|  |  |
| --- | --- |
| **Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (CMR-19) Sharm el-Sheikh (Egipto), 28 de octubre – 22 de noviembre de 2019** | **logo_S_** |
|  |  |
|  |  |
| SESIÓN PLENARIA | **Addéndum 5 al Documento 75-S** |
|  | **28 de octubre de 2019** |
|  | **Original: inglés** |
|  | |
| Samoa (Estado Independiente de) | |
| Propuestas para los trabajos de la Conferencia | |
|  | |
| Punto 1.5 del orden del día | |

1.5 considerar la utilización de las bandas de frecuencias 17,7-19,7 GHz (espacio‑Tierra) y 27,5‑29,5 GHz (Tierra‑espacio) utilizadas por estaciones terrenas en movimiento que se comunican con estaciones espaciales geoestacionarias en el servicio fijo por satélite, y tomar las medidas oportunas, de conformidad con la Resolución **158 (CMR-15)**;

Propuestas

Esta propuesta se presenta como respuesta al Documento 61 (Addéndum 5) en lo que respecta a las ETEM aeronáuticas y la protección de los servicios terrenales contra la interferencia inaceptable. En este documento se muestra que, cuando se incluyen las pérdidas atmosféricas y los diagramas de antena de las ETEM aeronáuticas (ETEM-A) típicas, en la mayoría de los casos la dfp resultante se ajusta a las diversas máscaras de dfp propuestas. Se dan escasas excepciones en hipótesis de funcionamiento a muy baja altitud, cuando las aeronaves con ETEM aeronáuticas están aterrizando o despegando. En tales casos, las cortas distancias de separación necesarias suelen entrar dentro de los límites de las fronteras nacionales, necesitándose de cualquier manera la autorización de la administración.

Por consiguiente, se propone que no se exija un límite de altitud.

Resultados del examen

El Documento 61 (Addéndum 5) no se detalla adecuadamente cómo las ETEM-A se ajustarán a la máscara de dfp. En ese estudio:

a) no se incluye la influencia de las pérdidas atmosféricas, que son un factor clave a la hora de calcular la dfp en una estación terrenal. Al no haberse incluido esas pérdidas, el resultado sobreestima notablemente el nivel de dfp real en la estación terrenal.

b) no se emplean los diagramas de densidad de p.i.r.e. fuera del eje de las ETEM-A medidos (incluidos en los APN Informes del GT 4A), sino que se utiliza el límite de densidad de p.i.r.e. fuera del eje de la Recomendación UIT-R S.524-9. En algunos casos estos provocan una importante sobreestimación de la densidad de p.i.r.e. fuera del eje en dirección de la estación terrenal.

c) no se utilizan los ángulos de elevación operativos típicos de las ETEM-A. la utilización de ángulos de elevación iguales o inferiores a 20 grados induce a sobreestimar la densidad de p.i.r.e. fuera del eje en dirección de la estación terrenal.

d) no se utiliza la geometría adecuada para calcular el ángulo de incidencia de la dfp en la estación terrenal. Si no se utiliza la geometría adecuada, se sobreestima la densidad de p.i.r.e. fuera del eje en dirección de la estación terrenal.

En esta propuesta se considera que, a medida que la ETEM-A se mueve por su zona de servicio, la altitud mínima a la que puede funcionar una ETEM-A, ajustándose a los límites de dfp, varía notablemente debido a la variación, entre otros, de los parámetros citados. Los elementos citados en los puntos a) a d) anteriores contribuyen, cada uno de ellos, a elevar el valor supuesto de la dfp calculada; reunidos, hacen que los niveles de dfp calculados sean efectivamente más elevados y superen todo supuesto realista del caso más desfavorable, sin reflejar los parámetros o el funcionamiento reales de las ETEM-A. El punto e) anterior sugiere que la adopción de un límite de altitud basado en el análisis más desfavorable restringiría drásticamente el funcionamiento de las ETEM-A, lo que no se justifica. Basta con un límite de dfp para proteger los servicios terrenales que utilizan la misma frecuencia.

En el Documento 61 (Addéndum 5) se presentan cuatro casos con cinco permutaciones cada uno. En los casos 1 a 4 se suponen ángulos de elevación de ETEM-A de 20, 15, 10 y 5 grados hacia el satélite SFS OSG receptor, respectivamente. En las permutaciones de cada caso se consideran cinco altitudes operativas y distancias con respecto a la estación terrenal diferentes. Las altitudes van de 8 715 m a 872 m y las correspondientes distancias oscilan entre 100 000 m y 10 000 m. En todos los casos se sume un ángulo de incidencia de la emisión de las ETEM-A de 5 grados sobre el horizonte.

En los cálculos no se aplica la atenuación atmosférica. Sin embargo, en el Documento 61 (Addéndum 5) se reconoce, en la conclusión del análisis, que, de tenerse en cuenta las características de la atenuación atmosférica, la dfp de las ETEM-A en realidad se ajustaría a la máscara de dfp de la Opción 1 y la máscara de dfp de la Opción 2. Esta omisión es muy importante.

En la UIT la atenuación atmosférica se considera un componente importante del cálculo de la dfp. Todo resultado de dfp que se obtenga sin tener en cuenta atenuación atmosférica de conformidad con las Recomendaciones UIT-R, sobre todo en bandas de ondas milimétricas como es la banda 27,5-29,5 GHz, tiene un valor limitado o carece de él.

Como se muestra a continuación, una vez integrada en el cálculo la atenuación atmosférica coherente con las Recomendaciones UIT-R (incluida la Recomendación UIT-R P.676 sobre propagación) y realizados los ajustes necesarios del ángulo de incidencia y el ángulo bajo el horizonte, la capacidad de las ETEM para ajustarse a las diversas máscaras propuestas, a saber, las máscaras de dfp de la Opción 1 y la Opción 2, así como la máscara de dfp de la IAP CITEL (Documento 11, Addéndum 5) (en adelante, «máscara IAP CITEL»), aumenta considerablemente. Cabe señalar que la medida en que pueda respetarse una máscara concreta dependerá de las características de la máscara y variará en función de las características del terminal ETEM y de su ubicación en cada momento.

Cuando se utilizan los diagramas de antena de ETEM-A reales, las ETEM-A pueden ajustarse a los límites de dfp a baja altitud. Del mismo modo, los ángulos de elevación típicos son mayores que los considerados en el Documento 61 (Addéndum 5), lo que también aumenta la capacidad de respetar las máscaras de dfp. A continuación se presentan algunos ejemplos.

Además, las ETEM-A no siempre funcionan a la máxima densidad de potencia de transmisión. En realidad, los operadores de red ETEM realizan diversos ajustes para optimizar la calidad de funcionamiento de la red ETEM, y la reducción de la densidad de potencia de transmisión para garantizar el cumplimiento de la máscara de dfp a baja altitud es uno de ellos.

En cuanto a los demás factores, la utilización de un valor de 5 grados para el ángulo de incidencia no se ajusta a la altitud y la distancia indicadas en las permutaciones en cuestión. Aparentemente, en el Documento 61 (Addéndum 5) no se utiliza el método de la Recomendación UIT-R M.1643 para calcular el ángulo de incidencia. En la recomendación UIT-R M.1643 puede encontrarse un método para calcular el ángulo por debajo del horizonte con respecto a la estación terrena en aeronave (𝛾) y el ángulo de incidencia sobre el horizonte en la estación en tierra (𝜃). Utilizando el método de M.1643, no se obtiene el mismo resultado para 𝛾 y 𝜃 en ninguno de los casos presentados en el Documento 61 (Addéndum 5). La fórmula utilizada en la Figura 1 del Documento 61 (Addéndum 5) supone que el ángulo de incidencia de la dfp de la ETEM-A en tierra y el ángulo de salida por debajo del horizonte de la ETEM-A hacia el suelo son idénticos; pero eso no es así con las ETEM-A y tal supuesto sin fundamento da como resultado un valor incorrecto tanto para 𝛾 como para 𝜃 (𝜃 se da como 𝛿 en la Figura 1 del Documento 61 (Addéndum 5)). Por consiguiente, en el Documento 61 (Addéndum 5) se sobreestima la densidad de p.i.r.e. calculada en cerca de una décima de dB. Asimismo, al haberse calculado erróneamente el ángulo de incidencia, también se obtiene un error en el límite de dfp de la Opción 2 aplicable como un valor fijo de   
–118,1 dB(W/(m2\*MHz)) para cada permutación, cuando el límite de dfp de la Opción 2 real calculado oscila entre –118,8 y –118,3 dB(W/(m2\*MHz)). En los ejemplos se obtienen unas diferencias de entre –0,7 y –0,3 dB, pero, en comparación con la Recomendación UIT-R M.1643, la metodología utilizada en el Documento 61 (Addéndum 5) podría generar errores de cálculo mayores con otras combinaciones de altitud y distancia.

Partiendo de los supuestos iniciales del Documento 61 (Addéndum 5), a continuación se presenta un análisis paso a paso del efecto que tiene incluir los factores y matices adicionales expuestos para el cumplimiento de las máscaras de dfp de la Opción 1, la Opción 2 e IAP CITEL, sin necesidad de limitar la altitud o el ángulo de elevación.

\* \* \* \* \*

En el siguiente cuadro se indican, para un emplazamiento típico en Asia, las pérdidas atmosféricas calculadas con la Recomendación UIT-R P.626 para las cinco permutaciones de altitud y distancia del Documento 61 (Addéndum 5).

Cuadro 1

Pérdidas atmosféricas para las permutaciones 1-5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Perm-1 | Perm-2 | Perm-3 | Perm-4 | Perm-5 |
| Distancia (m) | 100 000 | 68 850 | 50 000 | 40 000 | 10 000 |
| Altitud (m) | 8 715 | 6 000 | 4 358 | 3 486 | 872 |
| Atmosférica (dB) | 30,6 | 20,9 | 15,1 | 12,1 | 2,9 |

Previa adición de las pérdidas de atenuación y de otras correcciones necesarias del ángulo de incidencia y el ángulo por debajo del horizonte, en el Cuadro 2 se muestra la dfp resultante para un ángulo de elevación de ETEM-A de 20 grados para cada una de las cinco permutaciones, y se compara el resultado con las máscaras de dfp de la Opción 1, la Opción 2 e IAP CITEL.

Cuadro 2

dfp revisada para un ángulo de elevación de ETEM-A de 20 grados y las permutaciones 1-5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Perm-1 | Perm-2 | Perm-3 | Perm-4 | Perm-5 |
| dfp (dB(W/(m2\*MHz))) | –145,26 | –132,28 | –123,69 | –118,69 | –97,45 |
| Límite de dfp de la Opción 1 | –113,78 | –113,47 | –113,30 | –113,23 | –113,01 |
| Margen (dB) | 31,48 | 18,81 | 10,39 | 5,47 | –15,56 |
| Límite de dfp de la Opción 2 | –118,79 | –118,57 | –118,46 | –118,41 | –118,25 |
| Margen (dB) | 26,47 | 13,71 | 5,23 | 0,29 | –20,80 |
| Límite de dfp CITEL | –115,87 | –115,63 | –115,50 | –115,45 | –115,28 |
| Margen (dB) | 29,39 | 16,65 | 8,19 | 3,25 | –17,83 |

Los ángulos de elevación de las estaciones terrenas son una función de la latitud y la diferencia en longitud entre la estación terrena y el satélite objetivo. Las estaciones terrenas suelen comunicar con un satélite a ±40 grados de su longitud. En las latitudes medias, los ángulos de elevación suelen ser muy superiores a 50 grados y en latitudes más altas el ángulo de elevación suele ser de 35 grados.

Las ETEM-A utilizan muchos tipos de antenas diferentes, algunos de los cuales permiten a la ETEM-A mantener sus emisiones muy por debajo del límite de densidad de p.i.r.e. fuera del eje de la Recomendación UIT-R S.524-9. Se muestra a continuación una copia del ejemplo de diagrama de antena de la Figura H-A1 del Anexo al anteproyecto de nuevo Informe UIT-R S.[ESIM-MS]. Cuando se utiliza una antena así, puede verse que la densidad de p.i.r.e. real en los diversos ángulos theta está muy por debajo de los límites de la máscara de la Recomendación UIT-R S.524-9.



Figura H-A1

**Diagrama de densidad de p.i.r.e. fuera del eje de una antena ETEM-A de 78 cm**

LEYENDA

1 diagrama de densidad de p.i.r.e.

2 densidad de p.i.r.e.

\* \* \* \* \*

Opiniones y propuestas

La exclusión de la atenuación atmosférica del estudio del Documento 61 (Addéndum 5) tiene graves consecuencias sobre el resultado del estudio. De haberse tenido en cuenta las pérdidas atmosféricas y la capacidad de los operadores de ETEM-A para ajustar la densidad de potencia de transmisión, se habría llegado a conclusiones diferentes. Concretamente, como se muestra *supra*, en casi todos los casos los operadores de ETEM-A pueden ajustarse a las distintas máscaras de dfp propuestas (Opción 1, Opción 2 e IAP CITEL). Las ETEM-A que utilicen antenas con mayor rendimiento también podrán ajustarse a los límites de dfp, incluso a baja altitud y con distancias de separación con respecto a las estaciones terrenas más cortas. Cuando una ETEM-A no pueda respetar los límites de dfp, el operador de la ETEM-A deberá respetar los límites de dfp inhibiendo las transmisiones cofrecuencia a fin de garantizar la compatibilidad con los servicios terrenales en la misma frecuencia.

Lo más importante es que, como se puede ver en los cálculos presentados en este documento, los ajustes de altitud a que deben proceder las ETEM-A para ajustarse a los límites de dfp dependen de varios factores y varían constantemente con el desplazamiento de la aeronave. Por consiguiente, fijar un límite mínimo de altitud para las ETEM-A sobre la base de un conjunto de parámetros del caso más desfavorable irrealistas restringiría considerablemente las ETEM-A y redundaría en un uso ineficaz de los recursos de espectro. Además, tal restricción es completamente innecesaria, pues basta una máscara de dfp para proteger totalmente los servicios terrenales. Cabe señalar que la altitud a la que una ETEM-A puede funcionar estará limitada por las medidas adoptadas para cumplir con la máscara de dfp.

Por tales motivos, en esta contribución nos pronunciamos a favor de la adopción de una máscara de dfp (como la máscara de la Opción 1 que se propone en el Documento 95, propuesta conjunta de Samoa y Vanuatu para el punto 1.5 del orden del día) y proponemos que la Conferencia decida que el Documento 61 (Addéndum 5) carece de fundamento para limitar la altitud y los ángulos de elevación de las ETEM-A que se sugieren en la propuesta conjunta del Documento 65.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_