

Transmisor ISDB-T

Mediciones

para aceptación, puesta en servicio y mantenimiento

Nota de aplicación

Producto:

| R&S®ETL

Los transmisores de radiodifusión están sujetos a estándares particularmente estrictos en lo que se refiere a la calidad de la señal, porque incluso pequeños errores pueden dar lugar a cortes en el servicio para muchos telespectadores.

Un solo instrumento, el analizador de TV R&S®ETL, incorpora todas las pruebas necesarias en transmisores ISDB-T, desde las pruebas iniciales de aceptación para el transmisor, hasta mediciones realizadas durante la puesta en servicio y el mantenimiento preventivo.

Índice	
1	Introducción 3
2	Pasos preparatorios 4
2.1	Equipamiento requerido4
2.2	Montaje de la prueba.....5
2.3	Modo de operación del transmisor ISDB-T para aceptación y puesta en servicio6
2.4	Protección frente a potencia de entrada dañina7
2.5	Configuración predeterminada del R&S®ETL.....7
3	Mediciones..... 9
3.1	Potencia.....9
3.1.1	Nivel de salida del transmisor9
3.1.2	Factor de cresta.....11
3.2	Características del modulador14
3.2.1	Desajustes I/Q14
3.2.2	Respuesta en frecuencia de amplitud y retardo de grupo16
3.3	Emisiones fuera de banda18
3.3.1	Atenuación de hombreras y emisiones en canales adyacentes18
3.3.2	Armónicos.....21
3.4	Calidad de la señal23
3.4.1	Precisión de frecuencia23
3.4.2	Tasa de error de modulación24
3.4.3	Diagrama de constelación26
3.4.4	Tasa de error binario28
4	Abreviaciones..... 30
5	Referencias..... 30
6	Información adicional 30
7	Datos para pedidos..... 31
A	Generación de Transport Stream con el R&S®ETL 32
B	Incertidumbre en el cálculo de potencia reflejada 33
C	Grabación de la respuesta en frecuencia de un filtro en un fichero de transductor 35
D	Pruebas automatizadas utilizando R&S®TxCheck 37

1 Introducción

Los transmisores de radiodifusión están sujetos a estándares particularmente estrictos en lo que se refiere a la calidad de la señal, porque incluso pequeños errores pueden dar lugar a cortes en el servicio para muchos telespectadores.

Un solo instrumento, el analizador de TV R&S®ETL, incorpora todas las pruebas necesarias en transmisores ISDB-T, desde las pruebas iniciales de aceptación para el transmisor, hasta mediciones realizadas durante la puesta en servicio y el mantenimiento preventivo.

Las pruebas descritas aquí satisfacen muchas de las especificaciones definidas por distintos países y clientes. El usuario solamente necesita configurar los valores de los límites apropiadamente.

La sección 2 describe los pasos preparatorios. Esto incluye el equipamiento de prueba necesario y el montaje, así como rutinas para proteger los instrumentos ante una potencia de entrada elevada y dañina. A continuación se describen las configuraciones predeterminadas más usadas del R&S®ETL.

La sección 3 enumera las diferentes pruebas. Para cada sistema de reserva en el transmisor, estas pruebas deberían ser repetidas al menos una vez durante la puesta en servicio. Por otro lado, las pruebas de mantenimiento, pueden inicialmente limitarse a potencia, MER y BER, y luego aumentadas solo si es necesario.

Puesto que no se necesita repetir todas las pruebas durante el mantenimiento regular, Rohde & Schwarz ofrece el R&S®ETC y el R&S®ETH como una alternativa más económica al R&S®ETL (véase Fig. 1). Estos analizadores de TV compactos pueden realizar la mayoría de las pruebas descritas aquí con un gran nivel de precisión.



Fig. 1: De izquierda a derecha: R&S®ETL, R&S®ETH y R&S®ETC.

El apéndice D describe cómo se pueden automatizar estas pruebas utilizando el software R&S®TxCheck proporcionado con el R&S®ETL.

Información de base adicional sobre este tema se puede encontrar en el libro " Tecnologías para la radiodifusión digital de vídeo y audio " de Walter Fischer [1].

2 Pasos preparatorios

2.1 Equipamiento requerido

Equipamiento básico	
	<p>Analizador R&S® ETL TV con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opciones según se necesiten (véase la sección 7) • Firmware actualizado (disponible gratuitamente en www.rohde-schwarz.com/product/ETL.html)
Equipamiento específicos de aplicación o medición	
	<p>Operación del transmisor sin señal de difusión para pruebas de aceptación o puesta en servicio.</p> <p>Carga</p>
	<p>Para mediciones del nivel de salida del transmisor (3.1.1) con una tolerancia de < 0.1 dB</p> <p>Sensor de potencia adicional, p. ej. R&S® NRP-Z91</p>
	<p>Para mediciones de atenuación de hombreras y emisiones en canales adyacentes (3.3.1) utilizando la variante "después del filtro de máscara"</p> <p>Filtro rechazo banda (notch) con 40 dB o más de atenuación de señal útil</p>
	<p>Para la evaluación de armónicos (3.3.2)</p> <p>Filtro paso alto con al menos 40 dB o más de atenuación de señal útil</p>

La entrada de RF del R&S®ETL (IN1) o el sensor de potencia opcional (IN2) se conecta para diferentes pruebas como se indica a continuación:

- Al puerto a la salida del transmisor (M1=directa, M2=reflejada)
- Al puerto después del filtro de máscara (M3)

Si está instalado, el filtro de máscara se sitúa entre la salida del transmisor y la carga o el combinador de la antena. Algunas pruebas se pueden realizar en el punto antes o después del filtro de máscara (M1 / M3). El puerto a utilizar dependerá de qué puertos estén disponibles y qué factores influenciados se vayan a medir.

Algunas pruebas de emisiones fuera de banda (véase 3.3) requieren filtros auxiliares, como un filtro rechazo banda ajustable. Si son necesarios, estos filtros se añaden en el punto de inserción para filtros auxiliares.

La entrada de referencia externa EXT REF situada en la parte trasera del analizador de TV R&S®ETL sirve para conectar el instrumento a la referencia de tiempo de 10 MHz de GPS disponible en la estación transmisora. El sensor de potencia opcional se puede conectar al R&S®ETL por USB o mediante la entrada de sensor disponible en la opción hardware R&S®FSL-B5 del R&S®ETL.

2.3 Modo de operación del transmisor ISDB-T para aceptación y puesta en servicio

El estándar ISDB-T (Japón) es considerablemente más complejo que los estándares terrestres DVB-T y ATSC. ISDB-T usa multiplexación codificada por división de frecuencias ortogonales (COFDM, por sus siglas en inglés) en el modo 2k, 4k y 8k (modo I, II, III). El canal (típicamente 6 MHz para ISDB-T) es dividido en 13 sub-bandas (segmentos).

Un máximo de tres capas diferentes (A, B, C) se forman a partir de estos 13 segmentos. Cada una de estas tres capas puede usar un número diferente de segmentos y mostrar parámetros de transmisión diferentes. Los numerosos parámetros de transmisión incluyen una variedad de modos de modulación (DQPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM) y métodos de control de error (tasas de código, entrelazado en el tiempo). En todos los segmentos de una misma capa se aplican los mismos parámetros de transmisión.

Solo se necesita una capa para la aceptación y puesta en servicio de un transmisor. Las pruebas descritas en este documento están basadas en los siguientes parámetros de operación del transmisor:

- Modo III
- Intervalo de guarda = 1/4
- Capa A = 13 segmentos
- Modulación coherente
- 64QAM
- Tasa de código = 2/3
- Entrelazado en el tiempo = 2

Es importante asegurar que el MPEG-2 TS es conforme a ISDB-T y que incluye los parámetros de operación del transmisor. Es igualmente importante remarcar que, cuando se utiliza en este sistema, la modulación diferencial no coherente (DQPSK) dará lugar a una MER que es 3 dB peor a la obtenida con una modulación coherente.

2.4 Protección frente a potencia de entrada dañina

El R&S®ETL permite picos de potencia de entrada máximos de 36 dBm (de corta duración, < 3 s), mientras que el sensor de potencia aparte recomendado R&S®NRP-Z91 puede manejar hasta 23 dBm.

Por tanto se recomienda que se utilicen atenuadores adicionales para limitar la potencia media total en los puertos de prueba a un rango de 0 dBm a 10 dBm. Este rango proporciona una protección adecuada contra picos de potencia de corta duración y no afecta la precisión del instrumento. La atenuación resultante obviamente tiene que tenerse en cuenta durante las mediciones.

2.5 Configuración predeterminada del R&S®ETL

Las siguientes convenciones son utilizadas en los procedimientos:

- Términos con todas las letras mayúsculas hacen referencia a etiquetas de teclas, ej. "FREQ" para 
- Las listas con viñetas (por ejemplo, • TV Standard: OFDM ISDB-T) identifican configuraciones hechas en el cuadro de diálogo mostrado
- El resto de términos hace referencia a las teclas programables que aparecen a lo largo de la parte derecha de la pantalla. La flecha (→) separa las teclas que hay que presionar en secuencia

Las siguientes configuraciones predeterminadas son utilizadas en el R&S®ETL salvo que de lo contrario se especifique:

Modo analizador de espectro
SETUP→Reference Ext: Utilizar la referencia externa de 10 MHz
MODE→Spectrum Analyzer
FREQ→Center: Configurar la frecuencia central a la mitad del canal
SPAN→Span Manual: Establecer en 20 MHz
TRACE→Detector Manual Select→Detector RMS
BW→Res BW Manual: Establecer en 30 kHz
SWEEP→SweepTime Manual: Establecer en 2 s
AMPT→More→Preselector: Off ¹
AMPT→RF Atten Manual: Seleccionar la configuración más baja posible sin saturación ²
AMPT→Ref Level: Configurar el nivel de referencia para que la señal completa sea claramente visible; si es necesario, ir a AMPT→Range Log y cambiar la escala de la cuadrícula.

Modo analizador/receptor de TV/radio
SETUP→Reference Ext: Utilizar la referencia externa de 10 MHz
MODE→TV/Radio Analyzer/Receiver→Digital TV
MEAS→Digital TV Settings <ul style="list-style-type: none"> • Estándar de TV: OFDM ISDB-T
AMPT→More→Preselector: Off ¹
FREQ→Channel RF: Seleccionar de acuerdo a la frecuencia de transmisión
MEAS→Special Settings→System Opt.→Slow/Laboratory

¹ Solo si el instrumento contiene preselector

² Advertencias de saturación aparecen en la parte superior de la pantalla como "IFovl" o "Ovld".

3 Mediciones

3.1 Potencia

3.1.1 Nivel de salida del transmisor

La potencia media es constante para televisión digital y no depende del contenido de la imagen, como ocurre en la televisión analógica. Puesto que el filtro de máscara atenúa la potencia de salida entre 0.1 dB y 0.6 dB, las mediciones se deben realizar antes y después del filtro de máscara. Nótese que de forma predeterminada, la potencia mostrada solo incluye la potencia que está desacoplada por el acoplador direccional. La atenuación por acoplamiento se puede introducir utilizando la función "Offset del nivel de referencia" (Ref Level Offset) del R&S®ETL, y así es tenida en cuenta automáticamente en el valor mostrado.

El R&S®ETL puede medir el nivel de señal directamente mediante la entrada de RF con una precisión de 1 dB. La utilización de un sensor de potencia separado proporciona una precisión de 0.1 dB.

Procedimiento	
Realice los siguientes pasos en el puerto de la prueba: <ul style="list-style-type: none"> • M1, para potencia directa antes del filtro de máscara • M2, para potencia reflejada (véase el apéndice B) antes del filtro de máscara • M3, para potencia directa después del filtro de máscara 	
Modo analizador/receptor de TV/radio	Sensor de potencia
 Compruebe que la potencia de entrada máxima no es excedida, véase la sección 2.4	
AMPT→More→Ref Level Offset: Introduzca toda la atenuación de acoplamiento en el puerto de la prueba para compensarla inmediatamente	
Excite una señal en la entrada RF del R&S®ETL (IN1)	Conecte el sensor de potencia (IN2) (conectado al R&S®ETL mediante USB o entrada de sensor) al puerto de prueba.
Define las configuraciones del Modo analizador/receptor de TV/radio descritas en la sección 2.5	MODE→Spectrum Analyzer FREQ→Center: Configurar la frecuencia central a la mitad del canal
MEAS→Overview→Adjust Attenuation	MENU→Power Meter→Frequency Coupling: <ul style="list-style-type: none"> • Center MENU→Power Meter→Power Meter→On
Lea el valor medido; véase Fig. 3	Lea el valor medido; véase Fig. 4

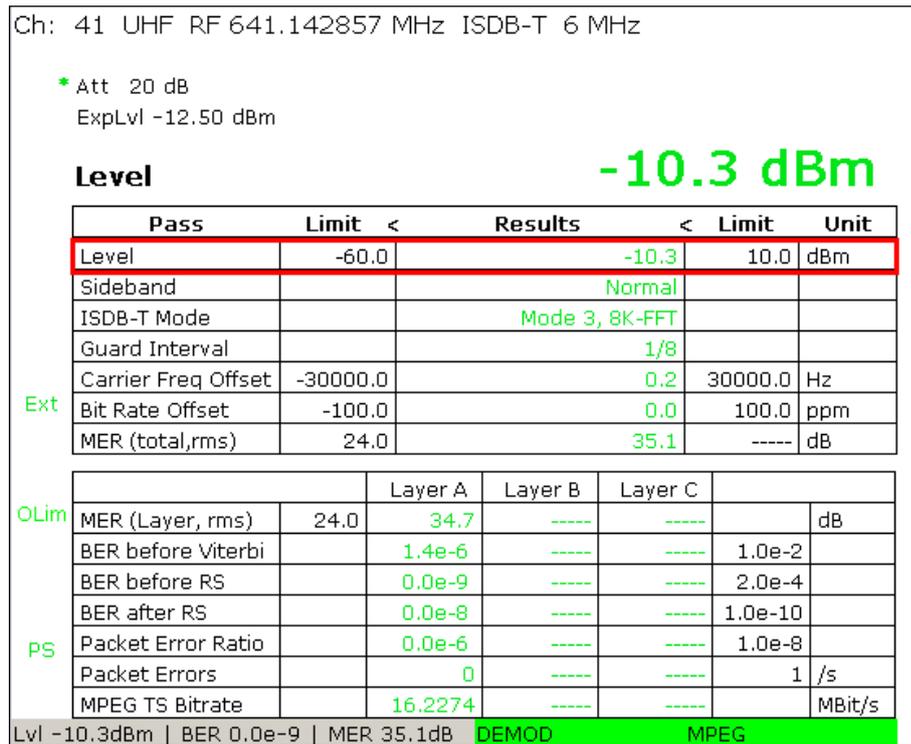


Fig. 3: Modo analizador/receptor de TV/radio MEAS→Overview menu: El nivel se puede leer en la primera fila de la tabla, en la barra de estado de la pantalla o en la vista con zoom (MEAS→Overview→Zoom).

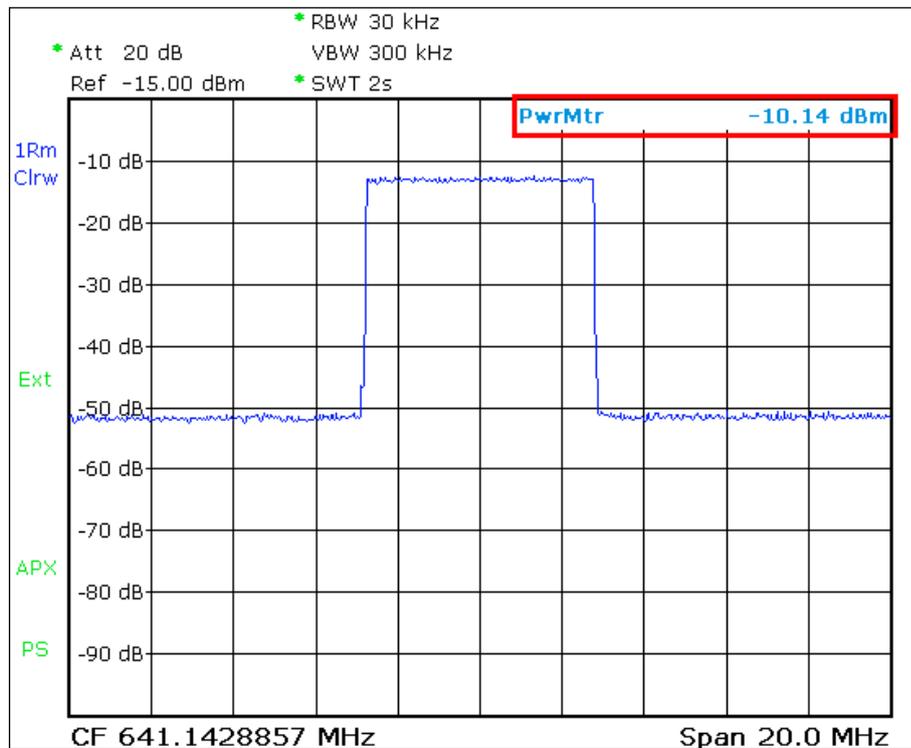


Fig. 4: Modo analizador de espectro Espectro ISDB-T con lectura integrada del sensor de potencia mostrado en la parte superior derecha.

3.1.2 Factor de cresta

Es importante conocer el factor de cresta para que los componentes a continuación del transmisor (como el filtro de máscara, el combinador de antena, el cable coaxial y la antena) puedan ser dimensionados adecuadamente.

El factor de cresta (CF, por sus siglas en inglés) define la relación entre el valor de amplitud más alto acaecido de la señal modulada (V_{Pico}) y el voltaje eficaz o RMS (V_{RMS}) de una señal:

$$CF = 20 \cdot \log \frac{V_{Pico}}{V_{RMS}}$$

Últimamente un nuevo modo de definir el factor de cresta está prevaleciendo, en el cual se calcula una relación entre la potencia de pico de la envolvente (PEP) y la potencia media. El factor de cresta calculado de esta manera se reduce en una cantidad igual al factor de cresta de una portadora senoidal, es decir 3.01 dB. [2]

Las señales con multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM) presentan un factor de cresta muy alto porque en casos extremos todas las portadoras pueden estar superpuestas o incluso eliminadas en un momento dado. Para el caso de OFDM, se aplica la siguiente ecuación al factor de cresta teórico:

$$Cf_{OFDM} = 10 \cdot \log(2N), \text{ donde } N = \text{número de portadoras}$$

Puesto que los picos de señal ocurren con menos frecuencia en factores de cresta elevados, cualquier medición será válida solo para el periodo de tiempo en el cual ésta se hizo. Este es el motivo por el que la función de distribución acumulativa complementaria (CCDF) incluye la probabilidad estadística de que un pico de la señal ocurra. El método CCDF determina la potencia de pico de la envolvente, por lo que el valor calculado debe ser corregido con un factor de $\sqrt{2}$ o 3.01 dB. [3]

Para ISDB-T, se obtiene un valor teórico > 40 dB para el modo III. En la práctica, el factor de cresta está limitado a unos 13 dB en el transmisor.

El filtro de máscara a la salida del transmisor elimina los productos de intermodulación que caen fuera de la banda utilizada. Sin embargo, este filtrado da lugar a una deformación de la envolvente que incrementa el factor de cresta. Ésta es la razón por la que, cuando se mide el factor de cresta, es importante distinguir entre el factor de cresta del transmisor y el factor de cresta de la señal limitada en banda (después del filtro de máscara).

Utilizando el R&S®ETL, el factor de cresta del transmisor se mide en modo analizador de espectro directamente en el puerto (M1).

El factor de cresta de la señal limitada en banda puede ser medido con el R&S®ETL en modo analizador de espectro en el puerto después del filtro de máscara (M3). Alternativamente, la prueba se puede hacer en el puerto del transmisor (M1) seleccionando el modo receptor/analizador de TV/radio. Este modo limita el ancho de banda (ej. 6 MHz), simulando un filtro de máscara.

Procedimiento: Factor de cresta del transmisor
⚠ Compruebe que la potencia de entrada máxima no es excedida, véase la sección 2.4
Conecte el R&S®ETL (IN1) al puerto antes del filtro de máscara (M1)
MODE→Spectrum Analyzer
FREQ→Center: Configurar la frecuencia central a la mitad del canal
AMPT→RF Atten Manual: Seleccionar la configuración más baja posible sin saturación ³
MEAS→More→CCDF→Res BW: 10 MHz
MEAS→More→CCDF→# of Samples: 1000 000 000
Lea el factor de cresta y añada 3.01 dB

Procedimiento: Factor de cresta de señal limitada en banda
⚠ Compruebe que la potencia de entrada máxima no es excedida, véase la sección 2.4
Conecte el R&S®ETL (IN1) al puerto antes o después del filtro de máscara (M1/M3)
Define los ajustes del Modo analizador/receptor de TV/radio según la sección 2.5
MEAS→Modulation Analysis→CCDF→Adjust Attenuation
MEAS→Modulation Analysis→# of Samples: 1000 000 000
Lea el factor de cresta (véase Fig. 5) y añada 3.01 dB

³ Advertencias de saturación aparecen en la parte superior de la pantalla como "IFovl" o "Ovld".

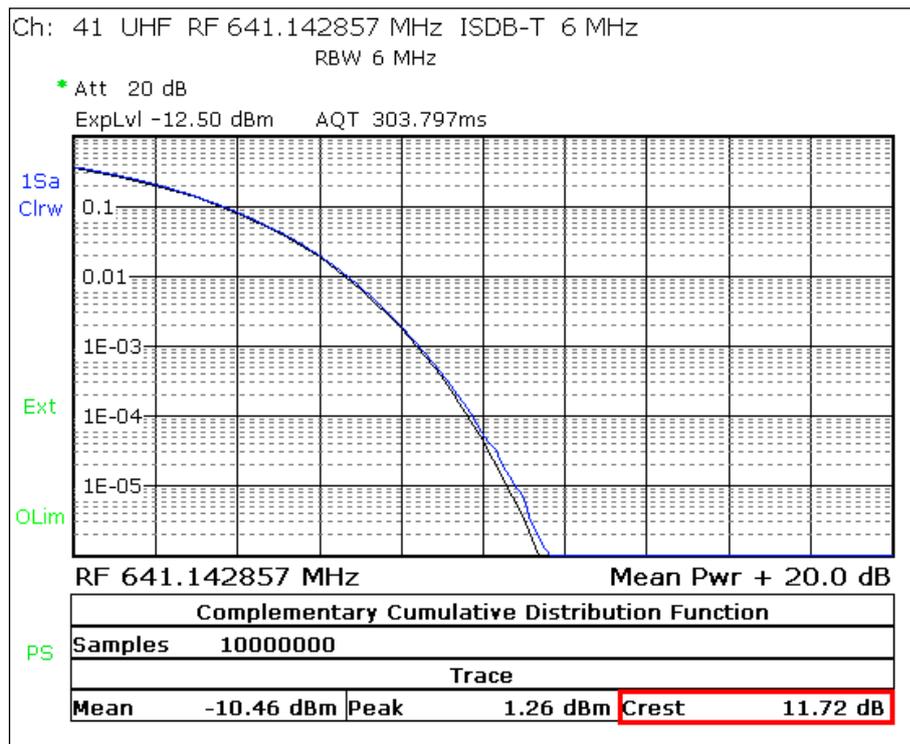


Fig. 5: Modo analizador/receptor de TV/radio, MEAS→Modulation Analysis→menú CCDF: Vista con el factor de cresta calculado en la parte inferior derecha.

3.2 Características del modulador

3.2.1 Desajustes I/Q

Los moduladores ISDB-T son esencialmente un bloque de procesamiento de señal IFFT seguidos de un modulador I/Q. Este modulador I/Q puede ser bien digital o bien analógico. Si un modulador ISDB-T utiliza modulación directa, el modulador I/Q es analógico. En este caso, debe ser ajustado hábilmente para minimizar los siguientes factores influyentes:

- Desequilibrio de amplitud
- Error de cuadratura
- Supresión de portadora

Una mala supresión de portadora se reconoce por un pico en medio de la banda en la gráfica MER(f) (véase Fig. 13) y da lugar a una constelación girada y comprimida en el centro de la banda. El desequilibrio de amplitud y el error de cuadratura (véase Fig. 7) afectan negativamente a la MER de todas las portadoras COFDM. Las portadoras por encima de la mitad de la banda ISDB-T están relacionadas con las portadoras por debajo de la mitad y viceversa.

Procedimiento
⚠ Compruebe que la potencia de entrada máxima no es excedida, véase la sección 2.4
Conecte el R&S®ETL (IN1) al puerto antes o después del filtro de máscara (M1/M3)
Define el Modo analizador/receptor de TV/radio según la sección 2.5
MEAS→Modulation Analysis→Modulation Errors→Adjust Attenuation
Lea los valores medidos; véase Fig. 6
MEAS→Modulation Analysis→I/Q Imbalance
Use PRINT para imprimir la imagen de la prueba; véase Fig. 7

	Pass	Limit	Results			Unit
			Layer A	Layer B	Layer C	
Ext	MER (rms)	24.0	34.7	-----	-----	dB
	MER (Peak)	10.0	15.5	-----	-----	dB
	MER (total,rms)	24.0	35.1			dB
	MER (total,peak)	10.0	15.9			dB
OLim	MER (TMCC,rms)	24.0	37.1			dB
	MER (AC,rms)	24.0	37.1			dB
PS			Limit	Results	Limit	Unit
	Carrier Suppression	10.0		20.0		dB
	Carrier Phase			86.1		deg
	Amplitude Imbalance	-2.00		-0.99	2.00	%
	Quadrature Error	-2.00		0.26	2.00	deg

Lvl -10.3dBm | BER 0.0e-10 | MER 35.1dB DEMOD MPEG

Fig. 6: Modo analizador/receptor de TV/radio, MEAS→menú Modulation Errors: Supresión de portadora, desequilibrio de amplitud y error de cuadratura.

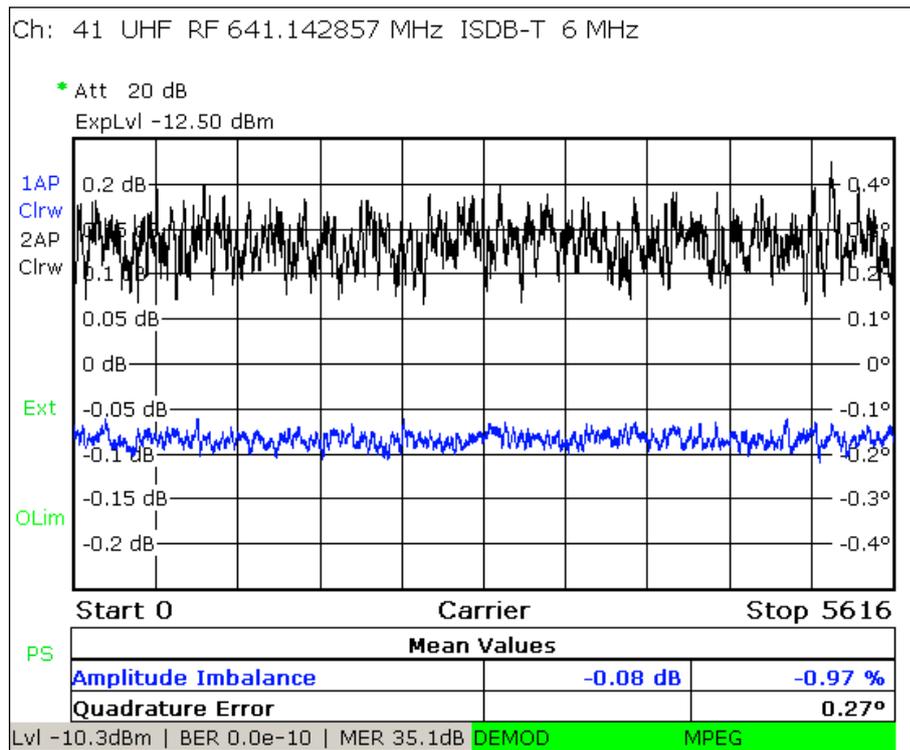


Fig. 7: Modo analizador/receptor de TV/radio, MEAS→Modulation Analysis→menú I/Q Imbalance: Análisis detallado de desequilibrio de amplitud y error de cuadratura sobre todas las portadoras.

3.2.2 Respuesta en frecuencia de amplitud y retardo de grupo

En la televisión analógica, la respuesta en frecuencia de amplitud y el retardo de grupo eran parámetros importantes para un canal de transmisión entre la salida del transmisor y la entrada del receptor. Debido a la corrección de canal en el receptor ISDB-T, tolerancias considerablemente mayores son permisibles sin una reducción perceptible de la calidad. El filtro de máscara y los combinadores de antena provocan distorsiones lineales. Estas distorsiones lineales se pueden compensar mediante una precorrección en el transmisor. Como consecuencia, las distorsiones lineales aparecen invertidas directamente en la salida del transmisor.

Por tanto, el método preferido es medir la respuesta en frecuencia de amplitud y el retardo de grupo después de todas las etapas de filtrado en un puerto en el combinador de la antena. Por supuesto, los resultados diferirán en cada punto de evaluación.

Procedimiento
⚠ Compruebe que la potencia de entrada máxima no es excedida, véase la sección 2.4
Si está disponible, conecte el R&S® ETL (IN1) al puerto (M4) en el combinador, o sino al (M3) después del filtro de máscara
Define el Modo analizador/receptor de TV/radio según se describe en la sección 2.5
MEAS→Channel Analysis→Amplitude & GroupDelay→Adjust Attenuation
MEAS→Channel Analysis→Amplitude & GroupDelay→Auto Range
Use PRINT para imprimir la imagen de la prueba; véase Fig. 8

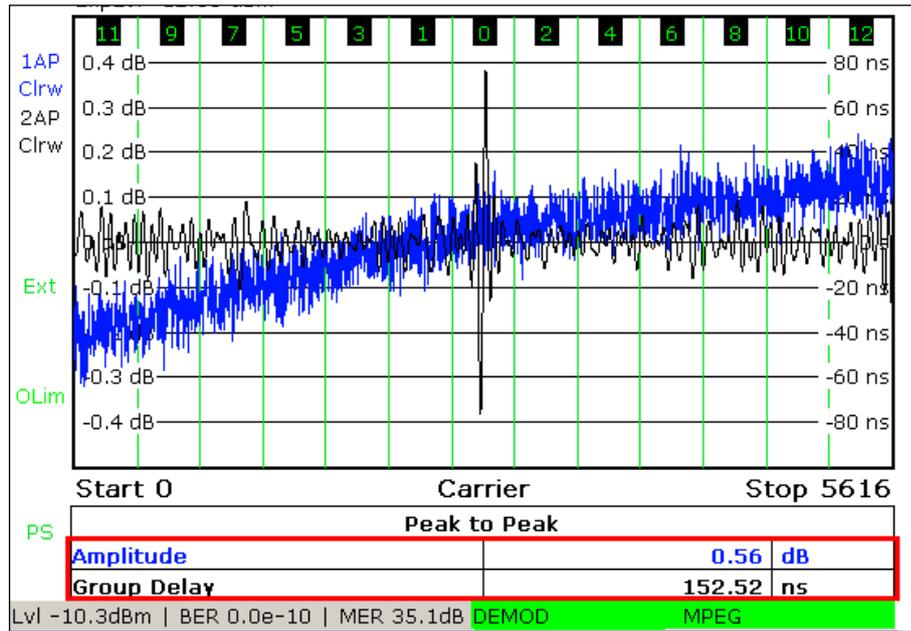


Fig. 8: Modo analizador/receptor de TV/radio, MEAS→Channel Analysis→ menú Amplitude & Group Delay: Respuesta en frecuencia de amplitud y retardo de grupo

3.3 Emisiones fuera de banda

Los transmisores ISDB-T incluyen amplificadores de clase AB muy lineales. A pesar de ello, permanecen algunas no linealidades residuales. Esto provoca que se formen productos de intermodulación a partir de las numerosas portadoras COFDM.

Por un lado, estas componentes frecuenciales adicionales y no deseadas aparecen en el mismo canal. Aquí, actúan como potencia adicional de ruido y por tanto reducen la calidad de la señal.

Por otro lado, los productos de intermodulación también caen fuera del canal y pueden afectar negativamente la calidad de señal de otros canales. Podemos diferenciar varias componentes:

- **Atenuación de hombreras**
Describe la potencia de las componentes de ruido en las regiones cercanas a los extremos del canal
- **Emisiones en canales adyacentes**
Componentes a varios MHz de los extremos del canal
- **Armónicos**
Componentes en múltiplos de la frecuencia de transmisión

3.3.1 Atenuación de hombreras y emisiones en canales adyacentes

El filtro de máscara es utilizado para reducir estas emisiones fuera de banda no deseadas. Los filtros de máscara críticos se utilizan cuando un canal adyacente requiere protección, haciendo más estrictos los requisitos para la atenuación de emisiones fuera de banda. El resto de filtros de máscara son no críticos.

El gran rango dinámico de la señal después del filtro de máscara hace que no sea posible comprobar el cumplimiento de la máscara de tolerancia usando directamente un analizador de espectro. Esta es la razón por la que se utiliza típicamente un filtro rechazo banda para reducir la potencia de la banda útil. Antes de la prueba, el generador de tracking del R&S® ETL guarda la respuesta en frecuencia del filtro rechazo banda para que su influencia en los resultados medidos **después del filtro de máscara** puedan tomarse automáticamente en cuenta utilizando la función de transductor.

Otra opción es utilizar el generador de tracking para guardar la respuesta en frecuencia del filtro de máscara antes de la medición para que su influencia pueda ser calculada en los resultados del analizador de espectro **antes del filtro de máscara** utilizando la función de transducción.

Procedimiento usando fichero de transductor (transducer file)	
Después del filtro de máscara usando un filtro rechazo banda	Antes del filtro de máscara
Almacene la respuesta en frecuencia del filtro rechazo banda como un fichero de transductor; véase el apéndice B	Almacene la respuesta en frecuencia del filtro de máscara como un fichero de transductor; véase el apéndice B
Conecte el analizador de TV R&S® ETL (IN1) al puerto después del filtro de máscara (M3)	Conecte el R&S® ETL (IN1) al puerto antes del filtro de máscara (M1)

La atenuación de hombreras así como las emisiones en varios MHz del canal se pueden medir en el R&S® ETL mediante el uso de cursores en modo analizador de espectro. Esto en la práctica es muy común.

La función de emisiones fuera de banda es una manera adecuada de realizar las pruebas requeridas los estándares ARIB STD-B31 ver. 1.7 (Japón) y SBTVD Nro. 01:2007 (Brasil).

Procedimiento	
Medición con cursores	Función de emisiones fuera de banda
⚠ Compruebe que la potencia de entrada máxima no es excedida, véase la sección 2.4	
Siga el procedimiento definido en 3.3.1	
Vaya a SETUP→Transducer para habilitar el fichero de transductor previamente generado	
Establezca las configuraciones predefinidas analizador de espectro como se describe en la sección 2.5	Define el Modo analizador/receptor de TV/radio como se describe en la sección 2.5
MKR→Marker 1: Situar en el centro	MEAS→Spectrum→OutOfBand Emission
Las siguientes tres configuraciones deben repetirse para cada punto de evaluación definido	Vaya a MEAS→Spectrum→OutOfBand Emission→Out of Band Emission Setup
MKR→Marker 2: Situar en el punto de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccione el país • Seleccione el rango de potencia del transmisor
MKR→More→Marker 3: Situar en el siguiente punto de evaluación	MEAS→Spectrum→Adjust Attenuation
Lea los valores del marcador delta; véase Fig. 9. Utilice PRINT para generar una impresión cuando sea necesario	Utilice PRINT para imprimir los resultados; véase Fig. 10
SETUP→Transducer→Active Off: Deshabilite el fichero de transductor	

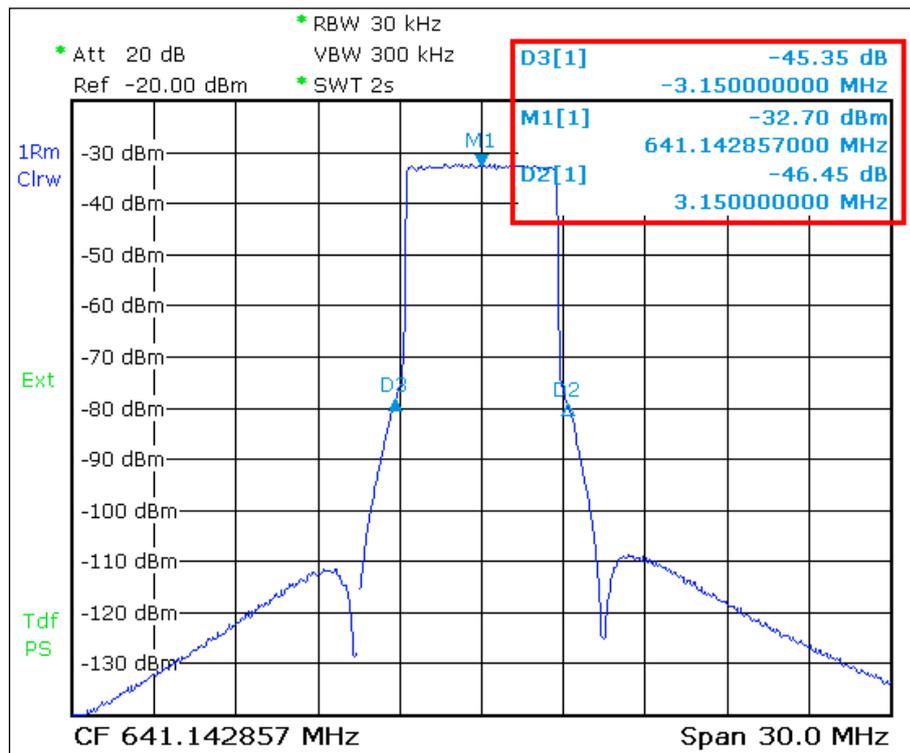


Fig. 9: Modo analizador de espectro: Medición de la atenuación de hombros utilizando el método del cursor con fichero de transductor activo en ±3.15 MHz en el canal de 6 MHz de ISDB-T.

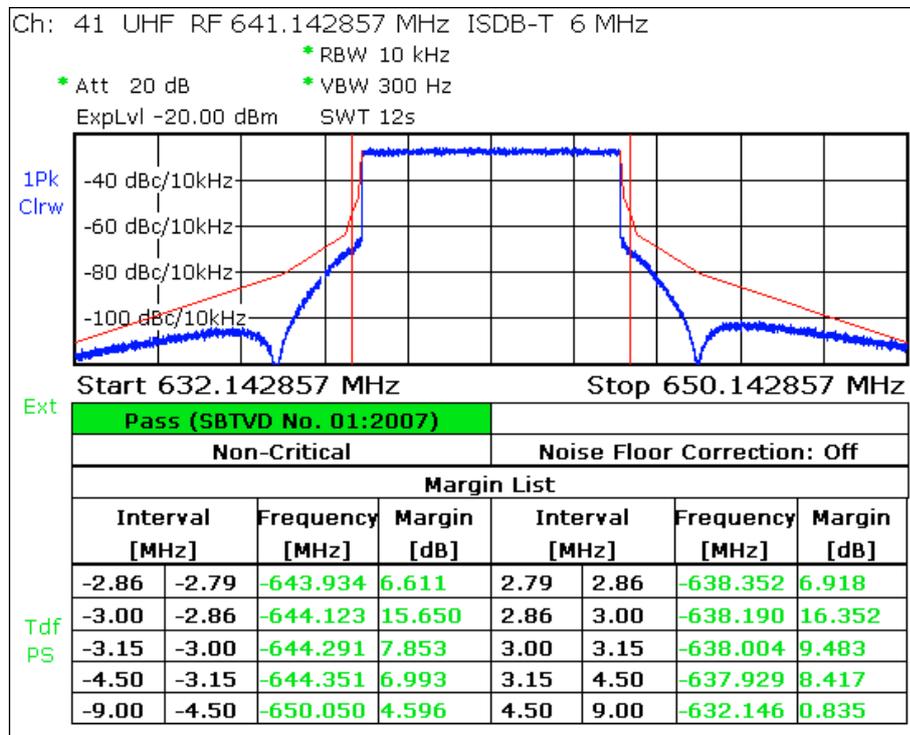


Fig. 10: Modo analizador/receptor de TV/radio, MEAS→Spectrum→menú OutOfBandEmission: emisiones en canales adyacentes comprobadas con la máscara no crítica de Brasil.

3.3.2 Armónicos

Además de las emisiones en canales adyacentes, los múltiplos de la frecuencia transmisora pueden dar lugar a armónicos. Se utiliza un filtro de armónicos en la salida del transmisor para suprimirlos. El analizador de TV R&S® ETL TV se puede utilizar para medir las emisiones fuera de banda en el modo analizador de espectro. Puesto que el filtro de máscara no elimina estos armónicos, sino que afecta solamente al rango cerca del canal, los armónicos se pueden medir directamente en el puerto (M1) en la salida del transmisor.

El gran rango dinámico de la señal hace que se tenga que utilizar un filtro paso alto adecuado para atenuar el canal usado al menos 40 dB. Los filtros rechazo banda (que son filtros de cavidad coaxial que pueden ser ajustados manualmente al canal que se quiere suprimir) no son adecuados en este caso, puesto que no solo atenúan la banda útil, sino que también en los múltiplos de dicha banda. La respuesta en frecuencia del filtro paso alto debería ser almacenada antes de la medición utilizando el generador de tracking para luego tenerla en cuenta durante la prueba utilizando la función de transducción.

Procedimiento
⚠ Compruebe que la potencia de entrada máxima no es excedida, véase la sección 2.4
Evalúe el filtro paso alto y almacene el resultado como fichero de transductor; véase el apéndice B
Conecte el R&S® ETL (IN1) al puerto antes del filtro de máscara (M1) y añada el filtro paso alto al "punto de inserción de filtros auxiliares"
Establezca las configuraciones predeterminadas de analizador de espectro como se describe en la sección 2.5
FREQ→Center: Establecer a 1.5 GHz
SPAN→Span Manual: Establecer a 3 GHz
Vaya a SETUP→Transducer para habilitar el fichero de transductor previamente generado para el filtro paso alto
Vaya a MKR→Marker 1 y utilice las funciones de marcadores para evaluar el rango alrededor de los múltiplos de la frecuencia de transmisión; véase Fig. 11

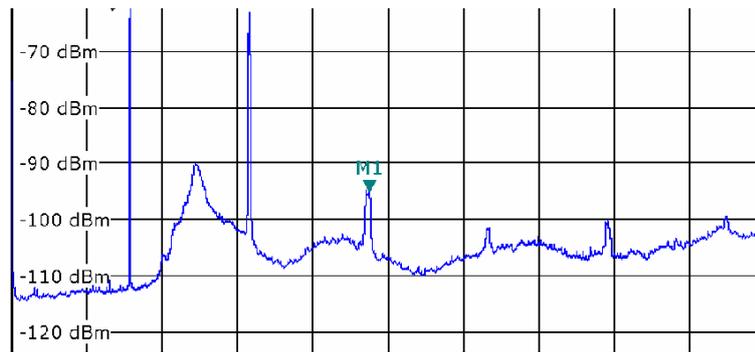


Fig. 11: Modo analizador de espectro Canal útil atenuado usando el filtro paso alto; los armónicos, que pueden ser evaluados mediante funciones de marcadores, son claramente visibles.

3.4 Calidad de la señal

3.4.1 Precisión de frecuencia

Las redes de frecuencia única (SFN), en particular, establecen requisitos muy estrictos en la precisión de la frecuencia de un transmisor ISDB-T de menos de 10^{-9} . El desplazamiento de la frecuencia de portadora (*carrier frequency offset*) se mide con el R&S® ETL en modo receptor/analizador de TV/radio en el puerto (M1) de la salida del transmisor.

Procedimiento	
⚠	Compruebe que la potencia de entrada máxima no es excedida, véase la sección 2.4
	Conecte el R&S®ETL (IN1) al puerto antes del filtro de máscara (M1)
	Define el Modo analizador/receptor de TV/radio default settings as described in Section 2.5
	Pulse MEAS→Overview→Adjust Attenuation
	Tome nota del valor de desplazamiento de frecuencia de la portadora; véase Fig. 12

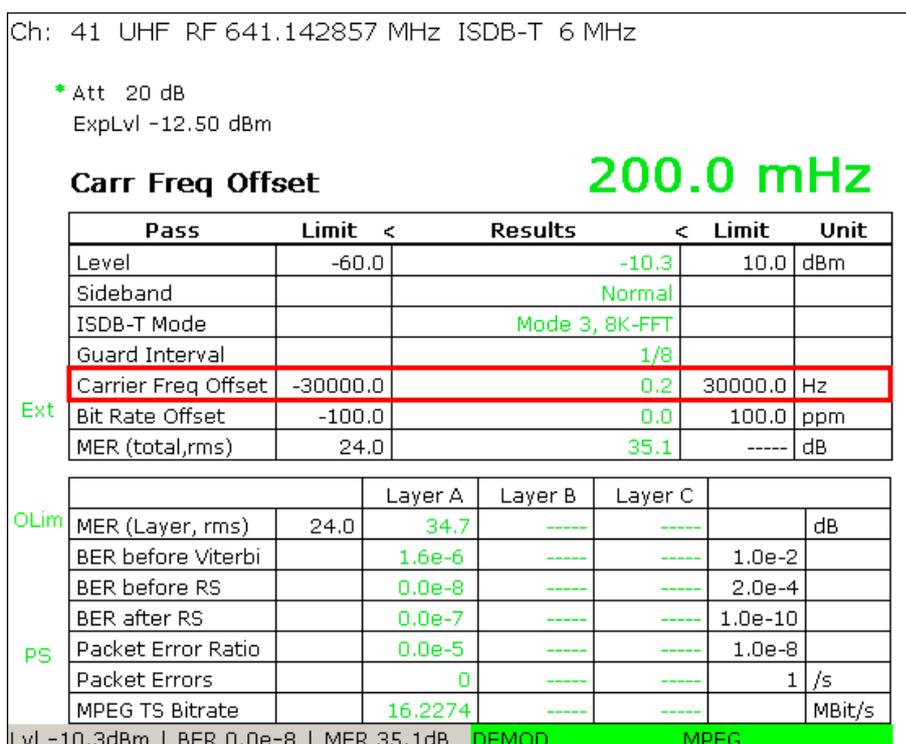


Fig. 12: Modo analizador/receptor de TV/radio, MEAS→Overview menu: La precisión de la frecuencia se puede leer en la quinta fila de la tabla, así como en la vista con zoom (MEAS→Overview→Zoom).

3.4.2 Tasa de error de modulación

La tasa de error de modulación (MER) es una medida de la suma de todas las interferencias que afectan a la señal de TV digital. Se registra la desviación de los puntos en el diagrama de constelación de su posición teórica ideal. Esto hace que sea posible una evaluación cuantitativa de la calidad de la señal. La MER se expresa típicamente en dB como una relación logarítmica entre el valor RMS de la amplitud de la señal y la magnitud del vector de error.

$$MER_{RMS} = 20 \log_{10} \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} (|\text{vector de error}|)^2}}{U_{RMS}} \text{ [dB]}$$

Un valor alto de MER indica buena calidad de la señal. En la práctica, la MER se sitúa entre el rango de solo unos pocos dB y alrededor de 40 dB. Un buen transmisor ISDB-T tiene una MER en el rango de aproximadamente 35 dB. Cuando se reciben señales ISDB-T en una antena de edificio con ganancia, es posible medir valores de MER de 20 a 30 dB en la conexión de antena. En receptores portátiles con una antena de interiores se espera obtener valores entre 13 y 20 dB.

La MER es el parámetro único de calidad más importante de un transmisor ISDB-T. Típicamente se distingue entre la MER total y la MER para cada una de las tres capas. Los pilotos continuos de ayuda que se incluyen típicamente en la MER total, afectan en gran medida su valor, haciendo que sea algo mejor que el valor promediado de las MERs de las capas. Las MERs de las tres capas representan los valores medios de MER de las subportadoras COFDM de datos útiles de los segmentos utilizados.

El diagrama MER(f) muestra el valor medio de las capas en uso. La representación gráfica del canal ISDB-T muestra una mala supresión de portadora como un pico en el centro de la banda, véase Fig. 13. La MER(f) también muestra la presencia de interferencias selectivas en frecuencia así como la utilización mixta de modulación diferencial y coherente. (En este sistema la modulación diferencial (DQPSK) da lugar a un valor de MER cerca de 3 dB inferior, véase Fig. 14).

Procedimiento
⚠ Compruebe que la potencia de entrada máxima no es excedida, véase la sección 2.4
Conecte el R&S®ETL (IN1) al puerto antes o después del filtro de máscara (M1/M3)
Define el Modo analizador/receptor de TV/radio como se describe en la sección 2.5
MEAS→Modulation Analysis→MER(f)→Adjust Attenuation
SPAN→Full Span
MEAS→Modulation Analysis→MER(f)→Auto Range
Utilice PRINT para imprimir la imagen de la prueba; véase Fig. 13

Los transmisores de gran eficiencia pueden provocar que la MER(f) muestre una ligera distorsión después del ecualizador.

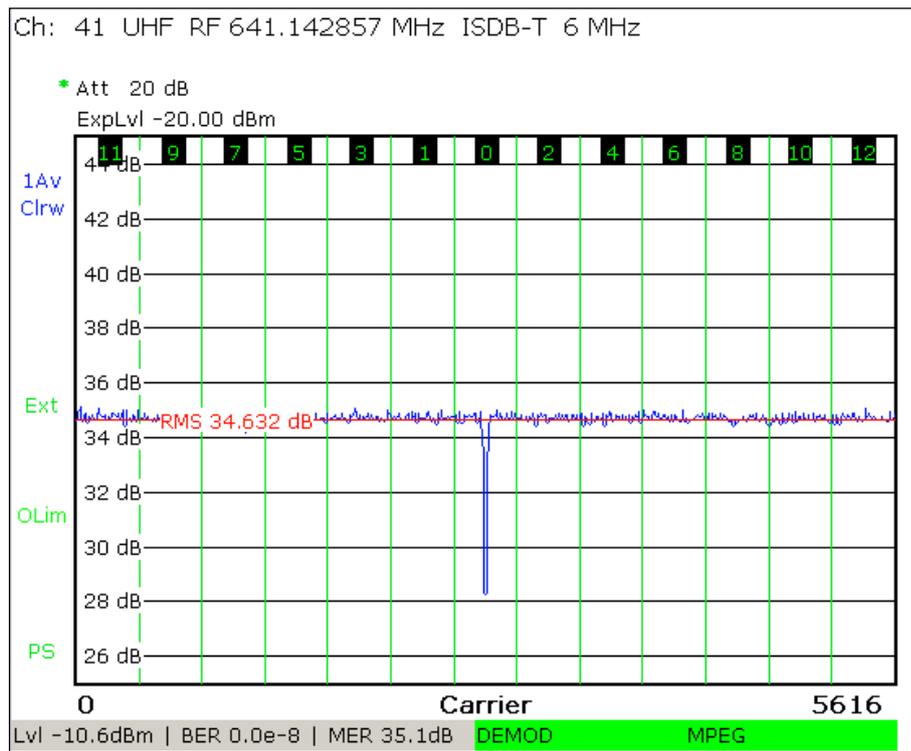


Fig. 13: Modo analizador/receptor de TV/radio, MEAS→Modulation Analysis→menú MER (f):MER en función de la frecuencia y valor promediado a lo largo de todo el canal (RMS).

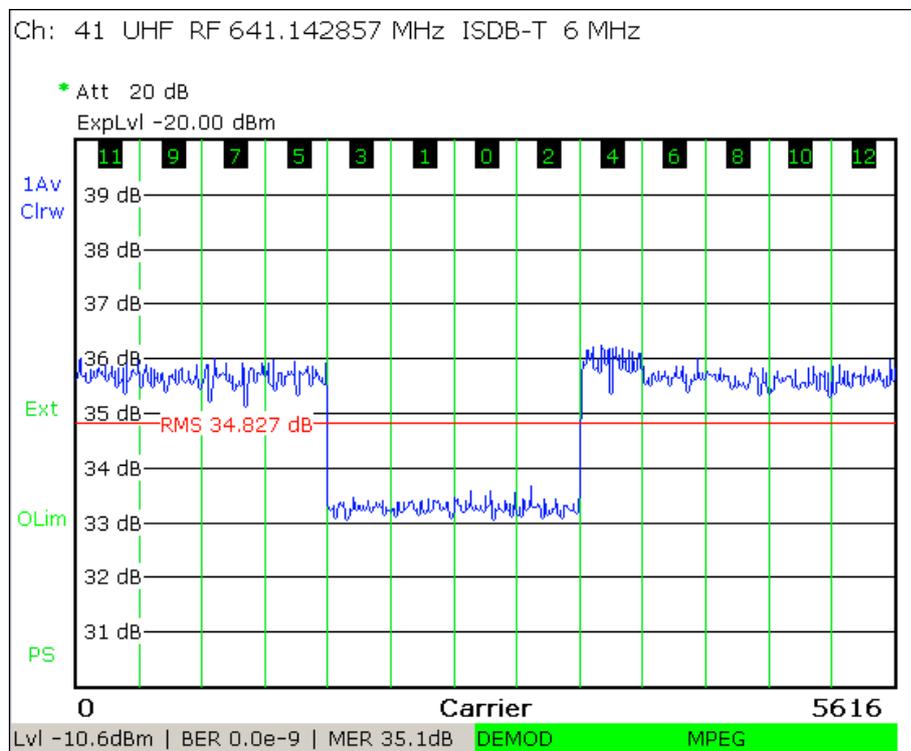


Fig. 14: MER obtenida para modulación coherente y diferencial en las diferentes capas.

3.4.3 Diagrama de constelación

El diagrama de constelación hace posible que se muestren todos los estados de la modulación en cuadratura de la señal que han ocurrido en intervalos de tiempos discretos al mismo tiempo. Es una representación gráfica de las componentes en fase y en cuadratura de la señal QAM en los ejes x e y. En el caso de modulaciones con múltiples portadoras, el diagrama de constelación se forma típicamente de la suma de los estados de todas las portadoras de la señal. Una señal ruidosa o discontinua de ISDB-T mostrará efectos de nublado. Cuanto más pequeños sean los puntos resultantes del diagrama de constelación, mejor será la calidad de la señal. Cuando se mide directamente en el transmisor, sólo se deberían ver puntos correctos.

En el R&S®ETL se puede elegir si mostrar el diagrama de constelación de una capa específica o por contra, de todas las capas. Los resultados de todas las capas se tienen que guardar primero usando una visualización completa (FULL SPAN). De esta manera se puede comprobar la calidad del ajuste I/Q (véase 3.2.1) mediante un análisis específico de la frecuencia de la portadora central.

Procedimiento
⚠ Compruebe que la potencia de entrada máxima no es excedida, véase la sección 2.4
Conecte el R&S®ETL (IN1) al puerto antes o después del filtro de máscara (M1/M3)
Define el Modo analizador/receptor de TV/radio como se define en la sección 2.5
MEAS→Modulation Analysis→Const Diagram→Adjust Attenuation
SPAN→Full Span
Utilice PRINT para imprimir el diagrama de constelación; véase Fig. 15
Vaya a SPAN→Span Carrier→Carrier Span e introduzca el número de portadora central (número de portadora 2808 en modo III, número 1404 en modo II o número 702 en modo I)
Utilice PRINT para imprimir otra vez el diagrama de constelación

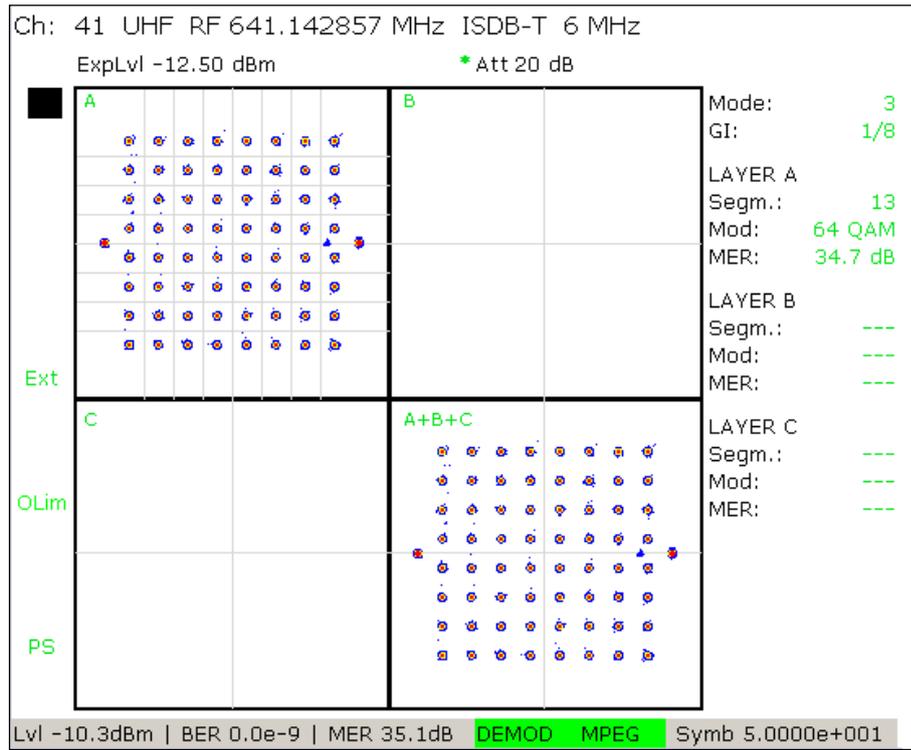


Fig. 15: Modo analizador/receptor de TV/radio, MEAS→Modulation Analysis→menú Const Diagram: diagrama de constelación ISDB-T (capa A, 64QAM).

3.4.4 Tasa de error binario

ISDB-T proporciona corrección de error externa e interna por medio de codificación por bloques Reed-Solomon (RS) y codificación convolucional que es procesada con un decodificador de Viterbi. Ambos métodos son capaces de detectar y corregir errores de bits en el flujo de datos. Como consecuencia, encontramos las siguientes tasas de error binario (BERs):

- BER antes de Viterbi
- BER después de Viterbi = BER antes de RS
- BER después de RS

Todas las interferencias de un canal de transmisión ISDB-T se pueden expresar en tasas de error binario (BER). En el caso de un transmisor ISDB-T activo, solo la BER antes de Viterbi puede ser mayor que cero. Este se situará en el rango de 10^{-9} o menor. Con pequeñas BERs, es necesario seleccionar adecuadamente tiempos de medición largos. Para pruebas de aceptación serán horas, mientras que para pruebas de monitoreo minutos.

En el caso de ISDB-T, con el R&S® ETL se pueden medir las BERs de las tres capas diferentes simultáneamente (modo receptor/analizador de TV/radio, MEAS→Overview→Overview Meas). Modo analizador/receptor de TV/radio. Para pruebas de aceptación, se debería medir la evolución de las BERs en el tiempo para la capa A junto con cualquier pérdida de sincronización.

Procedimiento
⚠ Compruebe que la potencia de entrada máxima no es excedida, véase la sección 2.4
Conecte el R&S®ETL (IN1) al puerto antes o después del filtro de máscara (M1/M3)
Define el Modo analizador/receptor de TV radio como se describe en la sección 2.5
Vaya a MEAS→Digital TV Settings <ul style="list-style-type: none"> • MPEG TS Output: Seleccione la capa
MEAS→Overview→Adjust Attenuation
Abra el cuadro de diálogo MEAS→Measure Log→Configure; véase Fig. 16 <ul style="list-style-type: none"> • Seleccione Enable Measurement Log • Seleccione Time Span para definir el tiempo de la prueba • Seleccione la traza 1: BER antes de Viterbi • Seleccione la traza 2: BER antes de Reed-Solomon
MEAS→Measure Log→Clear
Permita que la prueba (que puede durar desde varios minutos a horas) se ejecute completamente
Compruebe la validez de los resultados: La prueba es considerada válida si no se produce ninguna pérdida de sincronización; véase Fig. 17
Si la prueba es válida: MEAS→Measure Log→Auto Range
Si la prueba es válida: Registre los valores máximos o utilice PRINT para imprimir los resultados

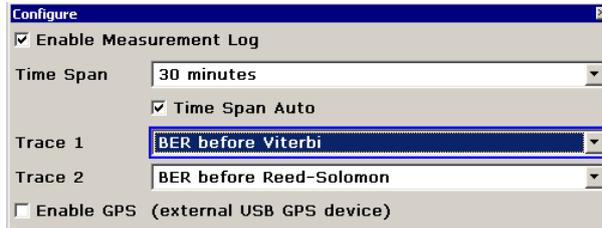


Fig. 16: Modo analizador/receptor de TV/radio, MEAS→Measure Log→menú Configure: Configuración de la medición de BER.

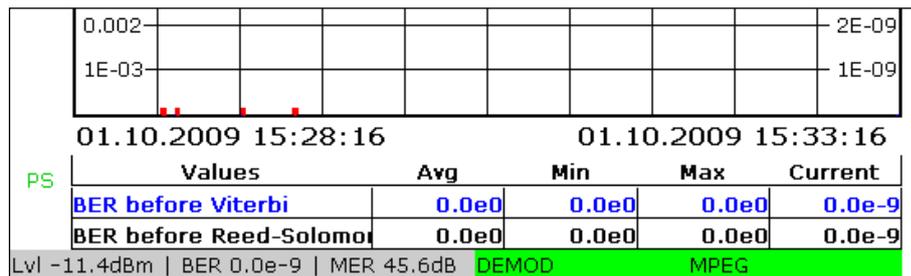


Fig. 17: Modo analizador/receptor de TV/radio, MEAS→Measure Log menu: medición de BER con el registro de mediciones (measurement log). Los marcadores rojos justo encima del eje de tiempo (aquí en el segundo y tercer segmento) indican pérdida de sincronización. En este caso, la prueba de BER no es válida.

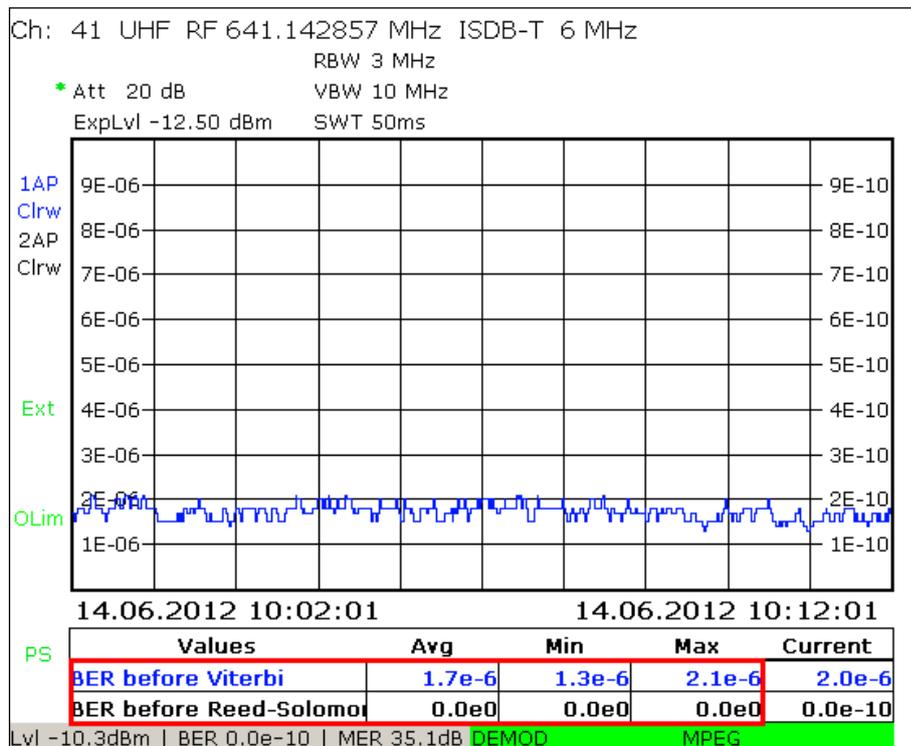


Fig. 18: Modo analizador/receptor de TV/radio, MEAS→Measure Log menu: medición válida de BER.

4 Abreviaciones

ATSC	Advanced television systems committee
BER	Tasa de error binario (bit error ratio)
CCDF	Función de distribución acumulativa complementaria (complementary cumulative distribution function)
DQPSK	Codificación diferencial por variación de fase en cuadratura (differential quadrature phase shift keying)
ISDB-T	Integrated Service Digital Broadcasting – Terrestrial
DVB-T	Digital Video Broadcasting – Terrestrial
MER	Tasa de error de modulación (modulation error ratio)
MPEG	Moving Picture Experts Group
OFDM	Multiplexación por división de frecuencias ortogonales (orthogonal frequency division multiplex)
RS	Reed-Solomon
SFN	Red de frecuencia única (Single frequency network)
TS	Transport Stream
QAM	Modulación de amplitud en cuadratura (quadrature amplitude modulation)
QPSK	Codificación por variación de fase en cuadratura (quadrature phase shift keying)

5 Referencias

- [1] "Tecnologías para la radiodifusión digital de vídeo y audio ", Walter Fischer, Springer Verlag, 2010, ISBN: 978-3-939837-10-7
- [2] Nota de aplicación Rohde & Schwarz 7TS02
- [3] "CCDF determination – a comparison of two measurement methods", Christoph Balz, "Neues von Rohde & Schwarz", edición 172 (2001/III),
pág. 52 – 53

6 Información adicional

Nuestras notas de aplicación son revisadas y actualizadas regularmente. Compruebe cualquier cambio en <http://www.rohde-schwarz.com>.

Por favor envíe cualquier comentario o sugerencia sobre esta nota de aplicación a Broadcasting-TM-Applications@rohde-schwarz.com.

7 Datos para pedidos

Producto	Denominación	Nº de referencia
Instrumento		
Analizador de TV, de 500 kHz a 3 GHz, con generador de tracking	R&S®ETL	2112.0004.13
Sensor de potencia media de 9 kHz a 6 GHz, 200 mW	R&S®NRP-Z91	1168.8004.02
Opciones necesarias		
Una de las siguientes tres interfaces para sensor de potencia		
- Interfaces adicionales	R&S®FSL-B5	1300.6108.02
- Adaptador activo a USB	R&S®NRP-Z3	1146.7005.02
- Adaptador pasivo a USB	R&S®NRP-Z4	1146.8001.02
Soporte de sensor de potencia con NRP	R&S®FSL-K9	1301.9530.02
Disco duro, 80 Gbytes (incluido en la unidad base a partir del número de serie 101500)	R&S®ETL-B209	2112.0291.02
Tarjeta de procesamiento MPEG	R&S®ETL-B280	2112.0362.02
Generador/grabador de MPEG TS	R&S®ETL-K280	2112.0591.02
Firmware ISDB-T	R&S®ETL-K260	2112.0485.02
Registro de mediciones para TV digital	R&S®ETL-K208	2112.0579.02
Opciones recomendadas		
Desplazamiento de frecuencia en redes de frecuencia única		
Desplazamiento de frecuencia en SFNs de ISDB-T	R&S®ETL-K261	2112.0491.02
Visualización de imagen		
Decodificador HW de audio y vídeo	R&S®ETL-B281	2112.0356.02
Actualización para alta definición y Dolby	R&S®ETL-K281	2112.0604.02
Análisis de MPEG		
Análisis y monitoreo de MPEG	R&S®ETL-K282	2112.0610.02
Análisis a fondo	R&S®ETL-K283	2112.0627.02
Análisis de difusión de datos	R&S®ETL-K284	2112.0633.02

A Generación de Transport Stream con el R&S®ETL

El generador/grabador de MPEG TS del R&S®ETL reproduce MPEG-2 Transport Stream (TS). Se introduce al transmisor mediante un cable de 75 Ω conectado a la salida TS ASI OUT (en la parte trasera del R&S®ETL). Un conjunto completo de archivos de TS con tasas de datos variables están disponibles para ISDB-T, los cuales se pueden reproducir sin interrupción en un bucle infinito. Se requieren las siguientes configuraciones en el R&S®ETL:

Configuraciones en el generador de TS	
MODE	→TS Generator / Recorder
MEAS	→TS Generator→Source: Seleccione el TS apropiado (véase Fig. 19)
MEAS	→TS Generator→Start

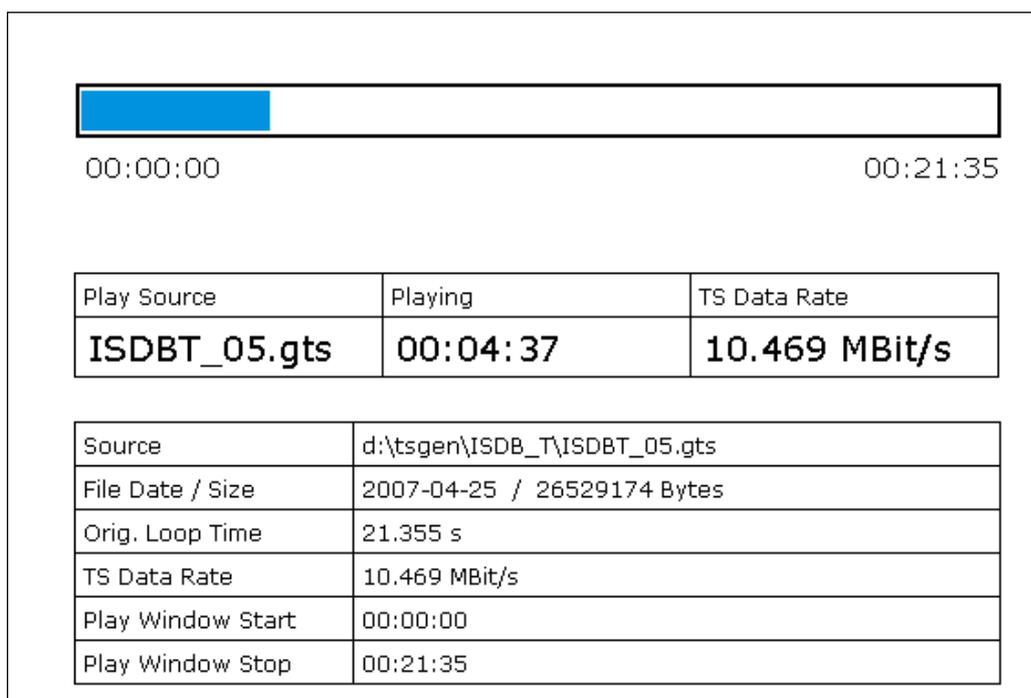


Fig. 19: Modo generador de TS: Generación de un Transport Stream.

B Incertidumbre en el cálculo de potencia reflejada

La incertidumbre ocurre en mediciones escalares de potencia reflejada como consecuencia de la directividad de los acopladores utilizados para medir. Esta directividad es un indicador de la potencia no deseada directa que interfiere en la potencia reflejada que es la que se está midiendo. Cuanto mejor es la directividad, menor es la potencia directa no deseada interferente. Un valor típico de directividad para acopladores direccionales está alrededor de -35 dB.

La fase de las señales solapadas debe ser conocida para medir con exactitud la potencia reflejada. Para ello se necesitaría un medidor de potencia vectorial. Sin embargo, la medición escalar ofrecida por el R&S[®]ETL también se puede utilizar para realizar los cálculos necesarios. En lugar de determinar el valor de la potencia reflejada de manera precisa, el R&S[®]ETL permite asegurar que la potencia reflejada es lo suficientemente baja como para que la función de autoprotección del transmisor no apague la estación. Esto se puede determinar mediante un cálculo escalar siempre y cuando la directividad del acoplador direccional sea lo suficientemente grande en relación con la potencia reflejada máxima permisible.

Durante una evaluación escalar de la potencia reflejada, el error teórico iría, en el peor de los casos, desde $+6$ dB a $-\infty$ dB, véase Fig. 20. En otras palabras, la potencia reflejada en una medición escalar puede llegar a ser hasta 6 dB mayor o por contra mucho menor del valor medido. La incertidumbre depende de las pérdidas de inserción, de la directividad y de la potencia reflejada. Para simplificar la evaluación, las pérdidas de inserción pueden ser obviadas puesto que su influencia en la práctica es despreciable.

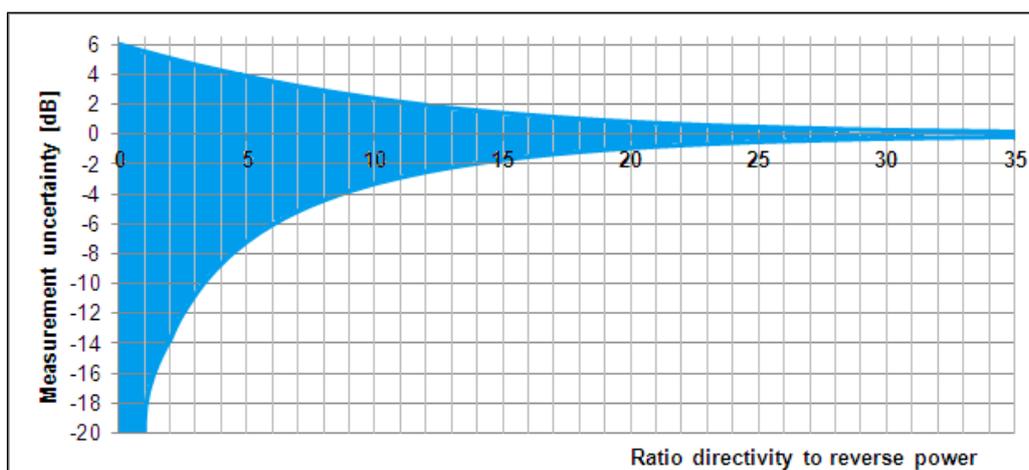


Fig. 20: Incertidumbre de la medición escalar, en función de la relación entre la directividad del acoplador direccional y la potencia reflejada (pérdidas de inserción del acoplador direccional despreciadas).

Por ejemplo, suponiendo que la relación entre la directividad y la potencia reflejada es 0 dB (caso peor), el máximo error teórico del valor medido estaría entre $+6$ dB y $-\infty$ dB. Sin embargo, si un valor de 6 dB mayor es aceptable no es necesario determinar el valor real.

En otro ejemplo, suponiendo que la diferencia entre la directividad del acoplador y la potencia reflejada es 20 dB, el error máximo del valor medido estaría entre 0.83 y -0.92 dB. Es decir, si la potencia reflejada desacoplada es -15 dBm, por ejemplo, y la directividad es -35 dB, los valores reales presentes en el instrumento estarían entre -14.17 dBm -15.92 dBm. Así, la incertidumbre de la medición está en el rango de ± 1 dB. Por consiguiente, una evaluación escalar detectaría el caso crítico de una potencia reflejada elevada.

El siguiente diagrama (Fig. 21) se puede utilizar para determinar la máxima potencia reflejada en función del valor medido mostrado.

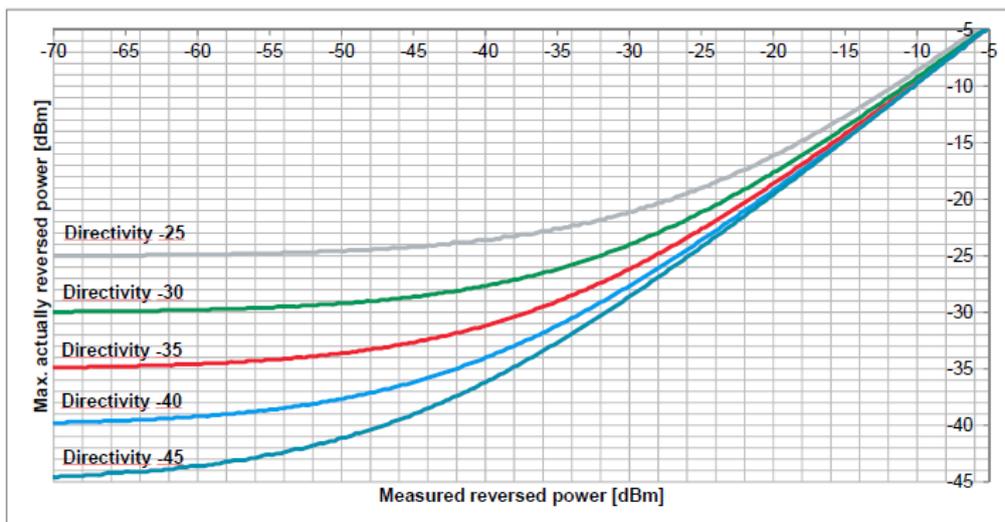


Fig. 21: Máxima potencia real reflejada en función de la potencia reflejada medida.

En resumen, una medición escalar es suficiente siempre y cuando la máxima potencia reflejada desde la línea medida se encuentre en un valor aceptable.

C Grabación de la respuesta en frecuencia de un filtro en un fichero de transductor

En la práctica, hay dos métodos para evaluar señales que exceden el rango dinámico ofrecido por los analizadores de espectro:

- Método 1: Las componentes frecuenciales que tienen mayor potencia son atenuadas selectivamente mediante filtros auxiliares, como filtros rechazo banda ajustables o filtros paso alto. Esto reduce el rango dinámico suficientemente para que las señales se puedan medir después del filtro auxiliar. Para mostrar el rango dinámico real automáticamente, se utiliza un fichero de transductor para compensar, substrayendo matemáticamente, la respuesta en frecuencia del filtro auxiliar, que fue previamente calculada separadamente.
- Método 2: Si el alto rango dinámico de la señal es conseguido utilizando un filtro específico (por ejemplo, el filtro de máscara de un transmisor), los filtros auxiliares no son en absoluto necesarios. En su lugar, la respuesta en frecuencia del filtro específico puede ser grabada separadamente como un fichero de transductor. Este fichero de transductor se activa posteriormente durante la prueba antes del filtro, añadiendo su respuesta en frecuencia, y así el rango dinámico se calcula automáticamente.

Este fichero se crea directamente utilizando el generador de tracking del R&S®ETL siempre que la respuesta en frecuencia del filtro no exceda el rango dinámico medible.¹:

Generación de un fichero de transductor
MODE→Spectrum Analyzer
FREQ→Center: Configurar la frecuencia central a la mitad del canal
SPAN→Span Manual: Establecer a 30 MHz
TRACE→Detector Manual Select→More→Detector Average
BW→Res BW Manual: Establecer en 30 kHz
SWEEP→Sweeptime Manual: Establecer en 2 s
MENU→Tracking Generator→Source On
MENU→Tracking Generator→Source Power: Establecer en 0 dBm
Conecte los cables para la prueba desde la salida Gen Out 50 Ω a la entrada RF IN 50 Ω del R&S®ETL; véase Fig. 22:
AMPT→Ref Level: Establecer en -30 dBm

¹ La respuesta en frecuencia proporcionada en las especificaciones técnicas también puede ser introducida manualmente en el fichero de transductor (SETUP→Transducer).

R&S® ETL con preselector ¹	R&S® ETL sin preselector
AMPT→RF Atten Manual: Establecer en 15 dB	AMPT→RF Atten Manual: Establecer en 0 dB
Si se produce saturación, ² vaya a AMPT→RF Atten Manual e incremente el atenuador en 5 dB.	
MENU→Tracking Generator→Source Cal→Cal Trans	
MENU→Tracking Generator→Source Cal→Normalize	
Utilizando los cables previamente evaluados, conecte el filtro desde la salida Gen Out 50 Ω hasta la entrada RF IN 50 Ω del R&S® ETL; véase Fig. 22	
Método 1 (reduce el rango dinámico de la señal utilizando filtros auxiliares)	Método 2 (evaluación antes de incrementar el rango dinámico)
MENU→Tracking Generator→Source Cal→More→Save As Neg Trd Factor	MENU→Tracking Generator→Source Cal→More→Save As Pos Trd Factor
Especifique un nombre para el fichero de transductor y guárdelo	
Vaya a SETUP→Transducer→Active On para habilitar el fichero de transductor	



Fig. 22: Configuración de la conexión para compensar el cable.



Fig. 23: Configuración de la conexión para evaluar la respuesta en frecuencia del filtro de máscara.

¹ Si el instrumento contiene preselector, éste se puede configurar en AMPT→More. El preselector está habilitado de forma predeterminada.

² Advertencias de saturación aparecen en la parte superior de la pantalla como "IFovl" o "Ovld".

D Pruebas automatizadas utilizando R&S®TxCheck

La aplicación software R&S®TxCheck está disponible gratuitamente en todos los R&S®ETLs. Este software permite ejecutar mediciones automáticamente, e incluye la generación de un informe ponderado de los resultados.

Esta nota de aplicación incluye el fichero "7BM103.ETLtxi". Abriendo este archivo con el R&S®TxCheck, se configura el software para llevar a cabo todas las pruebas automatizadas en el transmisor:

- Nivel de salida del transmisor Salida del nivel de transmisor(3.1.1 Modo analizador/receptor de TV/radio, variante analizador/receptor de TV/radio)
- Desajustes I/Q (3.2.1)
- Respuesta en frecuencia de amplitud y retardo de grupo (3.2.2)
- Precisión de frecuencia (3.4.1)
- Tasa de error de modulación (3.4.2)
- Diagrama de constelación (3.4.3)

Pruebas automatizadas utilizando R&S®TxCheck
Copie el fichero 7BM103.ETLtxi al R&S®ETL
 Compruebe que la potencia de entrada máxima no es excedida, véase la sección 2.4
Si está disponible, conecte el R&S®ETL (IN1) al puerto (M4) en el combinador, o sino al (M3) después del filtro de máscara
MODE→TxCheck
En la aplicación R&S®TxCheck, vaya a File/Open Profile (*.ini) y seleccione el fichero previamente copiado "7BM103.ETLtxi"
En la pestaña "Settings", configure la frecuencia y el ancho de banda; véase Fig. 24
En la pestaña "Measurements", ajuste los límites para los parámetros individuales a medir; véase Fig. 25
Vaya a "Measurement/Start Measurement" para iniciar la prueba
Después de que la prueba haya finalizado, vaya a "File/Save" para almacenar los resultados

Los resultados de la prueba automática aparecen en las pestañas "Measurements" y "Graphics". Para visualizar los ficheros de resultados guardados en un PC externo, primero instale el software R&S®TxCheck en el PC (en la aplicación R&S®TxCheck, vaya a "Help/Installation Info..." para más información). Finalmente, vaya a "File/Print" para imprimir el informe de resultados.

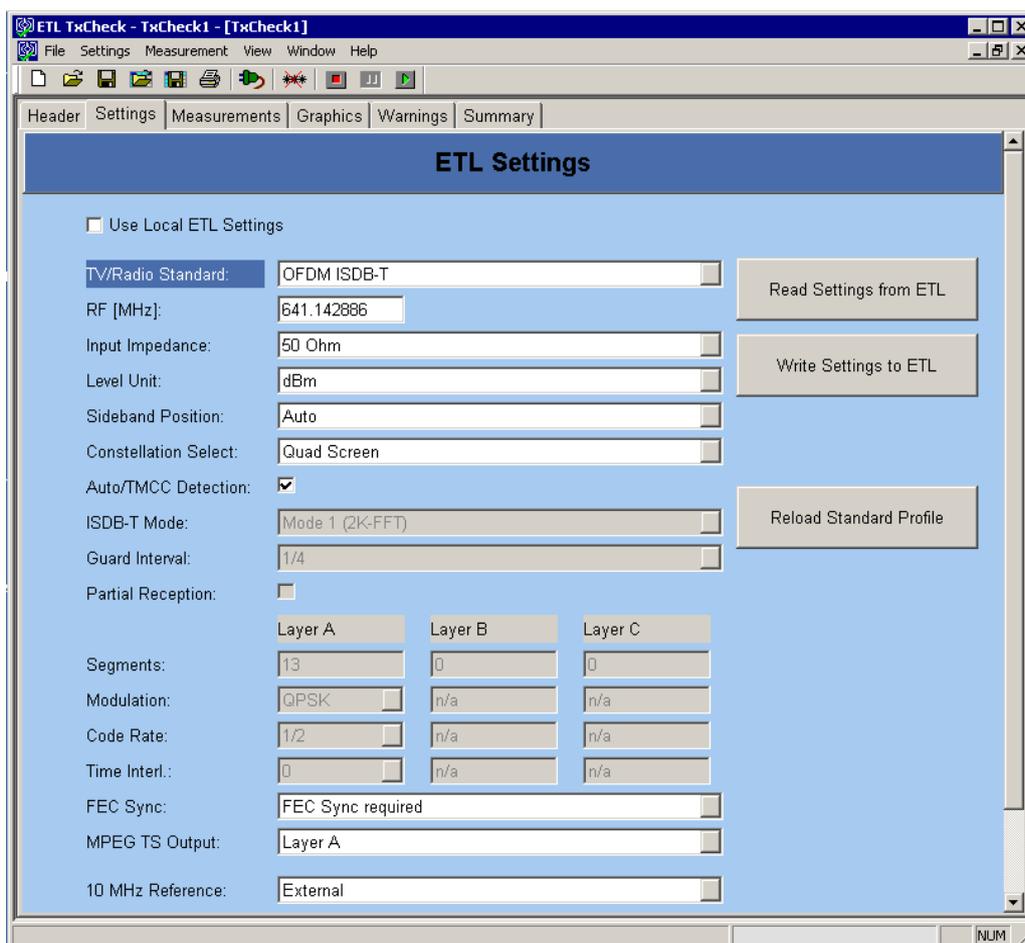


Fig. 24: Interfaz de usuario del R&S®TxCheck, pestaña "Settings".

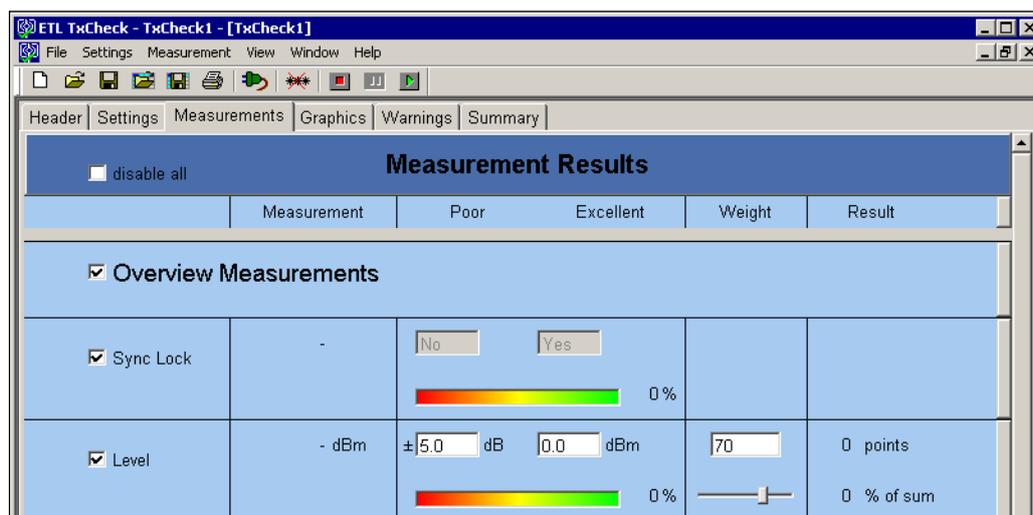


Fig. 25: Interfaz de usuario del R&S®TxCheck, pestaña "Measurements".

Sobre Rohde & Schwarz

Rohde & Schwarz es un grupo independiente de compañías especializadas en electrónica. Somos proveedor líder de soluciones en los campos de instrumentación, -radiodifusión, radio-monitoreo y radiolocalización, así como comunicaciones seguras. Establecida hace más de 75 años, Rohde & Schwarz tiene presencia global y una red de servicios dedicada en más de 70 países. La sede central de la compañía se encuentra en Múnich, Alemania.

Compromiso con el medio ambiente

- Productos energéticamente eficientes
- Desarrollo continuo de conceptos ambientales sostenibles
- Sistema de gestión ambiental certificado según ISO 14001



Contacto regional

- Europa, África, Medio Oriente
+49 89 4129 12345
customersupport@rohde-schwarz.com
- América del Norte
1 888 TEST RSA (1 888 837 87 72)
customer.support@rsa.rohde-schwarz.com
- América Latina
+1 410 910 79 88
customersupport.la@rohde-schwarz.com
- Asia/Pacífico
+65 65 13 04 88
customersupport.asia@rohde-schwarz.com
- China
+86 800 810 8228/+86 400 650 5896
customersupport.china@rohde-schwarz.com

Esta nota de aplicación y los programas suministrados sólo se pueden utilizar sujetos a las condiciones de uso descritas en la zona de descargas de la página web de Rohde & Schwarz.

R&S® es una marca registrada de Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.
Nombres comerciales son marcas registradas de los propietarios.

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

Mühlendorfstraße 15 | D - 81671 München

Teléfono + 49 89 4129 - 0 | Fax + 49 89 4129 - 13777

www.rohde-schwarz.com