ANEXO ÚNICO

ANTEPROYECTO DE DISPOSICIÓN TÉCNICA IFT-014-2018. EQUIPOS DE MICROONDAS PARA SISTEMAS FIJO MULTICANAL PUNTO A PUNTO Y PUNTO A MULTIPUNTO. PARTE 2: TRANSPORTE.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN
3. DEFINICIONES
4. ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS
5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
   - 5.1 BANDAS DE FRECUENCIA DE OPERACIÓN ESPECÍFICAS
   - 5.2 EMISIONES NO DESEADAS
     - 5.2.1 EMISIONES FUERA DE BANDA
     - 5.2.2 EMISIONES NO ESENCIALES
   - 5.3 POTENCIA MEDIA
   - 5.4 TOLERANCIA DE FRECUENCIA
6. MÉTODOS DE PRUEBA
   - 6.1 CONDICIONES NORMALIZADAS
   - 6.2 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
   - 6.3 CONDICIONES PREVIAS QUE DEBEN DE GUARDAR LOS EQUIPOS
     - 6.3.1 CONFIGURACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PRUEBA.
       - 6.3.1.1 CONFIGURACIÓN PARA MEDICIÓN DE EMISIONES CONDUCIDAS
       - 6.3.1.2 CONFIGURACIÓN PARA MEDICIÓN DE EMISIONES RADIADAS
   - 6.4 FRECUENCIA DE OPERACIÓN
     - 6.4.1 EQUIPOS DE PRUEBA
     - 6.4.2 CONFIGURACIÓN DE PRUEBA
     - 6.4.3 PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS.
   - 6.5 EMISIONES NO DESEADAS
     - 6.5.1 EMISIONES FUERA DE BANDA
       - 6.5.1.1 EQUIPOS DE PRUEBA.
       - 6.5.1.2 CONFIGURACIÓN DE PRUEBA
       - 6.5.1.3 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA
     - 6.5.2 EMISIONES NO ESENCIALES
       - 6.5.2.1 EQUIPOS DE PRUEBA
       - 6.5.2.2 CONFIGURACIÓN DE PRUEBA

Anteproyecto

6.5.2.3 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA
6.6 POTENCIA MEDIA
6.6.1 EQUIPOS DE PRUEBA
6.6.2 CONFIGURACIÓN DE PRUEBA
6.6.3 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA
6.7 TOLERANCIA DE FRECUENCIA
6.7.1 EQUIPO DE PRUEBA
6.7.2 CONFIGURACIÓN DE PRUEBA
6.7.3 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA
7. BIBLIOGRAFÍA
8. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES
9. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD
10. VERIFICACIÓN Y VIGILANCIA DE CUMPLIMIENTO
11. CONTRASEÑA DE PRODUCTO
12. DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Anteproyecto

1. INTRODUCCIÓN

El continuo desarrollo de las telecomunicaciones en el país, aunado al incremento de su población, así como de las compañías que requieren la transferencia de información han sido factores determinantes en la creciente demanda de los enlaces de microondas para enlaces punto a punto en las bandas licitadas. Su instalación, operación y explotación requieren de un instrumento normativo que establezca las especificaciones técnicas y métodos de pruebas de los equipos de microondas para sistemas fijo multicanal punto a punto y punto a multipunto que permitan la optimización del servicio a fin de contribuir al uso eficiente del espectro radioeléctrico

La nota general MX230C del Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias indica que las especificaciones y sus correspondientes métodos de prueba que deben cumplir los equipos de radiocomunicación de microondas a utilizar para sistemas fijo multicanal punto a punto y punto multipunto que operan en diferentes segmentos de las bandas de frecuencias 7 GHz,10.5 GHz, 15 GHz, 23 GHz y 38 GHz se encuentran contenidas en la NOM-088/2-SCTI-2002, publicada en el DOF el 21 de abril de 2003. La presente Disposición Técnica IFT-014-2018 Parte 2 actualiza y sustituye la referida NOM-088/2-SCT1-2002.

2. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Disposición Técnica establece las especificaciones y los correspondientes métodos de prueba que deben cumplir los equipos de radiocomunicación de microondas a

utilizar en sistemas fijo multicanal punto a punto y punto multipunto que operan en las bandas de:

a) 7 GHz

7.1245 GHz-7.2365 GHz/7.2855 GHz-7.3975 GHz

7.4525 GHz-7.5645 GHz/7.6135 GHz-7.7255 GHz

b) 10.5 GHz

10.1500 GHz-10.3000 GHz/10.5000 GHz-10.6500 GHz

c) 15 GHz

14.5010 GHz-14.5850 GHz/15.2290 GHz-15.3130 GHz

14.6480 GHz-14.8440 GHz/14.9630 GHz-15.1590 GHz

d) 23 GHz

21.2275 GHz-21.6475 GHz/22.4595 GHz-22.8795 GHz

21.8000 GHz-22.3000 GHz/23.0000 GHz-23.5000 GHz

e) 38 GHz

37.0580 GHz-37.2260 GHz/38.3180 GHz-38.4860 GHz

3. DEFINICIONES

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

I. **Ancho de banda de referencia:** Ancho de banda en el que se especifican los niveles de las emisiones no esenciales.

II. **Ancho de banda necesario:** Para una clase de emisión dada, es el ancho de banda de frecuencias estrictamente suficiente para asegurar la transmisión de la información a la velocidad y con la calidad requeridas en condiciones específicas.

III. **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.

IV. **Canal adyacente:** Canal radioeléctrico que en el espectro de frecuencias está inmediatamente por encima o por debajo del canal radioeléctrico considerado;

V. **Canal radioeléctrico:** Porción del espectro radioeléctrico comprendido entre dos frecuencias determinadas.

Anteproyecto

VI. **Emisión:** Radiación radioeléctrica producida por una estación transmisora radioeléctrica.

VII. **Emisiones fuera de banda**: Son emisiones en una o varias frecuencias situadas inmediatamente fuera del ancho de banda necesario con motivo de la operación de un equipo de radiocomunicación.

VIII. **Emisiones no deseadas**: Conjunto de las emisiones no esenciales y fuera de banda.

IX. **Emisiones no esenciales:** Emisión en una o varias frecuencias situadas fuera del ancho de banda necesario, cuyo nivel puede reducirse sin influir en la transmisión de la información correspondiente.
Están comprendidas en las emisiones no esenciales: las emisiones armónicas, las emisiones parásitas, los productos de inter-modulación, los productos de la conversión de frecuencia pero están excluidas las emisiones fuera de banda.

X. **Enlace radioeléctrico:** Medio de telecomunicación de características específicas entre dos puntos, que utiliza ondas radioeléctricas.

XI. **Equipo Bajo Prueba:** Unidad representativa de un modelo de equipo sobre el que se llevan a cabo pruebas para verificar el cumplimiento con las especificaciones de esta Disposición Técnica.

XII. **Evaluación de la Conformidad:** Todo procedimiento utilizado para determinar el grado de cumplimiento con las Disposiciones Técnicas aplicables. Los procedimientos para la Evaluación de la Conformidad comprenden, entre otros, los de muestreo, prueba e inspección, evaluación, y garantía de la conformidad, registro, Acreditación y Autorización, separadamente o en distintas combinaciones.

XIII. **Factor de forma del filtro del receptor de medición:** El factor de forma es un parámetro de selectividad de un filtro paso banda y generalmente se define como la relación del ancho de banda de rechazo deseado con respecto al ancho de banda de paso deseada. En un filtro ideal esta relación sería igual a 1. Sin embargo, los filtros prácticos tienen una caída de atenuación alejada de ese valor ideal. Por ejemplo, los analizadores de espectro que se aproximan a los filtros gaussianos por la utilización de filtros de sintonía múltiple para responder a señales cuando se encuentran en el modo barrido, definen típicamente una relación de -60 dB a -3 dB que varía de 5:1 a 15:1.

XIV. **Frecuencia intermedia:** Frecuencia resultante de la mezcla o combinación de la señal recibida y una señal de origen local, y por lo general, igual a la diferencia entre las frecuencias de dichas señales.

XV. **Ganancia de la antena:** La relación que existe entre la potencia necesaria a la entrada de una antena de referencia sin pérdidas y la potencia suministrada a la entrada de la antena en cuestión, para que ambas antenas produzcan, en una dirección dada, la misma intensidad de campo, o la misma intensidad de flujo de potencia a la misma distancia, expresada en decibeles.

Anteproyecto

XVI. **Instituto:** Instituto Federal de Telecomunicaciones.

XVII. **LFTR:** Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión.

XVIII. **Potencia Isótropa Radiada Equivalente:** 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, dBW o dBm, considerando la ganancia de la antena.

XIX. **Potencia máxima de transmisión**: El nivel máximo de la potencia suministrada a una antena por un transmisor que opere en las bandas de 7 GHz/10.5 GHz/15 GHz/23 GHz/y 38 GHz.

XX. **Potencia media:** La media de la potencia suministrada a la línea de alimentación de la antena por un transmisor en condiciones normales de funcionamiento, evaluada durante un intervalo de tiempo suficientemente largo comparado con el periodo correspondiente a la frecuencia más baja que existe realmente como componente en la modulación.

XXI. **Radiofrecuencia:** Frecuencia de ondas electromagnéticas, mayor a 9 kHz y menor que 3 000 GHz que se propagan en el espacio sin guía artificial y es útil para establecer telecomunicaciones.

XXII. **Tolerancia de frecuencia:** Desviación máxima admisible entre la frecuencia asignada y la situada en el centro de la banda de frecuencias ocupada por una emisión, o entre la frecuencia de referencia y la frecuencia característica de una emisión.

4. ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

En esta Disposición Técnica se emplean las siguientes abreviaturas, símbolos, cantidades y constantes físicas.

Abreviaturas	
BW_{RR}	Ancho de banda de referencia
BW_N	Ancho de banda necesario
ANS	Atenuación normalizada de sitio
ATPC	Regulación automática de la potencia transmitida
dB	Decibeles
dBc	Decibeles relativos a la portadora
dBi	Decibeles relativos a una antena isotrópica
dBm	Decibeles relativos a 1 mW
dBW	Decibeles relativos a 1 W

Anteproyecto

EBP	Equipo bajo prueba
f_i	Frecuencia intermedia
f_R	Frecuencia de referencia
Δf_{OOB}	Intervalo de frecuencias de las emisiones fuera de banda
G	Ganancia
GHz	GigaHertz
Mbit/s	Megabits por segundo
MHz	MegaHertz
PIRE	Potencia Isótropa Radiada Equivalente
P_m	Potencia de transmisión media
P_{MAX}	Potencia máxima de transmisión
ppm	Partes por millón
RF	Radiofrecuencia
RMS	Raíz cuadrática media
RTPC	Control de potencia de terminal remota
VSWR	Razón de Onda Estacionaria de Tensión Eléctrica

5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

5.1 BANDAS DE FRECUENCIA DE OPERACIÓN ESPECÍFICAS

a) 7 GHz

7.1245 GHz-7.2365 GHz/7.2855 GHz-7.3975 GHz

7.4525 GHz-7.5645 GHz/7.6135 GHz-7.7255 GHz

b) 10.5 GHz

10.1500 GHz-10.3000 GHz/10.5000 GHz-10.6500 GHz

c) 15 GHz

14.5010 GHz-14.5850 GHz/15.2290 GHz-15.3130 GHz

14.6480 GHz-14.8440 GHz/14.9630 GHz-15.1590 GHz

d) 23 GHz

21.2275 GHz-21.6475 GHz/22.4595 GHz-22.8795 GHz

21.8000 GHz-22.3000 GHz/23.0000 GHz-23.5000 GHz

e) 38 GHz

Anteproyecto

37.0580 GHz-37.2260 GHz/38.3180 GHz-38.4860 GHz

Comprobándose con lo establecido en el método de prueba 6.4.

5.2 EMISIONES NO DESEADAS

5.2.1 EMISIONES FUERA DE BANDA

Las emisiones fuera de banda se especifican en términos del contorno de emisión del espectro; éste se aplica al intervalo de frecuencias de las emisiones fuera de banda (Δf_{OOB}), partiendo desde la frecuencia central de la portadora a la frontera superior y frontera inferior de dicho contorno de emisión.

La potencia de cualquier emisión fuera de banda debe ser menor que lo establecido en la Tabla 1.

Tabla 1. Contorno de las emisiones fuera de banda.

Valor relativo del límite de emisión	Separación entre Canales / intervalo de frecuencias de las emisiones fuera de banda Δf_{OOB} (MHz)		Ancho de banda del filtro de resolución
(dBc)	28/30 MHz	56/60 MHz	RBW
2	De f_0 a ±12	De f_0 a ±24	10 kHz
Decrece linealmente con la frecuencia de 2 a -10	De ± 12 a ± 14.5	De ± 24 a ± 29	10 kHz
Decrece linealmente con la frecuencia de -10 a -32	De ± 14.5 a ± 15.5	De ± 29 a ± 31	10 kHz
Decrece linealmente con la frecuencia de -32 a -36	De ± 15.5 a ± 17	De ± 31 a ± 34	10 kHz
Decrece linealmente con la frecuencia de -36 a -45	De ± 17 a ± 40	De ± 34 a ± 80	10 kHz
Decrece linealmente con la frecuencia de -45 a -55	De ± 40 a ± 54	De ± 80 a ± 108	10 kHz
-55	De ± 54 a ± (70/75)	De ± 108 a ± (140/150)	10 kHz

Comprobándose con lo establecido en el método de prueba 6.4.1.

5.2.2 EMISIONES NO ESENCIALES

El valor límite máximo permisible de emisiones no esenciales es el indicado en la Tabla 2, para los intervalos de frecuencia fundamental del canal de transmisión más alto del EBP en la banda de frecuencia probada.

Anteproyecto

Tabla 2. Límite máximo permisible de emisiones no esenciales.

Banda de frecuencias	Límite máximo	Rango
7 GHz	-40 dBm	30 MHz a 26 GHz
10.5 GHz	-40 dBm	30 MHz a 26 GHz
15	-40 dBm	30 MHz a 26 GHz
23	-30 dBm	30 MHz a 2ª Armónica[1]
38	-30 dBm	30 MHz a 2ª Armónica[1]
[1] 2ª Armónica de la frecuencia central del canal de transmisión más alto del EBP en la banda de frecuencia probada		

Los límites de emisiones no esenciales aplican fuera del intervalo de frecuencias que corresponden a la máscara de emisión del numeral 5.2.1. Comprobándose con lo establecido en el método de prueba 6.5.2.

5.3 POTENCIA MEDIA

El nivel máximo de la potencia suministrada a una antena por el EBP, debe corresponder a los valores establecidos en la Tabla 3.

Tabla 3. Niveles máximos de potencia media por banda de frecuencia.

Banda de frecuencias		Potencia media (P_m)	Tolerancia
7 GHz		33 dBm	± 2 dBm
10.5 GHz	Estación Base	36 dBm	± 2 dBm
	Terminal	27 dBm	± 1 dBm
15 GHz		30 dBm	± 2 dBm
23 GHz		30 dBm	± 2 dBm
38 GHz		30 dBm	± 3 dBm

Comprobándose con lo establecido en el método de prueba 6.6.

5.4 TOLERANCIA DE FRECUENCIA

La tolerancia de frecuencia es de ±15 ppm para los equipos transmisores. Comprobándose con lo establecido en el método de prueba 6.7.

Anteproyecto

6. MÉTODOS DE PRUEBA

Las mediciones se deben efectuar en un sitio de pruebas y condiciones normalizadas por un Laboratorio de Prueba acreditado por un Organismo de Acreditación autorizado por el Instituto y de la autorización respectiva del mismo Instituto.

Para las mediciones de potencia y emisiones no esenciales se debe considerar la atenuación debida a los cables, conectores y el atenuador.

6.1 CONDICIONES NORMALIZADAS

El intervalo normalizado de las condiciones atmosféricas para la ejecución de mediciones y pruebas es el señalado en la Tabla 4.

Tabla 4. Condiciones atmosféricas normalizadas.

Temperatura	Humedad Relativa
De 15°C a 35°C	De 25% a 75%

6.2 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Los instrumentos de medición que se utilicen para la aplicación de los métodos de prueba serán los listados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y deben t ener las características que allí se indican. Todos los instrumentos deben contar con dictamen o certificado de calibración que cumpla con las disposiciones legales aplicables. La calibración de tales instrumentos debe realizarse en las magnitudes y en los alcances de medición en los cuales serán empleados.

Tabla 5. Características del equipo de medición.

Instrumento.	Parámetros de medición.	Valores requeridos.
Analizador de espectro.	Intervalo de frecuencias de operación:	$30\ MHz\ a\ 80\ GHz$ Opcionalmente, puede utilizarse un mezclador para ampliar el intervalo de frecuencias de operación hasta 80 GHz; pero aun con el uso del mezclador deben cumplirse todas las características que se mencionan a continuación.

Anteproyecto

	Estabilidad de la referencia de frecuencia:	Mejor que $1x10^{-6}\ ppm$
	Sensibilidad (nivel de ruido):	$< -120\ dBm$
	Impedancia de entrada:	$50\ Ohms$
	Exactitud absoluta en amplitud:	Menor o igual que $\pm 1\ dB$.
	Resolución:	$0.1\ dB$.
	Detector:	Pico, cuasi-pico, muestra, RMS.
	Traza:	Promedio y retención máxima de imagen (*max hold*).
	A calibrarse en:	Potencia y frecuencia en el intervalo de frecuencias de operación
antenas de referencia calibradas.	Bandas de frecuencias de operación:	$30\ MHz\ a\ 80\ GHz$
	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:	$30\ MHz\ a\ 80\ GHz$
	Pérdidas por inserción en las trayectorias	$< 3.5\ dB$. Entrada – Salida: $< 3.5\ dB$. Entrada – Acoplamiento: $\leq 20\ dB$.

Anteproyecto

		Salida – Acoplamiento: $\geq\ 40\ dB$.
Filtro pasa banda	Intervalo de frecuencias de operación:	De acuerdo a las bandas de frecuencia del numeral 5.1.
	Pérdidas por inserción:	$<\ 3.5\ dB$ en el intervalo de frecuencias de operación. $\geq\ 40\ dB$ fuera del intervalo de frecuencias de operación.
Medidor de potencia de RF	Intervalos de las bandas de frecuencias de operación:	$30\ MHz\ a\ 40\ GHz$
	Capacidad de medición de potencia:	Diodo de respuesta rápida.
	Intervalo de potencia:	De $-40\ dBm$ hasta $47\ dBm$.
	Exactitud en amplitud	Menor o igual que $\pm 1\ dB$.
	Impedancia de entrada:	$50\ Ohms$.
	Detector:	Pico y RMS.
	A calibrarse en:	Potencia
Cámara anecoica.	Pérdida por blindaje:	Mayor que $105\ dB$ en el intervalo de $30\ MHz\ a\ 6\ GHz$.
	Atenuación normalizada de sitio (ANS):	$\pm 4\ dB$ En el intervalo de 30 MHz a 1 GHz con respecto al valor de ANS 1) calculado teóricamente, o

Anteproyecto

		2) con respecto al valor de ANS medido en el sitio de referencia CALTS del CENAM con las mismas antenas.
	Razón de Onda Estacionaria de Tensión Eléctrica (VSWR, *Voltage Standing Wave Ratio*) del Sitio	Menor o igual que $6\ dB$, en el intervalo de $1\ GHz\ a\ 18\ GHz$
	Distancia de medición:	$3\ metros$
	Debe validarse de acuerdo con los procedimientos aplicables establecidos en la norma internacional IEC/CISPR 16-1-4:2010 (o la que la sustituya).	
Cámara de temperatura controlada.	Intervalo de temperatura:	$-10\ °C\ a\ +50\ °C$
	Variación en temperatura:	$\pm 1°C.$
Contador de frecuencia	Intervalo de frecuencias de operación	$20\ Hz\ a\ 40\ GHz$
	Sensibilidad	$<\ 25\ mV$ RMS

6.3 CONDICIONES PREVIAS QUE DEBEN DE GUARDAR LOS EQUIPOS

a) Los resultados de las pruebas se presentarán dentro del Reporte de Prueba, tanto en forma tabulada como en forma gráfica mostrando los límites de la especificación, esto último donde sea posible, así mismo los resultados deben acompañarse de su incertidumbre, la cual no debe ser mayor que 3 dB, de lo contrario a la medición debe sumársele la diferencia entre el límite de la incertidumbre y la incertidumbre del Laboratorio.

b) El EBP y el equipo 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

Anteproyecto

manuales de operación. En el caso de que este tiempo no sea especificado, los equipos y el EBP deben de estar encendidos al menos durante 30 minutos antes de realizar las pruebas.

6.3.1 CONFIGURACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PRUEBA.

Para la aplicación de los métodos de prueba de la presente Disposición Técnica pueden emplearse dos configuraciones de medición para:

a) Emisiones conducidas, o

b) Emisiones radiadas.

6.3.1.1 CONFIGURACIÓN PARA MEDICIÓN DE EMISIONES CONDUCIDAS

Los equipos se configuran conforme se indica en la Figura 1, a efecto de utilizar la referida configuración, se requiere que la antena del EBP sea desmontable y que el EBP cuente con un conector externo; en caso de que el EBP no cuente con un conector externo, el solicitante debe entregar al Laboratorio de Prueba las instrucciones correspondientes, así como los medios de conexión para tener acceso a la antena y batería del mismo.

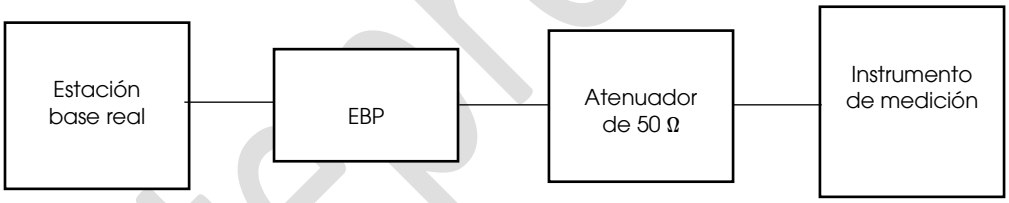

Figura 1. Configuración para medición de emisiones conducidas.

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

Para simplificar el proceso de medición y garantizar la máxima transferencia de potencia, todos los equipos y accesorios que se empleen en la medición tengan una impedancia de entrada y de salida, según corresponda, de 50 Ohms, debe buscarse también que los acoplamientos en la cadena cable-atenuadores-cable-analizador de espectro/medidor de potencia, 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.

Anteproyecto

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

$$[P_{EBP}]_{dBW} = [P_{medida}]_{dBW} + [\alpha_{cables}]_{dB} + [\alpha_{atenuadores}]_{dB} + [L]_{dB} - [\varepsilon]_{dB}$$

Ecuación (1)

Donde:

$[P_{EBP}]_{dBW}$	Potencia de salida del EBP en dBW.
$[P_{medida}]_{dBW}$	Potencia medida en el analizador de espectro/ medidor de potencia de RF en dBW.
$[\alpha_{atenuadores}]_{dB}$	Atenuación del atenuador o atenuadores, en dB.
$[\alpha_{cables}]_{dB}$	Atenuación en los cables, en dB.
$[L]_{dB}$	Pérdidas de acoplamiento y otras pérdidas, en dB. $$L_{dB} = -10\ log_{10}\left[1 - \left(\frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}\right)\right]^2$$ VSWR = Relación de onda estacionaria entre cada uno de los elementos del sistema de medición analizador de espectro/medidor de potencia, cables, atenuadores y EBP.
$[\varepsilon]_{dB}$	Error del analizador de espectro/medidor de potencia de RF, obtenido de su certificado de calibración y cuyo conocimiento y aplicación garantiza la trazabilidad de la medición a los patrones nacionales.

6.3.1.2 CONFIGURACIÓN PARA MEDICIÓN DE EMISIONES RADIADAS

El sitio para la aplicación de los métodos de pruebas de emisiones radiadas debe ser una cámara anecoica, la cual debe poseer las características que aseguren condiciones de espacio libre de reflexiones y bajo condiciones de intervisibilidad a las frecuencias de prueba aquí indicadas. Lo anterior a efecto de asegurar la confiabilidad de las mediciones en las frecuencias a las que se refiere esta Disposición Técnica y que cumplan con la normatividad aplicable.

La configuración para la medición de emisiones radiadas se dispone conforme se indica en la Figura 2. Esta configuración es aplicable en caso de que la antena del EBP no sea desmontable, o que dicho EBP no cuente con un conector y técnicamente sea inviable proporcionar al laboratorio de prueba los medios necesarios para realizar la medición conducida.

Anteproyecto

Para este arreglo (Figura 2) es necesario conectar al analizador de espectro una antena receptora calibrada.

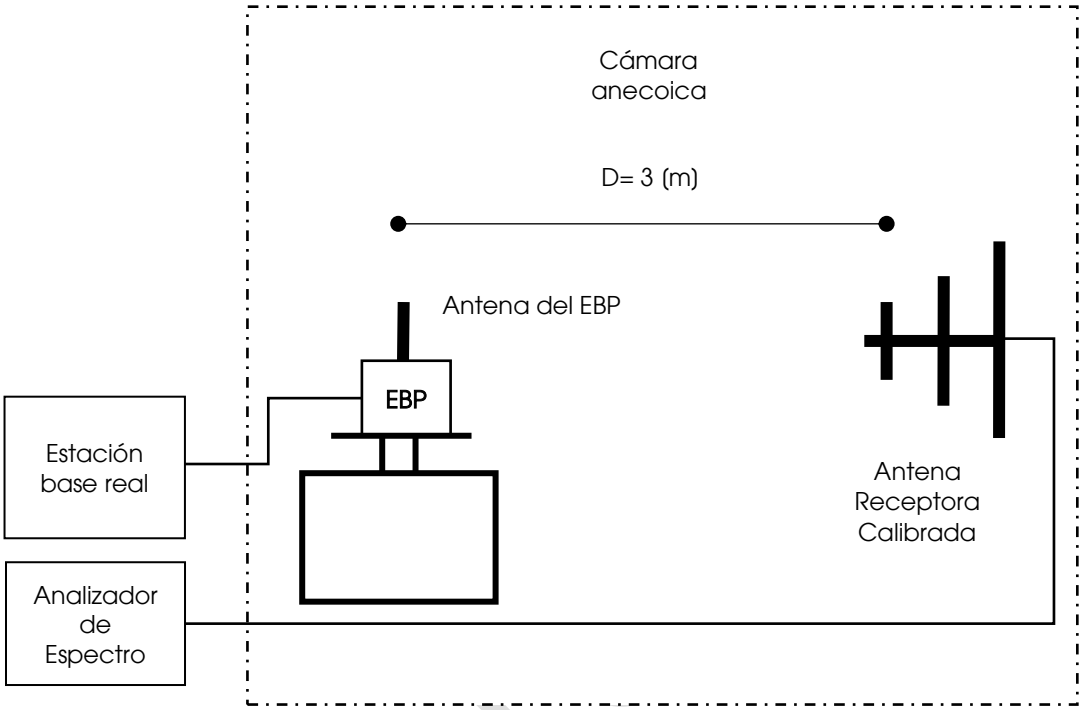

Figura 2. Configuración para medición de emisiones radiadas.

La altura, polarización, distancia (D) en campo lejano (la distancia entre el EBP y la antena de medición (receptora calibrada) debe ser de 3 metros para cumplir con la condición de campo lejano y evitar la región de transición entre campo cercano y campo lejano) y la orientación de las antenas que intervienen en la aplicación de los métodos de prueba de emisiones radiadas deben ser tales que se asegure la máxima transferencia de energía al sistema medidor para que las mediciones sean confiables.

Cuando se use la presente configuración, la determinación de la potencia de salida del EBP debe considerar las pérdidas y ganancias en los elementos de la configuración, de la forma que indica la Ecuación (2):

$$[P_{EBP}]_{dBW} = [P_{medida}]_{dBW} + [\alpha_{cables}]_{dB} + [\alpha_{atenuadores}]_{dB} + [L]_{dB}$$
$$+ [\Gamma_0]_{dB} - [G_{antenaEBP}]_{dB} - [G_{antenaanalizador}]_{dB} - [\varepsilon]_{dB}$$

Ecuación (2)

Donde:

$[P_{EBP}]_{dBW}$	Potencia de salida del EBP en dBW.
$[P_{medida}]_{dBW}$	Potencia medida en el analizador de espectro/ medidor de potencia de RF en dBW.
$[\alpha_{atenuadores}]_{dB}$	Atenuación del atenuador o atenuadores en dB.
$[\alpha_{cables}]_{dB}$	Atenuación en los cables en dB.
$[L]_{dB}$	Pérdidas de acoplamiento y otras pérdidas en dB. $$L_{dB} = -10\ log_{10}\ \left[1 - \left(\frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}\right)\right]^2$$ VSWR = Relación de onda estacionaria entre cada uno de los elementos del sistema de medición, analizador de espectro/medidor de potencia, cables, atenuadores y antena receptora.
$[\Gamma_0]_{dB}$	Atenuación en el espacio libre en dB, calculada de acuerdo a la siguiente expresión: $$[\Gamma_0]_{dB} = 20\ log_{10}\ \left(\frac{4\pi[D]_m}{[\lambda]_m}\right)$$ Para *D* y λ ver la Ecuación (3).
$[G_{antenaEBP}]_{dB}$	Ganancia de la antena del EBP en dB.
$[G_{antenaanalizador}]_{dB}$	Ganancia de la antena receptora calibrada que se conecta al analizador de espectro en dB.
$[\varepsilon]_{dB}$	Error del analizador de espectro obtenido de su certificado de 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 puede hacerse a partir de la medición de la intensidad de campo.

La Ecuación (3) se usa para calcular la potencia de salida del transmisor $[P_T]_w$ a partir de la intensidad de campo $[E]\frac{v}{m}$ medida en el analizador de espectro:

$$[P_T]_W = \frac{\left[[E]\frac{v}{m}\ [D]_m\right]^2}{30[G]}$$

Ecuación (3)

Donde:

Anteproyecto

$[P_T]_W$	Potencia de salida del transmisor en W.
$[E]\frac{v}{m}$	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 corresponda a la antena que se conecta al analizador de espectro -denominada antena receptora calibrada- y puede ser, cualquiera de las siguientes opciones: a) la longitud mayor del elemento 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 correspondientes 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.

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 (4):

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

Ecuación (4)

Donde:

$[P_{EBP}]_{dBW}$	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. $$L_{dB} = -10\, log_{10} \left[1 - \left(\frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}\right)\right]^2$$

Anteproyecto

	VSWR = Relación de onda estacionaria entre cada uno de los elementos del sistema de medición, analizador de espectro, cables, atenuadores y pre-amplificador.
$[G_{pre-amp}]_{dB}$	Ganancia del pre-amplificador de medición en dB del equipo medidor.
$[\varepsilon]_{dB}$	Error del analizador de espectro obtenido en su calibración y cuyo conocimiento y aplicación garantiza la trazabilidad de la medición a los patrones nacionales.

6.4 FRECUENCIA DE OPERACIÓN

Las mediciones se deben efectuar en un sitio de pruebas y en condiciones de operación normalizados.

6.4.1 EQUIPOS DE PRUEBA

1. Analizador de espectro;
2. Cables de conexión/Guías de onda;
3. Atenuador; y/o
4. Acoplador direccional/divisor de potencia.

6.4.2 CONFIGURACIÓN DE PRUEBA

1. Armar la configuración de prueba de acuerdo a lo siguiente:

   a) Configuración para medición de emisiones conducidas (Figura 1), si la antena puede desconectarse del EBP; en el caso de que la antena esté integrada al EBP y no se tenga la posibilidad de desconectarla, el solicitante debe proporcionar al Laboratorio de prueba los medios necesarios para realizar la medición conducida en un sistema de 50 Ohms, o
   b) Configuración para medición de emisiones radiadas (Figura 2), de estar la antena integrada al EBP y técnicamente sea inviable proporcionar al Laboratorio de prueba los medios necesarios para realizar la medición conducida.

2. Las mediciones deben efectuarse en un sitio de pruebas y en condiciones normalizadas de acuerdo con la Tabla 6.

Anteproyecto

6.4.3 PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS.

1. Para emisiones **conducidas**: conectar el puerto de salida del transmisor a:

   a) El analizador de espectro mediante un atenuador; o
   b) A una carga artificial mediante un acoplador direccional al cual se conecta el analizador de espectro, o
   c) A la estación base real, mediante un divisor de potencia o acoplador direccional, al cual se conecta el analizador de espectro, esto en caso de que el EBP requiera, para su operación, el establecer un enlace de comunicación con la estación base real.

2. Establecer las siguientes condiciones en el EBP:

   a) Poner a transmitir el EBP con una señal modulada;
   b) Seleccionar el nivel máximo de transmisión de potencia; y
   c) Configurar de tal manera que se utilicen los canales bajo y alto correspondientes a la banda de frecuencia de operación de transmisión, no necesariamente de manera simultánea.

3. Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro:

   a) Intervalo de frecuencias (*span*) = con una anchura suficiente para capturar la banda de frecuencias en que nominalmente puede funcionar el EBP.
   b) Anchura de banda del filtro de resolución (RBW) = 30 kHz
   c) Anchura de banda de video (VBW) > RBW
   d) Tiempo de barrido (*sweep time*) = auto
   e) Detector (*detector function*) = pico
   f) Traza (*trace*) = retención máxima de imagen (*max hold*).

4. Medir en el analizador de espectro la emisión, de acuerdo a lo siguiente:

   a) Permitir que la traza se estabilice y a ésta sumar las pérdidas y ganancias de la cadena de la configuración de prueba mediante la Ecuación (1) para la configuración de emisiones conducidas o Ecuación (2) para la configuración de emisiones radiadas.
   b) 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 (es decir -35 dBc, si es medido con un ancho de banda del filtro de resolución de 30 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.

Anteproyecto

NOTA – Para calcular el nivel equivalente a -80 dBm/Hz con un ancho de banda del filtro de resolución diferente a 30 kHz, se utiliza la formula siguiente: **dBc= (dBm/Hz) +10 $\log_{10}$(AB_{Hz})**, en donde AB_{Hz} es la anchura de banda, en Hz y el resultado es en dBc.

c) Registrar la medición obtenida en el inciso b) en MHz,

5. Imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas.
6. Para Verificar que los resultados de los extremos bajo y alto de la banda de frecuencias referido en 2-c) cumplan con lo especificado en 5.1.

6.5 EMISIONES NO DESEADAS

Las mediciones se deben efectuar en un sitio de pruebas y en condiciones normalizadas.

6.5.1 EMISIONES FUERA DE BANDA

En la Figura 3 se aprecian los límites de emisiones fuera de banda de la Tabla 1, donde f_0, en MHz, es la frecuencia nominal de la portadora; los niveles para f_1 a f_6 en dBc (representados en la Figura 3 con la letra A a la F), son los límites máximos permitidos establecidos por el contorno de las emisiones fuera de banda de los EBP para cada valor de separación entre canales. Las mediciones del contorno deben realizarse en el canal bajo, medio y alto del EBP.

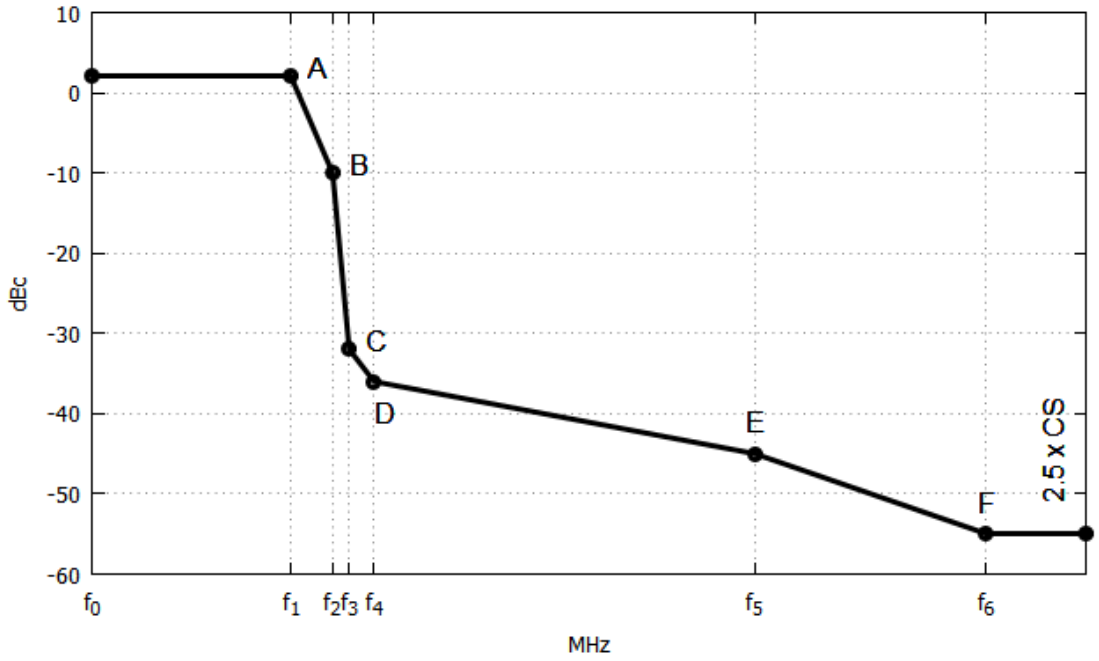

Figura 3. Contorno de las emisiones fuera de banda.

6.5.1.1 EQUIPOS DE PRUEBA.

1. Analizador de espectro;
2. Cables de conexión;
3. Atenuador; y/o
4. Acoplador direccional/divisor de potencia.

6.5.1.2 CONFIGURACIÓN DE PRUEBA

Armar la configuración de prueba de acuerdo a lo siguiente,

a) Configuración para medición de emisiones conducidas (Figura 1), si la antena puede desconectarse del EBP; en el caso de que la antena esté integrada al EBP y no se tenga la posibilidad de desconectarla, el solicitante debe proporcionar al laboratorio de prueba los medios necesarios para realizar la medición conducida en un sistema de 50 Ohms, o
b) Configuración para medición de emisiones radiadas (Figura 2), de estar la antena integrada al EBP y técnicamente sea inviable proporcionar al laboratorio de prueba los medios necesarios para realizar la medición conducida.

6.5.1.3 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

1. Para emisiones conducidas: conectar el puerto de salida del transmisor a:

   a) El analizador de espectro mediante un atenuador, o
   b) A una carga artificial mediante un acoplador direccional al cual se conecta el analizador de espectro, o
   c) A la estación base real, mediante un divisor de potencia o acoplador direccional, al cual se conecta el analizador de espectro, esto en caso de que el EBP requiera, para su operación, el establecer un enlace de comunicación con la estación base real.

2. Configurar el analizador de espectro con los parámetros mostrados en la Tabla 6:

Tabla 6. Configuración del analizador de espectro para la medición de la máscara del espectro en potencia de RF.

Separación entre canales (MHz)	28/30	56/60
Frecuencia central	Véanse las frecuencias de transmisión del numeral 5.1	

Anteproyecto

Ancho de barrido (*span*) (MHz)	Nota 1	Nota 1
Tiempo de barrido (*swept time*)	Auto	Auto
Ancho de banda del filtro de resolución (RBW) en kHz	10	10
Ancho de banda de Video (VBW) en kHz	10	10
Detector	RMS	RMS
Traza	Promedio (*average*)	Promedio (*average*)

NOTAS:

NOTA 1: 5 x separación entre canales < Intervalo de frecuencia (*span*) < 7 x separación entre canales

NOTA 2: La configuración del analizador de espectro para la medición del espectro en potencia para terminales con modulación digital depende de la duración de la ráfaga. Para una ráfaga de con duración de ≈ 50 μs, la configuración recomendada para el ancho de banda del filtro de resolución es ≈ 30 kHz y para el ancho de banda de Video ≈ 10 kHz. Para otras duraciones, la configuración que se recomienda es:

- ancho de banda del filtro de resolución (RBW) ≈ 10 kHz x (50 μs/ (duración del pulso en μs))
- ancho de banda de Video (VBW) ≈ 10 kHz x (50 μs/ (duración del pulso en μs))

3. Establecer las siguientes condiciones en el EBP:

   a) Poner a transmitir el EBP con una señal de modulación digital a la capacidad de trasmisión de 32 o 64 Mbit/s.
   b) Seleccionar el nivel máximo de trasmisión de potencia para los canales bajo, medio y alto de la banda de frecuencia de operación.

4. Medir en el analizador de espectro la emisión, de acuerdo a lo siguiente:

   a) Permitir que la traza se estabilice y ubicar el marcador de acuerdo a la Tabla 1 del numeral 5.2.1, en el espectro de la emisión desplegada; la frecuencia central del filtro se escalonará en pasos continuos de acuerdo con la información proporcionada en la misma Tabla.
   b) Utilizar la función Marcador (*Marker*) para medir el nivel "A" en dBm en la frecuencia nominal de la portadora, f_0 (MHz) y a ésta sumar las pérdidas y ganancias de la cadena de la configuración de prueba mediante la Ecuación (1) para la configuración de emisiones conducidas o Ecuación (2) para la configuración de emisiones radiadas.
   c) En este punto, establecer a cero la función Marcador-Delta, procediendo entonces a mover el marcador a la izquierda para encontrar los intervalos

Anteproyecto

"A" a "B", "B" a "C" y "C" a "D" y demás intervalos, es decir, Δf_{OOB} en el espectro de la emisión.

d) Registrar la máxima lectura en amplitud en dBm, y a ésta sumar las pérdidas y ganancias de la cadena de la configuración de prueba mediante la Ecuación (1) para la configuración de emisiones conducidas o Ecuación (2) para la configuración de emisiones radiadas, así como la correspondiente frecuencia en MHz para cada intervalo "A" a "B", "B" a "C" y "C" a "D" y demás intervalos, es decir, Δf_{OOB} en el espectro de la emisión, para cada paso utilizar el valor correspondiente del ancho de banda del filtro de resolución (RBW) de acuerdo con la Tabla 1. Posteriormente repetir los pasos del inciso c) y d) pero ahora para el lado derecho.

5. Imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas.
6. La máscara de las emisiones fuera de banda para la banda de operación debe cumplir con la establecida en la Tabla 1 del numeral 5.2.1., esto es, observar que no existan emisiones fuera de banda que afecten los servicios adyacentes.

6.5.2 EMISIONES NO ESENCIALES

Las mediciones se efectúan utilizando un acoplador direccional con capacidad para manejar la potencia de la emisión fundamental. La impedancia de este acoplador se debe adaptar a la impedancia del transmisor en la frecuencia fundamental.

6.5.2.1 EQUIPOS DE PRUEBA

1. Analizador de espectro;
2. Cables de conexión/Guías de onda;
3. Atenuador; y/o
4. Acoplador direccional/divisor de potencia.

6.5.2.2 CONFIGURACIÓN DE PRUEBA

Armar la configuración de prueba de acuerdo a lo siguiente:

a) Configuración para medición de emisiones conducidas (Figura 4), si la antena puede desconectarse del EBP; en el caso de que la antena esté integrada al EBP y no se tenga la posibilidad de desconectarla, el solicitante debe proporcionar al laboratorio de prueba los medios necesarios para realizar la medición conducida en un sistema de 50 Ohms, o

Anteproyecto

b) Configuración para medición de emisiones radiadas (Figura 2), de estar la antena integrada al EBP y técnicamente sea inviable proporcionar al laboratorio de prueba los medios necesarios para realizar la medición conducida.

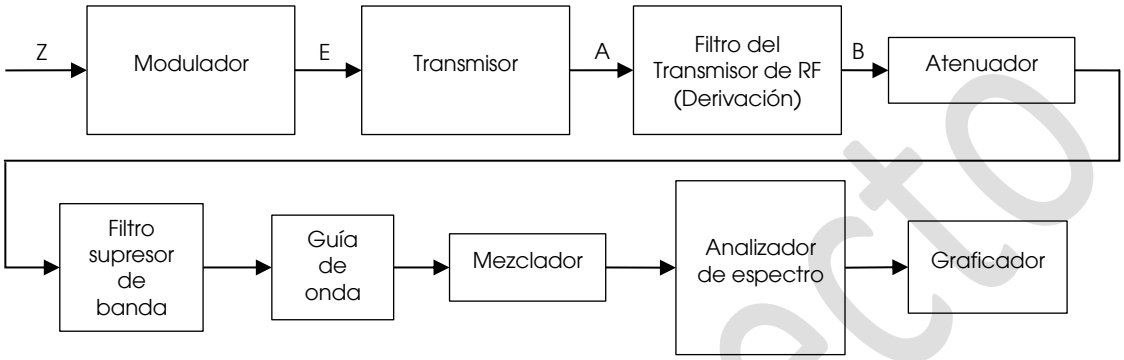

Figura 4. Configuración de prueba para emisiones no esenciales conducidas en el puerto de la antena.

Las mediciones deben efectuarse en un sitio de pruebas y en condiciones normalizadas de acuerdo con la Tabla 4.

6.5.2.3 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

1. Para emisiones conducidas: conectar el puerto de salida del transmisor a:

   a) El analizador de espectro mediante un atenuador, o
   b) A una carga artificial mediante un acoplador direccional al cual se conecta el analizador de espectro, o
   c) A la estación base real, mediante un divisor de potencia o acoplador direccional, al cual se conecta el analizador de espectro, esto en caso de que el EBP requiera, para su operación, el establecer un enlace de comunicación con la estación base real.

   NOTA: Debido a los niveles bajos de señal de RF y a la modulación de banda ancha utilizados en este tipo de EBPs, las mediciones de emisiones radiadas de la potencia de RF son imprecisas comparadas con las mediciones conducidas. Por lo tanto en aquellos casos en que los equipos tengan una antena integrada y no se tenga la posibilidad de desconectarla, el solicitante debe proporcionar al laboratorio de prueba los medios necesarios para realizar le medición conducida en un sistema de 50 Ω.

2. Establecer las siguientes condiciones en el EBP:

   a) Poner a transmitir el EBP con una señal modulada.

Anteproyecto

b) Seleccionar el nivel máximo de transmisión de potencia

3. Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro:

   a) Intervalo de frecuencias (*span*) = el establecido en la Tabla 2.
   b) Anchura de banda del filtro de resolución (RBW)
      i. Para el intervalo de 30 MHz a 1 GHz: RBW = 100 kHz
      ii. Para frecuencias mayores que 1 GHz: RBW = 1 MHz
   c) Anchura de banda de video (VBW) > RBW
   d) Tiempo de barrido (*sweep time*) = auto
   e) Detector (*detector function*)
      i. Para el intervalo de 30 MHz a 1 GHz: Detector = Pico
      ii. Para frecuencias mayores que 1 GHz: Detector = RMS

   f) Traza (*trace*) = retención máxima de imagen (*max hold*).

4. Medir en el analizador de espectro la emisión, de acuerdo a lo siguiente:
   a) Permitir que la traza se estabilice y a ésta sumar las pérdidas y ganancias de la cadena de la configuración de prueba mediante la Ecuación (1) para la configuración de emisiones conducidas o Ecuación (2) para la configuración de emisiones radiadas.
   b) Con la función Marcador (*Marker*) medir los picos más altos de las emisiones respecto del límite especificado en el numeral 5.2.2, que corresponden a las emisiones no esenciales.
   c) Registrar las mediciones en b) en MHz.

5. Imprimir la gráfica correspondiente y anexar al reporte de pruebas.
6. Verificar que el resultado cumpla con lo especificado en el numeral 5.2.2.

Los resultados de esta prueba deben cumplir con lo especificado en el numeral 5.2.

6.6 POTENCIA MEDIA

Las mediciones se deben efectuar en un sitio de pruebas y condiciones de operación normalizadas.

6.6.1 EQUIPOS DE PRUEBA

1. Medidor de potencia promedio,
2. Cables de conexión/Guías de onda;
3. Atenuador; y/o
4. Acoplador direccional/divisor de potencia.

Anteproyecto

6.6.2 CONFIGURACIÓN DE PRUEBA

Armar la configuración de prueba de acuerdo a lo siguiente:

a) Configuración para medición de emisiones conducidas (Figura 5), si la antena puede desconectarse del EBP; en el caso de que la antena esté integrada al EBP y no se tenga la posibilidad de desconectarla, el solicitante debe proporcionar al laboratorio de prueba los medios necesarios para realizar la medición conducida en un sistema de 50 Ohms, o

b) Configuración para medición de emisiones radiadas (Figura 2), de estar la antena integrada al EBP y técnicamente sea inviable proporcionar al laboratorio de prueba los medios necesarios para realizar la medición conducida.

Figura 5. Configuración de prueba conducida para la potencia máxima de RF.

6.6.3 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

1. Para emisiones conducidas: conectar el puerto de salida del transmisor a:

    a. El medidor de potencia mediante un atenuador, o
    b. A una carga artificial mediante un acoplador direccional al cual se conecta al medidor de potencia, o
    c. A la estación base real, mediante un divisor de potencia o acoplador direccional, al cual se conecta al medidor de potencia, esto en caso de que el EBP requiera, para su operación, el establecer un enlace de comunicación con la estación base real.

2. Establecer las siguientes condiciones en el EBP:

    a. Poner a transmitir el EBP con una señal modulada.
    b. Seleccionar el nivel máximo de transmisión de potencia (incluyendo ATCP/RTCP, etc.) o el peor caso (declarado por el fabricante)

3. Medir la potencia máxima en tres frecuencias: central, máxima y mínima del rango disponible de frecuencias.

Anteproyecto

4. Registrar la potencia medida (P_m) en dBm y a ésta sumar las pérdidas y ganancias de la cadena de la configuración de prueba mediante la Ecuación (1) para la configuración de emisiones conducidas o Ecuación (2) para la configuración de emisiones radiadas.
5. Verificar que el resultado de la potencia máxima cumpla con lo especificado en el numeral 5.3.

6.7 TOLERANCIA DE FRECUENCIA

6.7.1 EQUIPO DE PRUEBA

1) Contador de frecuencia capaz de medir señales moduladas, o
2) Analizador de espectro con una referencia de frecuencia precisa (se recomiendan dos órdenes de magnitud mayores que el límite permitido);
3) Cables de conexión/Guías de onda;
4) Atenuador;
5) Acoplador direccional/divisor de potencia.

6.7.2 CONFIGURACIÓN DE PRUEBA

Armar la configuración de prueba de acuerdo a lo siguiente:

a) Configuración para medición de emisiones conducidas (Figura 6), si la antena puede desconectarse del EBP; en el caso de que la antena esté integrada al EBP y no se tenga la posibilidad de desconectarla, el solicitante debe proporcionar al laboratorio de prueba los medios necesarios para realizar la medición conducida en un sistema de 50 Ohms, o

b) Configuración para medición de emisiones radiadas (Figura 2), de estar la antena integrada al EBP y técnicamente sea inviable proporcionar al laboratorio de prueba los medios necesarios para realizar la medición conducida.

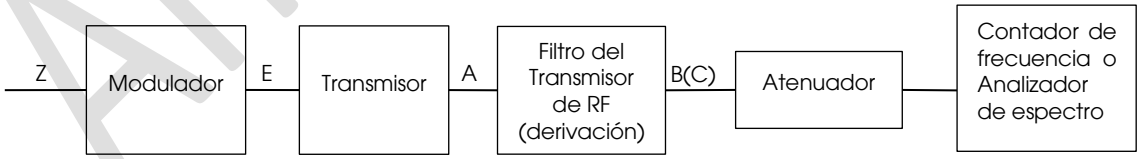

Figura 6. Configuración de prueba para la exactitud en frecuencia.

Anteproyecto

6.7.3 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

1. Para emisiones **conducidas**: coloque el EBP en el interior y en el centro de la cámara de temperatura controlada de acuerdo con la Figura 7 y conectar el puerto de salida del transmisor a:

    a. El contador de frecuencia/analizador de espectro mediante un atenuador, o a una carga artificial mediante un acoplador direccional al cual se conecta al contador de frecuencia/analizador de espectro, o
    b. A la estación base real, mediante un divisor de potencia o acoplador direccional, al cual se conecta al contador de frecuencia/analizador de espectro, esto en caso de que el EBP requiera, para su operación, el establecer un enlace de comunicación con la estación base real.

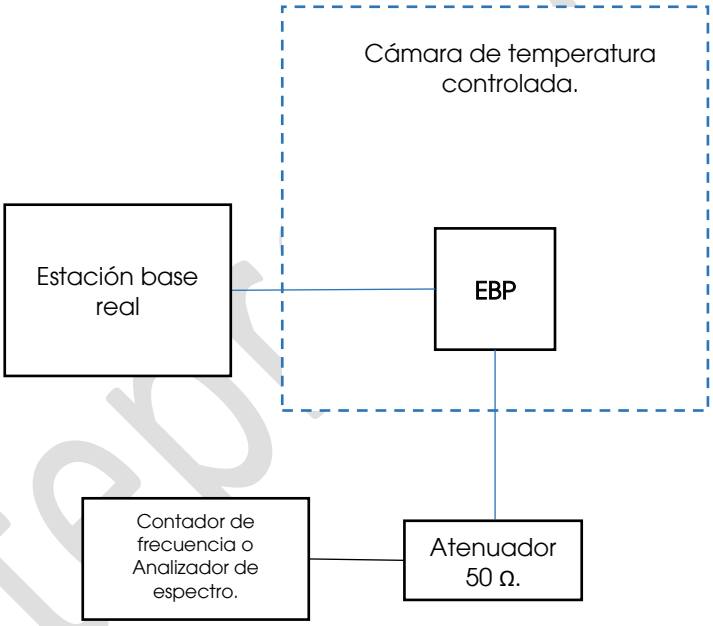

Figura 7. Conexión típica de la instrumentación y EBP para la prueba de Tolerancia en frecuencia

2. Establecer las siguientes condiciones en el EBP:

    a) Alimentar con la tensión nominal de alimentación primaria.
    b) Poner a transmitir el EBP con una señal sin modular.
    c) Seleccionar el nivel máximo de transmisión de potencia

3. Medir la desviación de frecuencia de operación en el EBP
    a) Con contador de frecuencia:

i. Configurar la cámara de temperatura controlada de -20°C, a +15°C y después a +55°C y permitir que la temperatura se estabilice en cada paso.
ii. Medir en tres canales: central, máximo y mínimo del rango disponible de frecuencias; registrando en cada canal la desviación máxima en frecuencia Δf y la Tolerancia de Frecuencia ppm. para cada temperatura.

b) Con analizador de espectro:
i. Establecer las siguientes condiciones en el analizador de espectro:
- Frecuencia central (*center frecuency*) = frecuencia central esperada del EBP, sin modulación.
- Intervalo de frecuencia (*span*) = Ajustar al intervalo de frecuencia bajo análisis.
- Ancho de banda del filtro de resolución (RBW) = Ajustar al intervalo de frecuencia bajo análisis.
- Ancho de banda de video (VBW) > RBW.
- Tiempo de barrido (*sweep time*) = Auto.
- Detector (*detector function*) = Pico/RMS.
- Traza (*trace*): Retención de imagen: Promedio (*average*)/*max_hold*.

ii. Configurar la cámara de temperatura controlada de -20°C, a +15°C y después a +55°C y permitir que la temperatura se estabilice en cada paso.
iii. Medir en tres canales: central, bajo y alto del rango disponible de frecuencias;
iv. Permitir que la traza se estabilice; colocar el marcador en el pico del espectro de la emisión, la cual corresponde a la frecuencia central esperada (dentro del rango disponible de frecuencias).
v. Utilizar en el analizador de espectro la función Marcador-Delta (*Marker-Delta*) para medir la frecuencia central esperada.
vi. Establecer a cero la función *Marker Delta,* después mover el marcador delta al pico del espectro de la emisión.
vii. Registrar la lectura de la función *Marker-Delta* como Δf, que corresponde a la diferencia entre la portadora modulada de RF transmitida por el EBP y la frecuencia asignada.
viii. La tolerancia de frecuencia es igual a la desviación máxima en frecuencia Δf, dividida entre la frecuencia central del canal correspondiente y multiplicanda este cociente por 1×10^6.

$$ppm = [\Delta f / f_{central}] * 1 \times 10^6 \qquad \textit{Ecuación (5)}$$

ix. Registrando en cada canal la desviación máxima en frecuencia Δf y la Tolerancia de Frecuencia ppm. para cada temperatura.

Anteproyecto

x. Imprimir las gráficas correspondientes y adicionarlas al reporte de pruebas.

4. Registrar la desviación de frecuencia en ppm. en el reporte de pruebas.
5. Verificar que el resultado de la tolerancia de frecuencia cumpla con lo especificado en el numeral 5.4.

7. BIBLIOGRAFÍA

(1) Reglamento de Radiocomunicaciones, elaborado por la Secretaría General de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Ed. 2016.

(2) Recomendación ITU-R F.385-10 (2012) Disposición de radiocanales para sistemas de relevadores radioeléctricos que funcionan en la banda de 7 GHz.

(3) Recomendación ITU-R F.636-4 (2012) Disposición de radiocanales para sistemas de relevadores radioeléctricos que funcionan en la banda de 15 GHz.

(4) Recomendación ITU-R F.637-4 (2012) Disposición de radiocanales para sistemas de radioenlaces que funcionan en la banda de 23 GHz.

(5) Recomendación ITU-R F.749-3 (2012) Disposición de radiocanales para sistemas de relevadores radioeléctricos que funcionan en la banda de 38 GHz.

(6) Recomendación ITU-R F.1191-3 (2011) Anchuras de banda necesarias y ocupadas y emisiones no deseadas de los sistemas digitales del servicio fijo.

(7) Recomendación ITU-R SM.328-11 (2012). Espectros y anchuras de bandas de las emisiones no esenciales.

(8) Recomendación ITU-R SM.329-12 (2012). Emisiones no esenciales.

(9) Recomendación ITU-R SM.1045-1 (1997). Tolerancia de frecuencia en los transmisores.

(10) Recomendación V.574-5 (2015). Uso del decibelio y neperio en Telecomunicaciones.

(11) IEC/CISPR 16-1-4:2010. *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Radiated disturbances.*

(12) ETSI EN 301 126-2-3 V1.2.1. *Fixed Radio Systems; Conformance testing; Part 2-3: Point-to-Multipoint equipment; Test procedures for TDMA systems. Nov 2004.*

(13) *ETSI EN 300 636 V1.3.1. Fixed Radio Systems; Point-to-multipoint equipment; Time Division Multiple Access (TDMA); Point-to-multipoint digital radio systems in frequency bands in the range 1 GHz to 3 GHz*. Feb 2001

(14) ETSI EN 301 390 V1.3.1. *Fixed Radio Systems; Point-to-point and Multipoint Systems; Unwanted emissions in the spurious domain and receiver immunity limits at equipment/antenna port of Digital Fixed Radio Systems.* Aug 2013.

(15) ETSI EN 302 217-2 V3.1.1. *Fixed Radio Systems; Characteristics and requirements for point-to-point equipment and antennas; Part 2: Digital systems operating in frequency bands from 1 GHz to 86 GHz; Harmonized Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU*. May 2017.

Anteproyecto

(16) CEPT/ERC Recommendation 74-01. *Unwanted Emissions in the Spurious Domain. European Radiocommunications Committee within the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT)*. Oct 2005

8. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Los parámetros establecidos en esta Disposición Técnica concuerdan parcialmente con los indicados en las recomendaciones de la UIT, IEC y ETSI mencionadas en el capítulo 7.

9. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

La Evaluación de la Conformidad de la presente Disposición Técnica se realizará en los términos siguientes:

I. Los equipos de microondas para sistemas fijo multicanal punto a punto y punto a multipunto, para la prestación de servicios de telecomunicaciones o de radiodifusión, deben cumplir con lo establecido en la presente Disposición Técnica.

II. La evaluación de la conformidad de la presente Disposición Técnica se realizará en los términos de la LFTR, en lo aplicable del Procedimiento de Evaluación de la Conformidad en materia de Telecomunicaciones y Radiodifusión vigente y de las disposiciones que al efecto emita el Instituto.

III. El Instituto otorgará el Certificado de Homologación al solicitante, una vez que éste anexe en su solicitud de Homologación el Certificado de Conformidad y el pago de derechos correspondientes, en un plazo no mayor a veinte días hábiles contados a partir de la fecha de recepción de la solicitud del Certificado de Homologación.

IV. La interpretación, actualización o modificación del presente ordenamiento, así como la atención y resolución de los casos no previstos en el mismo, corresponderán al Instituto

10. VERIFICACIÓN Y VIGILANCIA DE CUMPLIMIENTO

Corresponde al Instituto en el ámbito de su competencia, la verificación y vigilancia del cumplimiento de la presente Disposición Técnica, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables.

Los equipos de radiocomunicaciones certificados conforme a la presente DT estarán sujetos a vigilancia del cumplimiento de la certificación, por parte del Organismo de Certificación que expidió dicho certificado, 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.

Anteproyecto

Las referidas visitas de Vigilancia del cumplimiento de la certificación se deberán realizar en los términos establecidos en el Procedimiento de Evaluación de la Conformidad en materia de Telecomunicaciones y Radiodifusión vigente y, de las disposiciones que al efecto emita el Instituto.

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 exhibir dicho número en el producto mismo, deberá hacerse en su envase, embalaje, etiqueta, envoltura, hoja viajera, registro electrónico interno o manual de usuario.

12. DISPOSICIONES TRANSITORIAS

PRIMERO. – La presente Disposición Técnica entrará en vigor treinta días naturales contados a partir de su publicación el Diario Oficial de la Federación, sin perjuicio de lo dispuesto en los transitorios siguientes.

SEGUNDO. - Los Certificados de Conformidad y Homologación emitidos conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-088/2-SCT1-2002 "Telecomunicaciones-Radiocomunicación - Equipos de microondas para sistemas fijo multicanal punto a punto y punto a multipunto - Parte II: Transporte", mantendrán su vigencia hasta el término señalado en ellos, y no estarán sujetos a seguimiento. Dichos certificados no podrán ampliarse o utilizarse para equipos de la misma familia a partir de la entrada en vigor de la presente Disposición Técnica IFT-014-2018 Parte 2.

TERCERO. - Los Organismos de Certificación y Laboratorios de Prueba podrán llevar a cabo la evaluación de la conformidad, siempre y cuando se encuentren en condiciones de realizarla conforme a lo dispuesto en la presente Disposición Técnica, requiriendo de la acreditación respectiva por un Organismo de Acreditación autorizado por el Instituto y de la autorización respectiva del mismo Instituto en un plazo no mayor a 180 días naturales a partir de la entrada en vigor de la presente disposición.

En tanto lo anterior ocurra, el solicitante del Certificado de Conformidad deberá entregar una memoria técnica firmada por un perito en telecomunicaciones acreditado por el Instituto al Organismo de Certificación, indicando que documentalmente los equipos cumplen con lo dispuesto en la presente Disposición Técnica. Lo anterior, a

Anteproyecto

efectos que el citado organismo expida el correspondiente certificado. Dicho certificado tendrá validez por un año.

CUARTO. - La presente Disposición Técnica IFT-014-2018: EQUIPOS DE MICROONDAS PARA SISTEMAS FIJO MULTICANAL PUNTO A PUNTO Y PUNTO A MULTIPUNTO. PARTE 2: TRANSPORTE, será revisada por el Instituto al menos a los cinco años contados a partir de su entrada en vigor. Lo anterior, de ninguna manera limita las atribuciones del Instituto para realizar dicha revisión en cualquier momento, dentro del periodo establecido.

QUINTO. - En tanto el Instituto expida el procedimiento de homologación de productos de telecomunicaciones o radiodifusión correspondiente, el costo de la expedición del Certificado de Homologación será el correspondiente al establecido en el artículo 174-J, fracciones I o II, según corresponda, de la Ley Federal de Derechos.

Anteproyecto