

Mixed-Signal-Tests mit modularen PC-Instrumenten



Bild 1: Das Zusatzmodul DigSMA fügt einem Digitizer der M4i.44xx-Serie acht digitale Eingangskanäle hinzu.

Das Testen von Mixed-Signal-Geräten erfordert sowohl analoge als auch digitale Messungen. Die analogen Messungen, mit einer möglichst hohen Amplitudenauflösung, erfassen die physikalischen Eigenschaften der untersuchten Signale, wie Amplitude, Übergangszeiten, Rauschen und Frequenzstabilität. Die digitalen Messungen, bei denen die Amplitude nur zwischen logisch 0 und logisch 1 variiert, sind nötig, um den Dateninhalt und die Protokollstruktur zu prüfen und zu bewerten.



Autoren:
Oliver Rovini
 Technical Director
Arthur Pini
 Independent Consultant
 Spectrum Instrumentation GmbH
 info@spec.de
 www.spectrum-instrumentation.com

Zusätzliche Digitaleingänge

Die acht PCIe Digitizerkarten der M4i.44xx-Serie (180 bis 500 MS/s Geschwindigkeit, 14 bis 16 Bit) können mit dem Zusatzmodul DigSMA ausgestattet werden, so dass zusätzlich zu den zwei oder vier analogen Eingängen auch acht Digitaleingänge zur Verfügung stehen, wie in Bild 1 zu sehen. Bei den 22 Digitizerkarten der M2p.59xx-Serie (5 bis 125 MS/s Geschwindigkeit, 16 Bit) bietet das entsprechende Zusatzmodul sogar 16 Digitalkanäle neben den bis zu acht Analogeingängen pro Karte.

Hohe Geschwindigkeit

Mit einer solchen Digitizerkarte plus Zusatzmodul wird ein PC zu einem schnellen und leistungsstarken Mixed-Signal-Messinstrument. Diese Digitizer verwenden eine 8-fache Gen2 PCIe-Schnittstelle, so dass Daten mit einer Geschwindigkeit von bis zu 3,4 GB/s zum und vom PC übertragen werden können. Das ist ideal für Anwendungen, bei denen automatisierte Tests mit gemischten Signalen so zügig wie möglich durchgeführt werden müssen.

Star-Hub-Zusatzmodul

Für Anwendungen, die eine höhere Anzahl an analogen und digitalen Eingängen erfordern, kann das Star-Hub-Zusatzmodul verwendet werden. Mit einem Star-Hub-Modul lassen sich bis zu acht Karten miteinander verbinden, die dann völlig synchron mit gemeinsamen Takt

und Trigger benutzt werden können. Ein Beispiel: Mit drei M4i.4451-x8-Digitizerkarten, zwei davon mit der digitalen Option DigSMA und eine mit der Star-Hub-Option, kann ein System mit 12 analogen und 16 digitalen Kanälen realisiert werden. Die Erweiterbarkeit ist ein wesentlicher Vorteil modularer Systeme.

Testen des seriellen I²C-Busses

Im folgenden Beispiel erfolgt das Testen des seriellen I²C-Busses mit analogen und digitalen Kanälen. Der I²C-Bus ist ein serieller Kommunikationsbus mit relativ niedriger Geschwindigkeit. Die Busgeschwindigkeiten betragen 100 kbit/s für den Standardmodus, 400 kbit/s im Full-Speed-Modus, 1 Mbit/s für den schnellen Modus und 3,2 Mbit/s im High-Speed-Modus. Dies sind die maximalen Taktspezifikationen für jeden Modus. Beim Testen des physikalischen I²C-Signals werden Signalamplituden, Datenraten und Übergangszeiten untersucht. Möglicherweise müssen auch Rauschen, Amplituden und Frequenzstabilität bewertet werden. Analoge Messungen behandeln diese Parameter, indem sie die Signalamplituden im zeitlichen Verlauf mit möglichst großer Amplitudenauflösung untersuchen.

Digitale Messungen

Bei digitalen Messungen werden dagegen die Datenzustände im zeitlichen Verlauf betrachtet. Jede digitale Spur stellt ein einzelnes Bit dar, das mit der digitalen Abtastrate abgetastet und untersucht wird. Die Amplitude variiert grundsätzlich nur von logisch 0 bis logisch 1, je nachdem, ob sie niedriger oder höher ist als der voreingestellte logische Schwellenwert. Digitale Wellenformen befassen sich mit der Sicherstellung des Dateninhalts und der Überprüfung der richtigen Protokollstruktur. Wenn man analoge und digitale Messungen vergleicht, können Unterschiede leicht erkannt werden, wie in Bild 3 zu sehen.

Software SBench 6

Die analogen und digitalen Versionen des I²C-Datensignals werden mit der Software SBench 6 von Spectrum Instrumentation verglichen. SBench 6 ist ein sehr praktisches Werkzeug, um den Digitizer komplett zu steuern und die Messdaten zu erfassen und zu analysieren.

Alternativ kann der Digitizer auch direkt vom Benutzer gesteuert werden. Softwaretreiber ermöglichen benutzerdefinierte Setups, mit denen perfekt passende Mixed-Mode-Lösungen generiert werden können. Die Digitizerkarte und die digitale Option werden vollständig von einem Software Development Kit (SDK) unter-

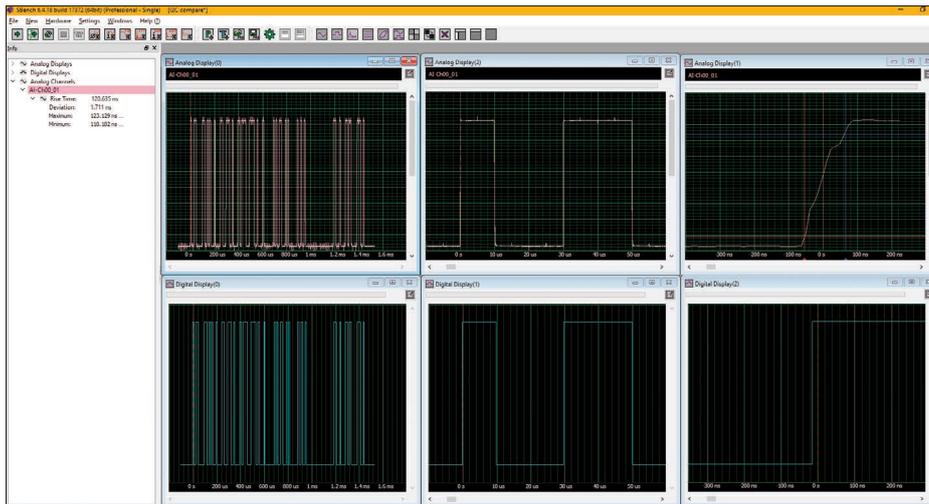


Bild 2: Die Unterschiede zwischen der analogen und der digitalen Version eines I²C-Datensignals: Die digitale Version zeigt die logischen Zustände 0 und 1 im Zeitverlauf, während die analoge Version mit größerer Amplitudenauflösung Details wie Übergangzeiten und Rauschen anzeigt.

stützt, das die Programmierung mit C++, C#, VB.NET, Python, JAVA, LabVIEW oder MATLAB umfasst. Das SDK ist standardmäßig im Lieferumfang enthalten.

Kein Rauschen im digitalen Signal

Die analoge Version des I²C-Datensignals ist in Bild 2 im oberen linken Raster zu sehen. Darunter befindet sich die digitale Version desselben Signals, bei der nur der digitale Zustand 1 oder 0 angezeigt wird. Dieselben Signale sind in den Rastern rechts daneben horizontal gezoomt worden. Beim Vergleich zwischen dem analogen und dem digitalen Signal im mittleren Raster ist erkennbar, dass im analogen Signal (oberes Raster) ein Rauschen zu sehen ist, welches im digitalen Signal (unteres Raster) fehlt. Die analoge Signalerfassung basiert auf einer Amplitudenauflösung von 14 Bit, während die digitale Darstellung im Grunde nur den digitalen Zustand 1 oder 0 anzeigt. In den Rastern ganz rechts ist außerdem zu sehen, dass das analoge Signal eine Anstiegsflanke hat, während das digitale Signal einen sofortigen Übergang zwischen den logischen Zuständen aufweist, da es eben nur ein einziges Bit Auflösung ausweist.

Einwandfreie Phasensynchronisation

Die digitale Version wird zur Auswertung des Datenzustands verwendet und kann zur Bereitstellung des Protokollinhalts dekodiert werden. Die analoge Erfassung liefert die vollständigen Details der Wellenform.

Um eine einwandfreie Phasensynchronisation der analogen und digitalen Signale zu garantieren, werden vom Digitizer die digitalen Ein-Bit-Signale in die höherwertigen Bits der analogen Wellenformen platziert. Wenn beispielsweise ein 16-Bit-Digitizer M4i.4421-x8 mit Digitalmodul auf allen 4 analogen und 8 digitalen Kanälen Daten erfasst, wird die Auflösung der

analogen Kanäle von 16 Bit auf 14 Bit verringert, um zusätzlich je zwei der digitalen Signale zu transportieren.

Automatische Messungen

Die SBenCh 6 Software kann automatische Messungen für die gängigsten Signalparameter durchführen, einschließlich Frequenz, Arbeitszyklus, Impulsbreite, Amplitude, Effektivwert, Anstiegszeit, Abfallzeit und vieles mehr. Die Zyklus-Zeitparameter wie Frequenz, Impulsbreite und Arbeitszyklus können aus der digitalen Wellenform ermittelt werden. Alle weiteren Parameter, einschließlich der amplitudenbezogenen Parameter wie Amplitudenwert, Anstiegszeit, Abfallzeit und Effektivwert sowie zyklusbasierte Parameter, müssen an der analogen Wellenform gemessen werden. Die Anstiegszeit des analogen Signals wird in Bild 3 im oberen

rechten Raster ermittelt (Bereich zwischen roter und blauer Hilfslinie).

Zwei Arten der Darstellung

Die digitalen Wellenformen können in SBenCh 6 einzeln in einer Linienansicht dargestellt werden (manchmal auch als „Leiter-Anzeige“ bezeichnet) oder gebündelt als Busansicht. Beispiele für beide Ansichten werden in Bild 3 gezeigt.

Darstellung der Signale

Die digitalen Signale können einzeln als Linien bzw. Leiter dargestellt werden, wie im unteren Raster zu sehen. Sie können aber auch zu einer Gruppen- oder Busansicht kombiniert werden, wie im oberen Raster gezeigt.

Die Busansicht wird in einer erweiterten Darstellung mit Anmerkungen versehen, um den Buszustand anzuzeigen. Dabei kann das Buswort, welches sich aus den einzelnen Signalen ergibt, auf verschiedene Arten angezeigt werden: Binär (wie im unteren Signal gezeigt), Hexadezimal (wie im oberen Signal zu sehen), Oktal sowie vorzeichenbehaftete und vorzeichenlose Dezimalformate.

Fazit

Die PCIe-Digitizerkarten von Spectrum Instrumentation, kombiniert mit dem Zusatzmodul für 8 digitale Eingänge, bieten beträchtliche Möglichkeiten zur Analyse von Hochfrequenz-Mischsignalgeräten und -systemen.

Durch das modulare Prinzip können Testsysteme konstruiert werden, die mit der Anzahl von analogen und digitalen Eingängen sowie Abtastraten und Bandbreiten genau auf die nötige Testaufgabe abgestimmt werden können. Da die Karten PC-basiert sind, stehen schnelle Datenübertragungsraten und eine große Auswahl an Softwaretools zur Verfügung, um leistungsstarke und kostengünstige Testlösungen für Mixed-Mode-Signale bereitzustellen. ◀

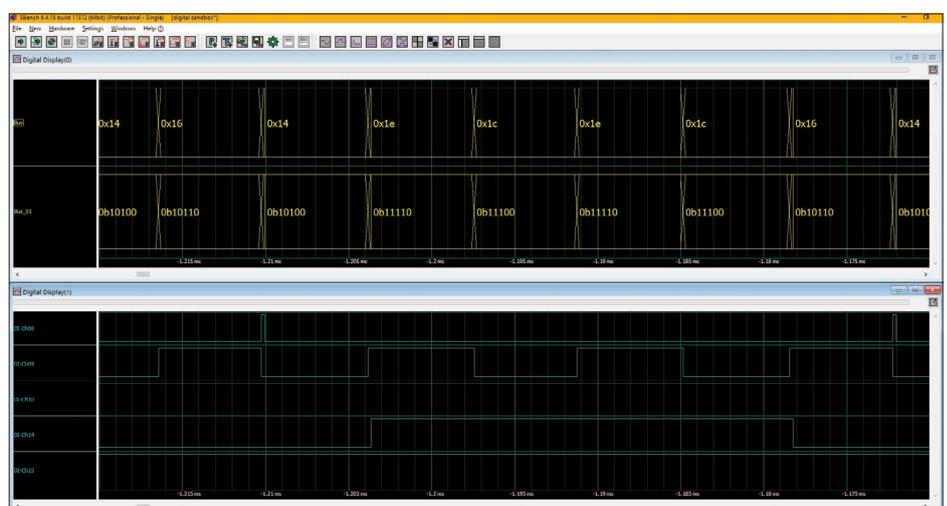


Bild 3: Die beiden Anzeigeformate für digitale Wellenformen: Die Busansicht im oberen Raster und die Linien- bzw. Leiteransicht im unteren Raster für dasselbe Signal.