

## 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series



guía de aplicaciones  
versión 2.00

boosting wireless efficiency



<b>Advertencia</b>	Se han dedicado todos los esfuerzos para asegurar que la información contenida en este documento era fidedigna en el momento de su impresión. No obstante, esta información está sujeta a cambios sin aviso previo y Willtek se reserva el derecho de proporcionar un adendum a este documento con la información que no estaba disponible en el momento en que el documento se creó.
<b>Derechos de copia</b>	© Copyright 2006 Willtek Communications GmbH. Reservados todos los derechos. Willtek y su logo son marcas registradas de Willtek Communications. Todos los demás nombres comerciales y marcas comerciales registradas son propiedad de sus respectivas compañías. Ninguna parte de este documento podrá ser reproducida o transmitida, electrónicamente o de ningún otro modo, sin el permiso escrito del editor.
<b>Marcas registradas</b>	Willtek es una marca registrada de Willtek Communications GmbH en Alemania y en otros países.
<b>Información de pedidos</b>	Este documento ha sido emitido como parte de la <b>9100 Handheld Spectrum Analyzer</b> . El número de pedido del documento publicado es M 290 504.  La <a href="#">Tabla 1</a> muestra los números de pedido para los 9100 Handheld Spectrum Analyzer Product Packages.

**Tabla 1**

<b>Número de pedido</b>	<b>Descripción</b>
M 100 411	9101 Handheld Spectrum Analyzer Bench Edition
M 248 800	9101 Handheld Spectrum Analyzer Field Edition
M 100 412	9102 Handheld Spectrum Analyzer Bench Edition
M 248 806	9102 Handheld Spectrum Analyzer Field Edition
M 248 801	9102 Handheld Spectrum Analyzer Tracking Edition
M 248 802	9102 Handheld Spectrum Analyzer VSWR/DTF Edition



# Contenido

---

<b>Acerca de este manual</b>		<b>vii</b>
	Propósito y alcance .....	viii
	Supuestos .....	viii
	Información relacionada .....	viii
	Asistencia técnica .....	viii
	Convenciones .....	ix

---

<b>Notas acerca de la seguridad</b>		<b>xi</b>
	Precauciones de seguridad .....	xii

---

<b>Capítulo 1</b>	<b>Generalidades</b>	<b>1</b>
	Acerca de la 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series .....	2
	Características y capacidades .....	3
	Descripción física .....	4
	Ediciones, opciones y accesorios .....	4

---

<b>Capítulo 2</b>	<b>Operación general</b>	<b>5</b>
	Introducción .....	6
	Antes de utilizarlo por primera vez .....	6
	Empleo del asa .....	6
	Transporte del instrumento .....	6
	Posiciones del instrumento .....	7
	Encendido del 9100 Handheld Spectrum Analyzer .....	8
	Conector <b>DC IN</b> .....	8
	Conector <b>RF IN</b> .....	9
	Conector <b>RF OUT</b> .....	9
	Conector <b>EXT. TRIG.</b> .....	9
	Conector <b>MULTI PORT</b> .....	10
	Clavija para auriculares .....	10
	Conector <b>SERIAL</b> (RS-232) .....	11

Conector <b>LAN</b> .....	11
Encendido de la unidad .....	11
Inicio de las medidas .....	11
Empleo del panel frontal .....	12
Generalidades .....	12
LED de estado de la batería .....	12
Pantalla .....	12
Área de resultados .....	13
Campo de los marcadores .....	13
Campo de entrada de datos .....	14
Descripción de las teclas programables .....	14
Teclado .....	14
Teclas de función .....	14
Teclas de cursor .....	16
Teclado numérico .....	16
Teclas de entrada .....	16
Tecla Escape .....	17
Tecla Backspace .....	17
Teclas programables .....	17
Introducción de números y de texto .....	18
Selección del modo de medida .....	18
Modificación de la frecuencia central, el margen, o el nivel de referencia .....	18
Modificación del RBW, VBW, tiempo de barrido, o atenuación .....	19
Conmutación al modo automático .....	19
Conmutación al modo manual .....	19
Empleo de los marcadores .....	20

---

## Capítulo 3

<b>Aplicaciones típicas</b> .....	<b>21</b>
Introducción .....	22
Realización de medidas sobre una señal sinusoidal .....	22
Medidas de nivel y de frecuencia .....	22
Armónicos .....	24
Realización de medidas en una señal en ráfaga o controlada por un reloj .....	27
Análisis de señales espurias, picos ocasionales y ruidos .....	31
Comprobación de un dispositivo pasivo en el modo de transmisión .....	34
Medidas de antenas .....	36
Introducción .....	36
Tipos de medidas .....	37
Medidas de reflexión .....	37
Medidas de distancia al fallo .....	38
Realización de medidas de antenas utilizando el 9102 en campo .....	39
Pasos iniciales .....	39
Realización de las medidas de reflexión .....	41
Realización de medidas de distancia al fallo .....	44
Análisis y documentación de los resultados de medida en la oficina .....	48
Medidas de campos electromagnéticos (EMF) .....	50
Introducción a las medidas de EMF .....	51
Emisión de la radiación .....	51
Exposición a la radiación .....	52

Métodos de medida ..... 52

    Método irregular ..... 53

    Método multipuntos ..... 53

Antenas de medida ..... 54

    9170 Biconical Antenna ..... 55

    9171 Isotropic Antenna ..... 56

    Antenas direccionales ..... 58

Medidas de EMF con el 9102 ..... 58

    Realización de una medida de EMF en modo automático ..... 59

    Realización de una medida EMF en modo manual ..... 63

    Resultado de las medidas ..... 66

Análisis y documentación de los resultados de medida EMF ..... 66

---

**Relación de revisiones**



# Acerca de este manual

- "Propósito y alcance" en la página viii
- "Supuestos" en la página viii
- "Información relacionada" en la página viii
- "Asistencia técnica" en la página viii
- "Convenciones" en la página ix

---

## Propósito y alcance

El objetivo de este manual es ayudarle a utilizar adecuadamente las características y capacidades de la 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series. Este manual se centra en determinados escenarios de aplicación para la 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series, e incluye una breve descripción de su utilización básica seguida de varios ejemplos de aplicación para ambos modelos 9101 y 9102 Handheld Spectrum Analyzers. Para una descripción completa de todas las características, consulte los respectivos manuales de instrucciones.

---

## Supuestos

Este manual está orientado a usuarios noveles y con experiencia media que deseen utilizar el 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series de forma competente y eficiente. Asumimos que el lector está familiarizado con los conceptos y terminologías básicas de telecomunicaciones.

---

## Información relacionada

Utilice este manual junto con la siguiente información:

- 9100 Handheld Spectrum Analyzer: Manual básico de iniciación, M 295 204
- 9101 Handheld Spectrum Analyzer: Manual de instrucciones, M 290 004
- 9102 Handheld Spectrum Analyzer: Manual de instrucciones, M 290 204

---

## Asistencia técnica

Si necesita asistencia o tiene alguna pregunta que hacer relacionada con la utilización de este producto, por favor, llame a uno de nuestros centros de asistencia técnica de Willtek. También puede contactar con Willtek por correo electrónico en [customer.support@willtek.com](mailto:customer.support@willtek.com).

**Tabla 1** Centros de asistencia técnica

Región	Teléfono	Fax
Europa, Oriente Medio, Asia, África	+49 (0) 89 996 41 386 +49 (0) 89 996 41 227	+49 (0) 89 996 41 440
Américas	+1 973 386 9696	+1 973-386-9191
China	+86 21 5836 6669	+86 21 5835 5238

## Convenciones

Este manual utiliza convenciones nominales y símbolos como los descritos en las tablas siguientes.

**Tabla 2** Convenciones tipográficas

Descripción	Ejemplo
Las acciones sobre la interfaz de usuario aparecen con este <b>tipo de letra</b> .	En la barra Status seleccione <b>Start</b> .
Los botones o conmutadores que se hayan de pulsar aparecen con este <b>TIPO DE LETRA</b> .	Pulse la tecla <b>ON</b> .
Los códigos y mensajes de salida aparecen con este tipo de letra.	All results okay
El texto que se deba teclear "exactamente" como se muestre aparece con este <b>tipo de letra</b> .	Teclee: <b>a:\set.exe</b> en el cuadro de diálogo.
Las variables aparecen con este <b>&lt;tipo_de_letra&gt;</b> .	Teclee el nuevo <b>&lt;hostname&gt;</b> .
Las referencias a otros documentos aparecen con este tipo de letra.	Refiérase al <b>Newton's Telecom Dictionary</b> (diccionario de telecomunicaciones de Newton).
Una barra vertical   significa "o": En un único comando sólo puede aparecer una de las opciones.	platform [a b e]
Los corchetes [ ] indican un argumento opcional.	login [nombre de la plataforma]
Los corchetes angulados < > contienen argumentos que son necesarios.	<password>

Tabla 3 Convenciones para el teclado y para los menús

Descripción	Ejemplo
Un signo más + indica pulsaciones simultáneas de teclas.	Pulse <b>Ctrl+s</b>
Una coma , indica pulsaciones consecutivas de teclas.	Pulse <b>Alt+f,s</b>
Un corchete angulado > indica seleccionar un submenú en un menú.	En la barra de menú, seleccione <b>Start &gt; Program Files.</b>

Tabla 4 Convenciones simbólicas

	Este símbolo representa un peligro general.
	Este símbolo representa un riesgo de descarga eléctrica.
	<b>NOTA</b> Este símbolo representa una nota indicando información relacionada o una sugerencia.

Tabla 5 Definiciones de seguridad

	<b>ADVERTENCIA</b> Indica una situación potencialmente peligrosa que, si no es evitada, podría resultar en la muerte o en heridas graves.
	<b>PRECAUCIÓN</b> Indica una situación potencialmente peligrosa que, si no es evitada, podría resultar en daños leves o moderados.

# Notas acerca de la seguridad

Esta sección contiene las notas de seguridad de la 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series:

- ["Precauciones de seguridad" en la página xii](#)

## Precauciones de seguridad

Este producto ha sido diseñado para utilizarlo en interiores, y su contacto con el agua puede dañar las protecciones existentes en el instrumento contra la humedad cuando se usa en interiores.



### ADVERTENCIA

Este es un equipo de seguridad clase A, conforme a la norma EN 61326, pudiendo producir radiointerferencias que afecten a equipos domésticos, por lo que el usuario pudiera verse forzado a establecer medidas adecuadas contra las radiaciones.



### ADVERTENCIA

Utilice sólo un conector tipo N de 50  $\Omega$  para conectarlo al **PUERTO DE ENTRADA DE RF** del 9100. La utilización de cualquier otro tipo de conector podría dañar el instrumento.



### ADVERTENCIA

No obstruya o cubra las ranuras de ventilación situadas en la esquina inferior izquierda y en la parte superior del instrumento. Su obstrucción podría dar como resultado serios daños, e incluso la producción de incendio en el instrumento.



### ADVERTENCIA

El nivel máximo de potencia a la entrada del **CONECTOR DE RF** es de 30 dBm (1 W). Mayores niveles de entrada pueden dañar seriamente el instrumento.



### ADVERTENCIA

Opere con el instrumento solamente dentro de un rango de temperaturas de 5°C (40°F) a 45°C (110°F). Operar con el instrumento fuera de este rango de temperaturas puede conducir a resultados de medida no válidos.



### Consejos de seguridad para la batería

No golpee la batería, no la caliente o la eche al fuego, no la cortocircuite, no intente abrirla, no la sumerja en ningún líquido o podría abrirse o agrietarse, no la recargue por debajo de 0°C (32°F) ni por encima de 45°C (110°F).

### Utilización de la batería

Esta batería está diseñada para utilizarla solamente con el 9100. Willtek no aceptará ningún tipo de responsabilidad por daños ocasionados a la batería o a otro equipamiento, si la batería se ha utilizado con otros equipos eléctricos o electrónicos.

### Utilización de un alimentador externo en el conector DC IN

No alimente el 9100 con ningún otro dispositivo de alimentación externo que no sea el recomendado y suministrado por Willtek.

# Generalidades

## 1

Esta sección ofrece una descripción general de la 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series. En ella se tratan los siguientes temas:

- ["Acerca de la 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series"](#) en la página 2
- ["Características y capacidades"](#) en la página 3
- ["Descripción física"](#) en la página 4
- ["Ediciones, opciones y accesorios"](#) en la página 4

## Acerca de la 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series

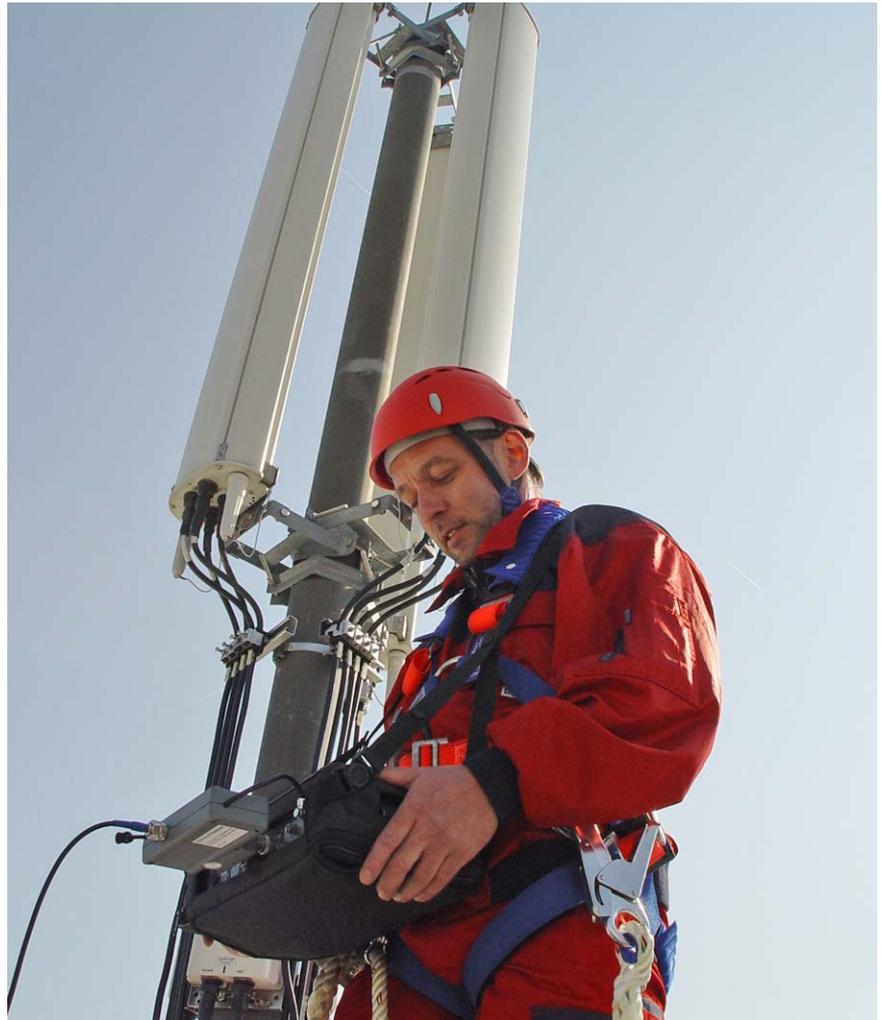
Los 9101 y 9102 Handheld Spectrum Analyzers son analizadores de espectros ligeros y potentes que cubren multitud de aplicaciones:

- Utilizados para el diagnóstico de instalaciones y la reparación y mantenimiento en bucles locales inalámbricos en los actuales sistemas Wi-Fi de 2.4 GHz.
- Utilizados para realizar diagnósticos en pruebas de aceptación y en instalaciones de antenas y cables.
- Utilizados en laboratorios de I+D para validar las radiaciones electromagnéticas y para verificar las medidas contra la normativa EMI.
- Utilizados en fabricación para verificar y ajustar las salidas de los módulos o unidades modulares de RF.
- Utilizados en campo para medir y verificar las emisiones de las estaciones base.
- Utilizados en la reparación de teléfonos móviles para detectar y localizar partes y componentes de teléfonos móviles defectuosos.

Las medidas típicas con la 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series incluyen las pruebas de transmisores, ajustes de moduladores, y medidas en conmutadores avanzados. Los resultados de las medidas y los parámetros del instrumento pueden transferirse fácilmente a un PC para su presentación o postprocesado.

Junto con la 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series, Willtek también ofrece el 9102 Handheld Spectrum Analyzer cuyas capacidades pueden expandirse hasta convertirlo en un analizador escalar de redes mediante opciones adicionales, tales como la opción de Tracking Generator, el 9160 VSWR/DTF Bridge, y la 9130 VSWR/DTF Reflection Measurement Option. Para la instalación de estaciones base o para los ingenieros de mantenimiento, el 9102 ofrece las capacidades necesarias para realizar las medidas de prestaciones habituales de los sistemas de antenas de las BTS: pérdidas de retorno (reflexión), medidas en el amplificador de torre (transmisión), y distancia al fallo, con una resolución estándar de 500 puntos (mínimo 0,05m), todo ello en un dispositivo muy ligero.

Este compacto instrumento resulta apropiado para su utilización móvil y estacionaria y cubre múltiples necesidades de medida.



---

## Características y capacidades

Margen de frecuencia de 100 kHz a 4 GHz

FI digitales para realizar medidas más precisas

Modo "auto" para los parámetros básicos

Seis marcadores, cinco de ellos definibles como marcadores relativos

Pantalla grande y brillante

Gran frontal con base de sustentación reducida

Ligero y batería de larga duración

Control remoto vía RS-232 o LAN

## Descripción física

El 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series se entrega con el 9100 Data Exchange Software, el cual también puede adquirirse por separado (número de pedido: M 897 137).

Las partes del 9101 accesibles por el usuario, pueden dividirse en las siguientes secciones:

- Panel frontal provisto de gran pantalla, teclas programables, y teclas numéricas, de cursor, y de función.
- Conectores accesibles desde la parte superior del 9101.
- Conmutador de encendido (On) y apagado (Off), conector de la fuente de alimentación, y alojamiento para la batería.
- Asa plegable por tramos para que sirva como soporte del instrumento, permitiendo que el 9100 pueda manejarse formando un ángulo sobre su base.

---

## Ediciones, opciones y accesorios

Los modelos Willtek 9101 y 9102 se encuentran disponibles en varias ediciones. Además, Willtek ofrece un amplio rango de accesorios para su 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series. Para una información detallada sobre las ediciones, opciones, y accesorios, así como sobre los números de pedido de los mismos, consulte el manual básico de iniciación del 9100 o el manual de instrucciones de los modelos 9101 y 9102 que se entregan con el instrumento. También podrá consultar las últimas novedades de las ediciones, opciones y accesorios en el sitio web de Willtek.

# Operación general

## 2

Esta sección describe la utilización básica del instrumento. En ella se tratan los siguientes temas:

- "Antes de utilizarlo por primera vez" en la página 6
- "Empleo del asa" en la página 6
- "Encendido del 9100 Handheld Spectrum Analyzer" en la página 8
- "Encendido de la unidad" en la página 11
- "Inicio de las medidas" en la página 11
- "Empleo del panel frontal" en la página 12
- "Selección del modo de medida" en la página 18
- "Modificación de la frecuencia central, el margen, o el nivel de referencia" en la página 18
- "Modificación del RBW, VBW, tiempo de barrido, o atenuación" en la página 19
- "Empleo de los marcadores" en la página 20

## Introducción

Esta sección ofrece una perspectiva general de los pasos básicos y procedimientos generales más importantes para utilizar el instrumento. Las descripciones contenidas en este manual están destinadas a servir de referencia rápida. Para una descripción detallada de la operación y descripciones específicas correspondientes a cada modelo, relativas al funcionamiento general y a su utilización, consulte el manual de instrucciones de los modelos 9101 o 9102.

---

## Antes de utilizarlo por primera vez

Los modelos 9101 y 9102 en sus ediciones Field, Tracking y VSWR/DTF se entregan con un módulo de baterías recargables de gran capacidad. Esta batería deberá cargarse antes de su primera utilización. Permita que la batería se cargue durante 6 horas como mínimo mientras que el instrumento se encuentra conectado a una fuente de alimentación externa en estado de apagado. Para más información acerca de las ediciones individuales de los 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series, consulte el manual básico de iniciación que se entrega con el instrumento. Este manual también incluye información detallada acerca de la instalación y mantenimiento del módulo de baterías.

---

## Empleo del asa



### Transporte del instrumento

Los instrumentos de la 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series pueden transportarse fácilmente sujetándolos por el asa, la cual se mantendrá en su posición superior durante dicho transporte para conseguir un transporte seguro. Para situar el asa en su posición superior, pulse el botón y gire el asa.

## Posiciones del instrumento

Los instrumentos de la 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series pueden utilizarse en diferentes posiciones: la posición erguida y dos posiciones inclinadas. La primera posición inclinada está recomendada cuando se utiliza el instrumento sobre un banco de trabajo, mientras que la segunda posición inclinada resulta útil cuando se permanece en pie mientras que se opera con el 9100.

- Coloque el instrumento en la posición erguida. Con el asa paralelo al cuerpo del instrumento, esta posición ocupa la menor base posible de sustentación, mientras que los conectores y el interruptor de alimentación se encuentran fácilmente accesibles en la parte superior.
- El 9100 también puede trabajar en posición inclinada.
  - 1 Pulse el botón situado en el asa y gire esta un poco hacia atrás.
  - 2 Suelte el botón y continúe girando el asa hacia atrás. El botón se bloqueará al llegar a la primera posición de inclinación.



- 3 Repita los pasos 1 y 2 si desea bloquear el asa sobre la segunda y última posición de inclinación.
- 4 Deje que el instrumento descansa sobre el asa.

## Encendido del 9100 Handheld Spectrum Analyzer

Los instrumentos de la 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series poseen diferentes conectores para las diversas aplicaciones. La siguiente sección describe los conectores disponibles en los modelos 9101 y 9102 y proporciona información acerca de datos técnicos y de las aplicaciones. Los conectores disponibles en la parte superior del instrumento son diferentes para los modelos 9101 y 9102, mientras que los conectores disponibles en la parte izquierda son idénticos en ambos modelos.



Figura 1 Conectores del 9101 en la parte superior del instrumento

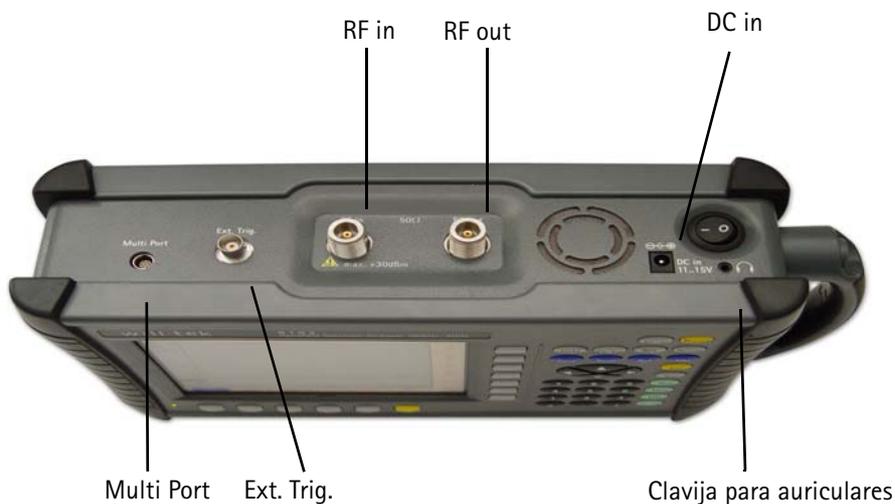


Figura 2 Conectores del 9102 en la parte superior del instrumento

### Conector DC IN

El 9100 puede operar alimentado desde su batería interna o desde una fuente externa de CC, tal como el alimentador que se entrega con el 9100, o bien desde la batería de un coche. El voltaje de CC suministrado deberá estar en un rango de 11 a 15 voltios.

La batería se cargará cuando el instrumento se encuentre conectado a una fuente externa de CC y deberá estar apagado antes de conectarlo a dicha fuente.

Aplique la fuente de CC al conector **DC IN** en la parte superior del 9100.

**Conector RF IN** El conector de entrada de RF es de tipo N-hembra, de 50  $\Omega$ .

Si se dispone de un cable apantallado de RF de 50  $\Omega$  con un conector tipo N-macho para conectarlo al dispositivo bajo prueba, rosque este conector en el conector de entrada RF del 9100.

Si se dispone de un cable apantallado de RF de 50  $\Omega$  con un conector tipo BNC-macho, utilice un adaptador de BNC a N para conectar este cable al 9101. Willtek puede suministrarle el adaptador adecuado. Para obtener información acerca de los accesorios de la 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series, consulte el manual básico de iniciación o el manual de instrucciones.



**PRECAUCIÓN**

El máximo nivel de entrada permisible en el conector de **RF** es de 30 dBm (1 W). ¡La presencia de niveles superiores a la entrada de este conector, pueden dañar el instrumento de medida!



**PRECAUCIÓN**

Utilice solamente un conector tipo N de 50  $\Omega$  para conectarlo al puerto de **RF** del 9101. El uso de cualquier otro tipo de conector puede dañar el instrumento.



**Tenga precaución con la terminación adecuada**

La utilización de cables y de fuentes de señal con impedancias distintas de 50  $\Omega$  provocarán imprecisiones en los resultados de las medidas.

**Conector RF OUT** **RF OUT** es un conector de 50  $\Omega$  tipo N (macho)

Este conector se utiliza, por ejemplo, para realizar medidas con el generador de seguimiento. Para una descripción detallada de las funciones de medida para las que se utiliza este conector, consulte el manual de instrucciones incluido en el CD de la documentación de usuario entregada con el instrumento.



**NOTA**

Este conector está disponible en el 9102 Handheld Spectrum Analyzer para los números de serie 0404001 y superiores.

**Conector EXT. TRIG.** Este conector se utiliza principalmente en las medidas de análisis espectral. Utilizando este conector, la unidad podrá trabajar con una señal de disparo externa. Aquí se podrá conectar, por ejemplo, un dispositivo externo que dispare la medida al enviar un impulso.



#### ADVERTENCIA

La entrada **EXT. TRIG.** ha sido diseñada para admitir solamente niveles TTL. ¡Niveles superiores en este puerto podrían dañar el instrumento!

#### Conector MULTI PORT

Con el fin de poder utilizar adaptadores externos, amplificadores y accesorios, el instrumento posee un conector multifunción que puede utilizarse, por ejemplo, para leer los datos almacenados en dispositivos externos, tales como los datos de calibración.

#### NOTA

Este conector está disponible en el 9102 Handheld Spectrum Analyzer para los números de serie 0404001 y superiores.

#### Clavija para auriculares

Además del altavoz integrado en el instrumento, también se dispone de una clavija estándar de 3,5 mm para auriculares. Cuando se conecten unos auriculares al instrumento se inhabilitará automáticamente el altavoz interno.

#### NOTA

Este conector está disponible en el 9102 Handheld Spectrum Analyzer para los números de serie 0404001 y superiores.



Figura 3 Conectores del 9100 en la parte izquierda del instrumento

## Conector SERIAL (RS-232)

Este conector tipo Sub-D de 9 pines en el 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series, puede utilizarse para controlar remotamente el instrumento a través de su interfaz serie (RS-232). El conjunto de comandos y de respuestas se explica en el manual de instrucciones.

El conector RS-232 puede utilizarse también para cargar y almacenar resultados y parámetros o para actualizar el sistema operativo junto con el 9100 Data Exchange Software. Vea el manual de instrucción para más detalles.

Para conectar el 9100 a un PC controlador, utilice un cable de modem nulo (PC a PC). Este cable se entrega junto con el 9100.

## Conector LAN

El 9100 también puede controlarse a través de una red de área local (LAN) utilizando una conexión TCP/IP.

La dirección IP puede configurarse en el menú de configuración del sistema o vía RS-232. El 9101 puede ser controlado desde redes trabajando a 100 Mbps, pero sólo es capaz de transmitir y recibir a 10 Mbps.

En el manual de instrucciones del 9100 están explicadas ampliamente la configuración de la dirección IP, así como el conjunto de comandos de control del instrumento y las respuestas del mismo.

Conecte el instrumento a la red LAN mediante un cable LAN estándar con conectores RJ 45 o, alternativamente también podrá conectar el 9100 a un PC utilizando un cable cruzado.

---

## Encendido de la unidad



El 9100 se enciende y se apaga utilizando el conmutador de alimentación situado en la parte superior del instrumento, tomando alrededor de 55 segundos la carga e inicialización de su software interno.

---

## Inicio de las medidas

El 9100 comienza a realizar medidas y a presentar los resultados, automáticamente después de encender el instrumento, con la configuración del último modo de medida que estuvo activo.

## Empleo del panel frontal

**Generalidades** El panel frontal está dividido en cinco secciones diferentes (en la siguiente figura se utiliza como ejemplo el panel frontal de 9102):

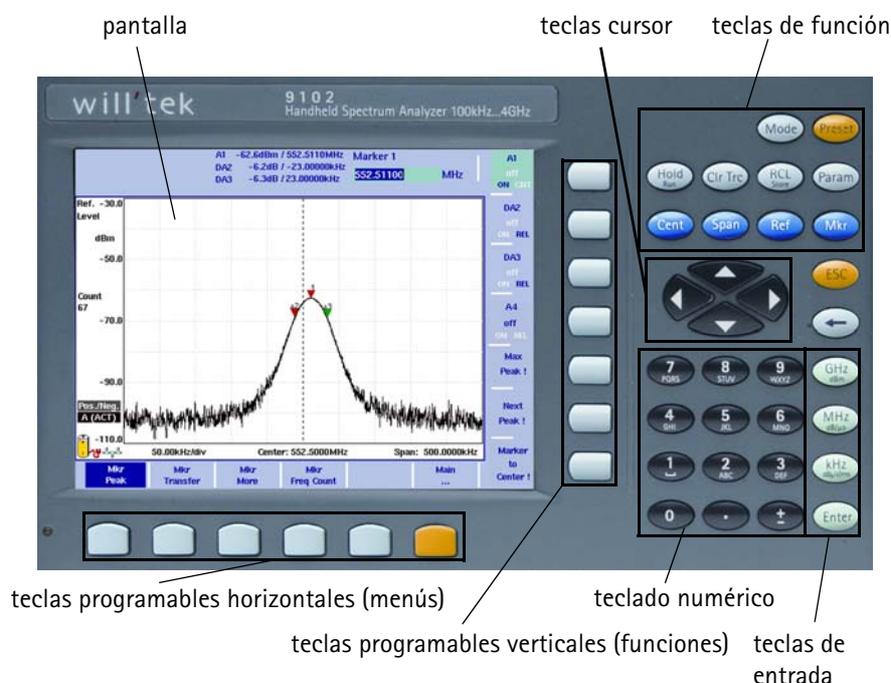


Figura 4 Elementos del panel frontal

**LED de estado de la batería** Este LED posee diferentes estados que indican la situación en que se encuentra la batería. Para una información detallada de los estados de este LED, consulte el manual de instrucciones de los modelos 9101 y 9102, o bien el manual básico de iniciación del 9100.

**Pantalla** La pantalla de 6,5 pulgadas está dividida en las siguientes secciones (vea la Figura 4):

- Área de resultados
- Campo de los marcadores
- Campo de entrada de datos
- Descripciones de las teclas programables

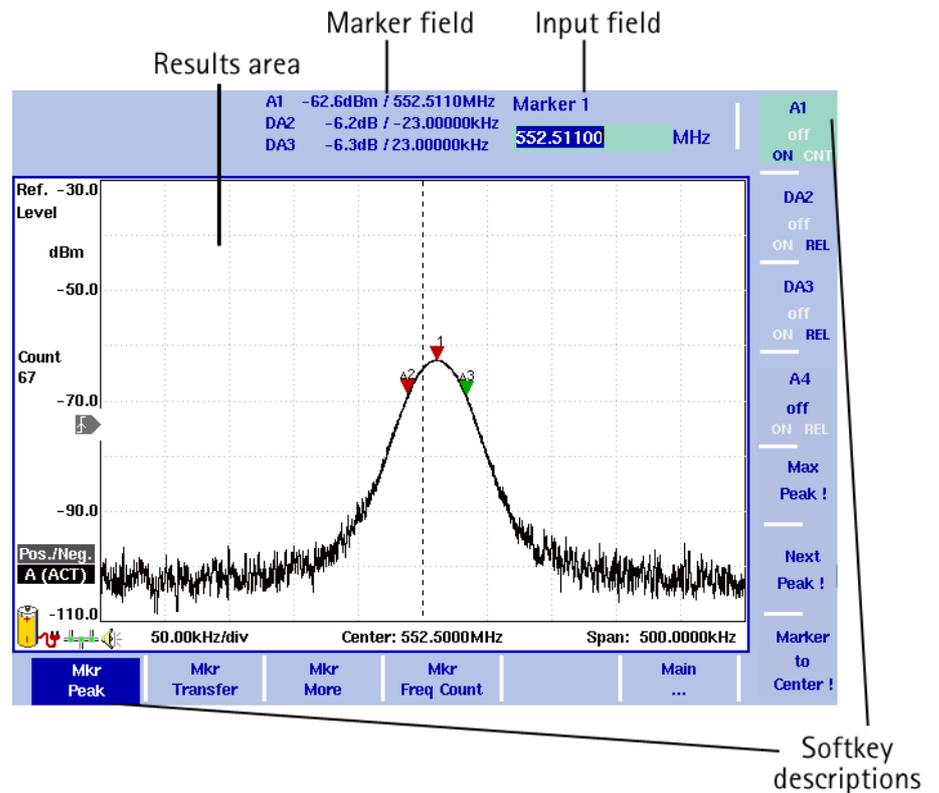


Figura 5 Secciones de la pantalla

### Área de resultados

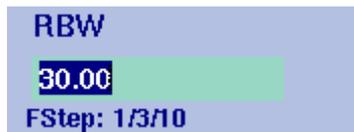
El área de resultados utiliza la mayor parte de la pantalla y proporciona los resultados de las medidas. Una retícula formada por diez divisiones verticales y 8 horizontales facilita la lectura de los resultados a partir de estos ejes. Pueden presentarse una o dos gráficas dependiendo del número de trazas seleccionado.

### Campo de los marcadores

A1	-68.0dBm / 2.246400GHz
DA6	2.8dB / 921.6000MHz
B5	-53.5dBm / 2.808000GHz
B2	-54.3dBm / 1.800000GHz

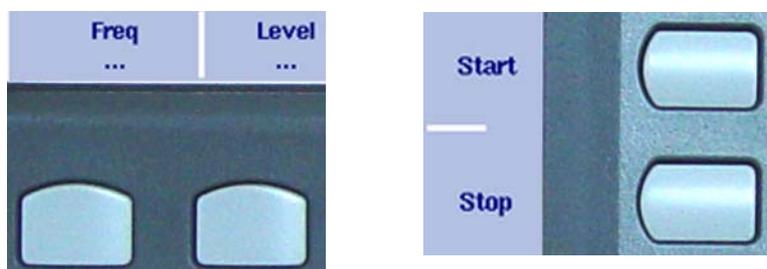
Si alguno de los marcadores se encuentra activo, aparecerá un campo de los marcadores, mostrando los valores de las medidas en las posiciones en que se encuentran. Se pueden presentar hasta cuatro marcadores junto con sus valores de nivel y de frecuencia. Si se están utilizando cuatro marcadores y se activa un quinto (se dispone de un máximo de seis marcadores), el valor de uno de los marcadores quedara oculto apareciendo el valor del nuevo en su lugar. Pulsando la tecla programable del marcador correspondiente se podrá mostrar de nuevo dicho valor oculto del marcador. Cada marcador puede alternarse entre valor absoluto y valor relativo. En este último caso, los valores mostrados están referidos al marcador 1, es decir A1.

## Campo de entrada de datos



Un campo de entrada de datos permite introducir un número o un texto, dependiendo de la función seleccionada. El significado del valor de entrada se expresa en la línea de cabecera. Los valores o los textos se introducen utilizando las teclas numéricas, mientras que los campos de entrada de datos se cierran con una de las teclas verdes de aceptación. Algunos campos de entrada poseen explicaciones adicionales acerca del tamaño de los pasos. El tamaño de los pasos se aplica cuando los valores se modifican haciendo uso de las teclas de cursor en vez de las teclas numéricas.

## Descripción de las teclas programables



Las descripciones de las teclas programables indican la función asignada a cada una de estas teclas, y se encuentran alineadas en la parte inferior, sobre las teclas programables horizontales, y en la parte lateral derecha, a la izquierda de las teclas programables verticales.

## Teclado

El panel frontal contiene un elevado número de teclas, permitiéndole acceder directamente a determinadas funciones y menús, así como introducir parámetros de prueba tales como la frecuencia central. El teclado se encuentra dividido en las siguientes secciones:

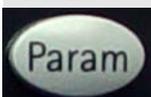
### Teclas de función



Las teclas de función poseen funciones específicas que nunca cambian. Para más información acerca de las teclas de función, consulte el manual de instrucciones de los modelos 9101 y 9102.

Las teclas de función son:

**Tabla 1** Teclas de función

Tecla	Función
Mode 	Selección del modo de medida.
Preset 	Preconfigura todos los campos de entrada a los parámetros definidos en fábrica por defecto.
Hold/Run 	Detiene e inicia los barridos.
Param 	Esta tecla presenta las páginas de parámetros que contienen el resumen de la configuración actual de los mismos.
Rcl/Store 	Proporciona acceso a los menús de memoria.
Clr Trc 	Esta tecla reinicia los resultados anteriores (incluyendo los promediados), los contadores de barrido y de fallos, e inicia un nuevo barrido.
Cent 	Acceso directo al campo de entrada de la frecuencia central en el menú de frecuencia.
Span 	Acceso directo al campo de entrada del margen de frecuencia en el menú de frecuencia.
Ref 	Acceso directo al campo de entrada del nivel de referencia.
Mkr 	Acceso al menú de los marcadores.

## Teclas de cursor



En un campo de entrada de datos, las teclas de cursor  $\uparrow\downarrow$  se utilizan para aumentar y disminuir el valor actual, mientras que las teclas de cursor  $\leftarrow\rightarrow$  muevan la posición del cursor un dígito a la izquierda o la derecha.

Si el campo de los marcadores está activo, las teclas de cursor  $\uparrow\downarrow$  mueven el marcador media división hacia arriba o hacia abajo y las teclas de cursor  $\leftarrow\rightarrow$  mueven el marcador horizontalmente a nivel de posiciones de memoria.

### Reacción inmediata

Cualquier modificación de un parámetro de entrada con las teclas de cursor tiene un efecto inmediato, de modo que esta respuesta directa sobre la pantalla permite ajustar fácilmente determinados parámetros a su valor óptimo mediante un procedimiento de acción/respuesta.

## Teclado numérico



El teclado numérico permite introducir valores de forma similar a como se hace con una calculadora de bolsillo. Para algunos campos de entrada de datos se puede introducir texto como con un teléfono móvil.

### Entradas no válidas

Si se introduce un número o caracteres no válidos, el 9100 emitirá una señal audible y corregirá los datos introducidos a su valor válido más próximo.

## Teclas de entrada

Cualquier entrada de valores numéricos o alfanumérico deberá confirmarse con esta tecla o por una de las teclas de aceptación de datos si está afectada por ellas. El significado de estas teclas es el siguiente:

Tabla 2 Teclas de entrada

Tecla	Función
	En los campos de entrada de frecuencia, confirma la entrada aplicando la unidad de GHz (gigaciclos). En los campos de entrada de potencia, asigna la unidad dBm al valor introducido.

Tabla 2 Teclas de entrada

Tecla	Función
<p>MHz/dB/μs</p> 	<p>En los campos de entrada de frecuencia, confirma la entrada aplicando la unidad de MHz (megaciclos). En los campos de entrada de potencia, asigna la unidad dB al valor introducido. En los campos de entrada con parámetros de tiempo, asigna la unidad de μs al valor introducido.</p>
<p>kHz/dBμV/ms</p> 	<p>En los campos de entrada de frecuencia, confirma la entrada aplicando la unidad de kHz (kilociclos). En los campos de entrada de potencia, asigna la unidad dB V al valor introducido. En los campos de entrada con parámetros de tiempo, asigna la unidad de ms al valor introducido.</p>
<p>Enter</p> 	<p>Confirma una entrada sin unidades o con las unidades de ciclos (Hz) y de segundos (sg).</p>

**Tecla Escape**



Si se pulsa esta tecla cuando está abierto un campo de entrada de datos, se cerrará dicho campo sin realizar ningún cambio en sus valores anteriores.

**Tecla Backspace**

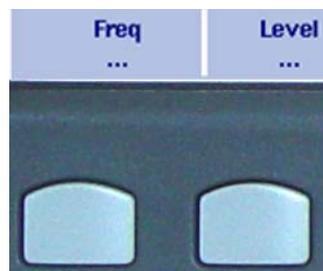


Borra el último dígito alfanumérico introducido. Cuando se está en un campo de entrada de datos y todos los dígitos aparecen realzados, pulsando esta tecla se borrará el campo completo.

**Teclas programables**

Estas teclas poseen funciones variables, apareciendo la descripción de su función en cada momento cerca de la tecla correspondiente, sobre la pantalla.

**Teclas programables horizontales (menús)**



Las teclas programables horizontales proporcionan acceso a diversos menús. El nombre del menú que se encuentra activo aparece realzado y las funciones de un menú aparecen sobre las teclas programables verticales.

### Teclas programables verticales (funciones)



Las teclas programables verticales permiten cambiar los parámetros del 9100.

### Introducción de números y de texto

Cuando se abre un campo de entrada de datos, este espera que se introduzcan números o caracteres, los cuales también pueden incluir dígitos numéricos. Observará inmediatamente lo que espera el 9100 ya que las teclas numéricas poseerán en cada momento las funciones apropiadas. Cuando el software del 9100 espera una entrada numérica y se pulsa una tecla numérica, el dígito en cuestión aparecerá en el campo de entrada. Cuando todos los dígitos, signo y punto decimal, han sido introducidos a conveniencia, deberá pulsarse una de las teclas de entrada. Los números a menudo necesitan una unidad determinada y las teclas de entrada proporcionan esas unidades. Algunos campos de entrada de datos admiten texto alfanumérico, en cuyo caso, las teclas numéricas pueden utilizarse para introducir dichos caracteres, para lo cual, las teclas pueden tener asignados diversos números o letras. Para más detalles acerca de la introducción de números y texto, incluyendo la asignación de teclas para texto alfanumérico, consulte el manual de instrucciones de los modelos 9101 y 9102.

---

## Selección del modo de medida

El 9100 proporciona diferentes modos de medida permitiéndole seleccionar entre los diferentes tipos de medida predefinidos para aplicaciones específicas. Para seleccionar un modo de medida pulse la tecla de función **MODE** y aparecerá el menú de modos de medida. Elija el modo de medida adecuado pulsando la tecla programable apropiada. Para una descripción detallada de los modos de medida, consulte el manual de instrucciones de los modelos 9101 y 9102.

---

## Modificación de la frecuencia central, el margen, o el nivel de referencia

Estas funciones son fácilmente accesibles desde el menú principal.

- 1 Pulse la tecla programable de la función adecuada, en la barra vertical de teclas programables.
- 2 Introduzca un nuevo valor.
- 3 Cierre el campo de entrada de datos pulsando una de las teclas de entrada.

Los cambios tendrán efecto inmediatamente.

## Modificación del RBW, VBW, tiempo de barrido, o atenuación

Estos parámetros están accesibles desde el menú principal y puede cambiarlos automáticamente el 9100 como consecuencia de los cambios en cualquiera de los otros parámetros, pudiendo también ajustarse manualmente.

En el menú principal, las teclas alineadas verticalmente para el ancho de banda de resolución (RBW), ancho de banda de vídeo (VBW), tiempo de barrido, y atenuación, indican si el parámetro se encuentra en modo auto(mático) o en modo manual, ya que el parámetro actual se encontrará realzado.

### Conmutación al modo automático

Para cambiar los parámetros de manual a automático, proceda de la siguiente forma:

- 1 Pulse la tecla programable de función una vez.
- 2 La tecla programable de función se activará, lo cual quedará indicado al iluminarse dicha tecla.
- 3 Pulse la misma tecla programable de función por segunda vez.  
La palabra "manual" realzada desaparecerá y aparecerá la palabra "auto" realzada en su lugar. La próxima vez que modifique cualquiera de los otros valores, el parámetro en modo automático será modificado por el instrumento con el fin de obtener los mejores resultados y la mejor visibilidad.

### Conmutación al modo manual

Cuando la tecla programable de función está en automático, puede que se desee ajustar algún parámetro manualmente, o bien puede que se desee ajustar otro parámetro sin que la función en cuestión se cambie automáticamente. Ambas operaciones pueden realizarse poniendo la tecla programable de función en modo manual.

Puede conmutar al modo manual

- seleccionando la tecla programable de función y después introduciendo un nuevo valor de entrada,
- o seleccionando la tecla programable de función y pulsándola de nuevo para cambiar del modo automático al modo manual.

## Empleo de los marcadores

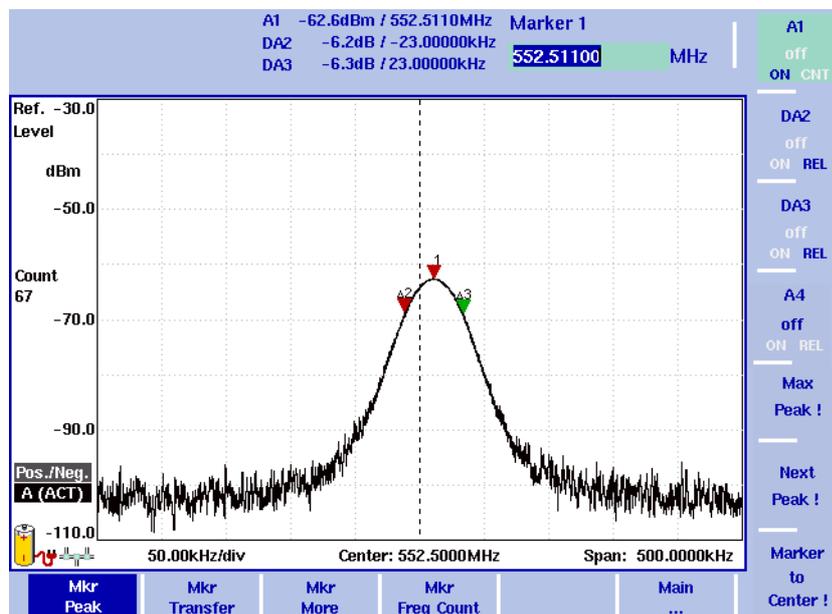


Figura 6 Ejemplo de marcadores

El 9100 incluye potentes y simples funciones de marcador. Se pueden utilizar hasta seis marcadores, y hasta cinco de ellos pueden utilizarse como marcadores relativos (delta). Los marcadores se sitúan con facilidad en la posición deseada y pueden afectar a la frecuencia central y al nivel de referencia, simplemente pulsando una tecla. Si se utilizan dos trazas también se pueden utilizar dos marcadores en cualquiera de las trazas A o B. Los marcadores son denominados acorde al nombre de las trazas (A1, B1). Los marcadores relativos están identificados por una D (Delta) (DA1).

Es importante observar que si situamos un marcador en el pico de una señal y después reducimos el margen de frecuencias, la posición del marcador puede quedar ligeramente desplazada del pico de la señal. Esto es debido a la limitación en la resolución de las frecuencias presentadas cuando se utiliza un margen amplio de frecuencias. Después de reducir el margen de frecuencias, tendremos que reajustar el marcador nuevamente al pico de la señal.

Los marcadores pueden habilitarse o inhabilitarse, o pueden definirse como marcadores relativos, seleccionando el marcador en el menú principal de los modos de medida, o bien pulsando la tecla de función **MKR** desde cualquier menú. Para más detalles e instrucciones acerca de los marcadores, consulte el manual de instrucciones de los modelos 9101 y 9102.

# Aplicaciones típicas

## 3

Esta sección describe las aplicaciones típicas de análisis espectral, así como la forma de resolver problemas específicos de medida utilizando la 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series. En ella se tratan los siguientes temas:

- "Introducción" en la página 22
- "Realización de medidas sobre una señal sinusoidal" en la página 22
- "Realización de medidas en una señal en ráfaga o controlada por un reloj" en la página 27
- "Análisis de señales espurias, picos ocasionales y ruidos" en la página 31
- "Comprobación de un dispositivo pasivo en el modo de transmisión" en la página 34
- "Medidas de antenas" en la página 36
- "Medidas de campos electromagnéticos (EMF)" en la página 50

---

## Introducción

Esta sección presenta una perspectiva general de las aplicaciones típicas de los 9101 y 9102 Handheld Spectrum Analyzer, concentrándose en la realización de medidas típicas, describiendo las bases de las aplicaciones más importantes, y mostrando la forma de resolver determinados problemas utilizando la 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series. Puesto que los modos de medida disponibles son diferentes para los dos modelos de esta serie, algunas medidas son específicas de un modelo determinado, en cuyo caso la sección correspondiente especificará el modelo que posee el modo de medida requerido para realizar la medida descrita. En caso de no existir información acerca del modelo, el ejemplo expuesto será de aplicación para ambos 9101 y 9102 Handheld Spectrum Analyzer.

---

## Realización de medidas sobre una señal sinusoidal

Una senoide es una señal típica a medir ya que aparece en muchos lugares, tanto en radio como en equipamiento electrónico. Por ejemplo, una senoide es la señal básica a partir de la cual se generan las señales de reloj de los ordenadores, y también dos senoideas pueden ser el producto de una portadora y de un tono de modulación de audio.

Los parámetros típicos de una señal sinusoidal (forma de onda seno o senoide) son el nivel, la frecuencia y los armónicos. Estos parámetros pueden medirse fácilmente con la 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series.

### Medidas de nivel y de frecuencia

Una frecuencia correcta es vital para que los equipos de radio y los ordenadores trabajen adecuadamente. Para los ordenadores una desviación del 10% pueden resultar tolerable, pero las señales de radio deberán utilizar frecuencias con tolerancias menores del 1%.

En la mayoría de los casos también es importante que el nivel (potencia o voltaje) de la senoide esté al menos en un orden de magnitud adecuado. Antes de poder realizar una medida, el analizador de espectros deberá configurarse para mostrar la señal en un margen de frecuencia adecuado y con un nivel de referencia y de atenuación óptimos.

Para poder visualizar un margen de frecuencia específico, por ejemplo, el rango alrededor de la frecuencia de portadora de la señal a medir, deberemos ajustar la escala horizontal. El margen de frecuencia medido y mostrado en pantalla se denomina usualmente margen (span) de frecuencia.

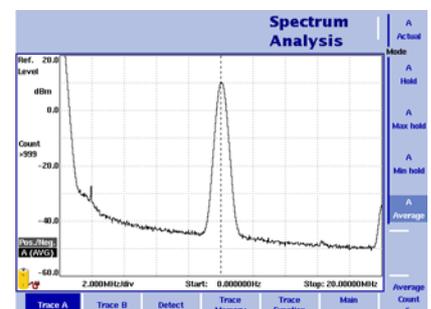
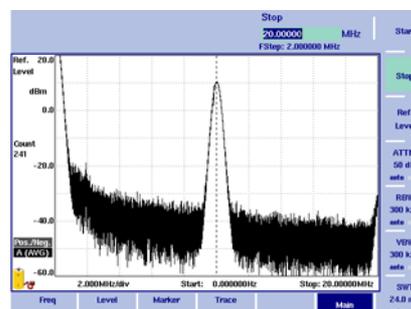
Cualquier señal posee su propia amplitud. Una señal muy grande podría exceder el límite superior de la pantalla, mientras que una señal muy pequeña podría quedar escondida en el ruido de base situado en la parte inferior de la misma. El ruido de base proviene del hecho de que un analizador de espectros posee un rango dinámico limitado, que es el rango entre las señales más pequeña y más grande que puede medir con precisión. Para obtener el mejor rango dinámico para la señal que se desea medir, es importante ajustar el nivel de referencia, que es el nivel asignado a la parte superior de la pantalla.

La mayoría de los analizadores de espectros ajustan automáticamente su atenuación interna cuando el usuario selecciona un nivel de referencia, de modo que el analizador pueda mostrar el mejor rango dinámico posible para el nivel de referencia seleccionado.

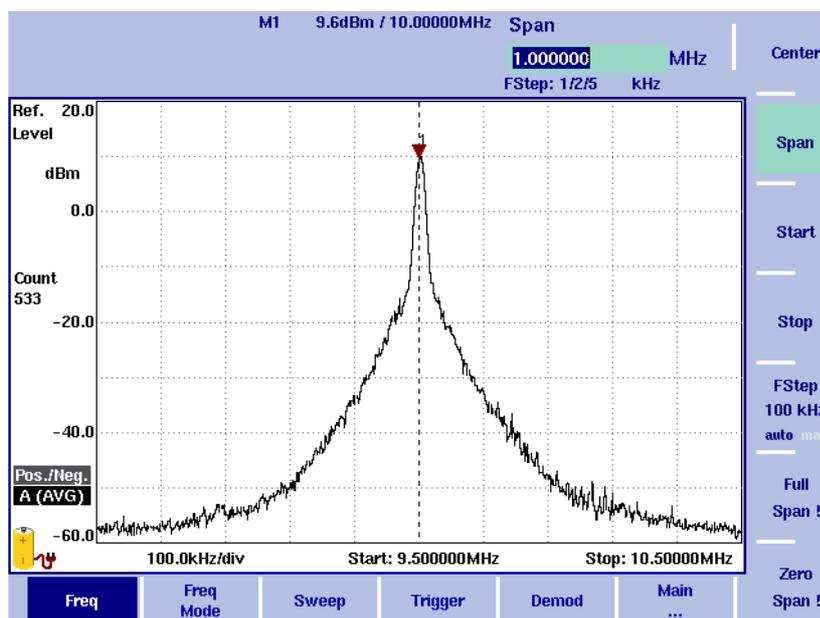
Supongamos que esperamos visualizar una señal sinusoidal de 10 MHz. Esta frecuencia es relativamente baja y será suficiente con visualizar el espectro de 0 a 20 MHz, lo cual estrechará el espectro mostrado al rango de interés proporcionando una razonable resolución de frecuencia. Si la frecuencia esperada de la sinusoide es significativamente elevada, resultará más útil seleccionar un rango de un par de Megaciclos alrededor de su frecuencia.

Los siguientes pasos permiten analizar el nivel y frecuencia de la señal:

- 1 Pulse **PRESET** para situar el 9101 en un estado conocido. Las frecuencias inicial y final son 0 y 3,6 GHz respectivamente, de modo que el espectro estará visible en este rango con una línea vertical representando la señal sinusoidal en 10 MHz.
- 2 Coloque la frecuencia final en 20 MHz pulsando la tecla programable **Stop**, introduciendo el valor **20** con el teclado, y pulsando a continuación la tecla de entrada **MHz**. Aparecerá la curva de una señal en la mitad derecha de la pantalla con un pico en los 10 MHz. Esta es una presentación de la señal con una mayor resolución del ancho de banda.
- 3 Puede ser necesario mejorar el rango dinámico mostrado en la pantalla ajustando el nivel de referencia (el nivel máximo presentado en pantalla); esta operación ajustará adecuadamente la atenuación interna del 9101. Pulse la tecla programable **Ref. Level** y a continuación las teclas de cursor  $\uparrow \downarrow$  hasta que el pico de la señal aparezca entre 5 y 10 dB por debajo de la línea superior. De esta forma quedará suficiente margen para los posibles cambios temporales en el nivel de la señal.
- 4 Puede que se observe un ruido de base relativamente elevado. El ruido de base puede reducirse promediando las medidas: Seleccione **Trace > Mode: A Average**.



- 5 Se pueden definir uno o varios marcadores que apunten a determinadas frecuencias dentro del espectro de medida. Los valores numéricos de nivel y de frecuencia de estos puntos aparecerán en la parte superior de la pantalla: Pulse la tecla **MKR** para colocar un marcador en el pico más elevado del espectro.  
Si no existen señales de mayor amplitud, esta operación colocará un marcador, indicado por un pequeño triángulo, en el pico de la señal a medir.
- 6 Si necesita visualizar la frecuencia con mayor precisión, seleccione un margen de frecuencia más pequeño alrededor de la señal:
  - Pulse **Marker to Center**.  
Esto centrará la señal en la pantalla.
  - Pulse la tecla **SPAN** e introduzca un valor más bajo, p.ej. 1 MHz.



## Armónicos

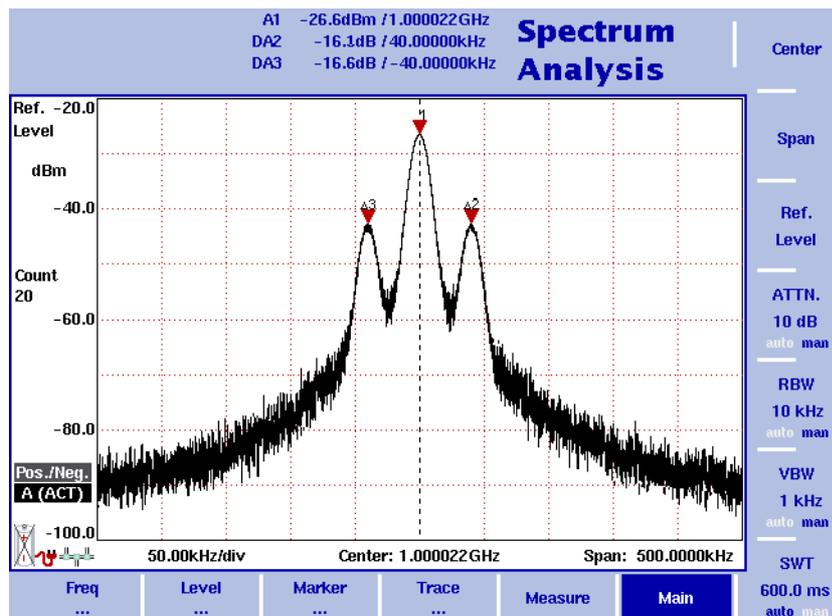
Cuando la señal sinusoidal es de baja pureza espectral aparecerán líneas espectrales laterales. En casos extremos la señal tendrá espectros laterales muy acusados debido a que esta señal no sea realmente una senoide, sino p.ej. una onda cuadrada. La señal estará entonces compuesta por una línea espectral principal y por líneas espectrales laterales que también se denominan armónicos. Estos armónicos pueden ser múltiplos de la frecuencia fundamental o múltiplos de alguna frecuencia de modulación, lo cual significa que pudieran estar en el rango de los 100 kHz en torno a la portadora, o pudieran ser múltiplos de la frecuencia originaria.

Mientras que una onda cuadrada genera armónicos deseables, las frecuencias laterales no deseadas se denominan emisiones de espúreas.

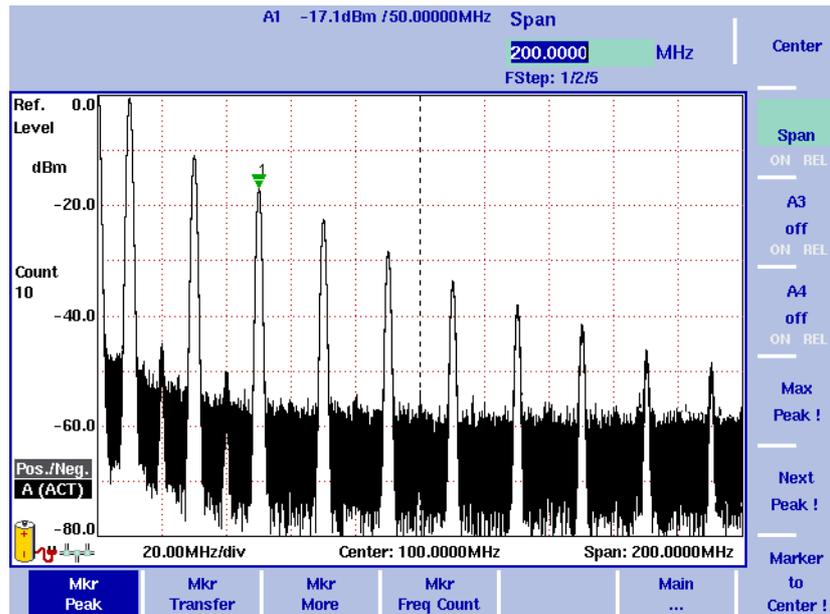
Las frecuencias y sus armónicos pueden analizarse con los marcadores. Los marcadores apuntan a determinadas frecuencias (y niveles) que aparecen en la pantalla, de modo que la resolución con la que se mide un punto determinado de la traza dependerá de la resolución de la frecuencia en pantalla. Cuanto más pequeño sea el margen de frecuencias, mayor será la resolución de estas en la pantalla y por tanto en los marcadores. Cuando se reduzca el margen de frecuencias, puede ser una buena idea reajustar los marcadores para beneficiarse de la mayor resolución de frecuencia obtenida.

Para comprobar los armónicos y las emisiones de espúreos, proceda de la siguiente forma desde el último ejemplo:

- 1 Seleccione un margen de frecuencia pequeño de  $\pm 250$  kHz alrededor de la señal:
  - Pulse **MKR > Marker to Center**.  
Esto centrará la señal en la pantalla.
  - Pulse la tecla **SPAN** e introduzca un valor más bajo, p.ej. 500 kHz.
- 2 Añada marcadores y sitúelos en los picos próximos significativos, varios dB por encima del valor de la señal:
  - Pulse la tecla **MKR**.
  - Pulse la tecla programable **A2**, seguida por varias pulsaciones de **Next Peak** hasta que el marcador se encuentre en el próximo pico significativo.
  - Pulse la tecla programable **A3**, seguida por varias pulsaciones de **Next Peak** hasta que el marcador se encuentre en el próximo pico significativo.
- 3 Convierta los marcadores absolutos A2 y A3 en marcadores relativos (delta) que indicarán los valores respecto al marcador M1:
  - Pulse la tecla programable **A2** hasta **REL** aparezca realzado.  
El marcador ahora está marcado como relativo (DA2 en lugar de A2).
  - Pulse la tecla programable **A3** hasta **REL** aparezca realzado.  
El marcador ahora está marcado como relativo (DA3 en lugar de A3).
- 4 Compruebe el espectro y los marcadores: ¿Existen picos adicionales lo bastante grandes para afectar seriamente a la calidad de la señal?. ¿Cuál es su magnitud respecto a la señal principal (sinusoide)?. El criterio "pasa/no pasa" para las emisiones de espúreos depende de los requerimientos actuales de la señal.



- 5 Seleccione un margen de frecuencia mayor de al menos cinco veces la frecuencia de la señal original, para observar los armónicos:  
Seleccione **SPAN**, introduzca el valor **70** cierre el campo de entrada de datos con la tecla **MHZ**.
- 6 Sitúe los marcadores relativos DA2 y DA3 en el segundo y tercer picos significativos:
  - Pulse la tecla **MKR** > **DA2** > **Max Peak** > **Next Peak** (repita **Next Peak** si el pico localizado no difiere mucho del nivel de ruido en sus proximidades).
  - Pulse **DA3** > **Max Peak** > **Next Peak** > **Next Peak** (repita **Next Peak** si el pico localizado no difiere mucho del nivel de ruido en sus proximidades).
- 7 Compruebe el espectro y los marcadores: ¿Existen picos adicionales lo bastante grandes para afectar seriamente a la calidad de la señal?. ¿Cuál es su magnitud respecto a la señal principal (sinusoide)?. El criterio "pasa/no pasa" para las emisiones de armónicos depende de los requerimientos actuales de la señal.



## Realización de medidas en una señal en ráfaga o controlada por un reloj

Las señales en ráfaga o controladas por reloj combinan las características de las señales moduladas con las características de las señales discontinuas. Por una parte, las señales moduladas poseen un espectro más amplio que puede variar hasta cierta extensión. Por otra parte, las señales discontinuas aparecen y desaparecen por lo que es importante considerar el momento adecuado en que se va a realizar la medida.

El espectro de una señal modulada no posee un único pico constante, sino que está formada por un lóbulo más ancho (p.ej. de alrededor de 50 kHz para una señal típica de radio de FM, 800 kHz para una señal GSM, o 1,2 MHz para una señal IS-95 CDMA). Puesto que la información transmitida por la portadora no siempre es la misma, el espectro podrá variar ligeramente. Por tanto, si el espectro típico de la medida es importante, será una buena idea promediar la medida de la espectros. Sin embargo, si necesitásemos medir componentes espectrales en los casos más desfavorables de la medida, necesitaríamos visualizar los picos de varias medidas espectrales, e incluso tendríamos que seleccionar el modo de retención de máximos (max-hold).

Las señales discontinuas periódicas también pueden medirse pero requieren técnicas adicionales para asegurarse de que estas medidas incluyen la parte activa de la señal, ya que de otro modo, el 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series podría medir durante los intervalos de tiempo en que la señal no está presente. Además del espectro de modulación también son importantes parámetros como la longitud y tipo de ráfagas. Estos parámetros pueden medirse en el dominio del tiempo, pero no en el dominio de la frecuencia.

Cuando se midan parámetros en el dominio del tiempo se tendrá en consideración los aspectos siguientes:

- Medir en el dominio del tiempo significa que el analizador de espectros presentará la señal con respecto al tiempo y no respecto a la frecuencia, lo que significa que el margen de frecuencia será cero.
- El inicio de las medidas deberá ser disparado por el flanco ascendente de la señal, lo que significa que se deberá definir un umbral de nivel de señal que se encuentre por encima del ruido de base y por debajo del nivel de la señal cuando está activa (on).
- La duración de la medida (tiempo de barrido) deberá ser igual o mayor que la longitud de la ráfaga, o de otro modo sólo se mostrará una parte de la misma.

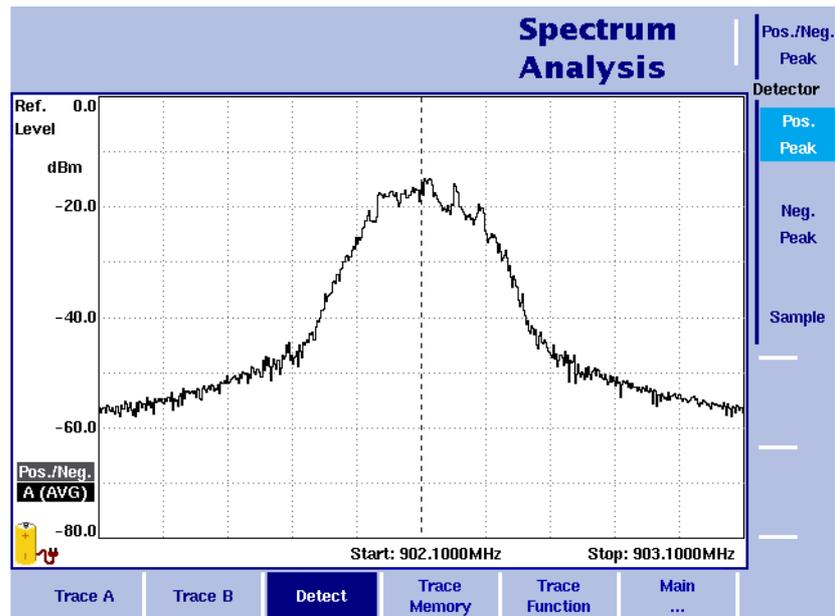
Los parámetros de medida en el dominio de la frecuencia requieren tener en cuenta algunas consideraciones ligeramente diferentes a la hora de configurar el analizador de espectros:

- Definir un disparo de vídeo en el dominio de la frecuencia, no tiene ningún significado puesto que la frecuencia observada por el analizador de espectros está cambiando constantemente.
- La duración de la medida (tiempo de barrido) será lo suficientemente extensa para contener todos los puntos de medida, y se medirá el intervalo de al menos dos ráfagas para asegurar que la medida incluye la señal deseada. Obsérvese que el espectro medido en esta forma incluye tanto las componentes de modulación, como las componentes de conmutación.

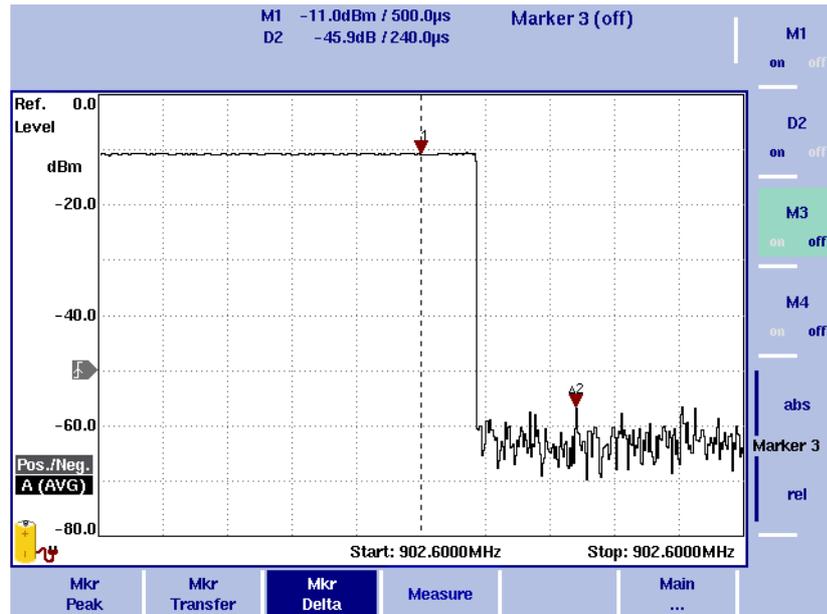
El siguiente ejemplo muestra la medida de una ráfaga de señal procedente de un teléfono móvil GSM que transmite en el canal 63, lo que significa una frecuencia de portadora de 902,6 MHz. El nivel de señal a la entrada del 9100 Handheld Spectrum Analyzer Series es de -10 dBm.

Para realizar medidas proceda de la siguiente forma:

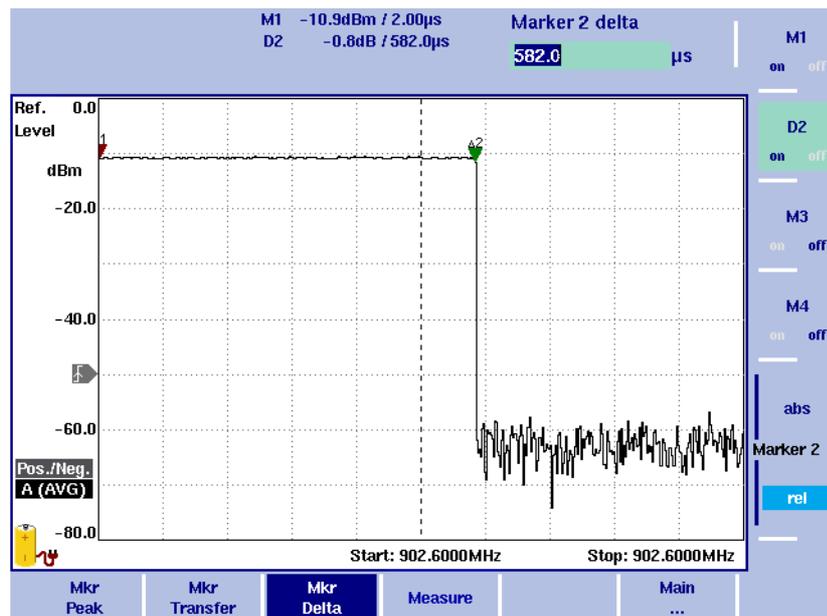
- 1 Pulse **PRESET** para poner el 9101 en un estado conocido. Las frecuencias inicial y final son 0 y 3,6 GHz, respectivamente.
- 2 Pulse la tecla **CENT** e introduzca la frecuencia central de 902,6 MHz.
- 3 Pulse la tecla **SPAN** e introduzca un margen de frecuencias de 1 MHz. Aparecerá una versión troceada del espectro.
- 4 Cambie el tiempo de barrido al máximo: Seleccione **Main > SWT** e introduzca 5 s. Aparecerá el espectro. El detector de picos positivos/negativos está habilitado y la pantalla muestra ambos conjuntos de valores con una línea negra entre los picos pos/neg para cada punto de frecuencia.
- 5 Para eliminar esta línea negra, seleccione el detector de picos positivo: Pulse **Trace > Detect > Detector: Pos. Peak**. Aparecerá una traza como lo mostrada a continuación.



- 6 Para medir el nivel a lo largo del tiempo, pulse **SPAN** y seleccione 0 MHz.
- 7 Defina un ancho de banda de medida que incluya las componentes significativas del espectro: Pulse **Main > RBW** e introduzca 1 MHz.
- 8 Seleccione un tiempo de barrido ligeramente superior al tiempo que dura la ráfaga: Pulse **Main > SWT** e introduzca 1 ms.
- 9 Ponga el ancho de banda de vídeo a un nivel elevado para evitar que se suavice o que se deforme el contorno de la señal: Pulse **VBW** e introduzca 1 MHz.  
Las medidas de las ráfagas aparecen a intervalos arbitrarios.
- 10 Habilite el disparo de vídeo con un umbral de disparo de unos 40 dB por debajo del nivel de las ráfagas: pulse **Freq > Trigger > Video** e introduzca -50 dBm.  
Las ráfagas de medida aparecerán más frecuentemente.
- 11 Planitud de la ráfaga: Utilice un marcador absoluto y un marcador relativo para observar las variaciones del nivel de potencia en la parte activa de la ráfaga.
- 12 Ráfaga vs nivel de ruido: Utilice un marcador absoluto y un marcador relativo para observar la diferencia entre el nivel de la señal y el nivel de ruido (en la imagen de abajo, la diferencia es de 45,9 dB).



13 Longitud de la ráfaga: Sitúe un marcador absoluto al comienzo de la ráfaga y un marcado relativo al final de la misma. Lea la longitud de ráfagas (582 µs en el ejemplo mostrado).



## Análisis de señales espurias, picos ocasionales y ruidos

Las señales espurias son componentes que se pueden encontrar cerca o lejos de la banda de frecuencias deseada. Estos espúreos forman parte del conjunto de la señal, aunque a menudo se encuentren fuera del margen de frecuencia que contiene a la señal de interés, y pueden originarse debido a diafonías o a componentes electrónicos activos.

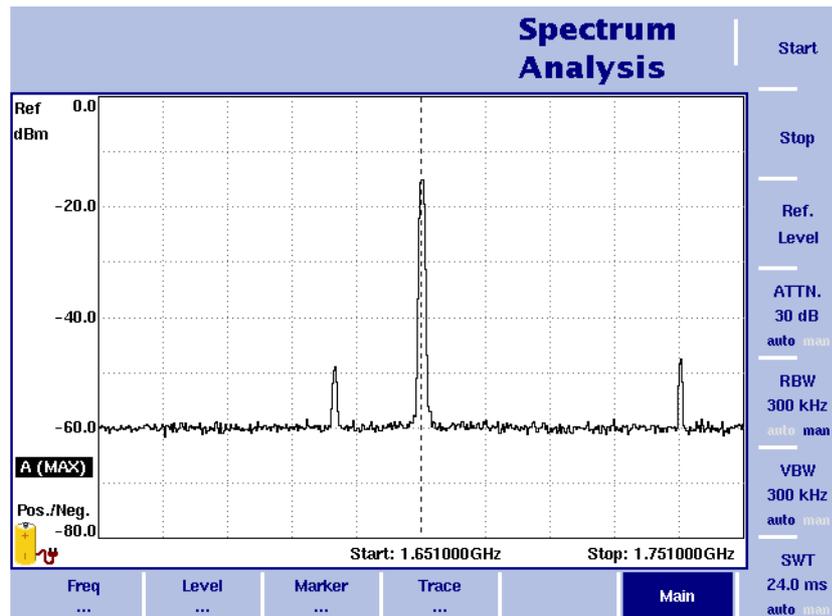
Los picos ocasionales y los ruidos dan como resultado componentes espectrales que no pueden ser observadas inmediatamente en el analizador de espectros y que se necesita algo de tiempo y el uso de la función de retención de picos (peak-hold) para hacerlos aparecer en la pantalla.

Las señales espurias y los picos ocasionales pueden ser tolerables dentro de ciertos límites, pero también pueden dañar las prestaciones de un sistema cuando los exceden. En el 9101, se pueden utilizar líneas de límite para definir áreas "pasa/no pasa", cuyo veredicto indicará claramente si la señal está dentro o fuera de límites.

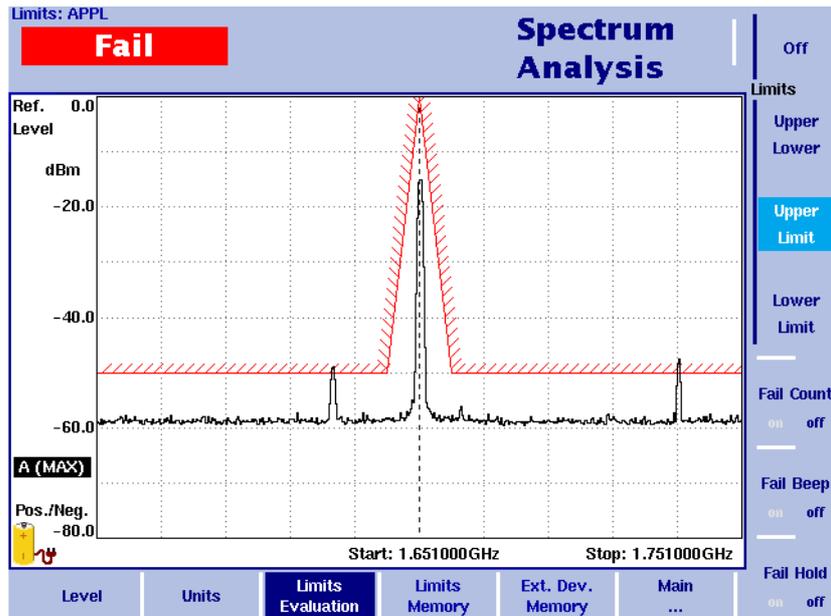
Los marcadores absolutos y relativos (delta) pueden indicar las frecuencias a las que ocurren ciertos eventos críticos de la señal, y pueden ser utilizados para leer niveles absolutos y niveles relativos respecto a la componente principal de la señal.

Todas estas componentes de señal no deseadas se pueden analizar en la siguiente forma:

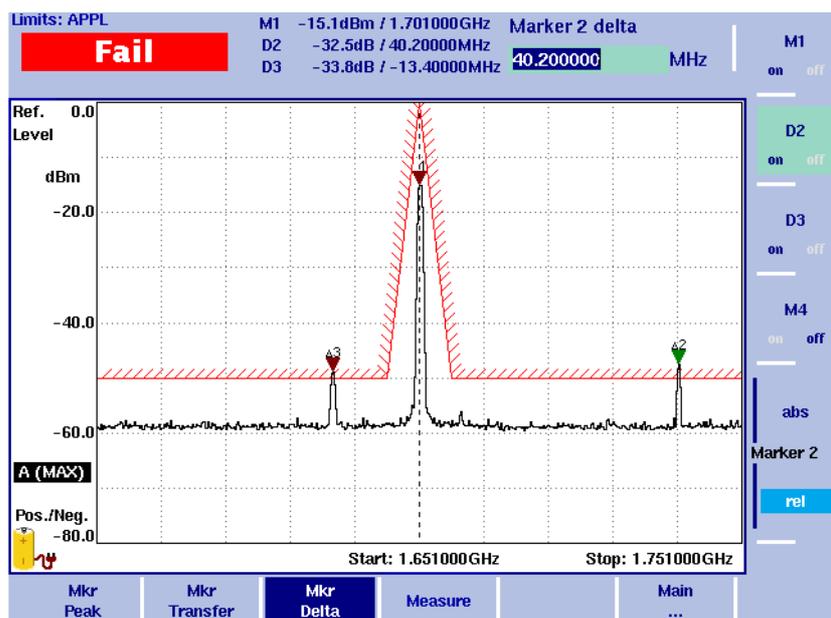
- 1 Pulse **PRESET** para poner el 9101 en un estado conocido.  
Las frecuencias inicial y final son 0 y 3,6 GHz, respectivamente.
- 2 Pulse **CENT** e introduzca la frecuencia central de la señal a observar.
- 3 Pulse **SPAN** e introduzca el margen de frecuencia a observar, p.ej. 100 MHz.
- 4 Seleccione **Main > Trace > Mode: A Max hold** tpara capturar señales intermitentes.  
Después de cierto tiempo, la pantalla puede asemejarse a la mostrada (la señal deseada en la frecuencia central y dos espúreos de señales no deseadas).



- 5 Si se necesita realizar esta medida frecuentemente, puede ser una buena idea definir una máscara mediante unas líneas límite que servirán de base para tomar decisiones claras del tipo "pasa/no pasa" y que serán fáciles de leer y de comprender.  
Estas líneas límite (máscara) se pueden definir en un PC. Para más detalles consulte el manual de instrucciones de los modelos 9101 y 9102.
- 6 Para cargar la máscara (líneas límite) desde el PC al 9100, primero almacénela localmente en el PC y después pulse la tecla **Send to 9100**.
- 7 Pulse **Level > Memory > Recall Limits** para seleccionar una de las máscaras disponibles.
- 8 Seleccione **Limits Evaluation > Upper Limit** para habilitar la prueba de límites (límite superior).  
La máscara o límite superior se dibuja en la pantalla y el 9100 presenta una indicación del tipo "pasa/no pasa" en la esquina superior izquierda.



- 9 Habilite los marcadores y sitúelos sobre la señal deseada y sobre las señales espurias: Pulse la tecla **MKR** para habilitar el menú de los marcadores y el primer marcador, que se situará en el pico más elevado de la traza. Pulse **A2** y desplácelo hasta la señal espuria pulsando **Next Peak** repetidas veces. Repita este paso con **A3** y con la próxima señal espuria. La frecuencia y el nivel de las señales espurias aparecerá en la parte superior de la pantalla.
- 10 Convierta los marcadores absolutos A2 y A3 en marcadores relativos (delta) pulsando las teclas **A2** y **A3** hasta **REL** aparezca realzado y los marcadores están marcado DA2 en lugar de A2 y DA3 en lugar de A3. Ahora puede observar la frecuencia y el nivel de cada señal espuria respecto a la señal deseada. Estas medidas se requieren en muchas especificaciones y en comparaciones de señales.



## Comprobación de un dispositivo pasivo en el modo de transmisión

En el modo de transmisión (Transmission) del 9102 se puede comprobar el comportamiento en frecuencia de dispositivos activos y pasivos. Un ejemplo de aplicación de este modo es la comprobación del comportamiento en frecuencia de un filtro paso banda que permite la transmisión de una determinada banda de frecuencias y que bloquea o absorbe el resto de frecuencias que no se encuentran en la banda especificada.

### NOTA

El modo de transmisión (Transmission) está disponible en el 9102 Handheld Spectrum Analyzer (edición de Tracking y de VSWR/DTF) siendo específico de este modelo.

Para comprobar el comportamiento en frecuencia de un filtro paso banda proceda de la siguiente forma:

- 1 Pulse la tecla de función **MODE**.  
Aparecerá el menú de modos de medida.  
Seleccione **Tracking... > Transmission**.  
Aparecerá el menú principal de transmisión. Conecte mediante un cable la entrada **RF IN** con la salida **RF OUT**.
- 2 En el menú principal de transmisión pulse la tecla programable **Tracking Generator**.
- 3 Para eliminar pequeños rizados en la presentación, pulse la tecla programable **Normalize A** hasta que "on" aparezca realzado. El mensaje "Normal.'d" en la parte izquierda de la pantalla de resultados indica que la presentación está normalizada.
- 4 Abra la conexión entre la entrada **RF IN** y la salida **RF OUT** y conecte el filtro paso banda al instrumento.  
En la siguiente figura se muestra la configuración de medida para el filtro paso banda.

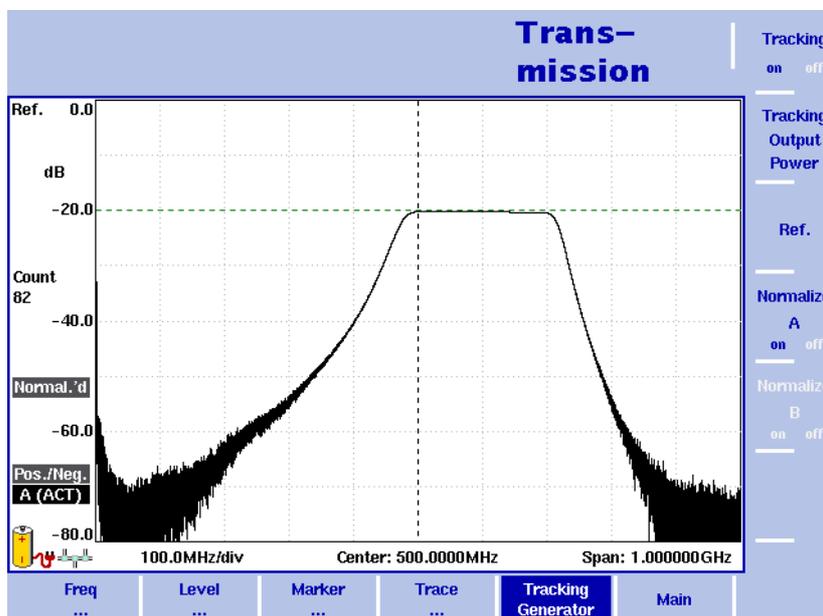


- 5 Para poder examinar con más detalle la señal presentada, se puede cambiar la frecuencia central, así como los parámetros de nivel, la salida de seguimiento, las frecuencias inicial y final, el margen y la atenuación hardware. Para obtener una descripción detallada de estos procesos consulte el manual de instrucciones del 9102.

#### NOTA

Si se cambian los parámetros de medida, tales como la salida de seguimiento o los parámetros de frecuencia o atenuación, puede que sea necesario repetir el proceso de normalización. En este caso aparecerá en la pantalla el mensaje "Normalize" sobre un fondo rojo en la parte izquierda de la pantalla de resultados.

- 6 La pantalla de resultados muestra las frecuencias que se transmiten y las frecuencias que quedan bloqueadas por el filtro paso banda.



## Medidas de antenas

Un área muy importante de aplicación del 9102 Handheld Spectrum Analyzer es la medida de antenas con el fin de realizar un análisis de prestaciones de la antena durante su instalación, mantenimiento y pruebas de aceptación de sistemas de antenas. Los tres componentes fundamentales de los sistemas de radio móvil, la estación base, el sistema de antenas, y la conexión a la red principal o sistema de conmutación, a menudo son instalados por diferentes compañías y cada una de ellas deberá realizar una prueba de aceptación, así como documentar la calidad de su trabajo. Las siguientes secciones indican como comprobar y documentar la calidad de un sistema de antenas utilizando el 9102 Handheld Spectrum Analyzer de Willtek junto con la 9130 VSWR/DTF Reflection Measurement Option y el 9160 VSWR/DTF Bridge.



### Introducción

Los actuales centros de transmisión para redes móviles constan de una estación base, la conexión a la red principal a través de una línea específica o de un radio enlace, y el sistema de antenas. Este último a su vez está compuesto por delicados y flexibles cables de interconexión que van desde la estación base hasta la torre, por cables rígidos de alimentación de bajas pérdidas entre la torre y las antenas, por las antenas en sí mismas, y por posibles dispositivos adicionales tales como amplificadores y controles de inclinación del lóbulo. La calidad del sistema instalado está influenciada por los cables, así como por los conectores, filtros integrados, y amplificadores. Por su parte, la calidad de la transmisión se ve especialmente influenciada por aspectos mecánicos, tales como por ejemplo los conectores de los cables cuando no están adecuadamente asegurados, o cuando los cables se encuentran excesivamente doblados u oprimidos entre sí, lo cual puede tener efectos adversos sobre la calidad de la transmisión.

Habitualmente el sistema de antenas se instala antes de recibir la estación base y puede comprobarse comenzando por los conectores de antena. Todos los componentes del sistema han sido diseñados para transmitir señales de alta frecuencia sobre una impedancia de  $50 \Omega$ . Idealmente, cuando se aplica este tipo de señales al cable de una antena, estas serán transmitidas a través de la misma sin ningún tipo de reflexión. Pero cualquier discontinuidad en el cable, un cortocircuito, o cualquier otra perturbación de la impedancia, tal como un doblez excesivo, provocará que al menos parte de la potencia transmitida se vea reflejada. La potencia reflejada en estos casos no estará ya disponible para los abonados a la red móvil y retornará al amplificador de potencia. Las ondas estacionarias resultantes provocan excesos de tensión y pueden, en el peor de los casos, dañar o destruir el amplificador o los filtros integrados.

Aparte de este problema, también pueden ocurrir otros efectos adversos aunque menos dramáticos, pero que no obstante dañaran la reputación y la imagen del operador de la red móvil. Una transmisión por debajo del nivel óptimo en el cable de antena puede provocar caídas o interrupciones en las llamadas, o trasposos de señal de una estación base a otra ante un fallo. Esto significa que la conexión móvil no pueda utilizarse, lo que en consecuencia conduce a un inevitable pérdida de beneficios para el operador de la red. Por otra parte, la satisfacción del cliente resulta crucial para la imagen y reputación de un operador de red. Incluso se pueden presentar escenarios más serios si las redes son operadas o alquiladas por instituciones gubernamentales o por organizaciones de seguridad pública y no pueden utilizarse debido a unos sistemas de antena defectuosos, lo que puede resultar en daños a las propiedades o incluso en pérdidas de vidas humanas.

La construcción de un sistema de antena óptimo resulta por tanto crucial para garantizar una óptima cobertura y para prevenir la fatiga de los materiales.

## **Tipos de medidas**

Las medidas de antena más habituales realizadas durante la instalación, mantenimiento, y pruebas de aceptación de los sistemas de antena, son las medidas de reflexión y de distancia al fallo (DTF).

## **Medidas de reflexión**

Utilizando las medidas de reflexión se puede comprobar la calidad de la transmisión en ambos sentidos de envío y de recepción, así como evaluar la adaptación de los componentes del sistema de antenas. Dentro del instrumento de medida la reflexión se mide a través de un puente de Wheatstone. Willtek ofrece su 9160 VSWR/DTF Bridge para este propósito. De esta forma es posible realizar una medida de impedancias ya que incluso una pequeña variación de impedancia provoca un cambio de voltaje relativamente elevado, pudiendo por tanto ser medido con facilidad. Esta impedancia medida será posteriormente convertida a un factor de reflexión para mostrarla en el instrumento.

Los dos parámetros más habituales son la relación de onda estacionaria (VSWR, Voltage Standing Wave Ratio) y las pérdidas de retorno. Utilizando el modo de medida de reflexión del 9102 Handheld Spectrum Analyzer, el valor medido se puede presentar como una pérdida de retorno, como una VSWR, o en otras unidades específicas, tal como el coeficiente de reflexión ( $\rho$ ) o la relación de potencia reflejada.

La relación de onda estacionaria se define a menudo para los dispositivos de alta frecuencia. El valor de esta medida es lineal y superior que, o idealmente igual a 1. El valor VSWR será presentado como una función de la frecuencia y para sistemas de antenas habitualmente se especifican valores límites para rangos de frecuencia específicos.

Las pérdidas de retorno se presentan como un valor logarítmico en dB que, en contraste con la presentación lineal, permite observar pequeñas reflexiones que aparecen claramente visibles en la presentación gráfica. Para una reflexión total de potencia del 10%, el instrumento de medida mostrará unas pérdidas de retorno de 10 dB. En sistemas de radio móviles, un sistema de antenas con unas pérdidas de retorno de 17 a 20 dB se considera de buena calidad.

### Medidas de distancia al fallo

Además de comprobar la calidad de la transmisión tanto en el envío como en la recepción, la calidad de un sistema de antenas también puede evaluarse analizando la ubicación exacta de los fallos. Los cables retorcidos, las conexiones defectuosas en la transición entre los cables de interconexión y los de alimentación, así como los cortocircuitos parciales, pueden tener efectos adversos en la calidad de la transmisión, especialmente a largo plazo. Mediante las medidas de distancia al fallo se pueden determinar los fallos de este tipo en los cables. Estas medidas están basadas en los cambios locales de impedancia provocados por cualquier fallo existente en el cable. El instrumento realiza una medida interna de reflexión dentro del rango de frecuencias y transforma el resultado, mediante una FFT inversa, al dominio del tiempo. Si se conoce la velocidad de propagación del cable, el instrumento podrá transformar los resultados de medida a un dominio de ubicaciones de los fallos y como consecuencia, el instrumento presentará gráficamente el comportamiento de las reflexiones como una función de la distancia. Un cable retorcido puede reconocerse fácilmente de este modo y determinarse su posición a través de la información de distancia mostrada en la pantalla.

## Realización de medidas de antenas utilizando el 9102 en campo

El 9102 Handheld Spectrum Analyzer junto con la 9130 VSWR/DTF Reflection Measurement Option y el 9160 VSWR/DTF Bridge permiten utilizar los modos de medida VSWR/DTF para realizar las medidas de antenas que se requieren para evaluar la calidad de un sistema de antenas como se ha descrito en las secciones anteriores:

- Cuando se utiliza el modo de medidas de reflexión (Reflection) están disponibles todos los parámetros funcionales relacionados con este tipo de medidas. Este modo permite comprobar las prestaciones y la adaptación de los sistemas de antena sobre el rango deseado de frecuencias de una sola ojeada.  
Los modos de medida de reflexión permiten realizar medidas de reflexión escalares y vectoriales, y pueden presentar todas las unidades de medida de reflexión habituales, tales como las pérdidas de retorno,  $\rho$ , VSWR, y la relación de potencia reflejada.
- El modo de medidas de distancia al fallo (Distance to Fault) permite realizar un análisis detallado de los cables de alimentación de la antena hasta una longitud total de 2.000 m. Utilizando este modo de medida se pueden detectar y localizar fácilmente conectores flojos, cables retorcidos, filtraciones de agua, y otros tipos de problemas relacionados con los cables. Incluso las más pequeñas reflexiones pueden detectarse con esta medida dando como resultado una presentación de la distancia al fallo. Para realizar una medida de distancia al fallo se deberá introducir previamente en el instrumento las características del cable. Willtek proporciona ficheros de parámetros de cables predefinidos para la mayoría de los cables coaxiales conocidos y utilizados en las instalaciones de antenas. Estos ficheros de parámetros pueden cargarse fácilmente en el 9102, no obstante, los parámetros para tipos de cable especiales pueden también definirse paso a paso desde el propio instrumento.

### Pasos iniciales

Antes de comenzar una medida de reflexión o de distancia al fallo será necesario realizar los siguientes pasos iniciales.

#### Conexión del 9160 VSWR/DTF Bridge

El 9102 en su edición de Tracking o VSWR/DTF incluye un generador de seguimiento cuya señal se transmite a través de un puerto independiente. Para comprobar sistemas de cable y de antenas, las señales enviadas y recibidas se acoplan a través de un puente de medida. De este modo las medidas pueden realizarse desde el extremo del cable que se encuentra conectado a la estación base. Willtek ofrece el 9160 VSWR/DTF Bridge que consiste en un puente de medida personalizable para el 9102. En esencia se trata de un puente de medida Wheatstone, es decir, un puente eléctrico para realizar una comparación precisa de resistencias, y por tanto apropiado para realizar medidas de pequeños cambios de impedancia.

Para preparar el 9102 para realizar medidas en antenas, conecte el puente 9160 a los conectores de entrada y de salida de RF, así como al conector "Multi Port" situado en la parte superior del instrumento como se muestra en la siguiente figura. Para más detalles acerca de los conectores de que dispone el instrumento, consulte ["Encendido del 9100 Handheld Spectrum Analyzer" en la página 8](#).



### Calibración

Antes de comenzar a realizar medidas, el instrumento de medida deberá calibrarse utilizando una terminación de gran precisión. Para este propósito se conectará un estándar de calibración con un conector de referencia abierto, otro en corto, y un tercero cargado. El propósito de este procedimiento de calibración es, por ejemplo, eliminar imprecisiones en el interior del instrumento y en el conector que pudieran ser causadas por cambios de temperatura u otros efectos. Willtek ofrece conjuntos de calibración Open/Short/Load Type 7/16" macho y Type N macho, así como cables de extensión para el puerto de pruebas con diferentes estándares de conectores (N y 7/16" DIN).

### Conjuntos de calibración



### Cable de extensión para el puerto de pruebas



En la descripción paso a paso de las medidas se incluye una descripción detallada del proceso de calibración para las medidas de reflexión y DTF.

### Conexión del cable a medir

Con frecuencia el extremo abierto del cable que se desea medir posee un conector de 9/16". Utilice un cable adaptador para establecer una conexión entre el cable a medir y el conector N del 9160 VSWR/DTF Bridge.

### Realización de las medidas de reflexión

Para realizar una medida de reflexión proceda de la siguiente forma:

- 1 Pulse la tecla de función **MODE**. Aparecerá el menú de modos de medida.
- 2 Seleccione el modo de medida de reflexión pulsando **VSWR/Tracking... > Reflection**. Aparecerá el menú principal de medidas de reflexión.

#### NOTA

El modo de medidas de reflexión está disponible en el 9102 Handheld Spectrum Analyzer junto con la opción 9130 VSWR/DTF Reflection Measurement, siendo específico de este modelo.

- 3 En el próximo paso especificaremos la frecuencia. Pulse la tecla programable **Freq** para seleccionar la banda deseada de frecuencias. Aparecerá el menú de frecuencia.

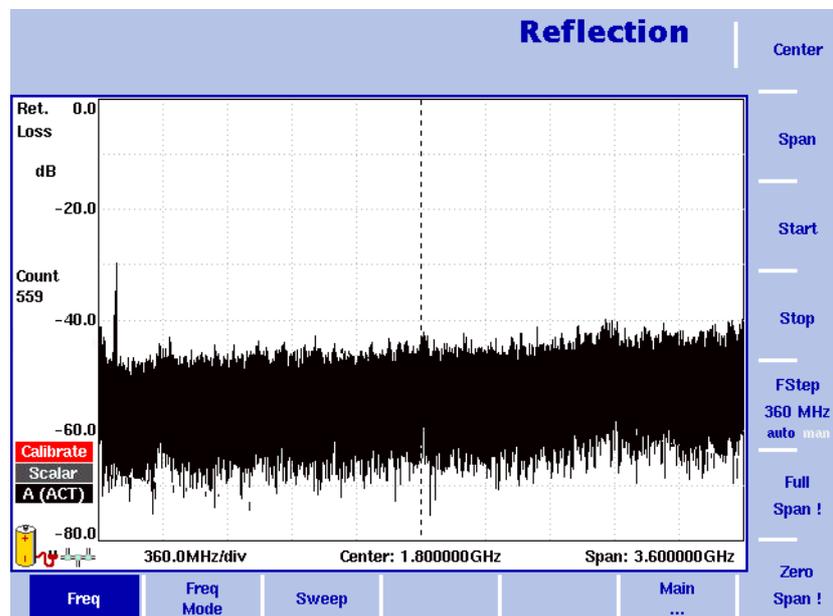


Figura 7 Menú de frecuencia

- 4 Existen diferentes métodos para definir el rango de frecuencias sobre el que se desea medir; este rango puede expresarse por medio de las frecuencias inicial y final (la primera y la última frecuencia sobre la pantalla), o mediante la frecuencia central y el margen (el centro de la pantalla y el margen de frecuencias), o mediante otras combinaciones de la frecuencia central, el margen, y las frecuencias inicial y final. Para más detalles acerca del establecimiento de las frecuencias, consulte el manual de instrucciones del 9102 que se entrega con el instrumento.
- 5 Después de especificar la frecuencia, el próximo paso consistirá en una calibración de la reflexión. Primero conecte el cable de extensión del puerto de pruebas al 9160 VSWR/DTF Bridge.
- 6 En el menú principal de reflexión, pulse la tecla programable **Reflection Cal.** Aparecerá el menú de calibración de la reflexión.

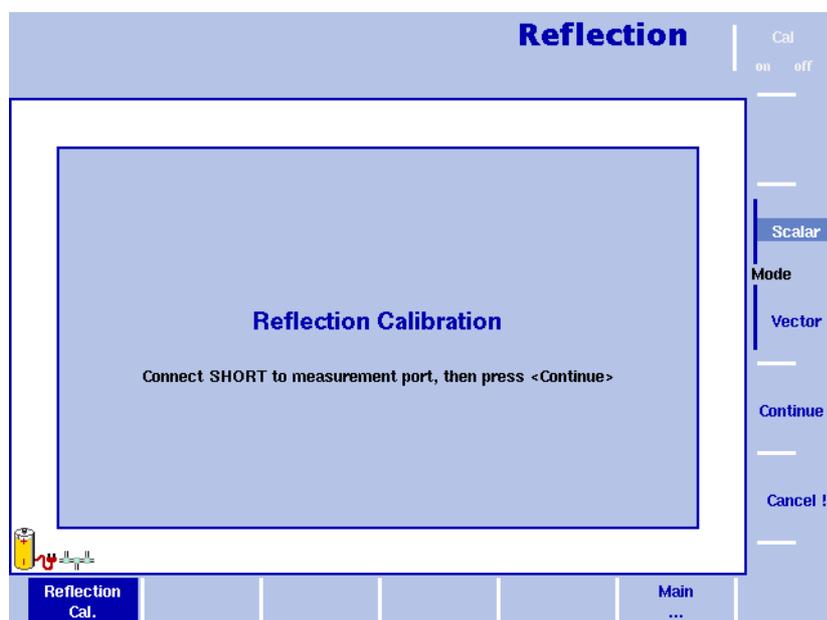


Figura 8 Menú de calibración de la reflexión

- 7 Seleccione el modo a utilizar para realizar la medida pulsando la tecla programable **Scalar** o **Vector**. La medida escalar mide el nivel de señal reflejado, mientras que la medida vectorial es aún más precisa, midiendo también la fase de dicha señal reflejada, lo cual incrementa la precisión de la medida, así como el rango de medida de las pérdidas de retorno. El 9102 le guiará a través del proceso de calibración mediante mensajes en pantalla como el mostrado en la Figura 8. Cuando se le indique, conecte el conjunto de calibración al cable de extensión del puerto de prueba y pulse **Continue**. El proceso de calibración puede abortarse pulsando la tecla programable **Cancel !**.
- 8 Cuando se halla completado la calibración aparecerá de nuevo el menú principal de reflexión y en la parte izquierda de la pantalla de resultados aparecerá ahora el icono de calibración en verde indicando "Calib'd" (Calibrado). El gráfico de medida mostrará la reflexión total (0 dB de pérdidas de retorno) tan pronto como se quite el conjunto de calibración. Ahora el instrumento estará dispuesto para iniciar una medida de reflexión.

- 9 El próximo paso consiste en configurar la unidad para utilizarla en la medida de reflexión. El modo de reflexión soporta todas las unidades de medida de reflexión habituales, tales como pérdidas de retorno, VSWR, factor de reflexión, o potencia reflejada.  
En el menú principal de reflexión, seleccione **Level > Units**. Aparecerá el menú de unidades en la parte derecha de la pantalla.
- 10 Seleccione Return Loss, VSWR, Refl. Factor o Refl. Power pulsando la tecla programable correspondiente seguido por la tecla **ENTER**. Las unidades seleccionadas aparecerán en la parte izquierda de la pantalla de resultados.
- 11 Después de especificar las unidades a utilizar en la medida de reflexión se podrán ajustar los parámetros de nivel. Dependiendo de las unidades que se hayan especificado a través del menú de unidades, la presentación del menú de nivel será diferente para permitirle definir los parámetros de nivel en sus unidades individuales. Para una descripción detallada del procedimiento para definir los parámetros de nivel, consulte el manual de instrucciones del 9102 entregado con el instrumento.

Después de especificar los parámetros de medida de la reflexión se podrá utilizar toda la funcionalidad de las líneas límite, marcadores y traza del 9102, para analizar en mayor profundidad y documentar los resultados de medida. Para una descripción detallada de estas funcionalidades, consulte el manual de instrucciones del 9102.

La siguiente figura muestra una pantalla de resultados de una medida de reflexión después de seleccionar las pérdidas de retorno como unidades y de aplicar los marcadores y las líneas límite a la medida. Debido a la activación de las líneas límite, el 9102 genera una decisión "Pass" (Pasa) de aceptación, mostrando dichas líneas límite sobre la pantalla. Si la reflexión fuese mayor que estas líneas límite, el resultado de la prueba se presentaría como "Fail" (Falla).

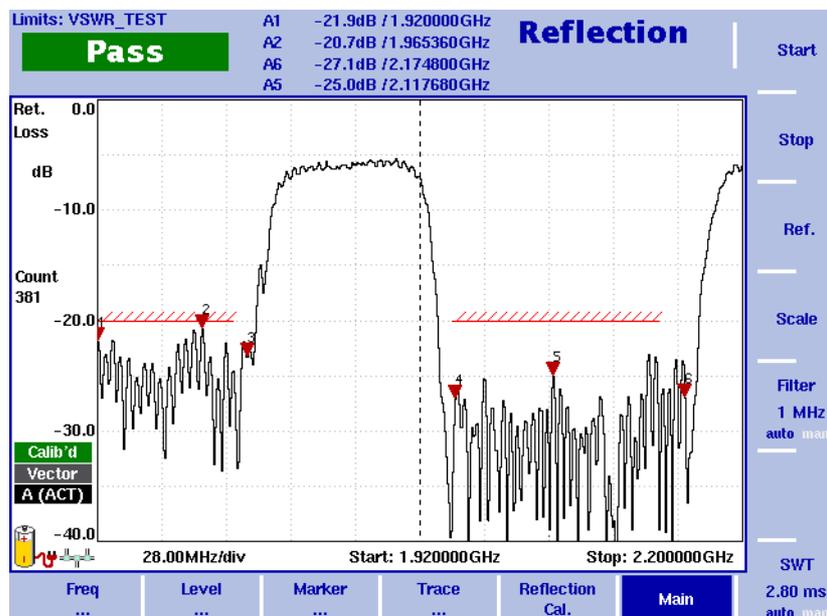


Figura 9 Pantalla de los resultados de una medida de reflexión

### Realización de medidas de distancia al fallo

Para realizar medidas de distancia al fallo, proceda de la siguiente forma:

- 1 Pulse la tecla de función **MODE**. Aparecerá el menú de modos de medida.
- 2 Seleccione el modo de medida de distancia al fallo pulsando **VSWR/Tracking... > Distance to Fault**. Apareciera el menú principal de distancia al fallo.

#### NOTA

El modo de medida de distancia al fallo está disponible en el 9102 Handheld Spectrum Analyzer junto con la opción 9130 VSWR/DTF Reflection Measurement, siendo específico de este modelo.

### Configuración de la unidad

- 1 El primer paso consiste en configurar la unidad para medir reflexión. En el menú principal de distancia al fallo, seleccione **Level > Units**. Aparecerá el menú de las unidades en la parte derecha de la pantalla.
- 2 Seleccione dB o mRho pulsando la tecla programable correspondiente y a continuación **ENTER**. Las unidades seleccionadas aparecerán en la parte izquierda de la pantalla de resultados: "Ref." y "dB", si seleccionó dB. "Refl. factor" y "mRho", si seleccionó Rho.

### Determinación de la longitud del cable

- 1 En el próximo paso determinaremos la longitud del cable que deseamos medir. Primero deberemos especificar las unidades de la longitud del cable pulsando la tecla programable **Distance Unit** en el menú principal de distancia al fallo.
- 2 Alterne la selección de la tecla programable para la unidad requerida, metros o pies, y a continuación pulse **ENTER**. Las unidades elegidas aparecerán en el campo de longitud del cable en la pantalla de resultados, así como en el campo de entrada de datos de la longitud del cable.
- 3 En el menú principal de distancia al fallo, pulse la tecla programable **Cable Length**. Aparecerá el campo de entrada de datos de la longitud del cable.
- 4 Introduzca la longitud del cable en las unidades especificadas y pulse **Enter**.

### Especificación de los parámetros del cable

- 1 El próximo paso consiste en especificar los parámetros del cable. Para la mayoría de los cables coaxiales conocidos, Willtek proporciona unos ficheros de parámetros predefinidos que se incluyen con la entrega del 9100 Data Exchange Software, el cual a su vez se suministra con el instrumento. Estos ficheros pueden transferirse fácilmente al instrumento para disponer de ellos y poder seleccionarlos durante el proceso de realización de medidas DTF. Para más información sobre la transferencia de tipos de cables predefinidos al instrumento, consulte la sección "9100 Data Exchange Software" en el manual de instrucciones del 9102. Si el cable a comprobar es uno de los tipos de cable conocidos e incluido en el fichero de parámetros definidos, estos parámetros se podrán seleccionar para utilizarlos en las medidas DTF después de transferir al instrumento el fichero de parámetros. Para elegir un cable de los ficheros de parámetros definidos almacenados en el instrumento para realizar la medida, seleccione **Cable > Cable Memory**. Aparecerá el menú de la memoria de cables.
- 2 Pulse la tecla programable **Recall Cable Type**. Aparecerá una lista desplegable conteniendo todos los tipos de cables almacenados en el sistema.
- 3 Seleccione el tipo de cable requerido utilizando las teclas de cursor  $\uparrow\downarrow$  y a continuación pulse **ENTER**. Los parámetros del tipo de cable seleccionado se utilizarán ahora automáticamente para realizar la medida DTF.
- 4 Si se pretende comprobar un tipo de cable específico no incluido en estos ficheros predefinidos, también se pueden especificar los parámetros del cable paso a paso y almacenarlos posteriormente de forma colectiva como un tipo más de cable definido por el usuario, para su uso posterior en el instrumento. Para conocer los valores a introducir, consulte la información del fabricante correspondiente al cable a comprobar. Para especificar los parámetros del cable de forma manual, seleccione **Cable > Cable Setting** en el menú principal de distancia al fallo. Aparecerá el menú de parámetros de los cables.
- 5 Pulse la tecla programable **Cable Dielec.** para especificar el dieléctrico del cable, el cual está íntimamente relacionado con el factor de velocidad y especifica el aislamiento entre los dos conductores del cable. Aparecerá un campo de entrada de datos para el dieléctrico del cable. Introduzca el valor especificado para el cable y pulse **ENTER**. Alternativamente, también puede pulsar la tecla programable **Cable Velocity Factor** para especificar la velocidad de propagación en el cable. Aparecerá el campo de entrada de datos del factor de velocidad del cable. Introduzca el factor de velocidad especificado para el cable a comprobar y pulse **ENTER**.
- 6 Pulse la tecla programable **Cut Off Freq.** para especificar la frecuencia de corte del cable, que es la frecuencia hasta la que el cable puede transmitir. Aparecerá el campo de entrada de datos de la frecuencia de corte. Introduzca la frecuencia especificada para el cable a comprobar y pulse **ENTER**.

- 7 Pulse la tecla programable **Cable Attn.** para especificar la atenuación del cable. Los valores pueden introducirse en dBm/100m o en dBm/100pies, dependiendo de las unidades que se hallan especificado para la longitud del cable. La tecla programable de atenuación del cable se puede alternar para mostrar el campo de entrada de atenuación del cable donde aparecerán las unidades especificadas. Introduzca la atenuación especificada para el cable a comprobar y pulse **ENTER**.

#### Configuración del margen y de la frecuencia central

- 1 El próximo paso consiste en determinar el margen y la frecuencia central. Pulse la tecla de función **CENT** o la tecla programable **Center** en el menú principal de distancia al fallo. Las teclas programables verticales incluyen la frecuencia central (Center) y el margen de frecuencias (Span). Aparecerá un campo de entrada de datos que indica la frecuencia central actual y el tamaño de los pasos de las teclas de cursor  $\uparrow\downarrow$ .
- 2 Introduzca una nueva frecuencia utilizando las teclas numéricas, las teclas de cursor, y la tecla **BACKSPACE**.
- 3 Finalice la introducción de datos pulsando una tecla de las unidades (**GHZ/DBM** para gigaciclos, **MHZ/DB/μS** para megaciclos, **KHZ/DBμV/MS** para kilociclos, o **ENTER** para ciclos).
- 4 Pulse la tecla programable **Span**. Si desea configurar el margen de frecuencias manualmente, introduzca la frecuencia correspondiente al rango desde el extremo izquierdo hasta el extremo derecho de la pantalla. Si por contra desea programar este margen automáticamente, alterne la selección de la tecla programable correspondiente al margen al modo automático (auto).

#### NOTA

Si especifica el mismo valor para la frecuencia central y para la frecuencia de corte del cable, resultará una medida no válida ya que la frecuencia de corte es la máxima frecuencia hasta la que el cable puede transmitir señal. En este caso la medida no tendría ningún significado.

## Calibración

- 1 El próximo paso consiste en realizar el proceso de calibración de la distancia al fallo. Primero conecte el cable extensor del puerto de pruebas al 9160 VSWR/DTF Bridge.
- 2 En el menú principal de distancia al fallo, pulse la tecla programable **DTF Cal.** Aparecerá el menú de calibración de la distancia al fallo.

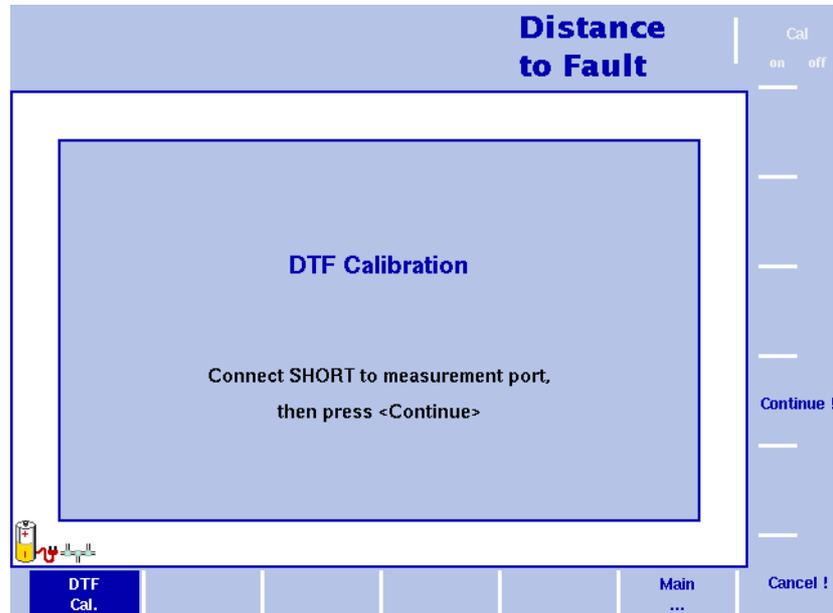


Figura 10 Menú de calibración DTF

- 3 El 9102 le guiará a través del proceso de calibración mediante mensajes en pantalla como el mostrado en la [Figura 10](#). Cuando se le indique, conecte el conjunto de calibración al cable de extensión del puerto de prueba y pulse **Continue**. El proceso de calibración puede abortarse pulsando la tecla programable **Cancel !**.
- 4 Cuando se halla completado la calibración aparecerá de nuevo el menú principal de distancia al fallo y en la parte izquierda de la pantalla de resultados aparecerá ahora el icono de calibración en verde indicando "Calib'd" (Calibrado).

## Especificación de los parámetros de nivel

Como último paso para especificar los parámetros de la medida DTF, ahora se podrán ajustar los parámetros de nivel. Dependiendo de las unidades que se hayan especificado a través del menú de unidades, la presentación del menú de nivel será diferente para permitirle definir los parámetros de nivel en sus unidades individuales. Para una descripción detallada del procedimiento para definir los parámetros de nivel, consulte el manual de instrucciones del 9102 entregado con el instrumento.

### Resultados de la medida

Igual que para las medidas de reflexión, se podrá utilizar toda la funcionalidad de las líneas límite, marcadores y traza del 9102 para analizar en mayor profundidad y documentar los resultados de medida después de introducir todos los parámetros de la medida DTF. Para una descripción detallada de estas funcionalidades, consulte el manual de instrucciones del 9102.

La siguiente figura muestra una pantalla de resultados de una medida de distancia al fallo, para un determinado tipo de cable definido por el usuario y después de seleccionar la unidad de reflexión "mRho" y la unidad de longitud de cable "m". Los marcadores, que en el modo de distancia al fallo aparecen con estilo de línea continua, se han aplicado para marcar los valores pico de la reflexión, es decir, los cambios de impedancia medidos y convertidos a factores de reflexión. De esta forma podrá identificarse fácilmente cualquier tipo de fallo en los cables.

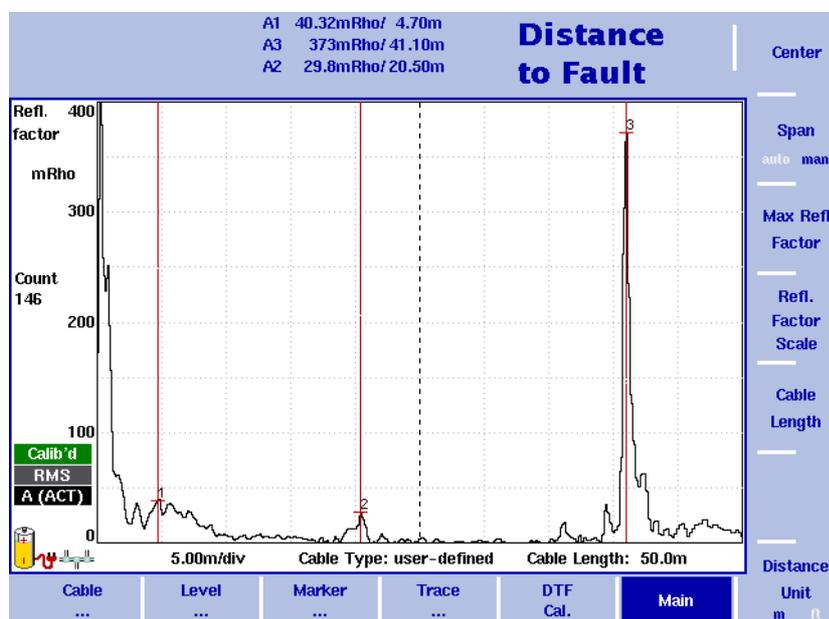


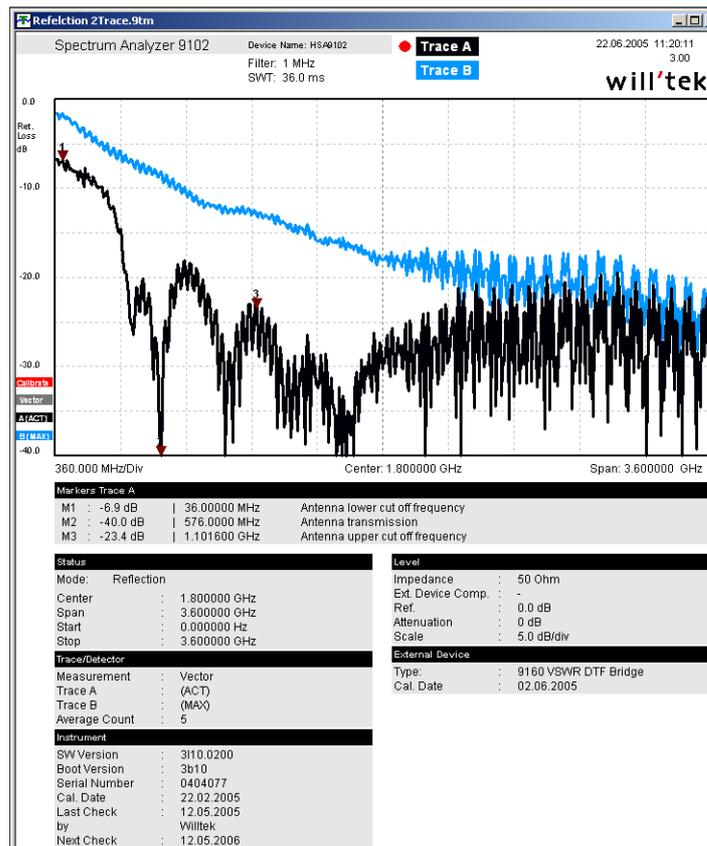
Figura 11 Pantalla de los resultados de medida de distancia al fallo

### Análisis y documentación de los resultados de medida en la oficina

Típicamente, usted deseará documentar las tareas realizadas durante la instalación de un sistema de antenas, su mantenimiento, o durante las pruebas de aceptación, de vuelta a la oficina. Las medidas DTF y de pérdidas de retorno es necesario documentarlas para la aceptación final de un sistema de antenas. Los resultados de las medidas realizadas con el 9102 Handheld Spectrum Analyzer se pueden transferir hasta un PC a través de una LAN o de una interfaz RS-232, utilizando el 9100 Data Exchange Software que se incluye con la entrega del 9102. Los resultados aparecerán en el PC de forma similar a como aparecen en el instrumento.

El 9100 Data Exchange Software posee métodos especiales para documentar los resultados de las medidas. Además de los seis marcadores que pueden definirse en el 9102, también se pueden incluir cuatro marcadores adicionales en la pantalla de resultados de las medidas del PC, así como añadir campos de comentarios asignados a cada uno de ellos. De este modo se podrán utilizar hasta diez marcadores en cada traza. La utilización de los cuatro marcadores adicionales junto con sus campos de comentarios, permiten marcar y comentar determinados valores críticos que todavía se encuentren dentro de los límites de tolerancia. Los valores de medida correspondientes a la posición de los marcadores también aparecen en la pantalla, y utilizando la funcionalidad de las líneas límite los valores de los resultados se pueden evaluar de un solo vistazo. También se pueden incluir parámetros de medida en la pantalla para documentar cuales fueron las condiciones de medida.

A continuación se muestra un ejemplo de una pantalla de resultados de una medida de reflexión editada con el 9100 Data Exchange Software. En esta pantalla se encuentra seleccionada la traza A y se han añadido algunos marcadores con sus respectivos comentarios. Estos comentarios aparecen debajo de la traza de medida y a lo largo de los valores de resultados de los marcadores, bajo la cabecera "Markers Trace A". Para una descripción detallada acerca de la utilización del 9100 Data Exchange Software, consulte el manual de instrucciones del 9102.



Después de ajustar la pantalla de resultados de las medidas conforme a sus necesidades utilizando el 9100 Data Exchange Software, estos datos pueden transferirse a un programa de procesamiento de texto para incluirlos junto con la documentación de las pruebas. La pantalla puede almacenarse en un fichero seleccionando uno de los nueve formatos gráficos posibles (TIF, JPEG, etc.) o bien copiarla al portapapeles y posteriormente pegarla en la documentación de las pruebas. De este modo, usted podrá ofrecer a sus clientes una completa documentación de calidad acerca de su trabajo, reforzada por una combinación de gráficos y de valores numéricos de las medidas (marcadores).

---

## Medidas de campos electromagnéticos (EMF)

Cada vez aparecen y se instalan más fuentes de campos electromagnéticos, la mayoría procedente de transmisores de telefonía móvil, de centros de difusión, y de otros servicios de radio transmisión. Los equipos de comunicaciones domésticas y empresariales, así como otros dispositivos técnicos, también contribuyen a esta exposición a los campos electromagnéticos tanto en entornos de trabajo como en los hogares. Con el fin de preservar la salud de los ciudadanos, los organismos encargados de establecer las regulaciones pertinentes han instituido recomendaciones límite las cuales se han transformado en leyes nacionales. Los operadores de redes, las compañías instaladoras de transmisores para difusión, y los organismos reguladores de las normativas, se enfrentan al reto de verificar que los límites de emisión especificados para dichos campos electromagnéticos están siendo respetados por las fuentes que los originan.

El Willtek 9102 Handheld Spectrum Analyzer junto con la 9131 EMF Measurement Option y los accesorios apropiados, tales como las antenas, ofrecen una solución portátil y simple de utilizar para estas áreas de aplicación.



Las siguientes secciones presentan una introducción a los conceptos de verificación de campos electromagnéticos (EMF) y nos enseñan a realizar medidas de estos campos con el 9102 junto con la 9131 EMF Measurement Option.

## Introducción a las medidas de EMF

Los campos electromagnéticos habitualmente se miden sobre un rango de frecuencias predefinido para poder determinar la cantidad de radiación emitida por ciertas fuentes, tales como estaciones de difusión o las estaciones base de telefonía móvil. De este modo, estas medidas se realizarán sobre el rango de frecuencias donde se espera que se produzca la radiación, como por ejemplo en la frecuencia de emisión de un centro de difusión o de una radio celular. Para realizar las medidas con precisión se necesitará disponer de un receptor selectivo en frecuencia de gran sensibilidad, de elevado rango dinámico, y capaz de realizar medidas precisas de la intensidad de campo. Estos son los requisitos previos para obtener resultados de medida precisos y reproducibles.

Básicamente existen dos procedimientos de medida diferentes para la verificación de EMF:

- Medida de la exposición a la radiación
- Medida de la exposición a la radiación

El equipamiento y los métodos utilizados varían de acuerdo con el tipo de medida a realizar. Mediante el 9102 Handheld Spectrum Analyzer junto con la 9131 EMF Measurement Option y los accesorios apropiados, tales como las antenas, Willtek ofrece una solución de medida capaz de cubrir los diferentes procedimientos y requerimientos necesarios.

En las dos secciones siguientes se explican los conceptos de emisión y de exposición a la radiación. Estas secciones también ofrecen una perspectiva general del equipamiento necesario para realizar medidas de EMF en función del procedimiento a utilizar.

## Emisión de la radiación

Utilizando este tipo de medida, los operadores de redes móviles y de estaciones de difusión podrán verificar si la radiación de un determinado transmisor que se encuentre instalado, se encuentra dentro de los límites especificados por la ley y por los organismos reguladores. En muchos países, los organismos reguladores de ámbito universal pactan una prueba de adhesión a estas normas reguladoras. Las medidas de emisión de estas radiaciones consisten en realizar una medida direccional que determine la cantidad de campo electromagnético emitido por el transmisor. Una antena direccional formando parte del sistema de medida, ayudará a realizar la medida de la radiación emitida.

### Configuración de medida para las medidas de emisiones

Para realizar medidas de emisiones conforme al estándar de la ICNIRP (Comisión internacional para la protección contra radiaciones no ionizantes) utilizando el 9102, tan sólo se necesitarán los dos elementos siguientes:

- 9102 Handheld Spectrum Analyzer equipado con la 9131 EMF Measurement Option y la 9132 RMS Detector Option
- Una antena direccional

Willtek ofrece dos modelos diferentes de antenas direccionales para realizar medidas de emisión de radiaciones. Para una descripción detallada de estas dos antenas, consulte la sección "[Antenas direccionales](#)" en la página 58.

Esta configuración de medida compuesta del 9102 junto con la antena direccional, proporciona una solución portátil para realizar medidas de emisión de radiaciones con facilidad y eficiencia.

### Exposición a la radiación

Para las oficinas técnicas y para los organismos reguladores, la exposición específica a la radiación en un lugar determinado resulta de especial interés. Durante una medida de exposición a la radiación se mide la exposición al campo electromagnético en diferentes lugares dentro de un área determinada con el fin de poder identificar la radiación mínima y máxima en dicha área. Las aplicaciones típicas para este tipo de medidas son, por ejemplo:

- Medidas para delimitar zonas de seguridad en áreas muy próximas a la ubicación de transmisores
- Medidas para determinar la exposición a la radiación en zonas especialmente delicadas y/o representativas, tales como colegios, guarderías y hospitales, situados en la proximidad de la ubicación de los transmisores
- Medidas a largo plazo para determinar las fluctuaciones de la exposición a la radiación

### Configuración de medida para medidas de exposición

Al igual que para las medidas de emisión, tan sólo se necesitarán dos elementos para realizar medidas de exposición con el 9102:

- 9102 Handheld Spectrum Analyzer equipado con la 9131 EMF Measurement Option y la 9132 RMS Detector Option
- 9170 Biconical Antenna (para una descripción detallada consulte "[9170 Biconical Antenna](#)" en la página 55)  
o
- 9171 Isotropic Antenna (for a detailed description refer to "[9171 Isotropic Antenna](#)" en la página 56)

El tipo de antena utilizado dependerá de los requerimientos de la medida. La descripción detallada de estos dos tipos diferentes de antena en "[Antenas de medida](#)" en la página 54 proporciona información de utilidad para seleccionar la antena de medida más adecuada en cada caso para las medidas de EMF.

En esta configuración de medida, el 9102 captura las ondas electromagnéticas procedentes de todas las direcciones y presenta la intensidad de campo total dentro del rango de frecuencias deseado.

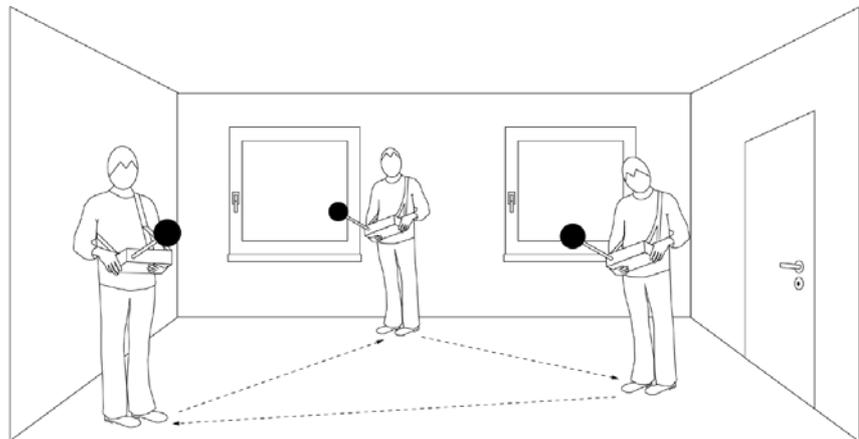
### Métodos de medida

La ubicación para realizar las medidas de EMF se encuentra habitualmente predefinida. Uno de los principales objetivos de la realización de medidas de EMF consiste en determinar la radiación a la que las personas se encuentran expuestas en el transcurso de su vida diaria, por lo que estas medidas se realizarán en lugares donde las personas permanecen habitualmente de forma prolongada, tales como sus lugares de trabajo o su vivienda, así como restau-

rantes, lugares de paso, etc. Con el fin de determinar la exposición a la radiación provocada, por ejemplo por las estaciones base de las redes móviles, en el lugar de la medida se habrá de realizar una búsqueda de la máxima intensidad de campo recibida. Para realizar medidas de EMF a largo plazo primero se determinará la máxima intensidad de campo y posteriormente se situará la antena en la ubicación de dicha máxima exposición. Básicamente existen dos métodos para determinar la máxima intensidad de campo dentro de un área de medida específica:

- El método irregular
- El método multipuntos

Al utilizar cada uno de estos dos métodos, el usuario se desplazará con la antena dentro del área de medida, tal y como se muestra en el siguiente gráfico que representa a un usuario determinando la máxima intensidad de campo, utilizando un sistema de medida provisto de una antena isotrópica.



### Método irregular

Utilizando el método irregular, el usuario configurará el instrumento de medida para que retenga los máximos de las lecturas, y moverá la antena por el interior del área de medida especificado. Dependiendo de la antena utilizada, el usuario pondrá especial cuidado para cubrir todo el área de medida especificado y así poder capturar por igual las diferentes posiciones, direcciones de incidencia y polarizaciones. Utilizando una antena isotrópica se podrá prescindir de las direcciones de incidencia y de las polarizaciones, además este tipo de antenas proporciona una solución más adecuada cuando se utiliza el método irregular. Para más detalles acerca de las características de las diferentes antenas, consulte la sección "[Antenas de medida](#)" en la [página 54](#). Después de completar la cobertura total del área de medida especificado, el instrumento de medida mostrará en pantalla el valor máximo de todas las intensidades de campo capturadas.

### Método multipuntos

El método multipuntos está basado en una matriz predefinida de múltiples puntos que proporciona al usuario los puntos específicos donde han de realizarse las medidas. Para este propósito, primero habrán de determinarse las dimensiones del área de medida y después se habrán de especificar los puntos donde realizar las medidas. En cada punto de medida se realizará la toma de una medida y, puesto que en cada uno de dichos puntos se requieren tres medidas independientes (una para cada dirección x, y, z), es recomendable utilizar una antena

isotrópica para realizar las medidas cuando se utiliza el método multipuntos. Para más detalles acerca de las características de las diferentes antenas, consulte la sección "[Antenas de medida](#)" en la [página 54](#). El usuario realizará las medidas en cada uno de los puntos de medida y documentará los resultados individuales de las medidas.

Otra posibilidad consiste en utilizar un procedimiento simplificado basado en el método múltiple. Al igual que para el método irregular, el usuario configurará el instrumento de medida para retener los máximos de las medidas y se desplazará dentro del área de medida especificado provisto de una antena isotrópica y procurando cubrir todos los puntos de medida definidos.

Comparado con el método irregular, el método multipuntos, independiente de que se utilice en su forma completa o simplificada, tiene la ventaja de ofrecer al usuario una guía de actuación para realizar la medida, constituyendo por tanto un procedimiento más estructurado.

## Antenas de medida

La antena es uno de los factores más importantes en la realización de medidas de EMF. Existen diferentes tipos de antenas que pueden utilizarse para medir intensidades de campo dependiendo de los requerimientos de estas medidas. Willtek ofrece varias antenas para los diferentes requerimientos de medida:

- La 9170 Biconical Antenna con un rango de frecuencia de 60 a 2.500 MHz para realizar medidas de exposición
- La 9171 Isotropic Antenna con un rango de frecuencia de 50 a 3.000 MHz para realizar medidas de exposición
- Las 9172 y 9173 Directional Antennas, dos antenas con rangos de frecuencia de 80 a 1.000 MHz y de 300 a 3.000 MHz respectivamente, para realizar medidas de emisión

Para información de pedidos de estas antenas de Willtek y de sus accesorios, consulte el manual de instrucciones del 9102 entregado con el instrumento.

Durante las medidas, la antena convierte la onda libre y progresiva en una onda lineal. Para la calibración de las antenas se utiliza una tabla de corrección que contiene los factores  $k$ . Estos factores son coeficientes de proporcionalidad que corrigen la respuesta en frecuencia de las antenas y que ayudan a convertir la potencia o voltaje medidos en intensidad de campo o densidad de potencia. Utilizando la tabla de factores  $k$ , el nivel medido se convertirá en cantidades relevantes de la intensidad de campo, medida en  $V/m$ , y de la densidad de potencia, medida en  $W/m^2$ .

Willtek entrega sus antenas de medida junto con las tablas apropiadas de los factores de corrección. Utilizando el 9100 Data Exchange Software las tablas de los factores  $k$  se podrán transferir al instrumento de medida. Con la antena isotrópica 9171, este paso no resulta necesario ya que sus factores se encuentran almacenados en una memoria en el interior de la interfaz de la antena. También se puede utilizar el 9100 Data Exchange Software para recoger datos de corrección de las antenas de otros fabricantes y transferirlos al 9102. Para más detalles acerca de la utilización del 9100 Data Exchange Software, consulte el manual de

instrucciones del 9102 incluido en el CD de la documentación entregada con el instrumento. Después de transferir las tablas de corrección al instrumento, estas se encontrarán disponibles para seleccionarlas durante las medidas de EMF.

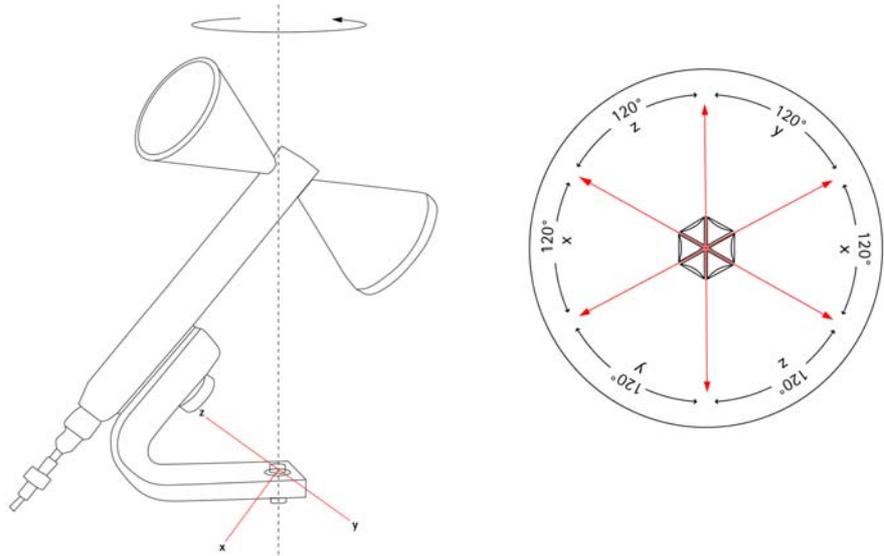
Willtek también dispone de accesorios de antena, tales como trípodes y cables calibrados, de modo que el usuario esté capacitado para controlar cualquier situación en campo cuando utiliza el 9102 y sus accesorios. Si se utiliza un trípode y un cable de conexión para realizar las medidas, también será tomada en consideración la atenuación del cable cuando se habilite en el instrumento el factor de cable apropiado.

A continuación se muestra una descripción técnica general de los diferentes tipos de antenas de medida, que proporciona información acerca del principal propósito de las medidas, así como de sus detalles técnicos. Para una descripción detallada de todos los pasos individuales que se han de realizar durante las medidas de EMF utilizando los diferentes tipos de antenas de medida, consulte ["Realización de una medida de EMF en modo automático" en la página 59](#) y ["Realización de una medida EMF en modo manual" en la página 63](#).

### 9170 Biconical Antenna



Las antenas bicónicas se caracterizan por su estructura en forma de dipolo. Los dos lóbulos de recepción son extremadamente simétricos y proporcionan a la antena bicónica las dos direcciones principales de recepción con un ángulo de apertura de  $120^\circ$  cada uno. Cuando esta antena bicónica se gira manualmente durante las medidas sobre los tres planos principales ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ), se estará utilizando el mismo elemento de antena para realizar las medidas en cada una de las tres direcciones, lo cual origina un elevado grado de isotropía, haciendo de las antenas bicónicas el elemento más adecuado para realizar medidas de gran precisión. Cuando se monta la antena sobre un dispositivo giratorio, el usuario podrá girar fácilmente la antena en las direcciones indicadas sobre el dispositivo para realizar las medidas correspondientes a cada plano. Por esta razón, la cobertura de medida que se obtiene es similar a un globo y comparable a la obtenida utilizando una antena isotrópica como se muestra en el siguiente gráfico.



El 9102 admite la realización de las medidas consecutivas sobre los tres ejes y calcula automáticamente la intensidad de campo resultante.

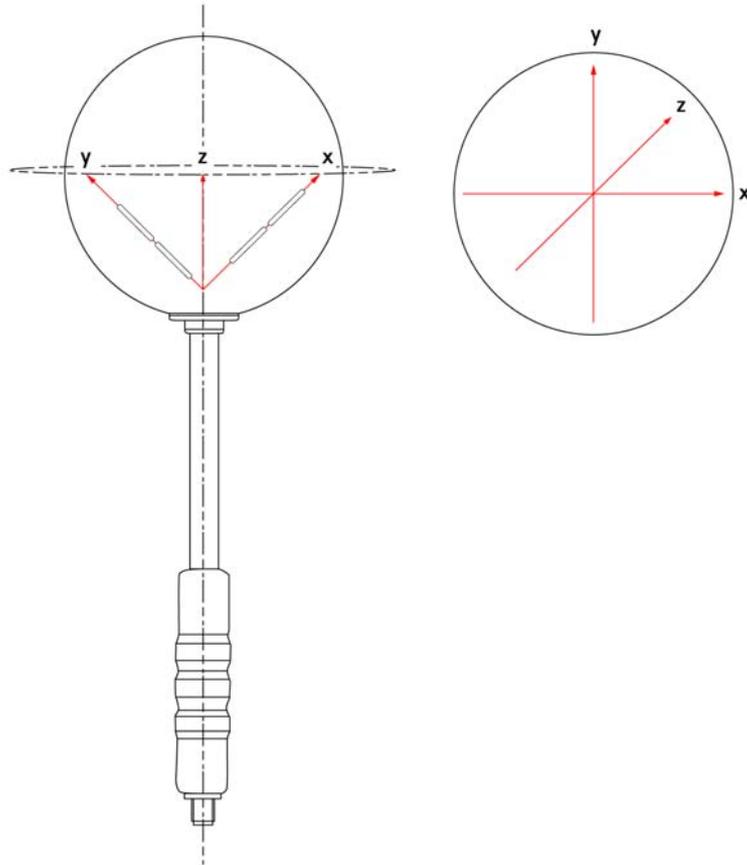
Willtek ofrece la 9170 Biconical Antenna para realizar medidas de exposición de EMF, junto con el 9102 y la 9131 EMF Measurement Option.

Para información de pedidos y especificaciones técnicas de la 9170 Biconical Antenna, consulte el manual de instrucciones del 9102.

### 9171 Isotropic Antenna



La solución más rápida y confortable para realizar medidas de EMF de exposición comprende la utilización de una antena isotrópica. En una antena isotrópica se encuentran dispuestos de forma ortogonal tres elementos de antena o dipolos, uno para cada dirección x, y, z, combinados en una interconexión como la mostrada en el siguiente gráfico.

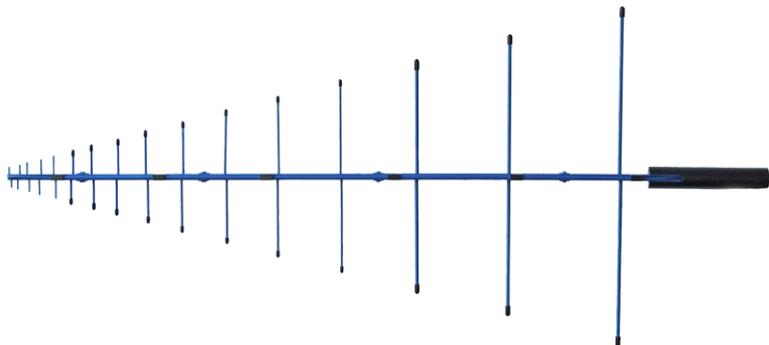


Willtek ofrece la 9171 Isotropic Antenna para medidas de EMF de exposición, junto con el 9102 equipado con la 9131 EMF Measurement Option. La 9171 Isotropic Antenna se encuentra controlada por el 9102 Handheld Spectrum Analyzer, siendo innecesario realizar rotaciones manuales de la antena durante las medidas, pudiéndose por tanto realizar medidas rápidas de forma automática con esta antena. El control remoto se realiza por medio de un circuito integrado en el interior de la antena, el cual se encuentra conectado al conector multipuerto del 9102 por medio de un cable apantallado adicional provisto de un conector de elevada precisión. Por medio de esta conexión, el 9102 también puede leer automáticamente los datos de calibración, tales como la información de corrección del factor  $k$ , desde la EPROM residente en el interior del circuito. Tan pronto como se conecta el cable al conector multipuerto del 9102, el instrumento detecta automáticamente la antena y carga un conjunto de valores del calibración específico para dicha antena.

Al comenzar la medida el instrumento controla automáticamente la dirección de recepción de la antena, realiza las medidas en cada dirección, y calcula el valor isotrópico total a partir de los tres valores de medida individuales.

Para información de pedidos y especificaciones técnicas de la 9171 Isotropic Antenna, consulte el manual de instrucciones del 9102.

## Antenas direccionales



Las antenas direccionales son antenas "log-periodicas" de banda ancha que cubren un amplio rango de aplicaciones. Este tipo de antenas se utilizan típicamente para la medida de emisiones procedentes de fuentes específicas.

Willtek ofrece dos tipos diferentes de antenas direccionales de 1 m de longitud cada una, para diferentes rangos de frecuencias:

- 9172 Directional Antenna - 80 a 100 MHz
- 9173 Directional Antenna - 300 a 3.000 MHz

Gracias al pequeño ángulo del haz de su lóbulo y a su excelente respuesta en frecuencia, estas dos antenas direccionales también pueden utilizarse para la precalificación de EMF y para la localización de interferencias. Estos dos tipos de antenas con sus rangos de frecuencia solapados, cubren todo el espectro de servicios de radios comerciales.

Para información de pedidos y especificaciones técnicas de las 9172 y 9173 Directional Antennas consulte el manual de instrucciones del 9102.

## Medidas de EMF con el 9102

El 9102 junto con la 9131 EMF Measurement Option, ofrece el modo de medidas de EMF (EMI) permitiéndonos realizar medidas de radiación con facilidad y eficiencia. Todo lo que se necesita para registrar campos electromagnéticos de forma eficiente es el 9102 con la 9131 EMF Measurement Option instalada y la antena apropiada para el método de medida utilizado.

El método de medida de EMF (EMI) permite realizar medidas automáticas de EMF con tan sólo pulsar un botón. En este modo, el 9102 mide el campo electromagnético sobre un rango de frecuencias definible por el usuario y presenta la intensidad de campo en V/m o la densidad de potencia en W/m<sup>2</sup>. Todas las funciones necesarias, tales como la detección de valores de pico sobre un período de tiempo determinado, o la integración de la potencia de la señal en banda ancha sobre un rango de frecuencia específico, se encuentran disponibles en el instrumento, pudiéndose comparar los valores de medida registrados con los valores de umbral de las especificaciones.

Los resultados pueden mostrarse en formato lineal o logarítmico y el rango de presentación se adapta con rapidez y facilidad a la señal medida, la cual puede presentarse tanto gráfica como numéricamente en términos logarítmicos ó lineales.

En el modo EMF (EMI), el 9102 mide la intensidad de campo eléctrico (E) así como la densidad de potencia (S), permitiéndonos comparar la EMF medida con los límites obligatorios especificados por los organismos reguladores responsables, pudiéndose especificar los tipos de resultados que deseamos que aparezcan en pantalla.

Las unidades de presentación para la intensidad de campo eléctrico son V/m. La intensidad de campo eléctrico se calcula como la raíz cuadrada de  $S \times R_0$ , siendo  $R_0$  la resistencia del aire a la señal, e igual a  $377 \Omega$ .

El 9102 presenta la intensidad de campo eléctrico total, sumando todos los valores medidos para las tres direcciones x, y, z.

$E_{\text{result}}$  se calcula como la raíz cuadrada de  $E_{x\text{result}}^2 + E_{y\text{result}}^2 + E_{z\text{result}}^2$ .

Las unidades de presentación para la densidad de potencia son  $W/m^2$ .

La densidad de potencia se calcula como  $S = E_r^2 \div R_0$ . Siendo de nuevo  $R_0$  la resistencia del aire a la señal, e igual a  $377 \Omega$ .

Las siguientes secciones explican como realizar medidas de EMF con el 9102. Puesto que la mayoría de los ejemplos de aplicaciones típicas en este campo son medidas de exposición, nos concentraremos en dos ejemplos diferentes de este tipo medidas: una medida automática haciendo uso de la 9171 Isotropic Antenna y una medida manual haciendo uso de la 9170 Biconic Antenna.

Los pasos previos que han de realizarse antes de comenzar estas medidas, tales como la selección del modo de medida EMF (EMI), la definición del rango de frecuencia requerido, la selección de las unidades de medida, y la especificación de los resultados de las medidas a presentar (densidad de potencia o intensidad de campo) son idénticos para ambos tipos de medida a excepción de la conexión de las antenas al 9102. Los pasos necesarios en este procedimiento, dependerán del tipo de antena utilizado.

#### NOTA

Debido a la naturaleza física de las medidas de EMF tendremos que tener en cuenta la siguiente consideración:

Cuando se realizan medidas en señales de banda ancha, la intensidad de campo eléctrico o la densidad de potencia presentada, pueden mostrar desviaciones. En estos casos, las medidas habrán de realizarse mediante una medida de potencia de canal. Además, si la relación entre el margen de frecuencias y el ancho de banda de resolución (RBW) es muy grande o muy pequeña, puede ocurrir que las medidas queden falseadas o que se obtengan resultados de medida no válidos.

#### Realización de una medida de EMF en modo automático

Con la 9171 Isotropic Antenna se pueden realizar medidas en modo automático siendo un requisito previo para realizar estas medidas que el cable del controlador de la 9171 Isotropic Antenna esté conectado al multipuerto del 9102. A través de esta conexión, el 9102 leerá de la propia antena los datos de corrección necesarios y controlará la medida. Sin embargo, si se utiliza una configuración de medida con un trípode y un cable de extensión, la atenuación del cable también habrá de ser tomada en consideración utilizando para ello los datos de corrección del cable. Para más información sobre la configuración de esta medida, la atenuación del cable y la activación de los datos de corrección del mismo, consulte el manual de instrucciones del 9102.

Existen dos opciones diferentes seleccionables desde el menú de medidas para realizar las medidas automáticas: "Auto" y "Quick". En el siguiente ejemplo de aplicación nos concentraremos en el modo "Auto" (Automático). Para consultar la descripción del modo "Quick" (Rápido), un modo especial del modo "Auto", consulte el manual de instrucciones del 9102.

Las medidas en el modo "Auto" ofrecen la tranquilidad de que el 9102 controlará todo el proceso de medida para los tres planos de la misma. Una vez iniciada la medida en este modo, el 9102 ejecutará automáticamente todas las medidas y posteriormente calculará y presentará el resultado de la medida total procedente de los resultados individuales de los tres ejes x, y, z, pudiéndose, sin embargo, especificar la duración de las medidas.

#### Conexión de la antena isotrópica

El primer paso consiste en establecer una conexión entre el 9102 y la antena isotrópica 9171. Para ello, simplemente conecte la antena directamente al conector de entrada de RF del 9102 y conecte el cable del controlador al conector multipuerto del 9102. Tan pronto como haya conectado la antena a ambos conectores, el 9102 detectará la antena automáticamente y cargará los datos de corrección.

#### NOTA

Si se conecta el controlador de la antena al instrumento mientras que el modo EMF (EMI) ya se está ejecutando, el 9102 tardará del orden de 10 segundos en detectar la antena. Con el fin de evitar cualquier perturbación en el proceso, no pulse ninguna tecla o botón del instrumento durante este tiempo.

#### Selección del modo de medida EMF (EMI)

Para seleccionar el modo de medida EMF (EMI), proceda de la siguiente forma:

- 1 Pulse la tecla de función **MODE**.  
Aparecerá el menú del modo de medida.
- 2 Seleccione **EMF (EMI)**.  
Aparecerá el menú principal del modo EMF (EMI).

#### NOTA

El modo de medida EMF (EMI) está disponible en el 9102 junto con la 9130 EMF Measurement Option y es específico de este modelo.

#### Configuración de la unidad

Después de seleccionar el modo de medida EMF (EMI), el próximo paso consistirá en seleccionar las unidades.

- 1 En el menú principal, seleccione **Level > Units**.
- 2 Se pueden utilizar unidades logarítmicas o lineales. Para conmutar la presentación entre estos dos tipos de unidades, pulse la tecla programable **Unit** en la esquina inferior derecha de la pantalla y seleccione el modo deseado "log" o "lin".

- 3 Ahora podrá elegir entre las siguientes unidades mediante la tecla programable de las unidades situada en la esquina superior derecha de la pantalla.

Unidades logarítmicas: dBm/m<sup>2</sup>, dBμV/m and dBV/m

Unidades lineales: V/m, mW/m<sup>2</sup>

### Definición del rango de frecuencia

El próximo paso consiste en definir el rango de frecuencia para la medida de EMF. En el menú principal de las medidas EMF (EMI), pulse la tecla programable **Freq** para seleccionar la banda de frecuencia deseada. Aparecerá el menú de frecuencia de las medidas EMF (EMI).

Existen diferentes métodos para definir el rango de frecuencia sobre el que se desea medir. Este rango puede expresarse mediante las frecuencias inicial y final (la primera y última frecuencia sobre la pantalla), mediante la frecuencia central y el margen de frecuencia o "spam" (la frecuencia correspondiente al centro de la pantalla y el rango de frecuencias mostrado), o mediante otras combinaciones de estos cuatro parámetros (frecuencias inicial, central y final, y margen). Estos cuatro parámetros están disponibles en el menú de frecuencia del 9102. Para más detalles acerca de los diferentes métodos para definir el rango de frecuencias, consulte el manual de instrucciones del 9102.

### Especificación de la presentación de los cálculos

Después de definir el rango de frecuencias, especificaremos los resultados de medida que presentará el 9102: La intensidad de campo (E) en V/m o la densidad de potencia (S) en W/m<sup>2</sup>. La presentación de los datos puede conmutarse entre estos dos tipos de resultados de la medida.

#### NOTA

Este paso es preparativo y deberá realizarse antes de comenzar la medida, tanto en modo automático como en modo manual.

Para conmutar la presentación entre la intensidad de campo eléctrico y la densidad de potencia, proceda de la siguiente forma:



- 1 En el menú principal EMF (EMI), seleccione **Measure > Display Calculation**.
- 2 Pulse la tecla programable **Display** para realizar la opción deseada, "E" para la intensidad de campo eléctrico y "S" para la densidad de potencia. En la esquina superior izquierda de la pantalla aparecerá durante la medida el valor apropiado en las unidades seleccionadas: intensidad de campo eléctrico en V/m y densidad de campo en W/m<sup>2</sup>.

### Definición del nivel de referencia

El próximo paso consistirá en definir el nivel de referencia para la presentación de la medida. Este nivel de referencia básicamente determinará el nivel asignado a la parte superior de la pantalla. El eje vertical está dividido en ocho líneas horizontales pudiéndose ajustar la escala, que por defecto es de 10 dB por línea, a las preferencias del usuario.

Para definir el nivel de referencia, proceda de la siguiente forma:

- 1 En el menú principal, pulse la tecla programable **Ref. Level**. También es posible seleccionar **Level** seguido por **Ref. Level**, o alternativamente pulsar la tecla programable **REF**.  
Se abrirá un campo de entrada de datos para el nivel de referencia.

#### NOTA

Dependiendo de las unidades utilizadas y del tipo de presentación especificado, la tecla programable "Ref. Level" cambiará a "Ref. Power" o a "Ref. Voltage", además, el nombre del campo de entrada de datos y la presentación en la parte izquierda de la pantalla también cambiarán en consonancia.

- 2 Introduzca la nueva referencia de potencia o de voltaje utilizando el teclado numérico, cerrando el campo de entrada de datos con la tecla de validación apropiada, o bien utilice las teclas de flechas **UP/DOWN**.  
El nuevo nivel de referencia aparecerá en la parte superior del eje vertical. Esta referencia está basado en la potencia de salida definida actualmente.

Para más detalles acerca de la especificación de los parámetros de nivel, consulte el manual de instrucciones del 9102.

#### Activación de los parámetros del factor de antena

Una vez que la antena ha sido detectada y que los datos de corrección han sido cargados, el 9102 se conmutará al menú de Nivel y aparecerá realzada la tecla programable **Antenna Factor**. Para activar el factor de antena pulse la tecla programable **Antenna Factor** hasta que **on** aparezca realzado.

#### Inicio de la medida en modo "Auto"

Ahora se puede iniciar la medida de EMF en modo "Auto". Para ello proceda de la siguiente forma:

- 1 En el menú principal EMF (EMI), seleccione **Measure**.  
Aparecerá el menú de medida de EMF (EMI).

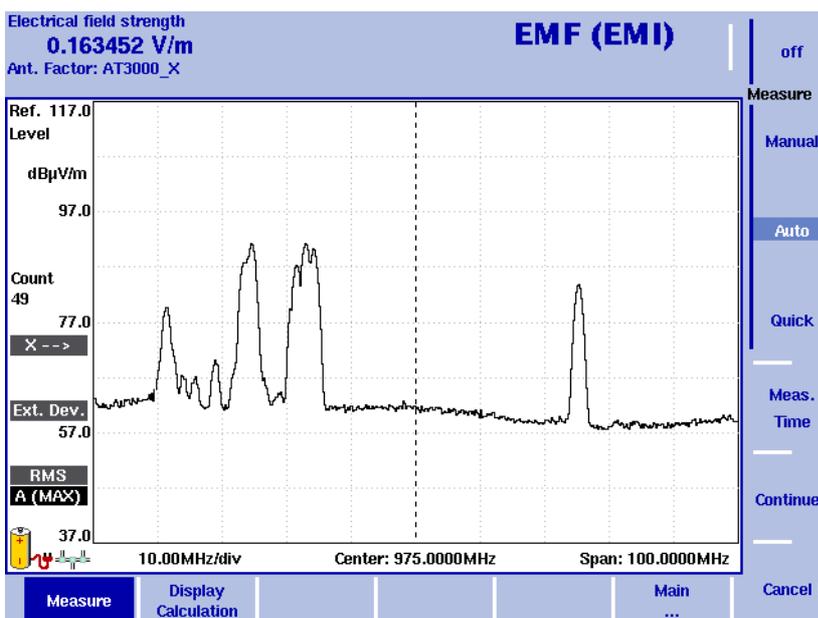


Figura 12 Menú de medida

- 2 En el menú de medida seleccione **Meas. Time**. Aparecerá un campo de entrada de datos para la duración de la medida.
- 3 Introduzca el intervalo de tiempo que se utilizará para la medida en cada uno de los planos de la misma. El valor por defecto es de 360 segundos y el valor máximo es de 600 segundos. Pulse **ENTER** para definir la duración de la medida.
- 4 Seleccione ahora la tecla programable **Auto** y pulse **Continue !** para iniciar la medida en modo "Auto".
- 5 En la parte derecha de la pantalla, el indicador rojo "Measure" indica que la medida se encuentra en progreso. **Measure**. Sobre este indicador aparece la dirección en la que se está realizando la medida (comenzando por la dirección "x"). **X -->**. En cualquier momento se puede abortar la medida pulsando la tecla programable **Cancel !**.
- 6 Cuando se haya completado la medida para el plano "x", desaparecerá el indicador de medida y el 9102 conmutará automáticamente al plano "y", seguido por el plano "z".
- 7 Una vez completada la medida, el resultado de la misma aparecerá automáticamente en la pantalla en forma gráfica junto con la intensidad de campo eléctrico o la densidad de potencia total calculadas, dependiendo de la selección que se haya realizado en **Measure > Display Calculation** (vea ["Especificación de la presentación de los cálculos" en la página 61](#)). Ahora podrá guardar en el instrumento los resultados de la medida.

### Realización de una medida EMF en modo manual

El modo de medida manual ofrece una forma muy adecuada para realizar medidas EMF utilizando la 9170 Biconical Antenna. Para este tipo de medidas EMF, la 9170 Biconical Antenna se girará manualmente sobre cada una de las direcciones de la medida (x, y, z) montando la antena habitualmente sobre algún tipo de dispositivo giratorio. Para cada una de las direcciones, el 9102 realizará las medidas de intensidad de campo eléctrico o de densidad de potencia, dependiendo de la selección realizada en **Measure > Display Calculation** (see ["Especificación de la presentación de los cálculos" en la página 61](#)). Las medidas individuales se iniciarán manualmente después de girar la antena hacia una dirección determinada. Al igual que para las medidas automáticas, también aquí se puede especificar la duración de la medida en cada dirección. Una vez completadas las tres medidas, el 9102 calculará el valor del resultado total.

Puesto que los datos de corrección del factor k no se cargan ni se activan automáticamente cuando se utiliza una antena bicónica, el usuario tendrá que activar manualmente en el instrumento la tabla de corrección apropiada. Del mismo, cuando la antena bicónica se monte en un trípode y se conecte al 9102 a través de un cable de extensión, el factor del cable habrá de ser activado manualmente. Para más información sobre la configuración para este tipo de medidas, la atenuación del cable y la activación de los datos de corrección del cable, consulte el manual de instrucciones del 9102.

### Conexión de la antena bicónica

El primer paso consiste en establecer una conexión entre el 9102 y la 9170 Biconical Antenna. Para realizar este proceso simplemente conecte la antena mediante un cable de RF al conector de entrada de RF del 9102.

### Pasos idénticos a los del modo automático (Auto)

Los siguientes pasos de medida son idénticos a los descritos anteriormente para la medida automática:

- Selección del modo de medida EMF (EMI)
- Configuración de la unidad
- Definición del rango de frecuencia
- Especificación de la presentación de los cálculos
- Definición del nivel de referencia

Para una descripción detallada de estos pasos de medida, consulte "[Realización de una medida de EMF en modo automático](#)" en la página 59.

### Especificación de los parámetros del factor de antena

Junto con la 9170 Biconical Antenna se incluye la tabla apropiada de datos de corrección del factor k. Estos datos están disponibles en el 9100 Data Exchange Software. Para más detalles acerca de la descarga de datos al 9102 y de la utilización de los factores de antena con el 9100 Data Exchange Software, consulte el manual de instrucciones del 9102.

Para activar el factor de antena adecuado para sus medidas de EMF, proceda de la siguiente forma:

- 1 En el menú principal EMF (EMI), seleccione **Level > Ant. Factor Memory**. Aparecerá el menú de memoria de los factores de antena.

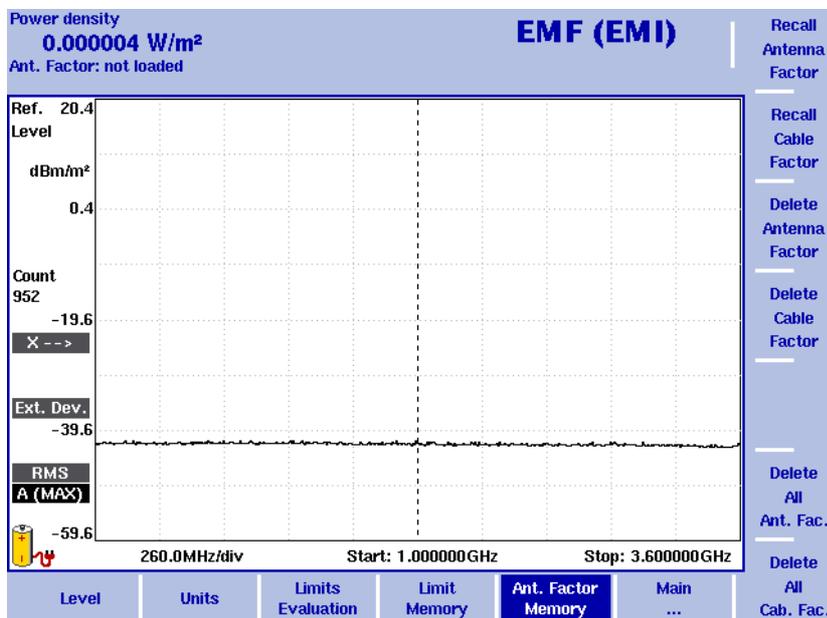


Figura 13 Menú de factores de antena

- 2 Pulse la tecla programable **Recall Antenna Factor**. Aparecerá una lista desplegable mostrando todos los factores de antena almacenados en el sistema.
- 3 Seleccione el factor de antena adecuado y pulse **ENTER**. Ahora aparecerá de nuevo el menú de nivel.

Para activar el factor de antena seleccionado, pulse la tecla programable **Antenna Factor** hasta que **on** aparezca realizado.

### Inicio de la medida manual

Ahora se puede iniciar la medida de EMF en modo "Manual". Para ello proceda de la siguiente forma:

- 1 En el menú de medida seleccione **Meas. Time**. Aparecerá un campo de entrada de datos para la duración de la medida.
- 2 Introduzca el intervalo de tiempo que se utilizará para la medida en cada uno de los planos de la misma. El valor por defecto es de 360 segundos y el valor máximo es de 600 segundos. Pulse **ENTER** para definir la duración de la medida.
- 3 Seleccione ahora la tecla programable **Manual**. Las teclas programables para las tres direcciones de medida (x, y, z) se encuentran disponibles en la parte derecha de la pantalla con la "x" realizada indicando la primera dirección de medida y con el indicador de dirección "x" en la parte izquierda, como se muestra en la siguiente imagen.

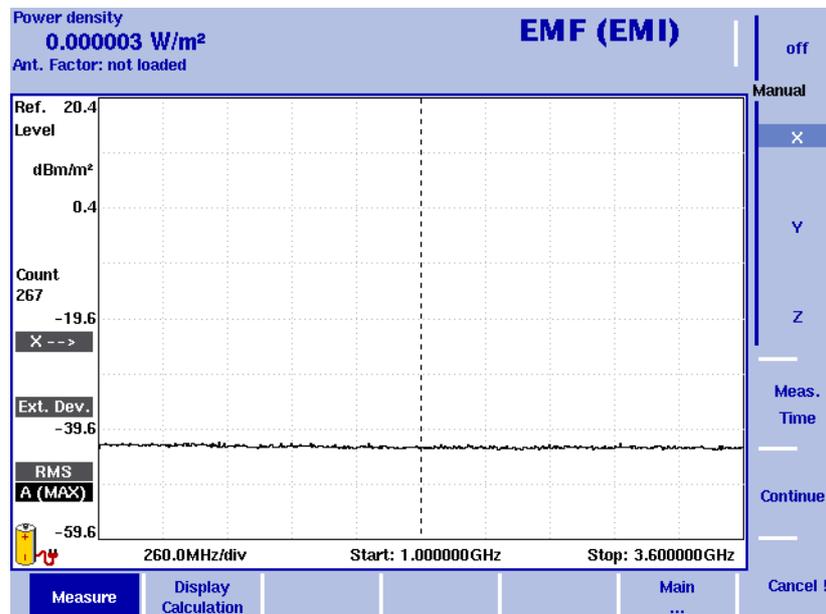


Figura 14 Teclas programables para las medidas manuales

- 4 Pulse **Continue !** para iniciar la primera medida. En la parte derecha de la pantalla, el indicador rojo **Measure** indica que la medida se encuentra en progreso. En cualquier momento se puede abortar la medida pulsando la tecla programable **Cancel !**. Una vez completada la medidas desaparecerá el indicador "Measure".
- 5 Pulse ahora la tecla programable **Y** seguida por **Continue !** para iniciar las la medida en la dirección "y". El procedimiento es idéntico al descrito anteriormente para la dirección "x".
- 6 Una vez completada la medida en la dirección "y", pulse la tecla programable **Z** seguida por **Continue !**. El procedimiento es idéntico al descrito anteriormente para la dirección "x".

- Una vez completada la medida, el resultado de la misma aparecerá automáticamente en la pantalla en forma gráfica junto con la intensidad de campo eléctrico o la densidad de potencia total calculadas, dependiendo de la selección que se haya realizado en **Measure > Display Calculation** (vea "Especificación de la presentación de los cálculos" en la página 61) is displayed. Ahora podrá guardar en el instrumento los resultados de la medida.

### Resultado de las medidas

Al igual que para otros modos de medida del 9102, se pueden utilizar las funcionalidades de las trazas, marcadores y líneas límite del 9102 para analizar y documentar con mayor profundidad los resultados de las medidas después de introducir los parámetros de medida DTF. Para una descripción detallada de estas funcionalidades, consulte el manual de instrucciones del 9102.

A continuación se muestra una presentación de resultados para una medida de EMF, mostrándose la intensidad de campo eléctrico en V/m en términos lineales y con las unidades especificadas en dB $\mu$ V/m. Los marcadores se han utilizado para indicar los valores de la medida a diferentes frecuencias.

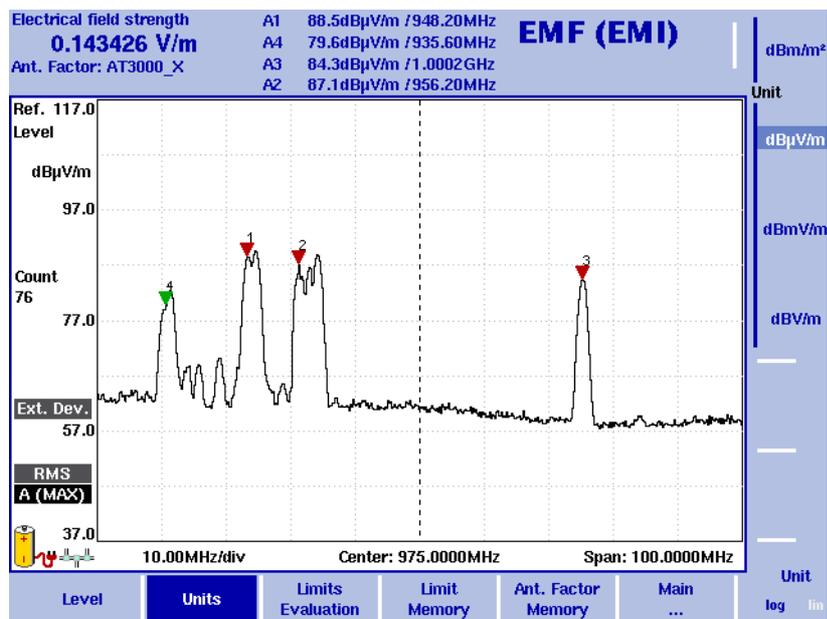


Figura 15 Medida EMF (EMI)

### Análisis y documentación de los resultados de medida EMF

Los resultados de las medidas realizadas con el 9102 Handheld Spectrum Analyzer se pueden transferir hasta un PC a través de una LAN o de una interfaz RS-232, utilizando el 9100 Data Exchange Software que se incluye con la entrega del 9102. Los resultados aparecerán en el PC de forma similar a como aparecen en el instrumento.

El 9100 Data Exchange Software posee métodos especiales para documentar los resultados de las medidas. Además de los seis marcadores que pueden definirse en el 9102, también se pueden incluir cuatro marcadores adicionales en la pantalla de resultados de las medidas del PC, así como añadir campos de comentarios asignados a cada uno de ellos. De este modo se podrán utilizar hasta

diez marcadores en cada traza. La utilización de los cuatro marcadores adicionales junto con sus campos de comentarios, permiten marcar y comentar determinados valores críticos que todavía se encuentren dentro de los límites de tolerancia. Los valores de medida correspondientes a la posición de los marcadores también aparecen en la pantalla, y utilizando la funcionalidad de las líneas límite los valores de los resultados se pueden evaluar de un solo vistazo. También se pueden incluir parámetros de medida en la pantalla para documentar cuales fueron las condiciones de medida.

Para una descripción detallada acerca de la utilización del 9100 Data Exchange Software, consulte el manual de instrucciones del 9102.



# Relación de revisiones

Revisión	Comentario
0509-100-A	Primera revisión
0512-200-A	Agregué una sección en el uso de EMF (EMI).
0608-200-A	Nueva disposición.

Willtek y su logo son marcas comerciales de Willtek Communications GmbH. Todos los demás nombres comerciales y marcas comerciales registradas son propiedad de sus respectivas compañías.

Especificaciones, términos y condiciones, sujetas a cambio sin aviso previo.

© Copyright 2006 Willtek Communications GmbH. Todos los derechos reservados.

Ninguna parte de este manual podrá ser reproducida o transmitida en ninguna forma, ni por ningún medio (impresión, fotocopia, o cualquier otro método) sin el permiso expreso por escrito de Willtek Communications GmbH.

Manual ident no. M 290 504

Manual version  
0608-200-A

Spanish

Willtek Communications GmbH  
85737 Ismaning  
Germany  
Tel: +49 (0) 89 996 41-0  
Fax: +49 (0) 89 996 41-440  
info@willtek.com

Willtek Communications UK  
Cheadle Hulme  
United Kingdom  
Tel: +44 (0) 161 486 3353  
Fax: +44 (0) 161 486 3354  
willtek.uk@willtek.com

Willtek Communications SARL  
Roissy  
France  
Tel: +33 (0) 1 72 02 30 30  
Fax: +33 (0) 1 49 38 01 06  
willtek.fr@willtek.com

Willtek Communications Inc.  
Parsippany  
USA  
Tel: +1 973 386 9696  
Fax: +1 973 386 9191  
willtek.cala@willtek.com  
sales.us@willtek.com

Willtek Communications  
Singapore  
Asia Pacific  
Tel: +65 943 63 766  
willtek.ap@willtek.com

Willtek Communications Ltd.  
Shanghai  
China  
Tel: +86 21 5835 8039  
Fax: +86 21 5835 5238  
willtek.cn@willtek.com

---

© Copyright 2006 Willtek Communications GmbH. Todos los derechos reservados.  
Willtek Communications, Willtek y su logo son marcas comerciales de Willtek Communications GmbH. Las restantes marcas comerciales y marcas registradas pertenecen a sus propietarios respectivos.

**Nota:** Especificaciones, plazos y condiciones están sujetas a cambio sin previo aviso.

will'tek