

# R&S®RTO: Rapidez en la detección y el análisis de fallos gracias a tiempos ciegos mínimos

Artículo cedido por Rohde&Schwarz



Por Guido Schulze

*Elevadas velocidades de adquisición y los consiguientes tiempos ciegos breves son algunas de las características más destacadas de los osciloscopios digitales R&S®RTO. Gracias a ello, pueden detectar incluso fallos esporádicos rápidamente y su avanzado análisis de formas de onda proporciona resultados de alta fiabilidad estadística en un tiempo récord.*

## Tiempo ciego - el talón de Aquiles de los osciloscopios digitales

Hasta ahora, los usuarios de osciloscopios analógicos estaban acostumbrados a obtener una visualización de casi todos los detalles de una señal, ya que la capa de fósforo trazada por el haz de electrones en la pantalla "memorizaba", gracias al tiempo de persistencia, también fallos de señales esporádicos. En cambio, los osciloscopios digitales, debido al gran volumen de datos, necesitan mucho tiempo para su cálculo y la visualización de los puntos de las muestras captadas. Durante este tiempo, los instrumentos son "ciegos" ante la señal, lo que aumenta la probabilidad de que no detecten cambios de señal importantes que pueden ser la causa de fallos en una aplicación.

Estos volúmenes de datos tienen su razón de ser, ya que, por ejemplo, un convertidor A/D de 8 bits genera a una velocidad de muestreo de 10 Gmuestra/s una corriente de datos continua de 80 Gbit/s. Esta debe registrarse en tiempo real y depositarse en la memoria (fig. 1). Los diferentes puntos de muestra de la memoria son sometidos a funciones de procesamiento, medición y análisis, hasta que finalmente pueden representarse en la pantalla. A pesar de la innovación y el perfeccionamiento constantes de los procesadores en la actualidad, los tiempos ciegos que de ello se derivan son inevitables en los osciloscopios digitales, como los que se emplean por ejemplo en laboratorios de desarrollo.

La fig. 2 muestra el ciclo de adquisición típico de una forma de onda. Este se divide en el tiempo de adquisición activo y el tiempo ciego. Durante el tiempo de adquisición activo, el osciloscopio registra una cantidad definida de puntos de muestra y los archiva en la memoria. La duración del tiempo de adquisición depende de la cantidad de puntos de muestra y de la velocidad de muestreo seleccionada. Los datos son procesados y visualizados durante el tiempo ciego, el cual se compone de una parte de tiempo constante determinada por la arquitectura del sistema y otra variable. El tiempo ciego variable depende a su vez de la cantidad de puntos de muestra que deben procesarse y de los recursos necesarios para el cálculo de las fases de procesamiento seleccionadas, como interpolación, operaciones matemáticas, funciones de medición y de análisis. En la última etapa del periodo de tiempo ciego, el osciloscopio procesa las formas de onda gráficamente y las visualiza en la pantalla.

Una importante característica de los osciloscopios digitales es la relación entre el tiempo ciego y el tiempo empleado para un ciclo de adquisición. Esta puede definirse como relación de tiempo ciego o velocidad de adquisición de formas de onda:

$$\text{Relación tiempo ciego} = \frac{\text{Tiempo ciego}}{\text{Tiempo del ciclo de adquisición}}$$

$$\text{Velocidad de adquisición} = \frac{1}{\text{Tiempo del ciclo de adquisición}}$$

Tomando como ejemplo los osciloscopios convencionales, el tiempo de adquisición activo es de 100 ns (1000 muestras con una velocidad de muestreo de 10 Gmuestra por segundo) y el tiempo ciego de 10 ms (fig. 2). El ciclo de adquisición dura en este caso 10,0001 ms, la proporción de tiempo ciego es de 99,999 % y la velocidad de adquisición se eleva a 100 formas de onda por segundo. Dado que estos tiempos ciegos tan prolongados son inaceptables para muchas aplicaciones, Rohde&Schwarz ha desarrollado para los osciloscopios R&S®RTO una arquitectura optimizada para acortar el tiempo ciego.

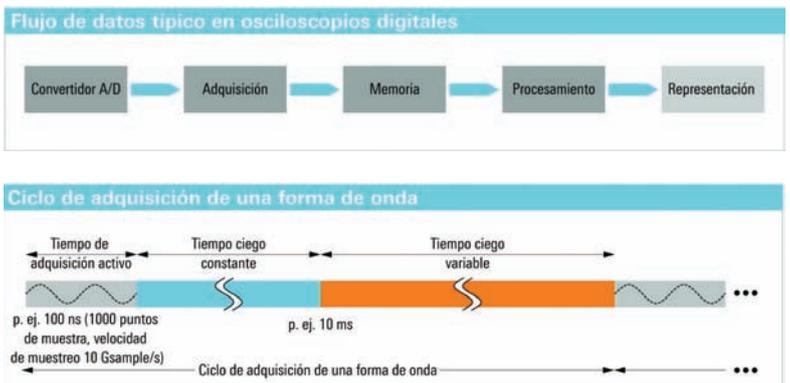
## Objetivo: alta velocidad de adquisición y tiempo ciego breve

Si se conocen los parámetros de errores de señal, pueden utilizarse condiciones de disparo especiales para el análisis más detallado. De lo contrario, será necesario aplicar un disparo estándar, como el tipo "edge", y observar la señal durante un tiempo prolongado en el modo de persistencia (fig. 3).

Con un porcentaje típico de tiempo ciego de más del 99 %, el usuario está supeditado a la repetición de los fallos de señal, puesto que cuanto más largo es el tiempo de medición, mayor es la probabilidad de que el fallo se presente durante un periodo de adquisición activo. El tiempo promedio de medición necesario se puede estimar mediante cálculos estadísticos.

Figura 1. El tiempo que transcurre desde el procesamiento de los grandes volúmenes de datos hasta que se visualizan las formas de onda provoca en los osciloscopios digitales un tiempo ciego, durante el cual es probable que no se detecten alteraciones de la señal que pueden ser significativas.

Figura 2. El ciclo de adquisición de los osciloscopios digitales se divide en tiempo de adquisición activo y tiempo ciego.



La probabilidad de que un fallo sea detectado y visualizado depende de la velocidad de adquisición, la tasa de errores, el tiempo de adquisición activo y el tiempo de medición:

$$P = 100 - 100 \times (1 - \text{Glitch Rate} \times T)^{\text{Velocidad de adquisición} \times t_{\text{Medición}}}$$

- P - Probabilidad de detección de fallos en %
- Glitch Rate - Tasa de repetición de fallos en 1/s
- T - Tiempo de adquisición activo o tiempo de visualización de formas de onda (puntos de muestra/velocidad de muestreo o puntos de muestra  $\times$  resolución o  $10 \times$  base de tiempo) en s
- Velocidad adquisición - Velocidad de adquisición del osciloscopio en formas de onda/s
- t - Medición Tiempo de medición u observación en segundos

La fig. 4 muestra la probabilidad de detección de fallos para diferentes velocidades de adquisición con una tasa de repetición de fallos de 10/s y el registro de 1000 puntos de muestra con una velocidad de muestreo de 10 Gmuestra/s.

El tiempo de medición necesario en términos estadísticos para una determinada probabilidad se calcula con la siguiente fórmula:

$$t_{\text{Medición}} = \frac{\lg(1 - \frac{P}{100})}{\text{Velocidad de adquisición} \times \lg(1 - \text{Glitch Rate} \times T)}$$

Velocidad de adquisición (formas de onda/s)	Tiempo de medición
100	19 h : 11 min : 08 s
10000	11 min : 31 s
100000	1 min : 09 s
1000000	7 s

La tabla de la fig. 5 muestra los tiempos de medición requeridos para diferentes velocidades de adquisición aplicados al ejemplo de la fig. 4.

### R&S@RTO: un millón de formas de onda por segundo

Los osciloscopios con una alta velocidad de adquisición, como el R&S@RTO de Rohde&Schwarz, tienen la ventaja de que permiten encontrar también eventos de señales esporádicas (que a menudo representan los fallos

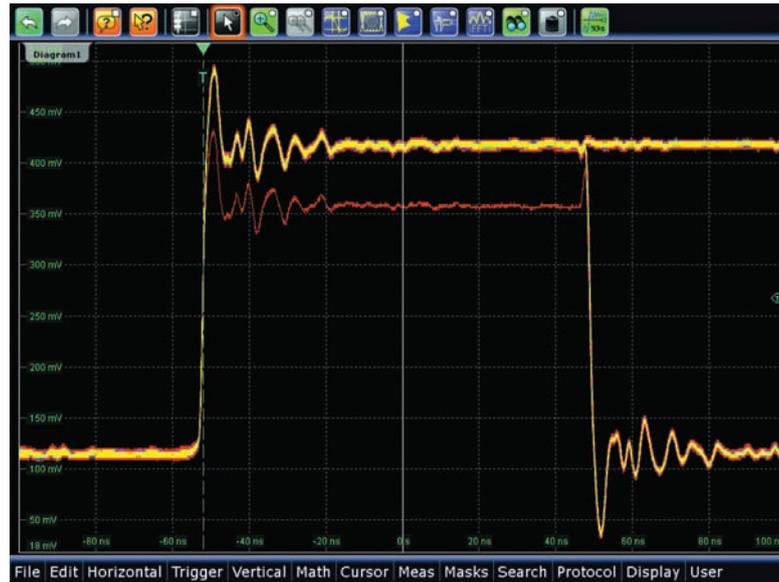


Figura 3. Una velocidad de adquisición elevada permite encontrar con rapidez fallos de señal esporádicos. En el modo de persistencia pueden identificarse fácilmente mediante la caracterización en color.

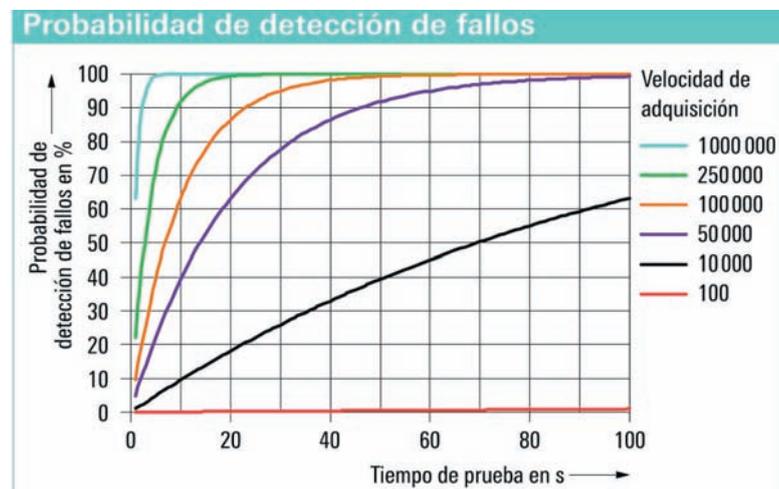


Figura 4. Probabilidad de detección de un fallo de señal con diferentes velocidades de adquisición (10 fallos/segundo, T = 100 ns; longitud de registro 1 kmuestra; 10 ns/Div).

críticos) y proporcionan resultados de gran fiabilidad estadística en poco tiempo con sus análisis de formas de ondas, como p.ej. pruebas de histograma o de máscara. Esto se debe a que, al contrario que otros osciloscopios del mercado, en los osciloscopios R&S@RTO una

gran parte de las funciones de análisis y medición están implementadas por primera vez en un ASIC altamente integrado (fig. 6). Además, incorporan rutas de procesamiento múltiples conectadas en paralelo que reducen drásticamente el tiempo ciego.

Figura 5. Tiempo promedio de medición para la detección de un fallo de medición con probabilidad del 99,9 % (T = 100 ns, glitch rate = 10/s).

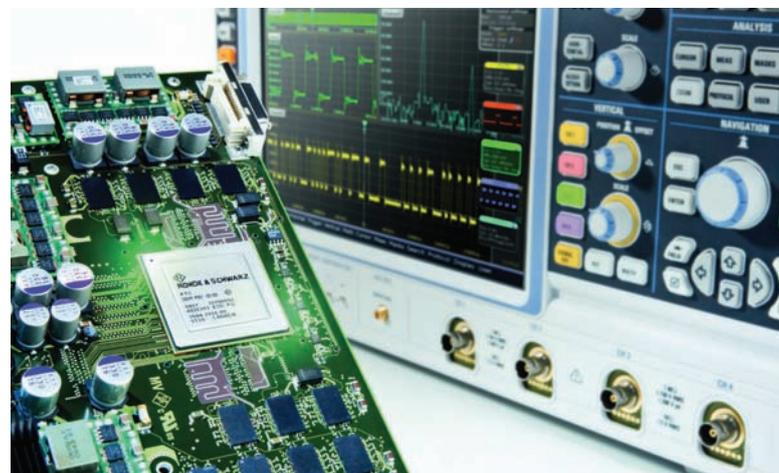


Figura 6. El ASIC de alta velocidad de los osciloscopios R&S@RTO de Rohde&Schwarz.

Figura 9. Los osciloscopios R&S@RTO permiten por primera vez realizar pruebas de máscara rápidas con una elevada seguridad estadística, gracias a su velocidad de adquisición máxima superior a 600000 formas de onda por segundo.

El ASIC soporta múltiples tareas de procesamiento de datos durante la adquisición, así como durante el análisis de muestras de forma de onda de la memoria (fig. 7). Para ello, el bloque de adquisición del ASIC debe almacenar los datos del convertidor A/D en tiempo real. El bloque de adquisición incluye nuevas funciones adicionales, tales como ajustes de filtro flexibles, funciones matemáticas sencillas como ADD, SUB e INV, y permite hasta tres funciones de decimación paralelas por canal de entrada (Sample, PeakDetect, HiRes, RMS).

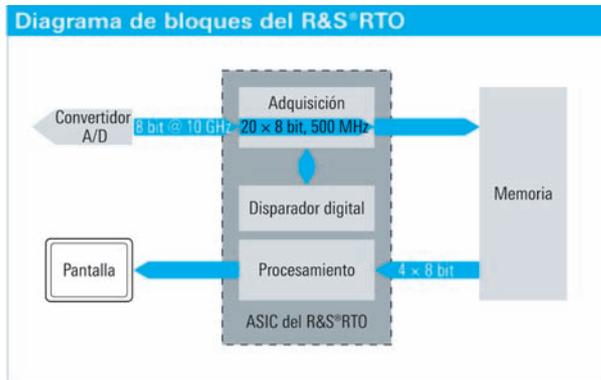


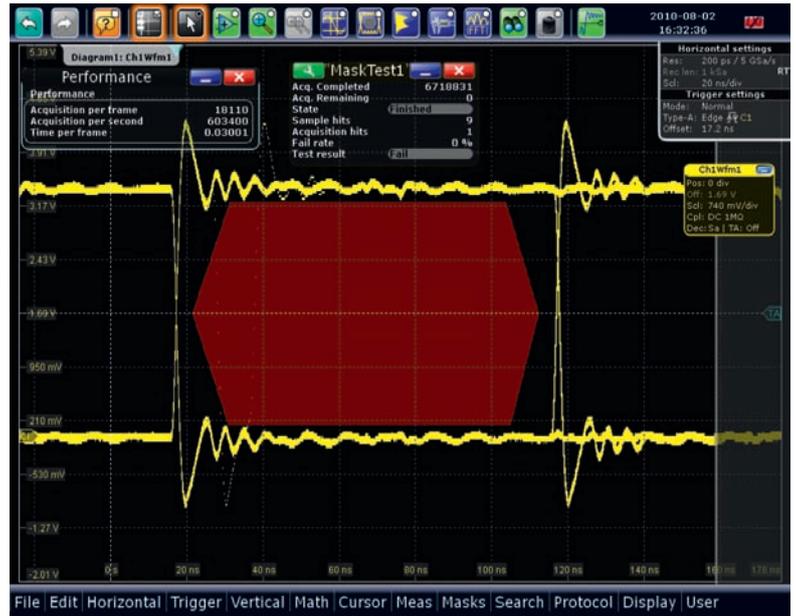
Figura 7. La arquitectura de los osciloscopios R&S@RTO reduce al mínimo el tiempo ciego, ya que integra las funciones de registro y procesamiento en un ASIC de alta velocidad.

Gran parte de las funciones de análisis del osciloscopio están implementadas en la etapa de procesamiento del ASIC, entre ellas la interpolación y aritmética de formas de onda, funciones matemáticas y funciones de medición y análisis como cursor, histograma y máscara. La gama de funciones del ASIC se completa con potentes controladores de memoria, el primer sistema de disparo digital en tiempo real y varios controladores gráficos.

La integración de tal variedad de funciones en el ASIC es la clave de la velocidad de adquisición máxima de un millón de formas de onda por segundo, líder de mercado. El circuito fabricado en tecnología de 90 nm se compone de 15 millones de puertas, tiene 1295 conexiones y trabaja con una frecuencia de reloj de 500 MHz.

Figura 8. Velocidades máximas de adquisición de los osciloscopios R&S@RTO con diferentes funciones de análisis.

Función de análisis	Velocidad de adquisición máx. (formas de onda/s)
Ninguna	> 1000000
Histograma	> 1000000
Prueba de máscara	> 600000
Medición de cursor	> 1000000
Zoom	> 500000



## Resultados rápidos también con las funciones de análisis

En el modo de operación estándar, los osciloscopios R&S@RTO ofrecen elevadas velocidades de adquisición sin restricciones. Pero la brevedad de los tiempos ciegos adquiere aún mayor importancia cuando se aplican funciones de medición y análisis complementarias. Si dichas funciones se realizan mediante software, el tiempo ciego se prolonga considerablemente, de modo que el osciloscopio necesita mucho tiempo para captar y procesar la cantidad requerida de formas de onda, indispensables para la obtención de resultados estadísticos útiles. Los osciloscopios R&S@RTO no presentan restricciones de este tipo. Sus funciones de análisis están implementadas en hardware, y su habilidad de llevar a cabo procesos de cálculo en paralelo permiten por primera vez mantener velocidades de adquisición elevadas, incluso cuando dichas funciones están activadas (fig. 8).

Esto puede apreciarse en la prueba de máscara, por ejemplo, utilizada entre otros para la evaluación de la calidad de la capa física de una interfaz de datos. Para conseguir unos resultados de valor informativo deben incluirse numerosas formas de onda. Los equipos disponibles hasta la fecha con velocidades de adquisición in-

feriores a 100 formas de onda por segundo en el modo de prueba de máscara necesitan largos tiempos de prueba. En cambio, en los osciloscopios R&S@RTO la velocidad de adquisición se mantiene a muy alto nivel gracias a la implementación en hardware de la función de prueba de máscara, y las alteraciones de máscara se localizan rápidamente y con toda fiabilidad (fig. 9).

## Resumen

Todos los osciloscopios digitales son "ciegos" durante un determinado periodo de tiempo. Los osciloscopios R&S@RTO, sin embargo, trabajan con tiempos ciegos minimizados gracias a la implementación de las funciones de adquisición y procesamiento en hardware. Esta extraordinaria cualidad ofrece ventajas decisivas para la depuración y permite obtener rápidamente resultados de gran fiabilidad estadística, incluso con funciones de análisis complejas.

Estas ventajas, combinadas con el innovador sistema de disparo digital, la elevada precisión de medida con etapas de entrada de bajo ruido y el convertidor A/D de un sólo núcleo con una velocidad de muestreo de 10 GHz, así como la interfaz del usuario intuitiva convierten a los osciloscopios R&S@RTO en una herramienta excelente para los laboratorios de desarrollo.