

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R F.1571
(05/2002)

**Técnicas de reducción utilizadas para
disminuir el potencial de interferencia
entre estaciones a bordo de aeronaves
del servicio de radionavegación
y estaciones del servicio fijo
en la banda 31,8-33,4 GHz**

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.1571*

Técnicas de reducción utilizadas para disminuir el potencial de interferencia entre estaciones a bordo de aeronaves del servicio de radionavegación y estaciones del servicio fijo en la banda 31,8-33,4 GHz

(2002)

Cometido

La presente Recomendación contiene directrices sobre la disminución del potencial de interferencia entre estaciones a bordo de aeronaves del servicio de radionavegación y estaciones del servicio fijo en la banda 31,8-33,4 GHz. En los Anexos se describen técnicas de reducción específicas para el servicio fijo y el servicio de radionavegación (SRN) y los estudios de compartición para calcular el potencial de interferencia entre estos servicios.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que la banda 31,8-33,4 GHz está atribuida al servicio fijo con carácter primario en las tres Regiones de la UIT;
- b) que la banda 31,8-33,4 GHz está disponible para las aplicaciones de alta densidad en el servicio fijo (HDFS, *high-density fixed service*);
- c) que la banda 31,8-33,4 GHz está también atribuida al servicio de radionavegación (SRN) con carácter primario en las tres Regiones de la UIT;
- d) que la Recomendación UIT-R F.1097 contiene detalles sobre las técnicas de reducción de la interferencia para las emisiones no deseadas procedentes del servicio de radiodeterminación que pueden utilizarse para minimizar el potencial de interferencia entre las estaciones a bordo de aeronaves del SRN y las estaciones del servicio fijo;
- e) que se han elaborado disposiciones de radiofrecuencia (véase la Recomendación UIT-R F.1520) que incluyen disposiciones de bloques de frecuencias, a fin de utilizar de la forma más eficaz el espectro disponible;
- f) que el SRN se utiliza para evitar la dirección de tormentas y, en algunos casos, por ejemplo, cuando no se dispone de servicios de control de tráfico aéreo, para el despegue y aterrizaje. Los sistemas existentes se utilizan también para el transporte aéreo de mercancías y personal en apoyo de operaciones humanitarias internacionales;
- g) que la banda 31,8-33,4 GHz ofrece 1 600 MHz de espectro contiguo, que es adecuado para el apoyo de las aplicaciones del servicio fijo, tales como las de acceso al usuario final y la provisión de infraestructura para redes móviles, por ejemplo, las IMT-2000,

* La Comisión de Estudio 5 de Radiocomunicaciones introdujo cambios de edición en la presente Recomendación en diciembre de 2009, de conformidad con la Resolución UIT-R 1.

observando

- a) que una administración ha implementado un número limitado de estaciones a bordo de aeronaves del SRN en toda la banda 31,8-33,4 GHz con explotación en todo el mundo;
- b) que la banda 31,8-33,4 GHz no está compartida con el servicio fijo por satélite ni con el servicio móvil por satélite,

recomienda

1 que se utilicen las técnicas adecuadas de reducción, cuando sea posible o práctico, a fin de reducir significativamente el potencial de interferencia entre las estaciones del servicio fijo y las estaciones a bordo de aeronaves del SRN (véase las Notas 1 y 2).

En ellas pueden incluirse medidas tales como:

1.1 para las estaciones que funcionen en el servicio fijo: el control automático de la potencia del transmisor (ATPC), la codificación con corrección de errores en recepción sin canal de retorno (FEC), la técnica de entrelazado binario, las técnicas potentes de acceso/modulación, el filtro de bloqueo en el receptor, la sincronización segura y las antenas de gran calidad (véase la Nota 3);

1.2 para las estaciones que funcionan en el SRN: los sistemas versátiles en frecuencia, la instalación de filtros RF en el transmisor radar y la codificación de impulsos en los sistemas futuros,

2 que, además, de las técnicas de reducción adecuadas, se utilicen cuando sean necesarias algunas restricciones operacionales en ambos servicios, si ello resulta práctico o posible. Estas restricciones pueden responder, entre otras, a las consideraciones siguientes:

2.1 se aconseja a las estaciones a bordo de aeronaves del SRN que eviten altitudes operacionales reducidas y ángulos bajos de inclinación de la antena en las proximidades de las zonas urbanas (el ángulo cero de inclinación corresponde a direcciones hacia el horizonte). Estas condiciones operacionales no se aplican al despegue y al aterrizaje;

2.2 se aconseja a los sistemas del servicio fijo que eviten la utilización de ángulos de elevación elevados;

2.3 se aconseja a las estaciones del SRN en las proximidades de zonas urbanas, que utilicen el intervalo central de los esquemas de radiofrecuencia del servicio fijo que indica la Recomendación UIT-R F.1520,

3 que las siguientes Notas se consideren parte integrante de la presente Recomendación.

NOTA 1 – El Anexo 1 ofrece un resumen de los estudios de compartición realizados. El Anexo 2 ofrece las características de los sistemas actuales a bordo de aeronaves que funcionan en el SRN, en la banda de frecuencias 31,8-33,4 GHz. Las características de los sistemas del servicio fijo que funcionan en la banda de frecuencias 31,8-33,4 GHz figuran en la Recomendación UIT-R F.758.

NOTA 2 – El Anexo 3 describe posibles técnicas de reducción y medidas operacionales aplicables a los sistemas del servicio fijo, así como a los sistemas a bordo de aeronaves del SRN.

NOTA 3 – El ATPC es eficaz para reducir la interferencia procedente de sistemas del servicio fijo en sistemas del SRN, pero puede hacer que los receptores del servicio fijo sean más susceptibles a la interferencia procedente de los sistemas del SRN. El ATPC también puede resultar necesario para la protección del SRN.

Anexo 1

Resumen de los estudios de compartición entre estaciones del servicio fijo y estaciones a bordo de aeronaves del SRN

1 Antecedentes

Por la Resolución 126 (CMR-97) se decidió efectuar, de forma urgente y con antelación a la CMR-2000, los estudios adecuados a fin de determinar los criterios que serían necesarios para la compartición entre las estaciones del servicio fijo y las estaciones de otros servicios a los que está atribuida la banda de 31,8-33,4 GHz. Respondiendo a esta Resolución, el UIT-R adoptó la Cuestión UIT-R 224/9 (1997) que aborda los criterios de compartición entre estaciones del servicio fijo y el SRN en esta banda. A continuación se resumen los estudios de compartición realizados.

2 Interferencia en el servicio fijo procedente del SRN

El cálculo de la distancia de separación se basa en un enfoque probabilístico, así como en un método determinístico (caso más desfavorable basado en las pérdidas mínimas de acoplamiento). En principio, los estudios muestran que si no puede asegurarse la distancia mínima de separación requerida entre sistemas de los dos servicios que impida la interferencia, será necesario adoptar medidas adecuadas, incluyendo técnicas de reducción y/o ciertas restricciones en las condiciones operacionales, para facilitar la compartición.

Además, los estudios indican que el concepto de coordinación geográfica puede ser difícil de aplicar en los sistemas de radar móviles.

El carácter impulsivo de la señal interferente de radar permite establecer distancias de separación más cortas, si se comparan con las de una fuente interferente que no sea de impulsos. Esto se ha tenido en cuenta en los estudios pertinentes de compartición, así como la repercusión de la interferencia de impulsos de corta duración y de potencia extremadamente elevada de los sistemas de radar a bordo de aeronaves en el receptor del servicio fijo.

Los estudios indican que, sin aplicar ciertas restricciones operacionales y las técnicas adecuadas de reducción, pueden reducirse eventos de interferencia intensa durante acoplamientos excepcionales del haz principal entre las antenas del sistema de radar y del sistema fijo.

Dichos eventos pueden producirse con combinaciones diversas de altitud del vehículo espacial, ángulo de inclinación del radar y ángulo de elevación de la antena del sistema fijo. No obstante, se espera que la probabilidad de dichos eventos sea reducida. Además, los eventos serán de corta duración debido a que el haz de la antena de radar es estrecho y a la rotación de la antena.

En los estudios se describieron los criterios necesarios, en términos de técnicas necesarias de reducción (véase el Anexo 3) para el servicio fijo y principalmente algunas limitaciones en la altitud operacional y/o el ángulo de inclinación del radar, especialmente en las proximidades de zonas urbanas. En particular, los estudios indican que el ángulo de elevación del servicio fijo y el ángulo de inclinación del radar son cruciales.

En los casos en que no son aplicables técnicas adecuadas de reducción y/o restricciones en las condiciones operacionales, deben aplicarse procedimientos operacionales adecuados y convenientes.

3 Interferencia en el SRN procedente del servicio fijo

Considerando sistemas tradicionales punto a punto (P-P) con densidad reducida de terminales, y suponiendo situaciones de caso más desfavorable y altitudes operacionales del SRN por encima de unos 4000 m y algunas limitaciones en el ángulo de inclinación, los estudios de compartición muestran que se cumplirán los criterios necesarios de indisponibilidad del sistema de radar a bordo de aeronave.

Considerando aplicaciones de alta densidad punto a multipunto (P-MP), en el supuesto de densidades de 1000¹ estaciones terminales/km² y 0,3 estaciones centrales/km², respectivamente, los estudios de compartición, con el empleo de hipótesis prácticas, muestran que la calidad del radar de radionavegación a bordo de aeronave será aceptable sobre zonas urbanas. Se llega a esta conclusión suponiendo que la aeronave funciona en altitudes por encima de unos 6000 m y con un ángulo de inclinación descendente de la antena de más de 20°. Además, se aconseja no utilizar ángulos de elevación de antena de estaciones HDFS superiores a unos 5°.

Los sistemas HDFS pueden exigir ángulos de elevación superiores a 5° en zonas urbanas densas. Para estos casos, deben tenerse en cuenta técnicas de reducción adecuadas a fin de reducir la posible interferencia con el sistema de radar a bordo de aeronave.

En los estudios de compartición efectuados se establecen los criterios necesarios, en términos de técnicas de reducción requeridas y restricciones operacionales. Los modelos de propagación utilizados responden a las versiones más recientes de las Recomendaciones UIT-R P.452 y UIT-R P.676. Los modelos de los diagramas de radiación de antena figuran en las versiones más recientes de las Recomendaciones UIT-R F.699, UIT-R F.1245 y UIT-R F.1336. Las características técnicas de los sistemas P-P y P-MP considerados en el servicio fijo se basan en los datos de la Recomendación UIT-R F.758.

Como el radar a bordo de aeronave funciona en todas las fases del vuelo de la aeronave, no es evidente que pueda evitarse la interferencia en todos los casos sin adoptar contramedidas.

Las técnicas de reducción, tales como las de antena de gran calidad, el ATPC, etc. incorporadas en las futuras aplicaciones P-MP asegurarán el cumplimiento de los criterios de disponibilidad del sistema de radar a bordo de aeronave. En relación con las técnicas de reducción para el sistema de radar, los sistemas versátiles en frecuencia y los de impulsos codificados ofrecen grandes posibilidades en relación con el aumento de la resistencia a la interferencia (para más detalles, véase el Anexo 3).

4 Resumen

Los estudios de compartición muestran que los sistemas de alta densidad de servicio fijo pueden coexistir con el despliegue actualmente limitado de los sistemas a bordo de aeronaves del SRN, en la banda de 31,8-33,4 GHz. Se llega a esta conclusión con la hipótesis de ciertas limitaciones en ambos servicios.

Sobre la base de lo anterior, la CMR-2000 suprimió la Resolución 126 (CMR-97) y acordó el número 5.547A del RR que indica que las administraciones deberían tomar las medidas necesarias para reducir al mínimo la posible interferencia entre las estaciones del servicio fijo y las aerotransportadas del SRN en la banda 31,8-33,4 GHz teniendo en cuenta las necesidades operacionales de los radares a bordo de aeronaves.

¹ El número de terminales activos simultáneamente es significativamente inferior a esta cifra.

Anexo 2

Características de los sistemas de radionavegación en la banda 31,8-33,4 GHz

1 Condiciones operacionales

Los sistemas de radionavegación que funcionan en la banda 31,8-33,4 GHz van a bordo de aeronaves. Estos sistemas funcionan en todo el mundo, principalmente de forma continua durante el vuelo. Esto comprende una gama de altitudes que va desde casi el nivel del suelo hasta unos 30 000 pies (o 9 000 m), aproximadamente. Los tiempos de vuelo pueden ser hasta de 6 h, y generalmente la mayoría del tiempo se pasa en ruta, aunque cabe prever un tiempo algo superior en los puntos de salida o de destino. La información de una administración indica que funcionan en un número limitado de aeronaves en todo el mundo, con sistemas de radionavegación en esta banda de frecuencias.

Puede haber hasta 18 aeronaves activas que exploten estos sistemas de radionavegación en una pequeña zona geográfica (es decir, separadas menos de 1 km entre sí), aunque a menudo sólo habrá 1-3 aeronaves funcionando simultáneamente.

En esta Recomendación, el término «radionavegación» se refiere a un sistema de radar a bordo de aeronave que funciona en la banda de 31,8-33,4 GHz. Una administración ha informado sobre la utilización a nivel mundial de esta banda para el SRN, en términos de un número limitado de sistemas de radar a bordo de aeronaves. El sistema de radar real se utiliza para el establecimiento de mapas del suelo, evitar la dirección de tormentas y navegación, pero no principalmente para funciones tales como la aproximación a aeropuertos y aterrizajes. Se prevé la sustitución futura de algunos de los sistemas de frecuencia fija por sistemas versátiles en frecuencia.

2 Características técnicas

Se han implementado dos sistemas de radar: uno utiliza frecuencia fija (el 80% de las estaciones de aeronave) y el otro (el 20% de las estaciones de aeronave) tiene la opción de agilidad de frecuencia (nueve canales en la banda 32,2-33 GHz). Las características técnicas de los sistemas que funcionan en el SRN figuran en el Cuadro 1.

Del Cuadro puede deducirse que la técnica de compresión de impulsos codificados (con capacidad de detección de errores) no se aplica en los sistemas de radar considerados.

Además, la gran anchura de banda utilizada de 37 MHz y 17 MHz, respectivamente, en comparación con la anchura de banda del impulso, $1,2/0,2 = 6$ MHz (anchura de impulso de 0,2 μ s), indica que no se utiliza el procesamiento de la señal digital. A partir del Cuadro 1 se determina que el término radar $10^6/(\text{frecuencia de repetición de impulsos} \times \text{anchura del impulso} (\mu\text{s}))$ es de 2 500 (Sistema 1) y de 3 125 (Sistema 2). Este factor es fundamental en la determinación de los criterios de protección para las estaciones del servicio fijo interferidas por sistema de radar.

Debe señalarse que la rotación de la antena se efectúa mecánicamente, es decir, que el haz de la antena no está controlado electrónicamente.

CUADRO 1

**Características técnicas de los sistemas del SRN
que funcionan en la banda 31,8-33,4 GHz**

Parámetro	Sistema 1	Sistema 2
Tipo de sintonía	Frecuencia fija; se sintoniza continuamente en la banda de 31,8-33,4 GHz	Frecuencia fija o salto de frecuencia; funciona en cualquiera de los modos, en uno de los nueve canales discretos separados 100 MHz (32,2-33 GHz)
Tipo de emisión	Impulsos no modulados	Impulsos no modulados
Anchura de banda de emisión de RF (MHz)	37	17 (instantáneo) 117 (salto)
Anchura del impulso (µs)	0,2	0,2
Frecuencia de repetición de impulsos (pps)	2 000	1 600
Potencia de cresta del transmisor (kW)	60	39
Anchura de banda de FI del receptor (-20 dB) (MHz)	40	17
Factor de ruido del receptor	11	11
Tipo de antena	Reflector parabólico	Reflector parabólico
Ganancia del haz principal de la antena (dBi)	44	41,1
Exploración de antena	Elevación: -30° a +10°, manual Acimut: 360° a 7, 12, ó 21 rpm	Elevación: -30° a +10°, manual Acimut: 360° a 12 ó 45 rpm

Anexo 3

Técnicas de reducción y medidas operacionales

1 Medidas técnicas y operacionales

El número 5.547A del RR indica que las administraciones deberían tomar las medidas necesarias para reducir al mínimo la posible interferencia entre las estaciones del servicio fijo y las aerotransportadas del SRN en la banda 31,8-33,4 GHz, teniendo en cuenta las necesidades operacionales del SRN.

Este Anexo ofrece orientaciones sobre las medidas técnicas y operacionales con las que se puede reducir el potencial de interferencia.

2 Medidas – Servicio fijo

Las mejoras de los futuros sistemas del servicio fijo en términos de ATPC y codificación eficaz de corrección de errores deben ser fáciles y relativamente económicas de aplicar. En particular, combinándola con el entrelazado binario (véase la Recomendación UIT-R F.1097), la FEC ha demostrado ser eficaz para errores en ráfagas de duraciones muy breves.

A fin de reducir aún más el potencial de interferencia, se dispone para el servicio fijo de ciertas técnicas de acceso/modulación menos susceptibles a la energía por impulsos, esquemas de sincronización potentes y filtros de bloqueo de RF. Además, las antenas mejoradas, junto con ciertas limitaciones ligeras en el ángulo de elevación, contribuirán a reducir el potencial de interferencia entre ambos sistemas.

No obstante, las limitaciones estrictas en el ángulo de elevación de la antena pueden llegar a limitar la arquitectura de los sistemas P-P y P-MP que se desplieguen en la banda de 31,8-33,4 GHz.

3 Medidas – SRN

Las posibles medidas incluyen la consideración de la altitud operacional, el ángulo de inclinación descendente de la antena, los esquemas de prioridad de canales, el filtrado de RF y la codificación de impulsos en los sistemas futuros.

Las técnicas de reducción en términos de codificación de impulsos para el SRN significan que el radar transmite una secuencia codificada en cada ráfaga (una «signatura» de la estación de radar equivalente a la señal principal de los sistemas de espectro ensanchado). La ganancia de procesamiento que se obtiene de esta manera tiene el efecto de aumentar la relación señal/ruido en el receptor de radar, lo que mejora la calidad de éste en un entorno de interferencia. En otras aplicaciones similares del SRN en otras bandas se ha aplicado la codificación de impulsos como técnica eficaz de reducción de la interferencia.

La readaptación del equipo actual de radionavegación con circuitos de codificación de impulsos no será factible, aunque es posible que surja este requisito para el equipo futuro. En particular, el modo de versatilidad en frecuencia del sistema del SRN mejorará las posibilidades de compartición. Debe considerarse esta técnica a la luz de las limitaciones operacionales en el SRN que pueden en ciertos casos ser difíciles de implementar, debido a la gran movilidad del servicio y a la demanda para que éste utilice toda la capacidad del sistema cuando se aleja suficientemente del entorno urbano.

No obstante, a fin de aplicar algunas medidas de protección para el servicio fijo, en particular en las zonas urbanas, el SRN puede tener que adoptar ciertas medidas operacionales, tales como la de selección de canales, con el fin de reducir la interferencia y algunas limitaciones de índole menor en la altitud operacional y/o el ángulo de inclinación. Por debajo de ciertas altitudes y ángulos de inclinación descendentes de su antena, los radares a bordo de aeronaves que funcionan en el SRN pueden causar interferencia a las estaciones que funcionan en el servicio fijo. Es posible que estos modos particulares de radar representen un pequeño porcentaje del tiempo de su funcionamiento total, o que pueda llegarse a acuerdos operacionales entre servicios, a nivel local, para minimizar la duración de utilización de estos modos. En cualquiera de estos casos, el potencial de interferencia puede minimizarse considerablemente. Además, se ha podido ver que los sistemas de radionavegación son sintonizables o pueden utilizar frecuencias de canal discretas. También es posible que mediante una selección adecuada en la planificación de frecuencias del servicio fijo o mediante la selección operacional de la frecuencia de funcionamiento de los sistemas de radionavegación, se minimice el potencial de interferencia, por ejemplo, si se aconseja a las estaciones de los sistemas del SRN en las proximidades de zonas urbanas que utilicen el intervalo central de los esquemas de radiofrecuencia del servicio fijo que figuran en la Recomendación UIT-R F.1520.

Ambas posibilidades exigirán en el futuro una mayor cooperación entre los servicios radioeléctricos.

4 Segmentación de la banda

La segmentación de la banda reducirá la eficacia de utilización del espectro, permitiendo menos anchura de banda de la necesaria para los sistemas de salto de frecuencia del SRN y posiblemente, una anchura de banda insuficiente para los planes de canales y los requisitos de separación en los enlaces de ida y vuelta del servicio fijo. Por tanto, no debe aplicarse la segmentación de la banda.

5 Resumen

A fin de eliminar o reducir el potencial de interferencia, se recomienda la utilización de medidas operacionales y técnicas de reducción eficaces.

La interferencia del radar en el servicio fijo se considera generalmente como el caso más desfavorable. Las estaciones del servicio fijo pueden, con poca probabilidad, estar expuestas a interferencia intensa con duración muy pequeña (algunos milisegundos) procedente de las estaciones a bordo de aeronaves del SRN. La técnica de reducción adecuada para este tipo de interferencia de corta duración es la de codificación con corrección de errores que reducirá los efectos de este tipo de interferencia breve.

Los sistemas P-MP que utilizan antenas sectoriales u omnidireccionales pueden, en algunos casos, experimentar interferencia intensa de duración ligeramente superior, debido a que la apertura de la antena es mayor. Las técnicas de reducción tales como las de los sistemas con dispersión de espectro (acceso múltiple por división de código (AMDC), la codificación FEC, la selección de antena, el entrelazado binario o la diversidad, son técnicas disponibles comercialmente que reducirán el potencial de interferencia.

En relación con la interferencia de larga duración debida a emisiones no esenciales de radar, puede utilizarse un filtro de bloqueo de RF (en el emplazamiento del receptor fijo) para proteger la estación del servicio fijo contra la interferencia radar.

Además, los filtros de guía onda de RF en el transmisor radar suprimirán las emisiones no esenciales en 40-50 dB de más.

Concluyendo, el potencial de interferencia entre las estaciones a bordo de aeronaves del SRN y las estaciones del servicio fijo puede reducirse implementando las opciones siguientes, siempre que sea posible o práctico (véase también la Recomendación UIT-R F.1097):

Servicio fijo

- ATPC (véase la Nota 3).
- Codificación FEC.
- Técnica de entrelazado binario.
- Sistemas con dispersión de espectro (AMDC).
- Salto de frecuencia.
- Filtros de RF en microondas (incluyendo el filtro de bloqueo de RF en el receptor).
- Antenas de gran calidad.
- Limitación de la elevación de la antena.

SRN

- Compresión de impulsos (sistemas futuros).
- Salto de frecuencia.
- Filtros de RF de microondas en transmisión.

- Selección de la antena (diagrama de radiación).
- Restricciones en la altitud operacional (en las proximidades de zonas urbanas).
- Restricciones en el ángulo de inclinación descendente (en las proximidades de zonas urbanas).
