

Primera edición
28.08.2008

Válida a partir de
28.09.2008

Televisión digital terrestre – Guía de operación
Parte 1: Sistema de transmisión – Guía para
implementación de la ABNT NBR 15601:2007

Palabras clave: Televisión digital terrestre. Transmisión. Modulación. Codificación de canal. OFDM.

ICS 33.160.01

ISBN 978-85-07-01118-7

© ABNT 2008

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique de otro modo, ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia y microfilm, sin permiso por escrito de la ABNT.

ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 3974-2346

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Impresso en Brasil

Índice

Página

Prefacio.....	v
1 Alcance	1
2 Referencias normativas	1
3 Términos y definiciones.....	2
4 Abreviaturas.....	3
5 Organización del espectro de transmisión	3
5.1 Número de la portadora OFDM correspondiente a la frecuencia central del SBTVD	3
5.2 Atribución de frecuencias	4
6 Guía operativa para transmisión jerárquica	7
6.1 Visión general	7
6.2 Señales multiplexadas para transmisión jerárquica.....	7
6.2.1 Multiplexación de las tablas PAT, NIT y CAT para transmisión jerárquica.....	7
6.2.2 Recomendaciones generales sobre la multiplexación.....	8
6.2.3 Multiplexación de la PMT.....	8
6.2.4 Multiplexación del paquete PCR en la capa jerárquica para recepción parcial.....	10
6.3 Esquema de codificación de canal para transmisión jerárquica	12
6.4 Sistema de codificación de video	16
7 Guía para sincronización para SFN.....	16
7.1 Frecuencia de transmisión	16
7.2 Frecuencia de muestreo IFFT.....	16
7.3 Señales OFDM.....	17
8 Esquema de la señal de transmisión para STL/TTL	17
8.1 Tipos de interfaz	17
8.2 Tipos de esquemas de sincronización.....	17
8.2.1 Sincronización en los puntos de interfaz.....	17
8.2.2 Sincronización completa	18
8.2.3 Sincronización esclava	18
8.2.4 Sincronización de referencia.....	18
8.2.5 Conversión de sincronización (casi sincronización).....	18
8.3 Tipos de red de radiodifusión	19
8.3.1 Condiciones de la operación en SFN y MFN	19
8.3.2 Construcción de redes sin considerar la condición de SFN	20
8.3.3 Operación de red considerando la condición de la red SFN	20
8.4 Ejemplos de uso del método de sincronización considerando SFN	21
8.4.1 Puntos de interfaz y métodos de sincronización cuando se considera la red SFN	21
8.4.2 Método de sincronización correspondiente a la red de radiodifusión	22
8.5 Informaciones adicionales necesarias para remultiplexación del TS de transmisión.....	24
8.5.1 Información de control.....	24
8.5.2 Tipos de informaciones adicionales.....	24
8.5.3 Multiplex para <i>dummy byte</i>	25
8.5.4 Multiplex para jerarquía inválida IIP (<i>ISDB_information_packet</i>).....	27
9 Guía operativa para transmisión de datos AC	34
9.1 Posición para los datos AC	34
9.2 Determinación de la posición del multiplex del <i>broadcasting TS</i>	34
9.3 Multiplexación sobre <i>dummy byte part</i>	34
9.3.1 Posición del multiplex.....	34
9.3.2 Sintaxis para multiplexación de los datos AC sobre <i>dummy byte part</i>	34
9.3.3 Mapeo de los datos AC sobre las portadoras OFDM.....	35
9.4 Multiplexación de jerarquía inválida.....	36

9.4.1	Posición multiplex	36
9.4.2	Sintaxis para multiplexación de los datos AC en la jerarquía inválida.....	36
9.4.3	Organización de datos en el cuadro multiplex y paquetes TS	37
9.4.4	Mapeo de las portadoras OFDM.....	40
9.5	Consideraciones para la multiplexación de los datos AC para <i>broadcasting TS</i>	40
9.5.1	Consideración del orden de las portadoras de AC <i>data</i>	40
9.5.2	Consideración en el ajuste de multiplexación en <i>dummy byte part</i>	41
10	Atraso de transmisión causado por codificación de canal.....	41
11	Consideraciones sobre <i>link budget</i>	43
11.1	<i>Link budget</i> para SBTVD.....	43
11.2	Factores técnicos en la planificación de canales de televisión digital.....	43
11.2.1	Análisis de viabilidad	43
11.2.2	Intensidad de campo mínima para recepción con antena externa	43
11.2.3	Intensidad de campo mínima para recepción con antena interna	45
11.2.4	Relaciones de protección	46
11.2.5	Caracterización de co-localización.....	46
11.2.6	Estándar de antena externa de recepción	47
11.2.7	Planificación de canales	47
11.2.8	Modelos de propagación adoptados para estimar las áreas de servicio	47
11.3	Procedimiento de revisión.....	48
11.4	Disponibilidad de enlace.....	48
11.4.1	Modelo de red	48
11.4.2	Arquitectura de red.....	49
11.4.3	Modelo de recepción dentro del área de servicio	52
11.4.4	Estimated value adopted for the link budget model	55
11.5	Ejemplo de disponibilidad de enlace.....	56
11.6	Escenario estándar para equipo de transmisión en red	58
11.6.1	Análisis de desvanecimiento	58
11.6.2	Estudio del impacto del cambio de los valores temporales en la disponibilidad de enlace en general	60
11.7	Acción correctora en caso de no ser alcanzada la requisición del modelo.....	61
11.7.1	Parámetros del modelo de cálculo de enlace.....	61
11.7.2	Acción correctora si la distancia etapa por etapa es mayor que en el caso modelo.....	61
11.7.3	Acción correctora en caso de disturbio de multi-recorrido, SFN y nivel de interferencia de co-canal son mayores que el del caso modelo.....	62
11.7.4	Acción correctora cuando existen muchas etapas	62
11.7.5	Acción correctora cuando condiciones de multi-recorrido y radio-interferencia dentro del área de servicio son más severos que el caso modelo	62
11.8	Efecto del cambio de parámetros de transmisión y problemas	62
	Bibliografía	64

Prefacio

La Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) es el Fórum Nacional de Normalización. Las Normas Brasileñas, cuyo contenido es responsabilidad de los Comités Brasileños (ABNT/CB), de los Organismos de Normalización Sectorial (ABNT/ONS) y de las Comisiones de Estudios Especiales (ABNT/CEE), son elaboradas por Comisiones de Estudio (CE), formadas por representantes de sus sectores implicados de los que forman parte: productores, consumidores y neutrales (universidades, laboratorios y otros).

Los Documentos Técnicos ABNT se elaboran de acuerdo con las reglas de Directivas ABNT, Parte 2.

La Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento pueden ser objeto de derechos de patente. La ABNT no debe ser considerada responsable por la identificación de cualesquiera derechos de patente.

La ABNT NBR 15608-1 fue elaborada por la Comisión de Estudio Especial de Televisión Digital (ABNT/CEE-00:001.85). El Proyecto circuló en Consulta Nacional según Edicto nº 07, de 10.07.2008 a 08.08.2008, con el número de Proyecto 00:001.85-008/1.

En caso que surja cualquier duda con relación a la interpretación de la versión en español siempre deben prevalecer las prescripciones de la versión en portugués

Esta Norma está basada en los trabajos del Fórum del Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre, según establece el Decreto Presidencial nº 5.820, de 29/06/2006.

La ABNT NBR 15608, bajo el título general "*Televisión digital terrestre – Guía de operación*", tiene la previsión de contener las siguientes partes:

- Parte 1: Sistema de transmisión – Guía para implementación de la ABNT NBR 15601:2007;
- Parte 2: Codificación de video, audio y multiplexación - Guía para implementación de la ABNT NBR 15602:2007;
- Parte 3: Multiplexación y servicio de información (SI) - Guía para implementación de la ABNT NBR 15603:2007;
- Parte 4: Codificación de datos y especificaciones de transmisión para radiodifusión digital - Guía para implementación de la ABNT NBR 15606:2007;

Esta versión en español es equivalente a la ABNT NBR 15608-1:2008, de 22.08.2008.

Televisión digital terrestre – Guía de operación

Parte 1: Sistema de transmisión – Guía para implementación de la ABNT NBR 15601:2007

1 Alcance

Esta parte de la ABNT NBR 15608 consiste en una guía para la implementación de la ABNT NBR 15601 y contiene informaciones adicionales del sistema de codificación de canal y modulación y de la sincronización de las redes de radiodifusión que emplean del sistema brasileño de televisión digital terrestre (SBTVD).

2 Referencias normativas

Los documentos indicados a continuación son indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias fechadas se aplican solamente las ediciones citadas. Para las referencias sin fecha, se aplican las ediciones más recientes del documento citado (incluyendo enmiendas).

Resolución 359 de 01.04.2004 de ANATEL, *Norma para certificación y homologación de transmisores y transceptores digitales para el servicio fijo en aplicaciones punto-multipunto en las bandas de frecuencias por debajo de 1 GHz*

Resolución 398 de 07.04.2005 de ANATEL, *Reglamento técnico para emisoras de radiodifusión sonora en FM para prestación de sonidos e imágenes*

ABNT NBR 15601:2007, *Televisión digital terrestre – Sistema de transmisión*

ABNT NBR 15602-1, *Televisión digital terrestre – Codificación de video, audio y multiplexación – Parte 1: Codificación de video*

ISO/IEC 13818-1, *Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems*

ITU Recommendation BT.500, *Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures*

ITU Recommendation H.264, *Advanced video coding for generic audiovisual services*

ITU Recommendation P.370, *VHF and UHF propagation curves for the frequency range from 30 MHz to 1 000 MHz. Broadcasting receiver*

ITU Recommendation P.526, *Propagation by diffraction*

ITU Recommendation P.1546, *Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3 000 MHz*

3 Términos y definiciones

Para los efectos de esta parte de la ABNT NBR 15608, se aplican los siguientes términos y definiciones.

3.1

antena Yagi

antena genérica de recepción de la señal de radiodifusión terrestre digital en la cual la direccionalidad se obtiene por el arreglo de múltiples elementos de longitud de onda y elementos de reflexión en paralelo

NOTA Este tipo de antena se denomina también antena Yagi-uda.

3.2

desvanecimiento

variación de la intensidad de las ondas de radio causada en general por un cambio físico en la condición meteorológica o en la condición de recepción

3.3

intervalo de guarda

datos de una duración específica agregados antes de cada período efectivo de símbolo y utilizados para resolver problemas asociados al fenómeno de multi-recorrido similares a los problemas de fantasmas encontrados en las transmisiones analógicas

3.4

receptor full-seg

dispositivo capaz de decodificar informaciones de audio, vídeo, datos etc., contenidas en la capa del flujo de transporte de 13 segmentos destinada al servicio fijo (*indoor*) y móvil

NOTA La clasificación full-seg se aplica a los convertidores digitales, también conocidos como *settop box*, y a los receptores de 13 segmentos integrados con pantalla de exhibición, pero no exclusivos a éstos. Este tipo de receptor es capaz de recibir y decodificar señales de televisión digital terrestre de alta definición y, a criterio del fabricante, también recibir y decodificar informaciones transportadas en la capa "A" del *transport stream*, aplicada para los servicios dirigidos a los receptores portátiles, definidos como *one-seg*.

3.5

receptor one-seg

dispositivo que decodifica exclusivamente informaciones de audio, vídeo, datos etc., contenidas en la capa "A" asignada en el segmento central de los 13 segmentos

NOTA La clasificación *one-seg* se destina a los receptores del tipo portátil, también conocidos como "*handheld*", especialmente recomendados para pantallas de exhibición de dimensiones reducidas, normalmente hasta 7 pulgadas. Entre los productos clasificados como *one-seg*, están los receptores integrados con teléfono móvil, PDA, *dongle* y televisores portátiles, los cuales son alimentados por una batería interna y, por lo tanto, sin necesariamente requerir una fuente externa de energía, así como los destinados a automóviles. Este tipo de receptor es capaz de recibir y decodificar solamente señales de televisión digital terrestre transportada en la capa "A" del flujo de transporte y, como consecuencia de ello, sólo las señales de perfil básico que se destinan a los dispositivos portátiles de recepción.

3.6

relación C/N

relación portadora-ruido que representa la razón de potencia entre la portadora en alta frecuencia y la del ruido en el ancho de banda del canal

4 Abreviaturas

Para los efectos de esta parte de la ABNT NBR 15608, se aplican las siguientes abreviaturas.

AC	Canal auxiliar (<i>auxiliary channel</i>)
ES	Flujo elemental (<i>elementary stream</i>)
FI	Frecuencia Intermedia
F	Interfaz
IFFT	Transformada inversa rápida de Fourier (<i>inverse fast Fourier transform</i>)
IIP	Paquetes de información ISDB (<i>ISDB information packet</i>)
IM	Intermodulación
MFN	Redes de múltiples frecuencias (<i>multiple frequency network</i>)
ODFM	Multiplexación de portadoras ortogonales por división de frecuencias (<i>orthogonal frequency division multiplex</i>)
PCR	Referencia de reloj de programa (<i>program clock reference</i>)
PID	Identificador de paquete (<i>packet identifier</i>)
PMT	Tabla para el mapeo de los programas (<i>program map table</i>)
SFN	Redes de frecuencia única (<i>single frequency network</i>)
STL	Enlace estudio-transmisor (<i>studio-transmitter link</i>)
TS	Flujo de transporte (<i>transport stream</i>)
TSP	Paquetes del flujo de transporte (<i>transport stream packet</i>)
TTL	Enlace de conexión estudio-transmisor (<i>transmitter-transmitter link</i>)

5 Organización del espectro de transmisión

5.1 Número de la portadora OFDM correspondiente a la frecuencia central del SBTVD

Conforme ABNT NBR 15601, la frecuencia de la portadora es la frecuencia central del ancho de banda. La señal del programa SBTVD consiste en un número impar de portadoras OFDM, independientemente del modo. Así, conviene que los números especificados en la Tabla 1, que corresponden a las frecuencias de onda de la portadora central, sean atribuidos a la portadora OFDM.

Tabla 1 — Número de portadoras OFDM correspondiendo a la frecuencia de ondas portadoras

Modo de transmisión	Modo 1	Modo 2	Modo 3
Número de las portadoras correspondientes a las frecuencias centrales	702	1404	2808

5.2 Atribución de frecuencias

Conviene que la frecuencia del canal SBTVD sea desplazada positivamente de 1/7 MHz (142,857 kHz) en relación a la frecuencia central usada en el actual plan de canalización (ver Tablas 2 y 3 y Figura 1).

Conviene que la señal de ondas portadoras en el plan de canalización del SBTVD esté de acuerdo con las Tablas 4, 5 y 6.

Tabla 2 — Canales VHF alto y frecuencias de la señal SBTVD

Número de los canales VHF alto	Frecuencia de la portadora central del canal
Canal 7	$177 + 1/7 \text{ MHz} = 177,142857 \text{ MHz}$
Canal 8	$183 + 1/7 \text{ MHz} = 183,142857 \text{ MHz}$
...	...
Canal 13	$213 + 1/7 \text{ MHz} = 213,142857 \text{ MHz}$

Tabla 3 — Canales UHF y frecuencias de la señal SBTVD

Número de los canales UHF	Frecuencia de la portadora central
Canal 14	$473 + 1/7 \text{ MHz} = 473,142857 \text{ MHz}$
Canal 15	$479 + 1/7 \text{ MHz} = 479,142857 \text{ MHz}$
...	...
Canal 69	$803 + 1/7 \text{ MHz} = 803,142857 \text{ MHz}$

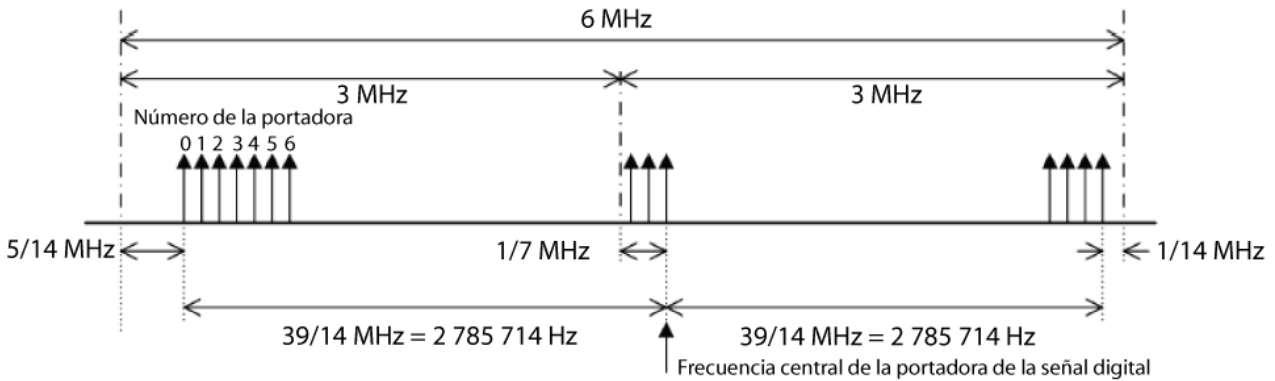


Figura 1 — Ejemplo del arreglo de portadoras de la señal OFDM para la señal SBTVD

Tabla 4 — Canales de VHF alto

Canal	Frecuencia inicial MHz	Frecuencia final MHz	Frecuencia central MHz
07	174	180	$177 + 1/7$
08	180	186	$183 + 1/7$
09	186	192	$189 + 1/7$
10	192	198	$195 + 1/7$
11	198	204	$201 + 1/7$
12	204	210	$207 + 1/7$
13	210	216	$213 + 1/7$

Tabla 5 – Frecuencias de los canales de la banda UHF

Número del canal	Frecuencia de la portadora central MHz	Número del canal	Frecuencia de la portadora central MHz
14	473 + 1/7	42	641 + 1/7
15	479 + 1/7	43	647 + 1/7
16	485 + 1/7	44	653 + 1/7
17	491 + 1/7	45	659 + 1/7
18	497 + 1/7	46	665 + 1/7
19	503 + 1/7	47	671 + 1/7
20	509 + 1/7	48	677 + 1/7
21	515 + 1/7	49	683 + 1/7
22	521 + 1/7	50	689 + 1/7
23	527 + 1/7	51	695 + 1/7
24	533 + 1/7	52	701 + 1/7
25	539 + 1/7	53	707 + 1/7
26	545 + 1/7	54	713 + 1/7
27	551 + 1/7	55	719 + 1/7
28	557 + 1/7	56	725 + 1/7
29	563 + 1/7	57	731 + 1/7
30	569 + 1/7	58	737 + 1/7
31	575 + 1/7	59	743 + 1/7
32	581 + 1/7	60	749 + 1/7
33	587 + 1/7	61	755 + 1/7
34	593 + 1/7	62	761 + 1/7
35	599 + 1/7	63	767 + 1/7
36	605 + 1/7	64	773 + 1/7
37	No aplicable	65	779 + 1/7
38	617 + 1/7	66	785 + 1/7
39	623 + 1/7	67	791 + 1/7
40	629 + 1/7	68	797 + 1/7
41	635 + 1/7	69	803 + 1/7

Tabla 6 – Frecuencias de los canales identificados por letras y televisión por cable

Número del canal		Frecuencia de la portadora central MHz	Número del canal		Frecuencia de la portadora central MHz	Número del canal		Frecuencia de la portadora central MHz
2	2	57 + 1/7	P	29	255 + 1/7	CCC	62	453 + 1/7
3	3	63 + 1/7	Q	30	261 + 1/7	DDD	63	459 + 1/7
4	4	69 + 1/7	R	31	267 + 1/7	EEE	64	465 + 1/7
5A	1	75 + 1/7	S	32	273 + 1/7		65	471 + 1/7
5	5	79 + 1/7	T	33	279 + 1/7		66	477 + 1/7
6	6	85 + 1/7	U	34	285 + 1/7		67	483 + 1/7
A-5	95	93 + 1/7	V	35	291 + 1/7		68	489 + 1/7
A-4	96	99 + 1/7	W	36	297 + 1/7		69	495 + 1/7
A-3	97	105 + 1/7	AA	37	303 + 1/7		70	501 + 1/7
A-2	98	111 + 1/7	BB	38	309 + 1/7		71	507 + 1/7
A-1	99	117 + 1/7	CC	39	315 + 1/7		72	513 + 1/7
A	14	123 + 1/7	DD	40	321 + 1/7		73	519 + 1/7
B	15	129 + 1/7	EE	41	327 + 1/7		74	525 + 1/7
C	16	135 + 1/7	FF	42	333 + 1/7		75	531 + 1/7
D	17	141 + 1/7	GG	43	339 + 1/7		76	537 + 1/7
E	18	147 + 1/7	HH	44	345 + 1/7		77	543 + 1/7
F	19	153 + 1/7	II	45	351 + 1/7		78	549 + 1/7
G	20	159 + 1/7	JJ	46	357 + 1/7		79	555 + 1/7
H	21	165 + 1/7	KK	47	363 + 1/7		80	561 + 1/7
I	22	171 + 1/7	LL	48	369 + 1/7		81	567 + 1/7
7	7	177 + 1/7	MM	49	375 + 1/7		82	573 + 1/7
8	8	183 + 1/7	NN	50	381 + 1/7		83	579 + 1/7
9	9	189 + 1/7	OO	51	387 + 1/7		84	585 + 1/7
10	10	195 + 1/7	PP	52	393 + 1/7		85	591 + 1/7
11	11	201 + 1/7	QQ	53	399 + 1/7		86	597 + 1/7
12	12	207 + 1/7	RR	54	405 + 1/7		87	603 + 1/7
13	13	213 + 1/7	SS	55	411 + 1/7		88	609 + 1/7
J	23	219 + 1/7	TT	56	417 + 1/7		89	615 + 1/7
K	24	225 + 1/7	UU	57	423 + 1/7		90	621 + 1/7
L	25	231 + 1/7	VV	58	429 + 1/7		91	627 + 1/7
M	26	237 + 1/7	WW	59	435 + 1/7		92	633 + 1/7
N	27	243 + 1/7	AAA	60	441 + 1/7		93	639 + 1/7
O	28	249 + 1/7	BBB	61	447 + 1/7		94	645 + 1/7

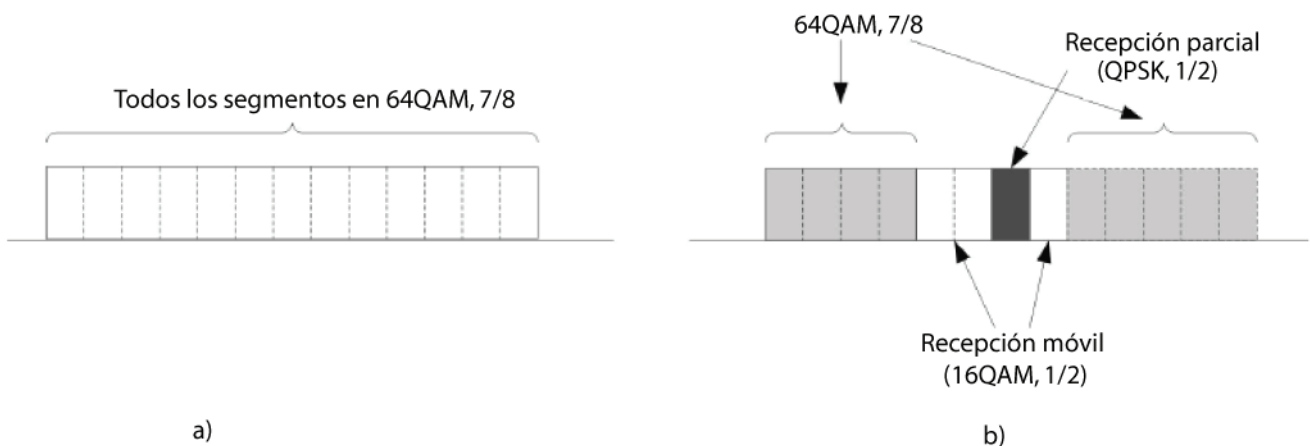
6 Guía operativa para transmisión jerárquica

6.1 Visión general

El SBTVD permite conmutar entre sistemas de transmisión y usar múltiples de esos sistemas. Eso permite una transmisión estable de señales de programas para receptores móviles, receptores portátiles y receptores fijos en el envío de gran volumen de datos de transmisión.

Cuando el modo 64QAM y 7/8 son seleccionados, respectivamente como esquema de modulación y corrección de error, es posible alcanzar una capacidad de transmisión de 20 Mbps o más para 6 MHz de banda.

Sin embargo, para proveer servicio para receptores móviles y receptores portátiles, en la transmisión jerárquica, puede ser más ventajoso emplear el esquema de modulación QPSK ó 16QAM de modulación usando una parte del ancho de banda.



NOTA a) representa un caso en el que la transmisión jerárquica no es utilizada y b) ilustra el uso de tres niveles jerárquicos con robustez diferentes para ofrecer servicios fijos, portátil y *one-seg*. El esquema presentado no considera la codificación en frecuencia.

Figura 2 — Ejemplo de sistema de transmisión jerárquica

6.2 Señales multiplexadas para transmisión jerárquica

6.2.1 Multiplexación de las tablas PAT, NIT y CAT para transmisión jerárquica

Conviene que las tablas PAT (*Program Association Table*), NIT (*Network Information Table*) y CAT (*Conditional Access Table*), entre las señales de control de transmisión, se utilicen para la transmisión con la capa jerárquica, tal como se muestra en la Tabla 7.

La Tabla 8 suministra una indicación de robustez para cada capa jerárquica.

La modulación QPSK es preferida en relación a la modulación DQPSK en términos de C/N requerido, aunque DQPSK ofrezca mejor desempeño en eventos con variación de tiempo en las condiciones de recepción móvil. Por lo tanto, DQPSK es más robusto que QPSK.

Tabla 7 — Capas jerárquicas para transmisión PAT, NIT y CAT

Condición		Capas jerárquicas para transmisión de las tablas PAT, NIT y CAT ^a
1	Radiodifusión sin recepción parcial	Multiplexada en la capa más robusta ^b
2	Radiodifusión con recepción parcial	(1) Multiplexada en una capa para servicio <i>one-seg</i> ^b
		(2) Multiplexada no solamente para capa de recepción parcial, sino también para otra capa, si esta capa es más robusta que la capa de recepción parcial ^b
^a CAT no es obligatoria. ^b Si la transmisión en la capa jerárquica mostrada en la Figura 2 es difícil, también se admiten operaciones excepcionales. En este caso, sin embargo, conviene que la provisión operativa detallada se haga separadamente, para asegurar que los servicios de cada capa sean recibidos con éxito.		

Tabla 8 — Robustez de la capa jerárquica

Clasificación de las capas jerárquicas	Fuerte Débil																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Esquema de modulación	DQ	Q	DQ	Q	DQ	Q	DQ	Q	DQ	Q	16QAM					64QAM				
Tasa del código interno	1/2	1/2	2/3	2/3	3/4	3/4	5/6	5/6	7/8	7/8	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
NOTA	DQ representa la modulación DQPSK y Q representa la modulación QPSK.																			

6.2.2 Recomendaciones generales sobre la multiplexación

Cuando las señales de control de transmisión se envían con múltiples capas jerárquicas, incluso aquellas para recepción parcial, es decir, destinadas al servicio *one-seg*, conviene que el contador indicador de continuidad de los paquetes de TS que cargan la señal de control de transmisión, sean considerados.

Debido a que ese conteo es continuo, conviene que se utilicen paquetes duplicados, incluso para receptores de banda estrecha, que reproduzcan solamente la capa jerárquica del servicio *one-seg*.

Por esta razón, cuando la señal de control de transmisión es multiplexada en múltiples capas jerárquicas, como en la condición 2 de la Tabla 7, conviene emplear transmisión de paquetes duplicados. Sin embargo, si diferentes longitudes de entrelazamiento temporal (*time interleaving*) se especifican para capa jerárquica de recepción parcial y para la capa jerárquica robusta, es necesario tener cuidado cuando se usa el paquete duplicado de transmisión.

Un paquete duplicado, como definido en la ISO/IEC 13818-1, es designado para el envío de dos TSP sucesivamente dentro del mismo PID. El contenido de este TSP, con excepción del PCR es el mismo dentro del haz de TS. El contenido del contador de continuidad es el mismo para ambos TSP.

6.2.3 Multiplexación de la PMT

Conviene que la tabla PMT sea transmitida con las capas jerárquicas tal como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9 — Capa jerárquica para transmisión de la PMT

Condición		Capa jerárquica para transmisión de la tabla PMT
1	Servicio <i>one-seg</i>	Transmisión con la capa jerárquica para recepción parcial
2	Cuando el descriptor de transmisión jerárquica se usa en la PMT ^a	Conviene transmitir la PMT en la capa más robusta, entre los flujos elementales transmitidos (en esta Norma, mencionado como ES). Mientras que la PMT se puede transmitir con la otra capa jerárquica si tiene mejor categoría de robustez que la capa del servicio <i>one-seg</i>
3	Otros servicios	Conviene transmitir la PMT en una de las capas jerárquicas que transmiten los ES. La PMT también se puede transmitir con otra capa jerárquica, si ésta tiene mejor categoría de robustez de capa
^a Servicios tales como el vídeo, y otras calidades de servicio, son alterados por etapas, de acuerdo con la condición de recepción.		

En la condición (1) en la Tabla 9, conviene que la PMT para el servicio de recepción *one-seg* se transmita siempre con la capa jerárquica para recepción parcial.

Con los servicios presentados en la condición (2) de la Tabla 9, en la cual la calidad de los servicios puede ser alterada en etapas, de acuerdo con la condición de recepción, a través del uso del descriptor de transmisión jerárquica presente en la PMT, conviene asegurar que la tabla PMT pueda ser recibida incluso bajo condición de recepción adversa en la cual la calidad de servicio puede ser degradada.

Por esta razón se concluye que conviene transmitir la PMT en una capa más robusta que la capa de transmisión ES u otra capa que tenga mayor robustez. Por ejemplo, si existe servicio ES en una capa jerárquica más débil y la capa jerárquica media, como con la combinación A de la Tabla 10, conviene que la tabla PMT sea transmitida con una de las dos capas: la media o la capa más robusta.

En la condición 3 de la Tabla 9, un servicio solamente puede ser suministrado cuando son recibidos todos los servicios multiplexados de ES. En ese caso, conviene que la PMT no sea enviada con la capa jerárquica más débil que la capa jerárquica de transmisión de ES. Como en la combinación J de la Tabla 10, por ejemplo, cuando los servicios ES se incluyen en la capa media y en la capa más robusta, con la transmisión de la PMT usando la capa jerárquica más débil, puede tornar imposible recibir este servicio, dependiendo de la condición de recepción, incluso si todos los ES se reciben en forma sucesiva.

En una distribución de televisión digital terrestre, hasta tres capas jerárquicas pueden ser transmitidas. Estas capas se clasifican en tres grupos, “más débil”, “media” y “más fuerte” conforme Tabla 10. El descriptor de una transmisión jerárquica puede ser usado en hasta dos capas jerárquicas.

Tabla 10 — Capa de transmisión jerárquica ES y PMT

Condición	Combinación	Capa jerárquica de transmisión ES			Capa jerárquica de transmisión PMT		
		Más débil	Media	Más fuerte	Más débil	Media	Más fuerte
2	A	•	•			•	•
	B	•		•			•
	C		•	•			•
3	D	•			•	•	•
	E		•			•	•
	F	•	•		•	•	•
	G			•			•
	H	•		•	•	•	•
	I		•	•		•	•
	J	•	•	•	•	•	•

6.2.4 Multiplexación del paquete PCR en la capa jerárquica para recepción parcial

Cuando un servicio es suministrado usando la capa jerárquica para recepción parcial, conviene que los paquetes PCR sean transmitidos, para ese servicio, de acuerdo con la Tabla 11.

Tabla 11 — Reglas para los paquetes de transmisión PCR para capa jerárquica para recepción one-seg

Modo	Reglas de transmisión de paquetes PCR
1	Para la duración de un simple cuadro multiplex, solamente un paquete PCR tiene que ser multiplexado por servicio, y la posición de multiplexación tiene que mantenerse constante para todos los cuadros multiplex (ver Figura 4)
2	Para la duración de un simple cuadro de multiplex, dos paquetes PCR tienen que ser multiplexados por servicio para los mismos intervalos (ver Figura 5)
3	Para la duración de un simple cuadro de multiplex, cuatro paquetes PCR tienen que ser multiplexados por servicio para los mismos intervalos (ver Figura 6)

Para reducir el consumo de energía, la tasa en la cual un receptor *one-seg* reproduce el TS es, por lo general, más baja que para un receptor de 13 segmentos. Por lo tanto, los intervalos en los cuales los paquetes TS son reproducidos por el receptor *one-seg*, no siempre coinciden con los intervalos en los cuales los paquetes de TS de la capa de recepción parcial son reproducidos por el receptor de 13 segmentos, dando como resultado un *jitter* PCR (ver Figura 3).

Para evitar ese problema, se imponen limitaciones en la transmisión del PCR, tal como se muestra en la Tabla 11. Estas limitaciones aseguran que los paquetes PCR serán reproducidos por los receptores *one-seg* y *full-seg*, a intervalos iguales, eliminando la necesidad de la etapa de corrección de *jitter*, aunque se produzcan algunas diferencias en *offset*.

La indicación de misma configuración en las Figuras 4, 5 y 6 indica que los paquetes están organizados en la misma posición relativa dentro del flujo.

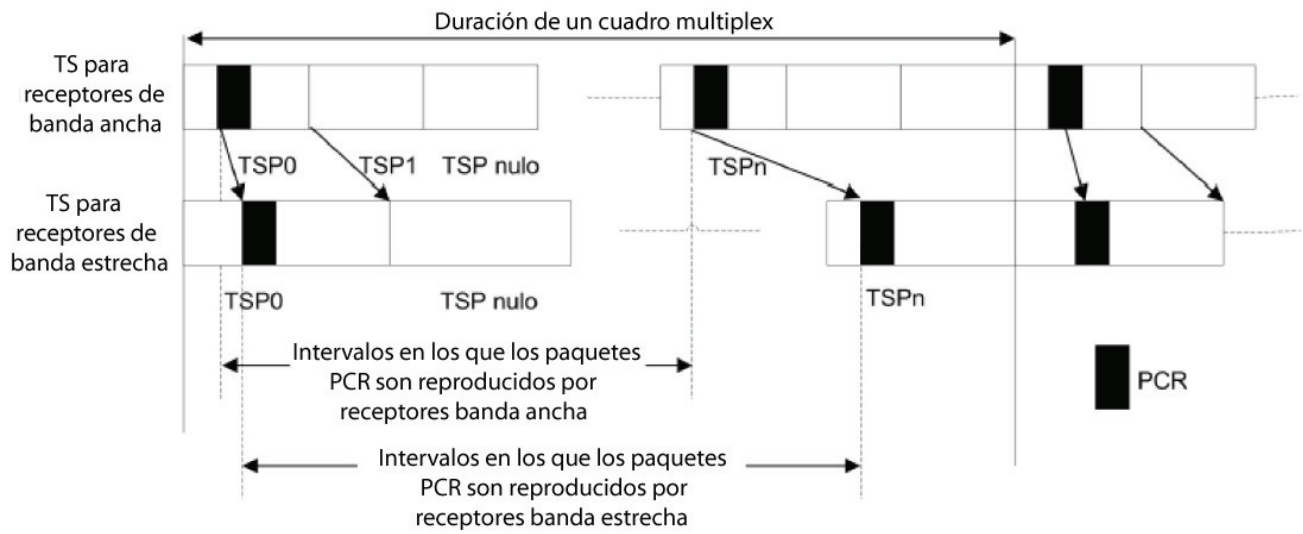


Figura 3 — TS reproducidos por receptores *full-seg* y *one-seg* (sin limitación en la transmisión del PCR)

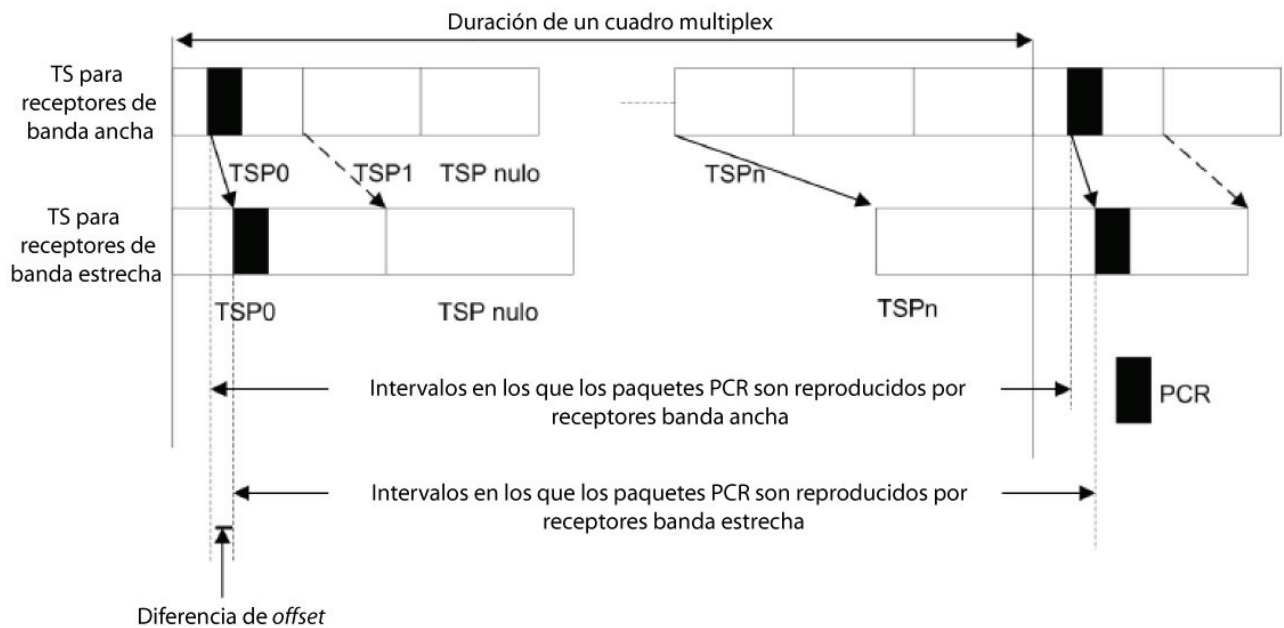


Figura 4 — Paquete de transmisión PCR en el modo 1

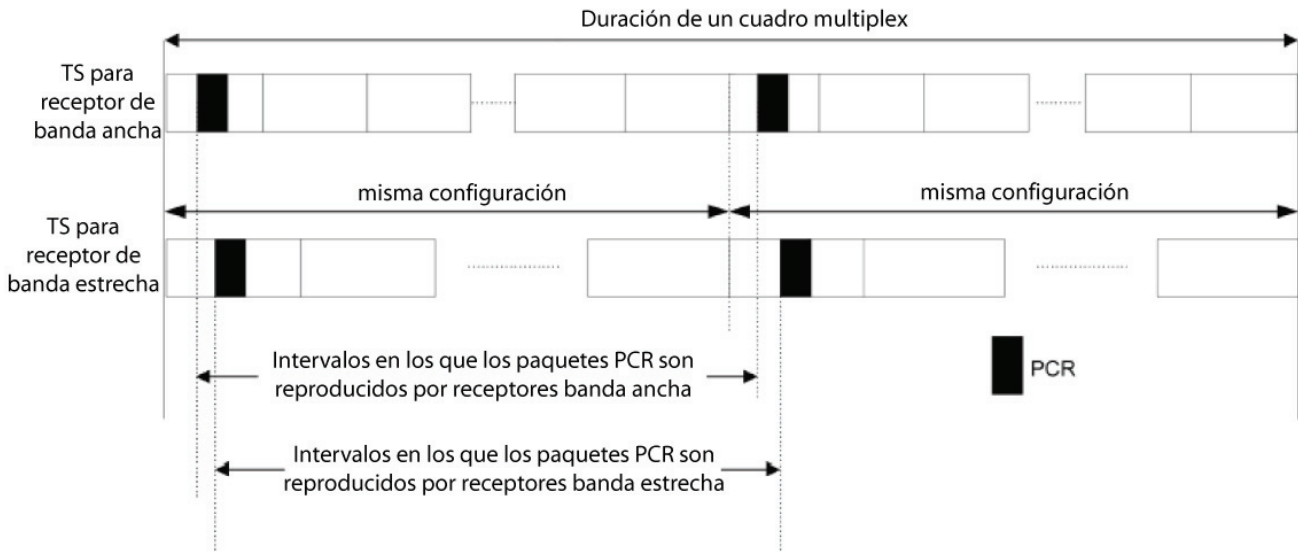


Figura 5 — Paquete de transmisión PCR en el modo 2

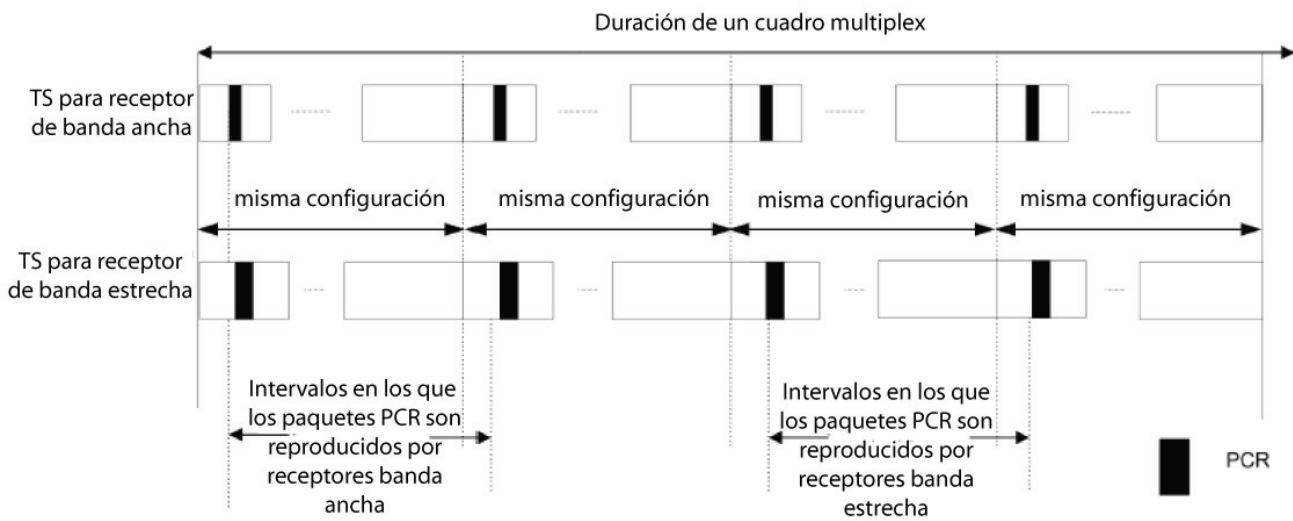


Figura 6 — Paquete de transmisión PCR para modo 3

6.3 Esquema de codificación de canal para transmisión jerárquica

El TS se divide en TSP, y para cada TSP se atribuye una capa. La conmutación entre las capas jerárquicas se ejecuta cada 204 bytes, comenzando con el byte subsiguiente al byte de sincronización del TS (47H).

Las Figuras 7 y 8 muestran ejemplos del período de *clock* requerido por la codificación de canal, en que dos capas jerárquicas están disponibles (una capa modulada en DQPSK 1/2 con 5 segmentos y otra modulada en 64QAM 7/8 con 8 segmentos) y un intervalo de guarda seleccionado de 1/8. “ F_S ” en las Figuras 7 y 8 representan *clock* de muestreo de la FFT.

Las Figuras 9 y 10 muestran ejemplos del procesamiento de la señal para el *time interleaving* y ajuste de atraso.

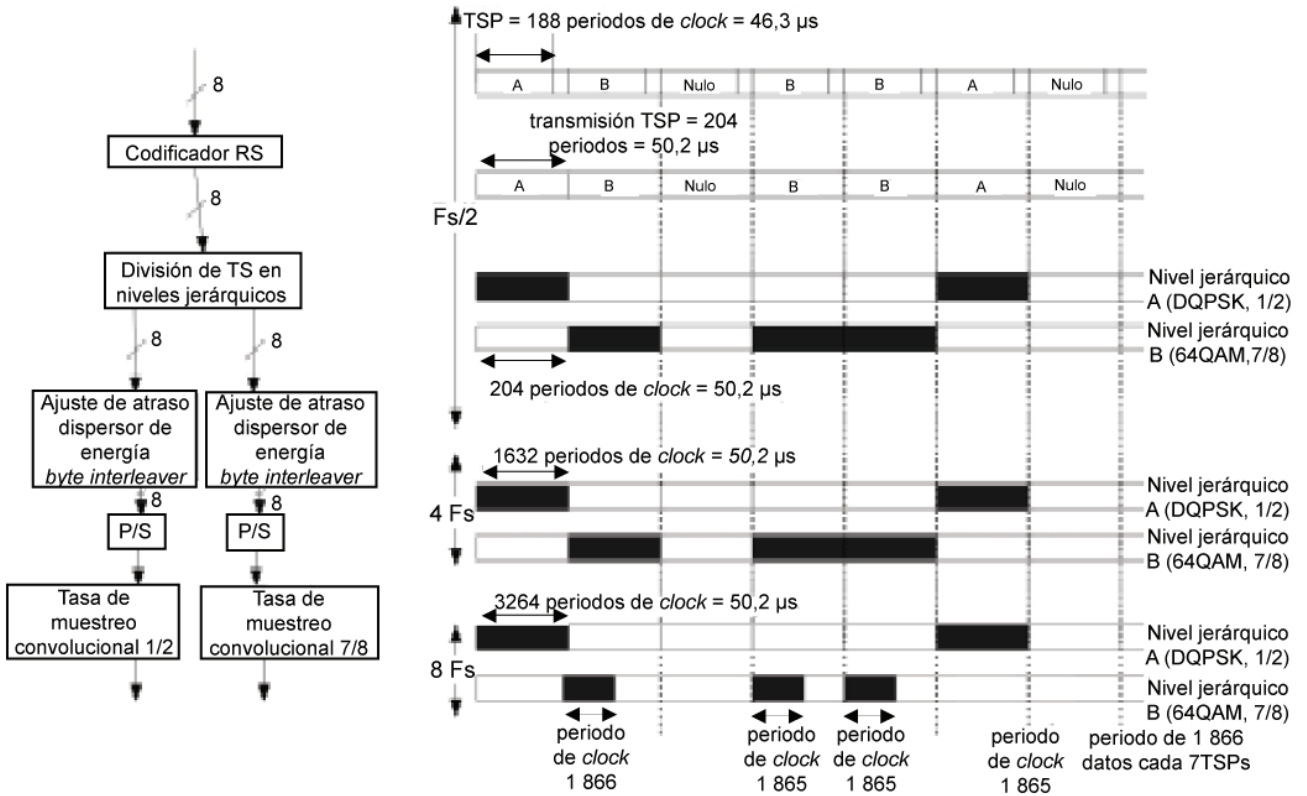


Figura 7 — Ejemplo de sistema de transmisión de la señal – Primera parte del procesamiento de la señal

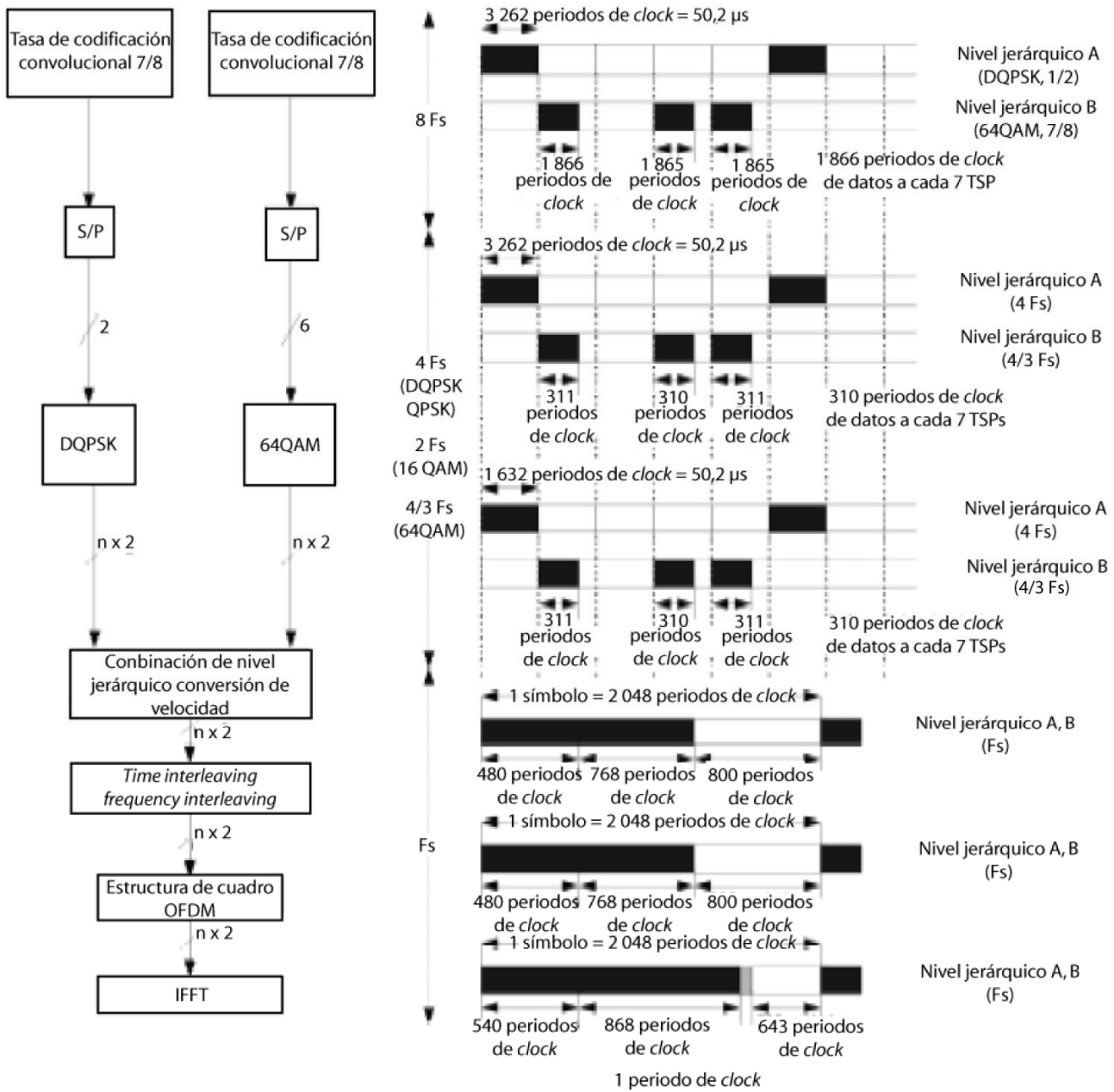
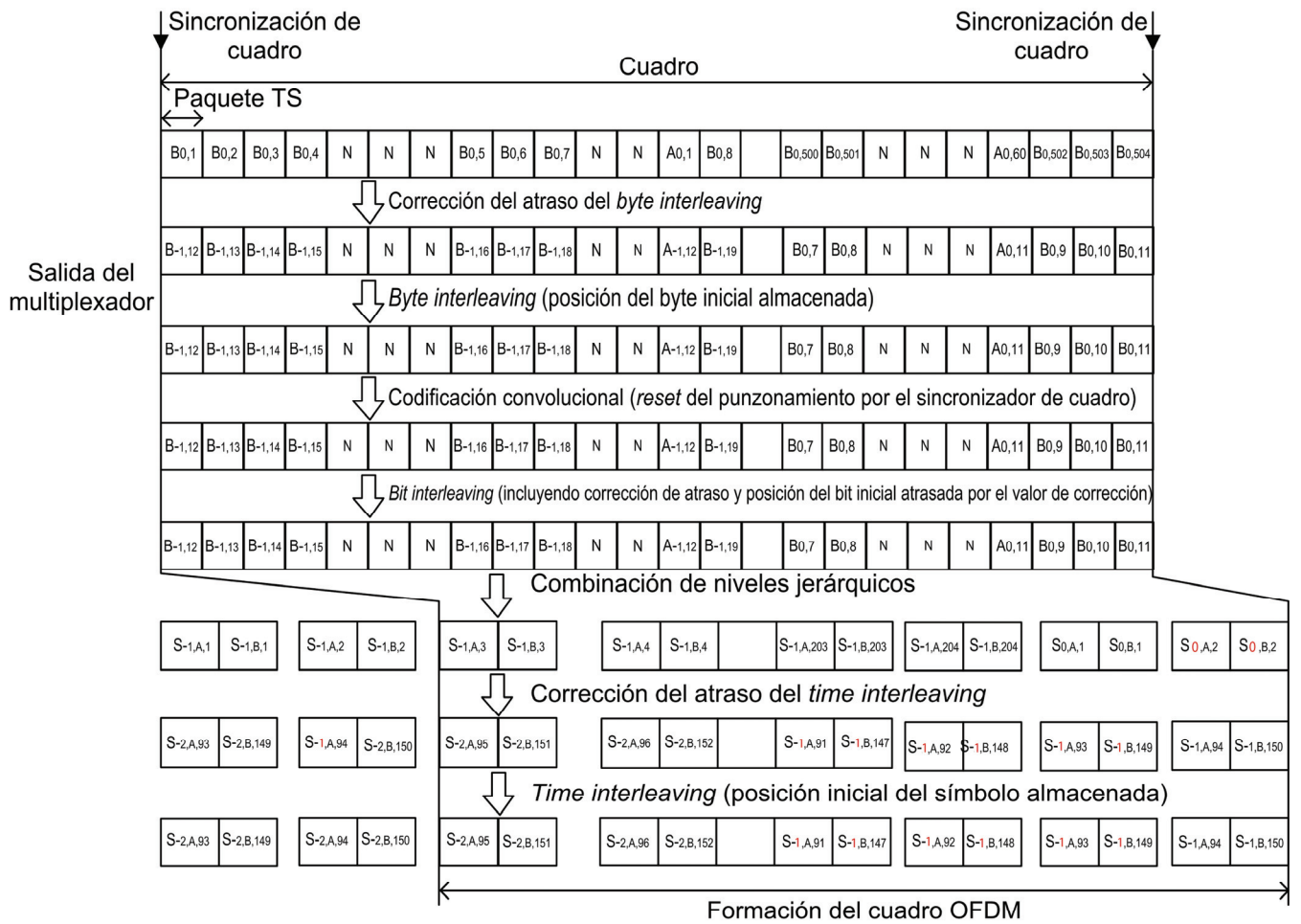


Figura 8 — Ejemplo de sistema de transmisión de señal - Segunda parte del procesamiento de la señal



$A_{n,m}$: m-ésimo TSP del n-ésimo cuadro de la capa jerárquica A N: TSP nulo $S_{n,B,m}$: m-ésimo símbolo OFDM del n-ésimo cuadro de la capa jerárquica B

Capa jerárquica A: DQPSK, tasa de código convolucional 1/2, 5 segmentos, $l = 16$

Capa jerárquica B: 64QAM, tasa de código convolucional 7/8, 8 segmentos, $l = 8$

Figura 9 — Ejemplo de procesamiento de *time interleaving* y ajuste de atraso en el lado de la transmisión

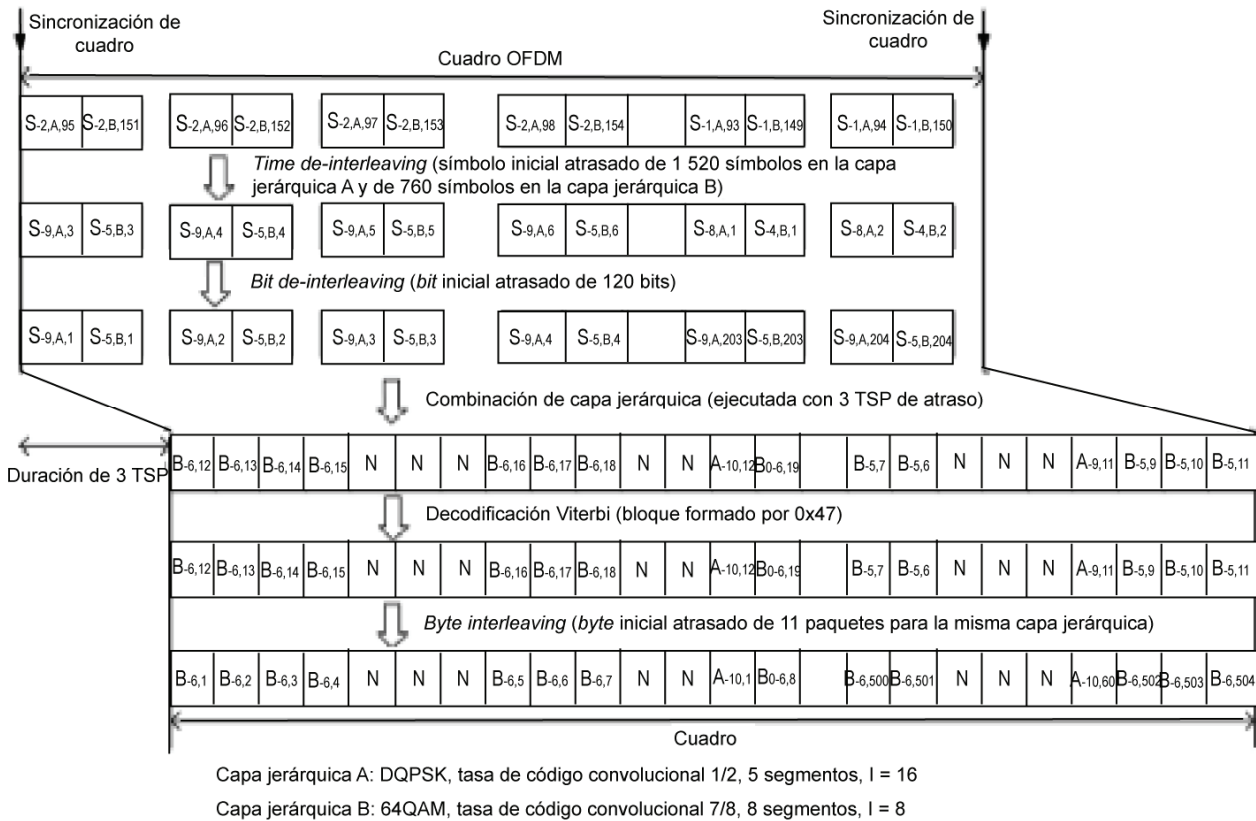


Figura 10 — Ejemplo de ajuste de *time interleaving* y ajuste de atraso en la recepción

6.4 Sistema de codificación de video

En el caso de la transmisión jerárquica con múltiples capas conviene transmitir servicios, cuyo esquema de codificación de vídeo esté de acuerdo con el H.264 vídeo (ver la ITU Recommendation H.264) en adición a los servicios de televisión especificados en ABNT NBR 15602-1. La adopción de cada parámetro de codificación puede ser hecha por cada radiodifusor, considerando la calidad de vídeo, tasa de bits requerida y la calidad de la recepción.

La compresión H.264 usa herramientas HP@L4 y BP@L1.3, respectivamente, para los servicios *full-seg* y *one-seg*.

7 Guía para sincronización para SFN

7.1 Frecuencia de transmisión

Para prevenir las interferencias entre portadoras dentro del área de servicio SFN, conviene que las variaciones en la frecuencia de transmisión de cada onda de radiodifusión sean inferiores a 1 Hz.

7.2 Frecuencia de muestreo IFFT

Para implementar una red SFN por medio de señales OFDM generadas por diferentes *clocks* de muestreo IFFT, como cuando se utilizan múltiples moduladores OFDM, conviene que todos los *clocks* de frecuencia de muestreo IFFT sean idénticos. Si una de las frecuencias difiere de la otra, la diferencia afecta el período del símbolo OFDM, que es la velocidad del símbolo. Como consecuencia de ello, un símbolo se desplaza más allá de la longitud del intervalo de guarda, producido entre señales OFDM, causando interferencia entre símbolos.

Conviene que la frecuencia de cada portadora más superior y portadora más inferior de la banda de frecuencia no varíe más de 1 Hz, con resultado de variaciones en el muestreo de frecuencia.

7.3 Señales OFDM

Cuando se utilizan múltiples moduladores OFDM, conviene que la salida de la forma de onda de la señal OFDM sea la misma en todas las estaciones SFN. Se recomienda adoptar un tiempo de transmisión tal que la diferencia del tiempo de atraso dentro del área de servicio sea menor que el intervalo de guarda.

8 Esquema de la señal de transmisión para STL/TTL

8.1 Tipos de interfaz

Los puntos de interfaz se indican en la Figura 11.

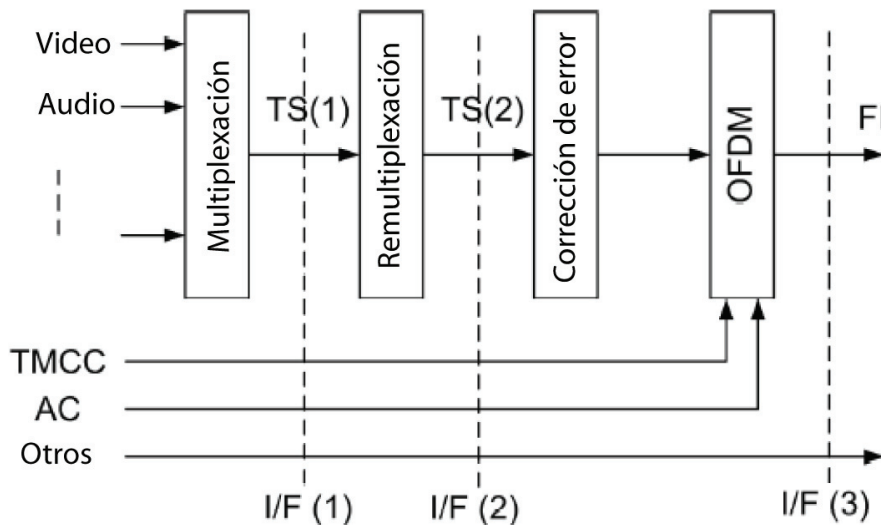


Figura 11 — Tipos de puntos de interfaz

TS(1) representa la señal de *transport stream* (TS), de acuerdo con el sistema MPEG2, que no tiene la construcción del cuadro multiplex para la señal de radiodifusión terrestre de televisión digital y que se denomina simplemente TS.

TS(2) representa la señal de TS, de acuerdo con el sistema MPEG2, que tiene la construcción del cuadro multiplex para la señal de radiodifusión terrestre de televisión digital y que se denomina TS de radiodifusión o B-TS.

La señal de TS posterior a la remultiplexación se especifica en la ABNT NBR 15601:2007, subsección 6.2, la cual define la construcción del cuadro multiplex.

8.2 Tipos de esquemas de sincronización

8.2.1 Sincronización en los puntos de interfaz

Para las opciones para los puntos de interfaz I/F (1) e I/F (2), definidos en 8.1 conviene que la frecuencia de muestreo IFFT se sincronice entre el estudio y la estación de radiodifusión o entre las estaciones de radiodifusión (ver Tabla 12).

Tabla 12 — Puntos de interfaz y esquema de sincronización

Método de transmisión	Punto de interfaz	Señal de interfaz	Descripción	Observación
Transmisión por microondas	RF	Señal OFDM	Innecesario	
	I/F(3)		Solo sincronización de RF	
STL/TTL	I/F(2)	Broadcasting TS (B-TS)	Sincronización esclava	
			Conversión de sincronización	Necesidad de equipo para casi sincronización
			Sincronización completa	Retornar <i>clock</i>
	I/F(1)	TS usual	Sincronización de referencia	Uso de GPS
			Sincronización esclava	
			Conversión de sincronización	Conversión de sincronización a través equipo de remultiplexador
		Sincronización de referencia	Uso de GPS	

8.2.2 Sincronización completa

Cualquiera de los *clocks* del modulador de cualquier estación de radiodifusión se puede usar como *clock* de referencia de red y los *clocks* de otras estaciones de radiodifusión o *clock* del estudio pueden ser sincronizados por el *clock* de referencia. Sin embargo, conviene que se establezca un enlace específico para transmitir el *clock*, en adición al enlace de transmisión del TS, para transmitir la señal de radiodifusión de televisión digital terrestre.

8.2.3 Sincronización esclava

El *clock* del modulador, en cada estación transmisora se sincroniza con el *clock* del multiplexador o remultiplexador en el estudio de la emisora. Como método de transmisión del *clock* de estudio, existe un método para sincronizar con el bit del *clock* del STL/TTL etc.

8.2.4 Sincronización de referencia

Este método sincroniza el estudio y todas las estaciones radiodifusoras a través de una señal de sincronización diferente de la red de radiodifusión terrestre de televisión digital. Para la señal de sincronización digital existe el GPS.

8.2.5 Conversión de sincronización (casi sincronización)

Este método de conversión de sincronización consiste en grabar, en la entrada del *buffer* temporal, la señal de TS recibida que fue transmitida por la estación anterior o desde el estudio y esa señal TS es leída por la estación siguiente, que es asíncrona con relación a la estación anterior o al estudio. La señal de TS de la estación anterior se transmite insertando más que un TSP nulo específico, y, esa señal TSP puede ser insertada y borrada en la estación siguiente para obtener la conversión de sincronización.

Sin embargo, como en el sistema de televisión digital terrestre se pueden transmitir hasta tres capas jerárquicas, como una única capa de radiodifusión, en el caso de transmisión de capas, es necesario un dispositivo de conversión de sincronización en cada capa. Pero, el remultiplexador descrito en la Figura 11 tiene una función equivalente a la conversión de sincronización; como consecuencia de ello, en el caso de interfaz I/F (1), el remultiplexador puede ser sustituido por la función de conversión de sincronización.

En el caso de operación SFN, la señal OFDM tiene que ser la misma en todas las estaciones SFN, pero, en ese método la transmisión puede ser alterada, a través de la adición o eliminación de paquetes nulos. Siendo así, este método no es apropiado para ser usado como un método de sincronización entre las estaciones de radiodifusión para operación SFN.

8.3 Tipos de red de radiodifusión

8.3.1 Condiciones de la operación en SFN y MFN

Conviene que para operación SFN se cumplan las siguientes condiciones:

- la precisión de la frecuencia de RF esté en la banda de 1 Hz;
- el *clock* de muestreo IFFT coincida, en la media, y con la diferencia de frecuencia entre cada límite de la banda de transmisión de la portadora, debido a la deriva de muestra de *clock*. Conviene que la deriva del *clock* esté dentro de $\pm 0,3$ ppm;
- los cuadros multiplex sean los mismos, es decir, el TS(2) en la Figura 11 coincida;
- la diferencia del tiempo de atraso de la fase de la señal de sincronización de cuadro OFDM, incluyendo número par (W_0), número impar (W_1) de la fase de la señal de sincronización, se sitúe dentro del período de intervalo de guarda, en el área de interferencia SFN.

De otra forma, cuando la frecuencia difiere de otras estaciones de radiodifusión, o cuando la frecuencia sea la misma, pero el área de cobertura no se superpone geográficamente, MFN, conviene que:

- la precisión de la frecuencia de RF esté dentro de la banda de 500 Hz;
- la diferencia entre el límite de la banda de transmisión de la portadora debido a la variación de la muestra del *clock* IFFT esté dentro de $\pm 0,3$ ppm;
- no sea necesario que los cuadros multiplex sean idénticos. Esto significa que TS(2) no tiene que ser necesariamente idéntico, con tal que la unidad receptora pueda decodificar las señales sin contradicción;
- el tiempo de envío del cuadro OFDM de sincronización de fase, incluyendo la fase de sincronización del cuadro TMCC, no necesite ser especificado.

Como las especificaciones para la condición de envío de la interfaz y los diferentes métodos de sincronización SFN son asumidas o no en la red radiodifusión, el modelado depende de si la red es SFN o MFN.

La construcción de una red de radiodifusión conteniendo SFN se muestra en la Figura 12.

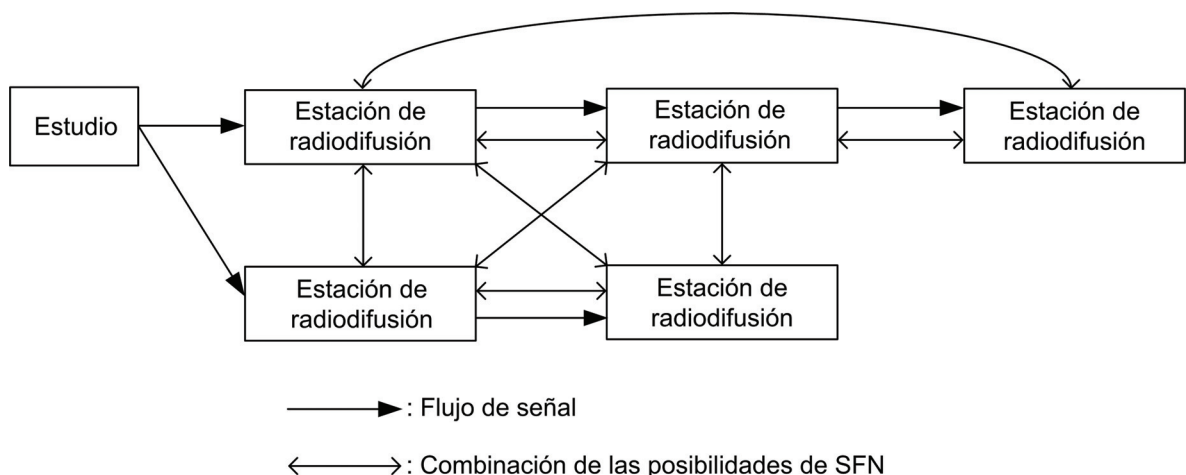


Figura 12 — Construcción de una red de radiodifusión y combinación con red SFN

8.3.2 Construcción de redes sin considerar la condición de SFN

Las redes para los casos en que la señal se transmite de un estudio para una estación de radiodifusión se muestran esquemáticamente en las Figuras 13 y 14.

Las redes para los casos en que la estación siguiente al estudio y la estación subsiguiente están en operación MFN y toda ruta está en operación MFN se muestran esquemáticamente en la Figura 15.



Figura 13 — Señal transmitida de un estudio para una estación transmisora



Figura 14 — Señal transmitida de un estudio para varias estaciones de operación MFN

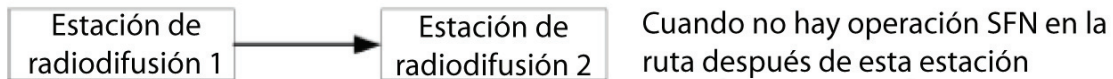


Figura 15 — Ruta en la topología MFN

8.3.3 Operación de red considerando la condición de la red SFN

La señal transmitida de un estudio, para múltiples estaciones de radiodifusión en topología SFN está representada esquemáticamente en la Figura 16.

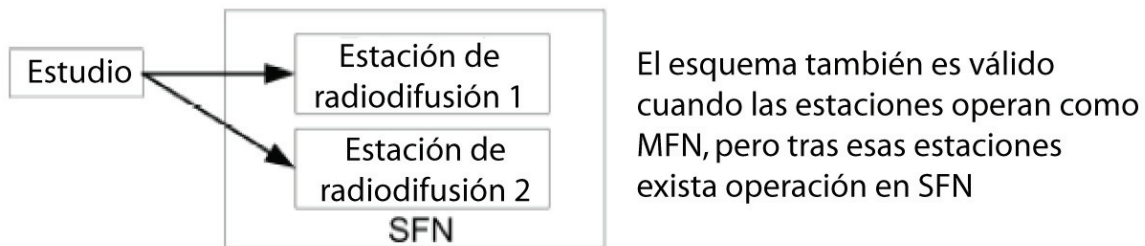


Figura 16 — Señal transmitida de un estudio para múltiples estaciones de radiodifusión en operación SFN

Las redes en las cuales se forma la topología SFN entre la estación anterior y la estación siguiente están representadas esquemáticamente en la Figura 17.

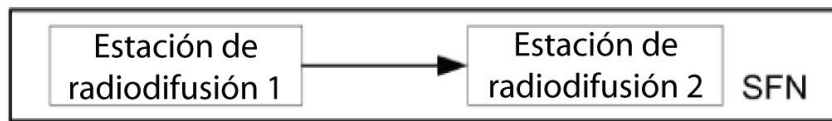


Figura 17 — Topología SFN formada entre la estación anterior y la estación siguiente

Las redes en que se emplea la topología MFN entre las estaciones anterior y siguiente, pero la construcción SFN se emplea en la ruta después de la estación siguiente están representadas esquemáticamente en la Figura 18.

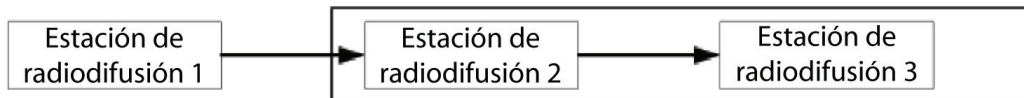


Figura 18 — Topología SFN empleada entre la estación anterior e incluidas estaciones de radiodifusión en otra ruta

Los casos en los cuales la topología MFN se emplea entre la estación precedente y la estación siguiente, pero la construcción SFN se usa después de las estaciones precedente y la siguiente están representados esquemáticamente en la Figura 19.

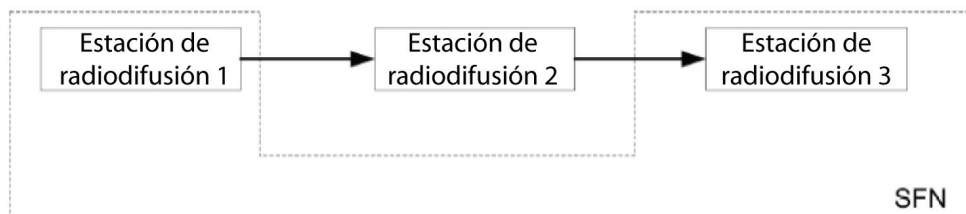


Figura 19 — Topología SFN empleada entre la estación precedente y la siguiente

Las Figuras 16 a 19 muestran el método de sincronización necesario durante la construcción de red SFN.

8.4 Ejemplos de uso del método de sincronización considerando SFN

8.4.1 Puntos de interfaz y métodos de sincronización cuando se considera la red SFN

Problemas y condiciones cuando se considera la red SFN en los puntos de interfaz y métodos de sincronización presentados el 8.2 se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13 — Puntos de interfaz y métodos de sincronización cuando se considera la red SFN

Nº	Interfaz	Método de sincronización	Problemas y condiciones relativos a SFN
1	RF	Innecesario	Tiempo de atraso en el área de red SFN no puede ser controlado
2	I/F(3)	Sincronización solamente de RF	Para permitir el control de atraso en el área de SFN, el tiempo de atraso de la estación de transmisión anterior es controlado por la adición de un atraso fijo para compensar las diferencias de tiempo de atraso entre la estación anterior y la siguiente causadas por el enlace TTL para la estación siguiente
3	I/F(2)	Sincronización esclava	La sincronización esclava en la señal enviada por la estación anterior
4		Conversión de sincronización	El proceso de conversión de sincronización puede cambiar el proceso de construcción del cuadro multiplex
5		Sincronización completa	El método de envío de señal de sincronización no se detalla en esta parte de la ABNT NBR 15608
6		Sincronización por referencia	Toda la red es sincronizada por GPS
7	I/F(1)	Sincronización esclava	Conviene que el remultiplexador sea equipado en la estación transmisora, por lo tanto, la construcción del cuadro multiplex puede ser alterada. Adicionalmente, es requerido separadamente un método para la verificación de la salida final TS
8		Conversión de sincronización	
9		Sincronización por referencia	

Como presentado en la Tabla 13, I/F (1) se puede aplicar para el método de entrega de señal STL para una estación de transmisión principal (mostrado en la Figura 16) en la cual el enlace de retorno es comparativamente fácil de proteger. Sin embargo, esto es más difícil de aplicar para la red SFN.

La conversión de sincronización de I/F (2) para STL puede realizarse de forma similar a I/F (1), aunque exista un problema en la coincidencia de cuadro multiplex, cuando se considera la aplicación para SFN. Para la completa sincronización, cuando es necesario el método de distribución de señal sincronizada, no es práctica la aplicación en red conteniendo SFN.

8.4.2 Método de sincronización correspondiente a la red de radiodifusión

Para la red conteniendo SFN como se presenta en 8.4.1, conviene utilizar I/F (3) y el método de radiodifusión de RF por microondas, en adición a la sincronización esclava de I/F (2) y sincronización de referencia.

Ejemplos de uso de cada método de sincronización e informaciones importantes para cuando se aplican los casos de la construcción de red de radiodifusión que se muestran en 8.3.3 se presentan en las Tablas 14 y 15.

La construcción de redes se puede hacer combinando múltiples métodos de sincronización entre los cuatro tipos de métodos mostrados en las Tablas 14 y 15. Por lo tanto, conviene seleccionar un método apropiado de sincronización de acuerdo con las condiciones de cada red.

Tabla 14 — Ejemplo de interfaz utilizando FI (2)

Sistema de sincronización	Sincronización esclava	Sincronización de referencia
Formato de la señal	Formato de <i>broadcast</i> TS de 204 bytes	Formato de <i>broadcast</i> TS de 204 bytes
Ejemplo de construcción de red		
Aplicación para la condición de SFN	Frecuencia RF	Conviene que la diferencia de tiempo entre cada estación sea del orden de 1 Hz
	Clock de muestreo de la IFFT	Reproducción de la sincronización de la señal STL/TTL del estudio o de estación próxima Conviene tener cuidado al usar <i>link</i> TM en vez de radio STL o TTL. En el caso de colocar <i>links</i> en cascada, conviene tener cuidado con el <i>jitter</i> generado en la señal de sincronismo
	Cuadro multiplex	Se añade la descripción de la señal del encabezamiento del cuadro OFDM (ver 8.5)
	Tiempo de transmisión	Ajuste del tiempo de transmisión para agregar un atraso fijo en caso que el atraso del sistema sea constante
		1 Hz en cada estación de radiodifusión
		Conviene que la sincronización del <i>clock</i> con el GPS se utilice en el estudio y en cada estación de multiplexación Conviene tener en cuenta la absorción de jitter al usar ATM
		Se agrega la descripción del topo del cuadro OFDM (ver 8.5)
		El atraso relativo del segundo pulso suministrado por el GPS se usa para ajuste de tiempo de transmisión (ver 8.5)

Tabla 15 — Ejemplo de interfaz utilizando FI (3) y método de repetición de señal de transmisión en la cadena de radiodifusión

Sistema de sincronización	Interfaz OFDM-FI	Método de transmisión en cadena de señales de radiodifusión
Formato de la señal	Señal OFDM	Señal OFDM
Ejemplo de construcción de red		
Aplicación para la condición de SFN	Frecuencia RF	Conviene que la diferencia de tiempo entre cada estación sea del orden de 1 Hz
	Clock de muestreo de la IFFT	No se aplica en transmisiones OFDM
	Cuadro multiplex	No se aplica en transmisiones OFDM
	Tiempo de transmisión	Ajuste del tiempo de transmisión para agregar un atraso fijo en caso que el atraso del sistema sea constante.
		1 Hz en cada estación de radiodifusión en cada estación transmisora por el uso de un generador local común en la estación transmisora y en la porción de recepción de la estación retransmisora
		No se aplica en transmisiones OFDM
		No se aplica en transmisiones OFDM
		Ajuste de atraso es imposible cuando se recibe una onda de señal. En locales con interferencia, considerar la relación entre la distancia de la estación y el intervalo de guarda.

8.5 Informaciones adicionales necesarias para remultiplexación del TS de transmisión

8.5.1 Información de control

Conviene que la información de control de transmisión sea suministrada al realizar la transmisión de remultiplexación de TS usando I/F(2) en el cual la interfaz es un cuadro TS multiplexado entre los puntos de interfaz mostrados en la Figura 11.

8.5.2 Tipos de informaciones adicionales

Existen dos tipos de posiciones múltiples cuando se multiplexa la información de control de transmisión para el *broadcasting* TS (B-TS).

- multiplexado para *dummy byte part* de cada TSP;
- multiplexado como TSP jerárquica inválida (como IIP, paquete de información ISDB).

La transmisión se realiza como se muestra en la Tabla 16, de acuerdo con el ítem de la información del control de transmisión.

Sin embargo, conviene que los ítems que se superponen al *dummy byte* y la jerarquía inválida sean multiplexados de modo que no se contradigan entre sí.

Informaciones detalladas de los datos AC se describen en la Sección 9.

Tabla 16 — Ítems transmitidos de la información de control de transmisión y posición de multiplex

Nº	Ítem de transmisión	Descripción	Posición del multiplex	
			Dummy byte	Jerarquía inválida
1	TMCC ID	00: Satélite 10: Televisión digital terrestre 11: Audio digital terrestre	X	
2	Flag de reset de buffer	Control de reset del buffer de sincronización	X	
3	Disparo de control de la alarma de emergencia de la radiodifusión	Designando la duración de la ejecución de la alarma de emergencia de radiodifusión	X	X
4	Flag de cambio del paquete top del TMCC	Designación del cambio del paquete de topo	X	
5	Flag del paquete Top de cuadro	Designación del cuadro multiplexado del paquete de topo	X	
6	Designación de la sincronización de cuadro (w0, w1)	Designación de la duración del cuadro de número par o cuadro de número impar	X	X
7	Información de jerarquía de cada TSP	Discriminación de jerarquía de nulo de A, B, C Designación de TSP que transporta IIP o que carga AC data	X	
8	Índice de conmutación del parámetro de conmutación		X	X
9	Contador TSP	El paquete de cuadro multiplexado de topo es "0". Incrementada en el orden del paquete	X	
10	TMCC (incluyendo modo y GI)	Dispositivo de control de información de TMCC y modulación		X
11	Información de control de red de radiodifusión	Control de información, tales como el atraso en el SFN		Opcional
12	Datos AC	Información transmitida por AC	Opcional	Opcional

8.5.3 Multiplex para dummy byte

Conviene que el formato de la señal de interfaz sea remultiplexado al formato TS, quedando en la construcción del cuadro multiplexado con 204 bytes, añadiéndose 8 bytes a la información de 188 bytes. La información multiplexada se presenta en la Tabla 16 y está representada esquemáticamente en la Figura 20.

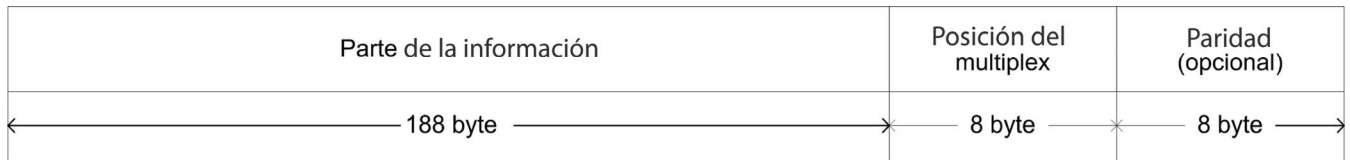


Figura 20 — Posición del multiplex en el byte nulo

Las informaciones adicionales, multiplexadas en el *dummy byte*, son relativas al TSP. Las informaciones adicionales multiplexadas son informaciones específicas del ISDB denominadas *ISDB_information*.

Conviene que la paridad sea aplicada en el código *Reed Solomon* abreviado (204,196), generado por la adición de 51 bytes 00HEX delante de la entrada de datos, en el caso de código *Reed Solomon* (255, 247) y apagando 51 bytes del topo.

El código original *Reed Solomon* (255, 247), original GF(28) y el polinomio primitivo definiendo GF(28) son los siguientes:

$$P(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

Para el generador polinomial:

$$G(x) = (x - \lambda^0)(x - \lambda^1)(x - \lambda^2)(x - \lambda^3)(x - \lambda^4)(x - \lambda^5)(x - \lambda^6)(x - \lambda^7), \text{ donde}$$

$$\lambda = 02_{\text{HEX}}$$

La sintaxis de la información ISDB y su descripción están respectivamente en las Tablas 17 y 18.

Tabla 17 — Sintaxis de la información ISDB

Estructura de datos	Número de bits	Notación bit string
ISDB_information(){		
TMCC_identifier	2	*bslbf
reserved	1	bslbf
buffer_reset_control_flag	1	bslbf
switch-on_control_flag_for_emergency_broadcasting	1	bslbf
initialization_timing_head_packet_flag	1	bslbf
frame__head_packet_flag	1	bslbf
frame_indicator	1	bslbf
layer_indicator	4	bslbf
count_down_index	4	bslbf
AC_data_invalid_flag	1	bslbf
AC_data_effective_bytes	2	bslbf
TSP_counter	13	bslbf
if (AC_data_invalid_flag == 1)		
stuffing_bit	32	bslbf
else {		
AC_data	32	bslbf
}		
}		

Tabla 18 — Descripción de la sintaxis de la información ISDB

Byte	Bit	Sintaxis	Descripción
0	7	Identificador TMCC	= 1
	6		= 0
	Reservado		Siempre 1
	4	<i>buffer_reset_control_flag</i> (Flag del reset de buffer)	Señal de control de <i>reset</i> del dispositivo <i>buffer</i> sincronizado. En el caso de <i>reset</i> del <i>buffer</i> , "1"; normalmente, "0"
	3	<i>switch-on_control_flag_for_emergency_broadcasting</i> (comienza el control para alarma de emergencia de radiodifusión)	Señal de control en la unidad receptora en el caso de emergencia de radiodifusión. Durante la emergencia de radiodifusión, "1"; normalmente, "0"
	2	<i>initialization_timing_head_packet_flag</i> (cambiando la designación)	Cambiando la cabecera del paquete "1". Normalmente, es "0". El índice de la conmutación de parámetros del transmisor es cuenta atrás y cuando el mismo retorna "1 1 1", la cabecera del paquete del cuadro es "1".
	1	<i>frame_head_packet_flag</i> (cabecera del paquete del cuadro)	Discrimina la cabecera de cuadros múltiples. La cabecera del paquete de cuadros múltiples es "1" a pesar del número par o número impar de cuadros; los otros son "0".
	0	<i>frame_indicator</i> (discriminación de sincronización de cuadro)	Durante el cuadro par (W0) del cuadro OFDM, es '0' Durante el cuadro impar (W1) del cuadro OFDM, es '1'
1	7-4	<i>layer_indicator</i> (indicador de capa)	Indica la jerarquía por la cual el TSP es transmitido "0000" un TSP nulo que no es transmitido por ninguna de las jerarquías A, B o C. '0001': TSP transmitida por la jerarquía A '0010': TSP transmitida por la jerarquía B '0011': TSP transmitida por la jerarquía C 0100: TSP que transmite datos AC, pero no es transmitido por ninguna jerarquía A, B o C. '0101' - '0111': TSP que provee servicios de multiplexación de los datos originales '1000': TSP que transmite IIP, pero no transmite ninguna de las jerarquías A, B o C '1001' - '1111': TSP que provee servicio de multiplexación de los datos originales
	3-0	<i>count_down_index</i> (indicador de cuenta atrás)	Índice de conmutación de parámetros de transmisión descrito en la información TMCC
2	7	<i>AC_data_invalid_flag</i> (flag de datos AC multiplexada en <i>dummy byte</i>)	Cuando AC <i>data</i> no se agrega al byte fantasma: '1' Cuando datos AC se agregan al <i>dummy byte</i> : '0'
	6-5	<i>AC_data_effective_bytes</i> (el número actual de los datos AC a ser transmitidos por la señal de radiodifusión)	'00': 1-byte '01': 2-byte '10': 3-byte '11': 4-byte (incluyendo caso en que los datos AC no se agregan al <i>dummy byte</i>) Entre los bytes 4 a 7, la posición del byte a ser usado se especificará por cada proveedor de servicio
	4-0	<i>TSP_counter</i>	Un contador en el cual la cabecera del cuadro multiplex es 0 e incrementado de uno en uno en el orden de los paquetes. El incremento incluye NULL-TSP, TSP que transmite IIP o datos AC etc.
3	7-0		
4	7-0	<i>AC_data</i> (datos AC)	Área para los datos AC. No se transmite en los casos en que <i>AC_data_invalid_flag</i> = '1'
5	7-0	<i>AC_data</i> (datos AC)	
6	7-0	<i>AC_data</i> (datos AC)	
7	7-0	<i>AC_data</i> (datos AC)	
		<i>AC_data</i> (datos AC)	

8.5.4 Multiplex para jerarquía inválida IIP (ISDB_information_packet)

8.5.4.1 Posición del multiplex

El IIP se inserta en el 188º byte de un paquete de información en el cual el “layer_indicator” de la Tabla 17 se torna “1000” y solamente un paquete se multiplexa en el cuadro multiplex.

Las informaciones de los paquetes IIP indican la información del próximo cuadro multiplex.

8.5.4.2 Información IIP

La estructura sintáctica de IIP está en la Tabla 19 y la descripción de sintaxis en la Tabla 20.

Tabla 19 — Sintaxis del IIP (ISDB_information_packet)

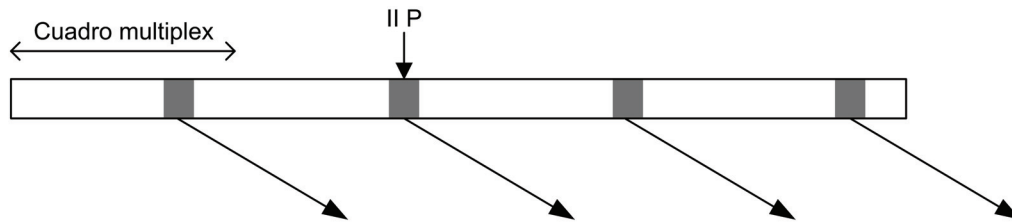
Estructura de datos	Número de bits	Notación bit string
<pre> ISDB-T information_packet(){ TSP_header{ sync_byte transport_error_descriptor() payload_unit_start_indicator transport_priority PID transport_scrambling_control adaptation_field_control continuity_counter } payload{ IIP_packet_pointer modulation_control_configuration_information() IIP_branch_number last_IIP_branch_number network_synchronization_information_lenght network_synchronization_information() for(i=0;i<(159- network_synchronization_information_lenght);i++) { stuffing_byte(0xFF) } } } </pre>	<p>8</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>13</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>4</p> <p>16</p> <p>160</p> <p>8</p> <p>8</p> <p>8</p> <p>8</p> <p>8</p>	<p>bslbf</p> <p>bslbf</p> <p>bslbf</p> <p>bslbf</p> <p>uimsbf</p> <p>bslbf</p> <p>bslbf</p> <p>uimsbf</p> <p>uimsbf</p> <p>bslbf</p> <p>uimsbf</p> <p>uimsbf</p> <p>uimsbf</p> <p>bslbf</p>

Tabla 20 — Descripción de la sintaxis IIP

Sintaxis	Descripción
<i>sync_byte</i>	Byte de sincronización TSP: 0x47 (01000111)
<i>transport_error_indicator</i>	No usado. Conviene que sea siempre '0'
<i>payload_unit_start_indicator</i>	Conviene que sea siempre '1'
<i>transport-priority</i>	No usado. Conviene que sea siempre '0'
PID	Conviene que sea definido por el proveedor de servicio. Sin embargo, el mismo PID se usa para el servicio de radiodifusión de televisión digital terrestre
<i>transport_scrambling_control</i>	No usado. Conviene que sea siempre '0'
<i>adaptation_field-control</i>	Conviene que sea siempre '01' (solamente <i>payload</i>)
<i>continuity_counter</i>	Se usará de acuerdo con ISO/IEC 13818-1
<i>IIP_packet-pointer</i>	Indica el número de paquetes en la posición de multiplex para la cabecera del cuadro del próximo cuadro multiplex del cuadro multiplex "ISDB_information_packet" El valor del último TSP del cuadro multiplex será 0 se cuenta a partir de la posición del multiplex del "ISDB_information_packet" para la cabecera del próximo cuadro multiplex en la unidad TSP
<i>IIP_branch_number</i>	Indica el número de ramales del IIP. Cuando el "network_synchronization_information" no está dentro de los 159 bytes, el mismo se puede superponer en múltiples paquetes (sub-paquete IIP). Este número de ramales (sub-paquete IIP) vuelve para cada paquete IIP. El <i>IIP_branch_number</i> del primer paquete en el sub-paquete IIP es 0x00
<i>last_IIP_branch_number</i>	Indica el último " <i>IIP_branch_number</i> " del sub-paquete IIP. Cuando el sub-paquete IIP está construido solamente por un paquete se indica 0x00 (cuando el "network_synchronization_information" está dentro de los 159 bytes). Cuando el sub-paquete IIP está formado por dos paquetes, se indica 0x01
<i>network-synchronization_information_length</i>	Se designa la longitud del próximo "network_synchronization_information". Conviene que el valor de esa longitud sea 159 bytes o menos

Como el paquete IIP es un TSP por cuadro multiplex, el *payload* es de 184 bytes. Conviene que la información de transmisión que exceda 184 bytes sea transmitida superponiendo los múltiples cuadros multiplex.

Cuando el IIP se construye para múltiples TSP, el TSP insertado en el cuadro multiplex se denomina paquete sub IIP. La relación entre "*IIP_branch_number*" y el "*last_IIP_branch_number*", cuando el sub IIP está formado por dos paquetes, se muestra en la Figura 21.



<i>Modulation_control_configuration_info</i>	<i>Modulation_control_configuration_info</i>	<i>Modulation_control_configuration_info</i>	<i>Modulation_control_configuration_info</i>	<i>Modulation_control_configuration_info</i>
<i>HP_branch_number</i>	0x00	0x01	0x00	0x01
<i>Last_HP_branch_number</i>	0x01	0x01	0x01	0x01
<i>net-work_synchronization_info</i>	<i>net-work_synchronization_info</i>	<i>net-work_synchronization_info</i>	<i>net-work_synchronization_info</i>	<i>net-work_synchronization_info</i>

Figura 21 — Ejemplo de configuración de sub IIP

A menos que el contenido de la “*modulation_control_configuration_information*” se cambie, el mismo contenido se mantiene, no en desacuerdo con el “*IIP_branch_number*”

Para “*net_sync_info_A/B*”, se distribuyen diferentes contenidos de equipo de *loop*.

8.5.4.3 Configuración de la *modulation_control_configuration_information*

La estructura sintáctica de la *modulation_control_configuration_information* se muestra en la Tabla 21 y su descripción en la Tabla 22.

Tabla 21 — Sintaxis de la *modulation_control_configuration_information*

Configuración de datos	Número de bits	Notación de la fila de bits
<i>modulation_Control_configuration_information</i> {		
<i>TMCC_synchronization_word</i>	1	bslbf
<i>AC_data_effective_position</i>	1	bslbf
<i>reserved</i>	2	bslbf
<i>mode_GI_information</i> {		
<i>initialization_timing_indicator</i>	4	bslbf
<i>current_mode</i>	2	bslbf
<i>current_guard_interval</i>	2	bslbf
<i>next_mode</i>	2	bslbf
<i>next_guard_interval</i>	2	bslbf
}		
<i>TMCC_information</i> {		
<i>system_identifier</i>	2	bslbf
<i>count_down_index</i>	4	bslbf
<i>switch-on_control_flag_used_for_alert_broadcasting</i>	1	bslbf
<i>current_configuration_information</i> {		
<i>transmission_parameters_for_layer_A</i> {	1	bslbf
<i>modulation_scheme</i>		
<i>coding_rate_of_inner_code</i>	3	bslbf
<i>length_of_time_interleaving</i>	3	bslbf
<i>number_of_segments</i>	3	bslbf
}	4	bslbf
<i>transmission_parameters_for_layer_B</i> {		
<i>modulation_scheme</i>	3	bslbf
<i>coding_rate_of_inner_code</i>	3	bslbf
<i>length_of_time_interleaving</i>	3	bslbf
<i>number_of_segments</i>	3	bslbf
}	4	bslbf
<i>transmission_parameters_for_layer_C</i> {		
<i>modulation_scheme</i>	3	bslbf
<i>coding_rate_of_inner_code</i>	3	bslbf
<i>length_of_time_interleaving</i>	3	bslbf
<i>number_of_segments</i>	3	bslbf
}	4	bslbf
}		
<i>next_configuration_information</i> {		
<i>partial_reception_flag</i>	1	bslbf
<i>transmission_parameters_for_layer_A</i> {		
<i>modulation_scheme</i>	3	bslbf
<i>coding_rate_of_inner_code</i>	3	bslbf
<i>length_of_time_interleaving</i>	3	bslbf
<i>number_of_segments</i>	3	bslbf
}	4	bslbf
<i>transmission_parameters_for_layer_B</i> {		
<i>modulation_scheme</i>	3	bslbf
<i>coding_rate_of_inner_code</i>	3	bslbf
<i>length_of_time_interleaving</i>	3	bslbf
<i>number_of_segments</i>	3	bslbf
}	4	bslbf
<i>transmission_parameters_for_layer_C</i> {		
<i>modulation_scheme</i>	3	bslbf
<i>coding_rate_of_inner_code</i>	3	bslbf
<i>length_of_time_interleaving</i>	3	bslbf
<i>number_of_segments</i>	3	bslbf
}	4	bslbf
}		
<i>phase_correction_of_CP_in_connected_transmission</i>	3	bslbf
<i>TMCC_reserved_future_use</i>	12	bslbf
<i>reserved_future_use</i>	10	bslbf
}		
CRC_32	32	rpchof
}		

Tabla 22 — Descripción de la *modulation_control_configuration_information*

Sintaxis	Descripción
<i>TMCC_synchronization_word</i>	Sincroniza la señal de sincronización del cuadro OFDM, posicionando en B1 a B16 de la portadora TMCC y transfiere como sigue: w0 (0011010111101110) = "0" w1 (1100101000010001) = "1"
<i>AC_data_effective_position</i>	Indica si se usan los datos de la jerarquía inválida o "dummy byte data" como actual "AC data" para ser transmitidas como señales de radiodifusión '0': usado el dato de la jerarquía inválida '1': usado el "dummy byte data" (incluyendo el caso en el que "AC data" no se multiplexa)
<i>mode_GI_information</i>	Información de modo de transmisión y tasa de intervalo de guarda
<i>initialization_timing_indicator</i>	Indica el <i>timing</i> de conmutación del modo e intervalo de guarda. • Valor normal es 15 ('1111'). El valor se reduce por la unidad de cuadro OFDM desde 15 cuadros antes de la conmutación • Conviene que la conmutación de <i>timing</i> sea el instante de partida del primer cuadro, cuando el valor del punto de marcación inicial retorna de 0 para 15. Durante la cuenta atrás (cuando el valor es diferente de 15), no se puede realizar una revisión del <i>next-mode</i> y <i>next-guard-interval</i>
<i>current_mode</i>	Indica que el modo (1, 2 y 3) ahora está siendo usado. '00': reservado '01': modo 1 '10': modo 2 '11': Modo 3
<i>current_guard_interval</i>	Indica la tasa del intervalo de guarda que está siendo usada ahora. "00": 1/32 "01": 1/16 "10": 1/8 "11": 1/4
<i>next_mode</i>	Indica el próximo modo
<i>next_guard_interval</i>	Indica el próximo intervalo de guarda
<i>TMCC_information</i>	Igual a la información TMCC en el sistema brasileño de TV digital
<i>system_identifier</i>	Igual a la discriminación de sistema en la información TMCC
<i>count_down_index</i>	Igual al índice de conmutación de parámetro de transmisión descrito en la información TMCC
<i>switch-on_control_flag_used_for_alert_broadcasting</i>	Igual al <i>flag</i> de partida para alarma de emergencia de radiodifusión descrito en la TMCC
<i>current_configuration_information</i>	Igual a información actual de la TMCC.
<i>partial_reception_flag</i>	Igual al <i>flag</i> de acceso condicional descrito en la información TMCC.
<i>transmission_parameters_for_layer_A</i>	Igual a la información de parámetro de transmisión para capa jerárquica A de la TMCC.
<i>modulation_scheme</i>	Igual a la modulación de portadora, descrito en la TMCC
<i>coding_rate_of_inner_code</i>	Igual a la tasa de codificación convolucional descrito en la información TMCC
<i>length_of_time_interleaving</i>	Igual a la longitud del <i>time-interleaving</i> descrito en la información TMCC
<i>number_of_segments</i>	Igual al número de segmentos descritos en la información TMCC
<i>transmission_parameters_for_layer_B</i>	Igual a la información de parámetro de transmisión para capa jerárquica B de la TMCC
<i>transmission_parameters_for_layer_C</i>	Igual a la información de parámetro de transmisión para capa jerárquica C de la TMCC
<i>next_configuration_information</i>	Igual a la próxima información de la TMCC
<i>phase_correction_of_CP_in_connected_transmission</i>	Igual al <i>phase_shift_correction_value</i> para segmento de transmisión conectado descrito en la TMCC
<i>TMCC_reserved_future_use_reserved_future_use</i>	Igual al <i>bit</i> reservado (B110 a B121) descrito en la TMCC
<i>reserved_future_use</i>	Reservado para futuras extensiones. Conviene que todos ellos sean "1"
CRC_32	Valor CRC calculado por el polinomio usado en la ISO/IEC 13818-1. Las extensiones son para: <i>modulation_control_configuration_information</i> del <i>TMCC_synchronization_word</i> to <i>future_use_bit</i> . Polinomio = $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$

8.5.4.4 Estructura de la *network_synchronization_information*

La sintaxis del *network_synchronization_information* se presenta en la Tabla 23 y su descripción en la Tabla 24.

Tabla 23 — Sintaxis del *network_synchronization_information*

Estructura de datos	Número de bits	Notación de la fila de bits
<pre> network_synchronization_information(){ synchronization_id if(synchronization_id==0x00){ SFN_synchronization_information{ SFN_synchronization_time_stamp synchronization_time_stamp maximum_delay } equipment_loop_length for (i=0; i<equipment_loop_length/5; i++){ equipment_control_information{ equipment_id renewal_flag static_delay_flag reserved_future_use time_offset_polarity time_offset } } CRC_32 } else if(synchronization_id == 0xFF){ for (J=0; J<N; j++){ stuffing_byte(0xFF) } } } </pre>	<p>8</p> <p>24 24</p> <p>8</p> <p>12 1 1 1 1 24</p> <p>32</p> <p>8</p>	<p>uimsbf</p> <p>bslbf bslbf</p> <p>uimsbf</p> <p>uimsbf bslbf bslbf bslbf bslbf bslbf</p> <p>rpchof</p> <p>bslbf</p>

Tabla 24 — Descripción de la *network_synchronization_information*

Sintaxis	Descripción
<i>synchronization_id</i>	0x00: SFN_ <i>synchronization_information</i> se adiciona 0x01 ~0xFE: para futura extensión 0xFF: SFN_ <i>synchronization_information</i> no se adiciona
SFN_ <i>synchronization_information</i>	Información de control de sincronización, incluyendo control de atraso de tiempo en la red SFN
<i>synchronization_time_stamp</i>	Diferencia de tiempo a partir del tiempo de referencia Indicado en la unidad periódica de 10 MHz (en la escala de tiempo de 100 ns). Indica tiempo de atraso de la cabecera del cuadro multiplex (tiempo de partida) en el cual el próximo TMCC_ <i>synchronization_word</i> es "0" contra la última señal 1 pps ganada de referencia de tiempo tales como GPS, en la liberación de salida (por ejemplo, salida de STL) de la línea de la estación de radiodifusión
<i>maximum_delay</i>	Atraso de tiempo máximo. El intervalo de tiempo entre la salida liberada (por ejemplo, salida del STL) de la línea de la estación radiodifusión en el estudio y la emisión de las ondas radiodifusión de la antena transmisora en cada estación de radiodifusión en la red SFN. Indicado en la unidad periódica de 10 MHz (en la escala de tiempo de 100 ns). Conviene que ese valor se coloque en menos de 1 s [dentro de la banda entre 0 (0x000000) y 9999999 (0x98967F)]
<i>equipment_loop_length</i>	Indica la longitud total del <i>equipment_loop</i> Indica en la unidad de bytes
<i>equipment_control_information</i>	Información para controlar el ajuste de atraso o atraso de tiempo fijo individualmente para cada estación de radiodifusión
<i>equipment_id</i>	Designar cada estación de radiodifusión para controlar por <i>equipment_control_information</i>
<i>renewal_flag</i>	Renovar <i>flag</i> Cuando se renueva el valor del <i>static_delay_flag</i> , <i>time_offset_polarity</i> , y <i>time_offset</i> , estos campos en el <i>equipment_control_information</i> del objetivado <i>equipment_id</i> serán renovados Cuando se renueva el valor del <i>maximum_delay</i> , ese campo en toda sintaxis del <i>equipment_control_information</i> (todos los equipos del enlace) serán renovados. Este campo conmuta entre '1' y '0' para la renovación
<i>static_delay_flag</i>	<i>Flag</i> de atraso estático. Para el control del atraso SFN, el tiempo de atraso podrá ser ajustado por el tiempo de referencia, como un GPS, en un caso típico, y por el tiempo de atraso estático podrá ser asignado en la estación radiodifusión, no usando el tiempo de referencia en otro caso. El <i>flag</i> para tiempo estático puede ser '1' cuando es empleado el último control. En este caso, solamente el control de información <i>time_offset</i> es efectivo y solamente es usado este valor por el control de atraso
<i>reserved_future_use</i>	Bit reservado para futura extensión
<i>time_offset_polarity</i>	Indica la polaridad del <i>time_offset</i> , donde '0' designa un valor positivo y '1', negativo. Cuando <i>static_delay_flag</i> es '1', '0' es siempre informado
<i>time_offset</i>	Indicado en 10 MHz de unidad periódica (escala de tiempo de 100 ns). El significado de este campo cambia de acuerdo con el valor del <i>static_delay_flag</i> [Cuando <i>static_delay_flag</i> = '0'] Indica el ajuste del tiempo de atraso en cada estación de radiodifusión para evitar el "maximum_delay". Este valor, junto con la polaridad dada por el "time_offset_polarity", se especifica dentro de la banda de - 1 s < <i>time_offset</i> < 1 s (entre 0 (0x000000) y 9999999 (0x98967F) como el valor de entrada para este campo). [Cuando <i>static_delay_flag</i> = '1'] Indica el tiempo de atraso, cuando se ajusta uno específicamente, fijo <i>delay_time</i> para una estación de radiodifusión sin usar tiempo estándar. Este valor, que es menor a 1 s, se especifica dentro de la banda entre 0 (0x000000) y 9999999 (0x98967F)
CRC_32	El valor del CRC se calcula a través del polinomio usado en la ISO/IEC13818-1 Bandas para todo el "SFN_ <i>synchronization_information</i> " oriundo de la "Synchronization_time_stamp" que es la cabecera del "SFN_ <i>synchronization_information_header</i> para <i>time_offset</i> " Polinomio = $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$

Conviene que los siguientes valores de tiempo indicados en los campos correspondientes se incluyan en el tiempo de modulación OFDM, excluyendo el tiempo de atraso teórico, debido al *time interleaving*:

- el intervalo de tiempo entre la liberación de salida de la línea, hacia la estación de radiodifusión, al estudio y la emisión de la onda irradiada de la antena transmisora de cada estación de radiodifusión en la red SFN (atraso máximo);
- el valor del atraso máximo con la compensación del tiempo de atraso de cada estación de radiodifusión (*maximum-delay_± time_offset*) cuando el *static_delay_flag* = 0; ["+" o "-" cuando el *time_offset_polarity* es "0" ó "1", respectivamente].
- el tiempo de atraso fijo de cada estación de radiodifusión (*time_offset*) cuando el *static_delay_flag* = "1".

Así, el tiempo de atraso requerido para sincronización SFN en cada estación de radiodifusión (el tiempo entre la llegada a la estación de radiodifusión de entrada en el modulador) tiene que ser calculado por la resta del tiempo requerido para modulación OFDM (excluyendo el atraso de tiempo teórico debido al *time interleaving*).

9 Guía operativa para transmisión de datos AC

9.1 Posición para los datos AC

Conviene definir la multiplexación de los AC *datas* (canal auxiliar) sobre el *broadcasting* TS(B-TS), ajuste de AC *datas* multiplexados de TS de radiodifusión con relación al cuadro OFDM y su mapeo en las portadoras OFDM. Existen dos tipos de posición en el TS de radiodifusión donde esos datos pueden ser multiplexados:

- multiplexados sobre *dummy byte part* de cada TSP;
- multiplexados sobre jerarquía TSP inválida.

9.2 Determinación de la posición del multiplex del *broadcasting* TS

Si el dato AC se multiplexa en la parte de datos nulos o jerarquía inválida, el TSP se determina buscando *AC_data_effective_position* del IIP *modulation_control_configuration_information*. Para más informaciones, ver las Tablas 21 y 22.

9.3 Multiplexación sobre *dummy byte part*

9.3.1 Posición del multiplex

Cuando se multiplexan los datos AC sobre *dummy byte part* conviene que los datos sean multiplexados en porciones de 8 bytes, diferentemente de la porción de información de 188 bytes, referentes a las informaciones del formato TS de radiodifusión de 204 bytes. Para otras informaciones ver la Figura 20.

9.3.2 Sintaxis para multiplexación de los datos AC sobre *dummy byte part*

La multiplexación de los datos AC sobre *dummy byte part* del TSP es definida por la sintaxis *ISDB_information_packet*. Para otras informaciones ver, las Tablas 17 y 18.

9.3.3 Mapeo de los datos AC sobre las portadoras OFDM

9.3.3.1 Tiempo de multiplexación de los datos AC con relación a los cuadros OFDM

La multiplexación de los datos AC sobre *dummy byte part* se transmite en sincronismo con la pulsación del cuadro OFDM que lo sigue inmediatamente. La Figura 22 muestra el tiempo de transmisión del cuadro del dato AC multiplexado sobre *dummy byte part*. El dato AC AC#N multiplexado en el cuadro multiplex #N se transmite en sincronismo con la pulsación del cuadro OFDM que lo sigue inmediatamente.

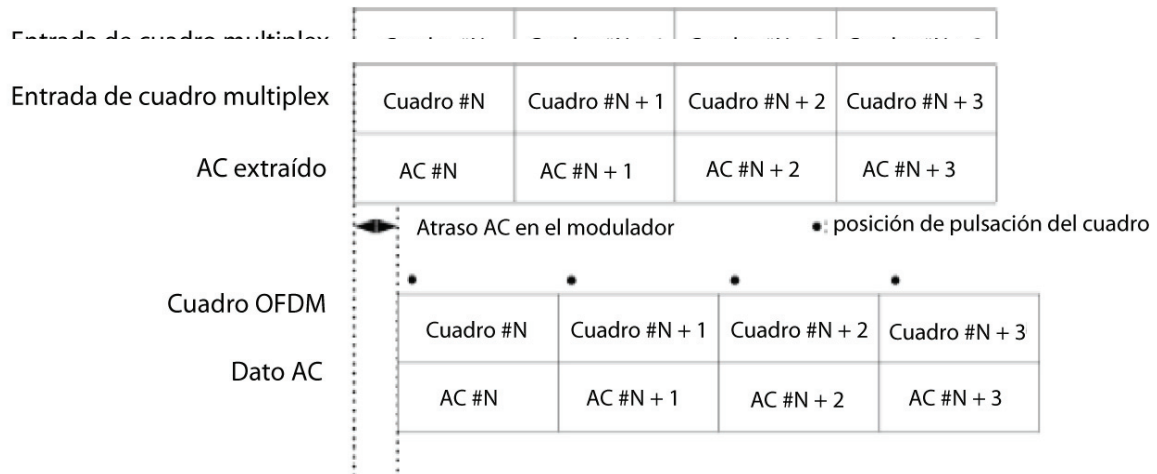


Figura 22 — Ilustración de tiempo de mapeo sobre *dummy byte part*

La Figura 22 indica el caso donde el atraso del procesamiento de la señal en la línea principal del sistema dentro del modulador, es un cuadro más una fracción

9.3.3.2 Orden de mapeo de la portadora OFDM

Los datos AC multiplexados en el *dummy byte part* del TSP, con *AC_data_invalid_flag* = 0 , y el byte efectivo indicado por *AC_data_effective_bytes*, se tienen en cuenta como datos efectivos del dato AC. Conviene que la posición de los bytes usados sea especificada por cada proveedor de servicio.

El dato efectivo se mapea en forma secuencial en la frecuencia baja para la frecuencia alta en la posición de la portadora AC del OFDM. El lado MBS del byte efectivo representa la cabecera del dato efectivo. Cuando el mapeo del dato para todas las portadoras AC de un símbolo termina, el mapeo avanza para el próximo símbolo. "Símbolo" en esta parte de la ABNT NBR 15608 significa "Símbolo OFDM". La Figura 23 muestra el orden de mapeo de la posición de la portadora AC del OFDM.

Cuando existen segmentos diferenciales del OFDM, el AC *data* multiplexado se mapea en forma secuencial, indiferentemente si es AC1 ó AC2, para portadora AC, en el orden de la frecuencia más baja para la frecuencia más alta.

Como el primer símbolo del cuadro OFDM (símbolo 0) es la referencia para la modulación diferencial para la portadora AC, el AC *data* no se mapea para ese símbolo. Por lo tanto, dentro de un cuadro multiplex, la cantidad de datos mapeados para la portadora AC (incluyendo datos de relleno, cuando sea necesario) corresponde a 203 símbolos.

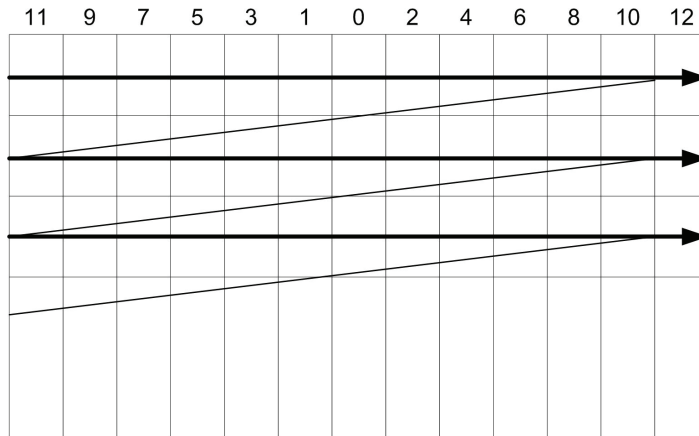


Figura 23 — Orden de mapeo para la posición de la portadora AC del OFDM

9.4 Multiplexación de jerarquía inválida

9.4.1 Posición multiplex

Durante la multiplexación del dato AC sobre jerarquía inválida, el dato es colocado en la parte de la información de 188 bytes del paquete, con un “*layer_indicator*” descrito como ‘0100’ mencionado en la Tabla 18.

9.4.2 Sintaxis para multiplexación de los datos AC en la jerarquía inválida

La sintaxis para multiplexación del dato AC en la jerarquía inválida se menciona en las Tablas 25 y 26, respectivamente.

Tabla 25 — Sintaxis para multiplexación del dato AC en la jerarquía inválida

Estructura de datos	Número de bits	Notación de la fila de bits
<i>AC_data_packet</i> () {		
<i>TSP_heaser</i> {		
<i>sync_byte</i>	8	bslbf
<i>transport_error_indicator</i>	1	bslbf
<i>payload_error_indicator</i>	1	bslbf
<i>transport_priority</i>	1	bslbf
PID	13	unimsbf
<i>transport_scrambling_control</i>	2	bslbf
<i>adaptation_flag_control</i>	2	bslbf
<i>continuity_counter</i>	4	unimsbf
}		
<i>payload</i>		
<i>AC_select_id</i>	4	unimsbf
<i>reserved_future_use</i>	4	bslbf
<i>AC_packet_number</i>	16	unimsbf
<i>data_length</i>	8	unimsbf
for (i=0; i< <i>data_length</i> -4; i++){		
<i>AC_data</i>	8	bslbf
}		
CRC_32	32	rpchof
for (j=0; j<180- <i>data_length</i> ; j++){		
<i>stuffing_byte</i> (0xFF)	8	unimsbf
}		
}		
}		

Tabla 26 — Descripción de la Sintaxis para multiplexación de los datos AC en la jerarquía inválida

Sintaxis	Descripción
<i>sync_byte</i>	Byte de sincronización (0x47)
<i>transport_error_indicator</i>	No se utiliza (siempre "0")
<i>payload_unit_star_indicator</i>	Conviene que sea '1' cuando exista un paquete dentro de un cuadro multiplex donde AC data se multiplexa Cuando existen múltiples paquetes, para el primer paquete donde el AC data se multiplexa se da el valor '1' y para todos los paquetes subsiguientes se atribuye el valor '0'
<i>transport_priority</i>	Siempre '0'
PID	Depende de la provisión operativa de cada proveedor de servicio
<i>transport_scrambling_control</i>	No se utiliza (siempre '00')
<i>adaptation_flag_control</i>	Siempre '01' (solamente <i>payload</i>)
<i>continuity_counter</i>	De acuerdo con la ISO/IEC 13818-1
<i>AC_select_id</i>	Cuando el AC data se multiplexa y transmite separadamente para diferentes partes del equipo de transmisión, esa información permite la selección del AC data que es relevante para cada parte del equipo. Esa información es especificada por el proveedor de servicio
<i>reserved_future_use</i>	Bits reservados para futura extensión. Siempre '1'
<i>AC_packet_number</i>	Número atribuido al paquete donde el AC_data se multiplexa. Estos números se atribuyen en forma secuencial desde el primer cuadro multiplex. <i>AC_packet_number</i> = "0x0000" para el primer paquete donde el AC_data se multiplexa en el cuadro. Números secuenciales se atribuyen independientemente para cada <i>AC_select_id</i>
<i>data_length</i>	La longitud de datos entre el próximo byte de esta sintaxis y CRC_32, especificado en bytes
<i>AC_data</i>	Datos AC multiplexados. El AC_data se multiplexa con uno o más bytes para cada paquete. Cuando se da una fracción de byte en el último paquete del cuadro multiplex donde AC se multiplexa, los bit remanentes del byte son rellenados por la inclusión de '1' (ver 9.4.3)
CRC_32	El valor CRC calculado por el polinomio siguiente usado en ISO/IEC 13818-1: $x^{32}+x^{26}+x^{23}+x^{22}+x^{16}+x^{12}+x^{11}+x^{10}+x^8+x^7+x^5+x^4+x^2+x+1$. La banda cubre íntegramente desde el inicio hasta el final del AC_data

9.4.3 Organización de datos en el cuadro multiplex y paquetes TS

Los datos en los cuadros multiplex y paquetes TS se organizan de la siguiente forma:

- en un cuadro multiplex el dato AC se multiplexa sobre portadoras AC de un cuadro OFDM;
- conviene que el número de bits de dato AC de un cuadro multiplex sea igual al número de portadoras AC para los 203 símbolos, excluyendo el símbolo 0, que es la referencia para la modulación diferencial. Conviene que un valor "1" (bit de relleno) se inserte en la posición de la portadora AC no usada para transmisión de dato AC;

- c) el dato AC se multiplexa secuencialmente del dato correspondiente a la posición de la portadora AC de la frecuencia con dato más bajo para la frecuencia con dato más alto y del lado MSB de cada paquete. "byte#" es un nombre conveniente atribuido para indicar el orden de los datos dentro del cuadro multiplex. El mapeo obedece el orden de la portadora AC de las frecuencias más bajas para las más altas, así el orden es D0, D1, D2, D3 etc.;
- d) cuando se da una fracción de byte en un cuadro multiplex dividiendo el número de portadoras AC en base de byte base, el último byte del último paquete en un cuadro multiplex, donde el dato AC está multiplexado, se completa con "1". El dato de relleno se descarta en el modulador porque solamente el dato correspondiente a la portadora AC del cuadro OFDM se tiene en cuenta;

EJEMPLO Modo 3, DQPSK, jerarquía A, 13 segmentos

Portadora AC1: $8 \times 13 \times 203 = 21\ 112$ bits

Portadora AC2: $19 \times 13 \times 203 = 50\ 141$ bits

Total de 71 253 bits (8 906,625 bytes)

La organización de los datos AC de este caso se muestra en la Figura 24, que presenta solamente los paquetes donde los datos AC se multiplexan y donde hay solamente datos AC en cada paquete.

- e) cuando los datos AC, cuyo número de bits excede el número máximo que se puede mapear en un cuadro OFDM, se multiplexa en un cuadro multiplex y parte del exceso del dato AC arriba del número máximo, contado desde la cabecera del cuadro multiplex, se descarta.

Cuando el dato AC consistiendo en 72 000 bits se multiplexa en un cuadro multiplex, con número de bits superiores a lo que se puede mapear, el dato AC de 71 254^{ésimo} y subsiguientes bits no serán mapeados en el cuadro OFDM, como se muestra en la Figura 25. El orden de multiplexación se define en la Tabla 27.

Tabla 27 — Orden de multiplexación del dato AC

	0 byte	1 byte	2 byte	...
7 (MSB)	D0	D8	D16	
6	D1	D9	D17	
5	D2	D10	D18	
4	D3	D11	D19	
3	D4	D12	D20	
2	D5	D13	D21	
1	D6	D14	D22	
0 (LSB)	D7	D15	D23	
NOTA MSB = Most Significant Bit, LSB = Least Significant Bit.				

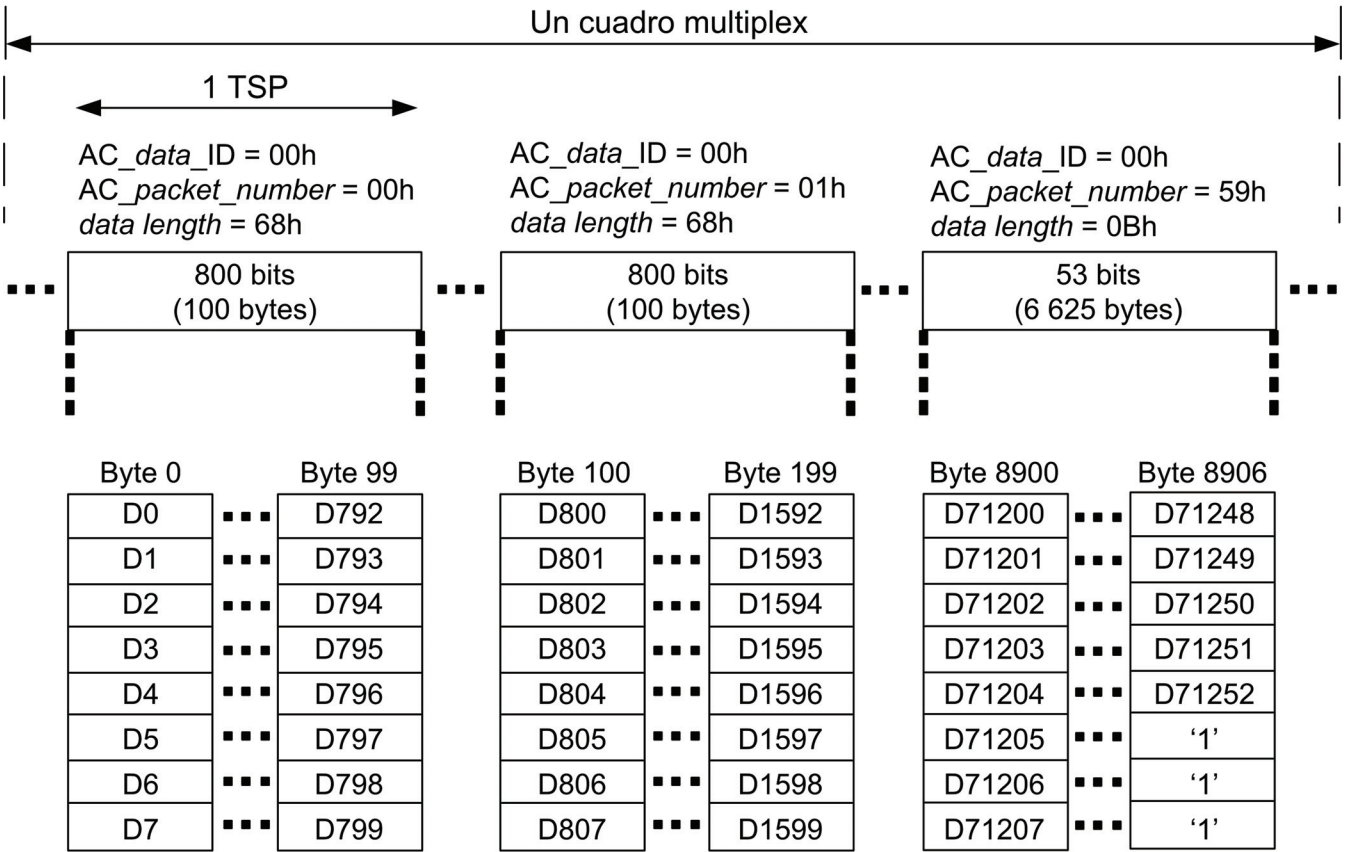


Figura 24 — Ejemplo de multiplexación en un cuadro multiplex (relleno)

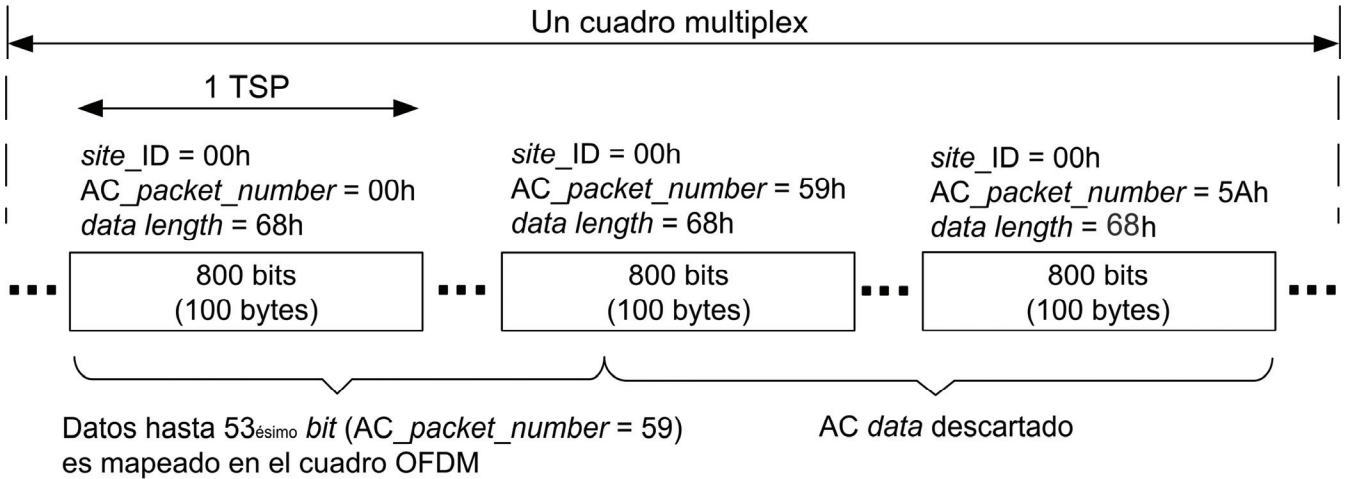


Figura 25 — Ejemplo de multiplexación de datos que excede el número de bits que se puede mapear

9.4.4 Mapeo de las portadoras OFDM

9.4.4.1 Ajuste de multiplexación del dato AC con relación al cuadro OFDM

El dato AC multiplexado en la capa jerárquica inválida será transmitido en sincronismo con los datos enviados por el cuadro multiplex al que pertenece el AC *data*. La Figura 26 muestra el cuadro de transmisión ajustado al AC *data* multiplexado, en la jerarquía inválida e ilustra el caso donde el atraso del procesamiento de la señal en el sistema de la línea principal dentro del modulador que es un cuadro más una fracción α .

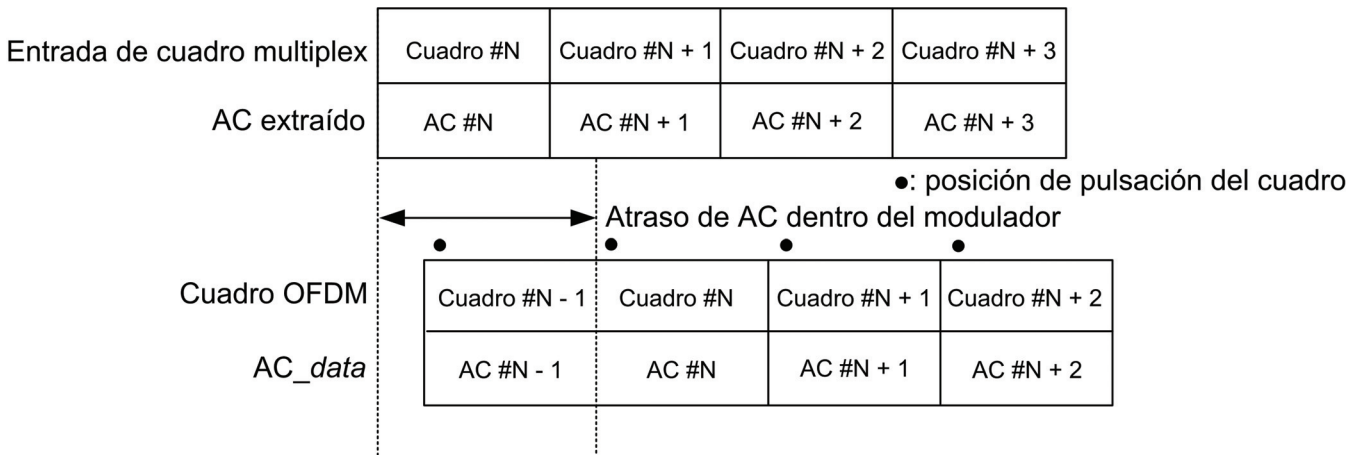


Figura 26 — Ilustración del mapeo en el que el dato se multiplexa en la jerarquía inválida

9.4.4.2 Procedimiento para mapeo de las portadoras OFDM

El dato AC multiplexado se mapea en forma secuencial, indiferentemente de AC1 ó AC2, para portadora AC en el orden de las frecuencias más bajas para las más altas. Cuando finaliza el mapeo de todas las portadoras AC, éste avanza hacia el símbolo siguiente, conforme la Figura 23.

Siempre que el primer símbolo del cuadro OFDM (símbolo 0) sea una referencia para la modulación diferencial de la portadora AC, el dato AC no se mapea para este símbolo. Por lo tanto, dentro de un cuadro multiplex, la cifra del dato AC mapeada para la portadora AC (incluyendo datos de relleno, en caso de ser necesario) corresponde a 203 símbolos.

9.5 Consideraciones para la multiplexación de los datos AC para *broadcasting* TS

9.5.1 Consideración del orden de las portadoras de AC *data*

En la multiplexación de los datos AC en el *broadcasting* TS (B-TS), las portadoras AC se usan para transmitir datos AC, en la medida de lo posible, usando líneas múltiples y uso parcial de la portadora AC.

EJEMPLO Cuando el sistema de sonido 3 (ADPCM, 64 Kbps) se multiplexa como AC *data* en la configuración del segmento de sincronización, solamente se puede usar AC1. Cuando la transmisión de la onda OFDM utiliza el modo 3, existen 104 portadoras AC1 (8 portadoras x 13 segmentos). El dato AC multiplexado corresponde a 92 portadoras y las 12 portadoras remanentes son rellenas con datos nulos.

La posición del multiplex que corresponde a la portadora rellena con datos nulos se descarta en la base de bits durante la multiplexación en TS de radiodifusión con *AC_data_invalid_flag* = 0 y *AC_data* = 1.

Como el dato AC se mapea en forma secuencial, indistintamente de si es AC1 ó AC2, en las portadoras AC en el modulador, el dato AC adoptado y relleno con datos nulos anticipadamente, será multiplexado si es requerida a la distinción la asignación del segmento o distinción entre AC1 y AC2. Como el tiempo de atraso de la transmisión de datos AC depende del procesamiento del dato AC durante la multiplexación, conviene tener en cuenta el tiempo de atraso durante la multiplexación del *broadcasting* TS, si el AC *data* necesita ser transmitido con un atraso pequeño.

9.5.2 Consideración en el ajuste de multiplexación en *dummy byte part*

El dato AC se modula con DBPSK en la portadora AC de cada símbolo y entonces se transmite como onda de radiodifusión. Sin embargo, el dato AC no se transmite en el primer símbolo (símbolo 0), que se referencia para la modulación diferencial. El dato AC es transmitido por los símbolos 1 a 203, excluyendo el símbolo 0, número total de 204 símbolos en un cuadro OFDM.

De otro modo, las señales se procesan (IFFT) en la base de símbolos en el bloque de codificación de canal IFFT del modulador OFDM. En el modulador OFDM, por lo tanto, el dato AC a ser transmitido necesita ser insertado antes o durante el procesamiento de la señal de un símbolo precedente.

El cuadro OFDM coincide con el cuadro multiplex. Esto significa que la cabecera del cuadro multiplex indicado por el *frame_head_packet_flag* de la Tabla 18 corresponde a la cabecera del cuadro OFDM. El número de bytes en la transmisión TSP corresponde a la duración de un símbolo mostrado en la Tabla 28 para diferentes situaciones.

Tabla 28 — Número de bytes correspondiente a la duración de un símbolo

Modo	Número de bytes de transmisión TSP para duración de un símbolo			
	Tasa de intervalo de guarda 1/4	Tasa de intervalo de guarda 1/8	Tasa de intervalo de guarda 1/16	Tasa de intervalo de guarda 1/32
Modo 1	1 280	1 152	1 088	1 056
Modo 2	2 560	2 304	2 176	2 112
Modo 3	5 120	4 608	4 352	4 224

Conviene notar que el dato AC a ser transmitido por el próximo símbolo necesita ser insertado en el modulador OFDM durante o antes del período requerido para transmitir el número de bytes de la transmisión TSP mostrada en la Tabla 28 para el modo aplicable y tasa de intervalo de guarda.

En el caso de sub-carga en el dato AC, la cantidad de *AC_data* transmitida durante el período de un símbolo necesita ser insertada en el modulador OFDM para cada símbolo de 0 a 202.

En el caso de sobrecarga del dato AC, considerando que el dato AC se transmite en conexión con el TSP transmitido por el mismo cuadro multiplex, el modulador OFDM tiene un *buffer* correspondiente a la cantidad de datos AC de un cuadro OFDM. El *buffer* se renueva en la base de cuadro multiplex definido en la Tabla 18. Así, el exceso de *AC_data*, más allá del límite de transmisión para un cuadro OFDM se descarta en el modulador OFDM. La entrada del dato AC durante el período del símbolo 203 también se descarta en el modulador OFDM.

10 Atraso de transmisión causado por codificación de canal

Los atrasos de transmisión causados por codificación de canal, mostrados en las Tablas 29 y 30, se dan como resultado de las etapas de *interleaving*, realizadas en la codificación de canal del SBTVD. El tiempo de atraso fue calculado asumiendo que el número total de atrasos resulta del procesamiento de 3 cuadros OFDM, incluyendo el *time interleaving*, *byte interleaving*, *bit interleaving*, y la combinación de las capas jerárquicas.

Tabla 29 — Atraso de transmisión y recepción (número de cuadros atrasados), causado por la codificación de canal

Modo de transmisión	Modo 1	Modo 2	Modo 3
<i>Byte interleaving</i>	1 cuadro		
<i>Bit interleaving</i>	2 símbolos OFDM		
<i>Time interleaving</i>	0 cuadros /l = 0	0 cuadros /l = 0	0 cuadros /l = 0
	2 cuadros /l = 4	1 cuadro /l = 2	1 cuadro /l = 1
	4 cuadros /l = 8	2 cuadros /l = 4	1 cuadro /l = 2
	8 cuadros /l = 16	4 cuadros /l = 8	2 cuadros /l = 4
Combinación de las capas jerárquicas (transmisor)	1 cuadro		
Combinación de las capas jerárquicas (receptor)	3 paquetes TS		

Tabla 30 — Atraso de transmisión y recepción causado por la codificación de canal

Modo	<i>Time interleaving</i>	Número de cuadros atrasados	Tiempo de atraso			
			Relación de intervalo de guarda: 1/4 ms	Relación de intervalo de guarda: 1/8 ms	Relación de intervalo de guarda: 1/16 ms	Relación de intervalo de guarda: 1/32 ms
Modo 1	l = 0	3	192,8	173,5	163,9	159,0
	l = 4	5	321,3	289,2	273,1	265,1
	l = 8	7	449,8	404,8	382,3	371,1
	l = 16	11	706,9	636,2	600,8	583,2
Modo 2	l = 0	3	385,6	347,0	327,7	318,1
	l = 2	4	514,1	462,7	437,0	424,1
	l = 4	5	642,6	578,3	546,2	530,1
	l = 8	7	899,6	809,7	764,7	742,2
Modo 3	l = 0	3	771,1	694,0	655,5	636,2
	l = 1	4	1028,2	925,3	873,9	848,2
	l = 2	4	1028,2	925,3	873,9	848,2
	l = 4	5	1285,2	1156,7	1092,4	1060,3

11 Consideraciones sobre *link budget*

11.1 *Link budget* para SBTVD

Para crear una red de radiodifusión para SBTVD, es necesario definir un *link budget* (disponibilidad de enlace) entre la salida del estudio y el receptor de acuerdo con el nivel de ruido (degradación admisible) asignado en el lado de la transmisión.

En el *link budget*, conviene que sea determinado el desempeño de cada elemento del equipo de radiodifusión.

Al mismo tiempo, conviene que se especifique la calidad de recepción en la etapa previa y también a través del área de servicio, cuando se completa en la cadena de repetición de la onda de radiodifusión.

En una red de radiodifusión en particular, se presupone que la onda irradiada será recibida por múltiples recipientes (receptores). Por lo tanto, es necesario crear una red capaz de superar las más severas condiciones dentro de un área de servicio.

Las condiciones asociadas con la propagación de señal, como el multi-recorrido y la perturbación de radio interferencia, varían dependiendo no solamente de las estaciones repetidoras de radio, sino también de la localización en la que se instalan las antenas de recepción, dentro del área de servicio.

NOTA Lo descrito el 11.3 a 11.5 se basa en los estudios realizados para la implantación del ISDB-T en Japón y que es válido para la implementación del SBTVD. Lo descrito en 11.2 trata de un estudio de *link budget* para la viabilidad técnica de los canales de televisión digital en Brasil.

11.2 Factores técnicos en la planificación de canales de televisión digital

11.2.1 Análisis de viabilidad

La viabilidad técnica de canales de televisión digital se basa en los siguientes aspectos:

- intensidades de campo a ser utilizadas para la definición de contornos o áreas de servicio;
- relaciones de protección a ser adoptadas para los cálculos de intensidad de campo y contornos interferentes;
- relaciones entre las potencias de las estaciones, para el caso de estaciones co-localizadas;
- porcentaje de locales atendidos y porcentaje de tiempo con señal de cobertura apropiado, a ser garantizados.

11.2.2 Intensidad de campo mínima para recepción con antena externa

El modelo de la infraestructura de recepción con antena externa adoptado para fines de planificación de canales es el de una instalación típica en un punto localizado en el borde del área de servicio, consistiendo en antena externa a 10 metros del suelo, cable y receptor de televisión digital. La intensidad de campo mínima para recepción con antena externa está indicada en la Tabla 31, donde se apuntan varios factores, tales como margen frente al ruido producido por el hombre (ruido impulsivo) y ganancia de la antena de recepción.

Tabla 31 — Intensidad de campo mínima para recepción con antena externa

Factor	Símbolo	VHF bajo	VHF alto	UHF	Informaciones adicionales
Ancho de Banda (MHz)	B	6			
Constante de Boltzmann (Ws/K)	k	1,38 x 10 ⁻²³			
Temperatura absoluta (K)	T	290			
Ruido térmico (dBm)	N _t	- 106,20			N _t = kTB
Figura de ruido del receptor (dB)	N _r	10			Basada en los resultados de los test de laboratorio realizados en Brasil
Umbral de C/N (dB) del sistema digital	C/N	19			
Mínima potencia de la señal (dBm)	P _s	- 77,2			P _s (dBm)= N _t (dBm)+N _r (dB)+ C/N(dB)
Frecuencia central (MHz)	f _b	69	194	592	Media geométrica entre las frecuencias extremas de la banda
Longitud de onda (m)	λ	4,35	1,55	0,51	λ = 300/ f _b
Área efectiva de la antena isotrópica (dBm ²)	A _i	1,77	- 7,21	- 16,90	A _i =λ ² /(4π)
Ganancia del dipolo de media-onda con relación a la antena isotrópica (dBi)	G _i	2,15			
Ganancia de la antena con relación al dipolo de media-onda (dBd)	G	4,5	6,5	10	Antena comercial típica
Impedancia intrínseca (Ω)	η	120π			
Factor de dipolo (dBm - dBμV/m)	K _d	- 111,84	- 120,82	- 130,51	K _d = (A _i G _i)/η
Pérdida en cables (dB)	L _f	1	2	4	
Margen frente al ruido producido por el hombre (dB)	M _m	6	1	0	
Intensidad de campo mínima (dBμV/m)	E _{min}	37,14	40,12	47,31	E _{min} (dBμV/m) = P _s (dBm) + L _f (dB) + M _m (dB) -G(dBd) - K _d (dBm -dBμV/m)

11.2.3 Intensidad de campo mínima para recepción con antena interna

Para recepción con antena interna, se asume una condición de instalación típica, con la antena situada 1,5 m por encima del segundo piso de un edificio. Se trata del peor caso, tratándose de la altura de la antena de recepción con relación al suelo. La definición de la intensidad de campo mínima para recepción con antena interna, presentada en la Tabla 32, considera varios factores, tales como margen debido al ruido producido por el hombre, margen por pérdida de penetración en edificaciones y margen por reducción de la altura de la antena de recepción.

Tabla 32 — Intensidad de campo mínima para recepción con antena interna

Factor	Símbolo	VHF bajo	VHF alto	UHF	Informaciones adicionales
Ancho de Banda (MHz)	B	6			
Constante de Boltzmann (Ws/K)	k	1,38 x 10 ⁻²³			
Temperatura absoluta (K)	T	290			
Ruido térmico (dBm)	N _t	- 106,20			N _t = kTB
Figura de ruido del receptor (dB)	N _r	10			Basada en los resultados de los test de laboratorio realizados en Brasil
Umbral de C/N (dB) del sistema digital	C/N	19			
Mínima potencia de la señal (dBm)	P _s	- 77,2			P _s (dBm) = N _t (dBm) + N _r (dB) + C/N(dB)
Frecuencia central (MHz)	f _b	69	194	592	Media geométrica entre las frecuencias extremas de la banda
Longitud de onda (m)	λ	4,35	1,55	0,51	λ = 300/ f _b
Área efectiva de la antena isotrópica (dBm ²)	A _i	1,77	- 7,21	- 16,90	A _i = λ ² /(4π)
Ganancia del dipolo de media-onda con relación a la antena isotrópica (dBi)	G _i	2,15			
Ganancia de la antena con relación al dipolo de media-onda (dBd)	G	-2,2	-2,2	0	Antena comercial típica
Impedancia intrínseca (Ω)	η	120π			
Factor de dipolo (dBm-dBμV/m)	K _d	- 111,84	-120,82	- 130,51	K _d = (A _i G _i)/η
Pérdida en cables (dB)	L _f	0	0	0	
Altura de la antena con relación al suelo (m)	H _a á	1,5			
Margen por reducción de la altura de la antena de recepción (dB) (segundo piso)	M _h	5	5	6	
Margen por pérdida de penetración (dB)	M _p	8	8	7	
Margen frente al ruido producido por el hombre (dB)	M _m	6	1	0	
Intensidad de campo mínima (dBμV/m)	E _{min}	55,84	59,82	66,31	E _{min} (dBμV/m) = P _s (dBm) + L _f (dB) + M _m (dB) - G(dBd) - K _d (dBm-dBμV/m) + ΔL(dB)

11.2.4 Relaciones de protección

El conjunto de relaciones de protección adoptado, comprendiendo interferencias entre canales de televisión digital y canales de TV PAL-M, se basó en los resultados de los test de laboratorio de televisión digital. Las relaciones de protección, dadas en la Tabla 33, representan condiciones del peor caso envolviendo la configuración, OFDM 64-QAM FEC 3/4. En el caso de interferencia de un canal de televisión digital sobre un canal de televisión analógico PAL-M, fue utilizado el criterio de grado 3 de calidad, conforme ITU-R Recommendation BT.500.

Tabla 33 — Relaciones de protección

Canal interferente	Relación D/U (dB) (Canal deseado = N)			
	Analógico sobre analógico	Digital sobre analógico	Analógico sobre digital	Digital sobre digital
N-1 (adyacente inferior)	- 6	- 11	- 26	- 24
N (co-canal)	+ 28 (con decalaje) + 45 (sin decalaje)	+ 34	+ 7	+ 19
N+1 (adyacente superior)	- 12	- 11	- 26	- 24
N-8 y N+8 (FI)	- 12	- 25	-	-
N-7 y N+7 (oscilador local)	- 6	- 24	-	-
N+14 (imagen de audio)	- 6	- 24	-	-
N+15 (imagen de vídeo)	+ 3	- 22	-	-

11.2.5 Caracterización de co-localización

Para fines de planificación, dos o más antenas, para canales de televisión analógica o televisión digital, fueron consideradas co-localizadas en caso de estar instaladas en una misma estructura de sustentación o en estructuras alejadas hasta 3 km. Para el caso de co-localización, conviene que las relaciones entre potencias de los canales de televisión analógica y de televisión digital satisfagan los criterios para límite de perceptibilidad (LOP) determinados en los test de laboratorio realizados en Brasil, cuyos datos se encuentran en la Tabla 34.

Tabla 34 — Relaciones de potencias para canales co-localizados

Canal interferente	Relación de potencias D/U (canal deseado = N) dB			
	Analógico sobre analógico	Digital sobre analógico	Analógico sobre digital	Digital sobre digital
N-1 (adyacente inferior)	No permitido	0	- 26	- 24
N+1 (adyacente superior)	No permitido	0	- 26	- 24
N-8 y N+8 (FI)	- 12	- 10	-	-
N-7 y N+7 (oscilador local)	- 6	- 10	-	-
N+14 (imagen de audio)	- 6	- 10	-	-
N+15 (imagen de vídeo)	+ 3	- 8	-	-

11.2.6 Estándar de antena externa de recepción

Para el caso de recepción con antena externa, se asume que la antena de recepción presenta un estándar de ganancia directiva, relacionada con el cuadrado del coseno del ángulo de discriminación. En los cálculos de interferencia, la atenuación de la señal interferente es dada por $10 \times \log_{10}[\cos^2(\theta)]$ dB, donde θ es el ángulo formado por la línea entre el punto de recepción y la estación a ser protegida y la línea entre el punto de recepción y la estación interferente, nunca excediendo el valor de 6 dB para VHF y 14 dB para UHF.

11.2.7 Planificación de canales

En los trabajos de planificación de canales de televisión digital, el criterio especificado se basa en el servicio de por lo menos el 90 % del tiempo y por lo menos el 70 % de los locales con recepción utilizando antena externa, en el contorno protegido de las estaciones, dando como resultado los parámetros mostrados en la Tabla 35.

Tabla 35 — Parámetros para cobertura con antena externa de recepción, en el contorno protegido

Factor	VHF bajo	VHF alto	UHF
Intensidad de campo mínima (dB μ V/m)	37	40	48
Corrección para el 70 % de los locales (dB)	2,5	2,5	3
Intensidad de campo E(50,90) en el contorno protegido (dB μ V/m)	40	43	51

11.2.8 Modelos de propagación adoptados para estimar las áreas de servicio

Los siguientes modelos de propagación, empleando bases de datos con relieve digitalizado, fueron adoptados en los estudios de viabilidad técnica destinados a la planificación de canales de televisión digital:

- a) punto-área, utilizando base de datos de relieve digitalizado con resolución de 30 s (900 m):
 - señal deseada: curvas de propagación para el 50 % de las localidades y el 50 % del tiempo de acuerdo con la ITU Recommendation P.1546;
 - señal interferente: curvas de propagación para el 50 % de las localidades y el 10 % del tiempo de acuerdo con la ITU Recommendation P.1546;
 - factores de atenuación: rugosidad y TCA (“*Terrain Clearance Angle*”).
- b) punto a punto con obstáculos modelados como filo de navaja, utilizando base de datos de relieve digitalizado con resolución de 30 s (900 m):
 - difracción por obstáculos (tres, a lo sumo) modelados como filo de navaja;
 - ITU Recommendation P.526;
 - señal deseada: coeficiente k de la curvatura de la Tierra = 4/3;
 - señal interferente: coeficiente k de la curvatura de la Tierra = 2.
- c) punto a punto considerando la curvatura del obstáculo principal, utilizando base de datos de relieve digitalizado con resolución de 1 s (30 m):
 - difracción por múltiples obstrucciones;

- método punto a punto considerando la curvatura de los obstáculos;
- señal deseada: coeficiente k de la curvatura de la Tierra = 4/3;
- señal interferente: coeficiente k de la curvatura de la Tierra = 2.

11.3 Procedimiento de revisión

En la etapa de revisión mostrada en 11.4 y 11.5, se asume que las ondas de radiodifusión pasan por repetidoras. En esas condiciones conviene:

- a) adoptar la distancia hipotética etapa por etapa entre las estaciones de radiodifusión y nivel hipotético de radio interferencia y disturbios por multi-recorrido dentro del área de servicio.
- b) adoptar una red modelo extendiendo entre el estudio y el receptor;
- c) asumir que la onda de radiodifusión es recibida por un receptor estacionario.
- d) que las condiciones de recepción (por ejemplo, condiciones de antena y *boosters*) cumplan la resolución 359/2004 de ANATEL;
- e) que la disponibilidad de enlace se base en la adopción de una equivalencia de la relación C/N determinada por el deterioro del equipo, y varios tipos de interferencias como ruidos.

11.4 Disponibilidad de enlace

11.4.1 Modelo de red

11.4.1.1 Distancia etapa por etapa

Un estudio de 2 285 estaciones analógicas japonesas permitió estimar una distancia de una estación principal para la primera etapa de estación repetidora, así como las distancias entre las estaciones repetidoras de varias etapas y adoptar las distancias de etapa por etapa (ver Tabla 36).

Tabla 36 — Distancias etapa por etapa de una red de radiodifusión analógica

Número de la etapa	Distancia etapa por etapa				
	km				
	50 % del valor	80 % del valor	90 % del valor	95 % del valor	99 % del valor
Estación principal – 1ª etapa	30,1	52,5	66,8	78,5	118,4
1ª etapa – 2ª etapa	12,3	25,1	32,5	40,9	61,7
2ª etapa - 3ª etapa	11,6	32,1	31,3	39,9	57,2
3ª etapa – 4ª etapa	7,4	16,3	25,3	41,1	95,4
4ª etapa – 5ª etapa	10,9	23,7	49,8	64,5	95,4
5ª etapa – 6ª etapa	4,7	9,5	17,9	21,4	38,3
6ª etapa – 7ª etapa	2,6	5,8	5,8	5,8	5,8

11.4.1.2 Atenuación de desvanecimiento durante la repetición de onda de radiodifusión

La atenuación de desvanecimiento para cada distancia, etapa por etapa (valor que incluye todas las estaciones seleccionadas en 11.4.1.1) presupone un margen de desvanecimiento para disponibilidad del 99,9 % del tiempo, tal como se muestra en la Tabla 37.

Tabla 37 — Adopción de disponibilidad del 99,9 %, para margen de desvanecimiento etapa por etapa en el 80 % de todas las estaciones seleccionadas

Estación repetidora	A la 1ª etapa	A la 2ª etapa	A la 3ª etapa	A la 4ª etapa	A la 5ª etapa	A la 6ª etapa	A la 7ª etapa
Distancia etapa por etapa	52,5 km	25,1 km	23,1 km	16,3 km	23,7 km	9,5 km	5,8 km
Atenuación de desvanecimiento	13,1 dB	8,7 dB	8,4 dB	7,3 dB	8,5 dB	6,7 dB	4,1 dB

11.4.1.3 Número máximo de etapas

En las redes de estaciones de radiodifusión analógicas actuales, ondas de radiodifusión se repiten hasta siete etapas.

Sin embargo, se han adoptado cuatro etapas como número máximo de etapas para el caso de modelo, para lo cual fue implementado el cálculo de disponibilidad de enlace.

Tabla 38 — Número de estaciones repetidoras de radiodifusión analógicas incluidas en cada tipo de etapa

Estaciones repetidoras	Estación principal	1ª etapa	2ª etapa	3ª etapa	4ª etapa	5ª etapa	6ª etapa	7ª etapa
Número de estaciones	54	975	761	452	211	62	21	3
Número total de estaciones	54	1 029	1 790	2 242	2 453	2 515	2 536	2 539

11.4.2 Arquitectura de red

11.4.2.1 Modelo de transmisión

El modelo de transmisión está representado en la Figura 27.

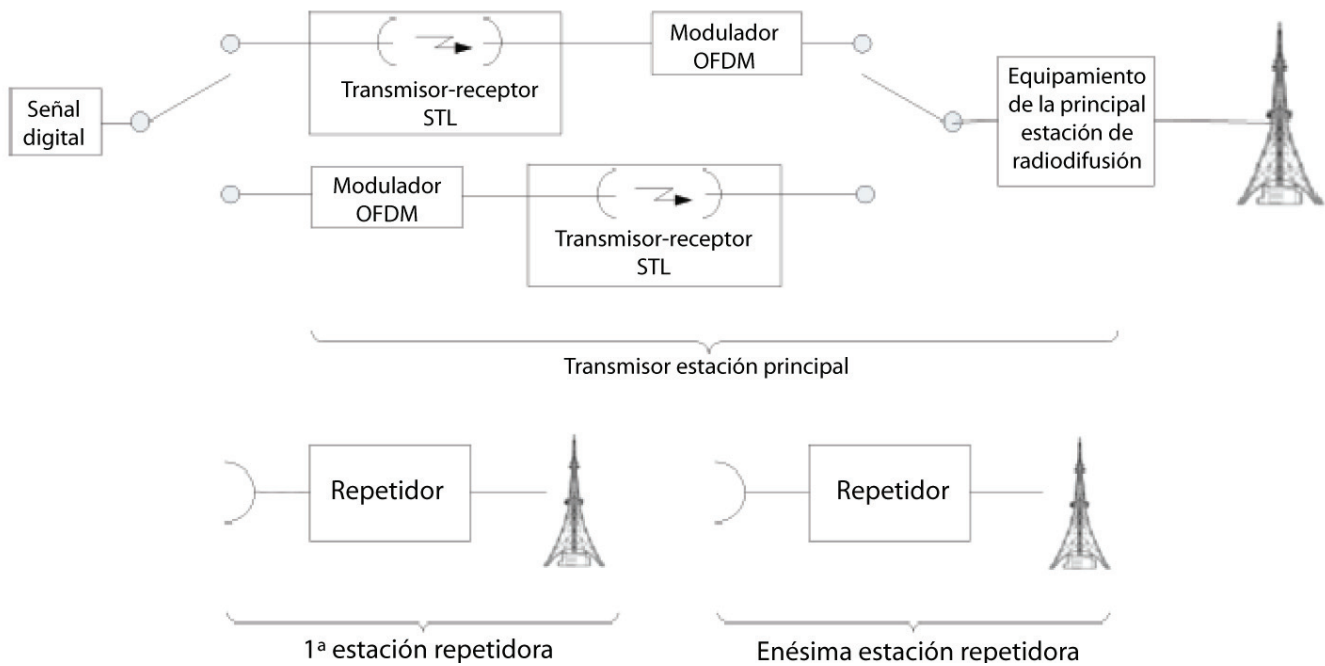


Figura 27 — Modelo de circuito de transmisión

11.4.2.2 Canal de transmisión

El canal de transmisión determina los efectos del ruido urbano, ganancia de la antena de recepción sobre la conversión de la intensidad de campo en la tensión del terminal. En los canales de frecuencias más altas los ruidos urbanos son más bajos y también la ganancia de la antena de recepción es más elevada. En contraste, en los canales de frecuencia más baja, es mayor el tamaño efectivo de la antena y la tensión convertida en el terminal.

11.4.2.3 Equipo de radiodifusión en la estación principal

11.4.2.3.1 Enlace estudio-transmisor

Conviene que el equipo de radiodifusión de la estación principal esté compuesto por un transmisor-receptor STL (*Studio Transmitter Link*), modulador OFDM y un transmisor principal.

Como se muestra en la Figura 27, diferentes tipos de señales son transmitidas por el transmisor-receptor STL, dependiendo de la localización de modulador OFDM.

Si el modulador OFDM está en la estación principal, el transmisor-receptor STL envía la señal digital (señal TS) para la estación transmisora, donde el TS es reproducido y, entonces, modulado por el modulador OFDM (mencionado en esta Norma como “sistema de transmisión TS”).

Por otro lado, si el modulador OFDM está en el estudio, el transmisor-receptor STL envía la onda modulada por el modulador OFDM para la estación transmisora sin alteraciones (mencionado en esta parte de la ABNT NBR 15608 como “sistema de transmisión FI”).

11.4.2.3.2 Caso 1 - Sistema de transmisión TS

Cuando se usa el “sistema de transmisión TS”, el TS es reproducido en la estación transmisora. Por lo tanto, no es necesario considerar cualquier degradación causada por el circuito STL en el proceso de cálculo de disponibilidad de enlace. Como resultado, serían calculadas solamente las posibles degradaciones del modulador OFDM en adelante. El valor provisional de C/N fue estimado en 45 dB. Los dos principales factores de degradación del C/N de la estación transmisora son IM (intermodulación) y ruido de fase.

Como degradación causada por el ruido de fase, se estimó el valor de 50 dB para el C/N equivalente.

Es conocido que el valor de IM varía dependiendo de si se usa un sistema PD (pre distorsión) o FF (post distorsión). La pre o post distorsión son métodos utilizados en el amplificador de potencia para compensar la degradación introducida por el circuito. En general, un sistema PD provee alta eficacia, pero no garantiza una completa linealidad, mientras que un sistema FF garantiza mejor linealidad, pero no tiene gran eficacia.

Debido a la alta potencia de salida de la estación principal, se adoptó 40 dB como C/N de IM suponiendo que se usa un sistema PD. El estudio con el transmisor actual, muestra que la tasa de C/N es 2 dB más baja que el valor obtenido invirtiendo la señal de la IM. Por lo tanto, ha sido adoptado 38 dB como valor de C/N de la estación principal causada por el IM.

El sistema de distribución TS está ejemplarizado en la Figura 28.



Figura 28 — Ejemplo de distribución de la tasa equivalente de C/N para la estación principal cuando el sistema de transmisión TS se usa para STL

11.4.2.3.3 Caso 2 - Sistema de transmisión FI

Esta configuración se utiliza cuando una señal OFDM es enviada del estudio a la estación principal. Por lo tanto, es necesario calcular el nivel de degradación causado por el circuito STL. Se ha adoptado 37,7 dB como tasa equivalente de C/N (suma de la tasa de C/N del transmisor-receptor STL y el transmisor principal) para permitir la tasa C/N para que la salida de la estación principal del caso 1 (ver 11.4.3.2.2) sea segura.

El sistema de distribución TS está ejemplarizado en la Figura 29.

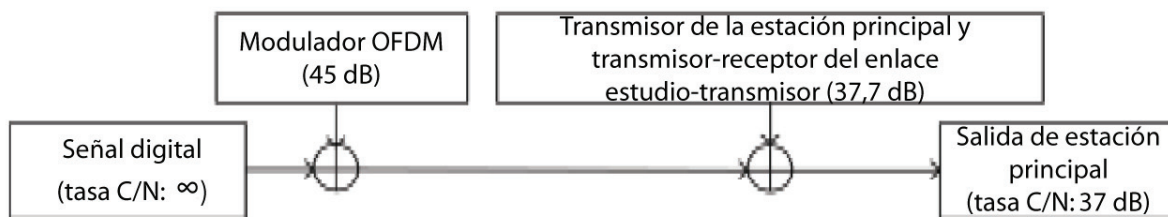


Figura 29 — Ejemplo de distribución de la tasa equivalente de C/N para la estación principal cuando se utiliza el sistema de transmisión FI para STL

11.4.2.4 Equipo de repetidora de radiodifusión

11.4.2.4.1 Recepción de la señal de una estación de categoría más alta

Cuando se asume que la onda de radiodifusión es repetida, los posibles factores causadores de degradación de la tasa C/N durante la recepción de la señal por parte de los equipos repetidores de radiodifusión son el ruido térmico asociado con la intensidad de campo, multi-recorrido, interferencia y deterioro de multi-recorrido de SFN.

Se ha calculado la intensidad de campo en cada etapa para todas las estaciones analógicas en UHF, y se ha adoptado un valor 10 dB por debajo del nivel de intensidad de campo aceptable para el 80 % de las estaciones, en virtud de que la potencia de transmisión de radiodifusión digital es 10 dB inferior a la adoptada para las transmisiones analógicas en UHF.

Ha sido adoptada la figura de ruido de 3 dB como valor estimado, considerando la figura de ruido del equipo repetidor de radiodifusión analógica actual.

Por otro lado, el grado de degradación del C/N depende del disturbio de multi-recorrido, interferencia y el deterioro del camino SFN que varían substancialmente conforme el punto de repetición elegido, la antena utilizada y el desempeño del cancelador (en caso de existir). Como consecuencia de ello, conviene que cada uno de esos factores sea revisado individualmente en la construcción de su propia red.

En ese *link budget*, se utilizaron varios valores provisionales necesarios para implementar las repetidoras de radiodifusión de 4 etapas, y se adoptaron 38,2 dB como tasa de C/N equivalente para la suma de todos los tipos de distorsiones.

11.4.2.4.2 Transmisor de estación repetidora

La salida del transmisor de una estación repetidora es, por lo general, inferior a la estación principal.

Por ese motivo, se ha adoptado 48 dB como valor provisional para la tasa C/N equivalente del transmisor de IM, teniendo en cuenta el hecho de que se puede utilizar un sistema FF, tal como discutido en 11.4.2.2.

Por otro lado, se ha adoptado el valor 50 dB como C/N equivalente causado por ruido de fase, como en la estación principal. El diagrama está representado en la Figura 30.

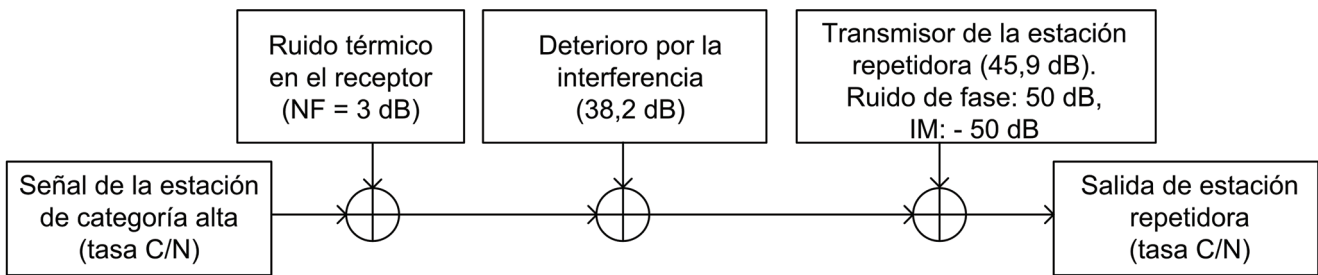


Figura 30 — Ejemplo de distribución de la tasa de C/N equivalente para estaciones transmisoras repetidoras

11.4.3 Modelo de recepción dentro del área de servicio

11.4.3.1 Antena de recepción

De acuerdo con la Resolución 398/2005 de ANATEL fue establecido que será utilizada una antena Yagi de 14 elementos. Por ese motivo, en el cálculo de esta parte de la ABNT NBR 15608 fue empleada una antena Yagi de 7 dB de ganancia.

11.4.3.2 Intensidad de campo

La intensidad de campo mínima es de 60 dB μ V/m.

Para el margen de desvanecimiento, primero se realizó el cálculo para determinar la dimensión del área para cada etapa en la cual la intensidad de campo establecido es 70 dB μ V/m, que es el nivel requerido para la actual radiodifusión analógica.

En la Tabla 39 fue calculada la distancia aceptable para el 95 % de todas las estaciones. Finalmente, se ha adoptado el nivel del margen de desvanecimiento en el cual se puede alcanzar la tasa del 95 % del tiempo.

Tabla 39 — Margen de desvanecimiento (en el cual se puede alcanzar la tasa del 95 % del tiempo) correspondiendo a una dimensión de área para el 95 % de todas las estaciones

Rayo y margen	Estación principal	1ª etapa	2ª etapa	3ª etapa	4ª etapa	5ª etapa	6ª etapa	7ª etapa
Rayo del área máxima	-	35 km	25 km	20 km	20 km	20 km	12 km	8 km
Margen de desvanecimiento	9 dB	5 dB	4 dB	4 dB	4 dB	4 dB	4 dB	4 dB

11.4.3.3 Ruido térmico del receptor

Se asumió usar un *booster* de baja figura de ruido (NF = 3,3 dB) para prevenir contra la congelación de imagen en el área. También fue adoptada la pérdida de 1 dB del cable de la antena al *booster*.

11.4.3.4 Disturbio de multi-recorrido e interferencias

El disturbio de multi-recorrido dentro del área de servicio varía substancialmente dependiendo, no solamente del *estatus* de la red (afectado por el SFN utilizado), sino también por la localización de la antena receptora y los edificios de la vecindad y su estructura. El disturbio de interferencia causado por otras ondas digitales y ondas de canales *broadcast* analógicos también varían drásticamente dependiendo de las condiciones específicas de la estación estacionaria, condiciones de la instalación de la antena receptora y del desvanecimiento entre ondas deseables e indeseables.

De acuerdo con la disponibilidad de enlace, una tasa D/U (*desired/undesired*) de 10 dB (1 dB para degradación debido a la tasa C/N de 22 dB cuando se adopta el esquema de modulación 64QAM) y codificación interna (*inner code* de 7/8) se tuvo en cuenta el disturbio de multi-recorrido causado, por ejemplo, por SFN dentro del área de servicio. En la misma disponibilidad de enlace, se consideró 2 dB de degradación en la relación C/N de 22 dB debido al disturbio de interferencia causado por la radiodifusión analógica y otros radiodifusores digitales.

Por ese motivo, es necesario realizar un estudio específico y detallado dentro del área de servicio. Como un modelo de caso, se adoptó una relación equivalente de C/N de 25 dB para ambos, multi-recorrido y disturbio de interferencia, relación que corresponde a 3 dB de degradación con relación a los 22 dB requeridos (relación de C/N la cual 2×10^{-4} se puede alcanzar siguiendo la corrección *inner code*) (ver Figura 31).

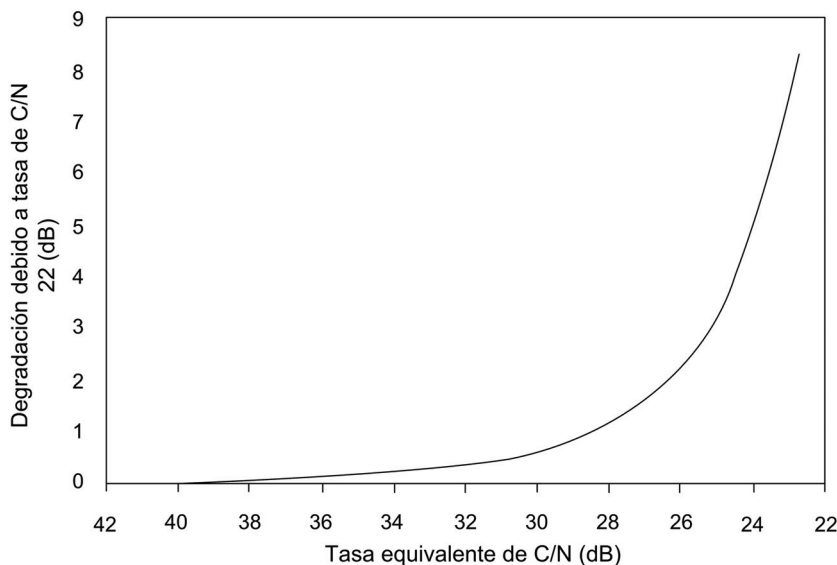


Figura 31 — Tasa C/N equivalente como una función de la degradación desde la tasa de 22 dB

La Figura 32 muestra la relación entre la tasa de multi-recorrido D/U (para la cual se puede alcanzar una tasa equivalente de 25 dB) y la interferencia co-canal (disturbio interferente co-canal). La tasa C/N equivalente es 25 dB en el área sobre la curva. Cuando el nivel de multi-recorrido y disturbio de interferencia están sobre la curva (en el área extrema derecha) se puede alcanzar la requisición del caso modelo, es decir, es alcanzable una tasa de C/N de 25 dB equivalente.

La Figura 32 considera una relación C/N equivalente a 25 dB.

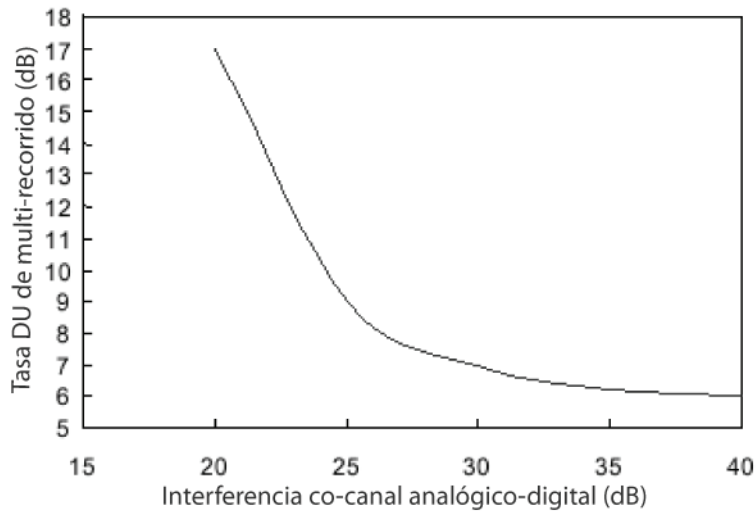


Figura 32 — Relación entre la razón D/U de multi-recorrido e interferencia co-canal

11.4.3.5 Ruido urbano

Se ha adoptado 700 K como nivel de ruido urbano.

11.4.3.6 Deterioro del receptor

Conviene seleccionar la tasa C/N equivalente del receptor teniendo en cuenta la disponibilidad de los receptores comerciales. Sin embargo, se adoptó el valor de 28 dB como tasa de C/N equivalente temporal (1,3 dB de degradación a partir de 22 dB) para uso como un modelo de caso en el proceso de la disponibilidad de enlace. El modelo está representado en la Figura 33.

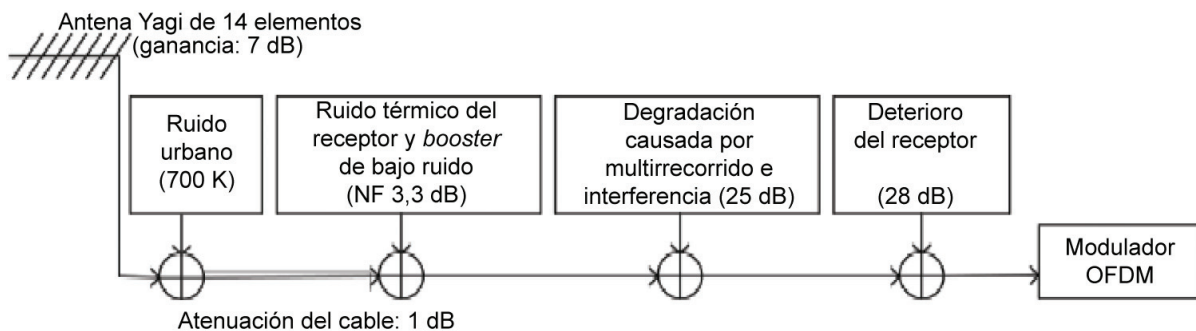


Figura 33 — Ejemplo de distribución de la tasa de C/N equivalente para modelo de estación retransmisora

11.4.4 Estimated value adopted for the link budget model

La Tabla 40 lista los valores estimados adoptados en 11.4.1 a 11.4.3.

Como especificado en 11.4.1 a 11.4.3, esos valores son meramente temporales y fueron adoptados para fines de modelo de disponibilidad de enlace. Ninguno de esos valores representa, de ningún modo, el fin o guía para esfuerzo de desarrollo de equipamiento.

Tabla 40 — Valor temporal adoptado para fines de disponibilidad de enlace

Equipamiento		Parámetro	Valor temporal	Observación
STL	TS	Tasa C/N equivalente	∞	No hay degradación con sistema de transmisión TS
	IF	Tasa C/N equivalente		Será equivalente en conjunción con la característica de la transmisión de la estación principal
Modulador OFDM		Tasa C/N equivalente	45 dB	Ruido de fase = 48 dB; 1M = - 50 dB o menos
Transmisor de la estación principal		Tasa C/N equivalente como resultado del ruido de fase	50 dB	
		Tasa C/N equivalente como un resultado del IM (durante la transmisión TS)	38 dB	Sistema PD, 1M = - 40 dB o menos
		Tasa C/N equivalente como resultado del IM (durante la transmisión del IF)		37,7 dB (STL, tasa C/N equivalente y ruido de fase combinados)
Equipo repetidor de radiodifusión	Sistema de recepción	Distancia de la etapa precedente	80 %	80 % de todas las estaciones incluidas
		Tasa de corte de circuito	0,1 %	Tasa de corte de área 1 % (99 % de la tasa de tiempo)
		Atenuación de <i>fading</i>	99,9 %	99,9 % (basado en transmisión y recepción UHF)
		Intensidad de campo	80 %	Nivel de intensidad de campo aceptable para el 80 % de todas las estaciones (basado en la intensidad de campo de todas las estaciones analógicas UHF)
		Antena de recepción	1,8 mφ	Parábola de reja de 1,8 m (ganancia: 13 dB)
		Atenuación del alimentador	2 dB	
		Figura de ruido	3 dB	
		Tasa C/N equivalente (interferencia co-canal, disturbio de multi-recorrido, estrangulamiento del camino SFN combinados)	38,2 dB	Equivalente a 43 dB (si todas las 3 degradaciones ocurren bajo las mismas condiciones)
	Sistema de transmisión	Tasa C/N equivalente como resultado del ruido de fase	50 dB	El mismo de la estación principal
		Tasa C/N equivalente como resultado del ruido de IM	48 dB	Sistema FF, IM = - 50 dB o menos
Receptor		Intensidad de campo estándar	60 dB	Intensidad de campo requerida
		Máxima distancia (transmisión – recepción)	95 %	Máximo rayo aceptable para el 95 % de todas las estaciones
		Margen de desvanecimiento	99 %	Valor del 99 % basado en el área de máxima distancia
		Antena de recepción	14 elementos	Antena Yagi 14 elementos
		Atenuación del alimentador	1 dB	
		Figura de ruido	3,3 dB	Usar el del <i>booster</i>
		Tasa C/N equivalente (interferencia y disturbio multi-recorrido combinados)	25 dB	
Tasa C/N equivalente como resultado del deterioro del receptor	28 dB	1,3 dB de degradación a partir de 22 dB		

11.5 Ejemplo de disponibilidad de enlace

La Tabla 41 muestra un ejemplo de disponibilidad de enlace en el cual se tiene en cuenta la presencia de estaciones repetidoras. Como el 11.4.1, cuando el número máximo de etapas de estaciones retransmisoras por repetidora es 4, está disponible una entrada del demodulador con C/N de 22 dB o mayor, indicando que la tasa de C/N requerida (de 22 dB) para 64QAM y codificador *inner code* de 7/8 es alcanzable.

Tabla 41 — Ejemplo de *link budget* para estaciones retransmisoras de radiodifusión

Etapas	Unidad	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	Observación
C/N de la onda recibida [1]	dB		37,0	33,9	32,2	31,0	30,0	29,2	28,5	Etapas inicial = estación principal
Distancia de la etapa anterior	km		52,5	25,1	23,1	16,3	23,7	9,5	5,8	80 % valor (n° estación)
Intensidad de campo	dBf	-	72,8	70,8	68,8	67,0	68,7	68,7	28,5	80 % de las estaciones UHF
Atenuación de <i>fading</i>	dB	-	- 13,1	- 8,7	- 8,4	- 7,3	- 8,5	- 6,7	- 4,1	99,9 % valor de distancia
Intensidad durante <i>fading</i>	dB	-	59,7	62,1	60,4	60,7	58,5	62,0	60,0	
Ganancia de la antena receptora	dB _i	-	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	Parábola 1,8m - 50Ω
Ajuste de valor	dB	-	- 3,7	- 3,7	- 3,7	- 3,7	- 3,7	- 3,7	- 3,7	2,1 (ganancia)+1,6 (50Ω)
λ/π	dB	-	- 13,9	- 13,9	- 13,9	- 13,9	- 13,9	- 13,9	- 13,9	13 canales
Pérdida del alimentador	dB	-	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 2,0	
Valor de corrección en el terminal	dB	-	- 6,0	- 6,0	- 6,0	- 6,0	- 6,0	- 6,0	- 6,0	
Tensión en el terminal	dB _t	-	49,1	51,5	49,8	50,1	47,9	51,4	49,4	60 dB _t (analógico)
Valor convertido del dBm	dB	-	- 107	- 107	- 107	- 107	- 107	- 107	- 107	50 Ω
Potencia recibida [2]	dBm	-	- 57,9	- 55,5	- 57,2	- 56,9	- 59,1	- 55,6	- 57,6	
KTB	dB	-	- 106,3	- 106,3	- 106,3	- 106,3	- 106,3	- 106,3	- 106,3	T=300° B=5,6MHz
Figura de ruido (FR)	dB	-	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	[2]-[3]
Potencia de ruido [3]	dBm	-	- 103,3	- 103,3	- 103,3	- 103,3	- 103,3	- 103,3	- 103,3	
C/N solamente del HA [4]	dB	-	45,4	47,8	46,1	46,4	44,2	47,7	45,7	[2]-[3]
Ruido total de interferencia [5]	dB		38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2	
C/N en la salida del HA [6]	dB	45	34,2	32,4	31,1	30,1	29,3	28,6	28,0	[1]+[4]+[5]
C/N del transmisor (PN) [7]	dB	50	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	Relación C/N equivalente en función del ruido de fase
C/N del transmisor (IM) [8]	dB	38	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0	Relación C/N equivalente en función de la IM
C/N del TX de la estación repetidora [9]	dB	37	33,9	32,2	31,0	30,0	29,2	28,5	27,9	[6]+[7]+[8]

Tabla 41 (continuación)

Etapas	Unidad	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	Observación
Intensidad de campo en receptor	dBf	60	60	60	60	60	60	60	60	
Máxima distancia (punto de transmisión punto de recepción)	km		35,0	25,0	20,0	20,0	20,0	12,0	8,0	Máximo rayo aceptable para el 95% de todas las estaciones
Atenuación de desvanecimiento	dB	-9,0	-5,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	ITU-R Recommendation P.370-7 (99 % del valor)
Intensidad de campo durante el desvanecimiento	dBf	51,0	55,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	
Ganancia de la antena de recepción	dBd	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	Antena Yagi de 14 elementos (para 13 a 44 canales)
λ/π	dB	-13,9	13,9	-13,9	13,9	-13,9	13,9	-13,9	13,9	13 canales
Corrección del valor terminal	dB	-6,0	6,0	-6,0	6,0	-6,0	6,0	-6,0	6,0	
Voltaje terminal	dBt	38,1	42,1	43,1	43,1	43,1	43,1	43,1	43,1	
Valor convertido en dBm	dB	-109,0	-109,0	109,0	-109,0	109,0	-109,0	109,0	-109,0	75 Ω
Potencia recibida [10]	dBm	-70,9	-66,9	-65,9	-65,9	-65,9	-65,9	-65,9	-65,9	
Ancho de banda B	MHz	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	
Ruido urbano: 700k	K	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0	700,0	Ta
Temperatura de la tierra: 300k	K	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	To
Figura de ruido del <i>booster</i>	dB	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	Utilizado <i>booster</i> de baja figura de ruido
Atenuación del alimentador	dB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	Entre antena y <i>booster</i>
Potencia de ruido [11]	dBm	-99,3	-99,3	-99,3	-99,3	-99,3	-99,3	-99,3	-99,3	KB(Ta+To+To*(NF*L-1))
C/N solamente del receptor [12]	dB	28,4	32,4	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	33,5	[10] – [11]
C/N de la salida del receptor [13]	dB	27,9	30,1	29,8	29,1	28,4	27,8	27,3	26,9	[9] + [12]
C/N de la interferencia y multi-recorrido [14]	dB	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	Tasa C/N equivalente como resultado de la interferencia de disturbio de multi-recorrido
Tasa C/N equivalente (degradación del equipo) [15]	dB	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	
C/N de la entrada del demodulador		22,0	22,4	22,4	22,2	22,1	21,9	21,8	21,7	[13] + [14] + [15]

La Tabla 42 presenta los parámetros de transmisión y la relación C/N atribuidos para el SBTVD. Los parámetros de transmisión para la robustez son seleccionados para la protección contra interferencias más un margen para que la tasa de C/N en el demodulador sea segura. Pero esta selección contribuye para la disminución de la capacidad de transmisión como muestra la Tabla 43.

Tabla 42 — Parámetros de transmisión y tasa de C/N requerida

Esquema de modulación	Tasa de codificación interna				
	dB				
	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
DQPSK	6,2	7,7	8,7	9,6	10,4
16QAM	11,5	13,5	14,6	15,6	16,2
64QAM	16,5	18,7	20,1	21,3	22,0

Tabla 43 — Parámetros de transmisión y tasa de datos

Esquema de modulación	Tasa de codificación interna				
	Mbit/s				
	1/4	2/3	3/4	5/6	7/8
DQPSK	4,056	5,409	6,085	6,761	7,099
16QAM	8,113	10,818	12,170	13,522	14,198
64QAM	12,170	16,227	8,255	20,284	21,298

Estas tasas se refieren al intervalo de guarda de 1/8. La capacidad de transmisión o tasa de datos representa la tasa del TS cuando todos los 13 segmentos son utilizados (188 bytes).

Conviene, por lo tanto, que el cálculo de *link budget* sea realizado cuidadosamente considerando, no solo el punto de vista de contenido, sino también la necesaria selección de los parámetros del transmisor.

11.6 Escenario estándar para equipo de transmisión en red

11.6.1 Análisis de desvanecimiento

Se usan valores temporales en los cálculos de disponibilidad de enlaces para la red de transmisión SBTVD mostrada en 11.5. Conviene que cada valor sea tenido en cuenta en el proceso de construcción de la red actual.

Por tratarse de una red de radiodifusión, el factor clave en el proyecto es proteger lo mejor posible el ambiente de recepción dentro del área de servicio.

Por ese motivo, se presenta un escenario estándar para equipo de transmisión, para el propósito de referencia, para asegurar un ambiente de recepción adecuado, dentro del área de servicio, descrito en 11.4.2

Cuando el área de servicio es grande y requiere un margen de desvanecimiento de aproximadamente 9 dB, conviene que la tasa equivalente de C/N para la salida de la estación principal o de la estación repetidora sea de 37 dB.

Cuando el área de servicio es relativamente pequeña con margen de desvanecimiento de 5 dB o menos, conviene que el C/N equivalente para la salida de la estación principal o de la estación repetidora sea de 30 dB.

Si se alcanza el criterio correspondiente, el modelo de recepción dentro del área de servicio descrita en 11.4.2 está disponible.

Con un área muy pequeña como en el caso de una estación repetidora al final de una línea o en un *gap filler*, el ambiente de recepción dentro de ese área es relativamente estable. En tal caso, la tasa equivalente de C/N de 30 dB es excesiva y puede resultar en costo elevado del equipo de transmisión. Por lo tanto, conviene tener extremo cuidado en el uso de los valores mencionados.

La Figura 34 muestra la tasa equivalente de C/N para la salida del transmisor como una función de la intensidad de campo requerida dentro del área de servicio.

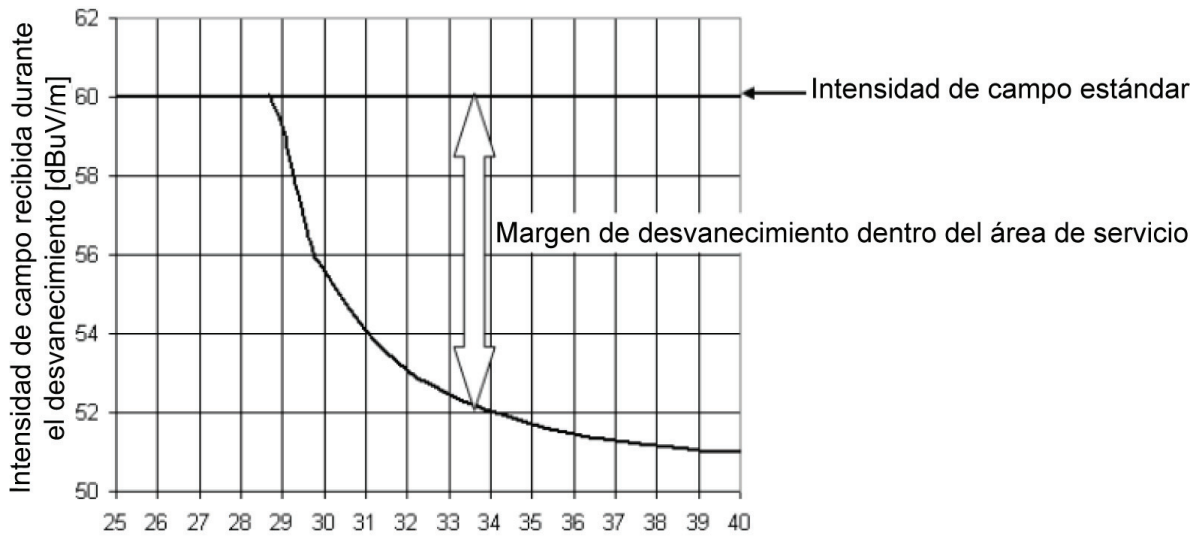


Figura 34 — Tasa C/N equivalente para la salida del transmisor como función de intensidad de campo requerida dentro del área de servicio

Cuando la relación C/N de salida es 37 dB, la señal de programa puede ser adecuadamente recibida hasta que la intensidad de campo sea aproximadamente 51 dB μ V/m. En ese caso, es asegurado el margen de desvanecimiento de aproximadamente 9 dB, considerando que la intensidad de campo estándar es de 60 dB μ V/m.

El área radial y margen de desvanecimiento obtenidos de las características de propagación de la ITU Recommendation P.370-7 están en el Apéndice de la Resolución 398/2005 de ANATEL.

Cuando se revé la red en bases individuales, primero se determina el margen de desvanecimiento basado en la altura de la transmisión y rayo del área en la Tabla 44 que corresponde al área de servicio, y entonces se determina la tasa de C/N equivalente para la salida del transmisor en la Figura 34 que es apropiada para el margen de desvanecimiento que fue determinado.

Si existe cualquier estación con posicionamiento de bajo nivel, conviene que el área de servicio de esas estaciones sea considerada en la determinación de la tasa equivalente de C/N.

Tabla 44 — Margen de desvanecimiento obtenida de las características de propagación ITU Recommendation P.370-7

Altura de la transmisión m	Rayo del área						
	10 km	20 km	30 km	40 km	50 km	70 km	100 km
300	1 dB	0,5 dB	1,5 dB	3 dB	4 dB	7 dB	11 dB
150	1 dB	1 dB	3 dB	5 dB	6 dB	9 dB	12 dB
75	2 dB	3 dB	4 dB	6 dB	6 dB	9 dB	12,5 dB
37,5	4 dB	4 dB	4 dB	6,5 dB	7 dB	9 dB	12 dB

11.6.2 Estudio del impacto del cambio de los valores temporales en la disponibilidad de enlace en general

11.6.2.1 Impacto del cambio en la tasa equivalente de C/N del transmisor de la estación principal

Como descrito en 11.4.2.1, el valor de 37,7 dB ha sido adoptado como tasa C/N estimada de la estación transmisora principal.

Si esa relación de C/N de la estación transmisora principal cambia de 42 dB para 34 dB, el valor de C/N de la salida de otros transmisores cambian como se muestra en la Figura 35. En ese caso, se utilizaron los valores estimados para estaciones repetidoras dadas en la Tabla 40.

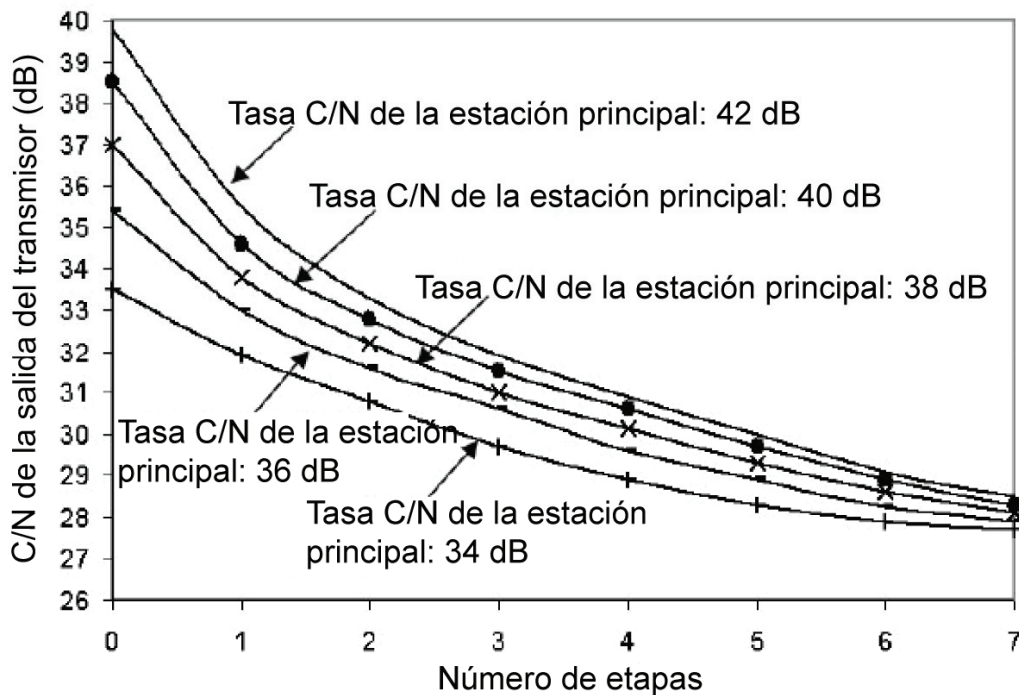


Figura 35 — Impacto del cambio en la tasa C/N equivalente del transmisor de la estación principal en la tasa C/N de la salida del transmisor

La Figura 35 muestra que es posible proveer tasa C/N en la salida de la transmisión de aproximadamente 30 dB cuando el desempeño de la estación repetidora coincide con el valor temporal, incluso si la tasa C/N equivalente del transmisor de la estación principal es de aproximadamente 34 dB, siempre que el área de servicio de la estación principal no sea excesivamente grande y que no existan más que tres estaciones repetidoras.

Por ese motivo, puede ser que no exista problema, dependiendo del *status* del área de servicio y el número de etapas, incluso si la tasa C/N del transmisor de la estación principal es degradada, a lo largo del transmisor-receptor STL del sistema IF utilizado.

11.6.2.2 Estudio del uso de la antena Yagi multi-elemento

Una antena Yagi de 14 elementos fue adoptada como antena receptora y como ganancia fue utilizado 7 dB. La Figura 36 muestra la extensión a la que la tasa C/N de recepción puede ser mejorada cuando una antena de alta ganancia con aproximadamente 10 dB de ganancia se utiliza para prevenir problema como área de borde.

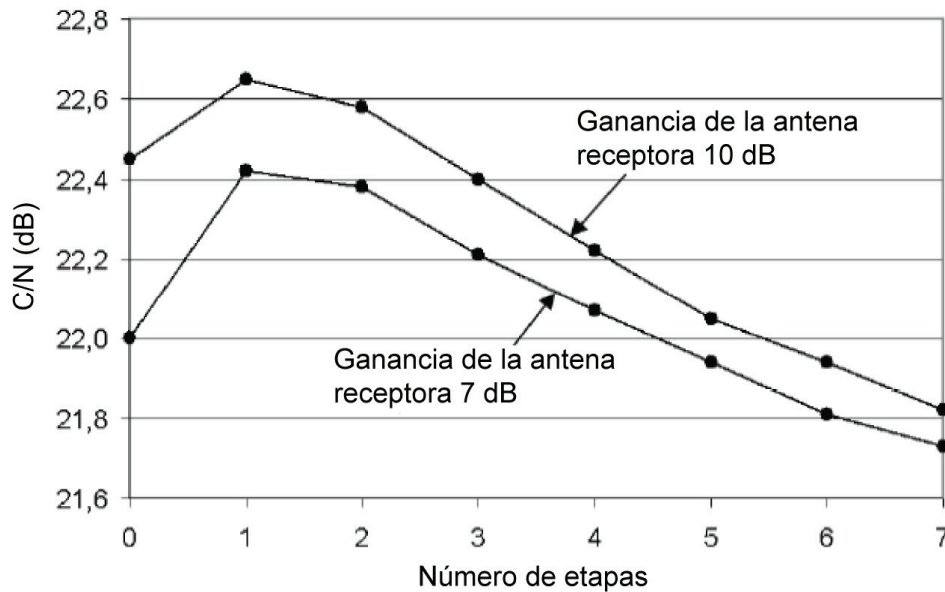


Figura 36 — Impacto del cambio de la ganancia de la antena de recepción en la tasa C/N de la entrada del demodulador

En general, cuanto más alta la ganancia de la antena, más direccional se torna. Como resultado, en las antenas de alta ganancia más reducida, el efecto de multi-recorrido y disturbo de interferencia se reducen. Por lo tanto, la Figura 35 muestra que se supone que el impacto del disturbo permanece inmutable, un aumento de ganancia de 3 dB puede mejorar la tasa C/N de la entrada del demodulador de solamente 0,5 dB.

11.7 Acción correctora en caso de no ser alcanzada la requisición del modelo

11.7.1 Parámetros del modelo de cálculo de enlace

Los parámetros del modelo de cálculo de enlace en 11.4 constituyen valores provisionales que fueron especificados para fines de disponibilidad de enlace. Como consecuencia de ello, puede ser que sea difícil alcanzar esos requisitos en la revisión de una base individual. Sin embargo, como en 11.5, si los resultados de cálculos basados en la disponibilidad del enlace indican que si esos requisitos no pueden ser alcanzados, puede no ser posible recibir la señal de programa dentro del área de servicio.

11.7.2 Acción correctora si la distancia etapa por etapa es mayor que en el caso modelo

El mayor problema en ese caso es una posible reducción en la intensidad de campo en el receptor de la estación repetidora debido al desvanecimiento. De esa forma, las acciones correctoras para los casos en que la distancia etapa por etapa es mayor de lo que la empleada en el modelo son:

- a) usar una antena receptora mayor que (1,8 m en diámetro) en el caso modelo para aumentar la tensión recibida;
- d) conectar múltiples TTL para asegurar un ambiente de recepción más estable que cuando la señal de radiodifusión es repetida;
- e) proveer un circuito a la fibra óptica o cable.

Si se implementa el SFN, conviene tener mucho cuidado al establecer sincronización con la estación mejor situada suministrando un circuito digital.

11.7.3 Acción correctora en caso de disturbio de multi-recorrido, SFN y nivel de interferencia de co-canal son mayores que el del caso modelo

Si los niveles de multi-recorrido, la presencia de SFN e interferencia co-canal son mayores que el caso del modelo, el principal problema es la degradación de la tasa C/N equivalente de la salida debido a varios tipos de interferencia en el receptor de la estación repetidora. En esos casos, las acciones correctoras posibles son:

- a) usar cancelador y seleccionar correctamente la posición de repetición para reducir el multi-recorrido y camino furtivo SFN;
- b) del mismo modo, usar el cancelador y seleccionar correctamente la posición de repetición para reducir la interferencia co-canal. Tener presente que el cancelador puede no proporcionar una mejora substancial. Usar TTLs para proveer un ambiente de recepción estable;
- c) cuando el camino furtivo del SFN es un problema clave a ser encaminado, debe haber un cambio en la frecuencia para proveer MFN, en caso de ser posible. Esta opción no es prontamente factible en términos del actual plan de uso de canal. Sin embargo, se puede tener en cuenta si las frecuencias se reorganizan, cuando las frecuencias analógicas se desactivan.

11.7.4 Acción correctora cuando existen muchas etapas

El caso modelo 11.4.3 muestra que las ondas de radiodifusión repetidas con cinco etapas o más será difícil. Por ese motivo si existen muchas estaciones, conviene que la degradación de la tasa C/N en cada etapa sea reducida para una mayor extensión que la del caso modelo. Para obtener esa reducción las acciones correctoras sugeridas son:

- a) usar TTL particularmente en las estaciones repetidoras con alto número de multi-recorrido, camino furtivo SFN e interferencia co-canal para proveer mejor tasa C/N;
- b) usar TS TTL. Eso elimina la necesidad de agregar ruido de la etapa anterior reduciendo de una manera equivalente el número de etapas;
- c) demodulación digital y, en caso de ser necesario, corrección de error y otras etapas que eliminan la necesidad de totalización de ruido que se ha acumulado hasta la estación repetidora MFN, por la demodulación OFDM y modulación. Sin embargo, no solo el proceso de demodulación y modulación, pero el proceso de corrector de errores produce atrasos. Por lo tanto, conviene tener extremo cuidado en el uso de esos procesos.

11.7.5 Acción correctora cuando condiciones de multi-recorrido y radio-interferencia dentro del área de servicio son más severos que el caso modelo

Si los distritos bajo condiciones de recepción más áspera se concentran dentro de una banda, puede proveerse una estación de radio repetidora suplementaria.

Si los distritos bajo condiciones de recepción más áspera están diseminados, dependiendo del *estatus* de multi-recorrido, puede proveerse una antena de recepción con desempeño más alto, se puede usar una altura de antena más alta, o la ubicación de la antena puede ser alterada. Sin embargo, el aumento de la ganancia de la antena no ofrecerá ninguna importante ventaja, como se muestra en 11.6.2. Por lo tanto, el foco primario será mejorar la tasa D/U con relación a la onda indeseable a través de direccionalidad mejorada.

11.8 Efecto del cambio de parámetros de transmisión y problemas

Se realizó un estudio basado en la adopción de los parámetros del transmisor para transmisión terrestre (64QAM y codificación interna (*inner code*) y tasa de codificación de 7/8) que prevé que sería utilizada para la máxima capacidad de transmisión.

Como se muestra en la Tabla 42, sustituyendo esos parámetros por aquellos que ofrecen mejor resistencia a la degradación podría ser altamente efectivo. Sin embargo, eso resulta en menor capacidad de transmisión. Por lo tanto, conviene revisar esa alternativa bajo la perspectiva de calidad final de vídeo.

Con algunas portadoras, cambios en el conjunto de equipos de transmisión tornan imposible el uso de parámetros de transmisión que provee maximización de la capacidad de transmisión en el futuro, incluso si se asume que se usan parámetros que ofrecen mejor resistencia a la degradación. Como resultado, futuras expansiones de servicio podrán ser perjudicadas.

Por ese motivo, conviene que el margen producido a través del uso de parámetros que ofrecen mejor resistencia a la degradación sea utilizado primariamente para asegurar recepción estable en el área de servicio. Es decir, conviene no cambiar las especificaciones de los equipos de transmisión utilizados.

Bibliografía

- [1] ARIB STD-B31:2005, *Transmission system for digital terrestrial television broadcasting*
- [2] ARIB TR-B14:2006, *Operational guidelines for digital terrestrial television broadcasting*
- [3] ITU-T Recommendation G.726:1990, *40, 32, 24, 16 kbit/s adaptive differential pulse code modulation (ADPCM)*