilidad de anchura de banda y recepción móvil.