



Ente Nacional de Comunicaciones

REQUISITOS DE ENSAYO PARA EQUIPOS INTEGRANTES DE SISTEMAS DE SALTO DE FRECUENCIA V20.1

1. Alcance

Los equipos que posean al menos una interfaz que utilice técnica de ensanchamiento por salto en frecuencia, deberán cumplir con los requisitos indicados en el siguiente protocolo de ensayos.

Dado que los sistemas conocidos como “*híbridos*” utilizan salto en frecuencia como parte de su funcionamiento, se han agregado, al final de este documento, las especificaciones que deberán cumplir los mismos.

2. Definiciones

Módulo (transmisor/transceptor): Dispositivo compuesto por un transmisor/transceptor de radiofrecuencia, un circuito de adaptación para conexión de antena y un circuito de estabilización de alimentación eléctrica, cuyo funcionamiento puede ser evaluado en modo autónomo (*stand alone*) bajo las condiciones requeridas bajo este protocolo de ensayos, diseñado principalmente para ser incorporado dentro de otro equipo.

Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha (SMDBA): Sistemas que emplean técnicas de modulación que recurren a códigos digitales para la ampliación del espectro de las señales a transmitir. Son ejemplos, las técnicas de *espectro ensanchado por secuencia directa* (DSSS) o la de *portadoras múltiples mutuamente ortogonales* (OFDM). Quedan expresamente excluidos de esta categoría los *Sistemas de salto de frecuencia*.

Sistemas de Salto de Frecuencia (SSF): Sistemas que emplean la técnica de ensanchamiento del espectro en la cual el equipo utiliza un cierto número de frecuencias portadoras dentro de la banda de operación, seleccionadas en forma pseudoaleatoria, cada una por un determinado periodo de tiempo, referido como *tiempo de permanencia*.

Sistemas Híbridos: Sistemas que emplean una combinación de técnicas de modulación que recurren a códigos digitales para la ampliación del espectro de las señales a transmitir, y de la técnica de ensanchamiento del espectro por salto de frecuencia, al mismo tiempo y sobre la misma portadora.



Ente Nacional de Comunicaciones

3. Bandas atribuidas

Las bandas atribuidas son las siguientes:

Banda	Marco Normativo
902 – 915 MHz	Resolución SC 302/1998 Resolución SC 226/2008
915 – 928 MHz	Resolución ENACOM 4653/2019
2.400 – 2.483,5 MHz	Resolución ENACOM 4653/2019
5.725 – 5.850 MHz	Resolución ENACOM 4653/2019

Tabla 1 – Bandas de frecuencias

4. Identificación del documento

En “*identificación del cuerpo normativo*” (punto 7 de la guía de ensayos) deberá indicarse: **“Protocolo de ensayos para Sistemas de Salto de Frecuencia V20.1”**.

5. Consideraciones generales

El modelo de equipo homologado deberá cumplir con las especificaciones de esta normativa para todas las condiciones de funcionamiento en las que se prevé su comercialización. Sin embargo, para simplificar las mediciones se tendrá en cuenta lo siguiente:

- 5.1. Se presentará un informe completo e independiente por cada banda de operación del equipo.
- 5.2. Los ensayos se realizarán con el EBP transmitiendo a la máxima potencia de operación especificada por el fabricante para el modelo de producción.
- 5.3. En cada ensayo, el solicitante ajustará la modulación, velocidad de transmisión y/o cualquier otro parámetro variable por software, seleccionando el esquema de funcionamiento que considere representativo para la medición.
- 5.4. Para equipos que cuenten con la posibilidad de configurar distintas anchuras de banda de transmisión, se comprobarán las especificaciones para las anchuras de banda mínima y máxima configurables.
- 5.5. El laboratorio informará los ajustes en la descripción del ensayo correspondiente.
- 5.6. En todos los casos, y en especial en módulos homologados, deberá asegurarse que luego de su instalación, las emisiones emitidas cumplan con los límites indicados en este protocolo de ensayos.



Ente Nacional de Comunicaciones

6. Requisitos para Sistemas de Salto de Frecuencia

Los equipos que integran *Sistemas de Salto de Frecuencias* deberán cumplir las especificaciones establecidas en las siguientes secciones.

6.1. Bandas de Operación

Las bandas de operación de los equipos abarcados por esta normativa, definidas por el rango de frecuencias que son emitidas intencionalmente por el transmisor, deberán estar contenidas dentro de al menos una de las bandas indicadas en la Tabla 1.

6.2. Potencia de cresta conducida del transmisor

La potencia de cresta conducida deberá cumplir con los siguientes límites:

Banda	Límite [W]	Observaciones
902 – 928 MHz	1	Equipos con 50 o más frecuencias de salto
	0,250	Equipos con 25 a 49 frecuencias de salto
2.400 – 2.483,5 MHz	1	Equipos con 75 o más frecuencias de salto
	0,125	Equipos con 15 a 74 frecuencias de salto
5.725 – 5.850 MHz	1	Equipos con 75 o más frecuencias de salto

Tabla 2 – Especificaciones de potencia de cresta conducida del transmisor

6.3. Anchura de banda del canal de salto

La anchura de banda del canal de salto, medida a 20 dB por debajo del nivel máximo, deberá cumplir con los siguientes límites:

Banda	Límite [MHz]	Observaciones
902 – 928 MHz	≤ 0,5	
2.400 – 2.483,5 MHz	- - -	Sin restricciones
5.725 – 5.850 MHz	≤ 1	

Tabla 3 – Especificaciones de anchura de banda del canal de salto



Ente Nacional de Comunicaciones

6.4. Separación de frecuencias de salto

Las frecuencias de salto deberán estar separadas entre sí por un mínimo de 25 kHz o la anchura de banda del canal de salto (BW), lo que resulte el mayor valor.

Equipos que operan en la banda de 2.400 a 2.483,5 MHz podrán tener frecuencias de salto separadas entre sí por un mínimo de 25 kHz o dos tercios de la anchura de banda del canal de salto (BW), pero su potencia estará limitada a 125 mW.

Banda	Límite	Observaciones
902 – 928 MHz	$\geq 25 \text{ kHz y } \geq \text{BW}$	
2.400 – 2.483,5 MHz	$\geq 25 \text{ kHz y } \geq \text{BW}$	
	$\geq 25 \text{ kHz y } \geq 2/3 \text{ BW}$	Potencia limitada a 125 mW
5.725 – 5.850 MHz	$\geq 25 \text{ kHz y } \geq \text{BW}$	

Tabla 4 – Especificaciones de separación de frecuencias de salto

6.5. Cantidad de Frecuencias de Salto y Tiempo de Permanencia Promedio

- **Banda de 902 a 928 MHz**

Para los equipos que operan en la banda de 902 a 928 MHz, si la anchura de banda del canal de salto es menor a 250 kHz, el sistema deberá usar al menos 50 frecuencias de salto y el tiempo de permanencia promedio en cualquier canal no deberá exceder de 0,4 segundos dentro de un periodo de 20 segundos.

Si la anchura de banda del canal de salto es mayor o igual a 250 kHz, el sistema deberá usar al menos 25 frecuencias de salto y el tiempo de permanencia promedio en cualquier canal no deberá exceder de 0,4 segundos dentro de un periodo de 10 segundos.

- **Banda de 2.400 a 2.483,5 MHz**

Los equipos que operan en la banda de 2.400 a 2.483,5 MHz deberán usar al menos 15 frecuencias de salto. El tiempo de permanencia promedio en cualquier canal no deberá exceder de 0,4 segundos dentro de un periodo de 0,4 segundos multiplicado por la cantidad de frecuencias de salto.

- **Banda de 5.725 a 5.850 MHz**

Los equipos que operan en la banda de 5.725 a 5.850 MHz deberán usar al menos 75 frecuencias de salto. El tiempo de permanencia promedio en cualquier canal no deberá exceder de 0,4 segundos dentro de un periodo de 30 segundos.



Ente Nacional de Comunicaciones

Banda	Anchura de banda [kHz]	Cantidad de frecuencias de salto	Tiempo de permanencia promedio [seg]	Periodo de medición [seg]
902 – 928 MHz	< 250	≥ 50	≤ 0,4	20
	≥ 250 y ≤ 500	≥ 25	≤ 0,4	10
2.400 – 2.483,5 MHz	---	≥ 15	≤ 0,4	0,4 seg x cantidad de frecuencias de salto
5.725 – 5.850 MHz	---	≥ 75	≤ 0,4	30

Tabla 5 – Especificaciones de cantidad de frecuencias de salto y tiempo de permanencia promedio

6.6. Emisiones no deseadas

La potencia de las emisiones no deseadas en cualquier banda fuera de la banda de operación del transmisor deberá estar atenuada por lo menos 20 dB respecto a la emisión de mayor nivel dentro de la banda de operación, ambas medidas con un ancho de banda de resolución de 100 kHz. Se evaluarán las emisiones no deseadas hasta por lo menos la 2da armónica del canal de transmisión empleado durante el ensayo.

7. Requisitos para Sistemas Híbridos

Los equipos transmisores/transceptores que forman parte de un sistema híbrido deberán cumplir con los siguientes requisitos técnicos:

7.1. Potencia de cresta conducida del transmisor

La potencia de cresta conducida deberá ser menor a 1 W.

7.2. Separación de frecuencias de salto

La separación entre frecuencias de salto deberá cumplir con los siguientes límites:

Banda	Límite	Observaciones
902 – 928 MHz	≥ 25 kHz y ≥ BW	
2.400 – 2.483,5 MHz	≥ 25 kHz y ≥ 2/3 BW	
5.725 – 5.850 MHz	≥ 25 kHz y ≥ BW	

Tabla 7 – Especificaciones de separación de frecuencias de salto



Ente Nacional de Comunicaciones

7.3. Cantidad de Frecuencias de Salto y Tiempo de Permanencia Promedio

La cantidad de frecuencias de salto no tiene un límite especificado, pero deberá verificarse en el reporte de ensayos.

El tiempo de permanencia promedio en cualquier canal no deberá exceder de 0,4 segundos dentro de un periodo de 0,4 segundos multiplicado por la cantidad de frecuencias de salto.

7.4. Emisiones no deseadas

La potencia de las emisiones no deseadas en cualquier banda fuera de la banda de operación del transmisor deberá estar atenuada por lo menos 20 dB respecto a la emisión de mayor nivel dentro de la banda de operación, ambas medidas con un ancho de banda de resolución de 100 kHz.

Se evaluarán las emisiones no deseadas hasta por lo menos la 2da armónica del canal de transmisión empleado durante el ensayo.

7.5. Densidad de potencia

La densidad de potencia espectral deberá ser menor a 8 dBm medida con una anchura de banda de resolución de 3 kHz, con la función de salto en frecuencias desactivada.