

# Análisis de pulsos de radar con el analizador de potencia de pico de la Serie 8990B de Agilent

Artículo cedido por Agilent Technologies

 **Agilent Technologies**  
www.agilent.com

Por Chris BP Lee de  
Agilent Technologies

*El pulso de radar es el factor más crítico del rendimiento de un sistema de radares y sus subcomponentes. Con el fin de diseñar un buen sistema de radares, es fundamental contar con una herramienta de medida precisa que permita realizar un análisis exacto de los pulsos de radar. Agilent Technologies ha presentado recientemente el nuevo analizador de potencia de pico de la Serie 8990B, un potente instrumento con el que se satisfacen los requisitos de velocidad, precisión y rendimiento necesarios para el diseño, la prueba y la validación de sistemas de radares. Este artículo describe las características principales del analizador de potencia pico de la Serie 8990B y explica en detalle las funciones de medida del instrumento y las ventajas que aporta al análisis de pulsos de radar. El artículo hace especial hincapié en la medida de tiempos de subida/bajada, una velocidad de muestreo elevada y la medida de la caída del pulso como factores esenciales para el análisis de pulsos de radar.*

Figura 1. Analizador de potencia de pico de la Serie 8990B de Agilent

Repasemos brevemente los aspectos generales del analizador de potencia de pico de la Serie 8990B. Este nuevo analizador presenta mejoras en varias especificaciones importantes en comparación con los analizadores de potencia de pico de las Series HP 8990A y 8991A, que han dejado de fabricarse. La Serie 8990B ofrece una precisión de medida de potencia típica del 4% en el dominio de tiempo. Esta función está complementada por una velocidad de muestreo de repetición de 1 gigamuestra por segundo (Gmuestra/s), lo que aporta una velocidad extremadamente elevada para medir un tiempo de subida/bajada mínimo de 5 nanosegundos (ns). El analizador de potencia de pico de la Serie 8990B incorpora una enorme pantalla táctil en color XGA de 15" con visualización a doble pantalla para ver una imagen ampliada en la ventana inferior. Además, permite realizar

15 medidas de caracterización de pulsos. El instrumento está diseñado con cuatro canales: dos para la medida de potencia de RF y otros dos para la medida de señales analógicas. Asimismo, incluye la función de calibración y puesta a cero internas. En concreto, la calibración y puesta a cero internas son características patentadas por Agilent que permiten que el instrumento se calibre y ponga a cero de forma automática sin tener que conectar el sensor de potencia a la referencia de potencia de 0 dBm a 50 MHz. La función de calibración y puesta a cero internas resulta útil para las calibraciones y las pruebas en entornos controlados.



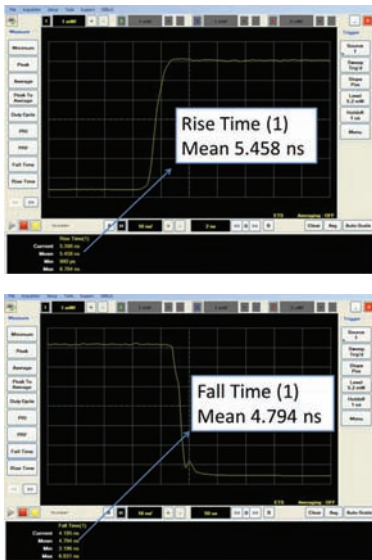
En el análisis de pulsos de radar, existen varios parámetros de prueba interesantes a la hora de probar las señales de los radares. Esta prueba es necesaria en aplicaciones como pruebas de amplificadores de potencia, módulos de transmisor/receptor (TR) de radar, transpondedores, carga útil de satélite y otras aplicaciones relacionadas. Entre los parámetros más frecuentes se incluyen el tiempo de subida/bajada, el intervalo de repetición de pulsos, la base y el tope del pulso, la anchura del pulso, la sobre-oscilación (overshoot), la caída del pulso, etc. Seleccionar el instrumento adecuado es básico para llevar a cabo medidas de pulso exactas como se ha indicado anteriormente, y la precisión del instrumento se convierte en uno de los factores clave que determinan la precisión que se conseguirá.

Al diseñar el transmisor de un radar, las distintas capacitancias, inductancias y cargas repercutirán sobre los tiempos de subida, los tiempos de bajada y la planitud del pulso que puedan obtenerse. Los tiempos de subida/bajada son importantes para definir la velocidad de conmutación de los pulsos del radar y para determinar el número de pulsos en un ancho de banda. Esos tiempos de subida/bajada más rápidos forman un pulso rectangular, y la gran precisión de los flancos de subida y bajada permite transmitir o recibir de inmediato el pulso siguiente. Por tanto, mejora la calidad de la señal y hace aumentar el rendimiento del radar.

El analizador de potencia de pico de la Serie 8990B es un instrumento de alta precisión que puede medir un tiempo de subida/bajada de 5 ns, lo que permite validar el diseño de conmutación de transmisión con un nivel de precisión adecuado. Se realizó una prueba para demostrar esta capacidad de medida. El objetivo de la prueba consistía en verificar el rendimiento óptimo de medida del tiempo de subida/bajada del analizador de potencia de pico de la Serie 8990B. Antes de realizar la prueba, era necesario generar el pulso, y su tiempo de subida/bajada debía ser más rápido que la limitación del instrumento, es decir, menos de 5 ns.

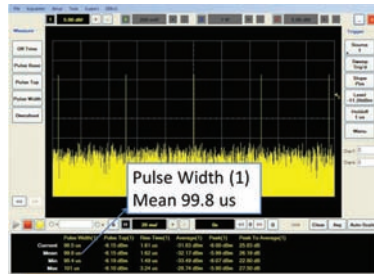
En la prueba se utilizó la fuente interna del generador de señales de alto rendimiento de la Serie E8257D de Agilent para producir un pulso preciso con rápidos flancos de subida y bajada. Se generaron y estabilizaron los pulsos durante segundos para obtener un tren de pulsos constante con una anchura de pulsos distribuida uniformemente. Los pulsos se verificaron empleando un osciloscopio digital de alto rendimiento que medía tiempos de subida y de bajada de 3,8 ns. A continuación, se conectó el analizador de potencia de pico de la Serie

8990B al generador de señales de alto rendimiento con los sensores de potencia de banda ancha de la Serie N1923A. El sistema se configuró estableciendo la frecuencia a 1 GHz y el intervalo de repetición de pulsos a 100  $\mu$ s con una anchura de pulso del 50%. El pulso se convirtió en estático mediante un disparo interno, y los resultados que aparecieron en pantalla fueron de 5,458 ns para el tiempo de subida (véase la figura 2) y de 4,794 ns para el tiempo de bajada (véase la figura 3). Por consiguiente, de la prueba se concluye y queda demostrado que el instrumento cuenta con la precisión y la competencia adecuadas para medir tiempos de subida/bajada de 5 ns a la vez que realiza medidas de potencia.



El analizador de potencia de pico de la Serie 8990B ofrece una elevada velocidad de muestreo de 100 megamuestras por segundo (Mmuestra/s). Una velocidad de muestreo más elevada mejora la adquisición de datos de una señal de pulsos en un periodo de tiempo determinado y permite obtener una medida más precisa que la conseguida con una velocidad de muestreo baja.

Se realizó otro estudio para demostrar la diferencia de rendimiento entre dos velocidades de muestreo distintas (100 Mmuestra/s y 50 Mmuestra/s). A una velocidad de muestreo de 100 Mmuestra/s y con una configuración de tren de pulsos con una anchura



de pulso de 100  $\mu$ s, se generó un intervalo de repetición de pulsos de 50 ms que se capturó con precisión en la pantalla, que usaba una configuración de 20 ms/div. Los pulsos se visualizaron con absoluta claridad y se midió con precisión la anchura de los pulsos, que fue de 98,5  $\mu$ s. Cuando se miden de forma continua muchos pulsos, una velocidad de muestreo elevada permite capturar la señal discreta en todos y cada uno de los pulsos, por estrechos que sean (véase la figura 4).

Por el contrario, cuando se usó un contrario, cuando se usó una velocidad de muestreo de tan solo 50 Mmuestra/s para la señal de pulsos exacta que se ha mencionado anteriormente, se perdió un 50% de los detalles de la señal. La medida de la anchura del pulso cayó hasta los 80  $\mu$ s (la configuración real es de 100  $\mu$ s). La precisión de la medida de la potencia también empeoró entre un 30% y un 50%, en función del nivel de la señal. Así, en este estudio se concluyó que la velocidad de muestreo elevada de 100 Mmuestra/s es fundamental para medir pulsos que incorporan señales discretas, en especial si múltiples pulsos se transmiten en continuo.

Para probar pulsos largos en un módulo de TR, un amplificador de radar u otros componentes de radar, siempre hay que tener en cuenta la variación de potencia. La caída del pulso es el parámetro de prueba que se utiliza para medir el descenso desde el tope del pulso durante un breve periodo de tiempo,

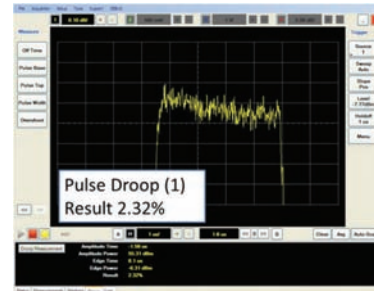


Figura 4. Medida de anchura de pulso a una velocidad de muestreo elevada de 100 Mmuestra/s

Figura 6. Medida de la caída del pulso

lo que permite observar la distorsión de un pulso rectangular de tope plano. La medida de la caída del pulso determina la calidad de la señal del pulso, garantizando que la potencia del pulso se mantiene en un nivel previsto.

En el analizador de potencia de pico de la Serie 8990B, la medida de la caída del pulso se realiza de forma automatizada cada vez que se recibe un pulso. El análisis de los pulsos y el cálculo de los resultados se llevan a cabo siguiendo los estándares del IEEE. El resultado de las medidas se muestra como porcentaje, y en la misma pantalla se ven los parámetros de tiempo de amplitud, potencia de amplitud, tiempo de los flancos y potencia de los flancos (véase la figura 6).

La medida automatizada de la caída del pulso hace que resulte

Figura 2. Medida de tiempo de subida de 5 ns

Figura 3. Medida de tiempo de bajada de 5 ns

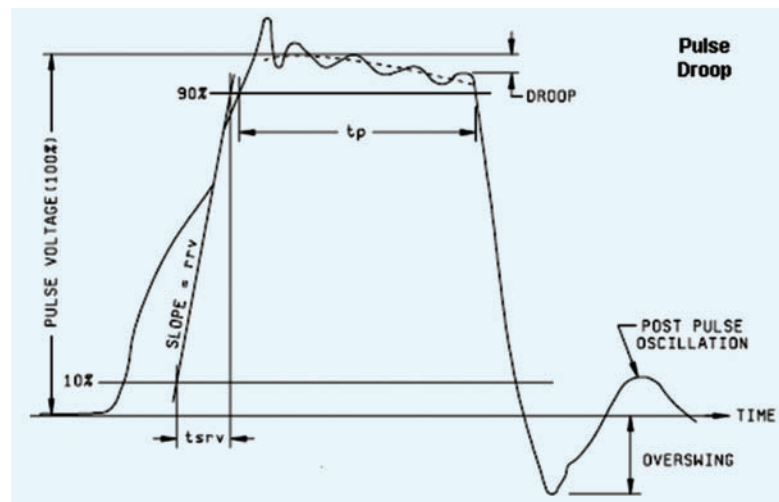


Figura 5. Gráfico explicativo de la caída del pulso

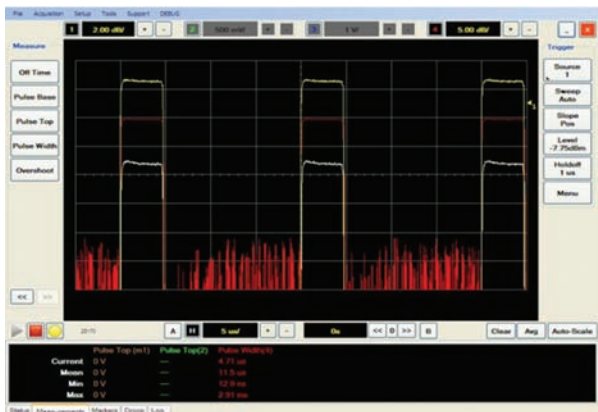


Figura 7. Visualización a doble pantalla

Figura 8. Medida de espaciado entre pulsos con un tren de pulsos largos

Figura 9. Medida de retraso de pulsos entre dos pulsos

Figura 10. Medida de ganancia de pulsos



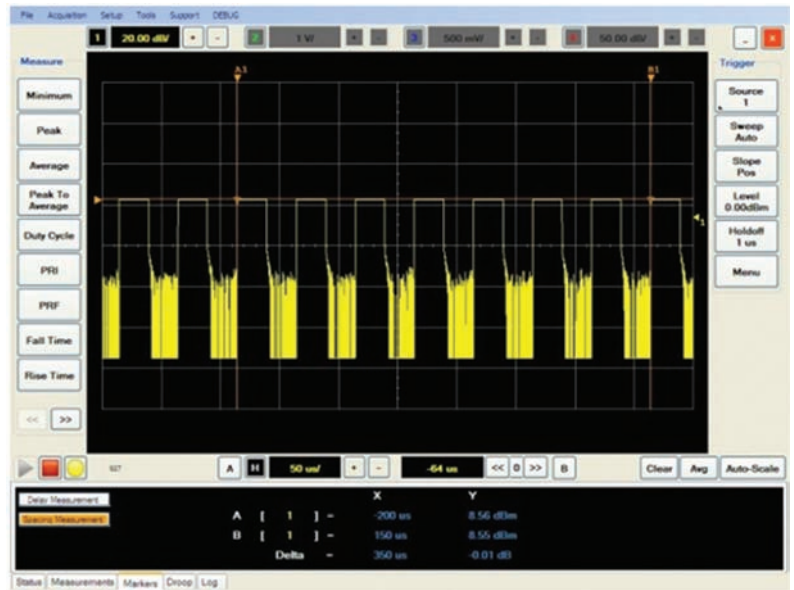
más práctico analizar la variación de potencia de los pulsos de radar. Esta medida no es tan complicada, en especial si se compara con los métodos más antiguos, como el control manual de los marcadores o la utilización de distintos instrumentos. Ahora basta con pulsar un botón para obtener la lectura.

El analizador de potencia de pico de la Serie 8990B incorpora una pantalla XGA de 15 pulgadas. Se trata de una pantalla LCD táctil de alta resolución. Gracias a esta gran pantalla, se pueden visualizar con claridad las señales de los pulsos. Además, integra paneles con teclas programables y 15 medidas de caracterización de pulsos. A la izquierda se muestran unos ejemplos de esas medidas.

Es evidente que todas las medidas anteriores se realizan utilizando sensores de potencia. El analizador de potencia de pico de la Serie 8990B se complementa con dos nuevos sensores de potencia de banda ancha, el N1923A y el N1924A, que han sido diseñados específicamente para trabajar con el analizador 8990B. Los sensores de potencia de banda ancha incorporan un ancho de banda de

vídeo de 150 MHz que permite medir tiempos de subida/bajada mínimos de 5 ns (tiempo de subida/bajada del sistema). Las frecuencias van desde 50 MHz hasta 40 GHz (en función del sensor) y admiten un rango dinámico de entre -35 dBm +20 dBm. Además, el analizador de potencia de pico de la Serie 8990B es compatible con los sensores de potencia de las

- (i) medida de tiempos de subida/bajada de 5 ns;
- (ii) medida a una velocidad de muestreo elevada de 100 Mmuestra/s, y
- (iii) medida de la caída del pulso. Además, se han incluido algunas pruebas de ejemplo utilizando la pantalla grande. Estas funciones son importantes para el análisis de



Series P N1921A y N1922A para el análisis de pulsos de radar y con la familia de sensores de potencia USB conectables de la Serie U2000 para la medida de la potencia media.

En este artículo se han estudiado las características y tres casos de funciones de medida de este dispositivo:

pulsos de radar y le ayudarán a diseñar sistemas de radares mejores.

Si desea obtener más información, el analizador de potencia de pico de la Serie 8990B de Agilent, incorpora muchas otras funciones que podrá descubrir visitando la página: [www.agilent.com/find/peakpoweranalyzer](http://www.agilent.com/find/peakpoweranalyzer)