|  |  |
| --- | --- |
| **Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (CMR-19) Sharm el-Sheikh (Egipto), 28 de octubre – 22 de noviembre de 2019** | **logo_S_** |
|  |  |
|  |  |
| SESIÓN PLENARIA | **Documento 77-S** |
|  | **7 de octubre de 2019** |
|  | **Original: inglés** |
|  | |
| China (República Popular de)/Federación de Rusia/Papua Nueva Guinea | |
| Propuestas para los trabajos de la Conferencia | |
|  | |
| Punto 9.1(9.1.1) del orden del día | |

9 examinar y aprobar el Informe del Director de la Oficina de Radiocomunicaciones, de conformidad con el Artículo 7 del Convenio:

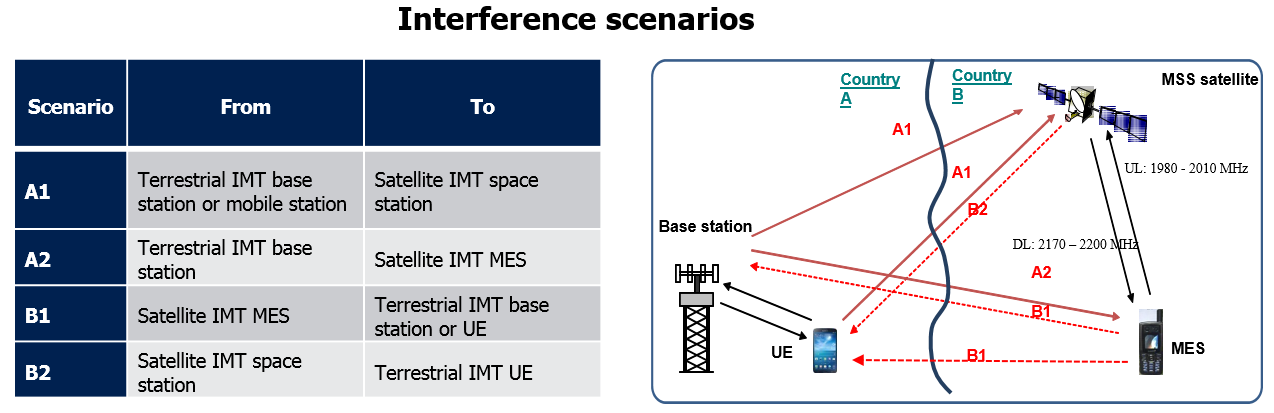
9.1 sobre las actividades del Sector de Radiocomunicaciones desde la CMR‑15;

9.1 (9.1.1) [Resolución **212 (Rev.CMR-15)**](#RES_212) – Introducción de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT) en las bandas de frecuencias 1 885-2 025 MHz y 2 110-2 200 MHz

# 1 Introduction

Los estudios del UIT-R llevados a cabo en virtud del tema 1.9.1 del punto 1.9 del orden del día han sido responsabilidad de los Grupos de Trabajo 4C y 5D. Aunque los dos grupos de trabajo no han conseguido finalizar el Informe UIT-R planificado, que incluye los estudios técnicos, antes de la CMR-19, los diferentes estudios dan una indicación clara y coherente de los casos de interferencia para cada uno de los escenarios considerados. El documento en el que han trabajado ambos grupos de trabajo consta actualmente de unas 430 páginas y resulta difícil para personas que no hayan estado implicadas directamente en los estudios citarlo con facilidad. Por este motivo, el presente documento ofrece un resumen de los principales resultados de los estudios de interferencia.

Se han considerado cuatro escenarios de interferencia para este punto del orden del día y la figura siguiente muestra un ejemplo del despliegue de un sistema IMT terrenal y otro IMT de satélite en dos países diferentes, que no forzosamente tienen una frontera común.



Leyenda:

Escenarios de interferencia

Escenario de a

A1 Estación base IMT terrenal Estación espacial IMT de satélite

o estación móvil

A2 Estación base IMT terrenal ETM IMT de satélite

B1 ETM IMT de satélite Estación base o EU IMT terrenal

B2 Estación espacial IMT de satélite EU IMT terrenal

País A, País B, Satélite del SMS

Estación base; EU; ETM

Cuadro 1: Escenarios considerados y casos de interferencia

|  |  |
| --- | --- |
| Escenario | Interferencia/Comentario |
| **A1** | Rebasamiento de hasta 52,2 dB – no abordado actualmente en el RR. |
| **A2** | Los problemas de interferencia se pueden resolver mediante las disposiciones transfronterizas existentes en el RR. |
| **B1** | Los problemas de interferencia se pueden resolver mediante la coordinación transfronteriza actual con modificaciones en disposiciones del RR (véase el Anexo C). |
| **B2** | Los problemas de interferencia se pueden resolver incluyendo un nuevo umbral de coordinación para la dfp. |

El Cuadro 1 resume los cuatro escenarios estudiados, los casos de interferencia correspondientes y cómo se podría resolver el problema de interferencia (salvo para el escenario A1). El presente documento se centra en el escenario A1 (es decir, interferencia producida por estaciones base de las IMT terrenales en receptores de satélites IMT en la banda de frecuencias 1 980-2 010 MHz), que constituye el escenario más desfavorable abordado en virtud de este punto del orden del día, puesto que niveles muy altos de interferencia impedirían el uso de la banda por el SMS.

# 2 Los estudios técnicos muestran interferencias provenientes de las estaciones base del servicio móvil

Un sencillo análisis de la interferencia producida por una única estación base IMT como el del Cuadro 2 muestra que la interferencia excederá el criterio de protección de la *I/N* del SMS.

Cuadro 2: Interferencia de una única estación base IMT en diferentes sistemas de satélites

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Fuente interferente | Tipo de satélite | Nivel de rebasamiento (dB) |
| Una estación base IMT | LEO | 10,2 |
| MEO | 7,0 |
| HEO | 11,8 |
| GEO | 20,7 |

El Anexo A presenta información detallada del cálculo de los resultados del Cuadro 2.

Es evidente que la interferencia combinada por otras estaciones base IMT rebasará con mucho el criterio de protección. El Cuadro 3 resume los resultados de los análisis de interferencia llevados a cabo en los estudios en virtud de este punto del orden del día, en los que se han utilizado los parámetros e hipótesis incluidas en la Recomendación UIT-R M.2101y en el Informe M.2292.

Cuadro 3: Interferencia combinada de estaciones base IMT sobre diferentes sistemas de satélite

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Fuente interferente | Tipo de satélite | Nivel de rebasamiento (dB) |
| Múltiples estaciones base IMT | LEO | 39,5 |
| MEO | 37,2 |
| HEO | 48,0 |
| GEO | 52,2 |

No se han identificado medidas de reducción efectivas que puedan eliminar la interferencia mediante coordinación cuando se excede el criterio de protección de los sistemas del SMS por un margen tan elevado. Se puede producir una interferencia excesiva si los países que utilizan las componentes terrenal y de satélite comparten una frontera común y también cuando están separados por miles de kilómetros.

La interferencia producida por los EU combinados en el SMS (p.i.r.e. máxima de los EU de 20 dBm/5 MHz) resulta inofensiva.

# 3 La interferencia producida por estaciones base IMT es real – como se demuestra en casos de interferencia concretos

Un operador del SMS ha llevado a cabo mediciones de interferencia utilizando un satélite MEO en órbita que funciona en las bandas de frecuencias de 2 GHz del SMS. El Cuadro 4 muestra un resumen de los niveles de interferencia medidos.

Cuadro 4: Niveles de interferencia medidos por un satélite MEO en órbita

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ubicación del haz | Distancia al despliegue de las IMT (km) | Nivel de rebasamiento (dB) |
| México | 200 km | 36,0 |
| África Occidental | 6 000 km | 20,7 |
| Reino Unido | 5 000 km | 23,6 |
| Papua Nueva Guinea | 10 000 km | 26,7 |

Como indica el Cuadro 4, la interferencia combinada proveniente del despliegue real de la componente terrenal de las IMT supera el criterio de protección de interferencia en varios órdenes de magnitud para los haces puntuales elegidos, que en conjunto cubren gran parte de la superficie de la Tierra. El Anexo B proporciona información adicional sobre mediciones del espectro.

En un caso diferente, se ha informado a la BR de la UIT de una interferencia a un satélite del SMS del Reino Unido notificado, que funciona en la banda de frecuencias 1 980-2 010 MHz, de conformidad con los procedimientos del Artículo 15 del RR.

# 4 Posibles medidas para garantizar la coexistencia entre las estaciones base de las IMT y los satélites de las IMT

Una medida para garantizar la coexistencia entre las estaciones base IMT y los satélites IMT consiste en fijar un límite para la p.i.r.e. en las estaciones base del servicio móvil que funcionan en la banda de frecuencias 1 980-2 010 MHz. Una medida alternativa de funconamiento (en lugar del límite de la p.i.r.e. anterior) que garantiza la coexistencia sería utilizar una disposición de frecuencias que utilice la banda 1 980-2 010 MHz para la transmisión de los EU y la banda 2 170-2 200 MHz para las transmisiones de la estación base.

La Recomendación UIT-R M.1036-5 incluye varias disposiciones de frecuencias recomendadas, entre ellas la «B6» y la «B7». La disposición «B6» sería una disposición complementaria natural para aquellas administraciones que ya han implantado las IMT en las bandas 1 920-1 980 MHz y 2 110-2 170 MHz con la disposición de frecuencias «B1»[[1]](#footnote-1).

# 5 Conclusión

Los estudios del UIT-R han demostrado que los satélites de las IMT reciben niveles muy elevados de interferencia cuando la banda de frecuencias 1 980-2 010 MHz es utilizada por transmisores de las estaciones base de las IMT terrenales. El muy elevado nivel de interferencia plantea un problema existencial para los receptores de satélite en la banda 1 980-2 010 MHz cuando esta banda es utilizada por las IMT terrenales y de satélite en diferentes países.

Los estudios teóricos se han validado con mediciones reales de interferencias que mostraron que actualmente se producen niveles de interferencia perjudiciales en amplios segmentos de la banda 1 980-2 010 MHz. Por consiguiente, son necesarias enmiendas al Reglamento de Radiocomunicaciones para la banda 1 980-2 010 MHz a fin de evitar que esta banda resulte imposible de utilizar por el SMS.

La introducción que se propone de límites de potencia para las estaciones base de las IMT terrenales o, como alternativa, una medida operacional que limite el uso de la banda de frecuencias 1 980-2 010 MHz por la componente terrenal de las IMT a las transmisiones de los equipos de usuario hacia las estaciones base, proporcionaría una protección adecuada a los satélites IMT y garantizaría también la coexistencia de las operaciones de las IMT terrenales y de satélite. Las soluciones propuestas también permitirían a las administraciones desplegar la componente terrenal de las IMT si así lo desean, de una manera compatible con el funcionamiento del SMS y coherente con la categoría primaria de ambos servicios.

AnexO A

Cálculo de interferencia proveniente de una única estación base IMT en un satélite del SMS

El Cuadro A1 muestra los detalles del cálculo de la interferencia producida por una única estación base en un satélite del SMS, con la condición de que la estación base IMT y la zona de servicio del SMS se encuentran en países diferentes.

Cuadro A1: Interferencia de una única estación base IMT en diferentes sistemas de satélites

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Parámetro | EB a GEO | EB a LEO | EB a HEO | EB a MEO | Unidades |
| Frecuencia central | 1 995 | 1 995 | 1 995 | 1 995 | MHz |
| Distancia entre el satélite y la EB | 41 402 | 2 430 | 51 500 | 13 912 | km |
| Ángulo de elevación (desde la EB al satélite) | 2,5 | 30 | 5 | 15 | grados |
| Pérdidas en el espacio libre | 190,8 | 166,1 | 192,7 | 181,3 | dB |
| Temperatura de ruido del satélite | 27,6 | 29 | 29,0 | 26,0 | dBK |
| Umbral de protección (I/N) | –12,2 | –12,2 | –12,2 | –12,2 | dB |
| Densidad espectral de potencia de interferencia admisible | –183,2 | –181,8 | –181,8 | –184,8 | dBm/Hz |
| Ganancia máxima de la antena del satélite | 50,6 | 23 | 44,8 | 30 | dBi |
| Ganancia de la antena del satélite en la dirección de la EB | 43,6 | 21 | 42,8 | 27 | dBi |
| Densidad espectral de potencia de transmisión del enlace ascendente (incluidas las pérdidas del alimentador) | –27 | –27 | –27 | –27 | dBm/Hz |
| (43dBm/5MHz) | (43dBm/5MHz) | (43dBm/5MHz) | (43dBm/5MHz) |
| Ganancia de la antena de la EB en la dirección del satélite | 11,7 | 0,5 | 6,9 | 2,6 | dBi |
| Densidad espectral de p.i.r.e. de interferencia de la EB | –15,3 | –26,5 | –20,1 | –23,4 | dBm/Hz |
| **Nivel de rebasamiento** | **20,7** | **10,2** | **11,8** | **7,0** | dB |

AnexO B

Mediciones de interferencia a un satélite MEO en funcionamiento

Las figuras siguientes muestran la extensión geográfica de la interferencia medida de las emisiones de enlaces descendentes terrenales de instalaciones IMT terrenales en América del Norte (Región 2) en la gama de frecuencias 1 990-1 995 MHz. Estas mediciones fueron registradas en haces puntuales de recepción de un satélite IMT en funcionamiento en una órbita terrestre media (MEO). Las figuras de este Anexo representan los valores numéricos correspondientes al rebasamiento de la interferencia que figuran en el Cuadro 4 del presente documento.

Los círculos indican la posición del satélite cuando se registró cada medición, mientras que el color de los círculos indica el nivel de rebasamiento del criterio de protección del satélite en dB. El triángulo indica el centro del haz puntual en el que se registraron las mediciones de interferencia.

El gráfico de la Figura B1 muestra la interferencia medida en África Occidental (Región 1) proveniente de las emisiones de enlaces descendentes de la estación base IMT terrenal en la Región 2.

**Figura B1: Interferencia medida en un satélite IMT MEO para un haz   
puntual sobre África Occidental**

A close up of a map

Description automatically generated

Leyenda:

Mediciones en el analizador de espectro en función de la posición

Hora

Latitud (grados)

Nivel de rebasamiento (dB)

Longitud (grados)

El gráfico de la Figura B2 muestra la interferencia medida en Papua Nueva Guinea (Región 3) causada por las emisiones de enlaces descendentes de la estación base IMT terrenal en la Región 2.

**Figura B2: Interferencia medida en un satélite IMT MEO para un haz   
puntual sobre Papua Nueva Guinea**

A close up of a map

Description automatically generated

Leyenda:

Mediciones en el analizador de espectro en función de la posición

Hora

Latitud (grados)

Nivel de rebasamiento (dB)

Longitud (grados)

Las dos figuras anteriores indican que el funcionamiento del enlace descendente de las IMT terrenales está claramente generando una interferencia importante en los enlaces ascendentes del satélite IMT, incluso cuando las estaciones terrenal y de satélite se encuentran a miles de kilómetros de distancia. Esta conclusión confirma que la interferencia proveniente del funcionamiento del enlace descendente de las IMT terrenales en el segmento de enlace ascendente de las IMT de satélite es un problema internacional que afecta a la compatibilidad técnica mundial entre las IMT terrenales y de satélite en la banda de frecuencias 1 980-2 010 MHz.

AnexO C

Obtención de los valores de los parámetros del Cuadro 7a del Apéndice 7

Para abordar el escenario de interferencia B1, se proponen modificaciones al Apéndice 7 a fin de incluir parámetros relevantes en materia de modulación digital, necesarios para determinar la distancia de coordinación para una estación terrena transmisora. Los parámetros se basan en las características de las estaciones base IMT receptoras de conformidad con el Informe UIT‑R M.2292. Esta modificación ayudará a las administraciones a determinar las distancias de coordinación necesarias. Las observaciones del Cuadro siguiente describen los diferentes parámetros y cálculos.

Cuadro C1: Parámetros necesarios para determinar la distancia de coordinación   
para una estación terrena transmisora

| Designación del servicio de radiocomunicación | | Móvil- por satélite | | Observaciones |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Bandas de frecuencias (MHz) | | 1 980-2 025 | | - |
| Designación del servicio terrenal receptor | | Fijo, móvil | | - |
| Método a utilizar | | § 1.4.6 | | - |
| Modulación en la estación terrenal 1 | | A | N | - |
| Parámetros y criterios de interferencia de la estación terrenal | *p*0 (%) | 0,01 | 20 | Porcentaje de tiempo durante el que la interferencia procedente de todas las fuentes puede rebasar el valor umbral |
| *n* | 2 | 1 | Número de fuentes de interferencia de igual nivel y de igual probabilidad, que se supone no están correlacionadas durante pequeños porcentajes de tiempo |
| *p* (%) | 0,005 | 20 | Porcentaje del tiempo durante el cual la interferencia de una fuente puede exceder el valor admisible, puesto que no es probable que las interferencias incidentes se produzcan simultáneamente, *p* = *p0*/*n* |
| *NL* (dB) | 0 | 0 | El factor *NL* es la contribución al ruido del enlace. En el caso de un transpondedor de satélite, incluye el ruido del enlace ascendente, de intermodulación, etc. En ausencia de indicación en el Cuadro se supone:  *NL* = 1 dB para enlaces fijos por satélite     = 0 dB para enlaces terrenales |
| *Ms* (dB) | 26 2 | 1 | Para una estación EB IMT NF = 5 dB. Por tanto, N = –204 dBW/Hz + 5 dB = –199 dBW/Hz.  Basándose en *I/N* = –6 dB, I = –205 dBW/Hz o 169 dBW/4kHz)  Puesto que *Pr*(*p*) = –169 dBW/4kHz) entonces *Ms* = 1 dB |
| *W* (dB) | 0 | 0 | Cuando la señal deseada es digital, W suele ser igual o menor que 0 dB, prescindiendo de las características de la señal interferencia. |
| Parámetros de la estación terrenal | *Gx* (dBi) 3 | 49 2 | 16,1 | Ganancia de la antena receptora de la estación base IMT sin pérdidas del alimentador en la dirección de la estación terrena del SMS |
| *Te* (K) | 500 2 | 925 | Para la estación EB IMT NF = 5 dB y N = –199 dBW/Hz  *Te* = 10^(*N*/10)/*k* = 925 K |
| Ancho de banda de referencia | *B* (Hz) | 4 × 103 | 4 x 103 | - |
| Potencia de interferencia admisible | *Pr*(*p*) (dBW) en *B* | −140 | –169 | *k*: constante de Boltzmann (1,38 × 10 −23 J/K)  *Te*: temperatura de ruido térmico del sistema receptor (K), en el terminal de la antena receptora  *NL*: contribución al ruido del enlace  *B*: anchura de banda de referencia (Hz), es decir, anchura de banda en la estación receptora que está sujeta a interferencia y en la cual se puede promediar la potencia de la emisión interferente  *p*: porcentaje de tiempo durante el cual la interferencia de una fuente puede exceder el valor de potencia de interferencia admisible, puesto que no es probable que las interferencias incidentes se produzcan simultáneamente, p = p0/n  *p0*: porcentaje de tiempo durante el cual la interferencia procedente de todas las fuentes puede exceder el valor umbral  *n*: número de fuentes de interferencia de igual nivel y de igual probabilidad, que se supone no están correlacionadas durante pequeños porcentajes de tiempo  *Ms*: margen de funcionamiento del enlace (dB)  *W*: factor de equivalencia de ruido térmico (dB) para emisiones interferentes en la anchura de banda de referencia; es positivo cuando las emisiones interferentes producen mayor perturbación que el ruido térmico |

1 A: modulación analógica; N: modulación digital.

2 Para la estación terrenal se han utilizado los parámetros asociados con sistemas transhorizonte. Para determinar un contorno suplementario también se pueden utilizar los parámetros de radioenlaces asociados con la banda de frecuencias band 1 668.4-1 675 MHz.     (CMR‑03)

3 No se incluyen las pérdidas del alimentador.

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

1. La disposición de frecuencias «B1» de la UIT se conoce también como «Banda 1» de 3GPP y su implantación está muy extendida. La combinación de las disposiciones de frecuencias «B1» y «B6» se conoce como «Banda 65» de 3GPP. [↑](#footnote-ref-1)