

**DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-008-2015: TELECOMUNICACIONES-
RADIOCOMUNICACIÓN-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.**

INDICE

0. Introducción.
1. Objetivo y campo de aplicación.
2. Definiciones.
3. Símbolos y abreviaturas.
4. Especificaciones para los equipos de radiocomunicación por espectro disperso, sujetos a esta Disposición Técnica.
 - 4.1 Especificaciones generales para todos los equipos.
 - 4.2 Especificaciones para los equipos del tipo salto de frecuencia.
 - 4.3 Especificaciones para los equipos del tipo modulación digital.
 - 4.4 Especificaciones para los equipos del tipo híbrido.
 - 4.5 Emisiones no esenciales para todos los tipos de equipo (salto de frecuencia, modulación digital e híbrido).
 - 4.6 Manual de usuario.
5. Métodos de prueba.
 - 5.1 Condiciones, cuidados y configuraciones de medición.
 - 5.2 Comprobación de las especificaciones generales para todos los equipos de radiocomunicación por espectro disperso (relativa a las especificaciones 4.1).
 - 5.3 Comprobación de las especificaciones para los equipos del tipo salto de frecuencia (relativa a las especificaciones 4.2).
 - 5.4 Comprobación de las especificaciones para los equipos del tipo modulación digital (relativas a las especificaciones 4.3).
 - 5.5 Comprobación de las especificaciones para los equipos del tipo híbrido (relativa a las especificaciones 4.4).
 - 5.6 Comprobación de las emisiones no esenciales para todos los tipos de equipo (salto de frecuencia, modulación digital e híbrido) (relativa a la especificación 4.5).
 - 5.7 Comprobación sobre el contenido del manual de usuario.
 - 5.8 Estimación de la incertidumbre de las mediciones.
 - 5.9 Reporte de pruebas.
6. Sobre la operación de los equipos.
7. Bibliografía.
8. Referencias.

9. Concordancia con normas internacionales.
10. Evaluación de la conformidad y vigilancia del cumplimiento.
11. Contraseña de producto.
12. Transitorios.

ANEXO. Sitios y arreglos de prueba para mediciones radiadas.

A.1 Sitio de pruebas de área abierta.

A.2 Cámara anecoica.

Índice de cuadros

Cuadro 1	PIRE máxima.
Cuadro 2	Especificaciones para los equipos del tipo salto de frecuencia.
Cuadro 3	Límites de emisiones no esenciales fuera de las bandas de operación
Cuadro 3A	Bandas de frecuencias para las que aplican los límites de emisiones no esenciales fuera de las bandas de operación establecidos en el Cuadro 3.
Cuadro 4	Condiciones ambientales para la aplicación de los métodos de prueba.
Cuadro 5	Características requeridas de los instrumentos de medición y prueba que se utilicen para la aplicación de los métodos de prueba.
Cuadro 6	Formato para el cálculo del factor de corrección por ciclo de trabajo. (ejemplo: dispositivo con dos sub-pulsos de diferente ancho, n=2)
Cuadro 7	Formato de reporte del resultado de la aplicación de los métodos de prueba al EBP o a los EBP's de equipo de radiocomunicación por espectro disperso sujetos a la DT IFT-008-2015.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Configuración para medición de emisiones conducidas.
Figura 2	Configuración para medición de emisiones radiadas.
Figura 3	Configuración de prueba de existencia de inteligencia para reconocer canales de posición de frecuencia ocupados.
Figura 4	Emisiones pulsadas con dos diferentes duraciones en los pulsos.
Figura A.1	Arreglo de medición en un sitio de pruebas de área abierta.
Figura A.2	Cámara anecoica blindada para emulación de mediciones en espacio libre.

0. Introducción

La radiocomunicación por espectro disperso consiste en dispersar la potencia de las señales que contienen información en una anchura de banda mucho mayor que la anchura de banda de las señales de información mismas, para convertirlas en señales parecidas al ruido blanco. El objeto de hacer esto es lograr, por un lado, que las comunicaciones sean más difíciles de interceptar y con esto más seguras y confiables; y por otro, conseguir una relación señal a ruido, suficientemente baja que a la vez que permite la no interferencia de otras

señales vecinas con las que convive, permite lograr unas comunicaciones de mayor calidad. La anchura de banda que se usa para este modo de radiocomunicación es varias veces mayor que la anchura de banda utilizada por los sistemas convencionales de banda angosta; pero en contraparte, la densidad espectral de las señales de radiocomunicación por espectro disperso (Watt/Hz) es mucho menor que las de las señales de comunicaciones de banda angosta, de tal forma que es posible lograr que la probabilidad de interferir a los sistemas de telecomunicaciones de banda angosta que operen en la misma banda de frecuencias prácticamente no exista; y asimismo, que la probabilidad de interferencia a otros sistemas de radiocomunicación por espectro disperso en las mismas bandas de frecuencia, pueda ser también muy baja.

Del mismo modo, es posible lograr que la posibilidad de ser interferido por los sistemas de banda angosta que operen en las mismas bandas de frecuencia sea también mínima, por la diferencia en tamaños de anchuras de banda de ambos sistemas y por la codificación de la información que se transmite por los sistemas de espectro disperso. El único efecto de éstos sobre los sistemas de banda angosta es un ligero incremento en el ruido de fondo de sus receptores.

Debido a lo descrito en los párrafos previos, en la misma banda de frecuencias pueden coexistir sistemas de banda angosta con varios sistemas de radiocomunicación por espectro disperso.

Los transmisores de radiocomunicación por espectro disperso esparcen la señal de información, en toda la banda de frecuencias a utilizar, mediante la combinación de la señal de información con códigos pseudoaleatorios, los cuales son conocidos por el receptor a fin de utilizarlos en sincronía con el transmisor en la recuperación de la señal de información original después de la transmisión.

El alcance de la presente Disposición Técnica (DT) comprende los sistemas más comunes de radiocomunicación por espectro disperso de los siguientes tipos: Salto de Frecuencia y Modulación Digital, así como la combinación de ellos, llamada Híbrida. Todos ellos se definen en la sección 2.23. También existen los llamados Salto en Tiempo y Chirp. Estos últimos prácticamente no tienen aplicación comercial, por lo que, esta DT se orienta a los equipos de sistemas de más amplia utilización: Salto de Frecuencia, Modulación Digital e Híbrida que operen en las bandas 902 MHz a 928 MHz, 2400 MHz a 2483.5 MHz y 5725 MHz a 5850 MHz.

Respecto al uso de estas bandas es importante tener en cuenta su atribución actual. En la Región 2 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), que incluye a México, estas bandas están atribuidas para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM) y los otros servicios que funcionen en estas bandas deben aceptar la interferencia perjudicial resultante de estas aplicaciones, según la nota 5.150 del Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias, del artículo 5, Atribuciones de frecuencia, del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT. De la misma manera, reconocido en los artículos 124 y 125 del Reglamento de Telecomunicaciones de México también se establece protección contra interferencias perjudiciales a los equipos ICM.

Es importante tener en cuenta que las bandas en que operan los equipos sujetos a esta Disposición Técnica, también están atribuidas primaria o secundariamente a otros servicios fijos, móviles, de radiolocalización y de radioaficionados, a los que se les exige protección para los equipos ICM, según el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF), pero a su vez estos servicios deben ser protegidos de los equipos de radiocomunicación por espectro disperso. Al respecto, por ejemplo, en México conforme al CNAF, la banda de frecuencias de 902-928 MHz está atribuida a título primario a los servicios fijo y móvil, salvo móvil aeronáutico; y a título secundario a los servicios de aficionados y radiolocalización, utilizando tecnologías convencionales - cuyas aplicaciones principales son la transmisión de datos de baja velocidad; y la sub-banda 2400-2450 MHz está atribuida a título primario a los servicios fijo y móvil, y a título secundario para radiolocalización, el servicio de aficionados es a título secundario de 2400-2483.5 MHz y operan sistemas digitales de multi-acceso para proporcionar el servicio de transmisión de datos en el ámbito nacional.

Los sistemas de radiocomunicación por espectro disperso además de coexistir entre ellos, coexistirán con todos los servicios de radiocomunicación mencionados anteriormente y, los equipos de radiocomunicación por espectro disperso podrán operar siempre y cuando protejan de sus posibles interferencias perjudiciales a los equipos, redes y servicios autorizados, por lo que las especificaciones que se establecen en esta Disposición Técnica prevén esas protecciones exigidas.

Es importante mencionar que para la escritura de números y de su signo decimal, se toman de referencia las reglas establecidas en el capítulo 8 y en la tabla 21 de la NOM-008-SCFI-2002, "Sistema General de Unidades de Medida", así como de la "Modificación del inciso 0, el encabezado de la Tabla 13, el último párrafo

del Anexo B y el apartado Signo decimal de la Tabla 21 de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, "Sistema general de unidades de medida", publicada en el DOF el 24 de septiembre de 2009.

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo.- La presente Disposición Técnica (DT) tiene por objeto establecer las especificaciones mínimas y límites para los equipos de radiocomunicación por espectro disperso (Salto de Frecuencia, Modulación Digital e Híbrido) en las bandas de frecuencias a que se circunscribe esta DT, previéndose que cuando operen no causen interferencias perjudiciales a otros equipos de operación autorizada, ni a las redes y servicios de telecomunicaciones de servicios autorizados; y asimismo previéndose que al operar los equipos no inhiban la existencia y coexistencia del mayor número posible de sistemas de radiocomunicación por espectro disperso y de modulación digital. También tiene por objeto establecer los métodos de prueba para la comprobación del cumplimiento de las especificaciones y límites que aquí se establecen.

1.2 Campo de aplicación.- Esta DT es aplicable a todos aquellos equipos de radiocomunicación por espectro disperso que operen en las bandas de frecuencias 902 MHz a 928 MHz; 2400 MHz a 2483.5 MHz y 5725 MHz a 5850 MHz, previéndose que su operación será sobre una base de coexistencia en estas bandas con otros equipos, redes y servicios autorizados, previstos en el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF), en la reglamentación nacional o internacional, o en disposiciones aplicables, a los cuales no podrán causar interferencia perjudicial y de los cuales no podrán reclamar por interferencia alguna. Lo anterior, sin perjuicio de la sujeción a otras normas, disposiciones o reglamentaciones técnicas a que los equipos sujetos a esta DT deberán cumplir.

2. Definiciones

Para los efectos de esta DT, deben aplicarse las siguientes definiciones; para los términos y conceptos no definidos aquí, se aplican las de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, las de la Ley de Vías Generales de Comunicación, las del Reglamento de Telecomunicaciones, las contenidas en el Reglamento de Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, las de disposiciones conjuntas o separadas relativas a homologación, autorización y evaluación de la conformidad de productos de telecomunicaciones, que expida el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), las de normas oficiales mexicanas aplicables y las de normas mexicanas referenciadas.

2.1 Acoplamiento radiado: transferencia deseable o indeseable de energía electromagnética entre dos o más circuitos eléctricos o electrónicos.

2.2 Anchura de banda del canal de salto de frecuencia: para las telecomunicaciones del tipo salto de frecuencia, es la anchura de banda de emisión a 20 dB, medida con el mecanismo de salteo detenido.

2.3 Anchura de banda de radiofrecuencia (RF): para las radiocomunicaciones del tipo salto de frecuencia es igual a la anchura de banda del canal de salto de frecuencia multiplicado por el número total de canales de salto que conforman el conjunto de saltos. Para las radiocomunicaciones de modulación digital es la anchura de banda a 6 dB de la señal que se transmite.

2.4 Anchura de banda necesaria: para una clase de emisión dada, es la anchura de banda de frecuencias estrictamente suficiente para asegurar la transmisión de la información a la velocidad y con la calidad requerida en condiciones especificadas.

2.5 Canal de salto: es una posición de frecuencia que es uno de los elementos del conjunto de saltos de frecuencia para la radiocomunicación por espectro disperso del tipo salto de frecuencia. Tiene como atributos una anchura de banda a 20 dB y una portadora disponibles.

2.6 Cámara anecoica: recinto blindado en su totalidad, cuyas paredes interiores están recubiertas con material absorbente de ondas electromagnéticas, para producir un ambiente de espacio libre de reflexiones, destinado generalmente a la medición de las características de radiación de las antenas y otros radiadores electromagnéticos. Cumple con lo dispuesto en el apartado A.2 del Anexo.

2.7 Consumidor: es la persona física o moral que adquiere, realiza o disfruta como destinatario final algún o algunos equipos de radiocomunicaciones sujetos a esta DT. Se entiende también por consumidor a la persona

física o moral que adquiera, almacene, utilice o consuma algún o algunos equipos de radiocomunicaciones sujetos a esta DT con objeto de integrarlos en redes para la prestación de servicios de radiocomunicaciones, tomando en cuenta las consideraciones a que se refieren los artículos 2, 99 y 117 de la Ley Federal de Protección al Consumidor.

2.8 Densidad espectral de potencia: es la potencia por unidad de anchura de banda. Se obtiene dividiendo la potencia de salida del transmisor en las terminales de antena entre la anchura de banda de RF de la señal de radiocomunicación por espectro disperso (W/Hz).

2.9 Emisiones conducidas: la potencia de salida del equipo bajo prueba o de su amplificador, medida directamente en el conector coaxial de la antena en las condiciones especificadas por esta DT.

2.10 Emisiones fuera de banda: son emisiones en una o varias frecuencias situadas inmediatamente fuera de la anchura de banda necesaria y es resultante del proceso de modulación, excluyendo las emisiones no esenciales.

2.11 Emisión no esencial: es una emisión en una o varias frecuencias situadas fuera de la anchura de banda necesaria, cuyo nivel puede reducirse sin influir en la transmisión de la información correspondiente. Las emisiones armónicas, las emisiones parásitas, los productos de inter-modulación y los productos de la conversión de frecuencia están comprendidos en las emisiones no esenciales, pero están excluidas las emisiones fuera de banda.

2.12 Emisiones armónicas: son las componentes en frecuencia de una señal que se presentan en múltiplos enteros de la frecuencia **fundamental**, consideradas como emisiones no esenciales.

2.13 Emisiones fuera de las bandas de operación: son las emisiones existentes en diferentes frecuencias, fuera de las bandas de operación permitidas con motivo de la operación de un equipo dado de radiocomunicación por espectro disperso.

2.14 Emisiones parásitas: son emisiones no esenciales producidas accidentalmente en frecuencias que son a la vez independientes tanto de la frecuencia portadora o característica de una emisión, como de las frecuencias de las oscilaciones resultantes de la generación de la frecuencia portadora o característica.

2.15 Emisiones radiadas de campo eléctrico: La intensidad de campo eléctrico producido por el equipo bajo prueba y su antena, medida en un punto del espacio, a la distancia y condiciones de prueba establecidas por esta DT.

2.16 Equipo bajo prueba (EBP): es una unidad representativa de un modelo de equipo sobre el que se llevan a cabo pruebas para verificar el cumplimiento con las especificaciones de esta DT.

2.17 Evaluación de la Conformidad: Determinación del grado de cumplimiento con las normas, Disposiciones Técnicas y Reglamento Técnicos aplicables. Comprende, entre otros, los procedimientos de acreditación, prueba, certificación y verificación;

2.18 Ganancia de Procesamiento (Gp): en la radiocomunicación por espectro disperso es el factor de dispersión de la señal de información. En la recepción representa (después del filtrado) la mejora de la relación señal a ruido recibida de la función dispersión / des- dispersión.

La ganancia de procesamiento G_p de un sistema de radiocomunicación por espectro disperso del tipo de secuencia directa puede obtenerse usando la ecuación 1:

$$10 \log G_p = (S/R)_{sal} + (S/R)_{ent} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

$(S/R)_{sal}$: Relación señal a ruido de la señal de información recuperada a la salida del receptor.

$(S/R)_{ent}$: Relación señal a ruido de la señal de radiocomunicación por espectro disperso a la entrada del receptor.

2.19 Homologación: Acto por el cual el Instituto Federal de Telecomunicaciones reconoce oficialmente que las especificaciones de un producto, equipo, dispositivo o aparato destinado a telecomunicaciones o radiodifusión satisface las normas o disposiciones técnicas aplicables.

2.20 Potencia pico máxima de salida: es el máximo permisible del pico de potencia en Watts a la salida del transmisor de radiocomunicación por espectro disperso.

2.21 Productos de inter-modulación: son emisiones no esenciales las cuales se producen de la inter-modulación entre:

- las oscilaciones en las frecuencias portadoras, características o armónicas de una emisión, o las oscilaciones resultantes de la generación de las frecuencias portadoras o características,

y

- las oscilaciones de igual naturaleza que la misma emisión, de una o varias otras emisiones, procedentes del mismo sistema transmisor o de otros transmisores o sistemas transmisores.

2.22 Productos de la conversión de frecuencias: son emisiones no esenciales, excluidas las emisiones armónicas, en las frecuencias (o múltiplos enteros o sumas y diferencias de las mismas) de las oscilaciones generadas para producir la frecuencia portadora o característica de una emisión.

2.23 Radiocomunicación por espectro disperso: es una técnica de radiocomunicación que consiste en el esparcimiento de las señales que contienen información en una anchura de banda mucho mayor que la anchura de banda de las propias señales de información. La anchura de banda que se usa para la radiocomunicación con esta técnica es varias veces mayor que la anchura de banda utilizada por los sistemas convencionales de banda angosta. Los transmisores de radiocomunicación por espectro disperso esparcen la señal de información en la banda de frecuencias a utilizar mediante la combinación de la señal de información con códigos pseudoaleatorios que son conocidos por el receptor para utilizarlos en sincronía con el transmisor en la recuperación de la señal de información original después de la transmisión.

A continuación figuran las definiciones de distintos tipos de radiocomunicación por espectro disperso:

Híbrida: es la técnica de radiocomunicación de espectro disperso que emplea una combinación de salto de frecuencia y modulación digital, para la transmisión de una misma señal de información.

Modulación digital: es la técnica de radiocomunicación por espectro disperso que consiste, en la transmisión, en la multiplicación de la señal portadora de información por una función digital moduladora, lo que hace que las características de la señal portadora – que pueden ser amplitud, fase o frecuencia – se varíen entre un conjunto de valores discretos dados por la señal digital moduladora. Este proceso lleva a que la señal resultante para transmisión tenga una densidad espectral varias veces menor que la señal portadora. En el receptor, la señal recibida se multiplica nuevamente por la función moduladora para recuperar la señal portadora original. Casos particulares de modulación digital son, entre otros: 2^oPSK, 2^oQAM, OFDM y secuencia directa.

Salto de Frecuencia: es la técnica de radiocomunicación por espectro disperso que consiste, en el transmisor, en combinar la señal original de información con un código de pseudoruido aleatorio (conocido como código PN, del inglés pseudonoise) de alta velocidad, para que la señal de información salte en forma pseudoaleatoria de un canal a otro de entre N canales o posiciones de frecuencia disponibles, de acuerdo a una secuencia y tiempos de permanencia en cada canal o posición, que son establecidos por el código PN. La anchura de banda de la señal de radiocomunicación por espectro disperso queda determinada por las frecuencias más alta y más baja de las N posiciones disponibles. Para recuperar la señal original de información después de la transmisión, el receptor utiliza una réplica del código PN en sincronía con el transmisor, para localizarla en las mismas N posiciones, y en la misma secuencia y tiempos de permanencia por posición, que se usaron para transmisión.

Secuencia Directa (DS): es un caso particular de modulación digital que consiste, en el transmisor, en la multiplicación de la señal de información por un código PN de alta velocidad, dando por resultado una señal codificada con una anchura de banda G_p veces mayor que la anchura de banda de la señal de información, donde G_p es el factor de dispersión o ganancia de procesamiento y guarda relación con la velocidad del código PN. En el receptor, la señal recibida se multiplica nuevamente por el mismo código PN, en sincronía con el transmisor, para de esta forma recuperar la señal de información original.

2.24 Región de campo cercano: La región de campo cercano existe en las proximidades de una antena u otra estructura radiante en la que los campos eléctrico y magnético no tienen un carácter fundamental de onda plana pero varían considerablemente de un punto a otro. La región de campo cercano se subdivide en región

de campo cercano reactivo, que es la más próxima a la estructura radiante y contiene la mayoría o casi la totalidad de la energía almacenada, y región de campo cercano radiante, en la que el campo de radiación predomina sobre el campo reactivo pero carece del carácter de onda plana y presenta una estructura complicada.

NOTA – En muchas antenas la frontera exterior del campo cercano reactivo se supone que se encuentra a una distancia de una longitud de onda de la superficie de la antena.

2.25 Región de campo lejano: La región del campo de una antena donde la distribución de campo angular es esencialmente independiente de la distancia con respecto a la antena. En la región de campo lejano el campo predominantemente es del tipo onda plana, es decir, distribución localmente uniforme de la intensidad de campo eléctrico y de campo magnético en planos transversales entre sí y a la dirección de propagación. Si la antena o el elemento radiante tiene una dimensión máxima D mayor a la longitud de onda λ , la región de campo lejano comúnmente se considera que existe a distancias mayores de $2D^2/\lambda$ desde la fuente de radiación.

2.26 Portadora de canales de salto: es la frecuencia central de un canal de salto de un equipo de radiocomunicación por espectro disperso del tipo salto de frecuencia.

2.27 Potencia Isótropa Radiada Equivalente (PIRE): es la cantidad de potencia que emitiría una antena isotrópica para producir la densidad de potencia observada en la dirección de máxima ganancia de una antena, expresada en Watts o dB, considerando la ganancia de la antena.

2.28 Servicios de Radiocomunicación: se refieren a la transmisión, la emisión o recepción de ondas radioeléctricas para fines específicos de telecomunicación.

2.29 Sistema de radiocomunicación por espectro disperso: es el conjunto constituido por dos equipos transmisores / receptores entre los cuales puede establecerse una radiocomunicación por espectro disperso. El medio de transmisión a través del cual se propagan las señales de la radiocomunicación, no se considera parte del sistema.

2.30 Sistemas con señales de salida correlacionadas: Las salidas de un transmisor se consideran correlacionadas si cumple cualquiera de los siguientes aspectos:

- I. Los mismos datos digitales se transmiten desde dos o más antenas en un período de símbolo dado, aún con codificación diferente o con corrimientos de fase; o
- II. La correlación entre dos señales transmitidas existe en cualquier frecuencia y retardo de tiempo; o
- III. Salidas múltiples del transmisor se utilizan para enfocar la energía en una dirección dada o a un receptor dado; o
- IV. El modo de operación combina técnicas correlacionadas con técnicas incorrelacionadas

Las señales correlacionadas incluyen pero no están limitadas a señales transmitidas en cualquiera de los siguientes modos:

- I. Cualquier modo de transmisión de formación de haz, ya sea fija o flexible (por ejemplo, modos de arreglos desfasados, modos MIMO de malla cerrada, modos de Antena Flexible Transmisora, modos de Transmisión de Relación Máxima (MRT, por sus siglas en inglés) y modos de Formación de Haz Estadística Eigen (EBF, por sus siglas en inglés).
- II. Diversidad de Retardo Cíclico (CDD, por sus siglas en inglés), también conocidos como Diversidad de Corrimiento Cíclico (CSD, por sus siglas en inglés) (incluyendo modos para 802.11n y dispositivos posteriores para comunicarse con los dispositivos heredados 802.11). En los modos CDD, el mismo dato digital es llevado por cada antena transmisora, pero con diferente retardo cíclico. Las señales están altamente correlacionadas en cualquiera de las frecuencias, aunque no necesariamente en retardo cero. En particular, las correlaciones tienden a ser altas sobre los anchos de banda especificados para mediciones de densidad espectral de potencia dentro de banda.

2.31 Sistemas con señales de salida completamente incorrelacionadas: Son los sistemas cuyas salidas no son correlacionadas conforme a la definición 2.30. Señales completamente incorrelacionadas incluyen a las transmitidas en los modos siguientes, si ellas no se combinan con cualquier modo correlacionado, tal como los de formación de haz:

- I. Códigos de Bloque Espacio Tiempo (STBC por sus siglas en inglés) para los cuales diferente dato digital es llevado por cada antena de transmisión durante cualquier período de símbolo (por ejemplo WiMAX Matrix A [codificación Alamouti]).
- II. Multiplexaje Espacial MIMO (SM-MIMO), para el cual flujos independientes de datos se envían a cada antena de transmisión (por ejemplo WiMAX Matrix B). WiMAX Matrix C, la cual añade diversidad, también produce señales de salida incorrelacionadas.

2.32 Sitio de pruebas de área abierta: Instalación que cuenta con un plano de tierra metálico en cuyos alrededores no existen reflectores ni dispersores de señales de RF. Cumple con lo dispuesto en el apartado A.1 del Anexo,

2.33 Solicitante: persona física o moral quien será titular del reporte de pruebas, del certificado de conformidad, del certificado de homologación, de algunos o de todos ellos, para equipos sujetos a esta DT.

2.34 Tipo de antena: comprende al conjunto de antenas que tienen similar patrón de radiación, tanto en banda, como fuera de banda.

2.35 Usuario: consumidor que mediante el uso de equipo o equipos sujetos a esta DT, en forma eventual o permanente, tiene acceso a las bandas del espectro radioeléctrico que son el campo de aplicación de la presente DT.

2.36 Validación: verificación de que los requisitos especificados son adecuados para un uso previsto.

3. Símbolos y abreviaturas

AB _{20dB}	Anchura de banda a 20 dB
Acuerdo	“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; 2400 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 por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en el DOF el 13 de marzo de 2006.
ANS	Atenuación Normalizada de Sitio (del inglés <i>Normalized Site Attenuation (NSA)</i>)
Antilog	Antilogaritmo de base 10
BF	Banda de frecuencias
CENAM	Centro Nacional de Metrología.
CNAF	Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias
dB	Decibel
dBi	dB de ganancia de una antena cualquiera referida a una antena isótropa.
dBm	Decibeles referidos a 1 mW
dBm/Hz	Decibeles referidos a 1 mW por Hertz
DOF	Diario Oficial de la Federación
DT	Disposición Técnica
EBP	Equipo bajo prueba
EBW	Anchura de banda de la emisión de un equipo o dispositivo de espectro disperso (por sus siglas en inglés, Emission Bandwidth, tal como se define en el estándar IEEE/ ANSI C63.10-2013)

GHz	Gigahertz
ICM	Industrial, Científico y Médico
Instituto o IFT	Instituto Federal de Telecomunicaciones
kHz	Kilohertz
LFTR	Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión
Log	Logaritmo de base 10
MHz	Megahertz
mW	Miliwatt
N	Número de canales de salto
NOM	Norma Oficial Mexicana
NMX	Norma Mexicana
nW	Nanowatt
OFDM	Multiplexaje por División Ortogonal de Frecuencias (del inglés: Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
PIRE	Potencia Isótropa Radiada Equivalente
PN	Ruido Pseudoaleatorio (del inglés pseudos noise)
PSK	Llaveo por corrimiento de fase (del inglés: Phase Shift Keying)
QAM	Modulación por Amplitud en Cuadratura (del inglés: Quadrature Amplitude Modulation)
RBW	Anchura de banda del filtro de resolución (del inglés Resolution bandwidth)
Resolución	"RESOLUCION 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", publicado por la extinta COFETEL en el DOF el 14 de abril de 2006.
RF	Radiofrecuencia
RMS	Valor eficaz de una señal o valor raíz cuadrático medio de una señal
RTPC	Red Telefónica Pública Conmutada
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
s	Segundos
t	Tiempo promedio de ocupación por periodo de cualquier canal de salto
T	Periodo de ocupación del conjunto de saltos
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
VBW	Anchura de banda del filtro de video (del inglés Video bandwidth)
W	Watt

4. Especificaciones para los equipos de radiocomunicación por espectro disperso, sujetos a esta Disposición Técnica

Los equipos de radiocomunicaciones por espectro disperso sujetos a esta DT son de alguno de los siguientes tipos: Salto de Frecuencia, Modulación Digital e Híbrido, y están sujetos a cumplir con las siguientes especificaciones. Los métodos de prueba de estas especificaciones se presentan en el capítulo 5 de esta DT.

4.1 Especificaciones generales para todos los equipos.

4.1.1 Los equipos de radiocomunicación sujetos a esta DT son los que pueden operar en una, en dos o en las tres bandas de frecuencias siguientes: 902-928 MHz, 2 400-2 483.5 MHz y 5.725-5.850 GHz, en las modalidades de salto de frecuencia, modulación digital e híbrido.

4.1.2 Los equipos de radiocomunicación por espectro disperso con capacidad de operar en dos o en tres de las bandas de frecuencias de esta DT, cumplirán con las especificaciones establecidas para cada una de esas bandas en las cuales pueda operar.

4.1.3 Si los equipos de radiocomunicación por espectro disperso tienen la posibilidad de usarse con amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos, los equipos de radiocomunicación de espectro disperso serán sujetos de la evaluación de la conformidad y se homologarán conjuntamente con los amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos con los que les vaya a ser autorizado operar, debiendo cumplir así con todas las especificaciones que les corresponda, generales, por su tipo y de aplicación, para todos los equipos sujetos a esta DT. La operación conjunta de cualesquiera otros amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos con los equipos de radiocomunicación de espectro disperso, queda prohibida. El manual de usuario contendrá la lista de amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos autorizados para operar conjuntamente con los equipos de radiocomunicación de espectro disperso.

4.1.4 Los equipos de radiocomunicación sujetos a esta DT deberán ser evaluados de conformidad y homologarse tanto con la antena única que vaya integrada al equipo o, de existir la posibilidad de conectabilidad/desconectabilidad de las antenas, con el conjunto de antenas del mismo o de diferente tipo con los cuales pueda transmitir. Para el caso de que algún equipo de radiocomunicación por espectro disperso vaya a ser evaluado de conformidad y homologado, para uno o más tipos de antena, se probará el transmisor con cada una de las antenas de más alta ganancia de cada tipo de antena, con la potencia de salida al máximo nivel. Cualquier antena del mismo tipo de antena con igual o menor ganancia que la probada exitosamente, quedará incluida en la evaluación de la conformidad y en la homologación. El PIRE del conjunto EBP más antena o antenas -trátase de una única antena integrada al equipo o de algún conjunto de antenas conectables/desconectables- deberá cumplir con lo especificado al respecto en el Apéndice del “**Acuerdo**, para las bandas de frecuencias 902 - 928 MHz y 2 400 - 2 483.5 MHz”; y con el Resolutivo primero de la “**Resolución**, para la banda de frecuencias 5 725 - 5 850 MHz”, (ver el capítulo de símbolos y abreviaturas y las referencias 8.2 y 8.3) o con las disposiciones legales que los sustituyan. Los límites de PIRE máxima establecidos en los mencionados Acuerdo y Resolución, se presentan resumidos en el Cuadro 1.

Cuadro 1

PIRE máxima.

Banda de Frecuencias (MHz)		PIRE Máxima (watt)
902-928		4
2 400-2 483.5	Sistemas fijos punto a punto	2
	Sistemas punto a multipunto	1
5 725-5 850		4

De tener el equipo de radiocomunicación de espectro disperso posibilidad de usar amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos, toda combinación equipo de radiocomunicación de espectro disperso + amplificador de potencia de radiofrecuencia externo + antena que se evalúe su conformidad y homologue, a las máximas potencia, amplificación y ganancia, deberá cumplir con los límites máximos de PIRE anotados en el

Cuadro 1. Los valores de PIRE máximo resumidos en este cuadro 1, podrán cambiar, de haber disposiciones legales que sustituyan al Acuerdo y a la Resolución. De darse tal caso, los límites de PIRE serán los que establezcan esas disposiciones legales.

4.1.5 El equipo no deberá tener control externo alguno del transmisor accesible al usuario que pueda ser ajustado y operado para violar los límites legales, reglamentarios y normativos aplicables. Además, la información acerca de los ajustes internos o sobre la reconfiguración al equipo se hará disponible solamente a profesionales entrenados responsables, identificables por el Instituto, por los fabricantes o distribuidores de los equipos, o por todos o una combinación de ellos, pero no al público en general.

4.2 Especificaciones para los equipos del tipo salto de frecuencia.

4.2.1 Los equipos para sistemas de radiocomunicación por espectro disperso del tipo salto de frecuencia deben cumplir con las especificaciones de: anchura de banda del canal de salto de frecuencia a 20 dB, mínimo del número de canales de salto (N), tiempo promedio de ocupación de canal de salto (t) dentro del período de ocupación del conjunto de saltos (T), y de la potencia pico máxima de salida, que se establecen en el Cuadro 2, según la banda o bandas de frecuencias en que tengan capacidad de operar, y la anchura de banda a 20 dB del canal de salto del sistema.

Cuadro 2

Especificaciones para los equipos del tipo salto de frecuencia

Banda (MHz)	Anchura de banda del canal de salto a 20 dB (AB _{20dB})	Número de canales de salto (N)	Tiempo promedio de ocupación (t) de canal de salto por periodo [s]	Periodo de ocupación del conjunto de saltos (T) [s]	Potencia pico máxima de salida [W]
902-928	< 250 kHz	≥50	≤ Error! Marcador no definido. 0.4	20	1
	≥ Error! Marcador no definido. 250 kHz (máximo permitido: 500 kHz)	25 ≤ N < 50	≤ Error! Marcador no definido. 0.4	10	0.25
		≥50	≤0.4	10	1.0
2 400-2 483.5	Sin especificación	≥ Error! Marcador no definido. 75, no traslapados	≤ Error! Marcador no definido. 0.4	(0.4 s) (N)	1.0
	Sin especificación	≥ Error! Marcador no definido. 15	≤ Error! Marcador no definido. 0.4	(0.4 s) (N)	0.125
5 725-5 850	≤ Error! Marcador no definido. 1 MHz	≥ Error! Marcador no definido. 75	≤ Error! Marcador no definido. 0.4	30	1.0

4.2.2. Para el sistema, todos y cada uno de los N canales de salto deben ser ocupados en un orden pseudoaleatorio y ser usados igualmente en promedio. Los receptores del sistema deben tener anchuras de banda de entrada que coincidan con las anchuras de banda del canal de salto de sus correspondientes transmisores y cambiar las frecuencias en sincronización con las señales transmitidas.

4.2.3 La separación mínima entre las frecuencias de portadora de canales de salto adyacentes debe ser 25 kHz o el de la anchura de banda a 20 dB del canal de salto, la que resulte mayor. Para el caso particular de

equipos que operen en la banda de frecuencias 2 400 – 2 483.5 MHz, con picos máximos de potencia conducida de salida de 0.125 Watt, la separación mínima referida será de 25 kHz o dos tercios de la anchura de banda a 20 dB del canal de salto, la que resulte mayor.

4.2.4 Con el fin de evitar el salteo a canales ocupados por otros usuarios dentro de la misma banda de frecuencias de operación, cada sistema podrá tener incorporada inteligencia que le permita, individual e independientemente de otros sistemas, ajustar su conjunto de saltos.

Sin embargo, no está permitida la incorporación de inteligencia en los equipos, que tenga el expreso propósito de permitir la coordinación entre diferentes sistemas de espectro disperso que busque evitar la ocupación simultánea de posiciones de frecuencia, por transmisores múltiples.

4.2.5 Para los sistemas del tipo salto de frecuencias que operen en la banda 2 400-2 483.5 MHz y que usen al menos 15 canales de salto, podrán evitarse o suprimirse transmisiones en alguna frecuencia particular de salteo, siempre y cuando se mantengan en uso al menos 15 canales de salto.

4.3 Especificaciones para los equipos del tipo modulación digital

Todos los equipos del tipo modulación digital, para las tres bandas de frecuencia: 902-928 MHz, 2 400-2 483.5 MHz y 5.725-5.850 GHz, están sujetos a las siguientes especificaciones:

4.3.1 La densidad espectral de potencia pico del transmisor conducida a la antena, no deberá ser mayor que 8 dBm en cualquier banda de 3 kHz, durante cualquier intervalo de tiempo de transmisión continua o sobre 1.0 segundo si la transmisión excede a la duración de 1.0 segundo.

4.3.2 La potencia pico máxima de salida del transmisor no excederá a 1.0 watt.

4.3.3 La anchura de banda mínimo de RF a 6 dB será de 500 kHz.

4.4 Especificaciones para los equipos del tipo híbrido

Los sistemas híbridos emplean una combinación de salto de frecuencia y técnicas de modulación digital.

4.4.1 Con la parte de modulación digital apagada, la operación de salto de frecuencia cumplirá con que el tiempo promedio de ocupación de cualquier canal de salto por periodo no excederá de 0.4 segundos dentro de un periodo en segundos igual al número de canales de salto empleado multiplicado por 0.4;

4.4.2 Cumplirá con la especificación 4.3.1 para la parte de modulación digital, con la parte de salto de frecuencia apagada.

4.5 Emisiones no esenciales para todos los tipos de equipo (salto de frecuencia, modulación digital e híbrido)

4.5.1 Para los equipos que cumplan con los límites de potencia pico máxima de salida del transmisor, la potencia de radiofrecuencia en cualquier intervalo de 100 kHz fuera de las bandas de frecuencia de operación, deberá estar atenuada cuando menos 20 dB, con respecto a la producida en el intervalo de 100 kHz dentro de la banda de operación que contenga el más alto nivel de potencia deseada; esto basado en una medición, ya sea de emisiones de RF conducidas o radiadas. Para el caso de que el cumplimiento por el transmisor de los límites de potencia conducida se base en el uso de valores RMS promediados sobre un intervalo de tiempo, la atenuación no será de al menos los 20 dB mencionados, sino de al menos 30 dB.

4.5.2 Tanto los transmisores como los receptores, cumplirán con los límites de emisiones no esenciales que establece el cuadro 3 únicamente para las bandas de frecuencias listadas en el cuadro 3A. Dichos límites se cumplen: i) para frecuencias de 30 MHz a 1 GHz con instrumentación de medición que utilice la función detector cuasi-pico; ii) para frecuencias mayores a 1 GHz, con instrumentación de medición que utilice la función detector promedio con un RBW igual a 1 MHz.

Cuadro 3

Límites de emisiones no esenciales fuera de las bandas de operación

Emisiones no esenciales en la banda (MHz)	Límites de Intensidad de Campo eléctrico y potencia isotrópica radiada equivalente
--	---

	microvolt/m	PIRE
30 – 88	100	3 nW
88 – 216	150	6.8 nW
216 – 960	200	12 nW
Por encima de 960	500	75 nW

Cuadro 3A

Bandas de frecuencias para las que aplican los límites de emisiones no esenciales fuera de las bandas de operación establecidos en el Cuadro 3.

MHz	MHz	GHz
37.5–38.25	960-1240	4.5-5.15
73–74.6	1300-1427	5.35-5.46
74.8–75.2	1435–1626.5	7.25-7.75
108–121.94	1645.5–1646.5	8.025-8.5
123–138	1660–1710	9.0–9.2
149.9–150.05	1718.8–1722.2	9.3–9.5
156.52475–156.52525	2200–2300	10.6–12.7
156.7–156.9	2310–2390	13.25–13.4
162.0125–167.17	2483.5–2500	14.47–14.5
167.72–173.2	2690–2900	15.35–16.2
240–285	3260–3267	17.7–21.4
322–335.4	3332–3339	22.01–23.12
399.9-410	3345.8–3358	23.6–24.0
608-614	3600–4400	

4.6 Manual de usuario

El manual de usuario de cualquier equipo de radiocomunicación por espectro disperso cumplirá con lo siguiente:

4.6.1. El manual de usuario deberá 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.

4.6.2. El manual de usuario contendrá las siguientes leyendas o su equivalente en una posición notoria:

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

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

4.6.3.1. “Este equipo ha sido diseñado para operar con las antenas que enseguida se enlistan y para una ganancia máxima de antena de $[G_x \text{ dBi}]$. El uso con este equipo de antenas no incluidas en esta lista o que tengan una ganancia mayor que $[G_x \text{ dBi}]$ quedan prohibidas. La impedancia requerida de la antena es de $Z_y \text{ ohms}$ ”..

El fabricante del equipo proporcionará los valores apropiados de G_x y Z_y para cumplir con lo especificado en 4.1.4. y con las disposiciones legales y técnicas de operación aplicables.

4.6.3.2. Una lista de todas las antenas aceptables para usarse con el transmisor, que cumplan con lo especificado en 4.1..

4.6.3.3. Sí el equipo de radiocomunicación de espectro disperso tiene la posibilidad de usarse con amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos, deberá contener una lista de dichos amplificadores que resulten aceptables para usarse con el equipo de radiocomunicación por espectro disperso, que cumplan con lo especificado en 4.1.3.

5. Métodos de prueba

Este capítulo contiene los métodos de prueba que deberán usarse para la comprobación de las especificaciones contenidas en el capítulo 4.

La aplicación de dichos métodos de prueba los llevarán a cabo los laboratorios de pruebas acreditados o reconocidos para esta DT, de acuerdo con los términos previstos en la LFTR.

Para el efecto, utilizarán una o dos unidades representativas del modelo de equipo o de la familia de equipos de los que se pretenda evaluar la conformidad y homologar, a las que se le denominará en lo sucesivo el equipo bajo prueba (EBP) o los equipos bajo prueba (EBPs) así como un ejemplar del manual de usuario (MU).

El solicitante de pruebas entregará al Laboratorio de Pruebas y al Organismo de Certificación una declaración bajo protesta de decir verdad de que el EBP o los EBPs entregados son una muestra representativa de los equipos que operarán y que dichos equipos no serán modificados en sus características técnicas cubiertas por esta DT, posteriormente a la emisión del reporte de pruebas y del certificado de cumplimiento.

Para aplicar los métodos de prueba al o a los EBPs, los Laboratorios de Pruebas acreditados o reconocidos por el Instituto utilizarán las instalaciones adecuadas e instrumentos de medición cuyas mediciones sean trazables a patrones nacionales mexicanos aprobados por la Secretaría de Economía; y en caso de no haberlos, el Laboratorio de Pruebas acreditado o reconocido por el Instituto solicitará por escrito la opinión de la Secretaría de Economía a través de la Dirección General de Normas para alcanzar la trazabilidad metrológica de sus mediciones a patrones nacionales de otros países. Adicionalmente el Laboratorio de Pruebas acreditado o reconocido queda sujeto a las disposiciones legales aplicables. En lo que no se contraponga a lo anterior, deberán cumplir también con lo previsto en la cláusula 5.6.2.2 “Ensayo”, de la NMX-EC-17025-IMNC-2006 “Evaluación de la conformidad - Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”, o su sustituto más actualizado.

Los resultados los reportarán al solicitante de las pruebas, al organismo u organismos de Certificación que corresponda en un reporte de pruebas, conforme a lo especificado en la sección 5.9.

5.1 Condiciones, cuidados y configuraciones de medición

Los sitios de prueba en los que se apliquen los métodos de prueba cumplirán con las disposiciones al respecto.

5.1.1 Condiciones ambientales. Las condiciones ambientales que deben existir en el sitio de pruebas son las que se señalan en el Cuadro 4

Cuadro 4

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 Instrumentos de medición. Los instrumentos de medición que se utilicen para la aplicación de los métodos de prueba serán los listados en el cuadro 5 y deberán tener las características que allí se señalan. Todos los instrumentos deben contar con dictamen o certificado de calibración que cumpla con las disposiciones legales aplicables. La calibración de tales instrumentos debe haberse realizado en las magnitudes y en los alcances de medición en los cuales serán empleados.

Cuadro 5

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 BF 902-928 MHz : ≥ 9 kHz a 6 GHz, Para BF:2400-2483.5 MHz : ≥ 9 kHz a 15 GHz, Para BF 5725 – 5850 MHz : ≥ 9 kHz a 40 GHz.
	Estabilidad de la referencia de frecuencia:	Mejor que 1×10^{-6} Hz/Hz
	Sensibilidad (nivel de ruido):	< -120 dBm
	Impedancia de entrada:	50 ohms
	Exactitud absoluta en amplitud:	Menor o igual que ± 1 dB
	Resolución:	0.1 dB
	Detector:	Pico, cuasi-pico, muestra, promedio
Detector cuasi-pico	Intervalo de frecuencias de operación:	30 MHz a 1000 MHz
	Anchura de banda de medición:	120 kHz
Divisor de potencia	Intervalo de frecuencias de operación:	Para BF 902-928 MHz : $\geq 902-928$ MHz, Para BF:2400-2483.5 MHz : $\geq 2400-2483.5$ MHz, Para BF 5725 – 5850 MHz : $\geq 5725 - 5850$ MHz.
Atenuadores	Intervalo de frecuencias de operación	Para BF 902-928 MHz : $\geq 902-928$ MHz, Para BF:2400-2483.5 MHz : $\geq 2400-2483.5$ MHz, Para BF 5725 – 5850 MHz : $\geq 5725 - 5850$ MHz.
	Atenuación:	La necesaria para asegurar un nivel de señal adecuado que sea medible con la exactitud requerida
Generador de señales	Intervalo de frecuencias de operación	Para BF 902-928 MHz : Hasta 1 GHz, Para BF:2400-2483.5 MHz : Hasta 3 GHz, Para BF 5725 – 5850 MHz : Hasta 6 GHz.

Antenas patrón o antenas de referencia calibradas	Intervalo de frecuencias de operación:	Para BF 902-928 MHz : ≥ 30 MHz a 6 GHz, Para BF:2400-2483.5 MHz : ≥ 30 MHz a 15 GHz, Para BF 5725 – 5850 MHz : ≥ 30 MHz a 40 GHz.	
	A calibrarse en:	Ganancia, Factor de antena y Relación de onda estacionaria	
Acoplador de impedancias	Impedancias a acoplar	De acuerdo al desacoplamiento específico de impedancias entre el EBP y los equipos de medición	
	Intervalo de frecuencias de operación:	Para BF 902-928 MHz : ≥ 30 MHz a 6 GHz, Para BF:2400-2483.5 MHz : ≥ 30 MHz a 15 GHz, Para BF 5725 – 5850 MHz : ≥ 30 MHz a 40 GHz.	
	Pérdidas por inserción	< 3.5 dB	
Pre-amplificador	Intervalo de frecuencias de operación:	Para BF 902-928 MHz : ≥ 9 kHz a 6 GHz, Para BF:2400-2483.5 MHz : ≥ 9 kHz a 15 GHz, Para BF 5725 – 5850 MHz : ≥ 9 kHz a 40 GHz.	
	Ganancia:	¡Error! Marcador no definido. La necesaria para asegurar un nivel de señal adecuado que sea medible con la exactitud requerida	
Medidor de potencia de RF	Intervalo de frecuencias de operación:	Para BF 902-928 MHz : ≥ 30 MHz a 6 GHz, Para BF:2400-2483.5 MHz : ≥ 30 MHz a 6 GHz, Para BF 5725 – 5850 MHz : ≥ 30 MHz a 6 GHz.	
	Capacidad de medición de potencia:	Diodo de respuesta rápida	
	Intervalo de potencia:	De -40 dBm hasta 20 dBm	
	Exactitud en amplitud	Menor o igual que ± 1 dB	
	Impedancia de entrada:	50 ohms	
Detector:	Pico		
Sitio de pruebas a validarse en: Atenuación de sitio y en S_{VSWR} , se utilizarán los procedimientos aplicables contenidos en la norma internacional:	Intervalo de frecuencias de operación:	Para BF 902-928 MHz : ≥ 30 MHz a 6 GHz, Para BF:2400-2483.5 MHz : ≥ 30 MHz a 15 GHz, Para BF 5725 – 5850 MHz : ≥ 30 MHz a 40 GHz.	
	a) sitio de pruebas de área abierta,	El nivel de las señales de radiofrecuencia presentes en el ambiente en el 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 ; y	

<p>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. 8. Test sites for measurement of radio disturbance field strength for the frequency range 1 GHz to 18 GHz. Edition 3.0, 2010-04 o su version más actualizada existente.</p>		<p>Razón de Onda Estacionaria de Tensión Eléctrica (VSWR, Voltage Standing Wave Ratio) del Sitio, S_{VSWR}, menor o igual que 6 dB, en el intervalo de 1 GHz a 18 GHz.</p>
	<p>b) Cámara anecoica</p>	<p>Pérdida por blindaje mayor que 105 dB en el intervalo de 30 MHz a 6 GHz,</p> <p>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</p> <p>Razón de Onda Estacionaria de Tensión Eléctrica (VSWR, Voltage Standing Wave Ratio) del Sitio, S_{VSWR}, menor o igual que 6 dB, en el intervalo de 1 GHz a 18 GHz.</p>

5.1.3 Cuidados antes, durante y después de la aplicación de los métodos de pruebas.

- (a) Las pruebas se llevarán a cabo de acuerdo con buenas prácticas de ingeniería.
- (b) Los resultados de las pruebas se presentarán tanto en forma tabulada como en forma gráfica mostrando los límites de la especificación, esto último donde sea posible.
- (c) El equipo asociado que se use normalmente con el EBP o con los EBPs también se conectará.
- (d) El EBP o los EBPs y los equipos de medición que serán utilizados en la aplicación de los métodos de prueba deben cumplir con el tiempo de estabilización térmica, previo a las pruebas, especificado por el o los fabricantes en los correspondientes manuales de operación. En el caso de que dicho tiempo no sea especificado, los equipos de medición y el EBP o los EBPs deben tener un tiempo de estabilización térmica de al menos 30 minutos, previos a la realización de las pruebas.
- (e) Si la potencia de salida de RF del EBP o EBPs es ajustable internamente o controlable remotamente, éstos se pondrán a transmitir a su potencia máxima configurable.
- (f) El transmisor será modulado con señales representativas de una operación real del sistema.
- (g) Para constatar el cumplimiento de las especificaciones, se aplicarán los métodos de prueba para los casos críticos de operación del EBP, aplicando éstos a las cercanías de los extremos y a la parte media de las frecuencias en que opere el EBP para cada una de las bandas que comprende esta DT.
- (h) Para cuando un equipo o dispositivo de modulación digital pueda transmitir de diversos modos de velocidad de datos, ancho de banda, tasa de codificación y flujos de datos, las especificaciones aplicables de esta DT deben cumplirse para todos esos modos. Para minimizar el número de pruebas a realizar que asegure el cumplimiento en mención, el laboratorio de pruebas podrá identificar – de manera técnicamente fundada - los modos de operación que representen los peores casos con respecto a las especificaciones aplicables, tales

como potencia de salida, densidad espectral de potencia, emisiones no esenciales, en el límite de las bandas correspondientes.

5.1.4 Configuraciones para la aplicación de los métodos de prueba.

Para la aplicación de los métodos de prueba de esta DT pueden usarse dos posibles configuraciones: a) la configuración para medición de emisiones conducidas y b) la configuración para medición de emisiones radiadas.

5.1.4.1 Configuración para medición de emisiones conducidas. Los equipos se configuran conforme se indica en la figura 1. Para poder aplicarlo se requiere que la antena del equipo sea desmontable.

El amplificador de potencia de radiofrecuencia externo indicado en la figura 1 se inserta sólo para el método de prueba 5.2.3 que se usa para comprobar la especificación 4.1.3.

Con objeto de no dañar el analizador de espectro o el medidor de potencia, debe tenerse cuidado en no exceder el nivel máximo de potencia de entrada especificado por su fabricante, el cual suele ser de 1 watt (30 dBm). Para el efecto procede el uso de uno o varios atenuadores, según se requiera, dispuestos de la forma que se indica en la figura 1. Para simplificar el proceso de medición y garantizar la máxima transferencia de potencia, se sugiere 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-amplificador externo-cable-atenuadores-cable analizador de espectro, sean los óptimos, 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 1.

Considerando lo anterior, en la aplicación de los métodos de prueba para la determinación de la potencia de salida del EBP o del amplificador externo del EBP – para el caso de que éste se haya añadido-deben sumarse al valor medido en el analizador de espectro, las pérdidas habidas en la cadena mencionada, de la forma que lo indica la ecuación 2:

$$\left[P_{EBP \dot{\cup} EBP+AMP} \right]_{dBW} = \left[P_{medida} \right]_{dBW} + \left[\alpha_{cables} \right]_{dB} + \left[\alpha_{atenuadores} \right]_{dB} + \left[L \right]_{dB} - \left[\mathcal{E} \right]_{dB} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Donde:

$\left[P_{EBP \dot{\cup} EBP+AMP} \right]_{dBW}$: Potencia de salida del EBP o potencia de salida del EBP más la potencia del amplificador externo del EBP, en dBW.

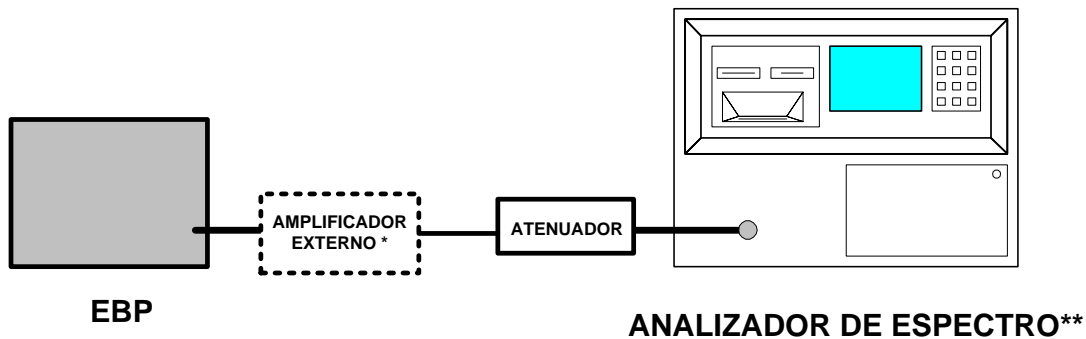
$\left[P_{medida} \right]_{dBW}$: Potencia medida en el analizador de espectro o en el medidor de potencia de RF, en dBW.

$\left[\alpha_{cables} \right]_{dB}$: Atenuación en los cables, en dB.

$\left[\alpha_{atenuadores} \right]_{dB}$: Atenuación del atenuador o atenuadores, en dB.

$\left[L \right]_{dB}$: Pérdidas de acoplamiento y otras pérdidas, en dB

$\left[\mathcal{E} \right]_{dB}$: Error del analizador de espectro o de 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 4.1.3.
- ** Para el caso del numeral 5.4.2, alternativa 1, método de prueba 1, en lugar del analizador de espectro podrá utilizarse un medidor de potencia de RF.

Figura 1 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 2, 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 2 y 4 sucesivamente, siendo N el número de salidas totales del equipo o dispositivo.

$$[P]_W = \text{antilog} \left(\left[P_{EBP \text{ o } EBP+AMP} \right]_{dB_w} / 10 \right) [W] \quad \text{(Ecuación 3)}$$

$$[P]_W = \text{antilog} \left(\left[P_{EBP \text{ o } EBP+AMP} + 10 \log(N) \right]_{dB_w} / 10 \right) [W] \quad \text{(Ecuación 4)}$$

5.1.4.2 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 2. 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 5. Asimismo, pudiera ser necesario conectar un pre-amplificador entre la antena patrón y el analizador de espectro.

El amplificador de potencia de radiofrecuencia externo indicado en la figura 2 se inserta sólo para el método de prueba 5.2.3 que se usa para comprobar la especificación 4.1.3.

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, es decir, en línea de vista. Los sitios de prueba deben estar validados conforme a lo que se establece en el Cuadro 5.

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:

$$\begin{aligned} [P_{EBP \delta EBP+AMP}]_{dBW} = & [P_{medida}]_{dBW} + [\alpha_{cables}]_{dB} + [\alpha_{atenuadores}]_{dB} + [L]_{dB} + \\ & + [\Gamma_o]_{dB} - [G_{antenaEBP}]_{dB} - [G_{antena\ analizador}]_{dB} - [G_{pre-amp}]_{dB} - [\varepsilon]_{dB} \end{aligned} \quad \dots(\text{Ecuación 5})$$

Donde:

$[P_{EBP \delta EBP+AMP}]_{dBW}$: 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 de acoplamiento y otras pérdidas, en dB.

$[\Gamma_o]_{dB}$: Atenuación en el espacio libre, en dB.

$[G_{antenaEBP}]_{dB}$: Ganancia de la antena del EBP, en dB.

$[G_{antena\ analizador}]_{dB}$: 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 $[P_T]_w$ a partir de la intensidad de campo $[E]_{V/m}$, medida en el analizador de espectro:

$$[P_T]_w = \frac{[E]_{V/m} [D]_m^2}{30[G]} \quad \text{(Ecuación 6)}$$

Donde:

$[P_T]_w$: Potencia de salida del transmisor, en Watt.

$[E]_{V/m}$: Intensidad de campo eléctrico, en Volt/metro.

$[D]_m$: Distancia en metros entre las dos antenas, debiendo cumplirse que $D \geq 2d^2 / \lambda$

(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 isotropa.

Lo anterior supone 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:

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

.... (Ecuación 7)

Donde:

$[P_T]_{dBW}$: Potencia medida en el analizador de espectro, en dBW.

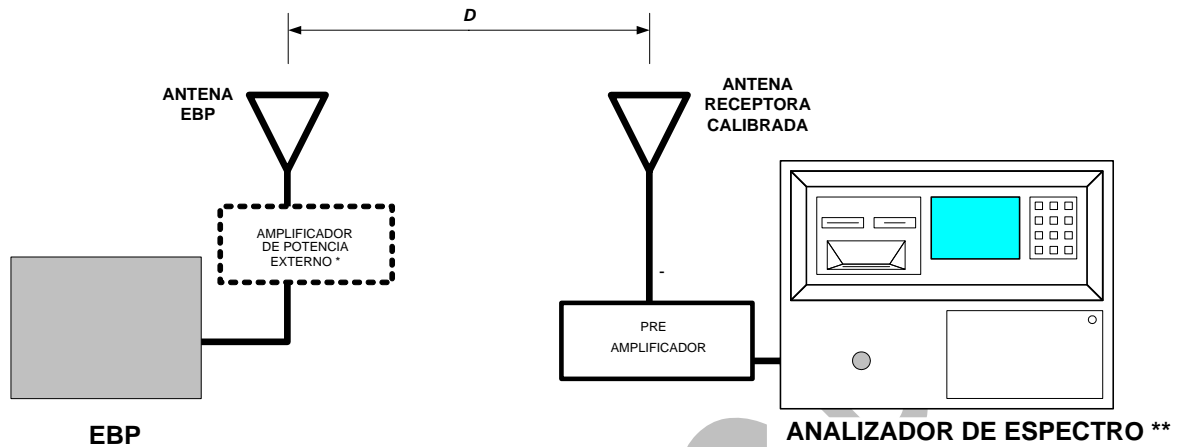
$[\alpha_{cables}]_{dB}$: Atenuación en los cables, en dB.

$[\alpha_{atenuadores}]_{dB}$: Atenuación del atenuador o atenuadores, en dB.

$[L]_{dB}$: Pérdidas de acoplamiento y otras pérdidas, 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.



* Amplificador de potencia externo de radiofrecuencia que se debe insertar sólo para los casos especificados en 4.1.3,

** Para el caso del numeral 5.4.2, alternativa 1, método de prueba 1, en lugar del analizador de espectro podrá utilizarse un medidor de potencia de RF.

Figura 2 Configuración para medición de emisiones radiadas

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 $[G_{antenaEBP}]_{dB}$ 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, $[G_{antenaEBP}]_{dB}$ se calcula como sigue:

Para el caso de sistemas con señales de salida correlacionadas

$$[G_{antenaEBP}]_{dB} = G_{ANT} + 10 \log (N_{ANT}) \text{ dBi.} \quad \text{(Ecuación 8)}$$

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

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

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

Para el caso de sistemas con señales de salida correlacionadas:

$$[G_{antenaEBP}]_{dB} = [(10^{G1/20} + 10^{G2/20} + \dots + 10^{GNANT/20})^2 / N_{ANT}] \text{ dBi} \quad \text{(Ecuación 10)}$$

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

$$[G_{antenaEBP}]_{dB} = [(10^{G1/10} + 10^{G2/10} + \dots + 10^{GNANT/10}) / N_{ANT}] \text{ dBi} \quad \text{(Ecuación 11)}$$

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 $[G_{antenaEBP}]_{dB}$.

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 $N_{ANT} > N_{FI}$, $[G_{antenaEBP}]_{dB}$ se calcula como sigue:

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

siendo ésta:

$$\text{Ganancia de la formación de antenas} = 10 \log (N_{ANT}/N_{FI}) \quad (\text{Ecuación 13})$$

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.

5.2 Comprobación de las especificaciones generales para todos los equipos de sistemas de radiocomunicación por espectro disperso (relativa a las especificaciones 4.1)

5.2.1 La capacidad de operar dentro de cada una de las bandas de frecuencias 902-928 MHz, 2 400-2 483.5 MHz y 5.725-5.850 GHz (especificación 4.1.1) se comprueba usando el siguiente método para encontrar los extremos de las bandas de operación del EBP:

5.2.1.1 Método de prueba para comprobar el cumplimiento de la especificación 4.1.1., relativa a la banda o a las bandas de frecuencias de operación del equipo.

- a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4. Elegir la configuración para medición de emisiones conducidas (5.1.4.1), si la antena se puede desconectar del EBP, o la configuración para medición de emisiones radiadas (5.1.4.2), de estar la antena integrada al EBP.
- b) Establecer el analizador de espectro en modo de vídeo promedio con un mínimo de 50 barridas por segundo y en retención máxima de imagen (max hold).
- c) Para todas y cada una de las bandas de frecuencias en que nominalmente pueda funcionar el EBP:
 - i) Activar el transmisor del EBP, alimentando con su señal modulada la entrada del analizador de espectro.
 - ii) Ajustar los controles del analizador de espectro para que la señal completa emitida por el EBP aparezca graficada en la pantalla.
 - iii) Para la gráfica desplegada, utilizando marcadores registrar los extremos bajo y alto de frecuencia, correspondientes a la densidad espectral de potencia por debajo del nivel equivalente a -80 dBm/Hz (-30 dBm, si es medido en una anchura de banda de 100 kHz). Dichos registros de los extremos bajo y alto, corresponden, respectivamente, a los extremos bajo y alto de la banda de frecuencias de operación del EBP.
- d) Para cada una de las bandas de frecuencias en que nominalmente opere el EBP, si los extremos bajo y alto de la banda de frecuencias referido en c)-iii) se hallan dentro de alguna de las bandas de frecuencias especificadas en 4.1.1, el EBP cumple la especificación para esa banda de frecuencias.

5.2.2 Métodos de prueba para comprobar el cumplimiento de la especificación 4.1.2. Tanto la especificación 4.1.2 como este método de prueba aplican sólo al EBP que cumple la especificación 4.1.1 para más de una de las bandas de frecuencias a las que aplica esta DT.

5.2.2.1 Método de prueba para comprobar el cumplimiento de la especificación 4.1.2, 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 con las especificaciones que le correspondan:

- 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: generales, por su tipo y de aplicación.
- 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 4.1.2.

5.2.3 Para el caso de los equipos de radiocomunicación de espectro disperso que se hallen en el supuesto previsto por la especificación 4.1.3, es decir, 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: generales, por su tipo y de aplicación.
- 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: generales, por su tipo y de aplicación, el equipo cumple con la especificación 4.1.3.

5.2.4. Para cumplir con la especificación 4.1.4, relativo al cumplimiento del PIRE máximo por el par: equipo de radiocomunicación de espectro disperso – antena, se estará a lo siguiente:

- a) Para la antena única integrada o para todos y cada uno de los tipos de antena listados en el Manual de usuario:
 - i. Armar la configuración para medición de emisiones radiadas conforme a lo indicado en 5.1.4.2, y en la figura 2, con el EBP con 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 4.1.3, esta prueba se realizará conforme lo señala 5.2.3 debiéndose, entonces, insertar para cada caso el amplificador de potencia de radiofrecuencia externo indicado en la figura 2).
 - ii. Poner el EBP a transmitir a su máximo nivel.
 - iii. 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 el PIRE, colocándolo entre la antena receptora calibrada y el analizador de espectro, conforme se indica en 5.1.4.2 y en la figura 2,
 - iv. Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro:
 - Intervalo de frecuencias (span) = Suficiente para contener la señal del EBP.
 - Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) = que la anchura de banda a 6 dB de la emisión del EBP.
 - Anchura de banda de video (VBW) = auto

- Tiempo de barrido (sweep time) = auto
 - Detector (detector function) = pico
 - Traza (trace) = retención máxima de imagen (max hold).
- v. Permitir que la traza se estabilice.
- vi. Con el marcador registrar el pico de la emisión del EBP.
- vii. Aplicar la ecuación 14 para obtener la PIRE:

$$[PIRE]_{dBW} = [P_{medida}]_{dBW} + [\alpha_{cables}]_{dB} + [L]_{dB} + [\Gamma_o]_{dB} - [G_i]_{dBi} - [G_{pre-amp}]_{dB} - [\varepsilon]_{dB} \dots \text{(Ecuación 14)}$$

Donde:

$[PIRE]_{dBW}$: Potencia isotrópica radiada equivalente del EBP o del amplificador externo del EBP, en dBW.

$[P_{medida}]_{dBW}$: Potencia medida en el analizador de espectro, en dBW (el registrado en a)-vi.)

$[\alpha_{cables}]_{dB}$: Atenuación en los cables usados en el arreglo de medición, en dB.

$[L]_{dB}$: Pérdidas de acoplamiento y otras pérdidas, en dB

$[\Gamma_o]_{dB}$: Atenuación en el espacio libre, en dB.

$[G_i]_{dBi}$: Ganancia isotrópica de la antena receptora, en dBi.

$[G_{pre-amp}]_{dB}$: Ganancia del preamplificador, en dB, en caso de haberlo usado.

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

Y $[\Gamma_o]_{dB}$ se obtiene empleando la ecuación 15:

$$[\Gamma_o]_{dB} = 20 \log \left(\frac{4\pi [D]_m}{[\lambda]_m} \right) \quad \text{(Ecuación 15)}$$

Donde:

$[D]_m$: Separación entre la antena del EBP y la antena patrón, en metros, como se indica en la figura 2.

$[\lambda]_m$: 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 a-vi.

- vii. El PIRE en Watt a partir de una medición de PIRE en dBW, se obtiene aplicando la ecuación 16:

$$PIRE_w = \text{antilog} \left[\frac{PIRE_{dBW}}{10} \right] (1W) \quad (\text{Ecuación 16})$$

b) Imprimir la gráfica respectiva.

c) 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 1, cumple, entonces, con la especificación 4.1.4.

5.2.5 El no uso de controles externos para manipular parámetros del transmisor (relativa a la especificación 4.1.5), se comprueba visualmente en el EBP. 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, identificables por el IFT, por los fabricantes o distribuidores de los equipos, o por todos o una combinación de ellos, no al público en general (especificación 4.1.5), se comprueba mediante la revisión del compromiso por escrito del fabricante / importador / comercializador ante el Organismo de Certificación para el efecto, o ante el IFT.

5.3. Comprobación de las especificaciones para los equipos del tipo salto de frecuencia (relativa a las especificaciones 4.2)

Las especificaciones para los equipos del tipo salto de frecuencia, se comprueban usando los siguientes métodos:

5.3.1 La especificación 4.2.1, relativa a la anchura de banda del canal de salto de frecuencia a 20 dB, el número de canales de salto (N), el tiempo promedio de ocupación de canal de salto, el periodo de ocupación del conjunto de saltos y la potencia pico máxima de salida se comprueba de la siguiente forma:

5.3.1.1 Medición de la anchura de Banda del Canal de salto a 20 dB

a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4. Elegir la configuración para medición de emisiones conducidas (5.1.4.1), si la antena se puede desconectar del EBP, o la configuración para medición de emisiones radiadas (5.1.4.2), de estar la antena integrada al EBP.

b) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro:

- Intervalo de frecuencias (span) = aproximadamente 2 a 3 veces la anchura de banda a 20 dB estimado, centrado en uno de los canales de salto.
- Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) \geq **Error! Marcador no definido.** 1% de la anchura de banda de la emisión a 20 dB
- Anchura de banda de video (VBW) \geq **Error! Marcador no definido.** RBW

- Tiempo de barrido (sweep time) = auto
 - Detector (detector function) = pico
 - Traza (trace)= retención máxima de imagen (max hold).
- c) Poner a transmitir el EBP a su máxima velocidad de datos.
 - d) Permitir que la traza se establezca y entonces ubicar el marcador en el pico del espectro de la emisión desplegada.
 - e) Utilizar la función Marcador-Delta (Marker-Delta) para medir 20 dB por debajo del pico sobre uno de los lados del espectro de la emisión.
 - f) En ese punto, establecer a cero la función Marcador-Delta, procediendo entonces a mover el marcador al otro lado del espectro de la emisión, manteniéndolo al mismo nivel (20 dB por debajo del pico).
 - g) Registrar la lectura de la función Marker-Delta como la anchura de banda del canal a 20 dB.
 - h) Imprimir la gráfica correspondiente.

La anchura de banda del canal a 20 dB así medido, deberá cumplir con lo establecido al respecto en el cuadro 2 para la banda de frecuencias en que se esté operando el EBP.

5.3.1.2 Medición del número de canales de salto (N)

- a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4. Elegir la configuración para medición de emisiones conducidas (5.1.4.1), si la antena se puede desconectar del EBP, o la configuración para medición de emisiones radiadas (5.1.4.2), de estar la antena integrada al EBP.
- b) Habilitar la función de salto de frecuencias del EBP.
- c) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro:
 - Intervalo de frecuencias (span) = La banda de frecuencia de operación.
 - Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) \geq ¡Error! Marcador no definido. 1% del Intervalo de frecuencias (span)
 - Anchura de banda de video (VBW) \geq ¡Error! Marcador no definido. RBW
 - Tiempo de barrido (sweep time) = auto
 - Detector (Detector function) = pico
 - Traza (trace) = retención máxima de imagen (max hold).
- d) Permitir que la traza se establezca.
- e) De ser necesario, seccionar el intervalo de frecuencias (span) para ver con mayor claridad todos y cada uno de los canales de salto.
- f) Contar los canales de salto observados y registrar su número como el "número de canales de salto".
- g) Imprimir la(s) gráfica(s) correspondiente(s).

El número de canales de salto así medido deberá cumplir con lo establecido al respecto en el cuadro 2, para la banda de frecuencias en que se esté operando el EBP.

5.3.1.3 Medición del tiempo promedio (t) de ocupación de canal de salto por periodo

Para obtener el tiempo promedio de ocupación de cualquiera de los canales de salto del conjunto de saltos, por periodo, se aplica el siguiente método de prueba:

Se llevan a cabo diferentes corridas de medición, comprendiendo cada corrida un periodo (T) en el que estén todos y cada uno de los canales de salto del EBP, y estableciendo para cada corrida un conjunto de

condiciones de operación distintas (conforme al lineamiento establecido en el numeral 5.1.3, inciso h)), dentro de las posibilidades del EBP, al menos dos. Para cada corrida asociada con sus correspondientes condiciones de operación, para todos y cada uno de los canales de salto del EBP, se mide el tiempo de ocupación, procediendo de la siguiente forma:

- a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4. Elegir la configuración para medición de emisiones conducidas (5.1.4.1), si la antena se puede desconectar del EBP, o la configuración para medición de emisiones radiadas (5.1.4.2), de estar la antena integrada al EBP.
- b) El equipo bajo prueba debe tener habilitada su función de salto.
- c) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro:
 - Intervalo de frecuencias (span) = cero, centrado en un salto de canal.
 - Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) = 1 MHz
 - Anchura de banda de video (VBW) \geq **¡Error! Marcador no definido. ¡Error! Marcador no definido.** RBW
 - Tiempo de barrido (sweep time) = el necesario para capturar el tiempo de ocupación por salto de canal.
 - Detector (Detector function) = pico
 - Traza (trace) = retención máxima de imagen (max hold).
- d) Utilizar la función Marcador-Delta (Marker-Delta) para determinar el tiempo de ocupación del canal (dwell time).
- e) Registrar la lectura en segundos, e imprimir la gráfica correspondiente.

El tiempo promedio de ocupación (t) de canal de salto por periodo se obtiene promediando los tiempos de ocupación así medidos.

El tiempo promedio de ocupación (t) de canal de salto por periodo así obtenido, debe cumplir con lo establecido en la columna correspondiente (cuarta columna) del Cuadro 2.

5.3.1.4 Determinación del tamaño del periodo (T) para el número de canales de salto.

El tamaño del periodo (T) se calcula multiplicando el número de saltos (N) del EBP, obtenido usando 5.3.1.2 por el tiempo promedio (t) de ocupación de sus canales de salto, obtenido usando 5.3.1.3.

5.3.1.5 Potencia pico máxima de salida.

- a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4. Elegir la configuración para medición de emisiones conducidas (5.1.4.1), si la antena se puede desconectar del EBP, o la configuración para medición de emisiones radiadas (5.1.4.2), de estar la antena integrada al EBP.
- b) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro.
 - Intervalo de frecuencias (span) = aproximadamente 5 veces la anchura de banda a 20 dB, centrado en un salto de canal.
 - Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) > la anchura de banda de la emisión a 20 dB.
 - Anchura de banda de video (VBW) \geq **¡Error! Marcador no definido. ¡Error! Marcador no definido.** RBW
 - Tiempo de barrido (sweep time) = auto
 - Detector (detector function) = pico
 - Traza (trace) = retención máxima de imagen (max hold).
- c) Colocar al EBP a su potencia máxima de salida.
- d) Permitir que la traza se estabilice.

- e) Colocar el marcador en el pico del espectro de la emisión del EBP y registrar el nivel medido.
- f) Sumar a la lectura del registro en e) las pérdidas o ganancias de la cadena de la configuración de prueba, según lo previsto en 5.1.4.1 para el caso de una configuración para medición de emisiones conducidas, o en 5.1.4.2 para el caso de una configuración para medición de emisiones radiadas.
- g) El resultado de f) es la potencia máxima de salida.
- h) Imprimir la gráfica respectiva.

5.3.2 Pseudoaleatoriedad del salteo y coincidencia de las anchuras de banda de transmisión y recepción.

Para comprobar que todos y cada uno de los canales de salto sean ocupados en un orden pseudoaleatorio e igualmente en promedio (relativa a la especificación 4.2.2), se procede de la siguiente forma:

- a) Configurar un sistema de radiocomunicación por espectro disperso utilizando dos EBP's de la misma marca y modelo, derivando del receptor de uno de los EBP una conexión al analizador de espectro (como se indica en la figura 3, pero en este caso sin utilizar el generador de señales.) para poder observar y registrar la secuencia de salteo.
- b) Habilitar la función de salto de frecuencias del EBP.
- c) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro:
 - Intervalo de frecuencias (span) = La banda de frecuencia de operación.
 - Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) \geq **Error! Marcador no definido.** **Error! Marcador no definido.** 1% del Intervalo de frecuencias (span)
 - Anchura de banda de video (VBW) \geq **Error! Marcador no definido.** **Error! Marcador no definido.** RBW
 - Tiempo de barrido (sweep time) = auto
 - Detector (Detector function) = pico
 - Traza (trace) = retención máxima de imagen (max hold).
- d) Permitir que la traza se estabilice.
- e) Registrar la secuencia de ocupación de los canales de salto.
- f) Analizar el registro, obtenido en e) para comprobar que el patrón de salteo en el término cercano parezca aleatorio y que en el largo término se ajuste a una distribución uniforme sobre el conjunto de canales de salto; y que asimismo la secuencia de salteo se distribuya aleatoriamente (uniformemente) tanto en dirección como en magnitud de cambio en el conjunto de canales de salto.
- g) La coincidencia de la anchura de banda de entrada de los receptores con la anchura de banda de los correspondientes transmisores, así como el cambio sincronizado de frecuencias (relativa a la especificación 4.2.2), se verifica mediante la observación de que esto se cumpla, así como que sea lo especificado por el fabricante para la marca y modelo de los EBP's.

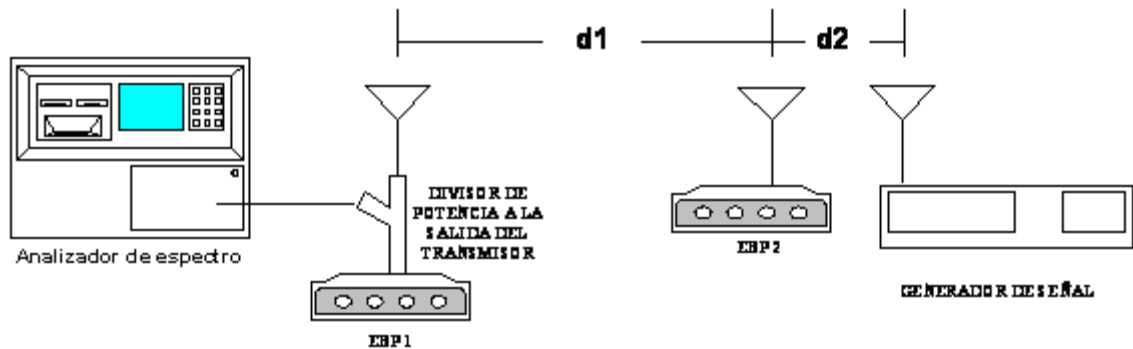
5.3.3 La separación entre frecuencias portadoras de canales de salto adyacentes (relativa a la especificación 4.2.3) se mide de la siguiente forma:

- a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4. Elegir la configuración para medición de emisiones conducidas (5.1.4.1), si la antena se puede desconectar del EBP, o la configuración para medición de emisiones radiadas (5.1.4.2), de estar la antena integrada al EBP.
- b) El equipo bajo prueba debe tener habilitada su función de salto.
- c) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro:
 - Intervalo de frecuencias (span) = con una anchura suficiente para capturar los picos de dos canales adyacentes.

- Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) \geq **Error! Marcador no definido.** **Error! Marcador no definido.** 1% del Intervalo de frecuencias (del span)
 - Anchura de banda de video (VBW) \geq **Error! Marcador no definido.** **Error! Marcador no definido.** RBW
 - Tiempo de barrido (sweep time) = auto
 - Detector (detector function) = pico
 - Traza (trace) = retención máxima de imagen (max hold).
- d) Permitir que la traza se estabilice.
- e) Con la función Marcador-Delta (Marker-Delta) medir la separación en frecuencia entre los picos de los canales adyacentes, la cual corresponde a la separación entre frecuencias portadoras de canales de salto adyacentes.
- f) Registrar la medición en e) en kHz, e imprimir la gráfica correspondiente.

5.3.4 La existencia de inteligencia incorporada para reconocer canales de posición de frecuencia ocupados, relativa a la especificación 4.2.4, se comprueba de la siguiente forma:

- a) Utilizando dos EBP: EBP1 y EBP2, configurar el sistema de radiocomunicación por espectro disperso como se indica en la figura 3, con $d1 \gg$ **Error! Marcador no definido.** **Error! Marcador no definido.** $d2$, donde $d1$ es la distancia que separa las antenas de los dos EBPs, y $d2$ la distancia que separa la antena del EBP 2 de la antena del generador de señal; siendo $d1$ y $d2$ tales que permitan la comunicación entre los EBPs sin que EBP 1 se vea afectado por la señal del generador de señal. Mediante un divisor de potencia, establecer una derivación de la salida del transmisor de EBP 1 al analizador de espectro y de ser necesario agregar un atenuador entre el analizador de espectro y el divisor de potencia, para no dañar el equipo de medición.
- b) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro.
- Intervalo de frecuencias (span) = aproximadamente 1.5 veces la anchura de banda a 20 dB de un canal de salto de frecuencia del EBP 1, centrado en ese canal, el cual será el que se interferirá en EBP 2 por el generador de señal (inciso c).
 - Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) \geq **Error! Marcador no definido.** **Error! Marcador no definido.** 1% del Intervalo de frecuencias (span)
 - Anchura de banda de video (VBW) = RBW
 - Tiempo de barrido (sweep time) = auto
 - Traza (trace) = normal
- c) Establecer una transmisión continua entre los dos EBPs.
- d) Generar una señal de interferencia a EBP 2 con el generador de señal en la frecuencia, y con la misma anchura de banda a 20 dB, de uno de los canales de salto del EBP 1, con un nivel de potencia que exceda el nivel de señal que EBP 2 está recibiendo del EBP 1.
- e) Observar si aún con la señal interferente en el EBP 2 continúa apareciendo en el analizador de espectro la señal correspondiente al salto de frecuencia del transmisor del EBP 1, interferida en EBP 2. Registrar el resultado.
- f) Repetir el proceso para al menos cinco diferentes canales de salto de frecuencia, elegidos al azar.
- g) De no estar presente la señal correspondiente para todos los canales probados, entonces el EBP 1 tiene incorporada inteligencia para detectar canales de salto interferidos y no transmitir en ellos.



($d1$ y $d2$ son distancias)

Figura 3 Configuración de prueba de existencia de inteligencia para reconocer canales de posición de frecuencia ocupados

La no-incorporación de inteligencia para el expreso propósito de coordinar con otros sistemas la no-ocupación simultánea de posiciones de frecuencia de canales de salto (relativa al segundo párrafo de la especificación 4.2.4), se comprueba mediante la pertinencia de la exposición sobre la forma en que el equipo cumple lo anterior, que al efecto presente el fabricante o el proveedor del equipo, anexa a una declaración firmada por el fabricante o el proveedor del equipo, que asegure que el equipo cumple con el segundo párrafo de la especificación 4.2.4.

5.3.5 Para comprobar la especificación 4.2.5 para equipos del tipo salto de frecuencia que operan en la banda de 2400-2483.5 MHz, aplicar el siguiente método de prueba:

- a) Establecer el EBP, de modo tal que sólo utilice 15 saltos de frecuencia.
- b) Utilizar el método de prueba 5.3.4 hasta el inciso g)
- c) Para cada uno de los canales de salto elegidos en la aplicación del método de prueba 5.3.4, comprobar que aun teniendo la señal interferente sobre uno de los saltos de frecuencia, el equipo es capaz de mantener 15 canales de salto operando, mediante el cambio del salto interferido a uno diferente que no tenga interferencia.

5.4 Comprobación de las especificaciones para los equipos del tipo modulación digital (relativas a las especificaciones 4.3)

Es importante observar que las especificaciones 4.3.1 y 4.3.2 se refieren a valores de potencia de salida del transmisor de los equipos del tipo modulación digital, conducida a la antena o antenas, por lo que las pruebas para comprobar el cumplimiento de esas especificaciones, métodos de prueba 5.4.1 y 5.4.2, debiera hacerse usando la configuración para medición de emisiones conducidas, presentada en 5.1.4.1; sin embargo, por existir la posibilidad de que haya equipos a los que no se les pueda hacer la medición de emisiones conducidas porque la antena no sea desmontable o las antenas no sean desmontables, para estos casos podrá usarse la configuración para medición de emisiones radiadas presentada en 5.1.4.2., siempre y cuando se cumpla la condición de que el solicitante presente por escrito declaración firmada, bajo protesta de decir verdad, el valor de la ganancia de la antena o antenas para cada equipo para el que se solicite certificación, homologación o ambas.

El cumplimiento de las especificaciones para los equipos de modulación digital, se comprueba usando los siguientes métodos:

5.4.1 La densidad espectral de potencia del transmisor conducida a la antena en un intervalo de tiempo (relativa a la especificación 4.3.1), se mide de alguna de las siguientes dos formas, igualmente válidas, según le corresponda al EBP específico.

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

- a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4. Elegir la configuración para medición de emisiones conducidas (5.1.4.1), si la antena se puede desconectar del EBP, o la configuración para medición de emisiones radiadas (5.1.4.2), de estar la antena integrada al EBP y no haber posibilidad de su desconexión.
- 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): $3\text{kHz} \leq \text{RBW} \leq 100\text{ kHz}$.
 - IV. Anchura de banda de video (VBW) $\geq 3 \times \text{RBW}$
 - V. Tiempo de barrido (sweep time) = Auto
 - VI. Detector (detector function) = Pico
 - VII. Traza (trace) = Retención máxima de imagen (max hold).
- c) Permitir que la traza se establezca completamente
- d) Usar la función marcador pico para determinar el nivel máximo de amplitud dentro del RBW.
- e) Si el valor medido excede el límite, reducir el RBW (no menos que 3 kHz) y repetir.
- f) Sumar a los valores medidos en e) las pérdidas y ganancias de la cadena de la configuración de prueba, según lo previsto en 5.1.4.1 para el caso de una configuración para medición de emisiones conducidas, o en 5.1.4.2 para el caso de una configuración para medición de emisiones radiadas.
- g) El nivel del pico máximo resultante de f) no deberá ser mayor a +8 dBm para cumplir con la especificación 4.3.1.
- h) Imprimir la gráfica correspondiente.

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

- a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4. Elegir la configuración para medición de emisiones conducidas (5.1.4.1), si la antena se puede desconectar del EBP, o la configuración para medición de emisiones radiadas (5.1.4.2), de estar la antena integrada al EBP y no haber posibilidad de su desconexión.
- 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
 - Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) = 3 kHz
 - Anchura de banda de video (VBW) $\geq 9\text{ kHz}$
 - Tiempo de barrido (sweep time) = auto.
 - 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:
 1. Anchura del Bin (es decir, span de frecuencia / número de puntos desplegados en el analizador de espectro) $< 0.5\text{ RBW}$.
 2. 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 promedian 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).

- 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 5.1.4.1 para el caso de una configuración para medición de emisiones conducidas, o en 5.1.4.2 para el caso de una configuración para medición de emisiones radiadas.

5.4.2 La potencia pico máxima de salida del transmisor (relativa a la especificación 4.3.2) se mide utilizando alguno de los siguientes métodos de prueba, según corresponda:

Para medir la potencia pico máxima de salida del transmisor conducida a la antena o antenas (relativa a la especificación 4.3.2), lo preferible es utilizar el método más sencillo que es el de detección de pico (Alternativa 1-método de prueba 1), pero puede darse el caso de que para algunos equipos, dada la muy pequeña duración de los pulsos, no se pudiera utilizar este método de prueba. Para estos casos, y con objeto de adaptarse a las limitaciones del analizador de espectro, pueden usarse alguno de los tres métodos de prueba de la alternativa 2, según corresponda a los parámetros de la señal del EBP.

Alternativa 1

Método de prueba 1 - Método de detección de pico para medir la potencia pico máxima de salida del transmisor conducida a la antena o antenas.

- a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4. Elegir la configuración para medición de emisiones conducidas (5.1.4.1), si la antena se puede desconectar del EBP, o la configuración para medición de emisiones radiadas (5.1.4.2), de estar la antena integrada al EBP y no haber posibilidad de su desconexión.

Para el caso de que la anchura de banda de la emisión del EBP a 6 dB fuera mayor que la anchura 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 este caso, los incisos b) a d).

- b) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro.
 - Intervalo de frecuencias (span) = Suficiente para contener la señal de interés.
 - Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) \geq que la anchura de banda de la emisión del EBP a 6 dB.
 - Anchura de banda de video (VBW) = Auto
 - Tiempo de barrido (sweep time) = Auto
 - Detector (detector function) = Pico

- Traza (trace) = Retención máxima de imagen (max hold).
- c) Permitir que la traza se estabilice.
- d) Colocar el marcador en el pico del espectro de la emisión y medir el nivel marcado.
- e) Sumar a los valores determinados en d) o con el medidor de potencia de RF mencionado en la última parte del inciso a) las pérdidas y ganancias de la cadena de la configuración de prueba, según lo previsto en 5.1.4.1 para el caso de una configuración para medición de emisiones conducidas, o en 5.1.4.2 para el caso de una configuración para medición de emisiones radiadas.

El resultado de dicha suma es la potencia pico máxima de salida del transmisor.

- g) Para el caso de haber utilizado un analizador de espectro, imprimir la gráfica respectiva.

Alternativa 2.

Esta alternativa 2 consta de tres métodos de prueba, los de números 2, 3 y 4.

Siendo "Tp" la duración del pulso de una transmisión de potencia máxima del EBP y estableciendo las siguientes condiciones del analizador de espectro:

- Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) = 1 MHz.
- Intervalo de frecuencias (span) de manera que abarque enteramente la anchura de banda de la emisión (EBW) del EBP.
- Tiempo de barrido (sweep time) = automático (excepto en el método de prueba 3).

El criterio de elección del método de prueba apropiado, de entre los tres métodos de prueba de esta alternativa es el siguiente:

Si el tiempo de barrido $\leq T_p$, usar el método de prueba 2 –promedio de la traza espectral– y suma de la potencia en toda la banda medida. Este método se usa solamente si el EBP opera a su máximo nivel de potencia sobre todo el periodo de operación del transmisor y el promedio omite contabilizar los intervalos durante los cuales el transmisor está apagado o transmitiendo a un nivel reducido de potencia.

Es de hacer notar que con objeto de que el EBP pudiera cumplir con esta condición y se le pudiera aplicar el método de prueba 2 mencionado, la operación de su hardware podría modificarse.

Si el tiempo de barrido $\geq T_p$, la selección del método de medición dependerá de la anchura de banda de la emisión (EBW) del EBP:

Si $EBW \leq$ la mayor anchura de banda del filtro de resolución (RBW) disponible en el analizador de espectro, utilizar el método de prueba 3 –modo span igual a cero y promedio de la traza espectral– y encontrar el pico temporal. Este método se usa solamente si el EBP opera a su máximo nivel de potencia sobre todo el periodo de operación del transmisor y el promedio omite contabilizar los intervalos durante los cuales el transmisor está apagado o transmitiendo a un nivel reducido de potencia.

Si $EBW >$ la mayor anchura de banda del filtro de resolución (RBW) disponible en el analizador de espectro, usar el Método de prueba 4 – promedio de video con retención máxima de imagen (max hold) y suma de la potencia en toda la banda.

Método de prueba 2 – Traza promedio espectral.

- a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4. Elegir la configuración para medición de emisiones conducidas (5.1.4.1), si la antena se puede desconectar del EBP, o la configuración para medición de emisiones radiadas (5.1.4.2), de estar la antena integrada al EBP y no haber posibilidad de su desconexión.
- b) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro:
 - Intervalo de frecuencias (span) = tal que contenga enteramente a la anchura de banda de la emisión del EBP (EBW).
 - Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) = 1 MHz

- Anchura de banda de video (VBW) ≥ 3 MHz
 - Usar el modo detector de muestra (del inglés: "sample detector mode") si se cumple que la anchura del "bin" (span/ número de puntos en la pantalla del analizador) < 0.5 RBW. De no cumplirse esta condición, utilizar el modo detector de pico (del inglés: "peak detector mode").
 - Usar un disparador de video (video trigger) con el nivel de disparo dispuesto de tal forma, que sólo se dispare ante pulsos de potencia completa. El transmisor del EBP deberá estar operando a su potencia máxima durante todo el barrido en cada barrido. Si el EBP transmitiera continuamente, sin intervalos de interrupción y sin intervalos de potencia reducida, el nivel de disparo (trigger) podría establecerse para correr libremente (free run).
- c) Con el analizador de espectro en modo de promediar potencia, obtener la traza promedio, promediando 100 trazas de la emisión.
- d) Calcular la potencia mediante la integración del espectro en la anchura de banda a 26 dB de la traza promedio. La integración puede hacerse usando la función de medición de potencia en una banda del analizador de espectro, siendo los límites de dicha banda los extremos de la anchura de banda de la emisión del EBP (EBW), o sumando los niveles de potencia en cada banda de 1 MHz en términos de potencia lineal. Los niveles de potencia a ser sumados en la banda de 1 MHz pueden obtenerse promediando, en términos lineales de potencia, los niveles de potencia en cada "bin" de frecuencia a través de 1 MHz.
- e) Para obtener la potencia pico máxima de salida del transmisor sumar a los valores calculados en d) las pérdidas y ganancias de la cadena de la configuración de prueba, según lo previsto en 5.1.4.1 para el caso de una configuración para medición de emisiones conducidas, o en 5.1.4.2 para el caso de una configuración para medición de emisiones radiadas.

Método de prueba 3-Modo span igual a cero y traza promedio espectral.

- a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4. Elegir la configuración para medición de emisiones conducidas (5.1.4.1), si la antena se puede desconectar del EBP, o la configuración para medición de emisiones radiadas (5.1.4.2), de estar la antena integrada al EBP y no haber posibilidad de su desconexión.
- b) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro:
- Intervalo de frecuencias (span)= cero Hz.
 - Frecuencia central (AE)= a la mitad de la anchura de banda a 26 dB de la emisión del EBP (EBW).
 - Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) \geq EBW
 - Anchura de banda de video (VBW) ≥ 3 RBW. (De no estar disponible VBW ≥ 3 RBW, utilizar el mayor VBW posible, pero cumpliendo con la condición de que VBW \geq RBW)
 - Tiempo de barrido (sweep time) = Tp
 - Usar el modo detector de muestra (del inglés: "sample detector mode").
 - Usar un disparador de video (video trigger) dispuesto de tal forma que sólo se dispare ante pulsos de potencia completa.
- c) Con el analizador de espectro en modo de promediar potencia, obtener la traza promedio de 100 trazas de la emisión.
- d) Medir el pico de la traza promedio resultante.
- e) Para obtener la potencia pico máxima de salida del transmisor conducida a la antena o antenas sumar al valor medido en d) las pérdidas y ganancias de la cadena de la configuración de prueba, según lo previsto en 5.1.4.1 para el caso de una configuración para medición de emisiones conducidas, o en 5.1.4.2 para el caso de una configuración para medición de emisiones radiadas.

Método de prueba 4 - Promedio de video con retención máxima de imagen (max hold) y suma de la potencia en toda la banda.

- a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4. Elegir la configuración para medición de emisiones conducidas (5.1.4.1), si la antena o antenas se puede o se pueden desconectar del EBP, o la configuración para medición de emisiones radiadas (5.1.4.2), de estar la antena integrada al EBP y no haber posibilidad de su desconexión.
- b) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro:
- Intervalo de frecuencias (span)= tal que contenga enteramente al anchura de banda de la emisión (EBW) a 26 dB de la emisión del EBP.
 - Disparador de barrido (sweep trigger)= en “correr libremente” (free run). Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) = 1 MHz
 - Anchura de banda de video (VBW) $\geq 1/Tp$
 - Utilizar modo de visualización (display) lineal
 - Usar el modo de detector de muestra (del inglés: “sample detector mode”) si se cumple que la anchura del “bin” (span/ número de puntos en la pantalla del analizador) < 0.5 RBW. De no cumplirse esta condición utilizar el modo detector de pico (del inglés: “peak detector mode”).
 - Establecer el modo de retención máxima de imagen (max hold)
- c) Calcular la potencia mediante la integración del espectro en la anchura de banda a 26 dB de la emisión del EBP (EBW) o aplicar un factor de corrección de anchura de banda de 10 Log (EBW/ 1 MHz) al pico espectral de la emisión del EBP. La integración puede hacerse usando la función de medición de potencia en una banda del analizador de espectro, colocando los límites de la banda en los extremos del EBW, o sumando los niveles de potencia en cada banda de 1 MHz (el RBW) en términos lineales de potencia. Los niveles de potencia a ser sumados en esa banda de 1 MHz pueden obtenerse promediando, en términos lineales de potencia, los niveles de potencia en cada “bin” a través de 1 MHz.
- d) Para obtener la potencia pico máxima de salida del transmisor sumar al valor calculado en c) las pérdidas y ganancias de la cadena de la configuración de prueba, según lo previsto en 5.1.4.1 para el caso de una configuración para medición de emisiones conducidas, o en 5.1.4.2 para el caso de una configuración para medición de emisiones radiadas.

5.4.3 La anchura de banda RF a 6 dB de la señal del transmisor (relativa a la especificación 4.3.3) se mide de la siguiente forma:

- a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4. Elegir la configuración para medición de emisiones conducidas (5.1.4.1), si la antena se puede desconectar del EBP, o la configuración para medición de emisiones radiadas (5.1.4.2), de estar la antena integrada al EBP.
- b) Poner el EBP a transmitir a su máxima velocidad de datos.
- c) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro.
- Intervalo de frecuencias (span) > que RBW y suficiente para visualizar el canal completo a medir, Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) = 100 kHz
 - Anchura de banda de video (VBW) = Auto
 - Tiempo de barrido (sweep time) = Auto
 - Detector (detector function) = Pico
 - Traza (trace) = Retención máxima de imagen (max hold).
- d) Permitir que la traza se establezca 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 6 dB por debajo del pico sobre uno de los lados del espectro de la emisión.

- f) En ese punto establecer a cero la función Marcador-Delta (Marker-Delta), moviendo entonces el marcador al otro lado del espectro de la emisión manteniéndolo al mismo nivel. (6 dB por debajo del pico).
- g) Registrar la lectura de la función Marcador-Delta (Marker-Delta) como la anchura de banda del canal a 6 dB.
- h) Imprimir la gráfica correspondiente.

La anchura de banda RF a 6 dB así medido deberá cumplir con lo establecido al respecto en la especificación 4.3.3.

5.5 Comprobación de las especificaciones para los equipos del tipo híbrido (relativa a las especificaciones 4.4)

Primero se comprueba que el EBP sea híbrido, lo cual se hace examinando que conste de dos partes: una parte de modulación digital y otra de salto de frecuencia y que asimismo cumpla con la definición dada en 2.23 para el tipo de radiocomunicación por espectro disperso del tipo híbrido.

5.5.1 Comprobación del cumplimiento por la parte de salto de frecuencia de las especificaciones de 4.4.1.

- a) Encender el EBP.
- b) Medir el número de canales de salto utilizando el método de prueba 5.3.1.2 y calcular el periodo multiplicando el número de canales de salto medido por 0.4.
- c) Medir el tiempo promedio de ocupación de cualquier canal por periodo utilizando el método de prueba 5.3.1.3.

5.5.2 Comprobación del cumplimiento por la parte de modulación digital de las especificaciones de 4.4.2.

- a) Encender la parte de modulación digital del EBP y apagar su parte de salto de frecuencia del EBP.
- b) Comprobar el cumplimiento de la especificación 4.3.1, referida en 4.4.2, relativa al pico de densidad espectral de potencia del transmisor conducida a la antena, mediante la aplicación del método de prueba 5.4.1.

5.6 Comprobación de las emisiones no esenciales para todos los tipos de equipo (salto de frecuencia, modulación digital e híbrido) (relativa a las especificaciones 4.5)

5.6.1 Métodos de prueba para comprobar la especificación 4.5.1

Por ser ésta una medición de potencia, debe llevarse a cabo bajo el mismo criterio de medición de potencia de salida, en el caso de medición de potencia pico, los picos de potencia obtenidos en e) de las emisiones fuera de las bandas de operación deberán estar atenuados 20 dB respecto de la potencia del pico del nivel de referencia medido en un intervalo de 100 kHz dentro de la banda de operación. Para mediciones de potencia promedio, para determinar el cumplimiento con la especificación 4.5, los picos de potencia de las emisiones fuera de las bandas de operación deberán estar atenuados 30 dB en lugar de 20 dB respecto de la potencia del pico del nivel de referencia medido en un intervalo de 100 kHz dentro de la banda de operación (inciso e) en los dos métodos de prueba 5.6.1.1 y 5.6.1.2)

5.6.1.1 Método de medición pico

a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4. Elegir la configuración para medición de emisiones conducidas (5.1.4.1), si la antena se puede desconectar del EBP, o la configuración para medición de emisiones radiadas (5.1.4.2), de estar la antena integrada al EBP. Para el caso de configuración para medición de emisiones radiadas pudiera ser necesario el uso del pre-amplificador previsto en 5.1.4.2.

- b) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro.

- Intervalo de frecuencias (span) = el suficiente para ver el nivel pico de las señales no esenciales de la emisión del EBP, en el intervalo que va desde 30 MHz hasta 10 veces la frecuencia fundamental de la emisión o 40 GHz, la que resulte menor

b.1 Para el caso de emisiones para frecuencias de 30 MHz a 1 GHz, Modo pico

- RBW=100 kHz;
- Anchura de banda de video (VBW) > 3 x RBW
- Tiempo de barrido (sweep time) = auto
- Detector (detector function) = pico
- Traza (trace) = Retención máxima de imagen (max hold).

b.2 Para el caso de emisiones para frecuencias > 1 GHz, Método de Medición Pico

- Para el caso de medición de emisiones conducidas, anchura de banda del filtro de resolución (RBW) = 100 kHz; Para el caso de medición de emisiones radiadas, RBW=1 MHz
- Anchura de banda de video (VBW) > 3 x RBW
- Tiempo de barrido (sweep time) = Auto
- Detector (detector function) = Pico
- Traza (trace) = Retención máxima de imagen (max hold).

c) Permitir que la traza se estabilice.

d) Con el marcador identificar los picos de las emisiones encontradas dentro de las bandas restringidas y no restringidas que estén fuera de las bandas de operación, en el intervalo que va desde 30 MHz hasta 10 veces la frecuencia fundamental de la emisión ó 40 GHz, la que resulte menor. Medir el nivel de referencia con la función marcador pico en un intervalo de 100 kHz dentro de la banda de operación.

e) Para obtener los picos de potencia de las emisiones fuera de las bandas de operación así como el pico del nivel de referencia sumar a cada valor medido en d) las pérdidas y ganancias de la cadena de la configuración de prueba, según lo previsto en 5.1.4.1 para el caso de una configuración para medición de emisiones conducidas, o en 5.1.4.2 para el caso de una configuración para medición de emisiones radiadas.

f) Imprimir las gráficas correspondientes.

g) Comprobar que todos los picos de las emisiones obtenidas en e) cumplan con estar atenuadas cuando menos 20 dB con respecto a la producida en el intervalo de 100 kHz dentro de la banda de operación que contenga el más alto nivel de potencia deseada.

5.6.1.2 Método de medición RMS

a) El mismo inciso a) que de 5.6.1.1

b) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro:

- Para el caso de medición de emisiones conducidas, anchura de banda del filtro de resolución (RBW) = 100 kHz; para el caso de medición de emisiones radiadas, RBW=1 MHz
- VBW = 3 x RBW
- Detector (Detector function) = RMS,
- Tipo de promediación = potencia (power) (es decir, RMS) (Como una alternativa, el detector y el tipo de promediación pueden establecerse para promediación de voltaje lineal. Algunos instrumentos requieren modo de "display" lineal a fin de usar promediación de voltaje lineal. No debe utilizarse promediación logarítmica o dB.
- Tiempo de barrido (Sweep time) = auto

c) Realizar un promedio de trazas de al menos 100 trazas.

d) Con el marcador identificar los picos de las emisiones encontradas dentro de las bandas restringidas y no restringidas que estén fuera de las bandas de operación, en el intervalo que va desde 30 MHz hasta 10

veces la frecuencia fundamental de la emisión o 40 GHz, la que resulte menor. Medir el nivel de referencia con la función marcador pico utilizando el detector pico en un intervalo de 100 kHz dentro de la banda de operación.

e) Para obtener los picos de potencia de las emisiones fuera de las bandas de operación así como el pico del nivel de referencia sumar a cada valor medido en d) las pérdidas y ganancias de la cadena de la configuración de prueba, según lo previsto en 5.1.4.1 para el caso de una configuración para medición de emisiones conducidas, o en 5.1.4.2 para el caso de una configuración para medición de emisiones radiadas.

f) Imprimir las gráficas correspondientes.

g) Comprobar que todos los picos de las emisiones obtenidas en e) cumplan con estar atenuadas cuando menos 30 dB con respecto a la producida en el intervalo de 100 kHz dentro de la banda de operación que contenga el más alto nivel de potencia deseada.

5.6.2 Método de prueba para comprobar la especificación 4.5.2

a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4.2 para medición de emisiones radiadas.

b) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro.

- Intervalo de frecuencias (span) = el suficiente para ver el nivel pico de las señales no esenciales de la emisión del EBP, en el intervalo que va desde la más baja frecuencia, generada internamente o usada por el receptor (oscilador local, frecuencia intermedia o portadora), o 30 MHz, la que sea la mayor, hasta 10 veces la señal fundamental o frecuencia del oscilador local, sin excederse de 40 GHz. (De resultar conveniente podría llevarse a cabo el despliegue de la emisión y de sus armónicos por partes). Previo a las mediciones en los intervalos de 30 MHz a 1 GHz y > 1GHz (para mediciones mayores que 1 GHz podría ser necesaria la utilización de un factor de corrección por desensibilización de pulsos, conforme a lo que indique el manual del instrumento), debe llevarse a cabo una medición exploratoria con detector pico para identificar las emisiones no esenciales con los niveles más altos respecto al límite.

• Para el caso de:

- emisiones radiadas para frecuencias de 30 MHz a 1 GHz,

Modo cuasi-pico

- RBW=120 kHz;
- Anchura de banda de video (VBW) > 3 x RBW
- Tiempo de barrido (sweep time) = auto
- Detector (detector function) = cuasi-pico
- Traza (trace) = Retención máxima de imagen (max hold).

- emisiones radiadas para frecuencias > 1 GHz.

Modo promedio:

- Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) = 1 MHz
- Para salto de frecuencia la anchura de banda de video (VBW)= RBW y para modulación digital VBW = 3 MHz.
- Tiempo de barrido (sweep time) = auto
- Detector (detector function) = RMS
- Traza (trace) = Promediar al menos 100 trazas.

c) Colocar el receptor del EBP en modo normal de operación.

d) Permitir que la traza se estabilice.

- e) Con el marcador medir cada una de las emisiones no esenciales encontradas desplegadas,
- f) Para obtener la potencia pico máximo de las emisiones no esenciales, tanto para los transmisores como para los receptores, sumar al valor medido en f), las pérdidas y ganancias de la cadena de la configuración de prueba, según lo previsto en 5.1.4.2.
- g) Imprimir las gráficas correspondientes.

Para el caso de equipos del tipo salto de frecuencia con tiempo de ocupación de canal menor o igual a 100 ms, colocar VBW a 10 Hz, manteniendo iguales las otras condiciones en el analizador de espectro. A la lectura que se obtenga restar el factor de ciclo de trabajo, el cual es el resultado de aplicar la fórmula $20 \log(\text{tiempo de ocupación del canal}/100 \text{ ms})$. Para este caso particular, el resultado de la diferencia deberá cumplir con la especificación 4.5.2 inciso a).

Para el caso de equipos del tipo modulación digital, podrá aplicarse una corrección consistente en restar a la lectura que se obtenga, el factor $\delta(dB)$, , siendo este factor:

$$\delta(dB) = 20 \log\left\{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i t_i)}{T}\right\} \quad \text{(Ecuación 17)}$$

Donde:

a_i es el número de pulsos de duración t_i

n es el número de duraciones de pulso distintas

T es el período del tren de pulsos ó 100 ms si el tren de pulsos es mayor que 100 ms. .

El método de medición de la duración de los pulsos t_i , periodo del tren de pulsos, T , número de pulsos, a_i , número de duraciones distintas, n y determinación el factor $\delta(dB)$, se describe a continuación:

- a) Acoplar la señal de salida de radio frecuencia a la entrada del analizador de espectro. Esto puede llevarse a cabo por el método de acoplamiento radiado, conexión directa o por acoplamiento radiado en la región de campo cercano. La señal recibida debe tener un nivel suficientemente alto para que dispase adecuadamente el barrido en la pantalla del analizador de espectro.
- b) Ajustar la frecuencia central del analizador de espectro con el centro de la señal de RF.
- c) Configurar en el analizador de espectro el intervalo de frecuencias en cero (ZERO SPAN).
- d) Ajustar el Tiempo de barrido (sweep time) para obtener al menos 100 ms de periodo de tiempo en el eje horizontal de la pantalla del analizador de espectro. NOTA – Se recomienda que el valor del Tiempo de barrido (sweep time) sea suficiente que permita medir con exactitud los tiempos de encendido y apagado en la señal de RF.
- e) Configurar el nivel de disparo (trigger) en el analizador de espectro para capturar la mayor cantidad de pulsos (tiempo encendido) para trenes de pulsos cuyo tiempo sea menor que 100 ms, o la mayor cantidad de pulsos (tiempo encendido) en 100 ms para trenes de pulsos cuyo tiempo sea mayor que 100 ms.
- f) Configurar la anchura de banda del filtro de resolución (RBW) \geq ancho de banda de la señal de RF (OBW), de ser posible; de lo contrario, configurar la anchura de banda del filtro de resolución (RBW) con el valor más grande disponible en el instrumento.
- g) Configurar la anchura de banda de video (VBW) \geq anchura de banda del filtro de resolución (RBW). NOTA – Para utilizar el método de medición ZERO SPAN es indispensable que el RBW y el VBW sean $> 50/T$ y que el número de puntos en el barrido a lo largo de la duración del periodo T exceda de 100. Por ejemplo, no se recomienda utilizar el método de ZERO SPAN para la medición del ciclo de trabajo, si el VBW y/o RBW está limitado a 3 MHz en el instrumento de medición y el periodo $T \leq 16,7$ micro segundos.

- h) Configurar el detector pico o promedio.
- i) Utilizando la función marcador delta (deltamarker) se miden y registran los tiempos de encendido, t_i . Así como el periodo, T , del tren de pulsos.
- j) Posteriormente, determinar el número total de pulsos, a_i , se cuenta el número total de veces que ocurren éstos sobre un tren de pulsos (o 100 ms). Si el tren de pulsos contiene pulsos de diferentes anchos, n , el número total de pulsos (tiempo encendido) se determina utilizando el Cuadro 6.
- k) Finalmente el factor de corrección por ciclo de trabajo se calcula mediante la suma de todos los tiempos individuales (tiempos de encendido) divididos por el periodo, T , del tren de pulsos (o 100 ms), de acuerdo a la ecuación 17 y expresado en dB.

Cuadro 6 — Formato para el cálculo del factor de corrección por ciclo de trabajo (ejemplo: dispositivo con dos sub-pulsos de diferente ancho, $n=2$)

Sub-Pulso	Duración (ms)	Número de pulsos	Sub-Pulso "tiempo encendido" (ms)
$i=1$	$t_1=$	$a_1 =$	$a_1 t_1 =$
$i=2$	$t_2=$	$a_2 =$	$a_2 t_2 =$
Tiempo total (tiempo encendido, en ms) $[\sum_{i=1}^{n=2} (a_i t_i + a_2 t_2)]:$			
Periodo en ms (T):			
Factor de corrección por ciclo de trabajo en dB $\delta(dB) = 20 \log [\sum_{i=1}^{n=2} (a_i t_i + a_2 t_2) / T]:$			

La figura 4 muestra la imagen hipotética de un tren de pulsos que está compuesto de dos diferentes duraciones de pulso, t_1 y t_2 .

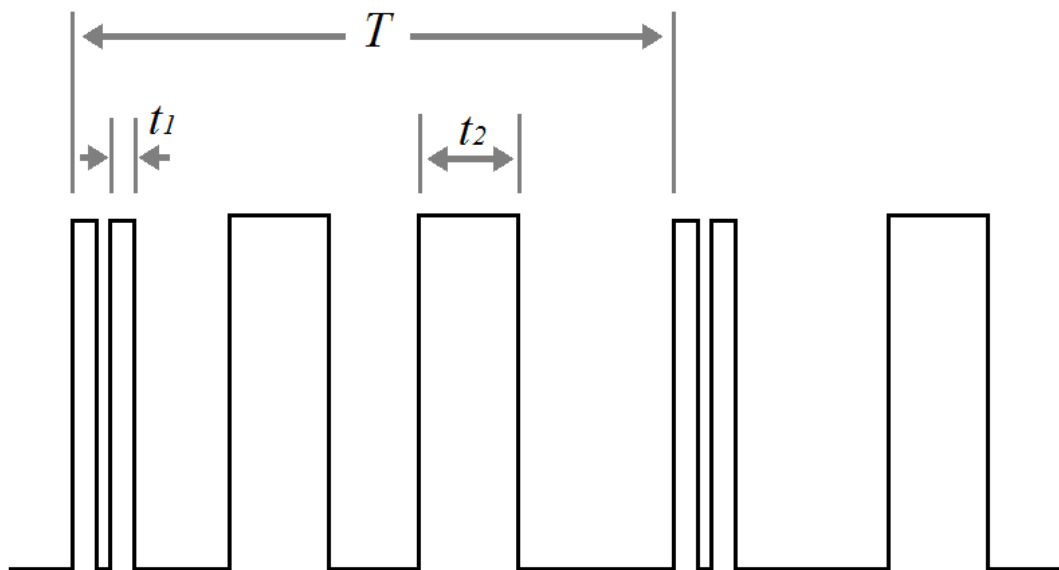


Figura 4 – Emisiones pulsadas con dos diferentes duraciones en los pulsos (por ejemplo si, $t_1= 1$ ms, $t_2= 5$ ms, $a_1=2$, $a_2=2$, $T= 25$ ms, entonces $\delta(dB) = -6,38$ dB)

El resultado de la diferencia deberá cumplir con la especificación 4.5.2

5.7 Comprobación sobre el contenido del manual de usuario (relativa a la especificación 4.6)

Todas las especificaciones relativas al manual de usuario se comprueban visualmente. Para la comprobación de la especificación 4.6.1, el solicitante de las pruebas, acompañará el Manual de usuario con una declaración firmada por el solicitante que asegure que dicho Manual contiene información suficiente, clara y veraz, que no confunda al consumidor, en términos de lo previsto en la Ley Federal de Protección al Consumidor; tanto el manual como la declaración firmada referidas las entregará en alguna de las siguientes formas:

a) Las entregará al Laboratorio de Pruebas, quien una vez utilizada la información que necesita para la aplicación de los métodos de prueba, de requerirlo el solicitante referido, las hará llegar al Organismo de Certificación correspondiente.

b) Las entregará al Organismo de Certificación conjuntamente con el reporte de pruebas que emita el Laboratorio de Pruebas. En este caso, de ser la antena desmontable (conectable/desconectable y seleccionable por el usuario), el Laboratorio de Pruebas deberá proporcionar la información referida en el numeral 4.6.3 y sus sub-numerales en una declaración firmada por el solicitante que asegure que esa información corresponde exactamente con la contenida en el manual de usuario que entregará al Organismo de Certificación.

Para el cumplimiento de la especificación 4.6.2, se comprobará que se haga la mención expresa de que las leyendas son para cumplirse en México. Podrá no hacerse la mención referida si las leyendas están escritas en modo general, sin mención particular de países para los que las leyendas en mención o equivalentes deban cumplirse.

5.8 Estimación de la incertidumbre de las mediciones

Los resultados de las mediciones deben ir acompañadas de la incertidumbre estimada. Esta estimación se realizará 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 incertidumbre en las mediciones realizadas con el analizador de espectro, puede también 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. Disponible en:

<http://www.cenam.mx/memsimp06/index.htm>

5.9 Reporte de Pruebas.

5.9.1 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, preparará un reporte de pruebas, el cual contendrá, además de los elementos generales establecidos en "5.10 Informe de resultados" de la NMX-EC-17025-IMNC-2006 o su sustituto más actualizado - o, en su caso, el documento normativo que la sustituya. La información particular relativa a esta DT, se ajustará al formato presentado en el Cuadro 7, exceptuando la parte H y las declaraciones a que se refieren los numerales 5.2.5, 5.3.4 y 5.7, anexando las gráficas y los documentos de comprobación o prueba en los casos procedentes. Se anexarán también fotografías suficientes que muestren claramente la apariencia exterior completa, la construcción, el acomodo de los componentes en el chasis y el ensamble del chasis; de haberlas, la antena o antenas que se usen con el equipo o dispositivo y los controles disponibles al usuario. También otra u otras con el arreglo o los arreglos para la realización de las pruebas, con detalle suficiente para

confirmar otra información contenida en el reporte de pruebas; alternatively, el solicitante de pruebas podrá solicitar al Laboratorio de Pruebas que sea éste quien tome las fotografías referidas. En este caso, de estar sellada la muestra entregada para pruebas, el solicitante autorizará al Laboratorio de Pruebas el retiro del sello o proporcionará una muestra adicional abierta para el efecto. Por su parte, el Laboratorio de Pruebas constatará que las fotografías referidas correspondan con la marca y modelo del equipo bajo prueba.

Para cada equipo que se pruebe se reportarán los capítulos A, B, C, G, e I. Este último sólo si hay observaciones.

Para los equipos del tipo salto de frecuencias, se reportará el capítulo D; para los del tipo modulación digital, el E; y para los del tipo híbrido, el F.

Si el EBP o los EBPs funcionan en más de una banda de frecuencias, se reportará el capítulo G, y según el caso, D, E o F para cada una de las bandas.

Si el EBP o los EBPs se prevé que operen con más de una antena, se reportará el capítulo G, y según el caso, D, E o F para cada uno de los tipos de antena, usando la antena de mayor ganancia de cada tipo.

Si el EBP o los EBPs se prevé que operen usando amplificadores de RF, se reportará el capítulo G, y según el caso, D, E, o F para cada uno de los diferentes amplificadores de RF con los que vaya a operar, a máxima ganancia.

De ser el caso, se reportará el capítulo G, y según el caso, D, E o F para todas y cada una de las combinaciones posibles de banda de frecuencias, tipos de antena, usando la antena de mayor ganancia de cada tipo y amplificadores de RF a máxima ganancia.

5.9.2 Organismo de Certificación.

El Organismo de Certificación acreditado en esta DT completará la información particular relativa a esta DT, mediante el llenado de la parte H y la que derive de las declaraciones a que se refieren los numerales 5.2.5, 5.3.4 y 5.7 del cuadro 7. De ser el caso, dicho Organismo de Certificación comprobará que la información contenida en la declaración firmada a que se refiere el inciso b) del numeral 5.7 corresponda con la del manual de usuario.

CUADRO 7

Formato de reporte del resultado de la aplicación de los métodos de prueba al EBP o a los EBPs de equipo de radiocomunicación por espectro disperso sujetos a la DT IFT-008-2015 por el Laboratorio de Pruebas y para evaluación por el Organismo de Certificación

REPORTE DE PRUEBAS NÚMERO: _____

A. DATOS DEL SOLICITANTE DE LAS PRUEBAS PARA COMPROBAR EL CUMPLIMIENTO CON LA DT IFT-008-2015

Razón social del solicitante:	
Representante legal del solicitante:	
Domicilio, teléfono y correo electrónico del solicitante	
Domicilio, teléfono y correo electrónico del representante legal	

B. DATOS GENERALES DEL O DE LOS EQUIPOS BAJO PRUEBA (EBP O EBPs)..

B.1 DATOS GENERALES DEL O DE LOS EQUIPOS BAJO PRUEBA (EBP O EBPs)

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:	() Modulación digital () Salto de frecuencia () Híbrido
Nombre, descripción del (los) EBP o ambos:	

BORRADOR

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
Ubicación y 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
Banda de frecuencias de operación para la prueba:	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-008-2015)	

C. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS RELATIVAS A 4.1 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA TODOS LOS EQUIPOS DE RADIOCOMUNICACION POR ESPECTRO DISPERSO.

4.1.1 Banda o bandas de frecuencias de operación nominales:		Resultado medido
1) 902 a 928 MHz	() Sí () No	_____MHz a _____MHz
2) 2 400 a 2 483.5 MHz	() Sí () No	_____MHz a _____MHz

3)	5.725 a 5.850 GHz	() Sí () No	_____ MHz a _____ MHz
4.1.2 ¿Cumple el equipo con las especificaciones establecidas en esta DT para:			
1)	902 a 928 MHz	() Sí () No	() No procede
2)	2 400 a 2 483.5 MHz	() Sí () No	() No procede
3)	5.725 a 5.850 GHz	() Sí () No	() No procede

4.1.3 ¿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 que se autoricen porque cumplen con la especificación 4.1.3, así como sus correspondientes factores de amplificación:	Lista de marcas y modelos y factores de amplificación:		
4.1.4 ¿Antena?	() Integrada () Posibilidad de conectabilidad / desconectabilidad de diferentes antenas		
4.1.4 En caso de antenas integradas: A máxima potencia de salida del EBP, PIRE medido de cada una de ellas:			W
4.1.4 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 _____ () No	() Sí _____ () No	() Sí _____ () No
• Marca y modelo de la antena probada:			
• lista de marca y modelo de las antenas comprendidas en el tipo de antena probada:			
• A máxima potencia de salida del EBP, PIRE medido	W	W	W
• Sistema (Punto a punto (pp), punto a multipunto (pmp), no aplica (na))	() pp () pmp () na	() pp () pmp () na	() pp () pmp () na
• Observaciones			

4.1.5 ¿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
--	---------------

D. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS RELATIVAS A 4.2, ESPECIFICACIONES PARA LOS EQUIPOS DEL TIPO SALTO DE FRECUENCIA.

4.2.1 – 2a. Columna del cuadro 2 Anchura de banda del canal de salto a 20 dB (AB _{20dB}):					kHz
4.2.1 – 3a. Columna del cuadro 2 Número de canales de salto (N):					canales
4.2.1 – 4a. Columna del cuadro 2 Tiempo promedio de ocupación (t) de canal de salto por periodo:					segundos
4.2.1 – 5a. Columna del cuadro 2 Tamaño del periodo (T) para el número de canales de salto:	() 10	() 20	() 30	() 0.4xN	= segundos
4.2.1 – 6a. Columna del cuadro 2 Potencia pico máxima de salida:					Watt
4.2.2 ¿Los canales del sistema son usados en orden pseudoaleatorio (SA) e igualmente en promedio (IP)? ¿Coincide la anchura de banda de los canales del transmisor con los del receptor? ¿Sincronizan transmisor y receptor los cambios de frecuencias?	SA: () Sí	() No	IP: () Sí	() No	
	() Sí	No ()	() Sí	No ()	
4.2.3 Separación entre frecuencias de portadora de canales de salto adyacentes:					kHz
4.2.4 ¿Tiene el EBP incorporada inteligencia para evitar frecuencias ocupadas en la misma banda de frecuencias de operación?: ¿De tenerla incorporada, es dicha inteligencia individual e independiente de otros sistemas?	() Sí	() No	() Sí	() No	
4.2.4 ¿Tiene el EBP incorporada inteligencia para el expreso propósito de coordinar con otros sistemas la no ocupación simultánea de posiciones de frecuencia por transmisores múltiples?:	() Sí	() No			
4.2.5 ¿Los EBP que usan al menos 15 canales de salto en la banda de 2400-2483.5 MHz conservan el número de saltos, aun cuando se evite o suprima alguna frecuencia en particular de salteo?	() Sí	() No			

E. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS RELATIVAS A 4.3, ESPECIFICACIONES PARA LOS EQUIPOS DEL TIPO MODULACIÓN DIGITAL.

4.3.1 Densidad espectral de potencia de salida del transmisor conducida a la antena	dBm/3kHz	La densidad espectral de potencia del transmisor conducida a la antena, no deberá ser mayor que 8 dBm en cualquier banda de 3 kHz, durante cualquier intervalo de tiempo de transmisión continua o sobre 1.0 segundo si la transmisión excede a la duración de 1.0 segundo
4.3.2 Potencia pico máxima de salida del transmisor:	Watt	$\leq 1 \text{ W}$
4.3.3 Anchura de banda de RF a 6 dB:	kHz	$\geq 500 \text{ kHz}$

F. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS RELATIVAS A 4.4, ESPECIFICACIONES PARA LOS EQUIPOS DEL TIPO HÍBRIDO.

Con la parte de modulación digital apagada:						
4.4.1	Número de canales de salto (N):					canales
4.4.1	Tamaño del periodo (T) para el número de canales de salto:	() 10	() 20	() 30	() $0.4 \times N =$ _____	segundos

Con la parte de salto de frecuencia apagada:						
4.4.2	Densidad espectral de potencia del transmisor conducida a la antena: Tipo de medición:					dBm/3kHz
		() pico	() promedio			

G. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS RELATIVAS A 4.5, EMISIONES FUERA DE LAS BANDAS DE OPERACIÓN NO ESENCIALES PARA LOS TRANSMISORES DE TODOS LOS TIPOS DE EQUIPO (SALTO DE FRECUENCIA, MODULACIÓN DIGITAL E HÍBRIDO).

4.5.1 Atenuación de las emisiones no esenciales. Intervalo de frecuencias utilizado para medición (span): _____ kHz					
	A	B	C	D	E
#	Frecuencia de la emisión esencial de mayor nivel en un intervalo de 100 kHz, en MHz	Frecuencia central de la emisión no esencial, en MHz	Nivel mayor de potencia de la emisión esencial en un intervalo de 100 kHz, en dBm	Nivel mayor de potencia de la emisión no esencial en un intervalo de 100 kHz, en dBm	Atenuación de la emisión no esencial respecto de la esencial (C-D), en dB
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

10				
----	--	--	--	--

4.5.2 Límites de emisiones no esenciales fuera de las bandas de operación

<i>¿Se aplicó un factor de corrección por ciclo de trabajo?</i>			
<input type="checkbox"/> <i>¿Para equipo tipo salto de frecuencias?</i>	Tiempo de ocupación de canal: _____ ms		Valor del factor de corrección: _____ dB
<input type="checkbox"/> <i>¿Para equipo tipo modulación digital</i>	n: _____ T: _____ ms		Valor del factor de corrección: _____ dB
	<i>i</i>	<i>a_i</i>	<i>t_i</i>
<input type="checkbox"/> <i>No se aplicó</i>			
Emisiones radiadas			
Frecuencia en la que se mide (MHz)	Nivel medido de intensidad de campo eléctrico de la emisión no esencial ($\mu\text{V}/\text{m}$ a 3 m)	Nivel corregido de intensidad de campo eléctrico de la emisión no esencial ($\mu\text{V}/\text{m}$ a 3 m)	Potencia isotrópica radiada equivalente (nW)

H. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS RELATIVAS A 4.6, MANUAL DE USUARIO

<p>4.6.1 El manual de usuario ¿Está escrito en idioma español? ¿Contiene información que no confunda al consumidor en términos de lo previsto por el artículo 32 de la Ley Federal de Protección al Consumidor? El manual que presente la información en múltiples idiomas, sí entre ellos está el español, se considerará que cumple con esta especificación.</p>	<p>() Sí () No () Sí () No</p>
<p>4.6.2 ¿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) es posible que este equipo o dispositivo no cause interferencia perjudicial y 2) este equipo debe aceptar cualquier interferencia, incluyendo la que pueda causar su operación no deseada. ¿En posición notoria?</p>	<p>() Sí () No () Sí () No</p>
<p>4.6.3 Si la antena es conectable/desconectable (seleccionable por el usuario), ¿contiene el manual de usuario la siguiente información?</p>	<p>() 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</p>
<p>4.6.3.1 “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”. ¿Proporciona el fabricante los valores de G_x y Z_y para cumplir con lo especificado en 4.1.4 y con las disposiciones legales y técnicas de operación que corresponda?</p>	<p>() Sí () No () Sí () No</p>
<p>4.6.3.2 Una lista de todas las antenas aceptables para usarse con el transmisor, que cumplan con lo especificado en 4.1.4.</p>	<p>() Sí () No</p>
<p>4.6.3.3 Si el equipo de radiocomunicación de espectro disperso tiene la posibilidad de usarse con amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos, una lista de dichos amplificadores que resulten aceptables para usarse con el equipo de radiocomunicación de espectro disperso, que cumplan con lo especificado en 4.1.3</p>	<p>() 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.</p>

I. OBSERVACIONES:

RAZON SOCIAL DEL LABORATORIO DE PRUEBAS:

DOMICILIO DEL LABORATORIO DE PRUEBAS:

No. DE ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO DE PRUEBAS:

FECHA DEL REPORTE DE PRUEBAS:

NOMBRE DEL RESPONSABLE DE LAS PRUEBAS

FIRMA DEL RESPONSABLE DE LAS PRUEBAS

BORRADOR

6. Sobre la operación de los equipos.

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; y asimismo al cumplimiento de esta DT y a otras disposiciones técnicas aplicables.

7. Bibliografía

7.1. Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión

7.2. Reglamento de Telecomunicaciones.

7.3. Resolución mediante la cual el Pleno de la Comisión Federal de Telecomunicaciones aprueba la publicación íntegra y actualizada del Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias, DOF del 28 de febrero de 2012.

7.4. "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; 2400 a 2,483.5 MHz, 3,600 a 3,700 MHz; 5,150 a 5,250 MHz; 5,250 MHz a 5,350 MHz; 5,470 a 5,725 MHz y 5,725 a 5,850 MHz", publicado por la SCT en el DOF el 13 de marzo de 2006.

7.5. "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", publicado por la extinta COFETEL en el DOF el 15 de abril de 2006.

7.6. ACUERDO por el que el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones emite la Disposición Técnica IFT-004-2014: Interfaz a redes públicas para equipos terminales. DOF 7 de enero de 2015.

7.7. NOM-008-SCFI-1993 Sistema general de unidades de medida, DOF del 27 de noviembre de 2002.

7.8. NOM-Z-12 / 1 – 1987; Muestreo para la Inspección por Atributos – Parte 1: Información General y Aplicaciones, DOF del 31 de julio de 1987.

7.9. NOM-Z-12 / 2 – 1987; Muestreo para la Inspección por Atributos – Parte 2: Métodos de Muestreo, Tablas y Gráficas, DOF del 28 de octubre de 1987.

7.10. NOM-Z-12 / 3 – 1987; Muestreo para la Inspección por Atributos – Parte 3: Regla de cálculo para la determinación de planes de muestreo, DOF del 28 de octubre de 1987.

7.11. Procedimientos de Evaluación de la Conformidad de productos sujetos al cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas de la competencia de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de la Comisión Federal de Telecomunicaciones, DOF del 11 de agosto de 2005, en vigor desde el 10 de octubre de 2005.

7.12. NMX-EC-17025-IMNC-2006, ISO/IEC 17025: 2005, ISO/IEC 17025:2005/Cor. 1:2006, COPANT – ISO/IEC 17025:21005 Evaluación de la conformidad - Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración., Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C.

7.13. NMX-I-175/01-NYCE-2003 Telecomunicaciones-Compatibilidad Electromagnética – Especificación para los aparatos y métodos de medición de las perturbaciones radioeléctricas y de la inmunidad – Parte 01: aparatos de medición de perturbación e inmunidad.

7.14. NMX-CH-140-IMNC 2002" Guía para la expresión de la Incertidumbre en las mediciones"

7.15. Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), ediciones 1990 y 2004.

- 7.16.** Rec. UIT-R SM.1045-1 Tolerancia de frecuencia de los transmisores de 1996.
- 7.17.** Rec. UIT-R SM.1132-1 Principios y Métodos Generales de Compartición entre Servicios de Radiocomunicación o entre Estaciones Radioeléctricas (Cuestiones UIT-R 45/1 y UIT-R 203/1) (1995-2000).
- 7.18.** Rec. UIT-R SM 1055 Utilización de Técnicas de Espectro Ensanchado (Cuestión UIT-R 71/1) (1994).
- 7.19.** Rec. UIT-R SM.328-10 1 Recomendación UIT-R SM.328-10 Espectros y anchuras de banda de las emisiones (Cuestión UIT-R 76/1) (1948-1951-1953-1956-1959-1963-1966-1970-1974-1978-1982-1986-1990-1994-1997-1999)
- 7.20.** Rec. UIT-R SM.329-10 1 Recomendación UIT-R SM 329-10 Emisiones no deseadas en el dominio no esencial (Cuestión UIT-R 211/1 (1951-1953-1956-1959-1963-1966-1970-1978-1982-1986-1990-1997-2000-2001-2003)
- 7.21.** Code of Federal Regulations, Title 47, Part 15, Subpart C, Sec. 15.247; Operation within the bands 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz; United States of America; Revised as of October 1, 2001.
- 7.22.** Code of Federal Regulations, Title 47, Part 15, Subpart C, Sec. 15.247; Operation within the bands 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz; United States of America; October 1, 2005 Edition.
- 7.23.** Code of Federal Regulations, Title 47, Part 15, Subpart C, Sec. 15.247; Operation within the bands 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz; United States of America; October 1, 2006 Edition.
- 7.24.** FCC 02-151 ET Docket No. 99-231, In the Matter of Amendment of Part 15 of the Commission's Rules Regarding Spread Spectrum Devices, Second Report and Order (Proceeding Terminated), Adopted: May 16, 2002, Released: May 30, 2002, Federal Communications Commission, USA.
- 7.25.** Code of Federal Regulations, Title 47, Part 15, Subpart C, Sec. 15.247; Operation within the bands 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz y 5725-5850 MHz; United States of America; Revised as of October 1, 2002.
- 7.26.** RSS-210, Issue 5 "Low Power License-Exempt Radio communication Devices (All Frequency Bands)", Canada, November 2001.
- 7.27.** RSS-210, Issue 5, Amendment, November 30, 2002.
- 7.28.** RSS-210, Issue 6 "Low Power License-Exempt Radio communication Devices (All Frequency Bands): Category I Equipment, Annex 8: Frequency Hopping and Digital Modulation Systems Operating in the 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz, and 5725-5850 MHz Bands", Canada, September 2005.
- 7.29.** RSS-139, Issue 1 (provisional) Licensed Radio communications Devices in the Band 2400-2483.5 MHz, Canada, February 5, 2000.
- 7.30.** RSP-100, Issue 8 (Provisional), Radio Equipment Certification Procedure, Canada, February 2002.
- 7.31.** RSS-Gen, Issue 1 "General Requirements and Information for the Certification of Radio communication Equipment", Canada, September 2005.
- 7.32.** Code of Federal Regulations, Title 47, Sec. 2.901-Subpart J – Equipment Authorization Procedures. 10-1-01 Edition, Estados Unidos de América.
- 7.33.** Filing and Measurements Guidelines for Frequency Hopping Spread Spectrum Systems. Public Notice, Federal Communications Commission, Da 00-705, Released March 30, 2000.
- 7.34.** DRAFT pr ETS 300 328 Radio Equipment and Systems (RES); Wideband transmission systems; Technical characteristics and test conditions for data transmission equipment operating in the 2,4 GHz ISM band and using spread spectrum modulation techniques. ETSI, European Telecommunications Standards Institute, July 1996, Second Edition.

7.35. ETSI EN 300 328-1 V1.2.2 (2000-07). European Standard (Telecommunication Series). Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Wideband Transmission systems; data transmission equipment operating in the 2,4 GHz ISM band and using spread spectrum modulation techniques; Part 1: Technical characteristics and test conditions; Julio de 2000.

7.36. Type Approval Specification for Spread Spectrum System (Wireless LAN & Bluetooth Devices); IDA Singapore, IDA TS SSS, Issue 1 Rev 10, April 2002.

7.37. Spread Spectrum (SS) introduction, ir. J. Meel, De Nayer Instituut, Belgium, dec. 1999.

7.38. Spread Spectrum (SS) applications, ir. J. Meel, De Nayer Instituut, Belgium, dec. 1999.

7.39. An Introduction to Linear Recursive Sequences in Spread Spectrum Systems. Richard Schwarz, Filtronic Sigtek Inc. Revised December 2001.

7.40. Spread Spectrum Systems; Dixon, Robert C., Wiley Interscience, 1984, USA.

7.41. Measurements of Digital Transmission Systems Operating under Section 15.247. Federal Communications Commission. USA, March 23, 2005.

7.42. Measurement Procedure Updated for Peak Transmit Power in the Unlicensed National Information Infraestructure (U-NII) Bands, Federal Communications Commission-Public notice DA 02-21 38, August 30, 2002.

7.43. AN 1200.04 Application Note: FCC Regulations for ISM Band Devices: 902-928 MHz, Semtech wireless and sensing products, copyright Semtech 2006.

7.44. International Standard IEC – 61000 – 4 – 3 Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 4.3 Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test. Edition 2.1, 2002-09.

7.45. ANSI C63.17-2006 American National Standard Methods of Measurement of the Electromagnetic and Operational Compatibility of Unlicensed Personal Communications Services (UPCS) Devices; IEEE, USA, 15 January 2007.

7.46. ANSI C63.4 American National Standard for Methods of Measurement of Radio-Noise Emissions from Low-Voltage Electrical and Electronic Equipment in the Range of 9 kHz to 40 GHz; IEEE, USA, 30 January 2004.

7.47. ANSI C63.10 American National Standard for Testing Unlicensed Wireless Devices; IEEE, USA, 3 July 2009.

7.48. International standard IEC – CISPR 16-1-4 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. Edition 3.0, 2010-04.

7.49. OET – Federal Communication Commission Office of Engineering and Technology Laboratory Division - Guidance for performing Compliance Measurements on Digital Transmission Systems (DTS) Operating Under 15.247, 558074 D01 DTS Meas Guidance v03r01, April 9 2013.

7.50 Federal Communications Commission, Office of Engineering and Technology - Laboratory Division. Emissions Testing of Transmitters with Multiple Outputs in the Same Band (e.g., MIMO, Smart Antenna, etc) (662911 D01 Multiple Transmitter Output v01r01), 10/25/2011.

7.51 Federal Communications Commission, Office of Engineering and Technology - Laboratory Division. MIMO with Cross-Polarized Antenna (662911 D02 MIMO with Cross-Polarized Antennas v01), 10/25/2011.

7.52 Code of Federal Regulations, Title 47 - Telecommunication, Part 2 – Frequency Allocations and Radio Treaty Matters, General Rules and Regulations, Subpart J – Equipment Authorization Procedures, Sec. 2.1033 – Application for Certification, e-CFR Data current April 8, 2013.

7.53 Federal Communications Commission. Code of Federal Regulations, Title 47 - Telecommunication, Part 15 Radio Frequency Devices, Subpart A General, Sec. 15.31 Measurement standards and Sec. 15.35 Measurement detector functions and bandwidths; Subpart C Intentional Radiators, Sec. 15.205 Restricted bands of operations and Sec. 15.209 Radiated emission limits, general requirements, e-CFR Data current July 17, 2013.

7.54 Industry Canada, RSS-210 — Licence-exempt Radio Apparatus (All Frequency Bands): Category I Equipment, Issue 8, December 2010, Spectrum Management and Telecommunications Radio Standards Specification, Annex 8 – Frequency Hopping and Digital Modulation Systems Operating in the Bands 902–928 MHz, 2400–2483.5 MHz and 5725–5850 MHz.

7.55 Industry Canada, RSS Gen — General Requirements and Information for the Certification of Radio Apparatus, Spectrum Management and Telecommunications Radio Standards Specifications, Issue 3, December 2010 and Notice 2012-DRS0126: Regulatory Standards Notice — Changes to RSS-Gen Issue 3 and RSS-310 Issue 3, January 2012, chapter 4 – Measurement Methods.

7.56. Rec. UIT-R V.574-4 1, Recomendación UIT-R V.574-4, Uso del Decibelio y del Neperio en telecomunicaciones (1978-1982-1986-1990-2000).

7.57 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, Edition 3.0, 2010-04,

7.58 VIM Vocabulario Internacional de Metrología, conceptos fundamentales y generales, y términos asociados, 3a. edición 2012, Gobierno de España, Ministerio de Industria, Energía y Turismo; 3a. edición en español, Centro Español de Metrología.

7.59 Federal Communications Commission, Office of Engineering and Technology, Laboratory Division, Emissions Testing of Transmitters with Multiple Outputs in the Same Band (e.g., MIMO, Smart Antenna, etc.), October 31, 2013, 662911 D01 Multiple Transmitter Output v02r01.

7.60 Federal Communications Commission, Office of Engineering and Technology, Laboratory Division, Guidance for Performing Compliance Measurements on Digital Transmission Systems (DTS) Operating Under §15.247, June 5, 2014, 558074 D01 DTS Meas Guidance v03r02

8. Referencias

8.1 NOM-008-SCFI-1993 Sistema general de unidades de medida, DOF del 27 de noviembre de 2002, capítulo 8.

8.2 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; 2400 a 2,483.5 MHz, 3,600 a 3,700 MHz; 5,150 a 5,250 MHz; 5,250 MHz a 5,350 MHz; 5,470 a 5,725 MHz y 5,725 a 5,850 MHz”, publicado por la SCT en el DOF el 13 de marzo de 2006 en su Apéndice, Condiciones de operación, Sección A, Sistemas de Radiocomunicación para las dos bandas de frecuencias siguientes: Banda 902-928 MHz y Banda 2400 – 2483.5

MHz; Sección B, Aplicaciones Industriales, Científicas y Médicas (ICM) y Sección C, Dispositivos de radiocomunicación de corto alcance.

8.3 RESOLUCION 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”, publicado por la extinta COFETEL en el DOF el 15 de abril de 2006 en su Resolutivo Primero.

8.4 Procedimientos de Evaluación de la Conformidad de productos sujetos al cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas de la competencia de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de la Comisión Federal de Telecomunicaciones, DOF del 11 de agosto de 2005, en vigor desde el 10 de octubre de 2005.

8.5 NMX-EC-17025-IMNC-2006, ISO/IEC 17025: 2005, ISO/IEC 17025:2005/Cor. 1:2006, COPANT – ISO/IEC 17025:21005 Evaluación de la conformidad - Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C., numeral 5.9, “Informe de Resultados”

8.6 NMX-I-175 / 01-NYCE-2003 Telecomunicaciones-Compatibilidad Electromagnética – Especificación para los aparatos y métodos de medición de las perturbaciones radioeléctricas y de la inmunidad – Parte 01: aparatos de medición de perturbación e inmunidad, capítulos 15 y 16.

8.8 NMX-CH-140-IMNC 2002 "Guía para la expresión de la Incertidumbre en las mediciones”

8.8 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. Edition 3.0, 2010-04.

8.9 IEEE/ANSI C63.10 2013 American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Devices, en la definición “emission bandwidth (EBW)”.

8.10 IEEE/ANSI C63.10 2013 American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Devices, en la definición “emission bandwidth (EBW) Federal Communications Commission, Office of Engineering and Technology, Laboratory Division, Emissions Testing of Transmitters with Multiple Outputs in the Same Band (e.g., MIMO, Smart Antenna, etc), October 31, 2013, 662911 D01 Multiple Transmitter Output v02r0.

8.11 Federal Communications Commission, Office of Engineering and Technology, Laboratory Division, Guidance for Performing Compliance Measurements on Digital Transmission Systems (DTS) Operating Under §15.247, June 5, 2014, 558074 D01 DTS Guidance v03r02

9. Concordancia con normas internacionales

Esta DT sigue las recomendaciones genéricas siguientes:

9.1 Rec. UIT-R SM.1132-1 Principios y Métodos Generales de Compartición entre Servicios de Radiocomunicación o entre Estaciones Radioeléctricas (Cuestiones UIT-R 45/1 y UIT-R 203/1) (1995-2000).

9.2 Rec. UIT-R SM 1055 Utilización de Técnicas de Espectro Ensanchado (Cuestión UIT-R 71/1) (1994).

9.3 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, Edition 3.0, 2010-04.

10. Evaluación de la conformidad y vigilancia del cumplimiento.

El Instituto es el encargado de vigilar el cumplimiento de esta Disposición Técnica.

La evaluación de la conformidad se realizará en los términos de la LFTR y en las disposiciones que para tal efecto establezca el Instituto.

Se podrá solicitar una ampliación del certificado de cumplimiento para adicionar antenas y amplificadores para equipos sujetos a esta DT que cuente con certificado de cumplimiento (respecto a la presente DT). Para lo cual se estará a lo dispuesto en esta DT respecto a los equipos que vayan a usarse con amplificadores y antenas que puedan conectarse/desconectarse, en particular lo previsto en los numerales 4.1.3, 4.1.4 y capítulo 5.

Para la consecuente obtención de una ampliación del certificado de homologación para los equipos sujetos a esta DT que cuenten con una ampliación de cumplimiento, se estará al procedimiento determinado por el Instituto.

Los equipos de radiocomunicaciones certificados conforme a la presente DT estarán sujetos a seguimiento mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorios, constatación ocular o examen de documentos por parte del Instituto o del organismo de certificación para comprobar que dichos equipos continúen cumplimiento con las condiciones y requisitos correspondientes y, por tanto, para mantener vigente el certificado correspondiente.

Dicho seguimiento se llevará a cabo sobre una porción que no excederá de la mitad del total de certificados expedidos, seleccionados de manera aleatoria. El seguimiento se hará con cargo al titular del certificado y, se efectuará sobre los equipos que se encuentren en el territorio nacional, en las bodegas de los fabricantes, importadores, comercializadores, distribuidores o arrendadores.

El IFT llevará a cabo pruebas a equipos de radiocomunicaciones evaluados de conformidad y homologados conforme a la presente DT, para asegurar el cumplimiento continuo de la misma.

11. Contraseña de producto

Los equipos amparados por el certificado de homologación, deberán exhibir el número de certificado de homologación correspondiente, así como la marca y el modelo con la que se expide este certificado en cada unidad de producto mediante marcado o etiqueta que lo haga ostensible, claro, visible, legible, intransferible e indeleble con el uso normal, de no ser posible de exhibir dicho número en el producto mismo, deberá hacerse en su envase, embalaje, etiqueta, envoltura, hoja viajera, registro electrónico interno o manual.

12. Transitorios

Primero.- La presente Disposición Técnica entrará en vigor el 20 de octubre de 2015, sin perjuicio de lo dispuesto en los transitorios siguientes.

Segundo.- Los certificados de conformidad y homologación emitidos conforme a la NOM-121-SCT1-2009, Telecomunicaciones-Radiocomunicación-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 no estarán sujetos a su seguimiento. Dichos certificados no podrán ampliarse o utilizarse para equipos de la misma familia a partir de la entrada en vigor de la presente DT IFT-008-2015.

Tercero.- Los certificados de cumplimiento y homologación solicitados a partir de la entrada en vigor de la presente DT y durante el periodo de ciento ochenta días naturales posteriores a dicha entrada en vigor, se otorgarán conforme a la presente DT IFT-008-2015, considerando además lo establecido en los transitorios Séptimo al Décimo Séptimo. Dichos certificados de cumplimiento y homologación tendrán vigencia de un año y, no estarán sujetos a seguimiento.

Con objeto de mantener la continuidad en las actividades de evaluación de la conformidad, los Laboratorios de Pruebas y Organismos de Certificación, podrán emitir los reportes de pruebas y certificados de cumplimiento conforme a la presente DT IFT-008-2015 bajo la actualización de la acreditación (por la Entidad de Acreditación correspondiente) y aprobación (por el Instituto) otorgadas al amparo de la NOM-121-SCT1-2009, Telecomunicaciones-Radiocomunicación-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.

Cuarto.- Los Laboratorios de Pruebas y Organismos de Certificación podrán llevar a cabo la evaluación de la conformidad, entre la fecha de entrada en vigor de la DT y los ciento ochenta días naturales establecidos en el artículo anterior, siempre y cuando se encuentren en condiciones de realizarla conforme a lo dispuesto en la presente DT, requiriendo una nueva acreditación y autorización..

Quinto.- Todos los Laboratorios de Pruebas y Organismos de Certificación, una vez que se cumpla el periodo de los ciento ochenta días naturales a que se refiere el artículo Tercero transitorio anterior, llevarán a cabo la evaluación de la conformidad conforme a lo establecido en la misma o en su caso, aquel que establezca el Instituto.

Sexto.- La evaluación de la conformidad a que se refiere la sección 10, "Evaluación de la conformidad y vigilancia del cumplimiento", se realizará conforme en la normatividad nacional o internacional aplicable, en tanto el Instituto establezca el procedimiento correspondiente. Para el caso de la acreditación se llevará a cabo en los términos que se establezcan en el convenio que signe el Instituto con la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

Séptimo.- La sección 4.1.4 de la presente Disposición Técnica entrará en vigor ciento ochenta días naturales posteriores a la entrada en vigor de la misma, por lo que hasta en tanto no se actualice dicho supuesto, se aplicará lo siguiente:

Los equipos de radiocomunicación sujetos a esta DT deberán de probarse, ser evaluados de conformidad y homologarse con la antena única que vaya integrada al equipo o con el conjunto de antenas del mismo o de diferente tipo con las cuales pueda transmitir, si tiene la posibilidad de conectabilidad / desconectabilidad de antenas. Para el caso de que algún equipo de radiocomunicación de espectro disperso vaya a ser evaluado de conformidad para homologación, para uno o más tipos de antena, se probará el transmisor con cada una de las antenas de más alta ganancia de cada tipo de antena, con la potencia de salida al máximo nivel. Cualquier antena del mismo tipo de antena con igual o menor ganancia que la probada exitosamente, quedará incluida en la certificación y, en su caso, homologación. La prueba deberá cumplir con lo especificado para la PIRE en el Apéndice del Acuerdo, para las bandas de frecuencias 902-928 MHz y 2 400-2 483.5 MHz; y con el Resolutivo primero de la Resolución para la banda de frecuencias 5.725-5.850 GHz, (ver el capítulo de símbolos y abreviaturas y las referencias 9.2 y 9.3) lo que se presenta resumido en el Cuadro 1: o las disposiciones legales que los sustituyan.

PIRE máxima

Banda de Frecuencias (MHz)		PIRE Máxima (watt)
902-928		4
2 400-2 483.5	Sistemas fijos punto a punto	2
	Sistemas punto a multipunto	1
5 725-5 850		4

De tener el equipo de radiocomunicación de espectro disperso posibilidad de usar amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos, toda combinación equipo de radiocomunicación de espectro disperso + amplificador de potencia de radiofrecuencia externo + antena que se autorice, certifique y homologue, a las máximas potencia, amplificación y ganancia, deberá cumplir con los límites máximos de PIRE anotados en el Cuadro 1. Los valores de PIRE máximo resumidos en este cuadro 1, podrán cambiar, de haber disposiciones legales que sustituyan al Acuerdo y a la Resolución. De darse tal caso, los límites de PIRE serán los que establezcan esas disposiciones legales.

Octavo.- La sección 4.2.1, así como el cuadro 2 de la presente Disposición Técnica entrarán en vigor 180 días naturales posteriores a la entrada en vigor de la misma, por lo que hasta en tanto no se actualice dicho supuesto, se aplicará lo siguiente:

Los equipos para sistemas de radiocomunicación por espectro disperso del tipo salto de frecuencia deben cumplir con las especificaciones de: anchura de banda del canal de salto a 20 dB, mínimo del número de canales de salto (N), tiempo promedio de ocupación de canal de salto (t) en un período de ocupación del conjunto de saltos, y de la potencia pico máxima de salida, que se establecen en el Cuadro 2, según la banda o bandas de frecuencias en que tengan capacidad de operar, y la anchura de banda a 20 dB del canal de salto del sistema.

Cuadro 2

Especificaciones para los equipos del tipo salto de frecuencia

Banda (MHz)	Anchura de banda del canal de salto a 20 dB (AB_{20dB})	Número de canales de salto (N)	Tiempo promedio de ocupación (t) de canal de salto por periodo(s)	Periodo de ocupación del conjunto de saltos (T)	Potencia pico máxima de salida (W)
902-928	< 250 kHz	≥ 50	≤ 0.4	20	1
	≥ 250 kHz (máximo permitido: 500 kHz)	$25 \leq N < 50$	≤ 0.4	10	0.25
2 400-2 483.5	Sin especificación	≥ 75 , no traslapados	≤ 0.4	(0.4 s) (N)	1.0
	Sin especificación	≥ 15	≤ 0.4	(0.4 s) (N)	0.125
5 725-5 850	≤ 1 MHz	≥ 75	≤ 0.4	30	1.0

Noveno.- La sección 4.5.2, así como el cuadro 3 de la presente Disposición Técnica entrarán en vigor 180 días naturales posteriores a la entrada en vigor de la misma, por lo que hasta en tanto no se actualice dicho supuesto, se aplicará lo siguiente;:

Tanto los transmisores como los receptores, cumplirán con los límites de emisiones no esenciales siguientes, en uno de los dos casos siguientes, según si la medición se hace de emisiones radiadas o conducidas:

- a) Para el caso de medición de emisiones radiadas, las emisiones del transmisor y del receptor se ajustarán a los límites que establece el cuadro 3 únicamente para las bandas de frecuencias listadas en el cuadro 3A de la presente Disposición Técnica.
- b) Para el caso de medición de emisiones conducidas, las emisiones no esenciales que aparezcan en las terminales a la antena, para cualquier frecuencia, no excederán de 2 nanowatt en la banda de 30 a

1000 MHz para cualquier ancho de banda de 4 kHz, o de 5 nanowatt para frecuencias por encima de 1 GHz.”

Décimo.- La sección 5.1.2, así como el cuadro 5 de la presente Disposición Técnica entrarán en vigor 180 días naturales posteriores a la entrada en vigor de la misma, por lo que hasta en tanto no se actualice dicho supuesto, se aplicará lo siguiente:

Instrumentos de medición. Los instrumentos de medición que se utilicen para la aplicación de los métodos de prueba serán los listados en el cuadro 5 y deberán tener las características que allí se señalan. Todos los instrumentos deben contar con dictamen o certificado de calibración que cumpla con las disposiciones legales aplicables. La calibración de tales instrumentos debe haberse realizado en las magnitudes y en los alcances de medición en los cuales serán empleados.

Cuadro 5

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 frecuencia de operación:	Para BF 902-928 MHz : ≥ 9 kHz a 6 GHz, Para BF:2400-2483.5 MHz : ≥ 9 kHz a 15 GHz, Para BF 5725 – 5850 MHz : ≥ 9 kHz a 40 GHz.
	Exactitud de frecuencia:	0.5 ¡Error! Marcador no definido. Hz/Hz
	Sensibilidad:	≥ 120 dBm
	Impedancia de entrada:	50 ohms
	Exactitud en amplitud:	Mejor o igual a ± 1 dB
	Resolución:	0.1 dB
	Detector:	Pico, cuasi-pico, muestra
Detector cuasi-pico	Intervalo de frecuencias de operación:	30 MHz a 1000 MHz
	Anchura de banda de medición:	120 kHz
Divisor de potencia	Intervalo de frecuencias de operación:	Para BF 902-928 MHz : $\geq 902-928$ MHz, Para BF:2400-2483.5 MHz : $\geq 2400-2483.5$ MHz, Para BF 5725 – 5850 MHz : $\geq 5725 – 5850$ MHz.
Atenuadores	Intervalo de frecuencias de operación	Para BF 902-928 MHz : $\geq 902-928$ MHz, Para BF:2400-2483.5 MHz : $\geq 2400-2483.5$ MHz, Para BF 5725 – 5850 MHz : $\geq 5725 – 5850$ MHz.
	Atenuación:	La requerida para la protección de los equipos de medición y para la confiabilidad de las mediciones
Generador de señales	Intervalo de frecuencias operación	Para BF 902-928 MHz : Hasta 1 GHz, Para BF:2400-2483.5 MHz : Hasta 3 GHz, Para BF 5725 – 5850 MHz : Hasta 6 GHz.

Antenas patrón o antenas de referencia calibradas	Intervalo de frecuencias de operación:	Para BF 902-928 MHz : ≥ 30 MHz a 6 GHz, Para BF:2400-2483.5 MHz : ≥ 30 MHz a 15 GHz, Para BF 5725 – 5850 MHz : ≥ 30 MHz a 40 GHz.
Acoplador de impedancias	Impedancias a acoplar	De acuerdo al desacoplamiento específico de impedancias entre el EBP y los equipos de medición
	Intervalo de frecuencias de operación:	Para BF 902-928 MHz : ≥ 30 MHz a 6 GHz, Para BF:2400-2483.5 MHz : ≥ 30 MHz a 15 GHz, Para BF 5725 – 5850 MHz : ≥ 30 MHz a 40 GHz.
	Pérdidas por inserción	< 6 dB
Pre-amplificador	Intervalo de frecuencias de operación:	Para BF 902-928 MHz : ≥ 9 kHz a 6 GHz, Para BF:2400-2483.5 MHz : ≥ 9 kHz a 15 GHz, Para BF 5725 – 5850 MHz : ≥ 9 kHz a 40 GHz.
	Ganancia:	20 dB

Décimo Primero.- La sección 5.1.3 de la presente Disposición Técnica entrará en vigor 180 días naturales posteriores a la entrada en vigor de la misma, por lo que hasta en tanto no se actualice dicho supuesto, en la parte conducente, se aplicará lo siguiente:

Cuidados antes, durante y después de la aplicación de los métodos de pruebas.

- (a) Las pruebas se llevarán a cabo de acuerdo con buenas prácticas de ingeniería.
- (b) Los resultados de las pruebas se presentarán tanto en forma tabulada como en forma gráfica mostrando los límites de la especificación, esto último donde sea posible.”
- (c) El equipo asociado que se use normalmente con el EBP o con los EBPs también se conectará.
- (d) El EBP o los EBPs y los equipos de medición que serán utilizados en la aplicación de los métodos de prueba deben cumplir con el tiempo de estabilización térmica, previo a las pruebas, especificado por el o los fabricantes en los correspondientes manuales de operación. En el caso de que dicho tiempo no sea especificado, los equipos de medición y el EBP o los EBPs deben tener un tiempo de estabilización térmica de al menos 30 minutos, previos a la realización de las pruebas.
- (e) Si la potencia de salida de RF del EBP o EBPs es ajustable internamente o controlable remotamente, éstos se pondrán a transmitir a su potencia máxima promedio.
- (f) El transmisor será modulado con señales representativas de una operación real del sistema.”

Décimo Segundo.- La sección 5.1.4.1 de la presente Disposición Técnica entrará en vigor 180 días naturales posteriores a la entrada en vigor de la misma, por lo que hasta en tanto no se actualice dicho supuesto, se aplicará lo siguiente:

Configuración para medición de emisiones conducidas. Los equipos se configuran conforme se indica en la figura 1. Para poder aplicarlo se requiere que la antena del equipo sea desmontable.

El amplificador de potencia de radiofrecuencia externo indicado en la figura 1 se inserta sólo para el método de prueba 5.2.3 que se usa para comprobar la especificación 4.1.3.

4.1.3 Si los equipos de radiocomunicación de espectro disperso tienen la posibilidad de usarse con amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos, los equipos de radiocomunicación de espectro disperso se probarán, certificarán y homologarán conjuntamente con los amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos con los que les vaya a ser autorizado operar, debiendo cumplir así con todas las especificaciones que les corresponda, generales, por su tipo y de aplicación, para todos los equipos sujetos a esta NOM. La operación de cualesquiera otros amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos conjuntamente con los equipos de radiocomunicación de espectro disperso, queda prohibida. El manual de usuario contendrá la lista de amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos autorizados para operar conjuntamente con los equipos de radiocomunicación de espectro disperso.

5.2.3 Para el caso de los equipos de radiocomunicación de espectro disperso que se hallen en el supuesto previsto por la especificación 4.1.3, es decir, 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: generales, por su tipo y de aplicación.
- 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: generales, por su tipo y de aplicación, el equipo cumple con la especificación 4.1.3.

Con objeto de no dañar el analizador de espectro debe tenerse cuidado en no exceder el nivel máximo de potencia de entrada especificado por su fabricante, el cual suele ser de 1 watt (30 dBm). Para el efecto procede el uso de uno o varios atenuadores, según se requiera, dispuestos de la forma que se indica en la figura 1. Para simplificar el proceso de medición y garantizar la máxima transferencia de potencia, se sugiere que todos los equipos y accesorios que se empleen en la medición tengan una impedancia de 50 ohms. Debe buscarse, también, que los acoplamientos en la cadena cable-amplificador externo-cable-atenuadores-cable analizador de espectro, sean los óptimos, 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 1.

Considerando lo anterior, en la aplicación de los métodos de prueba para la determinación de la potencia de salida del EBP o del amplificador externo del EBP – para el caso de que éste se haya añadido-deben sumarse al valor medido en el analizador de espectro, las pérdidas habidas en la cadena mencionada, de la forma que lo indica la ecuación 2:

$$\left[P_{EBP \text{ o } EBP+AMP} \right]_{dBW} = \left[P_{medida} \right]_{dBW} + \left[\alpha_{cables} \right]_{dB} + \left[\alpha_{atenuadores} \right]_{dB} + \left[L \right]_{dB} - \left[\varepsilon \right]_{dB} \text{ (Ecuación 2)}$$

Donde:

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

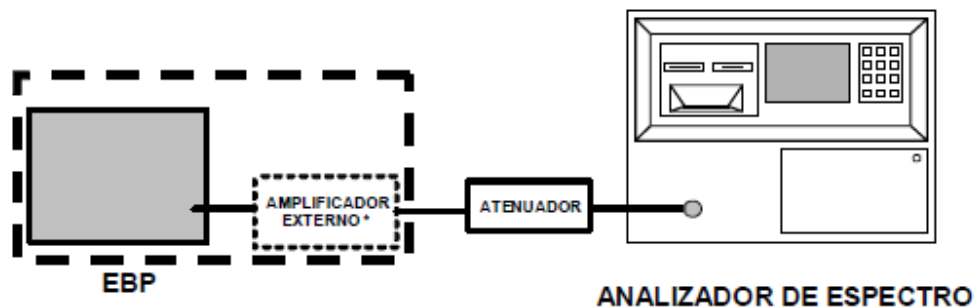
$\left[P_{medida} \right]_{dBW}$: Potencia medida en el analizador de espectro, en dBW.

$\left[\alpha_{cables} \right]_{dB}$: Atenuación en los cables, en dB.

$\left[\alpha_{atenuadores} \right]_{dB}$: Atenuación del atenuador o atenuadores, en dB.

$\left[L \right]_{dB}$: Pérdidas de acoplamiento y otras pérdidas, en dB

$\left[\varepsilon \right]_{dB}$: 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 de radiofrecuencia externo que se debe insertar sólo para los casos especificados en 4.1.3

Figura 1 Configuración para medición de emisiones conducidas

A fin de verificar conformidad con los límites especificados en la presente norma, es necesario que el valor en dBW resultante de aplicar la ecuación 2 se convierta a watts. Esto puede realizarse empleando una ecuación del siguiente tipo:

$$\left[P \right]_W = \text{antilog} \left(\left[P_{EBP \text{ o } EBP+AMP} \right]_{dBW} / 10 \right) \left[1 W \right] \quad \text{(Ecuación 2 bis)}$$

»

Décimo Tercero.- La sección 5.1.4.2 de la presente Disposición Técnica entrará en vigor 180 días naturales posteriores a la entrada en vigor de la misma, por lo que hasta en tanto se actualice dicho supuesto, se aplicará lo siguiente:

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 NOM 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 2. 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, la cual debe cumplir con las especificaciones establecidas en el capítulo 15 (15 Antenas para la medición de perturbaciones radioeléctricas radiadas) de la norma mexicana NMX-I-175/01-NYCE-2003, referida en el numeral 9.8. Asimismo, pudiera ser necesario conectar un pre-amplificador entre la antena patrón y el analizador de espectro.

El amplificador de potencia de radiofrecuencia externo indicado en la figura 2 se inserta sólo para el método de prueba 5.2.3 que se usa para comprobar la especificación 4.1.3 mencionado en el transitorio décimo segundo.

altura, polarización y orientación de las antenas que intervienen en la aplicación de los métodos de prueba de emisiones radiadas debe ser tal que se asegure la transferencia óptima de energía al sistema medidor para que las mediciones sean confiables.

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 3:

$$\begin{aligned}
 [P_{EBP \text{ o } EBP+AMP}]_{dBW} = & [P_{medida}]_{dBW} + [\alpha_{cables}]_{dB} + [\alpha_{atenuadores}]_{dB} + [L]_{dB} + \\
 & + [\Gamma_o]_{dB} - [G_{antena \ EBP}]_{dB} - [G_{antena \ analizador}]_{dB} - [G_{pre-amp}]_{dB} - [\epsilon]_{dB}
 \end{aligned}$$

...(Ecuación 3)

Donde:

$[P_{EBP \text{ o } EBP+AMP}]_{dBW}$: 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 de acoplamiento y otras pérdidas, en dB
$[\Gamma_o]_{dB}$:	Atenuación en el espacio libre, en dB.
$[G_{antena EBP}]_{dB}$:	Ganancia de la antena del EBP, en dB.
$[G_{antena analizador}]_{dB}$:	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 4 se usará para calcular la potencia de salida del transmisor $[P_T]_W$ a partir de la intensidad de campo $[E]_{V/m}$, medida en el analizador de espectro:

$$[P_T]_W = \frac{[[E]_{V/m} [D]_m]^2}{30[G]} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

$[P_T]_W$: Potencia de salida del transmisor, en Watt.

$[E]_{V/m}$: Intensidad de campo eléctrico, en Volt/metro.

$[D]_m$: Distancia en metros entre las dos antenas, debiendo cumplirse que $D \geq 2d^2 / \lambda$

(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 cometa; 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).

$[G]$: Ganancia numérica de la antena del EBP referida a una antena isótropa.

Lo anterior supone 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 5:

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

.... (Ecuación 5)

Donde:

$[P_T]_{dBW}$: Potencia medida en el analizador de espectro, en dBW.

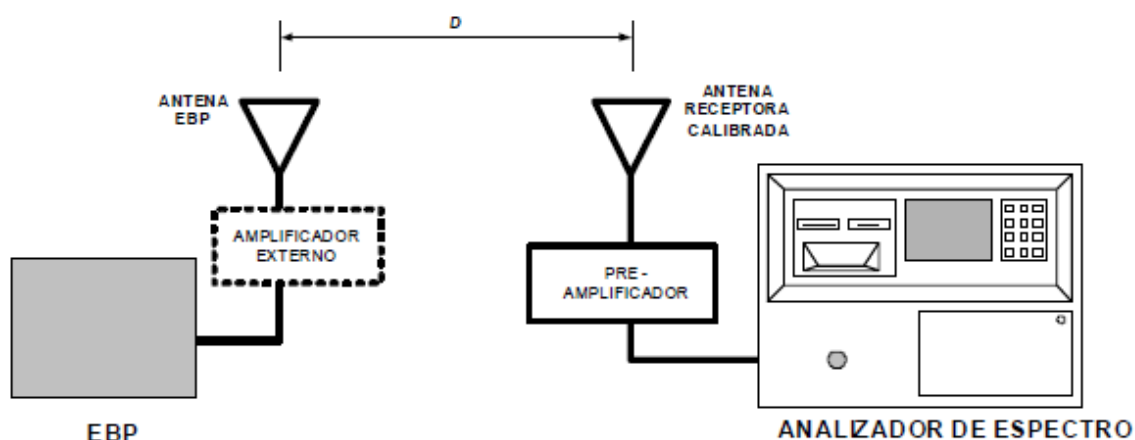
$[\alpha_{cables}]_{dB}$: Atenuación en los cables, en dB.

$[\alpha_{atenuadores}]_{dB}$: Atenuación del atenuador o atenuadores, en dB.

$[L]_{dB}$: Pérdidas de acoplamiento y otras pérdidas, en dB

$[G_{pre-amp}]_{dB}$: Ganancia del pre-amplificador, en dB

$[\mathcal{E}]_{dB}$: 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 de radiofrecuencia externo que se debe insertar sólo para los casos especificados en 4.1.3

Figura 2 Configuración para medición de emisiones radiadas

“

Décimo Cuarto.- La sección 5.4 de la presente Disposición Técnica entrará en vigor 180 días naturales posteriores a la entrada en vigor de la misma, por lo que hasta en tanto no se actualice dicho supuesto, se aplicará lo siguiente:

Las especificaciones 4.3.1 y 4.3.2 se refieren a valores de potencia de salida del transmisor de los equipos del tipo modulación digital, conducida a la antena, por lo que las pruebas para comprobar el cumplimiento de esas especificaciones, métodos de prueba 5.4.1 y 5.4.2, debiera hacerse usando la configuración para medición de emisiones conducidas, presentada en 5.1.4.1; sin embargo, por existir la posibilidad de que haya equipos a los que no se les pueda hacer la medición de emisiones conducidas porque la antena no sea desmontable, para estos casos podrá usarse la configuración para medición de emisiones radiadas presentada en 5.1.4.2., siempre y cuando se cumpla la condición de que el fabricante o el proveedor de los equipos declare por escrito y bajo

protesta de decir verdad el valor de la ganancia de la antena no desmontable para cada equipo para el que se solicite certificación y homologación.

Décimo Quinto.- La sección 5.4.1 de la presente Disposición Técnica entrará en vigor 180 días naturales posteriores a la entrada en vigor de la misma, por lo que hasta en tanto no se actualice este supuesto, se aplicará lo siguiente:

La densidad espectral de potencia del transmisor conducida a la antena en un intervalo de tiempo (relativa a la especificación 4.3.1), se mide de alguna de las siguientes dos formas, igualmente válidas, según le corresponda al EBP específico.

Para medir la densidad espectral de potencia se debe utilizar el mismo tipo de método que para medir la potencia de salida del transmisor (ver 5.4.2); es decir, si se mide la potencia pico de salida, entonces se requiere una medición de densidad espectral de potencia pico, y si se mide potencia promedio de salida, entonces se debe usar una medición de densidad espectral de potencia promedio. Se exponen los dos métodos, el método 1 para medir densidad espectral de potencia pico y el método 2 para medir densidad espectral de potencia promedio, debiendo elegirse el método 1 si procede la medición de potencia pico de salida del transmisor, o el método 2, si procede la medición de potencia de salida promedio del transmisor.

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

- a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4. Elegir la configuración para medición de emisiones conducidas (5.1.4.1), si la antena se puede desconectar del EBP, o la configuración para medición de emisiones radiadas (5.1.4.2), de estar la antena integrada al EBP y no haber posibilidad de su desconexión.
- b) Para el caso de espaciamiento de las líneas espectrales de la emisión del EBP mayor a 3 kHz, establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro
 - Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) = 3 kHz
 - Anchura de banda de video (VBW) > RBW
 - Tiempo de barrido (sweep time) = (span/3 kHz) por ejemplo para un intervalo de frecuencias (span) de 1.5 MHz, el barrido debe ser $1.5 \times 10^6 \div 3 \times 10^3 = 500$ seg.
- c) Para dispositivos con un espaciamiento entre líneas espectrales igual o menor a 3 kHz, a las condiciones establecidas en el inciso b) deberá modificarse la anchura de banda del filtro de resolución, el cual se reducirá por debajo de los 3 kHz hasta que las líneas individuales en el espectro puedan distinguirse.
- d) Si el espaciamiento entre líneas espectrales no puede ser resuelto con el analizador de espectro disponible, puede usarse la función de densidad de ruido, disponible en la mayoría de los modernos analizadores de espectro, la cual mide la densidad de ruido normalizada a 1 Hz de anchura de banda de potencia de ruido.
- e) Centrar en el analizador de espectro los picos de la emisión de interés dentro de la banda de paso, midiendo sus valores. Los datos medidos deben ser normalizados a 3 kHz mediante la suma de la potencia de todas y cada una de las líneas espectrales individuales que estén dentro de una banda de 3 kHz (en unidades lineales de potencia). Si la medición corresponde al caso previsto en el inciso d), se deberán adicionar 35 dB para corrección y normalización a 3 kHz.
- f) Sumar a los valores medidos en e) las pérdidas y ganancias de la cadena de la configuración de prueba, según lo previsto en 5.1.4.1 para el caso de una configuración para medición de emisiones conducidas, o en 5.1.4.2 para el caso de una configuración para medición de emisiones radiadas.
- g) El nivel del pico máximo resultante de f) no deberá ser mayor a +8 dBm para cumplir con la especificación 4.3.1.

h) Imprimir la gráfica correspondiente.

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

a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4. Elegir la configuración para medición de emisiones conducidas (5.1.4.1), si la antena se puede desconectar del EBP, o la configuración para medición de emisiones radiadas (5.1.4.2), de estar la antena integrada al EBP y no haber posibilidad de su desconexión.

b) Centrar en el analizador de espectro los picos de la emisión de interés dentro de la banda de paso.

c) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro

- Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) = 3 kHz
- Anchura de banda de video (VBW) = 9 kHz
- Tiempo de barrido (sweep time) = auto.
- 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:
 1. Anchura del Bin (es decir, span de frecuencia / número de puntos desplegados en el analizador de espectro) < 0.5 RBW.
 2. 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).

- 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 5.1.4.1 para el caso de una configuración para medición de emisiones conducidas, o en 5.1.4.2 para el caso de una configuración para medición de emisiones radiadas. "

Décimo Sexto.- Las secciones 5.6.1 y 5.6.2 de la presente Disposición Técnica entrará en vigor 180 días naturales posteriores a la entrada en vigor de la misma, por lo que hasta en tanto no se actualice dicho supuesto, se aplicará lo siguiente:

Método de prueba para comprobar la especificación 4.5.1

a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4. Elegir la configuración para medición de emisiones conducidas (5.1.4.1), si la antena se puede desconectar del EBP, o la configuración para medición de emisiones radiadas (5.1.4.2), de estar la antena integrada al EBP. Para el caso de mediciones a frecuencias por debajo de 1 GHz, a las configuraciones de medición habrá que añadir el detector cuasi-pico en cascada con los demás elementos de la configuración, cerca del analizador de espectro. Para el caso de configuración para medición de emisiones radiadas pudiera ser necesario el uso del pre-amplificador previsto en 5.1.4.2.

b) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro.

- Intervalo de frecuencias (span) = el suficiente para ver el nivel pico de las señales no esenciales de la emisión del EBP, en el intervalo que va desde 30 MHz hasta 5 veces la frecuencia fundamental de la emisión. (De resultar conveniente podrá llevarse a cabo el despliegue de la emisión y de sus armónicos por partes.)

- Para el caso de medición de emisiones conducidas, anchura de banda del filtro de resolución (RBW) = 100 kHz.

Para el caso de medición de emisiones radiadas, RBW=100 kHz para frecuencias < 1 GHz; y RBW=1 MHz para frecuencias > 1 GHz.

- Anchura de banda de video (VBW) > RBW

- Tiempo de barrido (sweep time) = Auto

- Detector (detector function) = Pico

c) Permitir que la traza se estabilice.

d) Con el marcador medir todos y cada uno de los picos de las emisiones fuera de las bandas encontradas desplegadas, en el intervalo que va desde 30 MHz hasta 5 veces la frecuencia fundamental de la emisión.

e) Para obtener los picos de potencia de las emisiones fuera de las bandas de operación sumar al valor medido en d) las pérdidas y ganancias de la cadena de la configuración de prueba, según lo previsto en 5.1.4.1 para el caso de una configuración para medición de emisiones conducidas, o en 5.1.4.2 para el caso de una configuración para medición de emisiones radiadas.

f) Por ser ésta una medición de potencia, debe llevarse a cabo bajo el mismo criterio de medición de potencia pico de salida, por lo que si para medir ésta se usó el método 1 de la alternativa 1, los picos de potencia obtenidos en e) deberán estar atenuados respecto de las potencias de radiofrecuencia en intervalos de 100 kHz dentro de la banda de operación, 20 dB; pero si se usaron los métodos 2, 3 o 4, de la alternativa 2 en 5.4.2, se habría estado, entonces, midiendo potencia promedio, por lo que para determinar el cumplimiento con la especificación 4.5, los picos de potencia obtenidos en e) en intervalos de 100 kHz deberán estar atenuados 30 dB en lugar de 20 dB.

g) Imprimir las gráficas correspondientes.

5.6.2 Método de prueba para comprobar la especificación 4.5.2

a) Armar la configuración de prueba conforme a lo indicado en 5.1.4. Elegir la configuración para medición de emisiones conducidas (5.1.4.1), si la antena se puede desconectar del EBP, o la configuración para medición de emisiones radiadas (5.1.4.2), de estar la antena integrada al EBP.

- b) Armar el arreglo de configuración de emisiones conducidas conforme a lo indicado en 5.1.4.1, añadiendo, para el caso de mediciones a frecuencias por debajo de 1 GHz, al arreglo ilustrado en la figura 1, el detector cuasi-pico entre el EBP y el analizador de espectro, el cual quedaría en cascada con los otros elementos que estén entre el EBP y el analizador de espectro.
- c) Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro.
- Intervalo de frecuencias (span) = el suficiente para ver el nivel pico de las señales no esenciales de la emisión del EBP, en el intervalo que va desde la más baja frecuencia, generada internamente o usada por el receptor (oscilador local, frecuencia intermedia o portadora), o 30 MHz, la que sea la mayor, hasta 3 veces la señal fundamental o frecuencia del oscilador local, sin excederse de 40 GHz. (De resultar conveniente podría llevarse a cabo el despliegue de la emisión y de sus armónicos por partes.)
 - Para el caso de medición de emisiones conducidas, anchura de banda del filtro de resolución (RBW) = 100 kHz
 - Para el caso de medición de emisiones radiadas, RBW=100 kHz para frecuencias < 1 GHz; y RBW=1 MHz para frecuencias > 1 GHz.
 - Anchura de banda de video (VBW) > RBW
 - Tiempo de barrido (sweep time) = auto
 - Detector (detector function) = pico
- d) Colocar el receptor del EBP en modo normal de operación.
- e) Permitir que la traza se estabilice.
- f) Con el marcador medir cada uno de los picos de las emisiones no esenciales encontradas desplegadas,
- g) Para obtener la potencia pico máximo de las emisiones no esenciales, tanto para los transmisores como para los receptores, sumar al valor medido en f), las pérdidas y ganancias de la cadena de la configuración de prueba, según lo previsto en 5.1.4.1 para el caso de una configuración para medición de emisiones conducidas, o en 5.1.4.2 para el caso de una configuración para medición de emisiones radiadas. Si se utiliza una medición de emisiones radiadas, el EBP debe cumplir con lo especificado en 4.5.2 inciso a); si se utiliza una medición de emisiones conducidas, debe cumplir con 4.5.2 inciso b).
- h) Imprimir las gráficas correspondientes. ”

Décimo Séptimo.- Las secciones A, B, C, F, G y H del Cuadro 7 de la presente Disposición Técnica entrará en vigor 180 días naturales posteriores a la entrada en vigor de la misma, por lo que hasta en tanto no se actualice dicho supuesto, se aplicará lo siguiente:

A. DATOS DEL SOLICITANTE DE LAS PRUEBAS PARA COMPROBAR EL CUMPLIMIENTO CON LA DT-IFT-008-2015

Razón social del solicitante:	
Representante legal del solicitante:	

Domicilio, teléfono y correo electrónico del solicitante	
Domicilio, teléfono y correo electrónico del representante legal	

B. DATOS GENERALES DEL O DE LOS EQUIPOS BAJO PRUEBA (EBP O EBP's)

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:	<input type="checkbox"/> Modulación digital <input type="checkbox"/> Salto de frecuencia <input type="checkbox"/> Híbrido

C. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS RELATIVAS A 4.1 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA TODOS LOS EQUIPOS DE RADIOCOMUNICACION POR ESPECTRO DISPERSO.

4.1.1 Banda o bandas de frecuencias de operación:	
1) 902 a 928 MHz	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
2) 2 400 a 2 483.5 MHz	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
3) 5.725 a 5.850 GHz	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No

4.1.2 ¿Si el equipo tiene capacidad de operar en más de una banda de frecuencias de esta DT, para la transición entre bandas, se desactiva en transmisión?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No procede
--	---

4.1.3 ¿Tiene el equipo la posibilidad de usarse con amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos? De ser sí la respuesta, listar las marcas y modelos de los amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos que se autoricen porque cumplen con la especificación 4.1.3, así como sus correspondientes factores de amplificación:	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Lista de marcas y modelos y factores de amplificación:
--	---

4.1.4 ¿Antena?	<input type="checkbox"/> Integrada <input type="checkbox"/> Posibilidad de conectabilidad / desconectabilidad de diferentes antenas
----------------	--

4.1.4 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:			

<ul style="list-style-type: none"> ¿Es la antena de mayor ganancia del tipo de antena? 	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
<ul style="list-style-type: none"> Marca y modelo de la antena probada: 			
<ul style="list-style-type: none"> lista de marca y modelo de las antenas comprendidas en el tipo de antena probada: 			
<ul style="list-style-type: none"> A máxima potencia de salida del EBP, PIRE medido 			
<ul style="list-style-type: none"> Sistema (Punto a punto (pp), punto a multipunto (pmp), no aplica (na)) 	<input type="checkbox"/> pp <input type="checkbox"/> pmp <input type="checkbox"/> na	<input type="checkbox"/> pp <input type="checkbox"/> pmp <input type="checkbox"/> na	<input type="checkbox"/> pp <input type="checkbox"/> pmp <input type="checkbox"/> na
<ul style="list-style-type: none"> Observaciones 			
¿Cumple con 4.1.4 el conjunto EBP más antena?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No

4.1.5 ¿Hay algún control o controles externos del transmisor que pueda ser ajustado y operado que permitiera modificar la configuración de operación del equipo?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
--	---

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS RELATIVAS A 4.4, ESPECIFICACIONES PARA LOS EQUIPOS DEL TIPO HIBRIDO.

Sitio de pruebas:

Para medición de emisiones conducidas	Describir:
Para medición de emisiones radiadas	<input type="checkbox"/> Sitio de pruebas de área abierta <input type="checkbox"/> Cámara anecoica
Ubicación y dirección del sitio de pruebas	

Condiciones ambientales para la realización de mediciones o pruebas:

Temperatura: °C	Humedad relativa %
--------------------------------------	---

Condiciones de las pruebas

Configuración de medición	<input type="checkbox"/> para emisiones radiadas <input type="checkbox"/> para emisiones conducidas
Banda de frecuencia de operación para la prueba	MHz
Antena del EBP	<input type="checkbox"/> Integrada al equipo <input type="checkbox"/> Conectable, marca, modelo y ganancia:
Amplificador de RF	<input type="checkbox"/> No se usa

	() Marca, modelo y ganancia
Fecha(s) y hora(s) de realización de esta(s) pruebas	
Métodos de prueba utilizados (puede listar el o los números de los métodos de prueba de la DT)	

Con la parte de modulación digital apagada:

4.4.1 Anchura de banda a 20 dB del canal de salto:	kHz
4.4.1 Tiempo promedio de ocupación de cualquier canal de salto por periodo:	segundos

Con la parte de salto de frecuencia apagada:

4.4.2 Densidad espectral de potencia del transmisor conducida a la antena: Intervalo de tiempo de transmisión:	dBm/3kHz () Continua () 1.0 segundo
4.4.2 Potencia pico máxima de salida del transmisor:	Watt
	kHz

G. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS RELATIVAS A 4.5, EMISIONES FUERA DE LAS BANDAS DE OPERACION NO ESENCIALES PARA LOS TRANSMISORES DE TODOS LOS TIPOS DE EQUIPO (SALTO DE FRECUENCIA, MODULACION DIGITAL E HIBRIDO).

Sitio de pruebas:

Para medición de emisiones conducidas	Describir:
Para medición de emisiones radiadas	() Sitio de pruebas de área abierta () Cámara anecoica
Ubicación y dirección del sitio de pruebas	

Condiciones ambientales para la realización de mediciones o pruebas:

Temperatura: °C	Humedad relativa %
-----------------	--------------------

Condiciones de las pruebas

Configuración de medición	() para emisiones radiadas () para emisiones conducidas
---------------------------	--

Banda de frecuencia de operación para la prueba	MHz
Antena del EBP	() Integrada al equipo () Conectable, marca, modelo y ganancia:
Amplificador de RF	() No se usa () Marca, modelo y ganancia
Fecha(s) y hora(s) de realización de esta(s) pruebas	
Métodos de prueba utilizados en la DT	

4.5.1 Atenuación de las emisiones no esenciales

Intervalo de frecuencias para medición utilizado(span): _____ kHz

	Frecuencia central de la emisión no esencial	Picos de potencia de las emisiones no esenciales	Atenuación con respecto a la producida en el intervalo de 100 kHz dentro de la banda de operación que contenga el más alto nivel de potencia deseada
1	MHz	Watt	dB
2	MHz	Watt	dB
3	MHz	Watt	dB
4	MHz	Watt	dB
5	MHz	Watt	dB
6	MHz	Watt	dB
7	MHz	Watt	dB
8	MHz	Watt	dB
9	MHz	Watt	dB
10	MHz	Watt	dB

4.5.2 Límites de emisiones no esenciales fuera de las bandas de operación

¿Medición de emisiones radiadas o conducidas?	() emisiones radiadas () emisiones conducidas
---	--

Para el caso de medición de emisiones radiadas	
Frecuencia en la que se mide (MHz)	Nivel medido de intensidad de campo de la emisión no esencial ($\mu\text{V/m}$ a 3 m)

4.6.1 El manual de usuario		
<p>¿Está escrito en idioma español?</p> <p>¿Contiene información suficiente, clara y veraz, que no confunda al consumidor en términos de lo previsto por el artículo 32 de la Ley Federal de Protección al Consumidor?</p>		<p>() Sí () No</p> <p>() Sí () No</p>
4.6.2 ¿El manual de usuario contiene las siguientes leyendas de información o su equivalente?:		() Sí () No
<p>“La operación de este equipo está sujeta a las siguientes dos condiciones: 1) es posible que este equipo o dispositivo no cause interferencia perjudicial y 2) este equipo debe aceptar cualquier interferencia, incluyendo la que pueda causar su operación no deseada.</p> <p>¿En posición notoria?</p>		() Sí () No
4.6.3 Si la antena es desmontable (seleccionable por el usuario), ¿contiene el manual de usuario la siguiente información?		
4.6.3.1	<p>“Este equipo ha sido diseñado para operar con las antenas que enseguida se enlistan y para una ganancia máxima de antena de [x] dB. El uso con este equipo de antenas no incluidas en esta lista o que tengan una ganancia mayor que [x] dB quedan prohibidas La impedancia requerida de la antena es de [y] ohms”.</p> <p>¿Proporciona el fabricante los valores de [x] e [y] para cumplir con lo especificado en 4.1.4 y con las disposiciones legales y técnicas de operación que corresponda?</p>	<p>() Sí () No</p> <p>() Sí () No</p>
4.6.3.2	Una lista de todas las antenas aceptables para usarse con el transmisor, que cumplan con lo especificado en 4.1.3.	() Sí () No
4.6.3.3	Si el equipo de radiocomunicación de espectro disperso tiene la posibilidad de usarse con amplificadores de potencia de radiofrecuencia externos, una lista de dichos amplificadores que resulten aceptables para usarse con el equipo de radiocomunicación de espectro disperso, que cumplan con lo especificado en 4.1.4	() Sí () No

SITIOS Y ARREGLOS DE PRUEBA PARA MEDICIONES RADIADAS

A.1 SITIO DE PRUEBAS DE AREA 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.

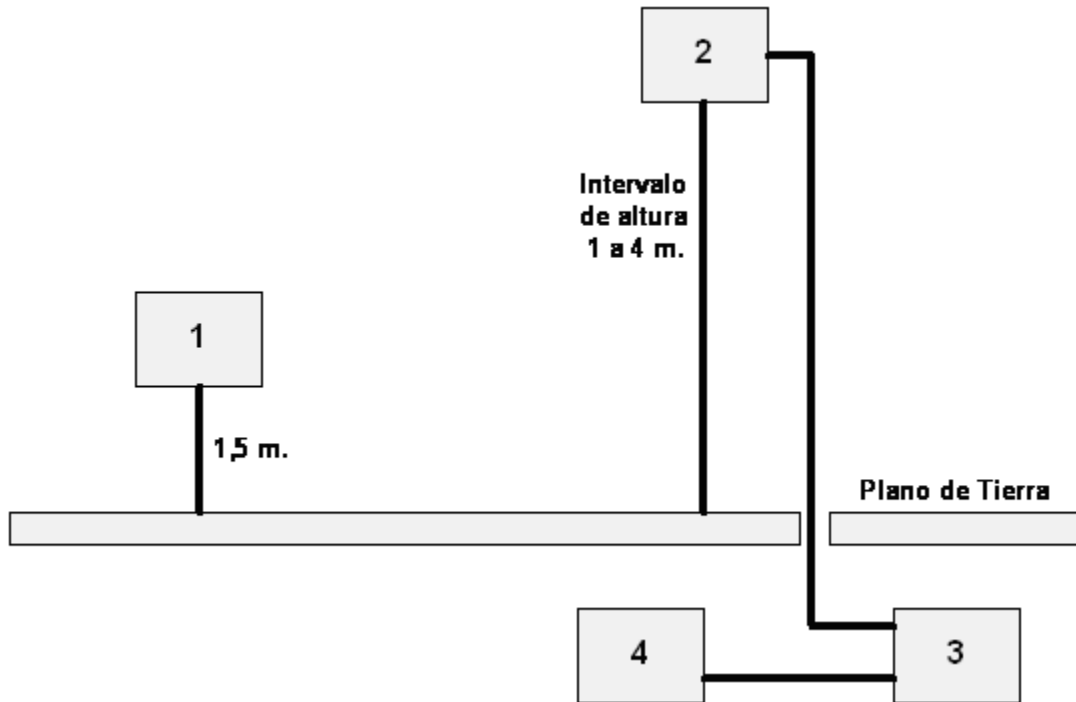
Un sitio de pruebas de área abierta puede ser usado para llevar a cabo los métodos de prueba que utilizan la configuración para medición de emisiones radiadas referida en el inciso **5.1.4.2**. En este tipo de sitio pueden llevarse a cabo mediciones absolutas o relativas a transmisores y receptores; sin embargo, las mediciones absolutas de intensidad de campo requieren de la validación del sitio de pruebas para cumplir con el cuadro 5.

Para las mediciones que se realicen a frecuencia menores o igual a 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, se puede utilizar 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 y 4 m.

Se debe poner especial atención y tomar las debidas precauciones para asegurarse que las reflexiones de objetos ajenos al arreglo de prueba que pudieran estar dentro o cercanos no degraden los resultados de las mediciones, en particular:

- 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.

La figura A-1 muestra el arreglo general de pruebas.



- 1: EBP (equipo bajo prueba).
- 2: Antena patrón
- 3: Filtro pasa altas (cuando sea requerido)
- 4: Analizador de espectro

Nota: Con objeto de dar cumplimiento al quinto párrafo de 5.1.4.2, para la variación de la altura de 1 m a 4m y para ajustar la polarización de la antena patrón es necesario utilizar un mástil manual o automatizado. Asimismo, para la orientación del EBP durante las mediciones de emisiones radiadas podría ser necesaria la utilización de una mesa giratoria. Se requiere línea de vista entre el EBP y la Antena patrón

Figura A.1

Arreglo de medición en un sitio de pruebas de área abierta o en una cámara anecoica

A.2 Cámara anecoica

A.2.1 General

Una cámara anecoica es un recinto bien blindado que tiene su interior cubierto por material absorbente de energía electromagnética, creando, de esta forma un ambiente que emula el de "espacio libre". Una cámara anecoica es un tipo de sitio de pruebas alternativo a uno del tipo de área abierta, como el descrito en A.1, pudiéndose en ésta, también, llevarse a cabo las mediciones que utilizan la configuración para medición de emisiones radiadas referida en el inciso 5.1.4.2. 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 cuadro 5. En la cámara tanto la antena patrón como el EBP (equipo bajo prueba) deben usarse de la misma manera que en el sitio de pruebas de área abierta, pero en ésta colocándolos a la misma altura sobre el piso, es decir, en línea de vista. La figura A-1 muestra el arreglo general de pruebas.

A.2.2 Descripción

La cámara anecoica debe cumplir con los requerimientos de pérdidas en el blindaje y de retorno que se muestran y demás requisitos establecidos en el cuadro 5. La figura A.2, por su lado, muestra un ejemplo de la

construcción de una cámara anecoica con las siguientes dimensiones: área de la base 5 m por 10 m y una altura de 5 m... El techo y las paredes están revestidas con material absorbente de forma piramidal de aproximadamente 1 m de altura. La base está cubierta con material especial absorbente, el cual forma el piso. Las dimensiones internas disponibles de la cámara quedan entonces en 3 m X 8 m X 3 m, espacio que permite que puedan llevarse a cabo pruebas para distancias máximas de medición especificadas de 5 m en el eje medio de la cámara. Los absorbentes del piso evitan que las reflexiones que vienen del piso hagan necesario cambiar la altura de la antena.

Se pueden utilizar cámaras anecoicas de dimensiones diferentes a las del ejemplo.

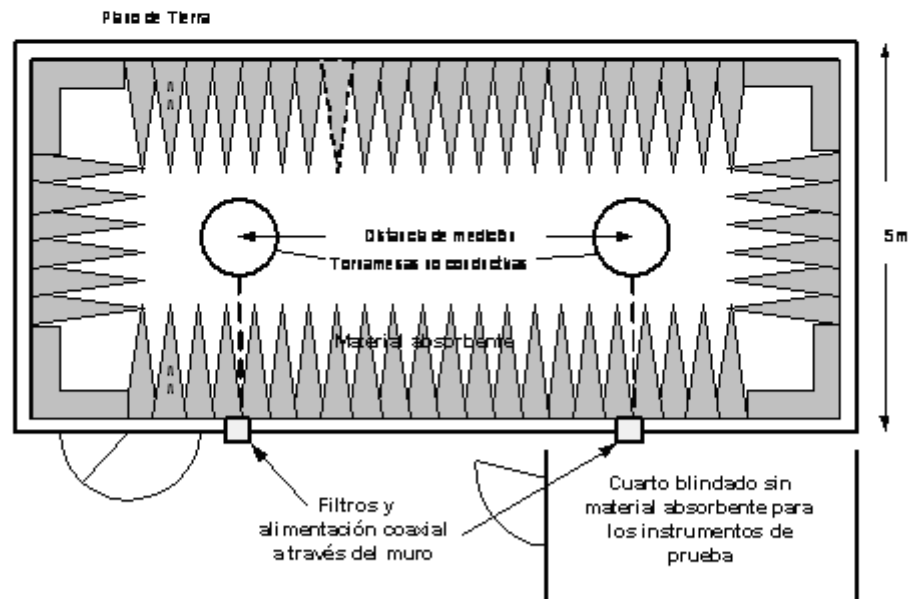
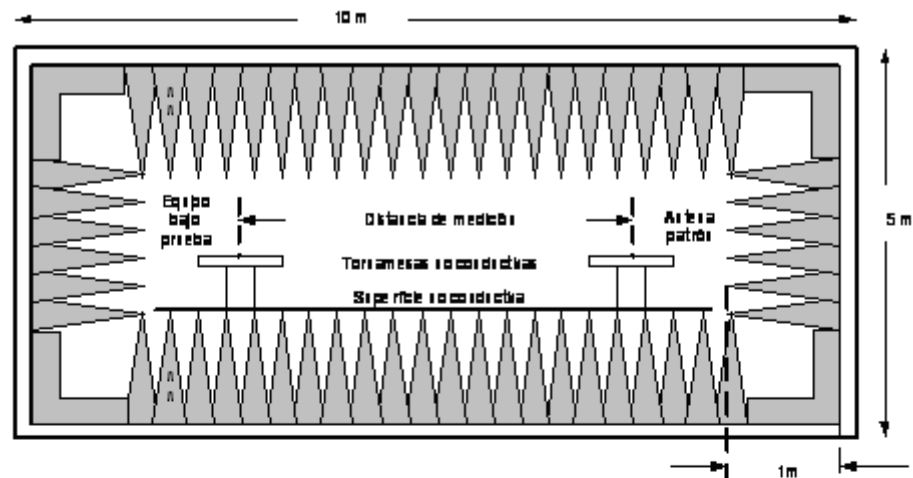


Figura A.2

Cámara anecoica blindada para emulación de mediciones en espacio libre.