

Impulsbreiten-Triggerung mit dem Fluke Color ScopeMeter®

Anwendungsbericht

Die Programmerweiterung der Fluke ScopeMeter Serie 190 mit den neuen Color ScopeMetern 196C und 199C erlaubt präzise Triggerung auf Signale, deren Impulsbreite sich ständig ändert. Besonders für den Service-Ingenieur bieten sich durch die neuen Color ScopeMeter zusätzliche Messmöglichkeiten, die besonders bei der mobilen System- und Anlagenwartung von großem Interesse sind.

Damit schnelle Ereignisse wie Glitches, fehlende Bits, Timing-Jitter, Systemabstürze oder Netzwerkprobleme erfasst werden, benötigt man ein Oszilloskop mit Triggerfunktionen, die über die Möglichkeiten eines herkömmlichen Geräts weit hinausreichen. Selbst viele Zweikanaloszilloskope, die für anspruchsvolle Anwendungen konzipiert wurden, erlauben nur Flankentriggerung – ein tragbares Oszilloskop mit spezieller *Impulsbreiten-Triggerung* aber ist immer noch eine Seltenheit. Davon ausgehend, dass besonders bei mobilem Einsatz Messfunktionen erforderlich sind, die bisher nur unter Labor-Bedingungen realisiert werden können, stellt Fluke mit den neuen Color ScopeMetern und der *Impulsbreiten-Triggerung* eine weitere, sinnvolle Messmöglichkeit zur Verfügung.

Die Impulsbreiten-Triggerung (englisch: Pulse-Width Triggering PWT), manchmal auch als *zeitqualifizierte Triggerung* oder *Glitch-Triggerung* bezeichnet, ist eine spezielle Messfunktion, bei der auf die *Impulsdauer* anstatt auf die *Flanke* eines Impulses getriggert wird. In einer Logikschaltung zum Beispiel kann ein Glitch (d.h. ein sehr kurzer Impuls, welcher wesentlich kürzer als ein System-Taktimpuls ist) zu ernststen Problemen führen. Die Möglichkeit, ausschließlich auf den

Glitch zu triggern – zu untersuchen, was ihn ausgelöst hat und zu bestimmen, welche Auswirkung er auf das restliche System hat, ist für Service-Aufgaben überaus hilfreich.

Neben Problemen von Glitches lassen sich auch Timing-Probleme in Schaltungen auf Impulse zurückführen, die zu lange anstehen (zum Beispiel wenn ein Impuls fehlt). Um diese Probleme zu erfassen, kann das Oszilloskop so eingestellt werden, dass die Pulsbreite größer als die



reguläre Pulsbreite wird. Ebenso kann es nützlich sein, auf einen langen, wiederkehrenden Impuls – beispielsweise am Beginn eines Datenprotokolls – zu triggern. Um für alle Eventualitäten gerüstet zu sein, verfügt die Impulsbreiten-Triggerung der Color-ScopeMeter 190C über vier Zeitqualifizierer: 'kleiner als' ($< t$), 'größer als' ($> t$), 'gleich' ($= t$) und 'ungleich' ($\neq t$), wobei das Zeitintervall in kleinsten Schritten von 0,01 Divisions (Teilen) oder 50 ns gewählt werden kann. Das Oszilloskop bietet außerdem eine Zeitverzögerung von 12 Divisions als „Pre-Triggerung“ und 1000 Divisions zur „Post-Triggerung“. Um passende Triggerbedingungen einstellen zu können, muss man jedoch Einiges über das gesuchte Signal wissen, z.B. über die wahrscheinliche Impulsdauer, oder ob die untersuchte Bedingung auf einen Glitch oder einen Impuls zurückgeführt werden könnte, welcher länger als das eigentliche normale Signal ist.

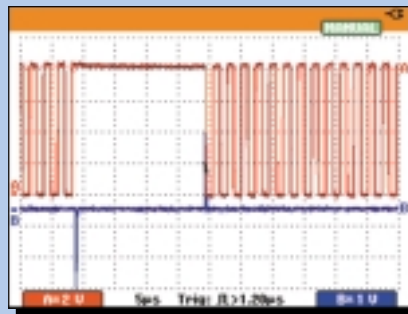


Abbildung 1

In diesem CMOS-Entwurf wies ein 450-kHz-Steuersignal unregelmäßige Unterbrechungen auf. Es zeigte sich, dass die Unterbrechungen von einem Multiplexer stammten, der aufgrund von Übersprechen zu falschen Zeitpunkten öffnete. Die rote Schreibspur (oben) stellt das 450-kHz-Signal mit der Unterbrechung dar, die blaue Schreibspur (unten) das Übersprechen, das zu dem fehlerhaften Schalten führt. Das Oszilloskop wurde auf die Signalunterbrechung getriggert, die man als einen Impuls ansehen kann, welcher länger ansteht als diejenigen Impulse, aus denen sich das gewünschte Signal im Einzelnen zusammensetzt. Das 450-kHz-Rechtecksignal hat eine Impulsbreite von ca. 1,1 ms, so dass eine Triggerung auf Impulsdauer $> 1,2$ ms eingestellt wurde, um damit die fehlerhaften Impulse zu identifizieren. In diesem Anwendungsbeispiel spielte die Impulsbreiten-Triggerung eine wichtige Rolle, um die Signalunterbrechung vom Hauptsignal zu isolieren.

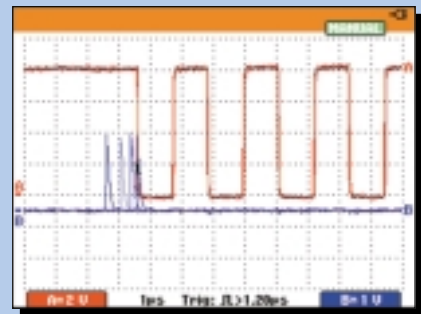


Abbildung 2

Bei Verwendung einer höheren Zeitbasis-Geschwindigkeit war klar zu erkennen, dass das Übersprechen von einem Teilsystem verursacht wird, das nicht mit dem 450-kHz-Steuersignal synchron ist. Im Digitalen Nachleucht-Modus des ScopeMeters werden die aufeinanderfolgenden Impulse auf ähnliche Weise angezeigt wie bei einem Analogoszilloskop mit nachleuchtender Schreibspur.

Fehlersuche in synchronen Logikschaltungen

Zu den Problemen, die typischerweise in synchronen Logiksystemen auftreten, gehören unerwartete Signal-Verzögerungen aufgrund langsamerer, peripherer Komponenten im Signalpfad. Auf einem Mikroprozessor-Board zum Beispiel steuert ein einziger Takt alle Timing-Funktionen. Zwei vom Takt abgeleitete Impulse, die gleichzeitig ein Logik-Gatter passieren, müssten einen Ausgangsimpuls erzeugen, der synchron mit dem Taktimpuls ist. Eine unvorhergesehene Verzögerung eines der Signale – verursacht durch ein fehlerhaftes Bauteil (oder, noch schlimmer, durch einen mangelhaften Entwurf) – kann einen Ausgangsimpuls zur Folge haben, der viel kürzer als der Taktimpuls ist. Das wiederum kann zu weiteren

Timing-Problemen in der nachfolgenden Schaltung führen. Wird ein derartiges Problem vermutet, so kann am ScopeMeter die Triggerung so eingestellt werden, dass auf Impulse getriggert wird, die kürzer als der System-Taktimpuls sind. Wird bei einem Taktimpuls von beispielsweise 1 μ s der Zeitqualifizierer auf einem Kanal des ScopeMeters so gewählt, dass auf $t < 1 \mu$ s getriggert wird, so werden alle Signalabschnitte – wie beispielsweise Glitches erfasst – die dem unerwarteten Schaltungsverhalten zugrunde liegen könnten. Anschließend kann man den zweiten Kanal des Oszilloskops so einstellen, dass die anderen Teile der Logikschaltung überwacht werden, um herauszufinden, welche Komponenten den Fehlerimpuls

verursachen. Gerade hier zeigt sich, dass die Pretrigger-Darstellung über 12 Divisions und die Posttrigger-Darstellung über insgesamt 1000 Divisions die Erfassung und Analyse der "Umgebungsbedingungen" mit hervorragender Zeitauflösung erlaubt. Mit der den Fluke ScopeMetern eigenen *Capture- and Replay-*Funktion werden automatisch die letzten Bildschirmanzeigen gespeichert. Mit der *Replay-Funktion* können die letzten 100 Bildschirmanzeigen noch einmal Bild für Bild oder als Live-Animation angesehen werden, so dass die „Entwicklung“ einer aufgetretenen Anomalie Schritt für Schritt – vor aufgetretenen Unterbrechungen oder Glitches – nachvollzogen werden kann.

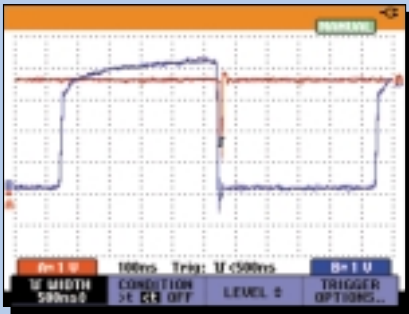


Abbildung 3

Ein Impuls, der kürzer als der Taktimpuls ist, erfasst mit der Impulsweiten-Triggerfunktion des ScopeMeters, ist ein sicheres Indiz dafür, dass zumindest ein peripheres Bauteil in dieser Logikschaltung nicht korrekt funktioniert. Die Triggerung wurde auf eine abfallende Flanke eines Impulses so konditioniert, damit er kürzer als der System-Taktimpuls von 500 ns ist.

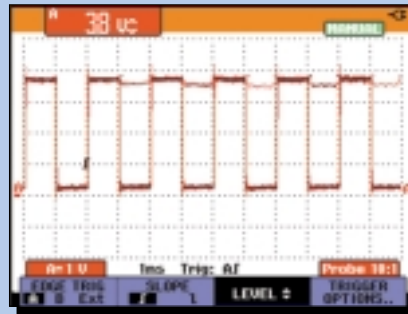


Abbildung 4

Die Ausgangsimpulse dieses Drehgebers zeigen, dass das Signal kein gleichbleibendes Rechtecksignal ist – was bedeutet, dass einige Impulse eine falsche Impulsweite haben. Die Dauer lässt sich jedoch aufgrund der Überlappung der Signalförmungen nicht genau bestimmen. Durch Verwendung des Digitalen Nachleucht-Modus konnten die Signalanomalien über einen längeren Zeitraum erfasst und dargestellt werden.

Trommel abdeckt. Die dann fehlenden Impulse föhren dazu, dass fehlerhafte Daten an die SPS-Steuerung übertragen werden, was zu ernstesten Funktionsstöörungen der NC-Einrichtung föhrt. Bei der Wafer-Schleifmaschine zum Beispiel wird das Schleifwerkzeug beim Fehlen von Impulsen über seine Maximalbegrenzung hinaus verfahren, so dass die Wafer zu dünn und damit unbrauchbar werden.

Mit der Impulsweiten-Triggerfunktion des ScopeMeters können Drehgeberfehler relativ leicht erkannt werden. Ein fehlender negativer Impuls kann als ein unnormal langer positiver Impuls gesehen werden, so dass man nur den Zeitqualifizierer eines Kanals so einzustellen braucht, dass nur auf positive Impulse getriggert wird, die länger als das erwartete Impulsintervall dauern. In diesem Fall sind lediglich die Signale auf dem Datenbus zwischen dem Drehgeber und der Positioniereinheit zu überwachen, damit sofort Drehgeberfehler erkannt werden.

Funktions-Überwachung bei numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen

Drehgeber sind ein wichtiges Element praktisch aller numerisch gesteuerten industrieller Anlagen und gleichzeitig eine potentielle Fehlerquelle. Drehgeber funktionieren normalerweise magnetisch oder optisch (z.B. durch zwei Apertursätze, die rechtwinklig in einer drehenden Trommel angeordnet sind), und der Abstand zwischen den erzeugten Impulsen ist ein direktes Maß für die Drehzahl. In einigen Systemen wird die Drehbewegung in eine Linear-Bewegung umgesetzt, wobei der Drehgeber ein hochgenaues Maß für die lineare Veränderung liefert. Derartige Systeme finden zum Beispiel bei Präzisionsschleifmaschinen Anwendung, mit denen die Dicke von Silizium-Wafern auf wenige Mikron genau geschliffen werden.

Die Drehgeber-Impulse werden an eine *Positioniereinheit* weitergeleitet, bei der es sich eigentlich um einen elektronischen Impulszähler handelt, der auf einen bestimmten, zum Beispiel durch einen Mikrocontroller- oder einen von einer SPS-Steuerung vorgegebenen Sollwert herunterzählt. Hierdurch wird die Verschiebungsbewegung der beweglichen Maschinenteile (z.B. des Schleifkopfs) gesteuert und die Maschinenteile werden jedes Mal bei Erreichen des Sollwertes wieder in ihre Ausgangsstellung zurückgefahren. Zu Problemen kommt es dann, wenn in das System eingedrungener Schmutz den magnetischen Kontakt behindert oder – im Fall eines optischen Drehgebers – eine oder mehrere Aperturen in der rotierenden

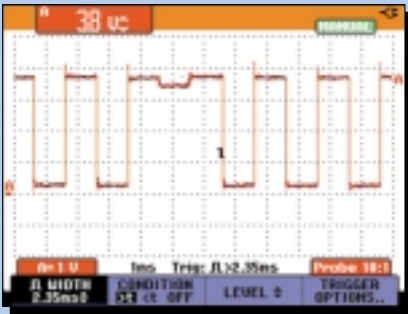


Abbildung 5

Durch Einstellen der Impulsbreite-Triggerung auf Impulse, die länger als ein normaler Drehgeberimpuls sind, lässt sich herausfinden, ob gelegentlich ein Drehgeber "schluss" vorliegt – was fehlerhafte Positionierungen zur Folge hat.

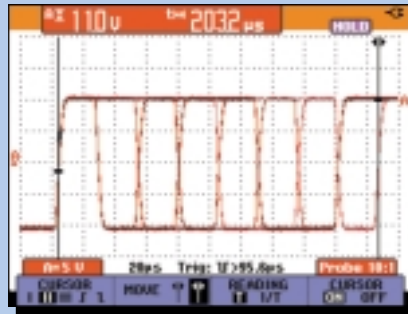


Abbildung 6

Zeigt die Verwendung der Impulsweiten-Triggerfunktion des Farb-ScopeMeters 190C zum Analysieren der Signalqualität auf einer RS-232-Kommunikationsverbindung. Das ScopeMeter wurde so eingestellt, dass es auf den Signalabschnitt vor den Datenworten triggert. Mit Hilfe der Cursorsen lässt sich die Baudrate auf einfache Weise ermitteln: Die Übertragung von 8 Bits dauerte 203 µs, was etwa 25 µs/Bit gleichkommt. Das entspricht einer Baudrate von 38,4 kbit/s.

Fehler bei serieller Datenübertragung

Fehler bei serieller Datenübertragung – beispielsweise zwischen einem Mikrocontroller und seiner Peripherie – sind manchmal schwierig aufzufinden, weil sie durch ein defektes Bauelement, durch fehlerhafte Mikrocontroller-Daten oder sogar durch Fehler auf dem seriellen Datenbus selbst verursacht worden sein können. Die auf dem Bus übertragene Datenströme enthalten im Prinzip eine Reihe von digitalisierten Befehlen samt Adresse des Peripheriegerätes, auf die sich diese Befehle beziehen. Ein Fehler in den Befehlslisten oder in der Adresse, z.B. durch falsche Logikpegel oder Impulslängen, führen daher zwangsläufig zu Fehlfunktionen am Peripheriegerät.

Mit dem PWT-Zeitqualifizierer 'gleich' (d.h. $t = xxx \text{ s}$) des ScopeMeters und der Kenntnis der Timing- und Kommunikations-Eigenschaften des

Mikrocontrollers und seiner Peripherie (aus veröffentlichten Spezifikationen) kann das ScopeMeter so konditioniert werden, dass es auf den vorderen Impuls des Datenstroms triggert.

Messungen diese Art wären zwar mit einem seriellen Datenanalyzer sicherlich leichter durchzuführen, jedoch sind diese Spezialmessgeräte außerhalb von Entwicklungslabors nur selten anzutreffen. Die beschriebene Anwendung stellt ein weiteres Beispiel für die bemerkenswerte Vielseitigkeit des Farb-ScopeMeters 190C dar und zeigt, warum es ein unverzichtbares Hilfsmittel – gerade im mobilen Einsatz – ist.

Fluke. Damit Ihre Welt intakt bleibt.

Fluke Deutschland GmbH

Heinrich-Hertz-Str. 11
34123 Kassel
Tel.: 0561 9594 0 Fax: 0561 9594 111
E-Mail: info@de.fluke.nl

Internet: www.fluke.de

Fluke Vertriebsgesellschaft mbH

Mariahilfer Straße 123
1060 Wien
Tel.: (01) 928 95 00 Fax: (01) 928 95 01
E-Mail: info@as.fluke.nl

Internet: www.fluke.at

Fluke Switzerland AG

Industrial Division
Leutschenbachstrasse 95
8050 Zürich
Tel.: (01) 580 75 00 Fax: (01) 580 75 01
E-Mail: info@ch.fluke.nl

Internet: www.fluke.ch