

Medidas avanzadas con cursores en Analizadores de Espectro



Tradicionalmente los marcadores se han utilizado para medir la amplitud de las señales presentes en la pantalla de un analizador de espectro o para señalar puntos singulares en una traza en cuestión, como el ancho de banda o los límites de un canal. Los avances producidos en la tecnología utilizada en este campo han permitido implementar numerosas mejoras impensables hasta hace relativamente poco.

Utilizando marcadores en combinación con sus delta markers (marcadores diferenciales) se pueden realizar medidas relacionadas con los cambios de nivel en la frecuencia o el tiempo. En este documento vamos a referirnos a:

- Utilización de delta markers (Marcadores diferenciales)
- Como utilizar off screen markers (Marcadores fuera de pantalla)
- Comparación entre marcadores fijos y tracking markers (Marcadores dinámicos)
- Utilización de marcadores para realizar medidas en una sola frecuencia.
- Utilización del Marker 1 reference.
- Utilización del marker 1 reference para verificación de señales de radiodifusión.
- Medida de filtros.
- Utilización de marcadores para medir ruido de fase.

Utilización de marcadores diferenciales

Los marcadores diferenciales -de ahora en adelante markers- se utilizan para medir cambios en amplitud y frecuencia respecto a un marcador de referencia. Los modelos de las series MS272XB/C y MT822XA/C cuentan con seis marcadores de referencia y seis markers. Los marcadores y sus asociados pueden ubicarse en cualquier parte de la pantalla. Los marcadores de referencia corresponden a valores absolutos, mientras que los pueden corresponder a valores positivos o negativos dependiendo del marcador a que estén asociados y muestran la amplitud relativa correspondiente al offset de frecuencia elegido.

Off screen markers (marcadores fuera de pantalla)

Cuando se modifica la banda de frecuencia en la que está trabajando el analizador puede ocurrir que los marcadores activados queden fuera de la pantalla. En la fig.1. se puede observar como los indicadores en los extremos de la pantalla apuntan ha-

cia donde se encuentran estos. Para indicar valores fuera de pantalla se utiliza un asterisco. Dicho asterisco se localiza en la tabla de marcadores, en la zona de marcadores activos y en el indicador de marcadores situado en la esquina superior izquierda frente al valor de la amplitud del delta marker o del marcador.

Marcadores fijos o tracking markers (marcadores dinámicos)

Trabajando conjuntamente con marcadores diferenciales pueden hacerse medidas que serían difíciles de llevar a cabo si se utilizasen solamente marcadores convencionales.

Un tracking marker (marcador diferencial) es aquel cuya amplitud varía cuando lo hace la de la señal que se está midiendo. Por otra parte, un marcador fijo mantiene la amplitud que tenía en el momento de activar el marker asociado siempre que se haya seleccionado el modo Fixed en el menú Marker Style Fixed Tracking. Podemos decidir cuando convertir un marcador de referencia en fijo conmutando entre los modos Tracking y Fixed, en el modo Marker Style Fixed Tracking, cuando el marcador de referencia está en modo edición. Una aplicación muy normal de esta capacidad la tenemos cuando esperamos el valor promediado de la amplitud de una señal para ajustar a un valor estable. Una vez obtenido, después de realizar n lecturas, se debe activar el modo Fixed, con lo que el valor se mantiene constante mientras se pueden realizar cambios y obtener el valor de dicho cambio utilizando el marcador diferencial.

Cuando se esté interesado en determinar el cambio que experimenta un determinado parámetro con respecto a su valor de partida deberemos utilizar un marcador fijo de referencia. Esto es muy útil cuando deseamos monitorizar, por ejemplo, las fluctuaciones que experimenta una señal inalámbrica en un vano determinado o

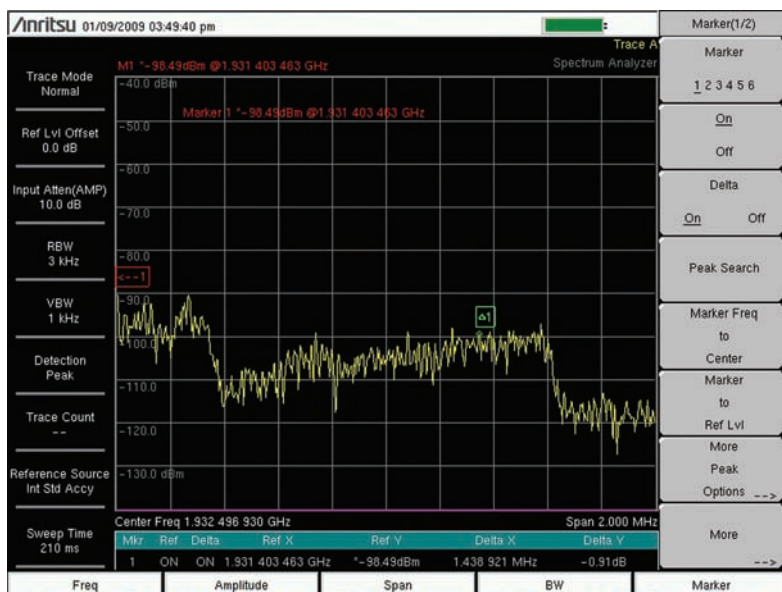
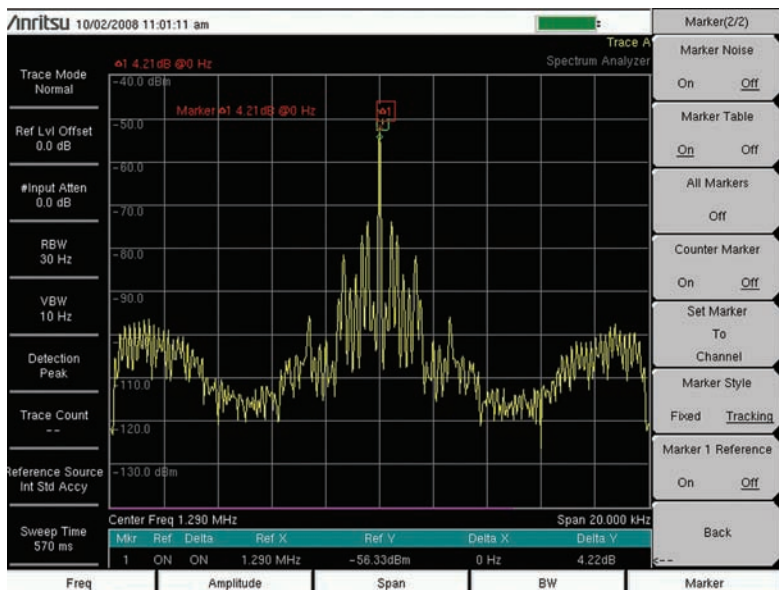


Figura 1. Información de marcadores fuera de pantalla



cuando deseamos orientar una antena para captar la máxima señal.

Figura 2. Utilización de marcadores para mostrar el efecto de giro de una antena

Cuando se desea comparar dos frecuencias se debe utilizar un marcador de referencia dinámico (tracking marker). El valor de referencia cambia en el tiempo o cuando se realizan ajustes en la señal que deseamos medir.

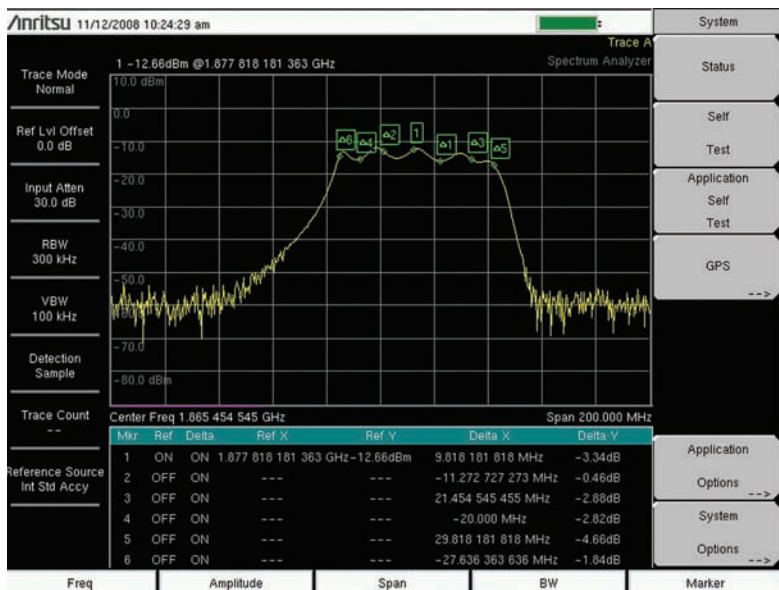
Uso de marcadores para medir cambios a una frecuencia determinada

Cuando se sintoniza un transmisor o un filtro, o se apunta una antena, es necesario ver como mejora la respuesta del dispositivo con el que se está trabajando. Utilizando un marcador fijo en combinación con su marker, a la misma frecuencia, se pueden observar los cambios de amplitud que se producen leyendo los valores de este último. En la medida que se muestra en la fig. 2 puede verse el cambio de 4,22dB en la amplitud de la portadora al rotar la antena receptora.

Marcador 1 como referencia (Marker 1 Reference)

Algunas veces es necesario conocer la amplitud relativa de varios puntos con respecto a uno determinado, en este caso se debe utilizar el Marker 1 Reference que permite referenciar todos los markers dicho marcador (MK 1), de esta forma las amplitudes y frecuencias de los seis markers están ligadas a este.

Figura 3. Medida de un filtro utilizando la función MK1 ref.



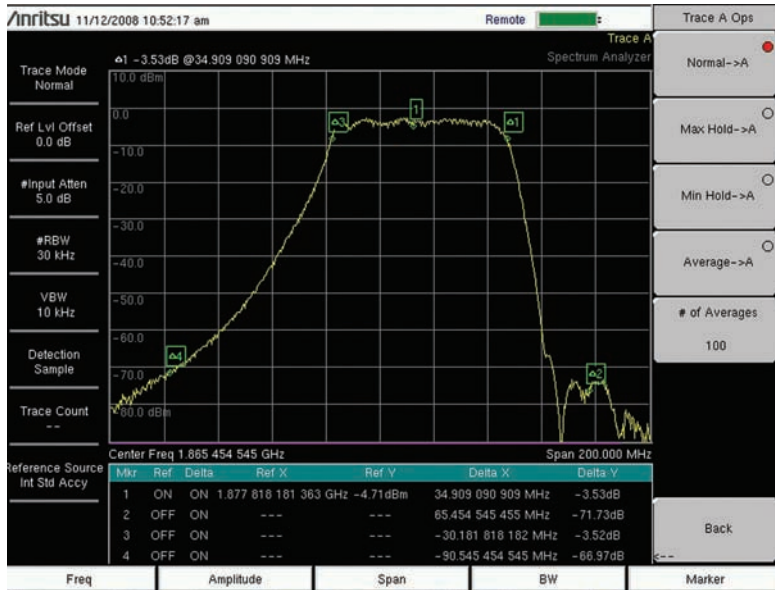
Medida de filtros

Cuando se mide la respuesta de un filtro utilizando el generador de tracking del analizador (es una opción en algunos modelos) las variaciones en la banda de paso pueden identificarse fácilmente seleccionando Marker 1 Reference. Las figuras 3 y 4 muestran la ventaja de utilizar este modo de trabajo para conseguir ajustar las pérdidas de inserción a su valor mínimo, con la máxima rapidez y precisión.

Para obtener buenos resultados al medir un filtro pasa banda, basta con mantener como valor de atenuación de entrada el seleccionado por defecto por el equipo y utilizar

Figura 4. Respuesta del mismo filtro una vez ajustado.

Figura 5. Medida de los flancos de un filtro.



Uso del Marker

1 Reference para verificar señales de AM

Cuando se necesita verificar si una emisora de AM cumple la normativa FCC (en este artículo vamos a referirnos a la normativa de la Federal Communications Commission) es necesario conocer las amplitudes de la señal a ± 10.2 kHz, ± 25 kHz, y ± 75 kHz de la portadora. La función Marker 1 Reference permite determinar, automáticamente, dichos valores cuando la frecuencia central se encuentra dentro de la banda de radiodifusión de AM (530 a 1700 kHz) y el span es mayor de 150 kHz. Si el span fuese menor, o la frecuencia estuviese fuera de esos límites, entonces los marker están distribuidos uniformemente a través de la pantalla. La figura 6 muestra una señal AM IBOC presentada con la herramienta Master Software Tools.

Medida de ruido de fase con marcadores

Las medidas de ruido se realizan a una cierta distancia de la portadora (offset) y se normalizan a 1 Hz de ancho de banda. Para realizar esta medida utilizando marcadores es necesario situar el marcador de referencia en el pico de la señal, activar el marcador y a continuación ajustar el incremento de frecuencia al valor deseado (fig. 7). El valor del marker es el ruido de fase en dB/Hz con respecto a la portadora. Para verificar que hemos eliminado las variaciones de amplitud del ruido utilizaremos un filtro de video (VWB) estrecho. Para estabilizar la amplitud de las medidas se podría realizar, también, un promediado de la traza A. Cerca de la portadora el ruido medido es principalmente ruido de fase, por lo tanto, normalmente no es necesario efectuar el promediado de la traza, salvo que la señal recibida tenga variaciones de amplitud considerables. El valor del RBW que el analizador selecciona por defecto suele proporcionar buenos resultados en dos décadas de Offset – un span total de 50 a 100 KHz. Sin embargo, para

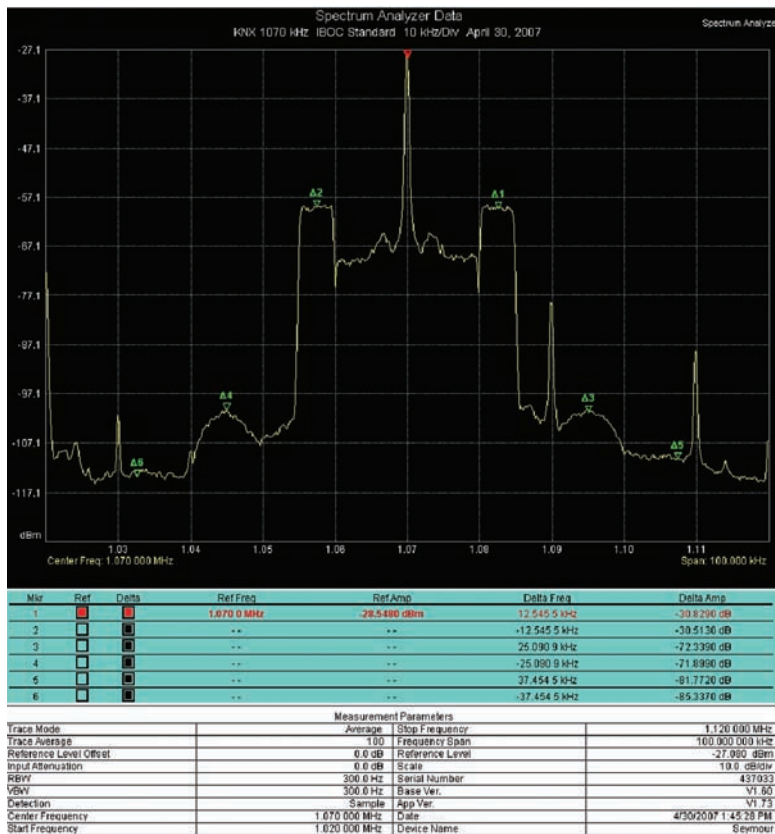


Figura 6. Marcadores en una señal de radiodifusión AM con bandas laterales IBOC (In-Band On-Channel). Cortesía de Burt I. Weiner Associates.

detección por muestreo. Sin embargo, para medir los flancos del filtro (figura 5) pueden no servir los ajustes por defecto del equipo y ser necesario ajustar los valores de RBW y atenuación de entrada. Estos cambios permiten reducir el nivel de ruido y, por consiguiente, verlos con más detalle. Para obtener la mejor sensibilidad, sin perjudicar la calidad de la medida, es aconsejable reducir el valor de la atenuación de entrada. En el ejemplo

que nos ocupa el valor mínimo de la atenuación, para que no salte la alarma indicadora de haber excedido el nivel de ADC, es 5 dB. Utilizando un RBW más estrecho se puede ver fácilmente la banda pasante del filtro, sin necesidad de realizar promediados de la traza. Sin embargo, es conveniente evitar valores de atenuación inferiores a 5 dB para asegurar una adaptación óptima (bajo ROE) cuando medimos su respuesta en frecuencia.

no tener que realizar un número excesivo de promediados del valor de la variación del ruido en función de la frecuencia es necesario seleccionar un valor más estrecho del RBW.

En la figura 8, la portadora se ha situado en el extremo de la pantalla y se ha activado el marker 1 reference. Esto proporciona numerosos markers para poder medir el ruido de fase con offsets diferentes en el rango comprendido entre 1 kHz to 50 kHz are shown. Los filtros de RBW y VBW se han ajustado a 1 Hz

Promediado de trazas frente a filtros de resolución (RBW) estrechos

El promediado de trazas permite obtener la media aritmética de un número de barridos previamente seleccionados. Dependiendo de lo ruidosa que sea la señal se necesitará promediar más, o menos, trazas para obtener una lectura estable, lo que puede alargarse considerablemente el tiempo de medida. Utilizando filtros de video estrechos (VBW) se alcanzan, aproximadamente, los mismos resultados, pues se efectúa un filtrado paso-bajo, que reduce el nivel de ruido en un único barrido.

Utilización de marcadores en modo frecuencímetro

Los marcadores "normales" indican la frecuencia del punto en el que están situados, con resolución de $\pm(\text{span}/550)$. Estos marcadores son adecuados, en cuanto a rapidez y precisión, para la mayoría de aplicaciones. Comparativamente, los counter markers (marcadores de frecuencia) permiten resolver la señal seleccionada hasta 0.001Hz pero aumentando el tiempo entre barridos, pues necesita alrededor de un segundo después de finalizar este para determinar el valor.

El mejor modo de utilizar los counter markers es seleccionando valores de span relativamente estrechos y RBW de 1KHz o inferiores, de este modo se puede estar seguro de capturar la señal que se desea medir. Dependiendo de la relación señal/ruido el marcador no tiene

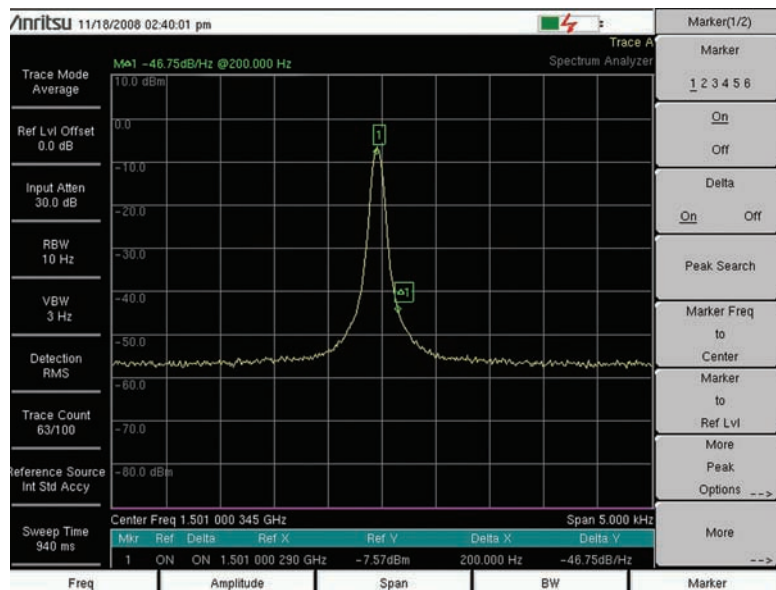


Figura 7. Uso de Δ noise markers para medir ruido de fase

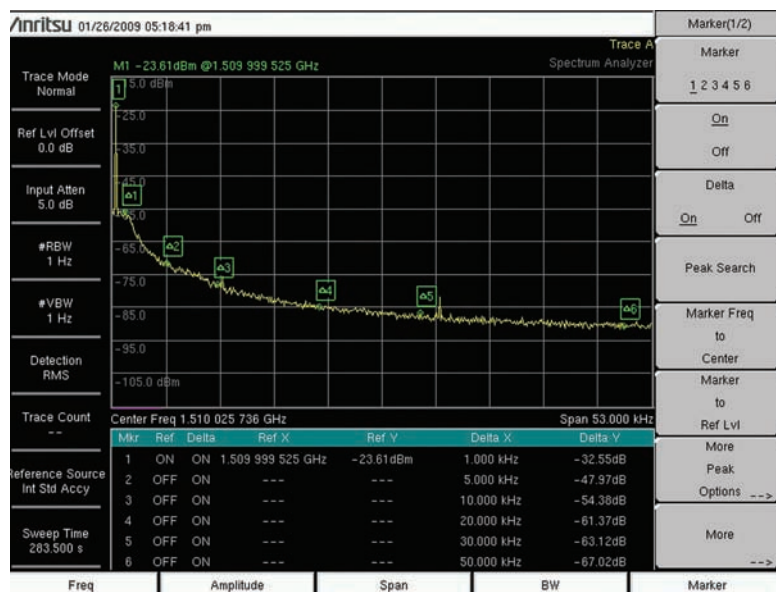


Figure 8. Medida de ruido de fase con multiples offsets.

porque estar situado exactamente en el pico de la señal, siempre y cuando este dentro de un margen de 20dB con respecto a él. Para realizar una medida correcta se necesita una señal ruido de 25dB, o mayor, para minimizar el efecto del ruido. Este tipo de contadores no son útiles cuando se quieren medir señales cuya frecuencia cambie rápidamente, como por ejemplo las señales de FM, o cuando tienen componentes muy cercanos uno del otro, como las señales WCDMA o GSM, y la frecuencia central no es fácil de determinar.

El método de medida utilizado permite realizar medidas rápidas y trabajar con señales de bajo nivel. Comienza con el cursor sobre, o

cerca, del pico de la señal, entonces el equipo efectúa un par zooms sobre la señal a medir readquiriendo al señal después de cada uno de ellos. Tras el último zoom el equipo presenta la frecuencia de pico.

La precisión de las medidas puede mejorar notablemente si el equipo dispone de la opción GPS (opción 31). Sincronizándolo con la red GPS antes de comenzar a medir la precisión de su base de tiempo pasa a ser 25 ppb, o mejor. Al desconectar la antena GPS la precisión cambia a 50 ppb y se mantiene así durante tres días.

El mensaje Reference Source, en la parte izquierda de la pantalla, indica la precisión disponible.

Los cuatro mensajes posibles

Figure 9. Medida de la frecuencia de una señal empleando un Counter Marker

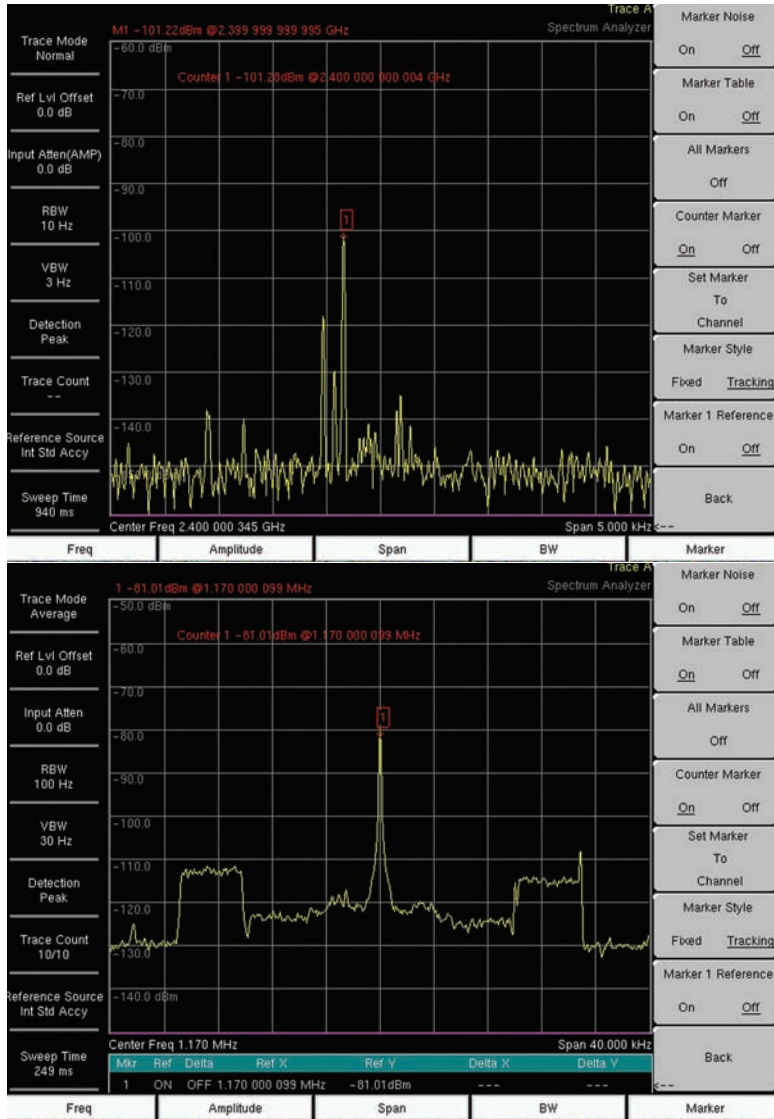


Figura 10. Medida de la frecuencia central de una señal HD AM utilizando Freq. counter marker

son: "Int Std Accy" (0.3 ppm), "Int Hi Accy" (50 ppb for up to 3 days), "GPS Hi Accy" (25 ppb), o "Ext Ref". Así mismo, una vez que el equipo ha adquirido datos GPS suficientes para establecer la alta precisión, podremos ver el mensaje "Acquiring GPS".

Si se utiliza una referencia externa, la precisión de la medida viene determinada por la precisión de esta y está fuera del control del equipo.

La figura 10 presenta la medida por antena de una señal de radiodifusión AM con bandas laterales moduladas digitalmente (IBOC) mostrando la frecuencia central de la portadora y la de las dos bandas laterales, a aproximadamente ± 12 KHz de la portadora.

Conclusión

Utilizando marcadores fijos, de seguimiento (tracking markers) y marcadores (delta markers) se pueden medir cambios en una frecuencia o en una banda determinada. Empleando el Marker 1 reference se puede verificar tanto la calidad de una señal de radiodifusión, como medir la respuesta de un filtro, en combinación con el generador de Tracking. Por último, usando el marker noise se puede medir el ruido de fase. Por consiguiente podemos afirmar que los marcadores son una herramienta flexible y fácil de utilizar para realizar multitud de medidas.