

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1643*

Requisitos técnicos y operacionales de las estaciones terrenas de aeronave del servicio móvil aeronáutico por satélite incluidas las que utilizan transpondedores de redes del servicio fijo por satélite en la banda de frecuencias 14-14,5 GHz (Tierra-espacio)

(2003)

Resumen

Esta Recomendación proporciona los requisitos técnicos y operacionales relativos a estaciones terrenas de aeronave del servicio móvil aeronáutico por satélite (SMAS), incluidas las que utilizan transpondedores de redes del SFS en la banda 14-14,5 GHz (Tierra-espacio), que las administraciones deben utilizar como directrices técnicas para el establecimiento de requisitos de conformidad de estaciones terrenas de aeronave y concesión de licencias para utilización a nivel mundial de dichas estaciones.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que se han diseñado redes del servicio móvil aeronáutico por satélite (SMAS), técnica y operacionalmente diferentes entre sí, cuya explotación se iniciará en un futuro próximo;
- b) que las redes planificadas del SMAS pueden proporcionar con carácter global acceso a diversas aplicaciones de comunicaciones de banda ancha (Internet, correo electrónico, redes corporativas) desde y hacia aeronaves;
- c) que las estaciones terrenas de aeronaves funcionarán a bordo de aeronaves de aerolíneas nacionales e internacionales en todo el mundo;
- d) que la circulación de estaciones terrenas de aeronaves es generalmente un asunto sujeto a diversas consideraciones reglamentarias de carácter nacional e internacional, incluyendo la conformidad con normas técnicas y requisitos de explotación mutuamente acordados;
- e) que es necesario identificar los requisitos técnicos y operacionales de las pruebas de conformidad de estaciones terrenas de aeronave;

* NOTA – La Delegación Árabe representada en la AR-03 reserva su posición sobre esta Recomendación y no está dispuesta a aceptar ninguna repercusión en el punto 1.11 del orden del día de la CMR-03.

f) que la identificación de requisitos técnicos y operacionales aplicables a estaciones terrenas de aeronave proporciona una base técnica común para la realización de pruebas de conformidad de dichas estaciones terrenas por parte de las autoridades nacionales e internacionales y para el desarrollo de disposiciones para el reconocimiento mutuo de conformidad de estaciones terrenas de aeronave;

g) que los requisitos técnicos y operacionales deben permitir un equilibrio aceptable entre la complejidad de los equipos de radio y la necesidad de una utilización eficiente del espectro de radiofrecuencia,

considerando asimismo

a) que en la banda de frecuencias 14-14,5 GHz existen atribuciones primarias al SFS (Tierra-espacio), al servicio de radionavegación, los servicios fijo y móvil (excepto el servicio móvil aeronáutico); que los servicios con atribución secundaria en la banda de 14-14,5 GHz, o en parte de ella, incluyen el servicio móvil por satélite (excepto el servicio móvil aeronáutico) (Tierra-espacio), el servicio de investigación espacial, el servicio de radioastronomía (SRA), y el servicio de radionavegación por satélite;

b) que todos los servicios primarios y los servicios preexistente deben estar completamente protegidos de los servicios secundarios en la banda de 14-14,5 GHz;

c) que los resultados de estudios realizados de conformidad con la Resolución 216 (Rev.CMR-2000) han mostrado la viabilidad de que el SMAS (Tierra-espacio) utilice la banda 14-14,5 GHz sobre la base de una atribución secundaria bajo ciertas condiciones y disposiciones¹;

d) que la identificación por parte del UIT-R de requisitos técnicos y operacionales para las estaciones terrenas de aeronave que funcionen en la banda 14-14,5 GHz, puede ayudar a que las administraciones eviten que se produzca interferencia perjudicial y/o inadmisibles sobre otros servicios;

e) que las características técnicas y operacionales deben ser mensurables y controlables de forma continuada,

recomienda

1 que las administraciones utilicen los requisitos técnicos y operacionales¹ relativos a las estaciones terrenas de aeronave de las redes del SMAS que funcionan en la banda 14-14,5 GHz de los Anexos 1 y 2 como directrices para:

- el establecimiento de requisitos de conformidad de estaciones terrenas de aeronave;
- facilitar la explotación de estaciones terrenas de aeronave.

¹ Las características de las estaciones terrenas de aeronave típicas deben satisfacer los requisitos descritos en la presente Recomendación y, además, deben ser conformes a las publicadas inicialmente en la Circular Internacional de Información sobre Frecuencias (BR IFIC) relativas a la correspondiente red del SFS. Si dichas características no se ajustan a las de la publicación inicial, debe efectuarse la necesaria coordinación de dicha estación terrena de aeronave de conformidad con las actuales disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) y una Regla de Procedimiento modificada contenida en el § 2 de las Reglas de Procedimiento relativas al número 11.32 del RR, según el caso.

Anexo 1

Requisitos técnicos y operacionales de las estaciones terrenas de aeronave de las redes del SMAS en la banda de frecuencias 14-14,5 GHz (Tierra-espacio)

Parte A

Requisitos esenciales para la protección de redes del SFS

1 Las redes del SMAS deben coordinarse y explotarse de tal forma que los niveles de la p.i.r.e. agregada fuera del eje producida por todas las estaciones terrenas de aeronave de redes del SMAS que utilicen la misma frecuencia no superen los niveles de interferencia que hayan sido publicados y coordinados para las estaciones terrenas específicas y/o típicas pertenecientes a redes del SFS donde se utilizan transpondedores del SFS.

2 El diseño, coordinación y explotación de una estación terrena de aeronave debe tener en cuenta, por lo menos, los factores siguientes que pueden modificar los niveles de p.i.r.e. agregada fuera del eje producida por las estaciones terrenas de aeronave:

2.1 el apuntamiento incorrecto de las antenas de las estaciones terrenas de aeronave. Cuando es aplicable incluye, por lo menos, los efectos causados por la polarización y el retardo de sus sistemas de apuntamiento, los errores de seguimiento de sistemas de seguimiento en bucle cerrado, el alineamiento incorrecto entre las aperturas del transmisor y del receptor en el caso de sistemas que utilicen aperturas separadas, y el alineamiento incorrecto entre los sistemas alimentadores de transmisión y recepción en el caso de sistemas que utilicen aperturas combinadas;

2.2 las variaciones del diagrama de radiación de la antena de la estación terrena de aeronave. Cuando es aplicable incluye, por lo menos, los efectos causados por las tolerancias de fabricación, el envejecimiento de la antena y los efectos medioambientales. Las redes del SMAS que utilizan ciertos tipos de antenas de estación terrena de aeronave, tales como elementos radiantes en fase, deben tener en cuenta la variación del diagrama de radiación de la antena en función del ángulo de exploración (en elevación y acimut). Las redes que utilizan elementos radiantes en fase deben tener en cuenta el error de fase de los elementos, el error de amplitud y la tasa de fallos;

2.3 las variaciones de la p.i.r.e. de transmisión de la estación terrena de aeronave. Cuando es aplicable incluye, por lo menos, los efectos causados por errores de medición, errores de control y el retardo de los sistemas de control de potencia de bucle cerrado. Los centros de control y supervisión de la red (NCMC, *network control and monitoring centres*) que calculan la p.i.r.e. de las estaciones terrenas de aeronave sobre la base de la señal recibida, deben tener en cuenta, en dicho cálculo, las fuentes de error y el retardo. Los NCMC que calculan la p.i.r.e. de la estación terrena de aeronave sobre la base de la potencia de entrada, deben tener en cuenta los errores de medición y el retardo en la provisión de la información.

3 Las estaciones terrenas de aeronave que utilizan seguimiento en bucle cerrado de la señal del satélite deben utilizar un algoritmo resistente a la captura y seguimiento de señales de satélite adyacentes. La estación terrena de aeronave debe detener inmediatamente la transmisión cuando se detecte que ha tenido lugar o va a tener lugar un seguimiento por satélite no intencionado.

4 Las estaciones terrenas de aeronave deben estar sujetas a la supervisión y control por parte del NCMC o facilidad equivalente. Las estaciones terrenas de aeronave deben poder recibir desde el NCMC al menos las instrucciones «permitir transmisión» e «impedir transmisión». La estación terrena de aeronave debe detener de forma automática la transmisión inmediatamente después de

recibir la instrucción «cambio de parámetro», que pueda causar una interferencia perjudicial durante el cambio, hasta que reciba de su NCMC una instrucción «permitir transmisión». Además, el NCMC debe poder supervisar el funcionamiento de una estación terrena de aeronave para determinar si el mismo es anómalo.

5 Las estaciones terrenas de aeronave deben tener también facilidades para la autosupervisión, de forma que si se detecta un fallo que produzca interferencia perjudicial sobre redes del SFS, la estación terrena de aeronave debe silenciar automáticamente sus transmisiones.

Parte B

Requisitos esenciales para la protección del servicio fijo

Cuando una estación terrena de aeronave de una red de SMAS que funcione en la banda de frecuencias 14-14,5 GHz, utilizada por redes del servicio fijo, tenga visibilidad directa del territorio de una Administración que también utiliza dicha banda para el servicio fijo, debe limitar sus emisiones de forma que éstas produzcan sobre la superficie de la Tierra una dfp máxima que no supere los valores siguientes:

$$\begin{array}{llll} -132 + 0,5 \cdot \theta & \text{dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))} & \text{para} & \theta \leq 40^\circ \\ -112 & \text{dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))} & \text{para} & 40 < \theta \leq 90^\circ \end{array}$$

donde θ es el ángulo de llegada de la señal (grados sobre la horizontal).

NOTA 1 – Los límites anteriores se expresan en términos de dfp y del ángulo de llegada obtenidos en condiciones de propagación de espacio libre.

NOTA 2 – De la máscara de dfp arriba mencionada puede obtenerse una máscara de la p.i.r.e. utilizando el método que se recoge en el Anexo 2 a esta Recomendación. También puede hacerse una simplificación de la máscara de la p.i.r.e. resultante.

Parte C

Requisitos esenciales para la compartición con el SRA

Con el objetivo de proteger la radioastronomía en la banda 14,47-14,5 GHz, las estaciones terrenas del SMAS deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

Canales del SMAS en la banda 14,47-14,5 GHz

- Las estaciones del SMAS no transmitirán en la banda de 14,47-14,5 GHz cuando exista visibilidad directa con las estaciones de radioastronomía que funcionen en dicha banda;
- o,
- si un operador del SMAS desea explotar el servicio en la misma banda de frecuencia que una estación de radioastronomía con la que tenga visibilidad directa, es necesario un acuerdo específico con la estación de radioastronomía para garantizar que la estación terrena de aeronave del SMAS cumpla los requisitos dados en las Recomendaciones UIT-R RA.769 y UIT-R RA.1513 en la banda 14,47-14,5 GHz durante los tiempos de observación radioastronómica. Mientras sea factible, ello puede incluir proporcionar al operador del SMAS información por adelantado de los horarios de observación previstos.

Canales del SMAS en la banda 14-14,47 GHz

Todas las estaciones terrenas de aeronave que transmiten en canales de la banda 14-14,47 GHz, y que tengan visibilidad directa con estaciones de radioastronomía durante los periodos de observación de éstas, deben caracterizarse porque sus emisiones en la banda 14,47-14,5 GHz cumplan los niveles y porcentaje de pérdida de datos de las

Recomendaciones UIT-R RA.769 y UIT-R RA.1513. Los estudios realizados demuestran que los niveles siguientes de dfp de las estaciones terrenas de aeronave ($\text{dB}(\text{W}/(\text{m}^2 \cdot 150 \text{ kHz}))$) en la banda 14,47-14,5 GHz, son suficientes, con un cierto margen, para cumplir los niveles de dfp de radioastronomía de la Recomendación UIT-R RA.769 y el porcentaje de pérdida de datos dado en la Recomendación UIT-R RA.1513, es decir:

$$\begin{array}{lll} -190 + 0,5 \cdot \theta & (\text{dB}(\text{W}/(\text{m}^2 \cdot 150 \text{ kHz}))) & \text{para } \theta \leq 10^\circ \\ -185 & (\text{dB}(\text{W}/(\text{m}^2 \cdot 150 \text{ kHz}))) & \text{para } 10^\circ < \theta \leq 90^\circ \end{array}$$

donde θ es el ángulo de llegada de la señal (grados sobre la horizontal).

Los operadores del SMAS pueden conseguir dichos niveles de dfp en la banda 14,47-14,5 GHz utilizando una combinación de reducción de potencia de la señal de la estación terrena de aeronave, precisión en el filtrado, mantenimiento de una separación adecuada o mejores características de la antena de la estación terrena de aeronave.

Parte D

Requisitos esenciales para la compartición con el servicio de investigación espacial

Deben desarrollarse acuerdos de coordinación entre el SMAS y los sistemas de investigación espacial para controlar los niveles de emisión de las estaciones terrenas de aeronave en la banda de frecuencia utilizada por los sistemas de investigación espacial que, en casos severos, puede exigir el cese de las emisiones de las estaciones terrenas de aeronave en las frecuencias utilizadas por los sistemas de investigación espacial cuando aquéllas operen en las cercanías de una estación terrena de investigación espacial. Las características específicas de cada acuerdo dependerán de las características de cada emplazamiento del sistema de investigación espacial y de las redes del SMAS.

Anexo 2

Obtención de una máscara de la p.i.r.e. en el hemisferio inferior a partir de la máscara de la dfp

En las pruebas realizadas para determinar si un equipo del SMAS cumple una determinada máscara de dfp, tal como la descrita en la Parte B del Anexo 1, puede resultar útil disponer de una máscara de p.i.r.e. equivalente que puede utilizarse con fines de prueba.

La máscara de la dfp, $\text{dfp}(\theta)$, donde θ es el ángulo de llegada (ángulo de elevación) en la superficie de la Tierra, puede utilizarse para determinar matemáticamente una máscara de la p.i.r.e., $\text{p.i.r.e.}(\gamma, H)$, donde γ es el ángulo por debajo del plano horizontal local y H es la altura de la aeronave. Esta conversión se realiza en dos pasos. Primero, γ se convierte en un ángulo de llegada equivalente, θ . Después, se determina la longitud del trayecto de propagación para el ángulo de llegada θ y ésta se utiliza para calcular la pérdida de dispersión del trayecto y la p.i.r.e. resultante.

Paso 1: Cálculo del ángulo de llegada en grados, θ , a partir de γ y H :

$$\theta = \arccos((R_e + H) \cos(\gamma)/R_e)$$

donde:

θ : ángulo de llegada

R_e : radio de la Tierra (6 378 km)

H : altura de la aeronave (km)

γ : ángulo por debajo de la horizontal.

NOTA 1 – Si el argumento de la función arccos es mayor que 1, el trayecto de propagación en la dirección del ángulo γ no cruza la Tierra. En este caso, que ocurre para valores de γ de aproximadamente $3,5^\circ$ o menos, no existe un valor para θ , y por lo tanto, no existe un valor definido para la máscara de dfp.

Paso 2: Cálculo del valor de la p.i.r.e. a partir del valor definido de dfp(θ):

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

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

donde:

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

dfp(θ): (dB(W/(m² · MHz)))

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

El gráfico de la Fig. 1 muestra esta función para varias alturas de la aeronave en base a la máscara de dfp que se proporciona en la Parte B del Anexo 1 a esta Recomendación.

FIGURA 1

Máscara de la p.i.r.e. obtenida a partir de la máscara de la dfp



