

Whitepaper

MEJORANDO MEDICIONES CON OSCILOSCOPIOS

Productos:

- ▶ R&S®Scope Rider
- ▶ R&S®RTC1000
- ▶ R&S®RTB2000
- ▶ R&S®RTM3000
- ▶ R&S®RTA4000
- ▶ R&S®RTE1000
- ▶ R&S®RTO2000
- ▶ R&S®RTP

James Lewis | Rohde & Schwarz | Version 1.00 | 08.2020

ROHDE & SCHWARZ

Make Ideas real



Contenido

1	Vista General.....	3
2	Introducción.....	3
2.1	Contexto: Diagrama de bloques general.....	4
2.2	Ancho de banda y Frecuencia de muestreo.....	5
2.3	Ancho de banda contra contenido analógico.....	6
2.4	Tiempo de subida contra ancho de banda.....	8
3	Frecuencia de muestreo versus representación de señal.....	10
3.1	Señales no distinguibles (aliasing).....	11
3.2	Resolución vertical versus precisión.....	12
3.2.1	Tres consejos para obtener mejores resultados verticales.....	12
4	Activación para mediciones estables.....	15
4.1	Comprendiendo la activación digital.....	15
4.2	Configuración de condiciones de activación.....	15
5	Osciloscopios Rohde & Schwarz.....	17
6	Conclusión	18

1 Vista general

Este White Paper cubre los errores más comunes al realizar mediciones con osciloscopios. Después de leer este documento, comprenderá cómo las diferentes configuraciones afectan sus resultados, qué especificaciones debe considerar y cuál es la sonda correcta para usar. Ya sea que esté trabajando con un dispositivo portátil de 100 MHz o un osciloscopio de laboratorio de 16 GHz, estos consejos le ayudarán a configurar su osciloscopio para que esté listo para disparar y adquirir sus señales.

2 Introducción

Con cualquier osciloscopio, el viaje hacia mejores mediciones comienza en la intersección de tres preguntas clave:

- ▶ ¿Qué es lo que trata de medir?
- ▶ ¿Qué es capaz de hacer su osciloscopio?
- ▶ ¿Qué ajustes aseguran resultados útiles?

Dentro de la superposición de las respuestas, cinco elementos clave determinan lo que realmente puede medir: ancho de banda analógico, frecuencia de muestreo, tiempo de subida del sistema, resolución vertical y funciones de activación. Muchos de estos interactúan y, en conjunto, todos le ayudarán a realizar mejores mediciones.

En contexto, este White paper comienza con un breve vistazo a un diagrama de bloques general para un osciloscopio. A partir de ahí, exploramos la relación entre el ancho de banda analógico y la frecuencia de muestreo antes de ofrecer reglas generales que se relacionen con su señal bajo prueba (SUT). A continuación, la narrativa profundiza en las interacciones subyacentes que proporcionan una base para mejores mediciones.

Presentamos consejos prácticos que lo ayudarán a optimizar la configuración del osciloscopio y garantizar resultados significativos. También hemos incluido una breve descripción general de la línea de osciloscopios de Rohde & Schwarz.

2.1 Contexto: Diagrama de bloques general

Veamos el siguiente diagrama de bloques generalizado de un osciloscopio. No todos los alcances tendrán esta estructura exacta; sin embargo, el modelo incluye los elementos principales más importantes (Figura 1).

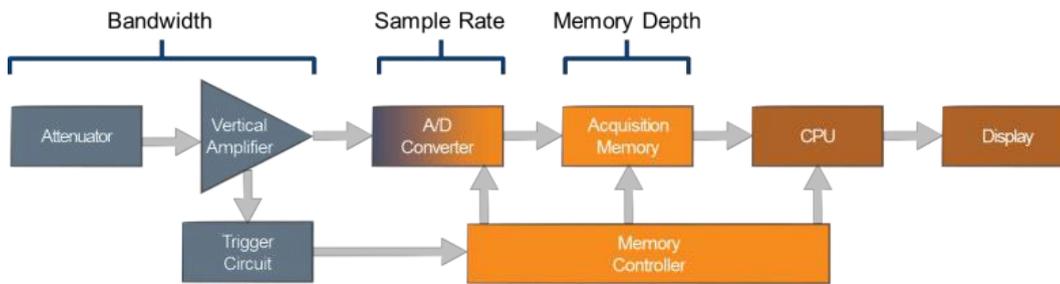


Figura 1: En este ejemplo de diagrama de bloques, los elementos principales de un osciloscopio digital definen lo que puede medir de forma precisa y repetible.

Trabajando de izquierda a derecha, el flujo de la señal es el siguiente. El SUT pasa a través de la etapa del atenuador, que, si es necesario, reduce el nivel de entrada para que esté dentro del rango de voltaje máximo permitido. Después, el amplificador vertical aumenta o amortigua la señal para una escala óptima en el convertidor de analógico a digital (ADC). Mediante muestreo y conversión, el ADC crea una representación digital de la señal entrante y las muestras digitales se almacenan en la memoria de adquisición.

La computadora (CPU) procesa los datos entrantes y los formatea para su visualización, presentando formas de onda y resultados para que el usuario los examine y analice. En segundo plano, el controlador de memoria proporciona coordinación y gestión general del ADC, la memoria de adquisición y la CPU.

Como se indica entre paréntesis, tres secciones determinan el rendimiento del osciloscopio. Dentro de la sección de ancho de banda analógico, el amplificador vertical actúa como un filtro de paso bajo, afectando potencialmente la forma y amplitud de la forma de onda medida. En la sección de frecuencia de muestreo, se espera que el ADC capture una representación completa y precisa de la señal entrante, sin importar cuán simple o compleja pueda ser. Finalmente, la sección de profundidad de la memoria proporciona capacidad incorporada para almacenar las muestras adquiridas. Puede ser evidente, pero la memoria más profunda es mejor cuando se trata de señales dinámicas, transitorias, largas o complejas.

Examinaremos más de cerca cada elemento principal en las próximas secciones.

2.2 Ancho de banda y frecuencia de muestreo

En lugar de trabajar a través de una derivación académica extendida, comencemos por aclarar la relación entre el ancho de banda analógico y la frecuencia de muestreo. Solos, ninguno determina lo que realmente puedes medir.

Es decir, la respuesta se encuentra dentro de la interrelación entre la señal bajo prueba (SUT), el ancho de banda analógico, la frecuencia de muestreo del ADC y el rango real de frecuencias que deben medirse (Figura 2).

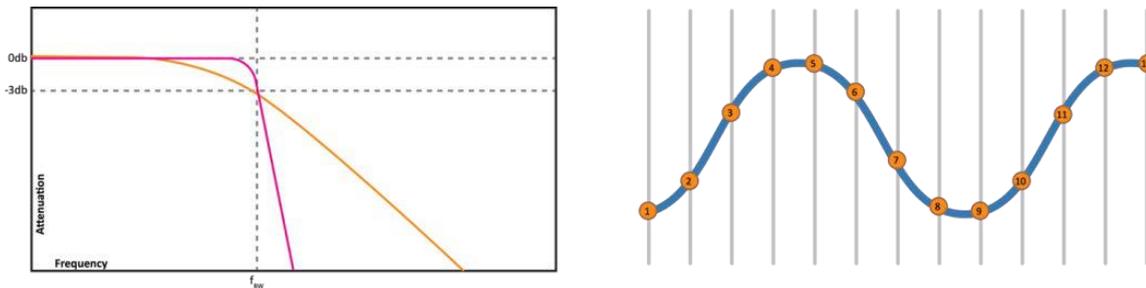


Figura 2: El ancho de banda analógico (izquierda) tiene implicaciones para la precisión de la amplitud frente a la frecuencia fundamental y sus armónicos. A su vez, esto afecta la capacidad del ADC para representar y reproducir con precisión la forma de onda entrante (derecha).

El efecto de filtrado del ancho de banda analógico determina la extensión del contenido de la señal que el osciloscopio puede ver y medir. Regla de oro n.º 1: el ancho de banda analógico debe ser de 3 a 5 veces la frecuencia fundamental o la frecuencia de reloj de la señal medida.

La frecuencia de muestreo determina la capacidad del osciloscopio para representar y reconstruir completamente el IVU. Regla de oro n.º 2: la frecuencia de muestreo del ADC debe ser de 2,5 a 5 veces el ancho de banda analógico.

Aplicando las reglas juntas, una medición precisa de una señal de 100 MHz requeriría de 300 a 500 MHz de ancho de banda analógico y una frecuencia de muestreo en el rango de 750 MSa / sa 2.5 GSa / s (megamuestras por segundo o gigamuestras por segundo, respectivamente).

Explicado esto, debe quedar claro que las señales más desafiantes serán muy rápidas, muy complejas o ambas. En el lado analógico, una señal especialmente desalentadora sería una portadora de gigahercios con un comportamiento complejo de modulación y ráfagas. En el dominio digital, las señales de alta velocidad con tiempos de subida rápidos, múltiples niveles de señal y anchos de pulso variables estarán entre las más difíciles de caracterizar con precisión.

2.3 Ancho de banda versus contenido analógico

El ancho de banda define el contenido analógico que puede medir un osciloscopio. Aquí, tenemos que responder un par de preguntas: "¿Cuánto ancho de banda necesitas?" y "¿Cuánto ancho de banda puede proporcionar tu osciloscopio?"

El ancho de banda requerido depende del SUT. Para una onda sinusoidal pura, libre de distorsiones, sin armónicos, el ancho de banda necesario es el mismo que la frecuencia máxima que se va a medir.

Con una onda cuadrada, el ancho de banda necesario es un múltiplo de la frecuencia fundamental máxima. Esto se sigue de la teoría de Fourier: una onda cuadrada es una suma de ondas sinusoidales armónicas impares de amplitud decreciente (Figura 3, izquierda). Como resultado, cuanto menor sea el número de armónicos impares dentro de banda, menos precisa será la representación, reproducción y medición de la señal de onda cuadrada entrante (Figura 3, derecha).

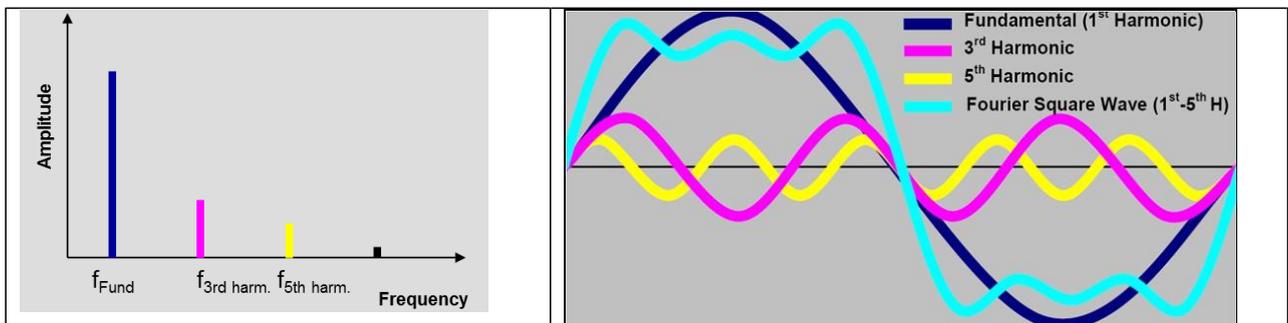


Figura 3: La suma de solo un subconjunto de los armónicos impares (por ejemplo, primero, tercero y quinto) que componen una señal de onda cuadrada produce una representación incompleta de la forma de onda entrante (arriba a la derecha).

Esto es el complemento del ancho de banda analógico del osciloscopio. Como se señaló anteriormente, esta sección de la ruta de la señal actúa como un filtro de paso bajo. Esto se debe a la respuesta del amplificador vertical, que tiene un punto conocido -3 dB. Es importante notar la diferencia entre las secciones de ancho de banda (o entrada) de los osciloscopios analógicos y digitales. Como se muestra en la Figura 4, los osciloscopios analógicos (trazo naranja) generalmente tienen una caída más suave que los osciloscopios digitales típicos (trazo rojo).

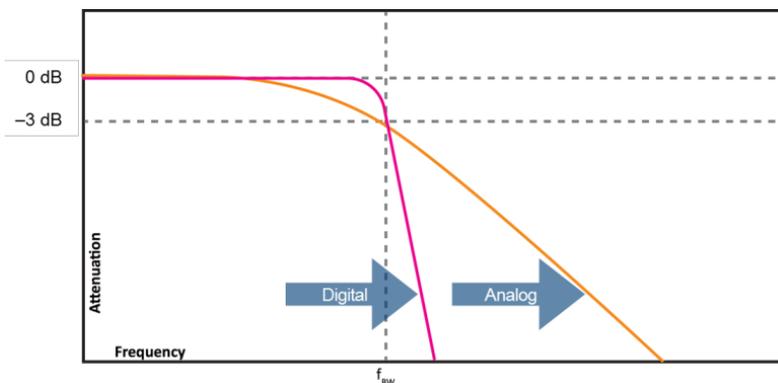


Figura 4: Con un osciloscopio digital (trazo rojo), la caída de la "Brick Wall" significa que la precisión de amplitud no afectada se extiende más cerca del ancho de banda especificado.

Debido a que la mayoría de las señales del mundo real son complejas, un enfoque simplista no proporciona una respuesta útil a "¿Cuánto ancho de banda necesita?" La evaluación anterior del roll-off analógico es la base de la regla de oro anterior: el ancho de banda de su osciloscopio debe ser de tres a cinco veces (3x a 5x) la frecuencia fundamental o la frecuencia de reloj del SUT.

Las medidas reales demostrarán este punto. La Figura 5 muestra una serie de mediciones en una onda cuadrada de 10 MHz a medida que el ancho de banda se reduce de 100 MHz a 50 MHz a 10 MHz. En la figura superior, el ancho de banda de 100 MHz significa que la representación del SUT incluye el tercer, quinto, séptimo y noveno armónico (30, 50, 70 y 90 MHz, respectivamente). A medida que se reduce el ancho de banda y se filtran más armónicos, la onda, la forma y su amplitud máxima se vuelven cada vez menos precisas.

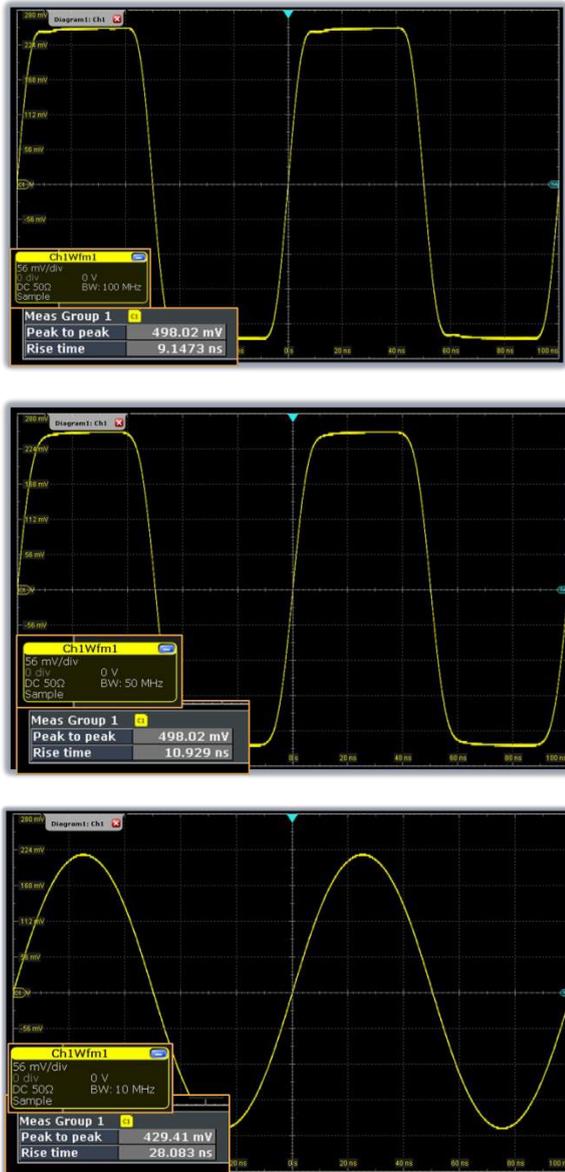


Figura 5: De arriba a abajo, medir la misma onda cuadrada de 10 MHz con anchos de banda más estrechos produce resultados cada vez más inexactos en términos de forma y amplitud de onda (consulte los valores numéricos en cada recuadro inferior izquierdo).

2.4 Tiempo de subida versus ancho de banda

Una vez más, es necesariamente útil reformular la regla anterior de “ancho de banda de 3x a 5x” pero insuficiente, por sí mismo. Volviendo a la teoría de Fourier y la medición de ondas cuadradas, la inclusión de armónicos más extraños mejora la representación de la forma de onda real. Con ondas cuadradas, obtener el borde más nítido posible en la forma de onda medida es igualmente esencial para una representación y reconstrucción precisas.

El tiempo de subida es una característica clave de cualquier onda cuadrada. Como recordatorio, el tiempo de subida mide la inclinación de ese borde. La Figura 6 ilustra la definición de tiempo de subida: es el tiempo necesario para pasar del 10 por ciento al 90 por ciento del nivel de estado estable de la señal medida.

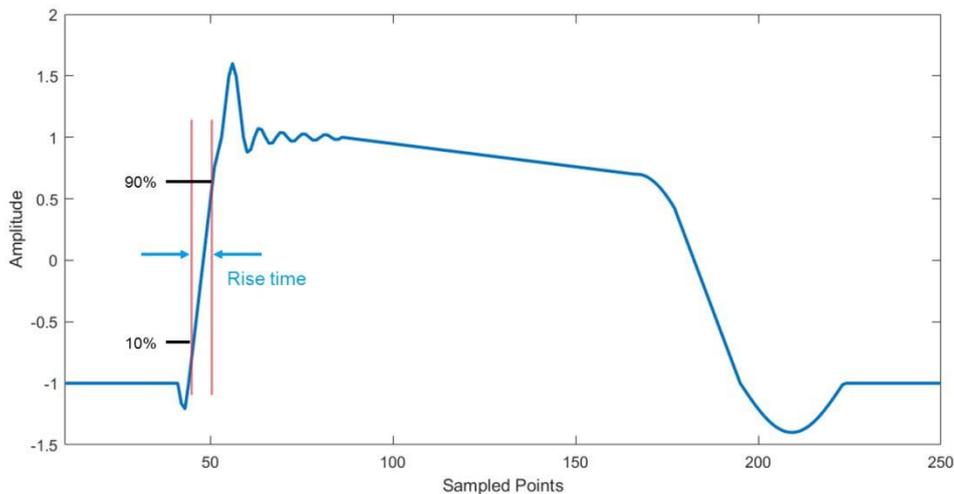


Figura 6: Las mediciones del tiempo de transición se ven afectadas por el ancho de banda analógico del osciloscopio y el tiempo de subida interno.

Para cualquier osciloscopio, dos atributos afectan su capacidad para medir con precisión el tiempo de subida: ancho de banda analógico y tiempo de subida interno. Estos se unen en una aproximación práctica para osciloscopios analógicos: el ancho de banda del sistema, en hercios, es igual a 0,35 dividido por el tiempo de subida. En forma de ecuación:

$$f_{BW} = 0.35/t_r$$

Definiendo cada elemento:

- ▶ f_{BW} es el ancho de banda del sistema calculado del osciloscopio; además, el ancho de banda SUT necesario
- ▶ t_r es el tiempo de transición del 10 por ciento al 90 por ciento del nivel de estado estacionario
- ▶ 0.35 es la constante de un filtro pasivo de primer orden; el valor varía según el osciloscopio

La constante depende del efecto de filtrado de paso bajo real del preamplificador. Si bien un factor de 0,35 es apropiado para la caída suave de un osciloscopio analógico, una constante en el rango de 0,40 a 0,45 es una representación más precisa del comportamiento de Brick Wall de un osciloscopio digital (Figura 4).

La simple manipulación de la ecuación produce corolarios para el tiempo de subida del sistema en función del ancho de banda.:

- ▶ Alcance analógico: $t_r = 0.35/f_{BW}$
- ▶ Alcance digital: $t_r = 0.40/f_{BW}$

En muchos casos, este factor se puede encontrar en las especificaciones publicadas de un osciloscopio. Como ejemplo, el osciloscopio digital R&S®RTP utiliza un factor de 0,43.

La relación entre el ancho de banda y el tiempo de subida es claramente visible en el mundo real. La Figura 7 muestra dos mediciones de una señal de onda cuadrada de 10 MHz: a la izquierda, un ancho de banda de 100 MHz produjo un tiempo de subida de 8,9851 ns y amplitud pico a pico de 498,02 mV; y a la derecha, un ancho de banda de 10 MHz produjo un tiempo de subida de 28.134 ns y 427.19 mV pico a pico (ver recuadro inferior izquierdo en cada traza).

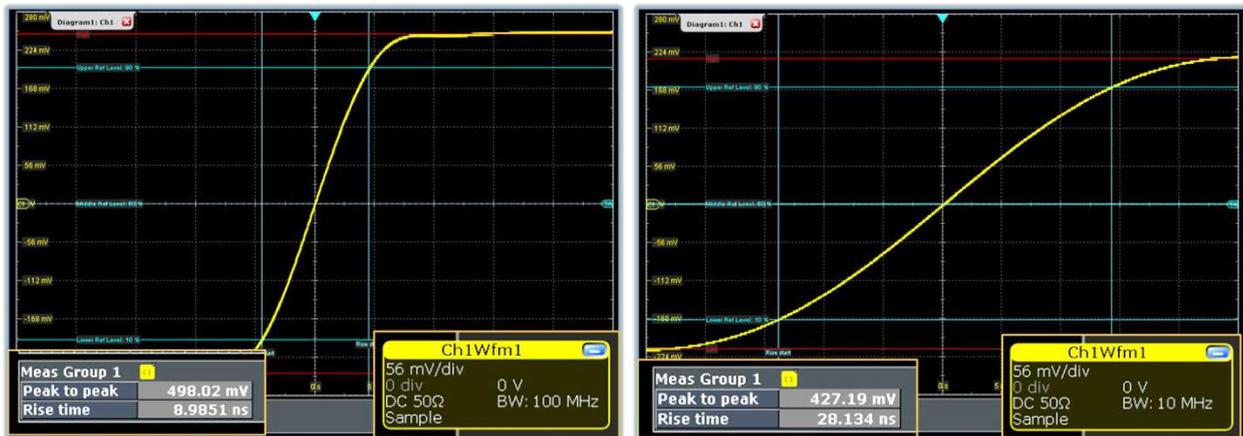


Figura 7: Un ancho de banda insuficiente conduce a errores en las mediciones del tiempo de subida y la amplitud de pico a pico.

Para tener en cuenta completamente el posible error de tiempo de subida, debemos ampliar este concepto para incluir toda la configuración de prueba: osciloscopio, cables, sondas, accesorios, etc. A partir de esto, el rendimiento del tiempo de subida del sistema de medición general es un cálculo de "raíz cuadrada de la suma de cuadrados":

$$t_{MEAS} = [(t_{SUT})^2 + (t_{SCOPE})^2]^{1/2}$$

El porcentaje de error entre los tiempos de subida medidos y reales se basa en el tiempo de subida medido calculado a partir de la raíz de la suma de cuadrados:

$$t_{ERROR} = [(t_{MEAS} - t_{SUT})/t_{SUT}] \times 100$$

Como ejemplo, considere un SUT con un tiempo de subida de 300 ps y un osciloscopio digital con un tiempo de subida de 100 ps:

$$t_{MEAS} = [(300 \text{ ps})^2 + (100 \text{ ps})^2]^{1/2} = 316.23 \text{ ps}$$

$$t_{ERROR} = [(316 - 300)/300] \times 100 = 5.41\%$$

La tabla 1 proporciona un resumen del error de medición en términos de la relación entre el error del tiempo de subida del sistema y el tiempo de subida del SUT real. En resumen, cuanto mejor sea el tiempo de subida del sistema, menor será el error de medición.

Relación de tiempo de subida	Porcentaje error
1:1	41%
2:1	12%
3:1	5%
5:1	2%
10:1	0.5%

Tabla 1: Para garantizar un error de medición de menos del 10%, el tiempo de subida del osciloscopio debe ser de al menos 2,2x más rápido que el tiempo de subida del SUT.

3 Frecuencia de muestreo versus representación de señal

En el ADC, el muestreo adquiere valores de amplitud a una frecuencia de reloj precisa y, por lo tanto, la resolución de la muestra es la inversa de la frecuencia de reloj de la muestra. Para la mayoría de los osciloscopios de la generación actual, las frecuencias de muestreo están en el rango de megamuestras o gigamuestras por segundo (MSa / so GSa / s). La Figura 8 ilustra la adquisición de 1 GSa / s de una onda sinusoidal pura y, tomando el recíproco, la resolución resultante es de 1 nanosegundo por muestra.

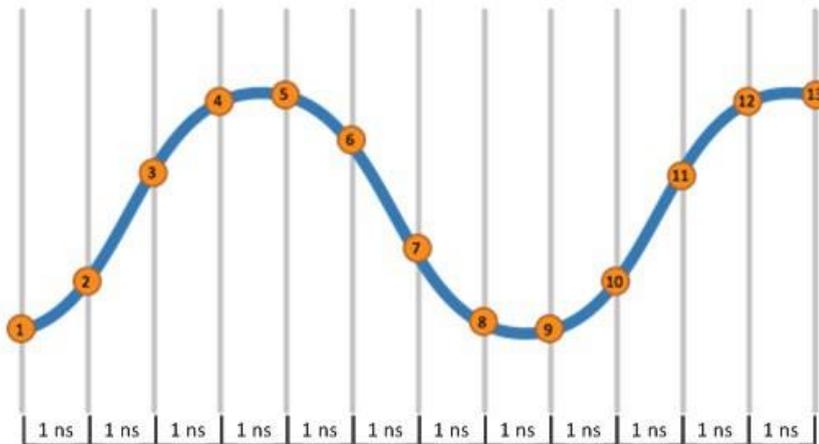


Figura 8: El muestreo en un intervalo preciso es fundamental para una representación precisa de la señal entrante.

Volviendo a una pregunta anterior: ¿Qué frecuencia de muestreo necesita? La respuesta depende del contenido de frecuencia del IVU y del teorema de muestreo de Nyquist / Shannon, quizás mejor conocido como el teorema de Nyquist.¹

¹ Harry Nyquist y Claude Shannon trabajaron en Bell Labs, y ambos hicieron contribuciones significativas al trabajo fundamental que a menudo se da por sentado en el procesamiento de señales digitales moderno. Para obtener más información, consulte la entrada "[Teorema de muestreo de Nyquist-Shannon](#)" en Wikipedia.

Una de las ideas fundamentales es la transformación de una señal de tiempo continuo en una señal de tiempo discreto (es decir, una forma de onda muestreada).

Si una señal de tiempo continuo $x(t)$ no tiene un contenido de señal por encima de B hertz, Nyquist y Shannon demostraron que se puede describir completamente con un flujo de muestras espaciadas $1 / (2B)$ segundos. En consecuencia, el ADC debe muestrear a una tasa superior al doble de la frecuencia máxima de interés $f_s > 2B$. Cualquier frecuencia de muestreo superior al doble de B satisface esta condición.

Un ejemplo de audio digital ayuda a ilustrar los efectos combinados de la frecuencia de muestreo y el ancho de banda analógico. Las grabadoras de audio digital han utilizado tradicionalmente una frecuencia de muestreo de 44,1 kHz o 48 kHz para lograr una "reconstrucción perfecta" de las señales de audio en la banda de 20 Hz a 20 kHz (es decir, el rango aceptado de audición humana). Por lo tanto, la frecuencia de muestreo es de 2,205 a 2,4 veces la frecuencia máxima de 20 kHz.²

3.1 Señales no distinguibles (Aliasing)

Cuando la combinación de la señal entrante y la frecuencia de muestreo viola la regla de Nyquist / Shannon, la señal está "submuestreada" y el sistema no captura toda la información sobre la señal de tiempo continuo. La Figura 9 proporciona una explicación visual: la señal entrante es una onda sinusoidal de 1 GHz (guiones verdes) pero la frecuencia de muestreo es de 750 MHz (puntos naranjas).³ La línea azul continua es una señal de "imagen" o "alias" en una frecuencia de 250 MHz, que es la diferencia entre la frecuencia de muestreo y la frecuencia fundamental del SUT.

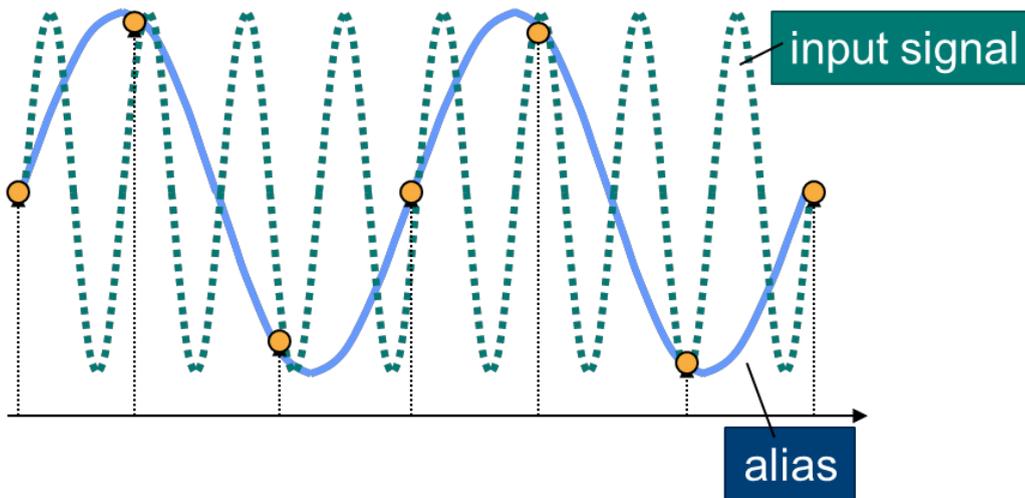


Figura 9: En este escenario, el "aliasing real" ocurre en la representación de los datos medidos (puntos naranjas), y el "aliasing perceptual" ocurre en la reconstrucción mostrada del submuestreo. forma de onda (trazo azul).

² Los méritos de las tasas más altas utilizadas en las grabadoras digitales y reproductores de música de la generación actual (por ejemplo, 192 kHz) se dejarán en manos del audiófilo interesado.

³ Suponga que el ancho de banda analógico es de al menos 3 GHz, por lo que no es un factor.

Reiterando Nyquist / Shannon, la frecuencia de muestreo determina la capacidad de representar y reconstruir completamente la señal entrante. En este caso, es necesaria una frecuencia de muestreo de 2,5 a 5,0 GSa / s para representar y reconstruir fielmente la onda sinusoidal de 1 GHz.

3.2 Resolución vertical versus precisión

Los fabricantes suelen hablar del "sistema vertical" dentro de un osciloscopio. Esto realmente significa "medición de voltaje" e incluye el amplificador vertical y ADC.

Para obtener la mejor representación de la señal entrante, queremos abarcar todos los bits de ADC. En un osciloscopio, usamos el control de voltios por división (V / div) para extender la forma de onda desde la parte inferior hasta la parte superior de la retícula. El objetivo es hacer que la forma de onda sea lo más grande posible sin recortar: en un osciloscopio, lo que ve es lo que mide el ADC. Cubrir la retícula completa hace que sea más fácil ver los detalles y también mejora el rendimiento del gatillo.

Cuando se habla del rendimiento del osciloscopio, el número de bits en el ADC a menudo se trata como una especificación de banner. En la raíz, el número de bits determina el número de niveles de amplitud que el ADC puede resolver. La ecuación básica es $2^{\text{(número de bits)}}$ igual al número de niveles de voltaje que el ADC puede medir. La Tabla 2 proporciona valores para 8, 10, 12 y 16 bits, así como la resolución de voltaje por nivel si la retícula tiene 10 divisiones verticales y la pantalla está configurada para 100 mV / div.

Resolución ADC	Niveles	Voltios por nivel
8-bit	256	3.9 mV
10-bit	1,024	979 μ V
12-bit	4,096	244 μ V
16-bit	65,536	15.26 μ V

Tabla 2: Como ejercicio matemático, la cantidad bruta de bits ADC proporciona un escenario en el mejor de los casos para resolución (10 divisiones verticales, 100 mV / div).

Esta narrativa debe incluir una advertencia: los bits no cuentan toda la historia. El ruido del amplificador vertical puede exceder la resolución de voltaje cerca de la parte inferior de la retícula. Por lo tanto, un osciloscopio de 8 bits de bajo ruido puede ser superior a un osciloscopio de 12 bits con una interfaz ruidosa cuando se trabaja con señales extremadamente pequeñas (por ejemplo, aquellas con amplitudes bajas cerca del piso de ruido).

3.2.1 Tres consejos para obtener mejores resultados verticales

Sobre la base de lo anterior, tres consejos le ayudarán a realizar mejores mediciones de amplitud.

Tip #1: Llena la pantalla sin recortes

Como se señaló anteriormente, lo que ve es lo que mide el alcance. A partir de esto, desea escalar la forma de onda verticalmente en la mayor parte de la pantalla sin recortar.

La secuencia en la Figura 10 lleva al inicio el punto. Las mediciones se realizaron con un osciloscopio de 8 bits, lo que significa 256 niveles se distribuyen en 10 divisiones verticales. En la traza de la izquierda, una configuración de 250 mV / div reduce el SUT a solo dos divisiones, usando aproximadamente 52 niveles para la medición y produciendo una lectura de pico a pico de 577,08 mV. En el medio, el cambio a 125 mV / div distribuye el SUT en la mayor parte de la retícula, lo que maximiza la resolución vertical y proporciona un valor de pico a pico de 515,81 mV. A la derecha, un ajuste de 20 mV / div sobrecarga el preamplificador y provoca recorte: faltan detalles de la parte superior de la forma de onda y la lectura de voltaje pico a pico está desfasada en un factor de 2½ (solo 200,79 mV).

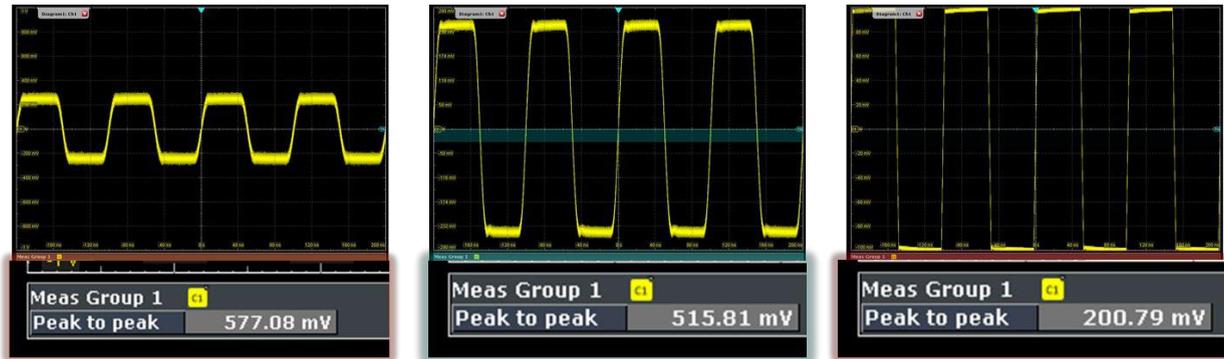


Figura 10: Cuando se trata de la configuración por división, la subescala (izquierda) y la sobreescala (derecha) provocarán resultados erróneos.

Tip #2: Usar promedios

Cuando se utiliza la activación para medir una forma de onda repetitiva, el promedio en el dominio del tiempo reduce el ruido y mejora la precisión de la medición. En términos generales, cada duplicación en el número de promedios proporciona una mejora de medio bit en el número efectivo de bits (ENOB) del ADC. Además, cada bit agregado proporciona una mejora de 6 dB en la relación señal / ruido (SNR). Por lo tanto, al promediar varias formas de onda activadas juntas, el osciloscopio produce un único resultado que tiene menos variación y una SNR mejorada (Figura 11)

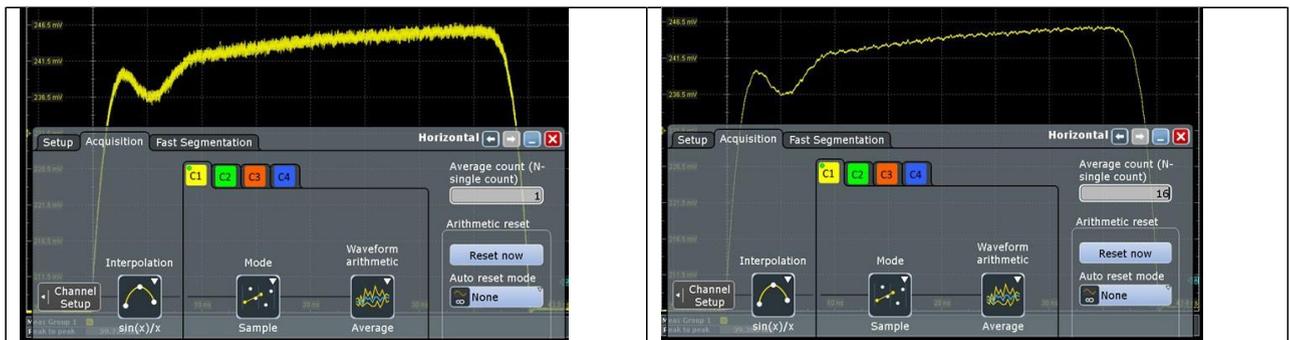


Figura 11: Comparando sin promedios a la izquierda con 16 promedios a la derecha, el resultado es una representación más precisa de la forma de onda medida.

En el lado positivo, el promedio mantiene el ancho de banda completo y la frecuencia de muestreo de cada medición. Sin embargo, también existen compensaciones. Primero, el promedio mejora la SNR solo cuando se trabaja con formas de onda repetitivas. Los transitorios se promedian, ya sea desapareciendo o tomando una forma distorsionada (dependiendo de dónde y con qué frecuencia ocurren). Una compensación relacionada: el osciloscopio no puede disparar en detalles interesantes dentro de la señal porque el promedio es una función de posprocesamiento, lo que significa que la sección de disparo solo ve la forma de onda entrante original.

Entendiendo ENOB

El número efectivo de bits (ENOB) es una métrica IEEE que se utiliza para medir el rendimiento vertical de un dispositivo como un ADC o un sistema como un osciloscopio. ENOB se mide capturando una onda sinusoidal perfecta y luego calculando la desviación medida. Aunque una medición ENOB tiene en cuenta problemas de integridad de la señal como el ruido y la distorsión, omite factores como el error de compensación y la distorsión de fase que pueden afectar los resultados.

El osciloscopio ENOB no es un número único sino una serie de curvas. Existe una curva ENOB para cada ancho de banda de osciloscopio y cada ajuste vertical, y esto significa que una caracterización ENOB completa para un osciloscopio es una serie de gráficos. Aun así, los fabricantes de osciloscopios a menudo publican un valor ENOB típico basado en un ancho de banda y una configuración vertical.

Tip #3: Usar el modo de alta definición

Para mejorar aún más la medición y el análisis de formas de onda, algunos osciloscopios proporcionan un modo de “alta resolución” o “alta definición”. Esta es una forma de promediado en tiempo real que toma múltiples muestras, promedia y crea puntos adicionales en la forma de onda (Figura 12).

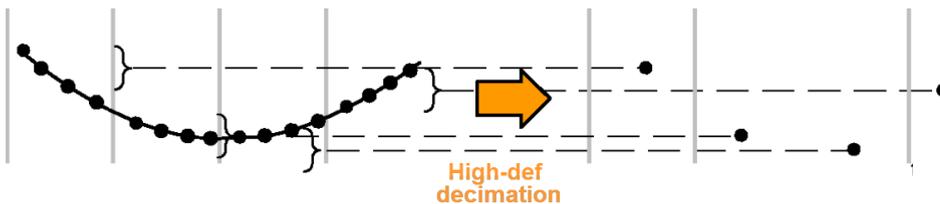


Figura 12: El modo de alta definición proporciona una resolución vertical adicional al crear nuevos puntos a partir de puntos muestreados.

Similar al promedio de forma de onda, el modo de alta definición reduce el ruido; sin embargo, proporciona una mejora algo menor en la SNR (Figura 13). Este modo también tiene la ventaja adicional de trabajar con sistemas de forma de onda no repetitivos, incluidos los fenómenos de disparo único.

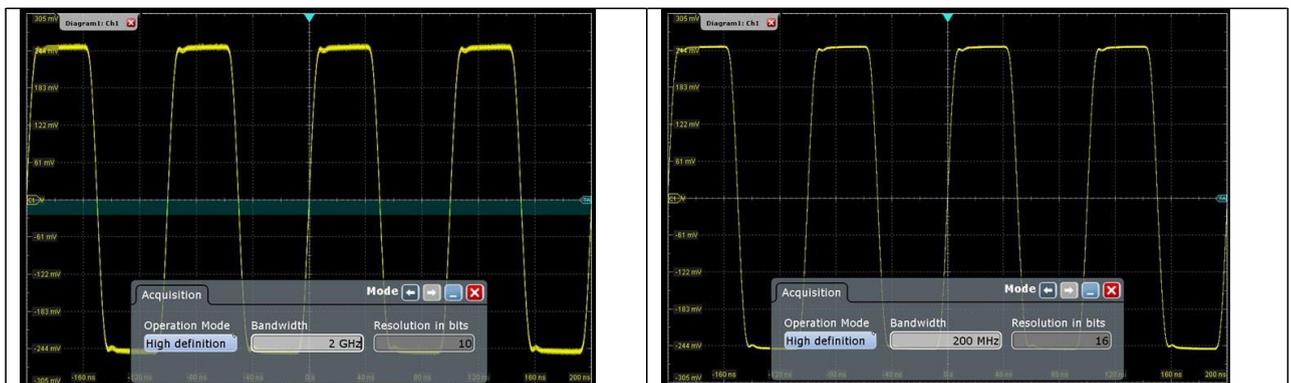


Figura 13: Con la misma señal y alcance, el resultado con el modo de alta definición (derecha) tiene menos ruido y más detalles que la medición con un ancho de banda más amplio y menos bits.

Hay dos aspectos negativos a considerar: el proceso de promediado reduce el ancho de banda efectivo del osciloscopio debido a la destrucción de datos; y debido a que la mayoría de los osciloscopios implementan esto como una función de posprocesamiento, la dinámica en tiempo real no será visible.

Además, los osciloscopios R&S®RTO, R&S®RTP y R&S®RTE implementan el modo de alta definición en el hardware a medida que se adquieren las muestras. En consecuencia, el usuario puede configurar el disparo para iniciar mediciones basadas en la forma de onda de alta definición.

4 Activación para mediciones estables

La activación mejora la medición de eventos de un solo disparo, señales periódicas (especialmente al promediar) y más. La configuración de un disparador confiable garantizará pantallas estables y mediciones significativas.

4.1 Comprender la activación digital

En un osciloscopio convencional, la activación es un evento analógico que inicia la adquisición de datos. El proceso funciona de manera un poco diferente dentro de un alcance digital. Incluso cuando se utiliza un disparo básico de flanco ascendente, el algoritmo identifica un evento analógico (por ejemplo, tipo y nivel de disparo introducido por el usuario) y etiqueta la muestra digital apropiada (Figura 14). Debido a que la interfaz se ejecuta continuamente, el disparador controla cuando finaliza la adquisición y presenta la forma de onda disparada en la pantalla.

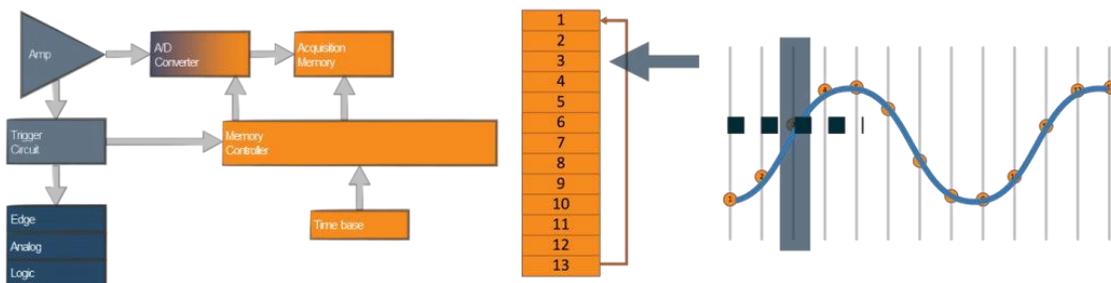


Figura 14: Cuando ocurre un disparo, el osciloscopio marca una muestra digital específica en el búfer de memoria cíclica.

4.2 Configuración de las condiciones de activación

Un breve vistazo a las configuraciones disponibles ayudará a aclarar la activación digital. La Figura 15 muestra la pantalla de un osciloscopio R & S®RTM con resaltados agregados para esta explicación. El rectángulo naranja resalta el canal activo (C1), el nivel de disparo introducido por el usuario (20 mV) y el tipo de disparo seleccionado (flanco ascendente). El círculo naranja muestra el nivel de disparo relativo a la escala de 500 mV / div de la pantalla. Finalmente, el óvalo azul indica el punto de activación real en la forma de onda.



Figura 15: Los indicadores en la pantalla del osciloscopio proporcionan información esencial sobre las condiciones de activación y el punto de activación real.

A la derecha del rectángulo, la pantalla también muestra "Auto" ("automático") como el modo de barrido activo. Normalmente hay tres modos disponibles: automático, normal y sencillo. El modo automático funciona bien con formas de onda repetitivas o al sondear y depurar. El modo normal se actualiza solo cuando se cumple el evento de activación especificado, lo que lo hace útil cuando se miden señales relativamente lentas. Soltero es como normal, pero se activará solo una vez cuando se cumplan las condiciones especificadas.

Dependiendo de los tipos de señales que pueda estar midiendo, las opciones típicas de flanco ascendente, flanco descendente o ambos pueden no ser suficientes. Cuando trabaje con señales dinámicas, formatos especializados u otros eventos interesantes (por ejemplo, actividad de ráfaga o anchos de pulso variables), le recomendamos que busque otros tipos de modos de disparo: falla, ancho, runt, ventana, tiempo de espera, intervalo, velocidad de respuesta, estado, patrón, TV y datos a reloj.

5 Osciloscopios Rohde & Schwarz

En Rohde & Schwarz, nos centramos en ofrecer innovación en osciloscopios que inspiren confianza en las mediciones. Nuestra gama de osciloscopios está diseñada para adaptarse a sus requisitos y a su presupuesto, desde el máximo valor hasta el máximo rendimiento (Figura 16). Los sellos incluyen una excelente fidelidad de la señal, un nivel de ruido excepcionalmente bajo, una alta tasa de adquisición, un innovador sistema de disparo, una interfaz de usuario inteligente y desembebido en tiempo real.

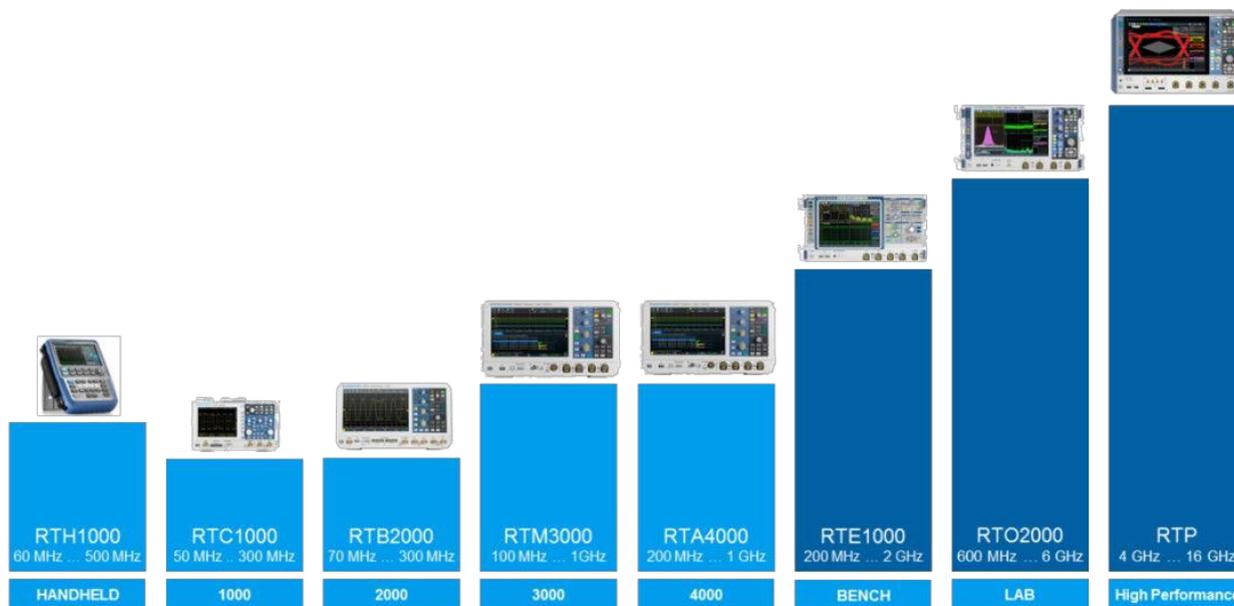


Figura 16: La gama de osciloscopios de Rohde & Schwarz abarca una amplia gama de puntos de precio / rendimiento.

De izquierda a derecha en la Figura 16:

- ▶ **R&S@Scope Rider:** Ya sea para depurar dispositivos integrados en el laboratorio o analizar problemas complejos en el campo, el R&S@Scope Rider de mano resistente ofrece un rendimiento y una capacidad excepcionales.
- ▶ **R&S@RTC1000:** Alta sensibilidad, multifuncionalidad y un excelente precio son lo que hacen que el osciloscopio R&S@RTC1000 sea tan especial. La tecnología de vanguardia y alto rendimiento en un diseño sin ventilador cumple con los requisitos de desarrolladores integrados, técnicos de servicio, educadores y más.
- ▶ **R&S@RTB2000:** “La potencia de diez” (ADC de 10 bits, memoria de 10 MSA y pantalla táctil de 10,1 pulgadas) combinada con conceptos operativos inteligentes hacen de los osciloscopios R&S@RTB2000 la herramienta perfecta para laboratorios universitarios, resolución de problemas de diseño, pruebas de producción y grupos de servicio.
- ▶ **R&S@RTM3000:** Diseñado como una herramienta diaria de resolución de problemas, el R&S@RTM3000 combina el "poder de diez" con una interfaz única para todas las sondas R&S.
- ▶ **R&S@RTA4000:** Diseñado con una integridad de señal líder en su clase y una memoria ultra profunda con capacidad de respuesta, el R&S@RTA4000 lleva la “potencia de diez” a un nuevo nivel. Al ofrecer formas de onda nítidas y mayor precisión, brinda confianza en la medición cuando se enfrentan desafíos inesperados.
- ▶ **R&S@RTE1000:** Estos osciloscopios ofrecen una solución de prueba multidominio totalmente integrada con análisis de tiempo, frecuencia, protocolo y lógica. Desde el desarrollo del diseño integrado hasta el análisis de la electrónica de potencia y la depuración general, el R&S@RTE1000 maneja los desafíos cotidianos de forma rápida, precisa y sencilla.

- ▶ **R&S®RTO2000:** Al ofrecer anchos de banda de 600 MHz a 6 GHz, esta serie sobresale en las pruebas en el dominio del tiempo y la frecuencia. Con excelente fidelidad de señal, formas de onda de 1 M / s, resolución vertical de hasta 16 bits y operación intuitiva SmartGrid, puede medir rápidamente y con confianza.
- ▶ **R&S®RTP:** El osciloscopio de alto rendimiento R&S®RTP combina una integridad de señal de clase alta con una velocidad de adquisición rápida. Los ASIC frontend personalizados y el hardware de procesamiento en tiempo real permiten mediciones de alta precisión con una velocidad sin precedentes en un factor de forma compacto.

6 Conclusión

Nuestro viaje comenzó con tres preguntas: ¿Qué está tratando de medir? ¿Qué es capaz de medir su osciloscopio? ¿Qué configuraciones asegurarán mediciones útiles? En la intersección de las respuestas, los atributos del alcance y las características de la señal están vinculados en múltiples dimensiones:

- ▶ Ancho de banda analógico versus frecuencia de muestreo ADC
- ▶ Ancho de banda versus contenido analógico
- ▶ Tiempo de subida frente al ancho de banda del sistema
- ▶ Efectos de filtrado de preamplificador (por ejemplo, deslizamiento suave o de brick wall)
- ▶ Frecuencia de muestreo de ADC versus representación de señal (por ejemplo, aliasing)
- ▶ Resolución vertical versus precisión
- ▶ Modos de disparo, configuraciones y capacidades

Como se describe aquí, considerando cuidadosamente estos atributos y sus interacciones lo ayudará a realizar mejores mediciones en una amplia variedad de situaciones.

Dentro de la línea de Rohde & Schwarz, nuestros osciloscopios están diseñados para adaptarse a sus requisitos y su presupuesto, desde el máximo valor hasta el máximo rendimiento. En toda la cartera, nuestro enfoque está en ofrecer innovación en osciloscopios que inspire confianza en las mediciones.

Rohde & Schwarz

El grupo de electrónica Rohde & Schwarz ofrece soluciones innovadoras en los siguientes campos comerciales: prueba y medición, transmisión y medios, comunicaciones seguras, ciberseguridad, monitoreo y pruebas de redes. Fundada hace más de 80 años, la empresa independiente con sede en Munich, Alemania, cuenta con una extensa red de ventas y servicio con ubicaciones en más de 70 países.

www.rohde-schwarz.com



Rohde & Schwarz México y latinoamerica

Contáctenos: +52 55 7990 7330

latinamerica@rohde-schwarz.com

www.rohde-schwarz.com/lat

Rohde & Schwarz customer support

www.rohde-schwarz.com/support

