

RECOMENDACIÓN UIT-R BT.1368-7*

Criterios para la planificación de servicios de televisión digital terrenal en las bandas de ondas métricas/decimétricas

(Cuestión UIT-R 4/6)

(1998-1998-2000-2002-2004-2005-2006-2007)

Cometido

Esta Recomendación define los criterios de planificación para varios métodos de proporcionar servicios de televisión digital terrenal en las bandas de ondas métricas/decimétricas.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que se están desarrollando sistemas para la transmisión de servicios de televisión digital terrenal (TDT) en las bandas de televisión de ondas métricas/decimétricas;
- b) que las bandas de televisión de ondas métricas/decimétricas ya están ocupadas por servicios de televisión analógica;
- c) que los servicios de televisión analógica seguirán utilizándose durante un periodo de tiempo considerable;
- d) que la disponibilidad de conjuntos coherentes de criterios de planificación acordados por las administraciones facilitará la introducción de los servicios de televisión digital terrenal,

recomienda

- 1 que los valores de las relaciones de protección y de la intensidad de campo mínima pertinentes indicados en los Anexos 1, 2 y 3 y la información adicional contenida en los Anexos 4, 5, 6 y 7 se utilicen como base para la planificación de frecuencias de los servicios de televisión digital terrenal.

Introducción

Esta Recomendación contiene los Anexos siguientes:

- Anexo 1 – Criterios de planificación de los sistemas de televisión digital terrenal ATSC en las bandas de ondas métricas/decimétricas
- Anexo 2 – Criterios de planificación de los sistemas de televisión digital terrenal DVB-T en las bandas de ondas métricas/decimétricas
- Anexo 3 – Criterios de planificación de los sistemas de televisión digital terrenal RDSI-T en las bandas de ondas métricas/decimétricas

* Las Administraciones de la República Islámica del Irán, la República Árabe Siria y los Emiratos Árabes Unidos mantienen sus reservas y no se atenderán completamente a esta Recomendación.

Anexo 4 – Otros factores de planificación

Anexo 5 – Método de comparación subjetiva con fuente interferente de referencia para la evaluación de las relaciones de protección de los sistemas de televisión terrenal analógica

Anexo 6 – Métodos de prueba para las mediciones de las relaciones de protección de señales terrenales digitales deseadas

Anexo 7 – Interferencia troposférica e interferencia continua.

Generalidades

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

El nivel de referencia de la señal digital viene dado por el valor eficaz de la potencia de la señal emitida dentro de la anchura de banda del canal. Es preferible que se mida con un medidor de potencia térmica. Todos los valores de relación de protección de señales analógicas deseadas tienen que medirse con una potencia a la entrada del receptor de -60 dBm.

El nivel de referencia de la señal de imagen con modulación analógica viene dado por el valor eficaz de la portadora de la imagen en las crestas de la envolvente de modulación. Todos los valores de relación de protección de señales analógicas deseadas se miden con una potencia a la entrada del receptor de -39 dBm (70 dB(μ V) a 75Ω).

1 Sistemas de televisión digital terrenal deseados

Las relaciones de protección de los sistemas de televisión digital terrenal (DVB-T) se aplican a interferencia continua y a interferencia troposférica. Las relaciones de protección están referidas a la frecuencia central del sistema de televisión digital terrenal deseado.

Puesto que un receptor de televisión digital ha de funcionar de manera satisfactoria en presencia de señales o canales cercanos analógicos de alto nivel, se precisa un alto grado de linealidad en el paso de entrada del receptor.

Las relaciones de protección de 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 un origen de programa común. Todavía no se han elaborado los resultados correspondientes a redes monofrecuencia (SFN, *single frequency networks*).

En el caso de sistemas de televisión digital terrenal, ATSC, las relaciones de protección se miden para una $BER = 3 \times 10^{-6}$ a la entrada del demultiplexor MPEG-2.

En el caso de sistemas de televisión digital terrenal (radiodifusión terrenal digital de señales de vídeo (DVB-T) y de radiodifusión terrenal de red digital de servicios integrados (RDSI-T)), las relaciones de protección se miden entre los códigos interno y externo, antes de la decodificación Reed Solomon, para una $BER = 2 \times 10^{-4}$, lo que corresponde a una $BER < 1 \times 10^{-11}$ a la entrada del demultiplexor MPEG-2. Para receptores domésticos quizá no sea posible medir la BER antes de la decodificación Reed Solomon. Se está estudiando la BER de ese caso.

Para reducir el número de mediciones y Cuadros, se propone que las mediciones de las relaciones de protección de los sistemas DVB-T se efectúen, preferentemente, aplicando los tres modos (véase el Cuadro 1) que se indican más abajo. Los valores de las relaciones de protección de los diferentes modos operativos requeridos para recepción fija, portátil o móvil se pueden calcular a partir de los valores medidos indicados. La fórmula de cálculo está todavía en estudio.

CUADRO 1

**Tipos de modo DVB-T preferidos para la medición
de las relaciones de protección**

Modulación	Relación de código	$C/N^{(1)}$ (dB)	Velocidad binaria⁽²⁾ (Mbit/s)
MDP-4	2/3	6,9	≈ 7
MAQ-16	2/3	13,1	≈ 13
MAQ-64	2/3	18,7	≈ 20

⁽¹⁾ Las cifras son para un canal gaussiano (incluido un margen de implementación típico) para una BER $< 1 \times 10^{-11}$.

⁽²⁾ Para una fracción del intervalo de guarda de 1/4.

2 Sistemas de televisión terrenal analógica deseados

Las mediciones de las relaciones de protección para la señal de imagen de un sistema de televisión terrenal analógica deseado deberán efectuarse, preferentemente, aplicando el método de comparación subjetiva con la fuente interferente de referencia sinusoidal que se describe en el Anexo 5.

Los valores de relación de protección citados son aplicables a la interferencia producida por una fuente única. Salvo que se indique otra cosa, las relaciones se aplican a la interferencia troposférica, T , y corresponden muy aproximadamente a una condición de degradación ligeramente molesta. Se consideran aceptables solamente si la interferencia se produce durante un pequeño porcentaje de tiempo, sin definir de manera precisa pero que por lo general se considera que se encuentra entre el 1% y el 10%. En caso de señales no deseadas prácticamente sin desvanecimiento, es necesario proporcionar un grado superior de protección y se deberán utilizar relaciones apropiadas a la interferencia continua, C (véase el Anexo 7).

Cuando la señal deseada es una señal de televisión analógica, se considerarán dos o más valores de relación de protección, uno para la relación de protección de la señal de imagen y otros para las relaciones de protección de las señales de sonido. Se utilizará entonces el valor más restrictivo.

Las señales de entrada deseadas especialmente intensas quizá requieran relaciones de protección superiores debido a los efectos no lineales en el receptor.

Para sistemas de 625 líneas, los niveles de degradación de referencia son los correspondientes a las relaciones de protección cocanal de 30 dB y 40 dB, cuando se utiliza desplazamiento de dos tercios de la frecuencia de línea (véase la Recomendación UIT-R BT.655). Estas condiciones se aproximan a notas de degradación 3 (ligeramente molesta) y 4 (perceptible pero no molesta) y se aplican a la interferencia troposférica, T , y a la interferencia continua, C , respectivamente.

ÍNDICE

Página

Anexo 1 – Criterios de planificación de los sistemas de televisión digital terrenal ATSC en las bandas de ondas métricas/decimétricas	12
1 Relaciones de protección de las señales de televisión digital terrenal ATSC deseadas	12
1.1 Protección de una señal de televisión digital terrenal ATSC interferida por una señal de televisión digital terrenal ATSC	12
1.2 Protección de un sistema de televisión digital terrenal ATSC interferido por un sistema de televisión terrenal analógica	13
1.2.1 Protección contra la interferencia cocanal	13
1.2.2 Protección contra la interferencia del canal adyacente inferior ($N - 1$)	13
1.2.3 Protección contra la interferencia del canal adyacente superior ($N + 1$)	13
1.2.4 Protección contra la interferencia de otro canal	14
2 Relaciones de protección de señales de televisión terrenal analógica deseadas interferidas por señales de televisión digital terrenal ATSC no deseadas	14
2.1 Relaciones de protección de sistemas de televisión de 525 líneas	14
2.1.1 Protección de señales de imagen interferidas por un sistema de televisión digital terrenal ATSC	14
2.2 Relaciones de protección de sistemas de televisión de 625 líneas	15
2.2.1 Protección de señales de imagen deseadas interferidas por la televisión digital terrenal ATSC	15
2.2.1.1 Protección contra la interferencia cocanal	15
2.2.1.2 Protección contra la interferencia del canal adyacente inferior	15
2.2.1.3 Protección contra la interferencia del canal adyacente superior	15
3 Relaciones de protección de las señales de sonido de las señales de televisión terrenal analógica deseadas interferidas por señales de televisión digital terrenal ATSC no deseadas	16
3.1 Protección de señales de sonido NTSC (sistema BTSC MTS y SAP) interferidas por una señal de televisión digital ATSC	16
4 Intensidades de campo mínimas para la televisión digital terrenal ATSC	16
Apéndice 1 al Anexo 1 – Obtención por el método del factor de calidad	17
Anexo 2 – Criterios de planificación de los sistemas de televisión digital terrenal DVB-T en las bandas de ondas métricas/decimétricas	19
1 Relaciones de protección para las señales de televisión digital terrenal deseadas DVB-T	19
1.1 Protección de una señal de televisión digital terrenal DVB-T interferida por una señal de televisión digital terrenal DVB-T	19

Página

1.2	Protección de un sistema de televisión digital terrenal DVB-T interferido por un sistema de televisión terrenal analógica	20
1.2.1	Protección contra la interferencia cocanal	20
1.2.2	Protección frente a la interferencia del canal adyacente inferior ($N - 1$)	21
1.2.3	Protección frente a la interferencia del canal adyacente superior ($N + 1$)	22
1.2.4	Protección contra la interferencia del canal superpuesto	22
1.3	Protección de una señal de televisión digital terrenal DVB-T contra las señales de onda continua o de MF	23
1.4	Protección de señales de televisión digital terrenal DVB-T contra señales de T-DAB	24
1.5	Protección de la DVB-T contra señales de banda amplia distintas a las de la radiodifusión terrenal	25
1.5.1	Relaciones de protección para la DVB-T interferida por el servicio fijo (sistema reubicable)	25
1.5.2	Relaciones de protección para la DVB-T interferida por sistemas AMDC ...	25
2	Relaciones de protección de las señales de televisión terrenal analógica deseadas interferidas por señales de televisión digital terrenal no deseadas DVB-T	26
2.1	Relaciones de protección de sistemas de televisión de 625 líneas	26
2.1.1	Protección de señales de imagen deseadas interferidas por señales de televisión digital terrenal DVB-T	26
2.1.1.1	Protección contra la interferencia cocanal	27
2.1.1.2	Protección contra la interferencia del canal adyacente inferior	27
2.1.1.3	Protección contra la interferencia del canal adyacente superior	27
2.1.1.4	Protección contra la interferencia del canal de imagen	28
2.1.1.5	Protección contra la interferencia superpuesta	28
3	Relaciones de protección de las señales de sonido de las señales de televisión terrenal analógica deseadas interferidas por señales de televisión digital terrenal no deseadas DVB-T	30
3.1	Protección de señales de sonido MF, MA y NICAM de los sistemas de televisión analógica interferidos por señales de televisión digital terrenal DVB-T	30
4	Relación de protección de una señal T-DAB interferida por una señal de televisión digital terrenal no deseada	32
5	Intensidades de campo mínimas para sistemas de televisión digital terrenal DVB-T, recepción fija	32
6	Valor mediano de la mínima intensidad de campo para la recepción DVB-T en terminales móviles	33
6.1	Relación C/N media necesaria para la recepción en terminales móviles	33
6.2	Factor de ruido del receptor	35

7	Valor mediano de la mínima intensidad de campo para la recepción peatonal de bolsillo en interiores, peatonal en exteriores y DVB-H móvil	35
7.1	Modelos de canal para la recepción peatonal de bolsillo en interiores y en exteriores	35
7.2	Modelo de canal para la recepción móvil.....	37
7.3	Relación C/N media necesaria para la recepción de bolsillo en interiores y en exteriores.....	37
7.4	Relación C/N media necesaria para la recepción de bolsillo en interiores y en exteriores.....	38
7.5	Factor de ruido del receptor.....	39
	Apéndice 1 al Anexo 2 – Cálculo de la mínima intensidad de campo y del valor mediano de la mínima intensidad de campo equivalente	39
	Anexo 3 – Criterios de planificación para sistemas de televisión digital terrenal RDSI-T en las bandas de ondas métricas/decimétricas	41
1	Relaciones de protección para señales deseadas de televisión digital terrenal RDSI-T	41
1.1	Protección de una señal de televisión digital terrenal RDSI-T interferida por una señal de televisión RDSI-T.....	41
1.2	Protección de la televisión digital terrenal RDSI-T interferida por la televisión terrenal analógica.....	42
1.2.1	Protección contra la interferencia cocanal.....	42
1.2.2	Protección contra la interferencia del canal adyacente inferior ($N - 1$)	43
1.2.3	Protección contra la interferencia de canal adyacente superior ($N + 1$).....	43
2	Relaciones de protección para señales deseadas de televisión terrenal analógica interferidas por señales no deseadas de televisión digital terrenal RDSI-T	44
2.1	Relaciones de protección para sistemas de televisión de 525 líneas	44
2.1.1	Protección de las señales de imagen NTSC interferidas por señales de televisión digital terrenal RDSI-T	44
3	Relaciones de protección para señales de sonido de sistemas deseados de televisión terrenal analógica interferidas por un sistema no deseado de televisión digital terrenal RDSI-T	44
3.1	Protección de las señales de sonido NTSC interferidas por una señal de televisión digital terrenal RDSI-T	44
4	Intensidades de campo mínimas para la televisión digital terrenal RDSI-T	45
	Apéndice 1 al Anexo 3 – Obtención por el método del factor de calidad	46

Página

Anexo 4 – Otros factores de planificación.....	48
1 Distribución de la intensidad de campo con la ubicación.....	48
2 Recepción utilizando equipos receptores portátiles dentro de edificios y vehículos....	49
2.1 Atenuación debido a la altura: L_h	49
2.2 Pérdidas debidas a la penetración en edificios: L_b	49
2.3 Pérdidas por penetración en vehículos: L_v	50
3 Discriminación de la antena de recepción	50
4 Antenas para receptores portátiles y móviles	50
4.1 Antenas para la recepción con terminales portátiles	50
4.2 Antenas para la recepción con terminales de bolsillo	50
4.3 Antenas para recepción con terminales móviles	51
Anexo 5 – Método de comparación subjetiva con fuente interferente de referencia para la evaluación de las relaciones de protección de los sistemas de televisión terrenal analógica.....	52
1 Introducción.....	52
2 El método de comparación subjetiva de evaluación de las relaciones de protección utilizando una referencia sinusoidal	52
2.1 Descripción general	52
2.2 Realización de la fuente interferente de referencia	53
2.3 Condiciones de prueba	54
2.4 Presentación de los resultados	54
3 Cuadro de parámetros importantes	54
Anexo 6 – Métodos de prueba para las mediciones de las relaciones de protección de señales terrenales digitales deseadas	55
1 Antecedentes.....	55
2 Método de punto de fallo subjetivo para las mediciones de relación de protección	55
Anexo 7 – Interferencia troposférica e interferencia continua.....	56

Lista de Cuadros

Página

Cuadro 1 – Tipos de modo DVB-T preferidos para la medición de las relaciones de protección.....	3
Cuadro 2 – Relaciones de protección cocanal (dB) de una señal ATSC interferida por una señal ATSC	12
Cuadro 3 – Relaciones de protección (dB) de un sistema ATSC interferido por una señal ATSC en los canales adyacentes inferior ($N - 1$) y superior ($N + 1$).....	12
Cuadro 4 – Relaciones de protección (dB) de una señal ATSC interferida por una señal ATSC en el canal $N \pm 2$ y en otros canales fuera de banda.....	12
Cuadro 5 – Relaciones de protección cocanal (dB) de una señal ATSC interferida por una señal de televisión analógica	13
Cuadro 6 – Relaciones de protección (dB) contra la interferencia del canal adyacente inferior ($N - 1$) para una señal ATSC interferida por una señal de televisión analógica que incluye sonido	13
Cuadro 7 – Relaciones de protección (dB) contra la interferencia del canal adyacente superior ($N + 1$) de una señal ATSC interferida por una señal de televisión analógica.....	13
Cuadro 8 – Relaciones de protección (dB) de una señal ATSC de 6 MHz interferida por una señal M/NTSC en otros canales fuera de banda.....	14
Cuadro 9 – Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada (NTSC de 6 MHz) interferida por una señal ATSC no deseada	14
Cuadro 10 – Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada interferida por una señal ATSC de 6 MHz no deseada	15
Cuadro 11 – Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada interferida por una señal ATSC de 6 MHz (canal adyacente inferior).....	15
Cuadro 12 – Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada interferida por una señal ATSC de 6 MHz (canal adyacente superior)	15
Cuadro 13 – Obtención por el método del factor de calidad – Sistema ATSC de 6 MHz.....	16
Cuadro 14 – Relaciones de protección cocanal (dB) de una señal DVB-T interferida por una señal DVB-T.....	19
Cuadro 15 – Relaciones de protección (dB) de una señal DVB-T interferida por una señal DVB-T en los canales adyacentes inferior ($N - 1$) y superior ($N + 1$).....	20
Cuadro 16 – Relaciones de protección cocanal (dB) de señales DVB-T de 7 y 8 MHz interferidas por señales de televisión analógica (en condición de frecuencia no controlada).....	20

Cuadro 17 – Relaciones de protección (dB) frente a la interferencia del canal adyacente inferior ($N - 1$) de señales DVB-T a 7 y 8 MHz interferidas por señales de televisión analógica que incluyen sonido.....	21
Cuadro 18 – Relaciones de protección (dB) frente a la interferencia del canal adyacente superior ($N + 1$) de señales DVB-T de 7 y 8 MHz interferidas por una señal de televisión analógica	22
Cuadro 19 – Relaciones de protección (dB) de una señal DVB-T de 8 MHz interferida por una señal PAL B superpuesta que incluye sonido.....	22
Cuadro 20 – Relaciones de protección (dB) de una señal DVB-T de 7 MHz interferida por una señal de televisión analógica de 7 MHz superpuesta que incluye sonido	22
Cuadro 21 – Relaciones de protección (dB) para una señal DVB-T de 7 MHz interferida por una señal de televisión analógica de 8 MHz superpuesta que incluye sonido	23
Cuadro 22 – Relaciones de protección (dB) para una señal DVB-T de 8 MHz interferida por una señal de televisión analógica de 8 MHz superpuesta que incluye sonido	23
Cuadro 23 – Relaciones de protección cocanal (dB) de una señal DVB-T de 8 MHz, MAQ-64 y relación de código de 2/3 interferidos por una portadora de onda continua o de MF (separación de frecuencia no controlada)	23
Cuadro 24 – Relaciones de protección cocanal (dB) de una señal DVB-T de 7 MHz, MAQ-64 y relación de código de 2/3 interferidos por una portadora de onda continua o de MF (separación de frecuencia no controlada)	24
Cuadro 25 – Relaciones de protección cocanal (dB) de una señal DVB-T de 7 MHz, MAQ-64 y relación de código de 2/3 interferidos por una portadora de onda continua (separación de frecuencia no controlada).....	24
Cuadro 26 – Relaciones de protección cocanal (dB) para señales DVB-T de 7 MHz y 8 MHz interferidas por una señal de T-DAB	24
Cuadro 27 – Relaciones de protección cocanal (dB) para señales DVB-T de 7 MHz y 8 MHz interferidas por una señal de T-DAB en los canales adyacentes inferior ($N - 1$) o superior ($N + 1$).....	25
Cuadro 28 – Relaciones de protección para una señal DVB-T de 8 MHz, MAQ-64 y tasa de codificación 2/3 interferida por emisiones del servicio fijo	25
Cuadro 29 – Relaciones de protección para una señal DVB-T de 8 MHz, MAQ-64 e índice de código 2/3 interferido por emisiones de AMDC-1X.....	26
Cuadro 30 – Relaciones de protección para una señal DVB-T de 8 MHz, MAQ-64 e índice de código 2/3 interferido por emisiones de AMDC-3X.....	26
Cuadro 31 – Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada interferida por una señal DVB-T de 8 MHz no deseada	27

Cuadro 32 – Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada interferida por una señal DVB-T de 7 MHz no deseada	27
Cuadro 33 – Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada interferida por señales DVB-T de 7 y 8 MHz (canal adyacente inferior)	27
Cuadro 34 – Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada interferida por señales DVB-T de 7 MHz y 8 MHz (canal adyacente superior)	27
Cuadro 35 – Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada interferida por una señal DVB-T de 8 MHz (canal de imagen)	28
Cuadro 36 – Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada interferida por una señal DVB-T de 7 MHz (canal de imagen)	28
Cuadro 37 – Relaciones de protección (dB) de señales de imagen B, D, D1, G, H, K/PAL analógicas interferidas por una señal DVB-T de 7 MHz (canales superpuestos)	28
Cuadro 38 – Relaciones de protección (dB) de señales de imagen B, D, D1, G, H, K/PAL analógicas interferidas por una señal DVB-T de 8 MHz (canales superpuestos)	29
Cuadro 39 – Relaciones de protección (dB) cocanal de una señal de sonido deseada interferida por una señal de televisión digital terrenal DVB-T	30
Cuadro 40 – Relaciones de protección (dB) de una señal de sonido MF deseada interferida por una señal DVB-T de 7 MHz (canales superpuestos)	31
Cuadro 41 – Relaciones de protección (dB) de una señal de sonido MA interferida por una señal DVB-T de 8 MHz para diferentes desplazamientos de frecuencia (canal adyacente superior)	31
Cuadro 42 – Relaciones de protección (dB) de una señal T-DAB interferida por una señal DVB-T de 8 MHz	32
Cuadro 43 – Relaciones de protección (dB) de una señal T-DAB interferida por una señal DVB-T de 7 MHz	32
Cuadro 44 – Cálculo de la intensidad de campo mínima – Sistema DVB-T de 8 MHz	32
Cuadro 45 – Relación C/N media necesaria y límites de velocidad para la recepción móvil en el caso sin diversidad	34
Cuadro 46 – Relación C/N media necesaria y límites de velocidad para la recepción móvil en el caso con diversidad	34
Cuadro 47 – Tipo de canal para medir la relación C/N media necesaria en la recepción móvil de DVB-T, caso «urbano normal»	35
Cuadro 48 – Definiciones de espectro Doppler para los canales PI y PO	36
Cuadro 49 – Definición del canal PI	36

Página

Cuadro 50 – Definición del canal PO	36
Cuadro 51 – C/N (dB) para 5% MFER en los canales PI y PO	37
Cuadro 52 – C/N (dB) DVB-H en el canal móvil para 5% MFER	38
Cuadro 53 – Relaciones de protección (dB) frente a la interferencia del canal adyacente superior ($N + 1$) para la RDSI-T de 6 MHz interferida por una señal NTSC	41
Cuadro 54 – Relaciones de protección (dB) para señales de imagen analógicas (NTSC, 6 MHz) interferidas por una señal RDSI-T	41
Cuadro 55 – Calidad del sonido correspondiente a la relación de protección de la imagen de nota de grado 3 para la señal NTSC de 6 MHz interferida por una señal RDSI-T de 6 MHz	42
Cuadro 56 – Obtención por el método de la tensión. Sistema RDSI-T de 6 MHz	42
Cuadro 57 – Variaciones de las pérdidas por penetración en edificios en las Bandas IV/V de ondas decimétricas.....	43
Cuadro 58 – Ganancia de antena (dBd) para receptores portátiles	43
Cuadro 59 – Ganancia de antena (dBd) para receptores de bolsillo	44
Cuadro 60 – Ganancia de antena (dBd) para receptores móviles	44
Cuadro 61 – Términos básicos y relaciones para el método de comparación subjetiva.....	45
Cuadro 62 – Variaciones de las pérdidas por penetración en edificios en las Bandas IV/V de ondas decimétricas.....	49
Cuadro 63 – Ganancia de antena (dBd) para receptores portátiles	50
Cuadro 64 – Ganancia de antena (dBd) para receptores de bolsillo	51
Cuadro 65 – Ganancia de antena (dBd) para receptores móviles	51
Cuadro 66 – Términos básicos y relaciones para el método de comparación subjetiva.....	54

Lista de Figuras*Página*

Figura 1 – Relación C/N media necesaria en un canal de propagación móvil	33
Figura 2 – 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.....	48
Figura 3 – Método de comparación subjetiva para la evaluación de las relaciones de protección.....	53

Anexo 1

Criterios de planificación de los sistemas de televisión digital terrenal ATSC en las bandas de ondas métricas/decimétricas

1 Relaciones de protección de las señales de televisión digital terrenal ATSC deseadas

Los Cuadros 2 a 4 y 5 a 8 muestran las relaciones de protección de una señal de televisión digital terrenal ATSC interferida por una señal de televisión digital terrenal ATSC, y por una señal de televisión terrenal analógica, respectivamente.

1.1 Protección de una señal de televisión digital terrenal ATSC interferida por una señal de televisión digital terrenal ATSC

CUADRO 2

Relaciones de protección cocanal (dB) de una señal ATSC interferida por una señal ATSC

Señal deseada	Señal no deseada
	ATSC de 6 MHz
ATSC de 6 MHz	15 19 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Basada en ruido e interferencia divididos a partes iguales.

CUADRO 3

Relaciones de protección (dB) de un sistema ATSC interferido por una señal ATSC en los canales adyacentes inferior ($N - 1$) y superior ($N + 1$)

Canal	$N - 1$	$N + 1$
ATSC de 6 MHz	-27	-27

Las relaciones de protección se dan en dB y se aplican a interferencia continua y a interferencia troposférica.

CUADRO 4

Relaciones de protección (dB) de una señal ATSC interferida por una señal ATSC en el canal $N \pm 2$ y en otros canales fuera de banda

Canal	$N \pm 2$ y otros canales fuera de banda
ATSC de 6 MHz	-58

1.2 Protección de un sistema de televisión digital terrenal ATSC interferido por un sistema de televisión terrenal analógica

1.2.1 Protección contra la interferencia cocanal

CUADRO 5

Relaciones de protección cocanal (dB) de una señal ATSC interferida por una señal de televisión analógica

Señal deseada	Señal no deseada (Señal de televisión analógica que incluye portadoras de sonido)	
	M/NTSC	PAL B
ATSC 6 MHz	2 ⁽¹⁾ 7	9
ATSC 6 MHz con una codificación en celosía concatenada de relación 1/2	1	3
ATSC 6 MHz con una codificación en celosía concatenada de relación 1/4	-2	0

⁽¹⁾ Utilizando un filtro de peine en el receptor de televisión digital y una relación C/N de 19 dB.

1.2.2 Protección contra la interferencia del canal adyacente inferior ($N - 1$)

CUADRO 6

Relaciones de protección (dB) contra la interferencia del canal adyacente inferior ($N - 1$) para una señal ATSC interferida por una señal de televisión analógica que incluye sonido

Señal deseada	Señal no deseada (Señal de televisión analógica que incluye portadoras de sonido)
	M/NTSC
ATSC de 6 MHz	-48

1.2.3 Protección contra la interferencia del canal adyacente superior ($N + 1$)

CUADRO 7

Relaciones de protección (dB) contra la interferencia del canal adyacente superior ($N + 1$) de una señal ATSC interferida por una señal de televisión analógica

Señal deseada	Señal no deseada (Señal de televisión analógica que incluye portadoras de sonido)
	M/NTSC
ATSC de 6 MHz	-49

1.2.4 Protección contra la interferencia de otro canal

CUADRO 8

Relaciones de protección (dB) de una señal ATSC de 6 MHz interferida por una señal M/NTSC en otros canales fuera de banda

Señal deseada	Señal no deseada	Canales no deseados	Relación de protección
ATSC	M/NTSC	$N \pm 2$ a $N \pm 8$	-58

2 Relaciones de protección de señales de televisión terrenal analógica deseadas interferidas por señales de televisión digital terrenal ATSC no deseadas

El Cuadro 9 y los Cuadros 10 a 12 muestran las relaciones de protección de señales de televisión analógica deseadas de 525 y 625 líneas respectivamente, interferidas por señales de televisión digital terrenal ATSC.

2.1 Relaciones de protección de sistemas de televisión de 525 líneas

2.1.1 Protección de señales de imagen interferidas por un sistema de televisión digital terrenal ATSC

En este punto, las relaciones de protección de una señal analógica deseada interferida por una señal digital ATSC no deseada se aplican sólo a la interferencia causada a las portadoras de imagen y color.

CUADRO 9

Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada (NTSC de 6 MHz) interferida por una señal ATSC no deseada

Canal digital no deseado	Interferencia troposférica de nota de degradación 3	Interferencia continua de nota de degradación 4
$N - 1$ (inferior)	-16	
N (cocanal)	34	
$N + 1$ (superior)	-17	
$N + 14$ (imagen)	-33	
$N + 15$ (imagen)	-31	
$N \pm 2$	-24	
$N \pm 3$	-30	
$N \pm 4$	-25	
$N \pm 7$	-34	
$N \pm 8$	-32	

2.2 Relaciones de protección de sistemas de televisión de 625 líneas

2.2.1 Protección de señales de imagen deseadas interferidas por la televisión digital terrenal ATSC

En este punto, las relaciones de protección de una señal analógica deseada interferida por una señal digital no deseada se aplican sólo a la interferencia causada a la señal de imagen.

Los valores de la relación de protección dados están referidos a una atenuación de espectro fuera de canal del transmisor del sistema DVB-T no deseado de 40 dB.

2.2.1.1 Protección contra la interferencia cocanal

CUADRO 10

Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada interferida por una señal ATSC de 6 MHz no deseada

Señal deseada: Sistema analógico	Señal no deseada: ATSC de 6 MHz	
	Interferencia troposférica	Interferencia continua
B/PAL	38	45

2.2.1.2 Protección contra la interferencia del canal adyacente inferior

CUADRO 11

Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada interferida por una señal ATSC de 6 MHz (canal adyacente inferior)

Señal deseada: Sistema analógico	Señal no deseada: señal ATSC de 6 MHz (canal adyacente inferior)	
	Interferencia troposférica	Interferencia continua
B/PAL	-7	-1

2.2.1.3 Protección contra la interferencia del canal adyacente superior

CUADRO 12

Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada interferida por una señal ATSC de 6 MHz (canal adyacente superior)

Señal deseada: Sistema analógico	Señal no deseada: señal ATSC de 6 MHz (canal adyacente superior)	
	Interferencia troposférica	Interferencia continua
B/PAL	-7	0

3 Relaciones de protección de las señales de sonido de las señales de televisión terrenal analógica deseadas interferidas por señales de televisión digital terrenal ATSC no deseadas

3.1 Protección de señales de sonido NTSC (sistema BTSC MTS y SAP) interferidas por una señal de televisión digital ATSC (véase la Nota 1)

En el caso de un canal digital adyacente superior no deseado $N + 1$, las señales de audio del sistema se degradan antes que la señal de imagen. El valor de la relación de protección para la interferencia en las señales de sonido BTSC MTS y SAP se midió con -12 dB. (La relación de protección de imagen para $N + 1$ es -17 dB.) El valor de la relación de protección del sonido de -12 dB corresponde al nivel de la portadora de imagen NTSC deseada.

NOTA 1 – BTSC MTS: broadcast television system committee multichannel television sound. SAP: sound audio programme.

4 Intensidades de campo mínimas para la televisión digital terrenal ATSC

CUADRO 13

Obtención por el método del factor de calidad Sistema ATSC de 6 MHz*

Parámetro de planificación ⁽¹⁾	Banda baja de ondas métricas 54-88 MHz	Banda alta de ondas métricas 174-216 MHz	Banda de ondas decimétricas 470-806 MHz
Frecuencia (MHz)	69	194	615
C/N (dB)	19,5 ⁽²⁾	19,5 ⁽²⁾	19,5 ⁽²⁾
k (dB)	-228,6	-228,6	-228,6
B (dB(Hz)) (6 MHz)	67,8	67,8	67,8
G_{1m^2} (dB)	-1,8	7,3	17,2
G_D (dB)	6	8	10
G_I (dB)	8,2	10,2	12,2
Pérdida de la línea de transmisión (dB) $\alpha_{línea}$	1,1	1,9	3,3
Pérdida de balun 300/75 de antena (dB) α_{balun}	0,5	0,5	0,5
Factor de ruido de receptor (dB)	5	5	10
T_{rx} (K)	627,1	627,1	2 610
$T_{línea}$ (K)	65,0	102,9	154,4
Factor de ruido ABR (dB)	5	5	5
Ganancia ABR (dB)	20	20	20
T_{ABR} (dB)	627,1	627,1	627,1
T_{balun} (K)	31,6	31,6	31,6
T_a (K)	9 972,1	569,1	Valor despreciable
$T_a \alpha_{balun}$ (K)	8 885,1	507,1	Valor despreciable
$T_{línea}/\alpha G$ (K)	0,8	1,6	3,3
$T_{rx}/\alpha G$ (K)	8,1	9,7	55,8

CUADRO 13 (*Fin*)

T_e (K)	9 552,6	1 176,8	717,8
$10 \log(T_e)$ (dB(K))	39,8	30,7	28,6
G_A (dB)	7,7	9,7	11,7
E_{rx} (dB(μ V/m)) ⁽³⁾ (TBC)	35	33	39

* Los valores del Cuadro se calcularon suponiendo una relación C/N con degradación de recepción multitrayecto típica y división por igual entre ruido y frecuencia. El modelo de sistema receptor es una instalación de recepción típica situada cerca del borde de la cobertura que consta de una antena montada en el exterior, un amplificador de bajo nivel de ruido (ABR) montado en la antena, un cable de interconexión de bajada de la antena y un receptor ATSC.

- (1) Definiciones, véase el Apéndice 1 al Anexo 1.
- (2) Las cifras deben ajustarse reduciéndolas (un mejor comportamiento) 6 dB en el caso de codificación en celosía concatenada de relación 1/2 ó 9 dB en el caso de codificación en celosía concatenada de relación 1/4.
- (3) Fórmula, véase el Apéndice 1 al Anexo 1.

Apéndice 1 al Anexo 1

Obtención por el método del factor de calidad

Intensidad de campo requerida

$$E_{rx} \text{ (dB(V/m))} = \varphi \text{ (dB(W/m}^2\text{))} + 10 \log(120 \pi)$$

$$C/N = \varphi - G_{lm^2} + G_A/T_e - k - B_{rf}$$

$$\begin{aligned} E_{rx} \text{ (dB(}\mu\text{V/m))} &= \varphi \text{ (dB(W/m}^2\text{))} + 25,8 \text{ (dB)} + 120 \text{ (dB)} \\ &= 145,8 + C/N + G_{lm^2} - G_A/T_e + 10 \log(k) + 10 \log(B_{rf}) \end{aligned}$$

E_{rx} : intensidad de campo requerida en la antena del sistema receptor

φ : densidad de flujo de potencia en la antena del sistema receptor

C/N : relación portadora/ruido

G_{lm^2} : ganancia de 1 m²

G_A/T_e : factor de calidad del sistema receptor

k : constante de Boltzmann (J/K)

B_{rf} : anchura de banda de ruido equivalente del sistema.

Factor de calidad del sistema receptor

(Para un modelo de sistema receptor con ABR)

$$G_A/T_e = (G - L) / (\alpha_{balun} T_a + T_{balun} + T_{ABR} + T_{línea} / (\alpha_{línea} G_{ABR}) + T_{rx} / (\alpha_{línea} G_{ABR}))$$

Temperatura de ruido del receptor

$$T_{rx} = (10^{NF/10} - 1) \times 290^\circ$$

Temperatura de ruido del ABR

$$T_{ABR} = (10^{NF/10} - 1) \times 290^\circ$$

Temperatura de ruido de la línea de transmisión

$$T_{línea} = (1 - \alpha_{línea}) \times 290^\circ$$

Temperatura de ruido del balun

$$T_{balun} = (1 - \alpha_{balun}) \times 290^\circ$$

Temperatura de ruido de la antena

$$T_a = 10^{(6,63 - 2,77(\log f))} \times 290^\circ \quad (\text{para antena dipolo})$$

en la que f va en MHz.

Temperatura de ruido de la antena (referida a la entrada del ABR)

$$\alpha T_a = T_a(\alpha_{balun})$$

Temperatura de ruido del sistema

$$T_e = (\alpha_{balun} T_a + T_{balun} + T_{ABR} + T_{línea}/(\alpha_{línea} G_{ABR}) + T_{rx}/(\alpha_{línea} G_{ABR}))$$

$$T_e \text{ (dB(K))} = 10 \log(\alpha_{balun} T_a + T_{balun} + T_{ABR} + T_{línea}/(\alpha_{línea} G_{ABR}) + T_{rx}/(\alpha_{línea} G_{ABR}))$$

$$\text{o} \quad = 10 \log(T_{balun} + T_{ABR} + T_{línea}/(\alpha_{línea} G_{ABR}) + T_{rx}/(\alpha_{línea} G_{ABR})) + N_{ext}$$

cuando se desconoce T_a .

Ganancia de 1 m²

$$G_{1m^2} = 10 \log(4 \pi/\lambda^2)$$

Datos

- G_I : Ganancia de la antena (isotrópica) (dB)
- L : Pérdida de la línea de transmisión (dB)
- $\alpha_{línea}$: Pérdida de la línea de transmisión (relación numérica)
- T_a : Temperatura de ruido de la antena (K)
- T_{rx} : Temperatura de ruido del receptor (K)
- nf : Coeficiente de ruido (relación numérica)
- NF : Factor de ruido (dB)
- T_0 : Temperatura de referencia = 290 K
- λ : Longitud de onda de la frecuencia de funcionamiento
- G_A : Ganancia del sistema (dB)
- T_e : Temperatura de ruido del sistema (K)
- N_{ext} : Valor (dB) que representa la contribución del ruido externo
- k : Constante de Boltzmann, $1,38 \times 10^{-23}$ (– 228,6 dB) (J/K)
- B : Anchura de banda de ruido equivalente del sistema (dB(Hz))
- α_{balun} : Pérdida de balun 300/75 de antena (relación numérica)
- ABR : Amplificador de bajo nivel de ruido
- T_{ABR} : Temperatura de ruido del ABR (K).

Anexo 2

Criterios de planificación de los sistemas de televisión digital terrenal DVB-T en las bandas de ondas métricas/decimétricas

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

Los Cuadros 14 a 15, 16 a 22, 23 a 25 y 26 a 27 muestran las relaciones de protección de las señales de televisión digital deseadas DVB-T interferidas por:

- señales de televisión digital terrenal DVB-T,
- señales de televisión terrenal analógicas,
- una portadora continua única o una portadora MF,
- señales de radiodifusión terrenal digital de audio (T-DAB), respectivamente.

1.1 Protección de una señal de televisión digital terrenal DVB-T interferida por una señal de televisión digital terrenal DVB-T

CUADRO 14

Relaciones de protección cocanal (dB) de una señal DVB-T interferida por una señal DVB-T

Modulación	Tasa de codificación	Canal gaussiano	Canal de Rice	Canal de Rayleigh
MDP-4	1/2	5	6	8
MDP-4	2/3	7	8	11
MAQ-16	1/2	10	11	13
MAQ-16	2/3	13	14	16
MAQ-16	3/4	14	15	18
MAQ-64	1/2	16	17	19
MAQ-64	2/3	19	20	23
MAQ-64	3/4	20	21	25

Se dan relaciones de protección para tres tipos de canales de propagación, a saber, gaussiano, de Rice y de Rayleigh. Para recepción fija y portátil, deberán adoptarse los valores pertinentes de los canales de Rice y Rayleigh, respectivamente.

Las mismas relaciones de protección deberán aplicarse para un sistema DVB-T con una anchura de banda de 6, 7 y 8 MHz.

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

Para un canal superpuesto, en ausencia de información de mediciones, y si la anchura de banda de superposición entre las señales deseada y no deseada es inferior a 1 MHz, se deberá extrapolar la relación de protección, PR , a partir de los valores de relación de protección cocanal, como se indica a continuación:

$$PR = CCI + 10 \log_{10}(BO/BW)$$

siendo:

CCI : relación de protección cocanal

BO : anchura de banda (MHz) en la que se superponen dos señales DVB-T

BW : anchura de banda (MHz) de la señal deseada

$PR = -30$ dB deberá utilizarse cuando la fórmula anterior de $PR < -30$ dB.

No obstante, se requieren nuevos estudios sobre este tema.

CUADRO 15

Relaciones de protección (dB) de una señal DVB-T interferida por una señal DVB-T en los canales adyacentes inferior ($N - 1$) y superior ($N + 1$)

Canal	$N - 1$	$N + 1$
PR	-30	-30

La relación de protección está en dB y sirve tanto para interferencia continua como para interferencia troposférica.

Los valores se aplican a los casos en que las señales DVB-T deseada y no deseada tienen la misma anchura de canal. Para otras combinaciones de anchuras de canal se requieren estudios adicionales.

A partir de mediciones realizadas sobre receptores existentes se ha determinado que dichos receptores permiten relaciones de protección inferiores.

Pero a efectos de planificación conviene mantener este valor.

1.2 Protección de un sistema de televisión digital terrenal DVB-T interferido por un sistema de televisión terrenal analógica

1.2.1 Protección contra la interferencia cocanal

CUADRO 16

Relaciones de protección cocanal (dB) de señales DVB-T de 7 y 8 MHz interferidas por señales de televisión analógica (en condición de frecuencia no controlada)

Modulación	Tasa de codificación	Canal gaussiano	Canal de Rice	Canal de Rayleigh
MDP-4	1/2	-12		-12
MDP-4	2/3	-8		-8
MDP-4	3/4	-4		
MDP-4	5/6	3		
MDP-4	7/8	9		
MAQ-16	1/2	-8		-8
MAQ-16	2/3	-3		3
MAQ-16	3/4	0		5
MAQ-16	5/6	9		
MAQ-16	7/8	16		
MAQ-64	1/2	-3		3

CUADRO 16 (*Fin*)

MAQ-64	2/3	3		6
MAQ-64	3/4	9		15
MAQ-64	5/6	15		
MAQ-64	7/8	20		

NOTA 1 – Los valores de PAL/SECAM son válidos para los siguientes modos de portadora de sonido:

- MONO MF con una sola portadora de sonido a un nivel de -10 dB referida a la portadora de imagen;
- DUAL MF y MF + NICAM con dos portadoras de sonido a un nivel de -13 dB y -20 dB;
- MA + NICAM con dos portadoras de sonido al nivel de -10 dB y -27 dB respectivamente.

Según las mediciones disponibles, se pueden aplicar los mismos valores de relación de protección para los modos 2k y 8k.

En todos los Cuadros, excepto en el Cuadro 25, se utilizan condiciones llamadas no controladas.

Las mediciones reales de los valores de relación de protección reflejarán las variaciones cíclicas que aparecen cuando se modifica el desplazamiento de frecuencia entre una señal DVB-T deseada y una señal analógica no deseada en un margen de frecuencias equivalente a la separación entre portadoras de sistemas de multiplexión por división de frecuencia ortogonal codificada (MDFOC). Las relaciones de protección dadas representan un valor conservador, pero realista, que incluye las prestaciones de desplazamiento de frecuencia esperadas de los receptores existentes. La adopción de un desplazamiento adecuado entre señales MDFOC y señales interferentes de televisión analógica permitirán lograr una mejora de hasta 3 dB en la relación de protección. La estabilidad de frecuencia requerida del transmisor es similar al desplazamiento de precisión analógico, es decir, dentro de una gama de ± 1 Hz, aproximadamente.

Faltan las relaciones de protección para sistemas DVB-T de 6 MHz porque no se dispone de los resultados de las mediciones.

1.2.2 Protección frente a la interferencia del canal adyacente inferior ($N - 1$)

CUADRO 17

Relaciones de protección (dB) frente a la interferencia del canal adyacente inferior ($N - 1$) de señales DVB-T a 7 y 8 MHz interferidas por señales de televisión analógica que incluyen sonido

Señal deseada		Señal no deseada					
Constelación	Tasa de codificación	PAL B	PAL G, B1	PAL I	PAL D, K	SECAM L	SECAM D,K
MDP-4	1/2		-44				
MDP-4	2/3	-44	-44				
MAQ-16	1/2		-43	-43			
MAQ-16	2/3	-42	-42				
MAQ-16	3/4		-38				
MAQ-64	1/2		-40	-38			
MAQ-64	2/3	-35	-35	-34		-35	-37
MAQ-64	3/4		-32				

Todos los valores son aplicables para recepción fija y portátil.

1.2.3 Protección frente a la interferencia del canal adyacente superior ($N + 1$)

CUADRO 18

Relaciones de protección (dB) frente a la interferencia del canal adyacente superior ($N + 1$) de señales DVB-T de 7 y 8 MHz interferidas por una señal de televisión analógica

Señal deseada		Señal no deseada
Constelación	Relación de código	PAL/SECAM
MDP-4	2/3	-47
MAQ-16	2/3	-43
MAQ-64	2/3	-38

1.2.4 Protección contra la interferencia del canal superpuesto

CUADRO 19

Relaciones de protección (dB) de una señal DVB-T de 8 MHz interferida por una señal PAL B superpuesta que incluye sonido

Señal no deseada: Sistema de TV analógica PAL B	Señal deseada: DVB-T de 8 MHz, MAQ-64, relación de código 2/3												
Δf (MHz)	-9,75	-9,25	-8,75	-8,25	-6,75	-3,95	-3,75	-2,75	-0,75	2,25	3,25	4,75	5,25
PR	-37	-14	-8	-4	-2	1	3	3	3	2	-1	-29	-36

La diferencia de frecuencias Δf es la frecuencia de la portadora de imagen de la señal de televisión analógica menos la frecuencia central de la señal DVB-T.

CUADRO 20

Relaciones de protección (dB) de una señal DVB-T de 7 MHz interferida por una señal de televisión analógica de 7 MHz superpuesta que incluye sonido

Señal no deseada: Sistema de TV analógica en 7 MHz	Señal deseada: DVB-T de 7 MHz, MAQ-64, relación de código 2/3													
Δf (MHz)	-9,25	-8,75	-8,25	-7,75	-6,25	-3,45	-3,25	-2,25	-1,25	0	1,75	2,75	4,25	4,75
PR	-35	-12	-11	-5	-3	-1	4	1	0	2	-5	-5	-36	-38

La diferencia de frecuencias Δf es la frecuencia de la portadora de imagen de la señal de televisión analógica menos la frecuencia central de la señal DVB-T.

CUADRO 21

Relaciones de protección (dB) para una señal DVB-T de 7 MHz interferida por una señal de televisión analógica de 8 MHz superpuesta que incluye sonido

Señal no deseada: Sistema de TV analógica en 8 MHz	Señal deseada: DVB-T de 7 MHz, MAQ-64, relación de código 2/3													
Δf (MHz)	-10,25	-9,75	-9,25	-8,75	-7,25	-3,45	-3,25	-2,25	-1,25	0	1,75	2,75	4,25	4,75
PR	-35	-12	-11	-5	-3	-1	4	1	0	2	-5	-5	-36	-38

La diferencia de frecuencias Δf es la frecuencia de la portadora de imagen de la señal de televisión analógica menos la frecuencia central de la señal DVB-T.

CUADRO 22

Relaciones de protección (dB) para una señal DVB-T de 8 MHz interferida por una señal de televisión analógica de 8 MHz superpuesta que incluye sonido

Señal no deseada: Sistema de TV analógica en 8 MHz	Señal deseada: DVB-T, 8 MHz, MAQ-64, relación de código 2/3													
Δf (MHz)	-10,75	-10,25	-9,75	-9,25	-7,75	-3,45	-3,25	-2,25	-1,25	0	2,25	3,25	4,75	5,25
PR	-35	-12	-11	-5	-3	-1	4	1	0	2	-5	-5	-36	-38

La diferencia de frecuencias Δf es la frecuencia de la portadora de imagen de la señal de televisión analógica menos la frecuencia central de la señal DVB-T.

1.3 Protección de una señal de televisión digital terrenal DVB-T contra las señales de onda continua o de MF

CUADRO 23

Relaciones de protección cocanal (dB) de una señal DVB-T de 8 MHz, MAQ-64 y relación de código de 2/3 interferidos por una portadora de onda continua o de MF (separación de frecuencia no controlada)

Señal no deseada: portadora de onda continua o de MF	Señal deseada: DVB-T en 8 MHz, MAQ-64, relación de código de 2/3						
Δf (MHz)	-12	-4,5	-3,9	0	3,9	4,5	12
PR	-38	-33	-3	-3	-3	-33	-38

CUADRO 24

Relaciones de protección cocanal (dB) de una señal DVB-T de 7 MHz, MAQ-64 y relación de código de 2/3 interferidos por una portadora de onda continua o de MF (separación de frecuencia no controlada)

Señal no deseada: portadora de onda continua o de MF	Señal deseada: DVB-T de 7 MHz, MAQ-64, relación de código de 2/3						
Δf (MHz)	-10,5	-4,0	-3,4	0	3,4	4,0	10,5
PR	-38	-33	-3	-3	-3	-33	-38

Los Cuadros de relaciones de protección mostrados se pueden utilizar para señales interferentes con anchura de banda estrecha, por ejemplo portadoras de sonido analógicas, o bien para servicios distintos de los de la radiodifusión.

CUADRO 25

Relaciones de protección cocanal (dB) de una señal DVB-T de 7 MHz, MAQ-64 y relación de código de 2/3 interferidos por una portadora de onda continua (separación de frecuencia no controlada)

Señal no deseada: portadora de onda continua	Señal deseada: DVB-T de 7 MHz, MAQ-64, relación de código de 2/3						
Δf (MHz)	-8	-4	-3	0	3	4	8
PR	-48	-41	-8	-9	-6	-39	-48

Los Cuadros de relaciones de protección mostrados se pueden utilizar para señales interferentes con anchura de banda estrecha, por ejemplo, portadoras de sonido analógicas o servicios distintos de los de la radiodifusión. Debe señalarse que la estructura en detalle de la relación de protección en función de la separación de frecuencia entre la señal MDFO y la señal de onda continua interferente presenta una variación cíclica. Los valores indicados en el Cuadro 25 se refieren a la separación óptima.

1.4 Protección de señales de televisión digital terrenal DVB-T contra señales de T-DAB

CUADRO 26

Relaciones de protección cocanal (dB) para señales DVB-T de 7 MHz y 8 MHz interferidas por una señal de T-DAB

Señal de DVB-T deseada		RP
Constelación	Tasa de codificación	
MDP-4	1/2	10
MDP-4	2/3	12
MDP-4	3/4	14
MAQ-16	1/2	15
MAQ-16	2/3	18
MAQ-16	3/4	20

CUADRO 26 (*Fin*)

Señal de DVB-T deseada		RP
Constelación	Tasa de codificación	
MAQ-64	1/2	20
MAQ-64	2/3	24
MAQ-64	3/4	26
MAQ-64	7/8	31

NOTA 1 – Las relaciones de protección indicadas para las señales de DVB-T representan el caso más desfavorable de interferencia procedente de señales de T-DAB.

CUADRO 27

Relaciones de protección (dB) para señales DVB-T de 7 MHz y 8 MHz interferidas por una señal de T-DAB en los canales adyacentes inferior ($N - 1$) o superior ($N + 1$)

Canal	$N - 1$	$N + 1$
RP	-30	-30

La relación de protección se indica en dB.

1.5 Protección de la DVB-T contra señales de banda amplia distintas a las de la radiodifusión terrenal

1.5.1 Relaciones de protección para la DVB-T interferida por el servicio fijo (sistema reubicable)

CUADRO 28

Relaciones de protección para una señal DVB-T de 8 MHz, MAQ-64 y tasa de codificación 2/3 interferida por emisiones del servicio fijo

Δf (MHz)	-12	-4,5	-3,75	0	3,75	4,5	12
RP (dB)	-45	-27	1	4	1	-27	-45

Δf : diferencia entre las frecuencias centrales.

Características técnicas de la fuente de interferencia

- Modulación MDF-2
- Anchura de banda: 750 kHz (3 dB)

1.5.2 Relaciones de protección para la DVB-T interferida por sistemas AMDC

Cabe observar que los siguientes Cuadros 29 y 30 corresponden al caso en que la interferencia a la DVB-T es causada por un solo canal del sistema AMDC.

CUADRO 29

**Relaciones de protección para una señal DVB-T de 8 MHz, MAQ-64
e índice de código 2/3 interferida por emisiones de AMDC-1X**

Δf (MHz)	–12	–4,5	–3,75	0	3,75	4,5	12
PR (dB)	–38	–20	–3	10	–3	–20	–38

Δf : diferencia entre las frecuencias centrales.

Características de la señal interferente

- Modulación: MDP-4
- Anchura de banda: 1,25 MHz (99%)

CUADRO 30

**Relaciones de protección para una señal DVB-T de 8 MHz, MAQ-64
e índice de código 2/3 interferida por emisiones de AMDC-3X**

Δf (MHz)	–12	–4,5	–3,75	0	3,75	4,5	12
PR (dB)	–38	8	13	18	13	8	–38

Δf : diferencia entre las frecuencias centrales.

Características de la señal interferente

- Modulación: MDP-4
- Anchura de banda: 4 MHz (99%)

2 Relaciones de protección de las señales de televisión terrenal analógica deseadas interferidas por señales de televisión digital terrenal no deseadas DVB-T

Los Cuadros 31 a 38 muestran las relaciones de protección de una señal de televisión analógica deseada de 625 líneas interferida por una señal DVB-T de televisión digital terrenal.

2.1 Relaciones de protección de sistemas de televisión de 625 líneas

2.1.1 Protección de señales de imagen deseadas interferidas por señales de televisión digital terrenal DVB-T

En este punto, las relaciones de protección para la señal analógica deseada interferida por una señal digital DVB-T no deseada se refiere únicamente a la interferencia en la señal de imagen.

Los valores de la relación de protección se refieren a una atenuación del espectro exterior al canal del transmisor DVB-T no deseado de 40 dB.

2.1.1.1 Protección contra la interferencia cocanal

CUADRO 31

Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada interferida por una señal DVB-T de 8 MHz no deseada

Señal deseada: Sistema analógico	Señal no deseada: DVB-T de 8 MHz	
	Interferencia troposférica	Interferencia continua
B, D, D1, G, H, K/PAL	34	40
I/PAL	37	41
B, D, K, L/SECAM	35	41

CUADRO 32

Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada interferida por una señal DVB-T de 7 MHz no deseada

Señal deseada: Sistema analógico	Señal no deseada: DVB-T de 7 MHz	
	Interferencia troposférica	Interferencia continua
B/PAL, B/SECAM	35	41

2.1.1.2 Protección contra la interferencia del canal adyacente inferior

CUADRO 33

Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada interferida por señales DVB-T de 7 y 8 MHz (canal adyacente inferior)

Señal deseada: Señal analógica	Señal no deseada: DVB-T de 7 o de 8 MHz (canal adyacente inferior)	
	Interferencia troposférica	Interferencia continua
B, D, D1, G, H, I, K/PAL	-9	-5
B, D, K, L/SECAM	-5	-1

2.1.1.3 Protección contra la interferencia del canal adyacente superior

CUADRO 34

Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada interferida por señales DVB-T de 7 MHz y 8 MHz (canal adyacente superior)

Señal deseada: Sistema analógico	Señal no deseada: DVB-T de 7 o de 8 MHz (canal adyacente superior)	
	Interferencia troposférica	Interferencia continua
PAL y SECAM	-8	-5

2.1.1.4 Protección contra la interferencia del canal de imagen

CUADRO 35

Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada interferida por una señal DVB-T de 8 MHz (canal de imagen)

Sistema analógico deseado	Canal DVB-T no deseado	Interferencia troposférica	Interferencia continua
D1, G/PAL	$N + 9$	-19	-15
I/PAL	$N + 9$		
L/SECAM ⁽¹⁾	$N + 9$	-24	-22
D, K/SECAM ⁽¹⁾	$N + 8, N + 9$	-16	-11
D, K/PAL	$N + 8, N + 9$		

⁽¹⁾ Valores provisionales están todavía en estudio.

CUADRO 36

Relaciones de protección (dB) de una señal de imagen analógica deseada interferida por una señal DVB-T de 7 MHz (canal de imagen)

Sistema analógico deseado	Canal DVB-T no deseado	Interferencia troposférica	Interferencia continua
B/PAL	$N + 10, N + 11$	-22	-18

2.1.1.5 Protección contra la interferencia superpuesta

CUADRO 37

Relaciones de protección (dB) de señales de imagen B, D, D1, G, H, K/PAL analógicas* interferidas por una señal DVB-T de 7 MHz (canales superpuestos)

Frecuencia central de la señal DVB-T no deseada menos frecuencia portadora de imagen de la señal de televisión analógica deseada (MHz)	Relación de protección	
	Interferencia troposférica	Interferencia continua
	-16	-11
$(N - 1)$	-9	-5
	-3	4
	13	21
	25	31
	30	37
	34	40
	35	41
(N)	35	41
	35	40

CUADRO 37 (*Fin*)

Frecuencia central de la señal DVB-T no deseada menos frecuencia portadora de imagen de la señal de televisión analógica deseada (MHz)	Relación de protección	
	Interferencia troposférica	Interferencia continua
5,25	31	38
6,25	28	35
7,25	26	33
8,25	6	12
($N + 1$) 9,25	-8	-5
12,25	-8	-5

* Para todos los sistemas SECAM se prevén valores similares. Los valores están todavía en estudio.

CUADRO 38

Relaciones de protección (dB) de señales de imagen B, D, D1, G, H, K/PAL analógicas* interferidas por una señal DVB-T de 8 MHz (canales superpuestos)

Frecuencia central de la señal DVB-T no deseada menos frecuencia portadora de imagen de la señal de televisión analógica (MHz)	Relación de protección	
	Interferencia troposférica ⁽¹⁾	Interferencia continua ⁽¹⁾
-8,25	-16	-11
($N - 1$) -5,25	-9	-5
-4,75	-4	3
-4,25	12	20
-3,75	24	30
-3,25	29	36
-2,25	33	39
-1,25	34	40
(N) 2,75	34	40
4,75	34	39
5,75	30	37
6,75	27	34
7,75	25	32
8,75	5	11
($N + 1$) 9,75	-8	-5
12,75	-8	-5

* Para todos los sistemas SECAM se prevén valores similares. Los valores están todavía en estudio.

⁽¹⁾ Los valores para la interferencia troposférica y continua se han obtenido a partir del Cuadro 37 mediante cálculos.

3 Relaciones de protección de las señales de sonido de las señales de televisión terrenal analógica deseadas interferidas por señales de televisión digital terrenal no deseadas DVB-T

Los Cuadros 39 a 41 muestran las relaciones de protección de las portadoras de sonido de televisión MF, MA y NICAM deseadas interferidas por señales de televisión digital terrenal no deseadas.

Todas las relaciones de protección de este punto se refieren al nivel de las portadoras de sonido de televisión deseadas. El nivel de referencia de las portadoras de sonido es el valor eficaz de la portadora no modulada.

La calidad del sonido para interferencia troposférica corresponde a la nota de degradación 3, y para interferencia continua, a la nota de degradación 4.

Las relaciones S/N de referencia para señales de sonido con MF son:

- 40 dB (aproximado a una nota de degradación 3) – caso de interferencia troposférica;
- 48 dB (aproximado a una nota de degradación 4) – caso de interferencia continua.

Las relaciones S/N de referencia se miden con ponderación de cresta a cresta, como se indica en las Recomendaciones UIT-R BS.468 y UIT-R BS.412.

El nivel de la señal de sonido MF de referencia corresponde a una desviación de frecuencia máxima de ± 50 kHz.

Las BER de referencia para señales de sonido digitales NICAM son:

- $BER = 1 \times 10^{-4}$ (aproximado a una nota de degradación 3) – caso de interferencia troposférica;
- $BER = 1 \times 10^{-5}$ (aproximado a una nota de degradación 4) – caso de interferencia continua.

Cuando se transmita una portadora de dos señales de sonido, cada una de estas dos señales debe considerarse por separado. Las señales de sonido moduladas múltiples quizás requieran mayor protección.

3.1 Protección de señales de sonido MF, MA y NICAM de los sistemas de televisión analógica interferidos por señales de televisión digital terrenal DVB-T

CUADRO 39

Relaciones de protección (dB) cocanal de una señal de sonido deseada interferida por una señal de televisión digital terrenal DVB-T

Relación de protección correspondiente a la portadora de sonido deseada		Señal no deseada	
Señal de sonido deseada		DVB-T de 7 MHz	DVB-T de 8 MHz
MF	Caso interferencia troposférica	6	5
	Caso interferencia continua	16	15
MA	Caso interferencia troposférica	21	20
	Caso interferencia continua	24	23
NICAM	Caso interferencia troposférica	5	4
PAL B/G	Caso interferencia continua	6	5

CUADRO 39 (Fin)

Sistema I NICAM	Caso interferencia troposférica		
	Caso interferencia continua		
Sistema L NICAM	Caso interferencia troposférica	12	11
	Caso interferencia continua	13	12

CUADRO 40

**Relaciones de protección (dB) de una señal de sonido MF deseada interferida
por una señal DVB-T de 7 MHz (canales superpuestos)**

Frecuencia de la señal DVB-T en relación con una portadora MF	Relación de protección correspondiente a la portadora de sonido deseada	Frecuencia del punto a 3 dB de la señal DVB-T menos la frecuencia portadora de sonido						
		-500 kHz	-250 kHz	-50 kHz	0,0 kHz	50 kHz	250 kHz	500 kHz
DVB-T por debajo de MF	Caso interferencia troposférica	0	0	0	5	5	6	6
	Caso interferencia continua	9	9	9	14	14	15	16
DVB-T por encima de MF	Caso interferencia troposférica	5	5	4	3	-9	-22	-32
	Caso interferencia continua	15	15	14	12	-6	-16	-27

NOTA 1 – Los valores de relación de protección corresponden a una atenuación del espectro fuera de canal de 40 dB.

NOTA 2 – Este Cuadro está todavía en estudio.

CUADRO 41

Relaciones de protección (dB) de una señal de sonido MA interferida por una señal DVB-T de 8 MHz para diferentes desplazamientos de frecuencia (canal adyacente superior)

Relación de protección en función de la portadora de sonido deseada	Frecuencia central de la señal DVB-T menos la frecuencia de portadora de sonido		
	Con desplazamiento negativo	Sin desplazamiento	Con desplazamiento positivo
	4,250 – 0,166 MHz = 4,084 MHz	4,250 MHz	4,250 + 0,166 MHz = 4,416 MHz
Caso interferencia troposférica	-1	-2	-4
Caso interferencia continua	+1	0	-2

4 Relación de protección de una señal T-DAB interferida por una señal de televisión digital terrenal no deseada

CUADRO 42

Relaciones de protección (dB) de una señal T-DAB interferida por una señal DVB-T de 8 MHz

MAQ-64, relación de código de 2/3									
$\Delta f^{(1)}$ (MHz)	-5	-4,2	-4	-3	0	3	4	4,2	5
PR	-50	-1	0	1	1	1	0	-1	-50

⁽¹⁾ Δf : frecuencia central de la señal DVB-T menos la frecuencia central de la señal T-DAB.

CUADRO 43

Relaciones de protección (dB) de una señal T-DAB interferida por una señal DVB-T de 7 MHz

MAQ-64, relación de código de 2/3									
$\Delta f^{(1)}$ (MHz)	-4,5	-3,7	-3,5	-2,5	0	2,5	3,5	3,7	4,5
PR	-49	0	1	2	2	2	1	0	-49

⁽¹⁾ Δf : frecuencia central de la señal DVB-T menos la frecuencia central de la señal T-DAB.

5 Intensidades de campo mínimas para sistemas de televisión digital terrenal DVB-T, recepción fija

La fórmula para calcular la intensidad de campo mínima figura en el Apéndice 1 al Anexo 2.

CUADRO 44

Cálculo de la intensidad de campo mínima Sistema DVB-T 8 MHz

Frecuencia (MHz)	200			550			700		
Variante del sistema intervalo de guarda 1/4	MDP-4 2/3	MAQ-16 2/3	MAQ-64 2/3	MDP-4 2/3	MAQ-16 2/3	MAQ-64 2/3	MDP-4 2/3	MAQ-16 2/3	MAQ-64 2/3
Factor de ruido del receptor, F (dB)	5	5	5	7	7	7	7	7	7
Relación C/N del receptor ⁽¹⁾ (dB)	8	14	20	8	14	20	8	14	20
Pérdida de alimentación, A_f (dB)	3	3	3	3	3	3	5	5	5
Ganancia de antena, G (dB)	5	5	5	10	10	10	12	12	12
Mínima intensidad de campo para recepción fija, $E_{\min}$ (dB(μ V/m)) ⁽²⁾	27	33	39	33	39	45	35	41	47

⁽¹⁾ Para el canal Rice.

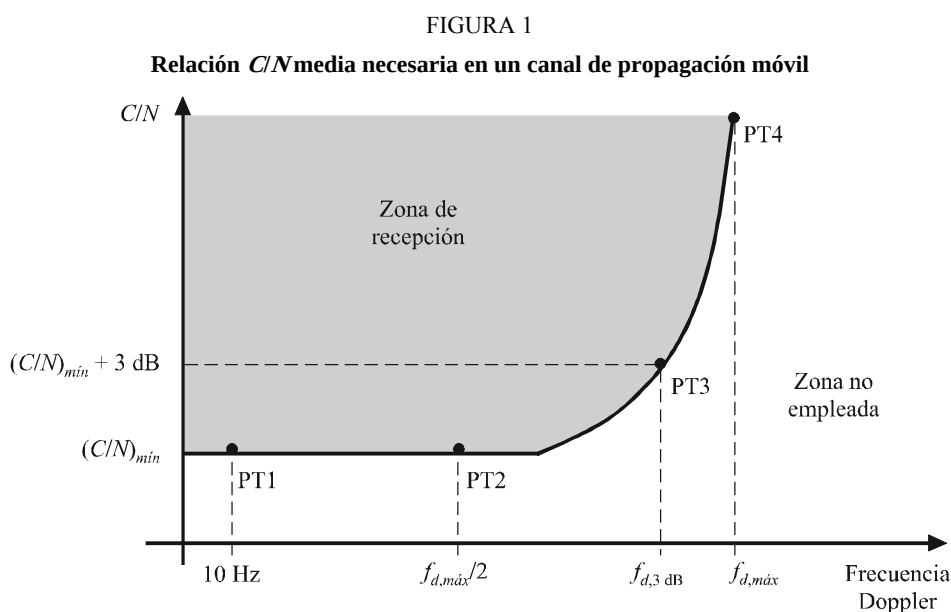
⁽²⁾ Fórmula, véase el Apéndice 1 al Anexo 2.

6 Valor mediano de la mínima intensidad de campo para la recepción de DVB-T en terminales móviles

Las fórmulas para calcular el valor mediano de la mínima intensidad de campo figuran en el Apéndice 1 al presente Anexo. Los valores necesarios para el cálculo aparecen en este punto y en el Anexo 4. La recepción móvil debe calcularse con una probabilidad de localización de 99%.

6.1 Relación C/N media necesaria para la recepción en terminales móviles

Para un determinado modo de DVB-T, la relación C/N media necesaria para obtener un cierto nivel de calidad es función únicamente de la frecuencia Doppler, por lo que puede trazarse un gráfico como el de la Fig. 1.



1368-01

Los Cuadros 45 y 46 contienen los valores mínimos de la relación C/N media ($C/N_{\min}$), la frecuencia Doppler para una C/N media igual a $C/N_{\min} + 3 \text{ dB}$ y los límites máximos (de velocidad) Doppler para la recepción móvil. Los límites de velocidad $C/N_{\min} + 3 \text{ dB}$ se dan para tres frecuencias (200 MHz, 500 MHz y 800 MHz). El valor de la relación C/N media $C/N_{\min} + 3 \text{ dB}$ es conveniente para calcular la intensidad de campo necesaria. El Cuadro 45 muestra los valores de la relación C/N media necesaria y los límites de velocidad para el caso sin diversidad. El Cuadro 46 contiene los valores correspondientes al caso con diversidad. Los valores se basan en el tipo de canal «urbano normal» que se muestra en el Cuadro 47. Los criterios de calidad empleados es el punto de fallo subjetivo (SFP, *subjective failure point*) correspondiente a ESR = una tasa de segundos con errores = 5% y PER = una tasa de error de paquetes = 10^{-4} .

CUADRO 45

Relación C/N media necesaria y límites de velocidad para la recepción móvil en el caso sin diversidad

Intervalo de guarda = 1/32			2k						8k					
			Velocidad a f_d 3 dB (km/h)						Velocidad a f_d 3 dB (km/h)					
Modulación	Velocidad binaria (Mbit/s)	Índice de codificación	$C/N_{\min}$ (dB)	$f_{d, \max}$ (Hz)	$f_d@C/N_{\min} + 3$ dB	200 MHz	500 MHz	800 MHz	$C/N_{\min}$ (dB)	$f_{d, \max}$ (Hz)	$f_d@C/N_{\min} + 3$ dB	200 MHz	500 MHz	800 MHz
MDP-4	6,03	1/2	13,0	318	259	1 398	559	349	13,0	76	65	349	140	87
MDP-4	8,04	2/3	16,0	247	224	1 207	483	302	16,0	65	53	286	114	71
MAQ-16	12,06	1/2	18,5	224	182	985	394	246	18,5	59	47	254	102	64
MAQ-16	16,09	2/3	21,5	176	147	794	318	199	21,5	41	35	191	76	48
MAQ-64	18,10	1/2	23,5	141	118	635	254	159	23,5	35	29	159	64	40
MAQ-64	24,13	2/3	27,0	82	65	349	140	87	27,0	24	18	95	38	24

CUADRO 46

Relación C/N media necesaria y límites de velocidad para la recepción móvil en el caso con diversidad

Intervalo de guarda = 1/32			2k						8k					
			Velocidad a f_d 3 dB (km/h)						Velocidad a f_d 3 dB (km/h)					
Modulación	Velocidad binaria (Mbit/s)	Índice de codificación	$C/N_{\min}$ (dB)	$f_{d, \max}$ (Hz)	$f_d@C/N_{\min} + 3$ dB	200 MHz	500 MHz	800 MHz	$C/N_{\min}$ (dB)	$f_{d, \max}$ (Hz)	$f_d@C/N_{\min} + 3$ dB	200 MHz	500 MHz	800 MHz
MDP-4	6,03	1/2	7,0	560	518	2 795	1 118	699	7,0	140	129	699	280	175
MDP-4	8,04	2/3	10,0	494	447	2 414	966	604	10,0	129	106	572	229	143
MAQ-16	12,06	1/2	12,5	447	365	1 969	788	492	12,5	118	94	508	203	127
MAQ-16	16,09	2/3	15,5	353	294	1 588	635	397	15,5	82	71	381	152	95
MAQ-64	18,10	1/2	17,5	282	235	1 271	508	318	17,5	71	59	318	127	79
MAQ-64	24,13	2/3	21,0	165	129	699	280	175	21,0	47	35	191	76	48

CUADRO 47

Tipo de canal para medir la relación C/N media necesaria en la recepción móvil de DVB-T, caso «urbano normal»

Coefficiente N.º	Retardo (μs)	Potencia (dB)	Categoría Doppler
1	0	–3	Rayleigh
2	0,2	0	Rayleigh
3	0,5	–2	Rayleigh
4	1,6	–6	Rayleigh
5	2,3	–8	Rayleigh
6	5	–10	Rayleigh

Los valores para la velocidad binaria corresponden al intervalo de guarda más breve de 1/32 que es el caso menos crítico en lo que al efecto Doppler se refiere. Cuando aumenta el intervalo de guarda, disminuye la máxima velocidad, con lo que se prevé un intervalo de guarda de 1/4 de aproximadamente el 85% del la máxima frecuencia Doppler, $f_{d, \text{máx}}$.

La calidad de funcionamiento del canal móvil depende en gran medida del diseño del receptor DVB-T. Esta calidad se puede mejorar en los receptores diseñados especialmente para la recepción móvil.

La DVB-H utiliza como capa física el sistema de transmisión DVB-T con un mecanismo adicional de corrección de errores y de segmentación de tiempo en la capa de enlace. La máxima frecuencia Doppler (velocidad) en la recepción móvil se mejora gracias al entrelazado en el tiempo adicional. Deben determinarse los valores de C/N para la recepción de DVB-H.

6.2 Factor de ruido del receptor

El factor de ruido para los receptores móviles integrados en un vehículo es de 5 dB. Se puede lograr un factor de ruido menor si la antena está adaptada internamente a la primera etapa de amplificación sin que sea necesario un bucle en la conexión.

7 Valor mediano de la mínima intensidad de campo para la recepción peatonal de bolsillo en interiores, peatonal en exteriores y DVB-H móvil

En el Apéndice 1 del presente Anexo se pueden encontrar las ecuaciones para el cálculo del valor mediano de la mínima intensidad de campo. Los valores utilizados para el cálculo se encuentran en esta cláusula y en el Anexo 4. la recepción móvil habrá de calcularse con una probabilidad de ubicación del 99%.

7.1 Modelos de canal para la recepción peatonal de bolsillo en interiores y en exteriores

Se han elaborado modelos de canal peatonal en interiores (PI) y peatonal en exteriores (PO) para describir la recepción de bolsillo en movimiento lento en interiores y en exteriores. Los modelos de canal se basan en la medición de las redes monofrecuencia DVB-H y disponen de trayectos a partir de dos emplazamientos transmisores diferentes. En los Cuadros 49 y 50 se presentan las definiciones de las derivaciones de los canales. La frecuencia Doppler indicada de 1,5 Hz corresponde a una velocidad de 3 km/h en el medio de la banda de ondas decimétricas. En el Cuadro 48 se definen los espectros Doppler de cada derivación.

CUADRO 48

Definiciones de espectro Doppler para los canales PI y PO

Espectro para la 1ª derivación	Espectro para las derivaciones 2-12
$0,1G(f;0,08f_D)+\delta(f-0,5f_D)$ donde: $G(f;\sigma)=\exp\left(\frac{-f^2}{2\sigma^2}\right)$	$G(f;0,08f_D)$

CUADRO 49

Definición del canal PI

Trayecto	Retardo (µs)	Potencia (dB)	Espectro Doppler	Fd (Hz)	STD Norm.
1	0,0	0,0	Véase el Cuadro 2	1,69	0,08
2	0,1	-6,4	Gauss	1,69	0,08
3	0,2	-10,4	Gauss	1,69	0,08
4	0,4	-13,0	Gauss	1,69	0,08
5	0,6	-13,3	Gauss	1,69	0,08
6	0,8	-13,7	Gauss	1,69	0,08
7	1,0	-16,2	Gauss	1,69	0,08
8	1,6	-15,2	Gauss	1,69	0,08
9	8,1	-14,9	Gauss	1,69	0,08
10	8,8	-16,2	Gauss	1,69	0,08
11	9,0	-11,1	Gauss	1,69	0,08
12	9,2	-11,2	Gauss	1,69	0,08

CUADRO 50

Definición del canal PO

Trayecto	Retardo (µs)	Potencia (dB)	Espectro Doppler	Fd (Hz)	STD Norm.
1	0,0	0,0	Véase el Cuadro 2	1,69	0,08
2	0,2	-1,5	Gauss	1,69	0,08
3	0,6	-3,8	Gauss	1,69	0,08
4	1,0	-7,3	Gauss	1,69	0,08
5	1,4	-9,8	Gauss	1,69	0,08
6	1,8	-13,3	Gauss	1,69	0,08
7	2,3	-15,9	Gauss	1,69	0,08
8	3,4	-20,6	Gauss	1,69	0,08
9	4,5	-19,0	Gauss	1,69	0,08

CUADRO 50 (*Fin*)

Trayecto	Retardo (μ s)	Potencia (dB)	Espectro Doppler	Fd (Hz)	STD Norm.
10	5,0	-17,7	Gauss	1,69	0,08
11	5,3	-18,9	Gauss	1,69	0,08
12	5,7	-19,3	Gauss	1,69	0,08

7.2 Modelo de canal para la recepción móvil

El modelo de canal para la recepción móvil se muestra en el Cuadro 45. Se trata de un modelo urbano típico válido para DVB-T y DVB-H.

7.3 Relación C/N media necesaria para la recepción de bolsillo en interiores y en exteriores

El receptor DVB-H habrá de ajustarse a la calidad de funcionamiento del Cuadro 51 cuando se aplique ruido (N) junto con la portadora deseada (C) en una anchura de banda de señal de 7,61 MHz. El criterio del punto de degradación es el 5% de la velocidad de errores en las tramas MPE-FEC (5% MFER). Los valores de calidad de funcionamiento C/N se basan en los receptores más modernos del mercado, a los que se añade un margen de 2 dB.

CUADRO 51

C/N (dB) para 5% MFER en los canales PI y PO

Modulación	Velocidad de código	Velocidad de código MPE-FEC	PI	PO
MDP-4D	1/2	1/2	6,6	7,6
MDP-4D	1/2	2/3	6,8	7,8
MDP-4D	1/2	3/4	7,0	8,0
MDP-4D	1/2	5/6	7,2	8,2
MDP-4D	1/2	7/8	7,4	8,4
MDP-4D	2/3	2/3	9,8	10,8
MDP-4D	2/3	3/4	10,0	11,0
MDP-4D	2/3	5/6	10,2	11,2
MDP-4D	2/3	7/8	10,4	11,4
MAQ-16	1/2	2/3	12,8	13,8
MAQ-16	1/2	3/4	13,0	14,0
MAQ-16	1/2	5/6	13,2	14,2
MAQ-16	1/2	7/8	13,4	14,4
MAQ-16	2/3	2/3	15,8	16,8
MAQ-16	2/3	3/4	16,0	17,0
MAQ-16	2/3	5/6	16,2	17,2
MAQ-16	2/3	7/8	16,4	17,4

CUADRO 51 (Fin)

Modulación	Velocidad de código	Velocidad de código MPE-FEC	PI	PO
MAQ-64	1/2	5/6	17,7	18,7
MAQ-64	1/2	7/8	17,9	18,9
MAQ-64	2/3	2/3	20,6	21,6
MAQ-64	2/3	3/4	20,8	21,8
MAQ-64	2/3	5/6	21,0	22,0

7.4 Relación C/N media necesaria para la recepción de bolsillo en interiores y en exteriores

El receptor DVB-H habrá de ajustarse a la calidad de funcionamiento del Cuadro 52 cuando se aplique ruido (N) y desplazamiento Doppler (F_d) junto con la portadora deseada (C) en el canal móvil definido en el Cuadro 45. Las cifras corresponden a un intervalo de guarda de 1/4. Los valores de calidad de funcionamiento C/N se basan en los receptores DVB-H más modernos del mercado, a los que se añade un margen de 2 dB. Los valores Doppler se derivan de un análisis práctico, donde la velocidad objetivo en modo 8k a 750 MHz es de 130 km/h, lo que corresponde a una frecuencia Doppler de 100 Hz. La calidad de funcionamiento Doppler a 4k y 2k se obtiene multiplicando la calidad de funcionamiento a 8k por 2 y por 4, respectivamente. El criterio del punto de degradación es el 5% de la velocidad de errores en las tramas MPE-FEC (5% MFER).

CUADRO 52

C/N (dB) DVB-H en el canal móvil para 5% MFER

Intervalo de guarda = 1/4			2k		Velocidad a F_d 3 dB km/h		4k		Velocidad a F_d 3 dB km/h		8k		Velocidad a F_d 3 dB km/h	
Modulación	Velocidad de código	MPE-FEC CR	C/N_{min} dB	F_d 3 dB Hz	474 MHz	746 MHz	C/N_{min} dB	F_d 3 dB Hz	474 MHz	746 MHz	C/N_{min} dB	F_d 3 dB Hz	474 MHz	746 MHz
MDP-4D	1/2	1/2	8,5	400	911	579	8,5	200	456	290	8,5	100	228	145
		2/3	9,0	400	911	579	9,0	200	456	290	9,0	100	228	145
		3/4	9,5	400	911	579	9,5	200	456	290	9,5	100	228	145
		5/6	10,0	400	911	579	10,0	200	456	290	10,0	100	228	145
		7/8	10,5	400	911	579	10,5	200	456	290	10,5	100	228	145
MDP-4D	2/3	2/3	12,0	400	911	579	12,0	200	456	290	12,0	100	228	145
		3/4	12,5	400	911	579	12,5	200	456	290	12,5	100	228	145
		5/6	13,5	400	911	579	13,5	200	456	290	13,5	100	228	145
		7/8	14,5	400	911	579	14,5	200	456	290	14,5	100	228	145
MAQ-16	1/2	2/3	15,0	400	911	579	15,0	200	456	290	15,0	100	228	145
		3/4	15,5	400	911	579	15,5	200	456	290	15,5	100	228	145
		5/6	16,5	400	911	579	16,5	200	456	290	16,5	100	228	145
		7/8	17,5	400	911	579	17,5	200	456	290	17,5	100	228	145
MAQ-16	2/3	2/3	18,0	380	866	550	18,0	190	433	275	18,0	95	216	138
		3/4	18,5	380	866	550	18,5	190	433	275	18,5	95	216	138
		5/6	19,5	380	866	550	19,5	190	433	275	19,5	95	216	138
		7/8	20,5	380	866	550	20,5	190	433	275	20,5	95	216	138

CUADRO 52 (Fin)

Intervalo de guarda = 1/4			2k		Velocidad a F_{db} 3 dB km/h		4k		Velocidad a F_{db} 3 dB km/h		8k		Velocidad a F_{db} 3 dB km/h	
Modulación	Velocidad de código	MPE-FEC CR	C/N_{min} dB	F_{db} 3 dB Hz	474 MHz	746 MHz	C/N_{min} dB	F_{db} 3 dB Hz	474 MHz	746 MHz	C/N_{min} dB	F_{db} 3 dB Hz	474 MHz	746 MHz
MAQ-64	1/2	5/6	21,5	200	456	290	21,5	100	228	145	21,5	50	114	73
		7/8	22,5	200	456	290	22,5	100	228	145	22,5	50	114	73
MAQ-64	2/3	2/3	25,0	120	273	174	25,0	60	137	87	25,0	30	68	43
		3/4	25,5	120	273	174	25,5	60	137	87	25,5	30	68	43
		5/6	27,0	120	273	174	27,0	60	137	87	27,0	30	68	43

7.5 Factor de ruido del receptor

Se espera que los receptores DVB-H sean plenamente compatibles con las radios celulares GSM-900 y, por tanto, tengan un filtro de rechazo GSM en la entrada. El factor de ruido del sistema total del receptor y el filtro es de 6 dB.

Apéndice 1 al Anexo 2

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

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

$$P_n = F + 10 \log_{10} (k T_0 B)$$

$$P_{sh, min} = C/N + P_n$$

$$A_a = G + 10 \log_{10} (1,64\lambda^2/4\pi)$$

$$\phi_{min} = P_{sh, min} - A_a + L_f$$

$$E_{min} = \phi_{min} + 120 + 10 \log_{10} (120\pi)$$

$$= \phi_{min} + 145,8$$

$$E_{med} = E_{min} + P_{mmn} + C_l$$

para la recepción con terminales fijos a nivel del tejado

$$E_{med} = E_{min} + P_{mmn} + C_l + L_h$$

para la recepción con terminales móviles y portátiles en exteriores

$$E_{med} = E_{min} + P_{mmn} + C_l + L_h + L_b$$

para la recepción con terminales de bolsillo y portátiles en interiores

$$C_l = \mu \cdot \sigma_t$$

$$\sigma_t = \sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_m^2}$$

siendo:

- P_n : potencia de ruido a la entrada del receptor (dBW)
- 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))
- $P_{sh, min}$: 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)
- Φ_{min} : mínima dfp en la ubicación de recepción (dB(W/m²))
- L_f : pérdidas en el alimentador (dB)
- E_{min} : 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%.

Anexo 3

Criterios de planificación de los sistemas de televisión digital terrenal RDSI-T en las bandas de ondas métricas/decimétricas

1 Relaciones de protección para señales deseadas de televisión digital terrenal RDSI-T

Los Cuadros 53 a 55 y 56 a 58 muestran relaciones de protección para una señal deseada de televisión digital terrenal RDSI-T interferida por una señal de televisión digital terrenal RDSI-T y por una señal de televisión terrenal analógica, respectivamente.

1.1 Protección de una señal de televisión digital terrenal RDSI-T interferida por una señal de televisión RDSI-T

CUADRO 53

Relaciones de protección cocanal (dB) para una señal RDSI-T de 6 MHz interferida por una señal RDSI-T de 6 MHz

Relación de codificación	Modulación		
	MDP-4D	MAQ-16	MAQ-64
7/8	10	17	23
5/6	9	16	22
3/4	9	15	21
2/3	8	14	20
1/2	6	12	17

CUADRO 54

Relaciones de protección (dB) para una señal RDSI-T de 6 MHz interferida por una señal RDSI-T de 6 MHz en el canal adyacente inferior ($N - 1$)

Relación de codificación	Modulación		
	MDP-4D	MAQ-16	MAQ-64
7/8	-28	-27	-24
5/6	-28	-27	-25
3/4	-29	-27	-26
2/3	-29	-28	-26
1/2	-29	-28	-27

CUADRO 55

Relaciones de protección (dB) para una señal RDSI-T de 6 MHz interferida por una señal RDSI-T de 6 MHz en el canal adyacente superior ($N + 1$)

Relación de codificación	Modulación		
	MDP-4D	MAQ-16	MAQ-64
7/8	-29	-28	-27
5/6	-29	-28	-27
3/4	-29	-28	-27
2/3	-30	-29	-27
1/2	-30	-29	-28

1.2 Protección de la televisión digital terrenal RDSI-T interferida por la televisión terrenal analógica

1.2.1 Protección contra la interferencia cocanal

CUADRO 56

Relaciones de protección cocanal (dB) para la RDSI-T de 6 MHz interferida por la televisión analógica

	Relación de protección									
Modulación	MDP-4D					MDP-4				
Relación de código	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
M/NTSC	-5	-3	-1	2	6	-16	-11	-8	0	2
Modulación	MAQ-16					MAQ-64				
Relación de código	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
M/NTSC	-11	-5	-1	6	10	-6	-1	5	9	14

NOTA 1 – El nivel de la portadora de sonido es 6 dB inferior al nivel de la portadora de imagen NTSC.

NOTA 2 – Los valores de este Cuadro dan el umbral de recepción. Teniendo en cuenta la variación de la calidad en los receptores domésticos, la degradación a largo plazo de las condiciones de recepción, etc., es preferible añadir un margen de varios dB en la planificación real de frecuencias.

1.2.2 Protección contra la interferencia del canal adyacente inferior ($N - 1$)

CUADRO 57

Relaciones de protección (dB) frente a la interferencia del canal adyacente inferior ($N - 1$) para la RDSI-T de 6 MHz interferida por señales NTSC que incluyen sonido

Señal deseada		Señal no deseada
Modulación	Relación de codificación	M/NTSC
MDP-4D	1/2	-34
MDP-4D	2/3	-34
MDP-4D	3/4	-33
MAQ-16	1/2	-34
MAQ-16	2/3	-33
MAQ-16	3/4	-32
MAQ-64	2/3	-32
MAQ-64	3/4	-31
MAQ-64	5/6	-29
MAQ-64	7/8	-29

1.2.3 Protección contra la interferencia de canal adyacente superior ($N + 1$)

CUADRO 58

Relaciones de protección (dB) frente a la interferencia del canal adyacente superior ($N + 1$) para la RDSI-T de 6 MHz interferida por una señal NTSC

Señal deseada		Señal no deseada
Modulación	Relación de codificación	M/NTSC
MDP-4D	1/2	-35
MDP-4D	2/3	-35
MDP-4D	3/4	-34
MAQ-16	1/2	-35
MAQ-16	2/3	-34
MAQ-16	3/4	-33
MAQ-64	2/3	-33
MAQ-64	3/4	-33
MAQ-64	5/6	-32
MAQ-64	7/8	-31

2 Relaciones de protección para señales deseadas de televisión terrenal analógica interferidas por señales no deseadas de televisión digital terrenal RDSI-T

El Cuadro 59 muestra las relaciones de protección para una señal de televisión analógica de 525 líneas interferida por una señal de televisión digital terrenal RDSI-T.

Los valores de la relación de protección corresponden a una atenuación progresiva del espectro de la señal digital no deseada hasta 38 dB.

2.1 Relaciones de protección para sistemas de televisión de 525 líneas

2.1.1 Protección de las señales de imagen NTSC interferidas por señales de televisión digital terrenal RDSI-T

CUADRO 59

Relaciones de protección (dB) para señales de imagen analógicas (NTSC, 6 MHz) interferidas por una señal RDSI-T

Canal digital no deseado	Interferencia troposférica	Interferencia continua
$N - 1$ (inferior)	-6	-3
N (cocanal)	39	44
$N + 1$ (superior)	-6	-3

3 Relaciones de protección para señales de sonido de sistemas deseados de televisión terrenal analógica interferidas por un sistema no deseado de televisión digital terrenal RDSI-T

3.1 Protección de las señales de sonido NTSC interferidas por una señal de televisión digital terrenal RDSI-T

Tal como se muestra en el Cuadro 60, la señal de sonido de la radiodifusión NTSC es potente comparada con la señal de imagen interferida por una señal RDSI-T. En consecuencia, las relaciones de protección para la radiodifusión NTSC vienen determinadas por las relaciones de protección de la señal de imagen, que se muestran en el Cuadro 54.

CUADRO 60

Calidad del sonido correspondiente a la relación de protección de la imagen de nota de grado 3 para la señal NTSC de 6 MHz interferida por una señal RDSI-T de 6 MHz

	Condición de medición (Nota 3)	Calidad del sonido
Interferencia cocanal	$D/U = 39$ dB	> nota de grado 4 ($S/N = 54$ dB)
Interferencia del canal adyacente superior	$D/U = -6$ dB	> nota de grado 4 ($S/N = 53$ dB)
Interferencia del canal adyacente inferior	$D/U = -6$ dB	> nota de grado 4 ($S/N = 52$ dB)

NOTA 1 – El nivel de la portadora de sonido es 6 dB inferior al nivel de la portadora de imagen NTSC.

NOTA 2 – El nivel de la señal de sonido MF de referencia corresponde a una desviación máxima de frecuencia de ± 25 kHz.

NOTA 3 – Relación D/U que da una calidad de la imagen de nota de grado 3 (correspondiente a la relación de protección para la interferencia troposférica).

4 Intensidades de campo mínimas para la televisión digital terrenal RDSI-T

Para reducir el número de cuadros de las intensidades de campo mínimas del sistema RDSI-T, la obtención de las intensidades de campo mínimas se efectúa con los modos típicos de transmisión indicados en el Cuadro 61. Las intensidades de campo mínimas para los distintos modos pueden calcularse a partir de los valores indicados en el Cuadro 61.

CUADRO 61
Obtención por el método de la tensión. Sistema RDSI-T de 6 MHz

Frecuencia (MHz)	Ondas métricas inferiores				Ondas métricas superiores				Ondas decimétricas			
	100				200				600			
Sistema	MDP-4D 1/2	MDP-4 1/2	MAQ-16 3/4	MAQ-64 7/8	MDP-4D 1/2	MDP-4 1/2	MAQ-16 3/4	MAQ-64 7/8	MDP-4D 1/2	MDP-4 1/2	MAQ-16 3/4	MAQ-64 7/8
Anchura de banda de ruido, B (MHz)	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
Factor de ruido del receptor, NF (dB)	5	5	5	5	5	5	5	5	7	7	7	7
Tensión de entrada de ruido del receptor, $U_N^{(1)}$ (dB(μV))	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	9,1	9,1	9,1	9,1
Relación C/N del receptor ⁽²⁾ (dB)	6,2	4,9	14,6	22,0	6,2	4,9	14,6	22,0	6,2	4,9	14,6	22,0
Ruido urbano (dB)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Mínima tensión de entrada del receptor, U_{min} (dB(μV)) ⁽¹⁾	14,3	13,0	22,7	30,1	14,3	13,0	22,7	30,1	15,3	14,0	23,7	31,1
Factor de conversión ⁽¹⁾ K (dB)	6,4	6,4	6,4	6,4	12,4	12,4	12,4	12,4	21,9	21,9	21,9	21,9
Pérdida de alimentación, A_f (dB)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ganancia de antena, G (dB)	3	5	3	3	5	5	5	5	10	10	10	10
Mínima intensidad de campo para recepción fija, E_{min} (dB(μV/m)) ⁽¹⁾	20,7	23,4	29,1	36,5	24,7	23,4	33,1	40,5	30,2	28,9	38,6	46,0

⁽¹⁾ Fórmula, véase el Apéndice 1 al Anexo 3.

⁽²⁾ Para la anchura de banda de ruido antes reseñada.

Apéndice 1 al Anexo 3

Obtención por el método del factor de calidad

Intensidad de campo requerida

$$E_{rx} \text{ (dB(V/m))} = \varphi \text{ (dB(W/m}^2\text{))} + 10 \log(120 \pi)$$

$$C/N = \varphi - G_{lm}^2 + G_A/T_e - k - B_{rf}$$

$$\begin{aligned} E_{rx} \text{ (dB(}\mu\text{V/m))} &= \varphi \text{ (dB(W/m}^2\text{))} + 25,8 \text{ (dB)} + 120 \text{ (dB)} \\ &= 145,8 + C/N + G_{lm}^2 - G_A/T_e + 10 \log(k) + 10 \log(B_{rf}) \end{aligned}$$

E_{rx} : intensidad de campo requerida en la antena del sistema receptor

φ : densidad de flujo de potencia en la antena del sistema receptor

C/N : relación portadora/ruido

G_{lm}^2 : ganancia de 1 m²

G_A/T_e : factor de calidad del sistema receptor

k : constante de Boltzmann (J/K)

B_{rf} : anchura de banda de ruido equivalente del sistema.

Factor de calidad del sistema receptor

(Para un modelo de sistema receptor con ABR)

$$G_A/T_e = (G - L)/(\alpha_{balun} T_a + T_{balun} + T_{ABR} + T_{línea}/(\alpha_{línea} G_{ABR}) + T_{rx}/(\alpha_{línea} G_{ABR}))$$

Temperatura de ruido del receptor

$$T_{rx} = (10^{NF/10} - 1) \times 290^\circ$$

Temperatura de ruido del ABR

$$T_{ABR} = (10^{NF/10} - 1) \times 290^\circ$$

Temperatura de ruido de la línea de transmisión

$$T_{línea} = (1 - \alpha_{línea}) \times 290^\circ$$

Temperatura de ruido del balun

$$T_{balun} = (1 - \alpha_{balun}) \times 290^\circ$$

Temperatura de ruido de la antena

$$T_a = 10^{(6,63 - 2,77(\log f))} \times 290^\circ \quad (\text{para antena dipolo})$$

en la que f va en MHz.

Temperatura de ruido de la antena (referida a la entrada del ABR)

$$\alpha T_a = T_a(\alpha_{balun})$$

Temperatura de ruido del sistema

$$T_e = (\alpha_{balun} T_a + T_{balun} + T_{ABR} + T_{línea}/(\alpha_{línea} G_{ABR}) + T_{rx}/(\alpha_{línea} G_{ABR}))$$

$$T_e \text{ (dB(K))} = 10 \log(\alpha_{balun} T_a + T_{balun} + T_{ABR} + T_{línea}/(\alpha_{línea} G_{ABR}) + T_{rx}/(\alpha_{línea} G_{ABR}))$$

$$\text{o} \quad = 10 \log(T_{balun} + T_{ABR} + T_{línea}/(\alpha_{línea} G_{ABR}) + T_{rx}/(\alpha_{línea} G_{ABR})) + N_{ext}$$

cuando se desconoce T_a .

Ganancia de 1 m²

$$G_{1m^2} = 10 \log(4 \pi/\lambda^2)$$

Datos

- G_I : Ganancia de la antena (isotrópica) (dB)
- L : Pérdida de la línea de transmisión (dB)
- $\alpha_{línea}$: Pérdida de la línea de transmisión (relación numérica)
- T_a : Temperatura de ruido de la antena (K)
- T_{rx} : Temperatura de ruido del receptor (K)
- nf : Coeficiente de ruido (relación numérica)
- NF : Factor de ruido (dB)
- T_0 : Temperatura de referencia = 290 K
- λ : Longitud de onda de la frecuencia de funcionamiento
- G_A : Ganancia del sistema (dB)
- T_e : Temperatura de ruido del sistema (K)
- N_{ext} : Valor (dB) que representa la contribución del ruido externo
- k : Constante de Boltzmann, $1,38 \times 10^{-23}$ (– 228,6 dB) (J/K)
- B : Anchura de banda de ruido equivalente del sistema (dB(Hz))
- α_{balun} : Pérdida de balun 300/75 de antena (relación numérica)
- ABR : Amplificador de bajo nivel de ruido
- T_{ABR} : Temperatura de ruido del ABR (K).

Anexo 4

Otros factores de planificación

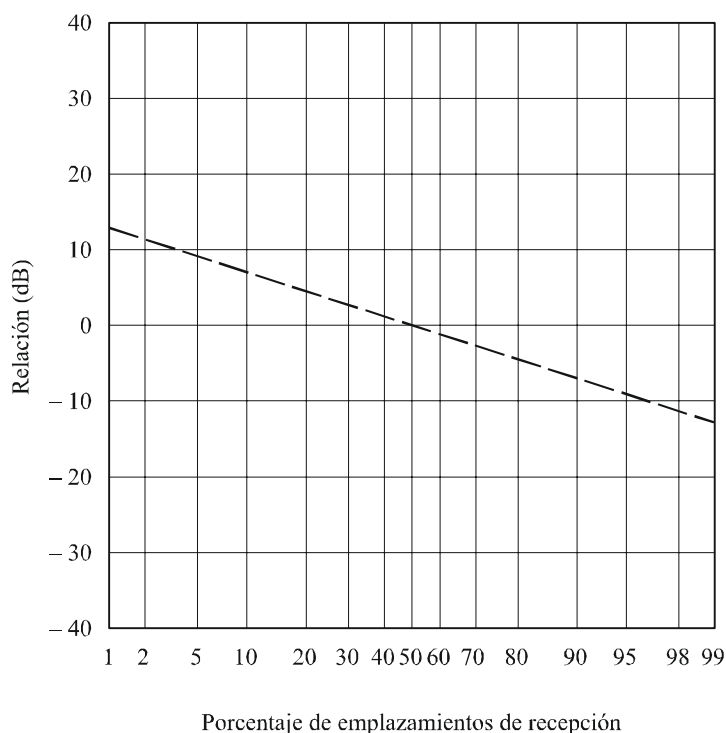
1 Distribución de la intensidad de campo con la ubicación

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. 2 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 2

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



Frecuencias: 30-250 MHz (Bandas I, II y III)
y 470-890 MHz (Bandas IV y V)

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 62 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 62

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 63
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 64 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 64

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 65.

CUADRO 65

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.

Anexo 5

Método de comparación subjetiva con fuente interferente de referencia para la evaluación de las relaciones de protección de los sistemas de televisión terrenal analógica

1 Introducción

Los métodos subjetivos para la evaluación de las notas de degradación exigen extensas pruebas, mucho tiempo, un gran número de observadores, y analizan la gama completa de notas de degradación.

Para evaluar las relaciones de protección sólo son necesarios dos tipos de notas de degradación fija, que son aproximadamente la nota de degradación 3 para interferencia troposférica y la nota de degradación 4 para interferencia continua (véase el Cuadro 66).

Este Anexo expone un método para evaluar las relaciones de protección de los sistemas de televisión analógica deseados basado en la comparación subjetiva de la degradación de una fuente interferente con la de una fuente interferente de referencia. Se obtienen resultados utilizables y fiables con sólo un pequeño número de observadores y una imagen fija.

Este método de comparación subjetiva es apropiado para la evaluación de la interferencia causada por cualquier sistema de transmisión digital o analógico a un sistema de televisión analógica deseado. La aplicación de una fuente interferente de referencia fija da lugar a un conjunto reproducible de figuras con una baja desviación (desviación típica de ± 1 dB aproximadamente). Sólo es necesario un pequeño número de observadores: de tres a cinco experimentados o no experimentados.

Hay dos fuentes interferentes de referencia que pueden utilizarse:

- interferencia sinusoidal
- fuente interferente de ruido gaussiano.

Las pruebas han demostrado que, para los sistemas de televisión digital deseados, una fuente interferente de referencia puede mejorar la decisión por evaluación adoptada por el observador. El uso de una fuente interferente de referencia de ruido produce los mismos resultados que con la fuente interferente sinusoidal definida. El inconveniente es que puede ser necesaria una disposición de prueba más complicada. Son necesarias más pruebas, sobre todo fijando la referencia de ruido equivalente.

(Por ahora deberá utilizarse la fuente interferente de referencia sinusoidal, hasta que se llegue a un acuerdo sobre un procedimiento de prueba común y sobre un coeficiente de ruido de referencia armonizado y unificado.)

2 El método de comparación subjetiva de evaluación de las relaciones de protección utilizando una referencia sinusoidal

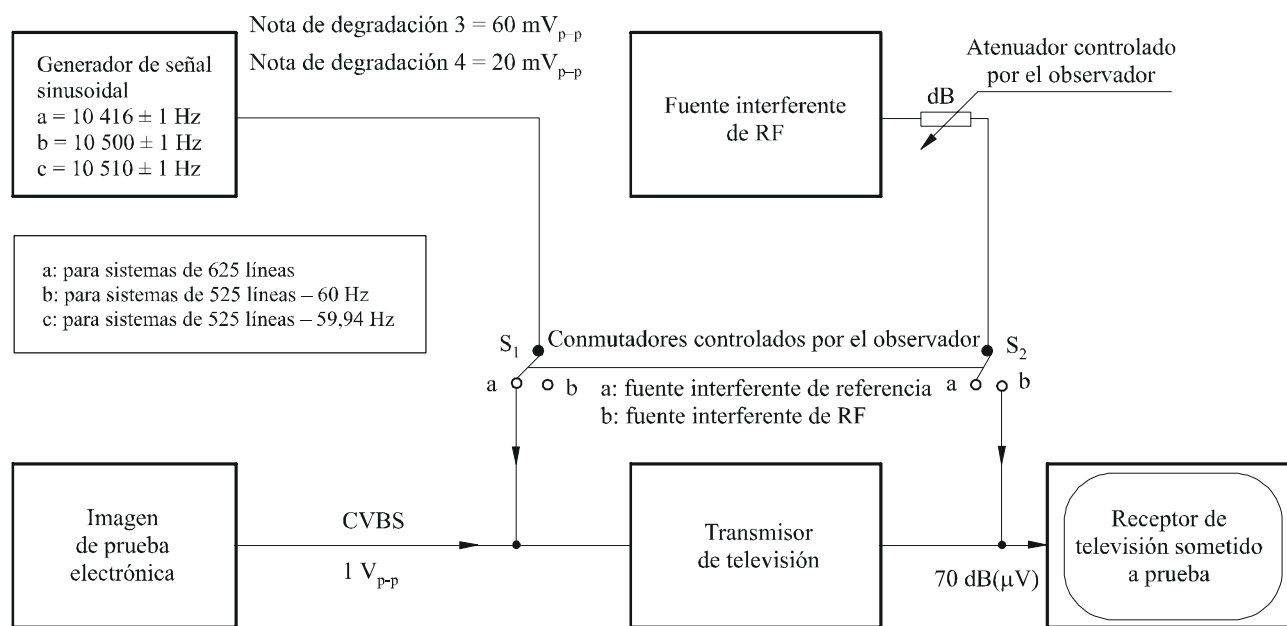
2.1 Descripción general

La Fig. 3 muestra la disposición de prueba para el método de comparación subjetiva con una fuente interferente sinusoidal. Los tres bloques inferiores son el trayecto de señal principal, la fuente de vídeo deseada, el transmisor de televisión, y el receptor de televisión que se somete a prueba. La fuente interferente de vídeo de referencia es una señal sinusoidal simple. La amplitud del generador

de señal sinusoidal es conmutable entre la interferencia troposférica y la interferencia continua. La fuente interferente de RF no deseada se añade al trayecto de señal deseada. La amplitud y la frecuencia de la fuente interferente se calculan a partir de la fuente interferente de referencia indicada en el § 2.3 del Anexo 1 a la Recomendación UIT-R BT.655.

FIGURA 3

Método de comparación subjetiva para la evaluación de las relaciones de protección



1368-03

La intensidad de la fuente interferente de RF puede variarse con un atenuador controlado por el observador. La fuente interferente de RF se ajusta para producir la misma nota de degradación que la fuente interferente de referencia comparando las imágenes interferidas en la pantalla de televisión.

La relación de protección de RF es la diferencia entre los niveles de señal deseada y de señal no deseada a la entrada del receptor. La disposición de prueba puede ajustarse de manera que el valor en dB mostrado en la casilla de atenuación dé directamente la relación de protección.

2.2 Realización de la fuente interferente de referencia

Para los sistemas de 625 líneas, los niveles de degradación de referencia son aquellos que corresponden a relaciones de protección cocanal de 30 dB y 40 dB, con un desplazamiento de frecuencia entre las portadoras de imagen deseada y no deseada próxima a $2/3$ de la frecuencia de línea, pero ajustada para la máxima nota de degradación. La diferencia de frecuencia precisa es 10 416 Hz. Estas condiciones se aproximan a las notas de degradación 3 (ligeramente molesta) y 4 (perceptible, pero no molesta) y se aplican a interferencia troposférica (1% del tiempo) y a interferencia continua (50% del tiempo), respectivamente. La nota de degradación de la fuente interferente de referencia de banda base de vídeo dada es independiente del sistema de televisión analógica e independiente de los parámetros de modulación de RF, tales como polaridad de la modulación, portadora residual, etc.

La fuente interferente de referencia de RF puede realizarse como una señal sinusoidal simple a una frecuencia de banda base, como se muestra en la Fig. 3. La fuente interferente de referencia sinusoidal tiene una frecuencia fija de 10 416 Hz para sistemas de 625 líneas o de 10 500 Hz para

sistemas de 525 líneas –60 Hz y de 10 510 Hz para sistemas de 525 líneas –59,94 Hz, o una amplitud de 60 mV_{p-p} o de 20 mV_{p-p} con relación a un nivel de blanco y negro de 700 mV_{p-p} o a un nivel de CVBS de 1 V_{p-p}. Estas amplitudes corresponden a las relaciones de protección de RF de 30 dB y 40 dB respectivamente (desplazamiento de 2/3 de línea). La estabilidad de frecuencia del generador de señal sinusoidal debe hallarse dentro de ± 1 Hz.

2.3 Condiciones de prueba

- Señal de vídeo deseada: Sólo se necesita una imagen de prueba electrónica (por ejemplo, FuBK, Philips u otras).
- Condiciones de observación: Las indicadas en la Recomendación UIT-R BT.500.
- Distancia de observación: Cinco veces la altura de la imagen.
- Receptor de prueba: Hasta cinco aparatos domésticos de no más de cinco años. Para mediciones cocanal, puede utilizarse un receptor profesional.
- Señal de entrada del receptor: –39 dBm (70 dB(μV) a 75 Ω).
- Observadores: Se necesitan cinco observadores, experimentados o no experimentados. En pruebas iniciales puede haber menos de cinco observadores. Cada prueba debe efectuarse con un solo observador. Debe presentarse a los observadores el método de evaluación.

2.4 Presentación de los resultados

Los resultados deben presentarse junto con la siguiente información:

- media y desviación típica de la distribución estadística de los valores de relación de protección;
- configuración de prueba, imagen de prueba, tipo de imagen de prueba;
- número de observadores;
- tipo de fuente interferente de referencia;
- el espectro de la señal no deseada (fuente interferente de RF), incluida la gama fuera de canal;
- el nivel de RF utilizado para la señal deseada a la entrada del receptor (con receptores domésticos debe utilizarse una tensión de entrada de –39 dBm (70 dB(μV)) a 75 Ω;
- cuando se utilicen aparatos domésticos, tipo, tamaño de la pantalla y año de producción.

3 Cuadro de parámetros importantes

CUADRO 66

Términos básicos y relaciones para el método de comparación subjetiva

Degradación de calidad	Nota 3	Nota 4
Tipo de interferencia	Troposférica	Continua
Margen de tiempo	1% a 5% del tiempo	50% del tiempo
Degradación subjetiva	Ligeramente molesta	Perceptible, pero no molesta
Fuente interferente de referencia (mV _{p-p})	60	20
Relación de protección de RF (dB)	30	40

Anexo 6

Métodos de prueba para las mediciones de las relaciones de protección de señales terrenales digitales deseadas

1 Antecedentes

Los estudios iniciales de las relaciones de protección para el sistema DVB-T se basaron en un objetivo de BER de 2×10^{-4} medido entre los códigos interior y exterior, antes de la decodificación Reed Solomon. En el caso de un interferidor tipo ruido, se ha tomado para que corresponda a una calidad de imagen casi sin error con una $BER < 1 \times 10^{-11}$ a la entrada del multiplexador MPEG-2.

2 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-T 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. 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 un interferidor tipo ruido la diferencia en un valor de la relación señal deseada/señal no deseada entre el método casi sin error con una BER de 2×10^{-4} y el método de punto de fallo subjetivo es inferior a 1 dB. Todos 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.

Se propone que se adopte 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 7

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 $t\%$ 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:

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