

# UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

**Recomendación UIT-R SM.2061-0**  
(08/2014)

## **Procedimiento de prueba para medir la inmunidad de los sistemas de radiogoniometría a la propagación multitrayecto**

**Serie SM**  
**Gestión del espectro**

## 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>	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>	<b>Gestión del espectro</b>
<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, 2015

© UIT 2015

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 SM.2061-0\*

**Procedimiento de prueba para medir la inmunidad de los sistemas de radiogoniometría a la propagación multitrayecto**

(2014)

**Cometido**

La presente Recomendación describe procedimientos de prueba para medir la inmunidad de los sistemas de radiogoniometría fijos y móviles a la propagación multitrayecto.

**Palabras clave**

Sistema de radiogoniometría, procedimiento de prueba, inmunidad, propagación multitrayecto, emplazamiento de prueba de zona abierta, EPZA.

**Recomendaciones e Informes de la UIT relacionados**

Recomendación UIT-R SM.2060.

Informe UIT-R SM.2354.

NOTA – Siempre se habrá de utilizar la última edición en vigor de la Recomendación/Informe.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que el UIT-R ha publicado la inmunidad a frentes de onda distorsionados de los distintos sistemas de radiogoniometría en el Manual sobre Comprobación técnica del espectro de la UIT (edición de 2011);
- b) que la inmunidad a frentes de onda distorsionados es una importante especificación de los sistemas de radiogoniometría, pues en la realidad la propagación multitrayecto suele generar frentes de onda distorsionados;
- c) que la especificación de la inmunidad de los sistemas de radiogoniometría a los frentes de onda distorsionados depende en gran medida de los procedimientos de prueba aplicados;
- d) que los procedimientos de prueba para medir la inmunidad de los sistemas de radiogoniometría a los frentes de onda distorsionados deben ser independientes del diseño del sistema de radiogoniometría;
- e) que, si todos los fabricantes de sistemas de radiogoniometría destinados a la comprobación técnica del espectro civil adoptan procedimientos de prueba bien definidos para medir la inmunidad de los sistemas de radiogoniometría a los frentes de onda distorsionados a fin de probar la influencia de la propagación multitrayecto en condiciones que se aproximan a la realidad, se derivará un beneficio para los usuarios de tales sistemas de radiogoniometría, pues será posible realizar una evaluación más fácil y objetiva de los productos de distintos fabricantes,

*recomienda*

**1** que se utilice el método expuesto en el Anexo 1 para determinar y dar cuenta de la inmunidad de los sistemas de radiogoniometría fijos y móviles a frentes de onda distorsionados causados por la propagación multitrayecto.

---

\* La Comisión de Estudio 1 de Radiocomunicaciones introdujo algunas modificaciones redaccionales en esta Recomendación en 2015, de conformidad con la Resolución UIT-R 1.

## Anexo 1

### **Inmunidad a frentes de onda distorsionados causados por la propagación multitrayecto: procedimiento de prueba para sistemas de radiogoniometría fijos y móviles**

#### **1 Consideraciones generales**

En circunstancias normales, la propagación de las ondas entre el emisor y el sistema de radiogoniometría se ve afectada por los edificios, las montañas, las colinas, etc. Incluso en caso de visibilidad directa se generarán ondas secundarias a causa de la reflexión, la refracción y la difracción que se superpondrán a la onda directa en el emplazamiento receptor como campos interferentes. Si la componente de onda interferente tiene un nivel de potencia más bajo que la componente de onda deseada, puede minimizarse el error de marcación escogiendo para el sistema de radiogoniometría los parámetros de diseño adecuados. Esta Recomendación está destinada a medir la inmunidad de los sistemas de radiogoniometría a los frentes de onda distorsionados causados por una onda secundaria (reflexión). Está prevista para realizar una medición ejemplo de una única muestra de la versión de producción en serie del sistema de radiogoniometría sometido a prueba.

#### **2 Principio de medición**

La medición se realizará en condiciones simplificadas, permitiendo así que las pruebas sean más simples y se puedan repetir fácilmente los resultados en cualquier momento y lugar. Para simular un entorno multitrayecto se propone a continuación una disposición de dos antenas transmisoras (campo de dos ondas producido por un único transmisor). Ambas antenas se conectan al transmisor de prueba con un divisor de potencia. Al utilizar un atenuador, puede definirse la amplitud de la señal que representa la reflexión (onda secundaria) y, así, determinar la relación de amplitud entre el trayecto directo (primario) y de reflexión (secundario). Se varían el ángulo de llegada y el ángulo de fase de la onda secundaria. Habida cuenta de que el objetivo es simplificar la medición, se ignoran voluntariamente los efectos del tipo de modulación (incluidas las señales con variación de fase y tiempo), el ciclo de trabajo de la señal, el ancho de banda, la polarización de la señal, así como la duración de la señal, el ruido y demás parámetros de calidad del sistema de radiogoniometría (por ejemplo, sensibilidad del sistema de radiogoniometría), para reducir la complejidad del procedimiento de prueba y la duración de las mediciones. La medición se realiza en un entorno sin reflexión, como un emplazamiento de prueba de zona abierta (EPZA) o una cámara anecoica.†

Además del procedimiento de medición recomendado que se describe aquí, es posible medir la inmunidad de los sistemas de radiogoniometría a los frentes de onda distorsionados utilizando emuladores multicanal que simulan los efectos de propagación de un entorno real cuando no se dispone de un EPZA o una cámara anecoica.

---

† La definición de EPZA puede encontrarse en diversas normas, como ANSI C63.7, CISPR o EN55 022. Se considera que una EPZA debe tener visibilidad directa sin señal interferente, reflexión ni campo lejano (Región Fraunhofer).

### 3 Configuración de la medición

En la Fig. 1 se muestra la configuración de medición propuesta. Para garantizar una propagación por dos trayectos bien definida, el entorno del sistema de radiogoniometría y de las antenas transmisoras debe carecer de obstáculos reflectantes e interferencias, como se indica en la Recomendación UIT-R SM.2060-0. La distancia entre la antena del sistema de radiogoniometría y las dos antenas transmisoras, así como la altura de las antenas utilizadas deberán ser conformes con la Recomendación UIT-R SM.2060-0.

### 4 Procedimiento de medición

Para simular un entorno de ondas multitrayecto básico (campo de dos ondas producido por un único transmisor), se recomienda el banco de pruebas experimental que se muestra en la Fig. 1:

- utilizando un generador de señal se genera una señal de entrada de onda continua no modulada,  $S$ , en las distintas frecuencias de medición dentro de la gama de frecuencias operativa del sistema de radiogoniometría;
- la señal de entrada,  $S$ , se divide en las señales  $S1$  y  $S2$  con un divisor de potencia;
- la antena de transmisión 1 emite la señal  $S1$ ; y
- se añaden a la señal  $S2$  una atenuación y un desplazamiento de fase antes de emitirla por la antena 2 desde un ángulo diferente al de  $S1$ .

Las señales  $S1$  y  $S2$  deben tener un nivel de potencia suficientemente alto para garantizar una relación  $S/N$  mínima de 20 dB (a fin de garantizar que el ruido del sistema no afecta a los resultados de la medición).

Dado que la inmunidad del sistema de radiogoniometría a los frentes de onda distorsionados tiende a variar con la frecuencia, es necesario repetir la medición en distintas frecuencias. Las frecuencias de medición se seleccionarán de conformidad con la Recomendación UIT-R SM.2060-0.

Para cada frecuencia de medición, la señal  $S2$  de la antena  $A2$  (la señal «reflejada») variará en acimut, amplitud y desplazamiento de fase como se explica a continuación:

- la diferencia del ángulo de llegada,  $\Delta\theta$ , entre la onda reflejada,  $S2$ , y la onda principal,  $S1$ , se pone a  $20^\circ$ ,  $60^\circ$  y  $90^\circ$ ;
- la relación de amplitud,  $\alpha$ , entre la onda reflejada,  $S2$ , y la onda principal,  $S1$ , se configure de manera que el nivel de potencia de  $S2$  sea 0,25 (–6 dB) con respecto al de  $S1$  en la antena del sistema de radiogoniometría. Téngase en cuenta de que  $\alpha$  tiene en cuenta todas las ganancias y pérdidas debidas a los cables, las antenas y el aire;
- la diferencia de retardo positive,  $\Delta\tau$ , de la onda reflejada,  $S2$ , se configura de manera que haya una diferencia de fase,  $\Delta\phi$ , de  $0^\circ\pm 5^\circ$ ,  $90^\circ\pm 5^\circ$  y  $200^\circ\pm 5^\circ$  entre  $S1$  y  $S2$  en la antena del sistema de radiogoniometría. Téngase en cuenta que  $\Delta\tau$  tiene en cuenta todos los retardos de propagación debidos a los cables, las antenas y el aire. Téngase también en cuenta que el desplazamiento de fase puede aplicarse con un desplazador de fase variable o una línea de retardo. Además, el  $\pm 5^\circ$  se ha incluido para cubrir las incertidumbres de la configuración, por ejemplo, pequeñas variaciones en el emplazamiento de la antena durante el montaje.

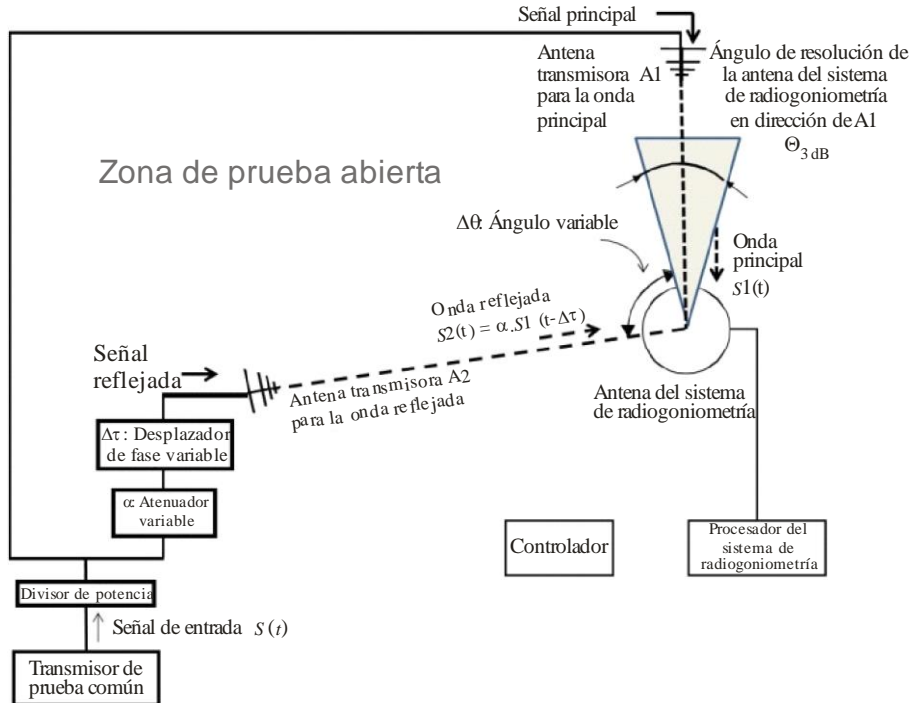
En todas las configuraciones descritas se mide el error de marcación y se calcula el error de marcación RMS con la fórmula de la Recomendación UIT-R SM.2060-0, que da como resultado un error de marcación RMS por frecuencia de medición. El resultado final se presenta en un cuadro o gráfico donde se indique el error de marcación RMS para cada frecuencia de medición, como se muestra en el Cuadro 1.



Cabe señalar que el procedimiento de medición recomendado se centra en un único ángulo de llegada de la onda primaria. Sin embargo, en algunos casos sería preferible efectuar la medición en distintos ángulos de llegada de la onda primaria rotando la antena. En el informe de la prueba se indicará si se han aplicado tales condiciones de prueba específicas.

FIGURA 1

**Configuración de la medición para determinar la inmunidad de los sistemas de radiogoniometría a los frentes de onda distorsionados**



CUADRO 1

**Cuadro de muestras de prueba**

[Modulación de la señal: \_\_\_\_\_ Polarización de la señal: \_\_\_\_\_ Nivel de potencia relativa de S2 en la antena del sistema de radiogoniometría: \_\_ (dB)

Índice	Acimut	$\Delta\theta$	$\Delta\phi$	Frecuencia 1		Frecuencia 2		Frecuencia 3		Frecuencia <i>M</i>	
	Verdadero			DF	$\Delta$	DF	$\Delta$	DF	$\Delta$	DF	$\Delta$
1	0°	20°	0°								
2			90°								
3			200°								
		60°	0°								
			90°								
			200°								
		90°	0°								
			90°								
			200°								
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Téngase en cuenta que  $\Delta$  es la diferencia entre el acimut verdadero (ángulo de la antena de prueba del transmisor) y la marcación indicada en el equipo del sistema de radiogoniometría.

Ejemplo de especificación en una hoja de cálculo de la inmunidad del sistema de radiogoniometría a las condiciones de propagación multitrayecto:

Frecuencia	$f_1$	$f_2$	$f_3$	...	$f_N$
Error RMS del sistema de radiogoniometría	Error RMS del sistema de radiogoniometría a $f_1$	Error RMS del sistema de radiogoniometría a $f_2$	Error RMS del sistema de radiogoniometría a $f_3$	...	Error RMS del sistema de radiogoniometría a $f_N$

\_\_\_\_\_