



**Recomendación UIT-R RS.1881**  
(02/2011)

**Criterios de protección de los receptores  
de diferencia del tiempo de llegada del  
servicio de ayudas a la meteorología  
en la banda de frecuencias  
9-11,3 kHz**

**Serie RS**  
**Sistemas de detección a distancia**

## 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>	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
<b>P</b>	Propagación de las ondas radioeléctricas
<b>RA</b>	Radio astronomía
<b>RS</b>	<b>Sistemas de detección a distancia</b>
<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, 2011

© UIT 2011

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 RS.1881

**Criterios de protección de los receptores de diferencia del tiempo  
de llegada del servicio de ayudas a la meteorología  
en la banda de frecuencias 9-11,3 kHz\***

(2011)

**Cometido**

Esta Recomendación del UIT-R caracteriza las propiedades técnicas, las características operacionales y los criterios de protección del sistema de diferencia del tiempo de llegada (ATD) que funciona en el servicio de ayudas a la meteorología en la gama de frecuencias de 9 a 11,3 kHz.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que la detección del rayo a gran distancia mediante observaciones cercanas a la frecuencia de 10 kHz se ha estado realizando desde 1987, utilizando las diferencias de tiempo de las señales recibidas para obtener los emplazamientos de la descarga;
- b) que las máximas emisiones espectrales procedentes de la descarga del rayo se centran entre 9 y 20 kHz. A estas frecuencias, las ondas reflejadas en la ionosfera se propagan a grandes distancias con una atenuación relativamente baja. Por consiguiente, es posible recibir emisiones causadas por la descarga de un rayo a miles de kilómetros de donde se produjo esa descarga;
- c) que aunque actualmente existen sistemas nacionales y regionales de detección del rayo que funcionan en bandas de frecuencias más elevadas, dichos sistemas exigen un mayor número de estaciones receptoras debido a la notable reducción de la zona de cobertura de cada receptor. La detección con tales sistemas en grandes zonas oceánicas y masas terrestres, donde no existe infraestructura local, normalmente es difícil y muy costosa de llevar a cabo. Además, con estos sistemas no es posible cubrir grandes zonas oceánicas, por ejemplo la parte media del Atlántico;
- d) que una de las ventajas principales que presenta el sistema de diferencia del tiempo de llegada (ATD) es la cobertura mundial proporcionada por un número limitado de receptores y estos receptores ofrecen un alto nivel de precisión con respecto a la detección a escala mundial;
- e) que los datos proporcionados por el sistema ATD son utilizados por las organizaciones meteorológicas de todo el mundo y contribuyen a mejorar la seguridad de la vida humana, tanto en términos de previsiones para la seguridad pública como la seguridad de las operaciones de la aviación, especialmente en los océanos y en grandes extensiones de tierra donde no existen sistemas nacionales de detección del rayo. Además, este sistema tiene la posibilidad de ofrecer un servicio de apoyo a las iniciativas de reducción de riesgos en caso de catástrofe;
- f) que cada vez hay más interés en todo el mundo en la capacidad de detección del rayo para reducir las consecuencias de las catástrofes, para la navegación y a efectos de previsiones meteorológicas;

---

\* Las bandas atribuidas en el Reglamento de Radiocomunicaciones (edición 2008) comienzan en 9 kHz. Sin embargo, el sistema mencionado en esta Recomendación funciona entre 8,3 y 11,3 kHz.

g) que el sistema de detección del rayo ATD se basa en emisiones que se producen de forma natural causadas por las descargas del rayo y puede verse comprometido por la interferencia procedente de otras fuentes, incluidas las emisiones artificiales;

h) que debido a la propagación de gran alcance en esta banda de frecuencias, la interferencia puede afectar simultáneamente a muchas estaciones ATD y ello podría degradar fuertemente la calidad de funcionamiento del sistema incluyendo algunas veces la pérdida total de datos,

*reconociendo*

- a) que sólo hay un pequeño número de receptores ATD en todo el mundo;
- b) que los receptores de la red ATD funcionan a una sola frecuencia con una anchura de banda de medición de 3 kHz,

*recomienda*

1 que se consulte el Anexo 1 para obtener información básica de referencia a fin de determinar los criterios de protección para los sensores ATD que funcionan en el servicio de ayudas a la meteorología en la banda de frecuencias 9-11,3 kHz;

2 que se utilicen los criterios de protección indicados en el Anexo 1 para evaluar la compatibilidad entre las estaciones ATD pasivas del servicio de ayudas a la meteorología y las estaciones del servicio de radionavegación y de los servicios fijo y móvil.

## **Anexo 1**

### **Criterios de protección ATD**

#### **1 Resumen**

El presente Anexo establece los parámetros que deben considerarse en cualquier análisis de compatibilidad y compartición entre los receptores ATD y otros servicios en la banda de frecuencias 9-11,3 kHz.

#### **2 Características de los receptores ATD**

En el Cuadro 1 aparecen los parámetros típicos del receptor para el sensor ATD.

#### **3 Niveles de protección**

Basándose en el criterio de evento ATD Sferic<sup>1</sup>, la forma de onda no puede actualizarse cuando se expone a varios niveles de interferencia; se han evaluado dos tipos de formas de onda de interferencia simuladas para diversos desplazamientos de frecuencia en la banda de medición; a saber, la onda continua (CW) y la onda continua (CW) impulsiva (ciclo de trabajo del 67%).

---

<sup>1</sup> Sferic: señal electromagnética generada por un rayo (abreviatura de radioatmosférica).

CUADRO 1  
Parámetros típicos del sistema ATD

Características técnicas del sistema ATD	
Frecuencia central de receptor	9,766 kHz
Ganancia del amplificador (unidad del sensor) del receptor	12 dB si se conmuta mediante software de central (como suele ser el caso), de no ser así cero <sup>(1)</sup>
Anchura de banda de medición	3 kHz
«Banda de paso» total	6,87 a 20,6 kHz
Tipo de antena y directividad	2 m, polarización vertical, antena de látilo omnidireccional
Filtro mediante software	Filtro paso alto de banda ancha (3 dB a 2,0 kHz), conectado en cascada con un filtro paso bajo (límite de la banda de paso de 0,28 dB a 17,75 kHz)
Filtro paso banda estrecha mediante software	Anchura de banda a 3 dB 2,5 kHz Anchura de banda a 10 dB 4,3 kHz Anchura de banda a 20 dB 5,7 kHz
Ruido de fondo típico del receptor	-70,4 dBm en una anchura de banda de referencia de 5 kHz

<sup>(1)</sup> La ganancia del amplificador de 12 dB se utiliza para la detección de largo alcance; si la descarga del rayo se produce en las proximidades del receptor, la ganancia de entrada se reduce a cero.

### 3.1 Ruido de fondo típico del receptor ATD

El ruido de fondo típico del receptor es -70,4 dBm en una anchura de banda de 5 kHz.

### 3.2 Sensibilidad del receptor (para una mínima relación señal/ruido de 15 dB)

La sensibilidad del receptor de un sensor ATD es -69,5 dBm.

### 3.3 C/N en función de la sensibilidad del receptor

La relación de protección *C/N* se midió en una anchura de banda de 5 kHz (véase el Cuadro 2).

CUADRO 2  
*C/N* medida en función del mínimo nivel de portadora

Mínima portadora (dBm)	Nivel de ruido (dBm)	<i>C/N</i> (dB)
-69,5	-70,4	0,9

### 3.4 I/N en función del desplazamiento de frecuencia

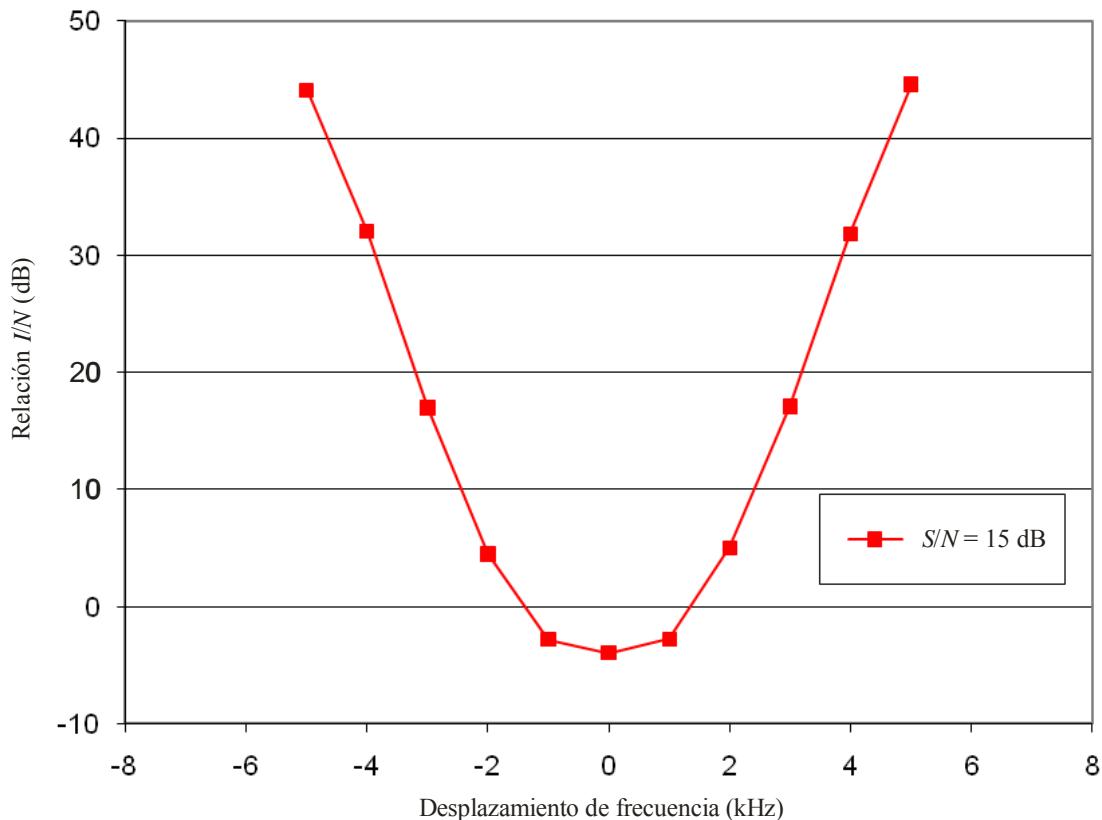
La relación de protección *I/N* para varios desplazamientos de frecuencia con respecto a la frecuencia central de detección utilizando una fuente de interferencia de CW constante y de CW impulsiva basada en el criterio de presentación, no puede actualizar un evento de rayo.

NOTA 1 – Los valores de *I/N* indicados en los puntos siguientes pueden reducirse si se realiza un filtrado de ranura adecuado, como se detalla en el § 4.

### 3.4.1 Criterio de protección $I/N$ para tipos de fuente interferente con CW constante

La Fig. 1 representa la mínima relación de protección  $I/N$  para tipos de fuentes de interferencia de CW con diversos desplazamientos de frecuencia con respecto a la frecuencia central de detección.

FIGURA 1  
*I/N en función del desplazamiento de frecuencia con interferencia de CW constante*



RS.1881-01

El gráfico muestra que se necesita una relación de protección  $I/N$  cocanal de aproximadamente  $-3$  dB en una anchura de banda de  $5$  kHz. Se observa una mayor relación de protección ( $I/N = +4$  a  $+5$  dB) para separaciones de frecuencia de  $\pm 2$  kHz. Para separaciones de frecuencia de  $\pm 5$  kHz, el nivel de protección requerido por el sistema ATD es de unos  $44$  dB. Estos resultados aparecen con más detalle en el Cuadro 3.

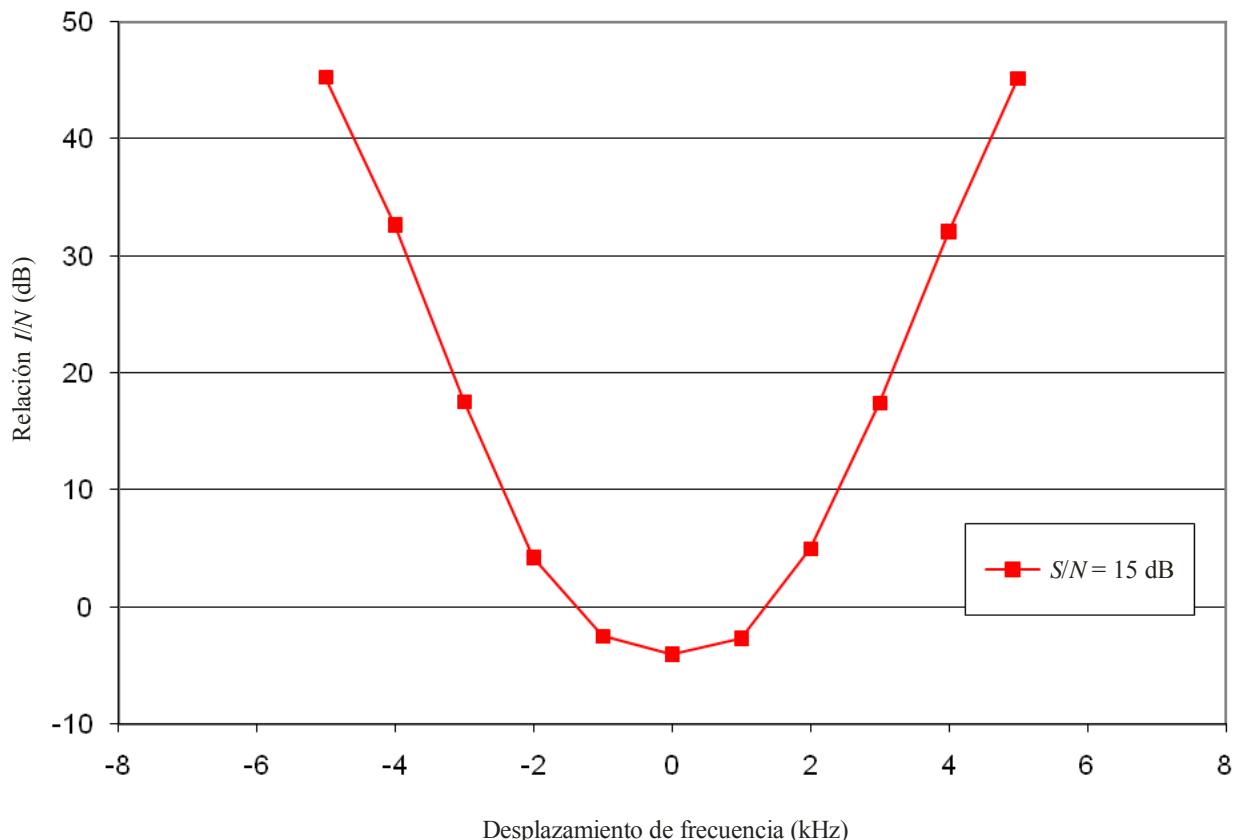
CUADRO 3  
*I/N en función del desplazamiento de frecuencia (interferencia de CW constante)*

Desplazamiento (kHz)	Relación de protección $I/N$ (dB)
0	-3,9
1	-2,8
2	5
3	17
4	32
5	45

### 3.4.2 Criterio de protección $I/N$ para fuentes de interferencia del tipo CW impulsiva

La Fig. 2 representa la mínima relación de protección  $I/N$  para fuentes de interferencia del tipo CW impulsiva (ciclo de trabajo del 67%) para diversos desplazamientos de frecuencia con respecto a la frecuencia central de detección. Estos resultados aparecen con más detalle en el Cuadro 4.

FIGURA 2  
 $I/N$  en función del desplazamiento de frecuencia (interferencia de CW impulsiva)



RS.1881-02

CUADRO 4  
 $I/N$  en función del desplazamiento de frecuencia  
(interferencia de CW impulsiva)

Desplazamiento (kHz)	Mínima relación $I/N$ (dB)
0	-4
1	-2,7
2	5
3	17
4	32
5	45

#### 4 Reducción de la interferencia

A la entrada de los sensores ATD pueden utilizarse filtros de ranura implementados por software a fin de eliminar los efectos de las transmisiones radioeléctricas interferentes en la banda de ondas miriamétricas. Cuando pueden instalarse filtros de ranura en los sensores ATD, los valores de  $I/N$  mostrados en los § 3.4.1 y 3.4.2 pueden modificarse mediante la correspondiente atenuación resultante de los filtros de ranura.

Como indica la Fig. 3, la función del filtro de ranura de software tiene la forma:

$$1 - \exp(-(\Delta f/w)^2)$$

donde:

- $f_0$ : es la frecuencia nominal de la ranura
- $\Delta f$ : es el desplazamiento de la frecuencia  $f$  con respecto a la frecuencia  $f_0$
- $w$ : es la anchura de banda mitad.

NOTA 1 – El filtrado de ranura sólo puede realizarse con separaciones de frecuencia mayores del doble de la anchura de banda del filtro de ranura con respecto a la frecuencia central de medición ATD, pues en tales casos la reducción en la amplitud de la señal deseada es mínima. Adicionalmente, el filtrado de ranura no puede llevarse a cabo para anchuras de banda de la fuente interferente mayores de 1 kHz.

FIGURA 3  
Función del filtro de ranura

