

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R F.1519
(05/2001)

**Orientaciones sobre disposiciones
de frecuencias basadas en bloques
de frecuencia para sistemas
del servicio fijo**

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	Radio astronomía
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, 2010

© UIT 2010

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.1519*

Orientaciones sobre disposiciones de frecuencias basadas en bloques de frecuencia para sistemas del servicio fijo

(Cuestión UIT-R 215/5)

(2001)

Cometido

La presente Recomendación ofrece una explicación sobre disposiciones de frecuencias basadas en bloques para sistemas del servicio fijo. También aparece en el Anexo un texto orientativo para preparar y utilizar dichas disposiciones, incluidas la implementación y el despliegue.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que durante muchos años han estado desarrollándose planes de bandas de frecuencias para los sistemas de radioenlaces digitales punto a punto (P-P) que comportan exclusivamente disposiciones convencionales de canales;
- b) que las nuevas generaciones de sistemas incluyen los sistemas P-P, los punto a multipunto (P-MP) y los multipunto a multipunto (MP-MP);
- c) que los sistemas pueden incluir la reutilización de frecuencias en estructuras geográficamente contiguas de tipo celular;
- d) que en algunas administraciones se utiliza ya una disposición de frecuencias basada en bloques de frecuencias;
- e) que pueden desplegarse sistemas de servicio fijo en una zona y se pueden utilizar disposiciones flexibles de frecuencia dentro de dicha zona, en vez de asignaciones de frecuencia enlace a enlace;
- f) que los sistemas pueden comportar, entre otros, el control dinámico de frecuencia; el tráfico variable (por ejemplo, a nivel temporal, fijo asimétrico, simétrico o adaptable); la infraestructura de red íntegra en la banda (retroceso) y disposiciones de modulación variables o dinámicas;
- g) que es necesario considerar una serie de factores importantes al desarrollar dichas disposiciones de subbandas, incluyendo, entre otros, la elección de la anchura adecuada de la(s) subbanda(s)/bloque(s) (véase el Anexo 2),

recomienda

- 1** que las administraciones consideren la posible utilización de disposiciones de frecuencia basadas en bloques de frecuencia contiguos en las bandas del servicio fijo, tal como se representan en el Anexo 1;
- 2** que se considere el texto del Anexo 2 como orientación al aplicar planes basados en bloques de frecuencias (véase la Nota 1).

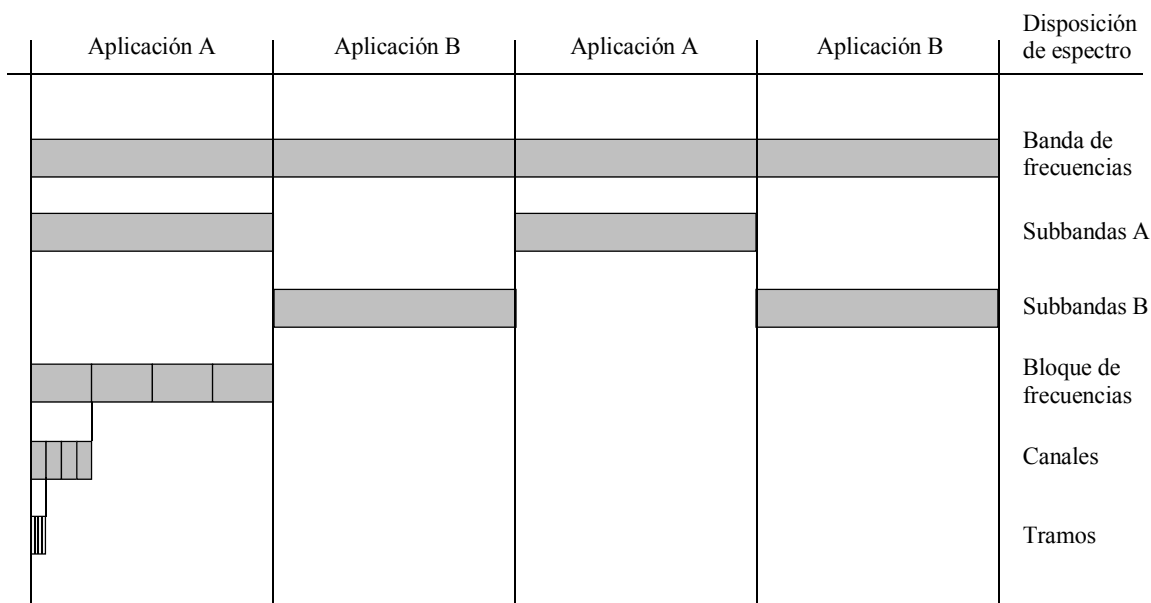
NOTA 1 – En el Anexo 3 de la presente Recomendación y en la Recomendación UIT-R F.1488 se ofrecen dos ejemplos de dichas disposiciones.

* La Comisión de Estudio 5 de Radiocomunicaciones introdujo cambios de redacción en la presente Recomendación (7 y 8 de diciembre de 2009) de conformidad con la Resolución UIT-R 1.

Anexo 1

Ilustración de la terminología sobre espectro del servicio fijo (véase también la Recomendación UIT-R F.1399)

FIGURA 1
Disposición de frecuencias utilizando subbandas y bloques de frecuencias y
su relación con la disposición de canales



Nota 1 – Las bandas de guarda pueden estar en cualquier extremo de este diagrama.

1519-01

Anexo 2

Orientaciones en relación con la preparación y la utilización de disposiciones de frecuencias en el servicio fijo basadas en subbandas y en bloques contiguos de frecuencia, especialmente para los sistemas multipunto

1 Introducción

Este Anexo contiene fundamentalmente consideraciones sobre los sistemas P-MP y MP-MP que se utilizan en el acceso inalámbrico fijo (FWA), pero que pueden aplicarse de forma más general a los sistemas del servicio fijo. Estos sistemas se caracterizan generalmente por la concentración en el tramo aéreo y las disposiciones de despliegues celulares contiguos (áreas), y es necesario tener en cuenta las diversas similitudes importantes, así como las diferencias, entre estos sistemas y los sistemas convencionales P-P por un lado y entre los sistemas móviles celulares por otro.

En este Anexo no se examinan detalladamente bandas específicas y el texto es especialmente cualitativo más que cuantitativo. No obstante, en el Anexo 3 se describe un ejemplo existente de aplicación FWA a gran escala.

Las disposiciones de frecuencias basadas en subbandas/bloques contiguos pueden facilitar:

- la planificación más simple y eficaz del espectro;
- la administración más simple de atribuciones de frecuencias y la adaptación de la evolución del mercado y la tecnológica;
- un despliegue más rápido de nuevos servicios debido a la reducción de las cargas administrativas;
- un tratamiento equitativo de los diversos operadores de una región;
- el fomento de tecnologías innovadoras en un régimen reglamentario menos detallado y más flexible (normas múltiples, protocolos de interfaz aérea distintos, diversas tecnologías, etc.) que en el caso de las disposiciones de canales convencionales.

Muchos de estos sistemas son adecuados para el tráfico de comunicaciones basadas en el protocolo de internet (IP) o el modo de transferencia asíncrono (ATM).

1.1 Orientaciones sobre la coordinación y temas conexos

Se ha determinado que los textos orientativos son un requisito importante para la utilización eficaz del espectro disponible, incluyendo los referentes a los aspectos propios de los sistemas, entre sistemas y entre servicios. A su debido tiempo estas orientaciones contendrán información sobre la metodología del cálculo de la interferencia, los parámetros del sistema, los resultados de los modelos de referencia para la creación de modelos de escenarios y alguna información sobre la interpretación (incluyendo sensibilidades, identificación de hipótesis simplificadoras y otros factores que pueda ser necesario considerar). En los siguientes § 2 a 5 se presentan ciertas consideraciones útiles sobre los temas de ingeniería del espectro, incluyendo los planes de frecuencia para el despliegue conjunto a nivel geográfico de sistemas FWA.

2 Orientaciones sobre atribución de frecuencias

Para el despliegue conjunto de sistemas FWA en la misma zona geográfica es necesario:

- tener en cuenta las recomendaciones regionales o de otro tipo sobre las bandas de frecuencia preferidas para los sistemas FWA;
- atribuir espectro suficiente para permitir a los operadores ser competitivos; los bloques de frecuencia no deben ser demasiado pequeños a fin de mantener la eficacia del espectro, teniendo en cuenta que deben incluirse bandas de guarda, y que, siempre que sea posible, debe fomentarse la compartición¹;
- tener en cuenta que, por lo general, la eficacia óptima en la utilización del espectro se obtiene mediante la utilización de disposiciones contiguas en vez de no contiguas, al considerar el diseño de los sistemas y los aspectos necesarios de la separación de frecuencias;
- planificar el crecimiento estratégico y recordar que, en general, se necesita espectro contiguo, aunque algunos sistemas pueden facilitar la planificación utilizando espectro no contiguo;
- tener presente que, mientras que la asignación de espectro a diversos operadores potenciales en una banda facilita la comparación de esquemas competitivos por dichos operadores, puede ser igualmente aceptable facilitar la competencia utilizando bandas diferentes;

¹ El reparto equitativo y eficaz de la banda entre operadores dentro de la misma región/zona, que normalmente no es la compartición cofrecuencia.

- tener en cuenta que la asignación de espectro en una banda a demasiados operadores, puede ser contraproducente en términos de eficacia espectral;
- incorporar bandas de guarda adecuadas para reducir la interferencia, teniendo en cuenta la diferente combinación de tecnologías utilizadas, a fin de lograr un compromiso aceptable entre la degradación de la calidad y las medidas necesarias de protección/reducción, incluyendo las bandas de guarda;
- especificar sistemas con dúplex por división de frecuencia (DDF), un plan coherente para las frecuencias de las subbandas del trayecto estación central (EC) a estación terminal (ET) y del inverso (ET a EC). Puede suponerse que generalmente el enlace directo (descendente) debe utilizar la frecuencia superior, como es costumbre en la mayoría de sistemas celulares y por satélite, aunque ciertos casos excepcionales pueden aconsejar lo contrario. Deben tenerse en cuenta las complicaciones adicionales de la utilización de sentidos combinados ascendente/descendente;
- tener en cuenta que para los sistemas con dúplex por división en el tiempo (DDT), la designación de sentidos de enlace directo e inverso ya no es posible y que en este caso tienen que considerarse escenarios de interferencia adicionales;
- tener presente que al considerar el encaje de los sistemas P-MP con los P-P en la misma banda, por ejemplo en la de 24,5-26,5 GHz, un enfoque interesante puede ser efectuar atribuciones regionales/nacionales adecuadas para cada tipo de servicio fijo a partir de los extremos opuestos de la banda, dejando tal vez la determinación de la proporción total de utilización de la banda a las necesidades del mercado o de otro tipo;
- tener cautela al comparar las diferentes tecnologías y su utilización del espectro, teniendo presente que no hay una orientación definitiva aún para comparar la eficacia espectral de manera sencilla. Ha de considerarse el tamaño de las agrupaciones, las consecuencias de la combinación de tecnologías según estas directrices, la calidad, el grado de servicio y otros factores;
- utilizar parámetros reales/típicos, siempre que sea posible, para el cálculo de los factores de compatibilidad, en vez de los límites mínimos requeridos sacados de las normas correspondientes, y tener en cuenta la sensibilidad de los resultados a dichos parámetros.

3 Planes de frecuencia

3.1 Generalidades

Para el despliegue conjunto de sistemas es necesario:

- tener presente que los planes actuales de frecuencias del servicio fijo se han preparado generalmente para sistemas de telecomunicación P-P que utilizan el DDF con anchuras de bloques de canales simétricos que pueden no ser adecuadas para todos los sistemas FWA;
- tener en cuenta que se necesitan a menudo servicios con asimetría variable, especialmente para las aplicaciones de banda ancha²;
- tener en cuenta que la asimetría puede lograrse:
 - agrupando por pares canales más estrechos en un sentido con canales más anchos en el otro;

² Al contrario del tipo de asimetría fija que se necesita, por ejemplo, para los sistemas de tipo de vigilancia por imagen con capacidad de enlace descendente de banda ancha y capacidad de banda estrecha en el enlace ascendente.

- utilizando distintos órdenes de modulación en un sentido respecto al que se utiliza en el otro;
- utilizando la modulación multiportadora;
- utilizando DDT asimétrica en el espectro atribuido por pares;
- tener en cuenta que estableciendo canales más estrechos en un sentido y más anchos en el otro se puede ganar en la eficacia del tráfico únicamente cuando dicho tráfico presente una asimetría fija que se adapte a la relación de anchuras de canales/bloques de frecuencias. Dicho enfoque de bloque de frecuencias fijo es inherentemente menos eficaz para el tráfico de asimetría variable que puede presentar únicamente a lo largo del tiempo un sesgo general del tráfico en favor del sentido del canal que dispone de la banda más ancha;
- tener en cuenta que es posible en algunos casos aparear los enlaces ascendentes y descendentes en bandas muy separadas, situando, por ejemplo un enlace ascendente en una banda, junto con un enlace descendente más estrecho dentro de una banda inferior para dar una simetría fija en ciertas aplicaciones de banda ancha;
- tener en cuenta que algunos sistemas inalámbricos multimedio, especialmente los derivados conceptualmente de los sistemas de tipo difusión/distribución, pueden tener una interactividad de canales/bloques bidireccional más que unidireccional. Todas las orientaciones que se presentan en este Anexo deben aplicarse a esta situación;
- tener presente que pueden utilizarse diferentes órdenes de modulación en los dos sentidos del tráfico a fin de ofrecer un grado limitado de simetría (lo que podría traducirse en características distintas en términos de gama/robustez de los enlaces ascendentes y descendentes), y que ello permitiría establecer algún tipo de asimetría variable, si el equipo puede adaptar dinámicamente el esquema de modulación, con independencia de los dos sentidos;
- tener en cuenta que la modulación DDT con tiempo variable atribuido a los sentidos de enlace ascendente y descendente puede constituir una forma de obtener aplicaciones que tengan tráfico variable asimétrico;
- tener presente la necesidad de promover un reparto equitativo de la carga de las bandas de guarda. Por ejemplo, para el primer operador FWA en la banda sería prudente y justo asegurar que se incluyen todas las bandas de guarda en el bloque o subbanda de frecuencias asignadas;
- observar que, en general, puede considerarse adecuado un margen de interferencia (criterio) de -1 dB ($I/N - 6$ dB) en los cálculos de la interferencia entre sistemas FWA y, a menos que se diga lo contrario en las Recomendaciones UIT-R, entre otros servicios.

3.2 Asignaciones DDT en bandas con espectro por pares

3.2.1 Generalidades

En el caso de sistemas DDT en las bandas con un plan de frecuencias basado en una asignación normalizada del espectro por pares, es necesario:

- asegurarse de que la asignación DDT respeta los planes de canales o bloques de frecuencias para la asignación/esquema DDF;
- tener presente que cuando se asigna a un sistema DDT una parte de la banda inferior, la parte correspondiente de la banda superior debe también asignarse al DDT, y viceversa;

- recordar que para las aplicaciones asimétricas fijas basadas en la modulación DDF y que funcionan con disposiciones de canales designadas previamente para adaptarse a la utilización DDF simétrica (con anchuras de canal iguales en las bandas superior e inferior), es posible establecer pares de n canales de la subbanda inferior con m canales del bloque o subbanda de frecuencias superior. Los canales de exceso $|m - n|$ no asociados en pares pueden asignarse útilmente a servicios DDT (incluyendo todo margen necesario de banda de guarda);
- tener en cuenta que en este último caso, y con independencia de la disponibilidad de $m + n$ canales para servicios DDF fijos asimétricos, es posible asignar estos canales a uno o más canales DDT;
- tener en cuenta la posibilidad de utilizar el intervalo central para la modulación DDT, siempre que se cumplan los requisitos del § 2.

3.2.2 Implementación

En el caso de sistemas DDT en las bandas con un plan de frecuencia basado en una asignación normalizada del espectro por pares, es necesario:

- recordar que puede haber aspectos particulares de ingeniería del espectro (tales como limitaciones en los contornos del transmisor y la necesidad de establecer bandas de guarda) asociados a la explotación de sistemas DDT en una banda en la que ya se encuentran sistemas DDF;
- tener presente que puede utilizarse la polarización como discriminante de la propagación en el sistema, aunque ésta es menos útil en frecuencias inferiores. Ello puede ser práctico para reducir la interferencia;
- tener presente que pueden ser necesarios parámetros adicionales para la coexistencia de sistemas DDT;
- recordar que se ha determinado que la verificación de la compatibilidad de los sistemas DDT con los actuales DDF constituye una tarea más amplia que la comprobación de la compatibilidad de un sistema DDF con un sistema actual DDF (con la misma separación dúplex). No obstante, una vez demostrada la compatibilidad en el bloque/subbanda inferior (o superior) puede deducirse la compatibilidad en los otros bloques/subbandas.

4 Despliegue

Para el despliegue conjunto de sistemas FWA en la misma zona geográfica es necesario:

- considerar las ventajas de fomentar la cooperación entre operadores a fin de minimizar la interferencia y el consecuente efecto económico, e intentar utilizar el espectro eficazmente;
- recordar que cuando se propone el emplazamiento relativamente próximo de EC pertenecientes a diferentes operadores, puede ser preferible situar estas estaciones en el mismo emplazamiento para minimizar y definir mejor el efecto de proximidad/distancia. Esto puede ser especialmente adecuado en los casos en que los sentidos de los bloques de frecuencia directo e inverso se mezclan o no están designados, por ejemplo, cuando se combinan distintas tecnologías/separaciones dúplex;
- observar que, al considerar la compatibilidad con los sistemas P-P, instalaciones EC y ET, siempre que sea posible deben minimizarse las alturas de antena P-MP y utilizar juiciosamente la discriminación angular de antena, incluyendo los nullos del diagrama polar, como bandas de guarda adicionales para reducción de la interferencia;

- tener presente que al considerar la compatibilidad con los sistemas del servicio fijo por satélite, deben tenerse presente las Recomendaciones UIT-R, siempre que estén disponibles, incluyendo toda directriz referente a las alturas de antena del servicio fijo por satélite y de los sistemas P-MP, la distancia de separación, la gama admisible de ángulos de elevación, la difracción adicional y otras medidas de reducción;
- observar que al considerar la compatibilidad con el servicio de radioastronomía, es importante cumplir el Reglamento de Radiocomunicaciones, teniendo presente el efecto de acumulación de los sistemas P-MP;
- observar que al considerar la compatibilidad con los sistemas de radiodeterminación en bandas adyacentes en países vecinos, deben tenerse en cuenta las Recomendaciones UIT-R actuales pertinentes. Para los sistemas de radiodeterminación que puedan ir en la banda, deben tenerse en cuenta las Recomendaciones UIT-R, siempre que sea posible, incluyendo toda metodología específica necesaria para asegurar la compatibilidad con esa tecnología y los sistemas de radiodeterminación particulares;
- tener en cuenta la necesidad de planificar y desplegar antenas de EC y ET que no sean menos direccionales de lo requerido para el despliegue previsto dentro del sistema y que estén situadas a una altura no superior a la necesaria, a fin de asegurar el margen adecuado de calidad;
- asegurar la aplicación adecuada de toda medida de sincronización y otras necesarias para dar cabida a las tecnologías compuestas.

5 Diseño del equipo

Para el despliegue conjunto de sistemas FWA en la misma zona geográfica es necesario:

- tener en cuenta la importancia de minimizar las emisiones no esenciales y las emisiones fuera de banda y fuera de bloque, mediante un diseño adecuado del equipo;
- tener en cuenta la importancia de maximizar la selectividad del receptor (tomando nota de que las normas pertinentes pueden no ser suficientemente detalladas o estrictas en todos los casos);
- tener en cuenta la conveniencia, en línea con el cumplimiento del nivel exigido de calidad y grado de servicio, de la incorporación de medidas que aseguren un control adecuado de la potencia transmitida, la asignación dinámica de canales/frecuencias y/o otras medidas adaptables que mejoren la compatibilidad;
- tener presente, al considerar la compatibilidad con los posibles sistemas de radiodeterminación, la conveniencia de una mayor protección contra la interferencia mediante medidas tales como la mejora de la corrección/detección de errores y otras técnicas de procesamiento postdetección, recuperación rápida tras sobrecarga en el receptor de radiofrecuencia (RF), etc.

Anexo 3

Ejemplo de utilización de bloques de frecuencias para sistemas del servicio fijo en la banda de 38 GHz

1 Introducción

La implantación a gran escala y gran densidad por muchas administraciones de sistemas de acceso inalámbrico en banda ancha (BWA, *broadband wireless access*) de un gran número de abonados en la banda de frecuencias 38,6-40,0 GHz utiliza la disposición de canales RF del Anexo 2 a la Recomendación UIT-R F.749 (versión 1994), que consta de 13 pares de canales, de la siguiente manera:

1-A:	38 600-38 650 MHz	1-B:	39 300-39 350 MHz
2-A:	38 650-38 700 MHz	2-B:	39 350-39 400 MHz
13-A:	39 200-39 250 MHz	13-B:	39 900-39 950 MHz

Debe señalarse que el par de canales 14-A y 14-B se ha añadido posteriormente (véase el Anexo 3 a la Recomendación UIT-R F.749).

Esta disposición básica de canales de RF ofrece la flexibilidad necesaria a los usuarios que requieren anchuras de bandas de canal de RF superiores o inferiores, en el sentido de:

- los usuarios que requieren más capacidad de transmisión que la que puede acomodarse mediante un par de canales pueden obtener dos o más pares de canales;
- los usuarios pueden dividir los pares de canales de RF atribuidos para aplicaciones que exijan anchuras de bandas más pequeñas.

2 Utilización de la disposición de canales de RF del Anexo 3 a la Recomendación UIT-R F.749 en términos de bloques de frecuencias

La utilización de esta banda se basa en la concesión de licencias a nivel de zona de una serie de canales de RF generalmente contiguos. El número de canales y sus posiciones en la disposición de canales se determina por separado para cada zona objeto de licencia y cada operador. El operador planifica una utilización específica de forma que se obtenga la utilización más eficaz para el objetivo pretendido, es decir, maximizando la prestación del servicio en la zona de licencia en cuestión. Esto generalmente implica maximizar el número de usuarios potenciales que obtienen servicio con las capacidades de transmisión que requieren.

En referencia a la Fig. 1, se indica a continuación un ejemplo de la correspondencia entre la disposición de frecuencias ilustrada y la terminología empleada en esta Figura, y la disposición de canales RF del Anexo 3 a la Recomendación UIT-R F.749:

<i>Figura 1</i>	<i>Anexo 3 a la Recomendación UIT-R F.749</i>
Banda del plan de frecuencias	38,6-40,0 GHz
Subbanda	Grupo de canales de RF contiguos que obtienen licencia
Bloque de frecuencias	Un único canal de RF por ejemplo, 38 650-38 700 MHz
Canal	Subdivisión de un canal de RF por ejemplo, 38 650-38 660 MHz
Tramo	División del nivel siguiente en el tiempo o la frecuencia

3 Marco para la utilización práctica de los bloques de frecuencia en la implantación de sistemas BWA sobre una base de abonados en la banda de 38 GHz

La diversidad de sistemas BWA utilizados en la banda 38,6-40 GHz en muchas administraciones implica actualmente:

- sistemas P-P con velocidades de datos T-1 (1 544 kbit/s), 4 × T-1, 8 × T-1, T-3 y OC-3 (o STM-1, 155,52 Mbit/s);
- sistemas P-MP con una velocidad de datos T-3;
- formatos de modulación que van desde el MDP-4 al MAQ-128;
- anchuras de banda ocupadas que van desde 1 MHz a 25 MHz;
- utilización de polarizaciones ortogonales en algunos casos.

En los canales de RF de 50 MHz utilizados como bloques de frecuencias están acomodando diversas combinaciones de sistemas diferentes, dependiendo de las necesidades específicas del despliegue. En ello se incluye la combinación de sistemas P-P y P-MP en el mismo canal de RF de 50 MHz, en algunos casos. Los crecientes requisitos de servicio hacen necesario utilizar de la mejor forma posible el espectro disponible de frecuencias, y la flexibilidad inherente de las disposiciones de frecuencias basadas en bloques de frecuencia que pueden combinarse y/o subdividirse conforme a las necesidades específicas, aumenta considerablemente la eficacia general de la utilización del espectro.
