

## RECOMENDACIÓN UIT-R M.1827

**Requisitos técnicos y operacionales de las estaciones del servicio móvil aeronáutico (R) limitado a las aplicaciones de superficie en aeropuertos, y para estaciones del servicio móvil aeronáutico limitado a las aplicaciones de seguridad aeronáutica (SA) en la banda 5 091-5 150 MHz**

(2007)

**Alcance**

En esta Recomendación se presentan los requisitos técnicos y operacionales de las estaciones del servicio móvil aeronáutico (R) (SMA(R)) limitado a las aplicaciones de superficie en aeropuertos, y del servicio móvil aeronáutico (SMA) limitado a las aplicaciones de seguridad aeronáutica (SA)<sup>1</sup> en la banda 5 091-5 150 MHz que han de utilizar las administraciones como directrices técnicas para determinar los requisitos de conformidad de las estaciones de todo el mundo.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que las estaciones aeronáuticas funcionarán a nivel nacional, regional e internacional en todo el mundo;
- b) que la circulación de estaciones aeronáuticas suele estar sometida a una serie de normas y reglamentos nacionales e internacionales, incluida su debida conformidad con las normas técnicas y requisitos operativos mutuamente acordados de la OACI;
- c) que es necesario identificar requisitos técnicos y operativos para efectuar las pruebas de conformidad de las estaciones aeronáuticas;
- d) que la identificación de requisitos técnicos y operativos para las estaciones aeronáuticas sentará unas bases técnicas comunes para las pruebas de conformidad de estaciones aeronáuticas que efectúen las distintas autoridades nacionales, regionales e internacionales, y para el establecimiento de acuerdos de reconocimiento mutuo relativos a la conformidad de las estaciones aeronáuticas;
- e) que los requisitos técnicos y operativos han de llegar a un equilibrio aceptable entre la complejidad de los equipos de radiocomunicaciones y la necesidad de utilizar eficazmente el espectro de radiofrecuencias,

---

<sup>1</sup> *Terminología:* La SA forma parte del SMA y es un nuevo sistema utilizado exclusivamente para las radiocomunicaciones seguras y confidenciales entre las aeronaves y tierra, previsto para los sistemas que se utilizan en respuesta a la interrupción no permitida por las autoridades pertinentes del funcionamiento de una aeronave.

*considerando además*

- a) que es necesario otorgar total protección a todos los servicios primarios en la banda 5 091-5 150 MHz;
- b) que los resultados de los estudios realizados en virtud de la Resolución 414 (Rev.CMR-03) demuestran que es posible que el SMA(R) utilice la banda 5 091-5 150 MHz exclusivamente para aplicaciones de superficie en aeropuertos, al igual que el SMA exclusivamente para aplicaciones de SA, a título primario bajo determinadas condiciones;
- c) que la identificación por parte del UIT-R de requisitos técnicos y operativos para las estaciones aeronáuticas en la banda 5 091-5 150 MHz debe evitar que se cause interferencia inaceptable a otros servicios;
- d) que debe ser posible medir y controlar continuamente y con exactitud las características técnicas y operativas,

*reconociendo*

- a) que la banda 5 000-5 250 MHz está atribuida al servicio de radionavegación aeronáutica a título primario;
- b) que la banda 5 030-5 150 MHz ha de utilizarse para el funcionamiento del sistema de aterrizaje por microondas (MLS), normalizado a nivel internacional, para la aproximación y el aterrizaje precisos; y que los requisitos de este sistema tendrán prioridad sobre cualquier otra utilización que se haga de esta banda, de conformidad con el número 5.444 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR),

*recomienda*

- 1** que las administraciones utilicen los requisitos técnicos y operativos para las estaciones del SMA(R) utilizadas exclusivamente para las aplicaciones de superficie en aeropuertos en la banda 5 091-5 150 MHz o para las estaciones del SMA utilizadas exclusivamente para las aplicaciones de SA en la banda 5 091-5 150 MHz, que figuran en los Anexos 1 y 2, como directrices para garantizar la compatibilidad con el SFS<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Dado que también pueden ser aceptables otros límites y que esta Recomendación no abarca todos los requisitos esenciales, queda en estudio.

## Anexo 1

### Requisitos esenciales para la compatibilidad con las redes del SFS en la banda 5 091-5 150 MHz

A los efectos de los análisis siguientes, en el Cuadro 1 se resumen las características de los receptores del SFS supuestas.

CUADRO 1

#### Valores de los parámetros utilizados en los cálculos de interferencia de satélite

Parámetro	HIBLEO-4 FL
Temperatura de ruido del receptor de satélite $T$ (K)	550
Zona efectiva de la antena a 5 120 MHz (dBm <sup>2</sup> )	-35,6
Discriminación de polarización $L_p$ (dB)	1
Pérdida de alimentación $L_{feed}$ (dB)	2,9
Anchura de banda del receptor de satélite $B$ (MHz)	1,23
Ganancia de la antena del receptor de satélite $G_r$ (dBi)	4

NOTA 1 – El cumplimiento de los límites de dfp definidos a continuación se logrará en condiciones de propagación en el espacio libre.

NOTA 2 – A partir del valor de dfp puede derivarse una máscara de p.i.r.e. aplicando el método del Anexo 2 a la presente Recomendación. Puede considerarse también una simplificación de la máscara de p.i.r.e. resultante.

**I** En la banda 5 091-5 150 MHz, a fin de no sobrepasar un  $\Delta T_s/T_s$  del 2% permisible para el SMA(R) más la SA, las estaciones del SMA(R) y de las estaciones de SA no podrán utilizar la misma frecuencia al mismo tiempo (dentro del campo de visión de un solo satélite no OSG). Habrán de encontrarse los medios prácticos para garantizar que se cumple esta condición teniendo en cuenta que diversas administraciones dentro de una única huella del SFS pueden utilizar el SMA(R) y/o la SA.

#### II Requisitos adicionales impuestos al SMA(R)

Los siguientes requisitos son las directrices técnicas que habrán de utilizar las administraciones para determinar los requisitos de conformidad de las estaciones de todo el mundo. Pueden ser aceptables otros límites, pero es necesario proseguir los estudios al respecto.

La dfp definida en esta cláusula se basa en garantizar que el incremento de la temperatura de ruido del satélite del SFS (es decir,  $\Delta T_s/T_s$ ) causada por el funcionamiento del SMA(R) no supera el 2% (es decir, -17 dB). El método supone el funcionamiento simultáneo de 250<sup>3</sup> transmisores del SMA(R) cocanal dentro del campo de visión de un satélite del SFS.

<sup>3</sup> Basado en el supuesto de 500 aeropuertos y un ciclo de trabajo del 50%.

### Cálculo del límite de dfp basado en los criterios de protección del SFS ( $\Delta T_s/T_s = 2\%$ ) y el funcionamiento de 250 estaciones del SMA(R)

Asumiendo las características del Cuadro 1 para el SFS, el nivel máximo de interferencia combinada tolerable en la entrada del receptor es  $I_{Agg-Rec}$ :

$$I_{Agg-Rec} = KTB - 17 \text{ dB} = -157,3 \text{ dB(W/1,23 MHz)}$$

donde:

$K$ : constante de Boltzmann ( $1,38 \times 10^{-23}$ )

$T$ : temperatura de ruido del receptor

$B$ : anchura de banda del receptor.

Por consiguiente, en la entrada de la antena del receptor de satélite, el máximo nivel de dfp producido por un transmisor del SMA(R) es:

$$\begin{aligned} pfd_{Max} &= I_{Agg-Rec} - Gr + L_{Feed} + L_P - 10 \log_{10}(250) + 10 \log\left(\frac{4\pi}{\lambda^2}\right) \\ &= -157,3 - 4 + 2,9 + 1 - 23,97 + 35,6 \\ &= -145,77 \text{ dBW}/(\text{m}^2 \times 1,23 \text{ MHz}) \end{aligned}$$

donde:

$Gr$ : ganancia de la antena del receptor del SFS

250: número máximo de estaciones del SMA(R) que emiten simultáneamente en la anchura de banda del receptor del SFS.

### III Requisitos adicionales impuestos a la SA

Los siguientes requisitos son las directrices técnicas que habrán de utilizar las administraciones para determinar los requisitos de conformidad de las estaciones de todo el mundo. Pueden ser aceptables otros límites, pero es necesario proseguir los estudios al respecto.

La dfp definida en esta cláusula se basa en garantizar que el incremento de la temperatura de ruido del satélite del SFS (es decir,  $\Delta T_s/T_s$ ) causada por el funcionamiento de la SA no supera el 2% (es decir,  $-17$  dB). El método supone el funcionamiento simultáneo de 70 transmisores de la SA cocanal dentro del campo de visión de un satélite del SFS.

### Cálculo del límite de dfp basado en los criterios de protección del SFS ( $\Delta T_s/T_s = 2\%$ ) y el funcionamiento de 70 estaciones de la SA

Asumiendo las características del Cuadro 1 para el SFS, el nivel máximo de interferencia combinada tolerable en la entrada del receptor es  $I_{Agg-Rec}$ :

$$I_{Agg-Rec} = KTB - 17 \text{ dB} = -157,3 \text{ dB(W/1,23 MHz)}$$

donde:

$K$ : constante de Boltzmann ( $1,38 \times 10^{-23}$ )

$T$ : temperatura de ruido del receptor

$B$ : anchura de banda del receptor.

Por consiguiente, en la entrada de la antena del receptor de satélite, el máximo nivel de dfp producido por un transmisor de la SA es:

$$\begin{aligned} pfd_{Max} &= I_{Agg-Rec} - Gr + L_{Feed} + L_P - 10 \log_{10}(70) + 10 \log\left(\frac{4\pi}{\lambda^2}\right) \\ &= -157,3 - 4 + 2,9 + 1 - 18,45 + 35,6 \\ &= -140,25 \text{ dBW} / (\text{m}^2 \times 1,23 \text{ MHz}) \end{aligned}$$

donde:

- Gr*: ganancia de la antena del receptor del SFS  
 70: número máximo de estaciones de la SA que emiten simultáneamente en la anchura de banda del receptor del SFS.

## Anexo 2

### Derivación de una máscara de p.i.r.e. en la superficie del hemisferio a partir de un límite de dfp

A la hora de realizar pruebas de los equipos del SMA(R) o la SA para determinar si cumplen un determinado límite de dfp, como los del Anexo 1, puede resultar útil determinar una máscara de p.i.r.e. equivalente que pueda utilizarse para las pruebas.

El límite de dfp puede emplearse para determinar matemáticamente una máscara de p.i.r.e. en la superficie del hemisferio, p.i.r.e. ( $\theta$ ,  $H$ ), donde  $\theta$  es el ángulo por encima del plano horizontal local y  $H$  la altitud de la aeronave. Esta conversión se realiza en dos etapas. En primer lugar, se convierte  $\theta$  a un ángulo equivalente por debajo de la horizontal en el satélite,  $\gamma$ . A continuación, se determina la longitud del trayecto de propagación para el ángulo por encima de la horizontal  $\theta$  y se utiliza para calcular la pérdida por dispersión del trayecto y la p.i.r.e. resultante.

*Paso 1*: Cálculo de un ángulo por debajo de la horizontal en el satélite en grados,  $\gamma$ , a partir de  $\theta$  y  $H$ :

$$\gamma = \arccos\left((R_e + H) \times \cos\left(\frac{\theta}{R_e + H_{Sat}}\right)\right)$$

donde:

- $\theta$ : ángulo por encima de la horizontal en la estación de aeronave  
 $R_e$ : radio de la Tierra (6378 km)  
 $H$ : altitud de la aeronave (km)  
 $H_{sat}$ : altitud del satélite del SFS (km)  
 $\gamma$ : ángulo por debajo de la horizontal en el satélite.

Paso 2: Cálculo del valor de p.i.r.e. a partir del límite de dfp definido:

$$d = \left( (R_e + H)^2 + (R_e + H_{sat})^2 - 2(R_e + H)(R_e + H_{sat})\cos(\gamma - \theta) \right)^{1/2}$$

$$\text{p.i.r.e.}(\theta, H) = \text{pfd} + 10 \log_{10}(4 \pi d^2) + 60$$

donde:

$d$ : distancia entre la estación de aeronave y el punto de la superficie de la Tierra considerado (km)

pfd: límite de dfp (dB(W/(m<sup>2</sup> · MHz)))

p.i.r.e.: (dB(W/MHz)).

En el gráfico de la Fig. 1 se muestra esta función para una aeronave a 12 km de altitud, a partir del límite de dfp de la Parte III del Anexo 1, y un satélite a una altitud,  $H_{sat}$ , de 1 414 km.

FIGURA 1  
p.i.r.e. máxima con respecto al ángulo por encima de la horizontal

