

RECOMENDACIÓN UIT-R S.1523

Metodología para realizar estudios de evaluación paramétrica de la sensibilidad a la interferencia en sistemas del servicio fijo por satélite geoestacionario* que comparten espectro en bandas por encima de 10 GHz

(Cuestión UIT-R 236/4)

(2001)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que los sistemas del servicio fijo por satélite (SFS) geoestacionario (OSG) pueden funcionar, y muchas estaciones terrenas del SFS OSG se encuentran en zonas urbanas;
- b) que los sistemas del SFS OSG comparten espectro con otros sistemas del SFS OSG, del SFS no OSG y del servicio fijo;
- c) que es necesario proteger adecuadamente los sistemas existentes del SFS OSG y permitir el desarrollo de nuevas tecnologías OSG en bandas no planificadas y en bandas planificadas;
- d) que el comportamiento a corto plazo de enlaces que funcionan en bandas por encima de 10 GHz depende fundamentalmente del desvanecimiento debido a la lluvia y de la interferencia;
- e) que el comportamiento de sistemas del SFS OSG que funcionan por encima de 10 GHz depende del emplazamiento de la estación terrena (altura, índice de precipitación y ángulo de elevación en dirección del satélite), de la temperatura del sistema receptor, de la disponibilidad del enlace, y del exceso del margen de enlace;
- f) que para garantizar un examen riguroso de la influencia en los sistemas del SFS OSG es necesario tener en cuenta las diferencias;
- g) que los estudios paramétricos pueden ser útiles para evaluar las repercusiones de la interferencia en una variedad de enlaces OSG que se encuentran, o que podrían encontrarse en partes de la Tierra a vista de las órbitas de los satélites OSG;
- h) que en muchas situaciones la modelización de la interferencia como ruido térmico en los enlaces OSG es una aproximación aceptable,

recomienda

- 1** que en el caso de los estudios paramétricos de balances del enlace del SFS OSG, la interferencia se modele como ruido térmico aditivo y que los parámetros genéricos se utilicen como se muestra en el Anexo 1;
- 2** que el desarrollo de un estudio paramétrico de balances del enlace del SFS OSG se base en enlaces que terminan en centros urbanos (véase el Anexo 2);
- 3** que en los estudios que incluyen la evaluación de las fuentes de interferencia variables en el tiempo en los sistemas del SFS OSG se tengan en cuenta los efectos del desvanecimiento debido a

* Un sistema de este tipo estaría compuesto de varios satélites OSG, que juntos prestan un servicio y puede que estén conectados o no mediante enlaces entre satélites. Sin embargo, la metodología descrita aquí podría utilizarse también para cálculos que incluyen una red que contiene sólo un satélite OSG.

la lluvia mediante la utilización de las metodologías descritas en la Recomendación UIT-R S.1323. (Esta Recomendación no pretende sustituir la coordinación de frecuencias de cada una de las redes);

4 que los objetivos de calidad de funcionamiento para los enlaces del SFS OSG se calculen con o sin interferencias para determinar el cambio porcentual en la indisponibilidad debida a la interferencia;

5 que para evaluar las influencias de los límites de interferencia sobre todos los enlaces posibles del SFS OSG en el análisis se consideren los efectos en cada una de las regiones hidrometeorológicas.

ANEXO 1

Metodología para realizar estudios paramétricos de los efectos de la interferencia variable en el tiempo en redes del SFS OSG

Introducción

En muchos estudios de la UIT, la interferencia puede modelarse como ruido térmico aditivo. En estos estudios se puede utilizar el conjunto reducido de parámetros del *recomienda* 1 para modelar el enlace del SFS OSG.

Esta descripción del enlace se presta a un estudio paramétrico porque requiere pocos parámetros de entrada entre los que se incluyen:

- la altitud de la estación terrena, la latitud, el índice de precipitación, el ángulo hacia el satélite OSG, la polarización de la antena de recepción (circular, vertical u horizontal), la temperatura del sistema de recepción, la frecuencia de recepción y el diámetro de la antena de recepción;
- el objetivo de calidad de funcionamiento a corto plazo para el enlace;
- los márgenes de enlace que se necesitan para satisfacer el objetivo de calidad de funcionamiento a corto plazo del enlace.

Se pueden realizar análisis de sensibilidad para cada uno de los parámetros de entrada y recabar los resultados para obtener una muestra representativa de la distribución de los enlaces OSG. Este tipo de análisis proporciona una descripción completa de la influencia de la interferencia en todo el potencial de la industria del SFS OSG.

La temperatura del sistema es una temperatura total del sistema e incluye todas las contribuciones de ruido e interferencia en el balance del enlace total. Para calcular la interferencia causada por el enlace ascendente al satélite OSG, la estación terrena es el transmisor y el receptor se encuentra en el satélite. Para calcular la interferencia del enlace descendente, el receptor se encuentra en la estación terrena. En el caso de satélites con procesamiento los enlaces ascendente y descendente pueden analizarse por separado. En el caso de sistemas de satélites transparentes la temperatura del sistema en el enlace descendente incluye la contribución del enlace ascendente.

Específicamente, el cálculo de la temperatura de ruido total del satélite (enlace ascendente), T_{sat} (K), y de las temperaturas de ruido total de la estación terrena, $T_{e/s}$ (K), puede realizarse utilizando las fórmulas siguientes:

$$T_{sat} = \frac{\left[\begin{array}{l} 10^{0,1\left(C_{\uparrow} - \left(\frac{C}{IM}\right)_{\uparrow}\right)} + 10^{0,1\left(C_{\uparrow} - \left(\frac{C}{TxXpol}\right)_{\uparrow}\right)} + 10^{0,1N_{\uparrow}} + 10^{0,1\left(C_{\uparrow} - \left(\frac{C}{RxXpol}\right)_{\uparrow}\right)} + \\ 10^{0,1\left(C_{\uparrow} - \left(\frac{C}{ASI}\right)_{\uparrow}\right)} + 10^{0,1\left(C_{\uparrow} - \left(\frac{C}{FS}\right)_{\uparrow}\right)} + 10^{0,1\left(C_{\uparrow} - \left(\frac{C}{FR}\right)_{\uparrow}\right)} \end{array} \right]}{k \cdot B} \quad \text{K} \quad (1)$$

$$T_{e/s} = \frac{\left[\begin{array}{l} 10^{0,1\left(C_{\downarrow} - \left(\frac{C}{IM}\right)_{\downarrow}\right)} + 10^{0,1\left(C_{\downarrow} - \left(\frac{C}{TxXpol}\right)_{\downarrow}\right)} + 10^{0,1N_{\downarrow}} + 10^{0,1\left(C_{\downarrow} - \left(\frac{C}{RxXpol}\right)_{\downarrow}\right)} + \\ 10^{0,1\left(C_{\downarrow} - \left(\frac{C}{ASI}\right)_{\downarrow}\right)} + 10^{0,1\left(C_{\downarrow} - \left(\frac{C}{FS}\right)_{\downarrow}\right)} + 10^{0,1\left(C_{\downarrow} - \left(\frac{C}{FR}\right)_{\downarrow}\right)} + 10^{0,1\left(C_{\downarrow} - \left(\frac{C}{AdjTr}\right)_{\downarrow}\right)} \end{array} \right]}{k \cdot B} \quad \text{K} \quad (2)$$

donde :

- C_{\uparrow} : potencia recibida en el satélite (dBW)
- $(C/IM)_{\uparrow}$: relación portadora de transmisión/producto de intermodulación (dB) en el enlace ascendente
- $(C/TxXpol)_{\uparrow}$: relación portadora de transmisión/aislamiento por polarización cruzada en la transmisión (dB) en el enlace ascendente
- N_{\uparrow} : ruido térmico en el enlace ascendente (dBW)
- $(C/RxXpol)_{\uparrow}$: relación portadora/aislamiento por polarización cruzada del receptor (dB) en el enlace ascendente
- $(C/ASI)_{\uparrow}$: relación portadora/interferencia de satélite adyacente (dB) en el enlace ascendente
- $(C/FS)_{\uparrow}$: relación portadora/interferencia del servicio fijo (dB) en el enlace ascendente
- $(C/FR)_{\uparrow}$: relación portadora/aislamiento por reutilización de frecuencia (dB) en el enlace ascendente
- C_{\downarrow} : potencia recibida en la estación terrena (dBW)
- $(C/IM)_{\downarrow}$: relación portadora de transmisión/producto de intermodulación (dB) en el enlace descendente
- $(C/TxXpol)_{\downarrow}$: relación portadora de transmisión/aislamiento por polarización cruzada en la transmisión (dB) en el enlace descendente
- N_{\downarrow} : ruido térmico en el enlace descendente (dBW)

- $(C/RxXpol)_\downarrow$: relación portadora/aislamiento por polarización cruzada del receptor (dB) en enlace descendente
- $(C/ASI)_\downarrow$: relación portadora/interferencia del satélite adyacente (dB) en el enlace descendente
- $(C/FS)_\downarrow$: relación portadora/interferencia del servicio fijo (dB) en el enlace descendente
- $(C/FR)_\downarrow$: relación portadora/aislamiento por reutilización de frecuencia (dB) en el enlace descendente
- $(C/AdjTr)_\downarrow$: relación portadora/aislamiento del transpondedor adyacente en el enlace descendente
- k : constante de Boltzman (W/(Hz · K))
- B : anchura de banda de portadora (Hz).

En estas ecuaciones la interferencia del satélite adyacente y del servicio fijo se supone que no sufre desvanecimiento debido a la lluvia. Se trata de una suposición del caso más desfavorable que sobrestima la temperatura del sistema receptor.

En el caso de satélites transparentes la temperatura de ruido total del sistema de enlace, T_{sis} , (K) en la estación terrena receptora incluida la contribución del enlace ascendente viene dada por:

$$T_{sis} = T_{e/s} + \gamma \cdot T_{sat} \quad (3)$$

donde γ es la ganancia de transmisión y es igual a la relación numérica C_\uparrow/C_\downarrow .

Por encima de 10 GHz el análisis de interferencia debe tener en cuenta los efectos simultáneos debidos al desvanecimiento y a la interferencia. La Recomendación UIT-R S.1323 incluye una variedad de métodos que combinan el desvanecimiento debido a la lluvia y la interferencia. Los resultados del análisis de interferencia pueden obtenerse de maneras diferentes y concretamente:

- calculando el cambio en la disponibilidad debido a la interferencia en función del índice de precipitación;
- estableciendo los límites de interferencia o evaluando la influencia regional basada en el porcentaje de enlaces que tienen una interferencia inaceptable en función del índice de precipitación;
- variando el margen del enlace o el diámetro de la antena para determinar los costos del sistema OSG necesarios para reducir la interferencia;
- calculando la influencia de la interferencia en función de la población en centros urbanos.

En el Anexo 2 aparece una muestra de una distribución de índices de precipitación para su utilización en la realización de estudios paramétricos.

ANEXO 2

Ejemplo de distribución de índices de precipitación en zonas urbanas para su utilización en la realización de estudios paramétricos

Los enlaces más sensibles a la interferencia no OSG suelen tener estaciones terrenas con las siguientes características:

- situados en regiones con escasas precipitaciones y/o a una altitud elevada;

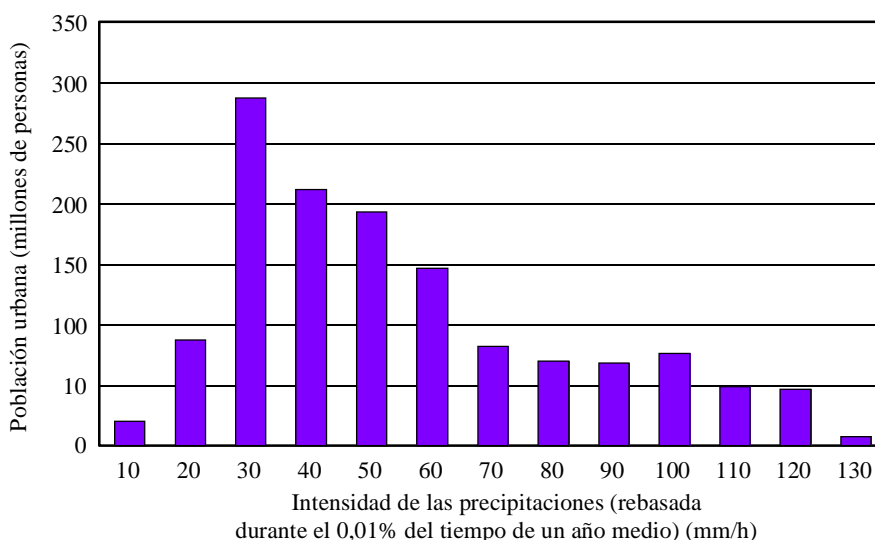
- bajas temperaturas de ruido en el sistema receptor; y
- satisfacen los requisitos de funcionamiento cuando tienen márgenes de propagación mínimos en condiciones de cielo despejado.

Para identificar dónde podrían existir enlaces sensibles en todo el mundo, se creó una base de datos internacional de áreas de población urbana localizadas por: la latitud, la longitud, el índice de precipitación y la altitud media. La información sobre la población urbana utilizada para crear el fichero se obtuvo de los datos facilitados por la División de la Población del Departamento de Economía y Asuntos Sociales de las Naciones Unidas. La información sobre la altitud media se obtuvo de datos topográficos disponibles en la Administración Nacional de Estados Unidos de América para el Océano y la Atmósfera.

El fichero resultante proporciona información sobre la población, el emplazamiento, el índice de precipitación y la altitud de más de 2 700 centros de población urbana. Para clasificarlo como centro urbano la población mínima se limitó a 75 000 personas (excepto en el caso de algunos emplazamientos de islas más pequeñas). La población total de las áreas urbanas que figuran en el fichero representa aproximadamente el cuarenta por ciento del total de la población mundial.

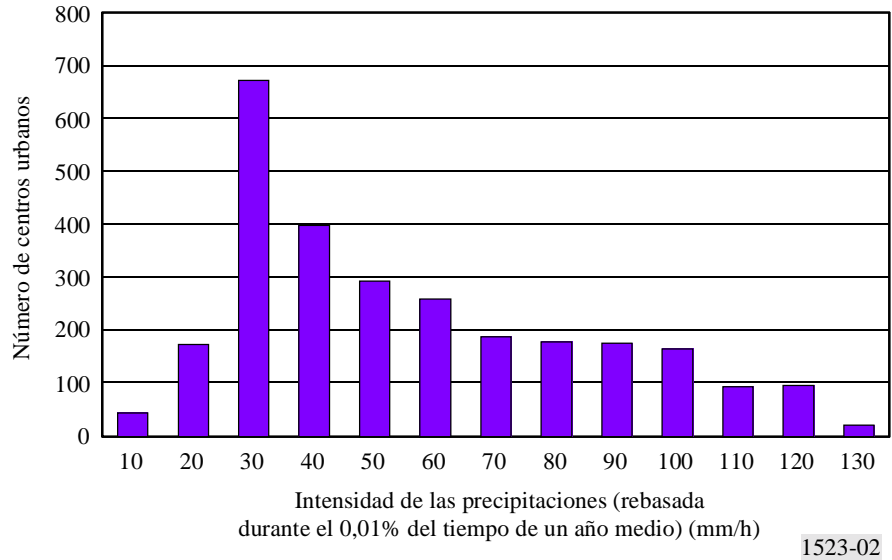
La Fig. 1 resume gráficamente la población de los centros urbanos en función del índice de precipitación, y la Fig. 2 ilustra gráficamente el número de zonas urbanas según su índice de precipitación. Para consulta, el Cuadro 1 indica la variación de la altitud en los centros urbanos en función del índice de precipitación. Las cifras demuestran que existe un número importante de ciudades con población de más de 75 000 habitantes con bajos índices de precipitación. Se supone que estas zonas urbanas tendrán requisitos de comunicaciones por satélite parecidos a los del resto del mundo.

FIGURA 1
Población urbana en función del índice de precipitación



1523-01

FIGURA 2

Número de centros urbanos en función del índice de precipitación

CUADRO 1

Valores medios de las altitudes de los centros urbanos para cada índice de precipitación

| Índice de precipitación (mm/h) | Valor medio (m) |
|--------------------------------|-----------------|
| 10 | 648 |
| 20 | 16 |
| 30 | 25 |
| 40 | 35 |
| 50 | 45 |
| 60 | 55 |
| 70 | 65 |
| 80 | 75 |
| 90 | 85 |
| 100 | 95 |
| 110 | 104 |
| 120 | 4 |
| 130 | 124 |