

# UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

## Recomendación UIT-R M.2082-0 (11/2015)

**Metodología y ejemplo técnico para apoyar la coordinación del servicio móvil por satélite y del servicio de radiodeterminación por satélite con el servicio fijo sobre la base de los niveles de densidad de flujo de potencia determinantes de la coordinación en la banda 2 483,5-2 500 MHz**

**Serie M**

**Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos**



## Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

## Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en el Anexo 1 a la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

### Series de las Recomendaciones UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

Series	Título
<b>BO</b>	Distribución por satélite
<b>BR</b>	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
<b>BS</b>	Servicio de radiodifusión (sonora)
<b>BT</b>	Servicio de radiodifusión (televisión)
<b>F</b>	Servicio fijo
<b>M</b>	<b>Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos</b>
<b>P</b>	Propagación de las ondas radioeléctricas
<b>RA</b>	Radioastronomía
<b>RS</b>	Sistemas de detección a distancia
<b>S</b>	Servicio fijo por satélite
<b>SA</b>	Aplicaciones espaciales y meteorología
<b>SF</b>	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
<b>SM</b>	Gestión del espectro
<b>SNG</b>	Periodismo electrónico por satélite
<b>TF</b>	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
<b>V</b>	Vocabulario y cuestiones afines

*Nota: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.*

Publicación electrónica  
Ginebra, 2016

© UIT 2016

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## RECOMENDACIÓN UIT-R M.2082-0

**Metodología y ejemplo técnico para apoyar la coordinación del servicio móvil por satélite y del servicio de radiodeterminación por satélite con el servicio fijo sobre la base de los niveles de densidad de flujo de potencia determinantes de la coordinación en la banda 2 483,5-2 500 MHz**

(2015)

**Cometido**

En esta Recomendación se da información sobre la coordinación entre sistemas del servicio fijo y sistemas del servicio móvil por satélite y el servicio de radiodeterminación por satélite en la banda de frecuencias 2 483,5-2 500 MHz. Se incluye una estimación del nivel de interferencia que pueden causar los sistemas del servicio móvil por satélite y el servicio de radiodeterminación por satélite. En esta Recomendación se examinan las consecuencias de la relajación del nivel de densidad de flujo de potencia que determina la coordinación con el servicio fijo acordada por la CMR-12 en el marco del punto 1.18 de su orden del día.

Esta Recomendación puede servir de ayuda para realizar la coordinación en virtud del número **9.14** del Reglamento de Radiocomunicaciones con administraciones que deseen explotar sus sistemas del SMS o el SRDS con niveles de dfp superiores a los umbrales definidos en el Apéndice **5** del RR.

**Palabras clave**

SF, SM, SMS, SRDS, umbral de coordinación

**Siglas y acrónimos/glosario**

DFC Degradación fraccionaria de la calidad de funcionamiento

dfp Densidad de flujo de potencia

**Recomendaciones de la UIT relacionadas**

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| Recomendación UIT-R F.758-6  | Parámetros de sistema y consideraciones relativas a la elaboración de criterios para la compartición o la compatibilidad entre los sistemas inalámbricos fijos digitales del servicio fijo y sistemas de otros servicios y otras fuentes de interferencia       |
| Recomendación UIT-R F.1108-4 | Determinación de los criterios para proteger los receptores del servicio fijo contra las emisiones procedentes de estaciones espaciales situadas en órbitas de satélites no geoestacionarios y que funcionan en bandas de frecuencias compartidas               |
| Recomendación UIT-R M.1143-3 | Metodología específica del sistema para la coordinación de estaciones espaciales no geoestacionarias (espacio-Tierra) que operan en el servicio móvil por satélite con el servicio fijo   |
| Recomendación UIT-R M.1787-2 | Descripción de sistemas y redes del servicio de radionavegación por satélite (espacio-Tierra y espacio-espacio) y características técnicas de estaciones espaciales transmisoras que funcionan en las bandas 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz |

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que la banda 2 483,5-2 500 MHz está atribuida al servicio móvil por satélite (SMS), al servicio de radiodeterminación por satélite (SRDS), al servicio fijo (SF) y al servicio móvil (SM) a título coprimario en todo el mundo;
- b) que el SMS utiliza esta banda para las transmisiones de enlace descendente (espacio-Tierra) a los terminales de usuario;
- c) que la necesidad de coordinar los sistemas espaciales con las administraciones que utilizan el SF viene determinada por la utilización de los valores de densidad de flujo de potencia (dfp) adecuados indicados en el Apéndice 5 del RR;
- d) que la dfp es uno de los parámetros técnicos utilizados para determinar los criterios que facilitan la compartición entre el SMS y los servicios terrenales;
- e) que las redes del SF utilizan técnicas de modulación digital,

*observando*

- a) que para la banda de frecuencias 2 483,5-2 500 MHz compartida entre sistemas del SMS no geoestacionarios y sistemas del SF, en el Cuadro 5-2 del Apéndice 5 del RR se fijan los siguientes umbrales de dfp:

-126 dB(W/(m <sup>2</sup> · MHz))	para 0° ≤ θ ≤ 5°
-126 + 0,65 (θ - 5) dB(W/(m <sup>2</sup> · MHz))	para 5° ≤ θ ≤ 25°
-113 dB(W/(m <sup>2</sup> · MHz))	para θ > 25°

siendo θ el ángulo de incidencia (grados) sobre la superficie de la Tierra de la onda de radiofrecuencias;

- b) que para los países de la Región 2, 43 países de la Región 1, Australia e Israel, donde la banda de frecuencias 2 483,5-2 500 MHz está compartida entre sistemas del SMS no geoestacionarios y sistemas del SF, en la Nota 9 al Cuadro 5-2 del Apéndice 5 del RR se fijan los siguientes umbrales de dfp:

-124,5 dB(W/(m <sup>2</sup> · MHz))	para 0° ≤ θ ≤ 5°
-124,5 + 0,65 (θ - 5) dB(W/(m <sup>2</sup> · MHz))	para 5° ≤ θ ≤ 25°
-111,5 dB(W/(m <sup>2</sup> · MHz))	para θ > 25°

- c) que para la banda de frecuencias 2 483,5-2 500 MHz compartida entre sistemas del SRDS no geoestacionarios y sistemas del SF, en el Cuadro 5-2 del Apéndice 5 del RR se fijan los siguientes umbrales de dfp:

-129 dB(W/(m <sup>2</sup> · MHz))	para 0° ≤ θ ≤ 90°
-----------------------------------	-------------------

- d) que para los países de la Región 2, 43 países de la Región 1, Australia e Israel, donde la banda de frecuencias 2 483,5-2 500 MHz está compartida entre sistemas del SRDS no geoestacionarios y sistemas del SF, en la Nota 9 al Cuadro 5-2 del Apéndice 5 del RR se fijan los siguientes umbrales de dfp:

-128 dB(W/(m <sup>2</sup> · MHz))	para 0° ≤ θ ≤ 90°
-----------------------------------	-------------------

- e) que los valores mencionados se relacionan con la dfp y los ángulos de incidencia que se obtendrían en condiciones de propagación en el espacio libre;
- f) que en la Región 1 ha de tenerse en cuenta lo dispuesto en el número **5.398A** del RR,

*recomienda*

**1** que, de mutuo acuerdo entre las administraciones interesadas, pueda utilizarse la metodología presentada en el Anexo 1 para la coordinación entre sistemas del SF, el SMS y el SRDS como medio de determinar qué consecuencias tendrá en los sistemas del SF el rebasamiento de los niveles de dfp umbral del Cuadro 5-2 del Apéndice 5 del RR;

**2** que toda ambigüedad en los parámetros específicos de la metodología presentada en el Anexo 1 se resuelva de mutuo acuerdo.

NOTA – En el Anexo 2 se presenta un ejemplo técnico de la aplicación de la metodología presentada en el Anexo 1.

## **Anexo 1**

### **Determinación de la degradación fraccionaria de la calidad de funcionamiento de los sistemas del servicio fijo debida a niveles de densidad de flujo de potencia que determinan la coordinación en la banda 2 483,5-2 500 MHz**

#### **1 Alcance**

La metodología descrita en este Anexo se basa en las Recomendaciones UIT-R existentes y en una metodología general para el cálculo de la interferencia combinada de los vehículos espaciales del SRDS y el SMS desde el punto de vista de una estación terrenal del SF.

En el Adjunto al Anexo 2 se presentan ejemplos de la interferencia combinada causada al SF por las constelaciones HIBLEO-X/HIBLEO-4 del SMS y Galileo del SRDS.

#### **2 Metodología<sup>1</sup>**

En la Recomendación UIT-R M.1143 se utiliza la metodología empleada en la Recomendación UIT-R F.1108 para los sistemas de radiorrelevadores radioeléctricos digitales. En la Recomendación UIT-R F.1108 se utiliza el concepto de degradación fraccionaria de la calidad de funcionamiento (DFC) para las estaciones digitales del servicio fijo. La DFC es el pequeño aumento del porcentaje de tiempo durante el cual no se satisface el criterio de calidad de funcionamiento del control debido a la presencia de interferencia. En la Recomendación UIT-R F.758-6 se considera adecuada para los sistemas operativos en la gama de frecuencias 2 483,5-2 500 MHz una DFC del 25%.

El programa simula la interferencia producida por la(s) constelación(es) de satélites no OSG sobre la red del servicio fijo, del modo siguiente.

---

<sup>1</sup> Texto adaptado de la Recomendación UIT-R M.1143.

## 2.1 Bucle de cálculo

El programa calcula los vectores posición y velocidad de los satélites del sistema de satélites no OSG y de las estaciones de sistema del SF en cada instante de tiempo.

En cada muestra temporal, el programa calcula la potencia interferente total en cada estación del servicio fijo (SF) procedente de todos los haces puntuales activos de todos los satélites del SMS y el SRDS visibles y seleccionados adecuadamente. Si el ancho de banda del receptor del SF no se superpone completamente a la señal del SMS o el SRDS, la potencia interferente se ajusta en función del factor del ancho de banda. En el caso digital, la potencia interferente se ajusta a 1 MHz.

La potencia interferente combinada de todos los haces puntuales activos de todos los satélites visibles desde la estación del SF se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$I = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^S \frac{E_{ij}}{L_i} G^3(\alpha_{ij}) G^4(\theta_i) \frac{B_w}{B_{ij}} \frac{1}{F} \frac{1}{P_{ij}}$$

donde:

- $I$ : potencia interferente (W)
- $i$ : 1 de  $N$  satélites considerados al calcular la interferencia para la estación del SF
- $j$ : 1 de  $S$  haces puntuales activos del satélite visible del SMS (o SRDS) seleccionado para el que hay superposición de frecuencias con el receptor de la estación del SF considerada, teniendo en cuenta la pauta de reutilización de frecuencias del haz puntual del satélite
- $E_{ij}$ : valor máximo de la densidad de p.i.r.e. en el ancho de banda de referencia de entrada a la antena para el  $j$ -ésimo haz puntual activo en la dirección de puntería del  $i$ -ésimo satélite visible seleccionado (W/ancho de banda de referencia)
- $B_{ij}$ : ancho de banda de referencia de la señal interferente procedente del  $j$ -ésimo haz puntual activo del  $i$ -ésimo satélite visible seleccionado (kHz)
- $G^3(\alpha_{ij})$ : discriminación de antena del  $j$ -ésimo haz puntual activo del  $i$ -ésimo satélite visible seleccionado hacia la estación del SF
- $\alpha_{ij}$ : ángulo entre el vector de puntería del  $j$ -ésimo haz puntual activo del  $i$ -ésimo satélite visible seleccionado en la dirección de la estación del SF (grados)
- $L_i$ : pérdida en condiciones de espacio libre en la frecuencia de referencia dada desde el  $i$ -ésimo satélite visible seleccionado hasta la estación del SF
- $G^4(\theta_i)$ : ganancia de la antena de la estación del SF en la dirección del  $i$ -ésimo satélite visible seleccionado
- $\theta_{ik}$ : ángulo entre el vector de puntería de la antena de la estación del SF y el vector distancia entre la estación del SF y el  $i$ -ésimo satélite visible seleccionado (grados)
- $B_w$ : ancho de banda del receptor de la estación del SF interferida (1 MHz)
- $F$ : pérdida en los alimentadores de la estación del SF
- $P_{ij}$ : factor de mejora de la polarización entre el  $j$ -ésimo haz puntual del  $i$ -ésimo satélite del SMS (o el SRDS) y la estación del SF.

La mejora de la polarización,  $P_{ij}$ , sólo se utilizará si el  $i$ -ésimo satélite del SMS (o el SRDS) está dentro del ancho del haz de 3 dB de la antena de la estación del SF y la estación del SF está dentro del ancho del haz de 3 dB del  $j$ -ésimo haz puntual del  $i$ -ésimo satélite del SMS (o el SRDS). La  $P_{ij}$  puede calcularse con la fórmula indicada en la Nota 7 de la Recomendación UIT-R F.1245.

## 2.2 Tamaño y número de etapas en el bucle de cálculo

Es necesario disponer de suficientes muestras durante intervalos de tiempo adecuados para obtener resultados exactos, teniendo en cuenta toda la interferencia captada por el receptor de la estación del servicio fijo.

### 2.2.1 Incremento de tiempo

Se utilizan las siguientes fórmulas, cuyos cálculos se describen detalladamente en el Apéndice 4 del RR. Como la velocidad del satélite es aproximadamente la misma en el Ecuador y en latitudes superiores, el cálculo del incremento de tiempo de la simulación,  $\Delta t$ , se realiza para un satélite situado en el Ecuador, teniendo en cuenta la rotación de la Tierra, la inclinación del satélite y la elevación de la antena de la estación del SF. En el cálculo de  $\Delta t$  no se emplea el acimut más desfavorable para la DFC ni el acimut de movimiento horizontal.

$$\omega = \sqrt{(\omega_s \cos I - \omega_e)^2 + (\omega_s \sin I)^2}$$

$$\theta_\varepsilon = \arccos \left( \frac{R}{R+h} \cos \varepsilon \right) - \varepsilon$$

$$\Delta t = \frac{\varphi_{3dB} \sin \theta_\varepsilon}{N_{hits} \omega \cos \varepsilon}$$

donde:

- $\omega$ : velocidad angular del satélite en coordenadas fijadas en la Tierra (sistema de coordenadas de referencia geocéntrico geosíncrono)
- $\omega_s$ : velocidad angular del satélite en coordenadas fijadas en el espacio (sistema de coordenadas de referencia geocéntrico heliosíncrono)
- $\omega_e$ : velocidad angular de rotación de la Tierra en el Ecuador
- $I$ : inclinación de la órbita del satélite
- $\theta_\varepsilon$ : ángulo geocéntrico entre el satélite y la estación del SF
- $R$ : radio de la Tierra
- $h$ : altitud del satélite
- $\varepsilon$ : ángulo de elevación de la antena del SF
- $\varphi_{3dB}$ : ancho del haz de 3 dB de la estación del SF
- $N_{hits}$ : número de saltos en el ancho de haz de 3 dB de la estación del SF
- $\Delta t$ : incremento de tiempo de simulación.

### 2.3 Criterios de interferencia aplicables – Sistema digital del SF

En el caso del servicio fijo digital, el programa calcula la DFC para la estación digital como se muestra en el Anexo 3 a la Recomendación UIT-R F.1108:

$$FDP = \sum_{I_i=\text{mín}}^{\text{máx}} \frac{I_i f_i}{N_T}$$

donde:

- $I$ : potencia interferente en el ancho de banda,  $B_w$ , del receptor del SF
- $f_i$ : fracción de tiempo en el que la potencia interferente es igual a  $I$
- $N_T$ : nivel de potencia de ruido del sistema de recepción de la estación:

$$N_T = k T B_w$$

donde:

- $k$ : constante de Boltzmann
- $T$ : temperatura de ruido del sistema de recepción equivalente de la estación del SF (K)
- $B_w$ : ancho de banda del receptor del SF (generalmente la DFC se calcula para un ancho de banda de referencia de 1 MHz).

Para evaluar si se requerirá o no la coordinación con respecto a los sistemas digitales del SF, se compara la DFC calculada con el criterio aplicable del 25%.

## Anexo 2

### Ejemplo técnico de análisis de interferencia

#### 1 Características de los sistemas del SMS, el SRDS y el SF

##### 1.1 Características de los sistemas del SMS en la banda 2 483,5-2 500 MHz

Para los sistemas del SMS no OSG considerados en los análisis se han utilizado las características que se muestran en el Cuadro 1.

CUADRO 1

#### Parámetros típicos de un sistema del servicio móvil por satélite

Nombre del sistema	HIBLEO-4/HIBLEO-X
Altitud	1 414 km
Inclinación	52 grados
Número de planos orbitales	8
Número de satélites por plano	6 con un espaciamiento de 1 cada 60 grados
Puesta en fase*	7,5 grados
Tipo de antena	Multihaz
Ganancia media	15,0 dBi
Ancho de haz de 3 dB medio	25,3 grados
Polarización	Circular levógira
Ancho de banda de la señal	$13 \times 1,23 \text{ MHz} = 16,5 \text{ MHz}$
Frecuencia central de la señal	2 491,75 MHz
Temperatura de ruido del receptor del terminal de usuario	300 K
Ganancia de antena del receptor del terminal de usuario	2,7 dBi
Ancho de haz de la antena del receptor del terminal de usuario	126 grados

\* Ángulo de fase inicial ( $\omega_i$ ) del  $i$ -ésimo satélite en su plano orbital en el instante de referencia  $t = 0$ , medido a partir del punto del nodo ascendente ( $0^\circ \leq \omega_i < 360^\circ$ ).

##### 1.2 Características del sistema del SRDS supuesto

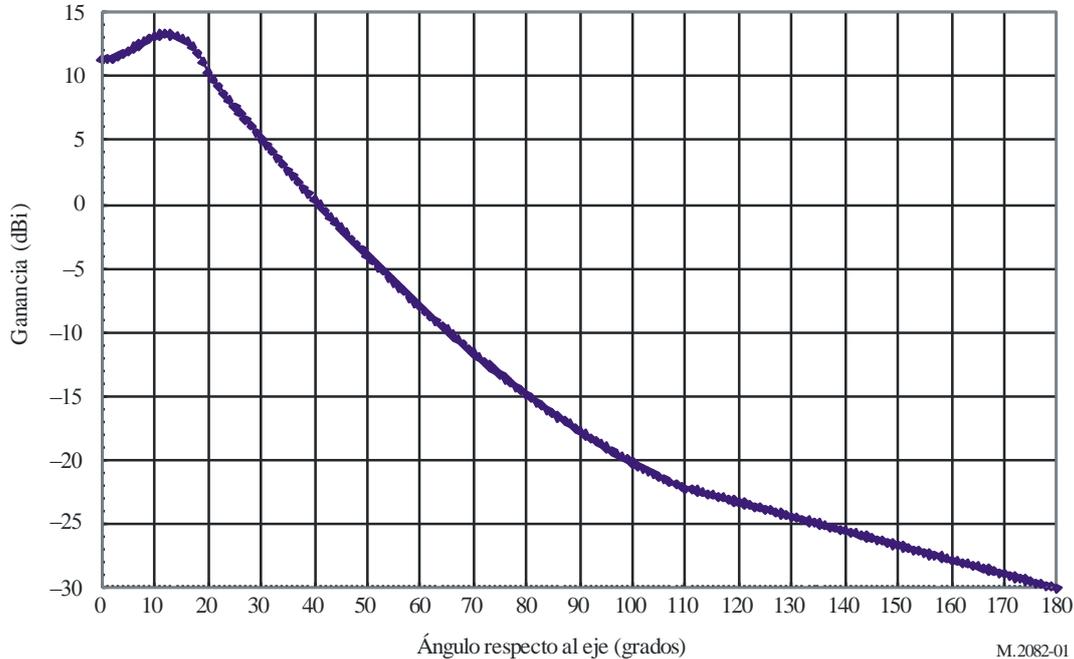
Se ha señalado que el sistema Galileo pretende ofrecer una aplicación del SRDS con su constelación, pero hasta la fecha no se han publicado especificaciones concretas para esa aplicación.

Para realizar las simulaciones informáticas se ha supuesto que la aplicación del SRDS Galileo tendrá unas características semejantes a las utilizadas para la aplicación del servicio de radionavegación por satélite (SRNS) publicadas en la Recomendación UIT-R M.1787.

Se ha supuesto también que la antena del vehículo espacial para la aplicación SRDS también tendrá una característica de antena isoflujo. La ganancia de cresta de la antena supuesta es de 13,3 dBi. El diagrama de antena utilizado en la simulación informática es el que se muestra en la Fig. 1. En la CMR-12 se estableció que, para una atribución al SRDS en la banda de frecuencias 2 483,5-2 500 MHz, el nivel determinante de la coordinación es un nivel de dfp de  $-128 \text{ dBW/m}^2 \cdot \text{MHz}$  en todos los ángulos de incidencia sobre la superficie de la Tierra. Dado el nivel de dfp y que la antena

supuesta alcanza su máxima ganancia relativa a  $\pm 9$  grados, lo que corresponde a una distancia de 25 239 km entre el vehículo espacial del SRDS y la superficie de la Tierra, se supone una p.i.r.e. del SRDS de 40,46 dBW o una densidad de p.i.r.e. de 30,16 dBW/MHz.

FIGURA 1  
Diagrama de la antena Galileo en banda S



En el Cuadro 2 se muestran las demás características supuestas para la aplicación del SRDS Galileo utilizadas en la simulación informática.

CUADRO 2

**Características típicas propuestas del sistema del SRDS**

Nombre del sistema	SRDS Galileo
Altitud	23 616 km
Inclinación	56 grados
Número de planos orbitales	3
Número de satélites por plano	9 en total con una separación de 1 cada 40 grados
Puesta en fase*	13 1/3 grados
Tipo de antena	Isoflujo
Ganancia de cresta	13,3 dBi
Ancho del haz de 3 dB	40 grados de cresta a cresta
Polarización	Circular dextrógira (RHCP)
Ancho de banda de la señal	16,5 MHz
Frecuencia central de la señal	2 491,75 MHz
Nivel de densidad de flujo de potencia	-128 dB ( $W/m^2 \cdot MHz$ )
p.i.r.e. implícita por vehículo espacial	40,5 dBW

\* Ángulo de fase inicial ( $\omega_i$ ) del  $i$ -ésimo satélite en su plano orbital en el instante de referencia  $t = 0$ , medido a partir del punto del nodo ascendente ( $0^\circ \leq \omega_i < 360^\circ$ ).

### 1.3 Características del servicio fijo punto a punto

En el Cuadro 3 se muestran los parámetros escogidos para las estaciones del servicio fijo, conformes con la Recomendación UIT-R F.758.

CUADRO 3

#### Parámetros medios del servicio fijo punto a punto digital

Longitud de trayecto media	29,45 kilómetros
p.i.r.e. media	29,5 dBW
Ganancia de antena media	25 dBi Rec. UIT-R F.1245-1
Ancho del haz de 3 dB	9,1 grados
Altura de antena media	50,3 m
Ángulo de elevación	0 grados
Frecuencia central de la portadora	2 491 MHz
Ancho de banda de la portadora	14 MHz
Temperatura de ruido del sistema	438 K
Pérdida del conector	4 dB

Se ha supuesto que el terreno bajo el trayecto punto a punto es una superficie plana. La propagación por el trayecto del SF es conforme con las Recomendaciones UIT-R P.525 y UIT-R P.530, siendo la propagación de la interferencia conforme con la Recomendación UIT-R P.452.

## 2 Determinación de los niveles de interferencia en los sistemas del SF

### 2.1 Simulación de interferencia al servicio fijo punto a punto

Las simulaciones informáticas que se muestran en el Adjunto siguiente se realizaron con un software comercial para evaluar la interferencia potencial causada por los enlaces descendentes del SRDS y el SMS en los enlaces del SF y se utilizaron los parámetros del Cuadro 3 anterior. Los parámetros utilizados para el SMS son los indicados en el Cuadro 1 y para el SRDS los indicados en el Cuadro 2. Las antenas de los vehículos espaciales y las potencias de salida se eligieron de tal manera que la densidad de flujo de potencia (dfp) producida en la superficie de la Tierra fuese idéntica a los niveles de dfp determinantes de la coordinación del Apéndice 5 del RR. Para la simulación se escogió situar las estaciones del servicio fijo en Nigeria. En la simulación se incluyen los efectos del clima de la región y del desvanecimiento por trayectos múltiples.

Se fijó la potencia de cada vehículo espacial del SMS para que produjese una dfp de enlace descendente de  $-124,5 \text{ dBW/m}^2 \cdot \text{MHz}$  en la banda de frecuencias 2 483,5-2 500 MHz. Del mismo modo, se fijó la potencia de cada vehículo espacial del SRDS para que produjese una dfp de  $-128 \text{ dBW/m}^2 \cdot \text{MHz}$ .

Se calculó la interferencia en incrementos temporales de 20 segundos durante un periodo de 10 días. El intervalo entre las repeticiones de la traza en el suelo de los sistemas SRDS Galileo e HIBLEO-4/HIBLEO-X es de 10 días y 2 días, respectivamente. Por tanto, el periodo de la simulación comprende un número entero de repeticiones de trazas en el suelo de ambos sistemas de satélites. Se analizó la interferencia sobre la base de la DFC del enlace del servicio fijo.

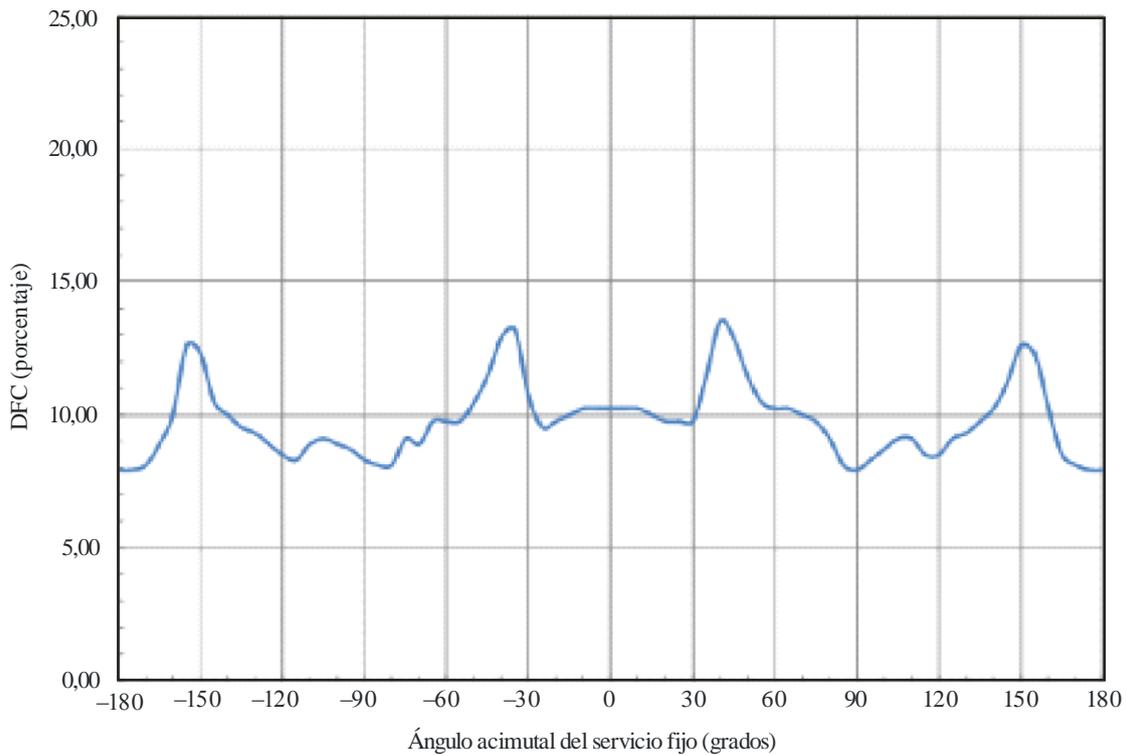
## Adjunto al Anexo 2

### Resultados de la simulación

En las Figs. 2 a 5 se muestran los resultados de las simulaciones informáticas. Como ya se ha indicado, el periodo escogido fue suficiente para que toda la constelación de ambos sistemas de satélites interfiriese con el sistema del servicio fijo. La interferencia causada al enlace del servicio fijo se determinó a intervalos de acimut de 5 grados. La DFC se determinó a partir de una media aritmética, por oposición a una media de valores logarítmicos.

FIGURA 2

DFC (en %) de los enlaces del SF simulados en Nigeria debida a la interferencia causada por las emisiones combinadas de los sistemas del SRDS y el SMS

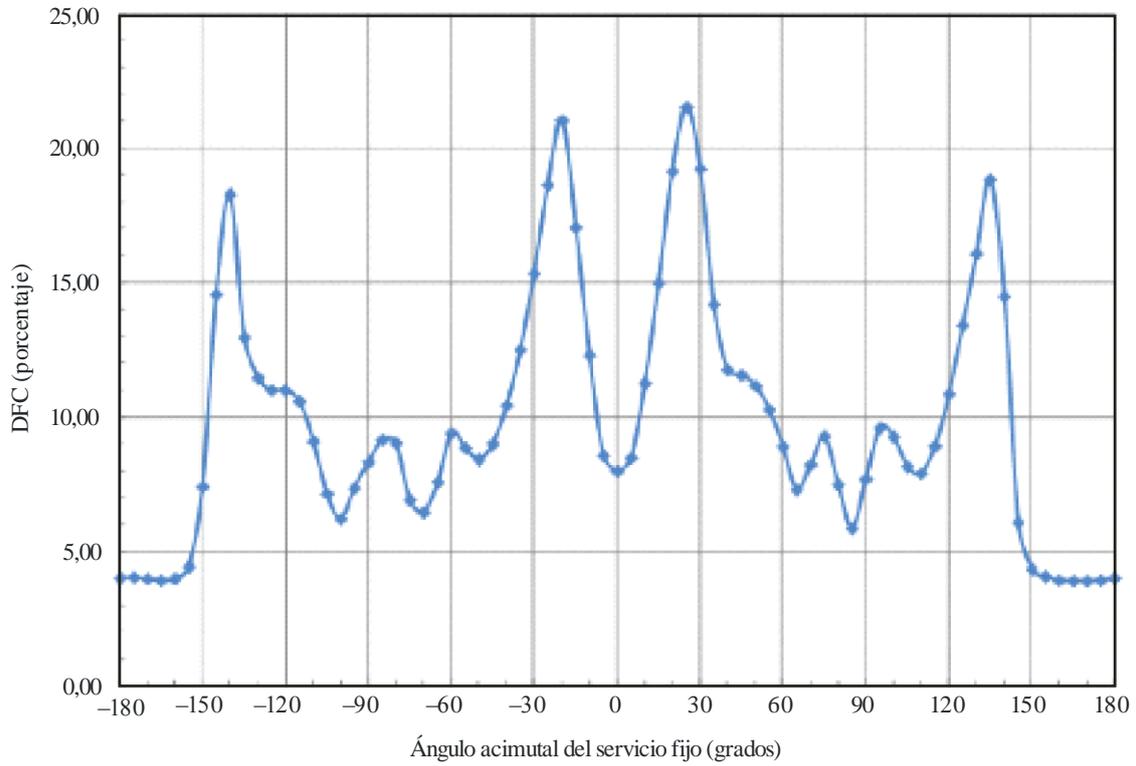


M.2082-02

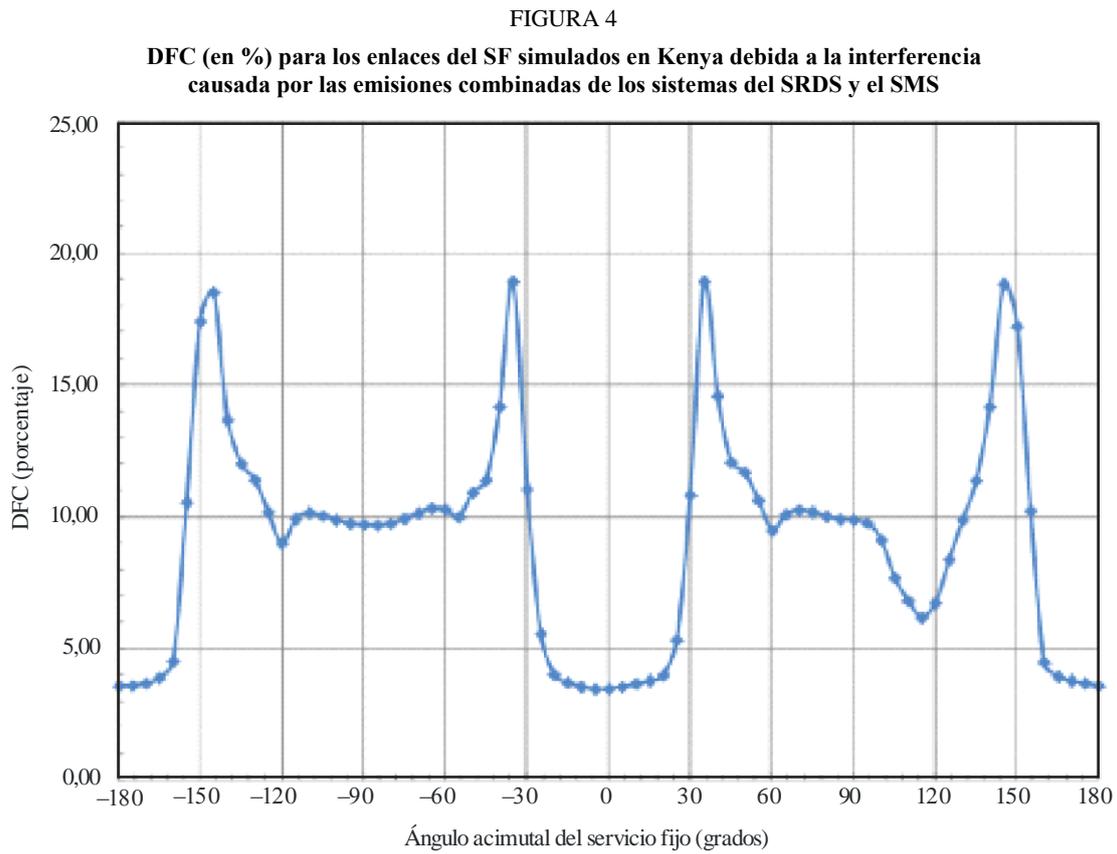
La DFC para este enlace en Nigeria es siempre inferior al 14%, lo que está muy por debajo del valor aceptable del 25% para los enlaces en la banda de frecuencias 2 483,5-2 500 MHz.

En la Fig. 3 se muestran los resultados de la simulación informática para un enlace en Senegal. La DFC para este enlace es siempre inferior al 22% en la banda de frecuencias 2 483,5-2 500 MHz.

FIGURA 3  
 DFC (en %) para los enlaces del SF simulados en Senegal debida a la interferencia causada por las emisiones combinadas de los sistemas del SRDS y el SMS



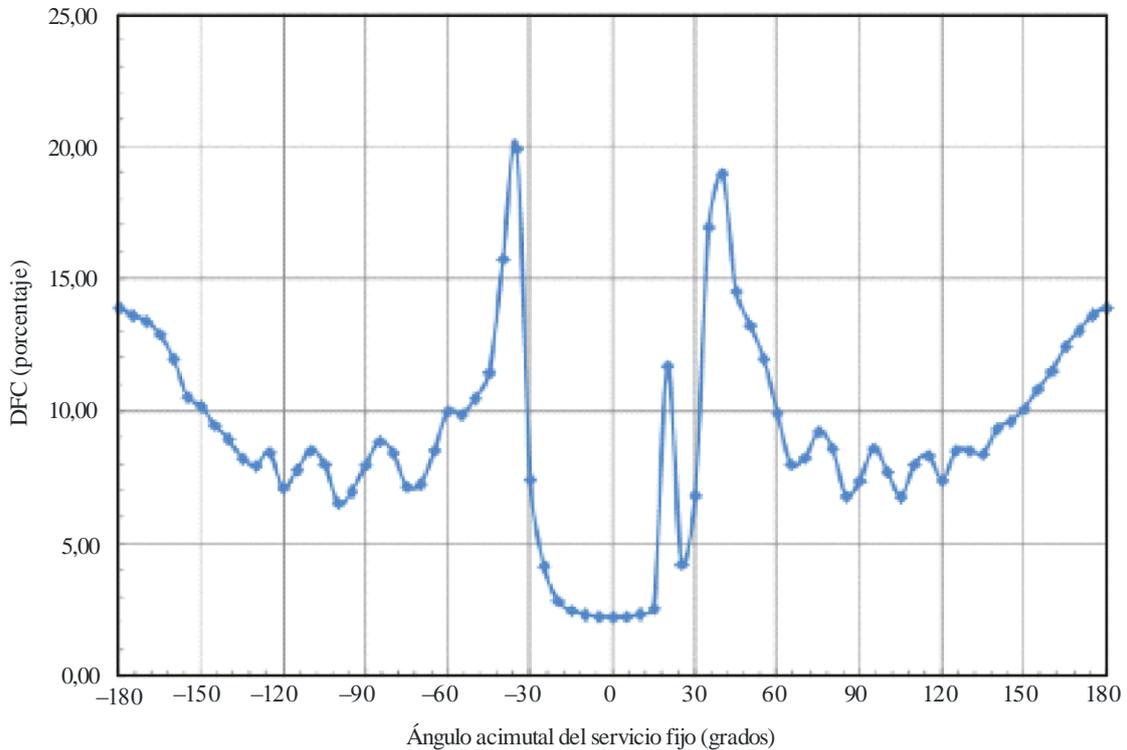
En la Fig. 4 se muestran los resultados de la simulación informática para un enlace en Kenya. La DFC para este enlace es siempre inferior al 19% en la banda de frecuencias 2 483,5-2 500 MHz.



En la Fig. 5 se muestran los resultados de la simulación informática para un enlace en Sudáfrica. La DFC para este enlace es siempre inferior al 21% en la banda de frecuencias 2 483,5-2 500 MHz.

FIGURA 5

DFC (en %) para los enlaces del SF simulados en Sudáfrica debida a la interferencia causada por las emisiones combinadas de los sistemas del SRDS y el SMS



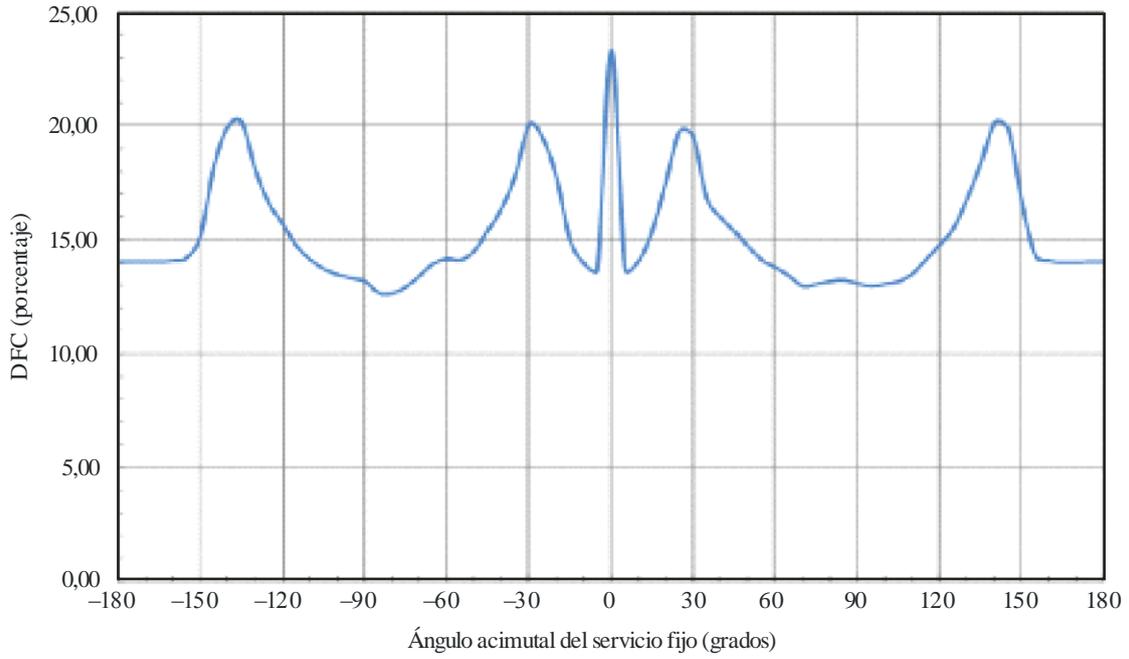
M.2082-05

**Efecto de la elevación de la antena del servicio fijo**

Se realizó una segunda serie de simulaciones en las que se incluyó el efecto provocado por un ángulo de elevación de la antena de 0,5 grados. Se repitieron las simulaciones presentadas más arriba utilizando una elevación de la antena receptora de 0,5 grados. Los resultados de estas simulaciones se presentan en la Figs. 6 a 9.

FIGURA 6

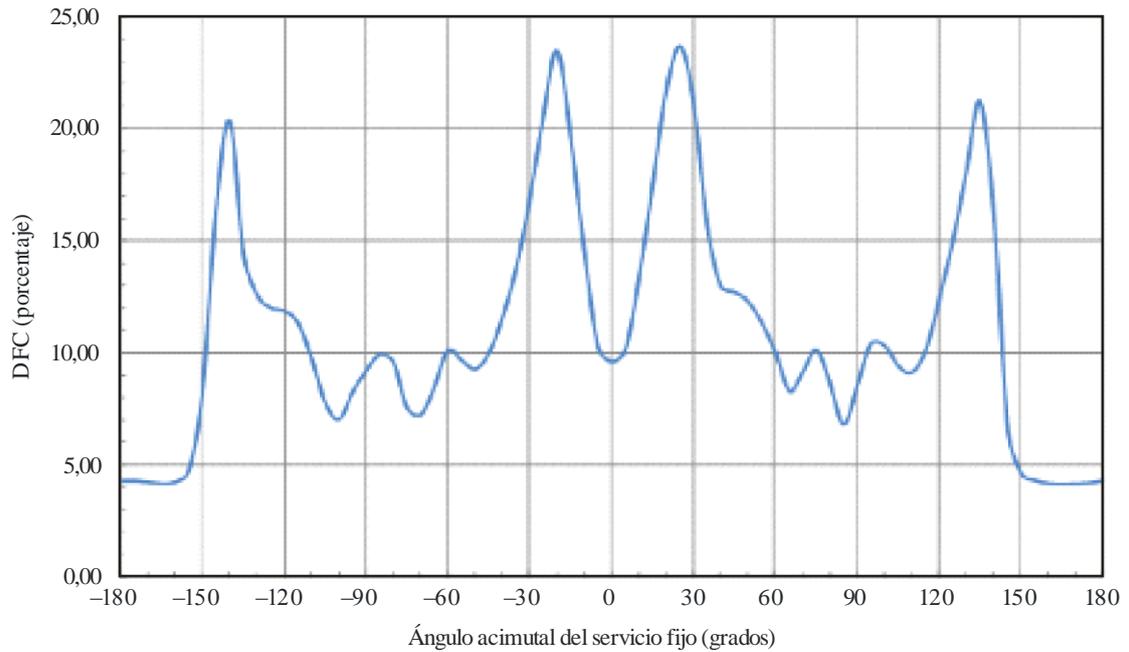
**DFC (en %) para los enlaces del SF simulados en Nigeria debida a la interferencia causada por las emisiones combinadas de los sistemas del SRDS y el SMS**  
Ángulo de elevación de la antena receptora del servicio fijo = 0,5 grados



M.2082-06

FIGURA 7

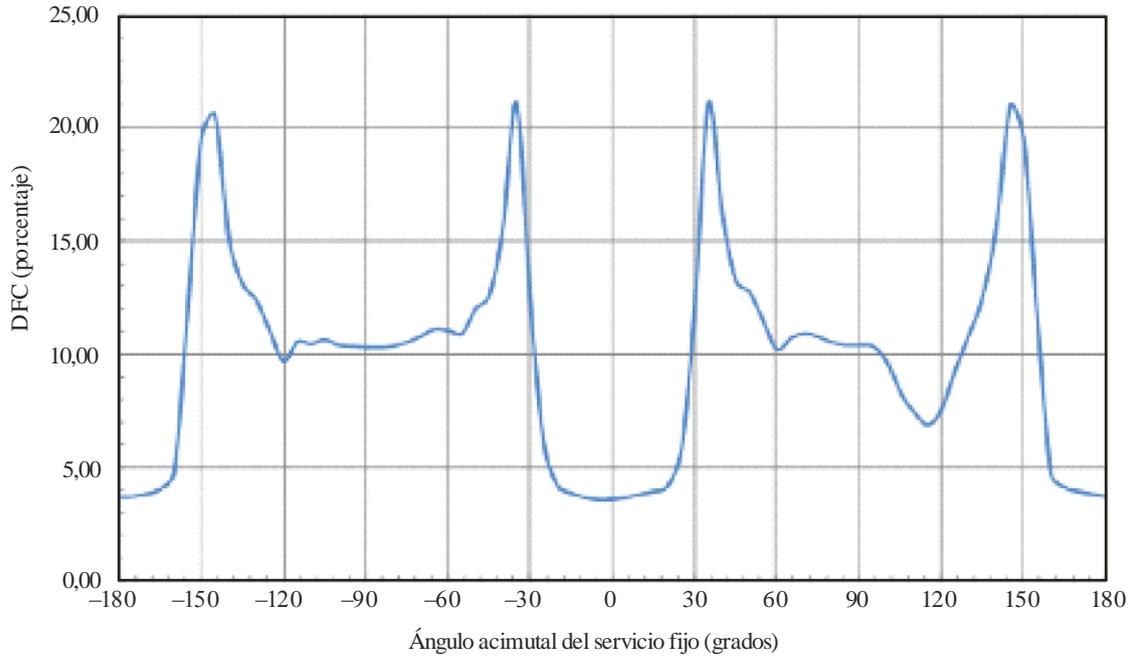
**DFC (en %) para los enlaces del SF simulados en Senegal debida a la interferencia causada por las emisiones combinadas de los sistemas del SRDS y el SMS**  
Ángulo de elevación de la antena receptora del servicio fijo = 0,5 grados



M.2082-07

FIGURA 8

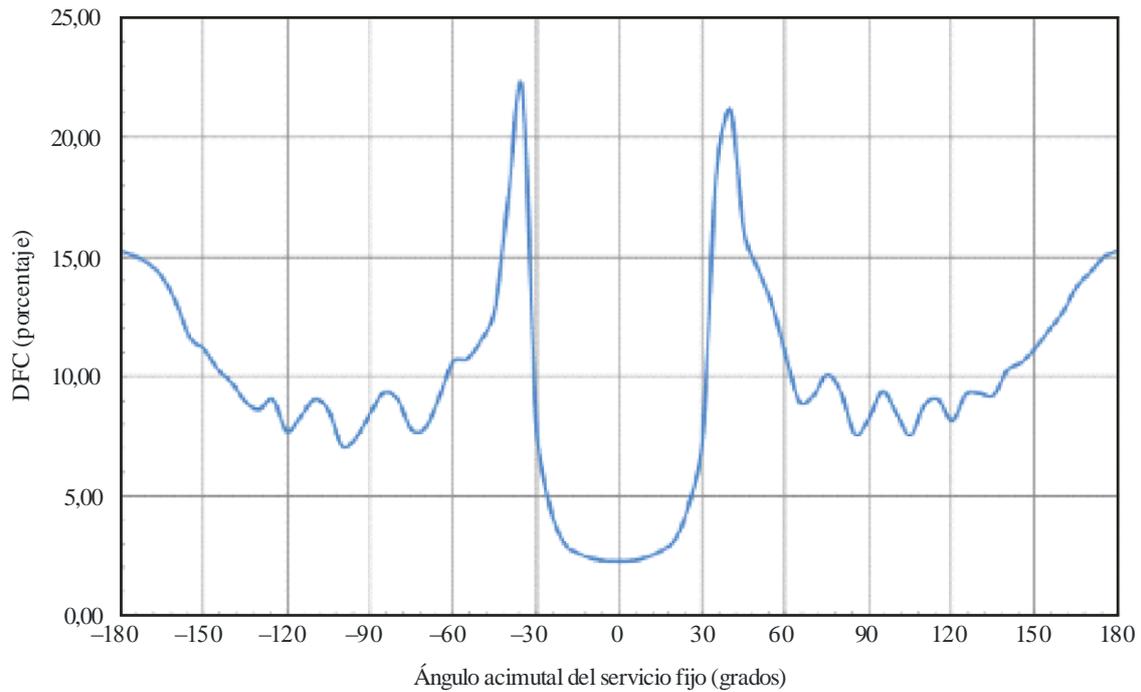
**DFC (en %) para los enlaces del SF simulados en Kenya debida a la interferencia causada por las emisiones combinadas de los sistemas del SRDS y el SMS**  
**Ángulo de elevación de la antena receptora del servicio fijo = 0,5 grados**



M.2082-08

FIGURA 9

**DFC (en %) para los enlaces del SF simulados en Sudáfrica debida a la interferencia causada por las emisiones combinadas de los sistemas del SRDS y el SMS**  
**Ángulo de elevación de la antena receptora del servicio fijo = 0,5 grados**



M.2082-09