

RECOMENDACIÓN UIT-R F.1613^{*,**}**Requisitos de operación y de instalación para sistemas de acceso inalámbrico fijo del servicio fijo en la Región 3 para asegurar la protección de sistemas del servicio de exploración de la Tierra por satélite (activo) y del servicio de investigación espacial (activo) en la banda 5 250-5 350 MHz**

(Cuestiones UIT-R 113/9 y UIT-R 218/7)

(2003)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que la banda de frecuencias 5 250-5 350 MHz está atribuida al servicio de exploración de la Tierra por satélite (SETS) (activo) y al servicio de investigación espacial (SIE) (activo) para sensores activos a bordo de vehículos espaciales y al servicio de radiolocalización a título primario;
- b) que las atribuciones en la banda de frecuencias 5 250-5 350 MHz serán examinadas por la CMR-03 en el punto 1.5 del orden del día con el objetivo de atribuir esta banda en la Región 3 al servicio fijo a título primario;
- c) que algunas administraciones han propuesto utilizar la banda 5 250-5 350 MHz en la Región 3 para sistemas de acceso inalámbrico fijo (FWA, *fixed wireless access*) con licencia en el servicio fijo;
- d) que dichos sistemas FWA operan en exteriores y pueden producir interferencias inaceptables a los servicios SETS/SIE (activos) en la citada banda;
- e) que es preciso especificar requisitos de operación y de instalación para los sistemas FWA en la Región 3 con el fin de proteger los sistemas de sensores activos a bordo de vehículos espaciales,

* Esta Recomendación se elaboró conjuntamente por las Comisiones de Estudio 7 y 9 de Radiocomunicaciones y cualquier futura revisión deberá también realizarse conjuntamente.

** Esta Recomendación debe señalarse a la atención de las Comisiones de Estudio 7 y 8 de Radiocomunicaciones.

observando

a) que se considera aceptable la interferencia producida por los sistemas SETS/SIE (activos) en los sistemas FWA con las características descritas en el Anexo 1,

reconociendo

a) que es difícil que los sistemas FWA y otros tipos de sistemas de acceso inalámbrico (incluidos las redes radioeléctricas de área local (RLAN)) operen simultáneamente en la misma cobertura y con la misma frecuencia,

recomienda

1 que la interferencia global proveniente de los sistemas FWA (suma de la p.i.r.e. en la dirección del satélite) sea inferior a $-7,6$ dB(W/20 MHz) sobre la superficie de la Tierra dentro de la huella del sensor activo espacial del satélite SETS/SIE (véanse las Notas 1, 2 y 3);

2 que se utilice la metodología descrita en el Anexo 1 para estimar el nivel de interferencia global proveniente de los sistemas FWA;

3 que, basándose en las características de sistema FWA presentadas en el Cuadro 4 para la Región 3, se permita una densidad máxima de 23 estaciones base FWA en 220 km² dentro de una huella de sensor activo espacial. Una variación de la p.i.r.e. máxima, del diagrama de antena y del plan de frecuencias implicaría una variación en la densidad máxima permitida de estaciones base FWA;

4 que la p.i.r.e máxima de cada estación FWA no sea superior a 3 dB(W/20 MHz) (véanse las Notas 4 y 5);

5 que las administraciones controlen estos sistemas para asegurar que se cumplen los requisitos de instalación para los sistemas FWA especificados en los *recomienda* anteriores.

NOTA 1 – El nivel de interferencia global se deriva del umbral de interferencia de $-132,35$ dB(W/20 MHz) en el receptor del satélite especificado para el SAR4 del Cuadro 5.

NOTA 2 – La huella del sensor activo del satélite SETS/SIE a la que se hace referencia tiene un área de unos 220 km².

NOTA 3 – La interferencia global proveniente de los sistemas FWA hacia el satélite del sensor activo depende de parámetros tales como la potencia transmitida de los sistemas FWA, la directividad de las antenas y el número de estaciones base FWA que utilizan el mismo canal de RF dentro de la huella del sensor activo espacial.

NOTA 4 – Si la orientación del haz principal es superior a 10° de elevación, se aplicará un límite de p.i.r.e. inferior en 6 dB, es decir, una p.i.r.e. máxima de -3 dB(W/20 MHz).

NOTA 5 – La orientación de las antenas de las estaciones FWA se controlará con el fin de evitar una iluminación directa accidental hacia el satélite debida a un desapuntamiento de la antena, por ejemplo, una estación distante que no apunta hacia la estación base.

NOTA 6 – Se desarrollarán nuevas directrices con el fin de facilitar la aplicación de esta Recomendación. Este asunto requiere estudios ulteriores.

Anexo 1

Compartición de frecuencias entre sistemas FWA y sistemas de sensores activos a bordo de vehículos espaciales del SETS por satélite (activo) y del SIE (activo) en la banda 5 250-5 350 MHz

1 Introducción

La banda de frecuencias 5 250-5 350 MHz se considera adecuada para los sistemas FWA del servicio fijo para proporcionar aplicaciones de alta velocidad a servicios de Internet u otros multimedia. Puesto que la banda de frecuencias está atribuida en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT al servicio (SETS) (activo) y al SIE (activo) en todo el mundo, es preciso determinar la viabilidad de la compartición entre sistemas FWA y sistemas de los servicios SETS/SIE (activos).

En esta banda de frecuencias están funcionando diversos tipos de radares de apertura sintética (SAR), de altímetros radar y de dispersímetros a bordo de vehículos espaciales de los servicios SETS y SIE (activos).

Este Anexo trata del análisis de la compartición entre sistemas FWA y aquellos sensores activos espaciales que utilizan los parámetros de sistema típicos disponibles actualmente o que se encuentran en la fase de desarrollo.

2 Características técnicas de los sensores activos a bordo de vehículos espaciales

Las características técnicas de los sensores activos espaciales en la banda 5 250-5 350 MHz se muestra en los Cuadros 1 a 3.

CUADRO 1

Características típicas de un SAR espacial en 5,3 GHz

Parámetro	Valor		
	SAR2	SAR3	SAR4
Altitud orbital (km)	600 (circular)	400 (circular)	
Inclinación orbital (grados)	57		
Frecuencia central de RF (MHz)	5 405	5 305	5 300
Potencia radiada de pico (W)	4 800	1 700	
Polarización	Horizontal y vertical (HH, HV, VH, VV)		
Modulación de impulsos	FM compresión lineal		
Anchura de banda del impulso (MHz)	310		40
Duración del impulso (µs)	31	33	

CUADRO 1 (Fin)

Parámetro	Valor		
	SAR2	SAR3	SAR4
Frecuencia de repetición de los impulsos (pps)	4 492	1 395	
Ciclo de trabajo (%)	13,9	5,9	
Relación de compresión de distancia	9 610	10 230	1 320
Tipo de antena (m)	Conjunto plano controlado por fase 1,8 × 3,8	Conjunto plano controlado por fase 0,7 × 12,0	
Ganancia de pico de la antena (dBi)	42,9	42,7/38 (enfocado/desenfocado)	
Ganancia mediana de los lóbulos laterales de la antena (dBi)	-5		
Orientación de la antena (grados)	20-38 desde el nadir	20-55 desde el nadir	
Anchura de haz de la antena (grados)	1,7 (El), 0,78 (Az)	4,9/18,0 (El), 0,25 (Az)	
Polarización de la antena	Horizontal/vertical lineal		
Factor de ruido del receptor	4,62		
Punto de compresión de 1 dB de la etapa de entrada del receptor referida a la entrada del receptor	-62 dBW de entrada		
Máxima potencia considerada a la entrada del receptor (dBW)	+7		
Tiempo de operación	30% de cada órbita		
Tiempo mínimo para la toma de imagen (s)	15		
Zona de servicio	Tierra firme y zonas costeras		
Anchura transversal de la imagen (km)	20	16/320	
Huella (km ²)	159,03	76,5	76,5-220
Anchura de banda del receptor (MHz)	356,5		46,00
Umbral de interferencia (dB)	I/N = -6		

CUADRO 2

Características típicas de un altímetro espacial en 5,3 GHz

Características de la misión Jason	
Tiempo de vida	5 años
Altitud (km)	1 347 ± 15
Inclinación (grados)	66
Características del altímetro Poseidón 2	
Tipo de señal	Modulación de frecuencia lineal con compresión de impulsos
frecuencia de repetición de impulsos (FRI) en banda C (Hz)	300
Duración del impulso (µs)	105,6
Frecuencia de la portadora (GHz)	5,3
Anchura de banda (MHz)	320
Potencia RF de pico transmitida (W)	17
Potencia RF media transmitida (W)	0,54
Ganancia de la antena (dBi)	32,2
Apertura a 3 dB (grados)	3,4
Nivel máximo de lóbulos laterales (dB)	-20
Nivel máximo de lóbulos traseros (dB)	-40
Huella del haz a -3 dB (km)	77
Umbral de interferencia (dBW)	-118

CUADRO 3

Características típicas de un dispersímetro espacial en 5,3 GHz

Parámetro	Valor	
	Dispersímetro 1	Dispersímetro 2
Nombre del sistema	Dispersímetro 1	Dispersímetro 2
Altitud orbital (km)	780	800
Inclinación (grados)	81,5	
Frecuencia central (GHz)	5,3	5,255
Anchura del impulso	70 µs (centro) 130 µs (delante/detrás)	8 ms (centro) 10,1 ms (delante/detrás)
Modulación	CW interrumpida	FM lineal (compresión)
Anchura de banda del transmisor (kHz)	15	500
FRI (Hz)	115 (centro) 98 (delante/detrás)	29,4
Tipo de antena	Guía ranurada	

CUADRO 3 (Fin)

Parámetro	Valor			
Ganancia de la antena (dBi)	31 (centro) 32,5 (delante/detrás)		28,5 (centro) 29,5 (delante/detrás)	
Orientación del haz principal de la antena (grados)	Ángulos de incidencia: 18-47 (centro) 24-57 (delante/detrás)		Ángulos de incidencia: 25,0-54,5 (centro) 33,7-65,3 (delante/detrás)	
Anchura de haz de la antena (-3 dB) en elevación (grados)	24 (centro)	26 (delante/detrás)	23,6 (centro)	23,9 (delante/detrás)
Anchura de haz en azimut (grados)	1,3	0,8	1,1	0,8
Angulo de elevación del instrumento (grados)	29,3		37,6	
Polarización de la antena	Vertical			
Potencia de pico del transmisor	4,8 kW		120 W	
Factor de ruido del receptor (dB)	3			
Zona de servicio	Zonas oceánicas y costeras, tierra firme			
Umbral de interferencia (dB(W/Hz))	-207			

3 Características técnicas de los sistemas FWA

Deben establecerse los parámetros técnicos de los sistemas FWA para cumplir tanto los requisitos del servicio de Internet de alta velocidad como los criterios de compartición con otros servicios.

Cuando los sistemas FWA han de funcionar en la banda 5 250-5 350 MHz, se deben considerar los puntos siguientes:

- Los sistemas FWA están compuestos de una estación base y de muchas estaciones distantes dentro de la zona de servicio, en otras palabras de una célula. Se supone que todas las estaciones distantes comunican con la estación base sólo durante el intervalo de tiempo asignado (en el caso de acceso múltiple por división en el tiempo (AMDT)) o en los instantes accesibles (en el caso de acceso múltiple con detección de portadora (AMDP)). Esto significa que dentro de una célula sólo está transmitiendo una estación en un determinado instante en el tiempo. Por lo tanto, la densidad de instalación (por km²) de las estaciones base FWA influirá en la interferencia hacia un satélite dotado de un sensor activo.
- La directividad de la antena para ángulos de elevación elevados es importante. Si la antena de las estaciones FWA tiene una discriminación adecuada hacia arriba, la potencia de la interferencia se verá suficientemente reducida.
- La relación de actividad de un grupo de transmisores FWA en una célula puede llegar a ser en el peor caso del 100%.
- Se necesitarán medidas mediante la adjudicación de licencias para controlar la densidad de instalación de los sistemas FWA.

Considerando las características mencionadas anteriormente, se incluyen en el Cuadro 4 ejemplos de parámetros técnicos para sistemas FWA con el fin de iniciar estudios en este Anexo.

Las características elegidas en este análisis son las que dan lugar al peor caso de interferencia a un receptor SAR de banda estrecha. Para este tipo de sistema FWA, si el eje de apuntamiento de la antena se dirige aproximadamente hacia el horizonte para una conexión punto a multipunto, el ángulo desde el eje de puntería será el ángulo de elevación. Para ángulos a partir del nadir de 20° a 55°, los ángulos de elevación de la estación FWA en dirección al SAR espacial varían entre 69° y 30°.

CUADRO 4

Características técnicas del sistema FWA a 5,3 GHz

	Estación base	Estación distante
Banda de frecuencias (MHz)	5 250-5 350	
Modo de operación	Punto a multipunto	
Radio de la célula (km)	1-2	
p.i.r.e/potencia máxima transmitida (W)	2/0,2	2/0,063
Ganancia de la antena / características	10 dBi/ Recomendación UIT-R F.1336 Diagrama omnidireccional ($k = 0$) (Fig. 1)	15 dBi/ Recomendación UIT-R F.1336 Antena de bajo costo, baja ganancia (Fig. 2)
Anchura de banda (MHz)	20	
Factor de ruido del receptor (dB)	8	
Umbral de interferencia	$I/N = -6$ dB ó $-128,8$ dB(W/20 MHz)	
Polarización	Vertical u horizontal	
Relación de actividad (%)	90	10

FIGURA 1

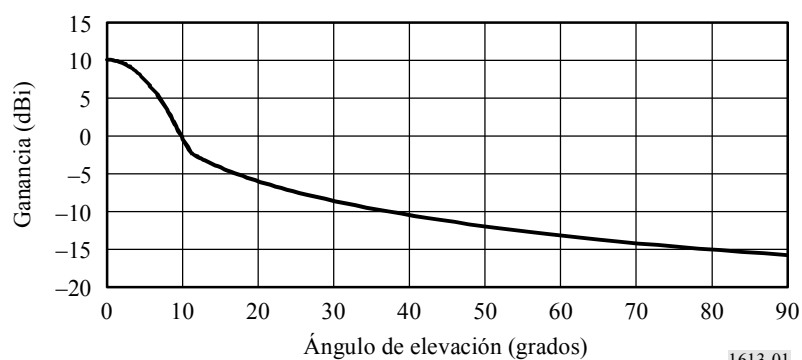
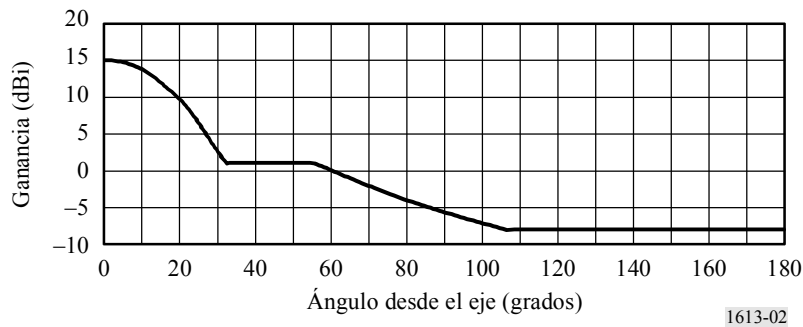
Diagrama de antena de la estación base

FIGURA 2

Diagrama de antena de la estación distante



1613-02

4 Compartición de frecuencias entre sensores activos a bordo de vehículos espaciales y sistemas FWA

4.1 Compartición entre SAR y FWA

4.1.1 Interferencia del FWA en el SAR

El Cuadro 5 presenta el resultado de cálculos de interferencia producida por un sistema FWA con los parámetros del Cuadro 4 en el SAR4 del Cuadro 1. Aunque los SAR2, SAR3 y SAR4 tienen un umbral de interferencia equivalente por MHz, el análisis siguiente se refiere al SAR4 que tiene el requisito más exigente en valor absoluto. Al calcular la interferencia, se consideran el efecto de los lóbulos laterales de la antena FWA y el efecto de dispersión en superficies y en edificios. En lo que respecta a la interferencia de los lóbulos laterales proveniente de estaciones distantes, se calcula la p.i.r.e. media hacia el satélite producida por todas las estaciones distantes que rodean a la estación base (véase el Apéndice 1 al Anexo 1). Hay que destacar que en el Cuadro 5 se supone un factor de reutilización de frecuencias de 4.

La dispersión sobre la superficie o la posible dispersión producida por edificios cercanos pueden ser una posible fuente de interferencia. Esto depende de la zona en la que dichos sistemas estén instalados y de la altura a la que se encuentren (encima o en los lados de los edificios, etc). Se puede considerar que los sistemas FWA están presentes en zonas urbanas de alta densidad en las que por definición se producirá dispersión en una amplia gama de objetos, por lo tanto, además de la dispersión en la superficie, se tienen que tener en cuenta esos otros casos. Se podrían en particular considerar edificios modernos de oficinas, que están contruidos de metal, en los que no se puede excluir la posibilidad de una gran reflectividad en la dirección del sensor. Como caso más desfavorable se considera un coeficiente de dispersión de -18 dB. Es posible que haya que revisar esta suposición.

El análisis anterior está basado en la hipótesis de que solo se dispone de transmisores FWA que no utilizan antenas de sector. La presencia de antenas de sector degradaría el escenario de compartición relativo a la dispersión.

El resultado indica que se pueden operar 23 células FWA en la huella del SAR4, en un área de 220 km^2 , manteniéndose la interferencia al receptor del satélite SAR por debajo del nivel aceptable. Si los parámetros de los sistemas FWA son diferentes de los enumerados en el Cuadro 4, incluido el caso en el que se utilicen antenas de sector en las estaciones base, el número de células permitido dentro de la huella del satélite sería diferente. Habría que volver a calcular el Cuadro 5 con los parámetros reales.

CUADRO 5

Interferencia producida por un sistema FWA en el SAR4

Parámetro			20° desde el nadir		55° desde el nadir	
			Valor	dB	Valor	dB
p.i.r.e. interferente debida al lóbulo lateral de la antena FWA	De la estación base	Potencia de pico transmitida (W)	0,2	-7,00	0,2	-7,00
		Ganancia de la antena de transmisión (dBi)		-14,20		-8,80
		Relación de actividad p.i.r.e. (dBW)	90%	-0,46	90%	-0,46
	De la estación distante	Potencia de pico transmitida (W)	0,063	-12,00	0,063	-12,00
		Ganancia media de la antena transmisora (dBi)		-4,96		-2,34
		Relación de actividad p.i.r.e. (dBW)	10%	-10,00	10%	-10,00
p.i.r.e. total debida a los lóbulos laterales (dBW)				-20,54		-15,63
Potencia interferente debida a la dispersión en la superficie	De la estación base	Potencia de pico transmitida (W)	0,2	-7,00	0,2	-7,00
		Relación de actividad	90%	-0,46	90%	-0,46
		Potencia transmitida (dBW)		-7,46		-7,46
	De la estación distante	Potencia de pico transmitida (W)	0,063	-12,00	0,063	-12,00
		Relación de actividad	10%	-10,00	10%	-10,00
		Potencia transmitida (dBW)		-22,00		-22,00
Potencia total transmitida (dBW)				-7,31		-7,31
Coeficiente de dispersión (dB)				-18,00		-18,00
p.i.r.e. total de dispersión (dBW)				-25,31		-25,31
p.i.r.e. total interferente proveniente de una célula (dBW)				-19,29		-15,19
Potencia de interferencia recibida en el SAR	Ganancia de la antena receptora (dBi)			42,70		42,70
	Pérdidas por polarización (dB)			-3,00		-3,00
	Pérdidas por espacio libre (dB)		(427 km)	-159,55	(749 km)	-164,43
	Potencia recibida (dBw)			-139,14		-139,92
Sensibilidad del receptor SAR	Factor de ruido (dB)			4,62		4,62
	kT		$4,0 \times 10^{-21}$	-203,98	$4,0 \times 10^{-21}$	-203,98
	Anchura de banda del receptor (MHz)		20,0	73,01	20,0	73,01
	Potencia de ruido (dBW)			-126,35		-126,35
Umbral de interferencia del SAR ($I/N = -6$ dB) (dBW)				-132,35		-132,35
Número permitido de células FWA	Margen (dB)			6,79		7,57
	Número máximo de células FWA que utilizan el mismo canal de RF en la huella del SAR		4,78		5,71	
	Número máximo de células FWA suponiendo un factor de reutilización de frecuencias de 4		19,1		22,8	

4.1.2 Interferencia del SAR en el FWA

El primer paso para analizar la posible interferencia de un SAR espacial en los sistemas FWA consiste en determinar la potencia de la señal proveniente de los lóbulos laterales del SAR espacial sobre la superficie de la Tierra. Para este análisis se ha utilizado la ganancia mediana de los lóbulos laterales puesto que estos lóbulos laterales tienen una huella sustancialmente mayor que la del haz principal y producirán una interferencia de mayor duración. El Cuadro 6 muestra los niveles de interferencia producidos por los lóbulos laterales del satélite SAR4 en un FWA. Se seleccionó el SAR4 al representar el caso más desfavorable. Este Cuadro muestra un margen positivo del orden de 20 dB y podría constituir un caso de compartición positivo en lo que respecta a los lóbulos laterales.

CUADRO 6

Interferencia de los lóbulos laterales del SAR4 en el FWA

Parámetro	20° desde el nadir		55° desde el nadir	
	Interferencia en la estación base	Interferencia en la estación distante	Interferencia en la estación base	Interferencia en la estación distante
Potencia transmitida (dBW)	32,3		32,3	
Ganancia de la antena transmisora (dBi)	-5,0		-5,0	
Pérdidas por espacio libre (dB)	-159,5 (427 km)		-164,4 (749 km)	
Ganancia de la antena receptora (dBi)	-14,2	-2,2	-8,8	2,3
Pérdidas en el alimentador del FWA (dB)	-5,0	-10,0	-5,0	-10,0
Potencia recibida (dBW)	-151,4	-144,4	-150,9	-144,8
Reducción de anchura de banda (dB)	-3,0		-3,0	
Potencia recibida (dB(W/20 MHz))	-154,4	-147,4	-153,9	-147,8
Umbral de interferencia FWA (dB(W/20 MHz))	-128,8		-128,8	
Margen (dB)	25,6	18,6	25,1	19,0

Sin embargo, la ganancia de pico de la antena es entre 43 y 47,7 dB superior a la ganancia media de los lóbulos laterales de -5 dBi. Por lo tanto, durante el tiempo de sobrevuelo los niveles de interferencia en la superficie estarían por encima del umbral de interferencia del FWA. Aunque se supere el umbral, la frecuencia y la duración de este exceso de interferencia se estiman en una vez cada 8-10 días y de 0,5-1 s por evento, respectivamente.

4.1.3 Resumen

Se ha demostrado que es posible la compartición de frecuencias entre el sistema SAR y un sistema FWA en la banda 5 250-5 350 MHz introduciendo determinados requisitos de operación y de instalación para el sistema FWA. Los sistemas FWA pueden experimentar cortos periodos de tiempo de gran interferencia proveniente de los sistemas SAR durante sus periodos de sobrevuelo. Esta interferencia se considera aceptable, dada la pequeña probabilidad conjunta de que la interferencia SAR y el desvanecimiento para sistemas FWA se produzcan conjuntamente. Sin embargo, se pueden necesitar estudios ulteriores sobre los efectos detallados de las interferencias en sistemas FWA.

4.2 Compartición entre un altímetro espacial y un FWA

4.2.1 Interferencia de un FWA en un altímetro espacial

El Cuadro 7 muestra la interferencia producida por un FWA en un altímetro espacial. El resultado muestra un amplio margen de 42,6 dB con respecto al umbral de -118 dBW y, por lo tanto, se puede concluir que los sistemas FWA no producirán interferencia inaceptable a la operación de los altímetros espaciales.

CUADRO 7

Interferencia producida por un FWA en un altímetro espacial

Parámetro			Desde el nadir	
			Valor	dB
p.i.r.e. interferente debida a los lóbulos laterales de la antena FWA	De la estación base	Potencia de pico transmitida (W)	0,2	-7,00
		Ganancia de la antena transmisora (dBi)		-15,84
		Relación de actividad p.i.r.e. (dBW)	90%	-0,46 -23,30
	De la estación distante	Potencia de pico transmitida (W)	0,063	-12,00
		Ganancia media de la antena transmisora (dBi)		-5,71
		Relación de actividad p.i.r.e. (dBW)	10%	-10,00 -27,71
p.i.r.e. total debida a los lóbulos laterales (dBW)				-21,96
Potencia interferente debida a la dispersión en la superficie	De la estación base	Potencia de pico transmitida (W)	0,2	-7,00
		Relación de actividad	90%	-0,46
		Potencia transmitida (dBW)		-7,46
	De la estación distante	Potencia de pico transmitida (W)	0,063	-12,00
		Relación de actividad	10%	-10,00
		Potencia transmitida (dBW)		-22,00
Potencia total transmitida (dBW)				-7,31
Coeficiente de dispersión (dB)				-18,00
p.i.r.e. total de dispersión (dBW)				-25,31
p.i.r.e. total interferente proveniente de una célula (dBW)				-20,31
Potencia interferente recibida en el receptor del altímetro	Ganancia de la antena receptora (dBi)			32,20
	Pérdidas por polarización (dB)			-3,00
	Pérdidas por espacio libre (dB)		(1 347 km)	-169,53
	Potencia recibida (dBW)			-160,64
Umbral de interferencia del altímetro (dBW)				-118,00
Margen (dB)				42,64

4.2.2 Interferencia de un altímetro espacial en un FWA

El Cuadro 8 muestra los niveles de interferencia producidos por el haz principal de un altímetro espacial en una estación base y en una estación distante. Existen en ambos casos márgenes suficientes.

CUADRO 8

Interferencia de un altímetro espacial en un FWA

Parámetro	Hacia el nadir	
	Interferencia en la estación base	Interferencia en la estación distante
Potencia transmitida (dBW)	12,3	
Ganancia de la antena transmisora (dBi)	32,2	
Pérdidas por espacio libre (dB)	-169,5 (1 347 km)	
Ganancia de la antena receptora (dBi)	-15,8	-5,7
Pérdidas en el alimentador del FWA (dB)	-5,0	-10,0
Potencia recibida (dBW)	-145,8	-140,7
Reducción de anchura de banda (20 MHz/320 MHz) (dB)	-12,0	
Potencia recibida (dB(W/20 MHz))	-157,8	-152,7
Umbral de interferencia del FWA (dB(W/20 MHz))	-128,8	
Margen (dB)	29,0	23,9

4.2.3 Resumen

Se ha demostrado que es posible la compartición de frecuencias entre sistemas de altímetros espaciales y sistemas FWA en la banda 5 250-5 350 MHz.

4.3 Compartición entre un dispersímetro y un FWA

4.3.1 Interferencia del FWA en un dispersímetro

El Cuadro 9 muestra un análisis de la interferencia producida por un FWA en el dispersímetro 1. Se ha seleccionado el dispersímetro 1 para representar el caso más desfavorable. El Cuadro 9 muestra que el FWA no produce una interferencia inaceptable.

4.3.2 Interferencia de un dispersímetro en un FWA

El Cuadro 10 muestra un análisis de la interferencia producida por el dispersímetro en un FWA. Los márgenes negativos significan que los sistemas FWA pueden sufrir periodos cortos de gran interferencia durante el sobrevuelo del dispersímetro.

CUADRO 9

Interferencia del FWA en el dispersímetro 1

Parámetro			18° desde el nadir (El: 69,7°)		57° desde el nadir (El: 19,7°)	
			Valor	dB	Valor	dB
p.i.r.e. interfe- rente debida a los lóbulos laterales de la antena FWA	De la estación base	Potencia de pico transmitida (W)	0,2	-7,00	0,2	-7,00
		Ganancia de la antena transmisora (dBi)		-14,20		-5,94
		Relación de actividad p.i.r.e. (BW)	90%	-0,46	90%	-0,46
	De la estación distante	Potencia de pico transmitida (W)	0,063	-12,00	0,063	-12,00
		Ganancia media de la antena transmisora (dBi)		-4,93		0,64
		Relación de actividad p.i.r.e. (dBW)	10%	-10,00	10%	-10,00
	p.i.r.e. total debida a los lóbulos laterales (dBW)				-20,54	
Potencia interfe- rente debida a la dispersión en la superficie	De la estación base	Potencia de pico transmitida (W)	0,2	-7,00	0,2	-7,00
		Relación de actividad	90%	-0,46	90%	-0,46
		Potencia transmitida (dBW)		-7,46		-7,46
	De la estación distante	Potencia de pico transmitida (W)	0,063	-12,00	0,063	-12,00
		Relación de actividad	10%	-10,00	10%	-10,00
		Potencia transmitida (dBW)		-22,00		-22,00
	Potencia total transmitida (dBW)				-7,31	
Coeficiente de dispersión (dB)				-18,00		-18,00
p.i.r.e. total de dispersión (dBW)				-25,31		-25,31
p.i.r.e. total interferente proveniente de una célula (dBW)				-19,29		-12,53
Potencia interfe- rente recibida en el SAR	Ganancia de la antena receptora (dBi)			31,00		32,50
	Pérdidas por polarización (dB)			-3,00		-3,00
	Pérdidas por espacio libre (dB)		(825 km)	-165,27	(1 745 km)	-171,78
	Potencia recibida (dBW)			-156,56		-154,81
	Potencia recibida (dB(W/Hz))			-229,57		-227,82
Umbral de interferencia del dispersímetro (dB(W/Hz))				-207,00		-207,00
Margen (dB)				22,57		20,82

CUADRO 10

Interferencia del dispersímetro 1 en el FWA

Parámetros	18° desde el nadir (El: 69,7°)		57° desde el nadir (El: 19,7°)	
	Interferencia en la estación base	Interferencia en la estación distante	Interferencia en la estación base	Interferencia en la estación distante
Potencia transmitida (dBW)	36,8		36,8	
Ganancia de la antena transmisora (dBi)	31,0		32,5	
Pérdidas por espacio libre (dB)	-165,3 (825 km)		-171,8 (1 745 km)	
Ganancia de la antena receptora (dBi)	-14,2	-4,9	-5,9	0,6
Pérdidas en el alimentador del FWA (dB)	-5,0	-10,0	-5,0	-10,0
Potencia recibida (dBW)	-116,7	-112,4	-113,4	-111,9
Umbral de interferencia FWA (dBW)	-128,8		-128,8	
Margen (dB)	-12,1	-16,4	-15,4	-16,9

4.3.3 Resumen

Se ha demostrado que es posible la compartición de frecuencias entre sistemas de dispersímetros y sistemas FWA. Los sistemas FWA pueden sufrir periodos de tiempo cortos de gran interferencia proveniente de los sistemas con dispersímetros durante sus periodos de sobrevuelo. Esta interferencia se considera aceptable, dada la pequeña probabilidad de que la interferencia del dispersímetro y el desvanecimiento de los sistemas FWA se produzcan conjuntamente. Sin embargo, pueden ser necesarios estudios ulteriores sobre los efectos detallados de las interferencias en los sistemas FWA.

5 Conclusión

Es posible la compartición de frecuencias entre los servicios SETS/SIE (activos) y los FWA siempre que se controle la instalación de los sistemas FWA de forma que la p.i.r.e. total de interferencia del FWA hacia los satélites SETS/SIE no supere $-7,6$ dB(W/20 MHz) dentro de la huella del sensor activo espacial. Los sistemas FWA pueden sufrir cortos periodos de tiempo con interferencias provenientes de los sistemas de sensores activos espaciales SETS/SIE durante sus periodos de sobrevuelo. Esta interferencia se considera aceptable para esta banda, dada la pequeña probabilidad de que la interferencia del sensor activo y el desvanecimiento de los sistemas FWA se produzcan conjuntamente.

Hay que destacar que estas conclusiones sólo se aplican a la compartición entre sistemas FWA y SETS/SIE (activos) y no tratan de la posible interferencia global a los servicios SETS/SIE (activos) por los efectos de los dispositivos móviles que también pueden estar funcionando en la huella de los satélites SETS/SIE (activos). Sin embargo, estudios han indicado que resulta difícil para el FWA y otros tipos de sistemas de acceso inalámbrico (incluidas las RLAN) funcionar simultáneamente en la misma cobertura y en la misma frecuencia. Este asunto se está estudiando y se supone que no influirá en las conclusiones de esta Recomendación.

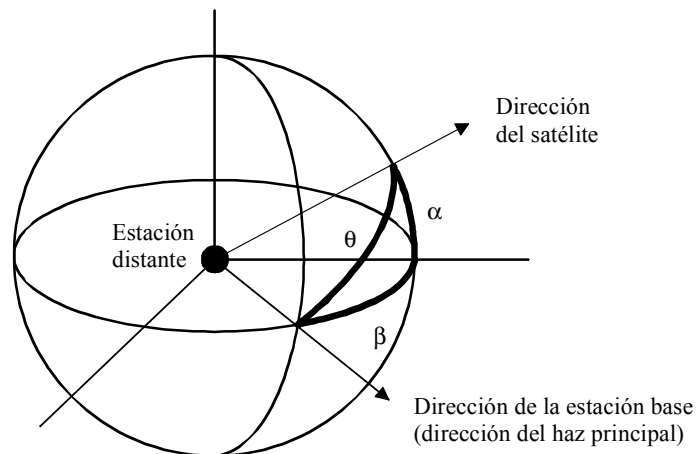
Apéndice 1 al Anexo 1

Interferencia en un sensor activo espacial producida por los lóbulos laterales de estaciones distantes FWA

En una célula FWA, las estaciones distantes están dispersas alrededor de la estación base. Se supone que las estaciones distantes rodean a la estación base uniformemente en términos de ángulos azimutales observados desde la estación distante. Puesto que el haz principal de las estaciones distantes está dirigido hacia la estación base, el ángulo desde el haz principal de la estación distante es mayor que el ángulo de elevación hacia el satélite SETS/SIE debido a la separación en azimut como se muestra en la Fig. 3.

FIGURA 3

Ángulo a partir del eje del haz: θ hacia el satélite SETS/SIE en la estación distante



1613-03

El ángulo a partir del eje: θ hacia el satélite en la estación distante se calcula mediante la relación siguiente, suponiendo que la elevación de la antena de la estación distante es de 0° :

$$\cos \theta = \cos \alpha \cdot \cos \beta$$

donde:

α : ángulo de elevación hacia el satélite

β : ángulo de separación en azimut entre las direcciones del satélite y de la estación base.

Si se supone que β está distribuido uniformemente entre 0° y 360° , la ganancia media hacia el satélite se calcula como se muestra en el Cuadro 11.

CUADRO 11

Ganancia media de la antena de las estaciones distantes hacia el satélite

Elevación del satélite (grados)	70	30
Ganancia media (dBi)	-4,96	-2,34

Apéndice 2 al Anexo 1

Lista de abreviaturas

AMDP	Acceso múltiple con detección de portadora
AMDT	Acceso múltiple por división en el tiempo
Az	Azimut
BW	Anchura de banda (<i>bandwidth</i>)
EI	Elevación
FM	Modulación de frecuencia
FRI	Frecuencia de repetición de impulsos
FWA	Acceso inalámbrico fijo (<i>fixed wireless access</i>)
RF	Radiofrecuencia
RLAN	Red radioeléctrica de área local (<i>radio local area network</i>)
SAR	Radar de apertura sintética (<i>synthetic aperture radar</i>)
SETS	Servicio de exploración de la Tierra por satélite
SIE	Servicio de investigación espacial
