

Recomendación UIT-R SM.1838-1

(09/2023)

Serie SM: Gestión del espectro

Procedimiento de prueba para medir el factor de ruido de los receptores de comprobación técnica radioeléctrica



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 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 <https://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

Series	Título
BO	Distribución por satélite
BR	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
BS	Servicio de radiodifusión (sonora)
BT	Servicio de radiodifusión (televisión)
F	Servicio fijo
M	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
P	Propagación de las ondas radioeléctricas
RA	Radioastronomía
RS	Sistemas de detección a distancia
S	Servicio fijo por satélite
SA	Aplicaciones espaciales y meteorología
SF	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
SM	Gestión del espectro
SNG	Periodismo electrónico por satélite
TF	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
V	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, 2024

© UIT 2024

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.1838-1

Procedimiento de prueba para medir el factor de ruido de los receptores de comprobación técnica radioeléctrica

(2007-2023)

Cometido

Esta Recomendación pertenece al conjunto de Recomendaciones que describen los métodos de prueba para determinar los parámetros técnicos de los receptores de comprobación técnica radioeléctrica que son importantes para los usuarios de dichos receptores. Esta Recomendación especifica además una serie de métodos de prueba para determinar el factor de ruido de los receptores de comprobación técnica de emisiones radioeléctricas.

Palabras clave

Procedimiento de prueba, factor de ruido, receptor de comprobación técnica radioeléctrica

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que el UIT-R ha publicado las especificaciones recomendadas típicas para los receptores de comprobación técnica analógicos y digitales en el Manual de comprobación técnica del espectro (2002), pero no se dice nada sobre los procedimientos de prueba que hay tras estas especificaciones;
- b) que la especificación del factor de ruido depende en gran medida de los procedimientos de prueba aplicados;
- c) que el factor de ruido de un receptor es un parámetro que determina su capacidad de recibir señales débiles y producir señales de salida con un nivel utilizable y una calidad aceptable;
- d) que el factor de ruido especificado en la hoja de datos de un receptor depende fundamentalmente de las frecuencias de prueba utilizadas, de las condiciones de funcionamiento del receptor y de la temperatura ambiente predominante durante las pruebas;
- e) que la característica del factor de ruido tiene una influencia directa sobre la capacidad de un receptor para llevar a cabo ciertas tareas de comprobación técnica;
- f) que es necesario utilizar un procedimiento de prueba único para medir el factor de ruido a fin de que sean comparables las especificaciones publicadas por los distintos fabricantes, puesto que no será posible convertir las especificaciones basadas en distintos procedimientos de prueba;
- g) que un procedimiento de prueba definido para el factor de ruido debe ser independiente del diseño del receptor;
- h) que un procedimiento de prueba bien definido para el factor de ruido, si es adoptado por todos los fabricantes de receptores de comprobación técnica radioeléctrica, presentará la ventaja para los usuarios de dichos receptores de que es posible evaluar de manera más sencilla y objetiva los productos procedentes de distintos fabricantes;
- i) que en el Informe UIT-R SM.2125, Parámetros y procedimientos de medición sobre estaciones y receptores de comprobación técnica en las bandas de ondas decamétricas/métricas/decimétricas, figura información complementaria sobre estas mediciones del factor de ruido,

recomienda

- 1 que, para especificar el factor de ruido de un receptor de comprobación técnica radioeléctrica, se utilicen los métodos de medición que figuran en el Anexo 1;
- 2 que se sopesen la posibilidad de utilizar los métodos de medición descritos en los Anexos 1 y 2 para comprobar la calidad de funcionamiento de los receptores de comprobación técnica.

Anexo 1

Procedimiento de prueba para medir el factor de ruido de los receptores de comprobación técnica radioeléctrica

1 Consideraciones generales

El factor de ruido depende fundamentalmente de los siguientes parámetros:

- las frecuencias utilizadas para la prueba;
- los ajustes del receptor (por ejemplo, preamplificador, atenuador);
- la temperatura predominante durante las pruebas.

Además, para evaluar correctamente el factor de ruido:

- las mediciones deben realizarse en toda la gama de frecuencias del receptor;
- debe especificarse un máximo valor para el factor de ruido en toda la gama de funcionamiento del receptor y dicho valor debe publicarlo el fabricante en una hoja de datos. Como los valores del factor de ruido dependen de la frecuencia, el fabricante puede decidir especificar de forma adicional el factor de ruido para las bandas o gamas de frecuencias seleccionadas;
- también puede indicarse un *valor medio* (media aritmética de un cierto número de mediciones de pruebas);
- los valores publicados del factor de ruido deben ser válidos en toda la gama de temperaturas indicada en la hoja de datos. Si existe alguna limitación debe mencionarse en dicha hoja de datos.

2 Consideraciones básicas sobre las mediciones del factor de ruido

El factor de ruido es una de las especificaciones principales de un receptor de comprobación técnica. Este factor está estrechamente ligado a la sensibilidad del receptor de comprobación técnica.

El factor de ruido de un receptor de comprobación técnica es el factor por el que se incrementa la potencia de ruido entregada por el receptor de comprobación técnica cuando se aplica un ruido de referencia a la entrada. El factor de ruido se expresa con referencia a la entrada del receptor de comprobación técnica y se mide a la salida.

El factor de ruido de un receptor de comprobación técnica puede medirse por varios métodos:

- método de la «ganancia»;
- método del «factor *Y*» (método de la fuente de ruido);
- método de la «sensibilidad».

Las mediciones deben realizarse en toda la gama de frecuencias sintonizando el receptor a las señales de prueba con las frecuencias f_1, f_2, \dots, f_n . Por cada octava deben elegirse al menos dos frecuencias distribuidas uniformemente en toda la gama de frecuencias del receptor.

El receptor debe ajustarse a las condiciones normales de funcionamiento. Todos los atenuadores del receptor de comprobación técnica, caso de existir, deben ajustarse a su mínima atenuación.

Durante las pruebas debe desconectarse el control automático de ganancia (CAG).

Si existe un preamplificador conmutable, las mediciones deben realizarse en la condición de «preamplificador activado». Adicionalmente, las mediciones pueden efectuarse en la condición de «preamplificador desconectado». La condición «preamplificador conectado» también puede expresarse como «modo de alta sensibilidad» o «modo de bajo nivel de ruido».

3 Definición de los procedimientos de prueba para medir el factor de ruido de los receptores

Las mediciones del factor de ruido deben realizarse siguiendo las directrices indicadas en los § 1 y 2.

3.1 Método de la «ganancia»

3.1.1 Principio

La fórmula del factor de ruido a 25° C es la siguiente:

$$NF = P_{salida} + 174 - Ganancia$$

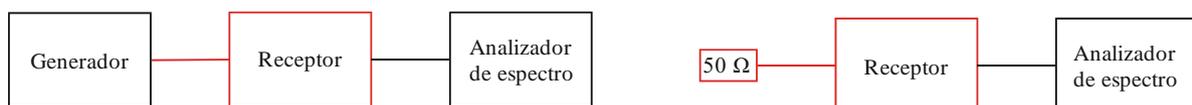
siendo:

- NF : factor de ruido del sistema que va a medirse (dB)
- P_{salida} : densidad de potencia de ruido a la salida del sistema (dBm/Hz)
- $Ganancia$: ganancia del sistema que va a medirse (dB).

3.1.2 Montaje de medición

Para el método de la ganancia debe utilizarse el montaje de medición representado en la Fig. 1.

FIGURA 1



SM.1838-01

Procedimiento de medición

- Paso 1:** Se conecta un generador de señal a la entrada del receptor de comprobación técnica y se sintoniza dicho receptor a la frecuencia de medición. Se aplica un tono de onda continua con un nivel que proporcione una $SNR > 30$ dB.
- Paso 2:** Utilizando el analizador de espectro, se mide el nivel de la potencia de entrada, N_e (dBm), y a continuación el nivel de potencia de salida del receptor de comprobación técnica, N_s (dBm). La ganancia es $Ganancia = N_s - N_e$.
- Paso 3:** Se conecta la carga de 50Ω a la entrada del receptor de comprobación técnica. Utilizando el analizador de espectro, se mide la densidad de potencia de ruido, P_{salida} (dBm/Hz). El receptor de comprobación técnica debe ajustarse con los mismos parámetros (ganancia

manual, frecuencia, posesión de los amplificadores o atenuadores) para ambas mediciones de la ganancia (Pasos 1 y 2) y para la medición del factor de ruido (Paso 3).

Paso 4: Se aplica la fórmula indicada en el § 3.1.1.

3.2 Métodos del «factor Y»

3.2.1 Principio

El principio de este método consiste en aplicar una fuente de ruido calibrada a la entrada del receptor de comprobación técnica.

Se mide la densidad de ruido utilizando un analizador de espectro y el diodo de ruido en estado CONECTADO o DESCONECTADO. A continuación se aplica la siguiente fórmula:

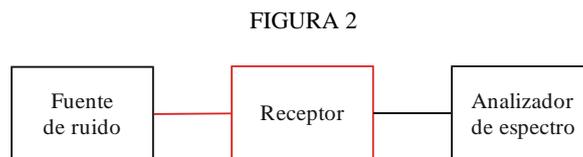
$$NF = ENR - 10 \log(10^{(Y/10)} - 1)$$

siendo:

- NF*: factor del ruido del receptor de comprobación técnica que va a medirse (dB)
- ENR*: relación de ruido en exceso de la fuente de ruido (dB)
- Y*: diferencia de densidad de ruido (dB), medida cuando la fuente está CONECTADA y cuando está DESCONECTADA.

3.2.2 Montaje de medición

Para el método del factor Y debe utilizarse el montaje de medición representado en la Fig. 2.



Procedimiento de medición

- Paso 1:* Se conecta la fuente de ruido a la entrada del receptor de comprobación técnica, se ajusta la fuente de alimentación de la fuente de ruido a CONECTADO y se sintoniza el receptor de comprobación técnica a la frecuencia de medición.
- Paso 2:* Utilizando el analizador de espectro, se mide la densidad de ruido, N_{CON} , a la salida (dBm/Hz).
- Paso 3:* Se DESCONECTA la alimentación de la fuente de ruido y se mide la densidad de ruido, N_{DESC} , a la salida del receptor de comprobación técnica. El parámetro $Y = N_{DESC} - N_{CON}$.
- Paso 4:* Se aplica la fórmula que figura en el § 3.2.1.

3.3 Medición de la sensibilidad para determinar el factor de ruido

Este método indirecto puede utilizarse pero proporciona un resultado distinto al de una medición realizada con los otros dos métodos. El motivo es que en la medición se incluyen más componentes en la cadena del receptor (sección de FI incluido el demodulador, sección de audio y filtro de audio sofométrico). No obstante, el factor de ruido de los receptores para modulación analógica puede determinarse adecuadamente utilizando este método.

3.3.1 Principio

El factor de ruido puede obtenerse a partir de la sensibilidad de la modulación de amplitud del receptor de comprobación técnica utilizando la siguiente fórmula:

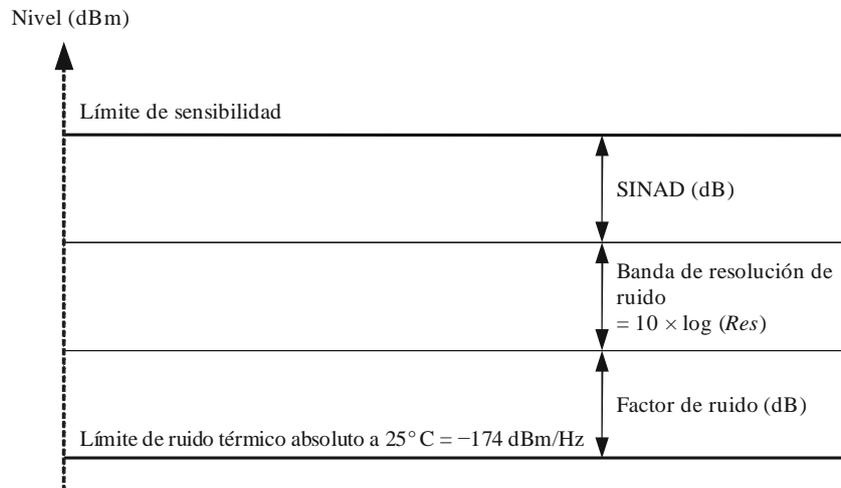
$$NF = S + 174 - 10 \log(Res) - 10 \log\left(\frac{m^2}{1+m^2}\right)$$

siendo:

- NF*: factor de ruido del receptor de comprobación técnica (dB)
- S*: límite de sensibilidad del receptor de comprobación técnica (dBm) reducido por la relación señal/interferencia incluyendo el ruido y la distorsión (SINAD) de la medición de sensibilidad (por ejemplo, 12 dB para modulación de amplitud)
- Res*: ancho de banda de ruido efectivo del filtro utilizado para la medición (Hz)
- m*: índice de la modulación de amplitud (A3E) utilizada para la medición de la sensibilidad.

La Fig. 3 representa la relación entre el factor de ruido y la sensibilidad.

FIGURA 3



SM.1838-03

3.3.2 Montaje de medición

La sensibilidad de la comprobación técnica se define como la mínima señal de entrada necesaria para efectuar una demodulación adecuada de la señal recibida.

A fin de efectuar esta medición debe determinarse el nivel de audio mediante una medición SINAD, utilizando un filtro sofométrico (Recomendación UIT-T P.53) que simule el oído humano. La sensibilidad del receptor de comprobación técnica se mide de acuerdo con el método de la medición de la sensibilidad descrito en la Recomendación UIT-R SM.1840.

3.3.3 Parámetros de medición

La medición de la sensibilidad se realizará únicamente para modulación de amplitud a las frecuencias de prueba. La selección de estas frecuencias de prueba se realiza de acuerdo con lo indicado en el § 2.

Si el valor de la sensibilidad viene expresado en μV , debe convertirse a dBm mediante las siguientes expresiones:

Valor (dB μ V) = 20 log valor (μ V) por ejemplo, para 1 μ V: 20 log 1(μ V) = 0 dB μ V

Valor (dBm) = Valor (dB μ V) - 107 por ejemplo, para 0 dB μ V: 0 dB μ V - 107 = -107 dBm

suponiendo una impedancia de entrada de 50 Ω .

Anexo 2

Procedimiento de prueba para comprobar la calidad de funcionamiento de los receptores de comprobación técnica radioeléctrica

1 Consideraciones generales

El método descrito en el presente Anexo ha sido concebido para los usuarios interesados en comprobar la calidad de funcionamiento de un receptor de comprobación técnica. La ventaja de este método es que no requiere ningún equipo adicional, sin embargo, la precisión del resultado depende de la precisión de las mediciones de nivel del propio dispositivo analizado. Este método solo puede considerarse comparable a los demás métodos descritos en la presente Recomendación si el receptor ha sido calibrado y corregido en consecuencia.

1.1 Principio

Este método parte de la base de que los receptores de comprobación técnica pueden medir la potencia de ruido en su entrada.

Con una carga definida de 50 Ω conectada a la entrada del receptor, el factor de ruido y la potencia de ruido total a la entrada se relacionan como sigue:

$$NF = P_n - 10 \log BW + 174$$

siendo:

NF : factor del ruido del receptor de comprobación técnica que va a medirse (dB)

P_n : potencia de ruido (dBm) medida por el receptor

BW : ancho de banda de ruido efectivo del filtro utilizado para la medición (Hz).

Este método requiere el uso del detector de valor eficaz del dispositivo analizado y supone una temperatura de 25° C.

1.2 Montaje de medición

Para el método de comprobación de la calidad de funcionamiento debe utilizarse el montaje de medición representado en la Fig. 4.

FIGURA 4



SM.1838-04

1.3 Procedimiento de medición

- Paso 1:* Se conecta la carga de 50Ω a la entrada del receptor de comprobación técnica y se sintoniza dicho receptor a la frecuencia de medición.
- Paso 2:* Se lee la potencia de ruido P_n (dBm) medida por el receptor.
- Paso 3:* Se aplica la fórmula indicada en el § 1.1.
-