

RECOMENDACIÓN UIT-R S.1418

MÉTODO PARA CALCULAR LA RELACIÓN PORTADORA/INTERFERENCIA PROCEDENTE DE UNA SOLA FUENTE EN LOS ENLACES DEL SERVICIO ENTRE SATÉLITES SITUADOS EN LA ÓRBITA DE LOS SATÉLITES GEOESTACIONARIOS

(Cuestión UIT-R 239/4)

(1999)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que la Cuestión UIT-R 239/4 para la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (Ginebra, 1997) (CMR-97) solicitó que se realicen «estudios muy urgentes y con carácter prioritario» para determinar los criterios de compartición y las directrices de coordinación en sistemas que utilizan el servicio entre satélites (SES);
- b) que está prevista una utilización muy intensa del SES entre satélites situados en la órbita de los satélites geoestacionarios (OSG);
- c) que las redes de OSG del SES normalmente exigen anchuras de banda amplias y generalmente forman enlaces troncales con velocidades de transmisión de datos elevadas para los segmentos espaciales de las redes;
- d) que las líneas troncales con velocidades de transmisión de datos elevadas deben tener un alto grado de disponibilidad;
- e) que es necesario establecer un método para evaluar el nivel de interferencia entre estos sistemas,

recomienda

- 1** que para calcular las relaciones C/I en los enlaces entre satélites situados en la OSG se utilice el método descrito en el Anexo 1.

ANEXO 1

Método para calcular la relación C/I procedente de una sola fuente en los enlaces del SES situados en la OSG

1 Datos de partida

En el Cuadro 1 figuran los datos de partida necesarios para el cálculo de la relación C/I procedente de una sola fuente.

CUADRO 1

Datos utilizados en el método de cálculo de la relación C/I procedente de una sola fuente

Parámetro	Símbolo
Frecuencia central (MHz)	f_c
<i>Sistema víctima</i>	
Longitud del receptor (grados)	V_{rx}
Longitud del transmisor (grados)	V_{tx}
Potencia de transmisión (dBW)	P_v
Ganancia de transmisión (dBi)	$G_{v,tx}$
Anchura de banda de transmisión (MHz)	B_v
Ganancia de recepción (dBi)	$G_{v,rx}$
Diámetro de la antena de recepción (m) ⁽¹⁾	$d_{v,rx}$
<i>Sistema interferente</i>	
Longitud del receptor (grados)	I_{rx}
Longitud del transmisor (grados)	I_{tx}
Potencia de transmisión (dBW)	P_i
Ganancia de transmisión (dBi)	$G_{i,tx}$
Anchura de banda de transmisión (MHz)	B_i
Ganancia de recepción (dBi)	$G_{i,rx}$
Diámetro de la antena de transmisión (m) ⁽¹⁾	$d_{i,tx}$

⁽¹⁾ Para calcular la discriminación de la antena a veces es necesario conocer el diámetro de la misma.

2 Método

2.1 Potencia de portadora

Para calcular la potencia de portadora es necesario determinar la pérdida de distancia entre los satélites. La distancia entre los satélites víctima viene dada por la expresión:

$$R = 2r_{OSG} \operatorname{sen}\left(\left|V_{tx} - V_{rx}\right|/2\right) \quad \text{km}$$

siendo:

V_{tx} : longitud del transmisor víctima

V_{rx} : longitud del receptor víctima

r_{OSG} : radio de la OSG (42 164 km)

R : distancia entre satélites (km).

Las pérdidas en espacio libre vienen dadas por:

$$L_{fs} = 20 \log f + 20 \log R + 32,45 \quad \text{dB}$$

siendo f la frecuencia de la portadora (MHz).

A continuación se calcula la potencia de portadora de la forma siguiente:

$$C = P_v + G_{v,tx} - L_{fs} + G_{v,rx} \quad \text{dB}$$

2.2 Potencia de interferencia

Para calcular la potencia de interferencia es necesario determinar las pérdidas de distancia entre los satélites. La distancia entre el transmisor interferente y el receptor víctima viene dada por la expresión:

$$R = 2r_{OSG} \sin\left(\left|I_{tx} - V_{rx}\right|/2\right) \quad \text{km}$$

siendo:

I_{tx} : longitud del transmisor interferente

V_{rx} : longitud del receptor víctima

r_{OSG} : radio de la OSG (42 164 km)

R : distancia entre satélites (km).

Las pérdidas en espacio libre vienen dadas por la expresión:

$$L_{fs} = 20 \log f + 20 \log R + 32,45 \quad \text{dB}$$

siendo f la frecuencia de la portadora (MHz).

Para facilitar el cálculo de los ángulos con respecto al eje de puntería, las coordenadas de todos los satélites se transforman de coordenadas polares a un sistema de coordenadas rectangulares en el plano ecuatorial con origen en el centro de la Tierra.

El eje componente x de cada satélite viene dado por:

$$S_x = r_{OSG} \cos(\text{longitud})$$

y el eje componente y viene dado por:

$$S_y = r_{OSG} \sin(\text{longitud})$$

siendo S la posición del satélite en cuestión y r_{OSG} el radio de la OSG (42 164 km).

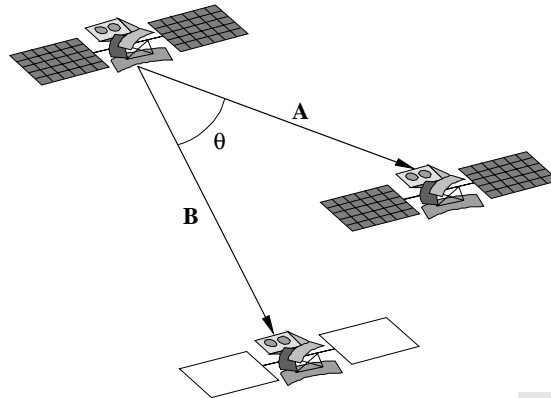
Si \mathbf{A} es el vector del satélite 1 al satélite 2 y \mathbf{B} es el vector del satélite 1 al satélite 3, el ángulo (θ) entre \mathbf{A} y \mathbf{B} (medido en el satélite 1) viene dado por la expresión:

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}}{|\mathbf{A}||\mathbf{B}|}\right)$$

como se ilustra en la Fig. 1 $|\mathbf{A}|$ y $|\mathbf{B}|$ son las magnitudes de \mathbf{A} y \mathbf{B} y $\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}$ es el producto interno de los dos vectores. Por ejemplo, para \mathbf{A} y \mathbf{B} expresados en coordenadas rectangulares:

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

FIGURA 1
Ángulo entre satélites



1418-01

Por ejemplo, si se necesita determinar la discriminación de antena en el receptor víctima, **A** representa el vector entre el receptor víctima y el transmisor víctima y **B** representa el vector entre el receptor víctima y el transmisor interferente. El ángulo resultante θ es un parámetro para un modelo de diagrama de antena adecuado para calcular la discriminación de antena.

El factor de reducción de la anchura de banda viene dado por:

$$L_{BV} = \begin{cases} 10 \log \frac{B_i}{B_v} & \text{si } \frac{B_i}{B_v} > 1 \\ 0 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$

La potencia de interferencia se calcula mediante la expresión:

$$I = P_i + G_{i,tx}(\theta_{tx}) - L_{fs} + G_{v,rx}(\theta_{rx}) - L_{BW} \quad \text{dB}$$

siendo θ_{tx} y θ_{rx} los ángulos con respecto al eje de puntería en los extremos del transmisor interferente y el receptor víctima, y $G_{i,tx}(\theta_{tx})$ y $G_{v,rx}(\theta_{rx})$ las ganancias fuera del eje de las antenas transmisora interferente y receptora víctima, respectivamente.

3 Ejemplo de cálculo de la relación C/I para los satélites OSG del SES

El modelo de diagrama de antena utilizado en este ejemplo es el que figura en el Anexo 1 de la Recomendación UIT-R S.672, presentando el primer lóbulo lateral una ganancia de 20 dB por debajo de la ganancia máxima.

Los parámetros de entrada para este ejemplo aparecen en el Cuadro 2. Se supone que $B_i/B_v = 1$.

CUADRO 2

Parámetros del ejemplo

Parámetro		Símbolo
Frecuencia central (Hz)	60×10^9	f_c
<i>Sistema víctima</i>		
Longitud del receptor (grados)	12	V_{rx}
Longitud del transmisor (grados)	0	V_{tx}
Potencia de transmisión (dBW)	13	P_v
Ganancia de transmisión (dBi)	49	$G_{v,tx}$
Ganancia de recepción (dBi)	49	$G_{v,rx}$
Diámetro de la antena de recepción (m)	0,75	$d_{v,rx}$
<i>Sistema interferente</i>		
Longitud del receptor (grados)	10	I_{rx}
Longitud del transmisor (grados)	2	I_{tx}
Potencia de transmisión (dBW)	13	P_i
Ganancia de transmisión (dBi)	55,7	$G_{i,tx}$
Ganancia de recepción (dBi)	55,7	$G_{i,rx}$
Diámetro de la antena de transmisión (m)	1	$d_{i,tx}$

En el Cuadro 3 aparecen los resultados del cálculo de la relación C/I .

CUADRO 3

Cálculo de la relación C/I

Parámetro		Símbolo
<i>Potencia de portadora</i>		
Potencia de transmisión (dBW)	13,0	P_v
Ganancia de la antena de transmisión (dBi)	49,1	$G_{v,tx}$
Pérdida en el espacio libre (dB)	-206,9	L
Ganancia de la antena de recepción (dBi)	49,1	$G_{v,rx}$
Potencia de portadora (dBW)	-95,7	C
<i>Potencia de interferencia</i>		
Potencia de transmisión (dBW)	13,0	P_i
Ángulo con respecto al eje de transmisión (grados)	1,0	θ_{tx}
Ganancia de transmisión (dB)	35,7	$G_{i,tx}(\theta_{tx})$
Pérdidas en el espacio libre (dB)	-205,3	L
Ángulo con respecto al eje de recepción (grados)	1,0	θ_{rx}
Ganancia de recepción (dB)	29,1	$G_{v,rx}(\theta_{rx})$
Potencia de interferencia (dBW)	-127,5	I
C/I (dB)	31,8	