

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R BT.2033-1
(02/2015)

Criterios para la planificación, incluidas las relaciones de protección, para la segunda generación de los sistemas de radiodifusión de televisión digital terrenal en las bandas de ondas métricas/decimétricas

Serie BT
Servicio de radiodifusión
(televisión)



Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en el Anexo 1 a la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

Series de las Recomendaciones UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

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

Nota: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.

Publicación electrónica
Ginebra, 2016

© UIT 2016

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

RECOMENDACIÓN UIT-R BT.2033-1

**Criterios para la planificación, incluidas las relaciones de protección,
para la segunda generación de los sistemas de radiodifusión
de televisión digital terrenal en las bandas
de ondas métricas/decimétricas**

(2013-2015)

Cometido

Esta Recomendación define los criterios de planificación, incluidas las relaciones de protección, para varios métodos de provisión de sistemas de radiodifusión de televisión digital terrenal (DTTB) de segunda generación en las bandas de ondas métricas/decimétricas.

Palabras clave

Criterios de planificación, DTTB, DVB-T2, ISDB-T, relación de protección, segunda generación

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que en la Recomendación UIT-R BT.1306 figura la descripción de los actuales sistemas de televisión digital terrenal utilizados en las bandas de radiodifusión;
- b) que estos sistemas DTTB de primera generación actuales se han instalado para la difusión de servicios de televisión digital terrenal en las bandas de ondas métricas/decimétricas;
- c) que muchas administraciones han desplazado los servicios de televisión analógica fuera de las bandas de ondas métricas/decimétricas;
- d) que los servicios de DTTB permanecerán activos aún durante un considerable periodo de tiempo;
- e) que en las bandas de ondas métricas y decimétricas existen muchos tipos de interferencia, incluida la interferencia cocanal y de canal adyacente, ruido de encendido, propagación multitrayecto y otras distorsiones;
- f) que recientes desarrollos en el campo de la codificación de canal y de la modulación han dado lugar a nuevas técnicas cuyo comportamiento se aproxima al límite de Shannon;
- g) que la Recomendación UIT-R BT.1877-1 define los métodos de corrección de errores, de configuración de trama de datos, de modulación y de emisión para la segunda generación de sistemas de radiodifusión de televisión digital terrenal;
- h) que estas nuevas técnicas digitales ofrecerían una mayor eficacia de potencia y de utilización del espectro en comparación con los sistemas actuales, manteniendo al mismo tiempo la posibilidad de realizar una configuración flexible con objeto de tener en cuenta los recursos de anchura de banda de radiodifusión y de potencia;
- i) que los sistemas recomendados utilizan tales técnicas y, por consiguiente, permiten una amplia gama de compromisos entre el funcionamiento con niveles mínimos de la relación C/N y la máxima capacidad de transmisión;
- j) que la Recomendación UIT-R BT.1368 define los criterios de planificación para varios métodos de proporcionar servicios de televisión digital terrenal de primera generación en las bandas de ondas métricas/decimétricas;

k) que la disponibilidad de conjuntos coherentes de criterios de planificación acordados por las administraciones facilitará la introducción de los servicios de televisión digital terrenal de segunda generación,

recomienda

que los criterios de planificación pertinentes, incluidos los valores de las relaciones de protección (RP) y de mínima intensidad de campo correspondientes indicados en los Anexos 1 y 2 se utilicen como base para la planificación de frecuencias de los servicios de televisión digital terrenal de segunda generación.

NOTA – Los Anexos 4 y 6 forman parte integrante de la Recomendación. Los Anexos 3 y 5 figuran a título informativo.

Introducción

Esta Recomendación contiene los Anexos siguientes:

Anexo 1 – Criterios de planificación, incluidas las relaciones de protección, para los sistemas de televisión digital terrenal DVB de segunda generación en las bandas de ondas métricas/decimétricas para un ancho de banda del canal de 7 y 8 MHz.

Anexo 2 – Criterios de planificación, incluidas las relaciones de protección, para los sistemas de televisión digital terrenal DVB de segunda generación en las bandas de ondas métricas/decimétricas para un ancho de banda del canal de 6 MHz.

Anexo 3 – Resultados de pruebas adicionales llevadas a cabo en el Reino Unido y en la Federación de Rusia.

Anexo 4 – Otros factores de planificación tales como tipos de antena y discriminación de antena, pérdidas de altura, etc.

Anexo 5 – Descripción del punto de fallo subjetivo.

Anexo 6 – Interferencia troposférica e interferencia continua.

Consideraciones generales

La relación de protección RF es el mínimo valor de la relación entre señal deseada/señal no deseada y normalmente se expresa en decibelios a la entrada del receptor.

Las relaciones de protección definidas en esta Recomendación se basan en mediciones realizadas utilizando la metodología de prueba y las referencias de potencia de la señal definidas en [1].

Se invita a las administraciones a que contribuyan presentando resultados de mediciones adicionales para completar esta Recomendación.

Sistemas de televisión digital terrenal deseados

Las relaciones de protección para los sistemas de televisión digital terrenal se aplican tanto a la interferencia continua como a la interferencia troposférica. Las relaciones de protección se refieren a la frecuencia central del sistema de televisión digital terrenal deseado.

Como un receptor de televisión digital debe funcionar de manera satisfactoria en presencia de señales de interferencia o canales cercanos de alto nivel, es necesario un elevado grado de linealidad en el extremo frontal del receptor.

Las relaciones de protección para los sistemas de televisión digital terrenal, en tanto que sistemas interferentes, son las del caso en que las señales deseadas y no deseadas no están sincronizadas y/o no tienen una fuente de programa común.

Las relaciones de protección se miden fijando las condiciones de interferencia al principio del fallo de imagen según el método del punto de fallo subjetivo (SFP) definido en [1].

ÍNDICE

Página

Anexo 1 (Normativo) – Criterios de planificación, incluidas las relaciones de protección, para los sistemas de televisión digital terrenal DVB de segunda generación en las bandas de ondas métricas/decimétricas para un ancho de banda del canal de 7 y 8 MHz.....	5
1 Relaciones de protección para las señales de televisión digital terrenal deseadas DVB-T2.....	5
1.1 Configuración de la señal deseada.....	5
1.2 Características de la señal interferente LTE	6
1.3 Notas relativas a los cuadros de relación de protección y umbral de sobrecarga.....	6
1.4 Protección de una señal de televisión digital terrenal DVB-T2 interferida por una señal de televisión digital terrenal DVB-T2	7
1.5 Relaciones de protección y umbrales de sobrecarga para señales DVB-T2 interferidas por señales de estaciones de base LTE y de equipos de usuario	9
1.6 Factores de corrección para distintas variantes del sistema DVB-T2 deseado y diferentes condiciones de recepción	14
1.7 Selección de RP y de umbrales de sobrecarga para estudio de comparación.....	15
1.8 Efecto de la interferencia transitoria sobre las relaciones de protección.....	16
2 Mínimas intensidades de campo para la televisión digital terrenal DVB-T2.....	16
3 Referencias	20
Adjunto 1 al Anexo 1 – Cálculo de la mínima intensidad de campo y del mínimo valor mediano de la intensidad de campo equivalente.....	21
Adjunto 2 al Anexo 1 – Resultados de las pruebas del sintonizador de jaula.....	22
Adjunto 3 al Anexo 1 – Efecto de la interferencia transitoria sobre las relaciones de protección.....	26
1 Antecedentes.....	26
2 Mediciones.....	26
2.1 Fuentes de señal	26
2.2 Desplazamientos de frecuencia.....	28
2.3 Procedimiento de medición	28
2.4 Receptores probados	28
3 Resultados.....	28
4 Conclusiones.....	32

Adjunto 4 al Anexo 1 – Tecnologías y características del sintonizador de TV	33
Anexo 2 (Normativo) – Criterios de planificación, incluidas las relaciones de protección, para los sistemas de televisión digital terrenal DVB de segunda generación en las bandas de ondas métricas/decimétricas para un ancho de banda del canal de 6 MHz.....	34
1 Relaciones de protección para las señales de televisión digital terrenal deseadas DVB-T2 de 6 MHz	34
1.1 Relaciones de protección para una señal DVB-T2 deseada interferida por una señal de televisión digital terrenal	34
1.2 Relaciones de protección de una señal DVB-T2 interferida por una señal de televisión analógica terrenal	37
Anexo 3 (Informativo) – Resultados de pruebas adicionales	38
1 Resultados de pruebas adicionales en el Reino Unido	38
2 Resultados de prueba adicional de la Federación de Rusia	39
Anexo 4 (Normativo) – Otros factores de planificación.....	39
1 Distribución de la intensidad de campo con la ubicación	39
2 Recepción utilizando equipos receptores portátiles dentro de edificios y vehículos	40
2.1 Atenuación debida a la altura: L_h	40
2.2 Pérdidas debidas a la penetración en edificios: L_b	40
2.3 Pérdidas por penetración en vehículos: L_v	41
3 Discriminación de la antena de recepción	41
4 Antenas para receptores portátiles y móviles	42
4.1 Antenas para la recepción con terminales portátiles.....	42
4.2 Antenas para la recepción con terminales de bolsillo.....	42
4.3 Antenas para recepción con terminales móviles.....	42
5 Ruido artificial.....	43
Anexo 5 (Informativo) – Métodos de evaluación del punto de fallo	44
1 Método de punto de fallo subjetivo para las mediciones de relación de protección	44
Anexo 6 (Normativo) – Interferencia troposférica e interferencia continua.....	44
1 Interferencia troposférica e interferencia continua	44

Anexo 1 (Normativo)

Criterios de planificación, incluidas las relaciones de protección, para los sistemas de televisión digital terrenal DVB de segunda generación en las bandas de ondas métricas/decimétricas para un ancho de banda del canal de 7 y 8 MHz

1 Relaciones de protección para las señales de televisión digital terrenal deseadas DVB-T2

1.1 Configuración de la señal deseada

Para reducir el número de mediciones y cuadros, se propone realizar las mediciones de la relación de protección para los sistemas DVB-T2 utilizando el siguiente método mostrado en el Cuadro 1. Los valores de la relación de protección para los distintos modos operacionales requeridos pueden calcularse a partir de los valores medidos indicados. Todos los datos que aparecen en este Anexo corresponden a este modo a menos que se indique otra cosa.

CUADRO 1

Tipo de modo DVB-T2 preferido para las mediciones de las relaciones de protección

Global	Valor del parámetro
FFTSIZE	32 K
GI	1/128
Símbolos de datos	59
SISO/MISO	SISO
PAPR	Ninguno
Tramas por supertrama	2
Anchura de banda	8 MHz
Modo anchura de banda ampliada	Sí
Patrón piloto	PP7
Modulación L1	MAQ-64
PLP #0	
Tipo	1
Modulación	MAQ-256
Tasa	2/3
Tipo de FEC	64 800
MAQ girada	Sí
Bloques FEC por trama entrelazada	202
Bloques T1 por trama (N_TI)	3
Tramas T2 por trama entrelazada (P_I)	1
Intervalo de trama (I_JUMP)	1

CUADRO 1 (Fin)

Global	Valor del parámetro
Tipo de entrelazado de tiempo	0
Longitud del entrelazado de tiempo	3
C/N (canal AWGN) dB	19,7
Velocidad de datos Mbit/s	40,2

1.2 Características de la señal interferente LTE

Las relaciones de protección y los umbrales de sobrecarga para las estaciones de base (EB) LTE y los equipos de usuario (EU) en esta Recomendación se basan en mediciones llevadas a cabo utilizando formas de onda LTE registradas de 10 MHz de anchura de dispositivos de EB y EU reales con tres cargas de tráfico diferentes. Estos registros se filtraron para eliminar las perturbaciones registradas fuera de banda y formatearlos en datos I/Q adecuados para su reproducción desde generadores de señal vectorial en laboratorios normalizados.

Las cargas de tráfico de las EB se clasificaron en las tres categorías siguientes:

- Inactiva – consistente principalmente en señales de sincronización y difusión con datos ocasionales;
- 50% de carga – carga media;
- 100% de carga – todos los bloques del recurso se utilizaron durante todo el tiempo.

Las cargas de tráfico del EU se clasificaron en las tres categorías siguientes:

- 1 Mbit/s – carga ligera cuando sólo un pequeño número de bloques del recurso se utilizan durante algún tiempo;
- 10 Mbit/s – carga media;
- 20 Mbit/s – carga elevada.

Hay una variación en el tiempo significativamente mayor en la potencia de las formas de onda de carga de tráfico más ligera que puede causar degradación de la relación de protección (RP) y la del umbral de sobrecarga (U_s) en algunos receptores.

1.3 Notas relativas a los cuadros de relación de protección y umbral de sobrecarga

Para evitar la repetición, a menos que se indique otra cosa, las siguientes Notas se aplican a los Cuadros 2 a 11 y a los Cuadros 14 a 18.

NOTA 1 – El 90° percentil para el valor de la relación de protección corresponde a la protección del 90% de los receptores medidos, con respecto al desplazamiento de frecuencia indicado y al parámetro; a fin de proteger el 90% de los receptores medidos debe utilizarse el 10° percentil para el umbral de sobrecarga.

NOTA 2 – Δf es la diferencia entre la frecuencia central del canal no deseado y la frecuencia central del canal deseado.

NOTA 3 – NR: No se alcanza el U_s . Para este desplazamiento de frecuencia RP es el criterio dominante.

NOTA 4 – Es aplicable la RP a menos que el nivel de la señal interferente se encuentre por encima del correspondiente U_s . De ser así, el receptor resulta interferido por la señal interferente cualquiera que sea la relación señal/interferencia.

NOTA 5 – Para un nivel de la señal deseada próximo a la sensibilidad del receptor, debe tenerse en cuenta el ruido; por ejemplo, para una sensibilidad de +3 dB, deben añadirse 3 dB a la RP

NOTA 6 – Puede obtenerse una RP para distintas variantes del sistema y diversas condiciones de recepción utilizando los factores de corrección del Cuadro 10 del presente Anexo. Se supone que el umbral de sobrecarga es independiente de la variante del sistema y de las condiciones de recepción.

NOTA 7 – Las relaciones de protección se han redondeado al entero más próximo.

NOTA 8 – Los canales de Rice y de Rayleigh estático se definen en el § 14.1 de la norma ETSI TS 102 831 *Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)*. También se describen en la norma ETSI EN 300 744 *Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television (DVB-T)*.

NOTA 9 – Las señales de interferencia de EB LTE utilizadas en las mediciones tienen relaciones de potencia de fuga del canal adyacente (ACLR) de 60 dB o superiores para N-1 y ACLR notablemente mayores para N-2 y valores superiores.

Los Cuadros 2 a 11 y los Cuadros 14 a 18 muestran las relaciones de protección para las señales de televisión digital terrenal deseada DVB-T2 interferidas por:

- señales de televisión digital terrenal DVB-T2;
- señales de estación de base (EB) LTE;
- señales de equipos de usuario (EU) LTE.

1.4 Protección de una señal de televisión digital terrenal DVB-T2 interferida por una señal de televisión digital terrenal DVB-T2

Los valores del Cuadro 2 son los valores teóricos calculados para el modo del Cuadro 1 utilizando el método descrito en el Informe UIT-R BT.2254-2012.

CUADRO 2

Relaciones de protección cocanal (dB) de una señal DVB-T2 (definida en el Cuadro 1) interferida por una señal DVB-T2 de modo similar

Modulación	Tasa de codificación	Canal gaussiano	Canal de Rice Nota 8	Canal de Rayleigh (estático) Nota 8
MDP-4	1/2	2,4	2,6	3,4
MDP-4	3/5	3,6	3,8	4,9
MDP-4	2/3	4,5	4,8	6,3
MDP-4	3/4	5,5	5,8	7,6
MDP-4	4/5	6,1	6,5	8,5
MDP-4	5/6	6,6	7,0	9,3
MAQ-16	1/2	7,6	7,8	9,1
MAQ-16	3/5	9,0	9,2	10,7
MAQ-16	2/3	10,3	10,5	12,2
MAQ-16	3/4	11,4	11,8	13,9
MAQ-16	4/5	12,2	12,6	15,1
MAQ-16	5/6	12,7	13,1	15,9
MAQ-64	1/2	11,9	12,2	14,0
MAQ-64	3/5	13,8	14,1	15,8

CUADRO 2 (Fin)

Modulación	Tasa de codificación	Canal gaussiano	Canal de Rice Nota 8	Canal de Rayleigh (estático) Nota 8
MAQ-64	2/3	15,1	15,4	17,2
MAQ-64	3/4	16,6	16,9	19,3
MAQ-64	4/5	17,6	18,1	20,9
MAQ-64	5/6	18,2	18,7	21,8
MAQ-256	1/2	15,9	16,3	18,3
MAQ-256	3/5	18,2	18,4	20,5
MAQ-256	2/3	19,7	20,0	22,1
MAQ-256	3/4	21,7	22,0	24,6
MAQ-256	4/5	23,1	23,6	26,6
MAQ-256	5/6	23,9	24,4	28,0

Las relaciones de protección del Cuadro 3 se indican para tres tipos de canales de propagación (a saber, gaussiano, de Rice y de Rayleigh). Para recepción fija y portátil deben adoptarse los valores correspondientes a los canales de Rice y de Rayleigh, respectivamente.

En los sistemas DVB-T2 con anchura de banda de 6, 7 y 8 MHz deben aplicarse las mismas correcciones de la relación de protección que aparecen en el Cuadro 3.

CUADRO 3

Relaciones de protección (dB) y umbral de sobrecarga (dBm) para una señal DVB-T2 (definida en el Cuadro 1) interferida por una señal DVB-T2 (definida en el Cuadro 1) en canales adyacentes para sintonizadores de silicio

Desplazamiento de canal N (canales de 8 MHz)	Desplazamiento de la frecuencia central (MHz)	Número de receptores probados	RP (dB)		U _s (dBm)	
			Percentil		Percentil	
			50°	90°	10°	50°
-9	72	11	-54	-50	-14	0
-4	-32	11	-50	-44	-14	-2
-3	-24	11	-48	-44	-14	-2
-2	-16	11	-47	-43	-15	-6
-1	-8	11	-35	-33	-15	-6
Cocanal	0	11	19,0	19,0	-	-
1	8	11	-32	-30	-15	-6
2	16	11	-46	-43	-15	-5
3	24	11	-47	-43	-14	-2
4	32	11	-50	-44	-13	1
9	72	11	-54	-49	-13	1

Los valores señalados se aplican al caso en que las señales DVB-T2 deseada y no deseada tiene la misma anchura de banda de canal. Otras combinaciones de anchura de canal exigen nuevos estudios.

La señal interferente tenía los mismos parámetros de modo que la señal deseada pero no estaba correlada con ella.

La relación de protección se expresa en dB y se aplica tanto a la interferencia continua como a la interferencia troposférica.

1.5 Relaciones de protección y umbrales de sobrecarga para señales DVB-T2 interferidas por señales de estaciones de base LTE y de equipos de usuario

Este punto indica las relaciones de protección y los umbrales de sobrecarga para sistemas DVB-T2 interferidos por sistemas LTE AMDFO (estación de base) LTE y SC-MDF (equipo de usuario). Todas las mediciones para obtener estos parámetros se realizaron sobre receptores DVB-T2 diseñados para una gama de sintonía de frecuencias entre 470 MHz y 862 MHz, todas las señales interferentes se encontraban en la gama de 759 MHz a 862 MHz.

Sólo un pequeño número (3) de receptores DVB-T2 con sintonizadores de jaula estuvieron disponibles para las pruebas, lo que impidió cualquier análisis estadístico de los resultados. Las características del receptor individual se tabulan como referencia en el Adjunto 2 a este Anexo.

Las características de la señal LTE utilizada en las mediciones figuran en el Informe UIT-R BT.2215 – Mediciones de las relaciones de protección y del umbral de sobrecarga para los receptores de radiodifusión de TV.

La comparación entre DVB-T2 y el servicio LTE móvil es una situación en constante evolución en la que cambia permanentemente el diseño de los sintonizadores de televisión y la implementación de las estaciones de base. Se insta encarecidamente a todas las partes implicadas a que mejoren el comportamiento de sus respectivos equipos de manera que estos cuadros puedan modificarse en un próximo futuro.

Debido a la desviación temporal de la señal LTE, la degradación de caso más desfavorable de la RP y el U_s en algunos diseños del sintonizador corresponde a unas cargas de tráfico de las EB y de los EU muy bajas. Se indican tres niveles de carga de tráfico pues es improbable que pueda predecirse la carga de tráfico verdadera en el funcionamiento real de las EB y los EU.

El nivel más elevado de protección (para proteger la radiodifusión en todos los casos de carga de tráfico de EB y EU) se logra tomando el valor más alto de la relación de protección y el valor más bajo para el umbral de sobrecarga para cualquier tecnología del sintonizador.

El desplazamiento de frecuencias se mide entre las frecuencias centrales de las señales deseada e interferente.

1.5.1 Protección de una señal de televisión digital terrenal DVB-T2 interferida por una señal LTE-EB

Los siguientes cuadros muestran las relaciones de protección y los umbrales de sobrecarga para tres cargas de tráfico distintas en la estación de base LTE.

CUADRO 4

Relaciones de protección medidas (dB) para una señal DVB-T2 (definida en el Cuadro 1) interferida por una señal LTE EB en canales adyacentes para sintonizadores de silicio

Desplazamiento de canal N (canales de 8 MHz)	Desplazamiento de la frecuencia central (MHz)	Número de receptores probados	RP para una carga de tráfico de EB del 0% (dB)		RP para una carga de tráfico de EB del 50% (dB)		RP para una carga de tráfico de EB del 100% (dB)	
			Percentil		Percentil		Percentil	
			50°	90°	50°	90°	50°	90°
Cocanal AWGN	0	11	19	19	19	19	19	19
Cocanal LTE	0	11	10	11	18	18	19	19
1	10	11	-44	-24	-40	-38	-38	-36
2	18	11	-50	-32	-48	-44	-47	-43
3	26	11	-51	-35	-49	-45	-48	-44
4	34	11	-52	-39	-51	-46	-50	-45
5	42	11	-53	-41	-51	-47	-51	-46
6	50	11	-55	-46	-54	-48	-52	-47
7	58	11	-56	-46	-54	-49	-54	-48
8	66	11	-57	-45	-54	-50	-53	-49
9	74	11	-58	-45	-55	-50	-53	-49

CUADRO 5

Umbral de sobrecarga medidos (dBm) para una señal DVB-T2 (definida en el Cuadro 1) interferida por una señal LTE EB en canales adyacentes para sintonizadores de silicio

Desplazamiento de canal N (canales de 8 MHz)	Desplazamiento de la frecuencia central (MHz)	Número de receptores probados	U _s para una carga de tráfico de EB del 0% (dBm)		U _s para una carga de tráfico de EB del 50% (dBm)		U _s para una carga de tráfico de EB del 100% (dBm)	
			Percentil		Percentil		Percentil	
			10°	50°	10°	50°	10°	50°
1	10	11	-18	-6	-15	-6	-13	-8
2	18	11	-14	1	-12	-2	-13	-3
3	26	11	-12	3	-13	0	-12	-1
4	34	11	-11	5	-12	2	-12	0
5	42	11	-10	6	-12	3	-12	2
6	50	11	-10	4	-12	2	-12	2
7	58	11	-10	4	-11	2	-12	1
8	66	11	-10	4	-12	2	-12	1
9	74	11	-10	5	-12	3	-12	1

1.5.2 Protección de una señal de televisión digital terrenal DVB-T2 interferida por una señal LTE-EU

Los siguientes cuadros muestran las RP y los umbrales de sobrecarga (U_s) para tres distintas cargas de tráfico del EU:

Cuadro 6 – Resultados de la RP en el EU sin corregir.

Cuadro 7 – ACLR en el EU estimada basándose en las plantillas 3 GPP TS 36.101 y ETSI.

Cuadro 8 – Resultados de la RP en el EU corregidos para una degradación del ruido fuera de banda en el EU.

Cuadro 9 – Resultados del umbral de sobrecarga en el EU.

CUADRO 6

Relaciones de protección sin corregir (dB) para una señal DVB-T2 (definida en el Cuadro 1) interferida por una señal LTE-EU en canales adyacentes para sintonizadores de silicio

Desplazamiento de canal N canales de 8 MHz/ (desplazamiento de la frecuencia central)	Número de receptores probados	Carga de tráfico en el EU 1 Mbit/s Generador de señal ACLR = 100 dB para todos los desplazamientos		Carga de tráfico en el EU 10 Mbit/s Generador de señal ACLR = 100 dB para todos los desplazamientos		Carga de tráfico en el EU 20 Mbit/s Generador de señal ACLR = 67,8 dB (N+1) 80,4 dB (N+2) 100 dB (N+3 a N+9)	
		Percentil de la RP (dB)		Percentil de la RP (dB)		Percentil de la RP (dB)	
		50°	90°	50°	90°	50°	90°
Cocanal AWGN (0)	11	19	19	19	19	19	19
Cocanal LTE (0)	11	10	11	18	18	19	19
1/(10)	11	-36	-19	-41	-39	-41	-39
2 (18)	11	-41	-24	-47	-45	-47	-43
3 (26)	11	-44	-26	-48	-45	-50	-44
4 (34)	11	-46	-36	-48	-45	-52	-45
5 (42)	11	-47	-37	-48	-44	-54	-46
6 (50)	11	-50	-38	-49	-43	-52	-45
7 (58)	11	-50	-41	-49	-44	-53	-44
8 (66)	11	-50	-41	-49	-42	-54	-45
9 (74)	11	-50	-43	-49	-43	-54	-47

Las relaciones de protección del EU se corrigen para la ACLR del EU estimada en los canales de 8 MHz adyacente y no adyacente para tener en cuenta la declaración en la relación de protección causada por el ruido fuera de banda del EU. La ACLR se estima basándose en la plantilla del Cuadro 6.6.2.1.1 de la norma 3GPP TS 36.101 v.11.1.0 y el requisito del proyecto de norma ETSI 301-908-13 para el ruido fuera de banda de -65 dBm en la banda 470-790 MHz. Todo ello aparece en el Cuadro 7.

CUADRO 7

ACLR de EU supuestas para valores de RP de EU corregidos

Desplazamiento de canal N (canales de 8 MHz)	Desplazamiento de la frecuencia central (MHz)	ACLR (dB)
1	10	25,2
2	18	32,2
Otros desplazamientos (correspondientes a -65 dBm/8 MHz)	26-74	88,0

Los valores de RP_0 cocanal utilizados en el cálculo de la corrección eran las cifras del AWGN del Cuadro 8. A continuación se describe el método de corrección de las ACLR.

La relación de protección final se determina en dos etapas; en primer lugar, para un desplazamiento de frecuencia, Δf , la selectividad de canal adyacente (ACS) del receptor se calcula a partir de la relación de protección medida en el desplazamiento ($RP(\Delta f)$), la relación de protección cocanal RP_0 , y la ACLE del generador de la señal interferente:

$$ACS(\Delta f) = -10 \log \left(10^{\frac{RP_0 - RP(\Delta f)}{10}} - 10^{\frac{ACLR}{10}} \right)$$

En segundo lugar, el valor obtenido de la ACS de la TV digital terrenal se emplea para determinar las relaciones de protección de canal adyacente apropiadas para el terminal interferente que puede tener distintas características de ACLR.

La relación de protección final, $RP'(\Delta f)$, es función de la ACS y la ACLR del dispositivo LTE a (Δf), $ACLR'$:

$$RP'(\Delta f) = RP_0 + 10 \log \left(10^{\frac{-ACS}{10}} + 10^{\frac{-ACLR'}{10}} \right)$$

Este método también puede utilizarse para volver de las RP corregidas a las RP no corregidas a fin de poder calcular el efecto de diferentes hipótesis de ACLR del EU.

Obsérvese que ACLR y $ACLR'$ en las ecuaciones anteriores se basan en mediciones de potencia realizadas empleando la anchura de banda de canal de la fuente interferente LTE (por ejemplo, 10 MHz) y la anchura de banda de canal de la señal DVB-T2 deseada (por ejemplo, 8 MHz) en los desplazamientos de frecuencia apropiados de la fuente de interferencia.

CUADRO 8

**Relaciones de potencia corregidas (dB) para una señal DVB-T2
(definida en el Cuadro 1) interferida por una señal LTE EU
en canales adyacentes para sintonizadores de silicio**

Desplazamiento de canal N canales de 8 MHz/ (desplazamiento de la frecuencia central)	Número de receptores probados	Carga de tráfico en el EU 1 Mbit/s Generador de señal ACLR = 100 dB para todos los desplazamientos		Carga de tráfico en el EU 10 Mbit/s Generador de señal ACLR = 100 dB para todos los desplazamientos		Carga de tráfico en el EU 20 Mbit/s Generador de señal ACLR = 67,8 dB (N+1) 80,4 dB (N+2) 100 dB (N+3 a N+9)	
		Percentil de la RP (dB)		Percentil de la RP (dB)		Percentil de la RP (dB)	
		50°	90°	50°	90°	50°	90°
Cocanal AWGN (0)	11	19	19	19	19	19	19
Cocanal LTE (0)	11	10	11	18	18	19	19
1/(10)	11	-6	-6	-6	-6	-6	-6
2 (18)	11	-13	-13	-13	-13	-13	-13
3 (26)	11	-44	-26	-48	-45	-50	-44
4 (34)	11	-46	-36	-48	-45	-52	-45
5 (42)	11	-47	-37	-48	-44	-54	-46
6 (50)	11	-50	-38	-49	-43	-52	-45
7 (58)	11	-50	-41	-49	-44	-53	-44
8 (66)	11	-50	-41	-49	-42	-54	-45
9 (74)	11	-50	-43	-49	-43	-54	-47

CUADRO 9

**Umbral de sobrecarga medidos (dBm) para una señal DVB-T2
(definida en el Cuadro 1) interferida por una señal LTE EU
en canales adyacentes para sintonizadores de silicio**

Desplazamiento de canal N (canales de 8 MHz)	Desplazamiento de la frecuencia central (MHz)	Número de receptores probados	Carga de tráfico en el EU 1 Mbit/s		Carga de tráfico en el EU 10 Mbit/s		Carga de tráfico en el EU 20 Mbit/s	
			U _s (dBm)		U _s (dBm)		U _s (dBm)	
			10°	50°	10°	50°	10°	50°
1	10	11	-37	-6	-15	-5	-12	-5
2	18	11	-12	5	-11	0	-11	0
3	26	11	-10	6	-11	2	-11	0
4	34	11	-24	5	-11	2	-11	1
5	42	11	-10	6	-11	2	-11	1
6	50	11	-10	6	-11	2	-11	2
7	58	11	-10	5	-11	2	-11	2
8	66	11	-10	5	-11	2	-11	2
9	74	11	-11	6	-11	2	-11	2

1.6 Factores de corrección para distintas variantes del sistema DVB-T2 deseado y diferentes condiciones de recepción

El Cuadro 10 fue elaborado para señales DVB-T2 que utilizan otros modos interferidas por señales DVB-T2. Se calcula como la diferencia en AWGN C/N entre otros modos y el modo de referencia del Cuadro 1 y debe utilizarse con precaución, especialmente si la diferencia en C/N para el modo requerido comparado con el modo de referencia es elevada. Los valores deben verificarse mediante mediciones. Se propone su utilización para otros tipos de fuentes de interferencia pero son necesarios más estudios para confirmar los valores.

CUADRO 10

Factor de corrección teórico estimado de las relaciones de protección (dB) para diferentes variantes de un sistema DVB-T2 deseado con respecto al modo de referencia del Cuadro 1 (interferido por una señal DVB-T2 o por otros servicios)

Modulación	Tasa de codificación	Canal gaussiano	Canal de Rice Nota 8	Canal de Raleigh (estático) Nota 8
MDP-4	1/2	-17,3	-17,1	-16,3
MDP-4	3/5	-16,1	-15,9	-14,8
MDP-4	2/3	-15,2	-14,9	-13,4
MDP-4	3/4	-14,2	-13,9	-12,1
MDP-4	4/5	-13,6	-13,2	-11,2
MDP-4	5/6	-13,1	-12,7	-10,4
MAQ-16	1/2	-12,1	-11,9	-10,6
MAQ-16	3/5	-10,7	-10,5	-9,0
MAQ-16	2/3	-9,4	-9,2	-7,5
MAQ-16	3/4	-8,3	-7,9	-5,8
MAQ-16	4/5	-7,5	-7,1	-4,6
MAQ-16	5/6	-7,0	-6,6	-3,8
MAQ-64	1/2	-7,8	-7,5	-5,7
MAQ-64	3/5	-5,9	-5,6	-3,9
MAQ-64	2/3	-4,6	-4,3	-2,5
MAQ-64	3/4	-3,1	-2,8	-0,4
MAQ-64	4/5	-2,1	-1,6	1,2
MAQ-64	5/6	-1,5	-1,0	2,1
MAQ-256	1/2	-3,8	-3,4	-1,4
MAQ-256	3/5	-1,5	-1,2	0,8
MAQ-256	2/3	0,0	0,3	2,4
MAQ-256	3/4	2,0	2,3	4,9
MAQ-256	4/5	3,4	3,9	6,9
MAQ-256	5/6	4,2	4,7	8,3

En comparación con una canal de transmisión de Rayleigh estático, el canal de Rayleigh variable en el tiempo pertinente para recepción DVB-T2 portátil muestra una exigencia de relaciones de protección significativamente superior. Para evaluar este efecto se necesitan más mediciones.

1.7 Selección de RP y de umbrales de sobrecarga para estudio de comparación

En el Cuadro 11 aparecen los valores recomendados para los RP y umbrales de sobrecarga U_s que deben utilizarse en los estudios de compartición. Aplicando estos valores, el 90% de los receptores (entre los 14 sintonizadores medidos) estarían protegidos para todas las cargas de tráfico. Para los EU se emplearon los 90° percentiles corregidos basados en las hipótesis de ACLR del EU del Cuadro 7.

CUADRO 11

Valores recomendados de RP y U_s para estudios de compartición de una señal DVB-T2 (definida en el Cuadro 1) en un canal despejado, interferida por una señal LTE de EB o de EU en canales adyacentes para 3 sintonizadores de jaula y 11 sintonizadores de silicio combinados

Desplazamiento de canal N (canales de 8 MHz)	Desplazamiento de la frecuencia central (MHz)	LTE EB		LTE EU	
		RP (dB)	U_s (dBm)	RP corregida (dB)	U_s (dBm)
Cocanal (AWGN)	0	19	–	19	–
Cocanal (LTE)	0	19	–	19	–
1	10	–25	–16	–6	–30
2	18	–33	–12	–13	–11
3	26	–36	–11	–28	–10
4	34	–40	–13	–37	–20
5	42	–43	–11	–38	–10
6	50	–46	–11	–40	–9
7	58	–47	–11	–42	–9
8	66	–46	–11	–43	–10
9	74	–46	–10	–44	–10

1.8 Efecto de la interferencia transitoria sobre las relaciones de protección

En los puntos anteriores, la interferencia estaba activa cuando se adquiría la señal deseada de la TV digital terrenal. Recientes estudios han demostrado que se miden relaciones de protección notablemente mayores (10-12 dB) cuando la fuente de interferencia se aplica después de que se ha adquirido dicha señal deseada de TV digital terrenal. Esto reviste especial importancia cuando la interferencia es ocasional como en el caso de un LTE EU donde el usuario puede tener largos intervalos (muchos segundos) de inactividad, lo que permite al CAG del receptor de TV digital terrenal estabilizarse en un estado de «no interferencia». Como ejemplos cabe citar:

- sondeo regular de servidores de recuperación de datos (por ejemplo, actualización de correo electrónico, aplicaciones de redes sociales);
- mensajes de mantenimiento de actividad para aplicaciones dinámicas;
- otro tráfico de señalización de red.

En el Adjunto 3 al Anexo 1 figuran detalles de estas mediciones, que son provisionales a la espera de nuevos estudios al respecto.

2 Mínimas intensidades de campo para la televisión digital terrenal DVB-T2

La fórmula para calcular los valores mínimos de intensidad de campo aparece en el Adjunto 1 al Anexo 1. Para otros modos de recepción (móvil rural, portátil de bolsillo en exteriores y portátil móvil con antena integrada) los cálculos de intensidad de campo figuran en el Informe UIT-R BT.2254 – *Frequency and network planning aspects of DVB-T2*.

CUADRO 12

Cálculo de la mínima intensidad de campo en un sistema DVB-T2 8 MHz a 200 MHz

DVB-T2 en Banda III			Fija	Portátil en exteriores/urbanos	Portátil en interiores/urbanos
Frecuencia	Frecuencia	MHz	200	200	200
Mínima C/N requerida por el sistema	C/N	dB	20,0	17,9	18,3
Variante del sistema (ejemplo)			MAQ-256 FEC 2/3, 32k, PP7 Normal	MAQ-64 FEC 2/3, 32k, PP4 Normal	MAQ-64 FEC 2/3, 16k, PP1 Normal
Velocidad binaria (valores indicativos)		Mbit/s	30-35	22-25	19-24
Factor de ruido del receptor	F	dB	6	6	6
Anchura de banda de ruido equivalente	B	MHz	6.66	6.66	6.66
Potencia de ruido a la entrada en el receptor	P_n	dBW	-128,6	-128,9	-128,5
Mínima potencia de la señal de entrada en el receptor	$P_{s\ mín}$	dBW	-109,7	-111,8	-111,4
Mínima tensión equivalente a la entrada del receptor, $75\ \Omega$	$U_{mín}$	dB μ V	29,0	26,9	27,3
Pérdidas en el alimentador	L_f	dB	2	0	0
Ganancia de antena respecto al dipolo de media onda	G_d	dB	7	-2,2	-2,2
Abertura efectiva de la antena	A_a	dBm ²	1,7	-7,5	-7,5
Mínima densidad de flujo de potencia en el emplazamiento de recepción	$\Phi_{mín}$	dB(W)/m ²	-109,4	-104,3	-103,9
Mínima intensidad de campo equivalente en el emplazamiento de recepción	$E_{mín}$	dB μ V/m	36,4	41,5	41,9
Margen para el ruido artificial	P_{mnn}	dB	2	8	8
Periodos de penetración (en edificios o vehículos)	L_b, L_h	dB	0	0	9

CUADRO 12 (*Fin*)

DVB-T2 en Banda III			Fija	Portátil en exteriores/urbanos	Portátil en interiores/urbanos
Desviación típica de las pérdidas de penetración		dB	0	0	3
Ganancia de diversidad	Div	dB	0	0	0
Probabilidad de emplazamiento		%	70	70	70
Factor de distribución			0,5244	0,5244	0,5244
Desviación típica			5,5	5,5	6,3
Factor de corrección de emplazamiento	C_l	dB	2,8842	2.8842	3,30372
Mínimo valor mediano de la densidad de flujo de potencia para una determinada altura de recepción ⁽¹⁾ ; 50% del tiempo y 50% de emplazamientos	Φ_{mes}	dB(W)/m ²	-104,5	-93,4	-83,6
Mínimo valor mediano de la intensidad de campo equivalente para una determinada altura de recepción ⁽¹⁾ ; 50% del tiempo y 50% de emplazamientos	E_{mes}	dB μ V/m	41,3	52,4	62,4
Probabilidad de emplazamiento		%	95	95	95
Factor de distribución			1,6449	1,6449	1,6449
Desviación típica			5,5	5,5	6,3
Factor de corrección de emplazamiento factor	C_l	dB	9,04695	9,04695	10,36287
Mínimo valor mediano de la densidad de flujo de potencia para una determinada altura de recepción ⁽¹⁾ ; 50% del tiempo y 50% de emplazamientos	Φ_{med}	dB(W)/m ²	-98,4	-87,3	-77,6
Mínimo valor mediano de la intensidad de campo equivalente para una determinada altura de recepción ⁽¹⁾ ; 50% del tiempo y 50% de emplazamientos	E_{med}	dB μ V/m	47,4	58,5	69,2

⁽¹⁾ 10 m para recepción fija y 1,5 m para los otros modos de recepción.

CUADRO 13

Cálculo de la mínima intensidad de campo en un sistema DVB-T2 8 MHz a 650 MHz

DVB-T2 en Banda IV/V			Fija	Portátil en exteriores/urbanos	Portátil en exteriores/urbanos
Frecuencia	Freq	MHz	650	650	650
Mínima C/N requerida por el sistema	C/N	dB	20,0	17,9	18,3
Variante del sistema (ejemplo)			MAQ-256 FEC 2/3, 32k, PP7 Ampliada	MAQ-64 FEC 2/3, 32k, PP4 Ampliada	MAQ-64 FEC 2/3, 16k, PP1 Ampliada
Velocidad binaria (valores indicativos)		Mbit/s	35-40	26-29	23-28
Factor de ruido del receptor	F	dB	6	6	6
Anchura de banda de ruido equivalente	B	MHz	7,77	7,77	7,77
Potencia de ruido a la entrada del receptor	P_n	dBW	-128,0	-128,3	-127,9
Mínima potencia de la señal de entrada en el receptor	$P_{s\ min}$	dBW	-109,1	-111,2	-110,8
Mínima tensión equivalente a la entrada del receptor, $75\ \Omega$	U_{\min}	dB μ V	29,7	27,6	28,0
Pérdidas en el alimentador	L_f	dB	4	0	0
Ganancia de antena respecto al dipolo de media onda	G_d	dB	11	0	0
Abertura efectiva de la antena	A_a	dBm ²	-4,6	-15,6	-15,6
Mínima densidad de flujo de potencia en el emplazamiento de recepción	Φ_{\min}	dB(W)/m ²	-100,5	-95,6	-94,2
Mínima intensidad de campo equivalente en el emplazamiento de recepción	E_{\min}	dB μ V/m	45,3	50,2	50,6
Margen para el ruido artificial	P_{mmn}	dB	0	1	1
Periodos de penetración (en edificios o vehículos)	$L_b,$ L_h	dB	0	0	11
Desviación típica de las pérdidas de penetración		dB	0	0	6
Ganancia de diversidad	Div	dB	0	0	0

CUADRO 13 (*Fin*)

DVB-T2 en Banda IV/V			Fija	Portátil en exteriores/urbanos	Portátil en exteriores/urbanos
Factor de distribución			0,5244	0,5244	0,5244
Desviación típica			5,5	5,5	8,1
Probabilidad de emplazamiento		%	70	70	70
Factor de corrección de emplazamiento	C_l	dB	2,8842	2,8842	4,24764
Mínimo valor mediano de la densidad de flujo de potencia para una determinada altura de recepción ⁽¹⁾ ; 50% del tiempo y 50% de emplazamientos	Φ_{med}	dB(W)/m ²	-97,6	-91,7	-79,0
Mínimo valor mediano de la intensidad de campo equivalente para una determinada altura de recepción ⁽¹⁾ ; 50% del tiempo y 50% de emplazamientos	E_{med}	dB μ V/m	48,2	54,1	66,8
Probabilidad de emplazamiento		%	95	95	95
Factor de distribución			1,6449	1,6449	1,6449
Desviación típica			5,5	5,5	8,1
Factor de corrección de emplazamiento	C_l	dB	9,04695	9,04695	13,32369
Mínimo valor mediano de la densidad de flujo de potencia para una determinada altura de recepción ⁽¹⁾ ; 50% del tiempo y 50% de emplazamientos	Φ_{med}	dB(W)/m ²	-91,5	-85,6	-72,3
Mínimo valor mediano de la intensidad de campo equivalente para una determinada altura de recepción ⁽¹⁾ ; 50% del tiempo y 50% de emplazamientos	E_{med}	dB μ V/m	54,3	60,2	75,9

⁽¹⁾ 10 m para recepción fija y 1,5 m para los otros modos de recepción.

3 Referencias

- [1] Informe UIT-R BT.2215 – *Measurements of protection ratios and overload thresholds for broadcast TV receivers.*
- [2] Informe UIT-R BT.2254 – *Frequency and network planning aspects of DVB-T2.*

Adjunto 1 al Anexo 1

Cálculo de la mínima intensidad de campo y del mínimo valor mediano de la intensidad de campo equivalente

La mínima intensidad de campo y el mínimo valor mediano de la intensidad de campo equivalente se calculan mediante las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned}
 P_n &= F + 10 \log_{10} (k T_0 B) \\
 P_{sh, \text{mín}} &= C/N + P_n \\
 A_a &= G + 10 \log (1,64\lambda^2/4\pi) \\
 \varphi^{\text{mín}} &= P_{sh, \text{mín}} - A_a + L_f \\
 E_{\text{mín}} &= \varphi^{\text{mín}} + 120 + 10 \log (120\pi) \\
 &= \varphi^{\text{mín}} + 145,8 \\
 E_{\text{med}} &= E_{\text{mín}} + P_{\text{mmn}} + C_1 && \text{para la recepción con terminales fijos a nivel del tejado} \\
 E_{\text{med}} &= E_{\text{mín}} + P_{\text{mmn}} + C_1 + L_h && \text{para la recepción con terminales móviles y portátiles en exteriores} \\
 E_{\text{med}} &= E_{\text{mín}} + P_{\text{mmn}} + C_1 + L_h + L_b && \text{para la recepción con terminales de bolsillo y portátiles en interiores} \\
 C_1 &= \mu \cdot \sigma_t \\
 \sigma_t &= \sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_m^2}
 \end{aligned}$$

siendo:

- P_n : potencia de ruido a la entrada del receptor (dB)
- F : factor de ruido del receptor (dB)
- k : constante de Boltzmann ($k = 1,38 \times 10^{-23}$ (J/K))
- T_0 : temperatura absoluta ($T_0 = 290$ (K))
- B : anchura de banda de ruido del receptor ($B = 7,61 \times 10^6$ (Hz))
- $P_{sh, \text{mín}}$: mínima potencia a la entrada del receptor (dBW)
- C/N : relación señal/ruido de RF en el receptor requerida por el sistema (dB)
- A_a : abertura efectiva de la antena (dBm²)
- G : ganancia de la antena con respecto al dipolo de media onda (dBd)
- λ : longitud de onda de la señal (m)
- $\varphi^{\text{mín}}$: mínima dfp en la ubicación de recepción (dB(W/m²))
- L_f : pérdidas en el alimentador (dB)
- $E_{\text{mín}}$: mínima intensidad de campo equivalente en la ubicación de recepción (dB(μV/m))
- E_{med} : valor mediano de la mínima intensidad de campo equivalente, valor planificado (dB(μV/m))
- P_{mmn} : margen de ruido artificial (dB)

- L_h : atenuación debida a la altura (punto de recepción a 1,5 m sobre el nivel del suelo) (dB)
- L_b : pérdidas por penetración en edificios o en vehículos (dB)
- C_l : factor de corrección según la ubicación (dB)
- σ_t : desviación típica total (dB)
- σ_m : desviación típica de la macroescala ($\sigma_m = 5,5$ dB (dB))
- σ_b : desviación típica de las pérdidas por penetración en edificios (dB)
- μ : factor de distribución que es igual a 0,52 para el 70%, 1,28 para el 90%, 1,64 para el 95% y 2,33 para el 99%.

Adjunto 2 al Anexo 1

Resultados de las pruebas del sintonizador de jaula

RP y U_s en las EB LTE

Los Cuadros 14 y 15 presentan los resultados de las mediciones en bruto para tres sintonizadores de jaula en el caso de interferencia de EB LTE. Estos valores se ofrecen a título orientativo y deben utilizarse con precaución.

CUADRO 14

Relaciones de protección medidas (dB) para una señal DVB-T2 (definida en el Cuadro 1) interferida por una señal LTE EB en canales adyacentes para sintonizadores de jaula

Desplazamiento de canal N (canales de 8 MHz)	Desplazamiento de la frecuencia central (MHz)	RP para una carga de tráfico de EB de 0% (dB)			RP para una carga de tráfico de EB del 50% (dB)			RP para una carga de tráfico de EB del 100% (dB)		
		Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28
Cocanal AWGN (0)	0	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Cocanal LTE (0)	0	11	10	10	18	18	18	19	19	19
1	10	-43	-44	-40	-41	-42	-39	-40	-41	-36
2	18	-58	-55	-43	-57	-51	-39	-56	-47	-38
3	26	-55	-55	-38	-42	-47	-36	-41	-45	-35
4	34	-50	-64	-43	-45	-55	-32	-45	-45	-33
5	42	-53	-71	-58	-50	-65	-55	-49	-67	-54
6	50	-56	-72	-72	-53	-69	-60	-52	-67	-58
7	58	-58	-73	-74	-55	-70	-61	-54	-68	-68
8	66	-60	-72	-68	-55	-67	-64	-54	-66	-62
9	74	-58	-63	-52	-50	-56	-46	-50	-55	-44

CUADRO 15

Umbral de sobrecarga medidos (dBm) para una señal DVB-T2 (definida en el Cuadro 1) interferida por una señal LTE EB en canales adyacentes para sintonizadores de jaula

Desplazamiento de canal N (canales de 8 MHz)	Desplazamiento de la frecuencia central (MHz)	U _s para una carga de tráfico de EB de 0% (dB)			U _s para una carga de tráfico de EB del 50% (dB)			U _s para una carga de tráfico de EB del 100% (dB)		
		Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28
1	10	-12	-11	-10	-15	-13	-12	-16	-15	-15
2	18	0	-1	-2	-5	-2	-5	-4	-3	-5
3	26	-2	-1	2	-3	-2	1	-4	-3	0
4	34	1	-3	3	-5	-14	-8	-3	-2	-8
5	42	4	2	2	-2	-2	2	2	-2	-2
6	50	5	3	2	0	0	1	5	-1	0
7	58	5	4	5	1	1	2	5	0	0
8	66	5	4	2	1	0	-3	4	0	-4
9	74	5	4	3	5	0	-3	4	-2	-3

LTE EU RP y U_s

El Cuadro 16 muestra las mediciones de RP del EU para tres sintonizadores de jaula. El Cuadro 17 presenta los mismos sintonizadores con los valores de RP corregidos para los valores de la ACLR del EU supuestos indicados en el Cuadro 7.

Los valores de la RP_0 cocanal utilizados en el cálculo de la corrección eran las cifras del AWGN del Cuadro 8. El Cuadro 18 presenta el umbral de sobrecarga para los mismos tres sintonizadores de jaula.

Debido al pequeño número de sintonizadores de jaula disponibles en los receptores T2, estos valores se indican únicamente a título orientativo y deben utilizarse con la debida precaución.

CUADRO 17 (Fin)

Desplazamiento de canal N canales de 8 MHz/ (desplazamiento de la frecuencia central)	Número de receptores probados	Carga de tráfico en el EU 1 Mbit/s Generador de señal ACLR = 100 dB para todos los desplazamientos			Carga de tráfico en el EU 10 Mbit/s Generador de señal ACLR = 100 dB para todos los desplazamientos			Carga de tráfico en el EU 20 Mbit/s Generador de señal ACLR = 67,8 dB (N+1) 80,4 dB (N+2) 100 dB (N+3 a N+9)		
		RP (dB)			RP (dB)			RP (dB)		
		Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28
3 (26)	11	-48	-59	-39	-44	-52	-38	-42	-51	-38
4 (34)	11	-49	-60	-41	-45	-54	-33	-45	-51	-33
5 (42)	11	-53	-67	-52	-50	-67	-64	-50	-66	-64
6 (50)	11	-56	-68	-63	-53	-67	-64	-53	-67	-64
7 (58)	11	-55	-68	-62	-54	-67	-64	-55	-67	-66
8 (66)	11	-60	-67	-65	-56	-66	-64	-56	-65	-64
9 (74)	11	-61	-65	-56	-52	-57	-47	-50	-55	-45

CUADRO 18

Umbral de sobrecarga medidos (dBm) para una señal DVB-T2 (definida en el Cuadro 1) interferida por una señal LTE EU en canales adyacentes para sintonizadores de jaula

Desplazamiento de canal N (canales de 8 MHz)	Desplazamiento de la frecuencia central (MHz)	Carga de tráfico en el EU 1 Mbit/s			Carga de tráfico en el EU 10 Mbit/s			Carga de tráfico en el EU 20 Mbit/s		
		U _s (dBm)			U _s (dBm)			U _s (dBm)		
		Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28	Rx 5	Rx 6	Rx 28
1	10	-6	-4	NR	-9	-7	-13	-14	-7	-10
2	18	2	2	NR	-2	-2	-3	-2	-2	-6
3	26	1	0	5	-4	-1	1	-3	-2	1
4	34	2	-9	0	-3	-15	-8	-2	-18	-8
5	42	6	3	5	1	0	-4	2	0	-3
6	50	8	5	3	4	1	0	4	0	0
7	58	8	5	4	4	1	1	4	1	0
8	66	8	4	1	-4	0	-2	4	0	-3
9	74	8	5	2	4	0	-3	4	0	-3

Adjunto 3 al Anexo 1

Efecto de la interferencia transitoria sobre las relaciones de protección

1 Antecedentes

Se han realizado mediciones iniciales de las relaciones de protección para sistemas DVB-T2 interferidos por una fuente interferente LTE. Para estas pruebas se simuló el efecto de la fuente de interferencia cuando empezaba a transmitir en las proximidades del receptor DVB-T2, utilizando una señal de prueba controlada. La señal de prueba interferente se almacenó y se reprodujo en un generador que puede configurarse para que no reproduzca al principio ninguna señal y a continuación represente la señal de prueba requerida.

Esta prueba es más adecuada en el caso de interferencia procedente de un EU, como generalmente se espera que la EB se conmute una vez y después permanezca en estado activo casi continuamente, todo efecto transitorio procedente de una EB activada puede efectivamente ignorarse. A su vez, cabe esperar que el EU tienda a transmitir una ráfaga breve de señal mientras esté comunicando con la EB y a continuación permanezca desactivado durante un periodo de tiempo. Por tanto, los receptores de TV con EU funcionando en las proximidades de canales de RF pueden sufrir interferencia procedente de EU que se activen y desactiven repetidamente. En consecuencia, los efectos transitorios de la interferencia procedente de señales de EU son un importante tema de estudio.

A largo plazo, los dispositivos LTE pueden instalarse en aplicaciones maquina a máquina (M2M) en entornos domésticos, lo que implica una densidad significativa de terminales de EU que deben activarse periódicamente. Por consiguiente, se considera importante entender los efectos de esta interferencia transitoria.

Cabe señalar que en el instante de preparar este documento, se habían obtenido relativamente pocos resultados. Pero dado que se ha observado una significativa degradación del comportamiento, se estimó importante presentar estos resultados iniciales. Es de esperar que se pueda contar con más resultados en una reunión posterior del GT 6A y/o puedan dirigirse al GMTE a su debido tiempo.

2 Mediciones

2.1 Fuentes de señal

La señal deseada es una forma de onda de DVB-T2, de 706 MHz de frecuencia, proporcionada por un generador de señal de TV digital terrenal. Los parámetros de DVB utilizados son los que aparecen con más frecuencia en el Reino Unido (opción 6 de la especificación DVB-T2 [2]). Los parámetros figuran en el Cuadro 19.

CUADRO 19

Normal	DVB-T2
Número de portadoras MDFO	27 841 (32KE)
Modulación	MAQ-256
Tasa de codificación interior	2/3
Intervalo de guardia (Δ/T_u)	1/128

CUADRO 19 (Fin)

Patrón piloto	PP7
Longitud de trama (símbolos de datos)	59
Bloques FEC por trama entrelazada	202
Velocidad de datos del tren de transporte	40,2146452

La señal interferente LTE es una versión controlada de la que se utilizó en pruebas anteriores [1]. Las formas de onda subyacentes representan salidas típicas de los EU para 2 niveles de tráfico, capturadas utilizando el equipo LTE del prototipo. Los dos niveles de tráfico se generaron conectando un par de EB y EU para formar un enlace de extremo a extremo y empleando una herramienta de tráfico IP para cargar el enlace. Las formas de onda capturadas representan velocidades de transferencia de datos de 20 Mbit/s y 1 Mbit/s.

A fin de garantizar que las mediciones no estuviesen contaminadas por ninguna señal fuera de banda capturada en el proceso de registro, las formas de onda de prueba fueron filtradas en un paso banda en software antes de reproducirlas. Se empleó una anchura de banda de canal de 10 MHz. Ello garantiza que las mediciones de la relación de protección son únicamente función de la selectividad del receptor y de la relación de potencia de fuga del canal adyacente (ACLR) del generador de señal arbitrario.

La fuente de señal utilizada para proporcionar la señal LTE fue un generador de señal arbitrario. El carácter transitorio de la señal se logró reproduciendo cada una de las formas de onda subyacentes en secuencia con una señal que comprendía muestras nulas. Poniendo en bucle cada una de las señales un cierto número de veces a su vez consecutivamente es posible construir una secuencia de mayor longitud con un patrón activación/desactivación definido. La señal controlada final está compuesta aproximadamente por 4 segundos de silencio, seguidos de unos 5 segundos de una señal de 1 Mbit/s o de 20 Mbit/s. En las Fig. 1 y 2 se representan los gráficos de las señales en el dominio del tiempo.

FIGURA 1
Señal LTE de 20 Mbit/s controlada

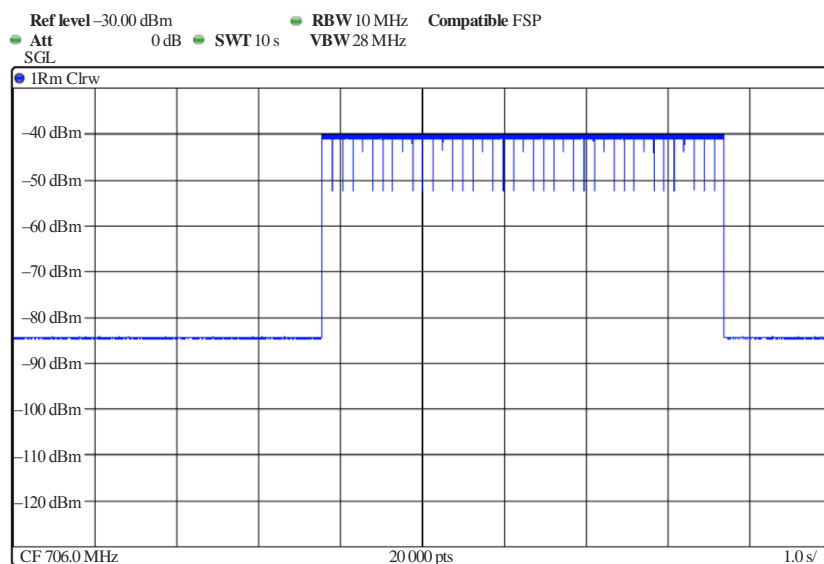
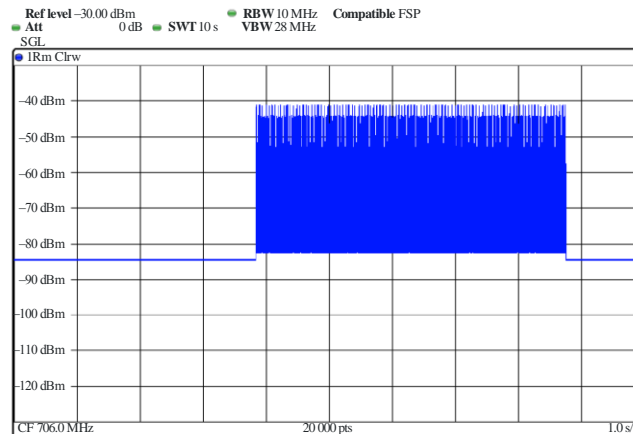


FIGURA 2
Señal LTE de 1 Mbit/s controlada



BT.2033-02

2.2 Desplazamientos de frecuencia

Se han considerado los desplazamientos de la frecuencia central entre DVB-T2 y LTE de +11 y +18 MHz (es decir, señales interferentes de 717 MHz y 724 MHz). Suponiendo una señal LTE de 10 MHz de anchura de banda, representarían la interferencia de un EU LTE en un canal de TV adyacente separado por una banda de guarda de 2 MHz o de 9 MHz respecto a la banda del enlace ascendente LTE.

2.3 Procedimiento de medición

Se determinó la relación de protección combinando las señales deseada e interferente y presentándolas al receptor de TV digital sometido a prueba. La señal deseada se aumentó hasta lograr una decodificación de la señal satisfactoria. En [1] aparecen todos los detalles del procedimiento de medición.

2.4 Receptores probados

En esta primera fase de los trabajos, se seleccionaron para prueba tres receptores.

CUADRO 20

Receptor	Tipo	Tipo de sintonizador
R1	STB/PVR	Silicio
R2	STB	De jaula
R3	STB	De jaula

3 Resultados

Los datos presentados representan las relaciones de protección medidas haciendo uso del equipo de prueba, que incorporó un generador de señal arbitraria con una buena relación de potencia de fugas del canal adyacente (ACLR); mejor que 50 dB en el primer canal adyacente. No se hizo ninguna corrección para tener en cuenta la probabilidad de que el equipo LTE tuviera un comportamiento de canal adyacente peor que el equipo utilizado.

Los resultados previos [1] corrigieron las relaciones de protección de acuerdo con el comportamiento fuera de banda especificado del equipo LTE y demostraron que pueden ser más significativas que la selectividad del receptor.

Las Fig. 3 a 8 representan el comportamiento de los receptores actualmente probados en presencia de interferencia transitoria proporcionada por las formas de onda EU LTE de 20 Mbit/s y 1 Mbit/s. Como referencia, también se representó el gráfico del comportamiento de los receptores con formas de onda no transitorias.

FIGURA 3

Receptor R1 desplazamiento de 11 MHz

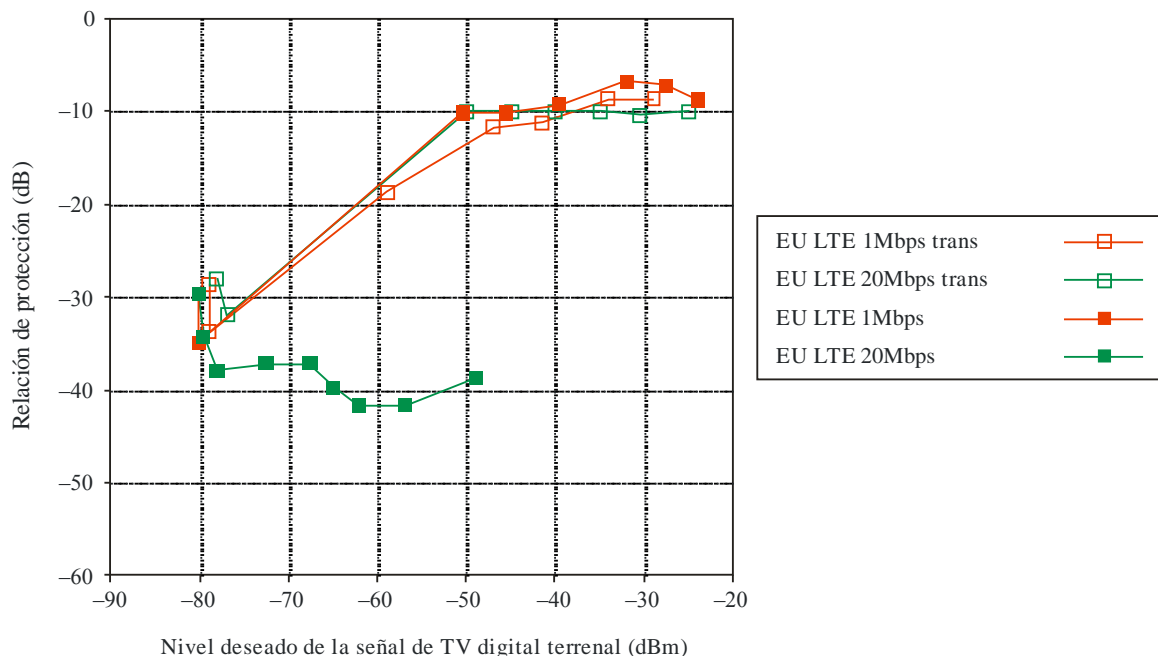
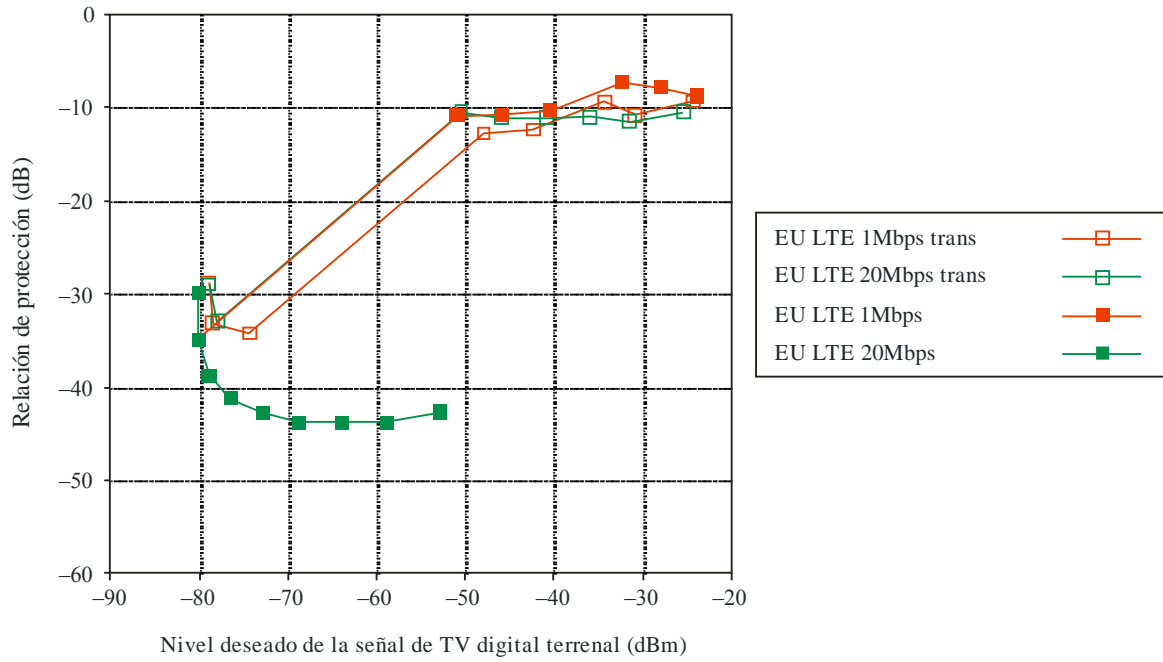
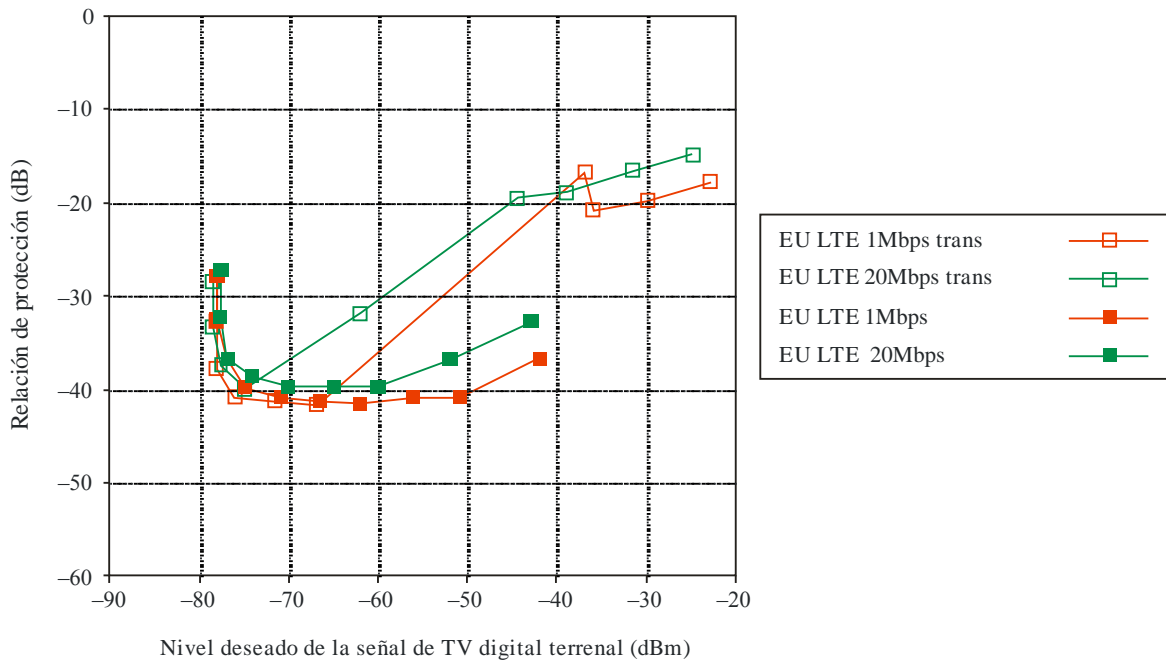


FIGURA 4
Receptor R1 desplazamiento de 18 MHz



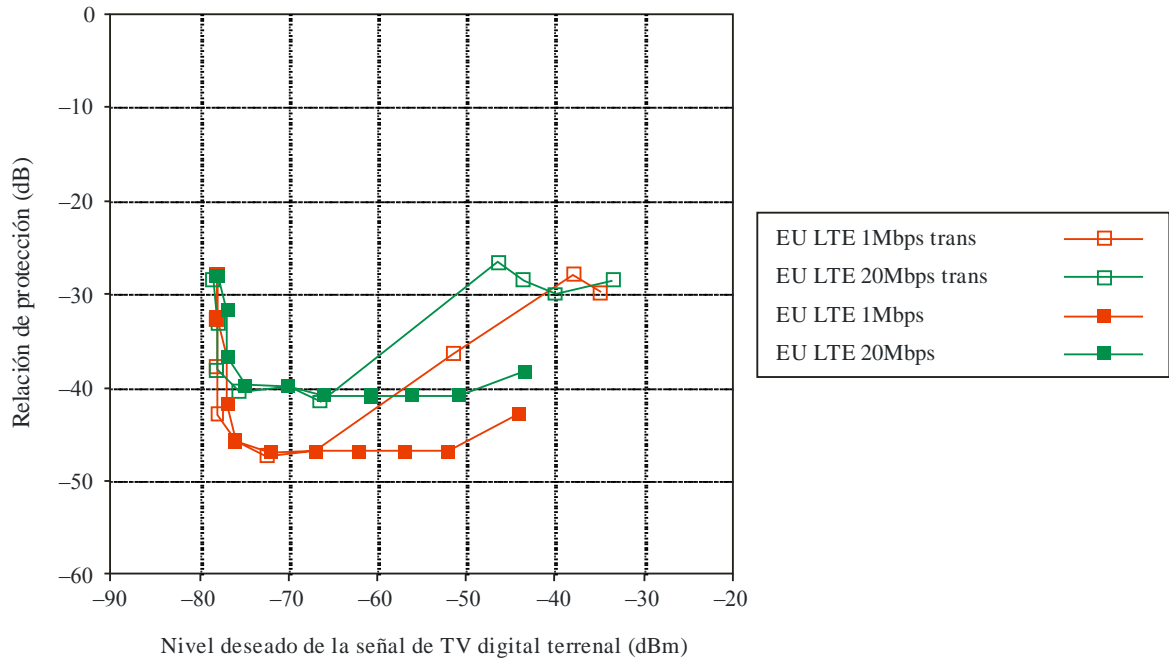
BT.2033-04

FIGURA 5
Receptor R2 desplazamiento de 11 MHz



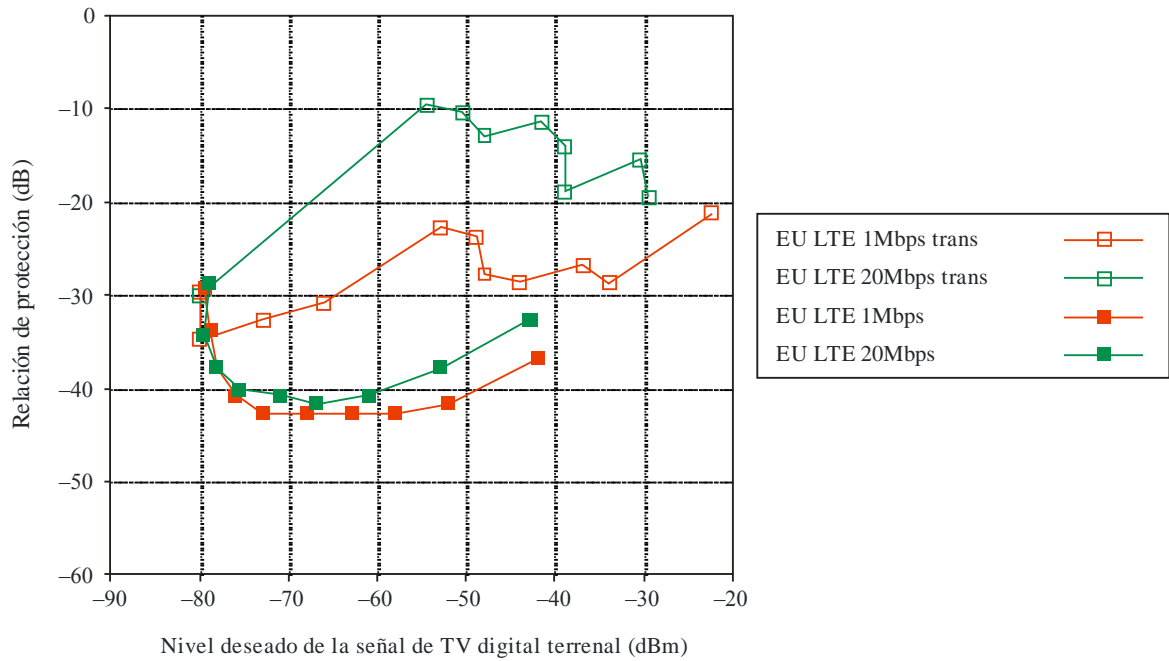
BT.2033-05

FIGURA 6
Receptor R2 desplazamiento de 18 MHz



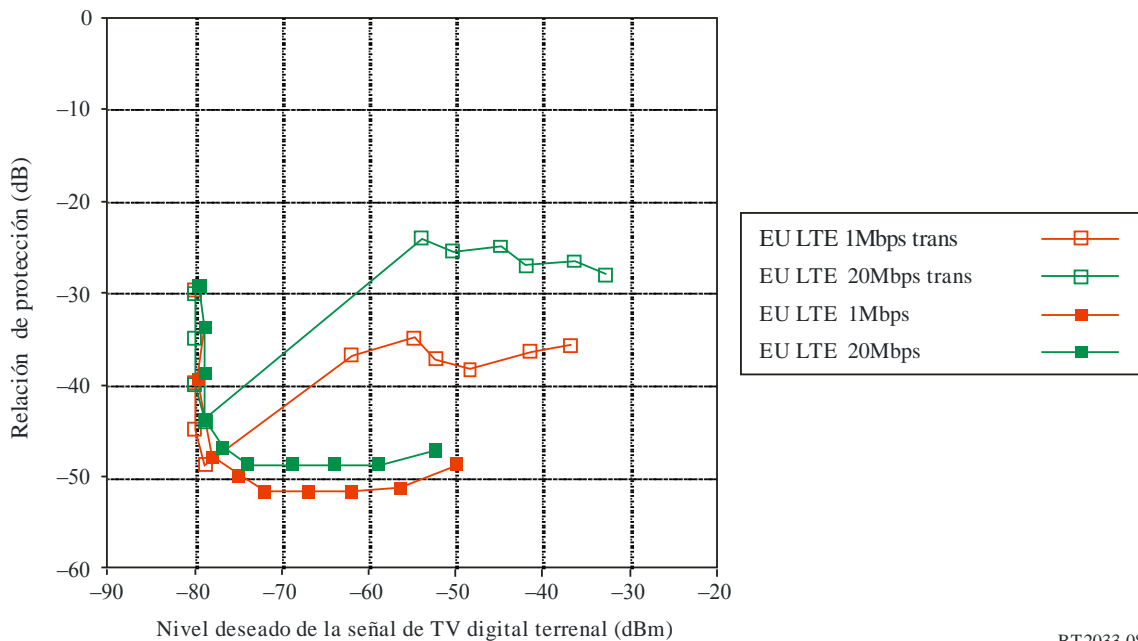
BT.2033-06

FIGURA 7
Receptor R3 desplazamiento de 11 MHz



BT.2033-07

FIGURA 8
Receptor R3 desplazamiento de 18 MHz



BT.2033-08

4 Conclusiones

Se observa que R1 se comporta inadecuadamente con la versión no transitoria de la forma de onda de tráfico bajo. Cuando se utiliza la versión transitoria de la forma de onda, se observa un comportamiento similar al caso de tráfico bajo no transitorio. No se produce ninguna mejora al aumentar el desplazamiento de frecuencia.

El comportamiento de los receptores R2 y R3 es adecuado con las formas de onda convencionales incluso en la versión de tráfico bajo), pero se resiente cuando se utilizan las versiones transitorias. La relación de protección es en torno a 10-12 dB mejor cuando el desplazamiento pasa de 11 MHz a 18 MHz.

En todos los casos, la versión transitoria de la forma de onda del EU de 20 Mbit/s requiere mayor protección que la versión de 1 Mbit/s.

Los números de la relación de protección presentados en esta Recomendación se basan en mediciones realizadas mediante un generador de señal con un buen comportamiento de canal adyacente y, por tanto, deberán corregirse a fin de tener en cuenta las cifras de emisiones fuera de banda para el hardware LTE.

Aunque hasta ahora sólo se ha investigado un pequeño número de receptores, puede extraerse la importante conclusión de que ciertas unidades que previamente se pensaba que eran menos vulnerables al tráfico de baja intensidad, resultan afectadas por el carácter transitorio de la forma de onda conmutada. Como cabe esperar que esta forma de onda transitoria sea una característica de las futuras instalaciones de EU LTE, se considera importante presentar ahora estos resultados provisionales basados en mediciones limitadas, con la recomendación de seguir realizando nuevas mediciones.

Referencias

- [1] Documento 6A/41 – *Measured DVB-T protection ratios and overload thresholds in the presence of LTE signals*, source: British Broadcasting Corporation (UK).
- [2] ETSI EN 302 755 – *Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)*.

Adjunto 4 al Anexo 1

Tecnologías y características del sintonizador de TV

La relación de protección y el umbral de sobrecarga pueden ser muy diferentes para sintonizadores de silicio¹ y de jaula². Los sintonizadores de silicio se utilizan cada vez más en los equipos receptores de TV, incluidos los productos de alta gama como iDTV y PVR.

Como los sintonizadores de silicio y de jaula tienen distintas características de comportamiento, se aconseja a los planificadores que durante la etapa de planificación de la red consideren los volúmenes de utilización relativos de cada tipo de sintonizador y las diferencias en las características. Comparados a los sintonizadores de jaula, los de silicio no sufren degradaciones en la RP y del U_s cuando la fuente de interferencia está en la FI de 36 MHz o en la frecuencia imagen $2 \times FI = 72$ MHz; sin embargo, algunos tienen unas relaciones de protección superiores para otros desplazamientos de la frecuencia de la fuente interferente

Es probable que exista una combinación de estos tipos de sintonizadores y probablemente en una proporción que cambiará con el tiempo. Esta Recomendación proporciona resultados separados para cada tipo de sintonizador. (Para más información, la explicación técnica de las diferencias figura en el Informe UIT-R BT.2215 – Medición de las relaciones de protección y del umbral de sobrecarga para los receptores de TV.)

Para el caso de bandas de guarda más amplias donde el canal imagen del sintonizador de jaula puede no coincidir con N+9, el comportamiento de la RP y el U_s puede estimarse utilizando las cifras N+9 para el desplazamiento de frecuencia cuando aparece el canal imagen y las cifras N+8 para desplazamientos de frecuencia próximos que están cerca del desplazamiento de frecuencia del canal imagen pero no en él.

¹ Los sintonizadores de «silicio» se basan en sintonizadores de CI que incorporan toda la circuitería de sintonización en un pequeño paquete que se incorpora directamente a las placas principales. Los circuitos sintonizados pueden estar completamente ausentes o pueden integrarse en el silicio. El chip de silicio puede ir protegido contra fuentes electromagnéticas externas mediante una tapa metálica. Si se integra en el silicio debe llegarse a una solución de compromiso en el comportamiento cuando se compara con los esquemas clásicos discretos. Las unidades medidas representan una combinación de la primera generación y la última en el mercado. Esta tecnología aún se encuentra en la etapa de desarrollo.

² Los sintonizadores de «jaula» son los clásicos sintonizadores superheterodinos alojados en una caja metálica que contiene los componentes discretos. Normalmente, hay circuitos fijos y de sintonía constituidos por inductores y transistores discretos equipados generalmente con un diodo varactor para control de frecuencia. La caja metálica debe minimizar la interferencia de RF y eliminar la diafonía y la radiación parásita.

Anexo 2 (Normativo)

Criterios de planificación, incluidas las relaciones de protección, para los sistemas de televisión digital terrenal DVB de segunda generación en las bandas de ondas métricas/decimétricas para un ancho de banda del canal de 6 MHz

1 Relaciones de protección para las señales de televisión digital terrenal deseadas DVB-T2 de 6 MHz

En los siguientes cuadros se muestran las relaciones de protección de una señal de televisión digital terrenal DVB-T2 interferida por una señal LTE-EB:

- 1) señal de televisión digital terrenal deseada DVB-T2 de 6 MHz;
- 2) señal de televisión digital terrenal deseada ISDB-T de 6 MHz;
- 3) señal de televisión analógica terrenal NTSC de 6 MHz.

Se indican las relaciones de protección del canal de Rice, que modeliza la recepción fija en tejados utilizando una antena direccional.

1.1 Relaciones de protección para una señal DVB-T2 deseada interferida por una señal de televisión digital terrenal

Las relaciones de protección cocanal dependen de la modulación y de la tasa FEC de la señal deseada. Ni el tamaño de la FFT de la señal interferente ni la utilización del modo de ancho de banda ampliada afectan las relaciones de protección cocanal.

En el Cuadro 21 se muestran los valores recomendados. El efecto del diagrama piloto puede considerarse despreciable debido a que las variaciones son del orden de decenas de dB.

CUADRO 21

Relaciones de protección cocanal (dB) de una señal DVB-T2 (canal de Rice) interferida por una señal DVB-T2 (BW = 6 MHz)

Modulación	Tasa FEC	Relación de protección	Modulación	Tasa FEC	Relación de protección
MDP-4	1/2	6	MAQ-64	1/2	13
MDP-4	3/5	6	MAQ-64	3/5	15
MDP-4	2/3	7	MAQ-64	2/3	16
MDP-4	3/4	8	MAQ-64	3/4	18
MDP-4	4/5	8	MAQ-64	4/5	19
MDP-4	5/6	9	MAQ-64	5/6	20
MAQ-16	1/2	11	MAQ-256	1/2	17
MAQ-16	3/5	12	MAQ-256	3/5	20
MAQ-16	2/3	13	MAQ-256	2/3	21
MAQ-16	3/4	14	MAQ-256	3/4	23
MAQ-16	4/5	15	MAQ-256	4/5	24
MAQ-16	5/6	16	MAQ-256	5/6	26

Las relaciones de protección adyacentes para señales deseadas DVB-T2 interferidas por señales DVB-T2 se ven afectadas por la modulación y la tasa FEC de la señal deseada.

El Cuadro 22 muestra las relaciones de protección para el canal adyacente inferior y superior.

CUADRO 22

**Relaciones de protección del canal adyacente (dB) para una señal deseada DVB-T2
(canal de Rice) interferida por una señal DVB-T2 (BW = 6 MHz)**

Modulación	Tasa FEC	Relación de protección $N \pm 1$	Modulación	Tasa FEC	Relación de protección $N \pm 1$
MDP-4	1/2	-43	MAQ-64	1/2	-39
MDP-4	3/5	-43	MAQ-64	3/5	-39
MDP-4	2/3	-42	MAQ-64	2/3	-39
MDP-4	3/4	-42	MAQ-64	3/4	-39
MDP-4	4/5	-42	MAQ-64	4/5	-37
MDP-4	5/6	-42	MAQ-64	5/6	-35
MAQ-16	1/2	-42	MAQ-256	1/2	-39
MAQ-16	3/5	-42	MAQ-256	3/5	-38
MAQ-16	2/3	-41	MAQ-256	2/3	-36
MAQ-16	3/4	-40	MAQ-256	3/4	-33
MAQ-16	4/5	-40	MAQ-256	4/5	-31
MAQ-16	5/6	-40	MAQ-256	5/6	-29

Las relaciones de protección coconal para señal deseada DVB-T2 interferida por una señal ISDB-T se muestran en el Cuadro 23. Estas relaciones de protección se ven afectadas principalmente por la modulación y la tasa de codificación de la señal útil.

La norma ISDB-T tiene un desplazamiento de frecuencias opcional de +1/7 MHz. Este desplazamiento tiene un efecto sobre las relaciones de protección, como se explica en la Nota 1 del Cuadro 23 y la Nota 1 del Cuadro 24.

CUADRO 23

**Relaciones de protección cocanal (dB) para una señal deseada DVB-T2
(canal de Rice) interferida por una señal ISDB-T (BW = 6 MHz)
(Véase la Nota 1)**

Modulación	Tasa FEC	Relación de protección	Modulación	Tasa FEC	Relación de protección
MDP-4	1/2	6	MAQ-64	1/2	13
MDP-4	3/5	6	MAQ-64	3/5	15
MDP-4	2/3	7	MAQ-64	2/3	16
MDP-4	3/4	8	MAQ-64	3/4	18
MDP-4	4/5	8	MAQ-64	4/5	19
MDP-4	5/6	9	MAQ-64	5/6	20

CUADRO 23 (*Fin*)

Modulación	Tasa FEC	Relación de protección	Modulación	Tasa FEC	Relación de protección
MAQ-16	1/2	11	MAQ-256	1/2	17
MAQ-16	3/5	12	MAQ-256	3/5	20
MAQ-16	2/3	13	MAQ-256	2/3	21
MAQ-16	3/4	14	MAQ-256	3/4	23
MAQ-16	4/5	15	MAQ-256	4/5	24
MAQ-16	5/6	16	MAQ-256	5/6	26

NOTA 1 – En el caso de la señal ISDB-T con un desplazamiento de frecuencia +1/7 MHz, las relaciones de protección cocanal deben disminuirse en 1 dB.

En el Cuadro 24 se muestra las relaciones de protección del canal adyacentes para la señal deseada DVB-T2 interferida por una señal ISDB-T. Estas relaciones de protección se ven afectadas por la modulación y la tasa FEC de la señal útil y el desplazamiento opcional en la señal interferente.

CUADRO 24

Relaciones de protección del canal adyacente (dB) para una señal deseada DVB-T2 (canal de Rice) interferida por una señal ISDB-T (BW = 6 MHz) (Véase la Nota 1)

Modulación	Tasa FEC	Relación de protección $N \pm 1$
MDP-4	1/2	-46
MDP-4	3/5	-46
MDP-4	2/3	-45
MDP-4	3/4	-45
MDP-4	4/5	-45
MDP-4	5/6	-45
MAQ-16	1/2	-45
MAQ-16	3/5	-45
MAQ-16	2/3	-44
MAQ-16	3/4	-43
MAQ-16	4/5	-43
MAQ-16	5/6	-43
MAQ-64	1/2	-42
MAQ-64	3/5	-42
MAQ-64	2/3	-42
MAQ-64	3/4	-42
MAQ-64	4/5	-40

CUADRO 24 (Fin)

Modulación	Tasa FEC	Relación de protección $N \pm 1$
MAQ-64	5/6	-38
MAQ-256	1/2	-42
MAQ-256	3/5	-41
MAQ-256	2/3	-39
MAQ-256	3/4	-36
MAQ-256	4/5	-34
MAQ-256	5/6	-32

NOTA 1 – En el caso de la señal ISDB-T con un desplazamiento de frecuencia de +1/7 MHz, las relaciones de protección del canal adyacente inferior deben reducirse en 1 dB y las relaciones de protección del canal adyacente superior deben aumentarse en 2 dB.

1.2 Relaciones de protección de una señal DVB-T2 interferida por una señal de televisión analógica terrenal

En el caso de una señal de televisión digital terrenal DVB-T2 interferida por una señal de televisión analógica, las relaciones de protección cocanal dependen de la modulación y de la tasa FEC de la señal DVB-T2.

En el Cuadro 25 se muestran los valores basados en la modulación y la tasa FEC.

CUADRO 25

Relaciones de protección cocanal (dB) para una señal deseada DVB-T2 (canal de Rice) interferida por una señal de televisión analógica terrenal NTSC (BW = 6 MHz)

Modulación	Tasa FEC	Relación de protección	Modulación	Tasa FEC	Relación de protección
MDP-4	1/2	-13	MAQ-64	1/2	-5
MDP-4	3/5	-12	MAQ-64	3/5	-3
MDP-4	2/3	-11	MAQ-64	2/3	-1
MDP-4	3/4	-9	MAQ-64	3/4	2
MDP-4	4/5	-9	MAQ-64	4/5	4
MDP-4	5/6	-7	MAQ-64	5/6	5
MAQ-16	1/2	-10	MAQ-256	1/2	-3
MAQ-16	3/5	-8	MAQ-256	3/5	2
MAQ-16	2/3	-8	MAQ-256	2/3	3
MAQ-16	3/4	-5	MAQ-256	3/4	6
MAQ-16	4/5	-4	MAQ-256	4/5	6
MAQ-16	5/6	-5	MAQ-256	5/6	9

En el caso de interferencia en el canal adyacente, las relaciones de protección se ven principalmente afectadas por los mismos factores que en el caso cocanal, es decir, la modulación y la tasa FEC de la señal útil DVB-T2.

En el Cuadro 26 se presentan los valores de los canales $N \pm 1$ adyacentes superior e inferior.

En el caso de $N \pm 2$ canales adyacentes se han efectuado mediciones para las configuraciones MAQ-64 3/5 y MAQ-64 3/4. Los valores de la relación de protección son -39 dB y -35 dB respectivamente.

CUADRO 26

Relaciones de protección de $N \pm 1$ canales adyacentes (dB) para la señal deseada DVB-T2 (canal de Rice) interferida por una señal de televisión analógica terrenal NTSC (BW = 6 MHz)

Modulación	Tasa FEC	Relación de protección $N \pm 1$	Modulación	Tasa FEC	Relación de protección $N \pm 1$
MDP-4	1/2	-1	MAQ-64	1/2	-29
MDP-4	3/5	-39	MAQ-64	3/5	-27
MDP-4	2/3	-36	MAQ-64	2/3	-25
MDP-4	3/4	-33	MAQ-64	3/4	-22
MDP-4	4/5	-32	MAQ-64	4/5	-20
MDP-4	5/6	-30	MAQ-64	5/6	-19
MAQ-16	1/2	-34	MAQ-256	1/2	-25
MAQ-16	3/5	-32	MAQ-256	3/5	-22
MAQ-16	2/3	-29	MAQ-256	2/3	-20
MAQ-16	3/4	-27	MAQ-256	3/4	-17
MAQ-16	4/5	-26	MAQ-256	4/5	-16
MAQ-16	5/6	-24	MAQ-256	5/6	-14

Anexo 3
(Informativo)

Resultados de pruebas adicionales

1 Resultados de pruebas adicionales en el Reino Unido

En el Reino Unido se ha realizado un conjunto de mediciones sobre el comportamiento de los receptores de TV en presencia de señales de estaciones de base LTE para soportar una prueba de funcionamiento real y posteriormente se ha llevado a cabo el análisis y la evaluación del modelo.

El informe sobre las mediciones de la relación de protección para las estaciones de base LTE en la recepción de DVB-T y T2 de forma comparativa se adjunta en un fichero word que aparece a continuación.

La prueba cubrió los modos de recepción en un techo fijo utilizado en el Reino Unido. Para DVB-T se trata de 8 k en MAQ-64 2/3 utilizando MPEG-2 mientras que para DVB-T2 el modo es 32 k en MAQ-256 2/3 con MPEG-4. Las transmisiones se realizaron en canales de 8 MHz de anchura de banda del sistema de exploración europeo normalizado. Los dos modos de modulación de la transmisión se eligieron para dar casi la misma cobertura de transmisión y esto se ha probado en la práctica durante la transferencia digital en curso llevada a cabo en el Reino Unido.

Las señales de estación de base LTE se registraron desde una unidad real en los formatos de plena carga e inactivo y podían reproducirse a través de un generador de señal y amplificador más filtrado. La plantilla de transmisión de la señal de 10 MHz LTER se fijó para adaptarse a la Decisión de la CE 2010/267/EU para la banda de 800 MHz.

Las unidades probadas incluían aparatos de TV, adaptadores y un grabador de vídeo personal con sintonizadores gemelos.



Microsoft-Office.doc

c

2 Resultados de prueba adicional de la Federación de Rusia

La contribución adjunta presenta los resultados de la evaluación comparativa preliminar de las características del sistema DVB-T y DVB-T2 basándose en las mediciones llevadas a cabo en la Federación de Rusia.



extract from
6A-592.docx

Anexo 4 (Normativo)

Otros factores de planificación

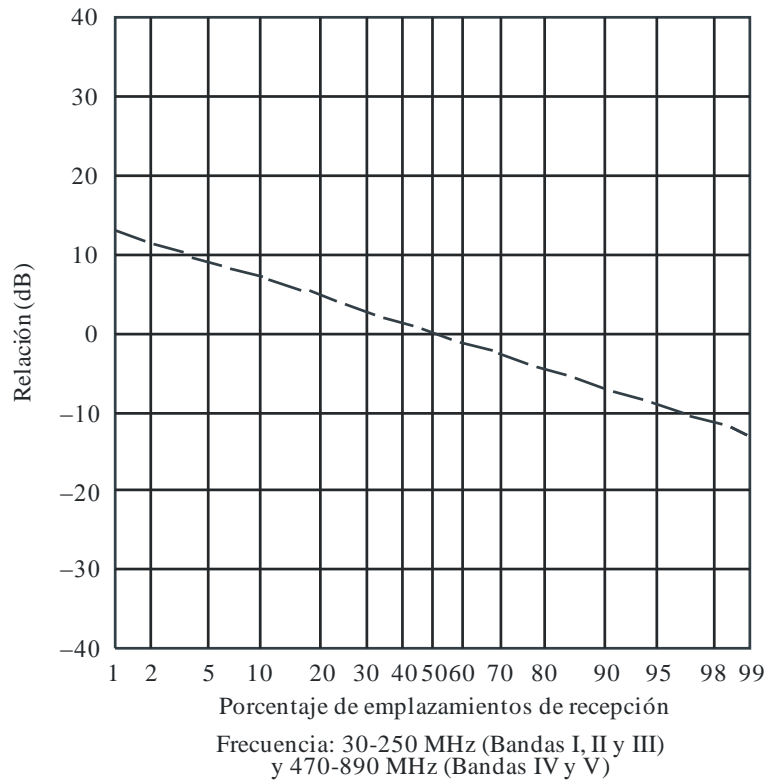
1 Distribución de la intensidad de campo con la ubicación

Cabe esperar que las distribuciones de la intensidad de campo con la ubicación para señales de televisión digital no serán las mismas que las aplicables a las señales de televisión analógica. La Recomendación UIT-R P.1546 incluye la desviación típica para el caso digital y el analógico en los Cuadros 1, 2 y 3 para 100 MHz, 600 MHz y 2 000 MHz, respectivamente.

Los resultados de los estudios de propagación para sistemas digitales se dan en la Fig. 9 para las bandas de ondas métricas y decimétricas. La Figura corresponde a una desviación típica de 5,5 dB. Estos resultados pueden también utilizarse para obtener las curvas de predicción de propagación para porcentajes de ubicaciones distintos del 50%. Para porcentajes de emplazamiento distintos del 50% en sistemas analógicos y digitales en los que la anchura de banda del sistema digital es superior a 1,5 MHz, véase la Recomendación UIT R P.1546.

FIGURA 9

Relación (dB) entre la intensidad de campo para un porcentaje cualquiera de emplazamientos de recepción y la intensidad de campo para el 50% de emplazamientos de recepción



BT.2033-05

2 Recepción utilizando equipos receptores portátiles dentro de edificios y vehículos

2.1 Atenuación debida a la altura: L_h

Para trayectos terrestres, las curvas de la Recomendación UIT-R P.1546 proporcionan los valores de intensidad de campo para una altura de la antena receptora por encima del suelo igual a la *altura representativa* de la cubierta del terreno en torno al emplazamiento de la antena receptora. Sujeto a un mínimo valor de la altura de 10 m, las alturas de los ejemplos de referencia son de 20 m para una zona urbana, 30 m para una zona urbana densa y 10 m para una zona suburbana (para trayectos marítimos, el valor teórico es 10 m).

Si la altura de la antena receptora es distinta de la altura representativa, se aplica una corrección a la intensidad de campo tomada de las curvas de la Recomendación UIT-R P.1546 de acuerdo con un procedimiento indicado en la propia Recomendación.

2.2 Pérdidas debidas a la penetración en edificios: L_b

Las pérdidas debidas a la penetración en un edificio dependen en gran medida del material con que esté construido el edificio, del ángulo de incidencia y de la frecuencia. También debe tenerse en cuenta si la recepción es en una sala interior o en una situada cerca de un muro exterior. Las pérdidas debidas a la penetración en edificios se definen como la diferencia (dB) entre el valor mediano de la intensidad de campo dentro del edificio a una determinada altura con respecto al suelo y el valor mediano de la intensidad de campo fuera del edificio a la misma altura con respecto al suelo.

Si bien no se dispone de una sola fórmula completa para calcular las pérdidas de penetración en un edificio, en la Recomendación UIT-R P.679 aparece información estadística útil sobre pérdidas medidas en varios tipos de edificios a frecuencias comprendidas entre unos 500 MHz y 5 GHz. En la Recomendación UIT-R P.1238 se consideran las pérdidas de propagación en el interior del edificio debidas a los techos y a las paredes.

Se ha medido una gran variedad de pérdidas debidas a la penetración en edificios. En el Cuadro 27 se distinguen tres clases de probabilidades relativas de lograr la recepción en interiores y los correspondientes valores medianos y de la desviación típica de las pérdidas por penetración en edificios, para la misma intensidad de campo en el exterior, en ondas decimétricas.

CUADRO 27

**Variaciones de las pérdidas por penetración en edificios
en las Bandas IV/V de ondas decimétricas**

Clasificación de las probabilidades relativas de lograr la recepción en interiores	Valor mediano de las pérdidas por penetración en edificios (dB)	Desviación típica (dB)
Alta	7	5
Media	11	6
Baja	15	7

Ejemplos de edificios con diferentes probabilidades relativas de lograr la recepción en el interior:

Alta:

- edificio residencial a las afueras sin ventanas de vidrio metalizado;
- habitación con una ventana que da al muro exterior en un apartamento en entorno urbano.

Media:

- habitación exterior en entorno urbano con ventanas de vidrio metalizado;
- habitaciones en el interior de un apartamento en entorno urbano.

Baja:

- habitaciones en el interior de edificios de oficinas.

Para la planificación de un servicio concreto podrían emplearse, si se dispone de ellos, valores más precisos obtenidos mediante mediciones locales.

2.3 Pérdidas por penetración en vehículos: L_v

En la recepción con un dispositivo de bolsillo en el interior de un vehículo debe tenerse en cuenta la atenuación debida al chasis del propio vehículo. La atenuación normal en el interior de vehículos para las Bandas IV/V de ondas decimétricas, según la experiencia obtenida en la telefonía celular, es de 6 dB.

3 Discriminación de la antena de recepción

En la Recomendación UIT-R BT.419 se da información relativa a la directividad y a la discriminación de polarización de las antenas de recepción domésticas.

4 Antenas para receptores portátiles y móviles

4.1 Antenas para la recepción con terminales portátiles

Se han medido diversas ganancias de antena para diferentes tipos. Los valores típicos de la ganancia de la antena son los siguientes:

CUADRO 28

Ganancia de antena (dBd) para receptores portátiles

Banda	Ganancia (dBd)
Ondas métricas, Banda III	-2
Ondas decimétricas, Banda IV	0
Ondas decimétricas, Banda V	0

No se prevé la discriminación de polarización.

4.2 Antenas para la recepción con terminales de bolsillo

La antena en un terminal de bolsillo tiene que estar integrada en la estructura del terminal y, por tanto, ha de ser pequeña con respecto a la longitud de onda. Según la concepción actual del problema de diseño, el caso más desfavorable de la ganancia de antena se presenta en la parte inferior de la banda de ondas decimétricas. En el Cuadro 29 se indica la ganancia de la antena para tres frecuencias en la banda de ondas decimétricas. La ganancia nominal de la antena entre estas frecuencias puede calcularse mediante interpolación lineal.

CUADRO 29

Ganancia de antena (dBd) para receptores de bolsillo

Frecuencia (MHz)	Ganancia (dBd)
474	-12
698	-9
858	-7

Por lo general, no se prevé la discriminación de polarización en este tipo de antenas de recepción con terminales portátiles y, por tanto, el diagrama de radiación en el plano horizontal es omnidireccional.

4.3 Antenas para recepción con terminales móviles

En la práctica, la antena normal para la recepción en vehículos es una antena monopolo de 1/4 de longitud de onda, cuyo plano de tierra es el techo metálico. La ganancia de antena para ángulos de incidencia normales depende de la posición de la antena en el techo. En los sistemas de antena pasivos, los valores esperados son los del Cuadro 30.

CUADRO 30

Ganancia de antena (dBd) para receptores móviles

Frecuencia (MHz)	Ganancia (dBd)
Ondas métricas, Banda III	-5
Ondas decimétricas, Banda IV	-2
Ondas decimétricas, Banda V	-1

La discriminación de polarización es, en teoría, entre 4 y 10 dB en función de la posición de la antena en el techo.

5 Ruido artificial

A efectos de planificación se emplean las cifras de ruido artificial que figuran en los Cuadros 31 y Cuadro 32.

CUADRO 31

Margen de ruido artificial utilizado en los cálculos para zonas urbanas

Urbana	Banda III	Bandas IV/V
Margen de ruido artificial		
Valor correspondiente para una antena integrada en un receptor portátil de bolsillo	0	0
Valor correspondiente para una antena externa* en un receptor portátil de bolsillo	1	0
Valor correspondiente para una antena de tejado	2 dB	0 dB
Valor correspondiente para una antena adaptada de receptores portátiles y móviles	8 dB	1 dB

* Microteléfonos telescópicos o alámbricos.

CUADRO 32

Margen de ruido artificial utilizado en los cálculos para zonas rurales

Rural	Banda III	Bandas IV/ V
Margen de ruido artificial		
Valor correspondiente para una antena integrada en un receptor portátil de bolsillo	0	0
Valor correspondiente para una antena externa* en un receptor portátil de bolsillo	0	0
Valor correspondiente para una antena de tejado	2 dB	0 dB
Valor correspondiente para una antena adaptada de receptores portátiles y móviles	5 dB	0 dB

* Microteléfonos telescópicos o alámbricos.

Anexo 5 (Informativo)

Métodos de evaluación del punto de fallo

1 Método de punto de fallo subjetivo para las mediciones de relación de protección

Para receptores domésticos puede no ser posible medir la BER y, por tanto, se ha propuesto un nuevo método denominado método de punto de fallo subjetivo para las mediciones de relación de protección de forma unificada. El criterio de calidad para las mediciones de protección consiste en encontrar un límite preciso para la imagen sin error en la pantalla de televisión. La relación de protección RF para una señal DVB-T2 deseada es un valor de la relación señal deseada/señal no deseada a la entrada del receptor, determinado por el método de punto de fallo subjetivo, redondeado al valor entero superior.

El método de punto de fallo subjetivo corresponde a la calidad de la imagen en la que no se distingue más de un error en la imagen, durante un periodo medio de observación de 20 s a 30 s. El ajuste de los niveles de las señales deseada y no deseada para el método de punto de fallo subjetivo debe realizarse en pequeños pasos, normalmente en pasos de 0,1 dB. Para una fuente interferente tipo ruido la diferencia en un valor de la relación señal deseada/señal no deseada entre la condición casi sin error (BER posterior a la codificación BCH de 1×10^{-11}) y el método de punto de fallo subjetivo es inferior a 1 dB debido a la abrupta característica de cascada de la decodificación LDPC. Históricamente los valores de la relación de protección para señales de televisión digital deseadas se miden con una potencia a la entrada del receptor de -60 dBm. Cuando es posible, las relaciones de protección para los sistemas de TV digital se obtienen a partir de mediciones utilizando una gama de niveles de señal, como se describe en la metodología recomendada (Informe UIT-R BT-2215).

Se propone adoptar el método de punto de fallo subjetivo para la evaluación de todos los sistemas DTTB. (Para el sistema digital RDSI-T este método se estudiará en Japón.)

Anexo 6 (Normativo)

Interferencia troposférica e interferencia continua

1 Interferencia troposférica e interferencia continua

Cuando se utilizan las relaciones de protección en la planificación, es necesario determinar si, en determinadas circunstancias, hay que considerar la interferencia como troposférica o como continua. Esto se puede hacer comparando los campos de perturbación de las dos condiciones, definiendo los campos de perturbación como la intensidad de campo del transmisor interferente (en su correspondiente p.r.a.) incrementado por la relación de protección pertinente.

Por tanto, el campo de perturbación para la interferencia continua es:

$$E_C = E(50, 50) + P + A_C$$

y el campo de perturbación para la interferencia troposférica:

$$E_T = E(50, t) + P + A_T$$

siendo:

$E(50, t)$: intensidad de campo (dB(μ V/m)) de un transmisor interferente, normalizado a 1 kW, y superado durante el t % del tiempo

P : p.r.a. (dB(1 kW)) del transmisor interferente

A : relación de protección (dB)

C y T : interferencia continua y troposférica, respectivamente.

La relación de protección para la interferencia continua se aplica cuando el campo de perturbación resultante es mayor que el resultante de la interferencia troposférica, es decir, cuando $E_C > E_T$.

Lo que significa que A_C se utilizará en todos los casos en que:

$$E(50, 50) + A_C > E(50, t) + A_T$$
