

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R F.758-5 (03/2012)

**Parámetros de sistema y consideraciones
relativas a la elaboración de criterios para
la compartición o la compatibilidad entre
los sistemas inalámbricos fijos digitales
del servicio fijo y sistemas de otros
servicios y otras fuentes
de interferencia**

**Serie F
Servicio fijo**



Prólogo

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

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

Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

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

Series de las Recomendaciones UIT-R

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

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

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

Publicación electrónica
Ginebra, 2013

© UIT 2013

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

RECOMENDACIÓN UIT-R F.758-5*

Parámetros de sistema y consideraciones relativas a la elaboración de criterios para la compartición o la compatibilidad entre los sistemas inalámbricos fijos digitales del servicio fijo y sistemas de otros servicios y otras fuentes de interferencia

(1992-1997-2000-2003-2005-2012)

Cometido

La presente Recomendación contiene principios encaminados al establecimiento de criterios para la compartición de los sistemas digitales en el servicio fijo. Estudia principalmente cómo diseñar adecuadamente degradaciones de la calidad de funcionamiento y de la disponibilidad debidas a interferencia dentro de los objetivos admisibles, según lo especificado en la Recomendación UIT-R F.1094, en los distintos entornos de interferencia. Contiene asimismo información sobre características técnicas representativas y parámetros de compartición de sistema típicos de los sistemas inalámbricos fijos digitales en el servicio fijo para su uso en los estudios de compartición por encima de 30 MHz. En los casos en que los análisis indiquen problemas de compartición, en el Informe UIT-R F.2108 se puede consultar información adicional sobre sistemas fijos específicos utilizados por las administraciones.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que es necesario establecer criterios de compartición entre el servicio fijo y otros servicios en las bandas de frecuencias en que ambos servicios están atribuidos con igualdad de derechos;
- b) que la compartición puede realizarse determinando los valores admisibles de las degradaciones de la calidad de funcionamiento y de la disponibilidad de los sistemas inalámbricos fijos causadas por la interferencia procedente de otros servicios radioeléctricos que tienen atribuciones en las mismas bandas de frecuencias que el servicio fijo con igualdad de derechos;
- c) que también es necesario tener en cuenta la interferencia causada por otros servicios que comparten la misma banda de frecuencias pero que no tienen atribuciones a título primario, las emisiones de otros servicios fuera de la banda compartida y las emisiones procedentes de fuentes distintas a los servicios radioeléctricos;
- d) que hay que establecer los principios para la distribución de la degradación de la calidad de funcionamiento y de la disponibilidad en los distintos elementos del sistema inalámbrico fijo y entre cada fuente de interferencia;
- e) que es necesario conocer las características técnicas de cada servicio para derivar criterios de interferencia correspondientes a la degradación admisible de la calidad de funcionamiento y de la disponibilidad del sistema inalámbrico fijo;
- f) que la calidad de funcionamiento y la disponibilidad pueden degradarse como resultado de la interferencia a largo plazo y de corta duración y que, por tanto, es necesario establecer criterios de interferencia a largo plazo y de corta duración;
- g) que resulta útil para otras Comisiones de Estudio del UIT-R disponer de una metodología básica para formular criterios de compartición para el servicio fijo,

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de las Comisiones de Estudio 4, 6 y 7 de Radiocomunicaciones.

observando

- a) que las características de los sistemas fijos digitales y analógicos basados en las anteriores versiones de la Recomendación se recogen en el Informe UIT-R F.2108;
- b) que la Recomendación UIT-R F.1094 ofrece el principio general de distribución de las degradaciones de la calidad de funcionamiento y de la disponibilidad para el servicio fijo causadas por interferencia de otros servicios o fuentes,

recomienda

- 1 que la formulación de criterios de compartición y la evaluación de las condiciones de interferencia entre el servicio fijo y otros servicios y fuentes de interferencia se considere de acuerdo con los principios descritos en el Anexo 1;
- 2 que la información proporcionada en el Anexo 2 se considere como orientación para determinar las características técnicas y los parámetros de sistema típicos de los sistemas inalámbricos fijos digitales del servicio fijo que es necesario tener en cuenta al establecer criterios para la compartición con otros servicios;
- 3 que se pueden utilizar los parámetros de sistema de los Cuadros del Anexo 3 como información complementaria para las bandas en las que el Anexo 2 no ofrece parámetros típicos.

Anexo 1

Consideraciones básicas relativas a la formulación de criterios de compartición

1 Objetivo de calidad de funcionamiento global

Una de las funciones de los planificadores de servicios de radiocomunicaciones es diseñar y realizar una red de transmisión que satisfaga los objetivos de calidad de funcionamiento establecidos por el UIT-T y el UIT-R. Por consiguiente, es importante que los sistemas reales puedan cumplir los objetivos de diseño apropiados, habida cuenta de la utilización creciente del espectro radioeléctrico. Existen diversas Recomendaciones UIT-R de la Serie F relacionadas con el objetivo de calidad de funcionamiento global para distintos tipos de circuito.

1.1 Objetivos de característica de error y de disponibilidad

1.1.1 Recomendación de referencia del UIT-T y del UIT-R

En la Recomendación UIT-R F.1668, Objetivos de característica de error para los enlaces inalámbricos fijos digitales utilizados en las conexiones ficticias de referencia y trayectos ficticios de referencia de 27 500 km, basada en las Recomendaciones UIT-T G.826, UIT-T G.828 y UIT-T G.829, se estipulan los objetivos de característica de error para los enlaces inalámbricos fijos digitales reales utilizados en conexiones y trayectos ficticios de referencia de 27 500 km. Esta es la única Recomendación en la que se definen los objetivos de característica de error para todos los enlaces inalámbricos fijos digitales reales.

NOTA 1 – La aplicabilidad de las antiguas Recomendaciones UIT-R-R F.634, UIT-R F.696 y UIT-R F.697 está limitada a los sistemas diseñados antes de la aprobación de la Recomendación UIT-T G.826 (diciembre de 2002).

En la Recomendación UIT-R F.1703, basada en la Recomendación UIT-T G.827, se estipulan los objetivos de disponibilidad para los enlaces inalámbricos fijos digitales reales utilizados en conexiones y trayectos ficticios de referencia de 27 500 km. Esta es la única Recomendación en la que se definen objetivos de disponibilidad para todos los enlaces inalámbricos fijos digitales reales.

NOTA 2 – La aplicabilidad de las antiguas Recomendaciones UIT-R F.695, UIT-R F.696 y UIT-R F.697 está limitada a los sistemas diseñados antes de la aprobación de la Recomendación UIT-R F.1703 (enero de 2005).

La mayoría de las nuevas aplicaciones están diseñadas para sistemas que utilizan un solo salto, o un número reducido de ellos (por ejemplo, para conexión de retroceso a las redes celulares o para conexión de zonas distantes con las redes de área metropolitana). No obstante, la protección contra la interferencia de cada salto sigue basándose en la Recomendación citada *supra*.

1.1.2 Base temporal para la evaluación

1.1.2.1 Principios generales

La evaluación de la disponibilidad se realiza sobre la base de periodos de un año, conforme a lo establecido en la Recomendación UIT-T G.827 y es independiente de los medios de transporte reales.

La evaluación de la característica de error se realiza sobre la base de periodos de un mes, conforme a lo establecido en la Recomendación UIT-T G.826 y es independiente de los medios de transporte reales. En particular, puesto que la propagación radioeléctrica se caracteriza por una gran variabilidad en función de la estación y el clima, se busca alcanzar los objetivos en el mes más desfavorable (concepto que se aclara en la Recomendación UIT-R P.581).

En caso necesario, y a efectos de predicción, la conversión de las estadísticas anuales en estadísticas del mes más desfavorable se aborda en la Recomendación UIT-R P.841.

En el caso de las conexiones radioeléctricas afectadas por la interferencia causada por alguna fuente, la característica de error global y las evaluaciones de la disponibilidad contemplan el efecto de interferencia adicional dentro del adecuado marco temporal descrito *supra*.

Es preciso señalar que los conceptos de interferencia «a largo plazo» y «de corta duración» (véanse los § 4.1 y 4.2 del presente Anexo 1) no tienen una correlación directa con la base temporal «mensual» o «anual». Ambos tipos de interferencia, dependiendo de su variabilidad de tiempo y el nivel de ésta, pueden en principio afectar a la «característica de error» (mensualmente), pero únicamente la interferencia superior a 10 segundos consecutivos puede afectar a la «disponibilidad» (anual) de los sistemas del servicio fijo.

Normalmente la consideración anterior sólo será necesaria en la interferencia a largo plazo, aunque en casos especiales también puede abarcar la interferencia de corta duración.

1.1.2.2 Aplicaciones prácticas

De acuerdo con los principios descritos anteriormente, siempre que se da una situación de compartición o compatibilidad con los sistemas del servicio fijo, se necesitan estudios distintos para evaluar por separado el impacto de la interferencia en la disponibilidad del servicio fijo (anualmente) y la característica de error del sistema fijo (mensualmente).

Sin embargo, en algunos casos prácticos, no se necesitan ambos estudios en razón de la situación física prevista de los trayectos deseado y no deseado.

En particular, cuando la interferencia afecta constantemente al dispositivo víctima del servicio fijo (por ejemplo, desde una estación espacial geostacionaria), se asume generalmente que el nivel de interferencia aceptable debe ser suficientemente bajo para no afectar al umbral de disponibilidad del sistema del servicio fijo, sobre una base anual. En tal caso, garantizando que la degradación de la

disponibilidad del servicio fijo sea adecuada, se asume generalmente que toda degradación de la «característica de error» estaría dentro de unos límites aceptables (en cualquier mes) y no se necesita ningún estudio específico.

Por el contrario, cuando la interferencia en el dispositivo víctima del servicio fijo varía de forma relativamente rápida (por ejemplo, desde una estación espacial no geoestacionaria), se asume generalmente que, debido a los trayectos deseado y no deseado sin correlación, el nivel de interferencia aceptable puede ser mayor, de modo que la degradación de la «característica de error» predominará sobre la posible degradación de la «disponibilidad». En tal caso, el estudio de la degradación de la «característica de error» deberá realizarse en el «mes más desfavorable» (véanse los ejemplos de las Recomendaciones UIT-R F.1108 y UIT-R F.1495).

En principio, se prevé que cuando la variabilidad de la interferencia disminuya (situaciones cuasi estáticas), podría haber un umbral de velocidad en el que las degradaciones de la «disponibilidad» y de la «característica de error» resulten igualmente afectadas. En tales casos, se deberían realizar estudios específicos para ambos casos, con sus adecuadas bases temporales.

2 Subdivisión del objetivo de calidad de funcionamiento y de disponibilidad

En el punto anterior se han indicado los objetivos de calidad de funcionamiento global para conexiones de referencia digitales y analógicas. Sin embargo, en la práctica, hay un gran número de posibles fuentes de interferencia que contribuyen a la degradación de la calidad de funcionamiento de un sistema inalámbrico fijo. Con el fin de disponer de un método práctico para la planificación, es necesario subdividir los objetivos de calidad de funcionamiento global entre cada sección de las conexiones ficticias de referencia globales y el trayecto ficticio de referencia y, dentro de las secciones, distribuir el objetivo de calidad de funcionamiento entre las diversas fuentes.

2.1 Distribución del objetivo de característica de error y disponibilidad de una sección

Este asunto se trata en la Recomendación UIT-R F.1094, Valores máximos admisibles de las degradaciones de la característica de error y de la disponibilidad en los sistemas inalámbricos fijos (FWS) digitales provocadas por la interferencia radioeléctrica procedente de emisiones y radiaciones de otras fuentes. El objetivo de calidad de funcionamiento admisible se divide en un elemento de $X\%$ para la porción del servicio fijo, $Y\%$ para la compartición de frecuencias en atribuciones a título primario y $Z\%$ para otras fuentes de interferencia (obsérvese que $X\% + Y\% + Z\% = 100\%$, donde X , Y y Z tienen generalmente los valores 89%, 10% y 1%, respectivamente). Puede haber otra subdivisión del margen de $X\%$ para satisfacer necesidades locales y podría distribuirse de manera que se satisfaga el grado de servicio (véase § 4.1.3).

Un punto particular que debe señalarse es que una fuente de interferencia (digamos, un transmisor), puede afectar a más de un salto de un sistema.

2.2 Distribución de la degradación de la calidad de funcionamiento y la disponibilidad de distintos servicios

Al establecer los criterios de compartición con otros servicios primarios, puede ser necesario considerar la distribución de los objetivos de característica de error y los objetivos de característica de disponibilidad para interferencia de corta duración e interferencia a largo plazo (véase la parte introductoria de § 4). A continuación, se debe tomar en consideración lo siguiente:

- a) Para la banda compartida por el servicio fijo y un servicio de radiocomunicaciones a título primario, la degradación de la calidad de funcionamiento/disponibilidad $Y1\%$ del servicio fijo provocada por la interferencia procedente de otros servicios no debería superar el 10% del objetivo de conformidad con la Recomendación UIT-R F.1094.

- b) Tras el establecimiento de los criterios de compartición con el primer servicio con atribuciones coprimarias, la degradación de la calidad de funcionamiento/disponibilidad $Y_2\%$ del servicio fijo provocada por la interferencia procedente de otro servicio con atribuciones coprimarias que comparte la misma banda podría hacerse del siguiente modo:
- se debe examinar detenidamente el entorno de interferencias múltiples causadas por ambos servicios, en particular el caso que lleva al límite admisible de $Y_1\%$ y que recibe simultáneamente la interferencia añadida del segundo servicio con atribuciones coprimarias;
 - a continuación el límite de Y_2 se podría obtener a partir de un modelo típico de interferencia para el servicio fijo y para el segundo servicio con atribuciones coprimarias teniendo asimismo en cuenta el posible efecto del primer servicio en ese modelo.

3 Características de la interferencia

Es necesario disponer de información sobre los niveles de interferencia causados por otros servicios, que degradarían la calidad de funcionamiento del sistema en magnitudes específicas. Esto se facilitaría si, con la asistencia de otras Comisiones de Estudio, se elaborase un cuadro con información sobre las características de las emisiones.

Merece considerar dos categorías de interferencia:

- la interferencia producida por servicios que comparten la misma banda a título primario que es probable esté dentro de la anchura de banda del receptor de modulaciones digitales, ya sea de onda continua o emisiones en ráfagas. Puede hacerse referencia a los textos existentes en las Recomendaciones UIT-R de las Series F y SF (por ejemplo, la Recomendación UIT-R SF.766);
- las emisiones de sistemas distintos a los que comparten la misma banda a título primario, que podrían ser numerosas y diversas, producidas por emisión continua o de impulsos y/o en ráfagas, y que pueden considerarse de una manera similar a las emisiones no esenciales descritas. Esas emisiones podrían proceder de sistemas/aplicaciones que funcionan en la misma banda a título no primario, así como de emisiones no deseadas de sistemas que funcionan en otras bandas.

Por último, podría prepararse otro cuadro, también con la asistencia de otras Comisiones de Estudio de Radiocomunicaciones, en el que se comparasen los niveles de interferencia o ruido gaussiano requeridos para producir una degradación especificada de la calidad de funcionamiento del canal.

4 Consideraciones sobre la degradación permitida de la calidad de funcionamiento/disponibilidad provocada por interferencia y criterios de interferencia conexos

Los métodos para caracterizar los niveles de interferencia a sistemas inalámbricos fijos comprenden la densidad de flujo de potencia (dfp), el nivel de potencia a la entrada de la antena o el nivel de potencia a la entrada del receptor. Debe señalarse que todos esos métodos figuran en las Recomendaciones UIT-R de las Series F y SF.

En general, la potencia recibida a consecuencia de una fuente de interferencia no es constante, sino que fluctúa debido a las condiciones de propagación variables del trayecto de interferencia o bien al movimiento del transmisor interferente. Las condiciones de propagación que más influyen en los trayectos de interferencia son la propagación por conductos y la dispersión troposférica. Las condiciones de propagación, incluido el desvanecimiento causado por trayectos múltiples, la lluvia y la difracción, también pueden provocar variaciones en la potencia recibida de la señal deseada

(desvanecimiento de sistema), por lo que el sistema debe tener un adecuado margen de desvanecimiento. Las variaciones en la potencia recibida de las señales deseada e interferente pueden o no estar relacionadas en función de la banda de frecuencias y la geometría de la interferencia.

A fin de simplificar el análisis de la interferencia, se estudia por separado la interferencia de corta duración, término utilizado para describir los niveles más elevados de potencia de interferencia que ocurren en un lapso temporal menor del 1%, y la interferencia a largo plazo, que describe el tiempo restante de la distribución de la potencia de interferencia.

Cuando se desvanece la señal deseada, el porcentaje de tiempo para el cual se rebasa el umbral de calidad de funcionamiento aumentará ligeramente debido a la potencia de interferencia presente al desvanecerse la señal cerca del umbral. Teniendo en cuenta la interferencia en estas condiciones, ésta se considera interferencia a largo plazo. La interferencia a largo plazo degrada la característica de error y la disponibilidad de un sistema al reducir el margen de desvanecimiento con que se cuenta para proteger el sistema del servicio fijo contra el desvanecimiento. En los estudios de compartición y compatibilidad, la interferencia a largo plazo generalmente se caracteriza como la potencia de interferencia que supera el 20% del tiempo a la entrada del receptor víctima. Este es el nivel de potencia utilizado en los Cuadros 2, 3A y 3B en los § 4.1.1 y 4.1.2 a continuación. Para los porcentajes de tiempo aplicados a los criterios de protección, véase § 1.1.2.

La interferencia de corta duración debería considerarse por separado debido a que la potencia de interferencia puede ser suficientemente alta para producir degradación incluso cuando no se ha producido desvanecimiento en la señal deseada. Para resultar aceptable, esa interferencia deberá ocurrir de forma bastante excepcional y en eventos de corta duración. Uno de los criterios de interferencia de corta duración se establece teniendo en cuenta la potencia de interferencia necesaria para provocar un defecto particular de la característica de error (por ejemplo, un segundo con errores) cuando no se ha producido desvanecimiento en la señal deseada. Este es el enfoque adoptado en el Apéndice 7 del RR y en las Recomendaciones UIT-R SM.1448, UIT-R F.1494, UIT-R F.1495, UIT-R F.1606, UIT-R F.1669 y UIT-R SF.1650.

Habida cuenta de que los defectos de característica de error permisibles sólo pueden producirse para porcentajes de tiempo mucho menores del 1% si se quieren lograr los objetivos de característica de error, es necesario que en los estudios de interferencia de corta duración se conozca la potencia de interferencia que supera los porcentajes de tiempo con definición menor del 1%. El criterio de interferencia para un defecto particular de característica de error viene especificado por el nivel de potencia (en relación con el ruido del receptor) y el porcentaje de tiempo atribuido para ese defecto.

En los estudios de compartición y compatibilidad en las bandas de frecuencias en las que el desvanecimiento por trayectos múltiples es la degradación dominante debida a la propagación para los receptores del servicio fijo (principalmente en las bandas de frecuencias inferiores a 15 GHz), no hay relación entre los desvanecimientos de los trayectos deseados y los trayectos interferentes. Bajo estas condiciones, la Recomendación UIT-R F.1108 introdujo el método de la degradación fraccionaria de la calidad de funcionamiento (DFC), mediante el cual se muestra que es procedente utilizar el valor medio de la potencia de interferencia como valor crítico para la potencia de interferencia a largo plazo. Sin embargo, en este cálculo, la potencia media debe determinarse excluyendo los lapsos de tiempo en que la potencia de interferencia supera el límite utilizado para los criterios de interferencia de corta duración. (En la Recomendación UIT-R F.1108 se muestra un ejemplo pertinente aplicado a satélites no geoestacionarios.)

En las bandas de frecuencias en que la lluvia es el factor dominante de desvanecimiento, no es conveniente utilizar DFC para estudiar la interferencia a largo plazo por dos motivos, a saber:

- 1) La distribución del desvanecimiento de la señal deseada debe ser independiente de la distribución de la potencia de interferencia recibida de modo que su densidad conjunta de distribución se pueda representar por el producto de las densidades individuales de distribución;
- 2) El porcentaje de tiempo en que se supera una profundidad de desvanecimiento de la señal deseada debe disminuir en un factor de 10 para un aumento de 10 dB en la profundidad de desvanecimiento.

Esta es la característica del desvanecimiento por trayectos múltiples señalada en la Recomendación UIT-R P.530. En esas bandas, se considera suficiente garantizar que toda degradación de los requisitos de característica de error y de disponibilidad atribuidos a la interferencia a largo plazo se cumplan utilizando el nivel de la interferencia variable en el tiempo que represente el 20% de definición de tiempo para el criterio de interferencia a largo plazo, y que la distribución de la potencia de interferencia cumpla los criterios de degradación de la característica de error elaborados para la interferencia de corta duración. Cuando el porcentaje de tiempo de la potencia de interferencia esté entre el definido para los criterios de corta duración (< 1% del tiempo) y el definido para los criterios a largo plazo (> 20% del tiempo), la evaluación se podría realizar caso por caso, pero también habría que tener en cuenta tales consideraciones cuando se alcancen niveles de potencia de interferencia menores de los previstos para el 20% del tiempo.

En el caso de las emisiones interferentes de impulsos continuos o en ráfagas, su efecto en los sistemas del servicio fijo debería calcularse en función del mecanismo de acoplamiento para la interferencia y no de las características del ciclo de trabajo de la señal interferente. (Por ejemplo, una emisión de radar con un ciclo de trabajo menor del 1% debería evaluarse como interferencia a largo plazo y/o como interferencia de corta duración, según proceda.)

El número y los valores de los criterios de interferencia necesarios para proteger un sistema inalámbrico fijo dependerán de las características de dicho sistema y de la fuente de interferencia. En el caso de la interferencia variable en el tiempo, puede que no resulte adecuado un solo criterio de interferencia; en algunas Recomendaciones se han especificado dos o tres valores, correspondientes a la interferencia a largo plazo (20% del tiempo) y de corta duración (< 1% del tiempo).

Cabe observar que los eventos en que la característica de error se degrada son eventos de muy corta duración a causa de los requisitos estrictos para lograr los objetivos de característica de error.

El número de criterios de interferencia de corta duración corresponde al número de criterios de característica de error adecuados para el escenario de compartición. El porcentaje exacto de tiempo conexas al criterio de interferencia de corta duración está relacionado con el objetivo de calidad de funcionamiento para el sistema objeto de estudio; se puede consultar más información sobre el cumplimiento de los objetivos de interferencia de corta duración en las Recomendaciones UIT-R F.1494, UIT-R F.1495 y UIT-R F.1606, todas las cuales tratan criterios de protección aplicables a la interferencia variable en el tiempo.

En el Cuadro 1 se recogen las referencias relativas a los objetivos de calidad de funcionamiento/disponibilidad y a la compartición entre el servicio fijo y otros servicios primarios en relación con la interferencia provocada en el servicio fijo.

Los objetivos de característica de error y de disponibilidad se pueden cumplir independientemente de si son el resultado de la interferencia de corta duración como de la interferencia a largo plazo.

CUADRO 1

**Recomendaciones del UIT-R relativas a la compartición de frecuencias
entre el servicio fijo y otros servicios primarios**

Recomendación UIT-R	Título
F.1094	Valores máximos admisibles de las degradaciones de la característica de error y de la disponibilidad en los sistemas de radioenlaces digitales provocadas por la interferencia procedente de emisiones y radiaciones de otras fuentes
F.1108	Determinación de los criterios para proteger los receptores del servicio fijo contra las emisiones procedentes de estaciones espaciales situadas en órbitas de satélites no geoestacionarios y que funcionan en bandas de frecuencias compartidas
F.1334	Criterios de protección para sistemas del servicio fijo que comparten las mismas bandas de frecuencias en la gama de 1 a 3 GHz con el servicio móvil terrestre
F.1338	Niveles umbrales para determinar la necesidad de coordinación entre determinados sistemas del servicio de radiodifusión por satélite (sonora) en la órbita de los satélites geoestacionarios para las transmisiones espacio-Tierra y el servicio fijo en la banda 1 452-1 492 MHz
F.1494	Criterios de interferencia para proteger el servicio fijo contra la interferencia combinada variable en el tiempo procedente de otros servicios que comparten la banda 10,7-12,75 GHz a título igualmente primario
F.1495	Criterios de interferencia para proteger el servicio fijo de la interferencia combinada variable en el tiempo procedente de los otros servicios que comparten la banda 17,7-19,3 GHz a título primario
F.1565	Degradación de la calidad de funcionamiento debida a la interferencia causada por otros servicios que comparten las mismas bandas de frecuencias con sistemas inalámbricos fijos digitales reales utilizados en los tramos internacional y nacional de un trayecto ficticio de referencia de 27 500 km a velocidad primaria o superior
F.1606	Criterios de interferencia para la protección de sistemas inalámbricos fijos contra la interferencia combinada variable en el tiempo ocasionada por satélites no geoestacionarios que funcionan en otros servicios que comparten las bandas 37-40 GHz y 40,5-42,5 GHz también a título primario
F.1668	Objetivos de característica de error para los enlaces inalámbricos fijos digitales utilizados en las conexiones ficticias de referencia y trayectos ficticios de referencia de 27 500 km
F.1669	Criterios de interferencia de los sistemas inalámbricos fijos que funcionan en las bandas 37-40 GHz y 40,5-42,5 GHz con respecto a los satélites geoestacionarios
F.1670	Protección de los sistemas inalámbricos fijos contra los sistemas de radiodifusión digital de señal de vídeo y de audio terrenales en las bandas compartidas de ondas métricas y decimétricas
F.1703	Objetivos de disponibilidad para enlaces inalámbricos fijos digitales reales utilizados en las conexiones ficticias de referencia y trayectos ficticios de referencia de 27 500 km
F.1706	Criterios de protección para los sistemas inalámbricos fijos punto a punto que comparten la misma banda de frecuencias con los sistemas de acceso inalámbrico nómada en la gama de 4 a 6 GHz

CUADRO 1 (Fin)

Recomendación UIT-R	Título
SF.1006	Determinación de la interferencia potencial entre estaciones terrenas del servicio fijo por satélite y estaciones del servicio fijo
SF.1650	Distancia mínima desde la línea de base a partir de la cual las estaciones terrenas en movimiento situadas a bordo de barcos no deben causar interferencia al servicio terrenal en las bandas de frecuencias 5 925-6 425 MHz y 14-14,5 GHz

4.1 Interferencia a largo plazo

En la Recomendación UIT-R F.1094 se establecen las bases para la distribución de los objetivos de característica de error y de característica de disponibilidad.

En esta sección se estudian las relaciones entre las cuestiones a) y b) reseñadas a continuación sin considerar la interferencia de corta duración:

- a) Degradación de la característica de error o de la característica de disponibilidad a raíz de la interferencia procedente del servicio coprimario, especificada claramente como del 10% en la Recomendación UIT-R F.1094 (así como en la Recomendación UIT-R F.1565).
- b) Degradación en el margen de desvanecimiento provocada por la interferencia, que se calcula directamente a partir del valor (I/N), de la forma siguiente: $10 \log ((N + I)/N) = 10 \log ((1 + (I/N)))$ (dB).

Cabe señalar que la relación I/N generalmente se define en función de la potencia media (valor cuadrático medio (RMS)) de ruido e interferencia; sin embargo, en lo que atañe a emisiones de interferencia de impulsos continuos o en ráfagas, la relación entre la potencia de cresta y la potencia media podría desempeñar un importante papel para definir los criterios de protección.

Cuando la relación entre la potencia de cresta y la potencia media es muy alta y la anchura de banda del receptor del servicio fijo es grande, puede que resulte necesario tener en cuenta un objetivo de I/N en relación con la interferencia de cresta integrada en el conjunto de la anchura de banda víctima para evaluar correctamente la degradación del margen de desvanecimiento provocada por la interferencia. Los antecedentes sobre el efecto de valores elevados de interferencia de cresta y los criterios de protección figuran, para la interferencia de radar, en la Recomendación UIT-R F.1097; y para la interferencia ocasionada por radares de corto alcance de banda ultraancha (UWB), en la Recomendación UIT-R SM.1757, y de forma más detallada en el Informe UIT-R SM.2057.

En las secciones que siguen, se ofrece orientación únicamente para los casos más habituales en que resulta apropiada la evaluación de la potencia de la interferencia media (RMS).

4.1.1 Efecto de la reducción del margen de desvanecimiento cuando los trayectos múltiples son un factor dominante

En los casos en que la calidad de funcionamiento de los sistemas digitales depende principalmente del desvanecimiento por trayectos múltiples (por ejemplo en frecuencias por debajo de alrededor de 17 GHz), la introducción de otra interferencia acumulada de 10 dB por debajo del umbral de ruido del sistema causa un 10% de aumento del tiempo en que la relación portadora/ruido más interferencia ($C/(N + I)$) del sistema está por debajo de un valor crítico. Asimismo en lo que respecta a los objetivos de la característica de error se deberá tener en cuenta toda característica temporal de la exposición del servicio fijo a la interferencia para determinar la degradación de la calidad de funcionamiento.

Además, es preciso señalar que muchos sistemas inalámbricos fijos emplean recepción con diversidad de espacio en las bandas en que el efecto de desvanecimiento dominante son los trayectos múltiples, y que la potencia de recepción en sistemas que emplean diversidad está sometida a una distribución más moderada que la del desvanecimiento de Rayleigh. Por consiguiente, esos sistemas logran la misma calidad de funcionamiento que las aplicaciones que no emplean diversidad, pero con un margen de desvanecimiento mucho menor. La misma degradación en el margen de desvanecimiento tendrá un efecto mayor en sistemas con recepción por diversidad provocando alrededor del doble de la degradación de la característica de error. En el Cuadro 2 se muestran las relaciones que mantienen las anteriores variables para tres valores (I/N).

CUADRO 2

Degradación en la característica de error provocada por el desvanecimiento por trayectos múltiples

Nivel de interferencia relativo al ruido térmico del receptor (dB)	Degradación resultante en el margen de desvanecimiento (dB)	Degradación resultante en la característica de error (Nota 1)	
		Sistemas sin diversidad de espacio	Sistemas con diversidad de espacio
-6	1	25%	50%
-10	0,5	10%	20%
-13	0,2	5%	10%

NOTA 1 – Se consideran el desvanecimiento por trayectos múltiples sujeto a la distribución de Rayleigh y el efecto típico de la diversidad de espacio. Los valores serían diferentes para diferentes distribuciones de desvanecimiento.

4.1.2 Efecto de la reducción del margen de desvanecimiento en las bandas donde la lluvia es un factor dominante

En caso de lluvia, la relación entre:

- a) la degradación de la característica de disponibilidad debida a la interferencia; y
- b) la degradación del margen de desvanecimiento debida a la interferencia,

no es sencilla, puesto que la distribución de la atenuación por lluvia varía en función de muchos parámetros, por ejemplo, la frecuencia radioeléctrica, la zona hidrometeorológica, la longitud del enlace, el objetivo especificado de la característica de disponibilidad, etc.

La utilización de los parámetros y distribuciones probabilistas típicos se describe en la Recomendación UIT-R P.530, y en los Cuadros 3A y 3B se ofrecen ejemplos de resultados de cálculo con relaciones entre el valor (I/N) y la degradación de la característica de disponibilidad resultante con una longitud de los saltos de 6 km y 3 km, respectivamente. Las cifras de los Cuadros 3A y 3B, se interpretan, por ejemplo, considerando que si el margen nominal de 42,9 dB se degrada en un 1 dB (hasta 41,9 dB), la característica de disponibilidad del enlace especificada para una relación de indisponibilidad de 0,001% en ausencia de interferencia aumentará a 0,001085% (aumento del 8,5%) con interferencia.

Se observa en general que la degradación resultante en la característica de disponibilidad es mayor en los sistemas que tienen un margen de desvanecimiento nominal más reducido. Al elaborar un criterio de compartición en función del valor de (I/N), los diseñadores de sistemas deberían considerar todos los parámetros conexos, incluida la información sobre propagación.

Cabe señalar que los ejemplos de cálculo de las degradaciones resultantes de la característica de disponibilidad y el margen de desvanecimiento de los Cuadros 3A y 3B se basan en un desvanecimiento por lluvia no correlacionado. Si se tiene en cuenta el desvanecimiento por lluvia correlacionado, los valores resultantes pueden reducirse. En la Recomendación UIT-R F.1669 se ofrece un ejemplo de este efecto.

CUADRO 3A

Degradación de la característica de desvanecimiento debida al desvanecimiento por lluvia (radiofrecuencia: 23 GHz, longitud del enlace: 6 km)

Clima (la intensidad de la lluvia se supera para el 0,01% del tiempo)	Nivel de interferencia con respecto al ruido térmico del receptor (dB)	Degradación resultante en margen (dB)	Característica de disponibilidad especificada sin interferencia: relación de indisponibilidad del 0,01%		Característica de disponibilidad especificada sin interferencia: relación de indisponibilidad del 0,001%	
			Margen nominal (dB)	Degradación resultante de la característica de disponibilidad	Margen nominal (dB)	Degradación resultante de la característica de disponibilidad
32 mm/h	-6	1	20,1	14,6%	42,9	8,5%
	-10	0,5	20,1	7,0%	42,9	4,2%
	-13	0,2	20,1	2,8%	42,9	1,7%
22 mm/h	-6	1	13,8	22,0%	29,6	12,6%
	-10	0,5	13,8	10,3%	29,6	6,1%
	-13	0,2	13,8	4,0%	29,6	2,4%

CUADRO 3B

Degradación de la característica de desvanecimiento debida al desvanecimiento por lluvia (radiofrecuencia: 23 GHz, longitud del enlace: 3 km)

Clima (la intensidad de la lluvia se supera para el 0,01% del tiempo)	Nivel de interferencia con respecto al ruido térmico del receptor (dB)	Degradación resultante en margen (dB)	Característica de disponibilidad especificada sin interferencia: relación de indisponibilidad del 0,01%		Característica de disponibilidad especificada sin interferencia: relación de indisponibilidad del 0,001%	
			Margen nominal (dB)	Degradación resultante de la característica de disponibilidad	Margen nominal (dB)	Degradación resultante de la característica de disponibilidad
32 mm/h	-6	1	11,2	27,8%	24,1	15,7%
	-10	0,5	11,2	12,7%	24,1	7,5%
	-13	0,2	11,2	4,8%	24,1	2,9%
22 mm/h	-6	1	7,6	44,3%	16,3	24,2%
	-10	0,5	7,6	19,5%	16,3	11,4%
	-13	0,2	7,6	7,2%	16,3	4,5%

4.1.3 Efecto combinado del ruido térmico del receptor y del ruido debido a interferencia

Los cálculos de los Cuadros 2 y 3 de las secciones precedentes se refieren al nivel de potencia correspondiente al «ruido térmico del receptor». En la práctica, el nivel de referencia normalmente será un nivel de ruido efectivo que comprenda todo el ruido en el sistema de recepción así como la interferencia supuesta dentro del servicio fijo, como en el caso de la parte X definida en la Recomendación UIT-R F.1094. Obsérvese que la interferencia de otros servicios también se referirá a este nivel efectivo. Por consiguiente, el aumento del valor supuesto para la interferencia del propio servicio redundará en una disminución de la degradación admisible de la calidad de funcionamiento en un nivel dado de potencia de interferencia debida a otros servicios.

4.1.4 Degradación de las características de error y de disponibilidad en enlaces de múltiples saltos

En la Recomendación UIT-R F.1565, la degradación de la característica de error de los sistemas inalámbricos fijos reales debida a la interferencia procedente de otros servicios coprimarios se especifica para cada sección de la conexión ficticia de referencia. Más concretamente, la degradación de la característica de error de los sistemas inalámbricos fijos reales se podría calcular para la parte íntegra de una sección de recorrido corto entre centrales y de una sección de red de acceso. En el caso de la sección de recorrido largo entre centrales, 50 km es la longitud mínima del enlace para la que se especifica el objetivo de característica de error.

Cabe señalar que, en caso de instalarse sistemas inalámbricos fijos de múltiples secciones en los que todas las secciones de red de acceso de recorrido corto entre centrales o de recorrido largo entre secciones sean menores de 50 km, no es necesario que el objetivo de característica de error para la interferencia especificado en la Recomendación UIT-R F.1565 se aplique a secciones individuales sino al enlace de múltiples secciones en total.

Consideraciones similares podrían aplicarse para la atribución del objetivo de característica de disponibilidad especificado en la Recomendación UIT-R F.1703 teniendo en cuenta que un enlace solamente se considera disponible si ambos sentidos están disponibles.

Lo anterior debería tenerse en cuenta en el entorno de compartición en el que la interferencia no ocurre de forma significativa en todos los saltos, sino que afecta únicamente a saltos concretos. Por ejemplo, si sólo hay un salto expuesto a la interferencia dentro del sistema inalámbrico fijo de N saltos que constituye toda la sección, la degradación resultante de las características de error y de disponibilidad se debería atribuir al salto expuesto como se muestra en la condición de cálculo de los Cuadros 2, 3A y 3B.

4.2 Interferencia de corta duración

Un sistema debe cumplir sus objetivos de característica de error y de disponibilidad independientemente de si las degradaciones admisibles se deben a eventos de interferencia de corta duración o a largo plazo. En este sentido, es preciso considerar las degradaciones atribuidas a la interferencia de corta duración junto con las atribuidas a la interferencia a largo plazo, de modo que su suma no supere la degradación de la calidad de funcionamiento permitida.

El cálculo de los niveles de interferencia de corta duración permitidos, y los porcentajes de tiempo conexos, es un proceso complejo. Habida cuenta de que ese cálculo se detalla en diversas Recomendaciones del UIT-R en vigor para distintas condiciones y bandas de frecuencias, no se recoge en la presente Recomendación.

Los procedimientos descritos en las Recomendaciones UIT-R F.1494, UIT-R F.1495 y UIT-R F.1606, y en el Anexo 5 al Informe UIT-R M.2119 contienen ejemplos de elaboración de criterios de interferencia de corta duración.

5 Uso del control automático de la potencia del transmisor (ATPC) en los sistemas digitales

Los sistemas del servicio fijo en algunas bandas de frecuencias pueden hacer uso de ATPC. ATPC se activa generalmente por el nivel de la señal recibida por debajo de un umbral previamente definido; en algunos casos, un umbral de degradación de la tasa de errores en los bits (BER) podría complementar al algoritmo de activación ATPC. Cuando sea de aplicación, ATPC se puede tener en cuenta al realizar estudios de compartición relacionados con el servicio fijo. Tales estudios deberían considerar el nivel máximo de potencia transmitida, el alcance de ATPC y la distribución de los niveles de potencia en el servicio fijo con respecto al tiempo debido a la variación de pérdida de propagación. En presencia de interferencia relativamente alta (por ejemplo cuando se considera la interferencia de corta duración), esta distribución puede ser difícil de determinar puesto que el nivel de interferencia podría causar la activación de ATPC (por ejemplo desencadenar el umbral de BER) o impedir su activación (por ejemplo impidiendo que se alcance el umbral de la señal recibida) de una manera impredecible. Para los análisis de compartición entre servicios, en la evaluación de la interferencia de corta duración en los sistemas equipados con ATPC se debería utilizar, no obstante, la potencia a largo plazo del transmisor deseado en lugar de su máxima potencia, a menos que la fuente de la interferencia tenga las mismas configuraciones de los trayectos de propagación. Por ejemplo, si el trayecto de la interferencia tiene su origen en una estación de satélite, no existe ninguna relación con el trayecto deseado del servicio fijo. En tales casos, se debe suponer que la potencia del transmisor deseado está en su nivel más bajo. No obstante, si el trayecto de la interferencia tiene su origen en una fuente terrenal, se puede suponer alguna relación de desvanecimiento (véase la Nota a continuación). En ese caso, la supuesta potencia deseada podría ser la máxima potencia del alcance de ATPC. Se puede consultar más información sobre ATPC en las Recomendaciones UIT-R F.1494, UIT-R F.1495, UIT-R F.1606 y UIT-R F.1669.

NOTA – Este es el caso más general con las bandas de frecuencias por encima de 17 GHz, en las que la lluvia es el factor dominante que afecta a la propagación del enlace; por ejemplo, las Recomendaciones UIT-R P.452 y UIT-R P.839 dan información sobre el tamaño de la célula y la distribución de la intensidad de lluvia (en acimut y dirección de elevación) dentro de las células. En las bandas de frecuencias bajas, en que el factor dominante son los trayectos múltiples, no existe correlación entre la profundidad del desvanecimiento en el trayecto de la señal deseada y el trayecto de la interferencia.

6 Cálculo de niveles de interferencia real

Con el fin de completar el análisis de compartición, debe evaluarse la probabilidad de la interferencia que llega a la entrada de la antena. Para ello habrá que tener en cuenta modelos de propagación actualizados y factores del trayecto, que se describen en los Informes UIT-R y en las Recomendaciones UIT-R de la Serie P. No es probable que un solo modelo baste para todas las aplicaciones posibles. El cálculo de la pérdida de transmisión incluirá también factores tales como las pérdidas por absorción, las pérdidas por difracción, las pérdidas por dispersión, la pérdida por acoplamiento de polarización, la pérdida por acoplamiento entre la abertura y el medio de transmisión y el efecto de la propagación por trayectos múltiples. Asimismo, puede ser necesario tener que considerar los niveles de interferencia global y de interferencia procedente de una sola fuente.

Anexo 2

Parámetros de los sistemas digitales del servicio fijo que han de considerarse para los estudios de compartición de frecuencias

1 Introducción

Con el fin de calcular las degradaciones de la calidad de funcionamiento y de la disponibilidad, es necesario conocer las características de los sistemas inalámbricos fijos. Hay una gran variedad de sistemas inalámbricos fijos en explotación o que se están desarrollando para satisfacer necesidades futuras. Esta variedad de parámetros de sistema se puede generalizar mediante sistemas representativos para gamas de frecuencias específicas en las que el funcionamiento de los equipos sea sistemáticamente similar. En este Anexo se proporcionan detalles de los parámetros clave de los sistemas radioeléctricos requeridos para la evaluación y los cálculos de la interferencia en relación con los estudios de compartición de frecuencias con otros servicios. Los parámetros de sistema se presentan en forma tabular para el número mínimo de gamas de frecuencias requeridas para realizar estudios de compartición entre el servicio fijo y otros servicios.

2 Caracterización del transmisor

2.1 Parámetros de los equipos

Los parámetros básicos del transmisor necesarios para evaluar la interferencia potencial a otros servicios son:

- la frecuencia portadora;
- las características espectrales (por ejemplo, anchura de banda y densidad de potencia del transmisor);
- la potencia isotropa radiada equivalente (p.i.r.e.);
- el diagrama de radiación de la antena.

Las frecuencias de trabajo corresponden normalmente a disposiciones de canales de radiofrecuencia especificadas en Recomendaciones del UIT-R. El tipo de modulación y la disposición de los canales de radiofrecuencia darán una orientación de las características espectrales de las emisiones para las evaluaciones estadísticas genéricas en las que sólo se tiene en cuenta habitualmente la situación de interferencia en el mismo canal. Sin embargo, para realizar cálculos deterministas (estación por estación) de compartición se necesitará una plantilla de las características espectrales que han de especificarse de modo que pueda calcularse cualquier rechazo por desplazamiento de frecuencia para una determinada separación de frecuencias de las portadoras de las señales deseada/interferente.

La p.i.r.e. del transmisor se calcula a partir de la potencia del transmisor, de las pérdidas de alimentador/multiplexor y de la ganancia de la antena. En principio, el valor máximo de p.i.r.e. correspondería a una ganancia máxima de la antena, a pérdidas mínimas de alimentador/multiplexor y a una potencia de salida máxima del transmisor, lo que representa el potencial de interferencia más desfavorable a otros servicios; no obstante, cuando los estudios de compartición/compatibilidad requieran una evaluación estadística de una combinación de un gran número de estaciones interferentes del servicio fijo o cuando la situación de interferencia potencial pueda aparecer aleatoriamente en una zona geográfica extensa, podría no resultar apropiado utilizar el caso más desfavorable absoluto y es más adecuado utilizar una gama de valores en una distribución estadística aleatoria (o de otro tipo conveniente para el caso).

Es necesario conocer los diagramas de radiación de las antenas para realizar estudios de compartición detallados. En los casos en que no se disponga de diagramas medidos, se deberán utilizar los diagramas de radiación de referencia de las siguientes Recomendaciones:

- Recomendación UIT-R F.699, Diagramas de radiación de referencia de antenas de sistemas inalámbricos fijos para utilizarlos en los estudios de coordinación y en la evaluación de la interferencia en la gama de frecuencias de 100 MHz a unos 70 GHz;
- Recomendación UIT-R F.1245, Modelo matemático de diagramas de radiación media y diagramas conexos para antenas de sistemas fijos inalámbricos punto a punto con visibilidad directa para aplicarlo en ciertos estudios de coordinación y en la evaluación de la interferencia en la gama de frecuencias de 1 GHz a unos 70 GHz; y
- Recomendación UIT-R F.1336, Diagramas de radiación de referencia de antenas omnidireccionales, sectoriales y otros tipos de antenas de sistemas punto a multipunto para su utilización en estudios de compartición en la gama de frecuencias de 1 GHz a aproximadamente 70 GHz.

2.2 Distribución estadística por todo el territorio

En el pasado, los enlaces del servicio fijo se utilizaban principalmente para conexiones interurbanas multicanal de múltiples saltos orientadas alrededor de las direcciones conocidas entre centrales de conmutación de grandes ciudades o conexiones rurales en zonas alejadas. En el caso de ambas aplicaciones, generalmente era necesario que, por motivos de economía de la red, cada salto se diseñara de la forma más extensa que permitiera la tecnología para el comportamiento esperado de propagación. Esto se traducía, para la gran mayoría de los enlaces del servicio fijo, en el uso general de la máxima potencia de salida posible asociada a la mayor antena.

Por consiguiente, la máxima p.i.r.e. posible del transmisor coincidía, en la práctica con la p.i.r.e. prevista para los estudios de compartición. Además, la densidad de estaciones del servicio fijo por todo el territorio era muy reducida, con unas pocas grandes estaciones de telecomunicaciones donde convergían todos los enlaces interurbanos.

Actualmente, con la llegada de las redes móviles y la necesidad de conexiones de datos inalámbricas en las redes de acceso se ha modificado la distribución típica de las longitudes de los enlaces; ahora se definen principalmente con arreglo a diferentes consideraciones sobre la cobertura de los sistemas celulares (es decir, distancia entre las estaciones de base que se van a conectar a través de enlaces del servicio fijo) o la ubicación geográfica de centros de datos de clientes privados con respecto al punto de acceso a la red central más cercano.

A raíz de ello, en las zonas pobladas se implantaron redes del servicio fijo más densas, que requerían:

- saltos más cortos, desplegados de forma aleatoria por todo el territorio;
- longitudes de salto significativamente distintas en la misma zona geográfica;
- una cuidadosa coordinación de la red;
- p.i.r.e. diferentes impuestas, en función de los distintos enlaces, por las normas de concesión de licencias para minimizar la interferencia y maximizar la eficacia de utilización del espectro.

Las anteriores consideraciones, aplicadas a los estudios de compartición, condujeron a la necesidad de lograr un escenario de implantación de tipo probabilista en el que la p.i.r.e. se ampliara, según la longitud del enlace, dentro de una gama de valores y las direcciones de los enlaces se distribuyeran aleatoriamente por todo el espectro acimutal y una gama más amplia de ángulos de elevación.

La máxima longitud del enlace posible disminuye conforme aumenta la frecuencia de funcionamiento, debido a los niveles fijos de potencia de salida en conformidad con los requisitos reglamentarios nacionales de las administraciones y a una mayor atenuación de la propagación. Por consiguiente, para cada banda, el límite superior de p.i.r.e. está condicionado por la máxima disponibilidad en el mercado, mientras que el límite inferior está, en la práctica, condicionado por la longitud mínima de enlace «rentable» en la banda. De hecho, entre la mayoría de las condiciones de concesión de licencias figura una tasa por enlace que disminuye conforme aumenta la banda de funcionamiento; en consecuencia, se incentiva económicamente al usuario para que utilice bandas superiores (para las cuales el equipo también es más económico) para los enlaces más cortos en lugar de sólo reducir la p.i.r.e. en bandas inferiores.

Por consiguiente, las gamas de potencia de salida y de p.i.r.e. reseñadas en los Cuadros 4 a 11 ofrece la gama apreciable de valores útiles para los estudios de probabilidades.

Habida cuenta de que la función de distribución de las longitudes de los enlaces está en definitiva relacionada con la distribución geográfica de las estaciones de base móviles o de las instalaciones de los clientes, no se puede suponer que la distribución estadística de la p.i.r.e. sea de tipo «gaussiano», sino que debería evaluarse caso por caso. En el Apéndice 1 al presente anexo se muestran ejemplos de los cálculos al respecto. Para elaborar un modelo probabilista preciso, los modelos de compartición deberían distribuir los enlaces del servicio fijo según una disposición nodal con distribución aleatoria por toda la zona geográfica. Se debe suponer un factor ponderado para las ubicaciones urbanas, suburbanas y rurales, que identifique a grandes rasgos las características del servicio fijo utilizado en promedio, a fin de distribuir con mayor exactitud los nodos fijos. El factor de ponderación depende de la clase de servicio fijo que se va a instalar y debería calcularse caso por caso. La subdivisión porcentual real en esas zonas geográficas puede variar de un país a otro. Por ejemplo, en un país, se utilizan los valores de 60% / 30% / 10% para las ubicaciones urbanas, suburbanas y rurales, respectivamente.

3 Caracterización del receptor

3.1 Parámetros del equipo

Para evaluar los efectos de la interferencia causada al servicio fijo por otros servicios hay que conocer las características de calidad de funcionamiento del receptor radioeléctrico. Los siguientes parámetros del receptor son importantes para los estudios de compartición de frecuencias:

- factor de ruido;
- anchura de banda de ruido;
- densidad de potencia del ruido térmico del receptor;
- potencia de la señal recibida para una proporción de bits erróneos (BER) de 1×10^{-3} , 1×10^{-6} , 1×10^{-10} (corrección posterior al error) (véase la Nota 1);
- nivel de entrada nominal del receptor.

NOTA 1 – Normalmente, para los sistemas no codificados, el nivel de portadora correspondiente a una BER de 1×10^{-6} es de unos 4 dB más alta que para la BER de 1×10^{-3} ; la diferencia del nivel de portadora entre puntos de BER 1×10^{-6} y 1×10^{-10} es también aproximadamente de 4 dB. Para dispositivos de radiocomunicaciones que utilizan corrección de errores en recepción (FEC), el nivel de portadora correspondiente a una BER de 1×10^{-6} BER es de entre 1 y 2 dB mayor que el de una BER de 1×10^{-3} ; la diferencia de la portadora entre 1×10^{-6} y 1×10^{-10} es también de 1 a 2 dB. En los cuadros que siguen a continuación, sólo se trata la potencia de señal recibida correspondiente a la BER de 1×10^{-6} , puesto que los parámetros correspondientes a otras BER podrían obtenerse teóricamente a partir del esquema de modulación o del efecto de corrección de errores.

Los niveles de la señal recibida y los niveles de interferencia podrán calcularse con referencia a la entrada del mezclador/amplificador de bajo nivel de ruido del receptor, de modo que serían independientes de la ganancia de la antena y de las pérdidas del alimentador/multiplexor (suponiendo que sean iguales para el transmisor y para el receptor).

Debe señalarse que para efectuar cálculos de compartición deterministas (estación a estación) se necesita información sobre la selectividad de frecuencia del equipo radioeléctrico. Los estudios genéricos de compartición/compatibilidad, en la misma banda atribuida, suelen estar basados en una situación de interferencia en el mismo canal y de ahí que baste con conocer la anchura de banda del ruido.

Los niveles de señal requeridos para BER dadas podrían obtenerse a partir del nivel calculado del ruido térmico del receptor con el fin de añadir la relación señal/ruido térmico, S/N , requerida para una BER dada. En la Recomendación UIT-R F.1101 se puede consultar información sobre la relación S/N teórica y práctica para los formatos de modulación más comunes.

3.2 Interferencia admisible

Es necesario especificar niveles máximos de interferencia para porcentajes de tiempo largos y cortos. Cuando se especifica interferencia a largo plazo global, si puede producirse interferencia de múltiples fuentes simultáneamente, debe señalarse que los criterios de interferencia de una sola fuente serán correspondientemente más bajos. En el caso de interferencia de corta duración, los porcentajes de tiempo de interés se relacionarán con los objetivos de calidad de funcionamiento del sistema.

Los niveles de interferencia a largo plazo y de corta duración, y los porcentajes de tiempo asociados deben calcularse individualmente para cada tipo de sistema de acuerdo con los principios descritos en el Anexo 1.

4 Cuadros de parámetros de sistema

Los Cuadros 5 a 11 muestran valores representativos de parámetros con el fin de utilizarlos en los estudios de compartición/compatibilidad del servicio inalámbrico fijo digital que actualmente se emplean en diversas bandas de frecuencias.

En la mayoría de las bandas, una gran variedad (por ejemplo en lo que respecta a distancia entre canales y formatos de modulación) de servicios inalámbricos fijos están presentes en el mundo; su utilización efectiva en una zona geográfica depende de las atribuciones y necesidades regionales y nacionales. Por consiguiente, los parámetros de sistema que figuran en los cuadros no son representativos de ningún sistema del servicio fijo real, sino que representan un promedio o una gama de valores esperada que son adecuados para los estudios de compartición/compatibilidad.

En cada fila de los cuadros se toma en consideración un parámetro específico (o su gama esperada) que se ha definido u obtenido de acuerdo con los principios descritos en los siguientes párrafos.

4.1 Gama de frecuencias y su Recomendación UIT-R de referencia conexas

La gama es aproximada y está comprendida de forma general por la Recomendación pertinente sobre disposición de radiocanales; los límites de banda reales dependen de las atribuciones regionales y nacionales al servicio fijo.

4.2 Formato de modulación

Para cada gama de frecuencias las dos columnas se refieren a dos tipos de aplicaciones. La primera se supone que es representativa de sistemas más simples (por ejemplo una banda más estrecha o un

formato de modulación de poca complejidad), que generalmente muestran la densidad de p.i.r.e. más alta. La segunda se supone que es representativa de sistemas más complejos (por ejemplo una banda más ancha o un formato de modulación de gran complejidad), que generalmente requieren una característica de error alta y en consecuencia se supone que son más sensibles a la interferencia.

Generalmente en los estudios de compartición no influye la modulación, puesto que están basados en objetivos de I/N . El formato de modulación, en principio, es útil únicamente para la evaluación de los niveles de la señal en el receptor (nominal y para una BER de 1×10^{-6}), que se pueden utilizar para la evaluación de la interferencia de corta duración.

Cabe señalar que la modulación adaptativa (es decir, la modulación se modifica de acuerdo con la propagación y/o la situación de interferencia intrasistema), principalmente en configuraciones punto a multipunto, pero también punto a punto, se puede utilizar para aumentar el caudal o la capacidad disponible del sistema cuando ello sea posible.

4.3 Separación entre canales y anchura de banda de ruido del receptor

La separación entre canales es necesaria para la evaluación simple de la densidad de la potencia de salida del transmisor. No obstante, en algunas bandas, la Recomendación UIT-R describe diversas separaciones entre canales, y el uso real es específico de cada país; por ese motivo se dan varios valores para la separación entre canales. La anchura de banda del ruido efectiva depende de la implementación; sin embargo, a efectos de los estudios genéricos de compartición/compatibilidad, el valor nominal generalmente se supone que es igual que la anchura de banda de canal.

4.4 Gama de potencia de salida del transmisor (dBW)

Cuando se aplica la coordinación de frecuencias (ya sea enlace por enlace en sistemas punto a punto, o entre células y terminales del mismo sistema punto a multipunto) para la gestión de la interferencia intraservicio (del servicio fijo sobre el servicio fijo), la p.i.r.e. (y por consiguiente la potencia de salida del transmisor) se fija a un nivel que sólo permite ofrecer el servicio, con la calidad esperada, por el enlace específico o dentro de la superficie de la célula. De ahí que la gama de potencia de salida presentada en los cuadros ofrezca información no sólo sobre la potencia máxima proporcionada por el diseño del sistema, sino también la difusión real de la potencia por un gran territorio. Los valores tienen en cuenta las pérdidas en el filtro del transmisor.

4.5 Gama de densidad de potencia de salida del transmisor (dBW/MHz)

En los estudios de compartición/compatibilidad, pueden necesitarse determinadas densidades espectrales de potencia. La densidad de potencia de salida del transmisor se obtiene ajustando la potencia de salida del transmisor con el factor de anchura de banda, para los enlaces de la red considerada: densidad de potencia de salida del transmisor (dBW/MHz) = densidad de salida del transmisor (dBW) – $10\log(\text{separación entre canales en MHz})$.

4.6 Gama de pérdidas del alimentador/multiplexor (dB)

Hay distintas metodologías de implantación física entre la gran variedad de sistemas existentes en el mundo. Los sistemas convencionales de interior (por ejemplo con los extremos de entrada de las radiofrecuencias en un entorno protegido) asociados a las antenas montadas en torres o tejados conectadas mediante un alimentador funcionan principalmente en las bandas inferiores; los sistemas completamente exteriores (por ejemplo dentro de una montura estanca o cerca de la antena) funcionan principalmente en las bandas superiores, aunque cada vez funcionan más en bandas inferiores. Por consiguiente, pérdidas en el alimentador de 0 dB indican aplicaciones completamente exteriores, mientras que los valores altos, únicamente en bandas inferiores a 18/23 GHz, resultan de una longitud media de la línea de alimentación de ~50 m de guíaonda

flexible. La fila del cuadro relativa a las pérdidas del alimentador/multiplexor refleja las pérdidas del alimentador y, de haberlas, también las pérdidas debidas a sistemas que combinan múltiples canales (excluidas las pérdidas en los filtros de canal, que se tienen en cuenta en la potencia de salida del transmisor o en el factor de ruido del receptor).

4.7 Gama de ganancia de antena (dBi) (punto a punto) o gama de tipo y ganancia de antena (dBi) (punto a multipunto)

En los sistemas punto a punto, las antenas pequeñas generalmente están asociadas con pérdidas en el alimentador reducidas o nulas (por ejemplo aplicaciones en exteriores); en las Recomendaciones UIT-R F.699 y UIT-R F.1245 figuran diagramas de radiación de referencia al respecto. En los sistemas punto a multipunto, los tipos de antena representativos son las antenas omnidireccionales, yagi, parabólicas y sectoriales; en la Recomendación UIT-R F.1336 figuran diagramas de radiación de referencia al respecto.

Es preciso prestar atención a lo siguiente:

- en los estudios de compartición, no siempre el máximo valor de ganancia de antena es el que causa la máxima interferencia. Una ganancia de antena menor posee un haz más ancho y, en determinadas situaciones, es más perjudicial, tanto si el servicio fijo es el interferido como el interferente. Esto se puede determinar según cada caso para cada situación de compartición a partir de una gama representativa dada;
- la gama de ganancia es representativa de toda la población de redes, puesto que cada red se caracteriza por una distribución diferente de valores de ganancia de antena. Probablemente el valor típico se encuentre entre los valores de una gama dada, lo que también dependerá de las distintas consideraciones nacionales.

4.8 Gama de p.i.r.e. (dBW)

La gama de p.i.r.e. depende de las ya descritas potencia de salida y pérdidas del alimentador, así como de la ganancia de antena como $p.i.r.e. = (\text{potencia de salida del transmisor}) + (\text{ganancia de antena}) - (\text{pérdidas del alimentador})$. Sin embargo, la gama real de p.i.r.e. no se debe calcular como la suma directa de los valores superiores e inferiores puesto que se aplican las siguientes consideraciones:

- Cuando se conoce la gama de pérdidas del alimentador, el valor de 0 dB indica aplicaciones completamente exteriores, lo que generalmente se manifiesta con una pérdida de potencia moderada.
- Cuando se aplican límites reglamentarios, la p.i.r.e. puede no ser igual a la potencia máxima más la ganancia máxima menos la pérdida mínima del alimentador (en decibelios).
- Los sistemas con modulación menos compleja pueden, en principio, experimentar bajas reducciones de potencia del transmisor y conseguir por tanto potencias más elevadas; sin embargo, un diseño adaptado al balance medio del enlace requerido por el mercado para esa aplicación sugiere que, por motivos de economía, se mantenga una potencia moderada. Con todo, cuando se reduce la separación entre canales se pueden obtener densidades de p.i.r.e. más elevadas (dBW/MHz).
- Los sistemas con órdenes superiores de modulación precisan de una mayor reducción de potencia del transmisor y, cuando se asocian con sistemas de gran capacidad de banda ancha, utilizan la máxima potencia de la que disponen habitualmente. Sin embargo, la densidad de p.i.r.e. (dBW/MHz) tal vez no sea la mayor entre las aplicaciones del servicio fijo.
- En una red dada, la mayor potencia de salida del transmisor no se corresponde necesariamente con la mayor ganancia de antena.

La p.i.r.e. en las distintas direcciones de puntería de la antena se puede calcular teniendo en cuenta el diagrama de radiación de la antena.

4.9 Gama de densidad de p.i.r.e. (dBW/MHz)

En los estudios de compartición/compatibilidad, a menudo se utiliza la densidad espectral de p.i.r.e., que se puede obtener fácilmente realizando un ajuste con el factor de anchura de banda para los enlaces en la red considerada: densidad de p.i.r.e. (dBW/MHz) = p.i.r.e. (dBW) – 10 log (separación entre canales, en MHz).

En algunos casos, también se indica una moda, consistente en el parámetro estadístico para el valor que se da con mayor frecuencia.

4.10 Factor de ruido típico del receptor (dB)

El factor de ruido del receptor comprende las pérdidas en el filtro del receptor. La finalidad de este valor es mantener un equilibrio entre costos y eficacia para la aplicación (dependiente principalmente del balance del enlace requerido en el diseño del sistema).

4.11 Densidad de potencia de ruido típica del receptor (dBW/MHz)

La densidad de potencia de ruido típica del receptor se obtiene a partir de la densidad de potencia del ruido térmico y se describe como: $-144 \text{ dBW/MHz} + \text{valor del ruido}$. La potencia absoluta de ruido del receptor se puede obtener sumando el factor de anchura de banda del ruido nominal = $10 \log$ (separación entre canales, en MHz).

4.12 Nivel de entrada normalizado del receptor para una BER de 1×10^{-6} (dBW/MHz)

El nivel de entrada normalizado del receptor para una BER de 10^{-6} depende de la S/N correspondiente para el formato de modulación real y de la anchura de banda de canal. Se puede obtener a partir de la densidad de potencia de ruido del receptor mediante la fórmula:

Nivel de entrada normalizado del receptor (dBW/MHz) = Densidad de potencia de ruido del receptor (dBW/MHz) + S/N (dB).

El nivel real de entrada del receptor se obtiene añadiendo el factor de anchura de banda nominal del ruido = $10 \log$ (separación entre canales, en MHz).

En la Recomendación UIT-R F.1101 se recoge información sobre la relación S/N teórica para diversos formatos de modulación, codificados y sin codificar. Cuando se dispone de datos sobre el valor típico esperado de S/N , incluida la ganancia de codificación, se indica en el cuadro; en otros casos, los valores del cuadro proceden de la Recomendación suponiendo que, en los sistemas actuales, la ganancia real de codificación recupera como mínimo las pérdidas de implementación.

4.13 Densidad de potencia de interferencia a largo plazo nominal (dBW/MHz)

La densidad de potencia de interferencia a largo plazo que figura en los Cuadros 5 a 11 y 13 a 16 es igual a $N_{RX} + I/N$. La finalidad de este valor es indicar un punto de partida para los estudios de compartición o compatibilidad. Aunque se dispone de un valor de N_{RX} en la segunda fila por encima de esta entrada en cada columna de estos cuadros, el valor adecuado de I/N depende de la banda de frecuencias y las condiciones de compartición o compatibilidad. En la mayoría de los casos se ha utilizado en el pasado un valor combinado de -10 dB para condiciones de compartición con un servicio coprimario; sin embargo, también se han utilizado o elaborado otros valores en los estudios de compartición y compatibilidad en distintos entornos de interferencia.

En algunos casos de compartición coprimaria en bandas inferiores a 3 GHz se ha utilizado un valor de -6 dB. Además, se ofrece más orientación para estudios de compartición en relación con más de un servicio coprimario; en el Cuadro 4 se ofrece orientación sobre la elección de los valores de I/N para su uso en la determinación de una densidad de potencia de interferencia adecuada a largo plazo.

CUADRO 4

Orientación sobre la elección de valores de I/N para la interferencia a largo plazo

$I/N^{(1)}$	Gama de frecuencias	Condiciones de compartición/compatibilidad	Observaciones y Recomendaciones UIT-R pertinentes
-6 dB	30 MHz a 3 GHz	Condición de compartición excepto cuando se indica en otra parte del presente Cuadro	Valor generalmente aplicable para la interferencia combinada. Véanse las Recomendaciones pertinentes en el Cuadro 1.
-10 dB	Por encima de 3 GHz		
≤ -6 dB	30 MHz a 3 GHz	Compartición con más de un servicio coprimario	Distribución de los objetivos de F.1094 (véase el § 2 del Anexo 1 de la presente Recomendación). Se pueden aplicar -6 dB o -10 dB, según convenga, cuando sea despreciable el riesgo de la interferencia simultánea procedente de las estaciones con las otras atribuciones a título coprimario. En los demás casos, se puede necesitar un criterio más estricto para calcular la interferencia combinada procedente de todos los servicios coprimarios (es decir se debe procurar que -6 dB o -10 dB sea el valor máximo de la I/N combinada debida a todos los servicios coprimarios).
≤ -10 dB	Por encima de 3 GHz		
-13 dB	3-6 GHz	Compatibilidad con la banda ultraancha	Únicamente para terminales de acceso inalámbrico fijo en el exterior. SM.1757
-15 dB	27-31 GHz	Compartición con el servicio fijo que utiliza estaciones en plataformas a gran altitud (HAPS)	F.1609
-20 dB	3-8,5 GHz	Compatibilidad con la banda ultraancha	SM.1757
-20 dB	Todas	Compatibilidad con servicios secundarios y otros radiadores intencionales	Comprende las emisiones y radiaciones no deseadas. F.1094

⁽¹⁾ Estos valores de I/N se aplican a la interferencia combinada debida al funcionamiento del servicio fijo.

4.14 Información adicional (nivel de entrada del receptor nominal)

El nivel de entrada del receptor nominal (dBW) no se menciona en los cuadros debido a su gran variabilidad en las redes reales. Sin embargo, puede que este valor se necesite para la evaluación de la interferencia «de corta duración». El nivel de recepción nominal depende del balance específico del enlace requerido, necesario para lograr la característica de error y la disponibilidad requeridas. Además, cuando se utiliza el control automático de la potencia del transmisor (ATPC), el nivel nominal del receptor se reduce más por el alcance de ATPC. Normalmente, cuando se utiliza ATPC, el nivel nominal del receptor debería disminuir en ~10 dB. Cuando se necesite el estudio específico, las administraciones nacionales interesadas deben suministrar los datos del nivel de entrada del receptor.

En cualquier caso, para la función adecuada del enlace, incluido ATPC, el nivel de entrada del receptor nominal no sería inferior a entre 10 y 15 dB por encima del nivel de entrada del receptor para una BER = 10^{-6} .

CUADRO 5^(*)

Parámetros de sistema para los sistemas punto a punto del servicio fijo en bandas atribuidas por debajo de 3 GHz

Gama de frecuencias (GHz)	0,4061-0,450		1,350-1,530		1,700-2,100 1,900-2,300		1,900-2,300		2,290-2,670		
Recomendación UIT-R de referencia	F.1567		F.1242		F.382		F.1098		F.1243		
Modulación	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Separación de canales y anchura de banda de ruido del receptor (MHz)	0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,5; 0,6; 0,75; 1; 1,75; 3,5	0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,5; 0,6; 0,75; 1; 1,75; 3,5	0,25; 0,5; 1; 2; 3,5	0,25; 0,5; 1; 2; 3,5	29	29	1,75; 2,5; 3,5; 7; 10; 14	1,75; 2,5; 3,5; 7; 10; 14	0,25; 0,5; 1; 1,75; 2; 2,5; 3,5; 7; 14	0,25; 0,5; 1; 1,75; 2; 2,5; 3,5; 7; 14	
Gama de potencia de salida del transmisor (dBW)	Nota	Nota	Nota	Nota	Nota	Nota	Nota	Nota	Nota		
Gama de densidad de potencia de salida del transmisor (dBW/MHz)											
Gama de pérdida del alimentador/multiplexor (dB)											
Tamaño (m) y gama de ganancia (dBi) de la antena											
Gama de la p.i.r.e. (dBW)											
Gama de densidad de p.i.r.e. (dBW/MHz)											
Factor de ruido típico del receptor (dB)											
Densidad de potencia de ruido típica del receptor (= N_{RX}) (dBW/MHz)											
Nivel de entrada normalizado del receptor para una BER de 1×10^{-6} (dBW/MHz)											
Densidad de potencia de interferencia a largo plazo nominal (dBW/MHz)	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	

NOTA – El conjunto previsto de parámetros de dos sistemas de referencia para los estudios de compartición/coexistencia actualmente no están disponibles, o lo están sólo parcialmente; se invita a las administraciones a que presenten contribuciones a este respecto. A título provisional, se pueden utilizar los parámetros que figuran en el Anexo 3 para las mismas bandas.

CUADRO 6^(*)

Parámetros de sistema para los sistemas punto a punto del servicio fijo en bandas atribuidas entre 3 y 7,2 GHz

Gama de frecuencias (GHz)	3,600-4,200		3,700-4,200		4,400-5,000		5,925-6,425		6,425-7,125	
Recomendación UIT-R de referencia	F.635		F.382		F.1099		F.383		F.384	
Modulación	.....	.....	.....	.....	MAQ-16	MAQ-256	MAQ-64	MAQ-128	MDP-4	MAQ-64
Separación de canales y anchura de banda de ruido del receptor (MHz)	10; 30; 40; 60; 80; 90	10; 30; 40; 60; 80; 90	28; 29	28; 29	8 ⁽³⁾ ; 9 ⁽³⁾ ; 10; 13 ⁽³⁾ ; 16,6 ⁽³⁾ ; 20; 28 ; 33,2 ⁽³⁾ ; 40; 60; 80	9 ⁽³⁾ ; 10; 13 ⁽³⁾ ; 20; 28 ; 40; 60; 80	5; 10; 20; 28; 29,65; 40 ; 60; 90	5; 10; 20; 28; 29,65 ; 40; 60; 90	5; 10; 20 ; 30; 40;80	5; 10; 20; 30; 40 ;80
Gama de potencia de salida del transmisor (dBW)	Nota	Nota	Nota		-5...-10	-5	-8...2,0	-11...2	-13...4	-15...3
Gama de densidad de potencia de salida del transmisor (dBW/MHz) ⁽¹⁾					-25,2...-14,5	-19,5... -14,5	-24... -14,0	-25,7...-9,7	-26...-9	-31...-13,0
Gama de pérdida del alimentador/multiplexor (dB)					0	3	2,5...5,6	1,1...3	1,2...2,8	0...6,3
Gama de ganancia (dBi) de la antena					21,5...22,5	22,5	38,1...45,0	38,7...46,6	35,3...43,9	32,6...47,4
Gama de la p.i.r.e. (dBW)					11,5...14,5	14,5	20,6...37,5	25,7...45,9	27,1...42,2	15,8...48,8
Gama de densidad de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾					-3,7...5,0	0,0...5,0	4,6...21,5 (Moda 14,3)	10,9...31,1 (Moda 26,9)	14,1...29,1 (Moda 21,7)	-0,2...32,7 (Moda 8,2... 24,2)
Factor de ruido típico del receptor (dB)					6,5...7	6,5	5	4,0	5	4,5...5
Densidad de potencia de ruido típica del receptor (= N_{RX}) (dBW/MHz)					-137,5...-137	-137,5	-139	-140	-139	-139,5...-139
Nivel de entrada normalizado del receptor para una BER de 1×10^{-6} (dBW/MHz)					-117,0...-116,5	-104,9	-112,5	-110,5	-125,5	-113...-112,5
Densidad de potencia de interferencia a largo plazo nominal (dBW/MHz) ⁽²⁾	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	-137,5...-137 + I/N	-137,5 + I/N	-139 + I/N	-140 + I/N	-139 + I/N	-139,5...-139 + I/N

NOTA – El conjunto previsto de parámetros de dos sistemas de referencia para los estudios de compartición/coexistencia actualmente no están disponibles, o lo están sólo parcialmente; se invita a las administraciones a que presenten contribuciones a este respecto. A título provisional, se pueden utilizar los parámetros que figuran en el Anexo 3 para las mismas bandas.

CUADRO 7(*)

Parámetros de sistema para los sistemas punto a punto del servicio fijo en bandas atribuidas entre 7,1 y 14 GHz

Gama de frecuencias (GHz)	7,110-7,900		7,725-8,500		10,5-10,68		10,7-11,7		12,75-13,25	
Recomendación UIT-R de referencia	F.385		F.386		F.747		F.387		F.497	
Modulación	MAQ-16	MAQ-128	MAQ-16	MAQ-128	.....	.....	MAQ-16	MAQ-64	.....	.....
Separación de canales y anchura de banda de ruido del receptor (MHz)	3,5; 5; 7; 10 ; 14; 20 ; 28 ; 30 ⁽³⁾ ; 40 ⁽³⁾ ; 60 ⁽³⁾ ; 80 ⁽³⁾	3,5; 5; 7; 10 ; 14; 20 ; 28 ; 30 ⁽³⁾ ; 40 ⁽³⁾ ; 60 ⁽³⁾ ; 80 ⁽³⁾	1,25; 2,5; 5; 7; 10 ; 11,662; 14; 20 ; 28 ; 29,65; 30 ; 40 ; 60 ⁽³⁾ ; 80 ⁽³⁾	1,25; 2,5; 5; 7; 10 ; 11,662; 14; 20 ; 28 ; 29,65; 30 ; 40 ; 60 ⁽³⁾ ; 80 ⁽³⁾	1,25; 2,5; 3,5; 7	1,25; 2,5; 3,5; 7	5; 10; 20; 40; 60 ; 67; 80	5; 10; 20; 40 ; 60; 67; 80	3,5; 7; 14; 28	3,5; 7; 14; 28
Gama de potencia de salida del transmisor (dBW)	-6,5...20,0	-6,5...20,0	-6,5...20,0	-6,5...20,0	Nota	Nota	3...5,0	0,0	Nota	
Gama de densidad de potencia de salida del transmisor (dBW/MHz) ⁽¹⁾	-25,5...10,0	-25,5...10,0	-25,5...10,0	-25,5...10,0			-14,8...-12,8	-16,0		
Gama de pérdida del alimentador/multiplexor (dB)	0...3,0	0...3,0	0...3,0	0...3,0			0...9,5	0...7,6		
Gama de ganancia de la antena (dBi)	12...48,6	12...48,6	12...48,6	12...48,6			44...51	36...48,0		
Gama de la p.i.r.e. (dBW)	5,5...65,5	5,5...65,5	5,5...65,5	5,5...65,5			33,1...51,2	13,3...43,0		
Gama de densidad de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾	-13,5...55,5	-13,5...55,5	-13,5...55,5	-13,5...55,5			15,3...33,4 (Moda 28,5)	-2,7...27,0 (Moda 15,9)		
Factor de ruido típico del receptor (dB)	2,5...6	2,5...6	2,5...6	2,5...8			5	5		
Densidad de potencia de ruido típica del receptor (= N_{RX}) (dBW/MHz)	-141,5... -138,0	-141,5... -138,0	-141,5...-138,0	-141,5...-136			-139	-139		
Nivel de entrada normalizado del receptor para una BER de 1×10^{-6} (dBW/MHz)	-121,0... -117,5	-112,5... -115,0	-121,0...-117,5	-111,3...-106,5			-118,5	-112,5		
Densidad de potencia de interferencia a largo plazo nominal (dBW/MHz) ⁽²⁾	-141,5... -138,0 + I/N	-141,5... -138,0 + I/N	-141,5... -138,0 + I/N	-141,5... -136 + I/N	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	-139 + I/N	-139 + I/N	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$

NOTA – El conjunto previsto de parámetros de dos sistemas de referencia para los estudios de compartición/coexistencia actualmente no están disponibles, o lo están sólo parcialmente; se invita a las administraciones a que presenten contribuciones a este respecto. A título provisional, se pueden utilizar los parámetros que figuran en el Anexo 3 para las mismas bandas.

Parámetros de sistema para los sistemas punto a punto del servicio fijo en bandas atribuidas entre 14 y 34 GHz

Gama de frecuencias (GHz)	14,4-15,35		17,7-19,7		21,2-23,6		24,25-29,50		31,8-33,4	
Recomendación UIT-R de referencia	F.636		F.595		F.637		F.748		F.1520	
Modulación	MDF	MAQ-128	MDP-4	MAQ-64	MDF	MAQ-128	MAQ-16 ⁽⁴⁾	MDP-4	MAQ-256
Separación de canales y anchura de banda de ruido del receptor (MHz)	2,5; 3,5 ; 7; 14; 28	2,5; 3,5; 7; 14; 28	1,25; 1,75; 2,5; 3,5; 5; 7 ; 7,5; 10; 13,75; 20; 27,5 ; 30; 40 ; 50; 55 ; 60 ⁽⁵⁾ ; 110 ; 220	1,25; 1,75; 2,5; 3,5; 5; 7; 7,5; 10; 13,75; 20; 27,5; 30; 40 ; 50; 55; 60 ⁽⁵⁾ ; 110; 220	2,5; 3,5; 7; 14; 25 ⁽³⁾ ; 28; 50; 56; 112	2,5; 3,5; 7; 14; 28; 30 ⁽³⁾ ; 50; 56; 112	2,5; 3,5; 7; 14; 28; 40 ⁽⁵⁾ ; 56; 60 ⁽⁵⁾ ; 112	2,5; 3,5; 7; 14; 28; 40 ⁽⁵⁾ ; 56; 60 ⁽⁵⁾ ; 112	3,5; 7 ; 14; 28; 56 ⁽⁵⁾	3,5; 7; 14; 28 ; 56 ⁽⁵⁾
Gama de potencia de salida del transmisor (dBW)	0	15	-37...-3,0	-10	-10	-13	-39...-19		-29...-9	-29...-15
Gama de densidad de potencia de salida del transmisor (dBW/MHz) ⁽¹⁾	-5,44	0,528	-45,4... -19,0	-26	-24,0	-27,8	-53,8... -33,8 ⁽⁶⁾		-37,5... -17,5	-43,5... -29,5
Gama de pérdida del alimentador/multiplexor (dB)	0... 6,0	0...5,0	0,0...2	0...9,3	0...3	...	0,0		0...1,5	0...1,5
Gama de ganancia de la antena (dBi)	37	31,9	21,7...48,3	32...45	34,8	...	31,5		37,8...43	37,8...43
Gama de la p.i.r.e. (dBW)	31...37	41,9...46,9	-4,4...43	-1,1...33	21,8... 24,8	...	-7,5... 12,5		7,3... 34,0	7,3... 28,05
Gama de densidad de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾	25,6...31,6	27,4...32,4	-13,1...27,3 (Moda 16,2)	-17,1...17 (Moda 8,0)	7,8...10,8		-21,3... -2,3 ⁽⁶⁾		-1,1... 25,5	-7,2... 13,5
Factor de ruido típico del receptor		8	5,0	5	11	6	8		6	6
Densidad de potencia de ruido típica del receptor (= N_{RX}) (dBW/MHz)		-136	-139	-139	-133	-138	-136		-138	-138
Nivel de entrada normalizado del receptor para una BER de 1×10^{-6} (dBW/MHz)		-106,5	-125,5	-112,5	-119,6	-108,5	-115,5		-131,3	-107,3
Densidad de potencia de interferencia a largo plazo nominal (dBW/MHz) ⁽²⁾	$N_{RX} + I/N$	-136 + I/N	-139 + I/N	-139 + I/N	-133 + I/N	-138 + I/N	-136 + I/N	$N_{RX} + I/N$	-138 + I/N	-138 + I/N

NOTA – El conjunto previsto de parámetros de dos sistemas de referencia para los estudios de compartición/coexistencia actualmente no están disponibles, o lo están sólo parcialmente; se invita a las administraciones a que presenten contribuciones a este respecto. A título provisional, se pueden utilizar los parámetros que figuran en el Anexo 3 para las mismas bandas.

CUADRO 9^(*)

Parámetros de sistema para los sistemas punto a punto del servicio fijo en bandas atribuidas por encima de 36 GHz

Gama de frecuencias (GHz)	36,0-40,5		51,4-52,6		55,78-59,0	
Recomendación UIT-R de referencia	F.749		F.1496		F.1497	
Modulación	MDP-4	MAQ-32	MDF
Separación de canales y anchura de banda de ruido del receptor (MHz)	2,5; 3,5; 7; 14; 28 ; 56; 112; 140	2,5; 3,5; 7; 14; 28; 56 ; 112; 140	3,5; 7; 14; 28; 56	3,5; 7; 14; 28; 56	3,5; 7; 10 ⁽³⁾ ; 14; 20 ⁽³⁾ ; 28; 30 ⁽³⁾ ; 40 ⁽³⁾ 50 ; 56; 100	3,5; 7; 14; 28; 50; 56; 100
Gama de potencia de salida del transmisor (dBW)	-60...-15	-37,5...-16,5	Nota	Nota	-20...3	
Gama de densidad de potencia de salida del transmisor (dBW/MHz) ⁽¹⁾	-68,4...-23,4	-45,9...-33,9			-37,0...-7,0	
Gama de pérdida del alimentador/multiplexor (dB)	0	0			0...2,5	
Gama de ganancia (dBi) de la antena	34...45	34...39,2			40,1...48,8	
Gama de la p.i.r.e. (dBW)	-20,8...30	-1,7...22,7			20,1...51,8	
Gama de densidad de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾	-29,2...21,5 (Moda 14,2)	-15,7...5,2 (Moda 1,22)			3,1...41,8	
Factor de ruido típico del receptor (dB)	8	6,3			7	
Densidad de potencia de ruido típica del receptor (= N_{RX}) (dBW/MHz)	-136	-137,7			-137	
Nivel de entrada normalizado del receptor para una BER de 1×10^{-6} (dBW/MHz)	-122,5	-114,2	-123,6			
Densidad de potencia de interferencia a largo plazo nominal (dBW/MHz) ⁽²⁾	$-136 + I/N$	$-137,7 + I/N$	$N_{RX} + I/N$	$N_{RX} + I/N$	$-137 + I/N$	$N_{RX} + I/N$

NOTA – El conjunto previsto de parámetros de dos sistemas de referencia para los estudios de compartición/coexistencia actualmente no están disponibles, o lo están sólo parcialmente; se invita a las administraciones a que presenten contribuciones a este respecto. A título provisional, se pueden utilizar los parámetros que figuran en el Anexo 3 para las mismas bandas.

CUADRO 10^(*)

Parámetros de sistema para los sistemas punto a multipunto del servicio fijo en bandas atribuidas por debajo de 11 GHz

Gama de frecuencias (GHz)	1,35-2,69 (subbandas 1,35-2,5)		1,35-2,69 (subbandas 2,5-2,69)		3,40-3,80		10,15-10,68	
Recomendación UIT-R de referencia	F.701		F.701		F.1488		F.747, F.1568	
Formato de modulación	Estaciones centrales	Estaciones terminales	Estaciones centrales MDP-4 a través de MAQ-64 ⁽⁷⁾	Estaciones terminales MDP-4	Estaciones centrales MDP-4 a través de MAQ-64 ⁽⁷⁾	Estaciones terminales MDP-4	Estaciones centrales MAQ-64	Estaciones terminales MAQ-64
Separación de canales y anchura de banda de ruido del receptor (MHz)	Múltiplo de 0,5	Múltiplo de 0,5	5; 5,5; 6 ⁽⁸⁾	5; 5,5; 6 ⁽⁸⁾	25 ⁽⁵⁾ ; 1,75; 3,5; ...14 ⁽⁹⁾	25 ⁽⁵⁾ ; 1,75; 3,5; ...14 ⁽⁹⁾	1,75 ⁽³⁾ ; 2,5; 5; 28 ⁽⁵⁾ ; 30 ⁽⁵⁾	1,75 ⁽³⁾ ; 2,5; 5; 28 ⁽⁵⁾ ; 30 ⁽⁵⁾
Gama de potencia de salida del transmisor (dBW)	Nota	Nota	5...13	-6...0	5...13	-6...0	-3	-12
Gama de densidad de potencia de salida del transmisor (dBW/MHz) ⁽¹⁾			-2,78...6,01	-13,8...-6,9 9	-6,46...10,6	-17,5...-2,4 3	-5,43	-14,4
Gama de pérdida del alimentador/multiplexor (dB)			3	0	2	0	0,5	0
Tipo y gama de ganancia (dBi) de la antena			13 (omnidireccional) ...16 (sector)	13 (omnidireccional)	10 (omnidireccional) ...18 (sector)	8 (interior)... 18 (exterior)	15 (90° sectorial de microtiras)	18 (panel)
Gama de la p.i.r.e. (dBW)			23...26	32	21...29	8...18	11,5	6
Gama de densidad de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾			15,2...19,0	24,2...25,0	9,54...26,5	-3,46...15,6	9,07	3,57
Factor de ruido típico del receptor (dB)			4	4	3	3	5	5
Densidad de potencia de ruido típica del receptor (=N _{RX}) (dBW/MHz)			-140	-140	-141	-141	-139	-139
Nivel de entrada normalizado del receptor para una BER de 1 × 10 ⁻⁶ (dBW/MHz)			-126,5...-113,5	-126,5	-127,5...-114,5	-127,5	-112,5	-112,5
Densidad de potencia de interferencia a largo plazo nominal (dBW/MHz) ⁽²⁾			N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	-140 + I/N	-140 + I/N	-141 + I/N	-141 + I/N	-139 + I/N	-139 + I/N

NOTA – El conjunto previsto de parámetros de dos sistemas de referencia para los estudios de compartición/coexistencia actualmente no están disponibles, o lo están sólo parcialmente; se invita a las administraciones a que presenten contribuciones a este respecto. A título provisional, se pueden utilizar los parámetros que figuran en el Anexo 3 para las mismas bandas.

CUADRO 11^(*)

Parámetros de sistema para los sistemas punto a multipunto del servicio fijo en bandas atribuidas por encima de 11 GHz

Gama de frecuencias (GHz)	17,70-19,70		21,20-23,60		24,25-29,50		31,8-33,4		38,60-40,00	
Recomendación UIT-R de referencia	F.595		F.637		F.748		F.1520		F.749	
Modulación	Estación central	Estaciones terminales	Estación central	Estaciones terminales	Estación central MDP-4 a través de MAQ-16 ⁽⁷⁾	Estaciones terminales MDP-4 a través de MAQ-16 ⁽⁷⁾	Estación central	Estaciones terminales	Estación central	Estaciones terminales
Separación de canales y anchura de banda de ruido del receptor (MHz)	2,5; 5; 10; 20; 30; 40; 50	2,5; 5; 10; 20; 30; 40; 50	3,5; 7; 14; 28	3,5; 7; 14; 28	3,5; 7; 14; 28; 30 ⁽³⁾ ; 56; 112; 40 ⁽⁵⁾ ; 60 ⁽⁵⁾	3,5; 7; 14; 28; 30 ⁽³⁾ ; 56; 112; 40 ⁽⁵⁾ ; 60 ⁽⁵⁾	3,5; 7; 14; 28; 56 ⁽⁵⁾ ; 112; 168	3,5; 7; 14; 28; 56 ⁽⁵⁾ ; 112; 168	50 ⁽⁵⁾ ; 60 ⁽⁵⁾	50 ⁽⁵⁾ ; 60 ⁽⁵⁾
Gama de potencia de salida del transmisor (dBW)					-19	-39...-19				
Gama de densidad de potencia de salida del transmisor (dBW/MHz) ⁽¹⁾					-33,8 ⁽⁶⁾	-53,8...-33,8 ⁽⁶⁾				
Gama de pérdida del alimentador/multiplexor (dB)					0	0				
Tipo y gama de ganancia (dBi) de la antena					6,5 (omnidireccional)...	31,5 (plana)...				
Gama de la p.i.r.e. (dBW)					-12,5...	-7,5...12,5				
Gama de densidad de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾					-27,3 ⁽⁶⁾	-22,3...-2,3 ⁽⁶⁾				
Factor de ruido típico del receptor (dB)					8	8				
Densidad de potencia de ruido típica del receptor (=N _{RX}) (dBW/MHz)					-136	-136				
Nivel de entrada normalizado del receptor para una BER de 1 × 10 ⁻⁶ (dBW/MHz)					-122,5...-115,5	-122,5...-115,5				
Densidad de potencia de interferencia a largo plazo nominal (dBW/MHz) ⁽²⁾	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	-136 + I/N	-136 + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N	N _{RX} + I/N

Notas relativas al Cuadro 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11:

- (*) Para cada gama de frecuencias de los Cuadros 5 a 11, la primera y segunda columnas de cada gama recogen cifras representativas de los sistemas más sencillos y más complejos, respectivamente (véase § 4.2 del Anexo 2).
- (1) Para calcular los valores de las densidades del transmisor y de la p.i.r.e., es preciso determinar la separación entre canales y la anchura de banda. En estos Cuadros, la separación entre canales se indica en **negritas**. Cuando se da un valor modal (Moda), este se debe considerar como indicativo dentro de la gama especificada y puede que sea necesario realizar más análisis de sensibilidad según cada caso para evaluar el potencial de una interferencia dada en razón de las variaciones dentro de la gama especificada.
- (2) La densidad de potencia de interferencia a largo plazo nominal se define como la «densidad de potencia de ruido del receptor + (I/N requerida)» según se describe en § 4.13 en el Anexo 2 (véase asimismo § 4.1 en el Anexo 1).
- (3) Este valor de separación entre canales no se especifica en la Recomendación de referencia.
- (4) Este sistema utiliza modulación adaptativa entre MDP-4 y MAQ-16 y se elige MAQ-16 en condiciones ordinarias. Este sistema utiliza la banda 25,27-26,98 GHz.
- (5) Anchura de banda del bloque de frecuencias.
- (6) Estos valores de densidad del receptor y de p.i.r.e. se calculan a partir de una separación entre canales (anchura de banda) de 30 MHz dentro de un bloque de frecuencias de 60 MHz.
- (7) El formato de modulación generalmente se modifica de forma dinámica con arreglo a la degradación debida a la propagación.
- (8) La Recomendación UIT-R F.701 recomienda únicamente un diagrama básico de 0,5 MHz (o un múltiplo entero). Se proponen los valores de 5; 5,5 y 6 MHz como valores de separación entre canales más comunes para estos sistemas.
- (9) La Recomendación UIT-R F.1488 recomienda únicamente un diagrama básico de 0,25 MHz (o un múltiplo entero). Se proponen los valores de 1,75; 3,5, ... 14 MHz como valores de separación entre canales más comunes para estos sistemas.

Apéndice 1 al Anexo 2

Ejemplos de estudios de distribuciones estadísticas

Los ejemplos que siguen a continuación provienen del análisis de algunas redes punto a punto en las redes de infraestructura móvil con funciones estadísticas vinculadas a las estadísticas de las estaciones de base móviles en el territorio de una administración. La descripción de dichas redes es la siguiente:

- 1 335 enlaces con longitud de trayecto de 16-0,4 km en la banda de 11 GHz;
- 1 285 enlaces con longitud de trayecto de 8,7-0,1 km en la banda de 15 GHz;
- 1 058 enlaces con longitud de trayecto de 5,1-0,1 km en la banda de 18 GHz.

En el Cuadro 12 se presentan las correspondientes distribuciones estadísticas de la p.i.r.e.

CUADRO 12

Diferencia entre los valores máximos teóricos y la dispersión estadística de los datos reales de p.i.r.e.; los tres sistemas del ejemplo son para la misma administración

Banda de frecuencias (GHz)	10,715-10,955 11,245-11,485	14,5-14,660 14,970-15,130	17,850-17,970 18,600-18,720
Máximo teórico ^(*)	40,3	38,1	35
Máximo de los datos reales	38,8	35,4	33
Media de los datos reales (μ)	31,7	28,4	22,8
Desviación típica de los datos reales (σ)	3,2	3,2	4,3
Diferencia entre el máximo teórico y el máximo de los datos reales	1,5	2,7	2
$\mu + 2\sigma$	38,1	34,8	31,4
Máximo teórico ($\mu + 2\sigma$)	2,2	3,3	3,6
$\mu + 1,64\sigma$	37	33,7	29,9
Máximo teórico ($\mu + 1,64\sigma$)	3,3	4,4	5,1

^(*) Máximo teórico = Potencia de salida del transmisor (máxima) – Pérdida del alimentador/multiplexor (mínima) + Ganancia de antena (máxima); este valor puede no coincidir con el máximo de los datos reales.

Las diferencias entre el máximo teórico y el máximo de los datos reales varía entre 1,5 y 2,7 dB. En los análisis de estos sistemas se utilizaron más de 2 000 puntos de datos del transmisor real. Para ello, suponiendo que un conjunto de datos superior a los 2 000 puntos de datos sigue una distribución normal, se calcularon los valores de 2σ y $1,64\sigma$, donde σ es la desviación típica, y μ la media. Alrededor del 95% de los puntos de datos se encuentran a menos de 2σ con respecto a la media, y alrededor del 90% a menos de $1,64\sigma$ con respecto a la media. Para el 95% de los puntos de datos la p.i.r.e. tiene un valor menor respecto del máximo teórico de unos 3 dB, y para el 90% de unos 4 dB.

Cabe señalar que este análisis puede conducir a resultados ligeramente diferentes en función de la distribución estadística de los datos.

Sin embargo, se demuestra que, en los ejemplos prácticos, existen diferencias entre el máximo teórico y los valores máximos de los datos reales.

Anexo 3

Otros parámetros de sistema específicos del servicio fijo

La información del presente anexo también representa sistemas reales aplicados a lo largo del tiempo. Puede que algunos de estos parámetros estén obsoletos, pero las administraciones aún no han contribuido con nuevos conjuntos de parámetros consolidados; no obstante, estos parámetros todavía pueden utilizarse a título provisional cuando, para las bandas concernidas, no se ofrezcan datos de sistemas de referencia en los cuadros del Anexo 2.

El presente anexo se basa en el Informe UIT-R F.2108. Se han actualizado los siguientes términos:

Los términos en inglés «Hub», «Base station» y «Central station» de la Recomendación precedente se han unificado en esta versión en español en «Estación central».

Los términos en inglés «Remote station», «Out station» y «Terminal station» de la Recomendación precedente se han unificado en esta versión en español en «Estación terminal».

CUADRO 13^(*)

Parámetros de sistema para los sistemas punto a punto del servicio fijo en bandas atribuidas por debajo de 3 GHz

Gama de frecuencias (GHz)	0,4061-0,450		1,350-1,530		1,700-2,100 1,900-2,300		1,900-2,300		2,290-2,670
Recomendación UIT-R de referencia	F.1567		F.1242		F.382		F.1098		F.1243
Modulación	MDP-4	MAQ-32	MDM	MDP-4	MDP-4 O	MDP-4	MDP-4	MAQ-256	MDM
Separación de canales y anchura de banda de ruido del receptor (MHz)	0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25 ; 0,3; 0,5; 0,6; 0,75; 1; 1,75; 3,5	0,05; 0,1; 0,15; 0,2 ; 0,25; 0,3; 0,5; 0,6; 0,75; 1; 1,75 ; 3,5	0,25; 0,5; 1; 2 ; 3,5	0,25; 0,5; 1 ; 2 ; 3,5	29	29	1,75; 2,5 ; 3,5; 7 ; 10; 14	1,75; 2,5; 3,5 ; 7; 10; 14	0,25; 0,5; 1; 1,75; 2; 2,5; 3,5; 7 ; 14
Gama máxima de potencia de salida del transmisor (dBW)	7	0	7	0...7	7	3	-9...7	-1...2	5
Gama máxima de densidad de potencia de salida del transmisor (dBW/MHz) ⁽¹⁾	1,6...13	-2,4...7,0	4,0	-3,0...7	-7,6	-12	-14...-1,5	-6,4...-3,4	-6,5
Gama mínima de pérdida del alimentador/multiplexor (dB)	2	2	5	1...5	3	1	3...6	0...2	4
Gama máxima de ganancia de la antena (dBi)	25	25	16	16...33	33	31	28...30	33...38	25
Gama máxima de la p.i.r.e. (dBW)	30	23	20	20...39	40	34	14...30	32...40	26
Gama máxima de densidad de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾	25...36	21...30	17	17...39	25	19	10...19	27...35	15
Factor de ruido del receptor (dB)	5	3,5	4	4...7	4	4	4...6	3...4	4
Densidad de potencia de ruido típica del receptor (=N _{RX}) (dBW/MHz)	-139	-140,5	-140	-140...-137	-140	-140	-140...-138	-141...-140	-140
Nivel de entrada normalizado del receptor para una BER de 1 × 10 ⁻⁶ (dBW/MHz)	-125,5	-117	-126,5	-126,5...-123,5	-126,5	-126,5	-126,5...-124,5	-108,4...-107,4	-126,5
Densidad de potencia de interferencia a largo plazo nominal (dBW/MHz) ⁽²⁾	-139 + I/N	-140,5 + I/N	-140 + I/N	-140...-137 + I/N	-140 + I/N	-140 + I/N	-140...-138 + I/N	-141...-140 + I/N	-140 + I/N

CUADRO 14^(*)

**Parámetros de sistema para los sistemas punto a punto del servicio fijo
en bandas atribuidas entre 3 y 12 GHz**

Gama de frecuencias (GHz)	3,600-4,200		3,700-4,200	10,5-10,68	
Recomendación UIT-R de referencia	F.635		F.382	F.747	
Modulación	MAQ-64	MAQ-512	MDP-4	MDP-4 ⁽³⁾	MCT-128
Separación de canales y anchura de banda de ruido del receptor (MHz)	10; 30; 40; 60; 80; 90	10; 30; 40; 60; 80; 90	28; 29	1,25; 2,5; 3,5; 7	1,25; 2,5; 3,5; 7
Gama máxima de potencia de salida del transmisor (dBW)	-1	7	0	-2	-3
Gama máxima de densidad de potencia de salida del transmisor (dBW/MHz) ⁽¹⁾	-16...-11	-9,0	-15	-10	-7,0
Gama mínima de pérdida del alimentador/multiplexor (dB)	0	3	3	0	0
Gama máxima de ganancia de la antena (dBi)	42	40	37	49	51
Gama máxima de la p.i.r.e. (dBW)	41	44	38	47	48
Gama máxima de densidad de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾	26...31	28	23	39	44
Factor de ruido del receptor (dB)	3	2	4	3	4
Densidad de potencia de ruido típica del receptor (= N_{RX}) (dBW/MHz)	-141	-142	-140	-141	-140
Nivel de entrada normalizado del receptor para una BER de 1×10^{-6} (dBW/MHz)	-114,5	-106,5	-126,5	-127,5	-116,4
Densidad de potencia de interferencia a largo plazo nominal (dBW/MHz) ⁽²⁾	$-141 + I/N$	$-142 + I/N$	$-140 + I/N$	$-141 + I/N$	$-140 + I/N$

CUADRO 15^(*)

**Parámetros de sistema para los sistemas punto a punto del servicio fijo
en bandas atribuidas por encima de 12 GHz**

Gama de frecuencias (GHz)	12,75-13,25	51,4-52,6	
Recomendación UIT-R de referencia	F.497	F.1496	
Modulación	MDP-4	MDF-4	MAQ-32
Separación de canales y anchura de banda de ruido del receptor (MHz)	3,5; 7; 14; 28	3,5; 7; 14; 28; 56	3,5; 7; 14; 28; 56
Gama máxima de potencia de salida del transmisor (dBW)	10	-20	-20
Gama máxima de densidad de potencia de salida del transmisor (dBW/MHz) ⁽¹⁾	-4,5...4,6	-34...-25	-31
Gama mínima de pérdida del alimentador/multiplexor (dB)	0	0	0
Gama máxima de ganancia de la antena (dBi)	49	50	50
Gama máxima de la p.i.r.e. (dBW)	45	30	30
Gama máxima de densidad de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾	31...40	16...25	19
Factor de ruido del receptor (dB)	10	11	7
Densidad de potencia de ruido típica del receptor (= N_{RX}) (dBW/MHz)	-134	-133	-137
Nivel de entrada normalizado del receptor para una BER de 1×10^{-6} (dBW/MHz)	-120,5	-109,9	-113,5
Densidad de potencia de interferencia a largo plazo nominal (dBW/MHz) ⁽²⁾	-134 + I/N	-133 + I/N	-137 + I/N

CUADRO 16^(*)

**Parámetros de sistema para los sistemas punto a multipunto del servicio fijo
en bandas atribuidas por debajo de 11 GHz**

Gama de frecuencias (GHz)	1,35-2,69 (subbandas 1,35-2,5)	
Recomendación UIT-R de referencia	F.701	
Formato de modulación	Estaciones centrales MDP-4 ⁽⁴⁾	Estaciones terminales MDP-4 ⁽⁴⁾
Separación de canales y anchura de banda de ruido del receptor (MHz)	2; 3,5 ⁽⁵⁾	2; 3,5 ⁽⁵⁾
Gama máxima de potencia de salida del transmisor (dBW)	0...7	0...7
Gama máxima de densidad de potencia de salida del transmisor (dBW/MHz) ⁽¹⁾	-3,0...1,6	-3,0...1,6
Gama mínima de pérdida del alimentador/ multiplexor (dB)	0...4,4	0...4
Gama máxima de ganancia de la antena (dBi)	13 (omnidireccional/ sectorial)... 17 (omnidireccional/ seccionada)	17,5 (yagi/bocina)... 27 (parabólica/bocina)
Gama máxima de la p.i.r.e. (dBW)	6...24	16...34
Gama máxima de densidad de p.i.r.e. (dBW/MHz) ⁽¹⁾	3,0...19	13...29
Factor de ruido del receptor (dB)	3,5...4	3,5...4
Densidad de potencia de ruido típica del receptor (= N_{RX}) (dBW/MHz)	-140,5...-140	-140,5...-140
Nivel de entrada normalizado del receptor para una BER de 1×10^{-6} (dBW/MHz)	-127...-126,5	-127...-126,5
Densidad de potencia de interferencia a largo plazo nominal (dBW/MHz) ⁽²⁾	-140,5...-140 + I/N	-140,5...-140 + I/N

Notas relativas al Cuadro 13, 14, 15 y 16:

- (*) Para cada gama de frecuencias de los Cuadros 13 a 16, la primera y segunda columnas de cada gama hacen referencia a las cifras representativas de los sistemas más sencillos y más complejos, respectivamente (véase § 4.3 del Anexo 2).
- (1) Para calcular los valores de las densidades del transmisor y de la p.i.r.e., es preciso determinar la separación entre canales y la anchura de banda. En estos cuadros, la separación entre canales se indica en negritas.
- (2) La densidad de potencia de interferencia a largo plazo nominal se define como la «densidad de potencia de ruido del receptor + (I/N requerida)» según se describe en § 4.13 en el Anexo 2 (véase asimismo § 4.1 en el Anexo 1).
- (3) Se describen dos tipos de modulación (MDP-4 y MDF-4) y se elige MDP-4.
- (4) Hay sistemas que utilizan MDP-4O y MDP-4 en la banda y se elige el sistema MDP-4 debido a que tiene todos los parámetros.
- (5) La Recomendación UIT-R F.701 recomienda únicamente un diagrama básico de 0,5 MHz (o un múltiplo entero). Se proponen los valores de 2 y 3,5 MHz como valores de separación entre canales más comunes para estos sistemas.