



Ente Nacional de Comunicaciones

Norma Técnica ENACOM-Q2-60.16 V17.1

SISTEMAS MULTICANALES DIGITALES (MXD)

Capítulo I: Definiciones y Requisitos.

1. Objetivo.

Especificar las condiciones mínimas necesarias, que deben cumplir los equipos pertenecientes a los Sistemas Multicanales Digitales, que favorezcan el uso eficaz y eficiente del espectro radioeléctrico.

Establecer los métodos de ensayos para ser utilizados por los laboratorios en la comprobación de las especificaciones.

2. Alcance.

Esta norma se aplicará a los equipos transceptores pertenecientes a los *Sistemas Multicanales Digitales (MXD)*

3. Definición de términos y abreviaturas.

Se adoptan las siguientes definiciones y abreviaturas, al solo efecto de este documento.

3.1. Definiciones.

Sistemas Multicanales Digitales (MXD): sistemas de enlaces radioeléctricos que transmiten y reciben simultáneamente dos o más canales de información que, distribuidos en una banda base de frecuencias común según distintas técnicas de multiplexación, modulan en amplitud, fase o frecuencia a una señal portadora determinada.

Unidad Exterior (Outdoor Unit u ODU): componente de un transceptor de radiofrecuencia que se instala a la intemperie. Por lo general, es el encargado de adecuar la información distribuida en una banda base de frecuencias a los niveles de potencia y frecuencia adecuada para la transmisión.

Unidad Interior (Indoor Unit o IDU): componente de un transceptor de radiofrecuencia que se instala bajo condiciones ambientales controladas. Por lo general, es el encargado de administrar la lógica del enlace, la alimentación y distribuir en una banda base de frecuencias la información a transmitir por la *Unidad Exterior*.



Ente Nacional de Comunicaciones

3.2. Abreviaturas.

AE	Analizador de Espectro
EBP	Equipo Bajo Prueba
ENACOM	Ente Nacional de Comunicaciones
ETSI	Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones
IDU	Indoor Unit – Unidad Interior
MXD	Sistemas Multicanales Digitales
ODU	Outdoor Unit – Unidad Exterior
RF	Radiofrecuencia
RAMATEL	Registro de Actividades y Materiales de Telecomunicaciones
Rx	Recepción
Tx	Transmisión

4. Preparación del Equipo Bajo Prueba (EBP).

- 4.1.** El solicitante proveerá al laboratorio al menos una muestra representativa, en cuanto a su funcionamiento, del modelo de producción. La misma constituirá, a los fines de este documento, el *Equipo Bajo Prueba (EBP)*. Los equipos conformados por un equipo interior (*IDU*) y por un equipo exterior (*ODU*) serán considerados como *Equipo Bajo Prueba (EBP)* en su conjunto.
- 4.2.** El solicitante facilitará al laboratorio de un equipo, contraparte al *EBP*, que permita el establecimiento de un enlace radioeléctrico completo.
- 4.3.** El *EBP* estará identificado con su correspondiente marca, modelo, país de origen y número de serie. En caso de prototipos, el solicitante deberá identificarlos individualmente de manera que puedan ser fácilmente distinguidos.
- 4.4.** Se presentará acompañado de las especificaciones técnicas (con sus respectivas tolerancias) de todos los parámetros indicados a verificar por la presente norma.
- 4.5.** Se presentará acompañado de la documentación técnica necesaria para permitir el funcionamiento establecido en los métodos de ensayos.
- 4.6.** Deberá poder ensayarse en al menos un canal radioeléctrico perteneciente a la canalización vigente.
- 4.7.** Ante la necesidad de uso de adaptadores, conectores, cables o kits de medición especiales, estos serán facilitados por el solicitante.
- 4.8.** Deberá contar con las facilidades de configuración (software, firmware, etc.) que permitan el funcionamiento establecido en los métodos de ensayos.
- 4.9.** Deberá contar con la posibilidad de anular la modulación para transmitir señales portadoras.



Ente Nacional de Comunicaciones

4.10. Si el equipo *MXD* presenta cualquier automatismo u otra característica particular que impida el normal registro por parte del instrumental del laboratorio de los valores medidos (por ejemplo: control automático de potencia, control automático de modulación, etc.), el *EBP* debe ser acompañado por un software de prueba adecuado que permita su ensayo bajo las condiciones establecidas en esta norma.

4.11. Durante las mediciones no podrá, bajo ningún aspecto, modificarse el hardware del *EBP*. Para la confección del informe se utilizarán solo la/s muestra/s seleccionada/s, no pudiéndose cambiar ninguna de ellas hasta la finalización de las verificaciones.

4.12. El *ENACOM* se reserva el derecho de solicitar documentación técnica, muestras y/o nuevos ensayos sobre el producto homologado en cualquier momento durante la vigencia de la inscripción en el *RAMATEL*.

5. Requisitos técnicos.

5.1. Generales.

Los equipos conformados por una *Unidad Interior (IDU)* y por una *Unidad Exterior (ODU)* serán considerados objeto de homologación en su conjunto.

El modelo de equipo homologado deberá cumplir con las especificaciones técnicas declaradas por el fabricante para todas las condiciones de funcionamiento en las que se prevé su comercialización, más allá de las condiciones en las que fuese ensayado.

Si alguna de las especificaciones declaradas (como por ejemplo *Potencia, Banda de Frecuencias de Trabajo, separación Tx/Rx*, etc.) requiere para su configuración de alguna modificación de hardware sobre el equipo, dicha modificación significará, a los fines de la homologación, un cambio en el *modelo* a registrar, por lo que será necesario realizar inscripciones separadas.

Aquellos equipos que, englobados bajo un mismo modelo comercial, cubran la extensión de una *Banda de Frecuencias* sub-dividiéndola a través del uso de distintas *Unidades Exteriores (ODU)*, podrán ser homologados mediante la verificación de cualquiera de estas *Unidades Exteriores* si las mismas cuentan con idénticas especificaciones técnicas, exceptuando los rangos de sintonía de frecuencia inicial y final. Diferencias en cualquier otra especificación, más allá del rango de sintonía, implicará un cambio en el modelo a registrar por lo que será necesario realizar inscripciones separadas.

Para la comprobación de las especificaciones se realizarán ensayos exclusivamente conducidos.



Ente Nacional de Comunicaciones

5.2. Especificaciones a verificar.

Para el cumplimiento de la presente normativa, los equipos *MXD* deberán cumplir las especificaciones detalladas en las secciones siguientes.

5.2.1. Especificaciones en Modo Transmisor.

5.2.1.1. Potencia de salida de radiofrecuencia.

El nivel de potencia media de salida en el terminal de antena deberá respetar el valor declarado por el fabricante.

En caso de no especificar tolerancias, se consideran como límite de conformidad los siguientes valores:

- Para equipos operando en bandas inferiores a 3 GHz +2/-1 dB
- Para equipos operando en bandas desde 3 GHz a 30 GHz ±2 dB
- Para equipos operando en bandas superiores a 30 GHz ±3 dB

5.2.1.2. Anchura de banda ocupada.

Se determinará, mediante medición, la anchura de la banda de frecuencias tal que, por debajo de su frecuencia límite inferior y por encima de su frecuencia límite superior, se emitan potencias medias iguales cada una al 0,5 % de la potencia media total de una emisión dada. El valor obtenido deberá ser menor o igual a la anchura de banda del canal definido por la canalización empleada por el equipo.

5.2.1.3. Emisiones no deseadas.

Las emisiones no deseadas están divididas en "Emisiones Fuera de Banda" y "Emisiones Espurias".

5.2.1.3.1. Emisiones fuera de banda.

Las emisiones fuera de banda son las emisiones inmediatas fuera de la anchura de banda del canal de transmisión, y son resultantes del proceso de modulación y de la no linealidad del transmisor, pero excluyen las emisiones espurias.

Están definidas por una máscara de transmisión (bajo normas ETSI o similar), la cual deberá ser especificada por el fabricante. Se deberá verificar que el *EBP* no exceda los valores definidos por dicha máscara.



Ente Nacional de Comunicaciones

5.2.1.3.2 Emisiones espurias.

Las emisiones espurias son las emisiones en una o varias frecuencias situadas fuera de la anchura de banda necesaria, cuyos niveles pueden reducirse sin afectar la transmisión de la información correspondiente. Dichas emisiones son causadas por efectos no deseados del transmisor tales como armónicas, parásitas, productos de intermodulación y productos de conversión, pero excluye las emisiones fuera de banda.

El límite a cumplir por las emisiones espurias es de una atenuación, respecto de la potencia media de salida del transmisor, de al menos 43 dB + 10 Log (Potencia media de salida expresada en W) u 80 dB, el límite que resulte menor.

Se evaluarán las emisiones espurias en equipos que operen en frecuencias menores a 40 GHz. Se deberá analizar hasta por lo menos la 3ra armónica de la frecuencia portadora o, en su defecto, hasta 40 GHz (la que resulte menor). Se deben excluir del análisis aquellas frecuencias que se encuentren apartadas menos de 2,5 veces la anchura de banda del canal de la frecuencia central del canal de transmisión.

5.2.1.4. Estabilidad de frecuencia.

La estabilidad de la frecuencia central del canal de transmisión deberá mantenerse dentro de los límites declarados por el fabricante en los rangos extremos de temperatura de trabajo especificados.

5.2.2. Especificaciones en Modo Receptor.

5.2.2.1. Umbral de recepción.

El nivel mínimo de señal de entrada que, sintonizada a la frecuencia nominal del receptor, permita alcanzar una Tasa de Bits Erróneos (BER) de 10^{-3} , 10^{-6} u otra especificada por el fabricante.



Ente Nacional de Comunicaciones

Capítulo II: Métodos de Ensayo.

6. Condiciones de ensayo.

6.1. Condiciones ambientales.

Todas las mediciones incluidas en esta norma se llevarán a cabo, salvo que se especifique lo contrario, en *condiciones ambientales normales*.

Se considera *condición ambiental normal* a cualquier combinación de temperatura, humedad relativa y presión atmosférica comprendida dentro de los siguientes límites:

Parámetro	Mínimo	Máximo
Temperatura	15 °C	35 °C
Humedad relativa	20 %	75 %
Presión atmosférica	73,3 kPa (733 mbar)	106 kPa (1060 mbar)

Tabla 1 – Condiciones Ambientales

6.2. Selección de canalización.

Se deberán corroborar las especificaciones técnicas para todas las canalizaciones del equipo que el solicitante prevé comercializar.

6.3. Selección de frecuencias.

- Para equipos sintonizables (casos en los cuales la frecuencia de operación del *EBP* pueda ajustarse durante los ensayos), deberán repetirse las pruebas para cada una de las siguientes condiciones:
 - *EBP* sintonizado en la portadora de menor frecuencia configurable, que pertenezca al cuadro de canalizaciones de la normativa vigente (canal inferior).
 - *EBP* sintonizado en la portadora de mayor frecuencia configurable, que pertenezca al cuadro de canalizaciones de la normativa vigente (canal superior).
- Para equipos que no sean sintonizables, o que estén preparados para operar en una única frecuencia, solo se ensayarán en la frecuencia correspondiente. Dicha frecuencia debe pertenecer al cuadro de canalizaciones de la normativa vigente.

En todos los casos se indicará en el informe el valor de la frecuencia medida.



Ente Nacional de Comunicaciones

6.4. Selección de potencia de transmisión de RF.

Los ensayos se realizarán con el *EBP* operando a la máxima potencia de transmisión especificada por el fabricante.

6.5. Fuente de alimentación de ensayos.

El equipo deberá ser ensayado con la fuente de alimentación adecuada. Para equipos que se conectan a la red eléctrica, se asegurara de prever una tensión de 220 Vca y una frecuencia de 50 ± 1 Hz. Si el equipo se alimenta a través de fuentes no provistas por el solicitante, deberán generarse las condiciones normales de alimentación especificadas por el fabricante.

Los cables de alimentación serán dispuestos de manera tal que no afecten los resultados de las mediciones.

7. Ensayos de requisitos técnicos.

7.1. Especificaciones en modo Transmisor.

7.1.1. Potencia de salida de radiofrecuencia.

Se verificará que la potencia media de salida del *EBP* en el terminal de antena cumpla con lo especificado en 5.2.1.1.

7.1.1.1. Método de comprobación.

Se conecta el *Medidor de Potencia* al terminal de antena del *EBP*. Se deberá tener en consideración las pérdidas y/o atenuaciones que se produzcan entre el terminal de antena y el instrumento de medición.

Se procederá a encender el *EBP* y se lo configurará para transmitir con el esquema de modulación que desarrolle el mayor nivel de potencia. Si operase con diferentes niveles de potencia, se ajustará la misma de acuerdo a lo especificado en 6.4.

Se determina el resultado de la medición con el *Medidor de Potencia*. Se deberá tener en cuenta cualquier factor de corrección del instrumento en función de la frecuencia de operación del *EBP*.

En caso de utilizar un *Analizador de Espectro* para realizar la medición, se sintonizará el mismo a la frecuencia de transmisión del *EBP*, y se ajustará la pantalla del instrumento de forma que permita visualizar como mínimo 1,5 veces la anchura de banda de emisión del *EBP*; y la anchura de banda de resolución se configura aproximadamente al 1% de dicha emisión.



Ente Nacional de Comunicaciones

Se configura el *Analizador de Espectro* para utilizar un detector de tipo RMS y se procede a promediar la potencia de al menos 100 trazas del espectro.

Se determina el resultado de la medición empleando la función de medición de potencia del instrumento dentro de los límites de la anchura de banda de emisión. Si el instrumento no posee dicha función, se deberá realizar la suma de los niveles espectrales (en términos de potencia lineal) en intervalos iguales a la anchura de banda de resolución empleado, para todo el espectro de emisión.

El valor obtenido se registrará en el informe de ensayos (Tabla 2).

7.1.1.2. Informe.

Con los resultados obtenidos se confeccionará la siguiente tabla:

Canal [MHz]	Potencia medida [dBm]	Potencia especificada [dBm]	Tolerancia [dB]	Cumple (Si/No)

Tabla 2

Se incluirán gráficos complementarios de los resultados mostrados en la tabla.

7.1.1.3. Dictamen.

Si la potencia de salida medida, se encuentra dentro del límite definido en 5.2.1.1 entonces cumple, caso contrario no cumple.

7.1.2. Anchura de banda ocupada.

Se verificará que la anchura de banda de emisión del *EBP* cumpla con lo especificado en 5.2.1.2.

7.1.2.1. Método de comprobación.

Se conecta el *Analizador de Espectro* al terminal de antena del *EBP*. Se deberá tener en consideración las pérdidas y/o atenuaciones que se produzcan entre el terminal de antena y el instrumento de medición.

Se procederá a encender el *EBP* y se lo configurará para transmitir con el esquema de modulación de mayor orden, declarado por el solicitante. Si operase con diferentes niveles de potencia, se ajustará la misma de acuerdo a lo especificado en 6.4.

Se sintonizará el *Analizador de Espectro* a la frecuencia de transmisión del *EBP*, y se ajustará la pantalla del instrumento de forma que permita visualizar todos los productos de modulación incluyendo los bordes del espectro de emisión (2 a 5 veces la anchura del



Ente Nacional de Comunicaciones

canal). La anchura de banda de resolución se configura aproximadamente al 1% de la anchura de banda de emisión del *EBP*.

Se configura el *Analizador de Espectro* para utilizar un detector de tipo pico y se activa el modo de retención de máximos.

Se utiliza la función de medición de anchura de banda al 99% de potencia del instrumento para determinar el resultado del ensayo.

Si el *Analizador de Espectro* no posee una función de medición de anchura de banda al 99% de potencia, se deben recuperar los puntos de información de los niveles espectrales de la señal almacenados por el instrumento y colocarlos en una sumatoria de potencias lineales, comenzando desde la frecuencia más baja, hasta alcanzar el 0,5 % de la potencia total registrada por el instrumento. La frecuencia a la que se logra alcanzar dicho valor se identifica como *frecuencia inferior* de la anchura de banda ocupada. Se repite el proceso hasta alcanzar el 99,5 % de la potencia total, punto que se identifica como *frecuencia superior* de la anchura de banda ocupada. El resultado del ensayo se obtiene como la resta entre ambas frecuencias registradas.

El valor obtenido se registrará en el informe de ensayos (Tabla 3).

7.1.2.2. Informe.

Se confeccionará la siguiente tabla con los resultados obtenidos:

Canal [MHz]	Modulación	Anchura de banda medida [MHz]	Anchura de canal especificada [MHz]	Cumple (Si/No)

Tabla 3

Se incluirán gráficos complementarios de los resultados mostrados en la tabla.

7.1.2.3. Dictamen.

Si la anchura de banda ocupada es menor o igual que el límite definido en 5.2.1.2 entonces cumple, caso contrario no cumple.

7.1.3. Emisiones no deseadas.

7.1.3.1. Emisiones fuera de banda.

Se verificará que el nivel detectado de las emisiones fuera de banda producidas por el *EBP* cumpla los límites especificados en 5.2.1.3.1.



Ente Nacional de Comunicaciones

7.1.3.1.1 Método de comprobación

Se conecta el *Analizador de Espectro* al terminal de antena del *EBP*. Se deberá tener en consideración las pérdidas y/o atenuaciones que se produzcan entre el terminal de antena y el instrumento de medición.

Se procederá a encender el *EBP* y se lo configurara para transmitir con el esquema de modulación que desarrolle el mayor nivel de potencia. Si operase con diferentes niveles de potencia, se ajustará la misma de acuerdo a lo especificado en 6.4.

Se sintonizará el *Analizador de Espectro* a la frecuencia de transmisión del *EBP*, configurando el tipo de detector y la anchura de banda de resolución de acuerdo a la máscara especificada por el fabricante.

Se medirá el nivel emisión fundamental a tomar como referencia dentro de la anchura de banda de emisión. Luego se realizará una exploración del espectro de acuerdo a los rangos de frecuencias indicados por la máscara de transmisión a evaluar, y se comprobará que la emisión se encuentre contenida dentro de la mencionada máscara.

Se elaborará un gráfico comparativo entre la máscara especificada y el espectro de emisión del *EBP*.

7.1.3.1.2 Informe.

Se confeccionará la siguiente tabla con los resultados obtenidos:

Canal [MHz]	Modulación	Máscara especificada			Cumple (Si/No)
		Desplazamiento desde el centro del canal [MHz]	Atenuación especificada [dB]	Anchura de banda de resolución [kHz]	

Tabla 4

7.1.3.1.3 Dictamen.

Si la emisión del *EBP* se encuentra contenida dentro de la máscara especificada por el fabricante cumple, caso contrario no cumple.

7.1.3.2. Emisiones espurias.

Se verificará que el nivel detectado de las emisiones espurias producidas por el *EBP* no superen los límites especificados en 5.2.1.3.2.



Ente Nacional de Comunicaciones

7.1.3.2.1 Método de comprobación.

Se conecta el Analizador de Espectro al terminal de antena del *EBP*. Se deberá tener en consideración las pérdidas y/o atenuaciones que se produzcan entre el terminal de antena y el instrumento de medición.

Se procederá a encender el *EBP* y se lo configurara para transmitir con el esquema de modulación que desarrolle el mayor nivel de potencia. Si operase con diferentes niveles de potencia, se ajustará la misma de acuerdo a lo especificado en 6.4.

Se configura el Analizador de Espectro con un detector pico y una anchura de banda de resolución de 1MHz. A continuación se realizará una exploración del espectro de acuerdo a los rangos de frecuencias indicadas en 5.2.1.3.2.

Se recomienda que cada exploración se realice en pasos de 5 GHz para frecuencias menores a 21,2 GHz y en pasos de 10 GHz para frecuencias superiores a 21,2 GHz.

Se documentará para cada rango analizado la frecuencia y el nivel de la emisión espuria más alta. Se calculará la atenuación relativa en dBc de dichas espurias, respecto a la potencia media de transmisión del equipo. Emisiones espurias cercanas al límite impuesto por esta normativa deberán ser analizadas en un rango de frecuencias más estricto de manera que se demuestre claramente que la emisión no supere el límite indicado.

Los peores valores obtenidos se registraran en el informe de ensayos (Tabla 5).

7.1.3.2.2 Informe.

Se confeccionará la siguiente tabla con los resultados obtenidos:

Rango de frecuencias analizado	Emisión fundamental		Emisión Espuria			Límite [dBc]	Cumple (Si/No)
	Canal [MHz]	Potencia media [dBm]	Frecuencia [MHz]	Potencia [dBm]	Atenuación [dBc]		

Tabla 5

Se incluirán gráficos complementarios de los resultados mostrados en la tabla.

7.1.3.2.3 Dictamen.

Si el nivel de las emisiones espurias es menor o igual a los niveles de atenuación definidos en 5.2.1.3.2. cumple, caso contrario no cumple.



Ente Nacional de Comunicaciones

7.1.4. Estabilidad de Frecuencia.

Se verificará que la estabilidad de frecuencia del *EBP* cumpla con lo especificado en 5.2.1.4.

7.1.4.1. Método de comprobación.

Se conecta el medidor de frecuencia al terminal de antena del *EBP*. Se deberá tener en consideración las pérdidas y/o atenuaciones que se produzcan entre el terminal de antena y el instrumento de medición.

Se colocará el *EBP* dentro de la cámara térmica y se lo llevará a uno de los extremos de temperatura de trabajo especificados por el fabricante. El *EBP* deberá estar apagado durante el proceso de estabilización de temperatura. Una vez alcanzado dicho extremo de temperatura, las condiciones deberán mantenerse durante por lo menos 15 minutos antes de proceder a realizar la medición.

Se procederá a encender el *EBP*, y se lo configurará para transmitir una señal portadora sin modulación.

Se determinará la frecuencia de transmisión luego de que el *EBP* se encuentre encendido por lo menos 5 minutos.

El valor obtenido se comparará respecto de la frecuencia nominal de transmisión, evaluando el resultado de la medición en partes por millón (ppm).

Luego, se procederá a llevar la cámara térmica al otro extremo de temperatura de trabajo para repetir el ensayo. La secuencia en la que se realizan las mediciones se escoge de tal manera que no se produzcan esfuerzos térmicos grandes sobre el *EBP* ni condensación excesiva dentro de la cámara térmica.

Los valores obtenidos se registrarán en el informe de ensayos (Tabla 6).

7.1.4.2. Informe.

Se confeccionará la siguiente tabla con los resultados obtenidos:

Canal [MHz]	Temperatura [°C]	Frecuencia nominal [MHz]	Frecuencia medida [MHz]	Error [ppm]	Especificado [ppm]	Cumple (Si/No)

Tabla 6

7.1.4.3. Dictamen.

Se verificará que la estabilidad de frecuencia sea menor o igual al valor especificado por el fabricante.



Ente Nacional de Comunicaciones

7.2. Especificaciones en modo de Recepción.

7.2.1. Umbral de Recepción.

Se verificará que el umbral de recepción del *EBP* cumpla con lo especificado en 5.2.2.1.

7.2.1.1. Método de comprobación.

Se conectan los terminales de antena del *EBP* y su equipo contraparte a través de un atenuador variable.

Se encienden ambos equipos estableciendo un enlace de radiofrecuencia utilizando el esquema de modulación de menor orden.

Mediante un *generador de patrones* y un *medidor de errores* se verifica que a través del enlace no se produzcan pérdidas de bits.

Se procede a incrementar el nivel de atenuación del enlace hasta lograr alcanzar la condición de error indicada en la especificación dada por el fabricante.

Con un *Medidor de Potencia*, se procede a determinar el valor de potencia recibido en el terminal de antena del *EBP*. Dicho valor de potencia constituye el resultado de la medición.

Se repite el procedimiento utilizando el mayor esquema de modulación de mayor orden declarado por el solicitante.

Los valores obtenidos se registrarán en el informe de ensayos (Tabla 7).

7.2.1.2. Informe.

Se confeccionará la siguiente tabla con los resultados obtenidos:

Canal [MHz]	Modulación	Condición	Valor medido [dBm]	Especificado [dBm]	Cumple (Si/No)

Tabla 7

7.2.1.3. Dictamen.

Si el umbral de recepción es menor o igual al valor especificado por el fabricante cumple, caso contrario no cumple.



Ente Nacional de Comunicaciones

8. Presentación de Resultados y Fotografías del *EBP*.

Deberá confeccionarse un único informe que contenga los resultados de todas las pruebas realizadas sobre el *EBP*, subdividido en capítulos, de acuerdo a la canalización y separación Tx/Rx utilizada.

Se deberán incluir en el informe fotografías de la muestra ensayada en las que sea claramente visible la identificación de la misma.