

► **Application Note**

Digitizer als Oszilloskop

Wann kann man einen Digitizer als Oszilloskop einsetzen und worin besteht der Unterschied zwischen einem Digitizer mit Oszilloskop-Funktion und einem ohne? Das ist eine gute Frage. Am besten wirft man zunächst einen Blick auf die Definition eines Oszilloskops in einem Lexikon:

„Ein elektronisches Instrument zur Messung sich ändernder elektrischer Spannungen. Es zeigt die Signalformen elektrischer Schwingungen auf einem Bildschirm an.“

Ein Digitizer in Kombination mit einer entsprechenden Software kann dieselbe Aufgabe erfüllen. Er zeichnet die Signalform einer elektrischen Spannung auf und zeigt sie auf einem Bildschirm an. Der größte Unterschied besteht darin, dass ein Oszilloskop in der Regel ein eigenständiges Gerät mit einer integrierten Anzeige ist. Ein Digitizer hingegen ist eine Systemkomponente, die die Signalform einer elektrischen Spannung aufzeichnet, speichert und mithilfe einer zusätzlichen Software die Daten auf einem Bildschirm anzeigt. Die Antwort lautet also: Ja, ein Digitizer kann als Oszilloskop verwendet werden. Daraus ergeben sich zwei weitere Fragen:

1. Warum sollte man einen Digitizer anstelle eines Oszilloskops verwenden?
2. Aufgrund welcher Eigenschaften eignet sich ein Digitizer als Ersatz für ein Oszilloskop?

Warum sollte man einen Digitizer anstelle eines Oszilloskops verwenden?

Die Antwort auf diese Frage lautet: Weil Digitizer eine höhere Anzahl an Eingangskanälen unterstützen können. Digitizer von Spectrum bieten z.B. bis zu 16 Kanäle bei einer einzelnen Digitizer-Karte und bis zu 256 Kanäle, wenn bis zu 16 Karten über einen Star-Hub miteinander verbunden werden. Dies stellt einen wesentlichen Vorteil gegenüber Oszilloskopen dar, die in der Regel auf weniger als acht Kanäle je Instrument beschränkt sind.

Digitizer bieten zudem mehrere Kanäle bei kleinerem Formfaktor. Vergleicht man einen Digitizer von Spectrum mit acht Kanälen mit einem Oszilloskop mit acht Kanälen, erkennt man den Unterschied sehr schnell. Die Digitizer-Karte ist so klein, dass sie bei den meisten modernen PCs direkt in einen freien PCIe-Steckplatz gesteckt werden kann. Digitizer bieten



Bild 1: Spectrums PCIe und LXI Digitizer beinhalten die notwendigen Hardware- und Softwareeigenschaften um als Oszilloskop genutzt zu werden.

► **Application Note**

zudem einen erheblichen Vorteil, was ihre deutlich geringere Stromaufnahme bei gleicher Anzahl an Kanälen angeht.

Ein weiterer Punkt, den es zu betrachten gilt, ist die vertikale Auflösung. Oszilloskope bieten eine maximale Auflösung von 8 bis 12 Bit, während schnelle Digitizer eine Auflösung von 8 bis 16 Bit ermöglichen. Zu beachten ist, dass die Auflösung abhängig ist von der Bandbreite. Ein Vergleich muss daher immer zwischen Instrumenten identischer Bandbreite erfolgen.

Wenn Sie Daten mit einer hohen Datenübertragungsrate zur Verarbeitung auf einen PC übertragen müssen, ist der Digitizer die beste Wahl. Digitizer vom Typ M4i von Spectrum können Daten mit bis zu 3,4 GB/s über den PCIe-Bus übertragen. Eigenständige Oszilloskope hingegen nutzen in der Regel deutlich langsamere Schnittstellen wie USB oder LAN. Daher stehen die Daten des Digitizers um Zehnerpotenzen schneller zur Verfügung als die des Oszilloskops. Der Digitizer ist somit das ideale Messgerät, wenn es um individuelle Signalverarbeitung und Datenanalyse geht.

Eine anderer Punkt ist die Anforderung, Messungen aus der Ferne vornehmen zu können. Netzwerkbasierte Digitizer wie die digitizerNETBOX von Spectrum bieten eine LXI-Steuerung und -Datenübertragung, sodass sich der Digitizer in großer Entfernung zum eigentlichen Messort befinden kann. Der Einsatz eignet sich daher besonders, wenn Daten eines Messinstruments von einem sicheren Kontrollraum, von einem Büro oder einem anderen Standort des Unternehmens aus, der in das LAN eingebunden ist, angezeigt werden müssen oder das Messinstrument von dort gesteuert werden muss.

Vorteile Digitizer	Vorteile Oszilloskop
Man kauft nur, was man wirklich brauchen – ein System mit einem oder vielen Kanälen, das man bei Bedarf erweitern kann.	Insgesamt höhere verfügbare Bandbreite (diese hat ihren Preis)
Höhere verfügbare vertikale Auflösung je Bandbreite	Hoch interaktive Anzeige und Bedienung (Touchscreens, Bedienelemente an der Gerätevorderseite)
Kleines, kompaktes Instrument mit geringem Stromverbrauch	Zahlreiche kompatible Tastköpfe
Hohe Datenübertragungsrate	Zahlreiche integrierte Mess- und Analysetechniken verfügbar (diese haben ihren Preis)
Geringe Kosten pro Kanal	
Individuell anpassbare Messungen und Analysen (benutzerprogrammierbare Software und Software Dritter)	

Tabelle 1: Vergleich der Vorteile von Digitizern und Oszilloskopen

Der Digitizer ist eine erweiterbare Systemkomponente. Die Anzahl der Kanäle und die Konfiguration eines Digitizers lassen sich einfach anpassen. Durch den Austausch von Karten oder die Erweiterung durch zusätzliche Karten können Sie die verfügbare Bandbreite, die Abtastrate sowie die Aufzeichnungslänge ändern. Im Gegensatz dazu ist das Oszilloskop ein Messinstrument mit relativ unveränderlicher Konfiguration.

In Tabelle 1 sind die Vorteile von Digitizer und Oszilloskop einander gegenübergestellt.

Aufgrund welcher Eigenschaften eignet sich ein Digitizer als Ersatz für ein Oszilloskop?

Hunderte Digitizer-Modelle und -Konfigurationen stehen zur Auswahl. Sobald man seine Anforderungen hinsichtlich der Anzahl der Kanäle und der Bandbreite definiert hat, gilt es, noch weitere Punkte zu berücksichtigen, wenn man den Austausch eines Oszilloskops durch einen bestimmten Digitizer in Erwägung zieht.

► Application Note

Als erstes sollte die Abtastrate betrachtet werden. Ist sie unveränderlich oder ermöglicht das Gerät die Auswahl verschiedener Abtastraten? Oszilloskope ermöglichen die Auswahl verschiedener Abtastraten, sodass Signale unterschiedlicher Frequenzen angezeigt werden können. Auch ein Digitizer, der ein Oszilloskop ersetzen soll, sollte diese Möglichkeit bieten. In der Regel sollte die Abtastrate dem Vier- bis Fünffachen der Bandbreite entsprechen, damit Signalformen präzise und mit steilen Flanken digitalisiert werden können. Die Digitizer von Spectrum bieten eine auf einer programmierbaren Phasenregelschleife (engl. phase-locked loop, PLL) basierende Zeitbasis. Sie können sogar zusätzlich einen externen Taktgeber oder einen externen Referenztakt verwenden, wenn die Abtastrate von einer anderen Quelle aus gesteuert oder synchronisiert werden soll.

Die Größe des Aufzeichnungsspeichers bestimmt die maximale Dauer einer Aufzeichnung, die ohne Absenkung der Abtastrate vorgenommen werden kann. Digitizer vom Typ M4i von Spectrum bieten serienmäßig bis zu 4 GSamples Speicher für Messwerte, was etwa dem Vierfachen des maximalen Speicherplatzes eines High-End-Oszilloskops entspricht. In der Praxis bedeutet das, dass mit einem Digitizer längere Signalformen aufgezeichnet werden können, ohne die Abtastrate absenken zu müssen (und dadurch wertvolle Zeitauflösung zu verlieren).

Als Oszilloskop eingesetzte Digitizer müssen zudem eine flexible Konfiguration des Vorverstärkers ermöglichen. Die 14- und 16-Bit-Digitizer der Baureihe M4i.44xx von Spectrum bieten sowohl 50 Ω - als auch 1 M Ω -Eingänge an ihren Standard-Eingängen sowie einen 50 Ω -Hochfrequenz-Eingangspfad mit sehr hoher Signalintegrität. Beide Eingangspfade bieten mehrere Eingangsbereiche – genau wie ein Oszilloskop.

Oszilloskope bieten Echtzeit- und segmentierte Aufzeichnungsmodi. Der sequenzielle Modus ermöglicht eine Segmentierung des Aufzeichnungsspeichers und bei Anwendungen, bei denen mehrere Ereignisse aufgezeichnet werden müssen, ermöglicht er die Verringerung der Totzeiten zwischen den Aufzeichnungen (Re-Arm-Zeit zwischen Ereignissen). Digitizer bieten in der Regel verschiedene Aufzeichnungsmodi. Die Digitizer vom Typ M4i von Spectrum bieten einen Ring-Buffer-Modus mit Zwischenspeicher (ähnlich der Echtzeitaufzeichnung eines Oszilloskops), einen FIFO- oder Streaming-Modus, einen Multiple-Recording-Modus (Segmentaufzeichnung), einen Gated-Sampling-Modus sowie einen Modus mit doppelter Zeitbasis (ABA), bei dem eine langsame kontinuierliche Aufzeichnung mit einer schnellen Aufzeichnung bei Triggerereignissen kombiniert wird. In diesen zahlreichen Aufzeichnungsmodi ist die Re-Arm-Zeit kurz. Bei den 8-Bit-Digitizern M4i.22xx von Spectrum beträgt die Dauer gerade einmal 64 ns bei 5 GS/s. Das ist deutlich kürzer als die Re-Arm-Zeit von 1 μ s bei den meisten Oszilloskopen. Diese verschiedenen Aufzeichnungsmodi ermöglichen dem Benutzer die Konfiguration des Digitizers mit dem Ziel einer optimalen Nutzung des Aufzeichnungsspeichers bei unterschiedlichen Anwendungen.

Beim Triggern wird die Datenaufzeichnung mit externen Ereignissen synchronisiert. Die effektive Nutzung eines Digitizers erfordert eine große Flexibilität beim Triggern eines Geräts. Die meisten Digitizer bieten serienmäßig einfache, von Steigung und Signal abhängige Flankentrigger. Viele bieten auch Fenster-Triggern. Zu den Triggerquellen zählen die Aufzeichnungskanäle sowie zahlreiche externe Triggereingänge. Um eine maximale Flexibilität beim Triggern zu erzielen, lassen sich diese Eingänge mit einem entsprechend angepassten Re-Arm-Pegel logisch kombinieren, sodass erweiterte Triggerzustände entstehen.

Einer der Hauptvorteile von Digitizern besteht darin, Daten schnell zu Analyse- und Archivierungszwecken auf einen Computer zu streamen. Der FIFO (First-In – First-Out)-Streaming-Modus der Digitizer von Spectrum dient der kontinuierlichen Übertragung von Daten zwischen dem Digitizer-Speicher und dem PC-Speicher. Bei Verwendung einer

► **Application Note**

Schnittstelle vom Typ PCI Express x8 Gen 2 liegt die Streaming-Geschwindigkeit bei bis zu 3,4 GB/s. Die Geschwindigkeit der Übertragung von Daten auf einen Computer ist bei Oszilloskopen, die meist LXI- oder USB-Schnittstellen verwenden, deutlich geringer. Bei Kombination der Streaming-Fähigkeiten des Digitizers mit einem schnellen Datenspeichersystem (beispielsweise einem RAID-System) eignet sich der Digitizer perfekt für Anwendungen, bei denen lange, ununterbrochene Signalformen gespeichert werden müssen. Die Systeme können einfach so konfiguriert werden, dass Daten kontinuierlich über Stunden oder sogar mehrere Tage aufgezeichnet werden.

Software SBench 6 zur Aufzeichnung, Anzeige, Messung und Analyse von Daten modularer Digitizer

Digitizer sind „blinde“ Geräte, sie besitzen normalerweise keine integrierte Anzeige für die Darstellung, Messung und Analyse der von ihnen erfassten Daten. Üblicherweise werden diese Aufgaben stattdessen von einem PC übernommen.

Spectrum bietet mit SBench 6 eine Software mit sehr großem Funktionsumfang. Das Programm ermöglicht die Bedienung des Digitizers und die Anzeige der aufgezeichneten Signalformen. Es kann sowohl einfache als auch komplexe Messungen durchführen und enthält zahlreiche Analysetools. SBench 6 unterstützt alle Digitizer-Familien von Spectrum einschließlich digitizerNETBOX und ist eine leistungsstarke Out-of-the-Box-Anwendung für die Überprüfung der einwandfreien Funktion eines Digitizers. Sie ermöglicht dem Benutzer zudem die Überprüfung der Funktion des Digitizers während der Entwicklung eigener Software und dient außerdem als Offline-Station für die Überprüfung und Analyse von Daten.

SBench 6 enthält Anzeige-, Steuerungs-, Mess- und Analysefunktionen, mit deren Hilfe der Digitizer wie ein Oszilloskop betrieben werden kann. Bild 1 veranschaulicht die Vielseitigkeit der Software SBench 6 bei der Steuerung, Erfassung, Anzeige, Messung und Analyse von Daten mit einem Digitizers vom Typ M4i von Spectrum.

In Bild 1 sind die Ergebnisse der Datenaufzeichnung von zwei Kanälen im unteren rechten Diagramm dargestellt. In der unteren mittleren Abbildung ist diese Kurve horizontal gestreckt dargestellt. Im oberen linken Diagramm ist ein X-Y-Plot dieser beiden Signale zu sehen. Das untere linke Diagramm enthält eine digitale Darstellung der vierzehn Bits, aus denen sich das Signal von Kanal 1 zusammensetzt. Die schnelle Fourier-Transformation (FFT) des Signals von Kanal 1 ist im oberen rechten Fenster dargestellt, im oberen mittleren Fenster ist das Histogramm desselben Signals zu sehen. Wie man sehen kann, stehen durch die Kombination eines Digitizers mit SBench 6 sämtliche Anzeige- und Analysefunktionen eines Oszilloskops zur Verfügung.

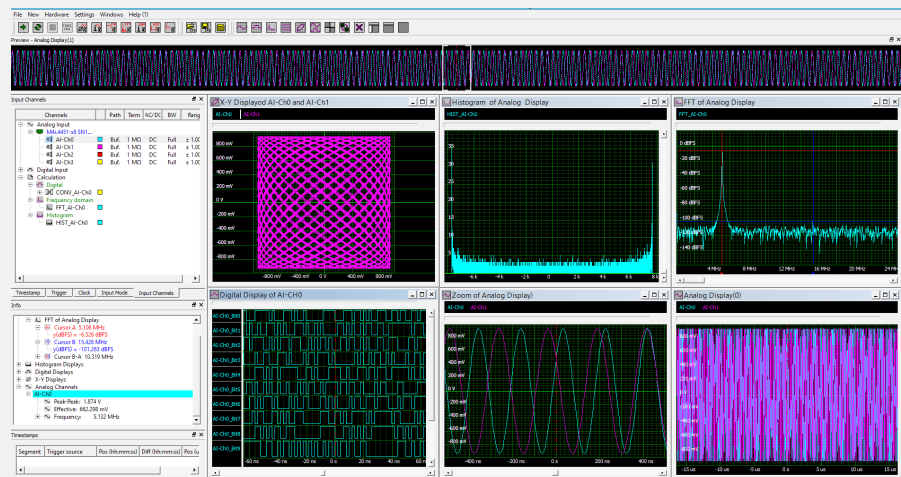


Bild 2: Die Software SBench 6 von Spectrum ermöglicht den Betrieb von Digitizern als Oszilloskope zur Steuerung, Erfassung, Anzeige, Messung und Analyse von Wellenformen.

► Application Note

SBench 6 bietet auch zwei Cursor je Anzeigefenster sowie Messparameter. Die Verwendung der Cursor wird in der FFT-Anzeige gezeigt indem Amplitude und Frequenz der Spektrallinien bei 5 und 15 MHz gemessen werden. Die Messwerte der Cursor werden im Info-Fenster links unten unter dem Titel der entsprechenden FFT-Anzeige dargestellt.

Drei der 21 Messparameter werden zudem im Info-Fenster des zugehörigen Kanals AI-Ch0 angezeigt. Hierbei handelt es sich um die Spitze-zu-Spitze-Amplitude, die effektive (RMS)-Amplitude und die Frequenz.

Zu den Analysetools in SBench 6 gehören Mittelwertbildung, Signalform-Arithmetik, schnelle Fourier-Transformation (FFT), Histogramm, Filterung und Konvertierung zwischen analogen und digitalen Bereichen.

Messung aus der Praxis mit einem Digitizer anstelle eines Oszilloskops

In Bild 2 sieht man die Phasenspannungen (V_a , V_b und V_c), die Phasenströme (I_a , I_b und I_c) und die Ableitung der Phasenleistung (P_a , P_b und P_c) eines über eine Sternschaltung angeschlossenen Verbrauchers (man hat Zugriff sowohl auf die Phasen- als auch auf die Netzspannungen).

Durch Multiplikation jeder Phasenspannung mit dem zugehörigen Phasenstrom ergibt sich die Momentanleistung jeder Phase. Der Mittelwert der Momentanleistung ist der Wirkleistungsanteil. Die Summe aller drei Phasenleistungswerte ist die gesamte Wirkleistung des Verbrauchers.

Diese Messung bezeichnet man als 3-Wattmeter-Methode zur Leistungsmessung. Für die Messung der Spannungen mit externen differentiellen Tastköpfe sind sechs Kanäle erforderlich. Bei Verwendung von Single-Ended-Tastköpfe erhöht sich die Anzahl der Tastköpfe auf neun. Die Flexibilität, bis zu 16 Kanäle in einer einzigen Digitizer-Karte angeben zu können, ist ein großer Vorteil dieser Messmethode.

Die Phasenspannungen sind in der oberen Reihe in Bild 2 dargestellt. Die Phasenströme sind in der mittleren Reihe dargestellt. Alle Signalformen werden durch analoge Berechnungsverfahren multipliziert. Die sich ergebenden Phasenleistungen sind in der unteren Reihe dargestellt. Die wiederum durch analoge Summenbildung erhaltene Summe aller drei Signalformen der Phasenleistungen wird im Diagramm ganz links mit dem Titel „Gesamtleistung“ dargestellt. Zu beachten ist, dass die Gesamtleistung relativ konstant ist. Bei den Parametern im Info-Fenster auf der linken Seite sind die Mittelwerte der Signalformen der einzelnen Phasenleistungen zusammen mit der Gesamtleistung aufgeführt. Die Summe der Mittelwerte der drei Messungen der Phasenleistung entspricht der mittleren Gesamtleistung. Das Messergebnis für die Gesamtleistung beträgt 850,9 Watt.

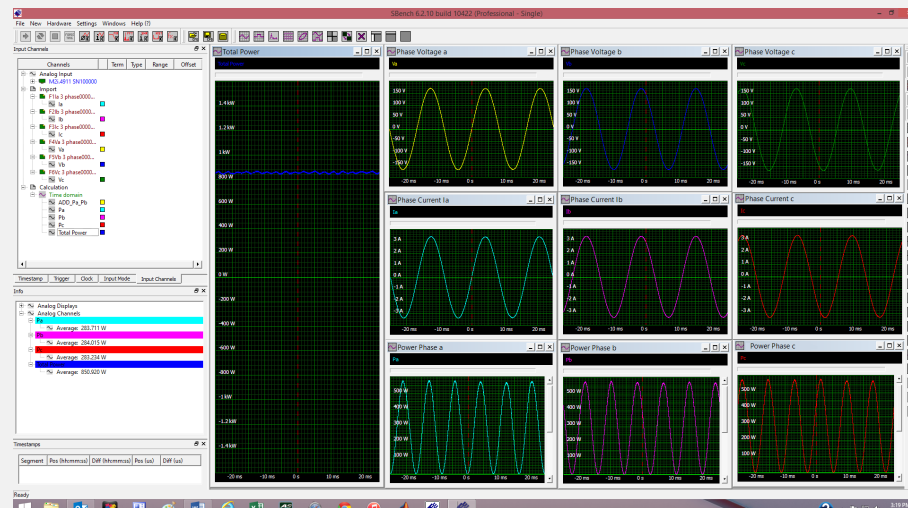


Bild 3: Berechnung der Phasenleistung unter Berücksichtigung aller drei Phasenspannungen und aller drei Phasenströme für unser einfaches Beispiel



► Application Note

Zusammenfassung

Diese Beispiele zeigen die umfangreichen Möglichkeiten der Kombination eines Digitizers von Spectrum mit der Software SBench 6 für Messungen wie mit einem Oszilloskop.

Vor dem nächsten Kauf eines Oszilloskops sollte man die Vorteile eines Digitizers bedenken – vielleicht fällt dann schon die Entscheidung für einen Digitizer!

1. Höhere maximale Anzahl an Kanälen
2. Geringere Kosten und geringere Stromaufnahme pro Kanal
3. Höhere Amplitudenauflösung bei entsprechenden Bandbreiten
4. Schnellere automatisierte Messungen dank höherer Datenübertragungsraten
5. Geringere Baugröße bei gleicher Anzahl an Kanälen
6. Einfache Steuerung aus der Ferne
7. Individuell angepasste Software und Zugriff auf Standard-Analysertools
8. Modularität und Erweiterbarkeit

Referenzen

SBench 6 Video:

<http://spectrum-instrumentation.com/en/media#SBench6>

SBench 6 Handbuch:

http://spectrum-instrumentation.com/sites/default/files/download/sbench6_manual_english.pdf

Autoren

Arthur Pini *unabhängiger Berater*
Greg Tate *Asian Business Manager, Spectrum GmbH*
Oliver Rovini *Technical Director, Spectrum GmbH*