RECOMENDACIÓN UIT-R RS.1263*

**CRITERIOS DE INTERFERENCIA PARA LAS AYUDAS A LA METEOROLOGÍA
EN LAS BANDAS 400,15-406 MHz Y 1 668,4-1 700 MHz**

(Cuestión UIT-R 144/7)

(1997)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que los criterios de interferencia son necesarios para diseñar sistemas capaces de ofrecer una calidad adecuada de funcionamiento en presencia de interferencias;
- b) que los objetivos de la calidad de funcionamiento están definidos en la Recomendación UIT-R RS.1165;
- c) que los criterios de interferencia contribuyen al establecimiento de criterios para la compartición de bandas entre sistemas, incluso con los que funcionan en otros servicios;
- d) que para los sistemas del servicio de ayudas a la meteorología deben definirse umbrales de interferencia por lo menos iguales a los niveles admisibles;
- e) que el Anexo 1 presenta los parámetros de sistemas representativos, como base para los niveles admisibles de interferencia en las transmisiones del servicio de ayudas a la meteorología,

recomienda

1 que se utilicen los niveles de interferencia definidos en los Cuadros 1 y 2 como niveles totales admisibles de potencia de la señal interferente en la salida de antena de las estaciones receptoras del servicio de ayudas a la meteorología.

CUADRO 1

Criterios de interferencia para sistemas de radiosondas del servicio de ayudas a la meteorología

Parámetro	Sistema de radiogoniometría (RDF) por radiosondas en 1 668,4-1 700 MHz	Sistema de ayudas a la navegación (NAVAID) por radiosondas con antena direccional en 400,15-406 MHz	Sistema de NAVAID por radiosondas con antena omnidireccional en 400,15-406 MHz
Anchura de banda de referencia del sistema	1,3 MHz	300 kHz	300 kHz
Potencia de la señal interferente (dBW) en la anchura de banda de referencia que no debe rebasarse más del 0,02% del tiempo ⁽¹⁾	-135,3	-140,6	-141,9
Potencia de la señal interferente (dBW) en la anchura de banda de referencia que no debe rebasarse más del 1,25% del tiempo ⁽¹⁾	-148,5	-149,6	-154,4
Potencia de la señal interferente (dBW) en la anchura de banda de referencia que no debe rebasarse más del 20% del tiempo ⁽¹⁾	-149,4	-154,9	-156,1

⁽¹⁾ El porcentaje de tiempo señalado no debe rebasarse en ningún vuelo.

* La Comisión de Estudio 7 de Radiocomunicaciones efectuó modificaciones de redacción en esta Recomendación.

CUADRO 2

Criterios de interferencia para sistemas de cohetes de sondeo y sondas descendentes del servicio de ayudas a la meteorología

Parámetro	Sistema de sondas descendentes lanzadas desde aviones en 400,15-406 MHz	Sistema de cohetes de sondeo en 400,15-406 MHz
Anchura de banda de referencia del sistema	20 kHz	3 MHz
Potencia de la señal interferente (dBW) en la anchura de banda de referencia que no debe rebasarse más del 0,02% del tiempo ⁽¹⁾	-153,3	-124,9
Potencia de la señal interferente (dBW) en la anchura de banda de referencia que no debe rebasarse más del 0,03% del tiempo ⁽¹⁾	-161,5	-125,5
Potencia de la señal interferente (dBW) en la anchura de banda de referencia que no debe rebasarse más del 20% del tiempo ⁽¹⁾	-167,1	-134,7

⁽¹⁾ El porcentaje de tiempo señalado no debe rebasarse en ningún vuelo.

ANEXO 1

Bases para la definición de criterios de calidad de funcionamiento y de interferencia para ayudas a la meteorología en las bandas 400,15-406 MHz y 1 668,4-1 700 MHz

1 Introducción

Las bandas 400,15-406 MHz (denominadas en adelante bandas de 403 MHz) y 1 668,4-1 700 MHz (denominadas en adelante bandas de 1 680 MHz) se atribuyen a las ayudas a la meteorología a título primario. Las bandas 400,15-403 MHz y 1 670-1 700 MHz se atribuyen también, a título primario común, a los usuarios de satélites meteorológicos (METSAT); finalmente, la banda 400,15-401 MHz se atribuye al servicio móvil por satélite (SMS) mundialmente, mientras que la banda 1 675-1 700 MHz se atribuye en la Región 2 de la UIT al SMS a título primario común sin interferencias.

El concepto «ayudas a la meteorología» se utiliza para designar diversos tipos de equipos meteorológicos: radiosondas, sondas descendentes y cohetes de sondeo. Instrumentos similares son lanzados en todo el mundo, destinados a recoger datos meteorológicos de la atmósfera superior para hacer pronósticos del tiempo y predecir tempestades violentas, reunir datos sobre el nivel de ozono y medir ciertos parámetros de la atmósfera con diversos fines militares. Los datos obtenidos de esos lanzamientos o sondeos son de extrema importancia para proteger vidas y propiedades, mediante la predicción de tempestades violentas y el suministro de datos esenciales para los vuelos comerciales.

2 Métodos de cálculo de los criterios de interferencia para las ayudas a la meteorología

Puesto que, en general, la mayor vulnerabilidad de los equipos a las interferencias se registra en condiciones de distancia oblicua máxima de las operaciones, los criterios de interferencia se establecerán en base al margen del enlace para dicha distancia oblicua máxima. Si bien esta hipótesis no es suficientemente flexible para que otros posibles usuarios de la banda puedan aprovechar los márgenes de enlace más elevados de las distancias oblicuas menores, sí cabe tener en cuenta este último factor en estudios de compartición pormenorizados. La distancia en cuestión es la máxima distancia

oblicua típica en la mayor parte del mundo, pero no representa las condiciones extremas encontradas durante el invierno en altas latitudes. Los criterios de interferencia para las ayudas a la meteorología se establecen entonces en tres puntos: un nivel de interferencia y un porcentaje de tiempo de pérdida del enganche del receptor, un nivel de interferencia y un porcentaje de tiempo de pérdida de datos, y un nivel de interferencia a largo plazo durante el 20% del tiempo. Como los diversos tipos de instrumentos se utilizan para diversas aplicaciones y presentan características distintas, deberán establecerse criterios correspondientes a cada uno.

El primer nivel de interferencia por establecer se refiere a la pérdida del enganche del receptor, admisible sólo durante un breve periodo de tiempo. El cálculo de la pérdida admisible del enganche para un porcentaje de tiempo total, $P\%_{TOTAL}$, depende del sistema y de la aplicación. Dicho porcentaje se subdivide entonces en dos partes, una correspondiente a las fuentes internas del sistema, y otra ocasionada por la interacción de los sistemas. En nuestro caso, la pérdida del enganche se subdividirá de tal suerte que el 25% de $P\%_{TOTAL}$ corresponda a la interferencia entre sistemas.

Los criterios de interferencia por pérdida del enganche se calculan como sigue:

$$I_{LOCKLOSS} = N_{RX} + 10 \log (10^{M/10} - 1) \quad (1)$$

donde:

N_{RX} : densidad espectral de ruido del receptor en función del balance del enlace (véase el Cuadro 4)

M : margen para pérdida del enganche en función del balance del enlace (véase el Cuadro 4).

El rebasamiento del nivel $I_{LOCKLOSS}$ no puede ser mayor que $P\%_{LOCKLOSS}$, para:

$$P\%_{LOCKLOSS} = 0,25 (P\%_{TOTAL})$$

El segundo nivel de interferencia es aquel en el que se producen pérdidas de datos. El porcentaje de tiempo para tales incidentes puede deducirse de los objetivos de disponibilidad de datos del usuario. Los requisitos de disponibilidad de datos publicados para las ayudas a la meteorología se refieren generalmente a todas las fuentes de pérdida de datos y de error de datos. En las operaciones de ayudas a la meteorología se producen, además de pérdidas de datos, errores en los datos de los sensores, detectados durante su tratamiento. Un 25% del porcentaje total de pérdida/error de datos $P\%_{TOTAL}$ corresponde a interferencias, mientras que otro 25% es atribuible a interferencias entre sistemas; por tanto:

$$P\%_{DATALOSS} = (25\%) (25\%) (P\%_{TOTAL}) = (6,25\%) (P\%_{TOTAL})$$

Los criterios de interferencia por pérdida de datos se calculan como sigue:

$$I_{DATALOSS} = N_{RX} + 10 \log (10^{M/10} - 1) \quad (2)$$

donde:

N_{RX} : densidad espectral de ruido del receptor en función del balance del enlace (véase el Cuadro 4)

M : margen para pérdida de datos en función del balance del enlace (véase el Cuadro 4).

No podrá sobrepasarse el nivel $I_{DATALOSS}$ más que $P\%_{DATALOSS}$.

El tercer nivel de interferencia será el nivel a largo plazo, durante un 20% del tiempo. Puede calcularse dicho nivel de interferencia a largo plazo sobre la base de los márgenes a corto plazo tanto para pérdidas del enganche como para pérdidas de datos. El nivel calculado a partir del margen de pérdida del enganche a corto plazo es insignificante, puesto que predomina el nivel proveniente del margen para pérdida de datos. Para el nivel a largo plazo (20%), las ayudas a la meteorología retendrán 2/3 del margen correspondiente a la pérdida de datos. Los criterios de interferencia para pérdida de datos se obtienen eligiendo el mayor resultado de las opciones:

$$I_{20\%} = N_{RX} + 10 \log (10^{M/30} - 1)$$

o bien

$$N_{RX} - 10 \text{ dB, si este último valor es mayor} \quad (3)$$

donde:

N_{RX} : densidad espectral de ruido del receptor en función del balance del enlace (véase el Cuadro 4)

M : margen para pérdida de datos en función del balance del enlace (véase el Cuadro 4).

No podrá sobrepasarse el nivel $I_{20\%}$ más que un 20% del tiempo.

3 Análisis de los requisitos en cuanto a disponibilidad de datos de las ayudas a la meteorología

3.1 Requisitos de disponibilidad de datos de las operaciones sinópticas con radiosondas

El Cuadro 3 enumera los requisitos propuestos de disponibilidad de datos de radiosondas. Para alcanzar los objetivos planteados, deben satisfacerse todos los límites que figuran en la columna de pérdida de datos. Las cifras no son acumulables, cada requisito se aplica únicamente durante el periodo de tiempo especificado. Además de los requisitos del Cuadro 3, en ningún punto de la operación pueden perderse y/o rechazarse datos sobre presión o temperatura durante más de 3 min consecutivos.

CUADRO 3

Objetivos de calidad de funcionamiento aplicados en América del Norte para operaciones sinópticas con radiosondas

Tiempo de vuelo (min)	Pérdida máxima de datos durante no más del 2% de los sondeos (por emplazamiento, por mes ⁽¹⁾)
0-120 (vuelo completo)	15 min
0-5	60 s
5-15	2 min
15-30	3 min
30-60	6 min
60-120	12 min (20%)

(1) Los sondeos que no cumplan el requisito de 2% se consideran fallidos y será necesario un nuevo lanzamiento en caso de determinarse el fallo dentro de los 30 min siguientes al primer lanzamiento. Los vuelos que no cumplan con dicho requisito tras vencer el plazo de 30 min, entran en la categoría de fracasos.

No pueden perderse ni rechazarse datos sobre la presión y temperatura durante más de 3 min consecutivos.

El objetivo de disponibilidad de datos se especifica para las pérdidas de datos provenientes de todas las fuentes (interferencias, errores del operador, averías de los equipos, fallos de la radiosonda y errores de datos del sensor). En la fase final del vuelo (entre 60 y 120 min), es admisible un máximo del 20% de pérdida de datos. Este 20% de disponibilidad de datos se subdividirá para prever un nivel atribuido a la interferencia entre sistemas, $I_{INTERSYSTEM}$, dando por resultado $P\%_{DATALOSS}$.

$$P\%_{DATALOSS} = (6,25\%) (20\%) = 1,25\% \text{ de pérdida de datos por } I_{INTERSYSTEM}$$

Además, también se considerará infructuoso el sondeo que no alcance el punto de terminación fijado en 120 min. Muchos factores pueden reducir la duración del vuelo, entre ellos las interferencias. Las interferencias producirán habitualmente una pérdida del enganche del sistema receptor a la señal deseada. Si no se reactiva la señal en un tiempo razonable (hasta aproximadamente 1 s o menos), el control automático de frecuencia (CAF) sintonizará el receptor a otra señal suficientemente potente, hasta lograr el enganche del receptor. En los sistemas RDF, agrava la situación la antena de radiogoniometría, de reducida anchura de haz, que puede perder de vista el movimiento de la radiosonda. El porcentaje de tiempo durante el que esto es admisible, $P\%_{LOCKLOSS}$, se expresa como sigue:

$$P\%_{LOCKLOSS} = 25\% \frac{1 \text{ s}}{24 \text{ min}} = 0,02\%$$

3.2 Requisitos de disponibilidad de datos de las instituciones espaciales

Las instituciones espaciales utilizan radiosondas y cohetes de sondeo para recoger datos meteorológicos de apoyo a las operaciones de lanzamiento de vehículos espaciales. Los requisitos de disponibilidad de datos de radiosondas para los usuarios de operaciones sinópticas son también suficientes para dichas instituciones. Pese a ello, deben establecerse objetivos relativos a los cohetes de sondeo. Dada la velocidad a la que los cohetes de sondeo regresan a la Tierra atravesando la atmósfera superior, el porcentaje de pérdida de datos sólo puede ser muy pequeño. La pérdida incluso de pequeños bloques de datos puede traer aparejado importantes pérdidas de estructuras en tramos de la atmósfera superior. Por consiguiente, una pérdida de datos durante más de 15 s aproximadamente en el curso de un vuelo puede significar su fracaso. Tal como ocurre con las radiosondas, este porcentaje debe subdividirse para responder a las fuentes internas de interferencia y a la producida entre sistemas. El porcentaje máximo de interferencia entre sistemas, $I_{INTERSYSTEM}$, se calcula como sigue:

$$P\%_{DATALOSS} = (6,25\%) \frac{15 \text{ s}}{60 \text{ min}} = 0,03\% \text{ de pérdida máxima de datos por } I_{INTERSYSTEM}$$

El porcentaje de tiempo 0,02% que se aplica al cálculo de la pérdida del enganche en el caso de las radiosondas, vale también para los cohetes de sondeo:

$$P\%_{LOCKLOSS} = 0,02\%$$

3.3 Requisitos de disponibilidad de datos de las sondas descendentes

Los datos de las sondas descendentes se obtienen durante su caída a través de la atmósfera mientras un paracaídas regula la velocidad de descenso, de manera muy similar a la utilizada en los cohetes de sondeo. Por tal motivo, los requisitos de disponibilidad de datos de los cohetes de sondeo para las instituciones espaciales, examinados en el § 3.2, bastan para proteger los datos de las sondas descendentes.

3.4 Requisitos de disponibilidad de datos para establecimientos de defensa

Los establecimientos de defensa utilizan radiosondas, cohetes de sondeo y sondas descendentes, si bien la mayor parte corresponde a las primeras. Los requisitos de disponibilidad de datos de las radiosondas examinados en el § 3.1, así como los de los cohetes de sondeo del § 3.2, y los de las sondas descendentes del § 3.3, se consideran suficientes para proteger este tipo de operaciones de ayudas a la meteorología.

4 Análisis del balance del enlace para ayudas a la meteorología

Los distintos tipos de ayudas a la meteorología se utilizan con fines diversos y, en consecuencia, el cálculo del balance del enlace difiere en cada caso. El Cuadro 4 presenta las características de calidad de funcionamiento para radiosondas RDF, radiosondas NAVAJD, sondas descendentes y cohetes de sondeo.

CUADRO 4

Análisis de los criterios de calidad de funcionamiento para los sistemas de ayudas a la meteorología

Factor de calidad de funcionamiento	RDF	RDF	NAVAID con antena direccional	NAVAID con antena direccional	NAVAID con antena omnidireccional	NAVAID con antena omnidireccional	Sonda descendente	Sonda descendente	Cohete de sondeo	Cohete de sondeo
Tipo de modulación	MA	MA	MF	MF	MF	MF	MF	MF	MA	MA
Gama de frecuencias (MHz)	1 668,4-1 700	1 668,4-1 700	400,15-406	400,15-406	400,15-406	400,15-406	400,15-406	400,15-406	400,15-406	400,15-406
Porcentaje de tiempo en que no se sobrepasa la calidad de funcionamiento (%)	0,02 Pérdida del enganche	1,25 Pérdida de datos	0,02 Pérdida del enganche	1,25 Pérdida de datos	0,02 Pérdida del enganche	1,25 Pérdida de datos	0,02 Pérdida del enganche	0,03 Pérdida de datos	0,02 Pérdida del enganche	0,03 Pérdida de datos
1. Potencia de salida del transmisor (dBW)	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-8,0	-8,0	-5,2	-5,2
2. Ganancia media de la antena (dBi)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0	0
3. p.i.r.e. de la radiosonda (dBW)	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-4,0	-6,0	-6,0	-5,2	-5,2
4. Longitud máxima del enlace (km)	250	250	250	250	150	150	350	350	70	70
5. Pérdidas del trayecto en el espacio libre (dB)	144,90	144,90	132,5	132,5	128,0	128,0	135,4	135,4	121,4	121,4
6. Pérdidas en exceso del trayecto (lluvia, desvanecimiento, etc.) (dB)	2,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	4,0	4,0	0,25	0,25
7. Ganancia de la antena de la estación en tierra (dBi)	28	28	8,0	8,0	2,0	2,0	0,0	0,0	20	20
8. Error de puntería de la antena de la estación en tierra (dB)	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5
9. Pérdidas del sistema receptor (alimentación de la antena, cables, etc.) (dB)	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	2,0	2,0
10. Pérdidas por desadaptación de polarización (dB)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5
11. Potencia de señal recibida (dBW)	-126,9	-126,9	-132,5	-132,5	-133,5	-133,5	-145,4	-145,4	-109,85	-109,85
12. Anchura de banda de referencia del receptor (dB/Hz)	1,3	1,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,02	0,02	3,0	3,0
13. Anchura de banda de referencia (dB)	61,1	61,1	54,8	54,8	54,8	54,8	43	43	64,8	64,8
14. Energía recibida por Hz, C_0 (dB(W/Hz))	-188,0	-188,0	-187,3	-187,3	-188,3	-188,3	-188,4	-188,4	-174,65	-174,65
15. Temperatura de ruido del sistema receptor (K)	738	738	600	600	600	600	410	410	738	738
16. Densidad espectral de ruido del receptor, N_0 (dB(W/Hz))	-200,5	-200,5	-200,9	-200,9	-200,9	-200,9	-202,5	-202,5	-200,5	-200,5
17. C_0/N_0 mínima (dB)	7	12	7	12	7	12	7	12	7	12
18. C_0/N_0 efectiva para el vuelo (dB)	12,5	12,5	13,6	13,6	12,6	12,6	14,1	14,1	25,85	25,85
19. Margen (dB)	5,5	0,5	6,6	1,6	5,6	0,6	7,1	2,1	18,95	13,85

5 Cálculo de los criterios de interferencia para las ayudas a la meteorología

5.1 Radiosondas

Para el cálculo de los criterios de interferencia pueden utilizarse las ecuaciones (1), (2) y (3), así como los resultados del análisis del balance del enlace del Cuadro 4. Los criterios de interferencia definidos para cada uno de los tres sistemas de radiosondas figuran en el Cuadro 5.

CUADRO 5

Criterios de interferencia de sistemas de radiosondas

Parámetro	Sistema de radiosonda RDF en 1 668,4-1 700 MHz	Sistema de radiosonda con antena direccional en 400,15-406 MHz	Sistema de radiosonda con antena omnidireccional en 400,15-406 MHz
Densidad espectral de ruido del receptor (dB(W/Hz))	-200,5	-200,9	-200,9
Anchura de banda de referencia del receptor (dB/Hz)	61,1	54,8	54,8
Margen del enlace a 0,02% (dB)	5,5	6,6	5,6
Margen del enlace a 1,25% (dB)	0,5	1,6	0,6
Nivel de interferencia que no debe sobrepasarse durante más del 0,02% del tiempo (ecuación (1))	-135,3 dB(W/1,3 MHz)	-140,6 dB(W/300 kHz)	-141,9 dB(W/300 kHz)
Nivel de interferencia que no debe sobrepasarse durante más del 1,25% del tiempo (ecuación (2))	-148,5 dB(W/1,3 MHz)	-149,6 dB(W/300 kHz)	-154,4 dB(W/300 kHz)
Nivel de interferencia que no debe sobrepasarse durante más del 20% del tiempo (ecuación (3))	-149,4 dB(W/1,3 MHz)	-154,9 dB(W/300 kHz)	-156,1 dB(W/300 kHz)

5.2 Sondas descendentes

Las ecuaciones (1), (2) y (3) pueden aplicarse al cálculo de los criterios de interferencia para sondas descendentes. Los criterios de interferencia para las sondas descendentes figuran en el Cuadro 6.

5.3 Cohetes de sondeo

Las ecuaciones (1), (2) y (3) pueden aplicarse al cálculo de criterios de interferencia para cohetes de sondeo. El Cuadro 7 presenta los criterios de interferencia para los cohetes de sondeo.

CUADRO 6

Criterios de interferencia de los sistemas de sondas descendentes

Parámetro	Sistema de sonda descendente en 400,15-406 MHz
Densidad espectral de ruido del receptor (dB(W/Hz))	- 202,5
Anchura de banda de referencia del receptor (dB/Hz)	43,0
Margen del enlace a 0,02% (dB)	7,1
Margen del enlace a 0,03% (dB)	2,1
Nivel de interferencia que no debe sobrepasarse durante más del 0,02% del tiempo (ecuación (1))	-153,3 dB(W/20 kHz)
Nivel de interferencia que no debe sobrepasarse durante más del 0,03% del tiempo (ecuación (2))	-161,5 dB(W/20 kHz)
Nivel de interferencia que no debe sobrepasarse durante más del 20% del tiempo (ecuación (3))	-167,1 dB(W/20 kHz)

CUADRO 7

Criterios de interferencia de los sistemas de cohetes de sondeo

Parámetro	Sistema de cohetes de sondeo en 400,15-406 MHz
Densidad espectral de ruido del receptor (dB(W/Hz))	- 200,5
Anchura de banda de referencia del receptor (dB/Hz)	64,8
Margen del enlace a 0,02% (dB)	11,1
Margen del enlace a 0,03% (dB)	10,6
Nivel de interferencia que no debe sobrepasarse durante más del 0,02% del tiempo (ecuación (1))	-124,9 dB(W/3 MHz)
Nivel de interferencia que no debe sobrepasarse durante más del 0,03% del tiempo (ecuación (2))	-125,5 dB(W/3 MHz)
Nivel de interferencia que no debe sobrepasarse durante más del 20% del tiempo (ecuación (3))	-134,7 dB(W/3 MHz)