

Medidas sencillas y precisas en transmisores de TV digital de baja potencia

Artículo cedido por el Dpto de Instrumentación de Rohde & Schwarz España



Con los analizadores de TV portátiles de Rohde, se simplifica notablemente, la instalación, mantenimiento y reparación de reemisores de TV digital.

25 kilogramos o poco más: esto es lo que pesa todo el equipamiento de medida – un receptor de medida, un analizador de espectro y un medidor de potencia - necesario para realizar las medidas en los transmisores de televisión digital. Este peso no representa un problema a la hora de medir un transmisor fácilmente accesible. Sin embargo, el problema surge a la hora de tener acceso a los reemisores y transpondedores, que habitualmente no encuentran su ubicación hasta la segunda fase de instalación de una red y su propósito es el de cubrir espacios sin cobertura locales. A menudo están ubicados en lugares de difícil acceso, tales como montes, tejados, ... Para las pruebas en estos transmisores de baja potencia, los técnicos de mantenimiento prefieren emplear dispositivos de medida portátiles y de tamaño reducido.

Tal como se muestra en el diagrama de bloques de un transmisor de TV (Fig. 1), a la salida del transmisor se ubica un acoplador direccional con puertos de medida para la potencia directa y reflejada, seguido por un filtro de máscaras y un antena. Los operadores de red de TV suelen definir qué medidas son necesarias en sus especificaciones de medida. Sin embargo, hay algunos parámetros que las medidas suelen cubrir siempre: la potencia de transmisión, la precisión de la frecuencia, el ratio de error de

funcionando correctamente. Es posible medir todos estos valores directamente en los puertos de medida del acoplador direccional, incluso las emisiones fuera de banda, si se emplea un pequeño truco que explicaremos más adelante.

Medidas en el transmisor

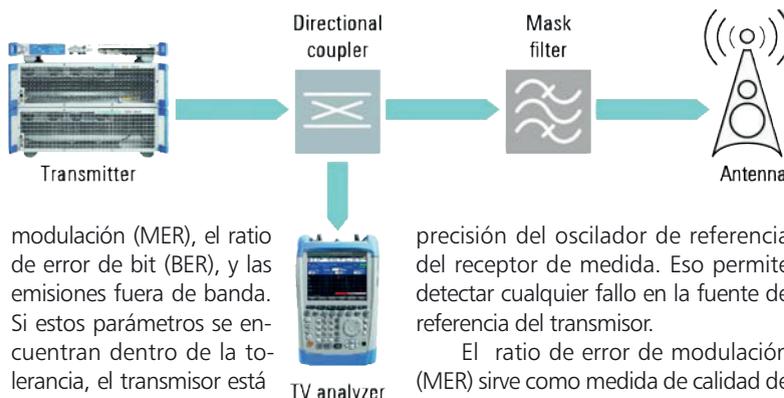
La potencia de salida es la característica más importante de un transmisor ya que determina el rango de transmisión. Las señales de TV Digital son señales con una potencia media constante. Un receptor de test mide la potencia con mucha precisión integrando la densidad de potencia sobre el ancho de banda ocupado. Es posible alcanzar un nivel aún más alto de precisión empleando un sensor de potencia externo. Los técnicos tienen que corregir la lectura para tener en cuenta las pérdidas de inserción de aprox. 0,1dB a 0,3dB del filtro de máscara así como las pérdidas de acoplamiento del acoplador direccional.

Los transmisores de TV Digital pueden funcionar en redes de frecuencia única (SFN). Esto requiere un alto nivel de precisión en la frecuencia de cada transmisor, ya que éstos no pueden desviarse más de 1 Hz el uno del otro. El receptor de medida tiene que estar sincronizado con el transmisor para poder medir las desviaciones con seguridad. Para eso, un transmisor suele suministrar una señal de referencia de 10 MHz. Como alternativa, el receptor de medida puede ser sincronizado con un receptor de GPS. La señal GPS incrementa la

la señal entregada por el transmisor. Se define como la relación logarítmica de la amplitud de la señal al vector error y como tal abarca cualquier tipo de interferencia en la señal. Un valor MER alto indica una calidad de señal alta. En un primer paso, el valor MER se muestra como valor RMS sobre todas las portadoras OFDM. Como tal, representa una medida general de la calidad de la señal. Un buen transmisor de DVB-T puede alcanzar un MER de más de 35 dB. Determinar los valores MER de cada portadora de OFDM, o MER(k), permite conocer detalles sobre la calidad de la señal. Por ejemplo, una pendiente en la curva de MER(k) indica interferencia de banda estrecha. Una supresión de portadora insuficiente por el modulador aparece en la curva de MER(k) como un valor MER bajo en la parte central de portadoras OFDM. Un desequilibrio en las fases y amplitudes de un modulador I/Q deriva en una supresión reducida de banda lateral, y por consiguiente, en un empeoramiento uniforme del MER de todas las portadoras OFDM.

Las especificaciones de medida para los transmisores de TV digital también requieren medir el bit error ratio (BER). ¿Por qué el BER en los transmisores? Sabemos que los errores de bit suelen aparecer en el receptor. Están causados por interferencias en el camino de transmisión, y corregirlos es tarea del receptor. Los transmisores de TV digital terrestre emplean métodos de corrección de errores externos e internos. Para DVB-T e ISDB-T, se emplea codificación Reed-Solomon (RS) y codificación convolucional. Sirven para corregir errores de bit en el receptor. Es posible realizar tres tipos diferentes de medidas BER en el receptor: BER antes de Viterbi, BER antes de RS, y BER después de RS. En la salida del transmisor, el receptor de medida puede dar un valor no igual a cero sólo para BER antes de Viterbi. El valor de esta medida no tiene que exceder 10⁻⁹. Se necesitan tiempos de medida muy largos para determinar con seguridad valores BER tan pequeños. Los tiempos de medida van desde unos pocos minutos para las medidas más

Figura 1. Diagrama de Bloques de un Transmisor de TV





habituales hasta varias horas para medidas de aceptación. Medir el valor BER a la salida del transmisor es un criterio eficaz para el correcto funcionamiento del transmisor.

Medir las emisiones fuera de banda sin filtro supresor de banda

Una de las tareas más exigentes es medir emisiones fuera de banda, como por ejemplo, los componentes de la señal en los canales adyacentes de un transmisor. Las emisiones fuera de banda están ocasionadas por no linealidades en el transmisor. Aunque los transmisores de TV emplean amplificadores de alta linealidad que operan en el modo de clase AB y con pre-corrección en el modulador, siempre permanece cierta cantidad de no linealidad residual, que causa productos de intermodulación de las portadoras OFDM. Estos aparecen como hombreras en los bordes del espectro, y se extienden a los canales adyacentes. El filtro de máscara alisa las hombreras por debajo de los valores límite especificados por ley. Por ejemplo, DVB-T requiere una atenuación de más de 80dB relativos a la señal útil

en un espaciado de ± 10 MHz de dicha señal. Las demandas hacen tan estricta la atenuación de las hombreras, que incluso analizadores de espectro de gama alta pueden verificar el cumplimiento con valores límite sólo si la señal útil se suprime con un filtro de banda eliminada. Un truco para simplificar esta medida es tener en cuenta que el filtro de máscara es un componente pasivo cuyas características no cambian con la potencia de la señal. Por eso, es posible medir, en un primero paso, la característica del filtro de máscara solamente y almacenarla. Luego, en un segundo paso, la característica del filtro se multiplica por el espectro del transmisor que es medido a continuación. Este método permite medir el espectro antes que el filtro de máscara, por ejemplo, en el acoplador direccional conectado a la salida del transmisor. Si entonces el espectro se corrige por la característica del filtro de máscara, el resultado es el espectro que se hubiese obtenido a la salida del filtro de máscara. Es por tanto posible, medir las atenuaciones de las hombreras que se encuentran por encima del rango dinámico del receptor de medida.

Los actuales receptores de TV, tales como el analizador de TV portátil

R&S ETH de Rohde & Schwarz, miden la potencia, la frecuencia, MER y BER de forma automática y en tiempo real, y facilitan los resultados en una pantalla de fácil lectura. La Fig. 2 muestra una medida para ISDB-T. Muestra los valores MER y BER para las capas A, B, y C por separado. Es posible conectar un sensor de potencia para medir la potencia con la máxima precisión. Un receptor GPS está disponible como accesorio. El analizador de TV también puede estar equipado de un generador de tracking. Esto permite medir emisiones fuera de banda. El R&S ETH almacena la característica de del filtro de máscara como un transductor y la emplea para corregir automáticamente la medida del espectro. El R&S ETH puede también mostrar los valores límites permitidos y comprobar que éstos se cumplan (Fig. 3).

El software para PC incluido intercambia los resultados de la medida, las configuraciones del dispositivo y los

Figura 2. Visualización de los parámetros clave de una señal ISDB-T de tres capas

ISDB-T		Meas List		Transmitter		30/12/10 15:05	
RF							761.142857 MHz
Channel / Band							62 / UHF
Channel Table							TV Brazil ISDB-T
Gain Control / RF Attenuation							Auto Low Noise / 15 dB
Measurement Parameter							
Power							-11.49 dBm
OFDM Demodulator							locked
ISDB-T Mode							Mode 3 (8K)
Guard Interval							1/16
Sideband Position							normal
RF Offset							104.2 Hz
Symbol Rate Offset							0.8 ppm
Crest Factor							12.17 dB
FEC Decoder							locked
MER (total,rms)							45.0 dB
MER (total,peak)							20.6 dB
MER TMCC							46.9 dB
MER AC							46.9 dB
Layer A							
MER (Layer,rms)							43.1
BER before Viterbi							0.0E-07
BER before Reed Solomon							0.0E-07
BER after Reed Solomon							0.0E-06
Packet Errors							0
MPEG TS Bitrate							0.440563
Layer B							
MER (Layer,rms)							44.7
BER before Viterbi							0.0E-08
BER before Reed Solomon							0.0E-08
BER after Reed Solomon							0.0E-07
Packet Errors							0
MPEG TS Bitrate							2.973804
Layer C							
MER (Layer,rms)							44.8
BER before Viterbi							0.0E-09
BER before Reed Solomon							0.0E-09
BER after Reed Solomon							0.0E-07
Packet Errors							0
MPEG TS Bitrate							13.382116
Meas Mode							Meas Profile
RF Att / Gain Ctrl							Demod Settings
BER Reset							TMCC Info

archivos del transductor entre un PC y el equipo. El analizador reúne todas estas funciones en un equipo altamente compacto, operado por batería y de sólo 3.3 kg de peso.

Figura 3. Medida de emisiones fuera de banda empleando el filtro de máscara del transmisor como transductor

