

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R RS.2065-0
(12/2014)

Protección de enlaces espacio-Tierra del servicio de investigación espacial (SIE) en las bandas 8 400-8 450 MHz y 8 450-8 500 MHz contra emisiones no deseadas de radares de apertura sintética que funcionan en el servicio de exploración de la Tierra por satélite (activo) alrededor de 9 600 MHz

Serie RS
Sistemas de detección a distancia



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, 2016

© UIT 2016

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

RECOMENDACIÓN UIT-R RS.2065-0

Protección de enlaces espacio-Tierra del servicio de investigación espacial (SIE) en las bandas 8 400-8 450 MHz y 8 450-8 500 MHz contra emisiones no deseadas de radares de apertura sintética que funcionan en el servicio de exploración de la Tierra por satélite (activo) alrededor de 9 600 MHz

(2014)

Cometido

La presente Recomendación proporciona técnicas de reducción de la interferencia para disminuir las emisiones no deseadas de los sistemas del servicio de exploración de la Tierra por satélite (SETS) (activo), en la banda del servicio de investigación espacial (SIE) y recomienda que los sistemas del SETS (activo) protejan por completo las operaciones de misiones del SIE (en espacio lejano) durante los eventos críticos y eviten, en todo momento, causar daños a los receptores de la estación terrena del SIE.

Palabras clave

Eventos críticos, deterioro, espacio profundo, estaciones terrenas, SETS (activo), interferencia, reducción, protección, criterio, receptor, SAR, saturación, espacio-Tierra, servicio de investigación espacial, SIE, radar de apertura sintética, emisiones no deseadas

Abreviaturas/glosario

SETS Exploración de la Tierra por satélite

LFM Modulación en frecuencia lineal

SAR Radar de apertura sintética

SIE Servicio de investigación espacial

TR Transmisión-recepción

Recomendaciones e Informes de la UIT relacionados

Recomendación UIT-R RS.2043	Características de los radares de apertura sintética del servicio de exploración de la Tierra por satélite (activo) que funcionan en torno a 9 600 MHz
Recomendación UIT-R SA.609	Criterios de protección para los enlaces de radiocomunicación con satélites de investigación espacial, tripulados o no tripulados, próximos a la Tierra
Recomendación UIT-R SA.1014	Requisitos de telecomunicaciones para la investigación del espacio lejano con vuelos tripulados y no tripulados
Recomendación UIT-R SA.1157	Criterios de protección para la investigación del espacio lejano
Recomendación UIT-R SM.1541	Emisiones no deseadas en el dominio fuera de banda
Informe UIT-R RS.2308	Compatibilidad en radiofrecuencia de las emisiones no deseadas procedentes de los radares de apertura sintética del SETS en 9 GHz con el servicio de exploración de la Tierra por satélite (pasivo), el servicio de investigación espacial (pasivo), el servicio de investigación espacial y el servicio de radioastronomía que utilizan, respectivamente, las bandas de frecuencias 8 400-8 500 MHz y 10,6-10,7 GHz

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que la banda de frecuencias 9 300-9 800 MHz está atribuida a título primario al servicio SETS (activo);
- b) que la banda de frecuencias 9 800-9 900 MHz está atribuida a título secundario al servicio SETS (activo);
- c) que la banda de frecuencias 8 400-8 450 MHz está atribuida a título primario a los enlaces espacio-Tierra del servicio SIE (espacio lejano);
- d) que la banda de frecuencias 8 450-8 500 MHz está atribuida a título primario al SIE para los enlaces espacio-Tierra;
- e) que los sistemas que funcionan con radares activos en la banda de frecuencias 9 300-9 900 MHz utilizan emisiones de alta potencia en el sentido espacio-Tierra;
- f) que las estaciones terrenas del SIE (espacio lejano) que funcionan en la banda de frecuencias 8 400-8 450 MHz como se describe en la Recomendación UIT-R SA.1014, utilizan receptores extremadamente sensibles;
- g) que estas estaciones del SIE también apoyan misiones SIE como misiones de Lagrange y lunares en la banda de frecuencias 8 450-8 500 MHz;
- h) que la Recomendación UIT-R SA.1157 describe los criterios de protección de las misiones del SIE (espacio lejano) en la banda de frecuencias 8 400-8 450 MHz y la Recomendación UIT-R SA.609 los criterios de protección de las misiones del SIE en la banda de frecuencias 8 450-8 500 MHz;
- i) que las emisiones no deseadas del SETS (activo) que funciona en la banda de frecuencias 9 300-9 900 MHz pueden superar los criterios de protección del SIE (espacio lejano) en la banda 8 400-8 450 MHz;
- j) que casi todas las misiones del SIE (espacio lejano) utilizan la banda de frecuencias 8 400-8 450 MHz para dar apoyo a los acontecimientos rutinarios y críticos y casi todas las misiones SIE de Lagrange y lunares utilizan la banda de frecuencias 8 450-8 500 MHz;
- k) que los acontecimientos críticos del SIE (espacio lejano) como el lanzamiento, la inserción en órbita, el sobrevuelo planetario, y la reentrada, el descenso y el aterrizaje, incluida la recepción de muestras, a menudo determinan el éxito de las misiones del espacio lejano;
- l) que la interferencia durante los acontecimientos críticos de las misiones del SIE (espacio lejano) pueden causar la pérdida de datos esenciales o pueden incluso comprometer la seguridad y la supervivencia del vehículo especial;
- m) que, durante las operaciones de rutina de las misiones del SIE (espacio lejano), las emisiones no deseadas del SETS (activo) que exceden los criterios de protección del SIE (espacio lejano) con una probabilidad muy baja pueden ser aceptables;
- n) que las emisiones no deseadas del SETS (activo) pueden superar los niveles de saturación y los niveles de deterioro de los receptores de las estaciones terrenas del SIE descritos en el Anexo 1,

recomienda

- 1 que los sistemas de radares de apertura sintética (SAR) del SETS utilicen los métodos descritos en el Anexo 2 para reducir las emisiones no deseadas en la banda de frecuencias 8 400-8 500 MHz a fin de:
 - a) evitar, en todo momento, los daños a los receptores de las estaciones terrenas del SIE;

- b) reducir la probabilidad de saturar los receptores de las estaciones terrenas del SIE;
- c) evitar causar una interferencia que supere los criterios de protección de las estaciones terrenas del SIE (espacio lejano) durante los acontecimientos críticos;
- 2** que, como último recurso, en el caso de que no pueda satisfacerse plenamente el *recomienda 1* con la aplicación de los métodos descritos en el Anexo 2, los operadores de los sistemas SAR del SETS prevean cualquier acontecimiento que pueda causar una posible interferencia para reducirla mediante la coordinación de las operaciones con los operadores de las misiones del SIE, al menos siete días antes del acontecimiento para las operaciones de rutina del SAR del SETS, y al menos 24 horas antes de la adquisición de imágenes por el SAR del SETS en casos de emergencia como la gestión de catástrofes;
- 3** que, para facilitar la utilización de alguna de las técnicas de reducción así como la coordinación de las operaciones, los operadores de sistemas SAR del SETS y de sistemas del SIE compartan las características orbitales y de telecomunicaciones de sus respectivos sistemas, incluidos la trayectoria actualizada de sus misiones, el apuntamiento de la antena y el calendario de los acontecimientos críticos;
- 4** que los niveles de saturación y de deterioro del Cuadro 1 del Anexo 1 se apliquen cuando se aplican los *recomienda 1, 2 y 3*;
- 5** que los *recomienda 1, 2, 3 y 4* solo deben aplicarse a las estaciones terrenas del SIE enumeradas en la Recomendación UIT-R SA.1014.

Anexo 1

Deterioro y saturación de los receptores frontales de las estaciones terrenas del SIE (espacio lejano)

La Recomendación UIT-R SA.1014 contiene la descripción de las características y la ubicación de los receptores del SIE (espacio lejano). La agencia civil espacial de los Estados Unidos de América, la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), y la Agencia Espacial Europea (ESA) han proporcionado las características de los niveles de saturación y de posible deterioro de los receptores de sus estaciones terrenas para el espacio lejano. El Cuadro A1-1 contiene un resumen de estos valores.

CUADRO A1-1

Niveles de saturación y de deterioro de los receptores de las estaciones terrenas del SIE (espacio lejano)

Parámetro	Unidades	NASA	ESA
Banda de frecuencias	MHz	8 200-8 700	8 400-8 500
Nivel de saturación	dBW	-115	-117
Nivel de deterioro	dBW	-105	-107

Estos niveles de saturación y de deterioro se miden directamente en el terminal de entrada de los receptores frontales. Los receptores de las estaciones terrenas del SIE (espacio lejano) de la NASA

están diseñados para dar apoyo también al radar del sistema solar de la NASA que funciona en la banda 8 500-8 700 MHz, atribuida al servicio de radiolocalización.

Las estaciones terrenas del SIE descritas en la Recomendación UIT-R SA.1014 están diseñadas para dar apoyo también a las misiones de Lagrange y lunares en la banda 8 450-8 500 MHz. Estos niveles de deterioro no deben superarse en ningún momento. Las emisiones no deseadas del servicio SETS (activo) deben permanecer por debajo del nivel de saturación durante los acontecimientos críticos de las misiones del SIE (espacio lejano). Las estaciones terrenas del SIE no descritas en la Recomendación UIT-R SA.1014 utilizan normalmente tecnologías de receptores frontales diferentes. Estas tecnologías son típicamente menos susceptibles a la saturación y el deterioro provocados por las emisiones no deseadas del SETS (activo).

Anexo 2

Técnicas de reducción para disminuir las emisiones no deseadas de los sistemas del SETS (activo) que funcionan alrededor de 9 600 MHz en el SIE en las bandas de frecuencias 8 400-8 450 MHz y 8 450-8 500 MHz

Este Anexo contiene los resultados de los cálculos teóricos de las emisiones no deseadas de los sistemas SETS (activo) alrededor de 9 600 MHz utilizando los parámetros de SAR-1, SAR-2 y SAR-3 de la Recomendación UIT-R RS.2043. Se examinan varias técnicas de reducción para disminuir las emisiones no deseadas de los sistemas SETS (activo) en la banda 8 400-8 450 MHz del SIE (espacio lejano) y en la banda 8 450-8 500 MHz del SIE.

1 Protección de los enlaces espacio-Tierra del SIE

La Recomendación UIT-R SA.1157 estipula el criterio de protección de las estaciones terrenas de investigación del espacio lejano de -221 dB (W/Hz) para la banda de frecuencias 8 400-8 450 MHz del SIE. El cálculo de la interferencia fuera de la línea de visibilidad debida a la propagación transhorizonte debe realizarse con las estadísticas meteorológicas del 0,001% del tiempo. La Recomendación UIT-R SA.1157 ofrece los criterios de protección para los sistemas receptores de los sistemas SIE (espacio lejano). El cumplimiento de los criterios de protección para estos equipos determina el éxito de la misión en el caso de las misiones del SIE en el espacio lejano. La interferencia perjudicial durante los acontecimientos críticos, por ejemplo la inserción en órbita, el sobrevuelo planetario y las fases de reentrada, descenso y aterrizaje, puede causar la pérdida del vehículo espacial o la pérdida de datos esenciales. También se producen acontecimientos críticos en el caso de las observaciones científicas únicas cuando un vehículo espacial penetra en la atmósfera de un planeta o una luna, o impacta contra una luna, un planeta, un asteroide o un cometa. El vehículo puede destruirse durante el proceso. Los datos transmitidos durante la aproximación, o en los momentos anteriores al impacto y durante el impacto, pueden determinar el éxito de las misiones. Por lo tanto, la protección de los vehículos espaciales y de las estaciones terrenas del SIE en el espacio lejano durante los acontecimientos críticos, en la medida solicitada por la Recomendación UIT-R SA.1157, es fundamental para el éxito de las misiones del SIE en el espacio lejano.

Además, las situaciones de emergencia de un vehículo espacial de los sistemas del espacio lejano deben considerarse como un acontecimiento crítico.

La Recomendación UIT-R SA.609 estipula, además, el criterio de protección de las estaciones terrenas del SIE en -216 dB para la banda de frecuencias 8 450-8 500 MHz del SIE. El cálculo de la interferencia resultante de los efectos atmosféricos y de las precipitaciones se debe basar en estadísticas meteorológicas durante el 0,1% del tiempo para las misiones no tripuladas, como las misiones de Lagrange y lunares.

2 Características de los sistemas SETS (activo) alrededor de 9 600 MHz

Algunos sistemas SAR utilizan la banda 9 300-9 900 MHz, típicamente identificada como la banda 9 600 MHz del SETS (activo). La Recomendación UIT-R RS.2043 ofrece las características de tres sistemas SAR que funcionan en esta banda.

CUADRO A2-1

Características de los sistemas SAR-1, SAR-2 y SAR-3

Parámetro	SAR-1	SAR-2	SAR-3
Altitud orbital (km)	400	619	506
Inclinación orbital (grados)	57	98	98
Frecuencia central de RF (GHz)	9,6	9,6	9,6
Potencia de cresta radiada (W)	1 500	5 000	25 000
Modulación de impulsos	Fluctuación modulada linealmente en frecuencia	Fluctuación modulada linealmente en frecuencia	Fluctuación modulada linealmente en frecuencia
Anchura de banda de la fluctuación (MHz)	10	400	450
Duración del impulso (μ s)	33,8	10-80	1-10
Frecuencia de repetición de impulsos (ips)	1 736	2 000-4 500	410-515
Ciclo de trabajo (%)	5,9	2,0-28,0	0,04-0,5
Relación de compresión de gama	338	< 12 000	450-4 500
Tipo de antena	Guíaondas ranurado	Red coplanar	Red coplanar en fase
Ganancia de antena de cresta (dBi)	44,0	44,0-46,0	39,5-42,5
p.i.r.e. (dBW)	75,8	83,0	83,5-88,5
Orientación de la antena con respecto al nadir	20° a 55°	34°	20° a 44°
Anchura de haz de la antena	5,5° (El) 0,14° (Az)	1,6-2,3° (El) 0,3° (Az)	1,1-2,3° (El) 1,15° (Az)
Polarización de la antena	Lineal vertical	Lineal HH o VV	Lineal horizontal/ vertical
Temperatura de ruido del sistema (K)	551	500	600

3 Emisiones no deseadas de los sistemas SETS (activo) en el rango de frecuencias 8 400-8 500 MHz

Los niveles teóricos de emisiones no deseadas de los tres sistemas SAR descritos en el Cuadro A2-1 en la banda de frecuencias 8 400-8 450 MHz se muestran en el Cuadro A2-2. Se considera que los sistemas SAR de MF lineal (LFM) tiene un tiempo de subida de 10 ns y un tiempo de caída del impulso de 10 ns con formas de onda trapezoidales. Las duraciones de impulso para los sistemas SAR-2 y SAR-3 son 10 μ s y 1 μ s, respectivamente. La ganancia de la antena de la estación terrena del SIE en el espacio lejano es 74 dBi.

CUADRO A2-2

Emisiones no deseadas de los sistemas SAR-1, SAR-2 y SAR-3 en la banda 8 400-8 450 MHz

Parámetro	SAR-1	SAR-2	SAR-3
p.i.r.e. (dBW)	76	83	86
Ancho de banda (MHz)	10	400	450
Distancia oblicua mínima (km)	424	654	536
Pérdidas espaciales (dB)	-164	-167	-166
Ganancia de cresta de la antena del receptor (dBi)	74	74	74
Perdida de polarización (dB)	-3	-3	-3
Reducción espectral (dB)	-109	-86	-78
Densidad espectral de potencia de la interferencia de recepción (dB(W/Hz))	-196	-185	-174
Criterio de protección en el espacio lejano (dB(W/Hz))	-221	-221	-221
Rebasamiento del criterio de protección (dB)	25	36	47

El Cuadro A2-2 muestra que las emisiones no deseadas de los sistemas SAR-1, SAR-2 y SAR-3 superan el criterio de protección en el espacio lejano en valores comprendidos entre 25 y 47 dB. Las emisiones de los sistemas SAR están calculadas teniendo en cuenta la reducción espectral teórica de las señales del SAR. Es posible que se produzcan emisiones no deseadas mayores cuando los sistemas del SETS (activo) incluyen componentes como los amplificadores de potencia muy eficientes que funcionan en modos de saturación. El cálculo de las emisiones no deseadas de los sistemas SAR que utilizan el Anexo 8 de la Recomendación UIT-R SM.1541 da como resultado unas emisiones deseadas mayores, y por lo tanto, una interferencia mayor en los enlaces espacio-Tierra del SIE (espacio lejano) en la banda 8 400-8 450 MHz. Para calcular los niveles de atenuación necesarios para proteger las operaciones del SIE (espacio lejano) y proteger los receptores del SIE del deterioro, se debe utilizar los valores de las emisiones no deseadas de los equipos del SETS (activo), en vez de los valores teóricos.

El nivel de las emisiones que se producen en la banda de frecuencias 8 450-8 500 MHz debería ser mayor debido a la reducida separación de frecuencias. Aunque los estudios muestran que no se produce interferencia perjudicial en esta banda, puede existir un riesgo de saturación o deterioro de los receptores terrestres en caso de iluminación directa, lo que requiere la aplicación de técnicas de reducción específicas también en esta banda.

4 Técnicas de reducción

En esta sección se describen varias técnicas de reducción de interferencia. La posible interferencia producida por las emisiones no deseadas de los sistemas SETS (activo) puede reducirse utilizando una de las técnicas descritas, o una combinación de ellas. En general, las tres primeras técnicas, la conformación de impulso, el apuntamiento de la antena y el filtrado pueden reducir de manera significativa las emisiones no deseadas de los sistemas SETS (activo).

4.1 Conformación de impulso

La conformación de impulso cambia la envolvente de los impulsos chirp modulados con MF lineal para reducir las emisiones no deseadas. Comparado con un sistema LFM con 10 ns de tiempo de subida y 10 ns de bajada de impulso, un conformado de impulso con formas de onda trapezoidales y formas de onda de coseno alzado con 100 ns de tiempo de subida y 100 ns de bajada de impulso puede, en teoría, reducir las emisiones no deseadas de los radares LFM en 17 dB a 26 dB aproximadamente. El Cuadro A2-3 muestra que una forma de onda trapezoidal con 100 ns de tiempo de subida y 100 ns de bajada de impulso puede reducir las emisiones no deseadas de un sistema SAR-1 para situarlo por debajo del nivel de protección del SIE (espacio lejano), aunque las emisiones no deseadas de los sistemas SAR-2 y SAR-3 seguirán superando el nivel de protección. Con el conformado de impulso del coseno alzado, las emisiones no deseadas de los tres sistemas SAR están por debajo de los criterios de protección. Cabe señalar que las imperfecciones y las no linealidades de varios componentes de la cadena de transmisión del SETS (activo) incrementarán seguramente las emisiones no deseadas.

CUADRO A2-3

Emisiones no deseadas del SETS (activo) con forma de onda trapezoidal, con un tiempo de subida y una bajada de impulso de 100 ns en la banda 8 400-8 450 MHz

Parámetro	SAR-1	SAR-2	SAR-3
p.i.r.e. (dBW)	76	83	86
Ancho de banda (MHz)	10	400	450
Distancia oblicua mínima (km)	424	654	536
Pérdidas espaciales (dB)	-164	-167	-166
Ganancia de cresta de la antena del receptor (dBi)	74	74	74
Perdida de polarización (dB)	-3	-3	-3
Reducción espectral (dB)	-135	-106	-95
Densidad espectral de potencia de la interferencia de recepción (dB(W/Hz))	-222	-205	-191
Criterio de protección en el espacio lejano (dB(W/Hz))	-221	-221	-221
Rebasamiento del criterio de protección (dB)	-1	16	30

CUADRO A2-4

Emisiones no deseadas del SETS (activo) con forma de coseno alzado, con un tiempo de subida y una bajada de impulso de 100 ns en la banda 8 400-8 450 MHz

Parámetro	SAR-1	SAR-2	SAR-3
p.i.r.e. (dBW)	76	83	86
Ancho de banda (MHz)	10	400	450
Distancia oblicua mínima (km)	424	654	536
Pérdidas espaciales (dB)	-164	-167	-166
Ganancia de cresta de la antena del receptor (dBi)	74	74	74
Perdida de polarización (dB)	-3	-3	-3
Reducción espectral (dB)	-168	-147	-137
Densidad espectral de potencia de la interferencia de recepción (dB(W/Hz))	-255	-246	-233
Criterio de protección en el espacio lejano (dB(W/Hz))	-221	-221	-221
Rebasamiento del criterio de protección (dB)	-34	-25	-12

4.2 Apuntamiento de antena

Los tres sistemas SAR del Informe UIT-R RS.2094 tienen unas antenas muy directivas. Por ejemplo, la ganancia de cresta de una antena de un sistema SAR-2 está entre 43 dBi y 46 dBi. El diagrama de antena en dirección horizontal (o acimut) cae rápidamente a -3 dBi. Si el SAR-2 puede no apuntar la antena hacia las estaciones terrenas del SIE de manera que la ganancia de la antena sea -3 dBi hacia las estaciones terrenas del SIE, las emisiones no deseadas del sistema SAR-2 pueden reducirse en 46 a 49 dB. Técnicas similares también funcionan en los sistemas SAR-1 y SAR-3.

4.3 Filtrado

Dependiendo de las configuraciones de los sistemas del SETS (activo), se puede incorporar filtros y guías de onda en transmisión con una frecuencia de corte con pendiente abrupta en la parte baja de la banda del SETS (activo) para limitar las emisiones no deseadas de los sistemas. Se han utilizado con éxito técnicas de filtrado en los enlaces espacio-Tierra del SETS en la banda de frecuencias 8 025-8 400 MHz con el fin de reducir las emisiones no deseadas de estos enlaces en la banda de frecuencias 8 400-8 450 MHz, en -40 dB e incluso más.

Los sistemas SAR pueden utilizar sistemas de antenas en fase compuestas por varios centenares de módulos de transmisión y recepción (TR) que incluyen amplificadores de potencia. Cualquier filtrado de salida debería aplicarse en las etapas de potencia de estos módulos con el consiguiente incremento de la complejidad, el coste y las pérdidas de rendimiento del radar.

Sin embargo, en caso de necesidad, se puede introducir el filtro de ranura adecuado en la cadena de transmisión para atenuar en lo posible las emisiones no deseadas del SAR, en una banda limitada.

4.4 Selección de la frecuencia de barrido y de la anchura de impulso

La disminución espectral de las emisiones no deseadas para un radar LFM depende de la frecuencia de barrido y de la anchura de impulso de la señal chirp LFM. La emisión no deseada aumenta cuando se incrementa la frecuencia de barrido del chirp. También aumenta cuando disminuye la anchura del impulso del chirp. Puede ser posible para el operador de un SETS (activo) variar la frecuencia de barrido y la anchura del impulso del radar para reducir las emisiones no deseadas, particularmente

cuando la antena del SETS (activo) apunta cerca de la estación terrena del SIE (espacio lejano). La eficacia de estas técnicas es limitada. Pueden reducir las emisiones no deseadas de un sistema SETS (activo) solo en unos pocos decibelios.

4.5 Separación geográfica

También es posible reducir la interferencia de los sistemas SETS (activo) mediante la separación geográfica. Los sistemas SETS (activo) pueden respetar una distancia oblicua mínima a la estación terrena del SIE utilizando la información de la Recomendación UIT-R SA.1014 para mantener una pérdida en espacio libre mínima, creando una zona de exclusión. Llevado al extremo, los sistemas SETS (activo) pueden evitar la transmisión cuando existe línea de visibilidad directa entre los sistemas SETS (activo) y una de las estaciones terrenas del SIE.
