

INFORME UIT-R RS.2095

**Compartición de la banda 36-37 GHz entre los servicios fijo y móvil
y el servicio de exploración de la Tierra por satélite (pasivo)**

(2007)

ÍNDICE

Página

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Introducción..... | 2 |
| 2 | SETS (pasivo)..... | 2 |
| | 2.1 Aplicaciones | 2 |
| | 2.2 Parámetros de los sensores pasivos | 2 |
| | 2.3 Criterios de interferencia | 4 |
| 3 | Parámetros de los servicios fijo y móvil..... | 5 |
| | 3.1 Servicio fijo (SF) | 5 |
| | 3.2 Servicio móvil (SM) | 6 |
| 4 | Estudios basados en la simulación | 7 |
| | 4.1 Metodología general de la simulación..... | 7 |
| | 4.2 Estudio de la simulación número 1..... | 7 |
| | 4.3 Estudio de la simulación número 2..... | 10 |
| | 4.4 Estudio de la simulación número 3..... | 12 |
| | 4.4.1 Sistemas P-P del SF | 13 |
| | 4.4.2 Sistemas P-MP del SF | 16 |
| | 4.5 Estudio de la simulación número 4..... | 18 |
| | 4.6 Resumen de los resultados de los estudios de compartición | 21 |
| | 4.6.1 Compartición entre el SF y el SETS (pasivo)..... | 21 |
| | 4.6.2 Compartición entre el SM y el SETS (pasivo)..... | 23 |
| 5 | Técnicas de reducción | 24 |
| | 5.1 SETS (pasivo)..... | 24 |
| | 5.2 Servicio fijo (SF) | 25 |
| | 5.3 Servicio móvil (SM) | 27 |
| 6 | Resumen y conclusiones..... | 27 |
| 7 | Documentos complementarios | 29 |

1 Introducción

En el presente informe se resumen los resultados de los estudios sobre la compartición de la banda 36-37 GHz entre los servicios fijo y móvil, por una parte, y el servicio de exploración de la Tierra por satélite (SETS) (pasivo), por la otra.

2 SETS (pasivo)

2.1 Aplicaciones

La banda 36-37 GHz es sumamente importante para medir la lluvia, la nieve, el hielo oceánico y el vapor de agua. Esta banda, denominada también ventana, es fundamental para conocer con precisión el ciclo hidrológico o la circulación de agua en el planeta.

Para medir los parámetros de superficie, hay que seleccionar ciertos canales radiométricos en esta ventana que servirán para determinar los correspondientes parámetros previstos de las superficies oceánicas y terrestres.

En el caso de las superficies oceánicas, los principales parámetros que se miden son la salinidad, la velocidad del viento, las nubes líquidas, el vapor de agua y la temperatura de la superficie del mar. Las nubes líquidas se miden a 36 GHz. Así pues, para medir estos parámetros se requieren cinco frecuencias (6, 10, 18, 24 y 36 GHz).

En el caso de la superficie terrestre, el problema es más complejo debido a la variación temporal y espacial de las características de la superficie (que varía de zonas cubiertas de nieve o hielo hasta desiertos y selvas con lluvia tropical). Los parámetros que se miden en este tipo de superficie son la biomasa vegetal, el agua líquida en las nubes, el vapor de agua integrado, la humedad del suelo y la escabrosidad del terreno. La utilización de la frecuencia de 36 GHz permite conocer el contenido de vapor líquido en las nubes y de las zonas cubiertas de nieve. Ha quedado demostrado que esta banda es la más adecuada para detectar la nieve y desde hace 20 años se utiliza en los estudios climatológicos de la nieve, el hielo en el mar, la humedad del suelo, el índice de vegetación en microondas y la temperatura de la superficie terrestre. También se ha podido comprobar que las mediciones a la frecuencia de 36 GHz permiten calcular el equivalente en agua de la nieve. Gracias a las técnicas de teledetección desde vehículos espaciales es posible complementar y ampliar a escala regional y mundial las mediciones de la nieve convencionales en tierra. En las aplicaciones de climatología e hidrología resulta constantemente necesario determinar el equivalente en agua de la nieve y su variación en superficies extensas. Además del equivalente en agua de la nieve, la teledetección por microondas desde vehículos espaciales permite calcular también el espesor de la nieve a partir de las características físicas de la radiación en microondas.

La banda 36-37 GHz también puede utilizarse para medir parámetros auxiliares con otros instrumentos de teledetección. Los altímetros de radar situados en vehículos espaciales por encima de superficies oceánicas y terrestres se utilizan para aplicaciones importantes de oceanografía y climatología en todo el mundo. Para evitar los efectos de la refracción en la atmósfera, es indispensable complementar los datos de los altímetros de gran precisión con un conjunto de mediciones pasivas auxiliares alrededor de las frecuencias 18,7, 23,8 y 36,5 GHz. En estos casos, las mediciones en la banda 36 GHz sirven para calcular el retardo que introduce la troposfera y mejorar así la precisión de los datos obtenidos con los altímetros.

Obsérvese que todas estas aplicaciones ya están en funcionamiento.

2.2 Parámetros de los sensores pasivos

En el Cuadro 1 se resumen los parámetros de los sensores pasivos con barrido cónico que funcionan o funcionarán en la banda 36-37 GHz, según se ilustra en la Fig. 1.

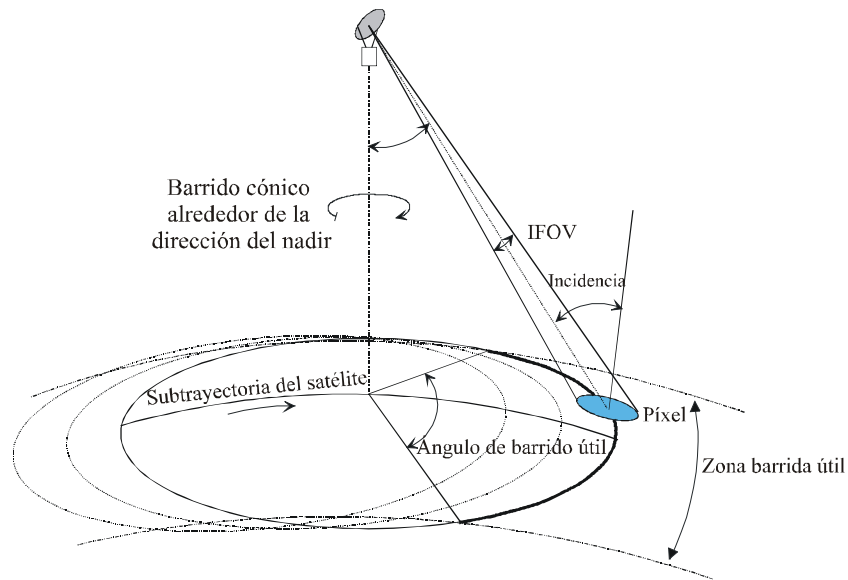
CUADRO 1

Parámetros de los sensores pasivos

| Tipo de sensor | MADRAS | AMSR-E | CMIS |
|--|--------|--------|-------|
| Anchura de banda del canal (GHz) | 1 | 1 | 1 |
| Tamaño del píxel sobre la trayectoria (diámetro) (km) | 38 | 7,8 | 12 |
| Ángulo de incidencia i en el centro de la zona de iluminación (grados) | 52,3 | 55 | 55,7° |
| Ángulo de desplazamiento respecto al nadir o ángulo del semicono α (grados) | 44,5 | 47,5 | 47 |
| Polarización | H | H,V | H,V |
| Altitud del satélite (km) | 817 | 705 | 833 |
| Ganancia máxima de la antena (dBi) | 45 | 53 | 55 |
| Diámetro del reflector (m) | 0,65 | 1,6 | 2,2 |
| Anchura del haz de la antena a media potencia θ_{3dB} (grados) | 1,8 | 0,4 | 0,52 |
| Zona barrida útil (km) | 1 607 | 1 450 | 1 782 |
| Diagrama de la antena | Fig. 2 | Fig. 3 | n.d. |

FIGURA 1

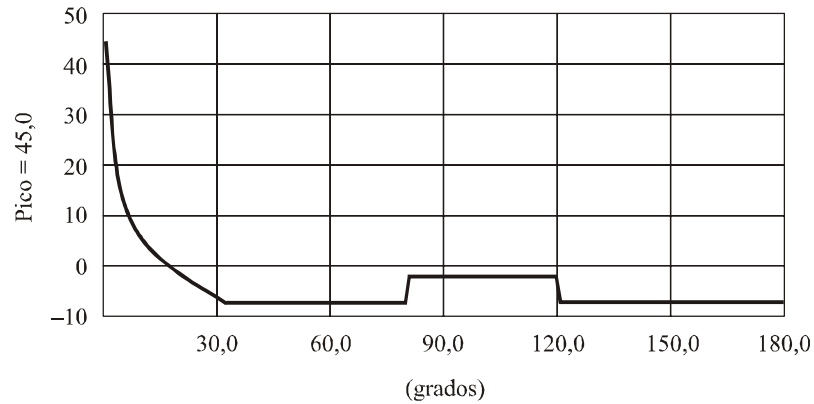
Geometría de los radiómetros de microondas pasivos con barrido cónico



Las antenas de los sensores pasivos se diseñan con arreglo a las siguientes figuras.

FIGURA 2

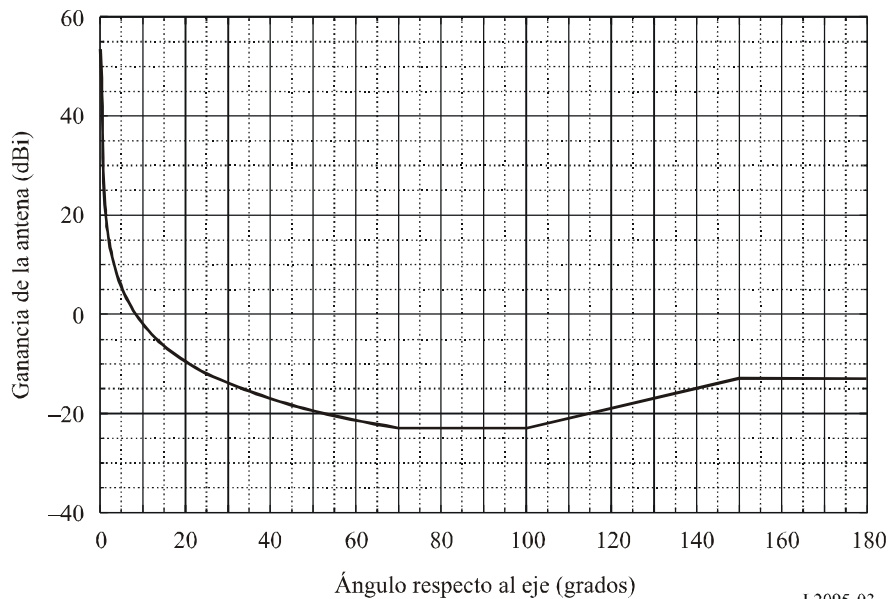
Diagrama de ganancia de la antena MADRAS a 36 GHz



I 2095-02

FIGURA 3

Diagrama de ganancia de la antena AMSR-E a 36 GHz



I 2095-03

2.3 Criterios de interferencia

En la Recomendación UIT-R RS.1029 – Criterios de interferencia para la teledetección pasiva por satélite se estipulan los niveles admisibles de interferencia y las anchuras de banda de referencia que se habrán de utilizar al evaluar la interferencia o en los estudios de compartición. Para los sensores pasivos actuales, el nivel de interferencia admisible en la banda 36-37 GHz es de -156 dBW en una anchura de banda de referencia de 100 MHz, y para los futuros sensores pasivos de -166 dBW en una anchura de banda de referencia de 100 MHz, por cuanto estos últimos son más sensibles que los sensores pasivos que se utilizan en la actualidad. La primera magnitud se refiere a las condiciones de compartición alrededor de 2003; mientras que la segunda, a las aplicaciones científicas que se pueden lograr técnicamente con los sensores en los próximos

5-10 años. La Recomendación UIT-R RS.1029 también especifica que estos niveles de interferencia no deben rebasarse en más de un 0,1% de la zona de observación del sensor, definida como una zona de medición cuadrada en la superficie de la Tierra de 10 000 000 km², a menos que se justifique otro valor.

3 Parámetros de los servicios fijo y móvil

3.1 Servicio fijo (SF)

En general, los sistemas del SF en esta banda se clasifican en dos tipos, a saber, sistemas punto a punto (P-P) y sistemas punto a multipunto (P-MP).

En el Cuadro 2 se resumen los parámetros de los sistemas P-P que podrían funcionar en la banda 36-37 GHz y que se examinaron en estos estudios.

CUADRO 2
Parámetros de una estación P-P del SF

| Parámetro | SF-1 | SF-2 |
|---|---------------------------------------|----------------------------|
| Tipo de modulación | | O – MDP-4 |
| Distancia entre estaciones (longitud de un salto) (km) | 2 aprox. | De 0,5 a 20 punto a punto |
| Capacidad del canal (Mbit/s) | | 2,048; 8,448; 34,368 |
| Sensibilidad del receptor (BER hasta 10 ⁻⁶) (dBW) | | Hasta -117 |
| Potencia del transmisor (dBW) | -18,24 dBW/30 MHz (= 15 mW/30 MHz) | -13 a -7 |
| Ganancia de la antena (dBi) | 37 | 39-42 |
| Diámetro de la antena (m) | | 0,4-0,5 |
| Tipo de antena | | Parabólica |
| Diagrama de la antena | | Recomendación UIT-R F.1245 |
| Atenuación máxima en el alimentador (dB) | | 0,5 |
| Plan de frecuencias | | Recomendación UIT-R F.749 |

En el Cuadro 3 se resumen los parámetros de un posible tipo de estación terrenal P-MP que podría funcionar en la banda 36-37 GHz.

CUADRO 3
Parámetros de la estación P-MP del SF

| Parámetro | Estación central | Estación del terminal cliente |
|--|---|-------------------------------|
| Modulación | MDP-4 | |
| Método de acceso | Múltiplex por división en el tiempo (MDT) | |
| Anchura de banda/portadora (MHz) | 28 | 28 |
| Tipo de antena | Antena sectorial | Parabólica |
| Ganancia de la antena (dBi) | 17 | 39 |
| Anchura del haz de la antena (grados) | 45 | 1,4 |
| Número de portadoras/sectores activos | 4 | 4 |
| Número de sectores | 8 | – |
| Longitud del trayecto (km) | 0,1 – 6 | |
| Potencia máxima del transmisor por portadora (dBW) | –5 | –10 |
| Atenuación en la línea del sistema receptor (dB) | 0 | 0 |

3.2 Servicio móvil (SM)

En el Cuadro 4 se indican las características técnicas de los sistemas del SM que funcionan en la banda 36-37 GHz. En lo que respecta al diagrama de la antena, en la simulación se ha recurrido a la Recomendación UIT-R F.1245 – Modelo matemático de diagramas de radiación media y diagramas conexos para antenas de sistemas de radioenlaces punto a punto con visibilidad directa para aplicarlo en ciertos estudios de coordinación y en la evaluación de la interferencia en la gama de frecuencias de 1 GHz a unos 70 GHz.

Los sistemas del SM-1 y SM-2 se utilizan principalmente para la transmisión de vídeo en aplicaciones nómadas. Su factor de actividad es del 3%.

En los países de Europa, la banda 36-37 GHz está atribuida al SM y al SF para aplicaciones gubernamentales. Dado lo específico de esta función y su utilización portátil, el sistema del SM-3 que se utiliza en los enlaces gubernamentales punto a punto pueden considerarse sistemas del SM. Obsérvese que las características de estas estaciones del SM son muy similares a las de las estaciones del SF utilizadas en las simulaciones dinámicas, por lo que las conclusiones de los estudios del SF suelen ser, en general, aplicables al SM.

CUADRO 4

Parámetros de las estaciones del servicio móvil

| Parámetro | SM-1 | SM-2 | SM-3 |
|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Potencia suministrada a la antena | -7 dBW/17 MHz (= 0,2W/17 MHz) | -3 dBW/17 MHz (= 0,5 W/17 MHz) | -10 dBW (máx) -15 dBW (típico) |
| Ganancia de la antena (dBi) | 37 | 37 | 44 (típico) |
| Diámetro de la antena (m) | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Tipo de antena | Parabólica/Cassegrain | Parabólica | Parabólica |
| Atenuación en el alimentador (dB) | 0 | 0 | 0 |
| Polarización | H/V | H | H/V |
| Anchura del haz a 3 dB (grados) | 2 | 2 | 1 |

NOTA 1 – Dada su utilización nómada, no se especifican los ángulos de elevación. Es decir, la antena transmisora tiene la posibilidad de apuntar a cualquier ángulo acimut o de elevación. No obstante, la antena está fija durante el funcionamiento.

NOTA 2 – El SM-1: Existen más de 30 estaciones transmisoras funcionando y se prevé que este número crecerá rápidamente en algunas administraciones. SM-2: Existen varias estaciones transmisoras funcionando y se prevé que el número aumentará rápidamente en algunas administraciones.

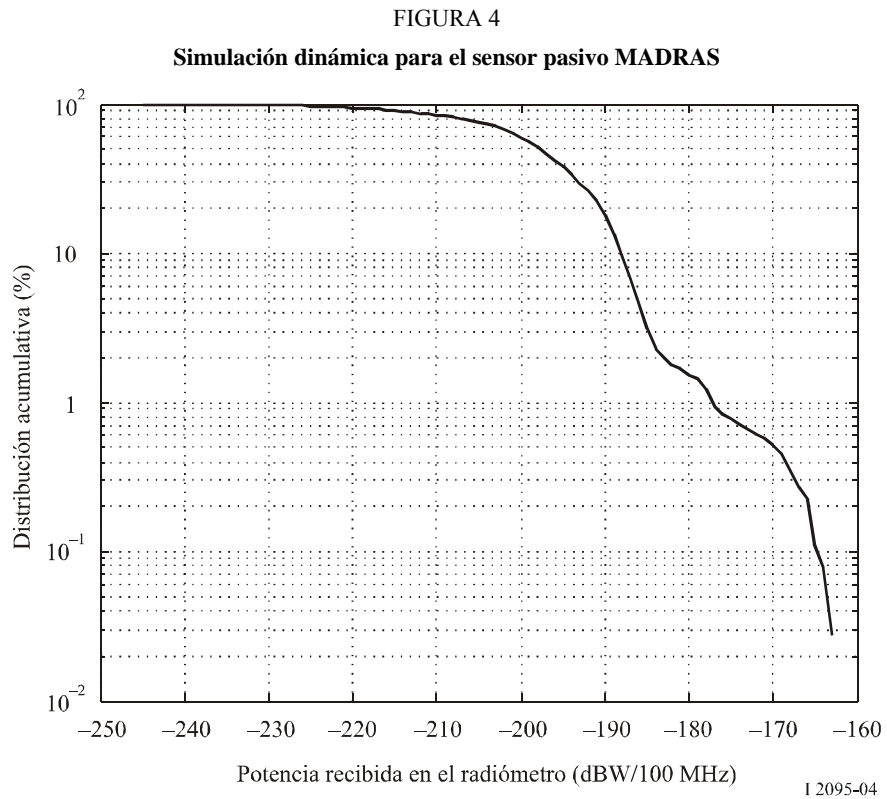
4 Estudios basados en la simulación

4.1 Metodología general de la simulación

En estos estudios de compartición se han realizado simulaciones dinámicas con los resultados exigidos en la Recomendación UIT-R RS.1029 en relación con el porcentaje de la superficie de una zona de medición de 10 millones de km² que rebasa el nivel de interferencia admisible. Estas simulaciones dinámicas generan funciones de distribución acumulativa (FDA) de los niveles de interferencia recibida con arreglo a dichas zonas de medición de tal modo que las estadísticas de interferencia pueden compararse directamente con los criterios de interferencia especificados.

4.2 Estudio de la simulación número 1

En esta simulación se parte de un sistema de 200 estaciones P-P del SF distribuidas de manera uniforme en una zona definida por 40° latitud N, 0° longitud, 60° latitud N y 20° longitud E. La potencia del transmisor es de -10 dBW y la ganancia de la antena es 41 dBi, lo que corresponde a una p.i.r.e. de 31 dBW. El modelo de propagación incluye atenuaciones atmosféricas, y el incremento de tiempo utilizado en la simulación es de 2 s. Los resultados de la simulación para el sensor pasivo MADRAS se muestran en la Fig. 4 y en el Cuadro 5, para el AMSR-E en la Fig. 5 y el Cuadro 6 y para el CMIS en la Fig. 6 y el Cuadro 7.



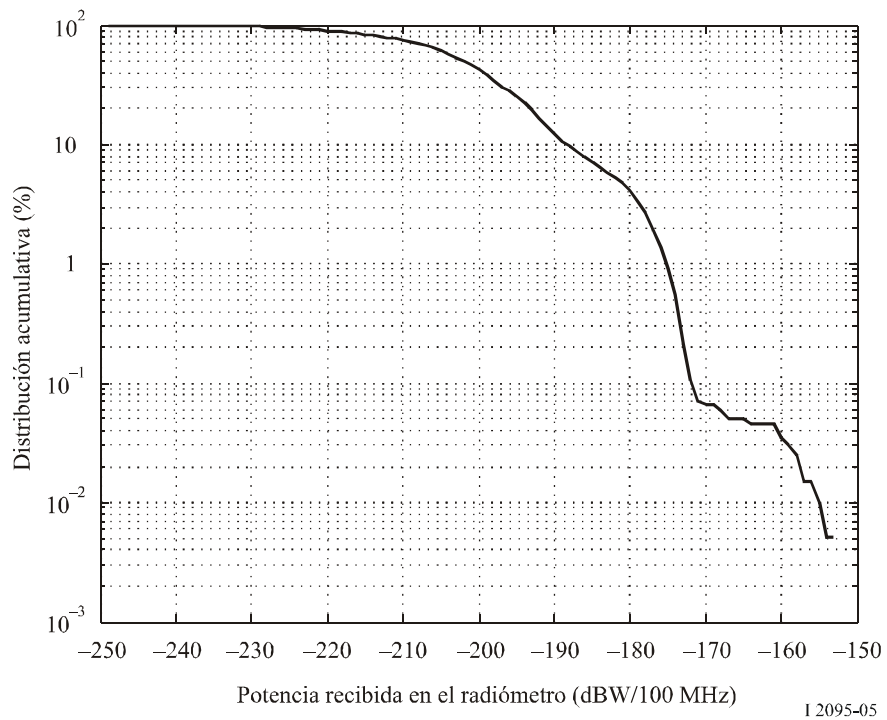
CUADRO 5

Resultado de la simulación dinámica correspondiente a la Fig. 4

| | | | | |
|--|------|------|------|------|
| Porcentaje acumulativo (%) | 1 | 0,2 | 0,1 | 0,02 |
| Potencia correspondiente recibida a la entrada del radiómetro, en dBW, para el MADRAS en una anchura de banda de 100 MHz | -177 | -167 | -166 | -163 |

FIGURA 5

Simulación dinámica para el sensor pasivo AMSR-E



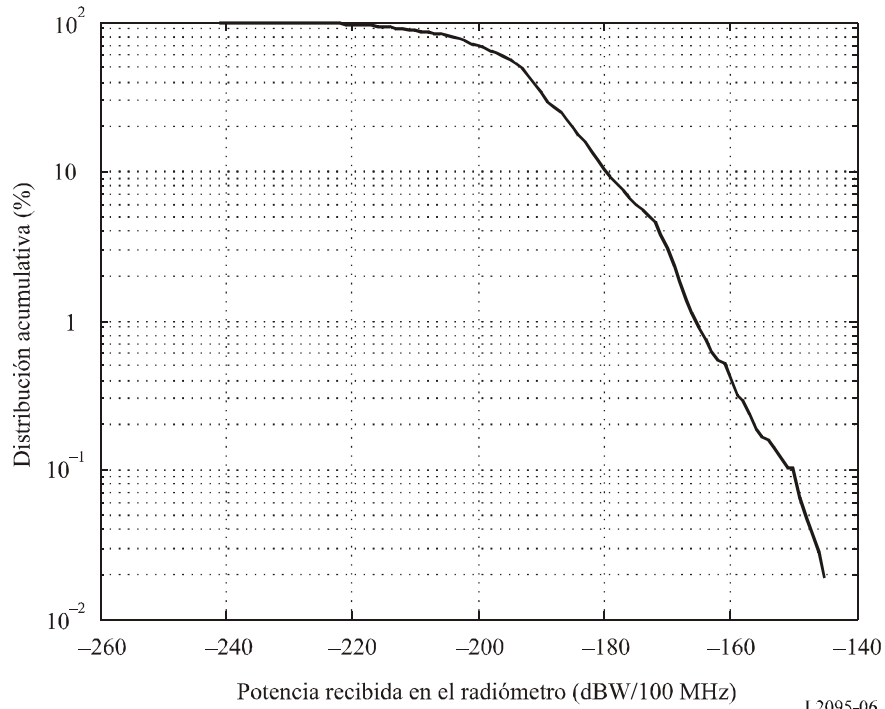
CUADRO 6

Resultado de la simulación dinámica correspondiente a la Fig. 5

| | | | | |
|---|------|------|------|------|
| Porcentaje acumulativo (%) | 10 | 1 | 0,1 | 0,05 |
| Potencia correspondiente recibida a la entrada del radiómetro, en dBW, para el AMSR-E | -188 | -175 | -172 | -156 |

FIGURA 6

Simulación dinámica para el sensor pasivo CMIS:
200 estaciones P-P en funcionamiento



CUADRO 7

Resultado de la simulación dinámica correspondiente a la Fig. 6

| | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|
| Porcentaje acumulativo (%) | 10 | 2 | 1 | 0,1 | 0,02 |
| Potencia correspondiente recibida a la entrada del radiómetro, en dBW, para el CMIS | -180 | -166 | -165 | -152 | -145 |

4.3 Estudio de la simulación número 2

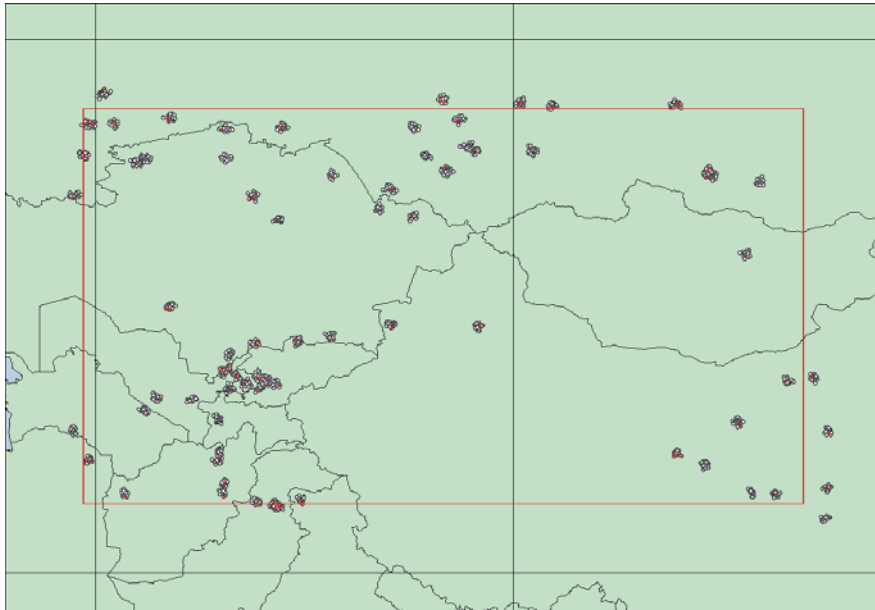
La finalidad de esta simulación es establecer la relación entre la densidad de despliegue de estaciones del SF y el nivel de interferencia del SETS (pasivo). Se realizó la simulación para el sensor pasivo AMSR-E, suponiendo que la potencia del transmisor de cada estación del SF es -11 dBW y su antena de $40,5$ dBi, con un lóbulo lateral conforme con el diagrama de la antena de referencia estipulado en la Recomendación UIT-R F.1245 para una anchura de haz a 3 dB de $1,5^\circ$.

En este modelo de simulación, para obtener una elevada densidad de despliegue de estaciones del SF se ha partido del supuesto de que hay entre 1 y 20 enlaces bidireccionales del SF distribuidos aleatoriamente alrededor de 74 ciudades en una zona de medición de sensores pasivos de 10^7 km², como se ilustra en la Fig. 7. De las 74 ciudades de la zona de simulación en Asia Central ilustrada en la Fig. 10, 66 se encuentran dentro de la zona de medición de sensores pasivos de 10^7 km². La densidad de estaciones del SF, N_{FS} , en esta zona viene dada por la expresión:

$$N_{FS} = 2 \text{ (estaciones/enlace)} \times \text{FS (enlaces/ciudad)} \times 66 \text{ (ciudades)}$$

siendo SF el número de enlaces/ciudad para una determinada FDA de interferencia.

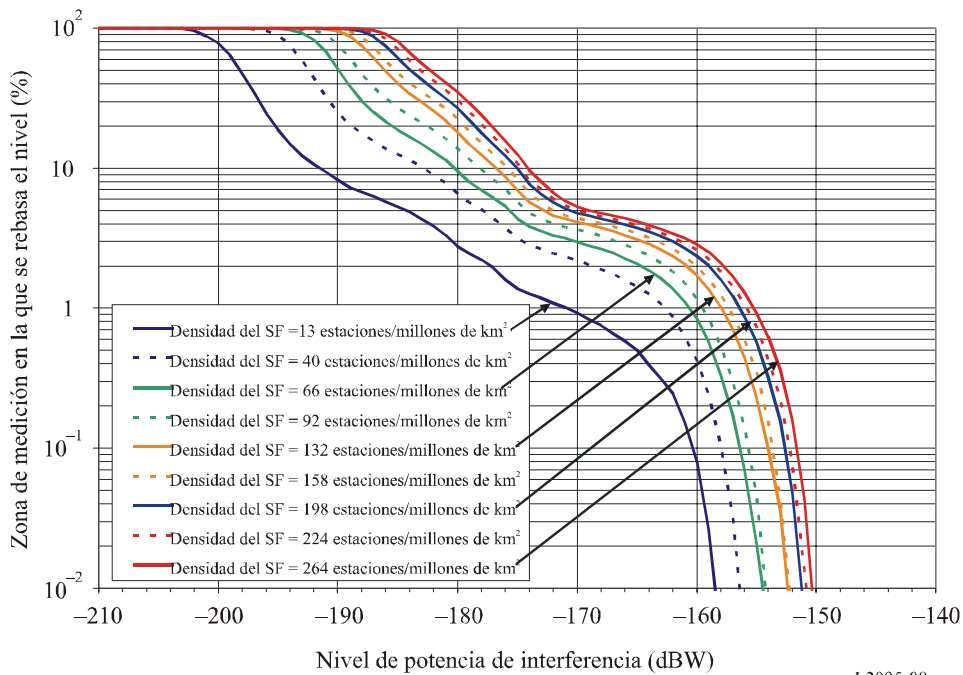
FIGURA 7
Zona de medición de Asia Central



I 2095-07

La FDA de interferencia obtenida en la simulación incluye cálculos sólo para los intervalos de tiempo en los que el haz del sensor pasivo intersecta la superficie de la Tierra dentro de la zona de medición que se indica en la Fig. 8.

FIGURA 8
Las FDA de interferencia obtenidas mediante las simulaciones dinámicas



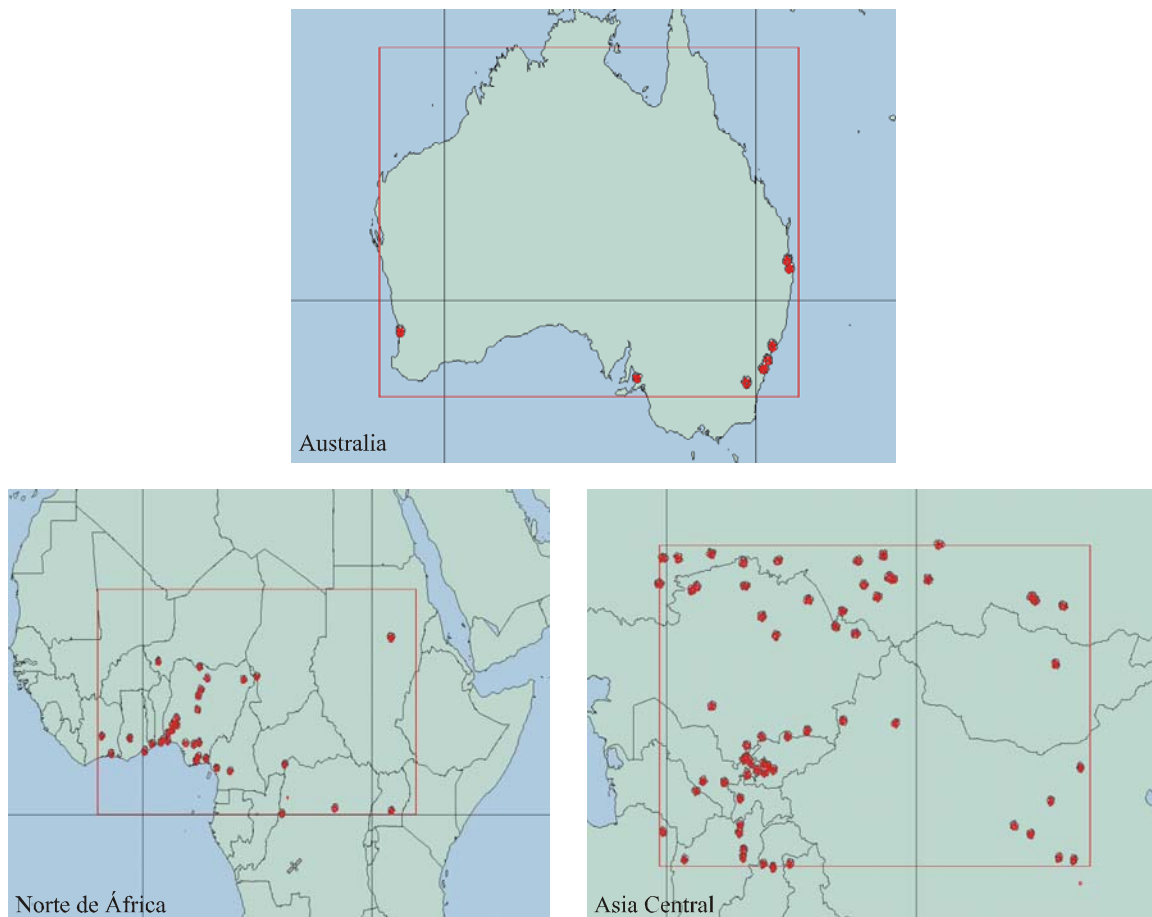
I 2095-08

4.4 Estudio de la simulación número 3

En este estudio se abordan los sistemas P-P y P-MP del SF. Se realizaron simulaciones para generar la FDA en tres zonas diferentes de medición de sensores pasivos de 10 000 000 km² que se indican en la Fig. 9, cada una con una densidad de despliegue del SF distinta, a efectos de compararlas con la Recomendación UIT-R RS.1029, en la que se especifican los criterios de interferencia admisibles para los sensores pasivos en esta banda en cuanto al porcentaje de una zona de medición de 10 millones de km² en la que se rebasa el nivel de interferencia especificado. La densidad de estaciones del SF para cada una de estas zonas se basa en la hipótesis de que dentro de cada ciudad se utiliza una sola frecuencia del plan de canales descrito en el Anexo 2 a la Recomendación UIT-R F.749 – Disposiciones de radiocanales para sistemas de relevadores radioeléctricos que funcionan en la banda de 38 GHz. La interferencia en las estaciones pasivas se calcula en condiciones de propagación del espacio libre, con una atenuación adicional de 0,32 dB en el trayecto Tierra-espacio debido a la absorción atmosférica (gases) con arreglo a la Recomendación UIT-R P.676 – Atenuación debida a los gases atmosféricos.

FIGURA 9

Zonas de despliegue del SF – Modelo ciudad



4.4.1 Sistemas P-P del SF

En estas simulaciones se utilizaron dos tipos de modelos de despliegue del SF. Por regla general, se supone que los sistemas del SF se despliegan predominantemente en zonas urbanas y suburbanas, y quizá unos pocos sistemas en zonas rurales. Así pues, en el primer tipo de «modelo ciudad» las estaciones del SF están distribuidas alrededor de zonas urbanas dentro de la zona de simulación del caso. Ahora bien, algunas administraciones indican que las aplicaciones del SF en la banda 36-37 GHz pueden estar distribuidas en zonas más extensas, en particular zonas rurales, y que pueden funcionar de manera intermitente. Por esta razón se ha creado el «modelo aleatorio» que tiene en cuenta principalmente el caso en que los sistemas del SF están distribuidos de manera aleatoria en la zona terrestre dentro de la zona de medición especificada con una distribución de probabilidad uniforme.

En el Cuadro 8 figuran las densidades de estaciones P-P del SF para los casos considerados en las simulaciones, en función de la anchura de banda del canal.

CUADRO 8

Densidades de estaciones P-P del SF

| | | | | | |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-------|-------|
| Anchura de banda del canal (MHz) | 112 | 56 | 28 | 14 | 7 |
| Estaciones del SF/ciudad | 4 | 8 | 15 | 29 | 57 |
| Estaciones del SF/Australia | 32 | 64 | 120 | 232 | 456 |
| Estaciones del SF/Norte de África | 148 | 296 | 555 | 1 073 | 2 109 |
| Estaciones del SF/Asia Central | 248 | 496 | 930 | 1 798 | 3 534 |

En estas simulaciones se parte de la hipótesis de que las estaciones P-P del SF son conformes con los parámetros del sistema SF-2, con una potencia del transmisor de -10 dBW y una ganancia de la antena de 41 dBi. Se realizó una simulación para cada caso de despliegue, con el fin de obtener la FDA durante un periodo de simulación de 16 días a intervalos de 200 m/s, en los que el sensor pasivo tomaba muestras dentro de la zona de medición. En las Figs. 10 a 13 se muestran las FDA de la interferencia causada por los sistemas del SF al sensor pasivo AMSR-E.

FIGURA 10

Interferencia causada por el SF P-P al AMSR-E
Modelos ciudad y aleatorio – 4 estaciones/ciudad

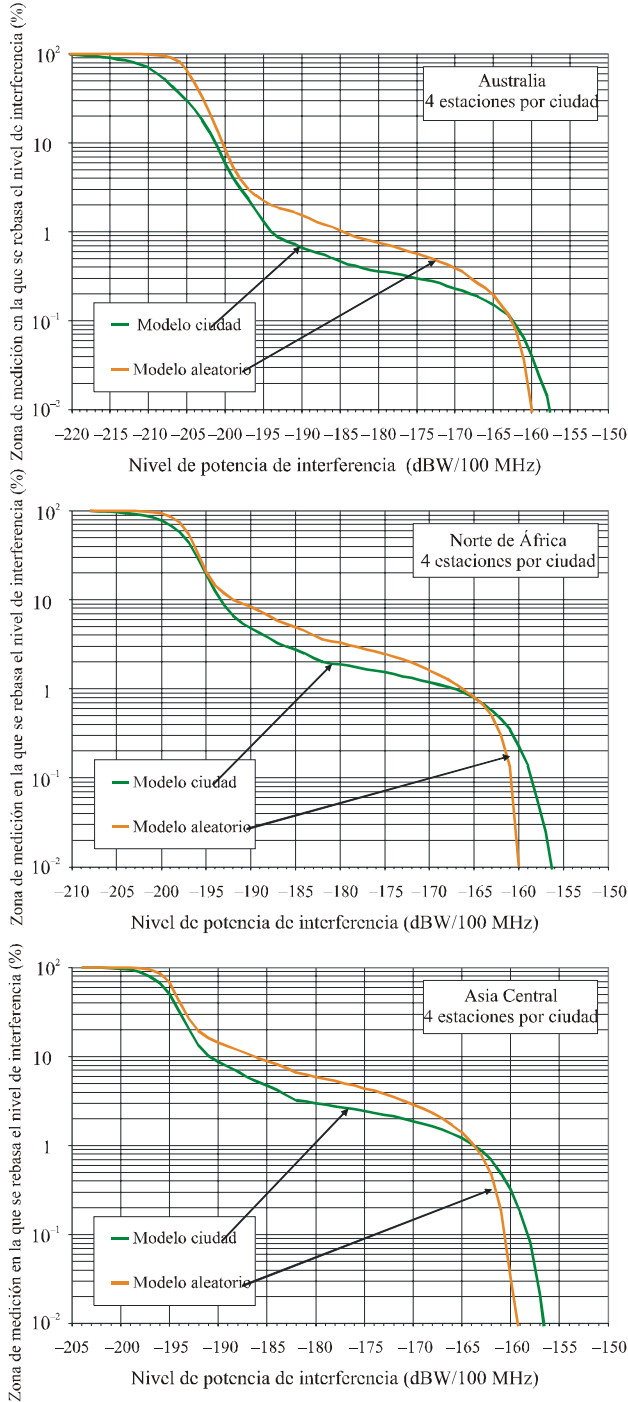


FIGURA 11

Interferencia causada por el SF P-P al AMSR-E
Modelos ciudad y aleatorio – 29 estaciones/ciudad

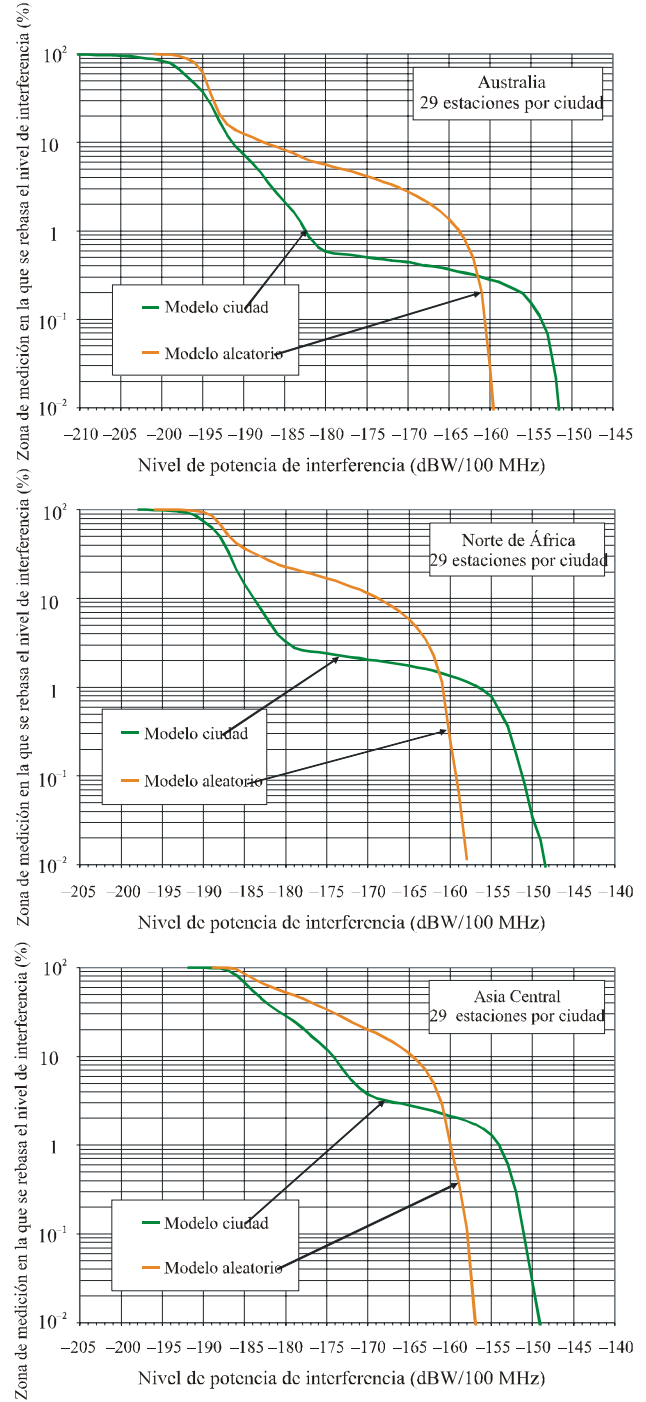


FIGURA 12

**Interferencia causada por el SF P-P al AMSR-E
Modelos ciudad – 4, 8, 15, 29, y 57 estaciones/ciudad**

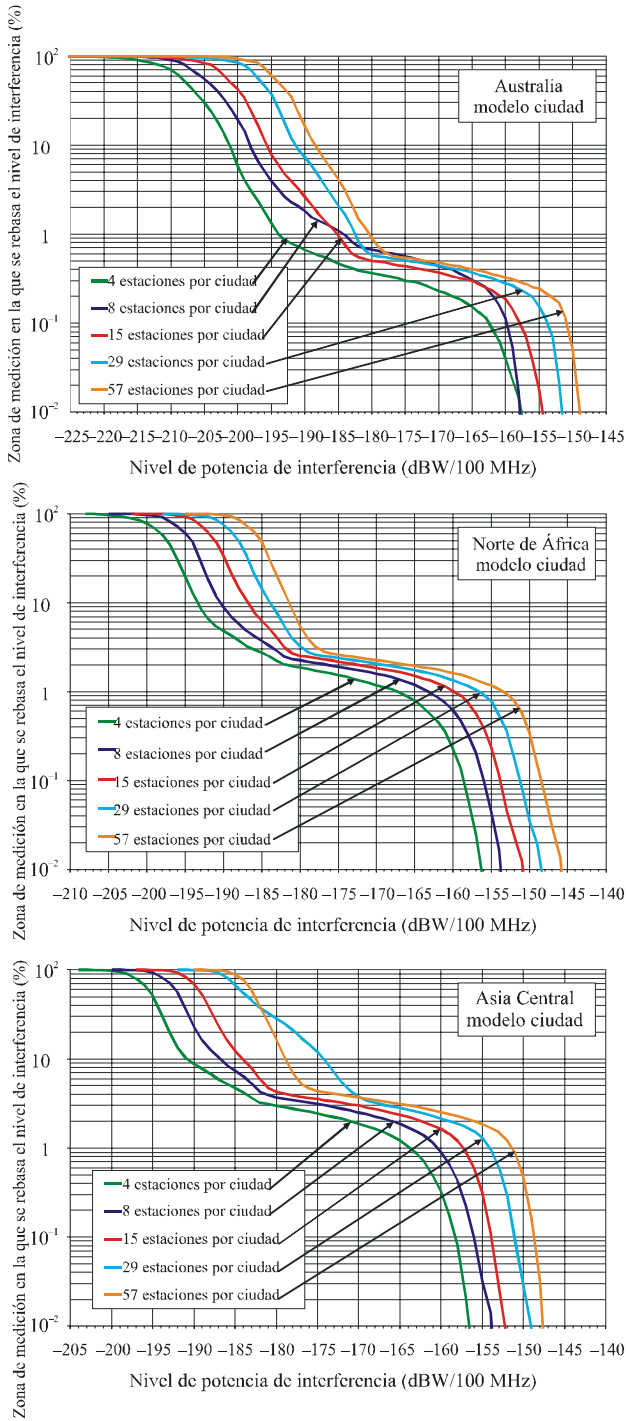
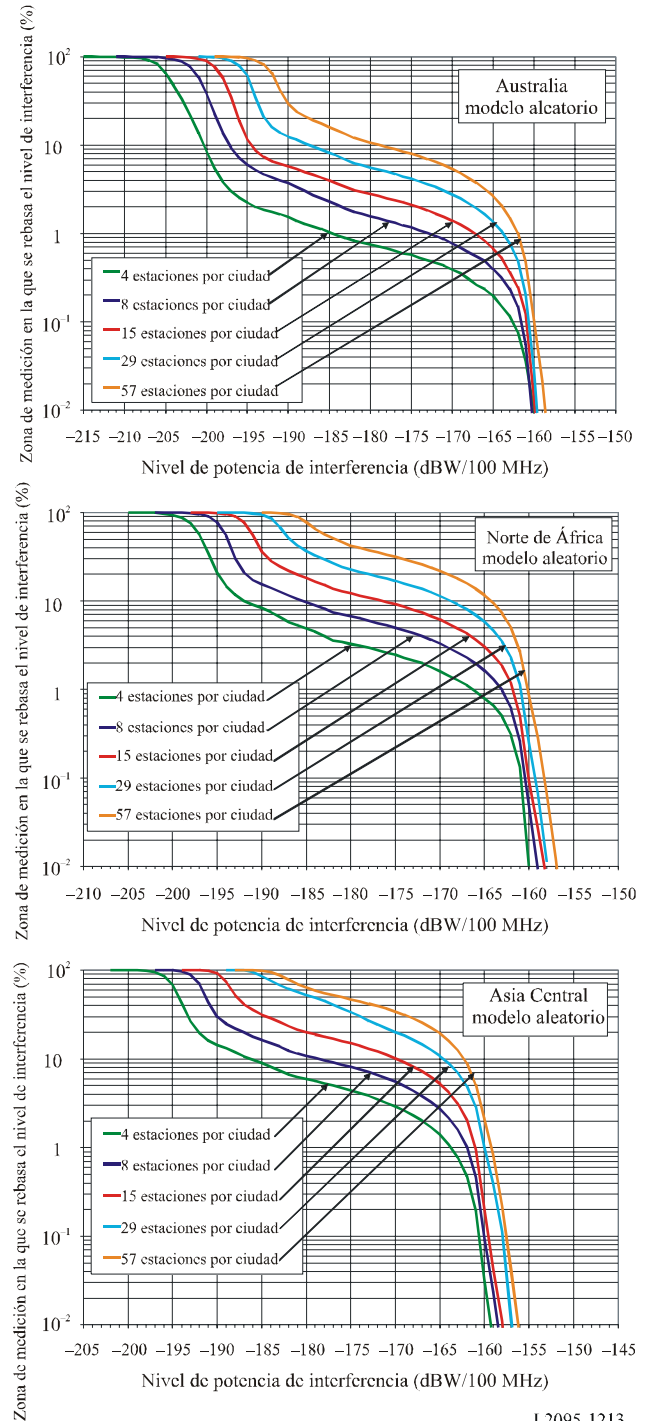


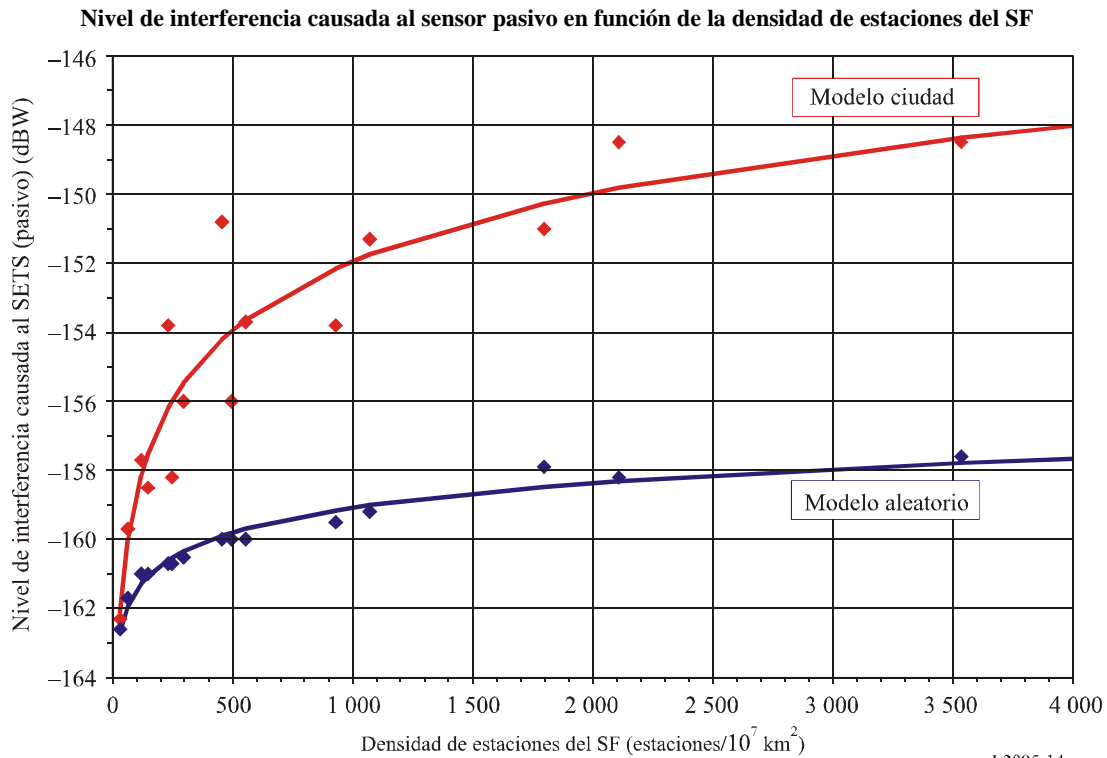
FIGURA 13

**Interferencia causada por el SF P-P al AMSR-E
Modelos aleatorio – 4, 8, 15, 29, y 57 estaciones/ciudad**



Para cada una de las FDA de las Figs. 12 y 13, se determinó la potencia de interferencia al sensor pasivo rebasada en general un 0,1% de la zona de medición de $10^7/\text{km}^2$, y estos valores son los puntos que aparecen por separado en la Fig. 13, en la que se representa gráficamente la potencia de la interferencia causada al sensor pasivo en función de la densidad de estaciones del SF dentro de la zona de medición. Además, se realizó un ajuste de los datos a una función de potencia ($y = a \cdot x^b$) por aproximación (mejor ajuste) para los dos modelos de distribución de estaciones del SF, esto es, modelo ciudad y modelo aleatorio, y los resultados se muestran en la Fig. 14.

FIGURA 14



I 2095-14

4.4.2 Sistemas P-MP del SF

Se realizó otro estudio para analizar el enlace de transmisión P-MP del SF descrito en el Cuadro 3 en las dos zonas de despliegue indicadas en la Fig. 9. La densidad de despliegue del SF en cada una de estas zonas se basa en la hipótesis de que dentro de cada ciudad se utiliza una sola frecuencia del plan de canales especificado en el Anexo 4 a la Recomendación UIT-R F.749. En el Cuadro 9 figuran las densidades de estaciones del SF resultantes para los casos supuestos en estas simulaciones.

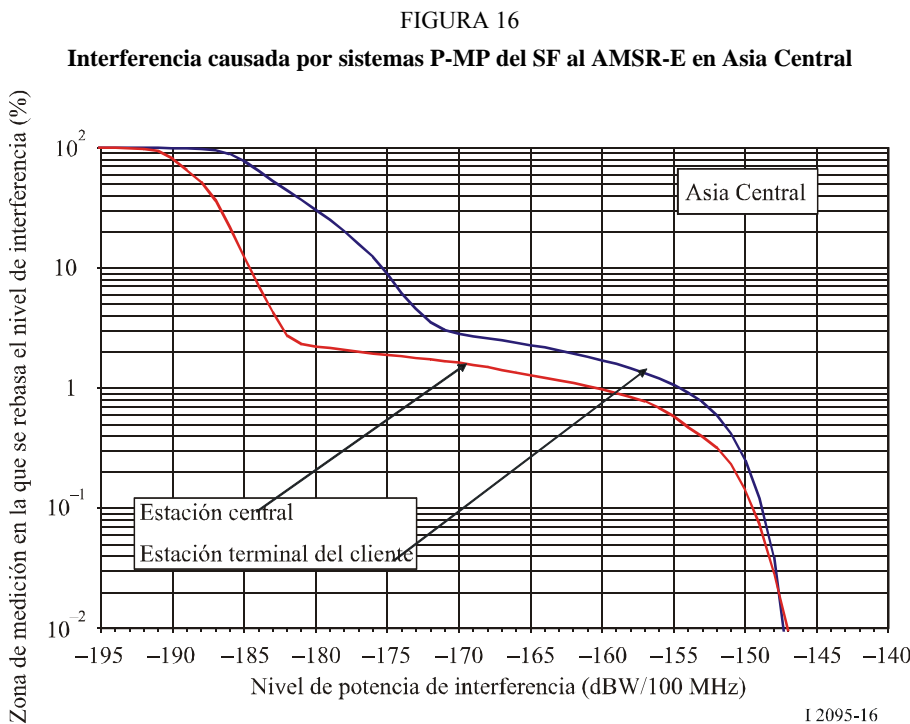
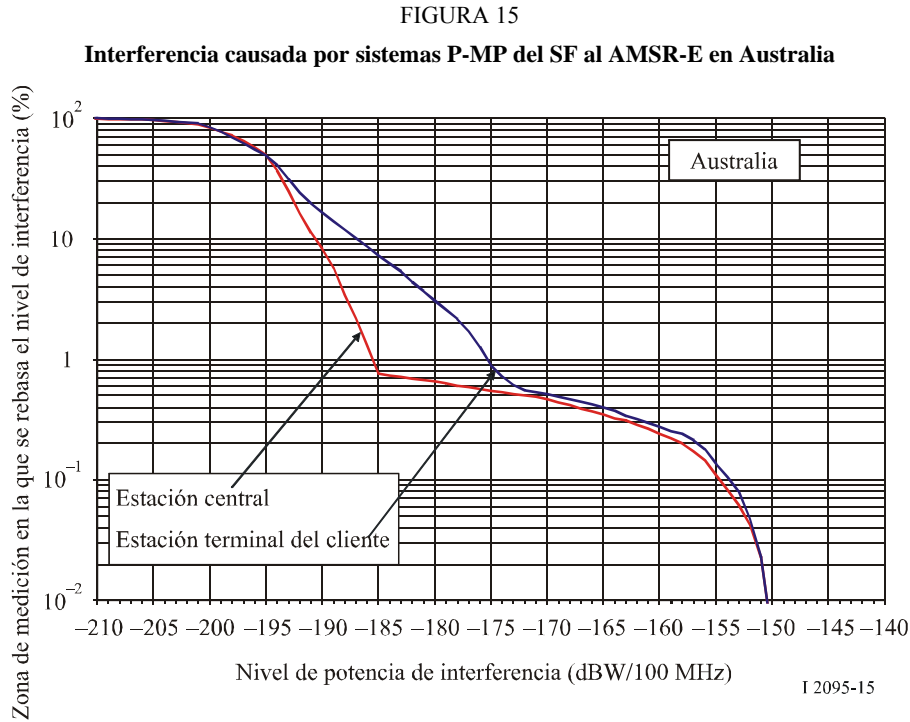
CUADRO 9

Las densidades de despliegue del SF para la simulación P-MP

| | Australia | Asia Central |
|----------------------------------|------------------|---------------------|
| Anchura de banda del canal (MHz) | 28 | 28 |
| Estaciones del FS/ciudad | 8 | 62 |
| Estaciones centrales/ciudad | 32 | 248 |
| Estaciones clientes/ciudad | 256 | 1 984 |

En estas simulaciones se parte del supuesto de que las estaciones del SF son conformes con los parámetros de los sistemas P-MP indicados en el Cuadro 3.

Se realizó una simulación para cada caso de despliegue con el fin de generar la FDA, durante un periodo de 16 días a intervalos de 200 m/s en los que el sensor pasivo tomaba datos dentro de la zona de medición. En las Figs. 15 y 16 y en el Cuadro 10 se muestran las FDA de la interferencia causada por los sistemas P-MP del SF al sensor pasivo AMSR-E.



CUADRO 10

Resultados de los análisis dinámicos de las Figs. 15 y 16

| | Australia | | Asia Central | |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Sólo central | Sólo cliente | Sólo central | Sólo cliente |
| Nivel de interferencia rebasado en el 0,1% de la zona (dBW/100 MHz) | -154,7 | -153,8 | -149,4 | -148,7 |
| Desajuste de polarización ⁽¹⁾ | -2 | | -2 | |
| Nivel de interferencia admisible (dBW/100 MHz) | -156 | | -156 | |
| Rebasamiento del nivel de interferencia admisible (dBW/100 MHz) | -0,7 | 0,2 | 4,6 | 5,3 |

⁽¹⁾ El factor de desajuste de polarización representa la pérdida en la energía recibida debido a la interferencia causada por los lóbulos laterales de la antena del SF, cuyo sentido de polarización no está bien definido en el haz principal del sensor pasivo polarizado, el cual tiene un elevado grado de rechazo por polarización ortogonal.

4.5 Estudio de la simulación número 4

En este estudio se analiza la situación entre los sistemas móviles y los radiómetros del SETS (pasivo) en la banda considerada.

En los Cuadros 1 y 4 figuran las hipótesis adoptadas en los estudios de compartición. Para el SETS (pasivo), se utilizaron los parámetros del sensor AMSR-E y para el sistema móvil, los parámetros del SM-2 indicados en el Cuadro 4 y la aplicación actual de mayor potencia que se conoce en el mundo. Se realizaron las simulaciones para un mes a intervalos de tiempo de 0,5 s. En el Cuadro 11 se indican otros parámetros utilizados en las simulaciones. En este caso, la interferencia causada a las estaciones pasivas se evalúa en condiciones de propagación en el espacio libre y no se incluyó la atenuación adicional debida a la absorción atmosférica (gases).

CUADRO 11

Parámetros de las estaciones del servicio móvil utilizadas en la simulación

| Parámetro | Valor |
|------------------------------|--------------------|
| Ángulo de elevación (grados) | -90~90 |
| Dirección acimut (grados) | 0~360 (Nota 1) |
| Número de estaciones | 49 (Nota 2) |
| Distribución | Uniforme |
| Factor de actividad | Véase el Cuadro 12 |

NOTA 1 – La dirección acimut de cada estación es aleatoria en 360°.

NOTA 2 – Se supone que el número de estaciones es proporcional a la densidad demográfica de cada zona de la superficie de medición, habida cuenta del número de estaciones en el país (véase la Fig. 17).

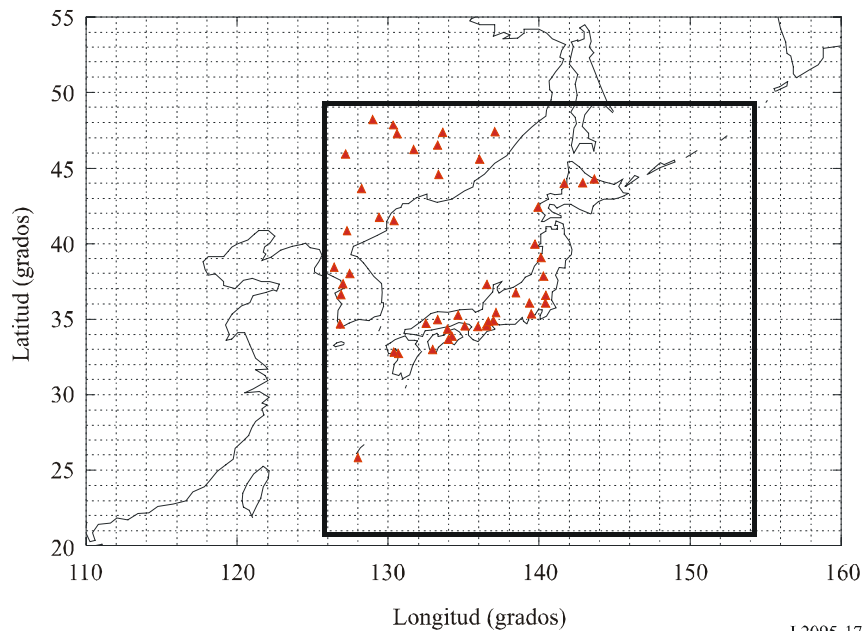
NOTA 3 – Este valor se ha obtenido mediante cálculos estadísticos de la utilización de las estaciones del servicio móvil en Japón. Es la relación entre las horas de funcionamiento de la estación en la banda 36-37 GHz durante el año y el número total de horas del año.

CUADRO 12

Número de estaciones del servicio móvil para diversos factores de actividad

| Factor de actividad (%) | Número total de estaciones del servicio móvil |
|-------------------------|---|
| 2 | 1 |
| 2,97 | 2 |
| 10 | 5 |
| 20 | 10 |
| 50 | 25 |
| 100 | 49 |

FIGURA 17

**Despliegue de estaciones móviles
(Factor de actividad 100%, 49 estaciones)**

I 2095-17

Los resultados de la simulación se muestran en la Fig. 18, en la que se representa el porcentaje de tiempo de interferencia causada al sensor del SETS (pasivo) en función de la FDA del nivel de interferencia para los diversos factores de actividad indicados en el Cuadro 12.

En la Fig. 19, obtenida a partir de la Fig. 18, se representa la FDA del nivel de interferencia en función del factor de actividad correspondiente al nivel de interferencia. Los resultados de la simulación no forman exactamente una línea recta debido a que se han tomado distribuciones aleatorias tanto de las estaciones del servicio móvil para cada factor de actividad, como de la dirección de la antena de cada estación del servicio móvil. En la aproximación a una línea recta que se muestra en la Fig. 19 puede verse que con un factor de actividad del 60% se cumple el nivel de interferencia admisible de -156 dBW/100 MHz y que un 20% cumple el nivel de interferencia admisible de -166 dBW/100 MHz.

FIGURA 18

Curvas de la FDA de interferencia para diversos factores de actividad

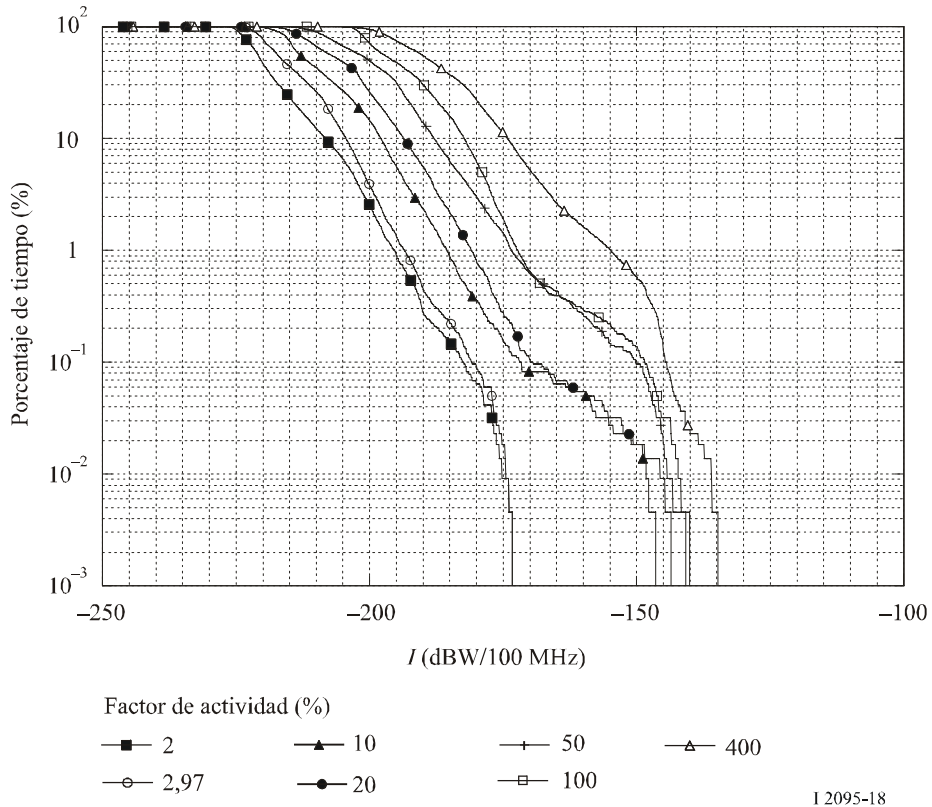
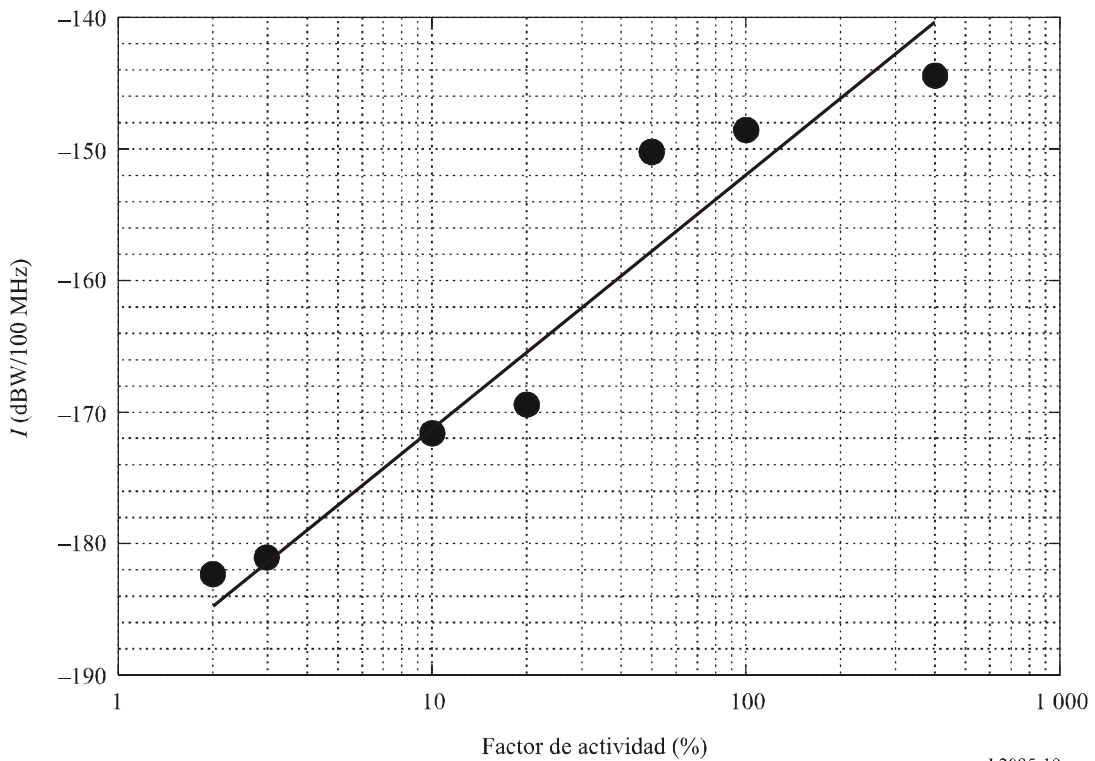


FIGURA 19

Factores de actividad y nivel de interferencia para un porcentaje de tiempo de 0,1 %



4.6 Resumen de los resultados de los estudios de compartición

4.6.1 Compartición entre el SF y el SETS (pasivo)

En cada uno de los estudios precedentes se ha comparado el nivel de interferencia recibida por el receptor del SETS (pasivo) con los niveles de interferencia especificados en la Recomendación UIT-R RS.1029. Ahora bien, al evaluar los resultados de estos estudios, se han de tomar en consideración otros factores.

En primer lugar, en todas las simulaciones el nivel de interferencia recibida por el sensor pasivo se calcula mediante la potencia media integrada por el radiómetro. Así pues, el valor de las potencias del transmisor del SF utilizado en las simulaciones dinámicas debe interpretarse como un promedio o un nivel medio de potencia. Sin embargo, los límites reglamentarios se suelen especificar mediante niveles de potencia de cresta, que son entre 2 y 4 dB superiores al nivel medio (promedio) de las transmisiones digitales. En segundo lugar, los haces de la antena del sensor pasivo tienen polarización lineal con elevado nivel de pureza de polarización, mientras que la interferencia del SF es debida normalmente al lóbulo lateral o trasero de la estación, cuyo sentido de polarización está muy poco o nada definido. Este factor, que podría reducir los niveles de interferencia calculados en 2 ó 3 dB, no se ha incluido en general en los cálculos de la interferencia.

Por último, en dos simulaciones basadas en estaciones del SF en la banda 36-37 GHz, se observa que el nivel de interferencia al sensor pasivo calculada con los niveles de potencia reales era entre 3,8-6,4 dB inferiores al nivel de interferencia correspondiente al nivel de FDA de 0,1% calculado suponiendo que cada estación transmite al nivel máximo de potencia.

En los resúmenes de los estudios de simulación se utilizan las FDA de la interferencia causada a los sensores pasivos, obtenidas mediante simulaciones dinámicas, con el fin de determinar la potencia máxima del SF que corresponde al nivel de interferencia admisible según los criterios estipulados en la Recomendación UIT-R RS.1029, para el caso de que todas las estaciones del SF funcionan al mismo nivel de potencia. Habida cuenta de los tres factores mencionados, la aplicación de los niveles de potencia que se utilicen para establecer los límites recomendados, que vendrán expresados en valores de cresta de la potencia de transmisión y tendrán carácter reglamentario, será equivalente a la aplicación de una potencia media entre 7,8 y 13,4 dB inferior a estos niveles admisibles de la potencia de transmisión, determinados al ajustar las FDA de interferencia obtenidas mediante las simulaciones dinámicas.

En el Cuadro 13 se resumen los resultados de los estudios de compartición mencionados. En cada uno de estos estudios, las dos primeras columnas se utilizan para identificar el tipo de estación del SF considerada en la simulación y la potencia del transmisor del SF utilizada en cada estación del modelo de despliegue del SF. En algunos de estos estudios se realizaron simulaciones dinámicas para distintas densidades de despliegue del SF, de acuerdo con el número de ciudades importantes en diferentes zonas de medición y el número de canales radioeléctricos disponibles dentro de cada ciudad según los planes de canales del UIT-R. En el Cuadro 13 se indican la mayor y la menor densidades de estaciones del SF utilizadas en las simulaciones. En cada simulación dinámica se obtiene una FDA de la interferencia que recibe el sensor pasivo, I_{EES} . El nivel de I_{EES} rebasado más de un 0,1% en la zona de medición del sensor pasivo se indica en el Cuadro 13 o, en el caso de que se hicieran simulaciones para diversas densidades de despliegue de estaciones del SF, el valor más grande y el más pequeño de I_{EES} en 0,1%. En el Cuadro 13 también se muestran los valores mayor y menor de la potencia del transmisor del SF calculada que permitiría cumplir los criterios de interferencia admisible de -166 dBW estipulados en la Recomendación UIT-R RS.1029 para los sensores pasivos que están en funcionamiento en la actualidad, valores que corresponden a los niveles mayor y menor de interferencia causada al sensor pasivo, obtenidos mediante las FDA de simulación. A continuación se describen dos factores de corrección, a saber, el desajuste de polarización (2-3 dB) y la distribución de niveles de potencia (3,8-6,4 dB), que son aplicables a las

FDA de interferencia, obtenidas a partir de estas simulaciones dinámicas, a los efectos de establecer los posibles criterios de compartición. En el Cuadro 13, las columnas de la derecha indican la gama de niveles de potencia del SF admisibles que se han calculado en cada simulación. El valor más pequeño corresponde al menor nivel de transmisión ajustado del SF y al factor de corrección combinado también más pequeño de 5,8 dB, mientras que el valor más grande corresponde al mayor nivel de transmisión ajustado del SF y al factor de corrección combinado también más grande de 9,4 dB. Obsérvese que todos los niveles de potencia indicados en el Cuadro 13 son valores promedio o niveles de potencia media, integrados por el radiómetro del sensor pasivo durante cada medición y que en § 4 se describe otro factor de corrección para el caso en que se establezcan criterios de compartición expresados en niveles de potencia de cresta.

Cabe destacar asimismo que, según los datos autorizados de dos administraciones, la densidad actual de despliegue de estaciones del SF varía entre 1 000 y 2 500 por 10^7 km^2 en 80 MHz de espectro en la banda 10,6-10,68 GHz. Para 1 000 MHz de espectro en la banda 36-37 GHz, el nivel equivalente de despliegue será unas 10 veces más grande que el número de estaciones del SF utilizado en las simulaciones que se resumen en el Cuadro 13.

CUADRO 13

Resumen de los resultados de los estudios de simulación en 36 GHz

| 36-37 GHz Estudio de simulación número | Tipo de estación | Potencia del transmisor (dBW) | Densidad de estaciones (estación/ 10^7 km^2) | I_{EES} en 0,1%_(dBW) | Potencia máxima (dBW) que cumple la Rec. UIT-R RS.1029 | Potencia máxima (dBW) con los factores de corrección en § 4.6 |
|---|---------------------|-------------------------------------|---|----------------------------|--|--|
| 1 – MADRAS | P-P | -10 | 200 | -166 | -10 | -4,2 a -0,6 |
| 1 – AMSR-E | P-P | -10 | 200 | -172 | -4 | 1,8 a 5,4 |
| 1 – CMIS | P-P | -10 | 200 | -152 | -24 | -18,2 a -14,6 |
| 2 | FS-2 | -11 | 130 a 2 640 | -160 a -152 (2) | -17 a -25 | -19,2 a -7,6 |
| 3 – P-P ciudad | FS-2 | -10 | 32 a 3 534 | -162,3 a -148,5 (2) | -13,7 a -27,5 | -21,7 a -4,3 |
| 3 – P-P Aleatorio | FS-2 | -10 | 32 a 3 534 | -162,6 a -157,6 (2) | -13,4 a -18,4 | -12,6 a -4 |
| 3 – P-MP ciudad | Central | -5 | 32 a 248 | -154,7 a -149,4 (2) | -16,3 a -21,6 | -15,8 a -6,9 |
| 3 – P-MP ciudad | Cliente | -10 | 256 a 1 984 | -149,4 a -148,7 (2) | -26,6 a -27,3 | -21,5 a -17,2 |
| 4 – AMSR-E | Móvil | -3 | 2 (factor de actividad 2,97%) | -180,9 | 11,9 | 17,7 a 21,3 |
| 4 – AMSR-E | Móvil | -3 | 10 (factor de actividad 20%) | -169,5 | 0,5 | 6,3 a 9,9 |
| 4 – AMSR-E | Móvil | -3 | 49 (factor de actividad 100%) | -149,5 | -19,5 | -13,7 a -10,1 |

NOTAS – Criterios especificados en la Recomendación UIT-R RS.1029 = -166 dBW/100 MHz.

- (1) Gama de estaciones del SF por ciudad en todo el mundo traducida a una superficie media de 10^7 km^2 .
- (2) Gama de estaciones del SF por ciudad y número de ciudades en diferentes zonas de medición.
- (3) Todas las potencias de transmisión se expresan en valores «medios» para el SF y en valores de «cresta» para el SM.

En varios casos, los niveles de potencia admisibles indicados en las columnas de la derecha son mayores que el nivel de potencia del SF utilizado en los estudios de simulación, por lo que puede concluirse que la compatibilidad entre el SF y el SETS (pasivo) ha quedado demostrada en estos casos. En los casos en que los niveles de potencia admisibles indicados son inferiores a los valores utilizados, se examinaron las FDA de interferencia obtenida mediante las simulaciones con el fin de determinar la incidencia en el SETS (pasivo) en cuanto al porcentaje de la zona de medición en que

se rebasa el nivel de potencia de interferencia admisible de -166 dBW si la potencia de los transmisores del SF se limitara al valor empleado en las simulaciones. Estos resultados figuran en el Cuadro 14.

CUADRO 14

Porcentaje de la zona de medición que rebasa el nivel de potencia de interferencia admisible

| 36-37 GHz estudio de simulación número | Tipo de estación | Potencia del transmisor (dBW) | Densidad de estaciones (estaciones/10 ⁷ km ²) | | Zona de medición en que se rebasan los -166 dBW ⁽¹⁾ (%) | |
|--|------------------|-------------------------------|--|-------|--|-----|
| | | | | | | |
| 1 – MADRAS | P-P | -10 | 200 | --- | < 0,1 | --- |
| 1 – AMSR-E | P-P | -10 | 200 | --- | < 0,1 | --- |
| 1 – CMIS | P-P | -10 | 200 | --- | 0,3 | --- |
| 2 | FS-2 | -11 | 130 | 2 640 | < 0,1 | 3 |
| 3 – P-P ciudad | FS-2 | -10 | 32 | 3 534 | < 0,1 | 2,5 |
| 3 – P-P aleatorio | FS-2 | -10 | 32 | 3 534 | < 0,1 | 2 |
| 3 – P-MP ciudad | Central | -5 | 32 | 248 | 0,23 | 1 |
| 3 – P-MP ciudad | Cliente | -10 | 256 | 1 984 | 0,28 | 1,5 |
| 4 – AMSR-E | Móvil | -3 | 2 (factor de actividad 2,97%) | --- | < 0,1 | --- |
| 4 – AMSR-E | Móvil | -3 | 10 (factor de actividad 20%) | --- | < 0,1 | --- |
| 4 – AMSR-E | Móvil | -3 | 49 (factor de actividad 100%) | --- | < 0,4 | --- |

⁽¹⁾ Incluidos 5,8 dB de corrección por desajuste de polarización y distribución de potencias.

4.6.2 Compartición entre el SM y el SETS (pasivo)

Al estudiar la compartición, se han examinado dos tipos de sistemas del SM. El primer tipo comprende los sistemas SM-2 que se utilizan principalmente para la transmisión de vídeo en aplicaciones nómadas y cuyo factor de actividad es relativamente pequeño; el segundo tipo son los sistemas SM-3 que son similares a las estaciones fijas y se utilizan para aplicaciones gubernamentales. Los resultados de la simulación figuran en el Cuadro 13 de § 4.6.1.

En este último caso, el resultado es idéntico al del SF en § 4.6.1.

En el primer caso, que corresponde al estudio de simulación número 4 de § 4.5, la compartición es posible con un nivel de potencia mayor que el servicio fijo, dado el relativamente pequeño factor de actividad.

Los resultados de la simulación muestran que puede lograrse la compartición al nivel de potencia más elevada del sistema existente de -3 dBW y con un factor de actividad del 20%.

Ahora bien, en el caso móvil, podrían tomarse en consideración los factores de reducción que no se incluyeron en el estudio de simulación número 4, y que son similares al SF en la sección anterior, a saber:

- la diferencia de polarización entre el SETS (pasivo) y las estaciones móviles (2-3 dB);
- la diferencia entre la potencia de cresta y la potencia de recepción media del SETS (pasivo) (2-4 dB).

De conformidad con la Fig. 19, con un factor de actividad de hasta el 40% se consigue cumplir el nivel de interferencia admisible de -166 dBW/100 MHz.

5 Técnicas de reducción

5.1 SETS (pasivo)

Los sensores actuales y futuros integran la señal recibida en el satélite, por lo que es imposible distinguir las emisiones naturales de las artificiales. Si la interferencia rebasa los niveles admisibles, existe el riesgo de obtener mediciones incorrectas en diversas zonas que pueden influir en las previsiones meteorológicas fiables u otras aplicaciones científicas que utilizan los datos obtenidos de los sensores. No existen técnicas demostradas para identificar las mediciones de los sensores pasivos afectadas por interferencia y reducir los efectos de estas mediciones en las predicciones meteorológicas y otros estudios científicos que emplean estos datos.

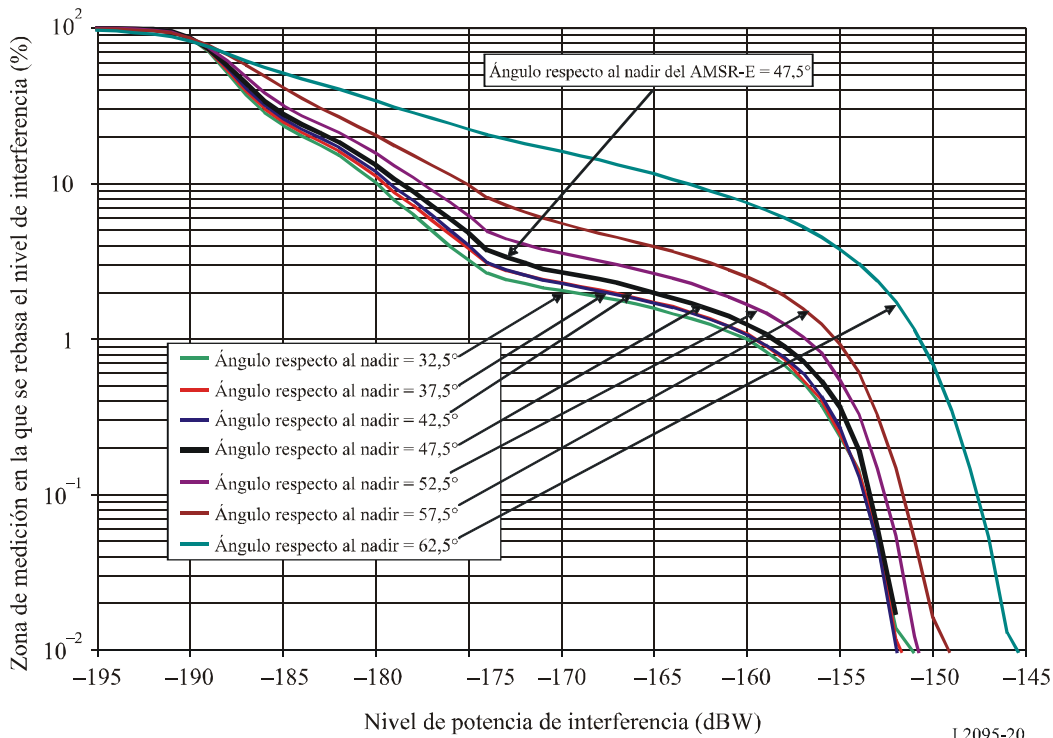
Por consiguiente, las técnicas de reducción aplicables al SETS (pasivo) consisten principalmente en métodos para reducir el nivel de interferencia en el satélite.

Se han examinado y evaluado diversas características técnicas y operativas de los instrumentos del SETS (pasivo) con el fin de obtener los siguientes métodos para reducir o minimizar la probabilidad de interferencia:

- Al limitar el ángulo de incidencia máximo se mantiene controlada la amplitud de acoplamiento directo entre los servicios terrenales activos y el receptor del SETS (pasivo). En cambio, al reducir los ángulos de puntería con respecto al nadir de los sensores pasivos con barrido cónico por debajo de los valores de diseño, no se reducen considerablemente los niveles de interferencia.
- Si se exige una eficacia mínima del haz principal, se puede controlar directamente la forma del diagrama de la antena y reducir así la potencia de interferencia recibida fuera de la región del haz principal.
- La limitación de la resolución espacial podría disminuir la probabilidad o el número de elementos interferentes, para un cierto tamaño de píxel del instrumento del SETS (pasivo).
- Al mejorar el funcionamiento del lóbulo lateral de la antena del SETS (pasivo) podrían reducirse los niveles de interferencia. Por ejemplo, al comparar el diagrama de la antena de referencia elaborado para el SETS (pasivo) y el diagrama de antena del SFS, especificado en la Recomendación UIT-R S.672 – Diagramas de radiación de antenas de satélite para utilizar como objetivo de diseño en el servicio fijo por satélite que emplea satélites geostacionarios, se observa que la reducción del nivel del lóbulo lateral da lugar a un menor porcentaje de interferencia.

El haz principal de los sensores pasivos con barrido cónico intersecta la superficie de la Tierra a un ángulo de elevación constante que queda determinado por la altitud del satélite y el ángulo de puntería respecto al nadir de la antena receptora. Para examinar la incidencia de estas variaciones del ángulo de elevación del SF, se volvió a efectuar una de las simulaciones indicadas previamente para el sensor pasivo AMSR-E y para diversos ángulos de puntería con respecto al nadir del sensor pasivo. Los resultados de estas simulaciones se muestran en la Fig. 20.

FIGURA 20

Resultados de la interferencia para diversos ángulos con respecto al nadir en el SETS**5.2 Servicio fijo (SF)**

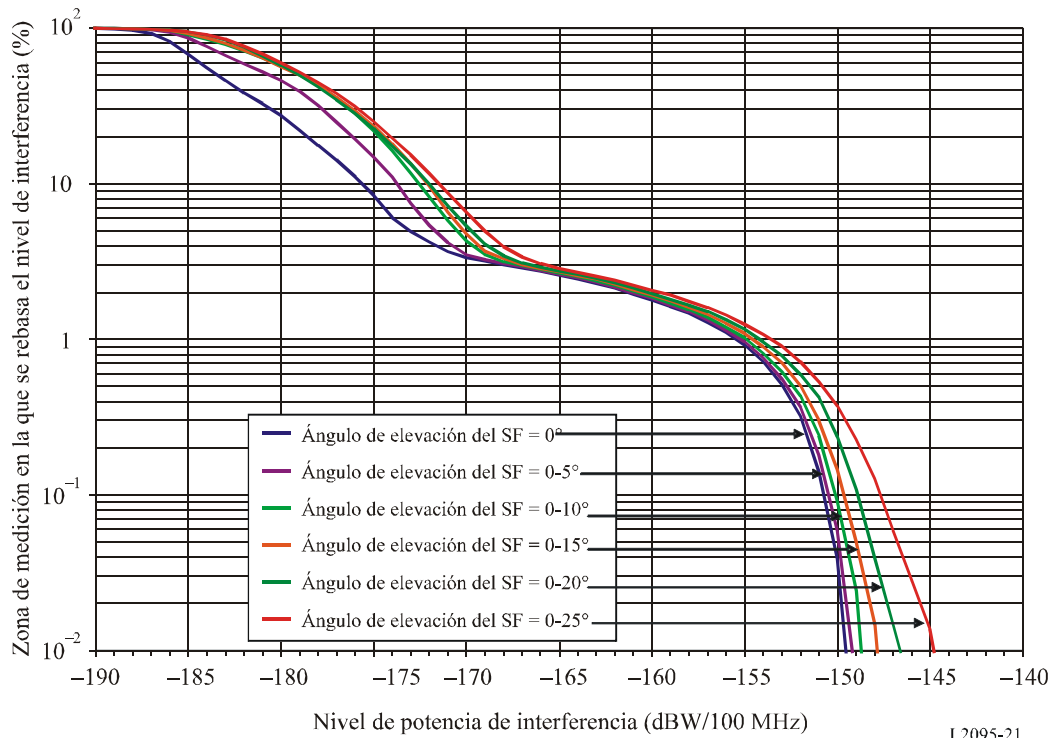
Se han examinado y evaluado diversas características técnicas y operativas de las estaciones del SF con el fin de obtener los siguientes métodos para reducir o minimizar la probabilidad de interferencia en las operaciones que funcionan en esta banda:

- Limitar la p.i.r.e. máxima de la estación del SF.
- Imponer un valor máximo del ángulo de elevación del haz principal de la estación del SF; no obstante, en el caso de una distribución uniforme de ángulos de elevación del SF, situación poco realista y negativa para los estudios de compartición, los niveles de interferencia causada a un sensor pasivo de barrido cónico no aumentan considerablemente siempre que el ángulo de elevación del SF no rebase los 20° aproximadamente.
- Exigir que la potencia de transmisión del SF tenga un valor tal que cumpla el nivel deseado de la señal recibida en condiciones de cielo despejado con un determinado margen de desvanecimiento; este método permitiría reducir considerablemente los niveles de interferencia causada al sensor pasivo.

En las simulaciones de interferencia precedentes se ha partido del supuesto de que todos los transmisores del SF funcionan con un ángulo de elevación igual a 0°. Sin embargo, en los sistemas reales cabe prever cierta variación de dicho ángulo. Para examinar cómo afectan estas variaciones del ángulo de elevación del SF, se volvió a efectuar una de las simulaciones indicadas anteriormente asignando un ángulo de elevación aleatorio a cada estación del SF con arreglo a una distribución uniforme de ángulos de elevación entre 0° y un máximo de 5° a 25°. Para simplificar, en estas simulaciones se tomó una distribución uniforme de ángulos de elevación del SF, aunque las distribuciones reales serán probablemente de tipo Gaussiana. Los resultados de estas simulaciones se muestran en la Fig. 21.

FIGURA 21

Resultados de interferencia para diversos ángulos de elevación del SF



I 2095-21

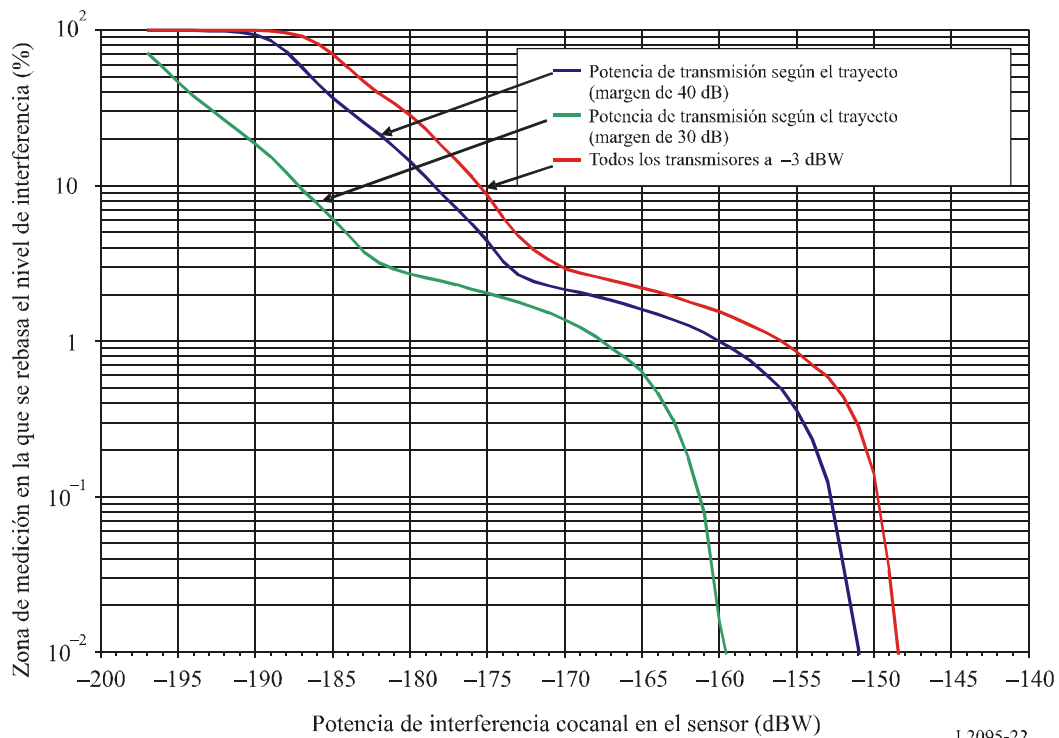
NOTA 1 – Si bien en estos estudios se tienen en cuenta ángulos de elevación del SF de hasta 25° para determinar el ángulo de elevación en el que el nivel de interferencia aumenta considerablemente, en los sistemas existentes raras veces rebasan los 5° .

Las simulaciones de interferencia precedentes se basan en la hipótesis de que todos los transmisores del SF funcionan con la misma potencia. Ahora bien, al examinar algunos registros de licencia en otras bandas del SF se han observado diferentes potencias del transmisor autorizadas. En función de la variación de la potencia del transmisor, podrían surgir diferencias en la longitud del trayecto del enlace de radiocomunicaciones.

Se ha creado un modelo de simulación en el que se asignan las potencias de transmisión de las estaciones P-P del SF a niveles que corresponden justo a un determinado nivel de recepción en condiciones de propagación en el espacio libre. El nivel de recepción especificado incluye márgenes de desvanecimiento de 30 y 40 dB. En la Fig. 22 se ilustra la incidencia en los niveles de interferencia de los sensores pasivos el hecho de utilizar esta técnica para asignar los niveles de potencia de transmisión en comparación con el caso en que se supone que todos los transmisores funcionan al nivel de potencia de transmisión máxima.

FIGURA 22

Resultados de interferencia en función de la potencia de transmisión según la longitud de trayecto



5.3 Servicio móvil (SM)

Para la utilización nómada de los sistemas del SM, se ha considerado y evaluado la posibilidad de limitar la potencia máxima de la estación del SM con el fin de reducir o minimizar la probabilidad de interferencia a medida que se vayan introduciendo las operaciones del SM en esta banda. En § 4.5 y § 4.6.2 se describe en detalle este método de reducción.

En el caso de las aplicaciones del SM que poseen características similares a las de los sistemas P-P del SF, son aplicables las consideraciones estipuladas en § 5.2.

6 Resumen y conclusiones

En el presente informe se muestran los resultados de diversos estudios de simulación para calcular los niveles de interferencia que podrían recibir los receptores del SETS (pasivo) en la banda 36-37 GHz para diversos tipos de estaciones del SF. En § 4.6 se resumen los resultados de estos estudios. En el Cuadro 13 se indica la gama de potencias del SF y el SM que cumplen los criterios estipulados en la Recomendación UIT-R RS.1029 para diversos modelos de despliegue del SF y el SM y los sensores pasivos del SETS examinados en los estudios. En el Cuadro 14 se indica el porcentaje de la zona de medición del sensor pasivo en la que se rebasaría el nivel de interferencia causada a los sensores pasivos admisible según la Recomendación UIT-R RS.1029 para los niveles de potencia del SF y el SM supuestos en estos estudios.

También se han realizado varios estudios de simulación para caracterizar los niveles de interferencia recibida por los sensores pasivos en la banda 36-37 GHz y evaluar la sensibilidad de estos niveles de interferencia a los cambios en los parámetros del sistema con el fin de evaluar la eficacia de los posibles métodos de reducción.

Se han tomado en consideración diversas características técnicas y de funcionamiento de los sensores del SETS (pasivo) y se han examinado y evaluado los posibles métodos para reducir o minimizar el nivel de interferencia. En el Cuadro 15 se identifican los límites que podrían imponerse a las características técnicas y operativas de estos sistemas para facilitar la compartición de la banda 36-37 GHz entre el SETS (pasivo), por una parte, y el SF y el MS, por la otra.

CUADRO 15

Posibles criterios de compartición en la banda 36-37 GHz

| SETS (pasivo) | SF | SM |
|--|--|---|
| Ángulo de incidencia $\leq 60^\circ$, definido éste como el ángulo en la superficie de la Tierra entre la vertical local y el centro del haz de la antena del sensor pasivo | Ángulo de elevación $\leq 20^\circ$ | |
| Resolución espacial ≤ 50 km, siendo ésta la máxima sección transversal del sensor pasivo con un contorno de -3 dB sobre la superficie de la Tierra | Máxima potencia del transmisor P-P ≤ -10 dBW Máxima potencia del transmisor P-MP: ≤ -5 dBW estaciones centrales ≤ -10 dBW estaciones cliente | Máxima potencia del transmisor ≤ -10 dBW Máxima potencia del transmisor ≤ -3 dBW (si el factor de actividad es inferior a 40%) |
| Eficiencia del haz principal $\geq 92\%$, definida como la energía (de las componentes de polarización principal y ortogonal) dentro de 2,5 veces la región de la anchura del haz a -3 dB, relativa a la energía total para todos los ángulos | Máxima p.i.r.e. de la estación central P-MP $\leq +12$ dBW | |

Cada uno de los parámetros del Cuadro 15, por ejemplo la potencia máxima, se basa en las simulaciones efectuadas sin aplicar técnicas de reducción de interferencia al servicio activo. Los límites indicados en el Cuadro 15 serían menos restrictivos si se aplicaran técnicas de reducción, tales como establecimiento flexible del nivel de potencia (control adaptativo de la potencia del transmisor (CAPT)) para reducir el desvanecimiento o la utilización de antenas direccionales de alto rendimiento. En el caso de los sistemas P-P del SF que utilizan CAPT, el límite máximo de la potencia del transmisor puede aumentarse por un valor correspondiente al CAPT utilizado por el sistema. Según los resultados de los estudios de simulaciones realizados con los valores indicados en el Cuadro 15, los niveles de interferencia rebasan los criterios de interferencia admisible estipulados en la Recomendación UIT-R RS.1029 en algunos modelos de despliegue examinados en estos estudios. No obstante, este resultado se considera aceptable para los sistemas del SETS (pasivo), habida cuenta de la necesidad de encontrar un equilibrio al establecer los criterios de compartición para los servicios que comparten esta banda.

7 Documentos complementarios

- [1] Recomendación UIT-R RS.1803: Características técnicas y operativas de los sensores pasivos en el servicio de exploración de la Tierra por satélite (pasivo) y el servicio de investigación espacial (pasivo) para facilitar la compartición con los servicios fijo y móvil en las bandas 10,6-10,68 GHz y 36-37 GHz.
-