

RECOMENDACIÓN UIT-R SA.1396*

**CRITERIOS DE PROTECCIÓN PARA EL SERVICIO DE INVESTIGACIÓN ESPACIAL
EN LAS BANDAS DE FRECUENCIAS 37-38 GHz Y 40-40,5 GHz**

(Cuestión UIT-R 211/7)

(1999)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que los criterios encaminados a limitar la interferencia de los enlaces de telecomunicaciones destinados a la investigación espacial están determinados por las consideraciones técnicas que se describen en el Anexo 1;
- b) que para numerosas misiones de investigación espacial se necesitan comunicaciones bidireccionales, y que ese tipo de comunicaciones es indispensable para las misiones con tripulación;
- c) que se pondrán en funcionamiento sistemas de investigación espacial en las bandas de frecuencias 37-38 GHz y 40-40,5 GHz;
- d) que dichos sistemas prestarán servicio, entre otras cosas, a las misiones lunares e interplanetarias tripuladas y no tripuladas y a las misiones de interferometría espacial con línea de base muy larga (S-VLBI – space very long baseline interferometry) que necesiten una anchura de banda que no se pueda proporcionar en las bandas de frecuencias más bajas atribuidas al servicio de investigación espacial;
- e) que las estaciones espaciales lunares e interplanetarias planificadas para estas bandas pasarán una parte o la totalidad de su vida útil dentro del límite del espacio lejano, que la UIT fijó en 2×10^6 km a partir de la Tierra y que, por lo tanto, no se les puede dar cabida en otras bandas del servicio de investigación espacial restringidas al espacio lejano;
- f) que en la banda de frecuencias 37-38 GHz la temperatura de ruido global de funcionamiento de las estaciones terrenas puede ser muy baja, hasta de 60 K (equivalente a -211 dB(W/Hz));
- g) que en la banda de frecuencias 40-40,5 GHz la temperatura de ruido global de funcionamiento de las estaciones espaciales puede ser muy baja, hasta de 200 K (equivalente a -193 dB(W/20 Hz));
- h) que los márgenes de los enlaces espacio-Tierra son reducidos, por lo general entre 2 y 4 dB;
- j) que los márgenes de los enlaces Tierra-espacio por lo general se hallan entre 6 y 9 dB;
- k) que un aumento de 1 dB en el ruido global del sistema a causa de la interferencia se considera perjudicial para el enlace espacio-Tierra;
- l) que un aumento de 3 dB en el ruido global del sistema a causa de la interferencia se considera perjudicial para el enlace Tierra-espacio;
- m) que una relación ruido/interferencia de unos 6 dB tiene como resultado un aumento de 1 dB en el ruido global de funcionamiento del sistema;
- n) que una relación ruido/interferencia de 0 dB aproximadamente tiene como resultado un aumento de 3 dB en el ruido global de funcionamiento del sistema;
- o) que, para reducir al mínimo la interferencia, se aplican disposiciones de orden técnico y/o reglamentario que limitan el aumento de la potencia del vehículo espacial;
- p) que en las Recomendaciones UIT-R SA.609, UIT-R SA.1157 y UIT-R SA.1015 se estipulan los criterios de protección y los requisitos de anchura de banda para la investigación espacial,

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de las Comisiones de Estudio 4 y 9 de Radiocomunicaciones.

observando

a) las dificultades que probablemente planteará la compartición de frecuencias entre las estaciones del servicio de investigación espacial y ciertos tipos de estaciones en otros servicios,

recomienda

1 que se establezcan los siguientes criterios de protección (véase la Nota 1) para las estaciones terrenas en el servicio de investigación espacial:

1.1 -217 dB(W/Hz) en los terminales de entrada del receptor, en la banda de frecuencias 37-38 GHz;

1.2 que el cálculo de la interferencia a una estación terrena de investigación espacial debido a los efectos de la atmósfera y las precipitaciones debe basarse en las estadísticas meteorológicas durante el 0,001% del tiempo en el caso de las misiones tripuladas y durante el 0,1% del tiempo en el caso de las misiones no tripuladas;

2 que se establezcan los siguientes criterios de protección (véase la Nota 1) para las estaciones espaciales de investigación espacial: -193 dB(W/20 Hz) en los terminales de entrada del receptor, durante el 0,1% del tiempo para los vehículos espaciales tripulados y no tripulados, en la banda de frecuencias 40-40,5 GHz.

NOTA 1 – La finalidad de estos criterios es proteger contra la interferencia imprevista a operaciones específicas durante misiones de importancia crítica en el servicio de investigación espacial. Se podrían aceptar, considerándolos caso por caso, niveles que rebasen estos criterios de protección.

ANEXO 1

Criterios de protección relativos a los sistemas de investigación espacial en las bandas de frecuencias 37-38 GHz y 40-40,5 GHz

1 Introducción

En las bandas de frecuencias 37-38 GHz y 40-40,5 GHz atribuidas a título primario al servicio de investigación espacial en todo el mundo se pondrán en funcionamiento estaciones lunares, interplanetarias y de otro tipo. Estos sistemas se utilizarán, entre otras cosas, para la transmisión digital de datos de telemetría, vocales y vídeo a alta velocidad entre la Tierra y otros planetas como la Luna y Marte, para soportar la exploración tripulada. La banda de frecuencias 37-38 GHz se utilizará además para transferir datos a alta velocidad desde una estación S-VLBI en órbita terrestre. La transferencia digital de datos permitirá realizar operaciones tales como la gestión de información, para garantizar la seguridad de las misiones de exploración humana, la coordinación y la determinación del estado de las actividades planificadas, la actualización de ficheros de datos, y la retransmisión de datos científicos. Se utilizarán velocidades de datos del orden de los 100 Mbit/s desde distancias planetarias, 500 Mbit/s desde distancia lunar y 1 000 Mbit/s desde una estación S-VLBI hacia la Tierra.

2 Criterios de protección

En un enlace de comunicaciones, la relación permisible interferencia/ruido del sistema puede determinarse mediante la porción de margen de diseño atribuida a la interferencia externa. En los enlaces espacio-Tierra, el incentivo es minimizar los márgenes de enlace con miras a ahorrar peso y potencia, cumplir con los límites de las emisiones, y hacer economías. En general, para tener en cuenta los efectos de unas condiciones no ideales por todas las causas posibles, los márgenes de diseño del enlace se hallan en la gama de 2 dB a 4 dB.

Considerando estos bajos márgenes de enlace, la interferencia puede resultar perjudicial para una estación terrena característica del servicio de investigación espacial si la calidad de funcionamiento del enlace disminuye en más de 1 dB. Esto corresponde a una relación requerida de densidad espectral de ruido del sistema/densidad espectral de interferencia (N/I) de aproximadamente 6 dB.

Teniendo en cuenta que, en el caso de los enlaces Tierra-espacio los márgenes son superiores, la interferencia puede ser perjudicial para una estación espacial característica del servicio de investigación espacial si la calidad de funcionamiento del enlace se degrada en más de 3 dB. Esto corresponde a una relación requerida N/I de aproximadamente 0 dB.

2.1 Anchura de banda de referencia

La anchura de banda de referencia en la cual se debe especificar el nivel de protección depende de la anchura de banda más pequeña que sea probable utilizar. En el caso de los receptores de estación terrena, los bucles con enganche de fase pueden emplear anchuras de banda muy bajas, hasta de 1 Hz. La anchura de banda de detección de las estaciones espaciales por lo general es mayor (20 Hz o más) debido a la necesidad de adquisición rápida y automática de señales procedentes de la Tierra.

Así pues, se recomiendan los siguientes valores para las anchuras de banda de referencia de los receptores de investigación espacial:

- receptores Tierra-estación: 1 Hz;
- receptores espacio-estación: 20 Hz.

2.2 Porcentaje de tiempo de referencia

Al considerar la interferencia a las estaciones terrenas de investigación espacial, cabe prever cierta interferencia esporádica procedente de fuentes industriales debido a la propagación transhorizonte, la fluctuación de las condiciones meteorológicas, y los cambios de ganancia en el enlace entre la estación interferente y la estación receptora, debido al movimiento relativo de las antenas, etc. Por lo tanto, cualquier criterio de interferencia que se establezca debe ser suficientemente estricto como para reducir al mínimo la posibilidad de este tipo de interferencia.

Por otro lado, dado que por lo general los datos de propagación se presentan en forma de un porcentaje de tiempo que en determinadas condiciones se rebasa, es necesario relacionar la duración de las interrupciones con los datos de propagación. En el caso de las misiones espaciales tripuladas, una pérdida de comunicación de más de 5 min durante periodos críticos podría afectar gravemente la misión. Sin embargo, habitualmente las condiciones de propagación son tales que la pérdida de transmisión más breve entre dos estaciones dura mucho más de 5 min. Por lo tanto, para ofrecer una protección que impida la interferencia durante más de 5 min por día, es necesario considerar no solamente la hora más desfavorable del año, sino también los 5 min más desfavorables de esa hora, lo que corresponde aproximadamente al 0,001% del tiempo. En el caso de las misiones no tripuladas, en las cuales no es necesario contemplar la seguridad de la vida humana, el porcentaje de tiempo de referencia es de 0,1%.

2.3 Niveles de protección requeridos

2.3.1 Receptores de estación terrena

En la zona de 37-38 GHz, la temperatura de ruido total de las estaciones terrenas receptoras puede ser muy baja, hasta de 60 K. Esa temperatura de ruido total varía en función del ángulo de elevación de la antena, las condiciones meteorológicas y otros factores. Por lo tanto, sobre la base de la relación N/I de 6 dB establecida, y a una temperatura de ruido del receptor de 60 K, para proteger a las estaciones terrenas los criterios más adecuados son los que se indican a continuación:

En la gama de frecuencias 37-38 GHz, puede haber interferencia perjudicial si el tiempo total durante el cual la densidad de potencia de la interferencia con características de ruido, o la potencia total de la interferencia del tipo de onda continua en una sola banda o en todos los conjuntos de bandas de 1 Hz es superior a -217 dB(W/Hz) en los terminales de entrada del receptor de la estación terrena durante un periodo superior al 0,001% del tiempo en el caso de las misiones tripuladas y el 0,1% en el caso de todas las otras misiones de investigación espacial.

2.3.2 Receptores de estación espacial

Por lo general la temperatura de ruido total de un receptor de estación espacial a 40 GHz es de 200 K cuando se mide el ruido de fondo del espacio frío. Sobre la base de la relación N/I de 0 dB establecida, para proteger a las estaciones espaciales los siguientes criterios son los más adecuados:

En la gama de frecuencias 40-40,5 GHz, puede haber interferencia perjudicial si la densidad de potencia de la interferencia con características de ruido o la potencia total de la interferencia del tipo de onda continua en una sola banda o en todos los conjuntos de bandas de 20 Hz es superior a -193 dB(W/20 Hz) en los terminales de entrada del receptor de la estación espacial.

Debido al movimiento del vehículo espacial en órbita baja, que puede ser susceptible de este nivel de interferencia, el periodo de tiempo de exposición a la interferencia está limitado al 0,1%, tanto en el caso de las misiones tripuladas como no tripuladas.
