

Valores óptimos del ancho de banda y la velocidad de muestreo del osciloscopio

cuanto más pueda ver, más problemas podrá resolver

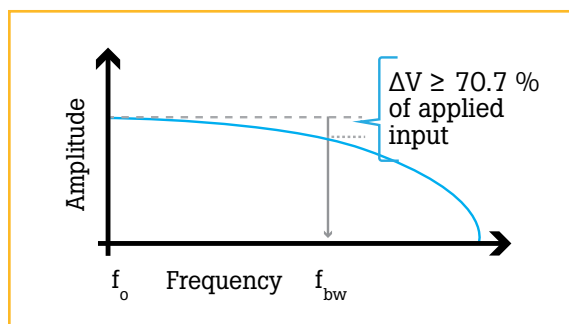
Nota de aplicación

Esta nota de aplicación estudia la frecuencia de la señal y el tiempo de subida del flanco del pulso para comprender mejor su influencia sobre la señal mostrada en un osciloscopio de almacenamiento digital.

¿Qué es el ancho de banda?

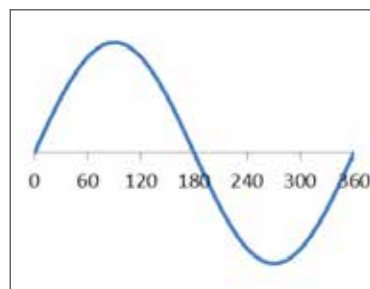
Para contextualizar, debemos plantearnos previamente qué es un osciloscopio. Un osciloscopio es un dispositivo que capta y representa gráficamente un cambio en la señal eléctrica a lo largo del tiempo en su verdadera forma original. La pantalla se calibra para representar una tensión (eje vertical) a lo largo del tiempo (eje horizontal). Como la tensión cambia a lo largo del tiempo, el número de cambios (ciclos) a lo largo del tiempo puede representarse como una frecuencia. $F = 1/\text{tiempo}$ (hercios). Al igual que con la capacidad auditiva, la capacidad de los osciloscopios para reproducir con precisión la tensión de la señal a lo largo del tiempo disminuye a medida que aumenta la frecuencia. Por lo tanto, la pregunta fundamental ahora es cuál es el número máximo de ciclos (eventos que se repiten) que un osciloscopio puede reproducir gráficamente en su verdadera forma original. La respuesta a esta pregunta es la especificación del ancho de banda del osciloscopio.

A medida que aumenta la frecuencia, disminuye la capacidad de los osciloscopios de reproducir con precisión la verdadera amplitud de la señal. Los fabricantes especifican el ancho de banda como la frecuencia más alta en la que una entrada sinusoidal que se reproduce en la pantalla está atenuada en un máximo del 70,7% de la verdadera amplitud de la señal, conocida como el punto de 3 dB. En otras palabras, el ancho de banda es la frecuencia máxima a la cual la señal mostrada sigue superando el 70,7% de la amplitud real de la señal que se aplica (o 0,707 veces).

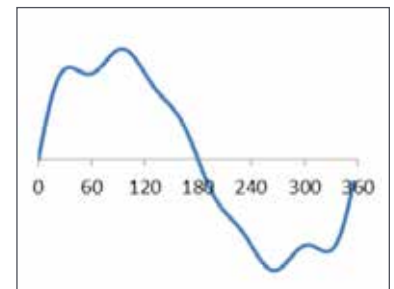


Captura de una onda sinusoidal

Para capturar una onda sinusoidal en su forma más pura, sin ningún tipo de distorsión, solo haría falta un osciloscopio con un ancho de banda de entrada de una frecuencia de magnitud superior a la frecuencia de la onda sinusoidal medida. Pese a los componentes digitales de alta tecnología actuales, los ingenieros y técnicos siguen preocupados por la forma de la onda en general, su amplitud, tiempo y presencia de interferencias. Seleccionar el osciloscopio adecuado puede marcar la diferencia entre disponer de toda la información necesaria y pasar por alto detalles fundamentales. Aunque pueda pensar que la señal comprobada es buena, en realidad es posible que no vea todo lo que realmente está relacionado con esa forma de onda.

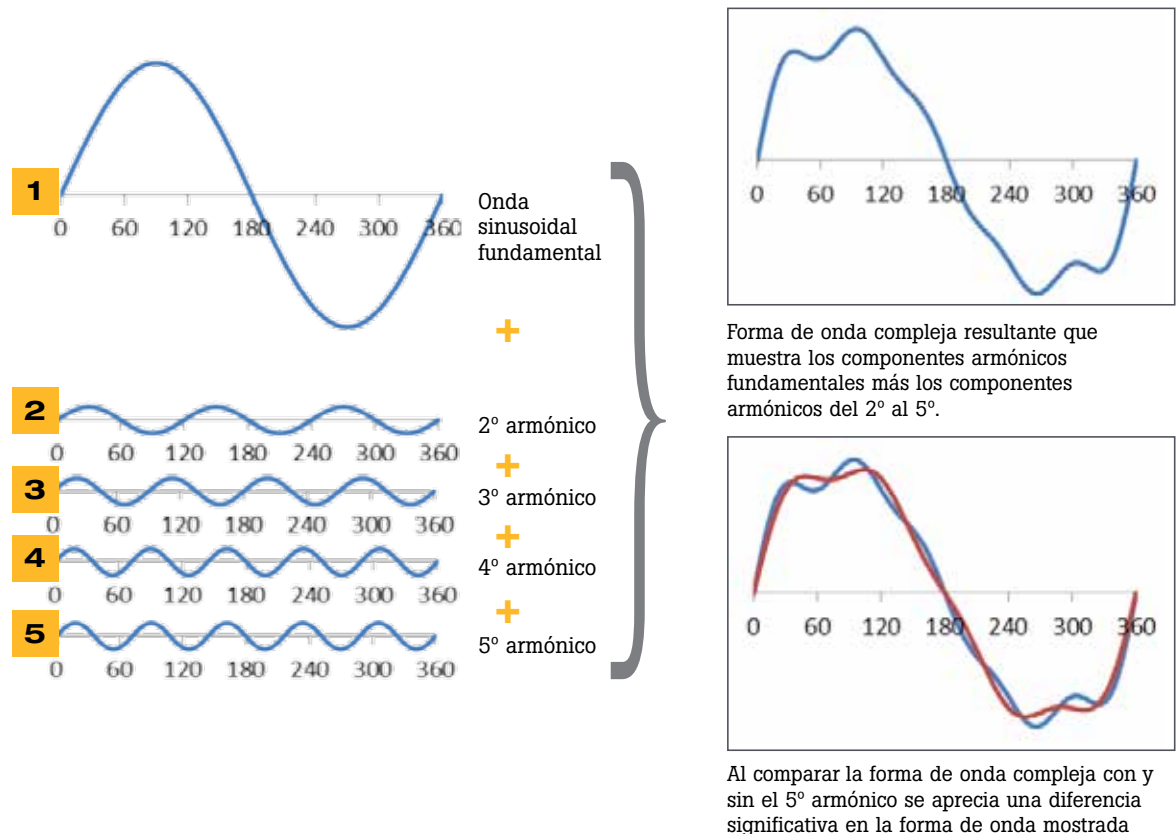


Onda sinusoidal en su forma más pura representada matemáticamente como $y(t) = A \sin(\omega t + \theta)$



Onda sinusoidal distorsionada que se ha creado por la suma de algunos componentes armónicos

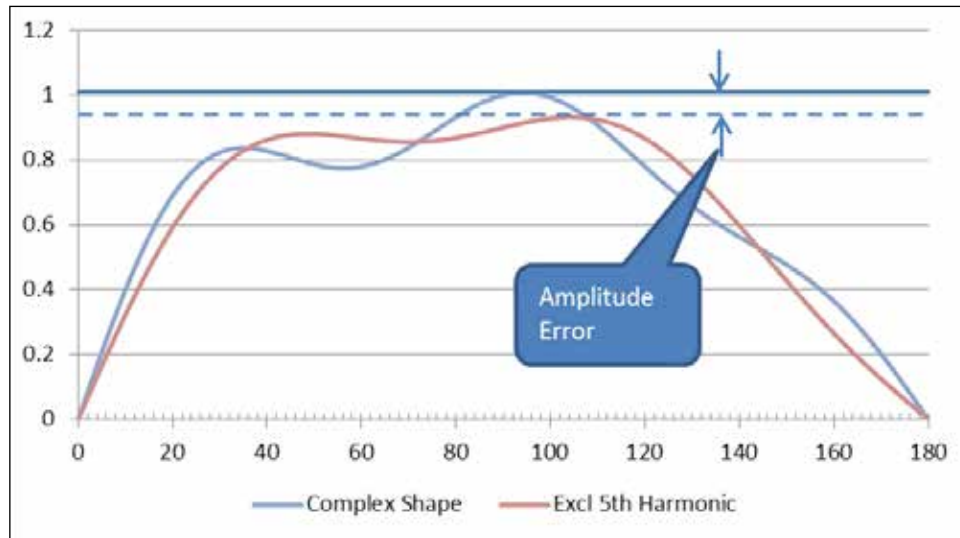
En el caso de una forma de onda compleja que se repite o de una onda sinusoidal que se ha distorsionado, la forma de la onda se puede representar matemáticamente mediante la suma de todos los armónicos o componentes de frecuencia. Con una hoja de cálculo podemos trazar el gráfico de cada componente $[y(t) = A \sin(\omega t + \theta)]$ junto con la suma de cada componente para realizar comparaciones visuales sencillas que nos permitan conocer la influencia del ancho de banda del osciloscopio.



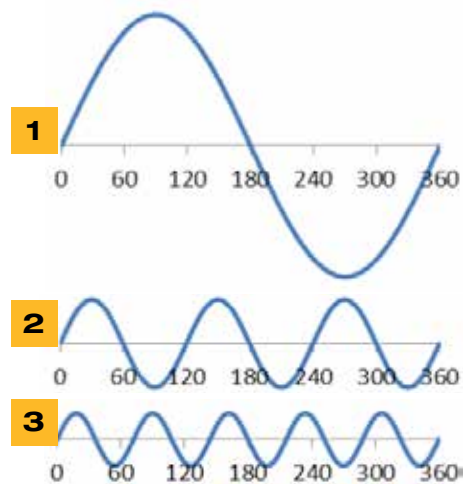
Al comparar la forma de onda compleja resultante con y sin el quinto componente armónico se aprecia una diferencia significativa en la forma de onda mostrada. Como resultado, la regla general a la hora de seleccionar un osciloscopio con un ancho de banda es que sea cinco veces mayor que la frecuencia de la onda sinusoidal medida.

Ancho de banda del osciloscopio \geq Componente de frecuencia más alto de la señal x5

Además de la diferencia en la forma de la onda en general, un ancho de banda de osciloscopio inapropiado puede dar lugar a errores en el nivel de amplitud mostrado. Al comparar un osciloscopio que cuente con un mínimo de cinco veces el ancho de banda de la frecuencia fundamental con otro solo cuatro veces mayor, la diferencia se muestra en los picos de amplitud. En este caso se calculó un error del 7%.



A continuación debe tener en cuenta la influencia de la velocidad de muestreo en el eje de tiempo horizontal. En los circuitos de pulsos digitales o analógicos, las medidas más comunes que definen la calidad de una onda cuadrada o de los pulsos son el ancho de pulso, el tiempo de subida o la variación de la tensión a lo largo del tiempo (dV/dt). Una onda cuadrada con un flanco rápido se puede representar mediante la suma de un número infinito de ondas sinusoidales de armónicos impares.



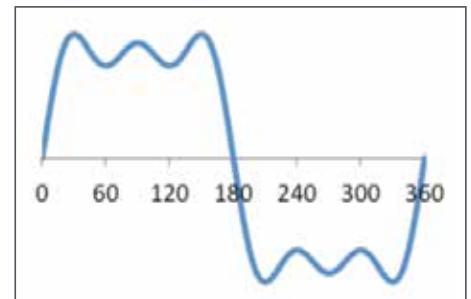
1
Onda sinusoidal fundamental

+

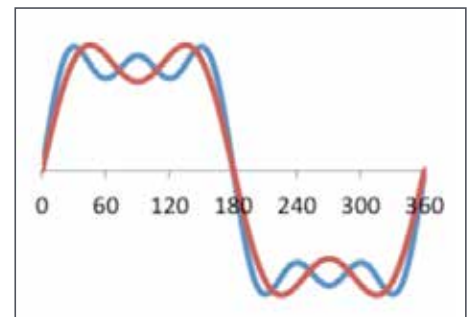
2
3° armónico

+

3
5° armónico



Una onda cuadrada como resultado de la suma de 5 componentes armónicos impares



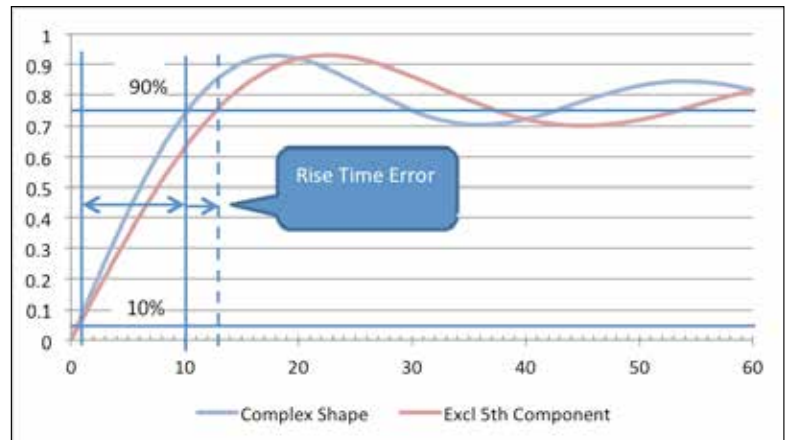
Al comparar los pulsos con y sin el 5° componente se aprecia una diferencia significativa en la forma de onda mostrada y el ritmo.

Un osciloscopio debe ofrecer un tiempo de subida y de bajada lo suficientemente rápido como para capturar y mostrar con precisión los flancos iniciales o finales, así como reflejos, transitorios u otras anomalías habituales. Al comparar una forma de onda que solo incluye componentes armónicos se muestran claramente las distintas maneras en las que el osciloscopio puede mostrar la forma y los flancos. Esta diferencia puede conducir a errores significativos en la forma de onda mostrada. El tiempo de subida de un osciloscopio de almacenamiento digital depende del circuito de entrada analógica y de la velocidad de muestreo del convertidor A/D. Como regla general, se selecciona un osciloscopio con un tiempo de subida equivalente a una quinta parte del tiempo de subida de la onda sinusoidal medida.

Tiempo de subida del osciloscopio ≤ Tiempo de subida más rápido de la señal x1/5

Al ampliar para inspeccionar el flanco de señal utilizando un osciloscopio con un tiempo de subida de menos de una quinta parte del tiempo de subida

de la señal comprobada se muestra un error de tiempo de subida que puede llegar a ser del 33%. La relación entre el tiempo de subida y el ancho de banda también puede evaluarse mediante otra fórmula de uso habitual: tiempo de subida=0,35/ ancho de banda. Esta fórmula probada tiene en cuenta la respuesta de frecuencia de los osciloscopios normales de 1 GHz o menos. Además de los errores adicionales de las sondas, deben incluirse en el análisis la señal comprobada y el osciloscopio utilizado en toda la cadena de medida.



Los modernos dispositivos industriales y comerciales, como sistemas de diagnóstico por imagen en medicina, radares, sistemas de comunicación digital e inversores de potencia, utilizan microprocesadores y dispositivos de conmutación semiconductores que funcionan con unas velocidades del reloj en el rango de 100 megahercios o generan pulsos digitales que funcionan con tiempos de subida y bajada del orden de 10 nanosegundos. Además de las rápidas velocidades de funcionamiento, estos dispositivos están sometidos a la influencia de las EMI y a las condiciones ambientales de funcionamiento que pueden provocar cambios de impedancia, desequilibrios y distorsión que den lugar a un funcionamiento inadecuado del dispositivo. El uso de un osciloscopio con un ancho de banda y un tiempo de subida suficiente puede marcar la diferencia entre determinar rápidamente la causa o no. Recuerde siempre que un osciloscopio con un tiempo de subida más rápido y un mayor ancho de banda capturaré y mostrará con mayor precisión la verdadera forma de la onda y los detalles importantes como el ruido de la señal, la distorsión o los picos de transitorios o reflejos.

Conclusión

Los ingenieros y técnicos afrontan retos a diario al realizar medidas en equipos electrónicos modernos de alta velocidad y sistemas industriales de potencia. Algunas de estas medidas requieren la manipulación de tensiones altas y corrientes que funcionan en frecuencias altas, con flancos rápidos que contienen distorsiones armónicas u otras anomalías de señales rápidas. Es posible que los osciloscopios de banco dispongan del suficiente ancho de banda y las velocidades de muestreo necesarias, pero no son portátiles, seguros ni disponen de canales aislados. Sin embargo, el nuevo Fluke 190-504 cuenta con ambas ventajas: un instrumento portátil de mano de 4 canales, aislado eléctricamente, con 500 MHz de ancho de banda y 5 GS/s de velocidad de muestreo. Este instrumento permite a ingenieros y técnicos realizar medidas de alta velocidad de forma rápida, precisa y segura.

Fluke. *Keeping your world up and running.*®

Fluke Corporation
PO Box 9090, Everett, WA 98206 EE.UU.

Fluke Europe B.V.
PO Box 1186, 5602 BD Eindhoven, Países Bajos

Para obtener más información, póngase en contacto con:

En EE.UU. (800) 443-5853 o Fax (425) 446-5116
En Europa / Medio Oriente / África +31 (0) 40 2675 200 o Fax +31 (0) 40 2675 222
En Canadá (800)-36-FLUKE o Fax (905) 890-6866
En España:+34 91 4140100 o fax +34 91 4140101
Desde otros países +1 (425) 446-5500 o fax +1 (425) 446-5116
Web: <http://www.fluke.com>

©2010-2013 Fluke Corporation. Información sujeta a modificación sin previo aviso. Impreso en EE.UU. 4/2014 4252284b-es

No está permitido modificar este documento sin autorización por escrito de Fluke Corporation.