

DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-017-2023: SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIÓN QUE EMPLEAN EL ACCESO INALÁMBRICO- REDES RADIOELÉCTRICAS DE ÁREA LOCAL- EQUIPOS DE RADIOCOMUNICACIÓN QUE UTILIZAN LA TÉCNICA DE MODULACIÓN DIGITAL Y QUE OPERAN EN LAS BANDAS 5150 MHZ-5250 MHZ, 5250 MHZ-5350 MHZ, 5470 MHZ-5600 MHZ, 5650 MHZ-5725 MHZ, 5725 MHZ-5850 MHZ Y 5925 MHZ-6425 MHZ.

[Publicado en el Diario Oficial de la Federación 10 de febrero 2025](#)

[Modificación Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de abril de 2025](#)

Acuerdo

Primero.- Se aprueba y expide la "Disposición Técnica IFT-017-2023: Sistemas de radiocomunicación que emplean el acceso inalámbrico - Redes radioeléctricas de área local - Equipos de radiocomunicación que utilizan la técnica de modulación digital y que operan en las bandas 5150 MHz-5250 MHz, 5250 MHz-5350 MHz, 5470 MHz-5600 MHz, 5650 MHz-5725 MHz, 5725 MHz-5850 MHz y 5925 MHz-6425 MHz", misma que se encuentra como Anexo Único del presente Acuerdo y que forma parte integral de este, la cual entrará en vigor a los 270 (doscientos setenta) días naturales contados a partir del día siguiente a su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Segundo.- Publíquese el presente Acuerdo y su Anexo Único en el Diario Oficial de la Federación de conformidad con lo dispuesto en el artículo 46 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión y en el portal de Internet del Instituto Federal de Telecomunicaciones.

Anexo Único

Disposición Técnica IFT-017-2023: Sistemas de radiocomunicación que emplean el acceso inalámbrico - Redes radioeléctricas de área local-Equipos de radiocomunicación que utilizan la técnica de modulación digital y que operan en las bandas 5150 MHz-5250 MHz, 5250 MHz-5350 MHz, 5470 MHz-5600 MHz, 5650 MHz-5725 MHz, 5725 MHz-5850 MHz y 5925 MHz-6425 MHz

Índice

1. Objetivo.
2. Campo de aplicación.
3. Definiciones y abreviaturas.
 - 3.1. Definiciones.
 - 3.2. Abreviaturas.
4. Especificaciones técnicas.
 - 4.1. Bandas de frecuencias de operación.

- 4.2. Potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) máxima, densidad espectral de la PIRE y antenas.
- 4.3. Potencia máxima conducida de salida, Densidad espectral de potencia conducida de salida y amplificadores externos.
- 4.4. Ancho de banda.
- 4.5. Emisiones fuera de banda.
- 4.6. Condiciones de operación.
- 4.7. Manual del equipo.
- 5. **Métodos de prueba.**
 - 5.1. Consideraciones generales.
 - 5.2. Instrumentos de medición.
 - 5.3. Configuraciones para la aplicación de los métodos de prueba.
 - 5.4. Bandas de frecuencias de operación.
 - 5.5. Potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) máxima, densidad espectral de la PIRE y antenas.
 - 5.6. Potencia máxima conducida de salida, Densidad espectral de potencia conducida máxima de salida y amplificadores externos.
 - 5.7. Ancho de banda.
 - 5.8. Medición de Emisiones fuera de banda.
 - 5.9. Control.
 - 5.10. Métodos de prueba para los requisitos del mecanismo de mitigación Control de potencia de transmisión (TPC).
 - 5.11. Métodos de prueba para los requisitos del mecanismo de mitigación Selección dinámica de frecuencia (DFS).
 - 5.12. Método de prueba del Protocolo basado en contención (CBP).
 - 5.13. Manual del equipo.
 - 5.14. Estimación de la incertidumbre de las mediciones.
 - 5.15. Reporte de pruebas.
- 6. **Sobre la operación de los equipos.**
- 7. **Concordancia con normas internacionales.**
- 8. **Bibliografía.**
- 9. **Procedimiento de evaluación de la conformidad específico.**
- 10. **Verificación y vigilancia del cumplimiento.**
- 11. **Contraseña del producto.**
- Transitorios.

Apéndice A. Formato de reporte de pruebas.

Apéndice B. Sitios y arreglos de prueba para mediciones radiadas.

Apéndice C. Relaciones básicas entre intensidad de campo, potencia y PIRE.

1. Objetivo.

La presente Disposición Técnica tiene por objeto establecer las especificaciones técnicas para los productos de los sistemas de radiocomunicación que emplean el acceso inalámbrico, en redes radioeléctricas de área local y/o equipos de radiocomunicación que utilizan la técnica de modulación digital y que operan en cualquiera de las bandas clasificadas como espectro libre 5150 MHz-5250 MHz, 5250 MHz-5350 MHz, 5470 MHz-5600 MHz, 5650 MHz-5725 MHz, 5725 MHz-5850 MHz y 5925 MHz-6425 MHz o en su conjunto; así como los métodos de prueba para comprobar el cumplimiento de dichas especificaciones y el procedimiento de evaluación de la conformidad específico.

2. Campo de aplicación.

La presente Disposición Técnica es aplicable a todos aquellos productos, equipos, dispositivos o aparatos, o en su caso prototipos de producto destinados a telecomunicaciones que puedan ser conectados a una red de telecomunicaciones y que hacen uso del espectro radioeléctrico para los sistemas de radiocomunicación que utilizan la técnica de modulación digital, que emplean el acceso inalámbrico, en redes radioeléctricas de área local y que operan en cualquiera de las bandas clasificadas como espectro libre 5150 MHz-5250 MHz, 5250 MHz-5350 MHz, 5470 MHz-5600 MHz, 5650 MHz-5725 MHz, 5725 MHz-5850 MHz y 5925 MHz-6425 MHz o en su conjunto.

Para el caso particular de la banda 5725 MHz-5850 MHz la presente Disposición Técnica también es aplicable a todos aquellos productos de radiocomunicación que utilizan la técnica de modulación digital, así como aquellos del tipo híbrido que para su operación utilizan la técnica de modulación digital y la modulación de salto en frecuencia. En este caso, los requisitos únicamente son aplicables para la parte de modulación digital con la modulación de salto en frecuencia apagada, por lo que la parte correspondiente a salto en frecuencia debe evaluarse de conformidad con la "Disposición Técnica IFT-008-2015: Sistemas de radiocomunicación que emplean la técnica de espectro disperso-Equipos de radiocomunicación por salto de frecuencia y por modulación digital a operar en las bandas 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz-Especificaciones, límites y métodos de prueba.", o aquellas disposiciones que la modifiquen o sustituyan.

La interpretación de la presente Disposición Técnica, así como la atención y resolución de los casos no previstos en la misma corresponderán al Instituto Federal de Telecomunicaciones.

3. Definiciones y abreviaturas.

3.1. Definiciones.

Para los efectos de esta Disposición Técnica, además de las definiciones previstas en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, y demás disposiciones legales, reglamentarias y administrativas aplicables, se entenderá por:

- I. **Ancho de banda:** valor de la diferencia entre dos frecuencias límite de una banda de frecuencias, el cual se determina por un solo valor y no depende de la posición de la banda en el espectro de frecuencias;
- II. **Banda de frecuencias:** porción del espectro radioeléctrico comprendido entre dos frecuencias determinadas;
- III. **Cadena de transmisión/recepción:** circuito transmisor/receptor con una antena asociada;
- IV. **Canal:** parte del espectro de frecuencias que puede determinarse por dos límites específicos o por su frecuencia central y el Ancho de banda asociado, o por cualquier otra indicación equivalente;
- V. **Canal disponible:** un Canal de radio disponible es aquel en el que una verificación de disponibilidad de Canales no ha identificado la presencia de un radar;
- VI. **Canal operativo:** una vez que un dispositivo WAS/RLAN comienza a operar en un Canal disponible, ese Canal se convierte en el Canal operativo;
- VII. **Control de potencia de transmisión (TPC):** una función que permite que un dispositivo WAS/RLAN cambie dinámicamente entre varios niveles de potencia de transmisión, necesario para establecer y mantener la conectividad entre dispositivos WAS/RLAN, en el proceso de transmisión de datos;
- VIII. **Comprobación de disponibilidad de canales (CAC):** verificación durante la cual el dispositivo WAS/RLAN escucha en un Canal de radio en particular para identificar si hay un radar operando en ese Canal de radio;
- IX. **Densidad espectral de potencia (DEP):** es la potencia media en el Ancho de banda de referencia;
- X. **Densidad espectral de potencia máxima:** es la Densidad espectral de potencia máxima, dentro del Ancho de banda de medición especificado, dentro de la banda operativa del dispositivo WAS/RLAN;
- XI. **Dispositivo cliente (equipo cliente):** dispositivo de radiocomunicación conectado a un Punto de acceso o a un Punto de acceso subordinado que cuenta con al menos una interfaz de red y almacenamiento local, el cual no tiene la capacidad para iniciar una red radioeléctrica de área local.

Un dispositivo WAS/RLAN cuyas transmisiones generalmente están bajo el control de un punto de acceso y no es capaz de iniciar una red. Los Dispositivos cliente fijos sólo pueden funcionar conectados a la energía eléctrica en tanto que los Dispositivos cliente móviles utilizan baterías para su funcionamiento y pueden conectarse a la energía eléctrica para cargar las baterías integradas;
- XII. **Dispositivo subordinado:** un dispositivo que opera en la banda de 5925 MHz - 6425 MHz bajo el control de un punto de acceso inferior recibe energía de una conexión por

cable, tiene una antena integrada, no funciona con baterías, no tiene protección contra la intemperie y no tiene una conexión directa a Internet;

- XIII. **Emisiones fuera de banda:** emisión en una o varias frecuencias situadas inmediatamente fuera del Ancho de banda necesario, resultante del proceso de modulación, excluyendo las emisiones no esenciales.

NOTA: Para los propósitos de la presente Disposición Técnica, entiéndase que la anchura de banda necesaria corresponde con la anchura de banda de las Bandas de frecuencia de operación.

- XIV. **Equipo Bajo Prueba (EBP):** es una unidad representativa de un modelo del producto sobre el que se llevan a cabo pruebas para verificar el cumplimiento con las especificaciones de esta Disposición Técnica;

- XV. **Ganancia de la antena:** relación generalmente expresada en términos logarítmicos (dB), que debe existir entre la potencia necesaria a la entrada de una antena de referencia sin pérdidas y la potencia suministrada a la entrada de la antena en cuestión, para que ambas antenas produzcan, en una dirección dada, la misma intensidad de campo, o la misma densidad de flujo de potencia, a la misma distancia. En el caso de la Potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) la Ganancia de la antena se expresa en dBi;

- XVI. **Interferencia perjudicial:** efecto de una energía no deseada debida a una o varias emisiones, radiaciones, inducciones o sus combinaciones sobre la recepción en un sistema de telecomunicaciones o radiodifusión, que puede manifestarse como degradación de la calidad, falseamiento o pérdida de información, que compromete, interrumpe repetidamente o impide el funcionamiento de cualquier servicio de radiocomunicación;

- XVII. **Máxima potencia de salida conducida:** potencia de transmisión total entregada a todas las antenas y elementos de antena promediada a través de todos los símbolos en el alfabeto de señalización cuando el transmisor está operando a su máximo nivel de control de potencia. La potencia debe sumarse en todas las antenas y elementos de antena. El promedio no debe incluir ningún intervalo de tiempo durante el cual el transmisor esté apagado o esté transmitiendo a un nivel de potencia reducido. Si son posibles múltiples modos de operación (por ejemplo, métodos de modulación alternativos), la potencia de salida conducida máxima es la potencia de transmisión total más alta que ocurre en cualquier modo;

- XVIII. **Modo maestro:** es un modo de funcionamiento en el que el dispositivo WAS/RLAN tiene la capacidad de transmitir sin recibir una señal de habilitación. En este modo, el dispositivo puede seleccionar un Canal e iniciar una red enviando señales de habilitación a otros dispositivos WAS/RLAN;

Modo que se relaciona con la funcionalidad de selección dinámica de frecuencia donde el dispositivo WAS/RLAN utiliza una función de detección de interferencia de

radar y controla las transmisiones de los dispositivos WAS/RLAN que operan en Modo esclavo;

- XIX. Modo esclavo:** es un modo de funcionamiento en el que las transmisiones del dispositivo WAS/RLAN están bajo el control del maestro;
- Modo que se relaciona con la funcionalidad de selección dinámica de frecuencia donde las transmisiones del dispositivo WAS/RLAN están bajo el control de un dispositivo WAS/RLAN que funciona en Modo maestro;
- XX. Modulación digital:** proceso por el cual las características de una onda portadora sinusoidal varían entre un conjunto de valores discretos predeterminados de acuerdo con una función de modulación;
- XXI. Período de no ocupación:** período de tiempo requerido en el que, una vez que un dispositivo WAS/RLAN reconoce que un Canal contiene una señal de radar, el Canal no se seleccionará como un Canal disponible;
- XXII. Potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE):** producto de la potencia suministrada a la antena por su ganancia con relación a una antena isotrópica en una dirección dada (ganancia isotrópica absoluta);
- XXIII. Potencia media de la envolvente de símbolos:** potencia de envolvente de símbolo promedio es el promedio, tomado de todos los símbolos en el alfabeto de señalización, de la potencia de envolvente para cada símbolo;
- XXIV. Producto:** es aquel equipo, dispositivo o aparato, o en su caso prototipo de producto destinado a telecomunicaciones que pueda ser conectado a una red de telecomunicaciones y que hace uso del espectro radioeléctrico; y que particularmente forma parte de los sistemas de acceso inalámbrico que utilizan Modulación digital de banda ancha y que caen en el campo de aplicación de la presente Disposición Técnica, incluidos los transmisores y /o transceptores, o equipos de radiocomunicación RLAN;
- XXV. Productos de radiocomunicación de red de área local que utilizan modulación digital de banda ancha y que operan en las bandas clasificadas como espectro libre (dispositivos WAS/RLAN):** radiadores intencionales que operan en las bandas de frecuencia de 5150 MHz – 5250 MHz, de 5250 MHz – 5350 MHz, de 5470 MHz – 5600 MHz, de 5650 MHz - 5725 MHz, de 5725 MHz - 5850 MHz y de 5925 MHz - 6425 MHz que utilizan técnicas de Modulación digital de banda ancha y brindan una amplia gama de comunicaciones móviles y fijas de alta velocidad de datos para individuos, empresas e instituciones; debe entenderse que la red de área local es una red de telecomunicaciones que proporciona la capacidad de interconectar una variedad de dispositivos informáticos dentro de un área geográfica limitada y permiten la transmisión de datos a alta velocidad entre dispositivos, facilitando el intercambio de información, archivos y recursos;

- XXVI. Protocolo basado en contención (CBP):** protocolo que permite que varios usuarios compartan el mismo espectro verificando la disponibilidad de Canal antes de transmitir y gestiona retransmisiones en caso de que un Canal esté ocupado;
- XXVII. Pulso:** es una transmisión continua de una secuencia de símbolos de modulación, durante la cual la potencia promedio de la envolvente del símbolo es constante;
- XXVIII. Punto de acceso (AP)/Dispositivo maestro:** nodo controlador inalámbrico que tiene la capacidad de asignar temporalmente un Canal y proporciona acceso a Internet; Transceptor WAS/RLAN que funciona como puente en una conexión de igual a igual o como conector entre los segmentos alámbricos e inalámbricos de la red o como retransmisor entre los segmentos de la red inalámbrica;
- XXIX. Punto de acceso interior:** punto de acceso que opera en la banda de 5925 MHz - 6425 MHz, recibe energía de una conexión por cable, tiene una antena integrada, no funciona con baterías, no tiene protección contra intemperie y no debe ser instalado en exteriores;
- XXX. Punto de acceso subordinado:** nodo inalámbrico que opera bajo el control de un Punto de acceso y no tiene conexión directa a Internet;
- XXXI. Red entre pares:** tipo de comunicación que permite el intercambio directo de datos entre nodos inalámbricos o dispositivos de radiocomunicaciones sin la intervención de un nodo controlador o de un repetidor;
- XXXII. Selección dinámica de frecuencia (DFS):** es un mecanismo que detecta dinámicamente señales de otros sistemas y evita la operación co-canal con estos sistemas, en particular los sistemas de radar;
- XXXIII. Sistema de antenas inteligentes:** equipos que combinan múltiples cadenas de transmisión y/o recepción con una función de procesamiento de señales para aumentar el rendimiento y/o optimizar sus capacidades de radiación y/o recepción;
- NOTA:** Se trata de técnicas como la multiplexación espacial, *Beamforming*, diversidad de retardo cíclico, MIMO y similares;
- XXXIV. Supervisión en servicio:** mecanismo para verificar un Canal en uso por el dispositivo WAS/RLAN para detectar la presencia de una señal de radar;
- XXXV. Tiempo de cierre de transmisión del canal:** es la duración total de las transmisiones de los dispositivos WAS/RLAN durante el tiempo de movimiento del canal, que comienza con la detección de una señal de interferencia por encima del umbral de detección de interferencia. Este agregado incluye el tiempo de transmisión normal y las señales intermitentes necesarias para facilitar los cambios;
- XXXVI. Terminal de usuario:** dispositivo de radiocomunicación portátil conectado a otros equipos en modalidad de Dispositivo cliente o modalidad de Red entre pares que proporciona conectividad de datos a un usuario. Este tipo de dispositivos puede operar en ambientes exteriores o interiores;

- XXXVII. Tiempo de movimiento del canal:** tiempo que necesita un dispositivo WAS/RLAN para detener todas las transmisiones en el Canal actual al detectar una señal de radar por encima del umbral de detección DFS;
- XXXVIII. Umbral de detección de DFS:** nivel de detección requerido definido por la detección de una intensidad de señal recibida (RSS) que es mayor que un umbral especificado, dentro del Ancho de banda del Canal del dispositivo WAS/RLAN;
- XXXIX. Vehículo:** máquina móvil cerrada que transporta personas o carga (definición a efectos de esta Disposición Técnica), y
- XL. WAS/RLAN:** sistemas de acceso inalámbrico, incluidas las redes radioeléctricas de área local, los dispositivos inalámbricos del tipo Punto de acceso, Punto de acceso subordinado y Dispositivo cliente, todos ellos en interiores y del tipo Terminal de usuario en interiores y/o exteriores, así como sistemas Wi-Fi.

NOTA: Haciendo referencia al "ACUERDO mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones clasifica la Banda de frecuencias 5925-6425 MHz como espectro libre y emite las condiciones técnicas de operación de la banda".

3.2. Abreviaturas.

Cuadro 1. Abreviaturas.

ANS	Atenuación Normalizada de Sitio.
AWG	Generador de formas de onda arbitraria (por sus siglas en inglés <i>Arbitrary Waveform Generator</i>).
AWGN	Ruido gaussiano blanco aditivo (por sus siglas en inglés <i>Additive White Gaussian Noise</i>).
CALTS	Sitio de calibración a campo abierto del CENAM (por sus siglas en inglés, <i>Calibration Test Site</i>).
CBP	Protocolo Basado en Contención (por sus siglas en inglés <i>Contention Base Protocol</i>).
CW	Onda continua (por sus siglas en inglés <i>Continuos Wave</i>).
DANL	Nivel de ruido promedio mostrado, por el analizador de espectro (por sus siglas en inglés <i>Displayed Average Noise Level</i>).
dB	Decibel.
dBi	Ganancia expresada en decibeles de una antena cualquiera referida a una antena isótropa.
dBm	Decibeles referidos a 1 mW.

dBm/Hz	Decibeles referidos a 1 mW por Hertz.
dBW	Decibeles referidos a 1 Watt.
DEP	Densidad Espectral de Potencia
DFS	Selección Dinámica de Frecuencia (por sus siglas en inglés <i>Dynamic Frequency Selection</i>).
DT	Disposición Técnica.
EBP	Equipo Bajo Prueba
GHz	Gigahertz.
HPBW	Ancho del lóbulo principal del diagrama de radiación a potencia media (por sus siglas en inglés <i>Half Power Beam Width</i>).
Hz	Hertz.
Instituto	Instituto Federal de Telecomunicaciones.
kHz	Kilohertz.
LO	Oscilador local (por sus siglas en inglés <i>Local Oscillator</i>).
log10	Logaritmo de base 10.
MESH	Malla, los sistemas mesh WiFi son redes inalámbricas que combinan un router WiFi con uno o más satélites mesh para ampliar el área de cobertura de una única red WiFi.
MHz	Megahertz.
mW	Miliwatt.
OBW	Ancho de banda ocupado con el 99% de potencia (por sus siglas en inglés <i>Occupied Bandwidth</i>).
PEC	Procedimiento de evaluación de la conformidad en materia de telecomunicaciones y radiodifusión, vigente, emitido por el Instituto o aquel que lo complemente o sustituya.
PIRE	Potencia Isótropa Radiada Equivalente.

PRA	Potencia radiada aparente.
QAM	Modulación de amplitud en cuadratura (por sus siglas en inglés <i>Quadrature Amplitude Modulation</i>).
RBW	Ancho de banda del filtro de resolución (por sus siglas en inglés <i>Resolution Bandwidth</i>).
RDD	Dispositivo de detección de radar (por sus siglas en inglés <i>Radar Detection Device</i>).
RF	Radiofrecuencia.
RLAN	Red de acceso local radioeléctrica (por sus siglas en inglés <i>Radio Local Access Network</i>).
RMS rms	Valor cuadrático medio (por sus siglas en inglés <i>Root Mean Squared</i>).
Span	Configuración del analizador de espectro que define el intervalo de frecuencias que se visualiza en la pantalla del instrumento.
SVSWR	Relación de onda estacionaria de sitio (por sus siglas en inglés <i>Site Voltage Standing Wave Ratio</i>).
TDLS	Configuración de enlace directo tunelizado (por sus siglas en inglés <i>Tunneled Direct Link Setup</i>), es una forma sencilla de transmitir contenido multimedia y otros datos más rápido entre dispositivos que ya están en la misma red Wi-Fi.
TPC	Control de Potencia de Transmisión (por sus siglas en inglés <i>Transmission Power Control</i>).
VBW	Ancho de banda del filtro de video (por sus siglas en inglés <i>Video Bandwidth</i>).
VSA	Analizador de señal vectorial (por sus siglas en inglés <i>Vector Signal Analyzer</i>).
VSG	Generador de señal vectorial (por sus siglas en inglés <i>Vector Signal Generator</i>).
VSWR	Relación de onda estacionaria (por sus siglas en inglés <i>Voltage Standing Wave Ratio</i>).
W	Watt.
WAS	Sistemas de acceso inalámbrico (por sus siglas en inglés <i>Wireless Access Systems</i>).

WiFi	Es el nombre comercial propiedad de la Wi-Fi Alliance para designar su familia de protocolos de comunicación inalámbrica basados en el estándar IEEE 802.11 para redes de área local sin cables. También es la contracción del término en inglés Wireless Fidelity.
------	---

4. Especificaciones técnicas.

4.1. Bandas de frecuencias de operación.

Conforme a lo establecido en el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias, los Productos sujetos a esta DT deben operar solamente en las bandas clasificadas como espectro libre del Cuadro 2 o en cualquier conjunto de éstas.

Cuadro 2. Bandas de frecuencia de operación.

Bandas de frecuencias clasificadas como espectro libre ⁽¹⁾					
Banda de 5150 MHz - 5250 MHz	Banda de 5250 MHz - 5350 MHz	Banda de 5470 MHz - 5600 MHz	Banda de 5650 MHz - 5725 MHz	Banda de 5725 MHz - 5850 MHz	Banda de 5925 MHz - 6425 MHz

Los Productos sujetos a esta DT con capacidad de operar en más de una de las bandas de frecuencias del Cuadro 2 de esta DT, deben cumplir con las especificaciones que le correspondan en cada una de esas bandas en las cuales pueda operar.

Lo anterior se verifica de acuerdo con el método de prueba 5.4.

4.2. Potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) máxima, densidad espectral de la PIRE y antenas.

Los Productos sujetos a esta DT deben evaluarse con la antena única que vaya integrada al equipo o de existir la posibilidad de conectabilidad/desconectabilidad de la antena, con el conjunto de antenas de éste o con diferente tipo de antenas con los cuales pueda transmitir. Por lo tanto, para el caso de que algún Producto vaya a ser evaluado con más de un tipo de antena, debe probarse el transmisor con cada una de las antenas de más alta ganancia de cada tipo de antena, y con la potencia de salida al máximo nivel. Cualquier antena del mismo tipo de antena con igual o menor ganancia que la probada, quedará incluida en la evaluación de la conformidad.

⁽¹⁾ Para mayor información véase el inventario de bandas de frecuencias clasificadas como espectro libre <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/espectro-radioelectrico/inventariodebandasdefrecuenciasdeusolibrev.pdf>.

La PIRE y la densidad espectral de la PIRE del conjunto conformado por el Producto más la antena o antenas -trátase de una única antena integrada al equipo o de algún conjunto de antenas conectables/desconectables- se establece en los acuerdos siguientes:

- "Acuerdo por el que se establece la política para servicios de banda ancha y otras aplicaciones en las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico 902 a 928 MHz; 2,400 a 2,483.5 MHz; 3,600 a 3.700 MHz; 5,150 a 5,250 MHz; 5,250 a 5,350 MHz; 5,470 a 5,725 MHz y 5,725 a 5,850 MHz.⁽²⁾", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de marzo de 2006;
- "Acuerdo por el que se establecen las bandas de frecuencias de 5470 a 5600 MHz y 5650 a 5725 MHz, como bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico de uso libre, y las condiciones de operación a que deberán sujetarse los sistemas y dispositivos para su operación en estas bandas ⁽³⁾", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2012;
- "Resolución por medio de la cual la Comisión Federal de Telecomunicaciones expide las condiciones técnicas de operación de la banda 5 725 a 5 850 MHz, para su utilización como banda de uso libre ⁽⁴⁾", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de abril de 2006; y
- "Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones clasifica la banda de frecuencias 5925-6425 MHz como espectro libre y emite las condiciones técnicas de operación de la banda⁽⁵⁾", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de marzo de 2023,
- o con las disposiciones legales que los sustituyan.

Los valores de la PIRE máxima y la de la densidad espectral de la PIRE establecidos en los mencionados Acuerdos y Resolución, se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. PIRE Máxima y densidad espectral de la PIRE.

Bandas de Frecuencias (MHz)	PIRE Máxima	Densidad espectral de la PIRE
-----------------------------	-------------	-------------------------------

⁽²⁾ Para más información véase el Acuerdo en la liga siguiente:

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4913219&fecha=13/03/2006#gsc.tab=0

⁽³⁾ Para más información véase el Acuerdo en la liga siguiente:

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5279213&fecha=27/11/2012#gsc.tab=0

⁽⁴⁾ Para más información véase el Acuerdo en la liga siguiente:

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2123917&fecha=14/04/2006#gsc.tab=0

⁽⁵⁾ Para más información véase el Acuerdo en la liga siguiente:

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5681829&fecha=07/03/2023#gsc.tab=0

5150 - 5250	$\leq 200 \text{ mW}$	$\leq 10 \text{ mW/MHz}$ en cualquier banda de 1 MHz o su valor equivalente de $0.25 \text{ mW}/25 \text{ kHz}$ en cualquier banda de 25 kHz
5250 - 5350	$\leq 1 \text{ W}$	$\leq 50 \text{ mW/MHz}$ en cualquier banda de 1 MHz
5470 - 5600	$\leq 1 \text{ W}$	$\leq 50 \text{ mW/MHz}$ en cualquier banda de 1 MHz
5650 - 5725	$\leq 1 \text{ W}$	$\leq 50 \text{ mW/MHz}$ en cualquier banda de 1 MHz
5725 - 5850	$\leq 4 \text{ W}$	$\leq 200 \text{ mW/MHz}$ en cualquier banda de 1 MHz
5925 - 6425	$\leq 1 \text{ W}^{1)}$ (30 dBm)	$\leq 3.2 \text{ mW/MHz}$ ($\leq 5 \text{ dBm/MHz}$) En cualquier ancho de banda de 1 MHz
	$\leq 0.25 \text{ W}^{2)}$ (24 dBm)	$\leq 0.8 \text{ mW/MHz}$ ($\leq -1 \text{ dBm/MHz}$) En cualquier ancho de banda de 1 MHz
	$\leq 25 \text{ mW}^{3)}$ (14 dBm)	$\leq 1.3 \text{ mW/MHz}$ ($\leq 1 \text{ dBm/MHz}$) En cualquier ancho de banda de 1 MHz
NOTAS: Para la banda 5925 MHz – 6425 MHz las Emisiones fuera de banda máximas son aplicables a: ¹⁾ Puntos de acceso y Puntos de acceso subordinados, ambos en interiores. ²⁾ Dispositivos cliente en interiores. ³⁾ Terminales de usuario en interiores y/o exteriores.		

En caso de que se emitan disposiciones legales que sustituyan o modifiquen a los Acuerdos y/o a la Resolución arriba señalados, los valores de la PIRE y de la densidad espectral de la PIRE serán los que se establezcan en dichas disposiciones legales.

Lo anterior se verifica de acuerdo con el método de prueba 5.5.

4.3. Potencia máxima conducida de salida, Densidad espectral de potencia conducida de salida y amplificadores externos.

Los productos sujetos a esta DT que puedan utilizarse con amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos serán sujetos a la evaluación de la conformidad en conjunto con los amplificadores autorizados para su operación. El arreglo completo (equipo más amplificador) debe cumplir con todas las especificaciones aplicables según esta DT. Por otra parte, se prohíbe la operación conjunta de los equipos de radiocomunicación de red de área local con cualquier amplificador de potencia de radiofrecuencia externo no autorizado. El manual de usuario debe contener la lista de amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos autorizados para operar conjuntamente con los productos sujetos a esta DT.

La potencia máxima conducida de salida y la Densidad espectral de potencia conducida de salida del Producto sin amplificador externo o en su caso del conjunto Producto más amplificador externo se establece en los Acuerdos y Resolución siguientes:

- "Acuerdo por el que se establece la política para servicios de banda ancha y otras aplicaciones en las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico 902 a 928 MHz; 2,400 a 2,483.5 MHz; 3,600 a 3.700 MHz; 5,150 a 5,250 MHz; 5,250 a 5,350 MHz; 5,470 a 5,725 MHz y 5,725 a 5,850 MHz.⁽⁶⁾", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de marzo de 2006;
- "Acuerdo por el que se establecen las bandas de frecuencias de 5470 a 5600 MHz y 5650 a 5725 MHz, como bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico de uso libre, y las condiciones de operación a que deberán sujetarse los sistemas y dispositivos para su operación en estas bandas ⁽⁷⁾", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2012;
- "Resolución por medio de la cual la Comisión Federal de Telecomunicaciones expide las condiciones técnicas de operación de la banda 5 725 a 5 850 MHz, para su utilización como banda de uso libre.⁽⁸⁾", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de abril de 2006; y

⁽⁶⁾ Para más información véase el Acuerdo en la liga siguiente:

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4913219&fecha=13/03/2006#gsc.tab=0

⁽⁷⁾ Para más información véase el Acuerdo en la liga siguiente:

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5279213&fecha=27/11/2012#gsc.tab=0

⁽⁸⁾ Para más información véase el Acuerdo en la liga siguiente:

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2123917&fecha=14/04/2006#gsc.tab=0

- "Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones clasifica la banda de frecuencias 5925-6425 MHz como espectro libre y emite las condiciones técnicas de operación de la banda ⁽⁹⁾", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de marzo de 2023.

Los valores de potencia máxima conducida de salida y de la Densidad espectral de potencia conducida de salida establecidos en los mencionados Acuerdos y Resolución se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Potencia máxima y Densidad espectral de potencia conducida de salida.

Bandas de frecuencias de operación (MHz)	Potencia de transmisión conducida máxima	Densidad espectral de potencia conducida máxima
5150 - 5250	50 mW	≤ 2.5 mW/MHz en cualquier banda de 1 MHz o su valor equivalente de 0.0625 mW/25 kHz en cualquier banda de 25 kHz
5250 - 5350	250 mW	≤ 12.5 mW/MHz en cualquier banda de 1 MHz
5470 - 5600	250 mW	≤ 12.5 mW/MHz en cualquier banda de 1 MHz
5650 - 5725	250 mW	≤ 12.5 mW/MHz en cualquier banda de 1 MHz
5725 - 5850	1 W	≤ 50 mW/MHz en cualquier banda de 1 MHz

⁽⁹⁾ Para más información véase el Acuerdo en la liga siguiente:
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5681829&fecha=07/03/2023#gsc.tab=0

En caso de que se emitan disposiciones legales que sustituyan o modifiquen a los Acuerdos y/o a la Resolución arriba señalados, los valores de la potencia máxima y Densidad espectral de potencia conducida de salida de este Cuadro 4, serán los que se establezcan en dichas disposiciones legales.

Si el producto sujeto a esta DT tiene la posibilidad de usar amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos, se deberá evaluar la conformidad de toda combinación de equipo de radiocomunicación, amplificador de potencia de radiofrecuencia externo y antena. Esta evaluación se realizará en condiciones de máxima potencia, amplificación y ganancia. Cada combinación evaluada deberá cumplir con los valores máximos establecidos en el Cuadro 4 de esta DT.

Lo anterior se verifica de acuerdo con el método de prueba 5.6.

4.4. Ancho de banda.

El Ancho de banda del Canal mínimo requerido a 6 dB para la transmisión en la banda 5725 MHz – 5850 MHz debe ser mayor o igual al indicado en el Cuadro 5. El Ancho de banda del Canal máximo permitido para transmisión en la banda 5925 MHz – 6425 MHz no debe ser mayor que el indicado en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Ancho de banda del Canal mínimo requerido y máximo permitido para transmisión por banda de frecuencia de operación.

Bandas de frecuencias de operación (MHz)	Ancho de banda del Canal
5725 - 5850	500 kHz (mínimo permitido)
5925 - 6425	320 MHz (máximo permitido)

Los requisitos del presente numeral se verifican de acuerdo con los métodos de prueba 5.7.1 y 5.7.2.

4.5. Emisiones fuera de banda.

Las Emisiones fuera de banda máximas de PIRE de los Productos sujetos a la presente DT, que se encuentran en los intervalos de frecuencia indicados en la tercera columna del Cuadro 6, deben estar por debajo de los valores de PIRE, en cualquier Ancho de banda de 1 MHz con instrumentación

de medición que cuente con el detector que se indica en el Cuadro 7 para cada una de las bandas de frecuencias de operación indicadas en la primera columna del Cuadro 7.

Las Emisiones fuera de banda máximas de PIRE se establecen en los Acuerdos y Resolución siguientes:

- "Acuerdo por el que se establece la política para servicios de banda ancha y otras aplicaciones en las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico 902 a 928 MHz; 2,400 a 2,483.5 MHz; 3,600 a 3.700 MHz; 5,150 a 5,250 MHz; 5,250 a 5,350 MHz; 5,470 a 5,725 MHz y 5,725 a 5,850 MHz. ⁽¹⁰⁾", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de marzo de 2006;
- "Resolución por medio de la cual la Comisión Federal de Telecomunicaciones expide las condiciones técnicas de operación de la banda 5 725 a 5 850 MHz, para su utilización como banda de uso libre ⁽¹¹⁾", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de abril de 2006, y;
- "Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones clasifica la banda de frecuencias 5925-6425 MHz como espectro libre y emite las condiciones técnicas de operación de la banda ⁽¹²⁾", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de marzo de 2023.

Los valores de Emisiones fuera de banda máximas de PIRE establecidos en los mencionados Acuerdos y Resolución se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Emisiones máximas fuera de banda.

Bandas de frecuencias de operación (MHz)	Emisión máxima fuera de banda	
	Valor de PIRE (dBm)	Intervalo en frecuencia (MHz)

⁽¹⁰⁾ Para más información véase el Acuerdo en la liga siguiente:

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4913219&fecha=13/03/2006#gsc.tab=0

⁽¹¹⁾ Para más información véase el Acuerdo en la liga siguiente:

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2123917&fecha=14/04/2006#gsc.tab=0

⁽¹²⁾ Para más información véase el Acuerdo en la liga siguiente:

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5681829&fecha=07/03/2023#gsc.tab=0

5150 - 5250 5250 - 5350 5150 - 5350 ⁽¹³⁾ 5470 - 5600 5650 - 5725 5725 - 5850	< -27	30 a 1000
5150 - 5250 5250 - 5350 5150 - 5350 ⁽¹³⁾ 5470 - 5600 5650 - 5725	< -27	1000 a 5150 5350 a 5470 5600 a 5650 5850 a 5925 6425 a 40000
5725 - 5850	< -17	5850 a 5860
	< -27	1000 a 5150 5350 a 5470 5600 a 5650 5860 a 5925 6425 a 40000
5925 - 6425	< -27	30 a 1000 1000 a 5150 5350 a 5470 5600 a 5650 5860 a 5925 6425 a 40000

⁽¹³⁾ El Producto puede utilizar la agregación de Canal para este intervalo de frecuencias.

NOTAS:

1. Para la banda 5925 MHz – 6425 MHz las Emisiones fuera de banda máximas son aplicables a:

- Puntos de acceso, Puntos de acceso subordinados y Equipos cliente, todos ellos en interiores; y
- Terminales de usuario en interiores y/o exteriores.

2. Cuando se midan las Emisiones fuera de banda, la frecuencia nominal de la portadora del Canal debe ajustarse a un valor lo más cercano posible a los bordes de las bandas de operación, tanto como el diseño del Producto lo permita.

3. Para la banda 5725 MHz – 5850 MHz, para el caso del borde entre intervalos en 5860 MHz, debe aplicarse el valor de emisiones fuera de banda de < -27 dBm.

Cuadro 7. Detectores por utilizar en el analizador de espectro para los métodos de prueba de las emisiones máximas fuera de banda.

Bandas de frecuencias de operación (MHz)	Intervalos en frecuencias donde se miden las emisiones máximas fuera de banda (MHz)	Detector
5150 - 5250 5250 - 5350 5150 - 5350 ¹⁴⁾ 5470 - 5600 5650 - 5725 5725 - 5850	30 a 1000	Cuasi pico
5150 - 5250 5250 - 5350 5150 - 5350 ¹⁴⁾ 5470 - 5600 5650 - 5725	1000 a 5150 5350 a 5470 5600 a 5650 5850 a 5925 6425 a 40000	Pico
5725 - 5850	5850 a 5860	

⁽¹⁴⁾ El Producto puede utilizar la agregación de Canal para este intervalo de frecuencias.

	1000 a 5150 5350 a 5470 5600 a 5650 5860 a 5925 6425 a 40000	
5925 - 6425	30 a 1000 1000 a 5150 5350 a 5470 5600 a 5650 5860 a 5925 6425 a 40000	RMS

En caso de que se emitan disposiciones legales que sustituyan o modifiquen a los indicados en el Cuadro 6, los valores de emisiones máximas fuera de banda arriba señalados, serán los que se establezcan en dichas disposiciones legales.

Lo anterior se verifica de acuerdo con el método de prueba 5.8.

4.6. Condiciones de operación.

4.6.1. Generales.

Para los numerales 4.6.1.1. a 4.6.1.2. véase el procedimiento de evaluación de la conformidad específico del numeral 9.2.

4.6.1.1. Condiciones de coexistencia para todos los Productos:

Los Productos sujetos a esta DT deben cumplir las condiciones de coexistencia siguientes:

1. No deben provocar Interferencia perjudicial a sistemas, dispositivos, equipos o estaciones de usuarios que cuenten con un título habilitante para hacer uso del espectro radioeléctrico.
Lo anterior, particularmente en los segmentos de frecuencias de uso protegido adyacentes a las bandas 5150 MHz-5250 MHz, 5250 MHz-5350 MHz, 5470 MHz-5600 MHz, 5650 MHz-5850 MHz y 5925 MHz-6425 MHz, así mismo los Productos sujetos a la presente DT tienen prohibido operar en las bandas 5350 MHz-5470 MHz, 5600 MHz-5650 MHz y 5850 MHz-5925 MHz.
2. No pueden reclamar protección contra Interferencias perjudiciales provenientes de otros sistemas, dispositivos, equipos o estaciones que operen bajo lo establecido en un título habilitante vigente para hacer uso del espectro radioeléctrico.
3. Los Productos sujetos a esta DT que causen Interferencias perjudiciales a usuarios que operen al amparo de un título habilitante para hacer uso del espectro radioeléctrico, deberán cesar operaciones hasta que se elimine la Interferencia perjudicial, aun cuando el Producto se encuentre debidamente homologado.

4. No pueden reclamar protección contra Interferencias perjudiciales provenientes de otros equipos de radiocomunicación de red de área local que utilizan Modulación digital de banda ancha y que operan en las bandas clasificadas como espectro libre que operen bajo lo establecido en la presente DT.

4.6.1.2. Los Productos sujetos a esta DT que operen en la Banda de frecuencias 5925 MHz – 6425 MHz deben cumplir con lo siguiente:

- I. Los Productos del tipo Punto de acceso, Punto de acceso subordinado y Dispositivo cliente fijo, todos ellos en interiores deben cumplir con lo siguiente:
 1. Deben operar únicamente en ambientes interiores.
 2. Deben tener antena integrada no removible y no deben tener la posibilidad de conectar antenas externas.
 3. Se prohíbe su uso en comunicaciones para sistemas de Vehículos aéreos no tripulados, en embarcaciones, plataformas petroleras, automóviles, trenes y aviones, salvo que su operación sea dentro de aeronaves grandes que vuelen a más de 3048 metros de altitud.
 4. Deben emplear protocolos basados en contención.
 5. Los Puntos de acceso y los Puntos de acceso subordinados no pueden ser resistentes a condiciones climáticas adversas, no pueden utilizar baterías y la fuente de alimentación tiene que estar conectada directamente a la toma de corriente eléctrica.
 6. Los dispositivos subordinados no deben usarse para conectar dispositivos entre edificios o estructuras separadas.
- II. Los Productos del tipo Terminal de usuario en interiores y/o exteriores deben cumplir con lo siguiente:

Se prohíbe su uso en comunicaciones para sistemas de Vehículos aéreos no tripulados.

Las condiciones de operación anteriores se establecen en el Acuerdo siguiente:

- "Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones clasifica la banda de frecuencias 5925-6425 MHz como espectro libre y emite las condiciones técnicas de operación de la banda ⁽¹⁵⁾", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de marzo de 2023.

Las condiciones de operación del presente numeral podrán cambiar de haber disposiciones legales que sustituyan al Acuerdos y/o la Resolución antes señalados. De darse tal caso, dichos valores serán los que establezcan dichas disposiciones legales.

⁽¹⁵⁾ El Producto puede utilizar la agregación de Canal para este intervalo de frecuencias.

Las condiciones de operación establecidas en los Acuerdo y Resoluciones para las demás bandas del campo de aplicación de esta DT, continuarán siendo aplicables hasta en tanto se sustituyan o modifiquen esos documentos de mérito.

4.6.2. Controles.

4.6.2.1. Control externo.

Los Productos sujetos a esta DT no deben tener control externo alguno del transmisor accesible al usuario que pueda ser ajustado y operado para violar las especificaciones legales, reglamentarios y normativos aplicables.

Lo anterior se verifica de acuerdo con el método de prueba de 5.9.1.

4.6.2.2. Software de control.

Los Productos sujetos a esta DT no deben tener ajustes internos o la posibilidad de reconfiguración del Producto que permita al usuario final desactivar las funcionalidades de mitigación (TPC y/o DFS), el Protocolo basado en contención, y/o en su caso permitir modificar los parámetros de RF para violar las especificaciones legales, reglamentarios y normativos aplicables del capítulo 4 de la presente DT. Además, la información acerca de los ajustes internos o sobre la reconfiguración al Producto anteriormente indicado se hará disponible solamente a profesionales entrenados responsables del interesado, pero no al público en general.

Lo anterior se verifica de acuerdo con el método de prueba de 5.9.2.

4.6.3. Mecanismos de mitigación de interferencia.

4.6.3.1. Control de potencia de transmisión (TPC).

Los Productos que operen con valores de la PIRE superiores a 500 mW, en las bandas clasificadas como espectro libre de 5470 MHz – 5600 MHz y de 5650 MHz – 5725 MHz, deben contar con mecanismos de Control de potencia de transmisión (TPC) con un factor de mitigación de al menos 3 dB. En caso de no contar con este mecanismo, el valor de la PIRE promedio máxima permitida debe reducirse en 3 dB, respecto de los valores de la PIRE que se establecen en el Cuadro 3.

El factor de mitigación del mecanismo TCP le requiere a los dispositivos WAS/RLAN con TPC, que deban tener un intervalo de TPC a partir del cual el valor más bajo del intervalo sea al menos 6 dB por debajo de los valores máximos de la PIRE promedio que se establecen en el Cuadro 3, y el valor más alto del intervalo sea al menos 3 dB por debajo de los valores máximos de la PIRE promedio que se establecen en el Cuadro 3.

Lo anterior se verifica con el método de prueba 5.10.

4.6.3.2. Selección dinámica de frecuencia (DFS).

Los dispositivos WAS/RLAN que operen en las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico de 5470 MHz – 5600 MHz y 5650 – 5725 MHz deben contar con el mecanismo de mitigación DFS, para asegurar la protección contra Interferencias perjudiciales a servicios previamente establecidos.

A efecto de determinar que los dispositivos WAS/RLAN cuentan con el mecanismo DFS deben utilizar cualquiera de los requisitos de los numerales 4.6.3.2.1 (Alternativa 1), 4.6.3.2.2 (Alternativa 2) o 4.6.3.2.3 (Alternativa 3).

4.6.3.2.1. Alternativa 1 de los requisitos DFS.

Para los requisitos de los numerales 4.6.3.2.1 su cumplimiento se constata de acuerdo con los métodos de prueba de 5.11.1.

4.6.3.2.1.1. Introducción.

4.6.3.2.1.1.1. Generalidades.

Los dispositivos WAS/RLAN deben contar con el mecanismo de mitigación DFS para asegurar la protección contra interferencias producidas a servicios previamente establecidos. Particularmente para detectar la interferencia hacia los sistemas de radar (detección de radar) y evitar el funcionamiento co-canal con estos dispositivos WAS/RLAN.

La función DFS del presente numeral no considera detectar señales de radar de salto de frecuencia.

4.6.3.2.1.1.2. Bandas de frecuencias que les aplica el mecanismo DFS

Los Productos cuyo Ancho de banda nominal se sitúe total o parcialmente dentro de las bandas clasificadas como espectro libre de 5470 MHz – 5600 MHz y de 5650 MHz – 5725 MHz, deben contar con mecanismos de Selección dinámica de frecuencia (DFS).

Este requisito se aplica a todos los tipos de dispositivos WAS/RLAN, independientemente del tipo de comunicación entre éstos.

4.6.3.2.1.1.3. Modos operativos DFS

En el contexto del funcionamiento de la función DFS, un dispositivo WAS/RLAN funciona ya sea como maestro o esclavo. Los dispositivos WAS/RLAN que funcionen como esclavos sólo deben funcionar en una red controlada por un dispositivo WAS/RLAN que funcione como maestro. Un dispositivo WAS/RLAN que sea capaz de funcionar como maestro o esclavo debe cumplir los requisitos aplicables al modo o modos en que funcione.

Algunos dispositivos WAS/RLAN son capaces de comunicarse de manera ad-hoc sin estar conectados a una red. Los dispositivos WAS/RLAN que funcionen de esta manera en Canales cuyo Ancho de banda nominal se sitúe parcial o totalmente dentro de las bandas de frecuencias 5470

MHz – 5600 MHz ó 5650 MHz – 5725 MHz deben emplear el mecanismo DFS y deben someterse a pruebas con respecto a los requisitos aplicables a un maestro.

Los dispositivos WAS/RLAN esclavos que se utilizan en aplicaciones fijas punto a punto o punto a multipunto de exteriores fijos deben comportarse como esclavos con detección por radar independiente de su potencia de salida. Véase el Cuadro 8.

4.6.3.2.1.1.4. Operación DFS.

El comportamiento operativo y los requisitos DFS individuales asociados con los dispositivos maestro y/o esclavo son los siguientes:

Dispositivos maestros:

- I. El Dispositivo maestro debe utilizar una función de detección de interferencias de radar para detectar señales de radar.

El Dispositivo maestro puede depender de otro dispositivo, asociado con el maestro, para implementar la función de detección de interferencias de radar. En tal caso, la combinación debe cumplir los requisitos aplicables a un maestro.

Una red RLAN siempre tiene al menos un dispositivo RLAN que funciona en Modo maestro cuando funciona en las bandas 5470 MHz – 5600 MHz ó 5650 MHz – 5725 MHz.

- II. Un Dispositivo maestro debe iniciar operaciones sólo en los Canales disponibles. En el momento de la instalación (o reinstalación) del dispositivo WAS/RLAN, la RLAN no tiene Canales disponibles dentro de la banda 5470 MHz – 5600 MHz ó 5650 MHz – 5725 MHz. En tal caso, antes de iniciar las operaciones en uno o más de estos Canales, el Dispositivo maestro debe realizar una comprobación de disponibilidad de Canales (CAC) para garantizar que no haya radares operando en ningún Canal seleccionado. Si no se ha detectado ningún radar, el(los) Canal(es) se convierte en un Canal(s) disponible(s) y permanece(n) como tal hasta que se detecta una señal de radar durante el monitoreo en servicio después de que el Canal se convirtió en un Canal operativo. La comprobación de disponibilidad de Canales (CAC) puede realizarse en un Ancho de banda más amplio, de modo que todos los Canales dentro del Ancho de banda evaluado se convierten en Canales disponibles.

La comprobación inicial de disponibilidad de Canales puede activarse manualmente en el momento de la instalación o reinstalación del dispositivo WAS/RLAN.

- III. Un Dispositivo maestro puede iniciar una red enviando señales de habilitación a otros dispositivos RLAN (esclavos). Una vez que la RLAN ha comenzado a operar en un Canal disponible, ese Canal se convierte en un Canal operativo. Durante el funcionamiento normal, el Dispositivo maestro debe supervisar todos los Canales operativos (Supervisión en servicio) para garantizar que no haya ningún radar transmitiendo dentro de estos Canales. Si el monitoreo en servicio no detectó ningún radar en un Canal operativo pero la RLAN deja de operar en ese Canal, el Canal se convierte nuevamente en un Canal disponible.

Una RLAN puede iniciar transmisiones en múltiples Canales disponibles (adyacentes o no adyacentes). En este caso, todos estos Canales se convierten en Canales operativos.

- IV. Si el Dispositivo maestro ha detectado una señal de radar en un Canal operativo durante la Supervisión en servicio, el Dispositivo maestro indicará a todos sus dispositivos esclavos asociados que dejen de transmitir en este Canal, el cual se convierte en un Canal no disponible. Cuando se opere simultáneamente en múltiples Canales operativos (adyacentes o no adyacentes), solo el Canal operativo que contenga la frecuencia en la que se detectó el radar se convertirá en un Canal no disponible.
- V. Un Canal no disponible puede volver a ser un Canal utilizable después del Período de no ocupación. Se requiere una nueva comprobación de disponibilidad de Canal (CAC) para verificar que no hay ningún radar operando en este Canal antes de que vuelva a ser un Canal disponible.
- VI. En todos los casos, si se ha producido la detección de radar, el Canal que contiene la frecuencia en la que se detectó el radar se convierte en un Canal no disponible. Alternativamente, el Canal puede marcarse como un Canal inutilizable.

Dispositivos esclavos:

- I. Un dispositivo esclavo no debe transmitir antes de recibir una señal de habilitación de un Dispositivo maestro al que está asociado.
- II. Un dispositivo esclavo debe detener sus transmisiones en un Canal siempre que se lo indique el Dispositivo maestro al que esté asociado. El dispositivo esclavo no debe reanudar ninguna transmisión en este Canal hasta que haya recibido una señal de habilitación del Dispositivo maestro al que esté asociado.
- III. Un dispositivo esclavo al que le sea requerido realizar la detección de radar (véase el Cuadro 10, nota 2) debe detener sus propias transmisiones en el Canal operativo si ha detectado una señal de radar en ese Canal. Este Canal operativo se convierte en un Canal no disponible para el dispositivo esclavo. Éste no debe reanudar ninguna transmisión en este Canal no disponible por un período de tiempo igual al Período de no ocupación. El dispositivo esclavo requiere una comprobación de disponibilidad de Canal (CAC) para verificar que no hay ninguna señal de radar operando en este Canal antes de que el dispositivo esclavo pueda volver a usarlo.

4.6.3.2.1.2. Especificaciones de los requisitos técnicos del mecanismo DFS.

4.6.3.2.1.2.1. Aplicabilidad.

En el Cuadro 8 se enumeran los requisitos técnicos relacionados con el mecanismo DFS y su aplicabilidad para cada modo operativo. Si el dispositivo WAS/RLAN es capaz de funcionar en más de un modo operativo, cada modo de funcionamiento debe evaluarse por separado.

Cuadro 8. Aplicabilidad de los requisitos DFS.

Requisito	Modo operativo DFS		
	Maestro	Esclavo sin detección de radar (véase la nota 2)	Esclavo con detección de radar (véase la nota 2)
Comprobación de disponibilidad de Canales (CAC)	Obligatorio	No es necesario	Obligatorio (véase la nota 1)
Supervisión en servicio	Obligatorio	No es necesario	Obligatorio
Cierre del Canal	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
Período de no ocupación	Obligatorio	No es necesario	Obligatorio
NOTAS: 1. No se requiere que un dispositivo esclavo con detección de radar realice un CAC para el uso inicial del Canal, sino sólo después de que el esclavo haya detectado una señal de radar en el Canal operativo mediante monitoreo en servicio y haya transcurrido el Período de no ocupación resultante de esta detección. 2. Los dispositivos esclavos con una PIRE máxima inferior a 23 dBm no tienen que implementar la detección por radar a menos que estos dispositivos se utilicen en aplicaciones punto a punto fijas de exterior o aplicaciones punto a multipunto fijas de exterior (véase el numeral 4.6.3.2.1.1.3).			

Los requisitos de detección de radar establecidos en los numerales 4.6.3.2.1.2.2 a 4.6.3.2.1.2.4 consideran que las frecuencias centrales de las señales de radar se sitúan dentro del 80 % del Ancho de banda ocupado del Canal.

Lo anterior se verifica de acuerdo con los métodos de prueba de 5.11.1.

4.6.3.2.1.2.2. Comprobación de disponibilidad de Canal (CAC).

4.6.3.2.1.2.2.1. Definición.

La comprobación de disponibilidad de Canal (CAC) se define como un mecanismo mediante el cual un dispositivo comprueba los Canales para detectar la presencia de señales de radar. Este mecanismo se utiliza para identificar los Canales disponibles.

No debe haber transmisión de señal por el dispositivo en los Canales que están siendo comprobados durante este proceso.

Si no se detectan señales de radar en un Canal, ese Canal se convierte en un Canal disponible.

Para dispositivos que admiten múltiples anchos de banda para el Canal, la comprobación de disponibilidad de Canal puede realizarse, una sola vez, utilizando el Ancho de banda para el Canal nominal más amplio. Todos los Canales más angostos dentro del Ancho de banda evaluado se convierten en Canales disponibles siempre que no se detecte ninguna señal de radar.

4.6.3.2.1.2.2. Valor.

La comprobación de disponibilidad del Canal debe realizarse durante un período continuo de tiempo (tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal) que no debe ser menor que el valor establecido en el Cuadro 9.

Durante la comprobación de la disponibilidad del Canal, el Dispositivo maestro o esclavo (véase Cuadro 8) debe detectar preferentemente la señal de radar de Pulso corto o cualquiera de las señales de prueba de radar que se encuentren dentro de los intervalos establecidos en el Cuadro 11, con un nivel superior al nivel umbral de detección de radar establecido en el Cuadro 10.

El Dispositivo maestro o esclavo (véase Cuadro 8) debe cumplir la probabilidad mínima de detección establecida en el Cuadro 12.

Lo anterior se verifica con el método de prueba 5.11.1.

4.6.3.2.1.2.3. Supervisión en servicio.

4.6.3.2.1.2.3.1. Definición.

La Supervisión en servicio se define como el proceso por el cual un Dispositivo maestro o esclavo (véase Cuadro 8) supervisa cada Canal operativo para detectar la presencia de señales de radar.

4.6.3.2.1.2.3.2. Valor.

La Supervisión en servicio debe utilizarse para supervisar cada Canal operativo.

La Supervisión en servicio debe comenzar inmediatamente después de que el Dispositivo maestro o esclavo (véase Cuadro 8) haya iniciado las transmisiones en un Canal.

Durante la Supervisión en servicio, el Dispositivo maestro o esclavo (véase Cuadro 8) debe ser capaz de detectar preferentemente la señal de radar de Pulso corto o cualquiera de las señales de prueba de radar que se encuentren dentro de los intervalos establecidos en el Cuadro 11 con un nivel superior al nivel umbral de detección de radar establecido en el Cuadro 10.

El Dispositivo maestro o esclavo (véase Cuadro 8) debe cumplir la probabilidad mínima de detección asociada a una señal de prueba de radar determinada, tal como se establece en el Cuadro 12.

Lo anterior se verifica con el método de prueba 5.11.1.

4.6.3.2.1.2.4. Cierre del Canal.

4.6.3.2.1.2.4.1. Definición.

El cierre del Canal se define como el proceso iniciado por el Dispositivo maestro o esclavo en un Canal operativo después de que se haya detectado una señal de radar durante la Supervisión en servicio en ese Canal.

El Dispositivo maestro indicará a todos los dispositivos esclavos asociados que dejen de transmitir en este Canal, lo que harán dentro del Tiempo de movimiento del canal.

Los dispositivos esclavos con una función de detección de interferencia de radar detendrán sus propias transmisiones en un Canal operativo dentro del Tiempo de movimiento del canal al detectar una señal de radar dentro de este Canal.

La duración total de todas las transmisiones del Dispositivo maestro o esclavo en este Canal durante el Tiempo de movimiento del canal debe limitarse al Tiempo de cierre de transmisión del canal. La duración total de todas las transmisiones no incluirá los períodos de silencio entre transmisiones.

En el caso de los equipos que tengan la funcionalidad de transmitir simultáneamente en múltiples canales (adyacentes o no adyacentes), sólo el Canal o canales que contengan la frecuencia en la que se detectó la señal de radar está(n) sujetos al requisito de cierre del Canal. El Dispositivo maestro o esclavo puede continuar las transmisiones en otros canales operativos.

4.6.3.2.1.2.4.2. Valor.

El Tiempo de movimiento del canal no debe exceder el valor establecido en el Cuadro 9.

El Tiempo de cierre de transmisión del canal no debe exceder el valor establecido en el Cuadro 9.

Durante la comprobación de cierre del Canal, el Dispositivo maestro o esclavo (véase Cuadro 9) debe detectar preferentemente la señal de radar de Pulso corto o cualquiera de las señales de prueba de radar que se encuentren dentro de los intervalos establecidos en el Cuadro 11, con un nivel superior al nivel umbral de detección de radar establecido en el Cuadro 10.

Lo anterior se verifica con el método de prueba 5.11.1.

4.6.3.2.1.2.5. Período de no ocupación.

4.6.3.2.1.2.5.1. Definición.

El Período de no ocupación se define como el tiempo durante el cual el Dispositivo maestro o esclavo (véase Cuadro 8) no debe realizar ninguna transmisión en un Canal después de que se detectó una señal de radar en ese Canal.

Para los equipos que tienen la funcionalidad de transmitir simultáneamente en múltiples canales operativos (adyacentes o no adyacentes), solo el Canal o canales que contienen la frecuencia en la que se detectó la señal de radar está(n) sujetos al requisito del Período de no ocupación. El equipo puede continuar las transmisiones en otros canales operativos.

Después del Período de no ocupación, el Canal debe identificarse nuevamente como un Canal disponible antes de que el Dispositivo maestro o esclavo (véase Cuadro 8) pueda comenzar a transmitir nuevamente en este Canal.

4.6.3.2.1.2.5.2. Valor.

El Período de no ocupación no debe ser menor que el valor establecido en el Cuadro 9.

Durante la comprobación del periodo de no ocupación, el Dispositivo maestro o esclavo (véase Cuadro 9) debe detectar preferentemente la señal de radar de Pulso corto o cualquiera de las señales de prueba de radar que se encuentren dentro de los intervalos establecidos en el Cuadro 11, con un nivel superior al nivel umbral de detección de radar establecido en el Cuadro 10.

Lo anterior se verifica con el método de prueba 5.11.1.

4.6.3.2.1.2.6. Parámetros del mecanismo DFS.

Los Cuadros 9 a 12 contienen los valores de los parámetros específicos del mecanismo DFS mencionados en el numeral 4.6.3.2.1.2 y numeral 5.11.1.

Cuadro 9. Valores de los requisitos del mecanismo DFS.

Parámetro	Valor
Tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal (CAC)	60 s
Tiempo de movimiento del Canal	10 s
Tiempo de cierre del Canal de transmisión	1 s
Período de no ocupación	30 minutos mínimo

Cuadro 10. Nivel del umbral de detección de señal de radar.

Densidad espectral máxima de la PIRE (véase nota 1)	Valor del umbral de detección de señal de radar (véanse las notas 1 y 2)
10 dBm/MHz	-62 dBm
NOTAS: 1. Este es el nivel en la entrada del receptor de un Dispositivo maestro o esclavo (véase Cuadro 8) con una densidad espectral máxima de la PIRE de 10 dBm/MHz (10 mW/MHz) y suponiendo una antena receptora con una Ganancia de la antena de 0 dBi. Para los dispositivos que emplean diferente densidad espectral de PIRE y/o una Ganancia de la antena receptora diferente, G (dBi), el nivel del umbral de detección de señal de radar en la entrada del receptor debe calcularse con la siguiente ecuación: $[\text{Umbral de detección}]_{\text{dBm}} = -62 + 10 - [\text{Densidad espectral de PIRE}]_{\text{dBm/MHz}} + [G]_{\text{dBi}}$ En donde: Umbral de detección es en dBm. Densidad espectral de PIRE, es en dBm/MHz. G es la Ganancia de la antena receptora en dBi. Sin embargo, el nivel del umbral de detección de señal de radar no debe ser menor que -64 dBm suponiendo una Ganancia de la antena receptora de 0 dBi. 2. Los dispositivos esclavos con una PIRE máxima inferior a 23 dBm no tienen que implementar la detección por radar a menos que estos dispositivos se utilicen en aplicaciones punto a punto fijas de exterior o aplicaciones punto a multipunto fijas de exterior (véase el numeral 4.6.3.2.1.1.3).	

Cuadro 11. Parámetros de las señales de prueba de radar.

Señal de prueba de radar # (véanse notas 1 a 3)	Ancho de Pulso W (μs)		Frecuencia de repetición de Pulsos (PRF) (Pulsos por segundo - PPS)		Número de diferentes valores de PRF	Pulsos por ráfaga para cada PRF (Pulsos por ráfaga - PPB) (véase nota 5)
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo		
1	0.5	5	200	1 000	1	10
2	0.5	15	200	1 600	1	15

3	0.5	15	2 300	4 000	1	25
4	20	30	2 000	4 000	1	20
5	0.5	2	300	400	2/3	10
6	0.5	2	400	1 200	2/3	15

NOTAS:

1. Las señales de prueba de radar 1 a 4 se basan en señales con un PRF constante. Véase la Figura 2A. Estas señales de prueba de radar también están destinadas a simular señales de radar que utilizan un PRF escalonado basado en paquetes. Véase la Figura 2B.

2. La señal de prueba de radar 4 es una señal de prueba de radar modulada. La modulación por utilizar es una modulación chirp con una desviación en frecuencia de ± 2.5 MHz, que se muestra en la Figura 1.

3. Las señales de prueba de radar 5 y 6 son señales de prueba de radar de un solo Pulso que se basan en PRF escalonadas y que utilizan 2 ó 3 señales de prueba de radar con diferentes valores de PRF. Para la señal de prueba de radar 5, la diferencia entre los valores PRF elegidos debe ser entre 20 Pulsos por segundo y 50 Pulsos por segundo. Para la señal de prueba de radar 6, la diferencia entre los valores PRF elegidos debe ser entre 80 Pulsos por segundo y 400 Pulsos por segundo. Véase la Figura 2C.

4. Las señales de prueba de radar anteriores deben contener sólo una ráfaga de Pulsos única. Véanse Figura 2A, Figura 2C y Figura 2D.

5. El número total de Pulsos en una ráfaga es igual al número de Pulsos para un solo PRF multiplicado por el número de diferentes valores de PRF que se utilicen.

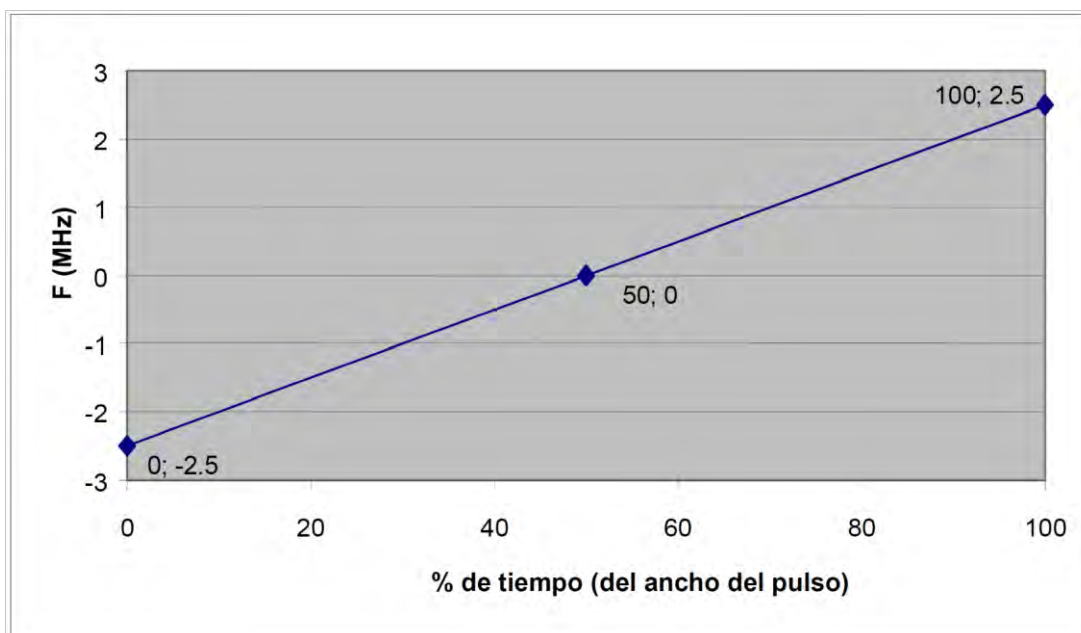


Figura 1. Modulación chirp con una desviación en frecuencia de ± 2.5 MHz.

Cuadro 11A. Parámetros de la señal de prueba de radar de referencia.

Ancho de Pulso W (μ s)	Frecuencia de repetición de Pulso (PRF) (Pulsos por segundo)	Pulsos por ráfaga (Pulsos por ráfaga)
1	700	18

Cuadro 12. Probabilidad de detección.

Parámetro	Probabilidad de detección (Pd)
	Canales cuyo Ancho de banda nominal se sitúa parcial o totalmente dentro de la banda de frecuencia 5470 MHz – 5600 MHz o la banda 5650 MHz – 5725 MHz

Comprobación de disponibilidad de Canal (CAC).	60 %
Supervisión en servicio	60 %
NOTA: P_d proporciona la probabilidad de detección por ráfaga de radar simulada y representa un nivel mínimo de desempeño de detección en condiciones definidas. Por lo tanto, P_d no representa la probabilidad de detección general para ningún radar en particular en condiciones de la vida real.	

La Figura 2A muestra una señal de prueba de radar de una sola ráfaga que se basa en PRF constante que es representativo de la señal de prueba de radar 1 a la señal de prueba de radar 3 del Cuadro 11.

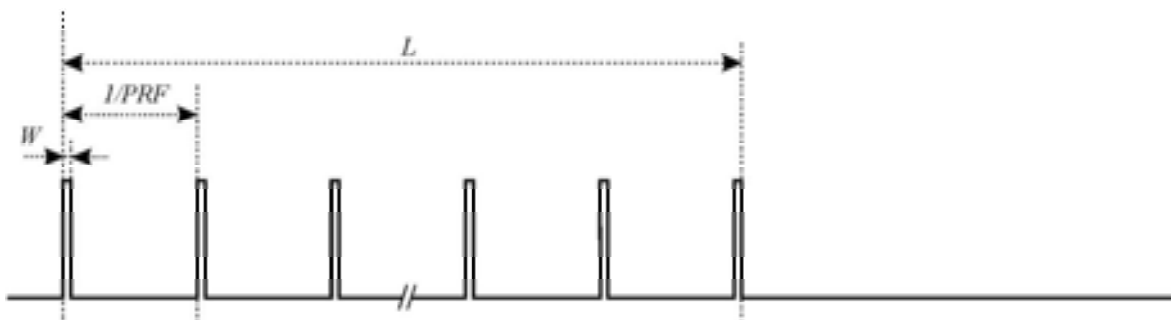


Figura 2A. Estructura general de la señal de prueba de radar de una sola ráfaga/basada en PRF constante.

La Figura 2B muestra múltiples ráfagas de estas mismas señales de prueba. La Figura 2B muestra la estructura general de una señal de prueba de radar de múltiples ráfagas utilizando un valor constante de Frecuencia de Repetición de Pulso (PRF). Esta estructura es representativa de la señal de prueba de radar 1 a la señal de prueba de radar 3 del Cuadro 11.

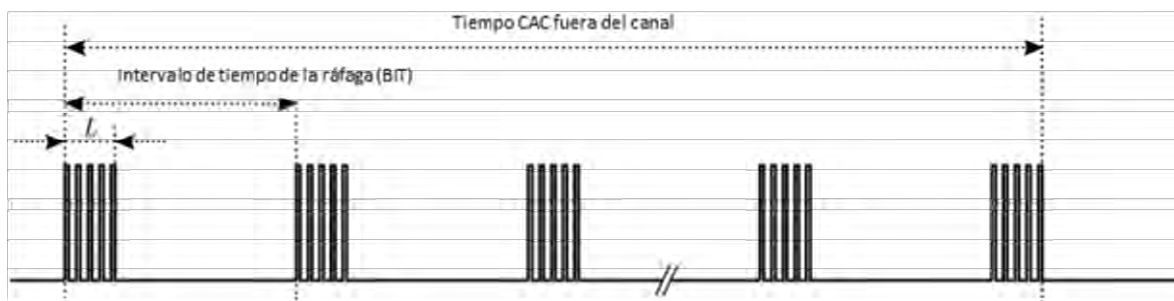


Figura 2B. Estructura general de la señal de prueba de radar de múltiples ráfagas/ basada en PRF constante.

La Figura 2C muestra una sola ráfaga de una señal de prueba de radar basada en valores escalonados de Frecuencia de Repetición de Pulso (PRF).

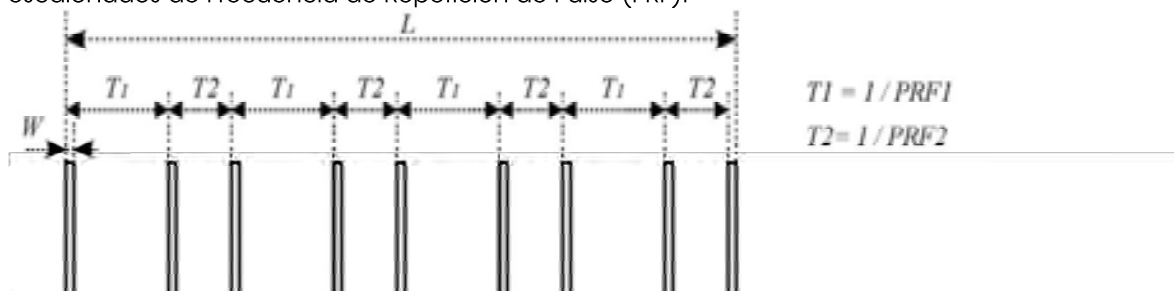


Figura 2C. Estructura general de la señal de prueba de radar de una sola ráfaga/ basada en un solo Pulso con PRF escalonado

La Figura 2D muestra una sola ráfaga de una señal de radar que utiliza un PRF escalonado basado en paquetes y que es representativa de la señal de prueba de radar 5 y la señal de prueba de radar 6 del Cuadro 11.

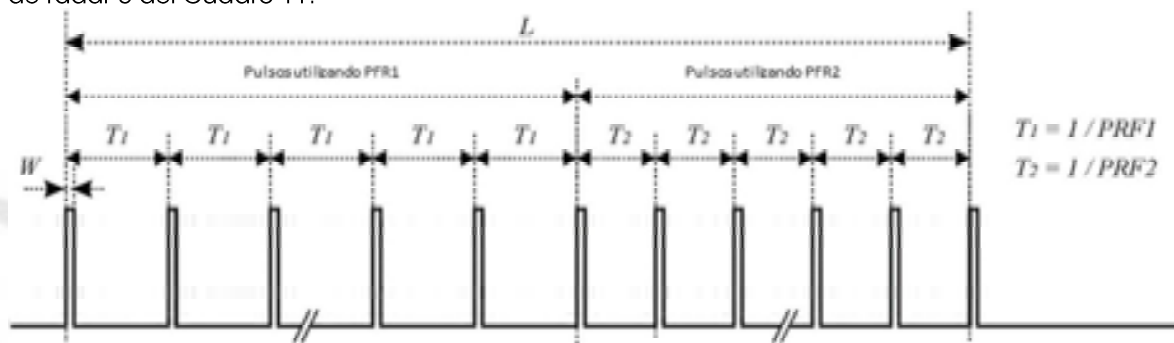


Figura 2D. Estructura general de la señal de prueba de radar de una sola ráfaga/ basada en paquetes con PRF escalonado.

La Figura 2E muestra múltiples ráfagas de estas mismas señales de prueba.



Figura 2E: Estructura general de la señal de prueba de radar de múltiples ráfagas/ basada en paquetes con PRF escalonado.

4.6.3.2.2. Alternativa 2 de los requisitos DFS.

Para los requisitos de todos los numerales 4.6.3.2.2 su cumplimiento se constata de acuerdo con los métodos de prueba de 5.11.2.

4.6.3.2.2.1. Generalidades.

4.6.3.2.2.1.1. Aplicabilidad.

Los Productos sujetos a esta DT que operan en las bandas clasificadas como espectro libre de 5470 MHz – 5600 MHz y de 5650 MHz – 5725 MHz, deben contar con mecanismos de mitigación como Selección dinámica de frecuencia. ⁽¹⁶⁾

Una red WAS/RLAN debe emplear una función DFS para detectar señales de sistemas de radar y evitar la operación co-canal con estos sistemas.

Dentro del contexto de la operación de la función DFS, un dispositivo WAS/RLAN debe funcionar en Modo maestro o Modo esclavo (modo cliente). Los dispositivos WAS/RLAN que funcionan en Modo esclavo solo pueden funcionar en una red controlada por un dispositivo WAS/RLAN que funciona en Modo maestro. ⁽¹⁷⁾

⁽¹⁶⁾ El Producto puede utilizar la agregación de Canal para este intervalo de frecuencias.

⁽¹⁷⁾ Las redes con puntos de acceso que cuentan con modos de operación puente (bridge) y/o malla (MESH) pueden operar en las bandas DFS, pero deben emplear una función DFS. La funcionalidad del modo puente debe registrarse en el reporte de prueba DFS. Los dispositivos que funcionan como relés donde actúan como maestro y esclavo (cliente) también deben emplear la función DFS en el

Los Cuadros 13 y 14 que se muestran a continuación resumen la información contenida en los numerales 4.6.3.2.2.1.2 y 4.6.3.2.2.1.3.

Cuadro 13. Aplicabilidad de los requisitos DFS previo al uso de un Canal.

Requisito	Modo operativo		
	Maestro	Cliente sin detección de radar	Cliente con detección de radar
Periodo de no ocupación	Si se requiere	No se requiere	Si se requiere
Umbral de detección de DFS	Si se requiere	No se requiere	Si se requiere
Tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal	Si se requiere	No se requiere	No se requiere
Detección de Ancho de banda RLAN	Si se requiere	No se requiere	Si se requiere

Cuadro 14. Aplicabilidad de los requisitos DFS durante operación normal.

Requisito	Modo operativo	
	Maestro o Cliente con detección de radar	Cliente sin detección de radar
Umbral de detección de DFS	Si se requiere	No se requiere
Tiempo de cierre de transmisión del canal	Si se requiere	Si se requiere
Tiempo de movimiento del canal	Si se requiere	Si se requiere
Detección de ancho de banda	Si se requiere	No se requiere

maestro. El método que se utilice para validar la funcionalidad debe estar documentado y los datos de validación deben estar documentados. El modo puente puede validarse realizando una prueba de verificación estadística de rendimiento (numeral C.2.8.4) en cualquiera de los tipos de radar. Esta es una prueba abreviada para verificar la funcionalidad de DFS.

Requisitos adicionales para dispositivos con múltiples anchos de banda	Maestro o Cliente con detección de radar	Cliente sin detección de radar
Detección de ancho de banda RLAN y verificación estadística de rendimiento	Todos los anchos de banda deben probarse	No se requiere
Tiempo de movimiento del canal y Tiempo de cierre de transmisión del canal	Pruebe usando el Ancho de banda más amplio disponible	Pruebe usando el Ancho de banda más amplio disponible para el enlace
Todas las demás pruebas	En cualquier Ancho de banda seleccionado, un solo Ancho de banda	No se requiere
NOTA: Las frecuencias seleccionadas para la verificación estadística del rendimiento (numeral 5.11.2.1.1.8.4) deben incluir varias frecuencias dentro del Ancho de banda de detección del radar y frecuencias cerca del valor del Ancho de banda de detección del radar. Para dispositivos del estándar 802.11, se sugiere seleccionar frecuencias en cada uno de los canales adyacentes (canales enlazados) de 20 MHz y la frecuencia central del Canal.		

El comportamiento operativo y los requisitos individuales de DFS asociados con estos modos son los siguientes:

4.6.3.2.2.1.2. Dispositivos Maestro.

- El Dispositivo maestro debe utilizar DFS para detectar formas de onda de radar, preferentemente la señal de radar de Pulso corto o cualquiera de las señales de prueba de radar del numeral 4.6.3.2.2.1.6, con intensidad de señal recibida por encima del Umbral de detección de DFS, del numeral 4.6.3.2.2.1.4, en las bandas 5470 MHz – 5600 MHz y 5650 MHz – 5725 MHz.
- Antes de iniciar una red en un Canal, el Dispositivo maestro debe realizar una comprobación de disponibilidad de Canal, utilizando DFS de acuerdo con el numeral anterior a), para una duración de tiempo específica (tiempo de Comprobación de disponibilidad de canales) para garantizar que no haya ningún sistema de radar operando en el Canal.
- El Dispositivo maestro inicia una red RLAN transmitiendo señales de control que permitirán que otros dispositivos RLAN se asocien con el Dispositivo maestro.

- d) Durante la operación normal, el Dispositivo Maestro debe monitorear el Canal (Monitoreo en Servicio), utilizando DFS de acuerdo con el numeral anterior a), para asegurar que no haya ningún sistema de radar operando en el Canal.
- e) Si el Dispositivo maestro detecta una forma de onda de radar durante el monitoreo en servicio como se describe en el inciso d) anterior, el Canal operativo de la red RLAN deja de ser un Canal disponible. El Dispositivo maestro debe indicar a todos los dispositivos cliente asociados que dejen de transmitir en este Canal dentro del Tiempo de movimiento del canal. Las transmisiones durante el Tiempo de movimiento de Canal deben limitarse únicamente al Tiempo de cierre de transmisión de Canal.
- f) Una vez que el Dispositivo maestro ha detectado una forma de onda de radar, no debe utilizar el Canal durante el Período de no ocupación. Aplica a la detección durante la verificación de disponibilidad del Canal o el monitoreo en servicio.
- g) Si el Dispositivo maestro delega el monitoreo en servicio a un Dispositivo cliente, entonces la combinación debe probarse de acuerdo con los requisitos que se describen en los anteriores numerales d) hasta f).

4.6.3.2.2.1.3. Dispositivos Cliente.

- a) Un Dispositivo cliente no debe transmitir antes de haber recibido las señales de control apropiadas de un Dispositivo Maestro.
- b) Un Dispositivo cliente debe detener todas sus transmisiones cuando se lo indique un Dispositivo Maestro al que esté asociado y debe cumplir con los requisitos de Tiempo de movimiento de Canal y Tiempo de cierre de transmisión de Canal. El Dispositivo cliente no debe reanudar ninguna transmisión hasta que haya recibido nuevamente señales de control de un Dispositivo Maestro.
- c) Si un Dispositivo cliente está realizando la Supervisión en servicio y detecta una forma de onda de radar, preferentemente la señal de radar de Pulso corto o cualquiera de las señales de prueba de radar del numeral 4.6.3.2.2.1.6, con un nivel por encima del Umbral de detección de DFS del numeral 4.6.3.2.2.1.4, debe informarlo al Dispositivo maestro. Esto es equivalente a que el Dispositivo Maestro detecte la forma de onda de radar y deben aplicarse los incisos d) a f) del numeral 4.6.3.2.2.1.2.
- d) Independientemente que la detección sea en el Dispositivo cliente o en el Dispositivo maestro, los requisitos de Tiempo de movimiento de canal y Tiempo de cierre de transmisión de canal siguen siendo los mismos del numeral 4.6.3.2.2.1.5.

- e) La frecuencia de prueba del cliente debe monitorearse para garantizar que no se haya producido ninguna transmisión de ningún tipo durante 30 minutos.

NOTA: Si el cliente se mueve con el maestro, el dispositivo se considera conforme si no aparece nada en la prueba del Período de no ocupación del cliente. Para los dispositivos que se apagan (en lugar de mover canales), no deben aparecer tramas de control. Los dispositivos cliente que tengan la capacidad de operar como Dispositivo maestro (hotspot) deben cumplir adicionalmente con todos los requisitos de un Dispositivo maestro, incluidos los requisitos de detección de radar.

4.6.3.2.2.1.4. Valores de detección DFS.

El Cuadro 15 proporciona los umbrales de detección DFS para dispositivos maestros, así como para dispositivos cliente que incorporan Supervisión en servicio.

Cuadro 15. Umbrales de detección DFS para dispositivos maestros y dispositivos cliente con detección de radar.

Potencia máxima de transmisión	Valor (Véanse las notas 1, 2 y 3)
PIRE $\geq$ 200 mW	-64 dBm
PIRE < 200 mW y Densidad espectral de potencia < 10 dBm/MHz	-62 dBm
PIRE < 200 mW que no cumple con el requisito de Densidad espectral de potencia	-64 dBm
NOTAS: 1. Este es el nivel en la entrada del receptor suponiendo una antena receptora de 0 dBi. 2. A lo largo de estos procedimientos de prueba, se ha agregado 1 dB adicional a la amplitud de las formas de onda de transmisión de prueba para tener en cuenta las variaciones en el equipo de medición. Esto asegura que la señal de prueba esté en o por encima del nivel de Umbral de detección de DFS para desencadenar una respuesta DFS. 3. La PIRE se basa en la Ganancia de la antena más alta. Para dispositivos MIMO, consulte el numeral 5.3.2.1.	

4.6.3.2.2.1.5. Requisitos de respuesta.

El Cuadro 16 proporciona los requisitos de tiempos de respuesta para los dispositivos maestro y cliente que incorporan DFS.

Cuadro 16. Valores para los tiempos de respuesta DFS.

Parámetro	Valor
Período de no ocupación	Mínimo 30 minutos
Tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal	60 segundos
Tiempo de movimiento del Canal	10 segundos Véase la nota 1.
Tiempo de cierre del Canal de transmisión	200 milisegundos más un total de 60 milisegundos durante el período restante de 10 segundos. Véanse las notas 1 y 2.
Ancho de banda de detección de radar	Mínimo 100% del Ancho de banda de potencia de transmisión RLAN 99%. Ver Nota 3.

NOTAS:

1. El Tiempo de movimiento del canal y el Tiempo de cierre de transmisión del canal deben realizarse con el radar tipo 0. El tiempo de medición comienza al final de la ráfaga del radar Tipo 0.
2. El Tiempo de cierre de transmisión del canal se compone de 200 milisegundos a partir del comienzo del Tiempo de movimiento del canal más cualquier señal de control intermitente adicional necesaria para facilitar un movimiento del Canal (un total de 60 milisegundos) durante el resto del período de 10 segundos. La duración agregada de las señales de control no contará los períodos de silencio entre transmisiones.
3. Durante la prueba de detección de Ancho de banda de detección de radar, debe usarse el tipo de radar 0. Para cada paso de frecuencia, el porcentaje mínimo de detección es del 90 por ciento. Las mediciones se realizan sin tráfico de datos.

4.6.3.2.2.1.6. Formas de onda de prueba de radar.

Esta sección proporciona:

- a) Los parámetros para las formas de onda de prueba requeridas,
- b) El porcentaje mínimo de detecciones correctas, y
- c) El número mínimo de intentos que deben usarse para determinar la conformidad con DFS.

Se utilizan intervalos de paso de 0.1 microsegundos para el ancho de Pulso, 1 microsegundo para el intervalo de repetición de Pulso (PRI), 1 MHz para el ancho de chirp y 1 para el número de Pulsos para la determinación aleatoria de formas de onda de prueba específicas.

4.6.3.2.2.1.6.1. Formas de onda de prueba de radar de Pulso corto.

Cuadro 17. Formas de onda de prueba de radar de Pulso corto.

Tipo de radar	Ancho de Pulso (μseg)	Intervalo de repetición de Pulso (PRI) (μseg)	Número de Pulsos	Porcentaje mínimo de detección exitosa	Número mínimo intentos
0	1	1428	18	Véase la Nota 1.	Véase la Nota 1.
1	1	Prueba A: 15 valores únicos de PRI seleccionados aleatoriamente de la lista de 23 Valores PRI en la Tabla 5a	<i>Redondeando arriba</i> $\left\{ \left(\frac{1}{360} \right) \left(\frac{19 \cdot 10^6}{PRI_{\mu seg}} \right) \right\}$	60%	30
		Prueba B: 15 valores únicos de PRI seleccionados aleatoriamente dentro del intervalo de 518-3066 μseg, con un incremento mínimo de 1 μseg, excluyendo los valores PRI seleccionados en la prueba A			
2	1-5	150-230	23-29	60%	30
3	6-10	200-500	16-18	60%	30
4	11-20	200-500	12-16	60%	30
Agregado (tipos de radar 1-4)				80%	120

NOTA: El radar de Pulso corto tipo 0 debe utilizarse para la prueba de Ancho de banda de detección de radar, el Tiempo de movimiento del canal y las pruebas de Tiempo de cierre de transmisión del canal.

Se requiere un mínimo de 30 formas de onda únicas para cada uno de los tipos de radar de Pulso corto 2 a 4. Si se utilizan más de 30 formas de onda para los tipos de radar de Pulso corto 2 a 4, entonces cada forma de onda adicional también debe ser única y no repetirse de las formas de onda anteriores. Si se utilizan más de 30 formas de onda para el radar de Pulso corto tipo 1, entonces cada forma de onda adicional se genera con la prueba B y también debe ser única y no repetirse de las formas de onda anteriores en las pruebas A ó B.

Si en el radar de Pulso corto tipo 1 prueba B se selecciona un PRI de 3066 µseg, el número de Pulsos es:

$$\text{Redondeando arriba} \left\{ \left(\frac{1}{360} \right) \cdot \left(\frac{19 \cdot 10^6}{3066} \right) \right\} = \text{Redondeo arriba}[17.3] = 18$$

Cuadro 17a. Valores de intervalos de repetición de Pulsos para la prueba A.

Número de frecuencia de repetición del Pulso	Frecuencia de repetición de Pulso (Pulsos por segundo)	Intervalo de repetición del Pulso (µseg)
1	1930.5	518
2	1858.7	538
3	1792.1	558
4	1730.1	578
5	1672.2	598
6	1618.1	618
7	1567.4	638
8	1519.8	658
9	1474.9	678

10	1432.7	698
11	1392.8	718
12	1355	738
13	1319.3	758
14	1285.3	778
15	1253.1	798
16	1222.5	818
17	1193.3	838
18	1165.6	858
19	1139	878
20	1113.6	898
21	1089.3	918
22	1066.1	938
23	326.2	3066

El porcentaje agregado es el promedio del porcentaje de detecciones exitosas de los tipos de radar de Pulso corto 1-4. El cuadro siguiente indica cómo calcular el porcentaje agregado de detecciones correctas.

Cuadro 17b. Cálculo del porcentaje agregado de detecciones correctas.

Tipo de radar	Número de intentos	Número de detecciones exitosas	Porcentaje mínimo de detección exitosa
1	35	29	82.9%

2	30	18	60%
3	30	27	90%
4	50	44	88%
Porcentaje agregado $(82,9\% + 60\% + 90\% + 88\%)/4 = 80,2\%$			

4.6.3.2.2.1.6.2. Formas de onda de prueba de radar de Pulso largo.

Cuadro 18. Forma de onda de prueba de radar de Pulso largo.

Tipo de radar	Ancho de Pulso (μseg)	Ancho Chirp (MHz)	PRI (μseg)	Número de Pulsos por ráfaga	Número de ráfagas	Porcentaje mínimo de detecciones exitosas	Número Mínimo de intentos
5	50-100	5-20	1000-2000	1-3	8-20	80%	30

Los parámetros para esta forma de onda se eligen aleatoriamente. Se requieren treinta formas de onda únicas para las formas de onda de tipo radar de Pulso largo. Si se utilizan más de 30 formas de onda para las formas de onda de tipo radar de Pulso largo, entonces cada forma de onda adicional también debe ser única y no repetirse de las formas de onda anteriores.

Cada forma de onda se define de la siguiente manera:

El período de transmisión para la señal de prueba de radar de Pulso largo es de 12 segundos.

- 1) Hay un total de 8 a 20 ráfagas en el período de 12 segundos, y el número de ráfagas se elige al azar. Este número es el *conteo de ráfagas*.
- 2) Cada ráfaga consta de 1 a 3 Pulsos, y el número de Pulsos se elige al azar. Cada ráfaga dentro de la secuencia de 12 segundos puede tener un número diferente de Pulsos.
- 3) El ancho de Pulso es de entre 50 microsegundos y 100 microsegundos, y el ancho de Pulso se elige al azar. Cada Pulso dentro de una ráfaga tiene el mismo ancho de Pulso. Los Pulsos en diferentes ráfagas pueden tener diferentes anchos de Pulso.
- 4) Cada Pulso tiene un ancho de chirp de entre 5 MHz y 20 MHz, y éste se elige al azar. Cada Pulso dentro de un período de transmisión debe tener el mismo ancho de chirp. El chirp se centra en el Pulso. Por ejemplo, con una frecuencia de radar de 5580 MHz y una señal de chirp de 20 MHz, el chirp comienza en 5570 MHz y termina en 5590 MHz; o por ejemplo, con

una frecuencia de radar de 5660 MHz y una señal de chirp de 20 MHz, el chirp comienza en 5650 MHz y termina en 5670 MHz.

- 5) Si hay más de un Pulso presente en una ráfaga, el tiempo entre los Pulsos debe ser de entre 1000 microsegundos y 2000 microsegundos, y el tiempo se elegirá al azar. Si hay tres Pulsos presentes en una ráfaga, el intervalo de tiempo aleatorio entre el primer y el segundo Pulso se elige independientemente del intervalo de tiempo aleatorio entre el segundo y el tercer Pulso.
- 6) El período de transmisión de 12 segundos se divide en intervalos pares. El número de intervalos es igual a *conteo de ráfagas*. Cada intervalo es de microsegundos de duración ($12000000 / \text{conteo de ráfagas}$). Cada intervalo contiene una ráfaga. El tiempo de inicio de la ráfaga, en relación con el comienzo del intervalo, está entre 1 y $[(12000000 / \text{conteo de ráfaga}) - (\text{Longitud total de ráfaga}) + (\text{Un intervalo PRI aleatorio})]$ en microsegundos, y el tiempo de inicio se elige aleatoriamente. El intervalo de paso para tiempo de inicio es de 1 microsegundo. El tiempo de inicio de cada ráfaga se elige al azar.

Un ejemplo representativo de una forma de onda de tipo radar de Pulso largo:

- 1) La longitud total de la forma de onda de prueba es de 12 segundos.
- 2) Ocho (8) ráfagas se generan aleatoriamente para el conteo de ráfagas.
- 3) La ráfaga 1 tiene 2 Pulsos generados aleatoriamente.
- 4) El ancho de Pulso (para ambos Pulsos) se selecciona aleatoriamente para que sea de 75 microsegundos.
- 5) El PRI se selecciona aleatoriamente para estar en 1213 microsegundos
- 6) Las ráfagas 2 a 8 se generan mediante los pasos 3 a 5.
- 7) Cada ráfaga está contenida en intervalos pares de 1500000 microsegundos. La ubicación inicial para el Pulso 1, ráfaga 1 se genera aleatoriamente (1 a 1500000 menos la longitud total de la ráfaga 1 + 1 Intervalo PRI aleatorio) en el paso de 325001 microsegundos. Las ráfagas 2 a 8 caen aleatoriamente en intervalos sucesivos de 1500000 microsegundos (es decir, la ráfaga 2 cae en el intervalo de 1500001 – 3000000 microsegundos).

La Figura 3 proporciona una representación gráfica de la forma de onda de prueba de radar de Pulso largo.

Forma de onda de prueba de radar de pulso
largo 12 segundos de transmisión

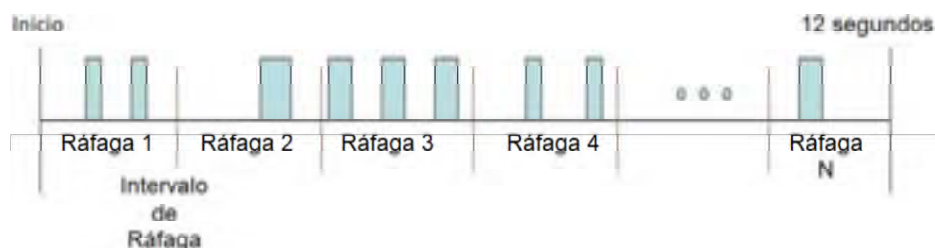


Figura 3. Representación gráfica de una forma de onda de tipo radar de Pulso largo

4.6.3.2.2.1.6.3. Formas de onda de prueba de radar de salto en frecuencia.

Cuadro 19. Forma de onda de prueba de radar de salto de frecuencia.

Tipo de radar	Ancho de Pulso (µsegundos)	PRI (µseg)	Pulsos por salto	Razón de salto (kHz)	Longitud de secuencia de salto (mseg)	Porcentaje mínimo de detección exitosa	Número mínimo de intentos
6	1	333	9	0.333	300	70%	30

Para el tipo de radar de salto de frecuencia, se utilizan los mismos parámetros de ráfaga para cada forma de onda. La secuencia de salto es diferente para cada forma de onda y se selecciona un segmento de 100 longitudes de la secuencia de salto definida por el siguiente algoritmo. ⁽¹⁸⁾

La primera frecuencia en una secuencia de salto se selecciona aleatoriamente del grupo de 255 frecuencias enteras de 5470 MHz – 5725 MHz ($5725 - 5470 = 255$). A continuación, la frecuencia que se acaba de elegir se elimina del grupo y se selecciona aleatoriamente una frecuencia de las 254 frecuencias restantes del grupo. Este proceso continúa hasta que se eligen las 255 frecuencias para el conjunto. Para la selección de una frecuencia aleatoria, las frecuencias restantes dentro del grupo siempre se tratan como igualmente probables.

4.6.3.2.3. Alternativa 3 de los requisitos DFS.

Para los requisitos de los numerales 4.6.3.2.3 su cumplimiento se constata utilizando los métodos de prueba del numeral 5.11.1 o los métodos del numeral 5.11.2.

4.6.3.2.3.1. Umbral de detección de señales de radar (DFS).

⁽¹⁸⁾ Si un segmento no contiene al menos una frecuencia dentro de la *Ancho de banda de detección de radar* del EBP, entonces ese segmento no se utiliza.

Los dispositivos deben emplear un mecanismo de detección de radar (DFS) para detectar la presencia de señales de radar, preferentemente la señal de radar de Pulso corto o cualquiera de las señales de prueba de radar del numeral 4.6.3.2.2.1.6, y evitar el funcionamiento co-canal con sistemas de radar. El dispositivo WAS/RLAN debe detectar señales radar dentro de todo su Ancho de banda de emisión. El umbral de la detección mínima de señal de radar DFS se establece en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Umbral de detección de DFS para dispositivos maestros y dispositivos cliente con detección de radar.

Dispositivo	Umbral DFS
Dispositivo con una PIRE < 200 mW y una Densidad espectral de potencia < 10 dBm/MHz	-62 dBm
Dispositivo con: $200 \text{ mW} \leq \text{PIRE} \leq 1 \text{ W}$	-64 dBm
NOTA: El umbral de detección de potencia es la potencia recibida, promediada sobre 1 microsegundo referenciado a una antena de 0 dBi de ganancia.	

4.6.3.2.3.2. Requisitos operativos.

Los dispositivos WAS/RLAN deben cumplir con los siguientes requisitos; sin embargo, el requisito de Supervisión en servicio no se aplica a dispositivos cliente sin detección de radar.

- Supervisión en servicio: un dispositivo WAS/RLAN debe poder monitorear el Canal operativo para comprobar que no se ha movido o iniciado su funcionamiento un radar co-canal dentro del Canal operativo. Durante la Supervisión en servicio, la función de detección de radar busca continuamente señales de radar entre transmisiones normales WAS/RLAN.
- Tiempo de verificación de disponibilidad de Canal: el dispositivo WAS/RLAN debe verificar si existe un sistema de radar ya operando en el Canal antes de iniciar una transmisión en un Canal, así como cuando se mueve a un Canal. El dispositivo puede comenzar a utilizar el Canal si no se detecta en un periodo de 60 segundos una señal de radar con un nivel de potencia superior al valor umbral establecido en el numeral anterior 4.6.3.2.3.1. Este requisito sólo se aplica en el modo operativo maestro.
- Tiempo de movimiento del Canal: después de que se detecta una señal de radar, el dispositivo debe cesar en un plazo de 10 segundos todas las transmisiones en el Canal operativo.
- Tiempo de cierre del Canal de transmisión: se compone de 200 ms a partir del inicio del Tiempo de movimiento del canal más cualquier señal de control intermitente adicional

requerida para facilitar un movimiento de Canal (un agregado de 60 ms) durante el período restante de 10 segundos del Tiempo de movimiento del canal.

- e) Período de no ocupación: un Canal que ha sido marcado como que contiene una señal de radar, ya sea mediante una verificación de disponibilidad de Canal o Supervisión en servicio, está sujeto a un Período de no ocupación de 30 minutos, en el que el dispositivo WAS/RLAN no puede utilizar el Canal. El Período de no ocupación comienza desde el momento en que se detecta la señal del radar.

4.6.3.2.3.3. Requisitos adicionales.

Deben cumplirse los siguientes requisitos:

- a) Todos los dispositivos WAS/RLAN deben contener características de seguridad para proteger contra la modificación de software por partes no autorizadas.

Los dispositivos WAS/RLAN deben tener implementadas funciones de seguridad en cualquier dispositivo del tipo Modulación digital capaz de operar en cualquiera de los intervalos de frecuencia dentro de las bandas 5470 MHz a 5600 MHz y 5650 MHz a 5725 MHz, por lo que terceras partes no pueden reprogramar el dispositivo para que funcione fuera de los parámetros para los cuales el dispositivo fue certificado. El software debe impedir que el usuario utilice el transmisor con frecuencias de funcionamiento, potencia de salida, tipos de modulación u otros parámetros de frecuencia fuera de los evaluados durante la certificación del dispositivo. Los dispositivos WAS/RLAN pueden utilizar diversos medios, incluido el uso de una red privada que permita únicamente a usuarios autenticados para descargar software, firmas electrónicas en software o codificación en hardware que es decodificado por software para verificar que el nuevo software pueda cargarse legalmente en un dispositivo para cumplir con estos requisitos y debe describir los métodos en su solicitud de certificación.

Los interesados deben tomar medidas para garantizar que la funcionalidad DFS no pueda desactivarse por el usuario del dispositivo WAS/RLAN, para el cumplimiento de este requisito véase el numeral 4.6.2.2.

- b) El manual de usuario de los dispositivos WAS/RLAN deberá contener información relacionada con las restricciones mencionadas en los numerales anteriores, para mayor información véase el numeral 4.7.

4.6.4. Protocolo basado en contención (CBP).

4.6.4.1. Generalidades.

Los Productos del tipo Punto de acceso, Punto de acceso subordinado y Dispositivo cliente, todos ellos en interiores que operen en la Banda de frecuencias 5925 MHz - 6425 MHz deben emplear un Protocolo basado en contención. Considerando que el referido protocolo permite que múltiples

usuarios compartan el mismo espectro definiendo los eventos que deben ocurrir cuando dos o más transmisores intentan acceder simultáneamente al mismo Canal y estableciendo reglas por las cuales un transmisor brinda oportunidades razonables para que otros transmisores operen. Tal protocolo puede constar de procedimientos para iniciar nuevas transmisiones, procedimientos para determinar el estado del Canal (disponible o no disponible) y procedimientos para gestionar retransmisiones en caso de un Canal ocupado.

4.6.4.2. Clases de equipos.

Las cuatro clases de Productos de interior y/o exterior que operaran en la Banda de frecuencias 5925 MHz - 6425 MHz y que deben emplear un Protocolo basado en contención, son las siguientes:

1. Punto de acceso de interior.
2. Dispositivo de interior subordinado. Estos dispositivos están bajo el control de un Punto de acceso de interior, tal como, los puntos de acceso de interior subordinados.
3. Dispositivo cliente de interior. Estos dispositivos están bajo el control de un Punto de acceso interior.
4. Terminal de usuario de interiores y/o exterior.

4.6.4.3. Umbral de detección.

Los puntos de acceso interiores, los dispositivos subordinados y los dispositivos cliente que operan en la banda de 5925 MHz - 6425 MHz deben usar tecnologías que incluyan un Protocolo basado en contención para evitar la interferencia co-canal con los dispositivos existentes que comparten la banda. Para garantizar que las operaciones de co-canal establecidas se detecten de manera independiente de la tecnología, se requiere que los Productos detecten energía de radiofrecuencia de co-canal (detección de energía) y eviten la transmisión simultánea.

Los dispositivos de interior deben detectar una potencia de radiofrecuencia co-canal de -62 dBm o menor. Tras la detección de energía en la banda, los dispositivos interiores deben abandonar el Canal (en el que se transmite la señal incumbente) y permanecer fuera del Canal incumbente siempre que la potencia de radiofrecuencia detectada sea igual o superior al umbral -62 dBm. El umbral de -62 dBm (o inferior) se refiere a una Ganancia de la antena de 0 dBi, véase la Nota 1 del Cuadro 10.

Para garantizar que las operaciones establecidas se detecten de forma fiable en la banda, los dispositivos de interior deben detectar la energía de RF en todo el Canal operativo previsto. Por ejemplo, un dispositivo de interior que planea transmitir una señal de 40 MHz de ancho (en un Canal principal de 20 MHz y un Canal secundario de 20 MHz) debe detectar energía en todo el Canal de 40 MHz. Además, los dispositivos de interior deben detectar la energía co-canal con un 90 % o más de certeza.

Para los requisitos de los numerales 4.6.4 su cumplimiento se constata utilizando los procedimientos de prueba del numeral 5.12.

4.7. Manual del equipo.

El manual de usuario de cualquier Producto sujeto a esta DT debe cumplir con los numerales siguientes, los requisitos del manual se verifican de acuerdo con el numeral 5.13.

4.7.1. El manual de usuario debe estar escrito en idioma español y contener información suficiente, clara y veraz, en términos de lo previsto en la Ley Federal de Protección al Consumidor. El manual puede presentar la información en múltiples idiomas, siempre y cuando incluya el idioma español. Asimismo, el manual de usuario debe encontrarse impreso al interior del empaque del equipo y/o en formato digital disponible en la página electrónica del interesado, y debe contener información de sus características técnicas, así como los procedimientos de configuración, ajuste, operación y resolución de problemas.

4.7.2. El manual de usuario debe contener las siguientes leyendas o su equivalente en una posición notoria:

"La operación de este equipo está sujeta a las siguientes dos condiciones: (1) este equipo o dispositivo no debe provocar Interferencia perjudicial y (2) este equipo o dispositivo debe aceptar cualquier interferencia, incluyendo la que pueda causar su operación no deseada."

4.7.3. Si la antena es conectable/desconectable y seleccionable por el usuario, el manual de usuario debe contener la siguiente información en una posición notoria:

4.7.3.1. La leyenda siguiente.

"Este equipo ha sido diseñado para operar con las antenas que enseguida se enlistan y para una ganancia máxima de antena de [Gx dBi]. El uso con este equipo de antenas no incluidas en esta lista o que tengan una ganancia mayor que [Gx dBi] quedan prohibidas. La impedancia requerida de la antena es de Zy ohms".

El interesado debe proporcionar los valores apropiados de Gx y Zy para cumplir con lo especificado en 4.2., y con las disposiciones legales y técnicas de operación aplicables.

4.7.3.2. Una lista de todas las antenas incluidas para usarse con el transmisor, que cumplan con lo especificado en 4.2, incluyendo los modelos y marcas de las antenas.

4.7.4. Si el Producto tiene la posibilidad de usarse con amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos, el manual debe contener una lista de dichos amplificadores que resulten aceptables para usarse con el equipo, que cumplan con lo especificado en 4.3.

4.7.5. Si el Producto es del tipo Punto de acceso, Punto de acceso subordinado y Dispositivo cliente fijo, todos ellos en interiores y opera en la Banda de frecuencias 5925 MHz – 6425 MHz, las siguientes leyendas o su equivalente deben colocarse en un lugar visible en el Producto y/o en

el manual del usuario de acuerdo con el numeral 4.7.1, dichas leyendas no deben hacer referencia a los requisitos de algún regulador en específico:

1. Se restringe el funcionamiento de este equipo solo para uso en interiores,
2. A este equipo no deben conectarse antenas externas,
3. Este equipo no debe ser resistente a condiciones climáticas adversas, no debe utilizar baterías y la fuente de alimentación debe estar conectada directamente a la toma de corriente eléctrica.

5. Métodos de prueba.

El presente capítulo contiene los métodos de prueba que deben emplearse para la comprobación de las especificaciones técnicas contenidas en el numeral 4. Especificaciones técnicas, de la presente DT.

La aplicación de los métodos de prueba debe llevarse a cabo por los Laboratorios de Prueba acreditados por el Instituto o por un Organismo de Acreditación y autorizados por el Instituto respecto de esta DT, de acuerdo con los términos previstos en la LFTR, los Lineamientos para la acreditación, autorización, designación y reconocimiento de laboratorios de prueba, vigentes, los Lineamientos para la Autorización de Organismos de Acreditación en materia de Telecomunicaciones y Radiodifusión, vigentes y demás disposiciones aplicables.

Los reportes de prueba que emitan los Laboratorios de Prueba respecto de los métodos para comprobar las especificaciones técnicas establecidas en la presente DT, deben presentarse de acuerdo con el formato del Apéndice A de la presente DT.

5.1. Consideraciones generales.

Este capítulo establece los métodos de prueba para medir las bandas de frecuencia de operación, la PIRE máxima, la densidad espectral de la PIRE, la potencia máxima conducida de salida, Densidad espectral de potencia conducida de salida, el Ancho de banda, las Emisiones fuera de banda, los procedimientos para evaluar las funcionalidades DFS, TPC y CBP; y los procedimientos para evaluar el manual del equipo, así como el control externo. Para los Productos sujetos a esta DT, que transmiten con múltiples salidas simultáneamente (tal como los dispositivos con la funcionalidad de formación de diagrama de radiación o MIMO), véase el numeral 5.3.2.1.

Deben evaluarse todos los modos de operación y tasas de datos del Producto, así mismo el EBP debe cumplir con todos los requisitos del numeral 4 en todos los modos de operación y tasas de datos. Considerar que el modo de funcionamiento y la velocidad de datos que son el peor de los casos para una prueba pueden no serlo para otra prueba, y que la configuración de la velocidad de datos puede tener un efecto significativo en los resultados de la prueba.

Considerar que las mediciones de emisión promedio en bandas restringidas se basan en la transmisión continua por parte del EBP durante el intervalo de medición. No hay corrección a la baja de los resultados en función del ciclo de trabajo operativo real del dispositivo.

5.1.1. Condiciones ambientales.

Las condiciones ambientales que deben existir en el sitio de pruebas son las que se señalan en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Condiciones ambientales para la aplicación de los métodos de prueba.

Temperatura (incluye los valores extremos)	Humedad relativa (incluye los valores extremos)
15°C a 35°C	25% a 75%

5.1.2. Prueba conducida en el puerto de la antena versus prueba radiada.

Las mediciones de los numerales 5.4 y 5.6 se basan en mediciones conducidas en el puerto de la antena. Sin embargo, si las pruebas conducidas en el puerto de antena no se pueden realizar en un EBP, entonces deben realizarse pruebas radiadas para determinar el cumplimiento de los diversos requisitos de emisión conducida. Los procedimientos provistos en este capítulo son aplicables a mediciones conducidas en el puerto de la antena o radiadas por el EBP.

Si se utiliza una configuración de prueba radiada, los niveles de potencia o intensidad de campo medidos se convertirán en niveles de potencia conducida equivalentes para compararlos con el valor de potencia de salida aplicable. Esto puede lograrse midiendo primero la intensidad del campo radiado o los niveles de potencia utilizando una metodología aplicable del numeral 5.3.1 para potencia conducida máxima y del numeral 5.3.2 para Densidad espectral de potencia. La intensidad del campo radiado o el nivel de potencia se convierte en PIRE (véase el Apéndice D para mayor información). A continuación, se determina la potencia de salida conducida equivalente o la Densidad espectral de potencia restando la Ganancia de la antena de transmisión del EBP (la orientación aplicable a los dispositivos que utilizan MIMO o tecnologías de formación de diagrama de radiación se proporciona en el numeral 5.3.2.1) de la PIRE (suponiendo una representación logarítmica). Todos los cálculos y suposiciones deben registrarse en el reporte de prueba.

5.2. Instrumentos de medición.

Los instrumentos de medición que se utilicen para la aplicación de los métodos de prueba deben contar al menos con las características que se muestran en el Cuadro 22 y con el reporte o certificado de calibración que cumpla con las disposiciones de metrología y legales aplicables.

La calibración de tales instrumentos debe realizarse en las magnitudes, frecuencias y en los alcances de medición en los cuales serán empleados.

Cuadro 22. Características requeridas de los instrumentos de medición y prueba que se utilicen para la aplicación de los métodos de prueba.

Instrumento.	Parámetros de medición.	Valores requeridos.
Analizador de espectro.	Intervalo de frecuencias de operación:	Para las BF: 5150 MHz a 5250 MHz: 30 MHz a 40 GHz BF: 5250 MHz a 5350 MHz: 30 MHz a 40 GHz BF: 5470 MHz a 5600 MHz: 30 MHz a 40 GHz BF: 5650 MHz a 5725 MHz: 30 MHz a 40 GHz BF: 5725 MHz a 5850 MHz: 30 MHz a 40 GHz BF: 5925 MHz a 6425 MHz: 30 MHz a 40 GHz
	Exactitud en frecuencia:	1 μ Hz/Hz.
	Sensibilidad (promedio del nivel de ruido de fondo, DANL):	≤ -120 dBm. Con las configuraciones siguientes: RBW = 1 Hz o el menor disponible. VBW = Auto. Nivel de referencia = -100 dBm Span = 10 Hz o el menor disponible. Detector = RMS o muestra. Traza = Promedio (permitir que la traza estabilice). Frecuencia = 5200 MHz, 5300 MHz, 5535 MHz, 5687.5 MHz, 5787.5 MHz y 6175 MHz.
	Impedancia de entrada:	50 Ohms.
	Resolución:	0.1 dB.
	Detector:	Pico, cuasi-pico, muestra, RMS y promedio. De ser necesario usar un detector Cuasipico externo o como alternativa puede utilizarse el detector Pico.

Sistema generador de señales.	Medición de tiempo:	El analizador de espectro debe tener la posibilidad de medir tiempo en modo de intervalo de frecuencias en cero (cero span), así mismo debe tener nivel de disparo programable por el usuario.
	A calibrarse en:	Frecuencia y potencia.
	Intervalos de las bandas de frecuencias de operación:	Para la BF: 5470 MHz a 5600 MHz: ≤ 6.4 GHz Para la BF: 5650 MHz a 5725 MHz: ≤ 6.4 GHz Para la BF: 5925 MHz a 6425 MHz: ≤ 6.4 GHz NOTA: Puede utilizarse el conjunto de multiplicador de frecuencia y pre-amplificador para cubrir este requisito, siempre y cuando se cumpla el requisito de nivel de potencia de salida.
	Resolución en frecuencia:	0.1 Hz.
	Nivel de potencia de salida:	≤ 0 dBm.
	Exactitud absoluta en amplitud:	Menor o igual que ± 1 dB.
	Impedancia de salida:	50 Ohms.
	A calibrarse en:	Frecuencia y potencia
	Requisitos específicos:	Para el mecanismo de mitigación DFS: El sistema debe tener la capacidad de reproducir las señales de prueba de radar, preferentemente la señal de radar de Pulso corto o cualquiera de las señales de prueba de radar que se establecen en los numerales 4.6.3.2.1, 4.6.3.2.2 ó 4.6.3.2.3, Para el Protocolo basado en contención (CBP): El sistema debe tener la capacidad de reproducir las señales que se establecen en el numeral 5.12, NOTA: El sistema generador de señales, pueden ser dos sistemas de generación específicos, uno para señales de radar DFS y

		otro para las señales del Protocolo basado en contención.
Antenas patrón o antenas de referencia calibradas.	Intervalo de las bandas de frecuencias de operación:	Para las BF: 5150 MHz a 5250 MHz: 30 MHz a 40 GHz BF: 5250 MHz a 5350 MHz: 30 MHz a 40 GHz BF: 5470 MHz a 5600 MHz: 30 MHz a 40 GHz BF: 5650 MHz a 5725 MHz: 30 MHz a 40 GHz BF: 5725 MHz a 5850 MHz: 30 MHz a 40 GHz BF: 5925 MHz a 6425 MHz: 30 MHz a 40 GHz
	A calibrarse en:	Ganancia, Factor de antena y Relación de onda estacionaria. NOTA: Cuando la Relación de onda estacionaria de la antena es >2.5 , entonces debe utilizarse el conjunto atenuador y pre-amplificador conectados directamente en la antena para disminuir la relación de onda estacionaria.

Pre-amplificador	Intervalo de frecuencias de operación	Para las bandas de frecuencia: 5150 MHz a 5250 MHz, 5250 MHz a 5350 MHz, 5470 MHz a 5600 MHz, 5650 MHz a 5725 MHz, 5725 MHz a 5850 MHz, y 5925 MHz a 6425 MHz Los intervalos de frecuencias de operación: Pre-amplificador #1: 30 MHz a 1 GHz Pre-amplificador #2: 1 GHz a 6.5 GHz Pre-amplificador #3: 6.5 GHz a 40 GHz NOTA: El pre-amplificador #1 es obligatorio y los pre-amplificadores #2 y #3 pueden ser opcionales, siempre y cuando se cumpla que el resultado de la suma del [DANL (del analizador de espectro en dBuV/m) + factor de antena (antena patrón en dB/m) + pérdidas por inserción (atenuadores y cables en dB) + pérdidas por desacoplamiento (entre elementos en dB) + 10], tenga un valor resultante menor o igual que la intensidad de campo eléctrico a medir (respecto del valor máximo permitido para el requisito en particular en dBuV/m, véase el apéndice D para las relaciones entre intensidad de campo y PIRE) lo anterior para cada frecuencia en el referido intervalo de operación.
	Ganancia:	La necesaria para asegurar un nivel de señal adecuado que sea medible con la exactitud requerida.
	Relación de onda estacionaria en los puertos de entrada y salida:	≤ 2.0

Medidor de potencia de RF	Intervalos de las bandas de frecuencias de operación:	Para las BF: 5150 MHz a 5250 MHz: ≤ 6 GHz BF: 5250 MHz a 5350 MHz: ≤ 6 GHz BF: 5470 MHz a 5600 MHz: ≤ 6 GHz BF: 5650 MHz a 5725 MHz: ≤ 6 GHz BF: 5725 MHz a 5850 MHz: ≤ 6 GHz BF: 5925 MHz a 6425 MHz: ≤ 7 GHz
	Intervalo de potencia:	De -35 dBm hasta 35 dBm. NOTA: Pueden utilizarse atenuadores para cubrir el intervalo alto de este requisito, siempre que la potencia de disipación del atenuador sea de al menos 2 Watt.
	Exactitud en amplitud	Menor o igual que ± 1 dB.
	Impedancia de entrada:	50 Ohms.
	Detector:	Pico.
	A calibrarse en:	Potencia
Sitio de pruebas	Intervalos de las bandas de frecuencias de operación:	Para las BF: 5150 MHz a 5250 MHz: 30 MHz a 40 GHz BF: 5250 MHz a 5350 MHz: 30 MHz a 40 GHz BF: 5470 MHz a 5600 MHz: 30 MHz a 40 GHz BF: 5650 MHz a 5725 MHz: 30 MHz a 40 GHz BF: 5725 MHz a 5850 MHz: 30 MHz a 40 GHz BF: 5925 MHz a 6425 MHz: 30 MHz a 40 GHz
	Sitio de pruebas de área abierta	El nivel de las señales de radiofrecuencia presentes en el ambiente del sitio de pruebas debe ser menor o igual que 6 dB respecto de las emisiones a medir; Atenuación normalizada de sitio (ANS) debe estar dentro de ± 4 dB, en el intervalo de 30 MHz a 1 GHz con respecto al valor de ANS 1) calculado teóricamente o 2) con respecto al valor de ANS medido en el sitio de referencia CALTS del CENAM con las mismas antenas, y Razón de Onda Estacionaria de Tensión Eléctrica (VSWR, Voltage Standing Wave Ratio) del Sitio,

	SVSWR, menor o igual que 6 dB, en el intervalo de 1 GHz a 18 GHz.
Cámara anecoica.	Pérdida por blindaje mayor que 105 dB en el intervalo de 30 MHz a 6 GHz de acuerdo con el estándar: IEEE Std 299-2006. IEEE Standard Method for Measuring the Effectiveness of Electromagnetic Shielding Enclosures. Edición 2006, o su versión más actualizada existente; Atenuación normalizada de sitio (ANS) debe estar dentro de ± 4 dB, en el intervalo de 30 MHz a 1 GHz con respecto al valor de ANS 1) calculado teóricamente o 2) con respecto al valor de ANS medido en el sitio de referencia CALTS del CENAM con las mismas antenas de banda ancha, y Razón de Onda Estacionaria de Tensión Eléctrica (VSWR, Voltage Standing Wave Ratio) del Sitio, SVSWR, menor o igual que 6 dB, en el intervalo de 1 GHz a 18 GHz.
A validarse en:	Atenuación normalizada de sitio de acuerdo con la norma internacional: IEC/CISPR 16-1-4 Specifications for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4 radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for radiated disturbance measurements. Edición 4.2, 2023-04 o su versión más actualizada existente.

5.3. Configuraciones para la aplicación de los métodos de prueba.

Para la aplicación de los métodos de prueba de la presente DT pueden emplearse dos configuraciones:

- a) Configuración para medición de emisiones conducidas, o
- b) Configuración para medición de emisiones radiadas.

5.3.1 Configuración para medición de emisiones conducidas.

Los equipos se configuran conforme se indica en la Figura 4. A efecto de utilizar la referida configuración, se requiere que la antena del equipo sea desmontable y que el equipo cuente con un conector externo.

Con objeto de no dañar el analizador de espectro o el medidor de potencia debe cuidarse el no exceder el nivel máximo de potencia de entrada especificado por el fabricante del instrumento de medición, el cual suele ser de 1 Watt (30 dBm). Para tal efecto, se podrán emplear uno o varios atenuadores, según se requiera, dispuestos conforme a la Figura 4.

Para simplificar el proceso de medición y garantizar la máxima transferencia de potencia, se recomienda que todos los equipos y accesorios que se empleen en la medición tengan una impedancia de entrada y de salida, según corresponda, de 50 Ohms, debe buscarse también que los acoplamientos en la cadena cable-atenuadores-cable-analizador de espectro, sean los óptimos, con una relación de onda estacionaria menor que 2.0, para lo cual, según sean las impedancias de entrada y de salida de los dispositivos de la cadena, así como las impedancias características de los cables, pudiera requerirse o no el uso de acopladores de impedancias, como se indica en la Figura 4. No obstante lo anterior, deben calcularse y mantener los registros de las pérdidas de acoplamiento en todas las conexiones entre los equipos y accesorios que se empleen en la medición.

Considerando lo anterior, en la aplicación de los métodos de prueba para la determinación de la potencia de salida del EBP debe sumarse el valor medido en el analizador de espectro o medidor de potencia, las pérdidas en la cadena mencionada, de la forma que lo indica la Ecuación 1:

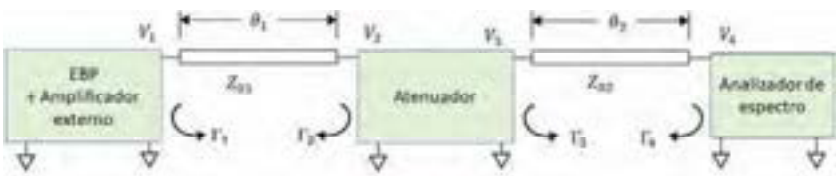
$$[P_{EBP \text{ ó } EBP+AMP}]_{dBW} = [P_{medida}]_{dBW} + [\alpha_{cables}]_{dB} + [\alpha_{atenuadores}]_{dB} + [L]_{dB} - [e]_{dB}$$

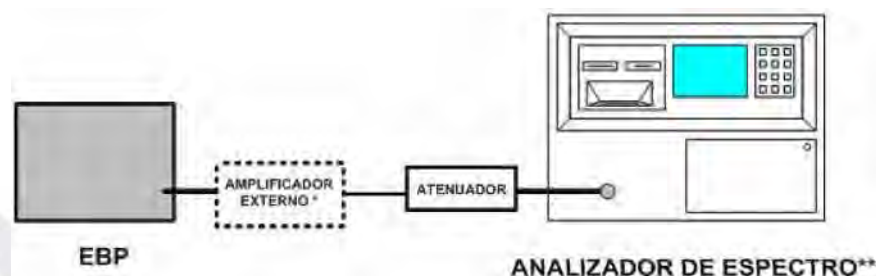
(Ecuación 1)

En donde:

$[P_{EBP \text{ ó } EBP+AMP}]_{dBW}$	Potencia de salida del EBP o potencia de salida del EBP más la potencia del amplificador externo del EBP, en dBW
--------------------------------------	--

$[P_{medida}]_{dBW}$	Potencia medida en el analizador de espectro o en el medidor de potencia de RF, en dBW
$[\alpha_{cables}]_{dB}$	Atenuación en los cables, en dB
$[\alpha_{atenuadores}]_{dB}$	Atenuación del atenuador o atenuadores, en dB
$[L]_{dB}$	Pérdidas por desacoplamiento y otras pérdidas, en dB $[L]_{dB} = \sum_{n=1}^m \{10 \cdot \log_{10}[1 - \Gamma_n ^2]^{-1} + 10 \cdot \log_{10}[1 - \Gamma_{n+1} ^2]^{-1} + 20 \cdot \log_{10}[1 - \Gamma_n \cdot \Gamma_{n+1} \cdot e^{-j2\theta_i}]\}$ (Ecuación 2) En donde: Γ_n es el coeficiente de reflexión cada uno de los elementos del sistema de medición, y se obtiene mediante: $\Gamma_n = \frac{ROE_n - 1}{ROE_n + 1}$ ROE es la relación de onda estacionaria de cada uno de los elementos del sistema de medición, para los atenuadores regularmente $ROE_{ent} \neq ROE_{sol.}$ n es un número entero impar, 1, 3, etc; m es un número entero impar, que depende del número de elementos en el sistema de medición. θ_i es la longitud eléctrica de las líneas de transmisión que conectan cada uno de los elementos del sistema de medición entre sí, y se obtiene mediante: $\theta_i = \frac{2\pi \cdot f \cdot l_i \cdot \sqrt{\epsilon_{ri}}}{c_0}$, en donde f es la frecuencia de medición en Hz, l_i es la longitud física de cada una de las líneas de transmisión en metros, $\epsilon_{ri} = \left(\frac{c_0}{v_{pi}}\right)^2$ es la constante dieléctrica de cada una de las líneas de transmisión, v_{pi} es la velocidad de propagación de la onda en cada una de las líneas de transmisión en porcentaje, tanto ϵ_{ri} y v_{pi} se puede obtener mediante la hoja de datos técnicos, y $c_0 = 2.99792458 \times 10^8$ es la velocidad de la luz en el espacio libre en metros/segundo El termino, pérdidas por desacoplamiento, puede identificarse fácilmente cuando la entrada de una red de dos puertos que está conectada de un lado una EBP (fuente), y del otro lado, cualquier otro elemento del sistema de

	medición, tal como, un atenuador o el analizador de espectro (carga) y entre estos elementos existan cables de interconexión (líneas de transmisión), seguramente puede existir la condición de acoplamiento o desacoplamiento y por lo tanto si hay dos o más fuentes de reflexión en el sistema de medición, entonces las pérdidas por desacoplamiento resultantes provienen en primera instancia de las reflexiones individuales, pero también, de la combinación de las reflexiones en pares, por lo tanto la interacción de las reflexiones también debe considerarse en la determinación de las pérdidas por desacoplamiento. Entonces para evaluar esta combinación de la figura de abajo y suponiendo que el primer par de circuitos, que tienen Γ_1 y Γ_2 que corresponden a los coeficientes de reflexión del EBP y el atenuador y que están interconectados por una línea de transmisión de bajas pérdidas de longitud eléctrica θ_1, se calcula la primer iteración de la ecuación $[L]_{dB}$, posteriormente se considera el segundo par de circuitos, que tienen Γ_3 y Γ_4 que corresponden a los coeficientes de reflexión del atenuador y del analizador de espectro y que están interconectados por una línea de transmisión de bajas pérdidas de longitud eléctrica θ_2, por lo que se calcula la segunda iteración de la ecuación $[L]_{dB}$ a efecto de obtener las pérdidas por desacoplamiento totales.  Interacción entre redes con reflexiones, interconectadas por líneas de transmisión
$[\varepsilon]_{dB}$	Error del analizador de espectro o del medidor de potencia de RF, obtenido en su calibración, y cuyo conocimiento y aplicación garantiza la trazabilidad de la medición a los patrones nacionales.



* Amplificador de potencia de radiofrecuencia externo que se debe insertar sólo para los casos especificados en 4.3.

** Para el caso del numeral 5.6.1.3, alternativa 1, método de prueba 1, en lugar del analizador de espectro podrá utilizarse un medidor de potencia de RF.

Figura 4. Configuración para medición de emisiones conducidas

Si el EBP (representativo de un modelo) tiene dos o más salidas, las mediciones de potencia se realizarán para cada una de las salidas, aplicando en cada caso la ecuación 1, convirtiendo para cada caso la potencia en dBW a watt utilizando la ecuación 3 y sumando las potencias de todas y cada una de las salidas, para ser este valor resultante el que sirva para verificar el cumplimiento de la especificación correspondiente. Alternativamente, si el EBP tiene potencias de transmisión de salida iguales, podrá medirse una sola de las salidas, sumando a la potencia en dBW del EBP, aplicando las ecuaciones 1 y 4 sucesivamente, siendo N el número de salidas totales del equipo o dispositivo.

$$[P]_W = 10^{\left(\frac{[P_{ERP} + ERP + AMP]_{dBW}}{10}\right)}$$

(Ecuación 3)

$$[P]_W = 10^{\left(\frac{[P_{ERP} + ERP + AMP + 10 \log_{10}(N)]_{dBW}}{10}\right)}$$

(Ecuación 4)

5.3.2. Configuración para medición de emisiones radiadas.

Los sitios para la aplicación de los métodos de pruebas de emisiones radiadas podrán ser una cámara anecoica o un sitio de pruebas de área abierta, los cuales deben poseer las características que aseguren condiciones de espacio libre de reflexiones a las frecuencias de prueba aquí indicadas, asegurando de esta manera la confiabilidad de las mediciones en las frecuencias a las que se refiere esta DT y que cumplan con las disposiciones que les sean aplicables.

La configuración para la medición de emisiones radiadas se dispone conforme se indica en la Figura 5. Sirve para la aplicación de los métodos de prueba en casos en los que la antena del EBP no sea desmontable, o en los que explícitamente se indique esta configuración.

Para este arreglo es necesario conectar al analizador de espectro una antena receptora calibrada de acuerdo con lo que se establece en el Cuadro 22. Asimismo, pudiera ser necesario conectar un preamplificador entre la antena patrón y el analizador de espectro.

El amplificador de potencia de radiofrecuencia externo indicado en la Figura 5 se inserta para el método de prueba 5.6 que se usa para comprobar la especificación 4.3, lo anterior por la posibilidad de que existan equipos a los que no se les pueda hacer la medición de emisiones conducidas debido a que la antena o antenas no sean desmontables, en cuyo caso debe usarse la configuración para medición de emisiones radiadas del presente numeral.

La altura, polarización y orientación de las antenas que intervienen en la aplicación de los métodos de prueba de emisiones radiadas deben ser tales que se asegure la transferencia óptima de energía al sistema medidor para que las mediciones sean confiables. Los sitios de prueba deben estar validados conforme a lo que se establece en el Cuadro 22.

Cuando se use esta configuración, la determinación de la potencia de salida del EBP, de la misma forma que para la configuración de emisiones conducidas, debe considerar las pérdidas y ganancias habidas en los elementos de la configuración, de la forma que indica la ecuación 5:

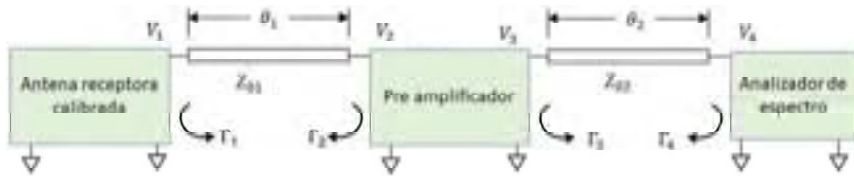
$$\begin{aligned}
 [P_{EBP \text{ ó } EBP+AMP}]_{dBW} &= [P_{medida}]_{dBW} + [\alpha_{cables}]_{dB} + [\alpha_{atenuadores}]_{dB} + [L]_{dB} + [\Gamma_0]_{dB} - [G_{antena \ EBP}]_{dB} \\
 &\quad - [G_{antena \ receptora \ calibrada}]_{dB} - [G_{pre \ amp}]_{dB} - [\epsilon]_{dB}
 \end{aligned}$$

...(Ecuación 5)

Donde:

$[P_{EBP \text{ ó } EBP+AMP}]_{dBW}$	Potencia de salida del EBP o potencia de salida del EBP más la potencia del amplificador externo del EBP, en dBW.
$[P_{medida}]_{dBW}$	Potencia medida en el analizador de espectro, en dBW
$[\alpha_{cables}]_{dB}$	Atenuación en los cables, en dB
$[\alpha_{atenuadores}]_{dB}$	Atenuación del atenuador o atenuadores, en dB

$[L]_{dB}$	Pérdidas por desacoplamiento y otras pérdidas, en dB $[L]_{dB} = \sum_{n=1}^m \{ 10 \cdot \log_{10}[1 - \Gamma_n ^2]^{-1} + 10 \cdot \log_{10}[1 - \Gamma_{n+1} ^2]^{-1} + 20 \cdot \log_{10}[1 - \Gamma_n \cdot \Gamma_{n+1} \cdot e^{-j \cdot 2 \cdot \theta_i}] \}$ En donde: Γ_n es el coeficiente de reflexión cada uno de los elementos del sistema de medición, y se obtiene mediante: $\Gamma_n = \frac{ROE_n - 1}{ROE_n + 1}$ ROE es la relación de onda estacionaria de cada uno de los elementos del sistema de medición, para los atenuadores regularmente $ROE_{ent} \neq ROE_{sal}$. n es un número entero impar, 1, 3, etc; m es un número entero impar, que depende del número de elementos de medición. θ_i es la longitud eléctrica de las líneas de transmisión que conectan cada uno de los elementos del sistema de medición entre sí, y se obtiene mediante: $\theta_i = \frac{2 \cdot \pi \cdot f \cdot l_i \cdot \sqrt{\epsilon_{ri}}}{c_0}$, en donde f es la frecuencia de medición en Hz, l_i es la longitud física de cada una de las líneas de transmisión en metros, $\epsilon_{ri} = \left(\frac{c_0}{0.01 \cdot v_{pi}} \right)^2$ es la constante dieléctrica de cada una de las líneas de transmisión, v_{pi} es la velocidad de propagación de la onda en cada una de las líneas de transmisión en porcentaje, tanto ϵ_{ri} y v_{pi} se puede obtener mediante la hoja de datos técnicos, y $c_0 = 2.99792458 \times 10^8$ es la velocidad de la luz en el espacio libre en metros/segundo. El termino, pérdidas por desacoplamiento, puede identificarse fácilmente cuando la entrada de una red de dos puertos que está conectada de un lado una antena (fuente), y del otro lado, cualquier otro elemento del sistema de medición, tal como, un atenuador, preamplificadores o el analizador de espectro (carga) y entre estos elementos existan cables de interconexión (líneas de transmisión), seguramente puede existir la condición de acoplamiento o desacoplamiento y por lo tanto si hay dos o más fuentes de reflexión en el sistema de medición, entonces las pérdidas por desacoplamiento resultantes provienen en primera instancia de las reflexiones individuales, pero también, de la combinación de las reflexiones en pares, por lo tanto la interacción de las reflexiones también debe considerarse en la determinación de las pérdidas por desacoplamiento. Entonces para evaluar esta combinación de la figura de abajo y suponiendo que el primer par de circuitos, que tienen Γ_1 y Γ_2 que corresponden a los
------------	---

	coeficientes de reflexión de la antena receptora calibrada y el pre amplificador y que están interconectados por una línea de transmisión de bajas pérdidas de longitud eléctrica θ_1, se calcula la primer iteración de la ecuación $[L]_{dB}$, posteriormente se considera el segundo par de circuitos, que tienen Γ_3 y Γ_4 que corresponden a los coeficientes de reflexión del pre amplificador y del analizador de espectro y que están interconectados por una línea de transmisión de bajas pérdidas de longitud eléctrica θ_2, por lo que se calcula la segunda iteración de la ecuación $[L]_{dB}$ a efecto de obtener las pérdidas por desacoplamiento totales.  Interacción entre redes con reflexiones, interconectadas por líneas de transmisión
$[\Gamma_0]_{dB}$:	Atenuación en el espacio libre, en dB.
$[G_{antena\ EBP}]_{dB}$:	Ganancia de la antena del EBP, en dB, se utiliza la nomenclatura dBi para la PIRE, de acuerdo con el Apéndice C.
$[G_{antena\ receptora\ calibrada}]_{dB}$:	Ganancia de la antena receptora calibrada que se conecta al analizador de espectro, en dB.
$[G_{pre\ amp}]_{dB}$:	Ganancia del pre-amplificador, en dB.
$[\varepsilon]_{dB}$:	Error del analizador de espectro, obtenido en su calibración y cuyo conocimiento y aplicación garantiza la trazabilidad de la medición a los patrones nacionales.

Para el caso de mediciones pico, la determinación de la potencia de salida del EBP o del amplificador externo puede hacerse a partir de la medición de la intensidad de campo.

La ecuación 6 se usará para calcular la potencia de salida del transmisor $[P]_w$ a partir de la intensidad de campo $[E]_v$, medida en el analizador de espectro:

$$[P]_w = \frac{\left[\frac{[E]_v \cdot [D]_m}{m} \right]^2}{30 \cdot [G]}$$

(Ecuación 6)

Donde:

$[P]_W$:	Potencia de salida del transmisor, en Watt.
$[E]_V$:	Intensidad de campo eléctrico, en Volt/metro, $[E]_V = [E_{medido}]_V \cdot [Factor\ de\ antena]_{\frac{1}{m}},$ (Ecuación 6A) En donde: $[E_{medido}]_V$ es el voltaje medido en el analizador de espectro, en V. $[Factor\ de\ antena]_{\frac{1}{m}}$ es el factor de antena de la antena receptora calibrada que se conecta al analizador de espectro, en 1/m.
$[D]_m$:	Distancia entre las dos antenas, en metros, debiendo cumplirse que $D \geq 2 \cdot \frac{d^2}{\lambda}$ (siendo d un parámetro que corresponde a la antena que se conecta al analizador de espectro -llamada antena receptora calibrada- y puede ser, una de dos: a) la longitud del elemento mayor si la antena receptora calibrada es logarítmica periódica, o b) la apertura mayor, si la antena receptora calibrada es de corneta; y λ es la longitud de onda en metros correspondiente a la frecuencia más alta de la Banda de frecuencias en que opere el EBP, condición de región de campo lejano).
$[G]$:	Ganancia numérica de la antena del EBP referida a una antena isótropa.

Lo anterior considera que las pérdidas en los cables son despreciables y que no hay pérdidas de acoplamiento, ni atenuadores ni pre-amplificador.

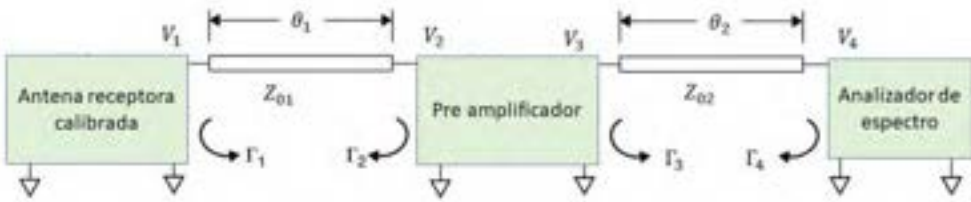
De no ser ese el caso, la potencia de salida del EBP debe considerar esos elementos, como se indica en la ecuación 7:

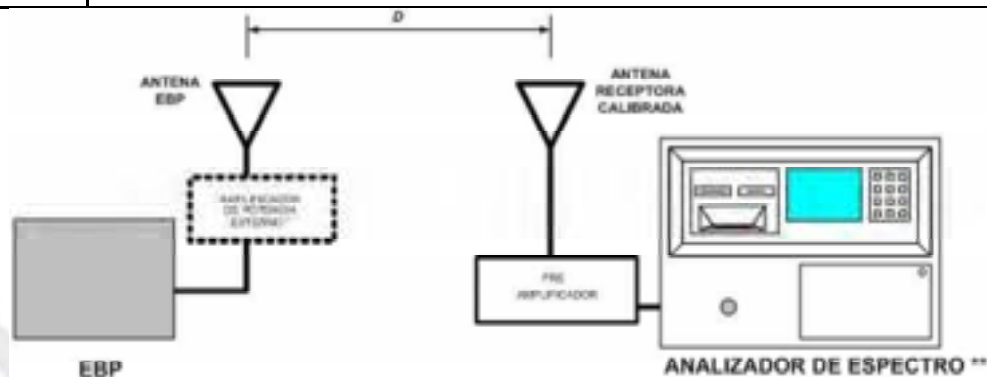
$$[P_{EBP}]_{dBW} = [P_T]_{dBW} + [\alpha_{cables}]_{dB} + [\alpha_{atenuadores}]_{dB} + [L]_{dB} - [G_{pre\ amp}]_{dB} - [E]_{dB}$$

.... (Ecuación 7)

Donde:

$[P_T]_{dBW}$:	Potencia de salida del transmisor, en dBW, de la ecuación 7. $[P_T]_{dBW} = 10 \cdot \log_{10}([P]_W)$
$[a_{cables}]_{dB}$:	Atenuación en los cables, en dB.
$[a_{atenuadores}]_{dB}$:	Atenuación del atenuador o atenuadores, en dB.
$[L]_{dB}$	Pérdidas por desacoplamiento de impedancias y otras pérdidas, en dB $[L]_{dB} = \sum_{n=1}^m \left\{ 10 \cdot \log_{10}[1 - \Gamma_n ^2]^{-1} + 10 \cdot \log_{10}[1 - \Gamma_{n+1} ^2]^{-1} + 20 \right. \\ \left. \cdot \log_{10}[1 - \Gamma_n \cdot \Gamma_{n+1} \cdot e^{-j2\theta_i}] \right\}$ En donde: Γ_n es el coeficiente de reflexión cada uno de los elementos del sistema de medición, y se obtiene mediante: $\Gamma_n = \frac{ROE_n - 1}{ROE_n + 1}$ ROE es la relación de onda estacionaria de cada uno de los elementos del sistema de medición, para los atenuadores y preamplificadores regularmente $ROE_{ent} \neq ROE_{sal}$. n es un número entero impar, 1, 3, etc; m es un número entero impar, que depende del número de elementos en el sistema de medición. θ_i es la longitud eléctrica de las líneas de transmisión que interconecta cada uno de los elementos del sistema de medición, y se obtiene mediante: $\theta_i = \frac{2\pi f \cdot l_i \cdot \sqrt{\epsilon_{ri}}}{c_0}$ en donde f es la frecuencia de medición en Hz, l_i es la longitud física de cada una de las líneas de transmisión en metros, $\epsilon_{ri} = \left(\frac{c_0}{0.01 \cdot v_{pi}}\right)^2$ es la constante dieléctrica de cada una de las líneas de transmisión, v_{pi} es la velocidad de propagación de la onda en cada una de las líneas de transmisión en porcentaje, tanto ϵ_{ri} y v_{pi} se puede obtener mediante la hoja de datos técnicos, y $c_0 = 2.99792458 \times 10^8$ es la velocidad de la luz en el espacio libre en metros/segundo. El termino, pérdidas por desacoplamiento, puede identificarse fácilmente cuando la entrada de una red de dos puertos que está conectada de un lado una antena (fuente), y del otro lado, cualquier otro elemento del sistema de medición, tal como, un atenuador, preamplificadores o el analizador de espectro (carga) y entre estos elementos existan cables de interconexión (líneas de transmisión), seguramente

	puede existir la condición de acoplamiento o desacoplamiento y por lo tanto si hay dos o más fuentes de reflexión en el sistema de medición, entonces las pérdidas por desacoplamiento resultantes provienen en primera instancia de las reflexiones individuales, pero también, de la combinación de las reflexiones en pares, por lo tanto la interacción de las reflexiones también debe considerarse en la determinación de las pérdidas por desacoplamiento. Entonces para evaluar esta combinación de la figura de abajo y suponiendo que el primer par de circuitos, que tienen Γ_1 y Γ_2 que corresponden a los coeficientes de reflexión de la antena receptora calibrada y el pre amplificador y que están interconectados por una línea de transmisión de bajas pérdidas de longitud eléctrica θ_1, se calcula la primer iteración de la ecuación $[L]_{dB}$, posteriormente se considera el segundo par de circuitos, que tienen Γ_3 y Γ_4 que corresponden a los coeficientes de reflexión del pre amplificador y del analizador de espectro y que están interconectados por una línea de transmisión de bajas pérdidas de longitud eléctrica θ_2, por lo que se calcula la segunda iteración de la ecuación $[L]_{dB}$ a efecto de obtener las pérdidas por desacoplamiento totales.  Interacción entre redes con reflexiones, interconectadas por líneas de transmisión
$[G_{pre\ amp}]_{dB}$	Ganancia del pre-amplificador, en dB.
$[\epsilon]_{dB}$	Error del analizador de espectro, obtenido en su calibración y cuyo conocimiento y aplicación garantiza la trazabilidad de la medición a los patrones nacionales.



* Amplificador de potencia externo de radiofrecuencia que se debe insertar sólo para los casos especificados en 4.3,

** Para el caso del numeral 5.5.1, alternativa 1, método de prueba 1, en lugar del analizador de espectro podrá utilizarse un medidor de potencia de RF.

Figura 5 Configuración para medición de emisiones radiadas

5.3.2.1 EBP con múltiples salidas a múltiples antenas.

Para el caso de un EBP con múltiples salidas a múltiples antenas para operar en la misma Banda de frecuencias, se verificará si para cada segmento de frecuencias en que se divida la operación del transmisor, a cada una de las salidas van señales con la misma información (en fase o desfasada) o con distinta, y si las antenas están diseñadas para operar con la misma polarización o con polarización ortogonal. De alimentarse a diferentes salidas-antenas con la misma información (en fase o desfasada) y diseñadas las antenas para operar con la misma polarización, la configuración para prueba radiada se hará para el sistema de antenas que vaya a operar conjuntamente para transmitir la misma información y en este caso el término

$[G_{antena\ EBP}]_{dB}$ de las ecuaciones 5 y 6 y considerada implícitamente en la ecuación 7 corresponderá a la ganancia del sistema de antenas que opera conjuntamente.

De ser las antenas N_{ANT} del sistema, todas de la misma ganancia individual, $[G_{antena\ EBP}]_{dB}$ se calcula como sigue:

Para el caso de sistemas con señales de salida correlacionadas

$$[G_{antena\ EBP}]_{dB} = [G_{ANT} + 10 \cdot \log_{10}(N_{ANT})]_{dBi} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Para el caso de sistemas con señales de salida completamente incorrelacionadas:

$$[G_{antena\ EBP}]_{dB} = [G_{ANT}]_{dBi} \quad (\text{Ecuación 9})$$

De ser las antenas del sistema de diferente ganancia individual, con salidas del equipo de igual potencia, $[G_{antena\ EBP}]_{dB}$ se calcula como sigue:

Para el caso de sistemas con señales de salida correlacionadas:

$$[G_{antena\ EBP}]_{dB} = \left[\frac{\left(10^{\frac{G_1}{10}} + 10^{\frac{G_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{G_{N_{ANT}}}{10}} \right)^2}{N_{ANT}} \right]_{dBi} \quad (\text{Ecuación 10})$$

Para el caso de sistemas con señales de salida completamente incorrelacionadas:

$$[G_{\text{antena EBP}}]_{dB} = \left[\frac{\left(\frac{G_1}{10^{10}} + \frac{G_2}{10^{10}} + \dots + \frac{G_{N_{ANT}}}{10^{10}} \right)^2}{N_{ANT}} \right]_{dB}$$

(Ecuación 11)

Para el caso de que las señales de información sean distintas para cada salida-antena o que las antenas estén diseñadas para operar con polarización ortogonal, se probarán por separado cada una de las antenas, aplicándose para cada caso las ecuaciones 5, 6 ó 7, según corresponda, y tomándose la Ganancia de la antena de cada salida como $[G_{\text{antena EBP}}]_{dB}$.

Para el caso de un equipo o dispositivo con un sistema de salidas a una formación de antenas de número N_{ANT} de antenas todas de la misma ganancia G_{ANT} y con N_{FI} flujos distintos de información generados (que no se trate de flujos con la misma información, en fase o desfasadas), con $N_{ANT} > N_{FI}$, $[G_{\text{antena EBP}}]_{dB}$, se calcula como sigue:

$$[G_{\text{antena EBP}}]_{dB} = G_{ANT} + \text{Ganancia de la formación de antenas} \quad (\text{Ecuación 12})$$

siendo ésta:

$$\text{Ganancia de la formación de antenas} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{N_{ANT}}{N_{FI}} \right)$$

(Ecuación 13)

El laboratorio asumirá el valor de N_{FI} como 1, a menos que cuente con evidencia técnica cierta para considerar un valor distinto de N_{FI} . Podrá asumirse un valor distinto para la ganancia de la formación de antenas del resultante de la ecuación anterior, si el laboratorio de pruebas cuenta con evidencia técnica para ello.

5.3.3. Nivel de referencia, atenuación y margen superior.

5.3.3.1. Consideraciones generales.

Para mediciones donde el Ancho de banda de la emisión es mayor que el Ancho de banda de resolución del instrumento de medición debe tenerse precaución para asegurarse que el mezclador de entrada del instrumento esté funcionando en su región lineal y no esté saturando o recortando la señal.

Para mediciones donde el Ancho de banda de la emisión es menor o igual al Ancho de banda de resolución del instrumento de medición, generalmente es suficiente que el pico de la señal mostrada sea menor que el nivel de referencia, siempre que la atenuación del instrumento esté configurada en Auto.

5.3.3.2. Configuración del nivel de referencia y la atenuación de entrada.

- a) Establezca la atenuación en automático. (Si se requiere un control más fino de la atenuación para lograr un ruido de piso lo suficientemente bajo, para mediciones fuera de banda, entonces se permite el ajuste manual de la atenuación siempre que el nivel de potencia correspondiente a la configuración del nivel de referencia especificado a continuación cae dentro del intervalo del nivel de entrada del mezclador, recomendado por el fabricante del instrumento.)
- b) Establecer el nivel de referencia tomando como referencia las mediciones de potencia de la señal o asegurándose que el "margen superior" entre el nivel de la señal máxima de la emisión y el nivel de referencia es de al menos $[10 \cdot \log_{10}(\text{Ancho de banda ocupado con el 99\% de la potencia/RBW})]$. En la formula previa, si no se dispone de la medición del Ancho de banda ocupado con el 99% de la potencia, puede emplearse en lugar del Ancho de banda nominal del Canal o el Ancho de banda de la emisión.
 - I. Debe aplicarse un margen adicional (es decir, un nivel de referencia más alto) con un valor igual a $[10 \cdot \log_{10}(1/\text{ciclo de trabajo})]$, si el cálculo del "margen superior" se basa en mediciones de potencia o emisión que son promediado a lo largo del ciclo encendido y apagado de la transmisión. Suponiendo que el nivel de referencia se determina con mediciones de potencia o emisión que se promedian a través de los ciclos de encendido/apagado de una transmisión con un ciclo de trabajo del 50 % (equivalente a 0.5), entonces, el nivel de referencia debe ajustarse con un margen adicional de 3 dB.
 - II. Para mediciones dentro de la banda, el nivel de referencia se selecciona con el valor de potencia dentro de la banda o el nivel máximo de la emisión dentro de la banda.
 - III. Debe utilizarse el mismo nivel de referencia para mediciones fuera de la banda, a menos que el instrumento de medición cuente con un preselector que atenúe la señal dentro de la banda, a un nivel suficiente como para justificar un nivel de referencia más bajo.

5.3.4. Ciclo de trabajo (D), duración de la transmisión (T) y nivel máximo de control de potencia.

Debe utilizarse el siguiente procedimiento para determinar el ciclo de trabajo, la duración de la transmisión y el nivel máximo de control de potencia para los EBP:

- a) Todas las mediciones deben realizarse con el EBP transmitiendo al 100 % de su ciclo de trabajo en su nivel máximo de control de potencia; sin embargo, si no puede lograrse el 100 % del ciclo de trabajo, debe medirse el ciclo de trabajo, D, y la duración de la transmisión en potencia máxima, T, para cada modo de operación a evaluarse:
 - I. T se refiere a la duración mínima de transmisión durante la cual el transmisor está encendido y transmite a su máximo nivel de control de potencia para el modo de operación a evaluarse.

- II. El ciclo de trabajo (D), se refiere a la fracción de tiempo durante la cual el transmisor está encendido y transmite a su nivel máximo de control de potencia.
 - III. El término "nivel máximo de control de potencia" pretende distinguir entre los niveles de potencia operativos del EBP y las diferencias en los niveles de potencia de los símbolos individuales que ocurren con algunos tipos de modulación, como la modulación de amplitud en cuadratura (QAM). Durante la prueba, no se requiere que el EBP transmita continuamente con su nivel de potencia de símbolo más alto posible. Más bien, transmitirá todos los símbolos y lo hará al nivel de control de potencia más alto (es decir, el nivel de potencia de operación más alto) del EBP.
- b) Las mediciones del ciclo de trabajo y la duración de la transmisión debe realizarse utilizando una de las siguientes técnicas:
- I. Un detector de diodo y un osciloscopio que juntos tengan un tiempo de respuesta suficientemente corto para permitir mediciones precisas de los tiempos de encendido y apagado de la señal transmitida.
 - II. El modo de intervalo de frecuencias en cero (cero span) en un analizador de espectro, si el tiempo de respuesta y el espacio entre los contenedores en el barrido son suficientes para permitir mediciones precisas de los tiempos de encendido y apagado de la señal transmitida:
 - a. Ajuste la frecuencia central del instrumento a la frecuencia central de la transmisión.
 - b. Establecer $RBW \geq$ Ancho de banda de la emisión si es posible; de lo contrario, establezca RBW en el mayor valor disponible.
 - c. Fijar $VBW \geq RBW$.
 - d. Establecer detector = pico.
 - e. El método de medición de intervalo cero (cero span) no debe utilizarse a menos que tanto el RBW como VBW tengan un valor $> 50/T$, donde T se refiere a la duración mínima de transmisión durante la cual el transmisor está encendido y transmite a su máximo nivel de control de potencia para el modo de operación a evaluarse, en segundos, y el número de puntos de barrido a lo largo de la duración T excede 100.
 - f. Suponiendo que el VBW y/o RBW están limitados en el analizador de espectro a 3 MHz, entonces no debe utilizarse el método de intervalo cero para medir el ciclo de trabajo si $T \leq 16,7 \mu s$.

5.4. Bandas de frecuencias de operación.

5.4.1. Las especificaciones del numeral 4.1 de la presente DT, se comprueban usando el siguiente método para encontrar los extremos de las bandas de operación del EBP.

Este método de prueba constata los intervalos de las bandas de frecuencia de operación del EBP del numeral 4.1 de la presente DT, manifestadas por el interesado de las pruebas, en las correspondientes solicitudes de pruebas de laboratorio y certificación del Producto, las cuales deben estar incluidas en la hoja de datos técnica respectiva del EBP. Dichas bandas de frecuencia de operación deberán estar habilitadas de tal forma que no exista ningún tipo de bloqueo o restricción para su uso:

- a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en el numeral 5.3. de acuerdo con lo siguiente:
- b) Si el EBP cuenta con un conector externo para la antena, elegir la configuración para medición de emisiones conducidas del numeral 5.3.1.
- c) En caso de que la antena este integrada al EBP, elegir la configuración para medición de emisiones radiadas del numeral 5.3.2.
- d) En el EBP activar su transmisor conforme al numeral 5.3.4; configurar el Canal más cercano a cada una de las frecuencias siguientes:
 - i. Para la banda 5150-5250 MHz: la frecuencia 5150 MHz,
 - ii. Para la banda 5250-5350 MHz: la frecuencia 5350 MHz,
 - iii. Para la banda 5470-5600 MHz: las frecuencias 5470 MHz y 5600 MHz,
 - iv. Para la banda 5650-5725 MHz: la frecuencia 5650 MHz,
 - v. Para la banda 5725-5850 MHz: la frecuencia 5850 MHz
 - vi. Para la banda 5925-6425 MHz: las frecuencias 5925 MHz y 6425 MHz

Que corresponden con los bordes de las bandas de frecuencias de operación establecidas en el numeral 4.1. Debe seleccionarse desde el Ancho de banda nominal más estrecho hasta el Ancho de banda nominal más amplio disponible; repetir para cada banda de frecuencia, Canal correspondiente y Ancho de banda nominal del Canal. La configuración de dichos canales y anchos debe realizarse:

- I. Mediante el software de control del EBP, proporcionado por el interesado de la certificación con las instrucciones de uso, o

- II. Mediante el establecimiento de una red de área local para el intercambio de datos a su nivel máximo de control de potencia y ciclo de trabajo.
- e) Establecer en el analizador de espectro las configuraciones siguientes:
 - I. Establecer el RBW = 1 MHz o entre el 1% y el 5% del Ancho de banda nominal del Canal.
 - II. Establezca VBW > RBW.
 - III. Detector = pico.
 - IV. Traza = retención máxima.
 - V. Ajustar el span del analizador de espectro para que la señal completa emitida por el EBP aparezca graficada en la pantalla.
 - VI. Mida el Canal bajo y/o el Canal alto. Para la gráfica desplegada, utilizando marcadores registrar el extremo bajo y/o alto de frecuencia, correspondiente(es) a -27 dBm. Dichos registros de los extremos bajo del Canal bajo y/o alto del Canal alto corresponden, respectivamente, a los extremos bajo y/o alto de las bandas de frecuencias de operación del EBP.
- f) Imprimir las gráficas correspondientes y anexar al reporte de pruebas (Apéndice A).

NOTA: La capacidad de medición automática de Ancho de banda de un analizador de espectro o un receptor EMI puede emplearse si implementa la funcionalidad descrita en los puntos anteriores.

Para cada una de las bandas de frecuencias de operación en que nominalmente funcione el EBP, si los extremos bajo y/o alto de la Banda de frecuencias de operación referido en el inciso e) del presente numeral se hallan dentro del Cuadro 2 del numeral 4.1., el EBP cumple con la especificación del numeral 4.1.

5.4.2. Método de prueba para comprobar el cumplimiento de la especificación del segundo párrafo del numeral 4.1, relativo a que el equipo que es capaz de operar en más de una de las bandas de frecuencias cumpla para cada una de ellas:

- a) Para cada una de las bandas de frecuencias en que puede funcionar el EBP, aplicar todas las pruebas para las especificaciones que le correspondan.
- b) Si el EBP, así probado, cumple con todas las especificaciones que le correspondan: generales, por su tipo y de aplicación, el equipo cumple con la especificación del segundo párrafo del numeral 4.1.

5.5. Potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) máxima, densidad espectral de la PIRE y antenas.

5.5.1. Potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) máxima de cada una de las bandas de frecuencias 5150-5250 MHz, 5250-5350 MHz, 5470-5600 MHz, 5725-5850 MHz, 5650-5725 MHz y 5925-6425 MHz (especificación 4.2), para el EBP y la antena única integrada o para todos y cada uno de los tipos de antena listados en el Manual de usuario se comprueba usando el método siguiente:

- a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en el numeral 5.3.2. que corresponde con la configuración para medición de emisiones radiadas, con el EBP y su antena integrada o, de haber posibilidad de conectabilidad/desconectabilidad de las antenas, para cada tipo de ellas, elegir la antena de más alta ganancia. Si el EBP corresponde a un caso previsto en el primer párrafo del numeral 4.3 (utilización de amplificadores de potencia), esta prueba se realizará conforme lo señala el primer párrafo del numeral 5.6 debiéndose, entonces, insertar para cada caso el amplificador de potencia de radiofrecuencia externo indicado en la Figura 5).
- b) Para el caso de que el Ancho de banda de la emisión del EBP a -6 dB fuera mayor que el Ancho de banda del filtro de resolución (RBW) del analizador de espectro, podrá utilizarse, alternativamente a éste, un medidor de potencia de RF, sin ejecutar, en tal caso, los incisos c) a g).
- c) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro.
 - I. Intervalo de frecuencias (span) = Suficiente para contener la señal del EBP.
 - II. Ancho de banda del filtro de resolución (RBW) = 1 MHz.
 - III. Ancho de banda de video (VBW) => 3 MHz.
 - IV. Tiempo de barrido (sweep time) = Auto.
 - V. Detector (detector function) = Potencia promedio (RMS), si está disponible, de lo contrario utilice el detector en modo muestra.
 - VI. Asegurase que el número de puntos de medición sea => $2 \times (\text{span}/\text{RBW})$.
 - VII. Trazo (trace) = Trazar un promedio de al menos 100 trazos en el modo de potencia de promedio (rms).
- d) En el EBP activar su transmisor conforme al numeral 5.3.4. Para todas y cada una de las bandas de frecuencias de operación en que nominalmente pueda funcionar el EBP (Cuadro 2 del numeral 4.1.):
 - I. Mediante el software de control del EBP, proporcionado por el interesado de la certificación con las instrucciones de uso, o

- II. Mediante el establecimiento de una red de área local para el intercambio de datos a su nivel máximo de control de potencia y ciclo de trabajo.
- e) Establecer las siguientes condiciones en el EBP, seleccionar el nivel máximo de transmisión de potencia para el Canal bajo, medio y alto.
 - f) De no poderse observar y medir adecuadamente en el analizador de espectro la señal del EBP, para poder hacerlo podrá usarse un pre-amplificador que opere correctamente en las frecuencias para las cuales se vaya a medir la PIRE máxima, colocándolo entre la antena receptora calibrada y el analizador de espectro, conforme se indica en el numeral 5.3.2 y en la Figura 5,
 - g) Permitir que la traza se estabilice.
 - h) Colocar el marcador en el pico del espectro de la emisión y medir el nivel marcado.
 - i) Sumar al valor medido en el inciso h), o con el medidor de potencia de RF mencionado en la última parte del inciso a), las pérdidas y ganancias de la cadena de medición, según lo previsto en la ecuación 14.
 - j) Para el caso de haber utilizado un analizador de espectro, imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas (Apéndice A).

Si para el EBP con su antena integrada o para el EBP probado con la antena de más alta ganancia de cada uno de los tipos de antena listados en el Manual de usuario, el EBP cumple con lo establecido en el Cuadro 2, cumple, entonces, con la especificación 4.2.

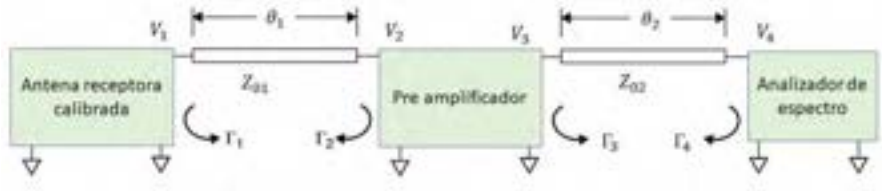
$$[PIRE]_{dBW} = [P_{medida}]_{dBW} + [\alpha_{cables}]_{dB} + [\alpha_{atenuadores}]_{dB} + [L]_{dB} + [\Gamma_0]_{dB} - [G_{antena\ receptora\ calibrada}]_{dBi} - [G_{pre\ amp}]_{dB} - [\varepsilon]_{dB}$$

...(Ecuación 14)

En donde:

$[PIRE]_{dBW}$	Potencia isotrópica radiada equivalente del EBP o del EBP más el amplificador externo del EBP, en dBW. El PIRE en Watt a partir de una medición de PIRE en dBW, se obtiene aplicando la ecuación siguiente: $[PIRE]_W = 10^{\left(\frac{[PIRE]_{dBW}}{10}\right)}$
----------------	--

$[P_{medida}]_{dBW}$	Potencia medida en el analizador de espectro, en dBW (el registrado en h) del numeral 5.5.1)
$[\alpha_{cables}]_{dB}$	Atenuación en los cables usados en el arreglo de medición, en dB.
$[\alpha_{atenuadores}]_{dB}$	Atenuación del atenuador o atenuadores, en dB
$[\Gamma_0]_{dB}$:	Atenuación en el espacio libre, en dB. Se obtiene empleando la ecuación siguiente: $[\Gamma_0]_{dB} = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{4 \cdot \pi \cdot [D]_m}{[\lambda]_m} \right)$ $[\Gamma_0]_{dB} = 20 \cdot \log_{10}([f]_{MHz}) + 20 \cdot \log_{10}([D]_m) - 27.552$ Donde: $[D]_m$ Separación entre la antena del EBP y la antena receptora calibrada, en metros, como se indica en la Figura 5. $[\lambda]_m$ Longitud de onda en metros correspondiente a la frecuencia central de la emisión del EBP desplegada en el analizador de espectro (el pico), conforme se indica en el inciso α-vi. $[f]_{MHz}$ Frecuencia central de la emisión del EBP desplegada en el analizador de espectro (el pico), conforme se indica en el inciso α-vi.
$[L]_{dB}$	Pérdidas por desacoplamiento de impedancia y otras pérdidas, en dB $[L]_{dB} = \sum_{n=1}^m \{ 10 \cdot \log_{10}[1 - \Gamma_n ^2]^{-1} + 10 \cdot \log_{10}[1 - \Gamma_{n+1} ^2]^{-1} + 20 \cdot \log_{10}[1 - \Gamma_n \cdot \Gamma_{n+1} \cdot e^{-j2\theta_i}] \}$ donde: Γ_n es el coeficiente de reflexión cada uno de los elementos del sistema de medición, y se obtiene mediante: $\Gamma_n = \frac{ROE_n - 1}{ROE_n + 1}$ ROE es la relación de onda estacionaria de cada uno de los elementos del sistema de medición, para los atenuadores y preamplificadores regularmente $ROE_{ent} \neq ROE_{sal}$. n es un número entero impar, 1, 3, etc; m es un número entero impar, que depende del número de elementos en el sistema de medición. θ_i es la longitud eléctrica de las líneas de transmisión que interconectan cada uno de los elementos del sistema de medición, y se obtiene mediante: $\theta_i = \frac{2\pi f \cdot l_i \cdot \sqrt{\epsilon_{pi}}}{c_0}$, en donde f es la frecuencia de medición en Hz, l_i es la longitud física de cada una de las líneas de transmisión en metros, $\epsilon_{pi} = \left(\frac{c_0}{0.001 \cdot v_{pi}} \right)^2$ es la constante dieléctrica de cada una de las líneas de transmisión, v_{pi} es la velocidad de propagación de la onda en cada una de las líneas de

	transmisión en porcentaje, tanto ϵ_{ri} y ϵ_{pi} se puede obtener mediante la hoja de datos técnicos, y $c_0 = 2.99792458 \times 10^8$ es la velocidad de la luz en el espacio libre en metros/segundo. El termino, pérdidas por desacoplamiento, puede identificarse fácilmente cuando la entrada de una red de dos puertos que está conectada de un lado una antena (fuente), y del otro lado, cualquier otro elemento del sistema de medición, tal como, un atenuador, preamplificadores o el analizador de espectro (carga) y entre estos elementos existan cables de interconexión (líneas de transmisión), seguramente puede existir la condición de acoplamiento o desacoplamiento y por lo tanto si hay dos o más fuentes de reflexión en el sistema de medición, entonces las pérdidas por desacoplamiento resultantes provienen en primera instancia de las reflexiones individuales, pero también, de la combinación de las reflexiones en pares, por lo tanto la interacción de las reflexiones también debe considerarse en la determinación de las pérdidas por desacoplamiento. Entonces para evaluar esta combinación de la figura de abajo y suponiendo que el primer par de circuitos, que tienen Γ_1 y Γ_2 que corresponden a los coeficientes de reflexión de la antena receptora calibrada y el pre amplificador y que están interconectados por una línea de transmisión de bajas pérdidas de longitud eléctrica θ_1, se calcula la primer iteración de la ecuación $[L]_{dB}$, posteriormente se considera el segundo par de circuitos, que tienen Γ_3 y Γ_4 que corresponden a los coeficientes de reflexión del pre amplificador y del analizador de espectro y que están interconectados por una línea de transmisión de bajas pérdidas de longitud eléctrica θ_2, por lo que se calcula la segunda iteración de la ecuación $[L]_{dB}$ a efecto de obtener las pérdidas por desacoplamiento totales.  Interacción entre redes con reflexiones, interconectadas por líneas de transmisión
$[G_{\text{antena receptora calibrada}}]_{dB}$	Ganancia de la antena receptora calibrada que se conecta al analizador de espectro, en dBi.
$[G_{\text{pre amp}}]_{dB}$	Ganancia del pre-amplificador, en dB.
$[\epsilon]_{dB}$	Error del analizador de espectro, obtenido en su calibración y cuyo conocimiento y aplicación garantiza la trazabilidad de la medición a los patrones nacionales.

5.5.2. La densidad espectral de la PIRE de cada una de las bandas de frecuencias 5150-5250 MHz, 5250-5350 MHz, 5470-5600 MHz, 5725-5850 MHz, 5650-5725 MHz y 5925-6425 MHz (especificación 4.2), para el EBP y la antena única integrada o para todos y cada uno de los tipos de antena listados en el Manual de usuario se comprueba usando alguno de los métodos siguientes:

Método No. 1.- Medición de Densidad espectral de potencia pico.

- a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en el numeral 5.3.2. para medición de emisiones radiadas, con el EBP y su antena integrada o, de haber posibilidad de conectabilidad/desconectabilidad de las antenas, para cada tipo de ellas, elegir la antena de más alta ganancia. Si el EBP corresponde a un caso previsto en el primer párrafo del numeral 4.3, esta prueba se realizará conforme al tercer párrafo del numeral 5.6 debiéndose, entonces, insertar para cada caso el amplificador de potencia de radiofrecuencia externo indicado en la Figura 5).
- b) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro:
 - I. Colocar la frecuencia central del analizador a la frecuencia central del Canal del EBP
 - II. Intervalo de frecuencias (span) = 1.5 veces la anchura de banda del EBP a 6 dB.
 - III. Anchura de banda del filtro de resolución (RBW):
 - a. Para la banda 5150 MHz – 5250 MHz: 1 MHz ó 25 kHz, de acuerdo con el valor de la Densidad espectral de la PIRE del Cuadro 3.
 - b. Para las demás bandas del Cuadro 3: 1 MHz.
 - IV. Anchura de banda de video (VBW) > 3 x RBW
 - V. Tiempo de barrido (sweep time) = Auto
 - VI. Detector (detector function) = Potencia promedio (RMS), si está disponible, de lo contrario utilice el detector en modo muestra.
 - VII. Traza (trace) = Retención máxima de imagen (max hold).
- c) Permitir que la traza se estabilice completamente
- d) *Usar la función marcador pico para determinar el nivel máximo de amplitud dentro del Intervalo de frecuencias (span).*
- e) Sumar a los valores medidos en d) las pérdidas y ganancias de la cadena de la configuración de prueba, según lo previsto en la ecuación 14.

- f) El nivel del pico máximo resultante de e) no deberá ser mayor a lo establecido en la columna Densidad espectral de la PIRE del Cuadro 3 para cumplir con la especificación 4.2.
- g) Imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas (Apéndice A).

NOTA: La capacidad de medición automática de densidad espectral de un analizador de espectro o un receptor EMI puede emplearse si implementa la misma funcionalidad descrita en los puntos anteriores.

Método No. 2.- Medición de Densidad espectral de potencia promedio.

- a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en el numeral 5.3.2. para medición de emisiones radiadas, con el EBP y su antena integrada o, de haber posibilidad de conectabilidad/desconectabilidad de las antenas, para cada tipo de ellas, elegir la antena de más alta ganancia. Si el EBP corresponde a un caso previsto en el primer párrafo del numeral 4.3, esta prueba se realizará conforme al tercer párrafo del numeral 5.6 debiéndose, entonces, insertar para cada caso el amplificador de potencia de radiofrecuencia externo indicado en la Figura 5).
- b) Centrar en el analizador de espectro los picos de la emisión de interés dentro de la banda de paso y, de ser el caso, hacer un acercamiento (zoom).
- c) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro
 - I. Anchura de banda del filtro de resolución (RBW):
 - a. Para la banda 5150 MHz 5250 MHz: 1 MHz ó 25 kHz, de acuerdo con el valor de la Densidad espectral de la PIRE del Cuadro 3.
 - b. Para las demás bandas del Cuadro 3: 1 MHz.
 - II. Anchura de banda de video (VBW) > 3 x RBW
 - III. Tiempo de barrido (sweep time) = auto.
 - IV. Utilizar el modo detector de pico (del inglés peak detector mode) del analizador de espectro. Alternativamente, podría utilizarse el modo detector de muestra (del inglés: "sample detector mode"), siempre que:
 - a. Anchura del Bin (es decir, span de frecuencia / número de puntos desplegados en el analizador de espectro) < 0.5 RBW.
 - b. El Pulso o la secuencia de Pulsos de transmisión permanezca en su máxima potencia de transmisión durante el tiempo de cada uno de los 100 barridos que se

promedien y que el intervalo entre Pulsos no esté incluido en alguno de los barridos (es decir, deben ocurrir 100 barridos durante una transmisión, o que cada barrido se active sólo cuando ocurra una transmisión).

De no cumplirse lo anterior, debe usarse el modo detector de pico (del inglés: peak detector mode) a retención máxima de imagen (max hold).

V. Seleccionar activación de video (video triggering) asegurándose que el nivel de activación se establezca para que el video sólo se active con Pulsos de potencia completa. El transmisor del EBP debe operar a su nivel máximo de potencia durante el barrido completo, en todos los barridos. Si el dispositivo transmite continuamente, sin intervalos sin transmisión o con potencia reducida, la activación de video puede establecerse para que corra libremente (free run).

- d) Con el analizador de espectro en modo traza promedio de potencia, examinar 100 trazas de la señal. No utilizar el modo de video promedio.
- e) Determinar la traza promedio de potencia como el valor promedio de las 100 trazas de la señal mencionadas y determinar el pico de entre ellas.

NOTA: Algunos analizadores de espectro seleccionan automáticamente el modo de muestreo cuando se selecciona el modo de traza promedio, por lo que si éste fuera el caso y se requiriera el modo detector de pico (del inglés: "peak detector mode"), dicho modo tendría que seleccionarse manualmente.

- f) Sumar a los valores determinados en e) las pérdidas y ganancias de la cadena de la configuración de prueba, según lo previsto en la ecuación 14.
- g) El nivel del pico máximo resultante de f) no deberá ser mayor a lo establecido en la columna Densidad espectral de la PIRE del Cuadro 3 para cumplir con la especificación 4.2.
- h) Imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas (Apéndice A).

5.6. Potencia máxima conducida de salida, Densidad espectral de potencia conducida de salida y amplificadores externos.

La especificación 4.3., se refiere a la potencia máxima conducida de salida, la Densidad espectral de potencia conducida de salida y el uso de amplificadores externos al EBP que operan en las bandas de frecuencias indicadas en el Cuadro 4.

Por otra parte, a efecto de comprobar el cumplimiento de las especificaciones del numeral 4.3 se emplean los métodos de prueba del presente numeral, utilizando preferentemente la configuración para medición de emisiones conducidas, del numeral 5.3.1.; sin embargo, por la posibilidad de que existan equipos a los que no se les pueda hacer la medición de emisiones

conducidas debido a que la antena o antenas no sean desmontables, debe usarse la configuración para medición de emisiones radiadas del numeral 5.3.2.; en este último caso, es necesario que el interesado presente la Ganancia de la antena o antenas que utiliza el EBP.

Para el caso de que los Productos sujetos a esta DT se hallen en el supuesto que tengan la posibilidad de usarse con amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos, se estará sujeto a lo siguiente:

- a) Para todos y cada uno de las marcas y modelos de amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos listados en el Manual de usuario para usarse con el equipo, se aplicarán todas las pruebas para las especificaciones que les corresponda.
- b) Si el EBP, así probado para cada uno de todos los amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos de la lista del Manual de usuario, cumple con todas las especificaciones que le corresponda, el equipo cumple con la especificación 4.3.

5.6.1. Potencia máxima conducida de salida.

5.6.1.1. Consideraciones generales.

Algunas consideraciones generales son las siguientes:

- a) Si es posible, configure o modifique la operación del EBP para que transmita continuamente a su máximo nivel de control de potencia (véase 5.3.4).
- b) La intención es probar al 100% del ciclo de trabajo; sin embargo, se permite una pequeña reducción en el ciclo de trabajo (a no menos del 98 %), si el EBP lo requiere para fines de control de amplitud. Se espera que los interesados de las pruebas proporcionen software de control del EBP al laboratorio de pruebas para permitir tal operación continua.
- c) Si no se puede lograr la transmisión continua (o al menos el 98 % del ciclo de trabajo) debido a limitaciones de hardware, tal como el sobrecalentamiento, el EBP debe operarse a su máximo nivel de control de potencia, con la duración de la transmisión lo más larga posible, y el ciclo de trabajo lo más alto posible.
- d) La Máxima potencia de salida conducida puede medirse utilizando un analizador de espectro o un medidor de potencia de RF.
- e) La medición de la Máxima potencia de salida conducida mediante un analizador de espectro requiere la integración del espectro en un intervalo de frecuencia que abarque, como mínimo, el Ancho de banda ocupado (OBW), el cual se mide de acuerdo con el numeral 5.6.1.4.

5.6.1.2. Medición de la potencia máxima conducida de salida utilizando un analizador de espectro (SA).

5.6.1.2.1. Selección del método de prueba.

El método de prueba apropiado se selecciona con base en los criterios siguientes:

- a) Debe aplicarse el método SA-1 o el método SA-1A (alternativo) si se cumple cualquiera de las siguientes condiciones:
 - i. El EBP transmite continuamente (o con un valor de $D \geq 98\%$).
 - ii. La activación o disparo del barrido se puede implementar de tal manera que el dispositivo transmita a su nivel máximo de control de potencia durante la duración de cada uno de los barridos del instrumento que se va a promediar. Esta condición generalmente se puede lograr activando el barrido del analizador de espectro si la duración del barrido (con el instrumento configurado como en el Método SA-1; es decir, vea el siguiente elemento de la lista) es igual o menor que la duración T de cada transmisión desde el EBP, y si esas transmisiones exhiben plena potencia a lo largo de su duración.
- b) Debe aplicarse el método SA-2 o el método SA-2A (alternativo) si no se pueden lograr las condiciones del inciso a) anterior y las transmisiones exhiben un ciclo de trabajo constante durante el período de la medición. Se considerará que el ciclo de trabajo es constante si las variaciones son menores que el $\pm 2\%$.
- c) Debe aplicarse el método SA-3 o el método SA-3A (alternativo) si no se pueden lograr las condiciones de los incisos a) y b) anteriores.

5.6.1.2.2. Método SA-1.

El método SA-1 utiliza el promedio de trazas con el EBP transmitiendo a su nivel máximo de control de potencia durante cada barrido. El procedimiento para este método es el siguiente:

- a) Configure el span para abarcar todo el intervalo de frecuencias del OBW.
- b) Establezca el RBW = 1 MHz.
- c) Establezca el VBW ≥ 3 MHz.
- d) Número de puntos en el barrido $\geq [2 \times \text{span} / \text{RBW}]$. (Esto proporciona un espacio entre puntos de la traza $\leq \text{RBW} / 2$, de modo que las señales de banda estrecha no se pierdan entre los puntos de la traza en frecuencia).
- e) Tiempo de barrido = automático.

- f) Detector = Potencia promedio (rms), si está disponible. De lo contrario, utilice el modo detector de muestras.
- g) Si el ciclo de trabajo de transmisión es $< 98 \%$, use la función disparo de video con el nivel de disparo establecido para habilitar el disparo solo en Pulsos de potencia máxima. El transmisor debe operar al máximo nivel de control de potencia durante toda la duración de cada barrido. Si el EBP transmite de forma continua (es decir, sin intervalos de apagado) o con un ciclo de trabajo = 98% , y si cada transmisión se realiza en su totalidad al nivel máximo de control de potencia, entonces la función disparo de video debe configurarse en "funcionamiento libre".
- h) Trazar un promedio de al menos 100 trazos en el modo de potencia de promedio (rms).
- i) Calcule la potencia integrando el espectro a través del intervalo de frecuencias del OBW utilizando la función "medición de potencia dentro de la banda" del instrumento, con límites de banda establecidos con valores iguales a los bordes del OBW. Si el instrumento no tiene la referida función, sume los niveles de espectro (en unidades de potencia) a intervalos de 1 MHz que se extiendan a lo largo del intervalo de frecuencias del OBW.
- j) Sumar al valor determinado en i) las pérdidas y ganancias de la cadena de configuración de prueba, según lo previsto en la ecuación 1 de haber utilizado la configuración de emisiones conducidas o las ecuaciones 6 ó 7 de haber utilizado la configuración de emisiones radiadas.
- k) El nivel máximo resultante de j) no debe ser mayor a lo establecido en la columna Potencia máxima de transmisión conducida del Cuadro 4 para cumplir con la especificación 4.3.
- l) Imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas (Apéndice A).

5.6.1.2.3. Método SA-1A (alternativo).

El método SA-1A utiliza el detector rms con barrido lento y con el EBP transmitiendo continuamente a su nivel máximo de control de potencia. El procedimiento para este método es el siguiente:

- a) Configure el intervalo para abarcar todo el intervalo de frecuencias del OBW.
- b) Establezca el RBW = 1 MHz.
- c) Establezca el VBW ≥ 3 MHz
- d) Establezca el número de puntos en barrido $\geq [2 \times \text{span} / \text{RBW}]$. (Esto proporciona un espacio entre puntos de la traza $\leq \text{RBW} / 2$, de modo que las señales de banda estrecha no se pierdan entre los puntos de la traza en frecuencia).

- e) Establecer manualmente el tiempo de barrido $\geq [10 \times (\text{número de puntos en el barrido}) \times (\text{período de símbolo de la señal transmitida})]$, pero no un valor menor que el tiempo de barrido predeterminado como automático.

NOTA: El período de símbolo de la señal transmitida, se determina mediante medición de acuerdo con lo que se indica en el numeral 5.3.4.

- f) Establecer el detector = potencia promedio (rms).
- g) El EBP debe funcionar al 100 % del ciclo de trabajo.
- h) Realizar un solo barrido.
- i) Calcule la potencia integrando el espectro a lo largo del intervalo de frecuencias del OBW usando la función "medición de potencia dentro de la banda" del instrumento, con los límites de banda establecidos igual a los valores de los bordes del Ancho de banda de medición o los valores del OBW. Si el instrumento no tiene la referida función, sume los niveles del espectro (en unidades de potencia) a intervalos de 1 MHz que se extiendan a lo largo del intervalo de frecuencias del OBW.
- j) Sumar al valor determinado en i) las pérdidas y ganancias de la cadena de configuración de prueba, según lo previsto en la ecuación 1 de haber utilizado la configuración de emisiones conducidas o las ecuaciones 6 ó 7 de haber utilizado la configuración de emisiones radiadas.
- k) El nivel máximo resultante de j) no debe ser mayor a lo establecido en la columna Potencia máxima de transmisión conducida del Cuadro 4 para cumplir con la especificación 4.3.
- l) Imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas (Apéndice A).

5.6.1.2.4. Método SA-2.

El método SA-2 utiliza un promedio de trazas en los tiempos de ENCENDIDO y APAGADO de las transmisiones del EBP, seguido de la corrección del ciclo de trabajo. El procedimiento para este método es el siguiente:

- a) Mida el ciclo de trabajo D de la señal de salida del transmisor como se describe en 5.3.4.
- b) Configure el span para abarcar todo el intervalo de frecuencias del OBW.
- c) Establezca el RBW = 1 MHz.
- d) Establezca el VBW ≥ 3 MHz.

- e) Establezca el número de puntos en barrido $\geq [2 \times \text{span} / \text{RBW}]$. (Esto proporciona un espacio entre puntos de la traza $\leq \text{RBW} / 2$, de modo que las señales de banda estrecha no se pierdan entre los puntos de la traza en frecuencia).
- f) Establezca el tiempo de barrido = automático.
- g) Establezca el detector = Potencia promedio (rms), si está disponible. De lo contrario, utilice el modo detector de muestras.
- h) No utilice la función activación de barrido por disparo. Permita que el barrido "corra libremente".
- i) Establezca el promedio de trazas con al menos 100 trazas en el modo de potencia promedio (rms); sin embargo, el número de trazas a promediar se incrementará por encima de 100 según sea necesario, de modo que el promedio represente con precisión el promedio real durante los períodos de ENCENDIDO y APAGADO del transmisor.
- j) Calcule la potencia integrando el espectro a lo largo del intervalo de frecuencias del OBW utilizando la función "medición de potencia dentro de la banda" del instrumento con los límites de banda iguales a los bordes del Ancho de banda de la emisión o el valor del OBW. Si el instrumento no tiene la referida función, sume los niveles de espectro (en unidades de potencia) a intervalos de 1 MHz que se extiendan a lo largo del intervalo de frecuencias del OBW.
- k) Agregue $[10 \cdot \log_{10}(1 / D)]$, donde D es el ciclo de trabajo, a la potencia medida para calcular la potencia promedio durante los tiempos de transmisión reales (debido a que la medición representa un promedio de los tiempos de ENCENDIDO y APAGADO de la transmisión). Dado un ciclo de trabajo del 25 % entonces debe agregarse el valor correspondiente a $[10 \cdot \log_{10}(1 / 0.25)] = 6 \text{ dB}$ a la potencia medida.
- l) Sumar al valor determinado en k) las pérdidas y ganancias de la cadena de configuración de prueba, según lo previsto en la ecuación 1 de haber utilizado la configuración de emisiones conducidas o las ecuaciones 6 ó 7 de haber utilizado la configuración de emisiones radiadas.
- m) El nivel máximo resultante de l) no debe ser mayor a lo establecido en la columna Potencia máxima de transmisión conducida del Cuadro 4 para cumplir con la especificación 4.3.
- n) Imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas (Apéndice A)

5.6.1.2.5. Método SA-2A (alternativo).

El método SA-2A utiliza el detector rms con barrido lento, en cada intervalo de la emisión se promedian los tiempos de ENCENDIDO y APAGADO de las transmisiones del EBP, seguido de la corrección del ciclo de trabajo. El procedimiento para este método es el siguiente:

- a) Mida el ciclo de trabajo D de la señal de salida del transmisor como se describe en 5.3.4.
- b) Configure el span para abarcar todo el intervalo de frecuencias del OBW.
- c) Establezca el RBW = 1 MHz.
- d) Establezca el VBW ≥ 3 MHz.
- e) Establezca el número de puntos en barrido $\geq [2 \text{ tramos} / \text{RBW}]$. (Esto proporciona un espacio entre los puntos de la traza $\leq \text{RBW}/2$, de modo que las señales de banda estrecha no se pierdan entre los puntos de la traza en frecuencia).
- f) Ajuste manualmente el tiempo de barrido $\geq [10 \times (\text{número de puntos en el barrido}) \times (\text{período total de encendido/apagado de la señal transmitida})]$.
- g) Establecer el detector = Potencia promedio (rms).
- h) Realizar un solo barrido.
- i) Calcule la potencia integrando el espectro a lo largo del intervalo de frecuencias del OBW utilizando la función "medición de potencia dentro de la banda" del instrumento con límites de banda iguales a los valores de los bordes de la banda del OBW. Si el instrumento no tiene la referida función, sume los niveles de espectro (en unidades de potencia) a intervalos de 1 MHz que se extiendan a lo largo del intervalo de frecuencias del OBW.
- j) Agregue a la potencia medida un valor de $[10 \times \log_{10}(1 / D)]$, donde D es el ciclo de trabajo, para calcular la potencia promedio durante los tiempos de transmisión reales (debido a que la medición representa un promedio de los tiempos de ENCENDIDO y APAGADO de la transmisión). Dado un ciclo de trabajo del 25 %, debe agregarse el valor de $[10 \times \log_{10}(1 / 0.25)] = 6$ dB.
- k) Sumar al valor determinado en j) las pérdidas y ganancias de la cadena de configuración de prueba, según lo previsto en la ecuación 1 de haber utilizado la configuración de emisiones conducidas o las ecuaciones 6 ó 7 de haber utilizado la configuración de emisiones radiadas.

- l) El nivel máximo resultante de k) no debe ser mayor a lo establecido en la columna Potencia máxima de transmisión conducida del Cuadro 4 para cumplir con la especificación 4.3.
- m) Imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas (Apéndice A).

5.6.1.2.6. Método SA-3.

El método SA-3 usa el detector rms con retención máxima. El procedimiento para este método es el siguiente:

- a) Configure el span para abarcar todo el intervalo de frecuencias del OBW.
- b) Establezca el disparo del barrido en "carrera libre".
- c) Establezca el RBW = 1 MHz.
- d) Establecer el VBW ≥ 3 MHz.
- e) Establecer el número de puntos en barrido $\geq [2 \times \text{span} / \text{RBW}]$. (Esto proporciona un espacio entre los puntos de la traza $\leq \text{RBW} / 2$, de modo que las señales de banda estrecha no se pierdan entre los puntos de la traza en frecuencia).
- f) Establecer el tiempo de barrido $\leq [(\text{número de puntos en el barrido}) \times T]$, donde T se define en el numeral 5.3.4. Si esto da un tiempo de barrido menor que el tiempo de barrido automático del instrumento, entonces no debe utilizarse el método SA-3A. (El propósito de este paso es que el tiempo promedio en cada intervalo sea menor o igual al tiempo mínimo de una transmisión).
- g) Establecer el detector = Potencia promedio (rms).
- h) Establecer el modo de rastreo = retención máxima.
- i) Permita que Max-Hold funcione durante al menos 60 s o más, según sea necesario, para permitir que la traza se estabilice.
- j) Calcule la potencia integrando el espectro a lo largo del intervalo de frecuencias del OBW utilizando la función "medición de potencia dentro de la banda" del instrumento con límites de banda iguales a los bordes del Ancho de banda de la emisión o del valor del OBW. Si el instrumento no tiene la referida función, sume los niveles de espectro (en unidades de potencia) a intervalos de 1 MHz que se extiendan a lo largo del intervalo de frecuencias del OBW.

- k) Sumar al valor determinado en j) las pérdidas y ganancias de la cadena de configuración de prueba, según lo previsto en la ecuación 1 de haber utilizado la configuración de emisiones conducidas o las ecuaciones 6 ó 7 de haber utilizado la configuración de emisiones radiadas.
- l) El nivel máximo resultante de k) no debe ser mayor a lo establecido en la columna Potencia máxima de transmisión conducida del Cuadro 4 para cumplir con la especificación 4.3.
- m) Imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas (Apéndice A).

5.6.1.2.7. Método SA-3A (alternativo).

El método SA-3A utiliza un valor de VBW reducido con retención máxima. El procedimiento para este método es el siguiente:

- a) Configure el span para abarcar todo el intervalo de frecuencias del OBW.
- b) Establezca el disparo de barrido en "carrera libre".
- c) Establezca el RBW = 1 MHz.
- d) Fijar el VBW $\geq 1 / T$, donde T se define en el numeral 5.3.4.
- e) Establezca el número de puntos en barrido $\geq [2 \text{ tramos} / \text{RBW}]$. (Esto proporciona un espacio entre los puntos de la traza $\leq \text{RBW} / 2$, de modo que las señales de banda estrecha no se pierdan entre los puntos de la traza en frecuencia).
- f) Establezca el tiempo de barrido = No más rápido que el tiempo acoplado (automático).
- g) Establezca el detector = pico.
- h) Si es posible, el filtrado de video debe aplicarse a una señal de voltaje cuadrático o potencia (es decir, modo rms). De lo contrario, debe configurarse para operar con una señal de voltaje lineal (que puede requerir el uso del modo de visualización lineal). No debe utilizarse el modo de visualización logarítmico:
 - i. El modo preferido de voltaje al cuadrado (es decir, potencia o rms) se selecciona en algunos instrumentos configurando el "tipo de VBW promedio" en potencia o rms.
 - ii. Si el modo RMS no está disponible, entonces se selecciona el modo de voltaje lineal, en algunos analizadores se configura el modo de visualización en lineal. Otros instrumentos tienen una configuración para "tipo de VBW promedio" que se puede configurar en "voltaje" independientemente del modo de visualización.

- i) Establezca el modo de traza (trace) = Retención máxima de imagen (max hold).
- j) Permita que Max-Hold funcione durante al menos 60 s o más, según sea necesario, para permitir que la traza se estabilice.
- k) Calcule la potencia integrando el espectro a lo largo del intervalo de frecuencias del OBW utilizando la función "medición de potencia dentro de la banda" del instrumento con límites de banda iguales a los valores de los bordes del OBW. Si el instrumento no tiene la referida función, sume los niveles de espectro (en unidades de potencia) a intervalos de 1 MHz que se extiendan a lo largo del intervalo de frecuencias del OBW.
- l) Si se usó el modo lineal en el paso h) del numeral 5.6.1.2.7, agregue 1 dB al resultado final para compensar la diferencia entre el promedio lineal y el promedio de potencia.
- m) Sumar al valor determinado en k) o l) las pérdidas y ganancias de la cadena de configuración de prueba, según lo previsto en la ecuación 1 de haber utilizado la configuración de emisiones conducidas o las ecuaciones 6 ó 7 de haber utilizado la configuración de emisiones radiadas.
- n) El nivel máximo resultante de m) no debe ser mayor a lo establecido en la columna Potencia máxima de transmisión conducida del Cuadro 4 para cumplir con la especificación 4.3.
- o) Imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas (Apéndice A).

5.6.1.3. Medición de la potencia máxima conducida de salida utilizando un medidor de potencia.

5.6.1.3.1. Método PM.

El método PM es una medición que utiliza un medidor de potencia promedio de RF. El procedimiento para este método es el siguiente:

- a) Las mediciones se pueden realizar utilizando un medidor de potencia de RF de banda ancha con un detector de termopar o equivalente si se cumplen todas las condiciones siguientes:
 - i. El EBP está configurado para transmitir continuamente o para transmitir con un ciclo de trabajo constante.
 - ii. Cuando el EBP esté transmitiendo, éste debe transmitir en todo momento a su nivel máximo de control de potencia.
 - iii. El período de integración del medidor de potencia debe exceder el período de repetición de la señal transmitida por al menos un factor de cinco.

- b) Si el transmisor no transmite continuamente, mida el ciclo de trabajo D de la señal de salida del transmisor como se describe en el numeral 5.3.4.
- c) Mida la potencia promedio del transmisor. Esta medición es un promedio de la potencia en los períodos de encendido y apagado del transmisor.
- d) Corrija la medición en dBm agregando el valor resultante de $[10 \cdot \log_{10}(1 / D)]$, donde D es el ciclo de trabajo. Dado un ciclo de trabajo del 25%, debe corregirse la medición de potencia promedio en dBm con el valor resultante de $[10 \cdot \log_{10}(1 / 0.25)] = 6$ dB.
- e) Sumar al valor determinado en d) las pérdidas y ganancias de la cadena de configuración de prueba, según lo previsto en la ecuación 1 de haber utilizado la configuración de emisiones conducidas o las ecuaciones 6 ó 7 de haber utilizado la configuración de emisiones radiadas.
- f) El nivel máximo resultante de e) no debe ser mayor a lo establecido en la columna Potencia máxima de transmisión conducida del Cuadro 4 para cumplir con la especificación 4.3.
- g) Imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas (Apéndice A).

5.6.1.3.2. Método PM-G.

El método PM-G es una medición que utiliza un medidor de potencia promedio de RF controlado.

- a) Las mediciones se pueden realizar utilizando un medidor de potencia de RF con disparo de banda ancha, siempre que los parámetros del disparo se ajusten de manera que la potencia se mida solo cuando el EBP esté transmitiendo al nivel máximo de control de potencia. Debido a que la medición se realiza solo durante el tiempo de encendido del transmisor, no se requiere ningún factor de corrección del ciclo de trabajo.
- b) Sumar al valor determinado en a) las pérdidas y ganancias de la cadena de configuración de prueba, según lo previsto en la ecuación 1 de haber utilizado la configuración de emisiones conducidas o las ecuaciones 6 ó 7 de haber utilizado la configuración de emisiones radiadas.
- c) El nivel máximo resultante de b) no debe ser mayor a lo establecido en la columna Potencia máxima de transmisión conducida del Cuadro 4 para cumplir con la especificación 4.3.
- d) Imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas (Apéndice A).

5.6.1.4. Procedimiento de medición del Ancho de banda ocupado con el 99% de potencia (OBW).

El Ancho de banda ocupado es el Ancho de banda de frecuencia tal que, la potencia promedio para las frecuencias por debajo de su valor inferior en frecuencia y por encima de su valor superior en frecuencia, tienen un valor igual que el 0.5% de la potencia promedio total de la emisión dada dentro del Canal.

Para medir el Ancho de banda ocupado con el 99% de potencia debe utilizarse el procedimiento siguiente:

- a) La frecuencia central del analizador de espectro se establece en la frecuencia central nominal del Canal EBP.
 - b) Intervalo de frecuencias (*span*) debe ser entre 1.5 y 5 veces el OBW para visualizar el Canal completo a medir.
 - c) Ancho de banda del filtro de resolución (3 dB RBW)¹⁹ debe estar en el intervalo de 1% a 5% del OBW,
 - d) Ancho de banda de video (VBW) = 3xRBW.
 - e) Ajustar el nivel de referencia del instrumento según se requiera, evitando que la señal supere el nivel máximo del mezclador de entrada para una operación lineal. En general, el nivel de referencia debe estar configurado con un valor mayor que $[10 \cdot \log_{10}(\text{OBW}/\text{RBW})]$, es decir, por encima del valor pico de la envolvente espectral de la emisión. Véase el numeral 5.3.3 para una guía específica.
- NOTA:** El intervalo dinámico del analizador de espectro, con el RBW seleccionado, debe estar al menos 10 dB por debajo del valor requerido, "-X dB por debajo", es decir, si el requerido es -26 dB del OBW, entonces el ruido de fondo del analizador de espectro, con el RBW seleccionado, debe ser al menos 36 dB por debajo del nivel de referencia.
- f) Los pasos a) a e) pueden requerir una iteración para ajustarse dentro del intervalo específico.
 - g) No se permite utilizar el detector de video promedio. Donde sea práctico, debe utilizarse el detector muestra y un modo de un solo barrido. De lo contrario, debe utilizarse el detector pico y el modo de retención máxima (hasta que la traza se estabilice).
 - h) Tiempo de barrido = Auto;

¹⁹ Ancho de banda del filtro de frecuencia intermedia nominal.

- i) Utilice la función del instrumento de Ancho de banda ocupado con el 99% de potencia (si está disponible) e informe de la medición del Ancho de banda ocupado con el 99% de potencia.
- j) Si el instrumento no cuenta con la función de Ancho de banda ocupado al 99 %, entonces los datos de la traza se registran y suman directamente en términos de su potencia lineal. Los datos de los puntos en amplitud registrados, comenzando por la frecuencia más baja, se colocan en forma continua hasta alcanzar el 0.5% del total; esa frecuencia se registra como la frecuencia más baja. El proceso se repite hasta que se alcanza el 99.5% del total; y esa frecuencia se registra como la frecuencia superior. El Ancho de banda ocupado con el 99% de potencia es la diferencia entre estas dos frecuencias. En ambos casos se utiliza la función Marcador-Delta (Marker-Delta) para medir la frecuencia inferior y superior.
- k) El Ancho de banda ocupado con el 99% de potencia debe registrarse en el reporte de pruebas (Apéndice A), proporcionando gráficos espectrales; en éstos deben mostrarse y estar claramente rotulados los ejes de la trama y las unidades de escala por división.

5.6.2. Densidad espectral de potencia conducida máxima.

No obstante que el requisito del numeral 4.3 se refieren a la Densidad espectral de potencia conducida de salida máxima, la intención es medir el valor máximo del promedio temporal de la Densidad espectral de potencia durante un período de transmisión continua; por lo anterior debe entenderse que la Densidad espectral de potencia es la salida de energía total por unidad de Ancho de banda de un Pulso o secuencia de Pulsos para los cuales la potencia de transmisión está en su nivel máximo, dividida por la duración total de los Pulsos. Este tiempo total no incluye el tiempo entre Pulsos durante el cual la potencia de transmisión está apagada o por debajo de su nivel máximo. El procedimiento para este método es el siguiente:

- a) El EBP debe emitir una emisión de potencia promedio para el modo de operación seleccionado en el numeral 5.6.1.2, para medir la potencia máxima conducida de salida usando un analizador de espectro; es decir, seleccione el método de prueba adecuado (SA-1, SA-2, SA-3 o sus respectivas alternativas) y aplíquelo hasta el paso denominado "Calcule la potencia...", pero sin incluirlo. (Este procedimiento es necesario incluso si la medición de la potencia de salida conducida máxima se realizó con el método PM del medidor de potencia).
- b) Use la función "búsqueda de pico" en el analizador de espectro para encontrar el pico del espectro.
- c) Debe realizar las siguientes correcciones al valor pico de la emisión, si corresponde:
 - i. Si se utilizó el método SA-2 ó SA-2A, sume al resultado del valor pico de la emisión el valor que se obtiene de $[10 \cdot \log_{10}(1 / D)]$, donde D es el ciclo de trabajo,

- ii. Si se utilizó el método SA-3A y el modo lineal en el paso h) de 5.6.1.2.7, sume 1 dB al resultado final para compensar la diferencia entre el promedio lineal y el promedio de potencia.
 - iii. Sumar al valor determinado en i ó ii las pérdidas y ganancias de la cadena de configuración de prueba, según lo previsto en la ecuación 1 de haber utilizado la configuración de emisiones conducidas o las ecuaciones 6 ó 7 de haber utilizado la configuración de emisiones radiadas.
- d) El valor resultante de iii) no debe ser mayor a lo establecido en la columna Densidad espectral de potencia conducida de salida máxima del Cuadro 4 para cumplir con la especificación 4.3.
- e) Imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas (Apéndice A).
- f) El procedimiento del inciso a) al inciso c) requiere el uso de un Ancho de banda de resolución de 1 MHz para satisfacer el Ancho de banda de medición de 1 MHz del Cuadro 4. Este requisito también permite el uso de anchos de banda de resolución inferiores a 1 MHz “siempre que la potencia medida se integre para mostrar la potencia total sobre el Ancho de banda de medición” (es decir, 1 MHz). Si las mediciones se realizan utilizando un Ancho de banda de resolución reducida y se integran en un Ancho de banda de 1 MHz, se aplican los siguientes ajustes al procedimiento:
- i. Establecer el $RBW \geq 1 / T$, donde T se obtiene en 5.3.4.
 - ii. Configure el $VBW \geq [3 \times RBW]$.
 - iii. Debe tenerse cuidado de que las mediciones se realicen durante un período de transmisión continua o se corrijan hacia arriba considerando el ciclo de trabajo.

5.7. Ancho de banda.

La especificación 4.4, se refiere a el Ancho de banda del Canal mínimo requerido y máximo permitido para la transmisión de los EBP que operan en las bandas de frecuencias indicadas en el numeral 4.4.

5.7.1. Ancho de banda del Canal máximo permitido para transmisión.

El procedimiento que debe utilizarse para determinar el cumplimiento del Ancho de banda del Canal máximo permitido para transmisión del numeral 5.3 es el establecido en el numeral 5.6.1.4., tomando en cuenta o siguiente:

- a) Si en el instrumento está disponible la función para medir el Ancho de banda ocupado con el 99% de potencia, puede utilizarse y el resultado se registra como el valor del Ancho de banda del Canal máximo, el cual no debe ser mayor que lo establecido en el Cuadro 5 para cumplir con la especificación del numeral 4.4.
- b) Sin embargo; si en el instrumento no está disponible la función para medir el Ancho de banda ocupado con el 99% de potencia, entonces debe utilizarse el método de prueba del numeral 5.6.1.4 de la presente DT y a la lectura final de la función Marcador-Delta (Marker-Delta) se registra como el valor del Ancho de banda del Canal máximo, éste no debe ser mayor que lo establecido en el Cuadro 5 para cumplir con la especificación 4.4.
- c) Imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas (Apéndice A).

5.7.2. Ancho de banda del Canal mínimo requerido en la banda 5725 MHz – 5850 MHz.

El procedimiento para determinar el cumplimiento del Ancho de banda del Canal mínimo requerido en la banda 5725 MHz – 5850 MHz del primer párrafo del numeral 4.4, es el siguiente método de prueba:

- a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en el numeral 5.3. de acuerdo con lo siguiente:
 - i. Si el EBP cuenta con un conector externo para la antena, elegir la configuración para medición de emisiones conducidas del numeral 5.3.1.
 - ii. En caso de que la antena este integrada al EBP, elegir la configuración para medición de emisiones radiadas del numeral 5.3.2.
- b) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro.
 - i. Ancho de banda del filtro de resolución (RBW) = 100 kHz;
 - ii. Ancho de banda de video (VBW) $\geq 3 \times$ RBW;

[Modificación publicada en el DOF el 02/04/2025](#)

Texto original

- ii. Ancho de banda de video (VBW) = $3 \times$ RBW;

iii. Detector (detector function) = Pico,

iv. Traza (trace) = Retención máxima de imagen (max hold).

v. Tiempo de barrido (sweep time) = Auto

- c) Establecer las siguientes condiciones en el EBP:
- i. Encender el EBP.
 - ii. Poner a transmitir el EBP con el ancho de Canal mínimo disponible en la banda 5725 MHz 5850 MHz.
 - iii. Configurar el EBP con el ciclo de trabajo (D) y duración de la transmisión (T) de conformidad con el numeral 5.3.4.
- d) Permitir que la traza se estabilice y entonces ubicar el marcador del analizador de espectro en el pico de la emisión desplegada.
- e) Utilizar la función Marcador-Delta (Marker-Delta) para medir el Ancho de banda del Canal mínimo disponible, que corresponde con el valor a 6 dB por debajo del pico del espectro de la emisión. Tome como referencia el pico de la emisión y mueva el marcador del lado izquierdo del espectro de la emisión hasta identificar la frecuencia baja correspondiente a 6 dB por debajo del pico de la emisión, posteriormente tome nuevamente como referencia el mismo valor pico de la emisión y mueva ahora el marcador del lado derecho del espectro de la emisión hasta identificar la frecuencia alta correspondiente a 6 dB por debajo del pico de la emisión, la diferencia entre estas dos frecuencias corresponde con el Ancho de banda del Canal a 6 dB por debajo del pico del espectro de la emisión.
- f) Registrar la lectura de la función Marcador-Delta (Marker-Delta) como el valor del Ancho de banda del Canal mínimo requerido, el cual no debe ser menor que lo establecido en el primer párrafo la especificación 4.4.
- g) Imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas (Apéndice A).

NOTA: La función de medición de Ancho de banda automático del analizador de espectro puede utilizarse, sólo si esta funcionalidad implementa el método que se describe en el presente numeral.

5.8. Medición de Emisiones fuera de banda.⁽²⁰⁾

5.8.1. Emisiones fuera de banda para frecuencias por arriba de 1000 MHz.

El método de prueba para determinar el cumplimiento de las Emisiones fuera de banda máximas de PIRE de los EBP sujetos a la presente DT del numeral 4.5, que se indica en la segunda columna del Cuadro 6, es el siguiente:

⁽²⁰⁾ Unlicensed Service Rules and Procedures - UNII devices- 15.401:
<https://apps.fcc.gov/oetcf/kdb/forms/FTSSearchResultPage.cfm?id=27155&switch=P>

- a) Armar la configuración de prueba conforme a la configuración para medición de emisiones radiadas del numeral 5.3.2.
- b) Para todas las mediciones, siga los procedimientos de los numerales 5.8.2.1, 5.8.2.2 y 5.8.2.3.
- c) Para las bandas de frecuencia del Cuadro 6 debe utilizarse el procedimiento del inciso d) en adelante.
- d) Para cada intervalo de frecuencia que se indica en la tercera columna del Cuadro 6, el valor de las emisiones máximas fuera de banda medidas deben ser menores que los valores de la segunda columna del Cuadro 6 con instrumentación de medición que cuente con el detector que se indica en el Cuadro 7 del numeral 4.5.
- e) Para cada intervalo de frecuencia que se indica en la tercera columna del Cuadro 6, el valor de las emisiones máximas fuera de banda medidas deben ser menores que los valores de la segunda columna del Cuadro 6 en cualquier Ancho de banda de 1 MHz.
- f) Para cada intervalo de frecuencia que se indica en la tercera columna del Cuadro 6, deben medirse las Emisiones fuera de banda, considerando que la frecuencia nominal de la portadora del Canal del EBP debe ajustarse a un valor lo más cercano posible a los bordes de las bandas de operación, tanto como el diseño del Producto lo permita.
- g) Los niveles máximos de emisión se miden configurando el analizador de espectro de la manera siguiente:
 - i. RBW=1MHz.
 - ii. VBW $\geq$ 3MHz.
 - iii. Detector = con el Cuadro 7.
 - iv. Tiempo de barrido = automático.
 - v. Modo de seguimiento = retención máxima de imagen (max hold).
 - vi. Intervalo de frecuencia de medición:
 - 1) Frecuencia de inicio (start freq) = Frecuencia baja del intervalo de frecuencia que se indica en la tercera columna del Cuadro 6, para frecuencias mayores que 1000 MHz.

- 2) Frecuencia de paro (stop freq) = Frecuencia alta del intervalo de frecuencia que se indica en la tercera columna del Cuadro 6, para frecuencias mayores que 1000 MHz.

Al concluir con el paso "ix", repita la medición configurando cada intervalo de frecuencia para cada banda de frecuencia de operación.

- vii. Permita que continúen los barridos hasta que se establezca la traza. Tenga en cuenta que, si la transmisión no es continua, el tiempo necesario para que la traza se establezca aumentará en un factor de aproximadamente $1/D$, donde D es el ciclo de trabajo. Para un ciclo de trabajo del 50 %, el tiempo de medición aumentará en un factor de dos, en relación con el tiempo de medición para la transmisión continua.
- viii. Sumar a los niveles de emisión determinados en "vii" las pérdidas y ganancias de la cadena de configuración de prueba, según lo previsto en la Ecuación 14 de la configuración de emisiones radiadas o de acuerdo con lo que se indica en 5.8.2.4.
- ix. El valor resultante de "viii" no debe ser mayor a lo establecido en la segunda columna del Cuadro 6 para cumplir con la especificación 4.5.
- x. Imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas (Apéndice A).

5.8.2. Procedimientos generales para mediciones de Emisiones fuera de banda.

Los procedimientos de los numerales 5.8.2.1 a 5.8.2.3 se aplican a todas las mediciones de Emisiones fuera de banda.

5.8.2.1. Ciclo de trabajo del EBP.

Los procedimientos de medición del ciclo de trabajo del EBP para las Emisiones fuera de banda son los siguientes:

- a) El EBP debe configurarse o modificarse para transmitir de forma continua excepto como se indica en el siguiente paso b). La intención es probar al 100 % del ciclo de trabajo; sin embargo, se permite una pequeña reducción en el ciclo de trabajo (a no menos del 98 %) si el EBP lo requiere para fines de control de amplitud. El interesado de la certificación debe proporcionar el software al laboratorio de pruebas para permitir la transmisión continua.
- b) En caso de que, el interesado sea un importador y no pueda proporcionar el software al laboratorio de pruebas o que no se pueda lograr la transmisión continua (o al menos el 98 % del ciclo de trabajo) debido a las limitaciones del hardware del EBP (tal como,

sobrecalentamiento), entonces deben considerarse las siguientes adiciones a los procedimientos de medición y registro en el reporte de pruebas:

- i. El EBP debe configurarse para operar con el ciclo de trabajo máximo alcanzable.
 - ii. Mida el ciclo de trabajo D de la señal de salida del transmisor como se describe en el numeral 5.3.4.
 - iii. Efectuar barridos en frecuencia para determinar las frecuencias con el máximo nivel de emisión, permita que continúen los barridos hasta que se estabilice la traza. Tenga en cuenta que, si la transmisión no es continua, el tiempo necesario para que la traza se estabilice aumentará en un factor de aproximadamente $1/D$, donde D es el ciclo de trabajo. Para un ciclo de trabajo del 50 %, el tiempo de medición aumenta en un factor de dos, en relación con el tiempo de medición para la transmisión continua.
 - iv. El reporte de pruebas debe incluir la información adicional siguiente:
 1. El motivo de la limitación en el ciclo de trabajo.
 2. El ciclo de trabajo que se alcanzó para las pruebas y la duración de la transmisión asociada, así como el intervalo entre transmisiones.
 3. El tiempo de barrido y la cantidad de tiempo que se utilizó para estabilizar la traza durante las mediciones con retención máxima para las mediciones de emisión máxima.
- c) No se permite la reducción de los niveles de amplitud de emisión que se miden durante las pruebas, tomando como referencia el ciclo de trabajo operativo. La determinación del cumplimiento se basa en los niveles de emisión que ocurren durante la transmisión; es decir, no se basa en un promedio de los tiempos de encendido y apagado del transmisor.

5.8.2.2. Mediciones radiadas versus conducidas.

Los valores de Emisiones fuera de banda se basan en mediciones radiadas; y no se permiten mediciones conducidas para determinar el cumplimiento con los requisitos del numeral 4.5.

5.8.2.3. Maximización de emisiones.

Para todas las pruebas de emisiones radiadas, las mediciones deben corresponder a la dirección del nivel máximo de emisión para cada emisión medida.

5.8.2.4. Opcionalmente pueden realizarse mediciones radiadas de intensidad de campo eléctrico (usando la Ecuación 15A), en este caso dichas mediciones se convierten en PIRE utilizando la Ecuación 15:

$$PIRE = \frac{(E \times d)^2}{30}$$

(Ecuación 15)

En dónde:

E es la intensidad de campo en V/m

$$[E]_{\frac{V}{m}} = 10^{\frac{[E_{medido}]_{dBV} + [\alpha_{cables}]_{dB} + [\alpha_{atenuadores}]_{dB} + [L]_{dB} + [Factor\ de\ Antena]_{dB/m} - [G_{pre\ amp}]_{dB} - [\epsilon]_{dB}}{20}}$$

(Ecuación 15A)

En donde:

$[E_{medido}]_{dBV}$ es el voltaje medido en el analizador de espectro, en dBV.

$[\alpha_{cables}]_{dB}$ es la atenuación en los cables usados en el arreglo de medición, en dB.

$[\alpha_{atenuadores}]_{dB}$ es la atenuación del atenuador o atenuadores, en dB.

$[Factor\ de\ antena]_{dB/m}$ es el factor de antena de la antena receptora calibrada que se conecta al analizador de espectro, en dB/m.

$[L]_{dB}$ Pérdidas por desacoplamiento de impedancia y otras pérdidas, en dB, para su determinación véase la Ecuación 14.

$[G_{pre\ amp}]_{dB}$ es la Ganancia del pre-amplificador, en dB.

$[\epsilon]_{dB}$ es el error del analizador de espectro, obtenido en su calibración y cuyo conocimiento y aplicación garantiza la trazabilidad de la medición a los patrones nacionales.

d es la distancia de medición en m, considerando 3 m de distancia

PIRE es la Potencia isotrópica radiada equivalente en W

Usando dB en la Ecuación 15, ésta es equivalente a la Ecuación 16:

$$PIRE = E + 20 \cdot \log_{10}(d) - 104.77$$

(Ecuación 16)

En dónde

E es la intensidad de campo en dBμV/m

$$[E]_{dB\left(\frac{\mu V}{m}\right)} = [E_{medido}]_{dB\mu V} + [\alpha_{cables}]_{dB} + [\alpha_{atenuadores}]_{dB} + [L]_{dB} + [Factor\ de\ Antena]_{dB/m} - [G_{pre\ amp}]_{dB} - [\epsilon]_{dB}$$

(Ecuación 16A)

En donde:

$[E_{medido}]_{dB\mu V}$ es el voltaje medido en el analizador de espectro, en $dB\mu V$.

$[\alpha_{cables}]_{dB}$ es la atenuación en los cables usados en el arreglo de medición, en dB.

$[\alpha_{atenuadores}]_{dB}$ es la atenuación del atenuador o atenuadores, en dB.

$[Factor\ de\ antena]_{dB/m}$ es el factor de antena de la antena receptora calibrada que se conecta al analizador de espectro, en dB/m.

$[L]_{dB}$ Pérdidas por desacoplamiento de impedancia y otras pérdidas, en dB, para su determinación véase la Ecuación 14.

$[G_{pre\ amp}]_{dB}$ es la Ganancia del pre-amplificador, en dB.

$[\varepsilon]_{dB}$ es el error del analizador de espectro, obtenido en su calibración y cuyo conocimiento y aplicación garantiza la trazabilidad de la medición a los patrones nacionales.

d es la distancia de medición en m, considerando 3 m de distancia

PIRE es la Potencia isotrópica radiada equivalente en dBm

Con $d = 3$ m en la Ecuación 16 se tiene la Ecuación 17:

$$PIRE = E - 95.2$$

(Ecuación 17)

En dónde

E es la intensidad de campo en $dB\mu V/m$

$$[E]_{dB\left(\frac{\mu V}{m}\right)} = [E_{medido}]_{dB\mu V} + [\alpha_{cables}]_{dB} + [\alpha_{atenuadores}]_{dB} + [L]_{dB} + \\ + [Factor\ de\ Antena]_{dB/m} - [G_{pre\ amp}]_{dB} - [\varepsilon]_{dB}$$

(Ecuación 17A)

En donde:

$[E_{medido}]_{dB\mu V}$ es el voltaje medido en el analizador de espectro, en $dB\mu V$.

$[\alpha_{cables}]_{dB}$ es la atenuación en los cables usados en el arreglo de medición, en dB.

$[\alpha_{atenuadores}]_{dB}$ es la atenuación del atenuador o atenuadores, en dB.

$[Factor\ de\ antena]_{dB/m}$ es el factor de antena de la antena receptora calibrada que se conecta al analizador de espectro, en dB/m.

$[L]_{dB}$ Pérdidas por desacoplamiento de impedancia y otras pérdidas, en dB, para su determinación véase la Ecuación 14.

$[G_{pre\ amp}]_{dB}$ es la Ganancia del pre-amplificador, en dB.

$[\varepsilon]_{dB}$ es el error del analizador de espectro, obtenido en su calibración y cuyo conocimiento y aplicación garantiza la trazabilidad de la medición a los patrones nacionales.

PIRE es la Potencia isotrópica radiada equivalente en dBm

5.8.3. Procedimientos para mediciones de Emisiones fuera de banda por debajo de 1000 MHz.

El procedimiento para mediciones de Emisiones fuera de banda por debajo de 1000 MHz es el siguiente:

- a) Siga los procedimientos de 5.8.2.1, 5.8.2.2 y 5.8.2.3;
- b) Para cada banda de frecuencia que se indica en la primera columna del Cuadro 6, deben medirse las Emisiones fuera de banda, considerando que la frecuencia nominal de la portadora del Canal del EBP debe ajustarse a un valor lo más cercano posible a los bordes de las bandas de operación, tanto como el diseño del Producto lo permita;
- c) El cumplimiento debe determinarse utilizando el detector del Cuadro 7 del numeral 4.5 y el procedimiento siguiente:
 - i. Configurar el analizador de espectro con los valores siguientes:
 1. Intervalo de frecuencia: Frecuencia de inicio (start freq) = 30 MHz, Frecuencia de paro (stop freq) = 1000 MHz (puede subdividirse el intervalo completo de frecuencia de la tercera columna del Cuadro 6 para reducir el nivel de ruido de fondo en el analizador de espectro, véase nota del Cuadro 22 en el renglón del pre-amplificador),
 2. Detector = pico,
 3. RBW = 100 kHz,
 4. VBW > RBW,
 5. Sweep time = auto,
 6. Traza = retención máxima de imagen (max hold).
 - ii. Efectuar barridos en frecuencia para determinar las frecuencias con el máximo nivel de emisión, permita que continúen los barridos hasta que se estabilice la traza. Tenga en cuenta que, si la transmisión no es continua, el tiempo necesario para que la traza se estabilice aumentará en un factor de aproximadamente $1/D$, donde D es el ciclo de trabajo. Para un ciclo de trabajo del 50 %, el tiempo de medición aumentará en un factor de dos, en relación con el tiempo de medición para la transmisión continua.
 - iii. Tomar como criterio de selección a aquellos valores de emisión que están dentro del intervalo de 20 dB por debajo de los valores de intensidad de campo eléctrico del Cuadro 6, para maximizar e identificar el máximo nivel de emisión se varía tanto la dirección azimutal del EBP, así como la polarización de la antena de medición,

- iv. Una vez identificadas las frecuencias con el máximo nivel de emisión, se registra la frecuencia, nivel de emisión, la dirección azimutal del EBP y la polarización de la antena de medición (vertical y horizontal respecto del plano de tierra del sitio de prueba);
- v. El procedimiento del inciso "v" a "vii" requiere el uso de una integración de potencia en un ancho de banda de 1 MHz (puede utilizarse la función de medición "potencia del canal" en el analizador de espectro) para determinar el cumplimiento con el Cuadro 6 del numeral 4.5. Se reconfigura el analizador de espectro con los valores siguientes:

- 1. Detector = con el Cuadro 7,
- 2. RBW = 120 kHz con el detector Cuasi-pico o 100 kHz con detector RMS,
- 3. VBW $\geq 3 \times$ RBW
- 4. Span = 1.5 MHz,
- 5. Sweep time = automático,
- 6. Traza = retención máxima de imagen (max hold).

NOTA: Como alternativa al detector Cuasi-pico puede utilizarse el detector Pico con un RBW = 100 kHz.

- vi. Del registro de frecuencias con el máximo nivel de emisión del paso "iv" se realiza la medición final utilizando cada frecuencia del referido registro como la frecuencia central, en la cual se realiza una integración de potencia en un ancho de banda de 1 MHz, y en cada una de éstas se varían nuevamente tanto la dirección azimutal del EBP así como la polarización de la antena de medición con el propósito de maximizar los niveles de emisión del EBP pero ahora con el detector del Cuadro 7, en cada frecuencia identificada con el máximo valor de emisión se registra la frecuencia, nivel de emisión, la dirección azimutal del EBP y la polarización de la antena de medición (vertical y horizontal respecto del plano de tierra del sitio de prueba).
- vii. A los niveles de emisión determinados en "vi" se les suman las pérdidas y ganancias de la cadena de configuración de prueba, según lo previsto en la ecuación 14 de la configuración de emisiones radiadas o de acuerdo con lo que se indica en 5.8.2.4.
- viii. El valor resultante de "vii" no debe ser mayor a lo establecido en la segunda columna del Cuadro 6 para cumplir con la especificación del numeral 4.5.

ix. Imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas (Apéndice A).

5.9. Controles.

5.9.1. Control externo.

El no uso de controles externos para manipular parámetros del transmisor, se comprueba visualmente en el EBP, en el reporte de pruebas deben registrarse fotografías del Producto en el que se muestre que no existen controles externos en el Producto.

El resultado obtenido debe cumplir con lo establecido en el numeral 4.6.2.1.

5.9.2. Software de control.

Que el software de control disponible al usuario final no tenga la posibilidad de manipular parámetros del transmisor, tal como los que se establecen en el numeral 4.6.2.2, lo anterior se comprueba visualmente en el software de control del EBP, en el reporte de pruebas deben registrarse las capturas de pantalla de las configuraciones del software de control.

En lo que se refiere a comprobar que la información relativa a los ajustes internos o sobre la re-configuración al equipo esté disponible sólo a profesionales entrenados responsables del interesado, pero no al público en general, se comprueba mediante la revisión del compromiso por escrito del interesado ante el Organismo de Certificación para el efecto.

El resultado obtenido debe cumplir con lo establecido en el numeral 4.6.2.2.

5.10. Métodos de prueba para los requisitos del mecanismo de mitigación Control de potencia de transmisión (TPC).

5.10.1. Condiciones de prueba.

Los requisitos del numeral 4.6.3.1, relativos al Control de potencia de transmisión (TPC), solo se evalúan en condiciones normales de funcionamiento.

Los métodos prueba del presente numeral deben realizarse tanto en el Canal declarado más bajo para cada Ancho de banda de Canal nominal declarado dentro de esta banda, así como en el Canal declarado más alto para cada Ancho de banda de Canal nominal declarado dentro de esta banda.

a) Es necesario repetir las mediciones que se describen en el presente numeral para cubrir:

- i. Cada uno de los extremos del intervalo del TPC para dispositivos WAS/RLAN con TPC o el valor de la PIRE promedio máxima para equipos sin TPC, lo anterior para los conjuntos de EBP más antenas correspondientes que sean declaradas por el interesado de las pruebas;
 - ii. Cada uno de los modos de funcionamiento de transmisión declarados por el por el interesado de las pruebas.
- b) Lo anterior de acuerdo con los modos de funcionamiento siguientes:
- i. Modo de funcionamiento 1 (una sola antena): El equipo utiliza solo una antena cuando opera en este modo. Los siguientes tipos de equipos y/o modos de funcionamiento son representativos:
 - 1. Equipo con una sola antena,
 - 2. Equipo con dos antenas de cualquier tipo, pero que en cualquier momento en tiempo solo se utiliza una antena a la vez, y
 - 3. Sistema de antenas inteligentes con dos o más antenas, pero que operan en un modo en el cual solo se utiliza una antena a la vez.
 - ii. Modo de funcionamiento 2 (múltiples antenas, sin formación de diagrama de radiación): El equipo que puede operar en este modo contiene un Sistema de antenas inteligentes que utiliza dos o más cadenas de transmisión de manera simultánea, pero que no tiene activada la funcionalidad de formación de diagrama de radiación.
 - iii. Modo de funcionamiento 3 (múltiples antenas, con formación de diagrama de radiación): El equipo que puede operar en este modo contiene un Sistema de antenas inteligentes que utiliza dos o más cadenas de transmisión de manera simultánea, con la funcionalidad de formación de diagrama de radiación activada. Al realizar las mediciones del presente numeral, además de la ganancia "G" del conjunto de antenas, también debe tomarse en cuenta la ganancia de formación de diagrama de radiación "Y".
- La información declarada por el interesado de las pruebas debe incluirse en el reporte de pruebas.
- c) Las consideraciones del ciclo de trabajo siguientes deben aplicarse a los métodos de prueba del presente numeral:
- i. Si es posible, configure o modifique la operación del EBP para que transmita continuamente.
 - ii. La intención es probar al 100% del ciclo de trabajo; sin embargo, se permite una pequeña reducción en el ciclo de trabajo (a no menos del 98 %), si el EBP lo requiere

para fines de control de amplitud. Se espera que los interesados de las pruebas proporcionen software de control del EBP al laboratorio de pruebas para permitir tal operación continua.

- iii. Si no se puede lograr la transmisión continua (o al menos el 98 % del ciclo de trabajo) debido a limitaciones de hardware, tal como el sobrecalentamiento, el EBP debe operarse con la duración de la transmisión lo más larga posible, y el ciclo de trabajo lo más alto posible.

5.10.2. Método de prueba.

5.10.2.1. PIRE con la potencia más alta del intervalo TPC, P_H .

El EBP se configurará para funcionar con el nivel más alto (potencia de salida del transmisor) del intervalo de TPC.

Se aplican los pasos a) a j) del método de prueba para determinar la PIRE del numeral 5.5.1, modificando los pasos d) y e) del numeral 5.5.1 con lo que se indica en el párrafo anterior y con lo aplicable del numeral 5.10.1, el resultado obtenido debe cumplir con lo establecido en el segundo párrafo del numeral 4.6.3.1; se repiten las mediciones de conformidad con numeral 5.10.1.

5.10.2.2. PIRE con la potencia más baja del intervalo TPC, P_L .

El EBP se configurará para funcionar con el nivel más bajo (potencia de salida del transmisor) del intervalo de TPC.

Se aplican los pasos a) a j) del método de prueba para determinar la PIRE del numeral 5.5.1, modificando los pasos d) y e) del numeral 5.5.1 con lo que se indica en el párrafo anterior y con lo aplicable del numeral 5.10.1, el resultado obtenido debe cumplir con lo establecido en el segundo párrafo del numeral 4.6.3.1; se repiten las mediciones de conformidad con numeral 5.10.1.

5.10.2.3. PIRE para dispositivos sin TPC.

Se comprueba documental y ocularmente mediante la comparación del resultado obtenido para determinar el cumplimiento de numeral 4.2, con el valor resultante de reducir en 3 dB la PIRE del Cuadro 3.

El resultado obtenido debe cumplir con lo establecido en el primer párrafo del numeral 4.6.3.1.

5.11. Métodos de prueba para los requisitos del mecanismo de mitigación Selección dinámica de frecuencia (DFS).

5.11.1. Métodos de prueba para los requisitos de la Alternativa 1 (numerales 4.6.3.2.1) o Alternativa 3 (numerales 4.6.3.2.3) del mecanismo DFS.

5.11.1.1. Condiciones de prueba.

5.11.1.1.1. Generalidades.

Los requisitos del numeral 4.6.3.2.1 solo se evalúan en condiciones normales de funcionamiento.

Los métodos prueba del presente numeral deben realizarse en uno de los canales con el Ancho de banda del Canal más grande y en uno de los canales con el Ancho de banda del Canal más pequeño. Al probar dispositivos que admiten transmisiones simultáneas en canales adyacentes o no adyacentes, no es necesario realizar pruebas DFS en transmisiones simultáneas para los diferentes canales.

Algunas de las pruebas pueden facilitarse deshabilitando ciertas características operativas del EBP durante la duración de la prueba.

Cabe señalar que una vez que se enciende un EBP, éste no iniciará inmediatamente sus funciones operativas normales, ya que tendrá que terminar primero su ciclo de encendido (*T_{encendido}*). Como tal, el EBP, así como cualquier otro dispositivo utilizado en la configuración de prueba, puede estar equipado con una función que indicará su estado durante la prueba, tal como, modo de encendido, modo de operación normal, estado de verificación de canales, evento de detección de radar y similares.

El EBP debe configurarse para operar en su tiempo máximo de ocupación del Canal sin el uso de pausas entre transmisiones.

El generador de señales debe ser capaz de generar cualquiera de las señales de prueba de radar establecidas en los Cuadros 11 y 11A.

Debe utilizarse un analizador de espectro para medir el tiempo agregado de transmisión del EBP.

Los numerales 5.11.1.1.3.1 a 5.11.1.1.3.3 describen las diferentes configuraciones de prueba que deben utilizarse durante las mediciones.

5.11.1.1.2. Selección de las señales de prueba de radar.

Las señales de prueba de radar que deben utilizarse durante las pruebas DFS se establecen en el numeral 4.6.3.2.1.2 en conjunto con los Cuadros 11 y 11A.

Para cada una de las señales de prueba de radar variables del Cuadro 11, debe elegirse una combinación arbitraria de ancho de Pulso, frecuencia de repetición de Pulsos y, si procede, el número de diferentes valores de PRF, de entre los intervalos que se establecen en el Cuadro 11 y deben registrarse en el reporte de pruebas.

Las señales de prueba de radar del Cuadro 11 simulan sistemas de radar reales. Éstas toman en cuenta el efecto combinado de la velocidad de rotación de la antena, el ancho del haz de la antena y la frecuencia de repetición del Pulso para un tipo particular de radar. Los valores para Pulsos por

ráfaga (PPB) representan el número de Pulsos para una PRF dada, que identifica el dispositivo RLAN en cada escaneo de señales de radar.

$$PPB = [\text{ancho de haz de antena}]_{\text{grados}} \times [PRF]_{\text{PPS}} / [\text{velocidad de barrido}]_{\text{grados}}$$

En el Cuadro 12 se indica para cada señal de prueba de radar la probabilidad de detección requerida (P_d). P_d representa un nivel mínimo de desempeño de detección en condiciones definidas. Por lo tanto, P_d no representa la probabilidad de detección general para ningún radar en particular en condiciones de la vida real.

Los anchos de Pulsos que se establecen en el Cuadro 11 y en el Cuadro 11A deben tener una precisión del $\pm 5\%$.

Las pruebas relacionadas con la comprobación de disponibilidad del Canal, la Supervisión en servicio, el cierre del Canal y el Período de no ocupación (véanse los numerales 5.11.1.2.1.2, 5.11.1.2.1.3, 5.11.1.2.1.4 y 5.11.1.2.1.5) deben realizarse con una señal de prueba de radar de una sola ráfaga.

5.11.1.1.3. Configuraciones de prueba.

5.11.1.1.3.1. Configuración A.

La configuración A es una configuración mediante la cual el EBP es un dispositivo que funciona en Modo maestro. Las señales de prueba de radar se inyectan en el EBP. Esta configuración también contiene un dispositivo que funciona en Modo esclavo que está asociado con el EBP.

La Figura 6 muestra un ejemplo para la configuración A. La configuración que se utilice durante las pruebas debe documentarse en el reporte de pruebas.

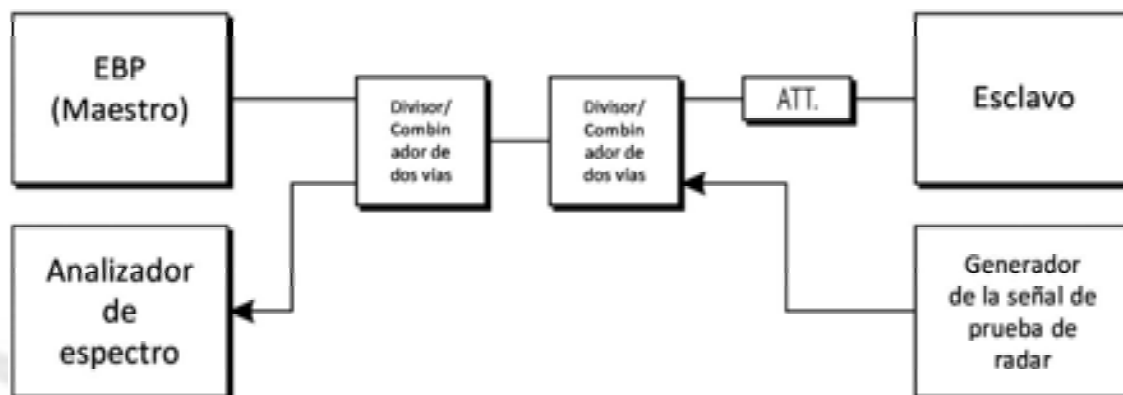


Figura 6. Configuración A.

5.11.1.1.3.2. Configuración de prueba B.

La configuración B es una configuración mediante la cual el EBP es un dispositivo que funciona en Modo esclavo, con o sin función de detección de interferencias de radar. Esta configuración también contiene un dispositivo que funciona en Modo maestro. Las señales de prueba de radar se inyectan en el Dispositivo maestro. El EBP (dispositivo esclavo) está asociado con el Dispositivo maestro.

La Figura 7 muestra un ejemplo para la configuración B. La configuración que se utilice durante las pruebas debe documentarse en el reporte de pruebas.

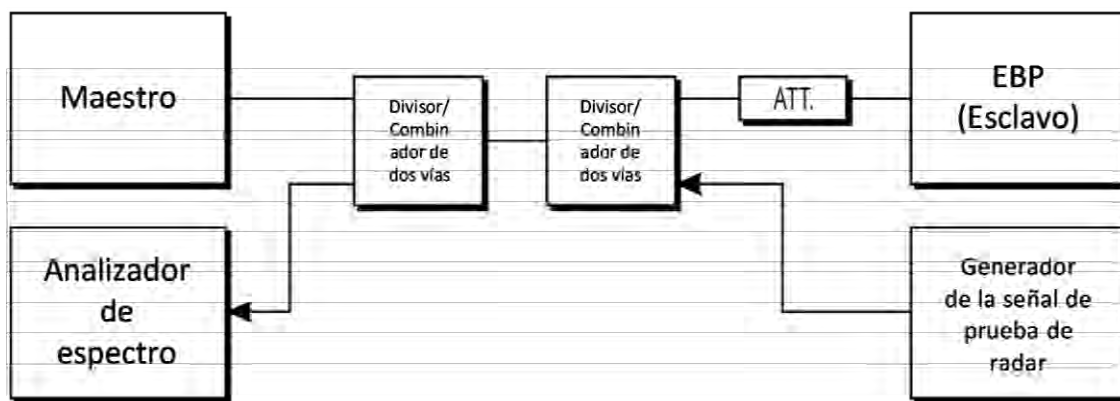


Figura 7. Configuración B.

5.11.1.1.3.3. Configuración de prueba C.

El EBP es un dispositivo que funciona en Modo esclavo con función de detección de interferencias de radar. Las señales de prueba de radar se inyectan en el dispositivo esclavo. Esta configuración también contiene un dispositivo que funciona en Modo maestro. El EBP (dispositivo esclavo) está asociado con el Dispositivo maestro.

La Figura 8 muestra un ejemplo para la configuración C. La configuración que se utilice durante las pruebas debe documentarse en el reporte de pruebas.

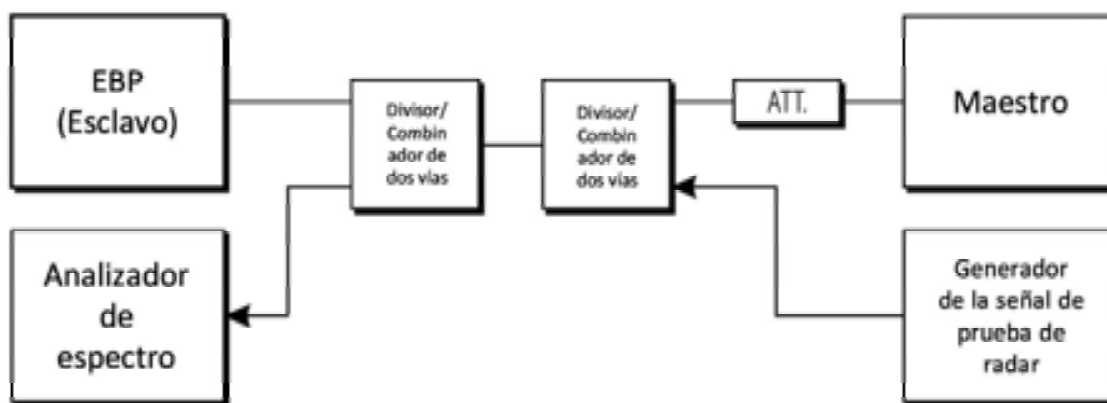


Figura 8. Configuración C.

5.11.1.2. Método de prueba.

5.11.1.2.1. Medición conducida.

5.11.1.2.1.1. Condiciones adicionales de prueba.

Para un EBP con conector o conectores de antena y que utilicen antenas externas dedicadas, o para un EBP con antenas integradas, pero con un conector o conectores de antena temporales proporcionados por el interesado de las pruebas, deben realizarse mediciones conducidas.

Al realizar pruebas DFS en sistemas con antenas inteligentes, debe utilizarse un divisor o combinador de potencia para combinar todas las cadenas de recepción (entradas de antena) en un único punto de prueba. Debe tomarse en cuenta la pérdida por inserción del divisor/combinador.

El EBP debe configurarse para operar con el ajuste de potencia de salida del transmisor al valor más alto.

Si el EBP tiene una función de detección de interferencias por señal de radar, la potencia de salida del generador de señales que produce las señales de prueba de radar, seleccionada mediante el numeral 5.11.1.1.2, debe proporcionar (a menos que se especifique lo contrario) una potencia de señal recibida en el conector de antena del EBP, que tenga un nivel igual al nivel umbral de detección de radar aplicable establecido en el Cuadro 10. El parámetro G [dBi] del Cuadro 10 corresponde a la ganancia del conjunto de antenas declarada por el interesado de las pruebas. Si puede instalarse más de un conjunto de antenas a este ajuste de potencia, debe utilizarse la ganancia del conjunto de antenas con la ganancia más baja.

La ganancia de formación de diagrama de radiación "Y" de los sistemas de antenas inteligentes, que operan en un modo en el que la formación de diagrama de radiación está activa, se ignora para probar el peor de los casos.

Las frecuencias centrales de las señales de prueba de radar que se utilizan en los métodos de prueba que se indican a continuación deben situarse dentro del 80 % del Ancho de banda ocupado del Canal que se está evaluando.

5.11.1.2.1.2. Comprobación de disponibilidad del Canal (CAC).

5.11.1.2.1.2.1. Condiciones adicionales de prueba.

Los siguientes numerales establecen el procedimiento para verificar la comprobación de disponibilidad del Canal y el tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal ($T_{\text{disponibilidad_del_Canal}}$) en el Canal seleccionado (Ch_r), asegurando que el EBP es capaz de detectar Pulsos de radar al principio y al final del tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal. Esto se ilustra en la Figura 9. No debe haber transmisiones por parte del EBP en el Canal seleccionado (Ch_r) durante este tiempo.

Debe identificarse un Canal de prueba de acuerdo con lo que establece el segundo párrafo del numeral 5.11.1.1.1. Este Canal se designa como Ch_r . Para el propósito de la prueba, el EBP debe configurarse para garantizar que la comprobación de disponibilidad del Canal se realiza en el Canal seleccionado (Ch_r).

5.11.1.2.1.2.2. Pruebas con una ráfaga de radar al comienzo del tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal.

Los pasos siguientes definen el procedimiento para verificar la capacidad de detección de señal de radar en el Canal seleccionado (Ch_r), cuando se produce una ráfaga de radar al comienzo del tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal:

1. El generador de señal, el EBP y el analizador de espectro se conectan de acuerdo con la configuración A como se describe en el numeral 5.11.1.1.3.1. El interruptor de encendido del EBP se coloca en apagado. El analizador de espectro se configura con la frecuencia del Canal seleccionado, en modo de intervalo de frecuencias en cero (cero span), se ajusta el tiempo necesario para observar el tiempo de la figura 9, así mismo debe ajustarse el nivel de disparo para que inicie la medición cuando el EBP se enciende en T_0 .
2. El EBP se enciende en T_0 . T_1 denota el instante en que el EBP ha completado su secuencia de encendido ($T_{\text{encendido}}$) y está listo para iniciar la detección del radar. Se espera que la comprobación de disponibilidad de Canal comience en el Canal seleccionado (Ch_r) en el instante T_1 y se espera que finalice no antes de $T_1 + T_{\text{disponibilidad_del_Canal}}$ a menos que la señal de prueba de radar se detecte antes.

Puede ser necesaria una verificación adicional para definir T_1 en caso de que éste no se conozca exactamente o sea indicado por el EBP.

3. Se genera una señal de prueba de radar de una sola ráfaga en el Canal seleccionado (Ch_r), utilizando la señal de prueba de radar de referencia que se establece en el Cuadro 11A, en un nivel de hasta 10 dB por encima del nivel que se establece en el numeral 5.11.1.2.1.1. Esta señal de prueba de radar de una sola ráfaga debe comenzar en un plazo de 2 s a partir del tiempo T_1 .
4. Debe registrarse si la señal de prueba del radar se detectó en el analizador de espectro.
5. Debe registrarse la traza de tiempo o una descripción de los tiempos observados y el comportamiento del EBP.

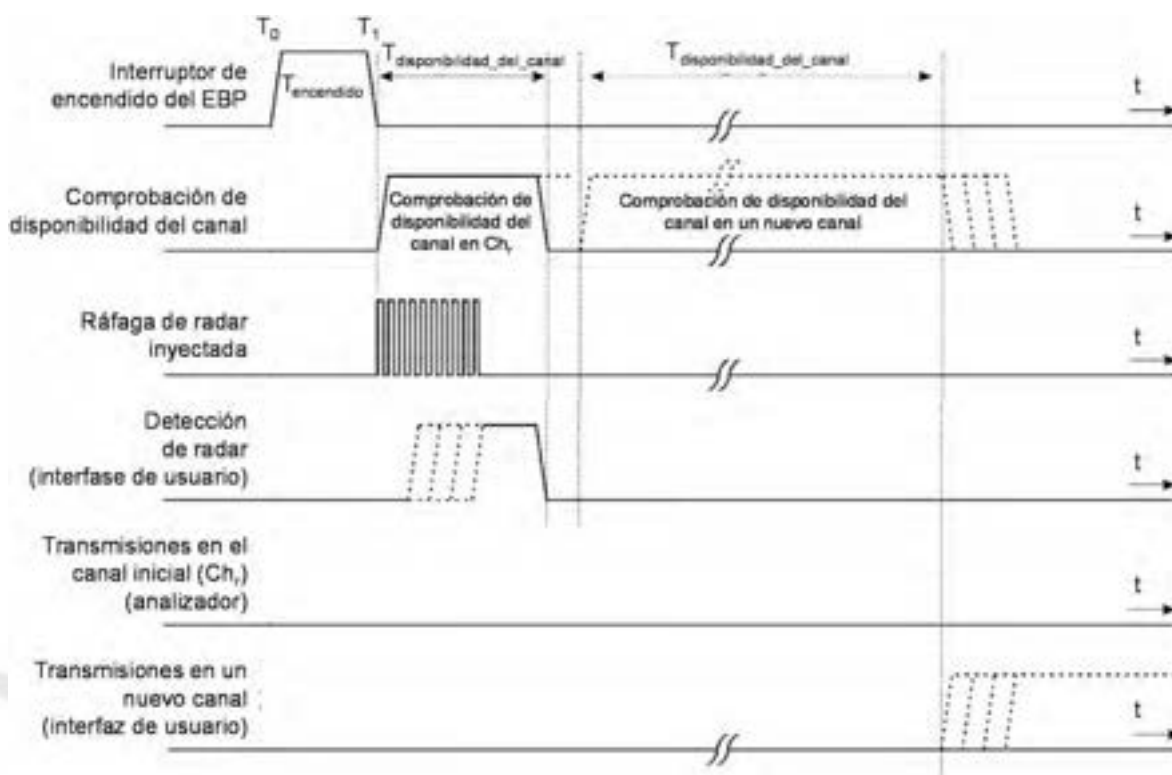


Figura 9. Ejemplo de la traza de tiempo para las pruebas de radar al comienzo del tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal.

5.11.1.2.1.2.3. Pruebas con una ráfaga de radar hacia el final del tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal.

Los pasos siguientes definen el procedimiento para verificar la capacidad de detección de radar en el Canal seleccionado (Ch_r) cuando se produce una ráfaga de radar hacia el final del tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal. Esto se ilustra en la Figura 10.

NOTA: El tiempo de comprobación de disponibilidad de Canal aplicable se establece en el Cuadro 9.

1. El generador de señal y el EBP se conectan de acuerdo con la configuración A que se describe en el numeral 5.11.1.1.3.1. El interruptor de encendido del EBP se coloca en apagado.
2. El EBP se enciende en T_0 . T_1 denota el instante en que el EBP ha completado su secuencia de encendido ($T_{\text{encendido}}$) y está listo para iniciar la detección de radar. Se espera que la comprobación de disponibilidad de Canal comience en el Canal seleccionado (Ch_r) en el instante T_1 y se espera que finalice no antes de $T_1 + T_{\text{disponibilidad_del_Canal}}$ a menos que la señal de prueba de radar se detecte antes.

Puede ser necesaria una verificación adicional para definir T_1 en caso de que éste no se conozca exactamente o sea indicado por el EBP.

3. Se genera una señal de prueba de radar de una sola ráfaga en el Canal seleccionado (Ch_r), utilizando la señal de prueba de radar de referencia que se establece en el Cuadro 11A, en un nivel de hasta 10 dB por encima del nivel que se establece en el numeral 5.11.1.2.1.1. Esta señal de prueba de radar de una sola ráfaga debe comenzar hacia el final del tiempo mínimo requerido de comprobación de la disponibilidad del Canal, pero no antes del tiempo que resulta de $T_1 + T_{\text{disponibilidad_del_Canal}} - 2 \text{ s}$.
4. Debe registrarse si la señal de prueba del radar se detectó.
5. Debe registrarse la traza de tiempo o una descripción de los tiempos observados y el comportamiento del EBP.

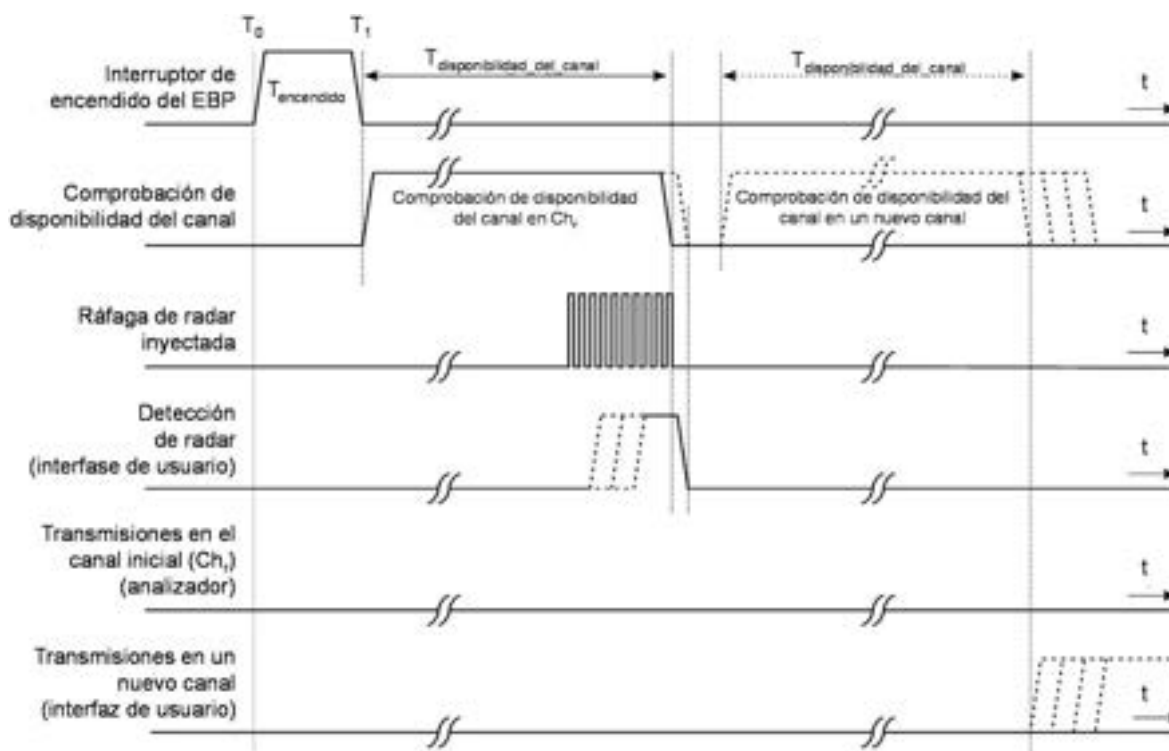


Figura 10. Ejemplo de la traza de tiempo para las pruebas de radar hacia el final del tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal.

5.11.1.2.1.3. Nivel del umbral de detección de señal de radar (durante la comprobación de disponibilidad del Canal).

Los pasos que se describen a continuación definen el procedimiento para verificar el nivel del umbral de detección de la señal de radar durante el tiempo de comprobación de disponibilidad de Canal para canales situados en la banda 5470 MHz – 5600 MHz y/o 5650 MHz – 5725 MHz. Esto se ilustra en la Figura 11.

1. El generador de señal y el EBP se conectan de acuerdo con la configuración A que se describe en el numeral 5.11.1.3.1. El interruptor de encendido del EBP se coloca en apagado.
2. El EBP se enciende en T_0 . T_1 denota el instante en que el EBP ha completado su secuencia de encendido ($T_{encendido}$) y está listo para iniciar la detección de la señal de radar. Se espera que la comprobación de disponibilidad de Canal comience en el Canal seleccionado (Ch_1)

en el instante T_1 y se espera que finalice no antes de $T_1 + T_{\text{disponibilidad_del_Canal}}$ a menos que la señal de prueba de radar se detecte antes.

Puede ser necesaria una verificación adicional para definir T_1 en caso de que éste no se conozca exactamente o sea indicado por el EBP.

3. Se genera una señal de prueba de radar de una sola ráfaga en el Canal seleccionado (Ch_r), utilizando cualquiera de las señales de prueba de radar que se establecen en el Cuadro 11, en un nivel que se establece en el numeral 5.11.1.2.1.1. Esta señal de prueba de radar de una sola ráfaga puede comenzar en cualquier momento dentro del tiempo de verificación de disponibilidad de Canal aplicable.

Con el fin de reducir el tiempo de prueba, se recomienda que la señal de prueba de radar de una sola ráfaga comience aproximadamente 10 s después de T_1 .

4. Debe registrarse si la señal de prueba del radar se detectó.
5. Los pasos 3 y 4 deben repetirse 20 veces y cada vez debe generarse una señal de prueba de radar única a partir de las opciones del Cuadro 11. Cuando se seleccionan estas 20 señales únicas de prueba de radar, deben incluirse las señales de prueba de radar de 1 a 6 del Cuadro 11, así como las variaciones de ancho de Pulso, frecuencia de repetición de Pulsos y número de diferentes valores de PRF (si procede) dentro de los intervalos establecidos en el referido cuadro. Las señales de prueba de radar que se utilicen deben registrarse en el reporte de prueba. La señal de prueba de radar debe detectarse al menos 12 veces de las 20 pruebas para cumplir la probabilidad de detección que se especifica para estas bandas de frecuencias en el Cuadro 12.
6. Se genera una señal de prueba de radar de una sola ráfaga en el Canal seleccionado (Ch_r), utilizando cualquiera de las señales de prueba de radar que se establecen en el Cuadro 11 (excepto las señales 3 y 4), en un nivel de 10 dB por encima del nivel que se establece en el numeral 5.11.1.2.1.1. Esta señal de prueba de radar de una sola ráfaga puede comenzar en cualquier momento dentro del tiempo de verificación de disponibilidad del Canal aplicable. Con el fin de reducir el tiempo de prueba, se recomienda que la señal de prueba de radar de una sola ráfaga comience aproximadamente 10 s después de T_1 .
7. El paso 6 debe repetirse 20 veces y en cada repetición debe generarse una señal de prueba de radar diferente a partir de las opciones del Cuadro 11 (excepto las señales 3 y 4). Las señales de prueba de radar que se utilicen deben registrarse en el reporte de prueba. La señal de prueba de radar debe detectarse en cada una de las pruebas y esto debe registrarse.

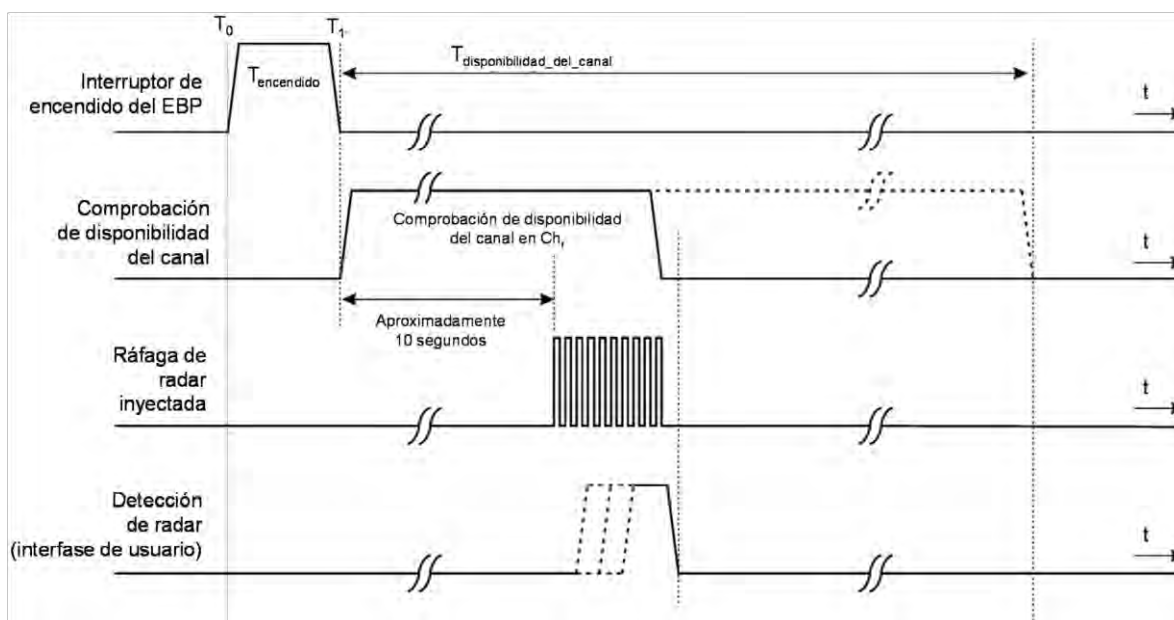


Figura 11. Ejemplo de la traza de tiempo para las pruebas de radar durante la comprobación de disponibilidad del Canal.

5.11.1.2.1.4. Supervisión en servicio.

Los pasos siguientes establecen el procedimiento para verificar la Supervisión en servicio y el nivel de umbral de detección de radar durante la Supervisión en servicio.

El Canal en el cual se va a realizar la prueba de Supervisión en servicio debe seleccionarse de acuerdo con lo que establece el segundo párrafo del numeral 5.11.1.1.1. Este Canal, que se designa como Ch_r , es un Canal operativo.

1. Cuando el EBP es un Dispositivo maestro, debe utilizarse un dispositivo esclavo que se asocie con el EBP. El generador de señal y el EBP se conectan de acuerdo con la configuración A que se describe en el numeral 5.11.1.1.3.1.

Cuando el EBP es un dispositivo esclavo con una función de detección de interferencias de radar, el EBP debe asociarse con un Dispositivo maestro. El generador de señal y el EBP se conectan de acuerdo con la configuración C que se describe en el numeral 5.11.1.1.3.3.

2. El EBP debe transmitir una secuencia de transmisión de prueba en el Canal seleccionado (Ch_r) que es el Canal operativo; la secuencia debe consistir en transmisiones de paquetes que en su conjunto superen el coeficiente mínimo de actividad del transmisor del 30 %

medido durante un intervalo de 100 ms. Mientras que la prueba se realiza en el Canal seleccionado (Ch_r), el equipo puede tener transmisiones simultáneas en otros canales operativos adyacentes o no adyacentes.

3. En un momento determinado T_0 , se genera una señal de prueba de radar de una sola ráfaga en el Canal seleccionado (Ch_r) utilizando la señal de prueba de radar 1 establecida en el Cuadro 11, en un nivel que se establece en el numeral 5.11.1.2.1.1. T_1 denota el final de la ráfaga del radar.
4. Debe registrarse si la señal de prueba del radar se detectó.
5. Los pasos 2 a 4 deben repetirse 20 veces, en cada repetición debe elegirse un valor aleatorio para el ancho del Pulso y la frecuencia de repetición del Pulso considerando los intervalos correspondientes que se establecen en el Cuadro 11. Para la señal de prueba de radar 5 y la señal de prueba de radar 6 que se establecen en el Cuadro 11, el número de diferentes valores de PRF debe variar entre 2 ó 3. La señal de prueba de radar debe detectarse al menos 12 veces de las 20 pruebas para cumplir la probabilidad de detección que se establece en el Cuadro 11A.
6. Los pasos 2 a 5 deben repetirse para cada una de las señales de prueba de radar que se establecen en el Cuadro 11 y tal como se describe en el numeral 5.11.1.1.2.

La Figura 12 proporciona un ejemplo de la traza de tiempo de un EBP cuando se detectan señales de radar durante la Supervisión en servicio.

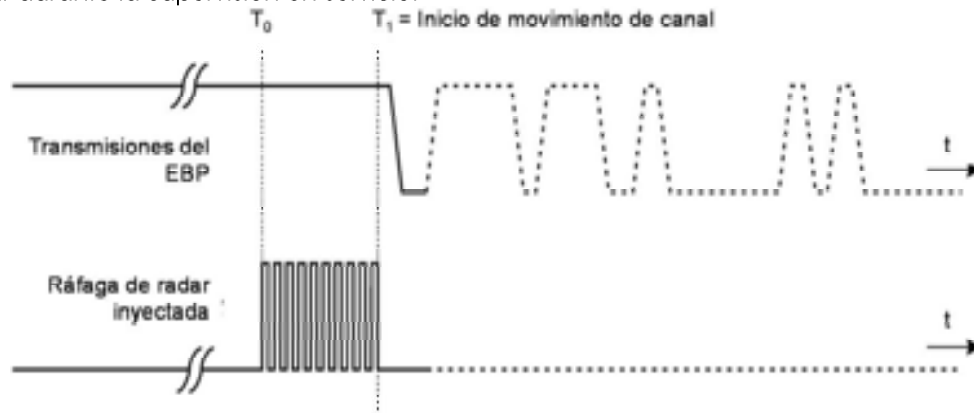


Figura 12. Ejemplo de traza de tiempo para las pruebas de radar durante la Supervisión en servicio.

5.11.1.2.1.5. Cierre del Canal y Período de no ocupación.

Los pasos siguientes establecen el procedimiento para verificar el proceso de cierre del Canal y para determinar el Tiempo de cierre de transmisión del canal, el Tiempo de movimiento del canal y el Período de no ocupación. Esto se ilustra en la Figura 13.

El Canal en el cual se va a realizar la prueba debe seleccionarse de acuerdo con lo que establece el segundo párrafo del numeral 5.11.1.1.1. Este Canal, que se designa como Ch_r , es un Canal operativo.

1. Cuando el EBP es un Dispositivo maestro, debe utilizarse un dispositivo esclavo que se asocie con el EBP. El generador de señal y el EBP se conectan de acuerdo con la configuración A que se describe en el numeral 5.11.1.1.3.1.

Cuando el EBP es un dispositivo esclavo (con o sin una función de detección de interferencias de radar), el EBP debe asociarse con un Dispositivo maestro. El generador de señal y el EBP se conectan de acuerdo con la configuración B que se describe en el numeral 5.11.1.1.3.2.

En ambos casos, se asume que el mecanismo de selección de canales para dispersión uniforme se encuentra desactivado en el Dispositivo maestro.

2. El EBP debe transmitir una secuencia de transmisión de prueba en el Canal seleccionado (Ch_r) que es el Canal operativo; la secuencia debe consistir en transmisiones de paquetes que en su conjunto superen el coeficiente mínimo de actividad del transmisor del 30 % medido durante un intervalo de 100 ms. Mientras que la prueba se realiza en el Canal seleccionado (Ch_r), el equipo puede tener transmisiones simultáneas en otros canales operativos adyacentes o no adyacentes.
3. En un momento determinado T_0 , se genera una señal de prueba de radar de una sola ráfaga en el Canal seleccionado (Ch_r) utilizando la señal de prueba de radar de referencia establecida en el Cuadro 11A, y en un nivel de 10 dB por encima del nivel que se establece en el numeral 5.11.1.2.1.1. T_1 denota el final de la ráfaga del radar.
4. Las transmisiones del EBP después del instante T_1 en el Canal seleccionado (Ch_r) deben observarse durante un período mayor o igual que el Tiempo de movimiento del canal establecido en el Cuadro 9. La duración agregada (Tiempo de cierre de transmisión del canal) de todas las transmisiones del EBP en el Canal seleccionado (Ch_r) durante el Tiempo de movimiento del canal debe compararse con el valor establecido en el Cuadro 9. Para los dispositivos capaces de tener transmisiones simultáneas en múltiples canales operativos (adyacentes o no adyacentes), el dispositivo puede continuar las transmisiones en otros canales operativos (diferentes del Canal seleccionado (Ch_r)).

La duración total de todas las transmisiones del EBP no incluye los períodos de silencio entre las transmisiones del EBP.

5. T_2 denota el instante en que el EBP ha cesado todas las transmisiones en el Canal seleccionado (Ch_r). Debe medirse la diferencia de tiempo entre T_1 y T_2 . Este valor (que corresponde con el Tiempo de movimiento del canal) debe registrarse y compararse con el valor establecido en el Cuadro 9.
6. Posterior al instante T_2 , el Canal seleccionado (Ch_r) debe observarse durante un período igual al Período de no ocupación ($T_3 - T_2$) para verificar que el EBP no reanuda ninguna transmisión en este Canal.
7. Cuando el EBP sea un dispositivo esclavo con una función de detección de interferencias de radar, los pasos 2 a 6 deben repetirse con el generador conectado al EBP utilizando la configuración C que se describe en el numeral 5.11.1.1.3.3. Véase también la nota 2 del Cuadro 10.

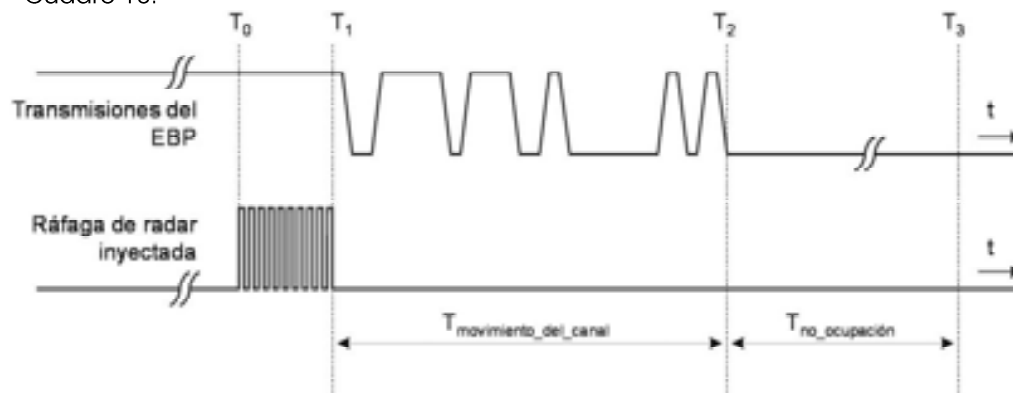


Figura 13. Tiempo de cierre del Canal de transmisión, Tiempo de movimiento del canal y Período de no ocupación.

5.11.1.2.2. Medición radiada.

Deben llevarse a cabo mediciones radiadas, para los casos en que el EBP tenga antenas integradas y no cuente con un conector o conectores de antena dedicados o temporales (proporcionados por el interesado de la prueba).

NOTA: El Dispositivo maestro o esclavo puede tener antenas integradas o antenas dedicadas. Las antenas dedicadas, denominadas también antenas externas dedicadas, son antenas que son físicamente externas al equipo y se evalúan en combinación con el equipo en relación con los requisitos de la presente DT. Se entiende por conjunto de antena a que se refiere la presente DT a la combinación de la antena (integrada o dedicada), su cable coaxial y, en su caso, su conector de antena y los componentes de conmutación asociados. La ganancia de un conjunto de antena G en dBi, no incluye la ganancia adicional que puede resultar de la formación de diagrama de radiación. Los sistemas de antenas inteligentes pueden utilizar técnicas de formación de diagrama de radiación que pueden dar lugar a una ganancia adicional de antena. Esta ganancia de

formación de diagrama de radiación "Y" se especifica en dB. La ganancia de formación de diagrama de radiación no incluye la ganancia del conjunto de antena G.

Si el EBP tiene una función de detección de interferencias de radar, la potencia de salida del generador de señales debe proporcionar (a menos que se especifique lo contrario) una potencia de señal en la antena del EBP con un nivel igual al nivel umbral de detección de radar que se establece en el Cuadro 10.

Cuando se realicen pruebas radiadas de Selección dinámica de frecuencia (DFS) en un EBP con una antena direccional (incluidos los sistemas de antenas inteligentes y los sistemas capaces de formar haces), el enlace de comunicaciones requerido (entre el EBP y el dispositivo asociado) y las señales de prueba de radar deben alinearse con la dirección correspondiente a la ganancia máxima de la antena del EBP.

Debe utilizarse la configuración de prueba que se establece en el apéndice B y los procedimientos de medición aplicables que se establecen en el numeral 5.11.2 de la presente DT, para probar las diferentes características del mecanismo DFS del EBP, así mismo deben seguirse los procedimientos de prueba que se establecen en el numeral 5.11.1.2.1 para cada parámetro del mecanismo DFS.

5.11.2. Procedimientos de prueba para los requisitos de la Alternativa 2 o 3 del mecanismo DFS.

5.11.2.1.1. Generalidades.

5.11.2.1.1.1. Protocolo de prueba.

Para un Dispositivo maestro, los requisitos DFS establecidos en el numeral 5.11.2.1.1.8 deben verificarse utilizando los tipos de radar de Pulso corto que se establecen en el Cuadro 17. Además, los requisitos de Tiempo de movimiento del canal y Tiempo de cierre de transmisión del canal establecidos en el numeral 5.11.2.1.1.8 deben verificarse utilizando el radar de Pulso corto tipo 0 establecido en el Cuadro 17. La comprobación del rendimiento estadístico establecido en el numeral 5.11.2.1.1.8.4 debe verificarse utilizando preferentemente todos los tipos de radar (1-6), pero el de Pulso corto es obligatorio.

Para un Dispositivo cliente sin DFS, los requisitos de Tiempo de movimiento del canal y Tiempo de cierre de transmisión del canal establecidos en el numeral 5.11.2.1.1.8 debe verificarse con un tipo de radar de Pulso corto establecido en el Cuadro 17.

Para probar un Dispositivo cliente con Supervisión en servicio, deben probarse las dos configuraciones siguientes:

1. El Dispositivo cliente detecta la forma de onda del radar. Los requisitos de Tiempo de movimiento del canal y Tiempo de cierre de transmisión del canal establecidos en el numeral 5.11.2.1.1.8 deben verificarse utilizando los tipos de radar de Pulso corto establecidos en el Cuadro 17 y el tipo de radar de Pulso largo establecido en el Cuadro 18. La comprobación del rendimiento estadístico establecido en el numeral 5.11.2.1.1.8.4 debe verificarse utilizando todos los tipos de radar (1-6). Durante esta prueba, debe asegurarse de que el

Dispositivo cliente responde de forma independiente en función de la autodetección del Dispositivo cliente en lugar de responder a la detección del Dispositivo maestro. El nivel de señal de la forma de onda de radar recibida por el Dispositivo cliente debe establecerse de acuerdo con el Umbral de detección de DFS establecido por los requisitos técnicos DFS (Cuadro 15).

2. El Dispositivo maestro detecta la forma de onda del radar. Los requisitos de Tiempo de movimiento del canal y Tiempo de cierre de transmisión del canal establecidos en el numeral 5.11.2.1.1.8 deben verificarse utilizando el tipo de radar de Pulso corto establecido en el Cuadro 17. Durante esta prueba, debe asegurarse de que el Dispositivo cliente responde a la detección por parte del Dispositivo maestro en lugar de la autodetección por parte del Dispositivo cliente.

Para todas las pruebas de dispositivos cliente (con o sin Supervisión en servicio), el Dispositivo maestro al que está asociado el Dispositivo cliente debe cumplir los requisitos de conformidad DFS del numeral 5.11.2.1.1.8.

Algunas de las pruebas se pueden realizar más fácilmente si se proporciona un modo de prueba para un Dispositivo maestro (o Dispositivo cliente con Supervisión en servicio) que anula la selección de Canal para permitir que se establezca un Canal específico para el inicio (Comprobación de disponibilidad de canales). En este modo, es preferible que el Dispositivo maestro continúe el funcionamiento normal al iniciarse (es decir, realice la comprobación de disponibilidad del Canal en el Canal elegido y comience el funcionamiento normal si no se detecta ninguna forma de onda de radar, o responda normalmente si se detecta una forma de onda de radar durante la comprobación de disponibilidad del Canal o la Supervisión en servicio). en el Canal elegido). Sin embargo, este modo de operación no es necesario para completar correctamente las pruebas.

Otras pruebas se pueden realizar más fácilmente si se proporciona un modo de prueba para un Dispositivo maestro (o un Dispositivo cliente con Supervisión en servicio) que anula el mecanismo de movimiento del Canal y simplemente proporciona una pantalla de que se detectó una forma de onda de radar. En este modo, es preferible que el EBP continúe operando en el mismo Canal al detectar una forma de onda de radar. Sin embargo, este modo de operación no es necesario para completar correctamente las pruebas.

Una vez que se enciende un EBP, no inicia sus funciones operativas normales de inmediato, ya que tiene que terminar primero su ciclo de encendido ($T_{\text{encendido}}$). Como tal, el EBP, así como cualquier otro dispositivo utilizado en la configuración, puede estar equipado con una función que indica su estado durante la prueba, incluyendo, por ejemplo, el modo de encendido, el modo de operación normal, el estado de verificación de disponibilidad de Canal y los eventos de detección de radar.

La transmisión de prueba siempre debe ser desde el Dispositivo maestro al Dispositivo cliente.

5.11.2.1.1.2. Pruebas conducidas.

Los numerales siguientes contienen diagramas a bloques que se centran en la ruta de inyección de la forma de onda de radar para cada una de las diferentes configuraciones de prueba. Cada

configuración consta de un generador de señal (puede utilizarse un multiplicador de frecuencia y pre-amplificador siempre que las señales de tengan el nivel de potencia requerido), analizador (analizador de espectro o analizador de señal vectorial), Dispositivo maestro, Dispositivo cliente, además de combinador/divisor de potencia y atenuadores. El Dispositivo cliente está configurado para asociarse con el Dispositivo maestro. La designación del EBP (Dispositivo maestro o Dispositivo cliente) y el dispositivo en el que se inyecta la forma de onda de radar varía entre las diferentes configuraciones.

Pueden usarse otras configuraciones siempre que:

- (1) Las señales de radar y del EBP puedan discriminarse entre sí en el analizador:

Con las configuraciones que se muestran, los niveles de potencia típicos del EBP, y las ganancias mínimas típicas de antena, como resultado deben desplegarse en el analizador las siguientes amplitudes relativas de cada señal:

- i. el nivel de la forma de onda de radar es el más alto,
- ii. la señal del EBP es la siguiente más alta,
- iii. mientras que la señal del dispositivo que está asociado con el EBP es la más baja.

Para configuraciones particulares, es posible que sea necesario ajustar los valores del atenuador.

- (2) El nivel del umbral de detección de radar (DFS) en el EBP sea estable.

Las características de aislamiento entre los puertos 1 y 2 de un combinador/divisor de potencia son extremadamente sensibles a la impedancia que se presenta al puerto común, mientras que las características de pérdidas por inserción entre el puerto común y puerto 1 (por ejemplo) son relativamente insensibles a la impedancia presentada en el puerto 2 (en este ejemplo). Por lo tanto, el aislamiento entre los puertos 1 y 2 nunca debe ser parte de la ruta que establece el umbral de detección de radar (DFS). El atenuador de 10 dB después del generador de señal se especifica como precaución; dado que muchas de las formas de onda de prueba de radar requieren generadores de señal típicos que operen con su control automático de nivel en apagado, por otra parte, el acoplamiento del generador regularmente se degrada con las especificaciones del bucle cerrado.

5.11.2.1.1.2.1. Configuración conducida para el Maestro con inyección en el Maestro.

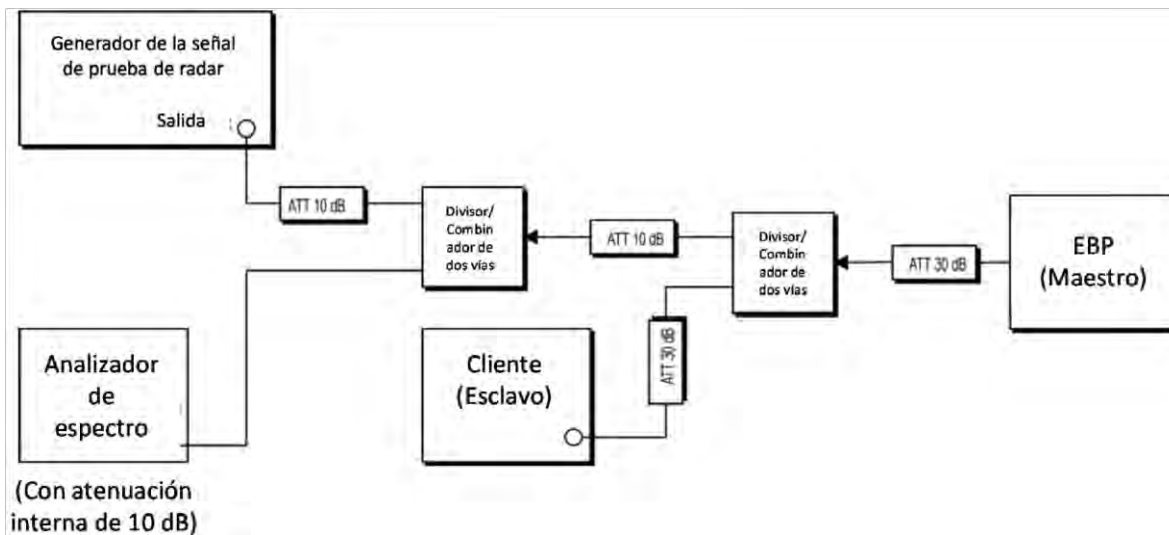


Figura 14. Ejemplo de configuración conducida donde el EBP es un maestro y las formas de onda de prueba de radar se inyectan en el maestro.

5.11.2.1.1.2.2. Configuración conducida para el Cliente con inyección en el Maestro.

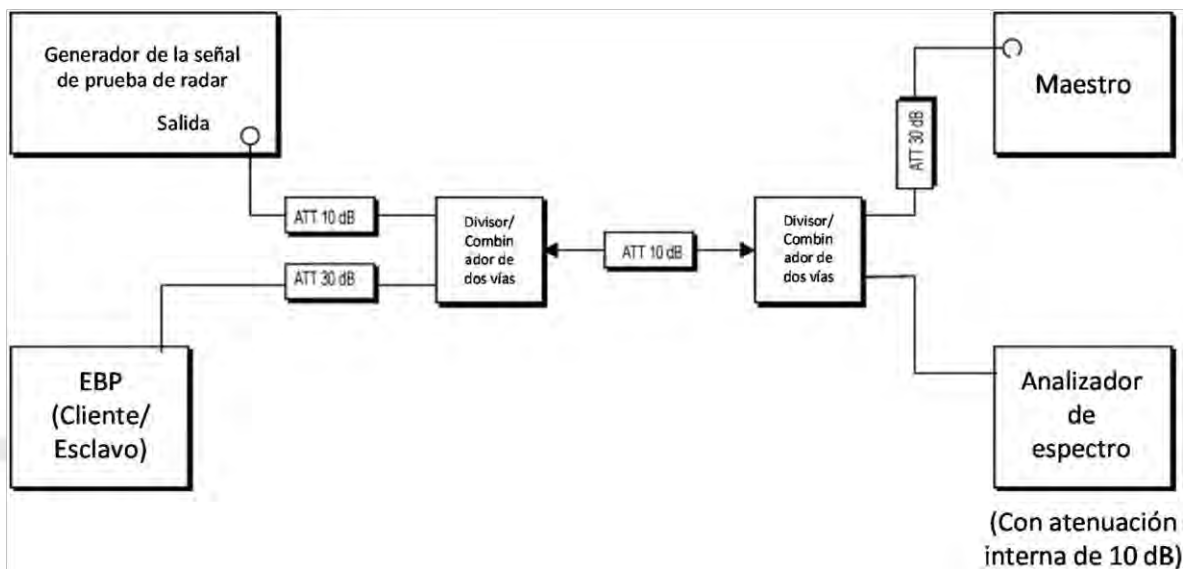


Figura 15. Ejemplo de configuración conducida donde el EBP es un Cliente y se inyectan formas de onda de prueba de radar en el Maestro.

5.11.2.1.1.2.3. Configuración conducida para el Cliente con inyección en el Cliente.

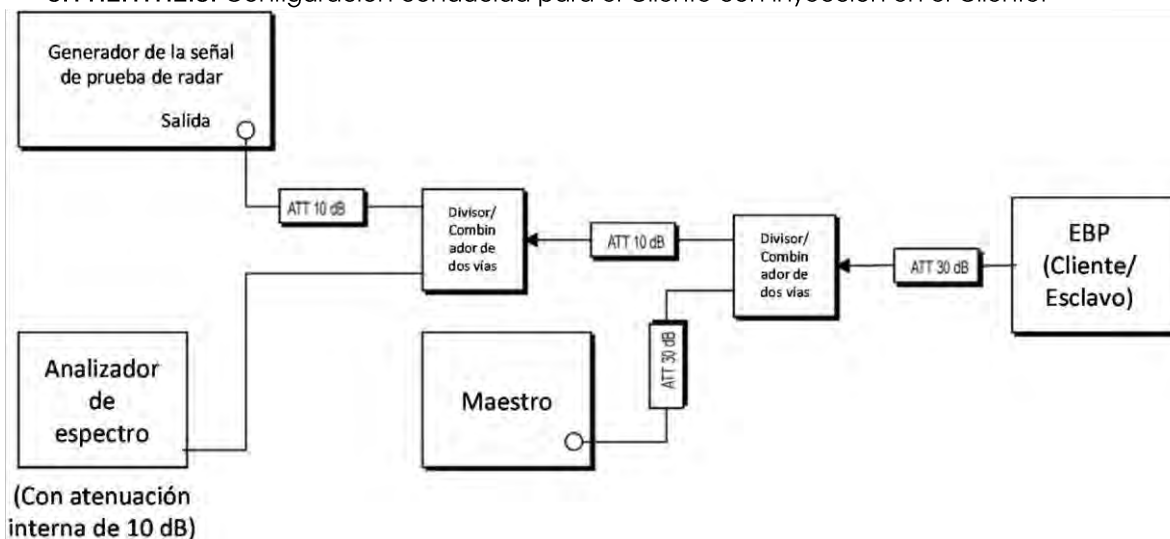


Figura 16. Ejemplo de configuración conducida donde el EBP es un Cliente y se inyectan formas de onda de prueba de radar en el Cliente.

5.11.2.1.1.3. Pruebas radiadas.

Los numerales siguientes contienen diagramas a bloques simplificados que ilustran la ruta de inyección de la forma de onda de radar para cada una de las diferentes configuraciones de prueba radiadas. La configuración básica es idéntica para todos los casos.

5.11.2.1.1.3.1. Configuración radiada para el Maestro con inyección en el Maestro.

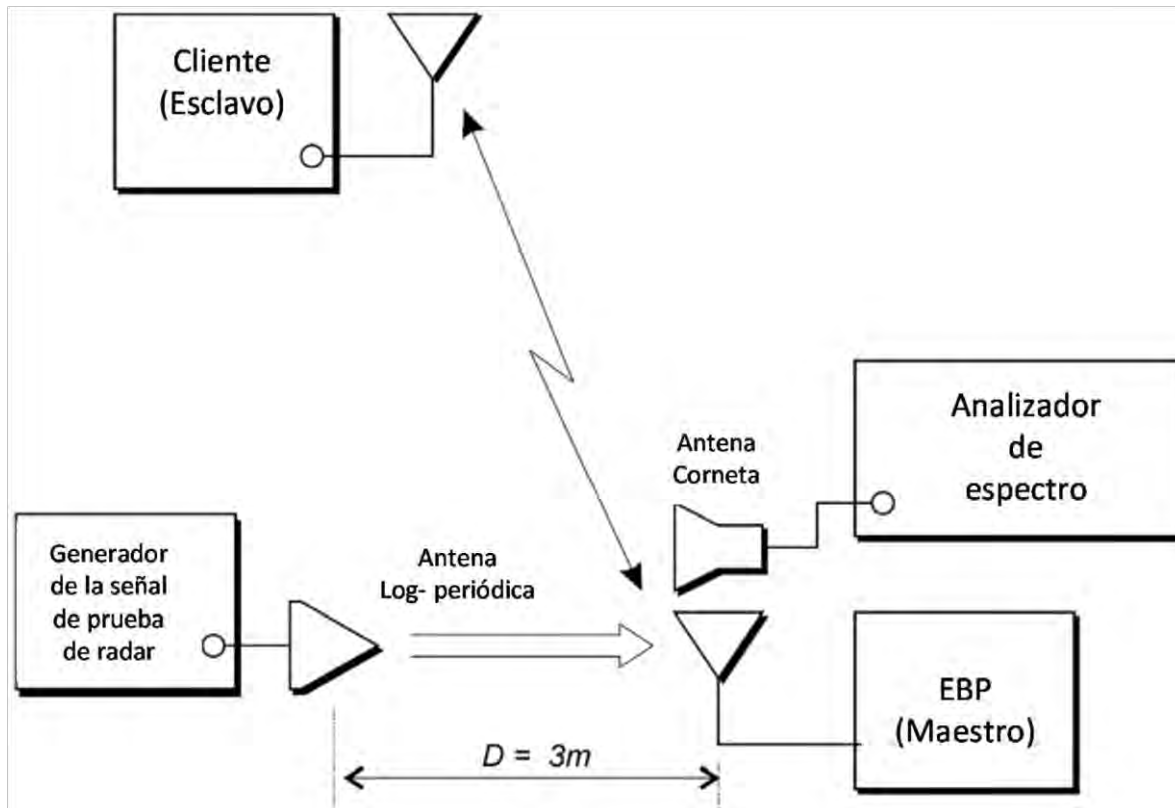


Figura 17. Ejemplo de configuración radiada donde el EBP es un Maestro y las formas de onda de prueba de radar se inyectan en el Maestro.

5.11.2.1.1.3.2. Configuración radiada para el Cliente con inyección en el Maestro.

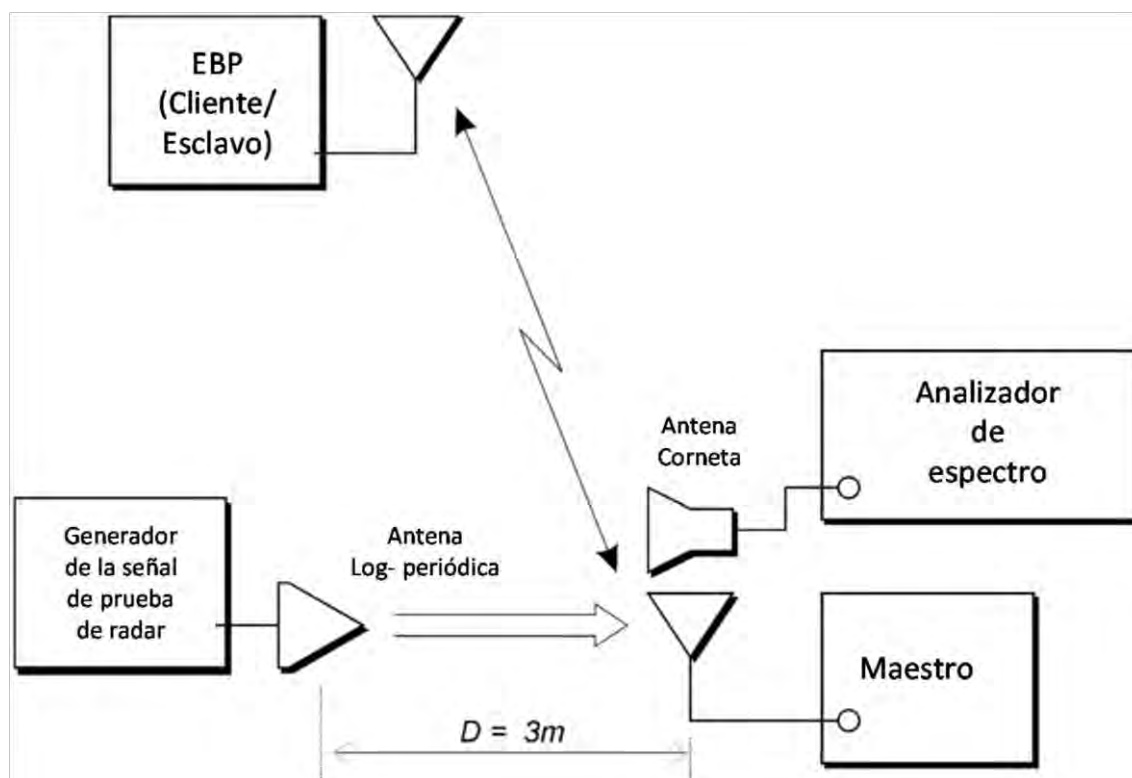


Figura 18. Ejemplo de configuración radiada donde el EBP es un Cliente y se inyectan formas de onda de prueba de radar en el Maestro.

5.11.2.1.1.3.3. Configuración radiada para el Cliente con inyección en el Cliente.

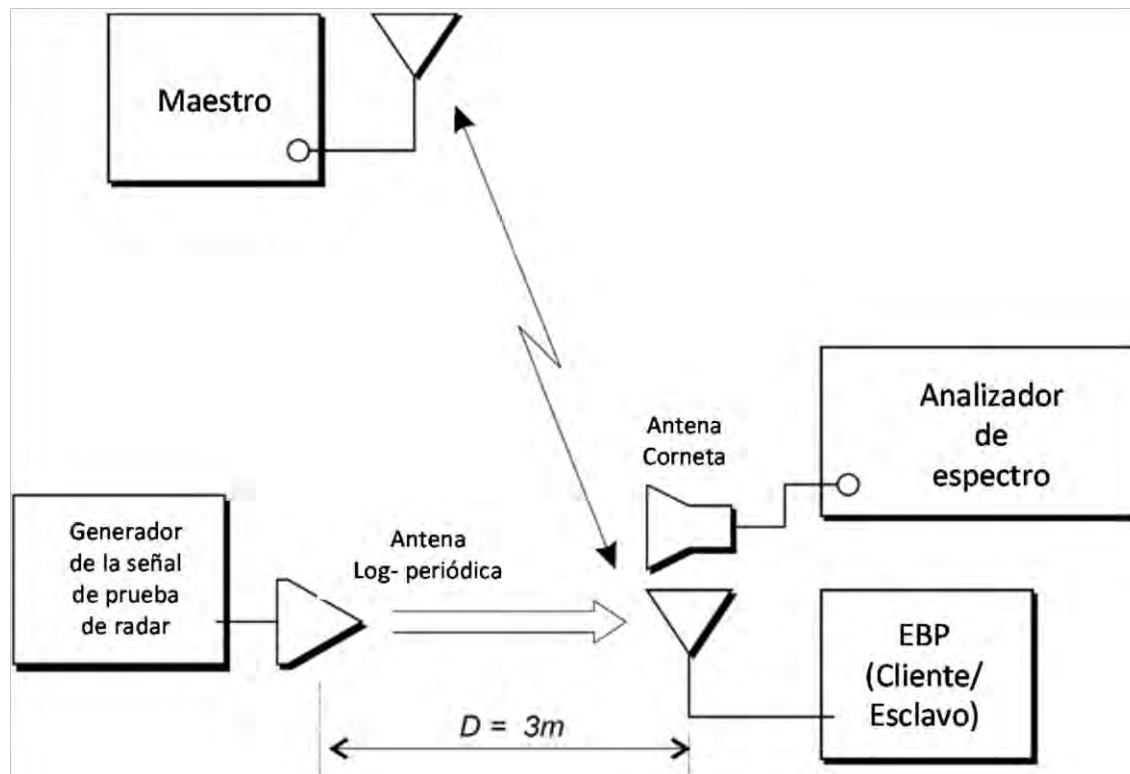


Figura 19. Ejemplo de configuración radiada donde el EBP es un Cliente y se inyectan formas de onda de prueba de radar en el Cliente.

5.11.2.1.1.4. Generación de las señales de prueba.

Un sistema de prueba completo consta de dos subsistemas:

- (1) el subsistema generador de forma de onda de radar y
- (2) el subsistema de monitoreo DFS.

En los siguientes numerales, se describen los subsistemas del Método #1 y Método #2, tanto para el subsistema de generador de forma de onda de radar y el subsistema de monitoreo DFS. Estos dos subsistemas son independientes, de modo que el subsistema del Método #1 para una función puede utilizarse con el subsistema del Método #2 para otra función.

Pueden utilizarse otras configuraciones con diferentes instrumentos. Sin embargo, cualquier desviación debe validarse y justificarse técnicamente.

5.11.2.1.1.4.1. Subsistemas para generar formas de onda de radar.

El control por computadora no es necesario para generar las formas de onda de radar de Pulso corto. Sin embargo, la forma de onda de radar de Pulso largo y las formas de onda de radar de salto de frecuencia por su naturaleza requieren control por computadora. Ambos subsistemas generadores de formas de onda de radar de salto de frecuencia también pueden generar las formas de onda de radar de Pulso corto requeridas.

A continuación, se describe un subsistema generador de forma de onda de radar de Pulso corto operado manualmente, seguido de descripciones de los subsistemas generadores de forma de onda de radar de salto de frecuencia controlados por computadora.

5.11.2.1.1.4.1.1. Subsistema para generar la de forma de onda de radar de Pulso corto.

La Figura 20 muestra la configuración del subsistema generador de forma de onda de radar de Pulso corto.

El generador de impulsos se ajusta a los tiempos de subida y bajada más cortos. El ancho de Pulso, el PRI y el número de Pulsos por ráfaga se establecen de acuerdo con las formas de onda de radar de Pulso corto del Cuadro 17. El generador de impulsos se activa manualmente. La salida de disparo del generador de impulsos también puede conectarse al subsistema de supervisión DFS según sea necesario para sincronizar los dos subsistemas. El generador de señal se configura en el modo de frecuencia central del Canal y modulación de Pulso. La amplitud se ajusta para alcanzar el Umbral de detección de DFS establecido en el Cuadro 15.

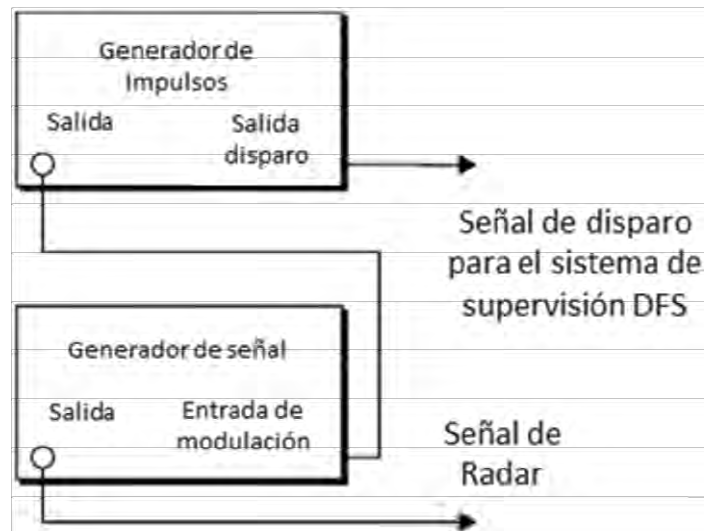


Figura 20. Subsistema generador de forma de onda de radar de Pulso corto.

5.11.2.1.1.4.1.2. Subsistemas generadores de forma de onda de radar del método #1.

Con excepción del duplicador (multiplicador) de frecuencia y la caja de prueba DFS, el sistema de prueba y medición utiliza instrumentos listos para usar con software suministrado por el proveedor y software personalizado. Las Figuras 21a, 21b, 21c y 21d muestran la configuración de ejemplo para los subsistemas generadores de formas de onda de radar del método #1.

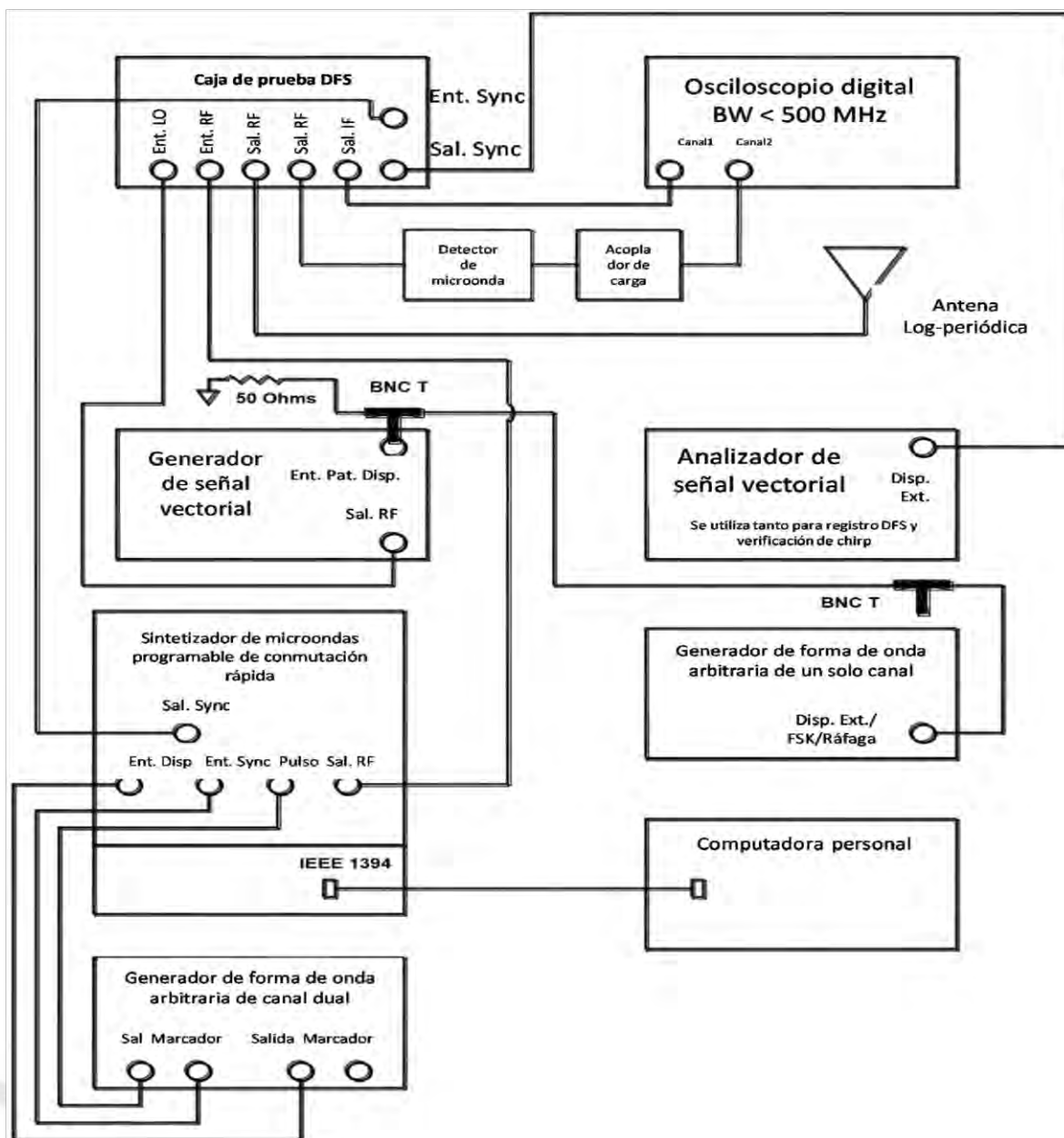


Figura 21a. Ejemplo de generador de forma de onda de radar de Pulso corto y largo.

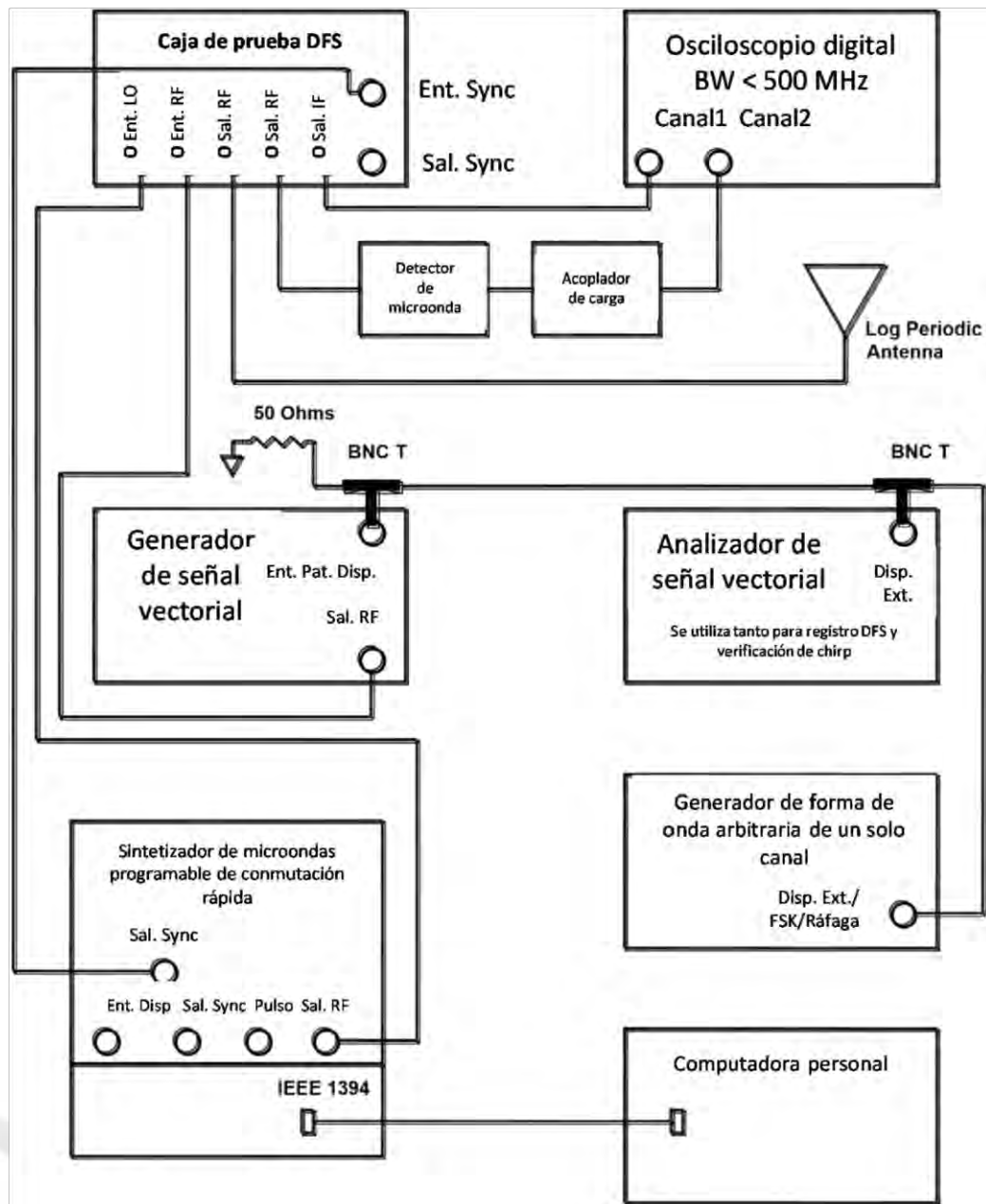


Figura 21b. Ejemplo de generador de forma de onda de radar de salto de frecuencia.

El primer paso para generar la forma de onda de radar de salto de frecuencia se logra ingresando 274 conjuntos de secuencias de salto de las frecuencias aleatorias de 475 saltos en una lista de frecuencias almacenada en la memoria del sintetizador de microondas de conmutación rápida.

La generación de la forma de onda de radar de salto de frecuencia procede de la siguiente manera: La frecuencia central del sintetizador de microondas se establece de acuerdo con la lista de frecuencias en la memoria del sintetizador. El sintetizador de microondas está configurado para funcionar durante 10 segundos a la vez (un período de ráfaga)²¹. Durante el período de ráfaga de diez segundos, cada 3 milisegundos el sintetizador de microondas cambia (salta) a la siguiente frecuencia en la lista de frecuencias. La frecuencia central del sintetizador de microondas es modulada por un tren de Pulsos que consiste en una ráfaga de 900 Pulsos (cada uno con un ancho de Pulso de 1 microsegundo) que ocurre al comienzo del período de ráfaga de diez segundos. El PRI del Burst es de 333 microsegundos. Por lo tanto, la longitud de la secuencia de salto es de 300 milisegundos y hay 9 Pulsos por salto de frecuencia.

Debido a que los Pulsos ocurren dentro de los primeros 300 milisegundos del período de ráfaga de diez segundos, solo se transmiten las primeras 100 frecuencias de un conjunto dado de 475 frecuencias aleatorias. Por lo tanto, es posible que ninguna de las frecuencias transmitidas durante un período de ráfaga de diez segundos caiga dentro del Ancho de banda del receptor del dispositivo WAS/RLAN que se está probando. Siempre que esto ocurra, el período de ráfaga particular de diez segundos no se incluirá en el desempeño del dispositivo WAS/RLAN.

²¹ Hasta 40 períodos de ráfaga de diez segundos se pueden ejecutar con conjuntos únicos de saltos de frecuencia aleatorios. Estos 40 períodos de ráfaga de diez segundos pueden transmitirse de uno en uno o cualquier número de ellos puede transmitirse de forma contigua. Después de que se hayan transmitido los 40 períodos de ráfaga de diez segundos, la prueba debe reiniciarse al principio de la lista de frecuencias actual o de una lista de frecuencias diferente cargada nuevamente.

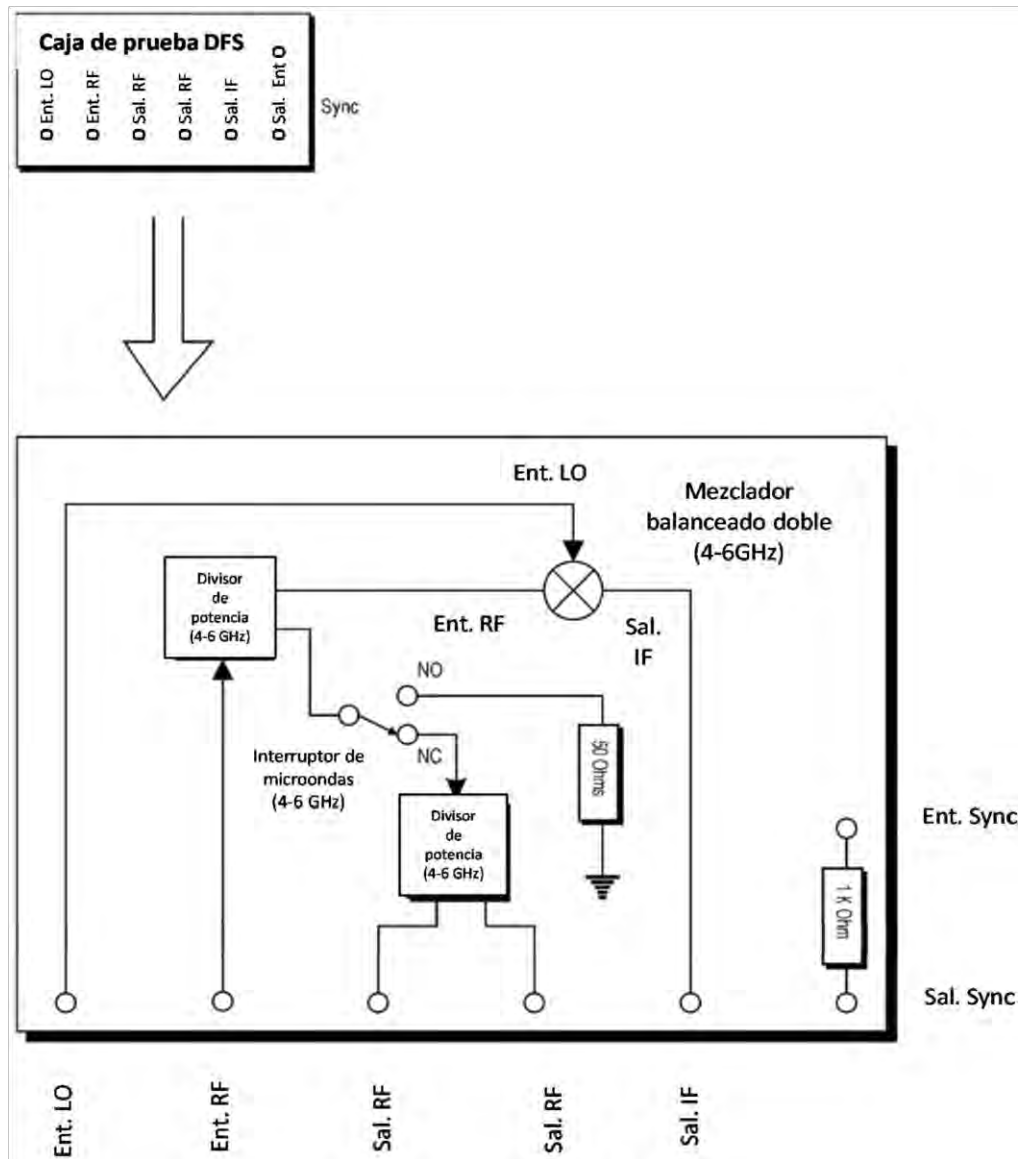


Figura 21c. Ejemplo de Caja de prueba DFS.

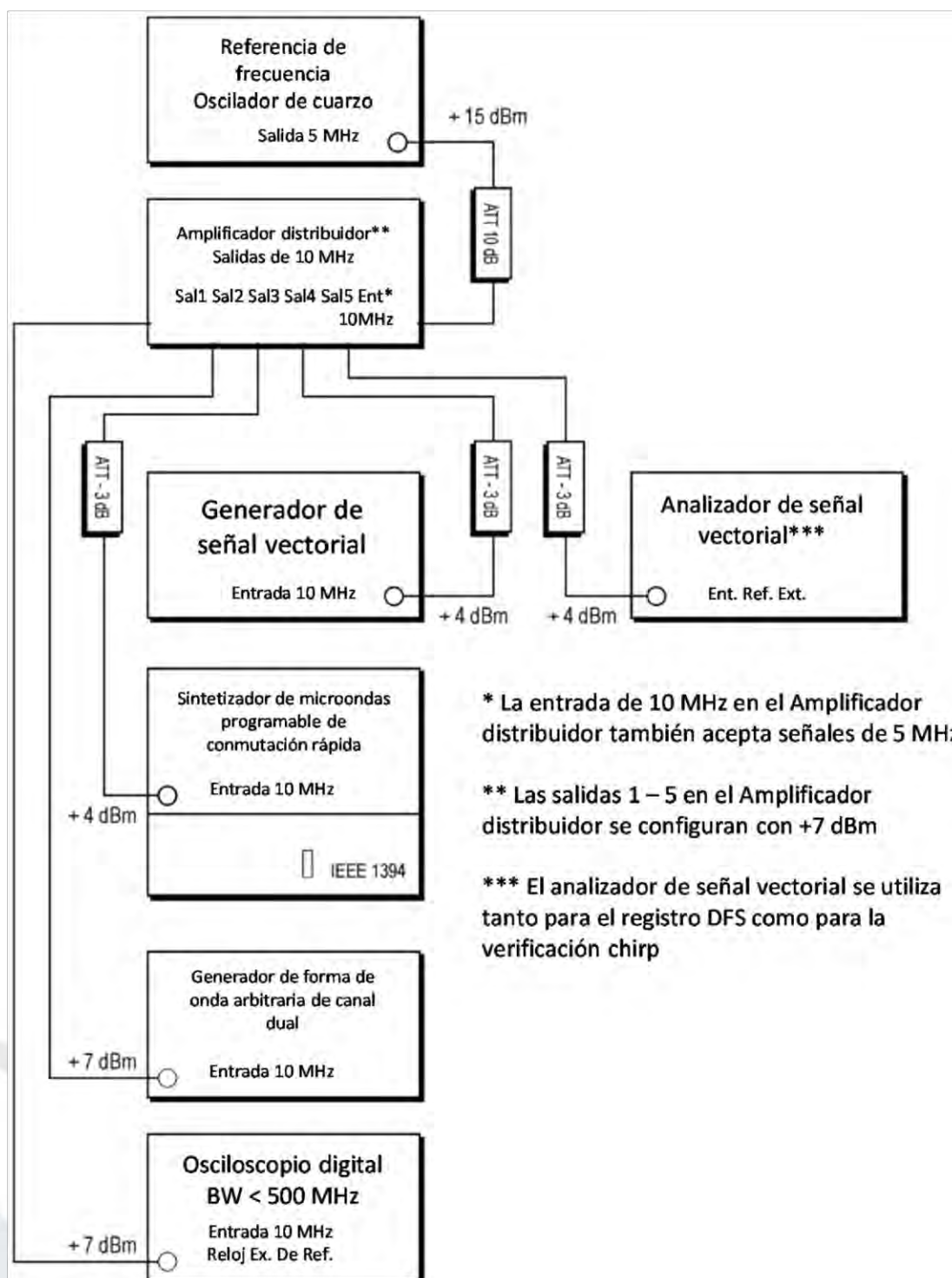


Figura 21d. Ejemplo de distribución de la Frecuencia de referencia.

1. Oscilador de cuarzo como referencia de frecuencia: El oscilador de cuarzo proporciona una señal de referencia de frecuencia de 5 MHz que se distribuye a los generadores de señal y equipos de medición a través del amplificador de distribución.
2. Amplificador de distribución: El amplificador de distribución toma la señal de referencia de frecuencia de 5 MHz del oscilador de cuarzo, la duplica y distribuye la señal de referencia de frecuencia de 10 MHz resultante a los generadores de señales críticas y equipos de medición. Esto garantiza la sincronización de los generadores de señal y el equipo de medición.
3. Osciloscopio digital: El osciloscopio digital se utiliza para examinar las transmisiones de radar convertidas o detectadas en un Ancho de banda completo de 500 MHz. Esto se utiliza para verificar que las transmisiones de radar cumplen con los parámetros especificados por las formas de onda de prueba de radar.
4. Generador de forma de onda arbitraria de doble Canal: El generador de formas de onda arbitrarias (AWG) de doble Canal se utiliza cuando el sistema está configurado para transmitir formas de onda de salto de frecuencia. El AWG de doble Canal produce dos trenes de Pulsos sincronizados que proporcionan señales para controlar el sintetizador de microondas de conmutación rápida. Un tren de Pulsos controla los interruptores del sintetizador de microondas (saltos) a la siguiente frecuencia en la lista de frecuencias. El otro Pulso del tren de Pulsos modula la salida de RF del sintetizador de microondas.
5. Detector de microondas y acoplador de carga: El detector de microondas se utiliza para monitorear la envolvente de las transmisiones de radar de RF en el osciloscopio digital.
6. Antena de transmisión de radar: Para la configuración de pruebas radiadas, se utiliza una antena logarítmica periódica o una antena direccional equivalente para transmitir las formas de onda de radar al dispositivo DFS durante las pruebas del dispositivo WAS/RLAN.
7. Generador de forma de onda arbitraria de un solo Canal: El AWG de un solo Canal se utiliza cuando el sistema generador de forma de onda de radar está configurado para transmitir las formas de onda de radar de Pulso corto tipo 0-5. El AWG de un solo Canal se utiliza para generar una señal de activación para comenzar la transmisión de la forma de onda de radar y comenzar a registrar las transmisiones WAS/RLAN en el analizador de señal vectorial (VSA).
8. Caja de prueba DFS: La caja de prueba DFS está construida utilizando componentes listos para usar. La caja de prueba DFS facilita el enrutamiento de la señal y el monitoreo de las transmisiones de radar. Las transmisiones de radar se enrutan a la entrada de RF de la caja de prueba DFS. La salida IF proporciona una versión de la señal de las transmisiones de radar de RF_{in} convertida a una frecuencia más baja. Hay dos puertos disponibles para la salida de RF. Uno está conectado a la antena Log-periódica para el registro de las pruebas radiadas

de los dispositivos WAS/RLAN o directamente al EBP para realizar las pruebas. La otra salida de RF está conectada a un detector de microondas para mostrar la envolvente de las transmisiones de radar de RF. Tanto la salida IF como la salida del detector pueden observarse en el osciloscopio digital que tiene un Ancho de banda completo de 500 MHz. Esto permite la observación de la señal de salto de frecuencia que salta a través de 475 MHz. Tanto la salida IF como la salida del detector se pueden utilizar para verificar las características de la forma de onda del radar. La salida del detector también puede utilizarse para verificar que haya una señal de salida de RF.

9. **Generador de señales vectoriales:** Cuando el sistema generador de forma de onda de radar está configurado para transmitir la señal de salto de frecuencia, el generador de señal vectorial (VSG) se utiliza como fuente de señal de onda continua (CW) de 5225 MHz para la entrada del oscilador local (LO) a la caja de prueba DFS. Cuando el sistema generador de formas de onda de radar está configurado para transmitir formas de onda de tipo de radar 0-5, el VSG se utiliza para transmitir las formas de onda de los tipos de radar de Pulso corto 0-5. Las formas de onda de los tipos de radar de Pulso corto 0-5 se crean utilizando un software personalizado. Una vez creadas las formas de onda, se cargan en el VSG.
10. **Computadora personal:** La computadora personal se utiliza para generar y cargar la lista de salto de frecuencia y configurar correctamente el sintetizador de microondas de conmutación rápida.
11. **Sintetizador de microondas de conmutación rápida:** Cuando el sistema generador de forma de onda de radar está configurado para transmitir las formas de onda de los tipos de radar de Pulso corto 0-5, el sintetizador de microondas se utiliza como fuente de señal CW de 5225 MHz para la entrada LO a la caja de prueba DFS. Cuando el sistema generador de forma de onda de radar está configurado para transmitir la señal de salto de frecuencia, el sintetizador de microondas se utiliza para transmitir la señal de salto de frecuencia. El software personalizado se utiliza para generar y cargar la lista de frecuencias de salto y configurar correctamente el sintetizador de microondas de conmutación rápida. Un tren de Pulsos generado por el AWG de doble Canal controla cuando el sintetizador de microondas cambia (salta) a la siguiente frecuencia en la lista de frecuencias. Otro tren de Pulsos del generador de Pulso AWG de doble Canal modula la salida de RF del sintetizador de microondas para completar la generación de la señal de salto de frecuencia.
12. **Analizador de señal vectorial (VSA):** El VSA se utiliza para dos propósitos distintos. Un uso es verificar las transmisiones de radar chirp de las formas de onda del radar de Pulso largo Tipo 5. La capacidad de demodulación FM se utiliza para verificar el intervalo de frecuencia de chirp. El otro uso del VSA es permitir durante las pruebas DFS, el registro de 12 y 24 segundos de las transmisiones del dispositivo WAS/RLAN, con una resolución fina en tiempo. Cuando se transmiten formas de onda de radar de Pulso largo tipo 5, se toman los registros de 24 segundos (con un tiempo entre muestras de aproximadamente 675 nanosegundos); los registros de 12 segundos (con un tiempo entre muestras de aproximadamente 390 nanosegundos) se toman cuando se transmiten todas las demás formas de onda de radar.

El VSA recibe una señal de activación del sistema generador de forma de onda de radar para iniciar un registro. Cuando el sistema generador de formas de onda de radar está configurado para transmitir las formas de onda de tipo de radar 0-5, el AWG de un solo Canal proporciona la señal de activación. Cuando el sistema generador de forma de onda de radar está configurado para transmitir la señal de salto de frecuencia, el sintetizador de microondas genera la señal de activación cuando la transmisión de radar de salto de frecuencia cae por primera vez dentro del Ancho de banda de detección de radar.

5.11.2.1.1.4.1.3. Método #2 Subsistema generador que simula la forma de onda de radar de salto de frecuencia.

El sistema generador de señal de salto de frecuencia simulado utiliza el hardware que se utiliza para generar manualmente formas de onda de radar de Pulso corto que se muestran en la Figura 20, con la adición de una computadora de control y un generador de ráfagas para crear el patrón de Pulso de disparo de salto. El enfoque de generación de señal simulada produce simulaciones en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia de una señal real de salto de frecuencia. La configuración de hardware para un ejemplo de generador de forma de onda de radar de salto de frecuencia se muestra en la Figura 22.

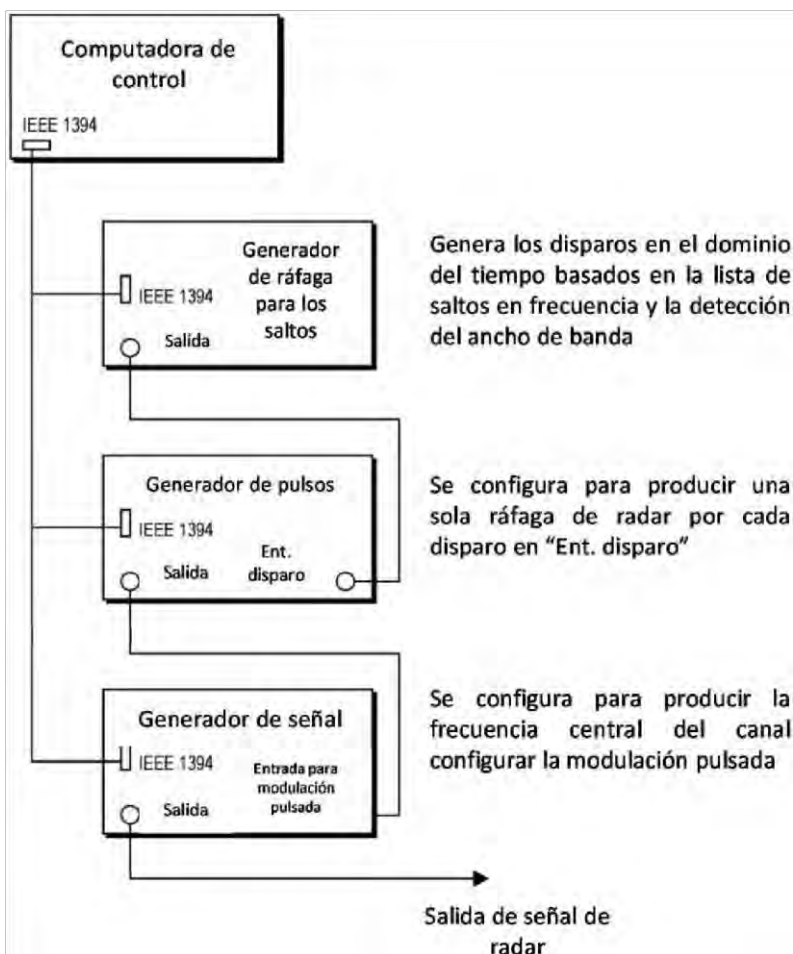


Figura 22. Ejemplo de sistema generador que simula la forma de onda de radar de salto de frecuencia.

Descripción conceptual del generador que simula la forma de onda de salto de frecuencia.

1. Simulación en el dominio del tiempo: El sistema que simula la forma de onda de salto genera el mismo número de saltos, utilizando parámetros de Pulso idénticos, en el mismo tiempo en comparación con la forma de onda de salto real, utilizando una frecuencia fija dentro del Ancho de banda de detección de radar. Por lo tanto, la energía de RF detectable recibida por el EBP es idéntica en ambos casos.

2. Simulación en el dominio de la frecuencia: Se realizan múltiples pruebas, cada una a una frecuencia fija diferente. Las frecuencias seleccionadas para cada prueba se encuentran dentro del Ancho de banda de detección de radar. Por lo tanto, el EBP recibe energía de RF a través del Ancho de banda de detección de radar.

La Figura 23 y la Figura 24 que se muestran a continuación muestran la comparación entre un ejemplo de forma de onda de salto de frecuencia y la correspondiente simulación de la forma de onda de salto de frecuencia. El eje horizontal es el tiempo y el eje vertical es la frecuencia (aunque las cifras representan 3 Pulsos por salto, la forma de onda real del radar de salto de frecuencia tipo 6 contiene 9 Pulsos por salto).

En referencia a la señal de salto real, los saltos que están fuera del Ancho de banda de detección de radar se muestran como tres puntos en la Figura 23 y los saltos que están dentro del Ancho de banda de detección de radar se muestran como tres líneas. El centro de las líneas indica la frecuencia del salto. Tenga en cuenta que tres saltos caen dentro del Ancho de banda de detección de radar.

En referencia a la simulación de la señal de salto, estos saltos que se generan se muestran como tres líneas en la Figura 24. Tenga en cuenta que se generan tres saltos, y cada salto está en la misma frecuencia.

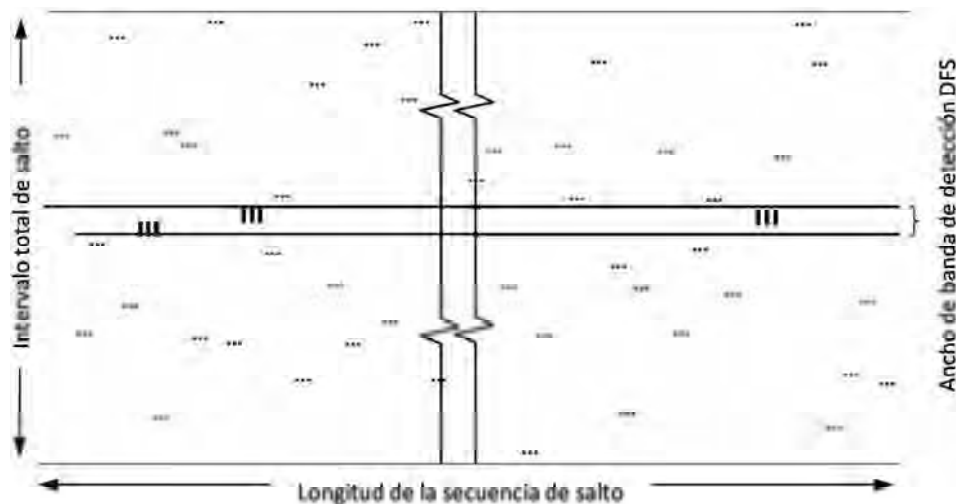


Figura 23. Secuencia de salto en frecuencia.

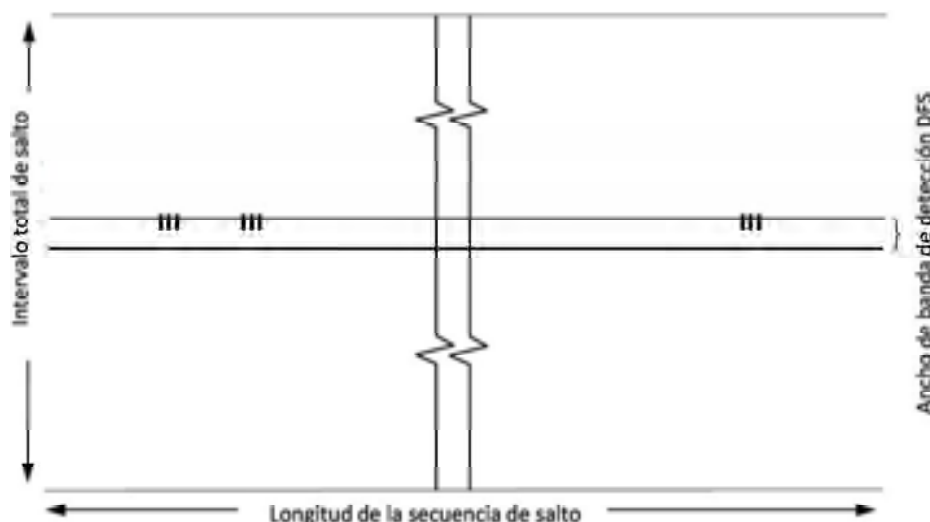


Figura 24. Simulación en el dominio del tiempo de una secuencia de salto de frecuencia.

El generador de ráfaga de salto de frecuencia es un generador de Pulsos programable que se utiliza para proporcionar un disparador para generar los Pulsos de disparo del patrón de ráfaga y el sistema de monitoreo.

El generador de impulsos está configurado para generar una sola ráfaga de Pulsos (véase el Cuadro 19 para conocer los parámetros de forma de onda de salto de frecuencia) siempre que se active por el generador de ráfaga de salto y se utiliza como entrada de modulación para el generador de señal de RF, configurado en modulación de Pulsos.

5.11.2.1.1.5. Configuración del nivel de señal de prueba.

El nivel de la señal de prueba de radar se establece en el Dispositivo maestro o en el Dispositivo cliente con Supervisión en servicio, según corresponda para la prueba en particular. Este dispositivo se conoce como el dispositivo de detección de radar (RDD). El RDD consiste en el dispositivo aplicable y el conjunto de antena del dispositivo que tiene la ganancia de conjunto de antena más baja de todos los conjuntos de antena disponibles. Dependiendo del EBP, existen las siguientes configuraciones:

1. Cuando el Dispositivo maestro es el EBP, el Dispositivo maestro es el RDD.
2. Cuando un Dispositivo cliente sin detección de radar es el EBP, el Dispositivo maestro es el RDD.

3. Cuando un Dispositivo cliente con detección de radar es el EBP y se prueba la respuesta a las detecciones del Dispositivo maestro, el Dispositivo maestro es el RDD.
4. Cuando un Dispositivo cliente con detección de radar es el EBP y se prueba la respuesta independiente a las detecciones del Dispositivo cliente, el Dispositivo cliente es el RDD.

Se utiliza un analizador de espectro para establecer el nivel de señal de prueba para cada tipo de radar. Durante este proceso, no hay transmisiones ni por el Dispositivo maestro ni por el Dispositivo cliente. El analizador de espectro se cambia al modo de intervalo cero (en dominio del tiempo, cero span) en la frecuencia del generador de forma de onda de radar. Se utiliza la función de detector de picos del analizador de espectro. El Ancho de banda de resolución del analizador de espectro (RBW) y el Ancho de banda de vídeo (VBW) se establecen en al menos 3 MHz.

La amplitud del generador de señal y/o los atenuadores de paso se ajustan de modo que el nivel de potencia medido en el analizador de espectro sea igual al Umbral de detección de DFS que se requiere para las pruebas. Los ajustes del generador de señal y del atenuador se registran para su uso durante la prueba.

Deben registrarse en el reporte de pruebas los datos del nivel de señal de prueba para cada tipo de radar (0-6).

5.11.2.1.1.6. Monitoreo de DFS.

El subsistema de supervisión DFS que se muestra en la Figura 25 se utiliza para verificar que el EBP ha desocupado el Canal en el tiempo especificado (Tiempo de cierre de transmisión del canal y Tiempo de movimiento del canal) y no transmite en un Canal durante 30 minutos después de la detección y el movimiento del Canal (Período de no ocupación). También se utiliza para monitorear las transmisiones del EBP al encenderse (Tiempo de verificación de disponibilidad de Canal).

5.11.2.1.1.6.1. Método #1.

La configuración de prueba del subsistema de supervisión DFS del método #1 se muestra en la Figura 25. Este subsistema consta de dos grandes bloques funcionales. Uno mide las transmisiones de RF durante un período de tiempo de 12 ó 24 segundos y el otro mide las transmisiones de RF durante un período de tiempo de 30 minutos.

La medición de 12 y 24 segundos se realiza con un VSA controlado por una computadora. Una antena log-periódica, o antena direccional equivalente, conectada al VSA se utiliza para recibir las transmisiones del EBP. Al recibir una señal de activación del sistema generador de señales (AWG del sistema Método # 1 y Generador de Pulsos del sistema del Método # 2), el VSA digitaliza y registra las transmisiones del EBP durante 12 ó 24 segundos y las almacenará. Los datos almacenados están etiquetados en el tiempo y las transmisiones del EBP se pueden revisar en formato de voltaje vs. tiempo utilizando el software en la computadora que controla el VSA o en un programa de control para verificar que el EBP cumple con los valores.

El tiempo de medición de 30 minutos se realiza con un analizador de espectro conectado a una antena omnidireccional. Dado que la potencia de las transmisiones del EBP está muy por encima del nivel mínimo de ruido del analizador, no se requiere un preamplificador y un preselector de seguimiento para esta medición. El analizador está configurado en modo de intervalo de frecuencias en cero (cero span), sintonizado con la frecuencia central del Canal operativo del EBP, con una función de detector de picos y un tiempo de barrido de 32 minutos. Si se producen transmisiones del EBP dentro del tiempo de observación, se detectan y registran.

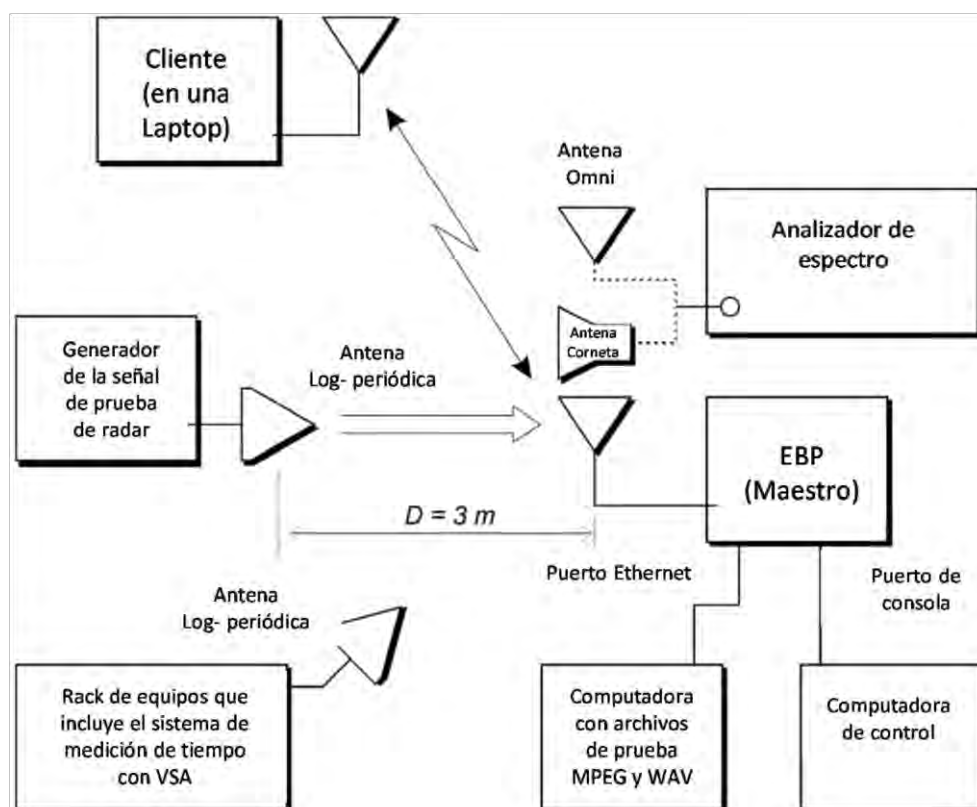


Figura 25. Ejemplo de diagrama a bloques del sistema de supervisión de tiempo DFS para el Método #1.

5.11.2.1.1.6.2. Método #2.

La configuración de prueba del subsistema de supervisión DFS del método #2 se muestra en la Figura 26. Esto proporciona mediciones de tiempo menos detalladas que el Método #1 y proporciona una medición del valor superior de la duración agregada del Tiempo de cierre de transmisión del canal.

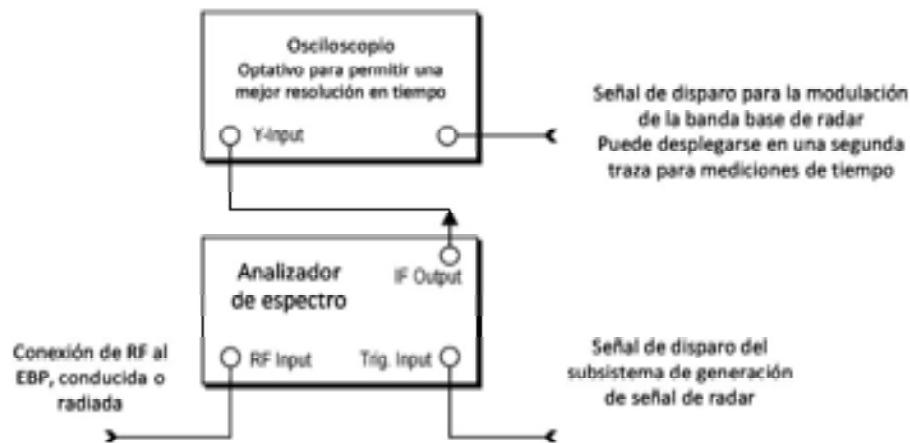


Figura 26. Ejemplo de diagrama a bloques del sistema de supervisión de tiempo DFS para el método #2.

Con el analizador de espectro configurado en un intervalo cero (cero span) sintonizado con la frecuencia central del Canal operativo del EBP en la frecuencia de radar por simular, la detección de picos y la retención máxima de imagen (max hold), el tiempo de permanencia del bin se determina con:

$$\text{Tiempo de permanencia} = \frac{S}{B}$$

donde el tiempo de permanencia corresponde con el bin de muestreo del analizador de espectro, S es el tiempo de barrido y B es el número de muestras del bin en el analizador de espectro.

Un valor superior para la duración agregada del Tiempo de cierre de transmisión del canal se calcula mediante:

$$C = N \times \text{Tiempo de permanencia}$$

donde C es el Tiempo de cierre de transmisión del canal, N es el número de muestras del bin en el analizador de espectro que muestran una transmisión WAS/RLAN y el tiempo de permanencia por cada bin.

5.11.2.1.1.7. Carga de canales.

Las pruebas del sistema deben realizarse cargando los canales aplicando los siguientes requisitos:

- a) El archivo de datos debe ser de un tipo típico para el dispositivo (es decir, MPEG-2, MPEG-4, WAV, MP3, MP4, AVI, similares.) y generalmente debe transmitirse en modo de transmisión.
- b) El software para hacer ping al cliente puede simular la transferencia de datos, pero debe tener intervalos de ping aleatorios.
- c) Se requieren gráficas de tiempo con cálculos que demuestren una carga mínima del Canal de aproximadamente el 17% o más. Por ejemplo, la carga del Canal puede estimarse configurando el analizador de espectro para un intervalo cero (cero span) y aproximar el tiempo encendido / (tiempo encendido + tiempo apagado). Esto se puede hacer con cualquier Ancho de banda de Canal y tipo de modulación.
- d) Los protocolos Unicast o Multicast son preferibles, pero pueden usarse otros protocolos. El protocolo que se utilice debe describirse en el reporte de prueba.

5.11.2.1.1.7.1. Sistemas que se basan en IP.

Los archivos de datos para la carga del Canal deben transferirse del Dispositivo maestro al Dispositivo cliente para todas las configuraciones de prueba.

5.11.2.1.1.7.2. Sistemas que se basan en tramas.

Los archivos de prueba para la carga del Canal deben transferirse del Dispositivo maestro al Dispositivo cliente para todas las configuraciones de prueba. Para los sistemas que se basan en tramas con una relación fija de hablar/escuchar, durante esta prueba dicha relación debe configurarse en el peor de los casos, valor máximo que pueda configurarse por el usuario según las especificaciones del EBP. Para los sistemas que se basan en tramas y que asignan dinámicamente la relación hablar/escuchar, los archivos de prueba para la carga del Canal deben transferirse del Dispositivo maestro al Dispositivo cliente para todas las configuraciones de prueba.

5.11.2.1.1.7.3. Otros sistemas.

Los sistemas que no emplean arquitecturas IP o basadas en tramas, o que representan una combinación de ambas, debe registrarse la descripción de su arquitectura de sistema en el reporte de pruebas.

5.11.2.1.1.8. Procedimientos de prueba de conformidad DFS.

Las pruebas de este numeral se ejecutan secuencialmente y el EBP debe pasar todas las pruebas correctamente. Si el EBP falla alguna de las pruebas, debe registrarse como un incumplimiento del requisito en particular. Para demostrar cumplimiento, todas las pruebas deben realizarse con formas de onda generadas aleatoriamente de acuerdo con lo establecido para los resultados de la prueba que cumplan con el porcentaje requerido de criterios de detección exitosos. Todos los resultados de las pruebas deben registrarse en el reporte de pruebas. Debe elegirse una frecuencia de entre los canales operativos del EBP dentro de las bandas 5470 MHz - 5600 MHz y 5650 MHz - 5725 MHz.

5.11.2.1.1.8.1. Ancho de banda de detección de radar.

Configure el equipo generador como se muestra en la Figura 20, o de manera equivalente. Configure el equipo de supervisión de tiempo DFS como se muestra en la Figura 25 o la Figura 26. Configure el sistema general para el acoplamiento radiado o conducido al EBP.

Ajuste el equipo para producir una sola ráfaga de cualquiera de los tipos de radar de Pulso corto 0 a 4 del Cuadro 17 en la frecuencia central del Canal operativo del EBP con el nivel de Umbral de detección de DFS que se establece en el Cuadro 15.

Configure el EBP como un dispositivo independiente (sin cliente o maestro asociado, según corresponda) y sin tráfico. Para los sistemas que se basan en tramas, durante esta prueba deben configurarse los EBP con una relación de conversación/escucha que refleje el peor de los casos, máximo valor que pueda configurarse por el usuario.

Genere una sola ráfaga de radar y anote la respuesta del EBP en el reporte de prueba (cuadros 23 a 26 replicados en el apéndice A). Repita durante un mínimo de 10 pruebas. El EBP debe detectar la forma de onda de radar dentro de la banda de detección de radar utilizando el requisito que se establece para el Ancho de banda de detección de radar que se muestra en el Cuadro 16. En los casos en que el Ancho de banda del Canal pueda exceder más allá del borde de la banda DFS en canales específicos (es decir, sistemas que se basan en el estándar 802.11ac o con trama de banda ancha), seleccione un Canal que tenga todo el Ancho de banda de emisión dentro de la banda DFS. Si esto no es posible, pruebe el Ancho de banda de detección en el borde de la banda DFS.

Comenzando en la frecuencia central del Canal operativo del EBP, aumente la frecuencia del radar en pasos de 5 MHz, repitiendo la secuencia de prueba anterior, hasta que la velocidad de detección caiga por debajo del criterio de Ancho de banda de detección de radar que se establece en el Cuadro 16. Repita esta medición en pasos de 1MHz a frecuencias de 5 MHz por debajo de donde la velocidad de detección comienza a caer. Registre la frecuencia más alta (denótela como F_H) en la que la detección es mayor o igual que el requisito del Ancho de banda de detección de radar. No es necesario registrar la velocidad de detección a frecuencias superiores que F_H para demostrar cumplimiento.

Comenzando en la frecuencia central del Canal operativo del EBP, disminuya la frecuencia del radar en pasos de 5 MHz, repitiendo la secuencia de prueba anterior, hasta que la velocidad de detección caiga por debajo del requisito de Ancho de banda de detección de radar establecido en el Cuadro 16. Repita esta medición en pasos de 1MHz a frecuencias 5 MHz por encima de donde la velocidad de detección comienza a caer. Registre la frecuencia más baja (denótela como F_L) en la que la detección es mayor o igual que el requisito de Ancho de banda de detección de radar. Para demostrar el cumplimiento no es necesario registrar la relación de detección para frecuencias inferiores que F_L .

El Ancho de banda de detección de radar se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Ancho de banda de detección de radar} = F_H - F_L$$

El Ancho de banda de detección de radar debe cumplir el requisito de Ancho de banda de detección de radar establecido en el Cuadro 16. De lo contrario, el EBP no cumple con los requisitos de DFS. Esto es esencial para garantizar que el EBP sea capaz de detectar formas de onda de radar en el mismo espectro de frecuencia que contiene la energía significativa del sistema. En el caso de que el Ancho de banda de detección de radar sea mayor o igual que el Ancho de banda con el 99 por ciento de potencia para los valores medidos de F_H y F_L , la prueba puede truncarse y el Ancho de banda de detección de radar puede registrarse como los valores medidos de F_H y F_L .

5.11.2.1.1.8.2. Comprobación de los requisitos de rendimiento.

Las pruebas siguientes deben realizarse para determinar el cumplimiento de los requisitos de rendimiento de la funcionalidad DFS de los dispositivos WAS/RLAN:

1. Comprobación de disponibilidad inicial del Canal con una ráfaga de radar al inicio de la comprobación de disponibilidad del Canal y con una ráfaga de radar al final de la comprobación de disponibilidad del Canal;
2. Monitoreo en servicio; y
3. El Período de no ocupación de 30 minutos.

5.11.2.1.1.8.2.1. Tiempo de comprobación de disponibilidad inicial del Canal.

El tiempo de comprobación de disponibilidad inicial del Canal comprueba que el EBP no emite tramas de datos o señales de control en el Canal de prueba hasta que se haya completado la secuencia de encendido y el dispositivo WAS/RLAN compruebe las formas de onda de radar durante un minuto en el Canal de prueba. Esta prueba no utiliza ninguna forma de onda de radar y solo necesita realizarse una vez.

- a) Los dispositivos WAS/RLAN se encienden y se les configura para que funcionen en el Canal WAS/RLAN seleccionado que incorpore las funciones DFS. Al mismo tiempo que se enciende el EBP, el analizador de espectro se configura en el modo de intervalo cero (cero span) con un RBW de 3 MHz y VBW de 3 MHz, con la frecuencia central en el Canal ocupado por la señal de radar (Ch_r) y con un tiempo de barrido de 2.5 minutos. El barrido del analizador de espectro inicia al mismo tiempo que se enciende el dispositivo WAS/RLAN.
- b) El EBP no debe transmitir ninguna trama o transmisión de datos hasta al menos 1 minuto después de la finalización del ciclo de encendido.
- c) Confirme que el EBP inicia la transmisión en el Canal.

Esta medición puede utilizarse para determinar la duración del ciclo de encendido si no es proporcionado por el interesado de las pruebas. Si el barrido del analizador de espectro se inicia al

mismo tiempo que se enciende el EBP y el EBP no comienza las transmisiones hasta que haya completado el ciclo, el tiempo de encendido se puede determinar comparando los dos tiempos.

5.11.2.1.1.8.2.2. Ráfaga de radar al comienzo del tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal.

Los pasos siguientes definen el procedimiento para verificar la detección de radar exitosa en el Canal de prueba durante un período igual al tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal y evitar la operación en ese Canal cuando se produce una ráfaga de radar con un nivel igual al umbral de detección de radar + 1 dB al comienzo del tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal. Esto se ilustra en la Figura 27.

- a) El generador de forma de onda de radar y el EBP se conectan utilizando la configuración de prueba aplicable descrita en las secciones de configuración para pruebas conducidas (numeral 5.11.2.1.1.2) o pruebas radiadas (numeral 5.11.2.1.1.3) y la alimentación del EBP está apagada.
- b) El EBP se enciende en T_0 . T_1 denota el instante en que el EBP ha completado su secuencia de encendido ($T_{\text{encendido}}$). El tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal comienza en Ch_r en el instante T_1 y finaliza no antes de $T_1 + T_{\text{disponibilidad_del_Canal}}$.
- c) Una sola ráfaga de uno de los tipos de radar de Pulso corto 0-4 comenzará dentro de una ventana de 6 segundos a partir de T_1 . Se agrega 1 dB adicional a la señal de prueba de radar para garantizar que está en o por encima del umbral de detección de radar, teniendo en cuenta las variaciones / errores del equipo.
- d) Se registra en el reporte de pruebas la gráfica de tiempo y los resultados medidos en el EBP de detección exitosa de la ráfaga del radar. La observación de Ch_r para las emisiones de EBP continúan durante 2.5 minutos después de que se haya generado la ráfaga del radar.
- e) Verifique que durante la ventana de medición de 2.5 minutos no se hayan producido transmisiones en el EBP en el Ch_r . Se registran los resultados de comprobación de disponibilidad del Canal.

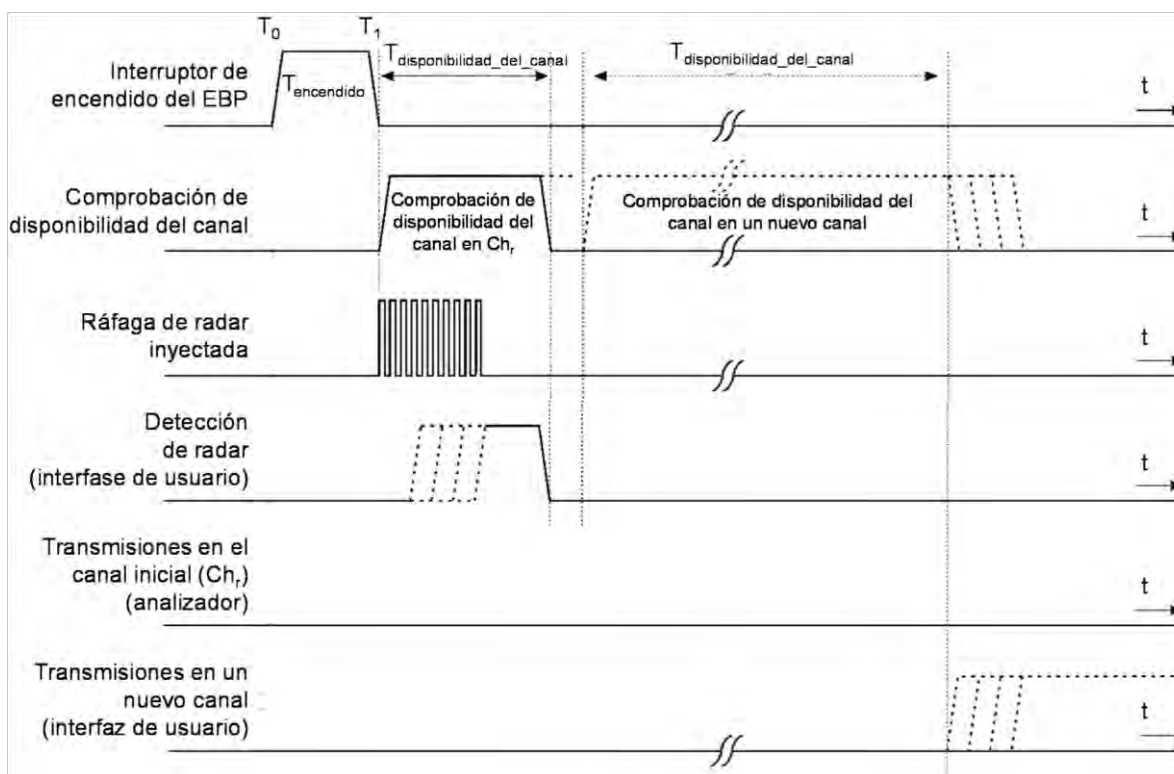


Figura 27. Ejemplo de diagrama de tiempo para las pruebas de radar al comienzo del tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal.

5.11.2.1.8.2.3. Ráfaga de radar al final del tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal.

Los pasos siguientes establecen el procedimiento para verificar la detección de radar exitosa en el Canal de prueba durante un período igual al tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal y evitar la operación en ese Canal cuando se produce una ráfaga de radar con un nivel igual al umbral de detección de radar + 1dB al final del tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal. Esto se ilustra en la Figura 28.

- El generador de forma de onda de radar y el EBP se conectan mediante la configuración de prueba aplicable que se describe en los numerales de pruebas conducidas (5.11.2.1.1.2) o pruebas radiadas (5.11.2.1.1.3) y con el interruptor de alimentación del EBP en apagado.

- b) El EBP se enciende en T_0 . T_1 denota el instante en que el EBP ha completado su secuencia de encendido ($T_{encendido}$). El tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal comienza en el Canal en el instante T_1 y finaliza no antes de $T_1 + T_{disponibilidad_del_Canal}$.
- c) Una sola ráfaga de uno de los tipos de radar de Pulso corto 0-4 comienza dentro de una ventana de 6 segundos a partir de $T_1 + 54$ segundos. Se agrega 1 dB adicional a la señal de prueba de radar para garantizar que está en o por encima del umbral de detección de radar, teniendo en cuenta las variaciones / errores del equipo.
- d) Se registra en el reporte de pruebas la gráfica de tiempo y los resultados medidos en el EBP relativos a la detección exitosa de la ráfaga de radar. La observación de Ch_r para las emisiones del EBP continua durante 2.5 minutos después de que se haya generado la ráfaga de radar.
- e) Verifique que durante la ventana de medición de 2.5 minutos no se hayan producido transmisiones del EBP en Ch_r . Se registra en el reporte de prueba los resultados de la comprobación de disponibilidad del Canal.

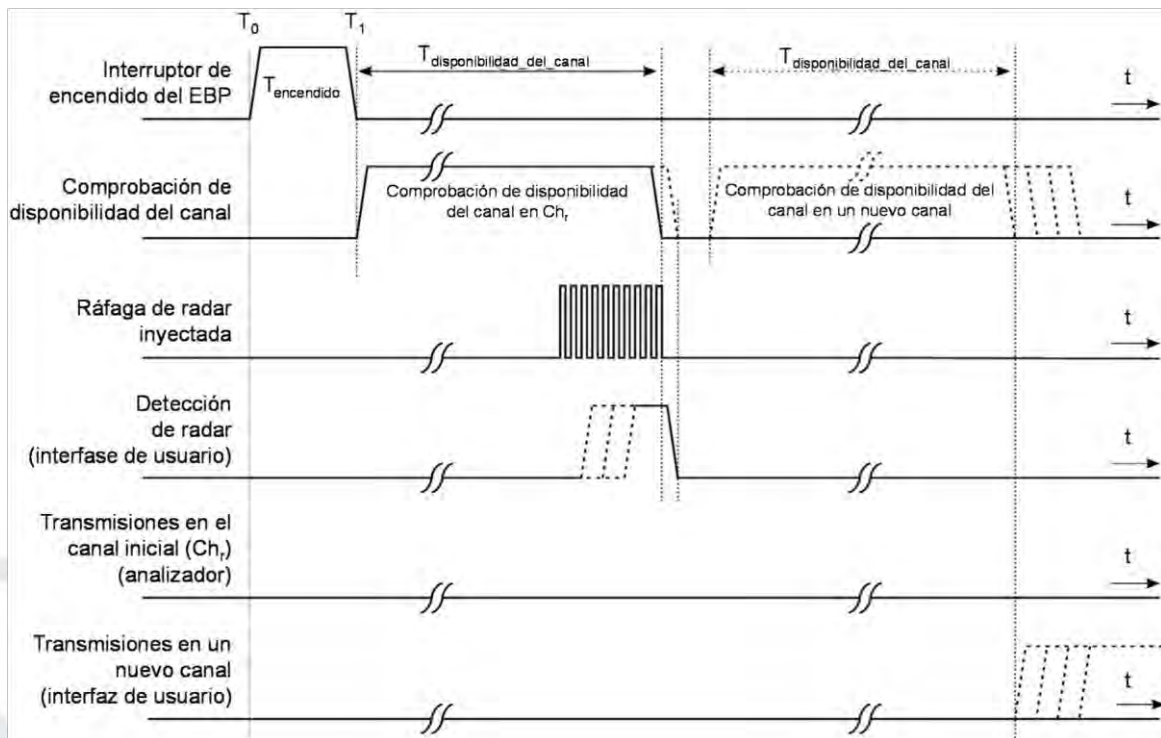


Figura 28. Ejemplo de diagrama de tiempo para las pruebas de radar hacia el final del tiempo de verificación de disponibilidad del Canal.

5.11.2.1.1.8.3. Monitoreo en servicio para el Tiempo de movimiento del canal, el Tiempo de cierre de transmisión del canal y el Período de no ocupación.

Estas pruebas definen cómo se comprueban los siguientes parámetros DFS durante la Supervisión en servicio:

- Tiempo de cierre del Canal de transmisión.
- Tiempo de movimiento del Canal.
- Período de no ocupación.

A continuación, se establecen los pasos del procedimiento para determinar los parámetros anteriormente mencionados cuando se genera una ráfaga de radar con un nivel igual al umbral de detección de radar + 1 dB en el Canal operativo del dispositivo WAS/RLAN (monitoreo en servicio).

- a) Se elige una frecuencia de los canales operativos del EBP dentro de las bandas 5470 MHz – 5600 MHz y 5650 MHz – 5725 MHz. Para los dispositivos del estándar 802.11, la frecuencia de prueba debe contener señales de control. Esto puede verificarse desactivando la carga del Canal y monitoreando el analizador de espectro. Si no se detectan señales de control, debe seleccionarse otra frecuencia dentro del Ancho de banda de la emisión donde se detectan las señales de control.
- b) En caso de que el EBP sea un dispositivo WAS/RLAN que funcione como un Dispositivo cliente (con o sin DFS), se utiliza un dispositivo WAS/RLAN que funcione como Dispositivo maestro para permitir que el EBP (Dispositivo cliente) se asocie con el Dispositivo maestro. En caso de que el EBP sea un Dispositivo maestro, se utiliza un dispositivo WAS/RLAN que funcione como Dispositivo cliente y este cliente se asocia con el EBP (maestro). En ambos casos, para las pruebas conducidas, el generador de forma de onda de radar se conecta al Dispositivo maestro. Para las pruebas radiadas, las emisiones del generador de forma de onda de radar se dirigirán hacia el Dispositivo maestro. Si la antena del Dispositivo maestro tiene ganancia direccional, el lóbulo principal del diagrama de radiación de la antena se dirige hacia el emisor de radar. Se utiliza la polarización vertical para las pruebas.
- c) Transmite el archivo de prueba de carga del Canal desde el Dispositivo maestro al Dispositivo cliente en el Canal de prueba durante todo el período de prueba.
- d) En el momento T_0 , el generador de forma de onda de radar envía una ráfaga de Pulsos para uno de los radares tipo 0 de acuerdo con el Cuadro 17, se establecen los niveles del Cuadro 15 en el Canal operativo. Se agrega 1 dB adicional a la señal de prueba de radar para garantizar que esté en o por encima del umbral de detección de radar, teniendo en cuenta las variaciones / errores del equipo.

- e) Observe las transmisiones del EBP al final de la ráfaga del radar en el Canal operativo durante una duración superior a 10 segundos. Mida y registre las transmisiones del EBP durante el tiempo de observación (Tiempo de movimiento del Canal). Mida y registre el Tiempo de movimiento del canal y el Tiempo de cierre de transmisión del canal si se produce la detección por radar. La Figura 29 ilustra el Tiempo de cierre de transmisión del canal.
- f) Cuando funcione como un Dispositivo maestro, supervise el EBP durante más de 30 minutos después del instante T_2 para verificar que el EBP no reanude ninguna transmisión en este Canal. Realice esta prueba una vez y registre el resultado de la medición.
- g) En caso de que el EBP sea un dispositivo WAS/RLAN que funcione como un Dispositivo cliente con Supervisión en servicio, realice los pasos a) a f).

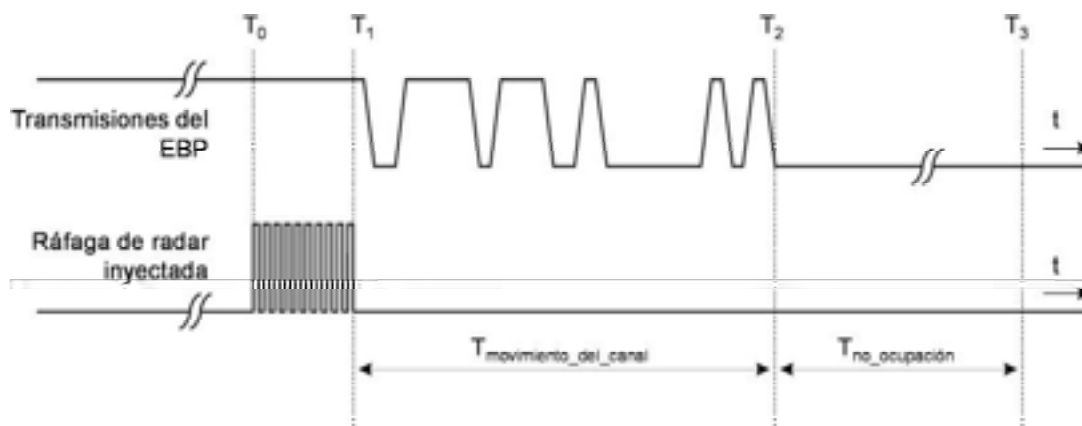


Figura 29. Ejemplo de diagrama de Tiempo de cierre de transmisión del canal y Tiempo de movimiento del canal.

5.11.2.1.1.8.4. Comprobación del rendimiento estadístico.

A continuación, se establecen los pasos del procedimiento para determinar cumplimiento con el requisito del porcentaje mínimo de detección exitosa que se encuentran en los Cuadros 17 a 19 cuando se genera una ráfaga de radar con un nivel igual al umbral de detección de radar + 1 dB en el Canal operativo del dispositivo WAS/RLAN (monitoreo en servicio).

- a) Se elige una frecuencia de los canales operativos del EBP dentro de las bandas 5470 MHz - 5600 MHz y 5650 MHz - 5725 MHz.
- b) En caso de que el EBP sea un dispositivo WAS/RLAN que funcione como un Dispositivo cliente (con o sin detección de radar), se utiliza un dispositivo WAS/RLAN que funcione como Dispositivo maestro para permitir que el EBP (Dispositivo cliente) se asocie con el Dispositivo

maestro. En caso de que el EBP sea un Dispositivo maestro, se utiliza un dispositivo WAS/RLAN que funcione como Dispositivo cliente y este cliente se asociará con el EBP (maestro). En ambos casos, para las pruebas conducidas, el generador de forma de onda de radar se conecta al Dispositivo maestro. Para las pruebas radiadas, las emisiones del generador de forma de onda de radar se dirigen hacia el Dispositivo maestro. Si el Dispositivo maestro tiene Ganancia de la antena, el lóbulo principal del diagrama de radiación de la antena se dirige hacia el emisor de radar. Se utiliza para las pruebas la polarización vertical.

- c) Transmita el archivo de prueba de carga del Canal desde el Dispositivo maestro al Dispositivo cliente en el Canal de prueba durante todo el período de prueba.
- d) En el tiempo T_0 , el generador de forma de onda de radar envía en el Canal operativo la forma de onda individual para cada uno de los tipos de radar 1-6 que se establecen en los Cuadros 17 a 19, con los niveles establecidos en el Cuadro 15. Se agrega 1 dB adicional a la señal de prueba de radar para garantizar que esté en o por encima del umbral de detección de radar, teniendo en cuenta las variaciones / errores del equipo.
- e) Observe las transmisiones del EBP al final de la ráfaga en el Canal operativo durante una duración superior a 10 segundos para el tipo de radar 0, a fin de garantizar que se produzca la detección.
- f) Observe las transmisiones del EBP al final de la ráfaga en el Canal operativo durante una duración superior a 22 segundos para el radar de Pulso largo tipo 5 para garantizar que se produzca la detección.
- g) En caso de que el EBP sea un dispositivo WAS/RLAN que funcione como un Dispositivo cliente con Supervisión en servicio, realice los pasos a) a f).

5.11.2.1.1.8.4.1. Prueba de radar de Pulso corto.

Una vez completada la verificación de los requisitos de rendimiento, se recopilan los datos estadísticos para determinar la capacidad del dispositivo para detectar las formas de onda de prueba de radar (tipos de radar de Pulso corto 1-4) que se encuentran en el Cuadro 17. El dispositivo puede utilizar un modo de prueba para demostrar cuándo se produce la detección para evitar la necesidad de restablecer el dispositivo entre pruebas. El porcentaje de detección exitosa de la forma de onda de radar se calcula mediante:

$$P_d N = \frac{\text{Total de las detecciones de la forma de onda}}{\text{Total de intentos de la forma de onda}} \times 100 = \text{Porcentaje de detección exitosa } N$$

Además, se requiere un porcentaje mínimo agregado de detección exitosa en todos los tipos de radar de Pulso corto 1-4 y se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{P_{d1} + P_{d2} + P_{d3} + P_{d4}}{4}$$

El número mínimo de intentos, el porcentaje mínimo de detección exitosa y el porcentaje mínimo agregado de detección exitosa se establecen en el Cuadro 17.

5.11.2.1.1.8.4.2. Prueba de radar de Pulso largo.

Se recopilan datos estadísticos para determinar la capacidad del dispositivo para detectar el radar de Pulso largo tipo 5 que se establece en el Cuadro 18. El dispositivo puede utilizar un modo de prueba para demostrar cuándo se produce la detección para evitar la necesidad de restablecer el dispositivo entre pruebas.

Se realizan tres subgrupos de pruebas con un mínimo de diez pruebas por subconjunto. Cada subconjunto de pruebas difiere en la frecuencia en dónde se sintoniza la señal de Pulso largo tipo 5:

- En la frecuencia del centro del Canal (Figura 30);
- En frecuencias donde el 90% de la frecuencia modulada de Pulso largo tipo 5 esté dentro del borde bajo del Ancho de banda ocupado por el EBP (Figura 31); y
- En frecuencias donde el 90% de la frecuencia modulada de Pulso largo tipo 5 está dentro del borde superior del Ancho de banda ocupado por EBP (Figura 32).

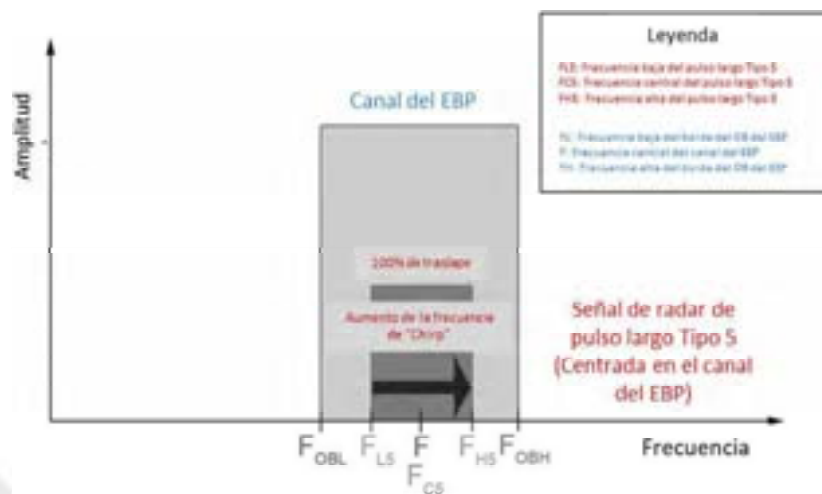


Figura 30. Ejemplo de la relación entre la señal de Pulso largo tipo 5 y el Canal WAS/RLAN cuando la señal está sintonizada a la frecuencia central del Canal del EBP.



Figura 31. Ejemplo de la relación entre la señal de Pulso largo tipo 5 y el Canal WAS/RLAN cuando la señal se sintoniza para que el 90% de la señal de radar se superponga con el borde bajo del Ancho de banda ocupado por EBP.

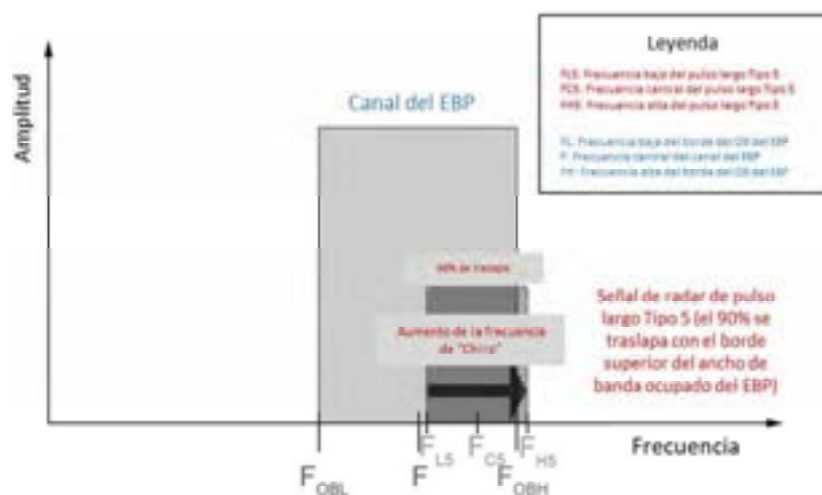


Figura 32. Ejemplo de la relación entre la señal de Pulso largo tipo 5 y el Canal WAS/RLAN cuando la señal está sintonizada de modo que el 90% de la señal de radar se superpone con el borde alto del Ancho de banda ocupado por EBP.

Para el subconjunto del caso 1: la frecuencia central del generador de señal permanece fija en el centro del Canal del EBP.

Para el subconjunto del caso 2: para retener una superposición de frecuencia del 90% entre la señal de radar y el Ancho de banda ocupado del EBP, la frecuencia central del generador de señal variará para cada una de las diez pruebas en el subconjunto caso 2. La frecuencia central del generador de señales para cada prueba se calcula mediante:

$$F_L + (0.4 \times \text{Ancho del Chirp[en MHz]})$$

Para el subconjunto del caso 3: para retener una superposición de frecuencia del 90% entre la señal de radar y el Ancho de banda ocupado del EBP, la frecuencia central del generador de señales variará para cada una de las diez pruebas en el subconjunto del caso 3. La frecuencia central del generador de señales para cada prueba se calcula mediante:

$$F_H - (0.4 \times \text{Ancho del Chirp[en MHz]})$$

El porcentaje de detección exitosa se calcula dividiendo la suma de las detecciones de los tres subconjuntos entre la suma de las pruebas de los tres subconjuntos:

$$\frac{\text{Total de detecciones de la forma de onda}}{\text{Total de pruebas de la forma de onda}} \times 100$$

5.11.2.1.1.8.4.3. Prueba de radar de salto de frecuencia.

Se recopilan datos estadísticos para determinar la capacidad del dispositivo para detectar la señal de prueba de radar de salto de frecuencia (radar tipo 6) que se establece en el Cuadro 19. El dispositivo puede utilizar un modo de prueba para demostrar cuándo se produce la detección para evitar la necesidad de restablecer el dispositivo entre pruebas. La probabilidad de detección exitosa se calcula mediante:

$$\frac{\text{Total de detecciones de la forma de onda}}{\text{Total de pruebas de la forma de onda}} \times 100$$

5.11.2.2. Pautas para la sección DFS en el reporte de prueba.

Los siguientes elementos deben incluirse en los reportes de prueba para la sección de resultados de pruebas DFS de dispositivos WAS/RLAN como se indica en los siguientes numerales. El presente numeral cubre los requisitos mínimos de los reportes de prueba para la sección de resultados de pruebas DFS.

5.11.2.2.1. Descripción completa del dispositivo WAS/RLAN.

- a) El(los) intervalo(s) de frecuencia(s) de funcionamiento(s) del EBP.
- b) Deben incluirse en la descripción, los modos de funcionamiento (maestro y/o cliente) del dispositivo WAS/RLAN, así como los modos puente y los modos MESH, según corresponda.
- c) Para los dispositivos cliente, indique si tiene o no capacidad de detección de radar e indique para el dispositivo WAS/RLAN maestro que se utiliza con el Dispositivo cliente para las pruebas DFS, su número de homologación IFT.
- d) Liste el nivel de potencia más alto y más bajo posible (potencia radiada isótropa equivalente (PIRE)) del EBP.
- e) Liste todos los conjuntos de antenas y sus ganancias correspondientes.
 - 1) Si se van a realizar pruebas radiadas, el dispositivo WAS/RLAN debe probarse con el conjunto de antena de ganancia más baja (independientemente del tipo de antena). El informe debe indicar qué conjunto de antena se utilizó para las pruebas. Para dispositivos con potencia de salida ajustable, liste el intervalo de potencia de salida y la PIRE máxima para cada conjunto de antena.
 - 2) Si se van a realizar pruebas conducidas, indique qué puerto/conexión de antena se utilizó para las pruebas y la ganancia del conjunto de antena que se utilizó para establecer el nivel de Umbral de detección de DFS durante la verificación de la configuración de la prueba.
 - i. Indique el nivel del umbral de detección de radar verificado de manera conducida.
 - ii. Para dispositivos con potencia de salida ajustable, liste el intervalo de potencia de salida y la PIRE máxima para cada conjunto de antena.
 - iii. Indique la impedancia del conector de la antena. Asegúrese de que los instrumentos de medición coincidan (generalmente 50 ohms) o utilice un acoplador de impedancia en caso de que sea difiera ampliamente con la del instrumento de medición (por ejemplo 75 ohms) o un atenuador de bajas pérdidas en caso de que sea difiera ligeramente con la del instrumento de medición y en cualquier caso tome en cuenta el factor de pérdidas.
 - 3) La medición de verificación de la Ganancia de la antena para la antena que sea evaluada.

- i. Describir el procedimiento
 - ii. Describir la configuración de la antena y cómo se monta
 - iii. Si se suministra un cable para la conexión de la antena con el dispositivo, debe tenerse en cuenta las pérdidas por inserción del cable. Indique la longitud máxima del cable y mida la Ganancia de la antena con este cable o ajuste la ganancia medida en correspondientemente. Registre la pérdida por inserción del cable.
- f) Secuencias de prueba o mensajes que deben usarse para la comunicación entre los dispositivos maestro y cliente, que se utilizan para la carga del Canal.
 - 1) Transmita el archivo de prueba desde el Dispositivo maestro al Dispositivo cliente para sistemas que se basan en IP o sistemas que se basan en tramas que asignan dinámicamente la relación conversación/escucha.
 - 2) Para sistemas que se basan en tramas con relación de conversación/escucha fija, durante esta prueba establezca la relación en el peor de los casos, con el máximo valor posible que pueda ser configurado por el usuario según las especificaciones del EBP y transmita el archivo de prueba desde el maestro al cliente.
 - 3) Para otras arquitecturas de sistema, registre la metodología de carga de Canal.
- g) Descripción del Control de potencia de transmisión: proporcione una descripción.
- h) Arquitecturas del sistema, velocidades de datos, anchos de banda del Canal WAS/RLAN: indique los tipos de arquitectura que emplea el sistema (por ejemplo, si se basan en IP o en tramas) del dispositivo WAS/RLAN. Cada tipo de arquitectura única debe probarse.
- i) El tiempo necesario para que el Dispositivo maestro y/o el Dispositivo cliente completen su ciclo de encendido.
- j) Compromiso por escrito del interesado ante el Organismo de Certificación para el efecto que confirme que la información relativa a los parámetros de las formas de onda de radar que detecta no está disponible para el usuario final.
- k) Puede seleccionarse el primer Canal de forma manual o aleatoria. El interesado también puede bloquear el uso de canales DFS.

5.11.2.2.2. Descripción completa de la verificación de la forma de onda de radar.

- a) Descripción de la configuración de verificación: diagrama a bloques de la configuración del equipo, que identifica claramente si se utilizó un método radiado o conducido.

b) Descripción del procedimiento de verificación.

- 1) Comprobación de los niveles de Umbral de detección de DFS.
 - i. Indique los niveles de Umbral de detección de DFS utilizados.
 - ii. Considere el intervalo de potencia de salida y la Ganancia de la antena.
 - 2) Para los tipos de radar de Pulso corto, deben proporcionarse gráficas del analizador de espectro de la ráfaga de Pulsos en la frecuencia del Canal.
 - 3) Para el tipo de radar de Pulso largo, debe proporcionarse una gráfica del analizador de espectro de una sola ráfaga (1-3 Pulsos) en la frecuencia del Canal.
 - 4) Describir el método utilizado para generar la señal de salto de frecuencia.
 - 5) El Ancho de banda de detección de radar.
 - 6) Para la forma de onda de salto de frecuencia, debe proporcionarse una gráfica del analizador de espectro que muestre 9 Pulsos en una frecuencia dentro del Ancho de banda de detección de radar.
 - 7) Verifique el uso de la polarización vertical para la prueba cuando se utiliza un método de prueba radiado.
- c) Al probar un Dispositivo cliente con capacidad de detección de radar, verifique que el Dispositivo cliente responda de forma independiente en función de la autodetección del Dispositivo cliente en lugar de responder al Dispositivo maestro. Si es necesario, proporcione una descripción del método utilizado para aislar al cliente de las transmisiones del Dispositivo maestro para garantizar la autodetección del Dispositivo cliente de la forma de onda de radar.

5.11.2.2.3. Descripción completa del procedimiento de prueba.

- a) Describa las desviaciones en los procedimientos o equipos que se establecen en el numeral 5.11.2.1.1 de la presente DT.

- b) Describa el procedimiento de prueba DFS y la configuración de la prueba que se utilizó para monitorear tanto el dispositivo WAS/RLAN como las formas de onda de radar transmitidas. Proporcione un diagrama a bloques de la configuración del equipo de monitoreo de señal.
 - 1) Lista de equipos.
 - 2) Fotos de la configuración de prueba.

- c) Describa el procedimiento de prueba DFS y la configuración de prueba utilizada para generar las formas de onda de radar.
 - 1) Diagrama a bloques de la configuración del equipo.
 - 2) Lista de equipos.
 - 3) Fotos de la configuración de prueba.
 - 4) Proporcione las características (ancho de Pulso, intervalo de repetición de Pulso, número de Pulsos por ráfaga, modulación) para cada una de las formas de onda y cada tipo de señal que se utilizó.
 - 5) Describa cómo se seleccionaron (es decir, manual o aleatoriamente) los parámetros de forma de onda dentro de sus valores para cada tipo de señal.
 - 6) Describa la carga del Canal, incluido el tipo de datos, las gráficas de tiempo, el cálculo del porcentaje de carga del Canal y el protocolo.

- d) Las pruebas DFS deben realizarse en los canales WAS/RLAN. Véase el Cuadro 14 para conocer los requisitos adicionales para dispositivos con múltiples anchos de banda.
 - 1) Liste cada frecuencia de cada Canal que se utilizó para las pruebas.
 - 2) Hoja de datos que muestra el Ancho de banda de detección de radar para los canales utilizados durante las pruebas.
 - 3) Gráfica del sistema de medición de RF que muestra su nivel mínimo de ruido de fondo nominal en el mismo Ancho de banda que se utiliza para realizar la verificación de disponibilidad de canales, ráfagas de radar iniciales, monitoreo en servicio y pruebas de Período de no ocupación de 30 minutos.

- e) Gráficas de tiempo que muestran el cumplimiento del requisito de tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal de 60 segundos en el inicio.

- 1) La gráfica debe mostrar el tiempo de encendido inicial $T_{\text{encendido}}$.
 - 2) La gráfica debe incluir el período de encendido inicial $T_{\text{encendido}}$ además del período de 60 segundos.
- f) La(s) gráfica(s) de tiempo que muestran el cumplimiento de los requisitos de detección inicial de radar, durante la comprobación inicial de disponibilidad de canales de 60 segundos al encender el EBP.
- 1) Gráfica del período de detección de radar DFS para la aplicación de formas de onda de radar 6 segundos después del tiempo de encendido inicial $T_{\text{encendido}}$. La longitud mínima de la gráfica debe ser de 1.5 minutos después del período de encendido $T_{\text{encendido}}$. La gráfica debe mostrar la ráfaga de radar en el momento apropiado. Esta prueba solo se requiere una vez y para la prueba deben usarse los radares tipo 0.
 - 2) Gráfica del periodo de detección de radar DFS para la aplicación de las formas de onda de radar 6 segundos antes del final del tiempo de Comprobación de disponibilidad de canales de 60 segundos. La longitud mínima de la gráfica debe ser de 1.5 minutos después del tiempo de encendido $T_{\text{encendido}}$. La gráfica debe mostrar la ráfaga de radar en el momento apropiado. Esta prueba solo se requiere una vez y para la prueba deben usarse los radares tipo 0.
 - 3) La resolución mínima de tiempo de las gráficas debe ser suficiente para mostrar las ráfagas de forma de onda de radar (la totalidad de la ráfaga, no Pulsos individuales dentro de la ráfaga).
- g) Gráficas de instrumentos (tal como analizador de espectro, VSA o algún otro instrumento de registro de datos) que muestren el cumplimiento de los requisitos de Tiempo de movimiento del canal durante la Supervisión en servicio. Las gráficas deben mostrar las transmisiones del dispositivo WAS/RLAN en el Canal en forma de actividad de RF en el eje vertical *versus* el tiempo en el eje horizontal. Solo debe reportarse una gráfica de 10 segundos para el radar tipo 0. Las gráficas para los radares del tipo Pulso corto deben comenzar al final de la ráfaga de radar. El Tiempo de movimiento del canal debe calcularse en función de la gráfica de radar tipo 0. Las gráficas deben mostrar las transmisiones del dispositivo WAS/RLAN en el Canal en forma de actividad de RF en el eje vertical *versus* el tiempo en el eje horizontal. Una resolución suficiente debe utilizarse.
- 1) Las gráficas y/o datos deben mostrar el cumplimiento del dispositivo WAS/RLAN con el valor de 200 milisegundos en la transmisión de datos y el cumplimiento con el valor agregado de 60 milisegundos que se establece en el Cuadro 16.
 - 2) Indique el número total de veces que se realizó la prueba.

- 3) Indique si hubo detección o no hubo detección para cada forma de onda de cada tipo de señal, así como el número de fallas, el número de veces que hubo detección de radar exitosa dentro del valor de tiempo. En los Cuadros 23, 24, 25 y 26 se muestran las hojas de ejemplo para el registro de resultados, mismos que se replican en el reporte de pruebas del Apéndice A.
- 4) Verifique el cumplimiento de los requisitos del porcentaje mínimo de detección exitosa que se establecen en los Cuadros 17, 18 y 19.
- h) Gráfica del analizador de espectro que muestra el cumplimiento del requisito del Período de no ocupación de 30 minutos. Sólo se requiere una gráfica. Esta es una prueba independiente que se realiza además de las otras pruebas de Supervisión en servicio.

Cuadro 23. Hoja de datos de detección de muestras para los tipos de radar 1 a 6 (use una hoja de datos separada para cada tipo de radar).

	# Prueba	Detección	# Prueba	Detección
		Sí / No		Sí / No
1 - 6	1		16	
	2		17	
	3		18	
	4		19	
	5		20	
	6		21	
	7		22	
	8		23	
	9		24	
	10		25	
	11		26	
	12		27	
	13		28	

	14		29	
	15		30	
Frecuencia de prueba del EBP:				
Frecuencia de radar:				

Cuadro 24. Hoja de datos de parámetros de muestra para el radar tipo 1
(consulte el Cuadro 17a para obtener más detalles).

RADAR TIPO 1			
# Prueba	Número de Frecuencia de Repetición del Pulso (1 a 23)	Frecuencia de Repetición del Pulso (Pulsos por segundo)	Intervalo de repetición de Pulso (µseg)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			

30			
----	--	--	--

Cuadro 25. Hoja de datos de parámetros de muestra para el tipo de radar 2 – 4 (Utilice una hoja de datos separada para cada tipo de radar).

RADAR TIPO 2 – 4			
# Prueba	Número de Pulsos por ráfaga	Ancho de Pulso (μ s)	PRI (μ s)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			

14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

Cuadro 26. Hoja de datos de parámetros de muestra para el radar
tipo 5 (use una hoja de datos separada para cada prueba).

RADAR TIPO 5						
Número de prueba:						
Número de ráfagas en la prueba:						
Ráfaga	Número de Pulsos	Ancho de Pulso (μseg)	Ancho de Chirp (MHz)	Espaciamiento del Pulso 1 a 2 (μseg)	Espaciamiento de Pulso 2 a 3 (μseg)	Ubicación de inicio dentro del intervalo (μseg)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

5.11.2.3. Modos operativos recomendados para las pruebas DFS.

Es posible que se utilicen modos operativos especiales para acelerar las pruebas DFS y evitar el intensivo reinicio del dispositivo, o tener que apagar el dispositivo para restablecerlo. Estos modos deben representar la misma capacidad operativa de detección de radar que los modos operativos de los dispositivos WAS/RLAN que se comercializan normalmente y no deben estar disponibles, operativos o presentes en los dispositivos WAS/RLAN que se comercialicen. El acceso a esta capacidad debe estar estrictamente limitada al titular del certificado de homologación a través de prácticas prudentes de seguridad.

Capacidades sugeridas:

- 1) Capacidad de activar/desactivar el modo de prueba para verificar el funcionamiento normal en las pruebas DFS normales.
- 2) Desplegar por algún medio la(s) detección(es) de radar.
- 3) Tras la detección de radar, el modo de prueba debe desactivar el Período de no ocupación de 30 minutos y devolver el dispositivo a la frecuencia de prueba original en unos pocos segundos. Es aceptable deshabilitar el movimiento del Canal tras la detección del radar mientras está en modo de prueba. Esto mantendrá el dispositivo en la frecuencia de prueba.
- 4) Las frecuencias de prueba no deben estar fijas en el firmware del dispositivo WAS/RLAN, para ningún modo de prueba, ya que el ingeniero de prueba las debe seleccionar aleatoriamente.
- 5) Posibilidad de restablecer y/o editar la lista de frecuencias "bloqueadas".

- 6) Posibilidad de activar/desactivar el "tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal" si el dispositivo tiene que reiniciarse como parte del funcionamiento normal DFS cuando se detecta un radar.
- 7) Interfaces de modo de prueba, como una interfaz con terminal ASCII o una interfaz basada en página web (esto requiere una actualización automática de la página web en un intervalo de tiempo suficiente para no ralentizar el tiempo de prueba).

5.11.2.4. Dispositivos cliente sin capacidad de detección de radar.

Los dispositivos sin capacidad de detección de radar deben cumplir con los requisitos técnicos correspondientes del capítulo 4 de la presente DT. Adicionalmente, un Dispositivo cliente sin capacidad de detección de radar debe depender de un Dispositivo maestro para iniciar una red, esto requiere que dicho Dispositivo cliente no pueda iniciar, o configurarse para iniciar ninguna transmisión, incluidas las transmisiones de sondeo/exploración, tramas o admitir modos ad-hoc (u otros modos de igual a igual) de operación sin el permiso de un Dispositivo maestro previamente homologado con la capacidad de detección de radar. Lo anterior establece las restricciones siguientes a dichos dispositivos:

- 1) Para dispositivos cliente con software de configuración deben cumplirse los requisitos del numeral 4.6.2.2.
- 2) La operación de un Dispositivo cliente del tipo Wi-Fi Direct® o TDLS en las bandas WAS/RLAN es limitada; solo se permiten cuando se comunica con dispositivos previamente homologados como maestro de acuerdo con los requisitos del capítulo 4 de la presente DT o si el dispositivo está operando bajo el control de un maestro previamente homologado.
- 3) Los dispositivos cliente no pueden funcionar en los modos del tipo Wi-Fi® "hotspot". Los dispositivos con capacidad de "Punto de acceso" deben tener capacidades de detección de radar y DFS.

La siguiente información debe incluirse en el reporte de pruebas:

- a) Una sección o partes identificables en el reporte que demuestren lo siguiente:
 1. Los resultados de la prueba que demuestren que se establece un enlace de cliente asociado con el maestro en una frecuencia de prueba; si un Dispositivo cliente funciona en un modo de "solo escuchar" a un maestro sin "asociarse" formalmente con él, el informe de prueba debe incluir pruebas para dichos modos.
 2. Los dispositivos deben probarse con un Dispositivo maestro que opere en la misma banda y modos de operación.

3. Si dos dispositivos cliente pueden comunicarse directamente entre sí mientras mantienen una asociación con un maestro o si el cliente opera en una banda de frecuencia mientras "escucha" a un maestro, dichos modos deben probarse con el Dispositivo maestro activo.
 4. La frecuencia de la prueba ha sido monitoreada para garantizar que no se haya producido ninguna transmisión de ningún tipo durante 30 minutos. Si el cliente se muda con el maestro, el dispositivo se considera compatible si no aparece nada en la prueba del Período de no ocupación del cliente. Para los dispositivos que se apagan (en lugar de mover los canales), no deberían aparecer tramas.
 5. Un gráfico del analizador que contenga un sólo barrido de 30 minutos en el Canal original.
- b) Se requiere un compromiso por escrito del interesado ante el Organismo de Certificación para el efecto que indique que el software del cliente y los controladores asociados no iniciarán ninguna transmisión en frecuencias DFS sin la iniciación de un maestro. Esto incluye la restricción de transmisiones de exploración y soporte para modos ad-hoc de igual a igual.
 - c) Un plan de canales/frecuencias para el dispositivo que muestre los canales que tienen exploración activa o exploración pasiva. El escaneo activo es donde el dispositivo puede transmitir una señal de exploración y el escaneo pasivo es donde el dispositivo puede escuchar solo sin señal de exploración.
 - d) La descripción de la seguridad del software como se cómo se establece en numeral 4.6.2.2.

5.12. Método de prueba del Protocolo basado en contención (CBP).

- a) Simulación de señal incumbente:

La señal incumbente es similar al ruido, por lo que se selecciona una señal de ruido gaussiano blanco aditivo (AWGN) de 10 MHz de ancho para simular y representar la transmisión incumbente.

- b) Número requerido de pruebas:

Las señales incumbentes y del EBP (puntos de acceso de interior, equipos subordinados o clientes) pueden ocupar diferentes porciones del Canal. Dependiendo del Ancho de banda de transmisión del EBP y la frecuencia central de la señal incumbente (simulada por una señal AWGN con un ancho de 10 MHz), la frecuencia central de la señal del EBP *f_{ci}* puede caer dentro del Ancho de banda ocupado de la señal incumbente (Figura 33a), o fuera de él (Figura 33b).

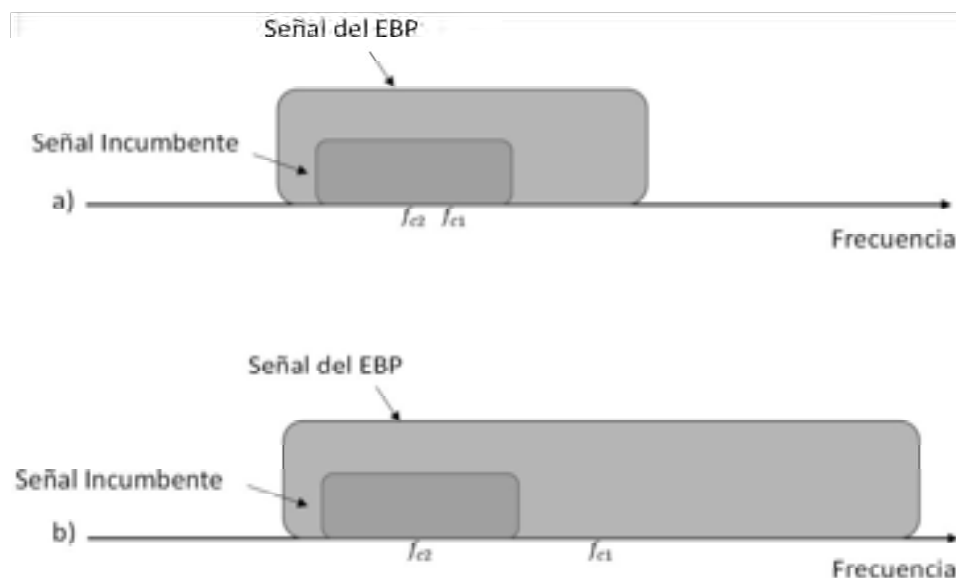


Figura 33. Dos escenarios posibles donde a) la frecuencia central de la transmisión del EBP se encuentra dentro del Ancho de banda ocupado de la señal incumbente, o b) fuera del Ancho de banda ocupado de la señal incumbente.

Para garantizar que EBP detecte de manera confiable una señal incumbente en los escenarios que se muestran en la Figura 33, la prueba del umbral de detección puede repetirse más de una vez con la señal incumbente (que tiene una frecuencia central f_{a2}) sintonizada en diferentes frecuencias centrales dentro del Ancho de banda de la transmisión del EBP. Los criterios establecidos en el Cuadro 27 determinan cuántas veces debe realizarse la prueba del umbral de detección.

Cuadro 27. Criterios para determinar el número de veces que se puede realizar la prueba de umbral de detección.

Escenario	Número de pruebas	Ubicación de la señal incumbente
$BW_{EBP} \leq BW_{INC}$	Una	Entone las transmisiones de la señal incumbente y del EBP ($f_{a1} = f_{a2}$)
$BW_{INC} < BW_{EBP} \leq 2 * BW_{INC}$	Una	La transmisión de la señal incumbente está contenida dentro del Ancho de banda del EBP

$2 \cdot BW_{INC} < BW_{EBP} \leq 4 \cdot BW_{INC}$	Dos	La transmisión de la señal incumbente está contenida dentro del Ancho de banda del EBP y La transmisión de la señal incumbente se ubica lo más cerca posible de los bordes superior e inferior, respectivamente, del Canal del EBP
$BW_{EBP} > 4 \cdot BW_{INC}$	Tres	La transmisión de la señal incumbente se ubica lo más cerca posible del borde inferior del Canal del EBP, a la mitad del Canal del EBP y lo más cerca posible del borde superior del Canal del EBP
En donde: BW_{EBP} : Ancho de banda de la transmisión de la señal del EBP BW_{INC} : Ancho de banda de la transmisión de la señal incumbente simulada (señal AWGN con un ancho de 10 MHz) f_{c1} : Frecuencia central de la transmisión del EBP f_{c2} : Frecuencia central de la señal incumbente simulada		

c) Configuración de prueba:

Para garantizar que el EBP es capaz de detectar energía co-canal, el primer paso es configurar el EBP para que transmita con un ciclo de trabajo constante.

Para simular una señal incumbente, se requiere un generador de señal (o una fuente similar) que sea capaz de generar ruido gaussiano blanco aditivo (AWGN) de banda limitada, con un ancho de 10 MHz, que opere con las frecuencias de acuerdo con el Cuadro 27, en la banda 5925 MHz a 6425 MHz.

Dependiendo de la configuración de la antena del EBP, la señal AWGN puede proporcionarse al receptor del EBP a través de un método conducido (Figura 34) o un método radiado (Figura 35).



Figura 34. Configuración de prueba del Protocolo basado en contención - método conducido.

d) Procedimiento de la configuración conducida:

La Figura 34 muestra la configuración de prueba en la que se genera una señal AWGN de banda limitada a un nivel de potencia muy bajo y se inyecta en el puerto de antena del EBP. A continuación, el nivel de potencia de la señal AWGN se incrementa gradualmente mientras se supervisa la transmisión del EBP en el analizador de espectro 2 para verificar si el EBP puede detectar la señal AWGN y, posteriormente, si éste detiene su transmisión. Una medición con disparo (Trig), como se muestra en la Figura 34, es opcional y ayuda a determinar el tiempo que le toma al EBP detener la transmisión (o abandonar el Canal) al detectar energía de RF. Si el EBP tiene un sólo puerto de antena, entonces puede conectarse la fuente de señal AWGN al mismo puerto de la antena.

1. Configure el EBP para que transmita con ciclo de trabajo constante.
2. Configure los parámetros de operación del EBP, incluyendo el nivel de potencia, frecuencia de operación, modulación y Ancho de banda.
3. Configure la frecuencia central del analizador de espectro 2 con la frecuencia nominal central del Canal del EBP, el intervalo de medición (span) del analizador de espectro debe configurarse con un valor de dos veces a cinco veces el Ancho de banda ocupado del EBP.
4. Conecte el puerto de salida 2 del EBP al analizador de espectro 2, como se muestra en la Figura 34. Asegurándose que el atenuador 2 proporcione suficiente atenuación para que no sobre cargue la recepción del analizador de espectro 2.
5. Observe la gráfica despegada en el analizador de espectro 2, y verifique que el EBP esté operando y transmitiendo con los parámetros del paso 2.
6. Utilizando una fuente de señal AWGN, genere (pero no transmita, es decir en RF OFF) una señal AWGN con un ancho de 10 MHz. Utilice el Cuadro 27 para determinar la frecuencia central de la señal AWGN de ancho de 10 MHz, relativa al Ancho de banda del Canal del EBP y su frecuencia central.

Configure la frecuencia central del analizador de espectro 1 con la frecuencia central de la señal AWGN, el intervalo de medición (span) del analizador de espectro 1 debe configurarse con un valor entre 20 MHz y 50 MHz. Opcionalmente en una segunda medición puede configurarse en ambos analizadores de señal una medición con disparo (con el umbral identificado en el paso 9 en el analizador de espectro 1 y disparo externo, con el analizador de espectro 2 en modo de intervalo de frecuencias en cero (cero span), a efecto de terminar el tiempo de desocupación de Canal.

7. Configure la potencia del generador de señal AWGN, con un nivel de -83 dBm (que corresponde con un valor que está a más de 20 dB por debajo del umbral de detección de -62 dBm). Conecta el generador de señal AWGN, mediante un divisor de potencia de 3 dB (splitter) u opcionalmente un acoplador direccional de potencia incidente, tanto al analizador de espectro 1 y al puerto 1 del EBP como se muestra en la Figura 34.
8. Transmita la señal AWGN (RF ON en el generador AWGN) y verifique las características de la señal AWGN en el analizador de espectro 1.
9. Observe la gráfica del analizador de espectro 2 para verificar si la señal AWGN ha sido detectada y el EBP ha cesado su transmisión. Si el EBP continúa transmitiendo, entonces aumente linealmente el nivel de potencia de la señal AWGN hasta que el EBP pare de transmitir, y registre el valor de potencia medido en el analizador de espectro 1.
10. Incluya todas las pérdidas en la cadena de medición, determine y registre el nivel de potencia de la señal AWGN, en el puerto 1 de la antena del EBP, en el cual cesa de transmitir el EBP. Repita el procedimiento al menos 10 veces para verificar que el EBP detecta una señal AWGN con un nivel de confianza de 90 % o superior.
11. Refiérase a la tabla 1 para determinar el número de veces que el umbral de detección requiere repetirse. Si la prueba se requiere más de una vez, entonces regrese al paso 6, seleccione una frecuencia central diferente para la señal AWGN y repita el procedimiento.

e) Procedimiento de la configuración radiada:

Para realizar la misma prueba de manera radiada, es imperativo asegurarse de que la señal AWGN pueda radiarse en un entorno controlado, que la señal AWGN radiada pueda iluminar completamente la antena del EBP y que el nivel de potencia de la señal AWGN pueda medirse con precisión en la ubicación exacta de la antena del EBP.

La Figura 35 muestra la configuración de prueba radiada donde la señal AWGN se genera y transmite a través de la antena 1. Cabe señalar que la antena 1 debe seleccionarse de modo que su ancho de haz a 3 dB pueda iluminar el EBP por completo. Para garantizar que el nivel de la señal AWGN se pueda medir con precisión en la ubicación del EBP, el EBP se reemplaza inicialmente por la antena 2 que tiene una ganancia conocida, como se muestra en la Figura 35. Luego, el nivel de la señal radiada se mide con la antena 2. Antenas 1 y 2 están alineadas y colocadas a una distancia R que es mayor que las distancias de campo lejano de la antena 1 y la antena 2. El nivel de potencia de la señal AWGN se mide con el analizador de espectro 1. La potencia medida P_m luego se corrige con la Ganancia de la

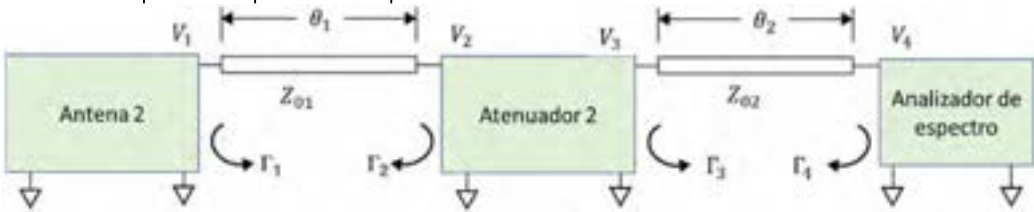
antena 2, G_2 , y por todas las pérdidas y atenuaciones de cables L , para determinar el nivel de potencia de la señal AWGN en la antena 2, P_2 , de acuerdo con la ecuación siguiente:

$$[P_2]_{dBW} = [P_m]_{dBW} + [L]_{dB} - [G_2]_{dB} - [\epsilon]_{dB}$$

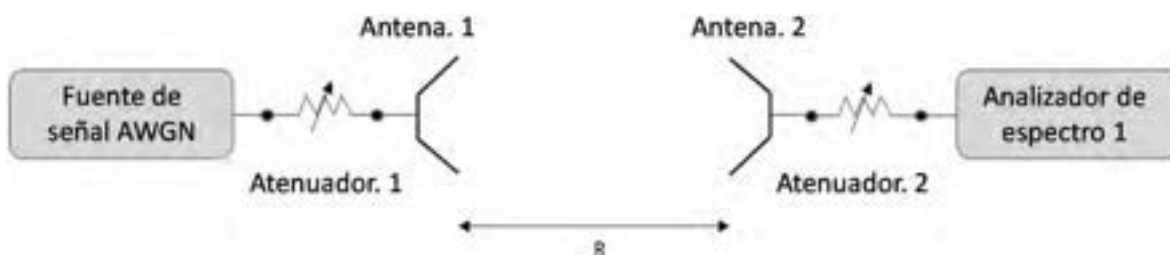
(Ecuación 18)

En donde:

$[P_2]_{dBW}$	Nivel de potencia de la señal AWGN en la antena 2, en dBW
$[P_m]_{dBW}$	Potencia medida en el analizador de espectro, en dBW
$[L]_{dB}$	Pérdidas y atenuaciones de cables, en dB Éstas deben incluir las pérdidas por desacoplamiento y otras pérdidas, que se determinan con la Ecuación 19, en dB. $[L]_{dB} = \alpha_{cables[dB]} + \sum_{n=1}^m \{10 \cdot \log_{10}[1 - \Gamma_n ^2]^{-1} + 10 \cdot \log_{10}[1 - \Gamma_{n+1} ^2]^{-1} + 20 \cdot \log_{10}[1 - \Gamma_n \cdot \Gamma_{n+1} \cdot e^{-j \cdot 2 \cdot \theta_i}]\}$ (Ecuación 19) En donde: $\alpha_{cables[dB]}$ son las pérdidas y atenuaciones de cables en dB. Γ_n es el coeficiente de reflexión cada uno de los elementos del sistema de medición, y se obtiene mediante: $ \Gamma_n = \frac{ROE_n - 1}{ROE_n + 1}$ (Ecuación 20) ROE es la relación de onda estacionaria de cada uno de los elementos del sistema de medición, para los atenuadores y preamplificadores regularmente $ROE_{ent} \neq ROE_{sal}$. n es un número entero impar, 1, 3, etc; m es un número entero impar, que depende del número de elementos en el sistema de medición. θ_i es la longitud eléctrica de las líneas de transmisión que conectan cada uno de los elementos del sistema de medición entre sí, y se obtiene mediante: $\theta_i = \frac{2\pi \cdot f \cdot l_i \cdot \sqrt{\epsilon_{rel}}}{c_0}$, en donde f es la frecuencia de medición en Hz, l_i es la longitud física de cada una de las líneas de transmisión en metros, $\epsilon_{rel} = \left(\frac{c_0}{0.01 \cdot v_{pi}}\right)^2$ es la constante dieléctrica de cada una de las líneas de transmisión, v_{pi} es la velocidad de propagación de la onda en cada una de las líneas de transmisión en porcentaje, tanto ϵ_{rel} y v_{pi} se puede obtener mediante la hoja de datos técnicos, y $c_0 = 2.99792458 \times 10^8$ es la velocidad de la luz en el espacio libre en metros/segundo.

	El termino, pérdidas por desacoplamiento, puede identificarse fácilmente cuando la entrada de una red de dos puertos que está conectada de un lado una antena (fuente), y del otro lado, cualquier otro elemento del sistema de medición, tal como, un atenuador, preamplificadores o el analizador de espectro (carga) y entre estos elementos existen cables de interconexión (líneas de transmisión), seguramente puede existir la condición de acoplamiento o desacoplamiento y por lo tanto si hay dos o más fuentes de reflexión en el sistema de medición, entonces las pérdidas por desacoplamiento resultantes provienen en primera instancia de las reflexiones individuales, pero también, de la combinación de las reflexiones en pares, por lo tanto la interacción de las reflexiones también debe considerarse en la determinación de las pérdidas por desacoplamiento. Entonces para evaluar esta combinación de la figura de abajo y suponiendo que el primer par de circuitos, que tienen Γ_1 y Γ_2 que corresponden a los coeficientes de reflexión de la antena receptora calibrada y el pre amplificador y que están interconectados por una línea de transmisión de bajas pérdidas de longitud eléctrica θ_1, se calcula la primera iteración de la ecuación $[L]_{dB}$, posteriormente se considera el segundo par de circuitos, que tienen Γ_3 y Γ_4 que corresponden a los coeficientes de reflexión del atenuador y del analizador de espectro y que están interconectados por una línea de transmisión de bajas pérdidas de longitud eléctrica θ_2, por lo que se calcula la segunda iteración de la ecuación $[L]_{dB}$ a efecto de obtener las pérdidas por desacoplamiento totales.  Interacción entre redes con reflexiones, interconectadas por líneas de transmisión
$[G_2]_{dBW}$	Ganancia de la antena 2, en dBi
$[\epsilon]_{dB}$	Error del analizador de espectro o del medidor de potencia de RF, obtenido en su calibración, y cuyo conocimiento y aplicación garantiza la trazabilidad de la medición a los patrones nacionales.

Después el EBP se coloca exactamente en la misma ubicación de la antena 2, como se muestra en la Figura 36.



NOTA: Las antenas 1 y 2 están alineadas y colocadas a una distancia "R", que es mayor que, las distancias de campo lejano para la antena 1 y la antena 2. $R \geq \lambda/2 \cdot \pi$ ó $R \geq 2 \cdot D^2 / \lambda$, utilizando el valor de R que sea mayor, en [m], en donde D es la apertura más grande de la antena en [m], $\lambda \approx 3 \times 10^8 / f$, en [m], y f es la frecuencia de la fuente de señal AWGN en Hz.

Figura 35. Configuración de prueba del Protocolo basado en contención, método radiado, medición de potencia.

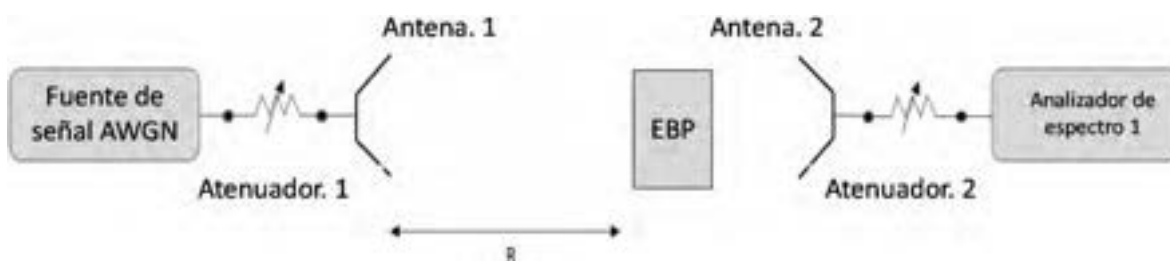


Figura 36. Configuración de prueba del Protocolo basado en contención, método radiado, medición del umbral de detección.

El siguiente es un procedimiento paso a paso para probar el Protocolo basado en contención utilizando la configuración radiada descrita anteriormente:

1. Usando la fuente de señal AWGN, genere (pero no transmita, es decir, RF OFF) una señal AWGN con un ancho de 10 MHz. Utilice el Cuadro 27 para determinar la frecuencia central de la señal AWGN en relación con el Ancho de banda del Canal y la frecuencia central del EBP.
2. Conecte la fuente de señal AWGN a la antena 1, como se muestra en la Figura 26, y transmita la señal (RF ON).
3. Con el analizador de espectro 1 y la antena 2, mida el nivel de potencia de la señal AWGN. Alinee la antena 2 y la antena 1 para maximizar la emisión.

4. Usando la ecuación 1, corrija la potencia medida P_m con la Ganancia de la antena 2, G_2 y todas las pérdidas y atenuaciones del cable L para obtener el nivel de potencia de la señal AWGN en la antena 2, P_2 .
5. Establezca la potencia corregida P_2 en un nivel de -83 dBm (que corresponde con un valor que está a más de 20 dB por debajo del umbral de detección de -62 dBm).
6. Coloque el EBP exactamente donde estaba la antena 2. Configure el EBP para transmitir un ciclo de trabajo constante.
7. Establezca los parámetros operativos del EBP, incluidos el nivel de potencia, la frecuencia operativa, la modulación y el Ancho de banda.
8. Establezca la frecuencia central del analizador de espectro 1 en la frecuencia central nominal del Canal del EBP. El intervalo de frecuencias (span) del analizador de espectro debe configurarse con un valor entre dos y cinco veces el Ancho de banda ocupado del EBP.
9. Observe la gráfica en el analizador de espectro 1 para verificar si se ha detectado la señal AWGN y si el EBP ha dejado de transmitir. Si el EBP continúa transmitiendo, aumente gradualmente el nivel de potencia de la señal AWGN hasta que el EBP deje de transmitir.
10. Determine y registre el nivel de potencia de la señal AWGN en el que el EBP cesó la transmisión. Repita el procedimiento al menos 10 veces para verificar que el EBP pueda detectar la señal AWGN con un nivel de confianza del 90 % o superior.
11. Véase el Cuadro 27 para determinar el número de veces que debe repetirse la prueba del umbral de detección. Si se requiere realizar la prueba más de una vez, vuelva al paso 1, elija una frecuencia central diferente para la señal AWGN y repita todo el procedimiento.

5.13. Manual del equipo.

Se comprueba documental y ocularmente mediante la revisión del manual del EBP impreso y en formato digital disponible en la página del interesado, que se encuentre en idioma español, que contenga información suficiente, clara y veraz de sus características técnicas, así como los procedimientos de configuración, ajuste, operación y resolución de problemas del mismo.

El resultado obtenido debe cumplir con lo establecido en el numeral 4.7.

5.14. Estimación de la incertidumbre de las mediciones.

La interpretación de los resultados registrados en un reporte de pruebas para las mediciones de la presente DT es la siguiente:

1. Cada resultado de medición que se relacione con su correspondiente especificación debe acompañarse con su incertidumbre de medida para decidir si un equipo cumple los requisitos de la presente DT;
2. El valor de la incertidumbre de medición para la medición de cada parámetro debe incluirse en el reporte de pruebas;
3. Los valores registrados de las incertidumbres de medición deben ser para cada uno de los parámetros de medición; las incertidumbres deben tener valores iguales o menores que los valores del Cuadro 16.

La incertidumbre de medición debe estimarse con un factor de cobertura $k = 1.96$ o $k = 2$ (que proporcionan niveles de confianza del 95 % y del 95.45 %, respectivamente, en el caso de que las distribuciones que caracterizan las incertidumbres de medición sean normales (gaussianas)). Esta estimación debe estimarse conforme se señala en la NMX-CH-140-IMNC 2002 "Guía para la expresión de la Incertidumbre en las mediciones", equivalente a "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML (1995)". En caso de que dicha NMX sea actualizada, se considerará su versión más actualizada, y en todo caso, el documento normativo que la sustituya.

Para la estimación de la incertidumbre en las mediciones que se realicen con el analizador de espectro, también puede consultarse la sección titulada "6.2 Presupuesto de incertidumbre para sistema de medición basado en el analizador de espectros" del artículo "Victoria Molina López, Israel García Ruiz, Mariano Botello Pérez, Estimación de incertidumbre en la medición de la atenuación de sitio en la validación del CALTS-CENAM, Memorias del Simposio de Metrología; 25 al 27 de Octubre de 2006 ⁽²²⁾.

El Cuadro 28 establece los valores máximos de incertidumbre expendida de medición aplicable a cada parámetro.

Cuadro 28: Incertidumbre máxima de medición.

Parámetro	Incertidumbre
Frecuencia	$\pm 10 \mu\text{Hz}/\text{Hz}$
Potencia de RF conducida	$\pm 1.5 \text{ dB}$

⁽²²⁾ Disponible en:

<https://www.cenam.mx/memsimp06/Trabajos%20Aceptados%20para%20CD/Octubre%2027/Bloque%20F3-ELECTRICA%20VI/Frecuencia%20y%20Antenas/F3-2.pdf>

Potencia de RF radiada	± 3 dB
Emisiones espurias, conducidas	± 1.5 dB
Emisiones espurias, radiadas	± 3 dB
Tiempo	± 10 %

5.15. Reporte de pruebas.

5.15.1. Laboratorio de pruebas.

Al final de la aplicación de los métodos de pruebas, el Laboratorio de Pruebas acreditado o reconocido por el Instituto para esta DT, emitirá un reporte de pruebas, el cual debe contener, además de los elementos generales establecidos en la fracción XVII del lineamiento décimo segundo de los "Lineamientos para la acreditación, autorización, designación y reconocimiento de laboratorios de prueba" vigentes o en la disposición que los sustituya. La información particular relativa a esta DT, se ajustará al formato presentado en el Apéndice A, anexando las gráficas y los documentos de comprobación o prueba en los casos procedentes. Se incluirán en el reporte fotografías que muestren claramente la apariencia exterior completa, la construcción, el acomodo de los componentes en el chasis, incluidas la antena interna o antenas internas y el ensamble del chasis; de haberlas, la antena o antenas que se usen externamente con el equipo o dispositivo y los controles disponibles al usuario, tanto físicas y de configuración en el software. También otra u otras con el arreglo o los arreglos para la realización de las pruebas, con detalle suficiente para confirmar la información contenida en el reporte de pruebas; las fotografías de la construcción, el acomodo de los componentes en el chasis, incluidas la antena interna o antenas interna y el ensamble del chasis debe proporcionarlas el interesado, alternativamente para el caso de estas estas fotografías, el interesado podrá solicitar al Organismo de Certificación para que el Laboratorio de Pruebas sea quien tome las fotografías referidas. En este caso, y sí la muestra entregada para pruebas está sellada, debe entenderse que el interesado autoriza a que Laboratorio de Pruebas rompa dicho sello. Por su parte, el Laboratorio de Pruebas constatará que las fotografías referidas correspondan con la marca y modelo del equipo bajo prueba.

6. Sobre la operación de los equipos.

El cumplimiento de esta DT no autoriza el uso de las bandas de frecuencias por los equipos sujetos a ella. La operación de estos equipos queda sujeta al cumplimiento de las leyes, reglamentos, acuerdos, resoluciones, reglas, planes y demás disposiciones aplicables, a las autorizaciones específicas que para cada red se emita en los casos procedentes; así como al cumplimiento de esta DT y demás disposiciones técnicas aplicables; previéndose que cuando operen, no causen interferencias perjudiciales a sistemas, dispositivos, equipos o estaciones de usuarios que cuenten con un título habilitante para hacer uso del espectro radioeléctrico, particularmente en los

segmentos de frecuencias de uso protegido adyacentes a las bandas 5150 MHz-5250 MHz, 5250 MHz-5350 MHz, 5470 MHz-5600 MHz, 5650 MHz-5850 MHz y 5925 MHz-6425 MHz.

Así mismo, los Productos sujetos a la presente DT tienen prohibido operar en las bandas 5350 MHz-5470 MHz, 5600 MHz-5650 MHz y 5850 MHz-5925 MHz. Lo anterior sin perjuicio del cumplimiento con otras disposiciones legales y administrativas aplicables.

7. Concordancia con normas internacionales.

No se establece concordancia con normas internacionales por no existir referencias al momento de la elaboración de la presente DT.

8. Bibliografía.

1. Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión.
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfttr.htm>
2. Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones actualiza el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2021.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5639765&fecha=30/12/2021#gsc.tab=0
3. Acuerdo por el que se establece la política para servicios de banda ancha y otras aplicaciones en las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico 902 a 928 MHz; 2,400 a 2,483.5 MHz; 3,600 a 3,700 MHz; 5,150 a 5,250 MHz; 5,250 a 5,350 MHz; 5,470 a 5,725 MHz y 5,725 a 5,850 MHz, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de marzo de 2006.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4913219&fecha=13/03/2006#gsc.tab=0
4. Resolución por medio de la cual la Comisión Federal de Telecomunicaciones expide las condiciones técnicas de operación de la banda 5 725 a 5 850 MHz, para su utilización como banda de uso libre, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de abril de 2006.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2123917&fecha=14/04/2006#gsc.tab=0
5. Acuerdo por el que se establecen las bandas de frecuencias de 5470 a 5600 MHz y 5650 a 5725 MHz, como bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico de uso libre, y las condiciones de operación a que deberán sujetarse los sistemas y dispositivos para su operación en estas bandas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2012.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5279213&fecha=27/11/2012#gsc.tab=0
6. Acuerdo por el que el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones expide la Disposición Técnica IFT-008-2015: Sistemas de radiocomunicación que emplean la técnica de espectro disperso-Equipos de radiocomunicación por salto de frecuencia y por modulación digital a operar en las bandas 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz-Especificaciones, límites y métodos de prueba, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de octubre de 2015.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5411997&fecha=19/10/2015

7. Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones clasifica la banda de frecuencias 5925-6425 MHz como espectro libre y emite las condiciones técnicas de operación de la banda, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de marzo de 2023. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5681829&fecha=07/03/2023#gsc.tab=0
8. Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones expide el Procedimiento de evaluación de la conformidad en materia de telecomunicaciones y radiodifusión, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2020. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5587374&fecha=25/02/2020
9. Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones modifica el Procedimiento de evaluación de la conformidad en materia de telecomunicaciones y radiodifusión, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de diciembre de 2021. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5639471&fecha=27/12/2021
10. Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones expide los Lineamientos para la homologación de Productos, equipos, dispositivos o aparatos destinados a telecomunicaciones o radiodifusión, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de diciembre de 2021. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5639645&fecha=29/12/2021#gsc.tab=0
11. Inventario de bandas de frecuencias clasificadas como espectro libre – marzo 2023, UNIDAD DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO, DIRECCIÓN GENERAL DE PLANEACIÓN DEL ESPECTRO. <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/espectro-radioelectrico/inventariodebandasdefrecuenciasclasificadascomo-espectrolibre-marzo2023.pdf>
12. Reglamento de Radiocomunicaciones, Resoluciones y Recomendaciones, Edición de 2024, UIT. https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/reg/R-REG-RR-2024-ZPF-S.zip
13. RESOLUCIÓN 229 (REV.CMR-23): Utilización de las bandas de frecuencias 5 150-5 250 MHz, 5 250-5 350 MHz y 5 470-5 725 MHz por el servicio móvil para la implementación de sistemas de acceso inalámbrico, incluidas las redes radioeléctricas de área local). https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/act/R-ACT-WRC.16-2024-PDF-S.pdf
14. Recomendación UIT-R M.1450-5 (02/2014): Características de las redes radioeléctricas de área local de banda ancha. https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1450-5-201404-1!!PDF-S.pdf
15. Recomendación UIT-R M.1652-1 (05/2011): Selección dinámica de frecuencias en sistemas de acceso inalámbrico, incluidas las redes radioeléctricas de área local, para proteger el servicio de radiodeterminación en la banda de 5 GHz. <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.1652-1-201105-1/es>
16. Manual de Comprobación Técnica del Espectro, UIT, Ginebra, Suiza, edición 2011. https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-23-2011-PDF-S.pdf
17. Code of Federal Regulations - Title 47, Chapter I, Subchapter A, Part 15, Subpart E: Unlicensed National Information Infrastructure Devices, 15.403 Definitions, 15.405 Cross reference and 15.407 General technical requirements. <https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-15/subpart-E>

18. RSS-247 — Digital Transmission Systems (DTs), Frequency Hopping Systems (FHSs) and Licence-Exempt Local Area Network (LE-LAN) Devices, Issued under the authority of the Minister of Innovation, Science and Economic Development (Canada),
<https://ised-isde.canada.ca/site/spectrummanagement-telecommunications/en/devices-and-equipment/radio-equipment-standards/radiostandards-specifications-rss/rss-247-digital-transmission-systems-dtss-frequency-hopping-systemsfhss-and-licence-exempt-local>
19. RSS-248 — Radio Local Area Network (RLAN) Devices Operating in the 5925-7125 MHz Band, Issued under the authority of the Minister of Innovation, Science and Economic Development (Canada), <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/devicesand-equipment/radio-equipment-standards/radio-standards-specifications-rss/rss-248-radio-localarea-network-rlan-devices-operating-5925-7125-mhz-band>
20. SP-5150 MHz — Spectrum Utilization Policy for Licence-exempt Wireless Local Area Networks in the 5 GHz Range (Issue 2), Issued under the authority of the Minister of Innovation, Science and Economic Development (Canada), <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-managementtelecommunications/en/spectrum-allocation/policies/spectrum-utilization-policies-sppaginationorphans/sp-5150-mhz-spectrum-utilization-policy-licence-exempt-wireless-local-area-networks-5-ghzrange/sp-5150-mhz-spectrum-utilization>
21. Innovation, Science and Economic Development, 2021. Decision on the Technical and Policy Framework for Licence-Exempt Use in the 6 GHz Band.
<https://www.ic.gc.ca/eic/site/smtgst.nsf/eng/sf11698.html>
22. ETSI EN 301 893 V2.1.1 (2017-05), 5 GHz RLAN; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU.
https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/301800_301899/301893/02.01.01_60/en_301893v020101p.p.pdf
23. ETSI EN 303 687 V1.1.1 (2023-06) - 6 GHz WAS/RLAN; Harmonised Standard for access to radio spectrum.
https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/303600_303699/303687/01.01.01_60/en_303687v010101p.p.pdf
24. IEEE/ANSI C63.10-2020: Unlicensed WirelessDevicesCompliance Testing,
<https://blog.ansi.org/ieee-ansi-c63-10-2020-unlicensed-wireless-devices/#gref>
25. IEEE Std 299-2006. IEEE Standard Method for Measuring the Effectiveness of Electromagnetic Shielding Enclosures. Edición 2006. <https://ieeexplore.ieee.org/document/4117954>
26. High frequency techniques an introduction to RF and microwave engineering, Joseph F. White, ISBN: 978-0-471-47482-1, March 2004, Wiley-IEEE Press
https://www.academia.edu/59273967/White_JF_High_frequency_techniques_An_introduction_to_RF_and_microwave_engineering
27. IEC CISPR 16-1-4, Ed. 4.2, 2023-04: International Standard - Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Antennas and test sites for radiated disturbance measurements.
<https://webstore.iec.ch/publication/84775>

28. KDB 789033 D02 General U-NII Test Procedures New Rules v02r01, GUIDELINES FOR COMPLIANCE TESTING OF UNLICENSED NATIONAL INFORMATION INFRASTRUCTURE (U-NII) DEVICES PART 15, SUBPART E, Federal Communications Commission Office of Engineering and Technology Laboratory Division December 14, 2017.
https://apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=K97%2Bv1uUip28TVefkg%2BV%2FQ%3D%3D&desc=789033%20D02%20General%20UNII%20Test%20Procedures%20New%20Rules%20v02r01&tracking_number=52935
29. KDB 412172 D01 Determining ERP and EIRP v01r01 - Guidelines for determining the effective radiated power (ERP) and equivalent isotropically radiated power (EIRP) of an RF transmitting system, Federal Communications Commission, Office of Engineering and Technology, Laboratory Division, August 7, 2015.
https://apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=fzlsGm%2Fe68Ymx58IAmzNbw%3D%3D&desc=412172%20D01%20Determining%20ERP%20and%20EIRP%20v01r01&tracking_number=47469
30. KDB 905462 D02 UNII DFS Compliance Procedures New Rules v02, COMPLIANCE MEASUREMENT PROCEDURES FOR UNLICENSED-NATIONAL INFORMATION INFRASTRUCTURE DEVICES OPERATING IN THE 5250-5350 MHz AND 5470-5725 MHz BANDS INCORPORATING DYNAMIC FREQUENCY SELECTION, Federal Communications Commission Office of Engineering and Technology Laboratory Division April 8, 2016.
https://apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=V2DzGgztfnxjTcht59nQ7Q%3D%3D&desc=905462%20D02%20UNII%20DFS%20Compliance%20Procedures%20New%20Rules%20v02&tracking_number=27155
31. KDB 987594 D01 U-NII 6GHz General Requirements v01r03, Part 15 Subpart E U-NII 6 GHz General Guidance Bands 5, 6, 7, 8, Federal Communications Commission Office of Engineering and Technology Laboratory Division Publication May 20, 2022.
https://apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=4iuZjuFgWiNypCLVpSN3cQ%3D%3D&desc=987594%20D01%20UNII%206GHz%20General%20Requirements%20v01r03&tracking_number=277034
32. KDB 987594 D02 U-NII 6 GHz EMC Measurement v03 test report, exhibits, and RF Measurement Procedures for demonstrating: EIRP, Bandwidth, Channel Mask, Out of Band Emissions, Contention Based Protocol (Listen Before Talk), Transmit Power Control (TPC) and Automatic Power Control (APC) as applicable to 6 GHz devices.
https://apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=nXQiRC%2B4mfiA54Zha%2BrW4Q%3D%3D&desc=987594%20D02%20UNII%206%20GHz%20EMC%20Measurement%20v03&tracking_number=277034
33. Unlicensed National Information Infrastructure (U-NII) Devices in the 5 GHz Band, ARule by the Federal Communications Commission on 05/01/2014
<https://www.federalregister.gov/documents/2014/05/01/2014-09279/unlicensed-national-informationinfrastructure-u-nii-devices-in-the-5-ghz-band>
34. 47 CFR 15.37(h) Transition provisions for compliance with this part., (provisions of § 15.247 versus provisions in subpart E of this part) [https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-15#p-15.37\(h\)](https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-15#p-15.37(h))

35. Federal Communications Commission FCC 15-61, In the Matter of Revision of Part 15 of the Commission's Rules to Permit Unlicensed National Information Infrastructure (U-NII) Devices in the 5 GHz Band, Adopted: June 1, 2015. <https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-15-61A1.pdf>
36. Federal Communications Commission FCC 15-163, In the Matter of Revision of Part 15 of the Commission's Rules to Permit Unlicensed National Information Infrastructure (U-NII) Devices in the 5 GHz Band, Adopted: December 2, 2015. <https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-15-163A1.docx>
37. KDB 558074 D01 15.247 Meas Guidance v05r02: GUIDANCE FOR COMPLIANCE MEASUREMENTS ON DIGITAL TRANSMISSION SYSTEM, FREQUENCY HOPPING SPREAD SPECTRUM SYSTEM, AND HYBRID SYSTEM DEVICES OPERATING UNDER SECTION 15.247 OF THE FCC RULES, April 2, 2019 https://apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=tylb5MMggvhlIVMK75RrRQ%3D%3D&desc=558074%20D01%2015.247%20Meas%20Guidance%20v05r02&tracking_number=21124
38. Microwave Engineering, Passive Circuits, Peter A. Rizzi, Southeastern Massachusetts University, Prentice-Hall International, Inc., pp. 160.
39. Victoria Molina López, Israel García Ruiz, Mariano Botello Pérez, Estimación de incertidumbre en la medición de la atenuación de sitio en la validación del CALTS-CENAM, Memorias del Simposio de Metrología; 25 al 27 de Octubre de 2006. Disponible en: <https://www.cenam.mx/memsimp06/Trabajos%20Aceptados%20para%20CD/Octubre%2027/Bloque%20F/F3-ELECTRICA%20VFrecuencia%20y%20Antenas/F3-2.pdf>
40. CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA, GUÍA PARA ESTIMAR LA INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN, Wolfgang A. Schmid y Ruben J. Lazos Martínez Wolfgang A. Schmid y Ruben J. Lazos Martínez, Revisión 1, El Marqués, Qro., México, abril de 2004. https://www.cenam.mx/publicaciones/descarga/PDF/GUIA_P_ESTIMAR_INCERTIDUMBRE_Med%202004_09_27.pdf
41. "HOW DO WE DEFINE THE FAR FIELD OF AN ANTENNA SYSTEM, AND WHAT CRITERIA DEFINE THE BOUNDARY BETWEEN IT AND THE NEAR FIELD? THE ANSWER DEPENDS ON YOUR PERSPECTIVE AND YOUR DESIGN'S TOLERANCES.", Near field or far field?, Charles Capps, Delphi Automotive Systems. EDN magazine, August 16, 2001 www.ednmag.com.

9. Procedimiento de evaluación de la conformidad específico.

La evaluación de la conformidad de la presente DT se realizará en términos de lo previsto en la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, en el "Procedimiento de evaluación de la conformidad en materia de telecomunicaciones y radiodifusión" vigente, las disposiciones que al efecto emita el Instituto, o aquellas que modifiquen o sustituyan; así como, de acuerdo con lo siguiente:

9.1. Muestras.

Además de las muestras que se establecen en el artículo 26 del Procedimiento de evaluación de la conformidad en materia de telecomunicaciones y radiodifusión (PEC), vigente, para la evaluación de la conformidad el interesado de las pruebas debe entregar las siguientes muestras adicionales por cada tipo de Producto de conformidad con la fracción V del Artículo 11 del referido Procedimiento de evaluación de la conformidad:

1. Productos que puedan funcionar en el Modo maestro: una muestra adicional que pueda funcionar en el modo cliente/esclavo y que esté previamente homologada como cliente en la presente DT y que opere en la(s) misma(s) banda(s) y velocidad(es) de operación.
2. Productos que puedan funcionar en el modo cliente/esclavo con detección de radar: una muestra adicional que pueda funcionar en el Modo maestro y que esté previamente homologada como maestro en la presente DT y que opere en la(s) misma(s) banda(s) y velocidad(es) de operación.
3. Productos que puedan funcionar en el modo cliente/esclavo sin detección de radar: una muestra adicional que pueda funcionar en el Modo maestro y que esté previamente homologada como maestro en la presente DT y que opere en la(s) misma(s) banda(s) y velocidad(es) de operación.
4. Productos que puedan funcionar en el modo Wi-Fi® "hotspot", es decir como maestro y que también pueda funcionar como cliente/esclavo: una muestra adicional que pueda funcionar en el Modo maestro y que esté previamente homologada como maestro en la presente DT y que opere en la(s) misma(s) banda(s) y velocidad(es) de operación.
5. Productos que puedan funcionar en el modo Wi-Fi Direct® o TDLS, es decir cliente/esclavo con la capacidad de conexión entre pares:
 - a. una muestra adicional que pueda funcionar en el Modo maestro y que esté previamente homologada como maestro en la presente DT y que opere en la(s) misma(s) banda(s) y velocidad(es) de operación.
 - b. una muestra adicional que pueda funcionar en el modo cliente/esclavo con las mismas funcionalidades Wi-Fi Direct® o TDLS y que opere en la(s) misma(s) banda(s) y velocidad(es) de operación.

Opcionalmente en caso de que el interesado de las pruebas no esté en posibilidad de entregar la referida muestra adicional que se indica en los incisos 1 a 5 del presente numeral, el laboratorio de prueba podrá proveer dicha muestra si el laboratorio está en condiciones de proveer dicha muestra, en ese caso, el interesado de las pruebas deberá entregar al Organismo de Certificación una carta por escrito y firmada en la que acepte el uso de una muestra con estas características, el Organismo de Certificación debe proporcionar una copia de dicha carta al Laboratorio de Prueba. De ser el caso se aplicará lo que establece el Procedimiento de evaluación de la conformidad en materia de telecomunicaciones y radiodifusión, vigente, en su segundo párrafo de la fracción V del Artículo 11.

9.2. Condiciones adicionales en el Certificado de conformidad.

El Organismo de Certificación en el correspondiente Certificado de conformidad debe agregar el texto íntegro que se establece en el numeral 4.6.1.1 de la presente DT y/o en una base de caso por caso de acuerdo con las características del Producto, el texto íntegro que se establece en el numeral 4.6.1.2. de la presente DT; lo anterior en la sección "CONDICIONES", para lo cual el Organismo de Certificación debe utilizar el formato establecido en el "Anexo C - Formato de certificado de conformidad" del PEC.

Una vez que el interesado obtenga el Certificado de conformidad, en términos de lo que establece el PEC y complementariamente lo que se establece el presente numeral 9, el titular del certificado de conformidad debe observar lo que se establece en la fracción III del Artículo 15 del PEC, para lo cual el referido titular debe ingresar la solicitud de homologación al Instituto a efecto de obtener el correspondiente certificado de homologación conforme a lo establecido en los "Lineamientos para la Homologación de Productos, equipos, dispositivos o aparatos destinados a telecomunicaciones y radiodifusión" vigentes, emitidos por el Instituto, aquellos que los complementen o sustituyan.

9.3. Vigilancia del cumplimiento de la certificación.

La Vigilancia del cumplimiento de la certificación de la presente DT se realizará en los términos señalados en el "Procedimiento de evaluación de la conformidad en materia de telecomunicaciones y radiodifusión" vigente, así como las disposiciones que al efecto emita el Instituto, aquellas que los complementen o sustituyan.

10. Verificación y vigilancia del cumplimiento.

Corresponde al Instituto en el ámbito de su competencia, la verificación y vigilancia del cumplimiento de la presente DT.

En caso de incumplimiento de la presente DT, se aplicarán las sanciones que correspondan de conformidad con la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión y demás disposiciones jurídicas que correspondan.

11. Contraseña de Producto.

Los Productos deben cumplir con el marcado o etiquetado del Instituto y el número de homologación, que se establecen en el lineamiento Trigésimo Octavo de los "Lineamientos para la Homologación de Productos, equipos, dispositivos o aparatos destinados a telecomunicaciones y radiodifusión" vigentes, aquellos que los complementen o sustituyan, y demás disposiciones aplicables respecto del uso del Sello IFT en los Productos.

Transitorios

Primero.- La presente Disposición Técnica entrará en vigor a los 270 (doscientos setenta) días naturales contados a partir del día siguiente a su publicación en el Diario Oficial de la Federación, sin perjuicio de lo dispuesto en los transitorios siguientes.

Segundo.- A la entrada en vigor de la presente Disposición Técnica se dejan sin efectos las especificaciones y métodos de pruebas relativos a la Banda de frecuencias de 5725 MHz a 5850 MHz únicamente para los equipos del tipo Modulación digital, así como para los equipos del tipo híbrido pero solo para la parte de modulación digital, de la "Disposición Técnica IFT-008-2015: Sistemas de radiocomunicación que emplean la técnica de espectro disperso-Equipos de radiocomunicación por salto de frecuencia y por modulación digital a operar en las bandas 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz- Especificaciones, límites y métodos de prueba."

Tercero.- Respecto a los equipos del tipo Modulación digital para las bandas de frecuencias 5725 MHz a 5850 MHz y en virtud de lo establecido en el transitorio Segundo del presente, los procedimientos de certificación iniciados previo a la entrada en vigor de la presente Disposición Técnica, se resolverán conforme a lo establecido en la "Disposición Técnica IFT-008-2015: Sistemas de radiocomunicación que emplean la técnica de espectro disperso-Equipos de radiocomunicación por salto de frecuencia y por modulación digital a operar en las bandas 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz- Especificaciones, límites y métodos de prueba." vigente.

Cuarto.- Respecto a los equipos que operen en cualquiera de las bandas de frecuencias 5150 MHz-5250 MHz, 5250 MHz-5350 MHz, 5470 MHz-5600 MHz, 5650 MHz-5725 MHz y 5925 MHz-6425 MHz o en su conjunto, para los que se hayan iniciado procedimientos de homologación previo a la entrada en vigor de la presente Disposición Técnica, estos se resolverán conforme a los procedimientos de homologación Tipo B o Tipo C, según corresponda, previstos en los Lineamientos para la homologación de productos, equipos, dispositivos o aparatos destinados a telecomunicaciones o radiodifusión.

Quinto. Los Organismos de Acreditación podrán llevar a cabo la acreditación a los Organismos de Evaluación de la Conformidad, siempre y cuando cuenten con la ampliación de su autorización o autorización respectiva por parte del Instituto, por lo que podrán iniciar las gestiones para su autorización a partir del día siguiente de la publicación de la presente Disposición Técnica en el Diario Oficial de la Federación.

Sexto.- Los Organismos de Certificación y Laboratorios de Prueba podrán llevar a cabo la evaluación de la conformidad, siempre y cuando cuenten con la acreditación para ello y con la autorización respectiva del Instituto, por lo que podrán iniciar las gestiones para su acreditación y autorización a partir de que exista algún organismo de acreditación autorizado para tal fin; sin embargo, dichos Laboratorios de Prueba y Organismos de Certificación podrán evaluar la conformidad de la presente Disposición Técnica a partir de su entrada en vigor.

El interesado en someter sus Productos a la evaluación de la conformidad de la presente Disposición Técnica podrá iniciar sus trámites a efecto de obtener el certificado de conformidad, así como su correspondiente certificado de homologación con respecto a esta Disposición Técnica, una vez que la presente Disposición Técnica entre en vigor y que el Instituto haya autorizado al primer Laboratorio de Prueba y Organismo de Certificación.

Séptimo.- La homologación previa de los productos complementarios necesarios para las pruebas de los EBP prevista en los numerales 5.11.2.2.1 inciso c), 5.11.2.4, 9.1 incisos 1, 2, 3, 4 y 5 subinciso a), será exigible una vez que hayan transcurrido trescientos sesenta y cinco días naturales contados a partir de la entrada en vigor de la presente Disposición Técnica.

Una vez cumplido este plazo, la homologación previa será exigible para la evaluación de la conformidad de los Productos en el campo de aplicación de la presente Disposición Técnica.

Octavo.- Los Certificados de Homologación emitidos previamente a la entrada en vigor de la presente DT para Productos que operan en alguna de las bandas 5150 MHz-5250 MHz, 5250 MHz-5350 MHz, 5470 MHz-5600 MHz, 5650 MHz-5725 MHz, 5725 MHz - 5850 MHz y/o 5925 MHz-6425 MHz o en su conjunto, mantendrán su vigencia hasta el término señalado en ellos y estarán sujetos a la revisión y verificación prevista en la fracción VII del lineamiento Vigésimo cuarto; el numeral 8 de la fracción II del lineamiento Trigésimo primero, y el lineamiento Trigésimo tercero, todos de los Lineamientos para la Homologación de productos, equipos, dispositivos o aparatos destinados a telecomunicaciones o radiodifusión, vigentes.

Así mismo, los Certificados de conformidad emitidos previamente a la entrada en vigor de la presente Disposición Técnica a productos que operan en la banda 5725 MHz - 5850 MHz en la "Disposición Técnica IFT-008-2015: Sistemas de radiocomunicación que emplean la técnica de espectro disperso-Equipos de radiocomunicación por salto de frecuencia y por modulación digital a operar en las bandas 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz- Especificaciones, límites y métodos de prueba.", mantendrán su vigencia hasta el término señalado en ellos y estarán sujetos a la vigilancia del cumplimiento, de conformidad con lo previsto en los artículos 29, 30 y 31 del Procedimiento de evaluación de la conformidad en materia de telecomunicaciones y radiodifusión, vigente; pero debe excluirse de dicha vigilancia los requisitos para los equipos del tipo Modulación digital así como equipos del tipo híbrido pero solo para la parte de modulación digital de la banda 5725 MHz - 5850 MHz, en virtud de lo establecido en el transitorio Segundo de la presente Disposición Técnica.

Comisionado Presidente* **Javier Juárez Mojica.-** Firmado electrónicamente.- Comisionados: **Arturo Robles Rovalo, Sóstenes Díaz González, Ramiro Camacho Castillo.-** Firmado electrónicamente.

Acuerdo P/IFT/111224/739, aprobado por unanimidad en la XXXI Sesión Ordinaria del Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones, celebrada el 11 de diciembre de 2024.

Lo anterior, con fundamento en los artículos 28, párrafos décimo sexto, décimo séptimo y vigésimo primero, fracción I de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 7, 16, 23, fracción I y 45 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, y 1, 7, 8 y 12 del Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones.

* En suplencia por ausencia del Comisionado Presidente del Instituto Federal de Telecomunicaciones, suscribe el Comisionado Javier Juárez Mojica, con fundamento en el artículo 19 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión.

Apéndice A
Formato de reporte de pruebas.

Formato de reporte del resultado de la aplicación de los métodos de prueba al EBP sujetos a la Disposición Técnica IFT-017-2023 por el Laboratorio de Pruebas y para evaluación por el Organismo de Certificación.

Reporte de pruebas número: _____

Fecha de emisión: dd/mm/aaaa

Vigencia: _____ días

A. DATOS DEL INTERESADO DE LAS PRUEBAS PARA COMPROBAR EL CUMPLIMIENTO CON LA DT IFT-017-2023.

Razón social del interesado o nombre de la persona física:	
Representante legal del interesado:	
Domicilio, teléfono y correo electrónico del interesado:	
Domicilio, teléfono y correo electrónico del representante legal	

B. DATOS GENERALES DEL O DE LOS EQUIPOS BAJO PRUEBA (EBP o EBP's).
B.1 DATOS GENERALES.

Nombre y descripción del EBP:	
Marca del o de los EBP:	
Modelo(s) del EBP:	

No. de serie del o de los EBP:	
El (los) EBP es (son) del tipo:	() Maestro () Subordinado () Cliente () De interior () De exterior
Véase el numeral 5.11.2.2 para más información de los datos que deben registrarse en el reporte.	

B.2 DATOS DEL SITIO DE PRUEBAS.

Para medición de emisiones conducidas:	Describir:	
Para medición de emisiones radiadas:	() Sitio de pruebas de área abierta	() Cámara anecoica
Dirección del sitio de pruebas:		

B.3 CONDICIONES AMBIENTALES (5.1.1).

Temperatura: °C	Humedad relativa: %
-----------------	---------------------

B.4 CONDICIONES DE REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Configuración de medición:	() para mediciones radiadas () para mediciones conducidas
Bandas de frecuencias de operación:	() 5150 MHz-5250 MHz () 5250 MHz-5350 MHz () 5470 MHz-5600 MHz () 5650 MHz-5725 MHz () 5725 MHz-5850 MHz () 5925 MHz-6425 MHz
Antena(s) del EBP:	() Integrada al equipo () Conectable Lista de marcas, modelos y ganancias en dBi • • •

Amplificador de RF	☐ No se usa ☐ Sí se usa Lista de marcas, modelos y factores de amplificación en dB. • • •
Fecha(s) y hora(s) de realización de esta(s) pruebas	
Métodos de prueba utilizados (listar el o los números de los métodos de prueba de la DT IFT-017-2023)	

C. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS RELATIVAS A 4.1.

4.1.1 Banda o bandas de frecuencias de operación nominales:		Resultado medido
1) a MHz	☐ Sí ☐ No	_____MHz a _____MHz
2) a MHz	☐ Sí ☐ No	_____MHz a _____MHz
3) a MHz	☐ Sí ☐ No	_____MHz a _____MHz
4) a MHz	☐ Sí ☐ No	_____MHz a _____MHz
5) a MHz	☐ Sí ☐ No	_____MHz a _____MHz
6) a MHz	☐ Sí ☐ No	_____MHz a _____MHz
4.2, primer párrafo ¿Tiene el equipo antena(s) integrada(s)? o ¿Tiene el equipo la posibilidad de conectabilidad / desconectabilidad de diferentes antenas?		☐ Integrada ☐ Posibilidad de conectabilidad / desconectabilidad de diferentes antenas

4.2. En caso de antenas integradas: PIRE máxima medida en cada una de las bandas de frecuencia de operación:						W
5150 MHz-5250 MHz 5250 MHz-5350 MHz 5470 MHz-5600 MHz 5650 MHz-5725 MHz 5725 MHz-5850 MHz 5925 MHz-6425 MHz						
Densidad espectral de la PIRE máxima medida en cada una de las bandas de frecuencia de operación:						mW/MHz
5150 MHz-5250 MHz 5250 MHz-5350 MHz 5470 MHz-5600 MHz 5650 MHz-5725 MHz 5725 MHz-5850 MHz 5925 MHz-6425 MHz						
4.2. En caso de posibilidad de conectabilidad / desconectabilidad de diferentes antenas:						
i) cantidad de conjuntos EBP con antena probados (añadir las columnas necesarias):						
j) para cada conjunto EBP con antena probada:			Antena 1	Antena 2	Antena 3	
		• tipo de antena:				
		• ¿Es la antena de mayor ganancia del tipo de antena?	() Sí ____ dBi () No	() Sí ____ dBi () No	() Sí ____ dBi () No	
		• Marca y modelo de la antena probada:				
		• lista de marca y modelo de las antenas comprendidas en el tipo de antena probada:				

		• PIRE máxima medida	W	W	W
		• Densidad espectral de la PIRE máxima medida	mW/MHz	mW/MH	mW/MH
		• Tipo de equipo: • Punto de acceso (pa), • Punto de acceso subordinado (pas) • Dispositivo cliente (dc) • Terminal de usuario (tu) • No aplica (na))	() pa () pas () ec () tu () na	() pa () pas () ec () tu () na	() pa () pas () ec () tu () na
		• Observaciones			

D. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS RELATIVAS A 4.3.

4.3, primer párrafo ¿Tiene el equipo la posibilidad de usarse con amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos?	() Sí () No
De ser sí la respuesta, listar las marcas y modelos de los amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos, así como sus correspondientes factores de amplificación para cada una de las bandas de frecuencias de operación:	Lista de marcas, modelos y factores de amplificación para cada una de las bandas de frecuencias de operación:

4.3. En caso de que el EBP no tenga la posibilidad de usarse con amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos: Potencia de transmisión conducida máxima medida en cada una de las bandas de frecuencia de operación: 5150 MHz-5250 MHz 5250 MHz-5350 MHz 5470 MHz-5600 MHz 5650 MHz-5725 MHz 5725 MHz-5850 MHz Densidad espectral de potencia conducida máxima medida en cada una de las bandas de frecuencia de operación: 5150 MHz-5250 MHz 5250 MHz-5350 MHz 5470 MHz-5600 MHz 5650 MHz-5725 MHz 5725 MHz-5850 MHz			W dBm/MHz dBm/MHz dBm/MHz dBm/MHz dBm/ 500kHz		
4.2. En caso de posibilidad de usarse con amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos:					
	i) cantidad de conjuntos EBP con amplificador probados (añadir las columnas necesarias):				
	j) para cada conjunto EBP con amplificador probado:		Amp 1	Amp 2	Amp 3
		• Factor de amplificación para cada una de las bandas de frecuencias de operación	___ dB ___ MHz – ___ MHz	___ dB _ MHz – _ MHz	___ dB _ MHz – _ MHz
		• Marca y modelo del amplificador probado:			
		• Potencia de transmisión conducida máxima medida	W	W	W

		• Densidad espectral de potencia conducida máxima medida	dBm/MHz	dBm/MHz	dBm/MHz
		• Observaciones			

E. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS RELATIVAS A 4.4.

4.4, primer párrafo para la banda 5725 MHz – 5850 MHz Ancho de banda mínimo requerido a 6 dB:	kHz	≥ 500 kHz
Observaciones:		
4.4, primer párrafo para cada una de las bandas de frecuencia de operación del Cuadro 5. Ancho de banda máximo permitido:	MHz	≤ 320 MHz

F. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS RELATIVAS A 4.5.

	Banda de frecuencia de operación del EBP (MHz)	Frecuencia en la que se mide (MHz)	PIRE medida (dBm)
4.5. Valores de emisiones fuera banda			

NOTA: Complemente la tabla de resultados del apartado F, a efecto de identificar la dirección de máxima emisión especificando el ángulo azimutal del EBP, altura y polarización de la antena patrón o antena de referencia calibrada.

G. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS RELATIVAS A 4.6.

4.6.2 ¿Hay algún control o controles externos del transmisor que pueda ser ajustado y operado que permitiera modificar la configuración de operación del equipo?	() Sí () No
4.6.3 Mecanismos de mitigación:	
4.6.3.1. Control de potencia de transmisión (TPC):	
4.6.3.1, primer párrafo ¿Tiene el equipo la posibilidad de operar con valores de PIRE superiores a 500 mW?	() Sí () No valores de PIRE: ____ W
4.6.3.1. Con el valor más alto del intervalo relativo al mecanismo de Control de potencia de transmisión (TPC). PIRE medida máxima:	____ W
4.6.3.1. Con el valor más bajo del intervalo relativo al mecanismo de Control de potencia de transmisión (TPC). PIRE medida máxima:	____ W
4.6.3.2. Selección dinámica de frecuencia (DFS):	
Modo operativo DFS: (...) Maestro. (...) Esclavo sin detección de radar. (...) Esclavo con detección de radar.	
Comprobación de disponibilidad de canales (CAC) Tiempo de comprobación de disponibilidad del Canal (CAC):	____ segundos
Supervisión en servicio Tiempo de Supervisión en servicio:	____ segundos

Cierre del Canal Tiempo de cierre de transmisión del canal: _____ segundos Tiempo de movimiento del canal: _____ segundos				
Período de no ocupación Período de no ocupación: _____ minutos				
Nivel del umbral de detección de señal de radar Densidad espectral de la PIRE: _____ dBm/MHz Valor medido del umbral de detección de señal de radar: _____ dBm				
Véase el numeral 5.11.2.2 para más información de los datos que deben registrarse en el reporte para DFS.				
Hoja de datos de detección de muestras para los tipos de radar 1 a 6 (use una hoja de datos separada para cada tipo de radar)				
Tipo de radar	# Prueba	Detección	# Prueba	Detección
		Sí / No		Sí / No
1 - 6	1		16	
	2		17	
	3		18	
	4		19	
	5		20	
	6		21	
	7		22	
	8		23	
	9		24	
	10		25	

	11		26	
	12		27	
	13		28	
	14		29	
	15		30	
Frecuencia de prueba del EBP: Frecuencia de radar:				
Hoja de datos de parámetros de muestra para el radar tipo 1 (consulte el Cuadro 17a para obtener más detalles)				
RADAR TIPO 1				
# Prueba	Número de Frecuencia de Repetición del Pulso (1 a 23)	Frecuencia de Repetición del Pulso (Pulsos por segundo)	Intervalo de repetición de Pulso (µseg)	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			

27			
28			
29			
30			
Hoja de datos de parámetros de muestra para el tipo de radar 2 - 4 (Utilice una hoja de datos separada para cada tipo de radar).			
RADAR TIPO 2 - 4			
# Prueba	Número de Pulsos por ráfaga	Ancho de Pulso (μ s)	PRI (μ s)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			

29						
30						
Hoja de datos de parámetros de muestra para el radar tipo 5 (use una hoja de datos separada para cada prueba).						
RADAR TIPO 5						
Número de prueba:						
Número de ráfagas en la prueba:						
Ráfaga	Número de Pulsos	Ancho de Pulso (μseg)	Ancho de Chirp (MHz)	Espaciamiento del Pulso 1 a 2 (μseg)	Espaciamiento de Pulso 2 a 3 (μseg)	Ubicación de inicio dentro del intervalo (μseg)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

H. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS RELATIVAS A 4.7.

4.7.1 El manual de usuario ¿Está escrito en idioma español? ¿Contiene información que no confunda al consumidor en términos de lo previsto por la Ley Federal de Protección al Consumidor? El manual que presente la información en múltiples idiomas, si entre ellos está el español, se considerará que cumple con esta especificación.	() Sí () No () Sí () No
4.7.2 ¿El manual de usuario contiene las siguientes leyendas de información o su equivalente?: “La operación de este equipo está sujeta a las siguientes dos condiciones: (1) este equipo o dispositivo no debe provocar interferencia perjudicial y (2) este equipo o dispositivo debe aceptar cualquier interferencia, incluyendo la que pueda causar su operación no deseada.” ¿En posición notoria?	() Sí () No () Sí () No

4.7.3	Si la antena es conectable/desconectable (seleccionable por el usuario), ¿contiene el manual de usuario la siguiente información?	☐ Si es conectable/desconectable y seleccionable por el usuario ☐ No aplica debido a que la antena no es conectable/desconectable y no seleccionable por el usuario
4.7.3.1	"Este equipo ha sido diseñado para operar con las antenas que enseguida se enlistan y para una ganancia máxima de antena de G_x dB. El uso con este equipo de antenas no incluidas en esta lista o que tengan una ganancia mayor que G_x dB quedan prohibidas. La impedancia requerida de la antena es de Z_y ohms", se incluyen los modelos y marcas de las antenas. ¿Proporciona el interesado los valores de G_x y Z_y y con las disposiciones legales y técnicas de operación que corresponda?	☐ Sí ☐ No ☐ Sí ☐ No
4.7.3.2	Una lista de todas las antenas incluidas para usarse con el transmisor, que cumplan con lo especificado en 4.2, incluyendo los modelos y marcas de las antenas.	☐ Sí ☐ No
4.7.5	Si el EBP tiene la posibilidad de usarse con amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos, una lista de dichos amplificadores que resulten aceptables para usarse con el EBP, se incluyen los modelos y marcas de los amplificadores.	☐ Si tiene la posibilidad de usarse con amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos y: ☐ Sí contiene la lista ☐ No contiene la lista ☐ No aplica debido a que el equipo no tiene la posibilidad de usarse con amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos.

4.7.4. Si el EBP es del tipo Punto de acceso, Punto de acceso subordinado y Dispositivo cliente, todos ellos en interiores y opera en la Banda de frecuencias 5925 MHz – 6425 MHz: ¿Las siguientes leyendas o su equivalente están en un lugar visible en el Producto y/o en el manual del usuario?: 1. Las regulaciones del IFT restringen el funcionamiento de este equipo solo para uso en interiores, 2. A este equipo no deben conectarse antenas externas, 3. Este equipo no debe ser resistente a condiciones climáticas adversas, no debe utilizar baterías y la fuente de alimentación debe estar conectada directamente a la toma de corriente eléctrica.” ¿En posición notoria?	() Sí están en un lugar visible () Sí están, pero no en un lugar visible () No están () Están en el Producto () Están en el manual de usuario
4.7.3.5. El manual de usuario debe indicar las prohibiciones indicadas en el numeral 4.6.1.2:	
1. Deben operar únicamente en ambientes interiores.	() Si () No
2. Deben tener antena integrada no removible y no deben tener la posibilidad de conectar antenas externas.	() Si () No
3. Se prohíbe su uso en comunicaciones para sistemas de Vehículos aéreos no tripulados, en embarcaciones, plataformas petroleras, automóviles, trenes y aviones, salvo que su operación sea dentro de aeronaves grandes que vuelen a más de 3048 metros de altitud.	() Si () No
4. Deben emplear protocolos basados en contención.	() Si () No
5. Los Puntos de acceso y los Puntos de acceso subordinados no pueden ser resistentes a condiciones climáticas adversas, no pueden utilizar baterías y la fuente de alimentación tiene que estar conectada directamente a la toma de corriente eléctrica.	() Si () No
6. Los dispositivos subordinados no deben usarse para conectar dispositivos entre edificios o estructuras separadas.	() Si () No

- I. GRÁFICAS DE MEDICIÓN, FOTOGRAFÍAS DEL EBP, DOCUMENTOS DE COMPROBACIÓN, ASÍ COMO EL LISTADO DE EQUIPOS UTILIZADOS DURANTE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO (DEBE INDICARSE PARA CADA NUMERAL DE MÉTODOS DE PRUEBA QUE LE CORRESPONDA):

- J. OBSERVACIONES:

RAZÓN SOCIAL DEL LABORATORIO DE PRUEBAS:

DOMICILIO DEL LABORATORIO DE PRUEBAS:

No. DE ACREDITACIÓN DEL No. DE AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO
DE PRUEBAS: DE PRUEBAS Y VIGENCIA:

FECHA DEL REPORTE DE PRUEBAS:

NOMBRE DE QUIEN REALIZA LAS PRUEBAS

FIRMA DE QUIEN REALIZA LAS PRUEBAS

NOMBRE DEL SIGNATARIO RESPONSABLE DE LAS PRUEBAS

FIRMA DEL SIGNATARIO RESPONSABLE DE LAS PRUEBAS

Instrucciones de llenado del apéndice A

Indicaciones generales para el llenado de los formatos A.

- I. Antes de llenar los formatos, lea completa y cuidadosamente el instructivo;

- II. No se permiten borraduras, tachaduras ni enmendaduras en los formatos;
- III. Registre la información con letras mayúsculas y números arábigos y
- IV. Cancele con una línea los renglones no utilizados.

Indicaciones generales para el llenado del Apéndice A		
Reporte de pruebas.		
1	Nombre o razón social	Indique el nombre o la razón social del interesado.
2	Nombre del representante legal	De ser el caso, indique el nombre completo del representante legal, en el siguiente orden: primer apellido, segundo apellido y nombre(s).
3	Domicilio, teléfono y del interesado o representante legal	En su caso, indique el domicilio del interesado o representante legal en el siguiente orden: calle, número exterior, número interior, colonia, municipio o delegación política y código postal y teléfono.
4	Datos generales del EBP.	Proporcione una descripción del EBP indicando marca, modelo, bandas de frecuencia de operación, ganancia(s) de la(s) antena(s) y en su caso, factores de amplificación del(los) amplificador(es).
5	Datos del sitio de pruebas	Proporcione la ubicación y dirección del Sitio de pruebas.
6	Condiciones ambientales	Mencione las condiciones de temperatura y humedad relativa bajo las cuales se llevaron a cabo los métodos de prueba a los EBP.

7	Condiciones de realización de las pruebas.	a) Mencione la configuración empleada para la aplicación de los métodos de prueba. b) Mencione las bandas de frecuencia de operación sometidas a los métodos de prueba. c) Mencione el tipo de antena con que cuenta el EBP, así como la ganancia en dBi d) Mencione los métodos empleados (numerales) para llevar a cabo las pruebas. e) Mencione la fecha de realización de los métodos de prueba.
8	Información adicional	Consultar el portal de Internet del Instituto http://www.ift.org.mx/tramites

Apéndice B

Sitios y arreglos de prueba para mediciones radiadas.

B.1. Sitio de pruebas de área abierta.

El término “área abierta” debe ser entendido desde un punto de vista electromagnético, por lo que un sitio de pruebas de área abierta puede ser realmente un área abierta o alternativamente un sitio con paredes y techo transparente a las ondas de radio en las frecuencias de operación consideradas.

Los sitios de prueba de área abierta son áreas de terreno llano, despejado lo suficientemente grande para permitir la colocación de la antena de medición a la distancia especificada. Dichos sitios de prueba deben estar libres de edificios, líneas eléctricas, cercas, árboles y libres de cables subterráneos, tuberías, excepto cuando sea necesario para suministrar y operar el EBP, véase Figura B.1.

Un sitio de pruebas de área abierta puede utilizarse para llevar a cabo los métodos de prueba que utilizan la configuración para medición de emisiones radiadas referida en el numeral 5.3.2. En este tipo de sitio pueden llevarse a cabo mediciones absolutas o relativas a transmisores y receptores; sin embargo, las mediciones absolutas de intensidad de campo requieren de la validación del sitio de pruebas para cumplir con el Cuadro 22.

Para las mediciones que se realicen a frecuencia menores o iguales que 1 GHz, la distancia entre la antena patrón y el equipo bajo prueba no debe ser menor a 3 metros. Para frecuencias por encima de 1 GHz, puede utilizarse cualquier distancia entre la antena patrón y el equipo bajo prueba (siempre y cuando se cumpla la condición de región de campo lejano y que la antena patrón este calibrada para dicha distancia)). El tamaño del EBP (excluyendo la antena) debe ser menor al 20 % de la distancia de medición (distancia entre la antena patrón y el equipo bajo prueba). La altura del equipo bajo prueba o de la posición de su antena debe ser de 1.5 m, la altura de la antena patrón debe variar entre 1 m y 4 m.

Para que un sitio de pruebas logre cumplir los criterios de validación del sitio que se indican en el Cuadro 22 se debe poner especial atención y tomar las debidas precauciones para asegurarse que las reflexiones de objetos ajenos al sitio que pudieran estar dentro o cercanos a la zona de máxima interacción, no degraden los resultados de las mediciones, en particular:

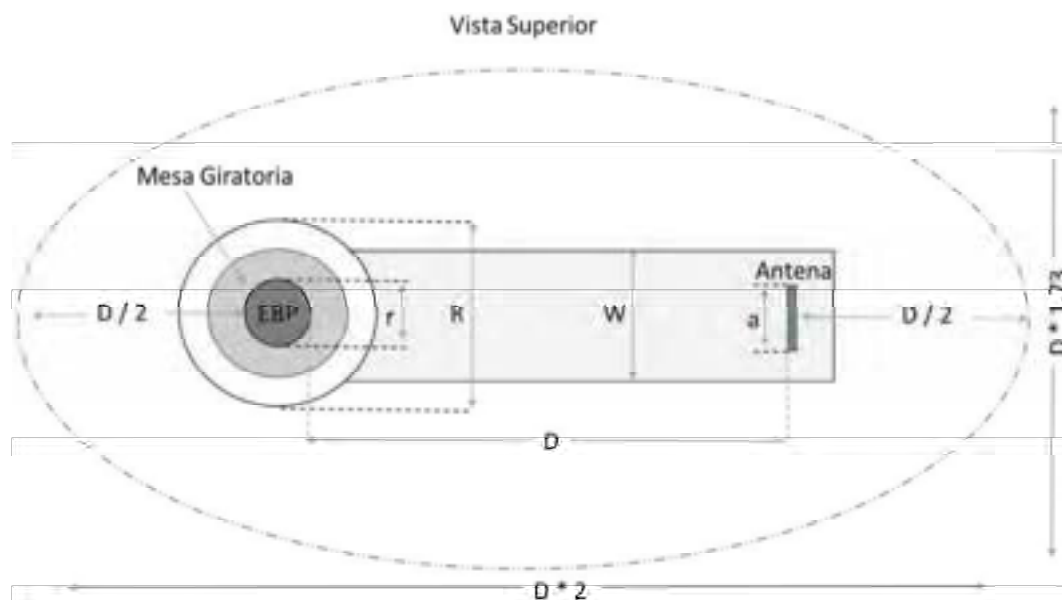
- No se permitirá al personal de prueba dentro del perímetro del área durante la prueba.
- Que en la vecindad inmediata del sitio de pruebas no debe haber objetos conductores extraños que tengan dimensiones que excedan de un cuarto de longitud de onda de la más alta frecuencia a medir;
- Que el mástil donde se monte la antena patrón y mesa donde se coloque el equipo bajo prueba sean de un material no conductor o reflector para la más alta frecuencia a medir;
- Que todos los cables que sean utilizados en los arreglos de prueba sean lo más cortos posibles; la mayor parte de la dimensión de los cables debe estar en el plano de tierra o preferiblemente por debajo; y los cables de baja impedancia deben estar apantallados. Dado que la intensidad del campo disperso desde un objeto depende de muchos factores (tamaño del objeto, distancia del EBP, orientación con respecto al EBP, conductividad y permitividad del objeto, frecuencia, etc.), no es práctico especificar un área razonable sin obstrucciones, que es necesaria y suficiente para todas las aplicaciones. Si el sitio está equipado con una plataforma giratoria, el área libre de obstrucciones recomendada es una elipse con la antena receptora en un foco y el EBP en el otro foco y con un eje mayor igual a dos veces la distancia de medición y un eje menor igual al Producto de la distancia de medición y la raíz cuadrada de 3 (véase Figura B.1).

Para esta elipse, la trayectoria del rayo no deseado reflejado desde cualquier objeto en el perímetro es dos veces la longitud de la trayectoria del rayo directo entre los focos. Si se instala un EBP grande en la plataforma giratoria, el área libre de obstrucciones se ampliará para que existan distancias de espacio libre de obstrucciones desde el perímetro del EBP. Además, el piso del sitio de prueba de área abierta debe de estar cubierto con un plano de tierra de metal conductor, como se describe en la CISPR 16-1-4, y cumplir con las características de validación para sitios de prueba de área abierta plasmados en el Cuadro 22. En la Figura B.1 se muestra un esquema de distancias

recomendadas para las pruebas de EBP, a distancias de la antena de prueba de 3 m, 10 m y 30 m (medidas a lo largo del eje principal del EBP a la antena de medición).

En donde:

D	Distancia de medición
r	Dimensión máxima del EBP
a	Dimensión máxima de la antena de medición
$R=r+2$ m.	Área libre próxima al EBP
$W=a+2$ m.	Tamaño mínimo del plano de tierra



Ejemplos de Dimensiones para sitios de prueba de área abierta

$D= 3$ m	$D= 10$ m	$D= 30$ m
6 m x 5.2 m	20 m X 17.3 m	60 m X 52m

Figura B.1. Configuración para sitios de prueba.

Además, los niveles de radiofrecuencia ambiental en un lugar de prueba deben ser suficientemente bajos en comparación con los niveles de mediciones que se realizarán. La calidad del sitio a este respecto puede evaluarse en cuatro categorías, que se enumeran a continuación en su orden de mérito:

- a) las emisiones ambientales están 6 dB o más por debajo de los niveles de medición;
- b) algunas emisiones ambientales están dentro de los 6 dB de los niveles de medición;
- c) algunas emisiones ambientales están por encima de los niveles de medición, pero son aperiódicas (es decir, lo suficientemente prolongadas entre transmisiones para permitir que se realice una medición) o continuo, pero solo en frecuencias identificables limitadas;
- d) los niveles ambientales están por encima de los niveles de medición en una gran parte del intervalo de frecuencia de medición y ocurren continuamente.

Un nivel ambiental de 20 dB o más por debajo del valor de emisiones medido se considera óptimo.

B.1.1. Mediciones en el intervalo de 30 MHz a 1 000 MHz.

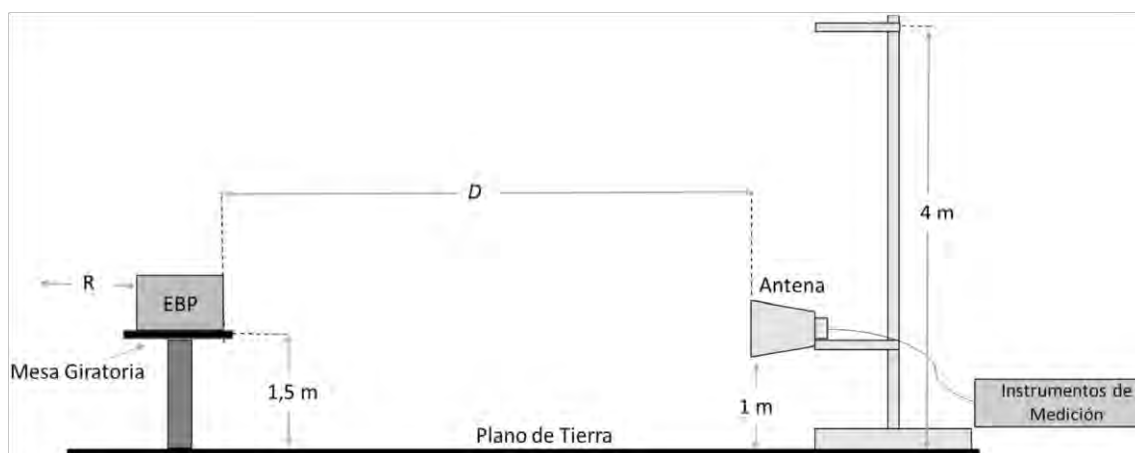
Para las mediciones que se realicen a frecuencias menores o iguales a 1 000 MHz, la distancia entre la antena de medición y el equipo bajo prueba no debe ser menor que 3 metros. El tamaño del EBP (excluyendo la antena) debe ser menor al 20 % de la distancia de medición (distancia entre la antena de medición y el equipo bajo prueba). El cable que se conecta a la antena de medición debe prolongarse en forma horizontal por lo menos 1 m de distancia detrás de la antena y debe ser lo suficientemente robusto y flexible para soportar el barrido en altura de la antena. La altura del equipo bajo prueba o de la posición de su antena debe ser de 1.5 m, la altura de la antena de medición necesariamente debe variarse haciendo un barrido en altura entre 1 m y 4 m,

NOTA: Si la cobertura resultante del ancho del lóbulo principal del diagrama de radiación a potencia media (por sus siglas en inglés HPBW) de la antena patrón a la distancia y frecuencia de medición cubre al menos el doble de la altura del EBP, entonces el barrido en altura puede reducirse a la mitad.

$$[Cobertura\ del\ HPBW]_m = 2 \times [D]_m \times \tan\left(\frac{[HPBW]_{grados}}{2}\right)$$

Lo anterior a fin de determinar la máxima intensidad de la señal o, dicho de otra forma, las mínimas pérdidas por inserción, lo cual ocurre a una altura y geometría de medición tal que se produce interferencia constructiva entre el rayo directo y el rayo reflejado sobre el plano de tierra.

La Figura B.1.1 muestra el arreglo de pruebas de medición para frecuencias de 30 MHz a 1000 MHz en un sitio de pruebas de área abierta o en una cámara semi- anecoica o completamente anecoica.



En donde:

D	Distancia de medición
EBP	Equipo bajo prueba
Instrumentos de medición	Configuración necesaria para realizar las mediciones
R	Área libre próxima al EBP

Nota: Con objeto de dar cumplimiento al quinto párrafo de 5.3.2, para la variación de la altura de 1 m a 4 m y para ajustar la polarización de la antena de medición es necesario utilizar un mástil manual o automatizado. Asimismo, para la orientación del EBP durante las mediciones de emisiones radiadas es necesaria la utilización de una mesa giratoria. Se requiere orientar el EBP y la Antena de medición de modo que exista máxima recepción de potencia de la señal.

Figura B.1.1. Ejemplo de arreglo de pruebas de medición para frecuencias de 30 MHz a 1 000 MHz en un sitio de pruebas de área abierta o en una cámara semi- anecoica o completamente anecoica (sin plano de tierra).

B.1.2. Mediciones en el intervalo de 1 GHz a 40 GHz.

Para frecuencias por arriba de 1 GHz se puede utilizar cualquier distancia de separación entre la antena de medición y el equipo bajo prueba siempre y cuando se cumpla la condición de campo lejano y que la antena de medición esté calibrada para dicha condición. Para este intervalo de frecuencias no es necesario hacer un barrido en altura siempre y cuando se asegure que existe máxima transferencia de potencia entre el EBP y la antena de medición, y que el plano de tierra este cubierto con material absorbente de RF y que no esté actuando como un reflector.

NOTA: Asimismo es necesario considerar que la cobertura resultante del ancho del lóbulo principal del diagrama de radiación a potencia media (por sus siglas en inglés HPBW) de la antena patrón a la distancia y frecuencia de medición cubre al menos el doble de la altura del EBP, de lo contrario tendrá que realizarse un barrido en altura para cubrir el doble de la altura del EBP.

Esto se logra utilizando antenas altamente directivas como las antenas de corneta patrón o las antenas de banda ancha de doble cresta, colocándolas a una altura suficiente sobre el piso de modo que el plano de tierra sea invisible a la antena, o colocando conforme sea necesario material absorbente electromagnético sobre el piso y sobre posibles superficies reflectoras como las del mástil y las de la mesa que se utiliza para el EBP.

B.2. Cámara completamente anecoica.

B.2.1. Generalidades.

Una cámara completamente anecoica es un cuarto blindado recubierto en todas sus paredes interiores con material absorbente de radiofrecuencias. Las cámaras completamente anecoicas se han usado comúnmente para mediciones de antenas y campos electromagnéticos en frecuencias por arriba de 1 GHz. Para aplicaciones de medición de emisiones radiadas comúnmente se han empleado cámaras con piso reflector como el que se describe en el numeral B.2. El propósito de una cámara completamente anecoica es crear una condición de espacio libre de reflexiones en la que sólo existe el rayo directo entre el EBP y la antena de medición. Los absorbentes del piso evitan que exista un rayo reflejado en esa superficie que de existir al llegar a la antena se sumaría con el rayo directo proveniente del EBP de una forma tal que produce interferencia constructiva o destructiva. Esto evita la necesidad de variar la altura de la antena para encontrar la posición con máximo nivel de señal o de interferencia constructiva.

Una cámara anecoica tiene ventajas tales como:

- Reducción en el tamaño del cámara comparado con una cámara semi-anecoica de desempeño equivalente
- Eliminación de la necesidad del barrido en altura lo cual disminuye la altura de la cámara y de las instalaciones para alojar la cámara.
- Mejor incertidumbre de medición por la eliminación de reflexiones dispersas en el plano de tierra reflector.
- Menores tiempos de prueba al eliminar el barrido en altura.
- Reducción en el costo de la cámara por reducción del tamaño de esta.

B.2.2. Descripción.

La Figura B.2 muestra un ejemplo de la construcción de una cámara completamente anecoica. Las dimensiones externas de la cámara (Largo x Ancho x Alto, L x W x H) dependen de la distancia de prueba que se requiere; por ejemplo, para una distancia de prueba de 3 m la cámara tendría dimensiones aproximadas de 8 m de largo x 5 m de ancho x 4 m de alto, en tanto que, para lograr una distancia de prueba de 5 m, las dimensiones externas aproximadas son de 12 m de largo x 8 m de ancho x 7 m de alto. Las dimensiones internas y el volumen útil dentro de la de la cámara disponible para medición se reducen debido al tamaño de los materiales de construcción necesarios para cumplir con los valores de ANS y de S_{VSWR} requeridos para su validación conforme a lo indicado en el Cuadro 22.

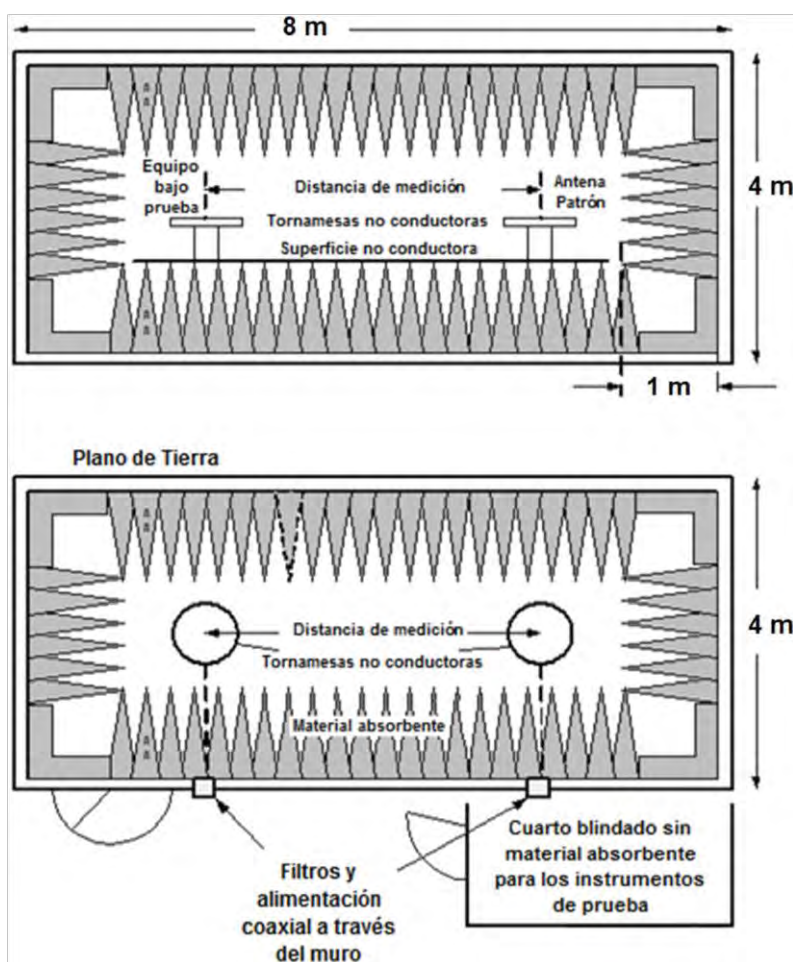


Figura B.2. Ejemplo de cámara completamente anecoica blindada para emulación de mediciones en espacio libre.

B.2.3. Pruebas en el intervalo de 30 MHz a 1 000 MHz.

En este intervalo de frecuencias la cámara completamente anecoica debe estar estrictamente validada como se indica en el Cuadro 22.

Esta validación permite utilizar dentro de la cámara el arreglo de medición que se indica en la Figura B.2 sin necesidad de que se haga un barrido en la altura de la antena de medición para medir el nivel de emisiones radiadas proveniente del EBP, y ambos se colocan a una altura fija sobre el piso.

B.2.4. Pruebas en el intervalo de 1 GHz a 40 GHz.

En este intervalo de frecuencias la cámara completamente anecoica debe estar validada conforme se indica en el Cuadro 22 y cumplir con los valores de S_{VSWR} .

El cumplimiento del criterio de validación del S_{VSWR} permite utilizar dentro de la cámara el arreglo de medición que se indica en la Figura B.2 en el que tanto el EBP como la antena de medición se colocan a una altura fija sobre el piso orientándolos de modo que en la antena se tenga un nivel máximo de señal recibida proveniente del EBP. La distancia de separación entre la antena y el EBP puede ser cualquiera siempre y cuando se cumpla con la región de campo lejano y que la antena de medición esté calibrada en esta condición.

B.3. Cámara semi- anecoica.

B.3.1. General.

Una cámara semi- anecoica es un recinto blindado que tiene las paredes laterales y el techo de su interior cubiertos por material absorbente de energía electromagnética, creando, de esta forma un entorno electromagnético que emula el de "espacio libre" de reflexiones de un sitio abierto; de esta forma, una cámara semi - anecoica es un tipo de sitio de pruebas alternativo a uno del tipo de área abierta, como el que se describe en el numeral B.1, pudiéndose en ésta, también, llevarse a cabo las mediciones que utilizan la configuración para medición de emisiones radiadas referida en el numeral 5.3.2. En este tipo de sitio pueden llevarse a cabo mediciones absolutas o relativas a transmisores y receptores; sin embargo, las mediciones absolutas de intensidad de campo requieren de la validación de la cámara para cumplir con el Cuadro22, esto es, la ANS para las pruebas en el intervalo de 30 MHz a 1 000 MHz y la S_{VSWR} para las pruebas en el intervalo de 1 GHz a 40 GHz.

En la cámara tanto la antena de medición como el EBP deben usarse de la misma manera que en el sitio de pruebas de área abierta dependiendo del intervalo de frecuencias de prueba, como se indica a continuación.

B.3.2. Pruebas en el intervalo de 30 MHz a 1000 MHz.

En este intervalo de frecuencias la cámara semi-anecoica debe estar validada conforme se indica en el Cuadro 22 y cumplir con los valores de ANS. Esto permite utilizar dentro de la cámara el arreglo de medición que se indica en la Figura B.1.1, el cual requiere que se haga un barrido en la

altura de la antena de medición para encontrar el nivel máximo de señal recibida proveniente del EBP, el cual se mantiene a una altura fija sobre el piso.

B.3.3. Pruebas en el intervalo de 1 GHz a 40 GHz.

En este intervalo de frecuencias la cámara semi-anecoica debe estar validada conforme se indica en el Cuadro 22 y cumplir con los valores de S_{VSWR} . Es necesario que las paredes interiores de la cámara tengan material absorbente con una reflectividad tal que permitan cumplir el requisito de la S_{VSWR} , lo cual se logra desde el diseño original de la cámara o mediante el reforzamiento de las paredes y el piso con material absorbente adicional. A estas cámaras se les conoce como cámaras semi-anecoicas modificadas y tienden a parecerse a una cámara completamente anecoica por el agregado del material absorbente al piso.

El cumplimiento del criterio de validación del S_{VSWR} permite utilizar dentro de la cámara un arreglo de medición en el que tanto el EBP como la antena de medición se colocan a una altura fija sobre el piso orientándolos de modo que en la antena se tenga un nivel máximo de señal recibida proveniente del EBP. La distancia de separación entre la antena y el EBP puede ser cualquiera siempre y cuando se cumpla con la región de campo lejano y que la antena de medición esté calibrada en esta condición.

Apéndice C

Relaciones básicas entre intensidad de campo, potencia y PIRE.

C.1. Introducción.

El capítulo 4 de la presente DT, establece valores de potencia y/o emisión en términos del sistema transmisor (transmisor, antena radiante y cable de conexión), para la Potencia isotrópica radiada equivalente (o efectiva) conocida como PIRE, potencia conducida a la antena o intensidad de campo eléctrico. Las relaciones de este apéndice tienen el propósito de demostrar cómo determinar la PIRE a partir de los resultados de una medición de potencia o intensidad de campo eléctrico.

La PIRE y PRA se definen de manera similar como el Producto de la potencia suministrada a la antena y la Ganancia de la antena (cuando la potencia y la ganancia se representan en términos lineales). La principal diferencia entre ellos es que para la PRA la Ganancia de la antena se expresa en relación con una antena dipolo de media longitud de onda ideal, mientras que, para la PIRE, la Ganancia de la antena se expresa en relación con una antena isotrópica ideal (teórica). La PIRE y PRA pueden expresarse matemáticamente de la manera siguiente.

Los numerales C.2, C.3 y C.4 son aplicables solo en el campo lejano.

C.2. Enfoque de intensidad de campo (términos lineales).

$$PIRE = p_t \times g_t = \frac{(E \times d)^2}{30} \quad \text{Ecuación (C.1)}$$

$$E = \frac{\sqrt{PIRE \times 30}}{d} = \frac{\sqrt{(p_t \times g_t) \times 30}}{d} \quad \text{Ecuación (C.1a)}$$

$$p_t = \frac{(E \times d)^2}{30 \times g_t} = \frac{PIRE}{g_t} \quad \text{Ecuación (C.1b)}$$

En dónde:

p_t es la potencia de salida del transmisor en Watts.

g_t es la ganancia numérica de la antena transmisora (adimensional).

E es la intensidad del campo eléctrico en V/m.

d es la distancia de medición en metros (m).

$$PRA = \frac{PIRE}{1.64} = \frac{(E \times d)^2}{30 \times 1.64} = \frac{(E \times d)^2}{49.2} \quad \text{Ecuación (C.2)}$$

Donde todos los términos son como se definieron previamente.

C.3. Enfoque de potencia (términos logarítmicos).

$$PRA/PIRE = P_T + G_T - L_C \quad \text{Ecuación (C.3)}$$

En dónde:

$PRA/PIRE$ es la potencia radiada aparente (equivalente o efectiva) [en las mismas unidades que P_t , típicamente dBW, dBm, o Densidad espectral de potencia (DEP)], en relación con una antena dipolo (PRA) o una antena isotrópica (PIRE).

P_T es la potencia de salida del transmisor, en dBW, dBm o DEP (potencia sobre una referencia especificada).

G_T es la Ganancia de la antena transmisora, en dBd (PRA) o dBi (PIRE).

L_C es la atenuación de la señal en el cable de conexión entre el transmisor y la antena, en dB.

NOTA: En radios personales/portátiles que utilizan una antena integral, este factor suele ser insignificante. Sin embargo, en un sistema de transmisión fijo que utiliza un cable largo entre el transmisor y la antena transmisora, este factor puede ser significativo. En esta ecuación debe utilizarse la pérdida mínima del cable.

C.4. Relación entre PRA y PIRE.

La ganancia numérica de una antena dipolo de media longitud de onda ideal es 1.64, y la ganancia numérica de una antena isótropa ideal es 1.0. La ganancia de una antena dipolo de media longitud de onda ideal en relación con una antena isótropa ideal es $[10 \cdot \log_{10}(1.64)]$ o 2.15 dBi. Por lo tanto, si se desconoce la Ganancia de la antena en dBd, se puede determinar a partir de la ganancia en dBi a través de la siguiente relación en la Ecuación (C.4):

$$G_T(\text{dBd}) = G_T(\text{dBi}) - 2.15\text{dB}$$

Ecuación (C.4)

Alternativamente, la PIRE puede determinarse a partir de la Ecuación (C.3) y luego convertirse a PRA basado en la relación de ganancia máxima de antena aplicando la Ecuación (C.5):

$$PRA = PIRE - 2.15\text{dB}$$

Ecuación (C.5)

De manera similar, la PIRE puede determinarse a partir de la PRA de la siguiente manera en la Ecuación (C.6):

$$PIRE = PRA + 2.15\text{dB}$$

Ecuación (C.6)

C.5. Aplicaciones.

Los numerales C.5.1 a C.5.3 discuten los métodos apropiados para aplicar las ecuaciones (C.1) a (C.6) dependiendo de la configuración de medición de potencia conducida.

C.5.1. Potencia del EBP medida en una configuración de prueba conducida.

Cuando la potencia del EBP se mide usando una conexión directa, con impedancias acopladas, entre el puerto de antena del transmisor y el instrumento de medición, a través de un cable coaxial (prueba conducida), y la Ganancia de la antena de transmisión es una cantidad conocida, entonces la PRA/PIRE puede calcularse mediante la aplicación directa de la Ecuación (C.3) y utilizando las relaciones definidas en la Ecuación (C.4), Ecuación (C.5), o Ecuación (C.6), según corresponda.

El valor que se utiliza para P_r en estas ecuaciones es el nivel de potencia medido (en dBm, dBW o DEP), corregido para tener en cuenta los periféricos de prueba externos (cables con pérdidas, atenuación externa y/o amplificación).

El valor que se utiliza para G_r es la ganancia asociada a la antena de transmisión del EBP, expresada en dBd (es decir, PRA) o dBi (es decir, PIRE).

C.5.2. Cálculo directo a partir de la potencia del EBP medida en una configuración de prueba radiada [es decir, cuando no se utilizan técnicas de sustitución de señal (antena)].

Cuando la potencia del EBP se mide usando una configuración de prueba radiada, la PIRE puede determinarse directamente usando el enfoque de potencia (logarítmico) como sigue en la Ecuación (C.7):

$$PIRE = P_R + L_P \quad \text{Ecuación (C.7)}$$

En dónde

P_R) PIRE es la Potencia isotrópica radiada equivalente (o efectiva) (en las mismas unidades que P_r)

P_R es el nivel de potencia recibido corregido, en dBW, dBm o DEP.

L_P es la pérdida básica del trayecto de propagación en el espacio libre, en dB.

El nivel de potencia recibido es la potencia medida corregida con la Ganancia de la antena de medición, las pérdidas del cable de conexión y cualquier factor de amplificación o atenuación de señal externa que se utilice en la configuración de prueba. Matemáticamente es la Ecuación (C.8):

$$P_R = P_{meas} - G_R + L_C + L_{atten} - G_{amp} \quad \text{Ecuación (C.8)}$$

En dónde:

P_{meas} es el nivel de potencia medido, en dBW, dBm o DEP.

G_R es la Ganancia de la antena receptora (medida), en dBi.

L_C es la pérdida de señal en el cable de medición, en dB.

L_{atten} es el valor de la atenuación externa (si se usa), en dB.

G_{amp} es el valor de la amplificación externa (si se usa), en dB.

La pérdida del trayecto de propagación en el espacio libre se determina a partir de la ecuación (C.9):

$$L_p = 20 \times \log_{10}(F) + 20 \times \log_{10}(d) - 27.5$$

Ecuación (C.9)

En dónde:

L_p es la pérdida básica del trayecto de propagación en el espacio libre, en dB.

F es la frecuencia central de la señal radiada del EBP, en MHz.

d es la distancia de medición, en metros.

La PRE puede entonces determinarse a partir de la PIRE aplicando la Ecuación (C.5).

Cuando la potencia del EBP se mide usando una configuración de prueba radiada, la PIRE puede determinarse directamente usando el enfoque de intensidad de campo (lineal) aplicando la Ecuación (C.1) y se puede determinar la PRA directamente aplicando la Ecuación (C.2).

C.5.3. Potencia del EBP medida en una configuración de prueba radiada usando la técnica de sustitución de señal (antena).

La PRA/PIRE puede determinarse a partir de la configuración de potencia de un generador de señal utilizado en la configuración de prueba de sustitución de señal (antena), de la siguiente manera con la Ecuación (C.10):

$$PRA/PIRE = P_{SG} + G_T - L_C$$

Ecuación (C.10)

En dónde:

P_{SG} es la configuración de potencia del generador de señal que produce la misma lectura de potencia recibida por el EBP, en dBm, dBW o DEP.

G_T es la Ganancia de la antena sustituta, en dBd (para PRA) o dBi (para PIRE).

L_C es la pérdida de señal en el cable que conecta el generador de señal a la antena sustituta, en dB.

DAVID GORRA FLOTA, SECRETARIO TÉCNICO DEL PLENO DEL INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES, con fundamento en los artículos 25 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, y 16, primer párrafo, fracción XIX del Estatuto Orgánico del Instituto Federal de Telecomunicaciones, así como numerales Primero, inciso a) y Cuarto del Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones establece el uso de la Firma Electrónica Avanzada para los actos que emitan los servidores públicos que se indican, publicado en el Diario

Oficial de la Federación el 11 de noviembre de 2020, **CERTIFICA:** Que el presente documento, constante de ciento cincuenta fojas útiles, es una representación impresa que corresponde fielmente con el documento electrónico original suscrito con Firma Electrónica Avanzada emitida por el Servicio de Administración Tributaria, del **Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones expide la Disposición Técnica IFT-017-2023: Sistemas de radiocomunicación que emplean el acceso inalámbrico- Redes radioeléctricas de área local- Equipos de radiocomunicación que utilizan la técnica de modulación digital y que operan en las bandas 5150 MHz-5250 MHz, 5250 MHz-5350 MHz, 5470 MHz-5600 MHz, 5650 MHz-5725 MHz, 5725 MHz-5850 MHz y 5925 MHz-6425 MHz** . aprobado por el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones en su XXXI Sesión Ordinaria, celebrada el 11 de diciembre de dos mil veinticuatro, identificado con el número P/IFT/111224/739.- Se certifica con la finalidad de que se publique en el Diario Oficial de la Federación.- Ciudad de México, a 17 de diciembre de dos mil veinticuatro.- Rúbrica.