

Utilización de analizadores de espectro portátiles para localizar transmisores "ocultos"

División de electrónica de Inycom



www.inycom.es

Artículo cedido por la División de electrónica de Inycom, distribuidor oficial de Anritsu en España, en colaboración con Anritsu Corporation.

Los analizadores de espectro portátiles de altas prestaciones son la herramienta ideal para detectar y localizar transmisores ocultos porque son fácilmente transportables hasta el mismo transmisor, algo prácticamente imposible con analizadores de bajas prestaciones o de banco.

Colocar una señal muy débil justo al lado de otra con nivel de señal alto puede ser una manera muy efectiva de enmascarar dicha señal y hacerla difícil de detectar. Existen distintas razones potenciales para ello. La mayoría de los analizadores de espectro portátiles tienen un ruido de fase bastante pobre. Al no disponer de filtros con resolución de ancho de banda suficientemente estrechos se hace imposible detectar señales en la proximidad de una portadora potente. La posibilidad de barridos rápidos de frecuencia también proporciona una ventaja considerable para de un vistazo ver todo el espectro. Por ejemplo el modelo MS2722C de Anritsu barre los 9GHz de su ancho de banda en solo 0,5 segundos.

Estas limitaciones hacen inservibles a la mayoría de los analizadores de espectro para la identificación de esta clase de transmisores "ocultos".

Debido a que la velocidad de barrido es, como hemos visto, uno de los mayores impedimentos, Anritsu desarrolló una nueva forma de efectuar barridos de alta velocidad y la incorporó en los analizadores de espectro de las series C y E. Se la denominó "Fast Sweep" y proporciona tiempos de barrido que solo se ven incrementados de forma poco significativa cuando se estrecha el ancho de banda de resolución. Por ejemplo, para un "span" de 500 MHz la tabla 1 muestra las velocidades de barrido del modo "Fast Sweep" de los modelos MS2722C y MS2713E comparados con la velocidad de barrido tradicional del MS2721B. El resto de los ajustes se encuentran en sus valores por defecto. Se puede apreciar que el tiempo de barrido para 1 KHz de RBW



Figura 1. Analizador Anritsu MS2726C, 9 KHz a 43 GHz

RBW	Sweep time		
	MS2722C	MS2713E	MS2721B
3 MHz	135 ms	254 ms	102 ms
1 MHz	133 ms	625 ms	203 ms
300 kHz	133 ms	1.88 s	912 ms
100 kHz	332 ms	608 ms	2.9 s
30 kHz	532 ms	1.99 s	18 s
10 kHz	900 ms	3.97 s	16.6 s
3 kHz	2 s	16 s	51 s
1 kHz	9 s	33 s	143 s

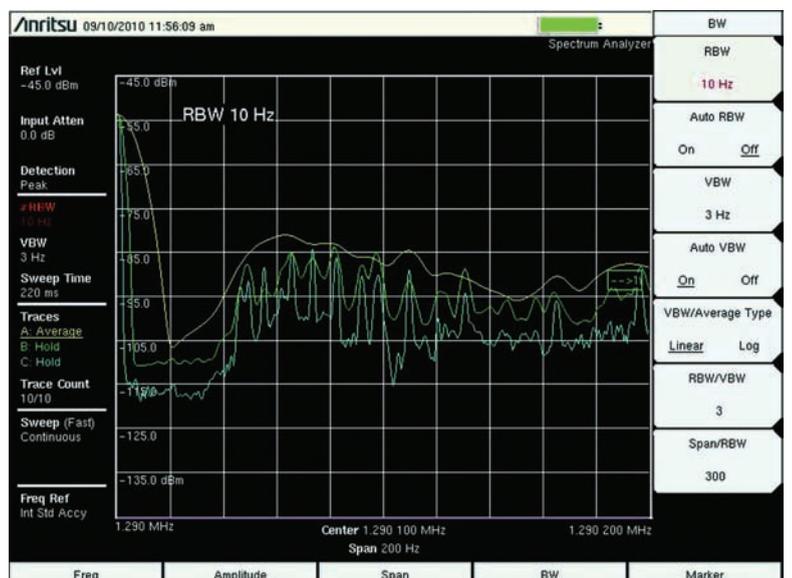
Tabla 1

(resolución del ancho de banda) en el modelo MS2722C es 15 veces más rápido que el tiempo de barrido del modelo MS2721B.

Con un analizador de espectro con bajo ruido de fase se pueden buscar señales en las proximidades

de una portadora potente con la seguridad de localizar esa emisión. Por ejemplo si provocamos una interferencia en la proximidad de una potente portadora de AM, un analizador de espectro con un ruido de fase pobre no será capaz de verla.

Figura 2. Efectos de las limitaciones de RBW



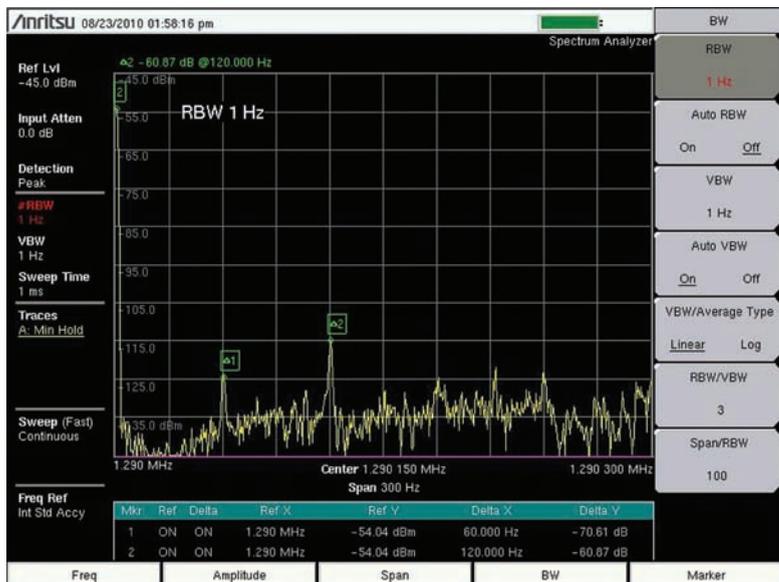


Figura 3. Medidas de señales cercanas a una portadora de AM realizadas con 1 Hz de RBW. La portadora está en el borde izquierdo de la pantalla

A continuación, figura 2, tenemos una vista en banda estrecha de una señal AM mostrada con 3 resoluciones de ancho de banda (RBW) diferentes.

Utilizando un RBW de 1 Hz, la traza azul, no solo es fácil ver las correspondientes líneas de potencia de las bandas laterales, sino también si existe una señal oculta en el área comprendida entre la portadora (en el borde izquierdo de la pantalla) y el ruido en banda lateral de 60 Hz, será fácil de detectar. Esto no ocurre con analizadores con menores prestaciones de ruido de fase, margen dinámico pobre o RBW limitados.

Si el RBW disponible hubiera sido de 100 Hz o de incluso 30 Hz, no habría habido manera de llevar a cabo la medida. Incluso un RBW de 10 Hz no hubiera sido suficientemente bueno para llevar a cabo la medida convenientemente. Ver figuras 2 y 4.

Necesitamos un margen dinámico amplio para poder detectar señales muy pequeñas en presencia de otras muy grandes. En nuestra medida, el marcador delta está en los -70 dBc, por debajo del margen dinámico de muchos equipos portátiles. Esto es importante porque podemos encontrar señales muy potentes en la proximidad de un transmisor oculto.

También son importantes para el descubrimiento de transmisores ocultos la flexibilidad en la selección del RBW y del ancho de banda de video (VBW).

Se puede utilizar un ancho de banda de resolución amplio para ir más rápido en el barrido inicial en busca de un transmisor oculto y después pasar a un RBW más estrecho para obtener un nivel de ruido muy bajo. Con las prestaciones de barrido rápido de los modelos MS272xC y MS271xE se pueden obtener niveles de ruido intrínseco muy bajos (gran sensibilidad) sin necesidad de sufrir largos tiempos de espera.

Como se muestra en las figuras 5 y 6, utilizando anchos de banda de video muy estrechos se puede suavizar el ruido en una traza lo que hace que las señales cercanas al nivel de ruido del equipo sean más visibles, no simplemente picos aleatorios de ruido. La traza activa de la señal en la figura 5 está fluctuando arriba y abajo igual que el ruido. No podría ser identificada como traza con señales válidas.

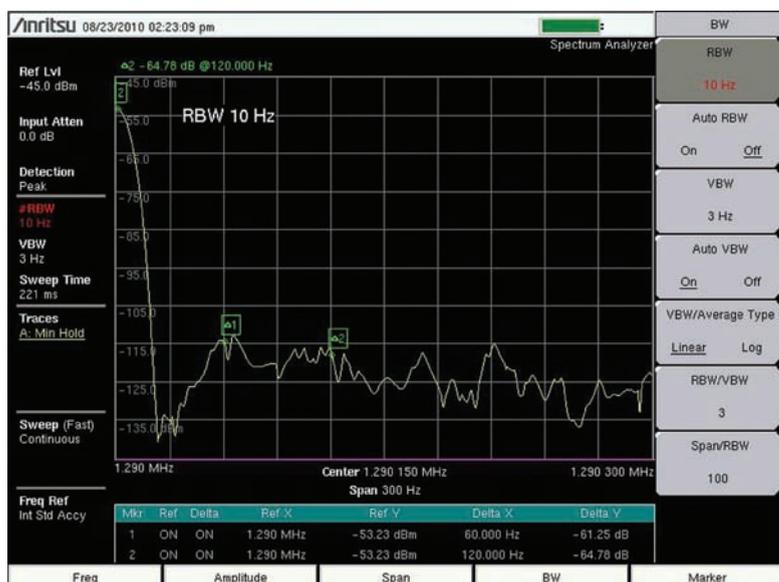


Figura 4. Portadora de AM medida con un RBW de 10 Hz

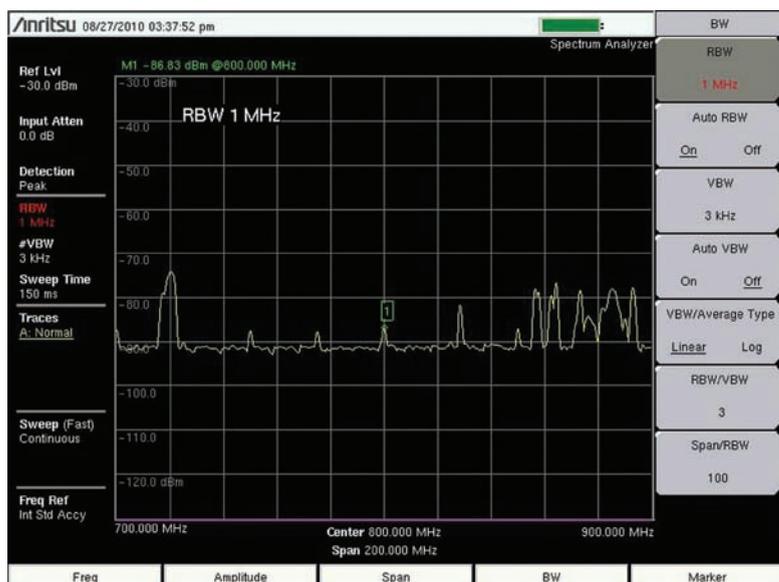


Figura 5. Las señales débiles no se pueden identificar con el VBW por defecto.

Figura 6. Anchos de banda de video muy estrechos revelan claramente la señal

Los analizadores de espectro portátiles de Anritsu incorporan distintos tipos de detectores. Entere todos ellos, los más útiles para la identificación de transmisores ocultos son los de pico, promedio y mínimo. Estos detectores se pueden combinar con distintas opciones de presentación en pantalla para ayudar a descubrir este tipo de señales.

Normalmente el equipo hace varias medidas en diferentes frecuencias próximas para cada punto de la pantalla. El número de medidas depende fundamentalmente del RBW y del span. Existen 551 puntos de datos a lo largo de la pantalla para estar seguros de que no existen discontinuidades en la cobertura de frecuencia, hay suficientes medidas para asegurar que cubren todas las frecuencias dentro del span. El número de medidas necesarias para llevar esto a cabo depende fundamentalmente del RBW. Las medidas se colocan en uno de los 551 "recipientes" de la pantalla para su procesado.

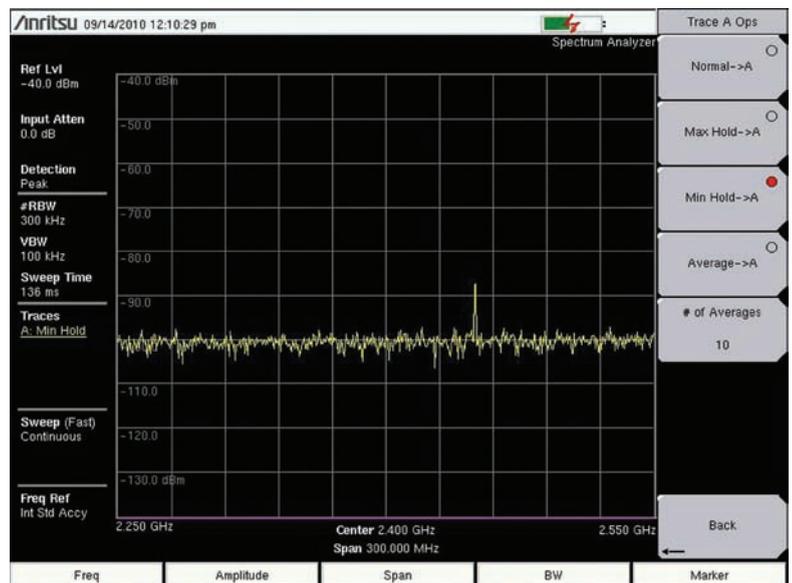
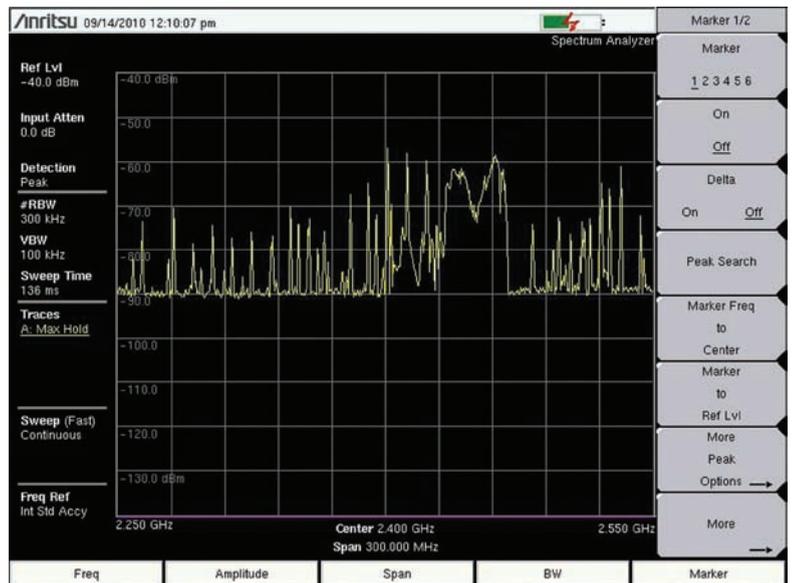
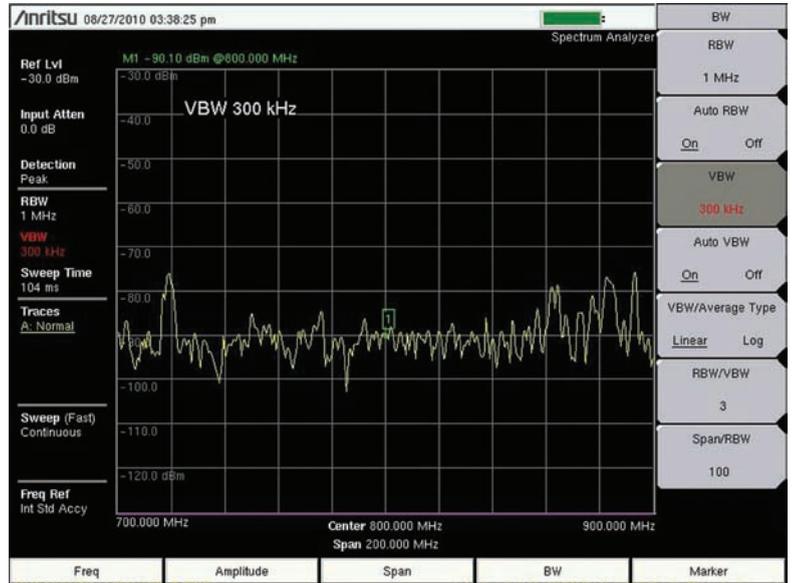
Los detectores procesan de forma diferente los datos recogidos. El detector de pico muestra el nivel máximo de señal por cada punto representado, el detector Mínimo presenta el nivel de señal mínimo por cada punto representado mientras que el detector de promedio RMS calcula y presenta el nivel de señal promedio por cada punto de pantalla.

Existen diversas maneras de tratar los datos de la traza en el equipo. Combinando las formas de representación de las trazas con los distintos detectores, disponemos de un muy versátil equipo capaz de ayudar a diferenciar las señales útiles del resto. Las formas de representación de las trazas son Normal, Max Hold, Min Hold y Average (promedio), copiar la traza A a la traza B, copiar traza la A a la traza C, intercambio de trazas B y C.

Se pueden utilizar funciones matemáticas para restar trazas. Esto puede revelar en alguna ocasión trazas ocultas. Especialmente si una de las trazas está representada en Max Hold y la otra en Min Hold. Utilizando estas funciones matemáticas se puede, por ejemplo, restar la traza B de la traza A (o viceversa) y presentar el resultado en C.

Figura 7. Detector de pico con Max Hold

Figura 8. Detector de pico con Min Hold



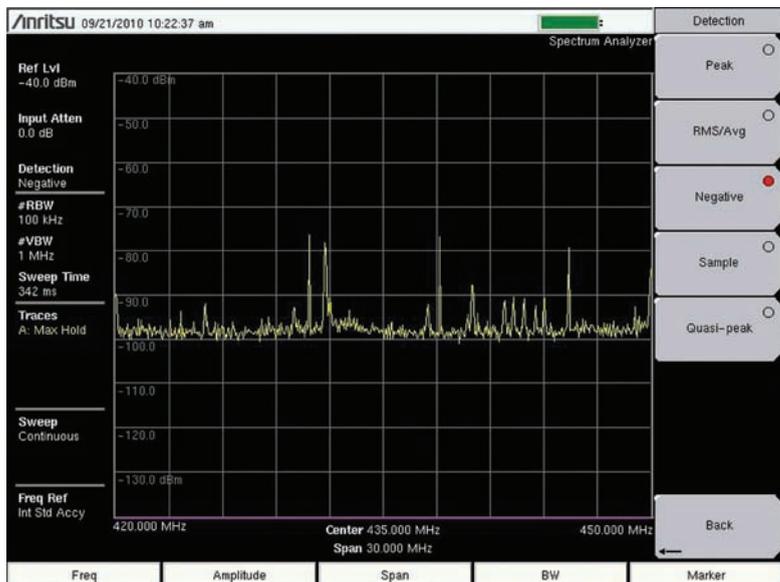


Figura 9. Detector negativo con Max Hold

Se puede también combinar el detector de pico con el ajuste de traza Min Hold, de forma que las señales que están presentes continuamente permanezcan visibles mientras que las señales fluctuantes desaparecen. Combinado el detector de pico con el ajuste de traza Max Hold cualquier señal que haya aparecido, al menos una vez, permanecerá visible.

También se puede combinar el detector negativo con el ajuste de traza Min Hold. De esta forma las señales que están continuamente presentes permanecerán visibles, mientras que las señales que fluctúan desaparecerán. Para esta tarea, la señal de interés tiende a caer unos 15dB para un ancho de banda de video razonable permitiéndonos ver señales que de otra forma están enmascaradas con el ruido.

Combinado el detector de negativo con el ajuste de traza Max Hold, cualquier señal que es observada, incluso una sola vez, permanecerá visible. Esta es una buena forma de capturar señales pulsadas y es también útil para estudios del espectro. El ruido de fondo es aproximadamente 3 dB inferior que con la detección de pico, representando una ventaja menor en cuanto a sensibilidad. El espectro mostrado en la Figura 9 está formado principalmente por repetidores que están activos en periodos de tiempo relativamente cortos. Con este método es fácil visualizar todas las señales que han aparecido aunque haya sido brevemente.

Estos dos métodos trabajan mejor con anchos de banda de video razonablemente amplios (anchos de banda de video mayores iguales o mayores que los RBW utilizados) Variaciones de ruido grandes representan una ventaja en este caso ya que estas variaciones hacen que los valores de Max Hold o Min Hold se establezcan más rápidamente, revelando de esta forma señales permanentes que serían difíciles de ver por el ruido.

En resumen, estos son los pasos para detectar señales pequeñas:

1. Activar el preamplificador
2. Usar un número pequeño de dB/ división
3. Utilizar el promediado
4. Utilizar una escala lineal de la pantalla (vatios o voltios) para que las diferencias sean mayores
5. Apoyarse en las funciones matemáticas de las trazas para que las señales sean más "obvias"

Figura 10. Aquí debe haber una señal débil

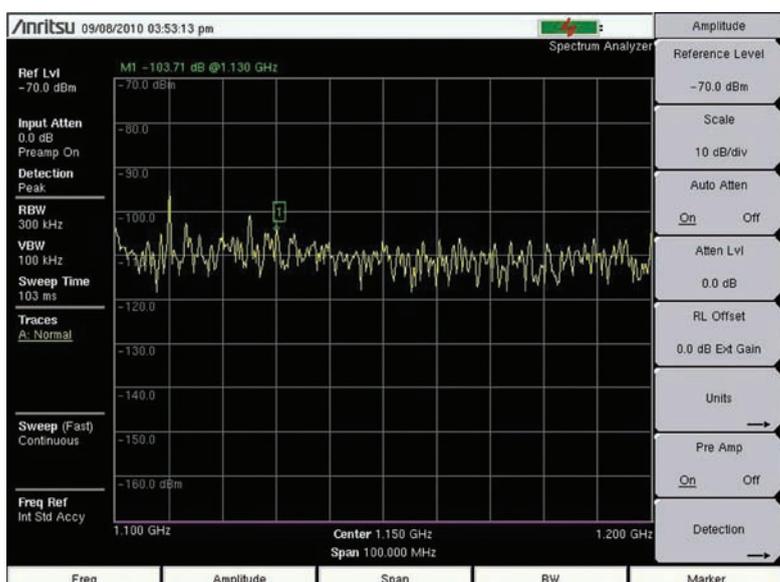
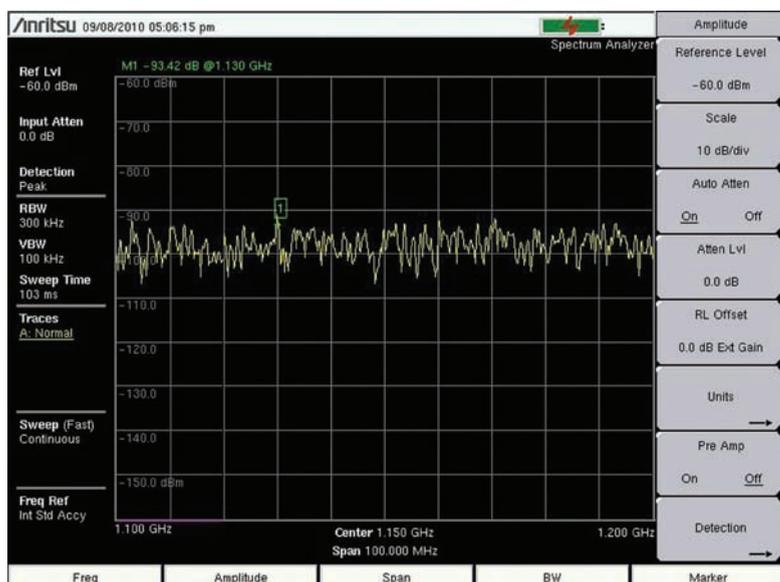


Figura 11. Con la activación del preamplificador se puede vislumbrar la señal

Figura 12. El promediado de la traza ayuda a limpiar la misma

A continuación un ejemplo de que debe haber algo ahí... (ver fig. 10)

-Primero activar el preamplificador. Esto hace descender significativamente la figura de ruido, hasta 25dB en algunos equipos (ver fig 11).

-Puede utilizar el promediado de traza (fig 12) o escoger un ancho de banda de video más estrecho (fig. 13) para limpiar el ruido. Generalmente la velocidad de barrido neta será más rápida utilizando un ancho de banda de video más estrecho que tomando varios barridos para después hacer el promediado.

-Utilice un ancho de banda de video para limpiar aún más el ruido. Esto no mejora la sensibilidad, pero suaviza el ruido de fondo, haciendo que las señales débiles sean más obvias.

-Amplíe la señal verticalmente cambiando la escala a 5dB/división. Aunque esto no aumenta la sensibilidad, ayuda a que las señales débiles aparezcan (ver figura 14).

-Si se quiere aumentar la señal aún más puede utilizar el display lineal en voltios o vatios para que las pequeñas variaciones sean más visibles (fig. 15).

Con las indicaciones dadas en este artículo Ud. Será capaz de hacer un uso más efectivo de las posibilidades de su analizador de espectros portátil Anritsu a la hora de realizar estudios y encontrar señales que de otra forma sería difícil de encontrar. 

Figura 13. Un ancho de banda de video más estrecho también ayuda a limpiar la traza.

Figura 15. Utilizando una escala lineal tipo voltios o vatios por división se pueden hacer más apreciables las pequeñas señales respecto al ruido.

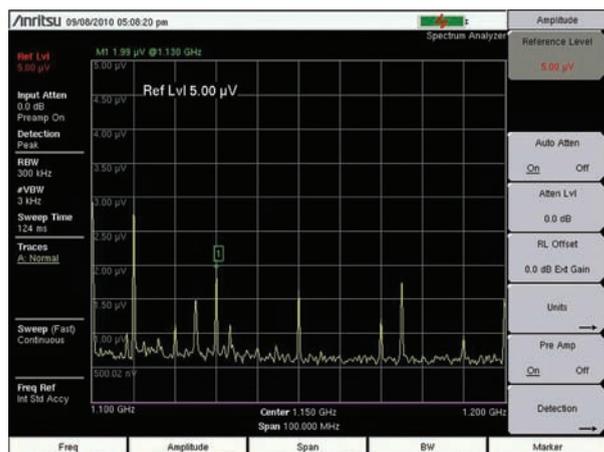
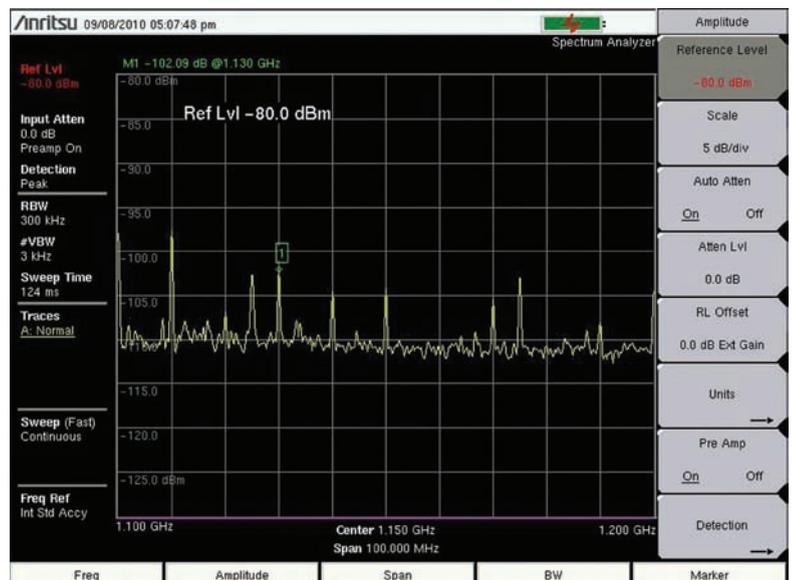
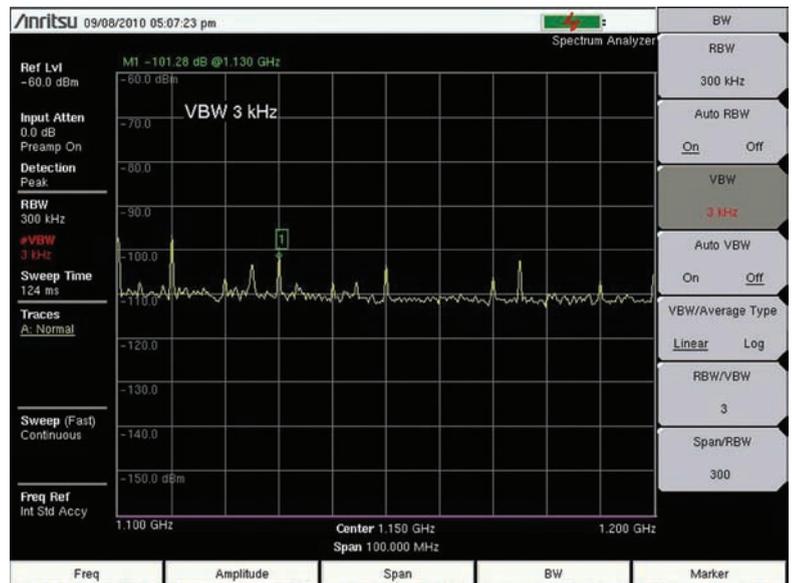
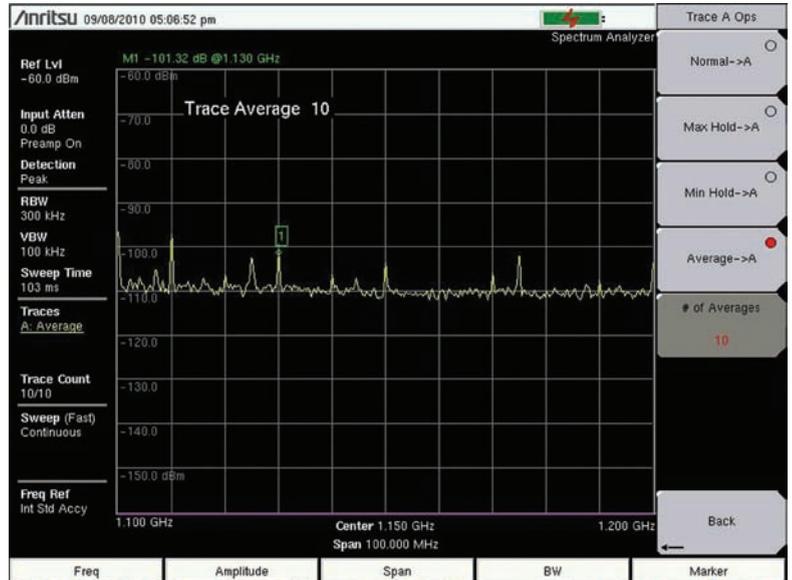


Figura 14. Utilizar una escala menor como 5dB/división para expandir la señal verticalmente

Sobre Inycom
Inycom suministra, instala y mantiene equipos y sistemas de test y medida en EMC, telecomunicaciones e instrumentación en general a entornos de investigación, industria y enseñanza.