

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1639*

Criterios de protección del servicio de radionavegación aeronáutica de las emisiones combinadas procedentes de estaciones espaciales del servicio de radionavegación por satélite en la banda de 1 164-1 215 MHz

(2003)

Resumen

En esta Recomendación se establece el nivel de densidad de flujo de potencia equivalente (dfpe) para la protección de las estaciones del servicio de radionavegación aeronáutica (SRNA) de las emisiones procedentes de los satélites de los sistemas del servicio de radionavegación por satélite (SRNS) que funcionan en la banda 1 164-1 215 MHz.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que de conformidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR), la banda 960-1 215 MHz está atribuida a título primario al servicio de radionavegación aeronáutica (SRNA) en todas las Regiones de la UIT;
- b) que la CMR-2000 introdujo una atribución primaria compartida para el servicio de radionavegación por satélite (SRNS) en la banda de frecuencias 1 164-1 215 MHz (sujeta a las condiciones especificadas en el número 5.328A del RR) con un límite provisional de la dfp combinada producida por todas las estaciones espaciales de todos los sistemas de radionavegación por satélite en la superficie de la Tierra de $-115 \text{ dB(W/m}^2\text{)}$ en cualquier banda de 1 MHz para cualquier ángulo de incidencia;
- c) que la CMR-2000 instó al UIT-R a realizar con carácter de urgencia y con antelación suficiente a la CMR-03 los estudios de carácter técnico, operacional y reglamentario necesarios relativos a la compatibilidad global entre el SRNS y el SRNA en la banda de frecuencias 960-1 215 MHz, incluyendo la evaluación de la necesidad de establecer un límite de dfp combinada, y la revisión, en caso de ser necesario, del límite provisional de dfp que se indica en el número 5.238A del RR relativo al funcionamiento de los sistemas del SRNS (espacio-Tierra) en la banda de frecuencias de 1 164-1 215 MHz;
- d) que los estudios realizados muestran que las señales del SRNS en la banda de frecuencias de 1 164-1 215 MHz pueden diseñarse de tal forma que no causen interferencias sobre los receptores de equipos de medida de distancia y de navegación aérea táctica (DME/TACAN) del SRNA que funcionan en dicha banda;
- e) que de conformidad con el número 1.59 del RR, el SRNA es un servicio de seguridad y las administraciones deben tomar medidas especiales para proteger estos servicios de la interferencia perjudicial según se señala en el número 4.10 del RR;
- f) que el método de cálculo de la dfp equivalente (dfpe) determina la interferencia procedente de múltiples estaciones espaciales del SRNS sobre los receptores del SRNA de forma más precisa que el método de la dfp combinada;

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI).

- g) que los trayectos de las señales de los servicios planificados del SRNS (espacio-espacio) y SRNS (espacio-Tierra) en la banda 1 164-1 215 MHz, tienen su origen en las mismas transmisiones de los satélites del SRNS y que, por tanto, el servicio SRNS (espacio-espacio) de tales sistemas no aumentará el nivel de dfpe por encima del que produce el SRNS (espacio-Tierra);
- h) que no existen planes conocidos de sistemas del SRNS que proporcionen exclusivamente servicios del SRNS (espacio-espacio) en la banda de frecuencias 1 164-1 215 MHz, considerándose que la probabilidad de que dichos sistemas se desarrollen en el futuro es muy baja;
- j) que la Recomendación UIT-R M.1480 contiene la metodología y las características de referencia de las estaciones del SRNA que deben utilizarse para calcular la dfpe combinada producida por las emisiones de todas las estaciones espaciales de todos los sistemas de radionavegación por satélite de cualquier estación de radionavegación aeronáutica,

recomienda

- 1 que el valor máximo admisible de la dfpe procedente de las estaciones de todos los sistemas del SRNS no debe superar el nivel de $-121,5 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$, tal como se concluye de la metodología incluida en el Anexo 1, para la protección del SRNA en la banda de frecuencias 1 164-1 215 MHz.

Anexo 1

Determinación del criterio de protección combinada

En este Anexo se analiza cuál es el valor de la dfpe para todas las emisiones espaciales del SRNS en la banda de frecuencias de 1 164-1 215 MHz, ya sea espacio-Tierra o espacio-espacio, que garantiza la protección del SRNA.

1 Definición de la dfpe

La definición se basa en el número 22.5C del RR adoptado en la CMR-2000.

Cuando una antena recibe simultáneamente en su anchura de banda de referencia potencia procedente de transmisores que se encuentran a distancias diferentes, desde diversas direcciones o con niveles de dfp incidente distintos, la dfpe es la dfp que, en caso de recibirse desde un único transmisor situado en la zona de campo lejano de la antena en la dirección de su ganancia máxima, produciría la misma potencia a la entrada del receptor que la potencia combinada realmente recibida procedente de la suma del conjunto de transmisores.

La dfpe instantánea se calcula utilizando la fórmula siguiente:

$$dfpe = 10 \log_{10} \left[\sum_{i=1}^{N_a} 10^{\frac{P_i}{10}} \cdot \frac{G_t(\theta_i)}{4\pi d_i^2} \cdot \frac{G_r(\varphi_i)}{G_{r,máx}} \right]$$

donde:

- N_a : número de estaciones espaciales visibles desde el receptor
- i : índice asociado a cada estación espacial considerada
- P_i : potencia de RF a la entrada de la antena (o potencia radiada de RF en el caso de una antena activa) de la estación espacial transmisora (dB(W/MHz))
- θ_i : ángulo fuera del eje entre el eje de puntería de la estación espacial transmisora y la dirección del receptor

- $G_t(\theta_i)$: ganancia de la antena transmisora (expresada como relación) de la estación espacial en la dirección del receptor
- d_i : distancia (m) entre la estación transmisora y el receptor
- φ_i : ángulo fuera del eje entre la dirección de apuntamiento del receptor y la dirección de la estación espacial transmisora
- $G_r(\varphi_i)$: ganancia de la antena de recepción (expresada como relación) del receptor, en la dirección de la estación espacial transmisora (véase la Recomendación UIT-R M.1480)
- $G_{r,máx}$: ganancia máxima del receptor (expresada como relación)
- $dfpe$: densidad de flujo de potencia equivalente instantánea (dB(W/(m² · MHz))) en el receptor.

NOTA 1 – Se supone que todos los transmisores están situados en la zona de campo lejano del receptor (es decir, a una distancia superior a $2D^2/\lambda$, donde D es el diámetro efectivo de la antena receptora y λ es la longitud de onda de la observación). En el caso considerado siempre se darán estas condiciones.

2 **dfpe combinada máxima (de todos los sistemas del SRNS) para proteger al SRNA**

Los parámetros del Cuadro 1 identifican el nivel de dfpe para el cual los equipos del SRNA estarán protegidos de las emisiones del SRNS en la banda de 1 164-1 215 MHz.

CUADRO 1

dfpe combinada máxima permitida para proteger al SRNA del SRNS

	Parámetro	Valor	Referencia
1	Umbral de interferencia de los DME del SRSN (en el puerto de antena)	-129 dB(W/MHz)	(Véase la Nota 1)
2	Ganancia máxima de la antena del DME/TACAN, incluyendo la desadaptación de polarización	3,4 dBi	(Ganancia de antena de 5,4 dBi y desadaptación de polarización de -2 dB)
3	Área efectiva de la antena de 0 dBi a 1 176 MHz	-22,9 dB(m ²)	
4	dfpe agregada del SRNS (todos los sistemas) en 1 MHz	-109,5 dB(W/(m ² · MHz))	Combina 1, 2 y 3 (1 menos 2 menos 3)
5	Margen de seguridad	6 dB	Recomendación UIT-R M.1477
6	Atribución de interferencia del SRNS a todas las fuentes de interferencia	6 dB	Se atribuye el 25% de la interferencia admisible al SRNS
7	dfpe agregada del SRNS	-121,5 dB(W/(m ² · MHz))	Combina 4, 5 y 6 (4 menos 5 menos 6)

NOTA 1 – Este valor se basa en un umbral de interferencia de la portadora de -129 dBW especificado para sistemas DME internacionales utilizados por la aviación civil. Las mediciones han demostrado que la calidad de servicio de funcionamiento de los equipos DME se ve afectada del mismo modo por una señal del SRNS de espectro ensanchado de 1 MHz que por una señal del tipo onda continua (véase el § 2.1).

2.1 Comparación del efecto que tienen sobre los receptores de a bordo DME/TACAN de onda continua interferente y una señal interferente del SRNS

2.1.1 Susceptibilidad de los receptores DME a la interferencia producida por señales del SRNS (señales de espectro ensanchado)

Las señales deseadas en los receptores e interrogadores de los DME son las señales de transpondedores DME situados en tierra con un valor de cresta de -83 dBm.

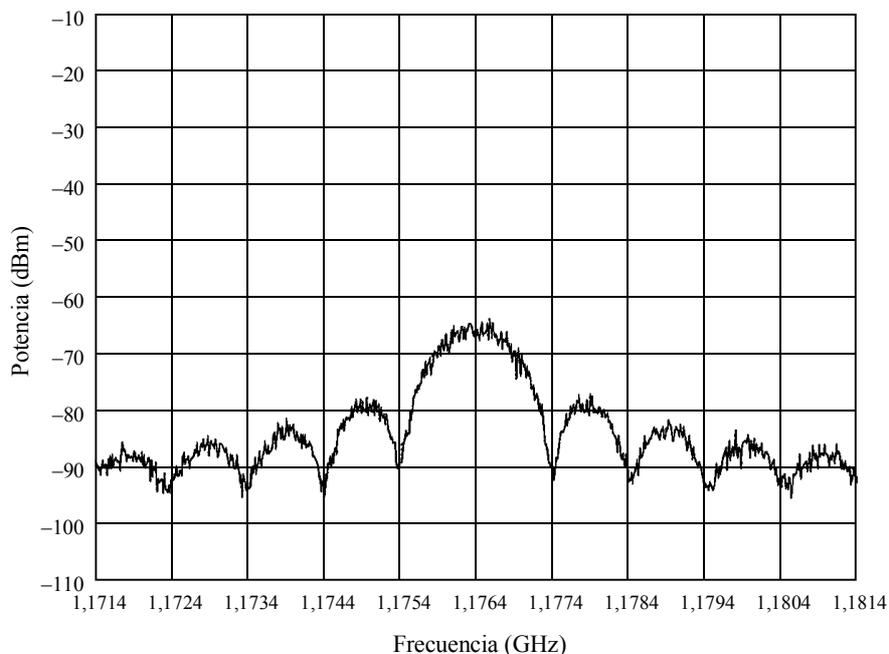
Se ha medido la potencia total de una fuente interferente de banda estrecha (véase la Fig. 1) o de banda ancha (véase la Fig. 2) en una anchura de banda de 650 kHz, y se ha determinado cómo varía la calidad de funcionamiento de un DME en el caso de señales del tipo onda continua y en el caso de señales SRNS, tanto para equipos DME de distinto diseño como del mismo tipo. Los DME empleados son similares a los utilizados en grandes aeronaves comerciales y en aeronaves de aviación comercial de menor tamaño.

Las formas de las señales interferentes utilizadas en las pruebas son las que se muestran en las Figs. 1 y 2.

En el caso de la Fig. 1, la fuente interferente se genera en un simulador de señal SRNS que produce la estructura y frecuencia de señal exacta de un sistema del SRNS real. Esta transmisión acceso múltiple por división de código (AMDC) pseudoaleatoria a $1,023$ Mchip/s se traslada en frecuencia a la frecuencia del receptor DME concreto en prueba. La gama de señales de banda estrecha interferentes del SRNS (medidas a 650 kHz) y aplicada a los DME está comprendida entre -83 y -94 dBm.

FIGURA 1

Ejemplo de señal de banda estrecha del SRNS trasladada a $1\,176,45$ MHz



Anchura de banda de resolución = 100 kHz

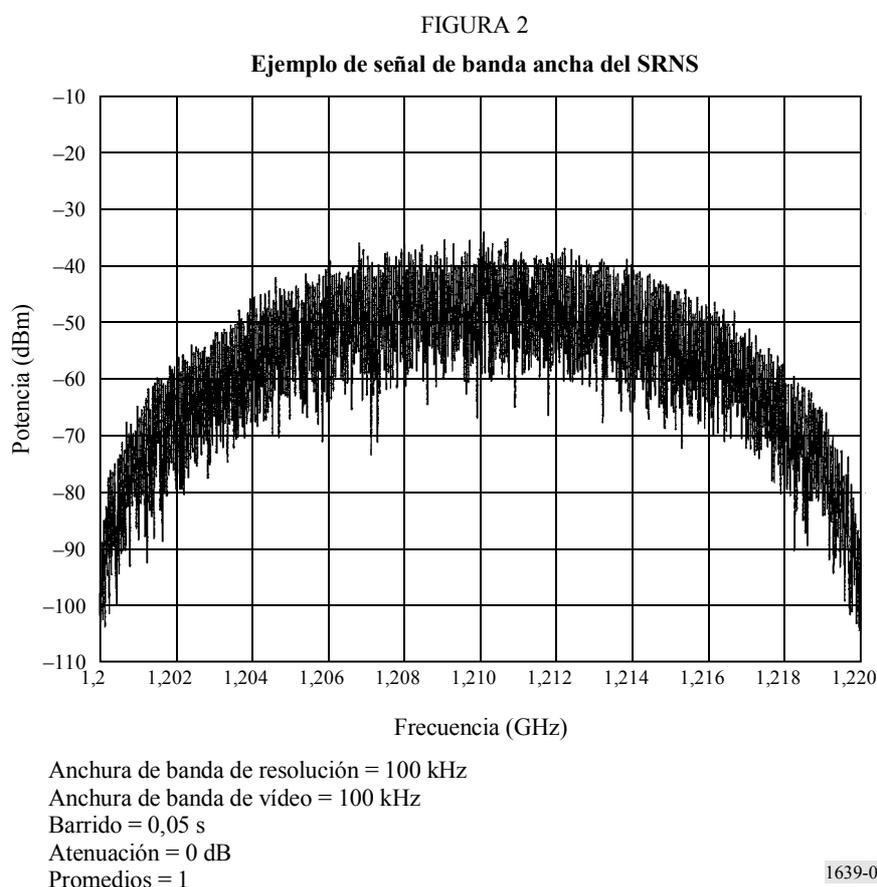
Anchura de banda de vídeo = 100 kHz

Barrido = $0,05$ s

Atenuación = 0 dB

Promedios = 10

En el caso de la Fig. 2, la fuente interferente produce un generador de señal digital con una emisión AMDC pseudoaleatoria a 10,23 Mchip/s similar a la propuesta para el SRNS en la banda 1 164-1 215 MHz. La señal se aplica directamente al receptor DME pertinente en prueba. La gama de señales de banda ancha del SRNS interferentes (medidas a 650 kHz) y aplicada a los DME está comprendida entre -81 y -93 dBm.



2.1.2 Resultado de mediciones utilizando una señal del SRNS de onda continua

Las mediciones realizadas demuestran que el efecto que produce sobre la calidad de funcionamiento del DME una señal del SRNS que se extiende sobre una anchura de banda de 1 MHz, es el mismo que el de una señal del tipo onda continua. Se han detectado variaciones en la medición de ± 1 dB, correspondientes a una variación de calidad de funcionamiento de aproximadamente ± 3 dB entre distintos DME.

2.2 Aislamiento de polarización circular obtenido por la antena del DME

La antena del DME que funcione con polarización vertical debe recibir una señal SRNS con polarización circular con un nivel reducido en -3 dB. Sin embargo, en los lóbulos laterales, en los que la desadaptación de polarización es menos estricta, se llegan a observar emisiones del SRNS, cosa que no ocurre en el haz principal de la antena. Algunas mediciones realizadas recientemente sobre antenas de DME de aeronaves, arrojan valores de $-2,5$ dB, mientras que en otros experimentos sobre la desadaptación de polarización se han observado valores de 0 dB. Por lo tanto, se ha considerado realista asumir en la antena de un DME una desadaptación de polarización de -2 dB para señales del SRNS con polarización circular. Dicho valor debe añadirse a la ganancia máxima efectiva de la antena para determinar la ganancia de antena máxima del receptor del SRNA, incluyendo la desadaptación de polarización.

2.3 Atribución al SRNS de la interferencia combinada máxima permitida por los DME

El factor de 6 dB elegido como atribución al SRNS de la interferencia combinada máxima permitida procedente de todas las fuentes de interferencia, significa admitir que puede existir interferencia procedente de otro DME en la misma banda de frecuencia, de emisiones no esenciales y emisiones fuera de banda de otros sistemas del SRNA y del servicio móvil aeronáutico por satélite (SMAS), así como de las bandas adyacentes al SRNA. Los sistemas a bordo de satélites del SRNA incluyen transpondedores de radares secundarios de vigilancia, numerosos sistemas anticolidión de aeronaves y otros DME interrogadores, así como terminales del SMAS. Los radares de alta potencia del servicio de radiolocalización que funcionan justamente por encima de 1215 MHz y los transmisores del servicio de radiodifusión que funcionan por debajo de 960 MHz son también fuentes de interferencia de las bandas adyacentes.
