

Das XYZ der Logikanalysatoren



Inhaltsverzeichnis

Einleitung	4–5
Entwicklungsgeschichte	4
Digitaloszilloskope	4
Logikanalysatoren	5
Verwendungsweise von Logikanalysatoren	6–13
Anschließen an das zu prüfende System	6
Tastkopf	6
Einstellen	7
Einstellen der Taktmodi	7
Einstellen der Triggerung	8
Erfassung	9
Gleichzeitige Erfassung von Zustands- und	
Timing-Daten	9
Echtzeit-Erfassungsspeicher	10
Integrierte Tools für die analog-digitale Fehlersuche	11
Analyse und Anzeige	12
Signalanzeige	12
Listenanzeige	13
Automatische Messungen	14
Leistungsterminologie und -Auswahlkriterien	15–16
Timing-Erfassungsrate	15
Zustandserfassungsrate	15
MagniVu-Erfassungsrate	15
Aufzeichnungslänge	15
Kanalzahl und Modularität	16
Triggerung	16
Messung mit Tastkopf	16
Anwendungsbeispiele für Logikanalysatoren	16–20
Durchführen von allgemeinen Timing-Messungen	17
Erfassen und Anzeigen von intermittierenden Glitches	18
Erfassen von Setup- oder Hold-Verletzungen	19
Verwenden des Übergangsspeichers zum Maximieren	
der verwendbaren Aufzeichnungslänge	20
Zusammenfassung	21
Glossar	22–23

Das XYZ der Logikanalysatoren

► Grundlagen

Einleitung

Wie viele andere elektronische Test- und Mess-Tools stellen Logikanalysatoren eine Lösung für eine bestimmte Art von Problemen dar. Er ist ein vielseitiges Tool, mit dessen Hilfe Sie digitale Hardware und integrierte Software testen sowie Schaltungen überprüfen können. Der Logikanalysator ist ein unverzichtbares Tool für Ingenieure, die digitale Schaltungen entwerfen.

Logikanalysatoren werden für digitale Messungen verwendet, die eine Vielzahl von Signalen oder komplizierte Trigger-Anforderungen umfassen.

Im Folgenden werden Digitaloszilloskope und die daraus resultierende Entwicklung der Logikanalysatoren behandelt. Anschließend werden die grundlegenden Eigenschaften von Logikanalysatoren beschrieben. Auf dieser Wissensgrundlage werden Ihnen die wichtigsten Funktionen eines Logikanalysators verdeutlicht und warum sie eine wichtige Rolle bei der Entscheidung für das richtige Tool für eine bestimmte Anwendung spielen.

Entwicklungsgeschichte

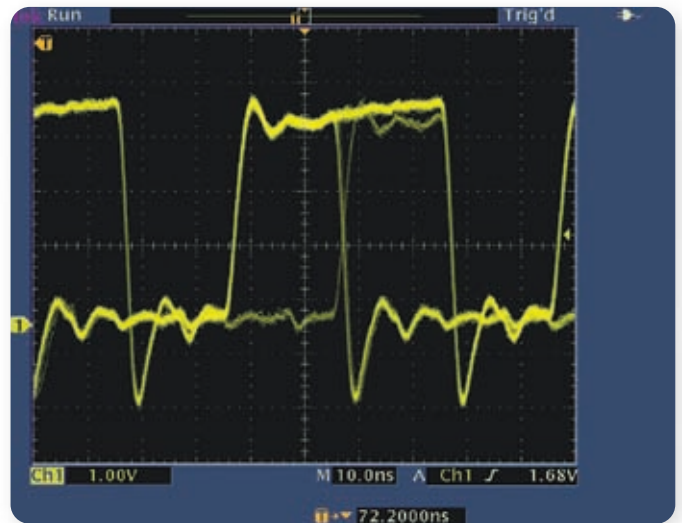
Die ersten Logikanalysatoren kamen etwa zeitgleich mit den ersten kommerziellen Mikroprozessoren auf den Markt. Beim Entwerfen von auf diesen neuen Geräten basierenden Systemen stellten die Ingenieure schnell fest, dass für das Testen von Mikroprozessorentwürfen mehr Eingänge erforderlich sind, als Oszilloskope aufweisen.

Logikanalysatoren mit ihrer Vielzahl von Eingängen konnten dieses Problem lösen. Sowohl die Erfassungsraten als auch die Kanalzahl dieser Instrumente werden kontinuierlich erhöht, um mit den rapiden Fortschritten der digitalen Technologien Schritt halten zu können. Der Logikanalysator ist ein Schlüsseltool für die Entwicklung von digitalen Systemen.

Oszilloskope und Logikanalysatoren weisen sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede auf. Um zu verdeutlichen, für welche Anwendungen sich die beiden Instrumente jeweils eignen, ist eine vergleichende Betrachtung ihrer jeweiligen Funktionen hilfreich.

Digitaloszilloskope

Das Digitaloszilloskop ist das grundlegende Tool für die allgemeine Signalbetrachtung. Seine hohe Abtastrate und Bandbreite ermöglicht dem Oszilloskop das Erfassen einer großen Anzahl von Datenpunkten über einen bestimmten



► **Abbildung 1.** Das Oszilloskop zeigt Details zu Signalamplitude, Anstiegszeit und anderen analogen Eigenschaften an.

Zeitraum, so dass Messungen von Signalübergängen (Flanken), einmaligen Ereignissen und kleinen Zeitabschnitten möglich sind.

Zwar können mit einem Oszilloskop die gleichen digitalen Signale wie mit einem Logikanalysator betrachtet werden, jedoch werden Oszilloskope meist für analoge Messungen verwendet wie z. B. für Messungen der Anstiegs- und Abfallzeiten, der Spitzenamplituden und der abgelaufenen Zeit zwischen Flanken.

Die Signaldarstellung in Abbildung 1 veranschaulicht die Stärken des Oszilloskops. Obwohl der Signalverlauf aus einer digitalen Schaltung stammt, spiegelt er die analogen Eigenschaften des Signals wider, die Auswirkungen auf die Fähigkeit des Signals haben können, seine Funktion zu erfüllen. In diesem Beispiel hat das Oszilloskop Details erfasst, die periodisch wiederkehrende Abweichungen wie Einschwingen, Überschwingen oder Abfällen der steigenden Flanke aufzeigen.

Die im Oszilloskop integrierten Tools wie Cursor und automatische Messungen, vereinfachen das Aufspüren von Signalintegritätsproblemen, die Auswirkungen auf die Schaltung haben können. Darüber hinaus sind Timing-Messungen wie Laufzeitverzögerung und Setup-and-hold-Zeit typische Anwendungsbereiche eines Oszilloskops. Außerdem gibt es natürlich noch eine Reihe von rein analogen Signalen wie z. B. die Ausgangssignale von Mikrofonen oder Analog/Digital-Wandlern, die mit einem Instrument betrachtet werden müssen, das analoge Details aufzeichnet.

Oszilloskope verfügen im Allgemeinen über bis zu vier Eingangskanäle. Doch was, wenn fünf digitale Signale

Wann sollten Sie ein Oszilloskop verwenden?

Wenn Sie die „analogen“ Eigenschaften von nur wenigen Signalen gleichzeitig messen möchten, ist die Verwendung eines Digitaloszilloskops die effizienteste Lösung. Ein Oszilloskop ist das geeignete Instrument zum Messen von spezifischen Signalamplituden, Leistungs-, Stromstärke- oder Phasenwerten sowie zum Durchführen von Flankenmessungen wie z. B. der Anstiegszeiten.

Verwenden Sie ein Digitaloszilloskop, wenn Sie die folgenden Aufgaben ausführen möchten:

- Charakterisieren der Signalintegrität (z. B. Anstiegszeit, Überschwingen und Einschwingen) während der Überprüfung von analogen und digitalen Geräten
- Charakterisieren der Signalstabilität (z. B. Jitter und Jitterspektrum) für bis zu vier Signale gleichzeitig
- Messen von Signalfanken und -spannungen zum Beurteilen von Timing-Grenzwerten wie z. B. Setup/Hold oder Laufzeitverzögerung
- Erkennen von transienten Fehlern wie z. B. Glitches, Runt-Impulse oder metastabile Übergänge
- Messen der Amplitude und der Timing-Parameter für einige wenige Signale gleichzeitig

Wann sollten Sie einen Logikanalysator verwenden?

Logikanalysatoren sind ausgezeichnete Tools zum Überprüfen und Testen von digitalen Schaltungen. Mit ihrer Hilfe können Sie überprüfen, ob die betreffende digitale Schaltung funktioniert, und möglicherweise vorhandene Fehler beheben. Logikanalysatoren erfassen mehrere Signale gleichzeitig, zeigen diese an und analysieren deren Timing-Beziehungen. Einige Logikanalysatoren sind in der Lage, zur Fehlersuche bei schwer erfassbaren, intermittierenden Problemen Glitches sowie Verletzungen der Setup-and-hold-Zeit zu erkennen. Während der Software/Hardware-Integration verfolgen Logikanalysatoren die Ausführung der integrierten Software und analysieren die Effizienz der Programmausführung. Einige Logikanalysatoren setzen den Quellcode zu bestimmten Hardwareaktivitäten der betreffenden Schaltung in Beziehung.

Verwenden Sie einen Logikanalysator, wenn Sie folgende Aufgaben ausführen möchten:

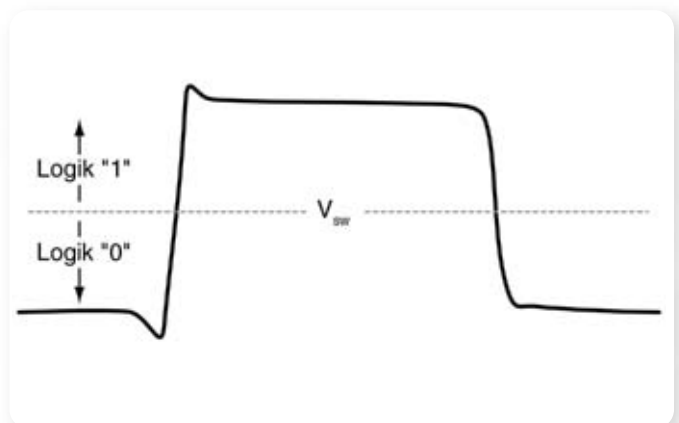
- Testen und Überprüfen des Betriebs von digitalen Systemen Verfolgen und Korrelieren von mehreren digitalen Signalen gleichzeitig
- Erkennen und Analysieren von Timing-Verletzungen und Störspitzen am Bus
- Verfolgen der Ausführung von integrierter Software

gleichzeitig gemessen werden müssen oder es sich bei dem Prüfling um ein digitales System mit einem 32-Bit-Datenbus und einem 64-Bit-Adressbus handelt? In diesem Fall ist ein Tool erforderlich, das über eine sehr viel größere Anzahl von Eingängen verfügt: ein Logikanalysator.

Logikanalysatoren

Logikanalysatoren verfügen über andere Funktionen als Oszilloskope. Der offensichtlichste Unterschied zwischen den beiden Instrumenten besteht in der Anzahl der Kanäle (Eingänge). Ein typisches Digitaloszilloskop verfügt über maximal vier Signaleingänge. Logikanalysatoren besitzen 34 bis 136 Kanäle. Jeder Kanal ist der Eingang für ein digitales Signal. Für einige komplexe Systeme sind Tausende von Eingangskanälen erforderlich. Selbst für solche Aufgaben sind entsprechend ausgestattete Logikanalysatoren verfügbar.

Ein Logikanalysator misst und analysiert Signale auf andere Weise als ein Oszilloskop. Der Logikanalysator misst keine



► **Abbildung 2.** Logikanalysatoren bestimmen Bitwerte in Bezug auf einen Spannungsschwellenwert.

analogen Details. Stattdessen erfasst er logische Schwellenwerte. Wenn Sie einen Logikanalysator mit einer digitalen Schaltung verbinden, ist nur der logische Zustand des Signals von Interesse. Ein Logikanalysator sucht nur nach zwei Logikpegeln (vgl. Abbildung 2).

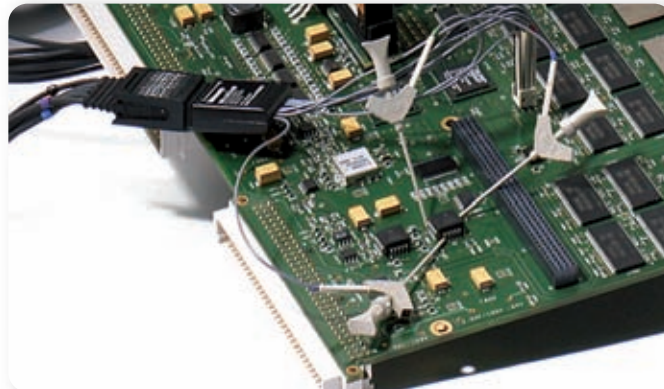
Das XYZ der Logikanalysatoren

► Grundlagen

Wenn das Eingangssignal den Spannungsschwellenwert (V) übersteigt, wird der Pegel als „hoch“ oder „1“ bezeichnet. Umgekehrt wird ein Pegel unterhalb von V_{sw} als „niedrig“ oder „0“ bezeichnet. Wenn ein Logikanalysator Eingangssignale abtastet, wird entsprechend dem Signalpegel bezogen auf den Spannungsschwellenwert eine „1“ oder eine „0“ gespeichert.

Bei einem Logikanalysator ähnelt die Timing-Anzeige der Signale einem Timing-Diagramm auf einem Datenblatt oder einem von einem Simulator erstellten Timing-Diagramm. Alle Signale sind zeitkorreliert, so dass Setup-and-hold-Zeit, Impulsbreite und irrelevante oder fehlende Daten angezeigt werden können. Zusätzlich zu ihrer großen Anzahl von Kanälen, bieten Logikanalysatoren wichtige Funktionen zum Überprüfen und Testen von digitalen Schaltungen. Dazu gehören die folgenden Funktionen:

- Anspruchsvolle Triggerung, mit der Sie die Bedingungen festlegen können, unter denen der Logikanalysator Daten erfasst
- Tastköpfe und Adapter mit hoher Dichte, mit denen leicht eine Verbindung zum zu prüfenden System (System under Test, SUT) hergestellt werden kann
- Analysefunktionen, die die erfassten Daten in Prozessoranweisungen umwandeln und diese mit dem Quellcode korrelieren



► **Abbildung 4.** Mehrzwecktastkopf



► **Abbildung 5.** Logikanalysator-Tastkopf mit hoher Dichte und mehreren Kanälen.

Verwendungsweise von Logikanalysatoren

Der Logikanalysator stellt eine Verbindung zu digitalen Signalquellen her und erfasst sowie analysiert die betreffenden Signale. Die Verwendung des Logikanalysators kann in vier Schritte unterteilt werden (vgl. Abbildung 3).

- 1 Anschließen
- 2 Einstellen
- 3 Erfassen
- 4 Analysieren und Anzeigen

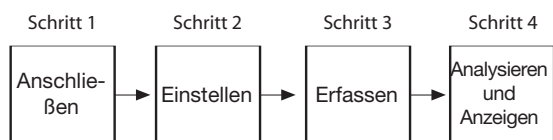
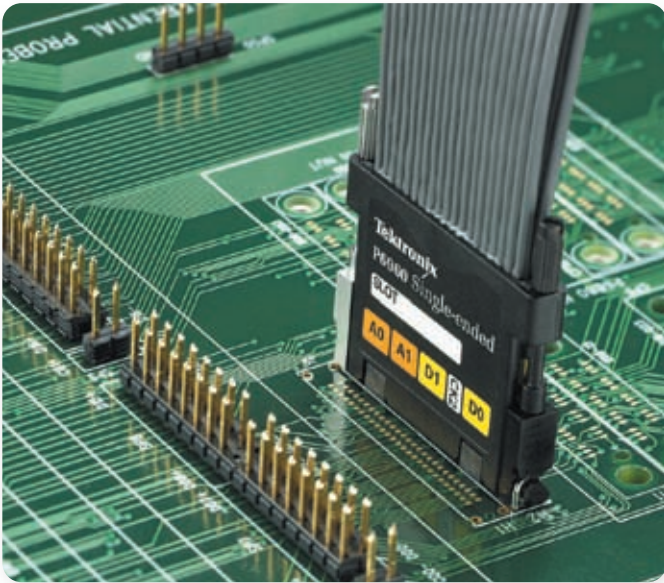


Abbildung 3. Vereinfachte Darstellung der Verwendungsweise von Logikanalysatoren

Anschließen an das zu prüfende System

Tastkopf

Die große Anzahl von Signalen, die vom Logikanalysator gleichzeitig erfasst werden können, zeichnet ihn gegenüber einem Oszilloskop aus. Die Tastköpfe zur Erfassung werden mit dem zu prüfenden System verbunden. Die Eingangsspannung wird im internen Komparator des Tastkopfs mit dem Spannungsschwellenwert (V_{sw}) verglichen. Dort wird auch entschieden, welchen logischen Zustand (1 oder 0) das Signal aufweist. Der Schwellenwert, bei dem es sich um einen TTL-Pegel, CMOS, ECL oder benutzerdefinierten Schwellenwert handeln kann, wird vom Benutzer festgelegt.



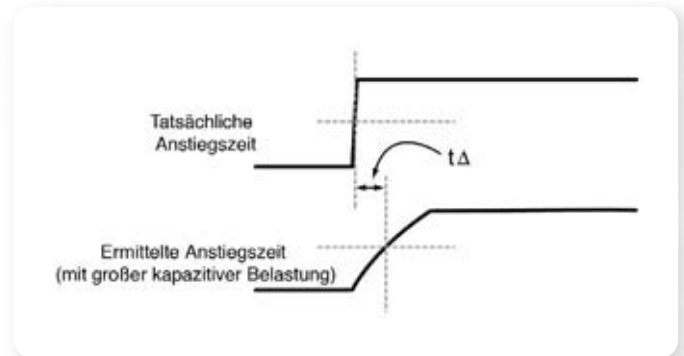
► **Abbildung 6.** Steckerloser D-Max™-Logikanalysator-Tastkopf

Die Tastköpfe von Logikanalysatoren sind in verschiedenen Ausführungen erhältlich:

- Mehrzwecktastköpfe mit „losen Kabelsätzen“, die für die punktweise Fehlerbehebung bestimmt sind (vgl. Abbildung 4).
- Multikanaltastköpfe mit hoher Dichte, für die spezielle Anschlüsse auf der Leiterplatte erforderlich sind (vgl. Abbildung 5). Diese Tastköpfe können hochwertige Signale erfassen, und beeinflussen das zu prüfende System nur minimal.
- Komprimierungstastköpfe mit hoher Dichte, die eine anschlusslose Tastkopfbefestigung verwenden (vgl. Abbildung 6). Dieser Typ von Tastkopf wird für Anwendungen empfohlen, die eine höhere Signaldichte oder eine anschlusslose Tastkopfbefestigung erfordern, um schnelle und zuverlässige Verbindungen zum zu prüfenden System herstellen zu können.

Die Impedanz der Tastköpfe des Logikanalysators (kapazitiver Widerstand, Widerstand und Induktivität) erhöht die Gesamtlast der zu prüfenden Schaltung. Alle Tastköpfe erhöhen die Last eines Systems. Der Tastkopf des Logikanalysators sollte die Last des zu prüfenden Systems nur minimal erhöhen und dem Logikanalysator ein genaues Signal liefern.

Der kapazitive Widerstand des Tastkopfs tendiert dazu, einen Abfall der Flanken des Signalübergangs zu verursachen (vgl. Abbildung 7). Dieser Abfall verlängert den Flankenübergang um einen Zeitspanne, die in Abbildung 7 durch „ t_{Δ} “ dargestellt ist. Warum ist dies wichtig? Da eine langsamere Flanke den logischen Schwellenwert der Schaltung später überschreitet, führt dies zu Timing-Fehlern beim zu prüfenden System.



► **Abbildung 7.** Die Impedanz des Logikanalysator-Tastkopfs kann Auswirkungen auf die Signalansteigszeiten und die Messung der Timing-Beziehungen haben.

Dieses Problem wird um so gravierender, je höher die Taktgeschwindigkeit liegt. In Hochgeschwindigkeitssystemen kann ein übermäßiger kapazitiver Widerstand des Tastkopfes verhindern, dass das zu prüfende System funktioniert! Es ist von entscheidender Bedeutung, einen Tastkopf mit dem geringstmöglichen kapazitiven Gesamtwiderstand auszuwählen.

Es ist außerdem wichtig zu berücksichtigen, dass die Klemmen und Kabelsätze des Tastkopfs die kapazitive Last der Schaltung erhöhen, an die sie angeschlossen sind. Verwenden Sie nach Möglichkeit einen ordnungsgemäß kompensierten Adapter.

Einstellen

Einstellen der Taktmodi

Auswahl des Taktmodus

Logikanalysatoren wurden für das Erfassen von Daten von mehrpoligen Geräten und Bussen entworfen. Der Begriff „Erfassungsrate“ bezieht sich darauf, wie oft Eingangssignale abgetastet werden. Hierbei handelt es sich um die gleiche Funktion wie die Zeitbasis bei einem Oszilloskop. Beachten Sie, dass die Begriffe „abtasten“, „erfassen“ und „aufzeichnen“ bei der Beschreibung der Funktionsweise eines Logikanalysators oft synonym verwendet werden. Es gibt zwei Arten der Datenerfassung bzw. Taktmodi:

Die **Timing-Erfassung** zeichnet Timing-Informationen des Signals auf. In diesem Modus wird der interne Takt des Logikanalysators zum Abtasten der Daten verwendet. Je schneller die Daten abgetastet werden, desto höher ist die Auflösung der Messung. Es besteht keine feste Timing-Beziehung zwischen dem Zielgerät und den vom Logikanalysator erfassten Daten. Dieser Erfassungsmodus wird in erster Linie verwendet, wenn das Hauptinteresse bei der Timing-Beziehung zwischen Signalen des zu prüfenden Systems liegt.

Das XYZ der Logikanalysatoren

► Grundlagen

Die **Zustandserfassung** wird verwendet, um den „Zustand“ des zu prüfenden Geräts zu erfassen. Ein Signal des zu prüfenden Systems definiert den Abtastpunkt (wann und wie oft Daten erfasst werden). Das Signal für den Takt der Erfassung kann der Systemtakt sein, ein Steuersignal auf dem Bus oder ein Signal, durch das das zu prüfende System seinen Zustand ändert. Die Daten werden an der aktiven Flanke abgetastet und spiegeln den Zustand des zu prüfenden Systems bei stabilen Logiksignalen wider. Der Logikanalysator nimmt nur dann eine Abtastung vor, wenn die ausgewählten Signale gültig sind. Die Abläufe zwischen den Taktereignissen sind hier nicht von Bedeutung.

Wodurch wird die Auswahl der Erfassungsart bestimmt?

Durch die Art und Weise, wie Sie die Daten betrachten möchten. Wenn Sie einen langen, fortlaufenden Datensatz von Timing-Details erfassen möchten, ist die Timing-Erfassung, der interne (oder asynchrone) Takt, die richtige Erfassungsmethode.

Oder Sie möchten die Daten genau so erfassen, wie sie im zu prüfenden System auftreten. In diesem Fall sollten Sie die Zustandserfassung (synchron) wählen. Bei der Zustandserfassung werden die einzelnen aufeinanderfolgenden Zustände des zu prüfenden Systems nacheinander in einem Listenfenster angezeigt. Das für die Zustandserfassung verwendete externe Taktsignal kann ein beliebiges relevantes Signal sein.

Einstellen der Triggerung

Die Triggerung ist eine weitere Funktion, die den Logikanalysator von einem Oszilloskop unterscheidet. Oszilloskope verfügen über Trigger, ihre Fähigkeit, auf binäre Bedingungen zu reagieren, ist jedoch relativ beschränkt. Im Unterschied dazu kann eine Vielzahl von logischen (booleschen) Bedingungen ausgewertet werden, um den Triggerzeitpunkt des Logikanalysators zu bestimmen. Der Zweck der Triggerung besteht im Auswählen der Daten, die vom Logikanalysator erfasst werden sollen. Der Logikanalysator kann Logikzustände des zu prüfenden Systems verfolgen und eine Triggerung ausführen, wenn ein benutzerdefiniertes Ereignis beim zu prüfenden System auftritt.

Beim Beschreiben von Logikanalysatoren ist das Verständnis des Begriffs „Ereignis“ unerlässlich. Der Begriff hat mehrere Bedeutungen. Es kann sich um einen einfachen, beabsichtigten oder sonstigen Übergang bei einer einzelnen Signalleitung handeln. Wenn Sie nach einem Glitch suchen, ist dies das relevante „Ereignis“. Als Ereignis

kann der Zeitpunkt betrachtet werden, zu dem ein bestimmtes Signal wie „Increment“ oder „Enable“ gültig wird. Als Ereignis kann aber auch eine festgelegte logische Bedingung betrachtet werden, die aus einer Kombination von Signalübergängen über einen ganzen Bus resultiert. Beachten Sie jedoch, dass ein Ereignis in jedem Fall eintritt, wenn sich Signale beim Übergang von einem Zyklus in den nächsten ändern.

Tipps zum Einstellen des Taktmodus

Es gibt einige allgemeine Richtlinien, die beim Einstellen eines Logikanalysators zum Messen von Daten beachtet werden sollten:

1. Timing-Erfassung (asynchron):

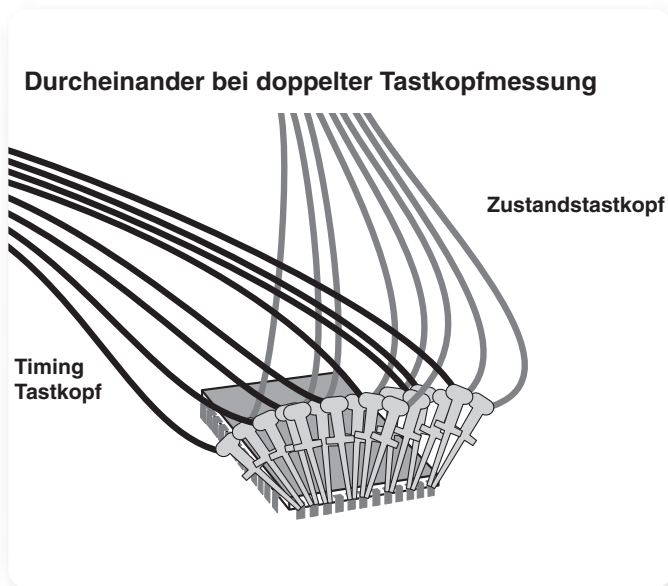
Die Abtasttaktgeschwindigkeit ist beim Bestimmen der Auflösung der Erfassung ein wichtiger Aspekt. Die Timing-Genauigkeit einer Messung entspricht immer einem Abtastintervall plus sonstige Fehler, die vom Hersteller angegeben werden. Wenn die Abtasttaktgeschwindigkeit beispielsweise 2 ns beträgt, werden alle 2 ns neue Abtastdaten im Erfassungsspeicher gespeichert. Nach diesem Abtasttakt geänderte Daten werden erst beim nächsten Abtasttakt erfasst. Da der genaue Zeitpunkt unbekannt ist, zu dem die Daten innerhalb des Zeitraums von 2 ns geändert wurden, beträgt die Nettoauflösung 2 ns.

2. Zustandserfassung (synchron):

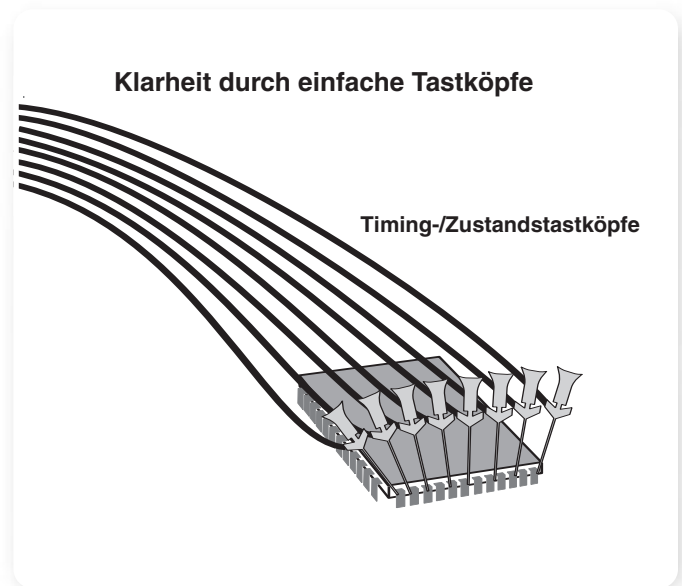
Zum Erfassen von Zustandsinformationen müssen beim Logikanalysator wie bei allen synchronen Geräten die Daten an den Eingängen vor und nach dem Abtasttakt stabil sein. Dadurch wird sichergestellt, dass die richtigen Daten erfasst werden.

Zum Triggern von Logikanalysatoren eignen sich viele Bedingungen. Der Logikanalysator kann beispielsweise einen bestimmten binären Wert für eine Bus- oder Zählerausgabe erkennen. Im Folgenden sind weitere Triggerauswahlmöglichkeiten aufgeführt:

- Wörter: bestimmte Bitmuster, die in binären, hexadezimalen und anderen Formaten definiert sind.
- Bereiche: Ereignisse, die zwischen einem niedrigen und einem hohen Wert auftreten.
- Zähler: die vom Benutzer programmierte Anzahl von Ereignissen, die von einem Zähler verfolgt werden.
- Signal: ein externes Signal, beispielsweise das Zurücksetzen des Systems.



► **Abbildung 8.** Bei der doppelten Tastkopfmessung sind zwei Tastköpfe an jedem Prüfpunkt erforderlich. Diese Weise wird die Qualität der Messung verringert.



► **Abbildung 9.** Bei der gleichzeitigen Abtastung werden Zustands- und Timing-Daten mit dem gleichen Tastkopf erfasst und ermöglichen so eine einfachere und saubere Messumgebung.

- Glitches: Impulse, die zwischen Erfassungen auftreten.
- Zeitgeber: die abgelaufene Zeit zwischen zwei Ereignissen oder die Dauer eines einzelnen Ereignisses, die von einem Zeitgeber verfolgt wird.
- Analog: Einsatz eines Oszilloskops zum Triggern für eine analoge Eigenschaft und Cross-Triggern des Logikanalysators.

Mit diesen verfügbaren Triggerbedingungen ist es möglich, Systemfehler anhand einer umfassenden Suche nach Zustandsfehlern zu verfolgen. Anschließend kann die Suche mit expliziteren Triggerbedingungen eingegrenzt werden.

Erfassung

Gleichzeitige Erfassung von Zustands- und Timing-Daten

Beim Testen von Hardware und Software (Systemintegration) sind korrelierte Zustands- und Timing-Informationen hilfreich. Ein Problem kann zunächst als ungültiger Zustand am Bus erkannt werden. Ein solcher kann durch ein Problem wie eine Setup-and-hold-Timing-Verletzung verursacht werden. Wenn der Logikanalysator Timing- und Zustandsinformationen nicht gleichzeitig erfassen kann, ist eine Isolierung des Problems schwierig und zeitaufwändig. Einige Logikanalysatoren erfordern das Anschließen eines separaten Timing-Tastkopfs, um die Timing-Informationen zu erfassen, sowie die Verwendung einer separaten Erfassungshardware. Bei diesen Geräten müssen Sie zwei

Arten von Tastköpfen gleichzeitig an das zu prüfende System anschließen (vgl. Abbildung 8). Ein Tastkopf verbindet das zu prüfende System mit einem Timing-Modul, während ein zweiter Tastkopf dieselben Prüfpunkte mit einem Zustandsmodul verbindet. Dies wird als „doppelte Tastkopfmessung“ bezeichnet. Dabei handelt es sich um eine Einrichtung, die die Impedanzumgebung Ihrer Signale beeinträchtigen kann. Das gleichzeitige Verwenden von zwei Tastköpfen führt sofort zu einer Veränderung beim Signal, wodurch sich die Anstiegs- und Abfallzeiten des zu prüfenden Systems, die Amplitude sowie das Rauschverhalten verschlechtern. Beachten Sie, dass es sich bei Abbildung 8 um eine vereinfachte Darstellung handelt, in der nur einige wenige repräsentative Verbindungen abgebildet sind. Bei einer realen Messung können vier, acht oder mehr Mehrfachleiterkabel angeschlossen sein.

Es empfiehlt sich, Timing- und Zustandsinformationen parallel, über denselben Tastkopf gleichzeitig zu erfassen (vgl. Abbildung 9). Über eine Verbindung, eine Einstellung und eine Erfassung werden sowohl Timing- als auch Zustandsdaten bereitgestellt. Dies vereinfacht den mechanischen Anschluss der Tastköpfe und trägt dazu bei, Probleme zu vermeiden.

Bei gleichzeitiger Erfassung von Timing- und Zustandsdaten erfasst der Logikanalysator alle Informationen, die zur Unterstützung der Timing- und Zustandsanalyse erforderlich sind. Es muss kein zweiter Schritt ausgeführt werden. Auf diese Weise wird die Anzahl möglicher Fehler und

Das XYZ der Logikanalysatoren

► Grundlagen

mechanischer Schäden, die bei doppelter Tastkopfmessung auftreten können, verringert. Die Auswirkungen eines einzelnen Tastkopfs auf den Messkreis sind geringer, wodurch genauere Messungen möglich sind und der Betrieb der Schaltung weniger beeinträchtigt wird.

Je höher die Timing-Auflösung, desto mehr Details werden aufgelöst, auf deren Grundlage bei der Schaltung getriggert werden können, wodurch Sie Probleme mit höherer Wahrscheinlichkeit erkennen können.

Echtzeit-Erfassungsspeicher

Die Mess-, Triggerungs- und Taktsysteme des Logikanalysators liefern Daten für den Echtzeit-Erfassungsspeicher. Dieser Speicher stellt das Kernstück des Geräts dar – den Zielspeicherort für alle Abtastdaten für das zu prüfende System sowie die Quelle für die gesamte Analyse und Anzeige des Geräts.

Logikanalysatoren verfügen über einen Speicher, in dem Daten in der Abtastrate des Geräts gespeichert werden können. Dieser Speicher kann als Matrix mit der Kanalbreite und der Speichertiefe angesehen werden (vgl. Abbildung 10).

Im Gerät wird eine Aufzeichnung der gesamten Signalaktivitäten akkumuliert, bis der Akkumulierungsvorgang durch ein Trigger-Ereignis oder den Benutzer angehalten wird. Das Ergebnis ist eine Erfassung, im Wesentlichen die Darstellung eines Mehrkanalsignals, in dem die Interaktion aller erfassten Signale mit einer äußerst hohen Timing-Genauigkeit abgebildet ist.

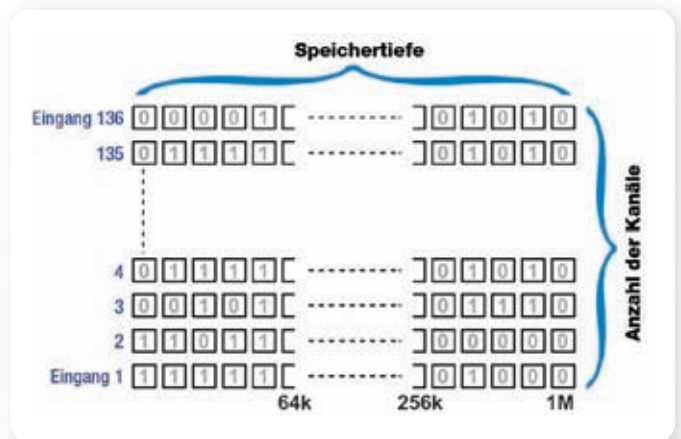
Kanalzahl und Speichertiefe sind die Schlüsselfaktoren bei der Auswahl eines Logikanalysators. Im Folgenden erhalten Sie einige Tipps, die Sie beim Bestimmen von Kanalzahl und Speichertiefe unterstützen sollen:

► Wie viele Signale müssen erfasst und analysiert werden?

Die Anzahl der Kanäle des Logikanalysators entspricht direkt der Anzahl der Signale, die erfasst werden sollen. Digitale Systembusse sind in verschiedenen Breiten verfügbar, und häufig müssen weitere Signale (Takte, Freigaben usw.) gleichzeitig abgetastet werden, während der gesamte Bus überwacht wird. Achten Sie darauf, dass alle Busse und Signale berücksichtigt werden, die gleichzeitig erfasst werden müssen.

► Wie groß ist die erforderliche Erfassungsdauer?

Dadurch wird die erforderliche Speichertiefe des Logikanalysators bestimmt. Dies ist insbesondere wichtig für Timing-Erfassungen. Bei gegebener



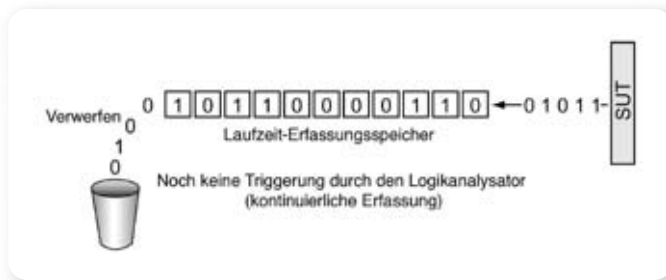
► **Abbildung 10.** Der Logikanalysator speichert die erfassten Daten in einem tiefen Speicher, wobei für jedes digitale Signal die volle Speichertiefe verfügbar ist.

Speicherkapazität verringert sich die Erfassungsgesamtzeit mit steigender Abtastrate. Beispielsweise umfassen die in einem 1M-Speicher gespeicherten Daten 1 Sekunde, wenn die Abtastrate 1 μ s beträgt. Derselbe 1M-Speicher umfasst nur eine Zeit von 10 ms bei einer Abtastrate von 10 ns.

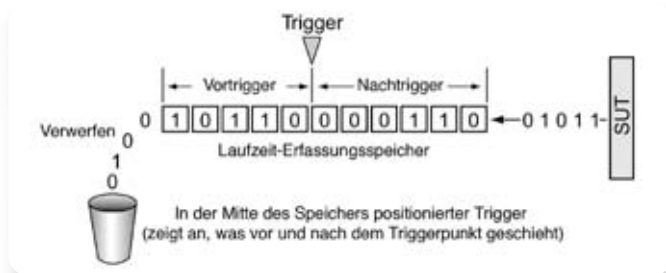
Durch das Erfassen von mehr Abtastwerten (einer längeren Zeit) erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, einen Fehler zu erfassen und dessen Ursache zu bestimmen (siehe folgende Erläuterung).

Logikanalysatoren erfassen kontinuierlich Daten und füllen den Echtzeit-Erfassungsspeicher, wobei bei einem Überlauf der Speicherinhalt nach dem FIFO-Verfahren (First-In, First-Out) (vgl. Abbildung 11) verworfen wird. Daher befinden sich die Echtzeitdaten in einem ständigen Fluss durch den Speicher. Wenn das Trigger-Ereignis eintritt, wird der „Anhalte“-Prozess ausgeführt und die Daten im Speicher beibehalten.

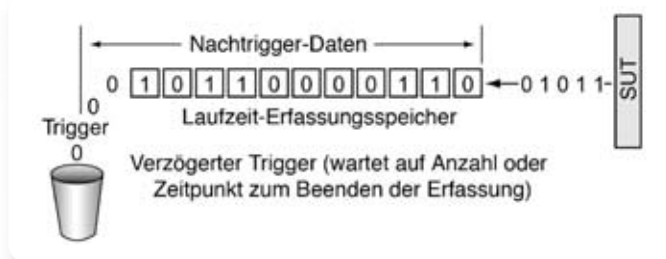
Die Platzierung des Triggers im Speicher ist flexibel, wodurch Ereignisse erfasst und untersucht werden können, die vor, nach und während des Trigger-Ereignisses eintreten. Dies ist eine wertvolle Funktion zur Fehlerbehebung. Bei der Triggerung auf ein Symptom, normalerweise ein Fehler beliebiger Art, können Sie den Logikanalysator so einrichten, dass die Daten bis zum Trigger (Vortrigger-Daten) gespeichert werden und der Fehler erfasst wird, der das Symptom verursacht hat. Sie können den Logikanalysator auch so einrichten, dass eine bestimmte Menge von Daten nach dem Trigger (Nachtrigger-Daten) gespeichert wird, um die möglichen nachfolgenden Auswirkungen des Fehlers anzeigen zu lassen. Weitere Kombinationen hinsichtlich der Platzierung von Triggern sind möglich (vgl. Abbildungen 12 und 13).



► **Abbildung 11.** Der Logikanalysator erfasst und verwirft Daten, wobei die zuerst erfassten Daten auch zuerst verworfen werden. Dies geschieht, bis ein Triggerereignis auftritt.



► **Abbildung 12.** Erfassen von Daten vor und nach dem Triggerereignis: Daten links des Triggerpunkts werden als „Vortrigger-Daten“ und Daten rechts des Triggerpunkts als „Nachtrigger-Daten“ bezeichnet. Der Triggerpunkt kann zwischen 0 und 100 % des Speichers positioniert sein



► **Abbildung 13.** Erfassen von Daten, die eine bestimmte Zeit oder eine bestimmte Anzahl von Zyklen nach dem Trigger aufgetreten sind

Wenn Messung, Takte und Triggerung eingerichtet sind, ist der Logikanalysator einsatzbereit. Das Ergebnis ist ein Echtzeit-Erfassungsspeicher mit Daten, mit denen das Verhalten des zu prüfenden Systems auf verschiedene Weise analysiert werden kann.

Im Haupterfassungsspeicher des Logikanalysators wird eine lange und umfassende Aufzeichnung der Signalaktivitäten gespeichert. Einige moderne Logikanalysatoren können Daten mit Raten von mehreren Gigahertz über Hunderte von Kanälen erfassen, und die Ergebnisse werden in einer Aufzeichnung mit großer Länge aufgezeichnet. Dies ist ideal für einen umfassenden Überblick über langfristige Busaktivitäten.



► **Abbildung 14.** MagniVu™-Erfassung mit Glitch im Taktsignal

Für jeden angezeigten Signalübergang kann angenommen werden, dass er innerhalb des durch die aktive Taktrate definierten Intervalls auftritt. Die erfasste Flanke kann einige Pikosekunden nach dem vorhergehenden Abtastwert aufgetreten sein, einige Pikosekunden vor dem nachfolgenden Abtastwert oder an einer beliebigen anderen Stelle zwischen den Abtastwerten. Daher bestimmt das Abtastintervall die Auflösung des Geräts. Neu eingeführte High-Speed-Elektronik-Bausteine erfordern eine bessere Timing-Auflösung der Logikanalysatoren.

Tektronix MagniVu™-Erfassungstechnologien, eine Standardfunktion in der TLA-Serie, stellen die Antwort auf diese Herausforderung dar. Die MagniVu-Erfassung verwendet einen Hochgeschwindigkeitspufferspeicher, in dem Informationen in höheren Intervallen vor und nach dem Triggerpunkt erfasst werden. Auch hier werden beim Füllen des Speichers die ältesten Abtastwerte fortlaufend durch neue ersetzt. Jeder Kanal verfügt über einen eigenen MagniVu-Pufferspeicher. Durch die MagniVu-Erfassung wird eine dynamische hochauflösende Aufzeichnung von Übergängen und Ereignissen vorgehalten, die bei der Auflösung der Erfassungen im Hauptspeicher möglicherweise nicht sichtbar sind.

Die MagniVu-Erfassung stellt das Kernstück der brachenführenden Fähigkeit der TLA-Serie dar, intermittierende Timing-Fehler wie schmale Glitches und Setup/Hold-Verletzungen zu erkennen, die von herkömmlichen Logikanalysatoren nicht erkannt werden. Wie Abbildung 14 zeigt, kann diese Aufzeichnung mit hoher Auflösung auf dem Display angezeigt werden, wobei diese perfekt an den anderen Timing-Signalen im Hauptspeicher ausgerichtet ist.

Das XYZ der Logikanalysatoren

► Grundlagen

Integrierte Tools für die analog-digitale Fehlersuche

Entwickler, die versuchen, digitale Fehler nachzuerfolgen, müssen auch den analogen Bereich berücksichtigen. In modernen Systemen mit schnellen Flanken und Datenraten haben die digitalen Signalen zugrunde liegenden analogen Merkmale eine zunehmende Auswirkung auf das Systemverhalten, — insbesondere auf Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit.

Signalverzerrungen können auf Probleme im analogen Bereich zurückzuführen sein: Impedanzkonflikte und deren Übertragungseffekte, Signalverzerrungen können auch die Ursache von Nebeneffekten wie Setup- und Hold-Zeitverletzungen sein. Es gibt ein hohes Maß an Wechselwirkungen zwischen den Effekten digitaler und analoger Signale.

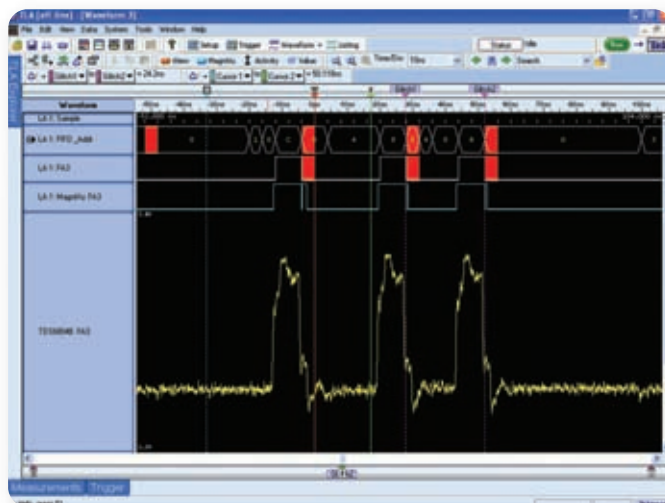
Die anfängliche Erkennung einer Anomalie und ihrer Auswirkungen im digitalen Bereich tritt normalerweise im Logikanalysator auf. Dabei handelt es sich um das Tool, das Dutzende oder sogar Hunderte von Kanälen gleichzeitig und über lange Zeiträume erfasst. Daher ist dies das Erfassungsgerät, das mit hoher Wahrscheinlichkeit mit dem richtigen Signal zur richtigen Zeit verbunden wird.

Das Beschreiben der Signalverzerrungen nach ihrer Erkennung ist die Aufgabe des Echtzeit-Oszilloskops. Es kann jeden Glitch und jeden Übergang ausführlich erfassen, mit genauen Informationen zu Amplituden und Timing. Das Verfolgen dieser analogen Eigenschaften ist häufig die schnellste Möglichkeit zum Beheben eines digitalen Problems.

Die effiziente Fehlerbehebung erfordert Tools und Methoden, die in beide Bereiche verwendet werden können. Das Erfassen der Interaktion zwischen den beiden Bereichen und ihre Anzeige sowohl in digitaler als auch analoger Form stellt das Kernstück für eine effiziente Fehlerbehebung dar.

In einigen modernen Lösungen, insbesondere bei Logikanalysatoren der Serie Tektronix TLA und Oszilloskopen der Serie TDS, sind Funktionen zur Integration beider Plattformen vorhanden. Das Tektronix iLink™-Toolkit ermöglicht die „Zusammenarbeit“ von Logikanalysator und Oszilloskop, d. h. das gemeinsame Verwenden von Triggern sowie zeitkorrelierte Anzeigen.

Das iLink™-Toolkit umfasst mehrere Elemente zur Beschleunigung der Problemerkennung und Fehlerbehebung:



► **Abbildung 15.** Zeitkorrelierte analog-digitale Ansicht einer Anomalie

- **iCapture™**-Multiplexing ermöglicht das gleichzeitige Erfassen digitaler und analoger Daten über einen einzigen Logikanalysator-Tastkopf.
- Das **iView™**-Display zeigt zeitkorrelierte, integrierte Logikanalysator- und Oszilloskopmessungen auf der Anzeige des Logikanalysators an.
- Die **iVerify™**-Analyse bietet Mehrkanal-Busanalyse und Überprüfungstests mit Hilfe der vom Oszilloskop generierten Augendiagramme.

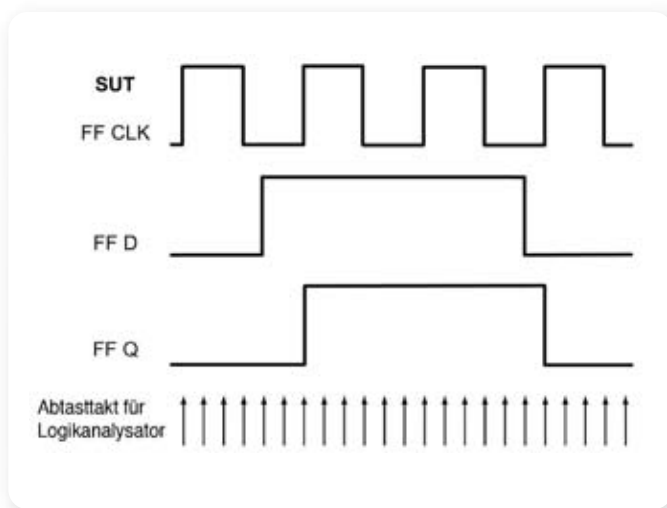
Abbildung 15 zeigt eine iView-Bildschirmanzeige auf einem Logikanalysator der Serie TLA. Das Signal wird sowohl in analoger als auch digitaler Form abgebildet, da der Logikanalysator mit der integrierten TDS-Oszilloskopverfolgung zeitkorreliert ist.

Analyse und Anzeige

Die im Echtzeit-Erfassungsspeicher gespeicherten Daten können in einer Vielzahl von Anzeige- und Analysemodi verwendet werden. Wenn die Informationen im System gespeichert sind, können sie in verschiedenen Formaten dargestellt werden, von Timing-Kurven bis hin zu mit dem Quellcode korrelierten Befehlsmnemonics.

Signalanzeige

Die Signalanzeige ist eine detaillierte Mehrkanalanzeige, in der die zeitlichen Beziehungen aller erfassten Signale nachverfolgt werden können. Sie ähnelt stark der Anzeige eines Oszilloskops. Abbildung 16 zeigt eine vereinfachte Signalanzeige. In dieser Abbildung wurden Markierungen für Abtasttakte hinzugefügt, die die Punkte kennzeichnen, an denen Abtastwerte erfasst wurden.



► **Abbildung 16.** Signalanzeige des Logikanalysators (vereinfacht)

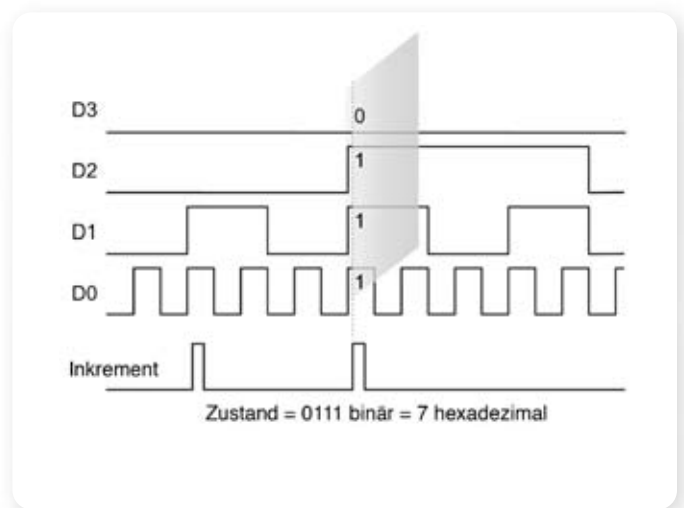
Die Signalanzeige wird in der Regel zur Timing-Analyse verwendet, ist jedoch auch ideal geeignet für die folgenden Aufgaben:

- Diagnostizieren von Timing-Problemen in der Hardware des zu prüfenden Systems
- Überprüfen des ordnungsgemäßen Betriebs der Hardware durch einen Vergleich der aufgezeichneten Ergebnisse mit einer Simulationsausgabe oder atenblatt-Timing-Diagrammen.
- Messen von Timing-bezogenen Eigenschaften der Hardware:
 - Unterschiedliche Signaldurchlaufbedingungen
 - Laufzeitverzögerungen
 - Fehlen oder Vorhandensein von Impulsen
- Analysieren von Glitches

Listenanzeige

In der Listenanzeige werden Zustandsinformationen in alphanumerischer, benutzerdefinierter Form angezeigt. Die Datenwerte in der Liste werden aus Abtastwerten abgeleitet, die für einen gesamten Bus erfasst wurden, und können hexadezimal oder in einem anderen Format dargestellt werden.

Stellen Sie sich vor, dass ein vertikaler „Schnitt“ durch alle Signale für einen Bus erfasst wird (vgl. Abbildung 17). Der Schnitt durch den 4-Bit-Bus in Abbildung 17 stellt einen Abtastwert dar, der im Echtzeit-Erfassungsspeicher gespeichert wird. Der Logikanalysator würde dann die im schattierten Schnitt in Abbildung 17 angegebenen Zahlen (in der Regel in hexadezimaler Darstellung) anzeigen.



► **Abbildung 17.** Bei der Zustandserfassung wird über einen Bus eine „Datenscheibe“ erfasst, wenn das externe Taktsignal eine Erfassung auslöst.

Abtastwert	Zähler	Zähler	Zeitstempel
0	0111	7	0 ps
1	1111	F	114.000 ns
2	0000	0	228.000 ns
3	1000	8	342.000 ns
4	0100	4	457.000 ns
5	1100	C	570.500 ns
6	0010	2	685.000 ns
7	1010	A	799.000 ns

► **Abbildung 18.** Listenanzeige

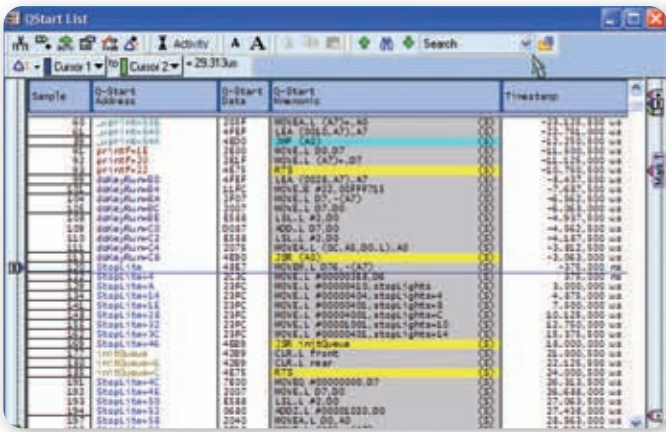
In der Listenanzeige wird der Zustand des zu prüfenden Systems angezeigt. Die Listenanzeige in Abbildung 18 zeigt den Informationsfluss exakt in der Form, in der er das zu prüfende System durchläuft – als Strom von Datenwörtern.

Zustandsdaten werden in verschiedenen Formaten angezeigt. Die Echtzeit-Anzeige des Befehlsverlaufs zerlegt jede Bus-Transaktion und bestimmt genau, welche Befehle im Bus gelesen wurden. Anschließend wird das entsprechende Befehlsmnemonic mit der zugehörigen Adresse angezeigt. Abbildung 19 zeigt ein Beispiel für die Echtzeit-Anzeige des Befehlsverlaufs.

Eine weitere Anzeige, die Quellcode-Debug-Anzeige, ermöglicht Ihnen eine effizientere Fehlersuche, da in dieser der Quellcode mit dem Befehlsverlauf korreliert ist. Sie ermöglicht eine direkte Visualisierung der beim Ausführen eines Befehls tatsächlich ablaufenden Vorgänge. Abbildung 20 zeigt eine Quellcodeanzeige, die mit der Echtzeit-Befehlsverlaufsanzeige aus Abbildung 19 korreliert ist.

Das XYZ der Logikanalysatoren

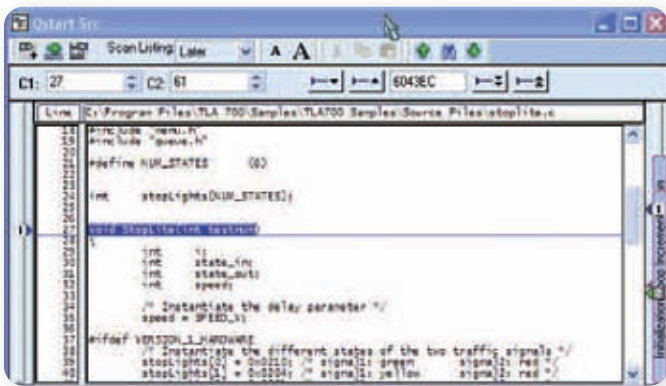
► Grundlagen



► **Abbildung 19.** Echtzeit-Anzeige des Befehlsverlaufs



► **Abbildung 21.** Erhöhung der Produktivität durch automatische Messungen



► **Abbildung 20.** Quellcodeanzeige. Zeile 27 in dieser Anzeige korreliert mit Abtastwert 120 in der Befehlsverlaufsanzeige in Abbildung 19.

Automatische Messungen

Automatische Messungen mit Hilfe von Drag & Drop ermöglichen das Ausführen komplizierter Messungen auf der Grundlage der vom Logikanalysator erfassten Daten. Eine umfassende Auswahl von oszilloskopartigen Messungen ist verfügbar, einschließlich Frequenz, Periode, Impulsbreite, Tastverhältnis und Flankenanzahl. Die automatischen Messungen liefern sofort genaue Ergebnisse, indem mit hoher Geschwindigkeit Messergebnisse für sehr umfangreiche Abtastwerte bereitgestellt werden. Das Ausführen einer Messung ist sehr einfach: Klicken Sie auf ein Messsymbol, das Sie aus einer Gruppe verwandter Symbole in einem Fenster mit Registerkarten auswählen. Ziehen Sie das Symbol auf eine Signaldarstellung im Hauptfenster. Der Logikanalysator richtet die Messung ein, führt alle erforderlichen Analyseschritte (z. B. Berechnen der Impulsbreite) aus und zeigt das Ergebnis wie in Abbildung 21 dargestellt an. Beachten Sie, dass alle diese Schritte automatisch ausgeführt werden, so dass Sie auf die früher erforderlichen zeitaufwändigen manuellen Messmethoden verzichten können.

Mit Hilfe von prozessorspezifischen Unterstützungspaketen können Zustandsanalysedaten in mnemonischer Form angezeigt werden. Dies erleichtert die Fehlersuche bei Softwareproblemen im zu prüfenden System. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen können Sie eine hardwarenähere Statusanzeige (z. B. eine Hexadezimalanzeige) oder eine Timing-Diagrammanzeige aufrufen, um den Ursprung des Fehlers zu ermitteln.

Anwendungsbeispiel für die Zustandsanalyse:

- Parametrische und Grenzwertanalyse (z. B. Setup- und Hold-Werte)
- Erkennen von Setup-and-hold-Timing-Verletzungen
- Hardware/Software-Integration und -Test
- Testen von State-Machines
- Optimierung
- Verfolgen des Datenflusses durch eine gesamte Schaltung.

Leistungsterminologie und -Auswahlkriterien

Logikanalysatoren verfügen über eine Reihe von quantitativen Indikatoren zur Beurteilung ihrer Leistung und Effektivität, wobei einige dieser Indikatoren auf die Abtastrate bezogen sind. Dies ist die Messfrequenzachse, analog zur Bandbreite eines Digital Speicher-Oszilloskops (DSO). Benutzern von Digital Speicher-Oszilloskopen werden einige der Mess- und Triggerungstermini bekannt sein. Viele andere sind jedoch nur in der digitalen Welt der Logikanalysatoren zu finden. Da Logikanalysatoren nicht versuchen, analoge Signale zu erfassen und zu rekonstruieren, sind Aspekte wie Kanalzahl und Synchronisierungsmodi (Taktmodi) entscheidend, während analoge Faktoren wie die vertikale Genauigkeit sekundär sind.

Die folgende Liste von Leistungstermini und -Auswahlkriterien bezieht sich auf die aktuellen Logikanalysatoren von Tektronix der Serie TLA, eine branchenführende Lösung, die den Anforderungen der anspruchsvollsten Anwendungen im Bereich der Entwicklung digitaler Schaltungen gerecht wird.

Timing-Erfassungsrates

Die Hauptaufgabe des Logikanalysators besteht im Erstellen eines Timing-Diagramms auf der Grundlage der erfassten Daten. Wenn der Prüfling richtig funktioniert und die Erfassung ordnungsgemäß eingerichtet ist, entspricht die Timing-Anzeige des Logikanalysators nahezu dem Timing-Diagramm des Schaltungssimulators oder des Datenbuchs.

Diese ist jedoch von der Auflösung des Logikanalysators – abhängig, d. h. von seiner Abtastrate. Die Timing-Erfassung erfolgt asynchron. Das heißt, der Abtasttakt verläuft unabhängig vom Eingangssignal. Je höher die Abtastrate, desto wahrscheinlicher ist es, dass in einem Abtastbereich das Timing eines Ereignisses (z. B. eines Übergangs) genau erkannt wird.

Die Abtastfrequenz von 2 GHz eines Logikanalysators der Serie TLA entspricht beispielsweise einer Auflösung von 500 ps. Daher spiegelt die Timing-Anzeige Flankenplatzierungen im schlimmsten Fall innerhalb von 500 ps der tatsächlichen Flanke wider.

Zustandserfassungsrates

Die Zustandserfassung erfolgt synchron. Sie hängt beim Takten der Erfassungen von einem externen Trigger des Prüflings ab. Die Zustandserfassung unterstützt Entwickler beim Verfolgen des Datenflusses und der Programmausführung bei Prozessoren und Bussen. Logikanalysatoren wie die der Serie TLA können Zustandserfassungsfrequenzen von 450 MHz mit einem Setup/Hold-Fenster von 625 ps für alle Kanäle liefern, um die exakte Erfassung von Daten zu gewährleisten.

Beachten Sie, dass diese Frequenz für den Bus und die I/O-Transaktionen relevant ist, die vom Logikanalysator überwacht werden, jedoch nicht für die interne Taktrate des Prüflings. Obwohl die interne Taktrate des Geräts in einem Bereich von mehreren Gigahertz liegen kann, liegt die Taktrate für die Kommunikation mit Bussen und anderen Geräten in der gleichen Größenordnung wie die Zustandserfassungsfrequenz des Logikanalysators.

MagniVu-Erfassungsrates

Die MagniVu-Erfassung kann entweder im Timing-Erfassungsmodus oder im Zustandserfassungsmodus verwendet werden. Die MagniVu-Erfassung bietet eine höhere Abtastauflösung für alle Kanäle, so dass schwierige Probleme besser erkannt werden können, indem zusätzliche Abtastwerte vor und nach dem Trigger-Punkt akkumuliert werden. Weitere Funktionen sind einstellbare MagniVu-Abtastraten, verschiebbare Trigger-Positionen und ein separater MagniVu-Triggervorgang, der unabhängig vom Haupt-Trigger ausgelöst werden kann.

Aufzeichnungslänge

Die Aufzeichnungslänge ist eine weitere wichtige Kenngröße für Logikanalysatoren. Ein Logikanalysator, der mehr „Zeit“ in Form von abgetasteten Daten speichern kann, ist hilfreich, da das Symptom, das eine Erfassung auslöst, auch weit nach seiner Ursache auftreten kann. Mit einer größeren Aufzeichnungslänge ist es häufig möglich, sowohl Ursache als auch Symptom aufzuzeichnen und anzuzeigen, wodurch der Fehlerbehebungsprozess erheblich erleichtert wird.

Logikanalysatoren der Serie TLA können mit verschiedenen Aufzeichnungslängen konfiguriert werden. Darüber hinaus können im Speicher bis zu vier Kanälen verkettet werden, wodurch sich die verfügbare Tiefe vervierfacht. Dadurch können bei Bedarf extreme Aufzeichnungslängen ermöglicht werden, oder die Leistung einer großen Aufzeichnungslänge kann durch eine kleinere, weniger kostenaufwändige Konfiguration erreicht werden.

Das XYZ der Logikanalysatoren

► Grundlagen

Kanalzahl und Modularität

Die Kanalzahl eines Logikanalysators bildet die Grundlage für die Unterstützung von breiten Bussen und/oder die Verwendung von mehreren Testpunkten in einem System dar. Die Kanalzahl ist darüber hinaus wichtig beim Neukonfigurieren der Aufzeichnungslänge des Geräts: Zwei bzw. vier Kanäle sind erforderlich, um die Aufzeichnungslänge zu verdoppeln bzw. zu vervierfachen.

Bei der derzeitigen Tendenz zu seriellen Hochgeschwindigkeits-Bussen bleibt die Kanalzahl unverändert relevant. Ein serielles 32-Bit-Datenpaket muss beispielsweise nicht auf einen, sondern auf 32 Kanäle des Logikanalysator verteilt werden. Mit anderen Worten, durch den Übergang von parallelen zu seriellen Architekturen ist die Kanalzahl weiterhin ein wichtiger Faktor.

Unabhängige Logikanalysatoren der Serie TLA können mit einer Vielzahl unterschiedlicher Kanalzahlen konfiguriert werden. Die modularen Logikanalysatoren der Serie TLA können zusammen mit einer Reihe von Erfassungsmodulen verwendet werden und mit diesen zusammengeslossen werden, um eine noch höhere Kanalzahl zu erreichen.

Letztendlich kann das System Tausende von Erfassungskanälen umfassen. Die modulare Architektur der Serie TLA gewährleistet auf einzigartige Weise die ständige Synchronisierung und geringe Latenz zwischen den einzelnen Modulen, selbst wenn sich diese auf verschiedenen Großrechnern befinden.

Triggerung

Die Flexibilität bei der Triggerung ist für die schnelle und effektive Erkennung unbekannter Probleme unverzichtbar. Bei Logikanalysatoren umfasst die Triggerung das Festlegen von Bedingungen, bei deren Eintreten der Speicher bis zum Ende gefüllt wird und die Ergebnisse angezeigt werden. Die Tatsache, dass die Erfassung angehalten wurde, ist der Beweis dafür, dass die Bedingung eingetreten ist (es sei denn, eine Zeitüberschreitung wurde festgelegt).

Durch das Drag & Drop-Verfahren wurde die Triggerung nun vereinfacht, wodurch die häufig verwendeten Triggertypen einfacher eingerichtet werden können. Benutzer müssen nun keine komplizierten Triggerkonfigurationen für routinemäßige Timing-Probleme mehr einrichten. Wie in den Anwendungsbeispielen an späterer Stelle in diesem Dokument veranschaulicht, ermöglichen Logikanalysatoren

die effiziente Spezialisierung dieser Trigger, so dass auch komplexere Probleme behandelt werden können. Logikanalysatoren bieten außerdem mehrere Triggerzustände, Worterkennung, Flanken-/Übergangserkennung, Bereichserkennung, Zeitgeber/Zähler sowie eine Schnappschusserkennung zusätzlich zu den Glitch- und Setup/Hold-Triggern.

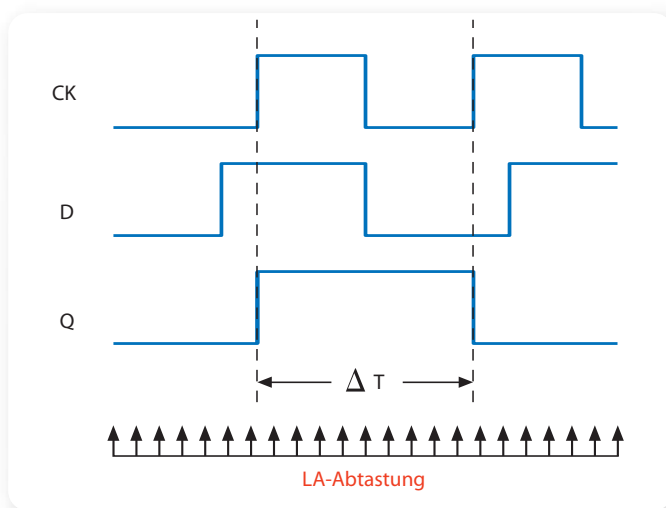
Messung mit Tastkopf

Da Schaltdichten und -geschwindigkeiten mit jeder neuen Generation elektronischer Produkte dramatisch zunehmen, stellen Messlösungen mit Tastkopf eine immer wichtigere Komponente der Gesamtlösung „Logikanalysator“ dar. Tastköpfe müssen Kanaldichten bieten, die denen der Zielgeräte entsprechen und gleichzeitig positive Verbindungen bereitstellen und die Signalqualität erhalten.

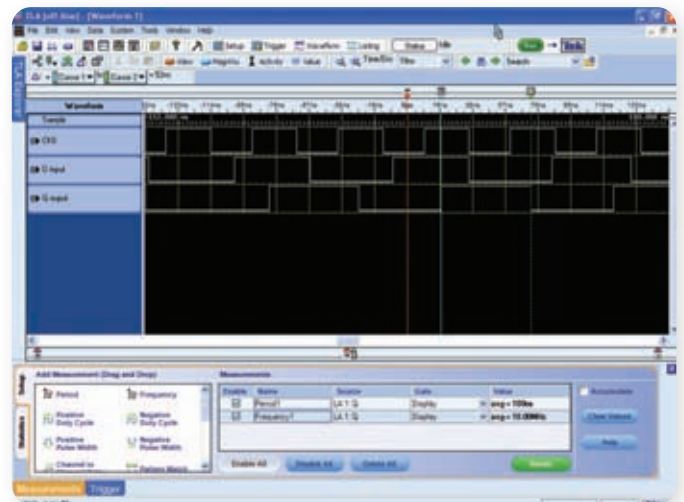
Die D-Max™-Technologie, die den steckerlosen Tastköpfen für Logikanalysatoren von Tektronix zugrunde liegt, stellen eine innovative Herangehensweise an diese Herausforderungen dar. Sie stellen eine stabile und zuverlässige mechanische sowie elektrische Verbindung zwischen dem Tastkopf und dem Schaltkreis dar. Ihre branchenführende Eingangskapazität minimiert die Lastauswirkungen der Tastköpfe auf das Signal. Diese miniaturisierten Tastköpfe sind für Verbindungen mit einfachen Anschluss pads auf der Leiterplatte konzipiert, wobei die wertvolle nutzbare Platinenfläche erhalten bleibt und die Komplexität und Kosten der Schaltung minimiert werden.

Anwendungsbeispiele für den Logikanalysator

Die folgende Reihe von Anwendungsbeispielen veranschaulicht einige häufig auftretende Messprobleme und ihre Lösungen. Die Erläuterung sind vereinfacht, und ihr Schwerpunkt liegt auf einigen grundlegenden Erfassungsverfahren des Logikanalysators und der Anzeige der erhaltenen Daten. Aus Gründen der Anschaulichkeit wurden einige Einrichtungsschritte und Konfigurationsdetails ausgelassen. Weitere Einzelheiten erhalten Sie in der Dokumentation zum Gerät, den Anwendungshinweisen und sonstigen technischen Informationen.



► **Abbildung 22.** Beispiel für die Abtastrate im Verhältnis zur Auflösung für eine bistabile Kippschaltung vom Typ „D“



► **Abbildung 23.** Abtastrate im Verhältnis zur Auflösung

Durchführen von allgemeinen Timing-Messungen

Das Gewährleisten der richtigen Timing-Beziehungen zwischen wichtigen Signalen in einem digitalen System ist ein unerlässlicher Schritt bei der Prüfung. Ein umfassender Bereich von Timing-Parametern und -Signalen muss ausgewertet werden: Laufzeitverzögerung, Impulsbreite, Setup- und Hold-Eigenschaften, Signalverzögerung u.a. Effiziente Timing-Messungen erfordern ein Tool, das eine Erfassung mit hoher Auflösung über viele Kanäle bei minimaler Erhöhung der Last der zu messenden Schaltung gewährleistet.

Das Tool muss über flexible Triggerungsfunktionen verfügen, mit deren Hilfe Entwickler Probleme schnell durch Definieren expliziter Trigger-Bedingungen auffinden können. Darüber hinaus muss das Tool Anzeige- und Analysefunktionen bereitstellen, die die Interpretation langer Aufzeichnungen vereinfachen.

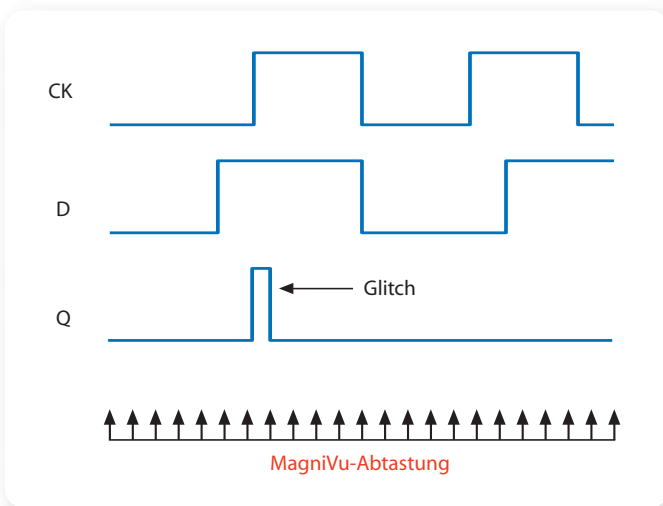
Timing-Messungen sind normalerweise beim Prüfen einer neuen Digitalschaltung erforderlich. Im folgenden Beispiel wird eine Timing-Messung für eine bistabile Kippschaltung ("D" Flip-Flop) mit den Verbindungen in Abbildung 22 veranschaulicht. Dieses Beispiel beruht auf den Funktionen von Logikanalysatoren von Tektronix der Serie TLA. In der realen Welt können bei einer solchen Messung Hunderte oder sogar Tausende von Signale erfasst werden. Das Prinzip ist jedoch dasselbe, und wie im Beispiel verdeutlicht, sind Timing-Messungen schnell, unkompliziert und exakt.

- Einrichten der Triggerung und der Taktung. In diesem Beispiel werden die Einstellung „IF Ereignis, THEN Trigger“ und der interne (asynchrone) Takt verwendet. Es ist ein weiterer Einrichtungsschritt, über das hier Erläuterte hinaus, auszuführen, um die Signale zu benennen und bestimmten Kanälen des Logikanalysators zuzuweisen.

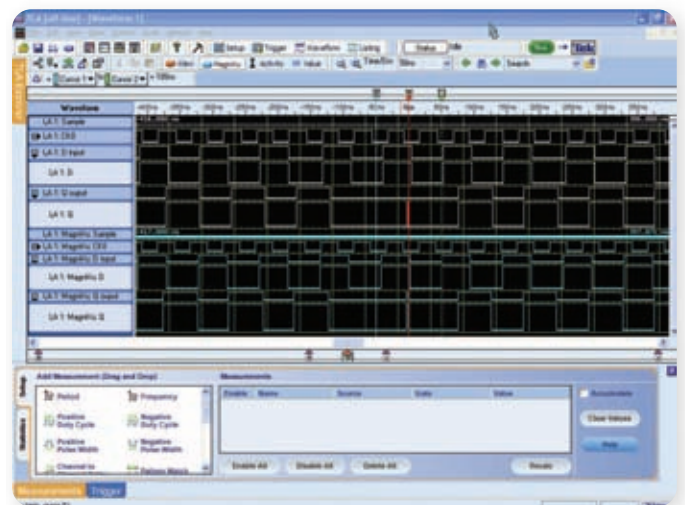
- Nach dem Ausführen eines „Run“-Vorgangs zum Erfassen der Signaldaten verwenden Sie das Bedienelement für die horizontale Positionierung oder den Durchlaufbalken für den Speicher, um die Bildschirmdaten so zu positionieren, dass die Trigger-Anzeige (markiert mit einem „T“) angezeigt wird.
- Positionieren Sie den Mauszeiger über der vorderen Flanke des Q-Signals, und klicken Sie mit der rechten Maustaste. Wenn Sie im geöffneten Menü die Option zum Verschieben von Cursor 1 auswählen, wird der Cursor der ersten Messung an diese Position verschoben. Sie können dann den Cursor mit Hilfe von Drag & Drop an der vorderen Flanke „einrasten“ lassen. Diese Position wird zum Anfangspunkt der gemessenen Zeitspanne.
- Positionieren Sie den Mauscursor über der hinteren Flanke des Q-Signals. Klicken Sie mit der rechten Maustaste, und wählen Sie die Option zum Verschieben von Cursor 2 aus, um den Cursor zu platzieren. Sie können wiederum die Funktion zum Einrasten des Cursors verwenden, um den Cursor an der Flanke leichter auszurichten. Diese Position wird zum Endpunkt der gemessenen Zeitspanne.
- Da auf der Y-Achse der Anzeige die Zeit dargestellt wird, stellt die subtraktive Differenz zwischen Cursor 2 und Cursor 1 die Zeitmessung dar. Das Ergebnis von 52 ns wird in der Wert für „Zeitdifferenz“ in der Anzeige angegeben. Die Auflösung der Messung hängt von der Abtastrate ab; in Abbildung 23 beträgt diese 2 ns, entsprechend den Teilstrichen auf der Abtastspur. Beachten Sie, dass die „Zeitdifferenz“-Messung keine höhere Auflösung als die Abtastrate aufweisen kann.

Das XYZ der Logikanalysatoren

► Grundlagen



► **Abbildung 24.** Beispiel einer MagniVu-Erfassung mit höherer Auflösung für eine bistabile Kippschaltung eine höhere Auflösung.



► **Abbildung 25.** Glitch-Trigger mit MagniVu-Erfassung ermöglicht eine höhere Auflösung.

Erfassen und Anzeigen von intermittierenden Glitches

Glitches sind ein lästiges, häufig auftretendes Problem beim Entwickeln digitaler Systeme. Diese fehlerhaften Impulse sind intermittierend, und sie können in Amplitude und Dauer unregelmäßig sein. Daher sind sie schwer aufzufinden und zu erfassen. Dennoch können die Auswirkungen eines nicht vorhersagbaren Glitches ein System blockieren. Ein Logikelement kann z. B. leicht einen Glitch fälschlicherweise als Taktimpuls interpretieren. Dadurch werden wiederum Daten vorzeitig über den Bus gesendet, wodurch Fehler erzeugt werden, die sich über das gesamte System fortsetzen.

Viele Bedingungen können für das Entstehen von Glitches verantwortlich sein: Übersprechen, induktive Kopplung, unterschiedliche Signaldurchlaufbedingungen, Timing-Verletzungen und andere Faktoren. Glitches können bei Timing-Messungen mit herkömmlichen Logikanalysatoren einfach aus dem Grund nicht erkannt werden, weil ihre Dauer zu kurz ist. Ein Glitch kann zwischen zwei Erfassungen des Logikanalysators einfach auftreten und dann wieder verschwinden.

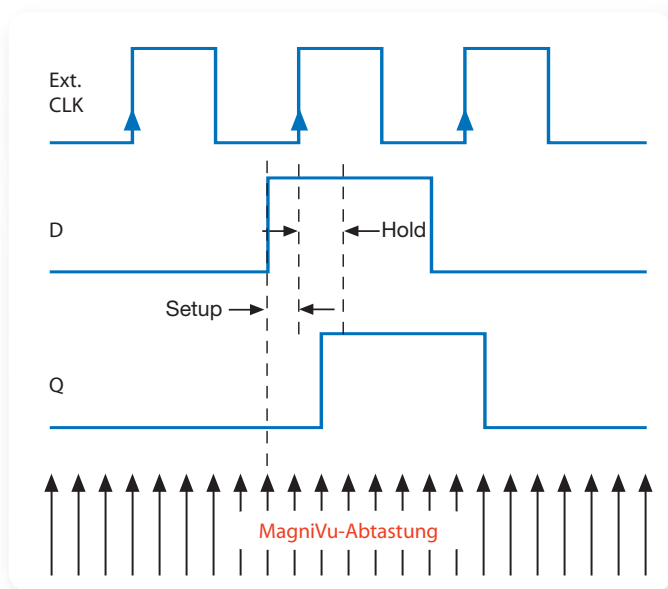
Nur ein Logikanalysator mit einer sehr hohen Timing-Auflösung (d. h. einer hohen Taktfrequenz bei Ausführung im asynchronen Modus) kann diese kurzen Ereignisse evtl. erfassen. Im Idealfall hebt der Logikanalysator den Glitch und den Kanal automatisch hervor. Im folgenden Beispiel wird der Vorgang des Erfassens eines schmalen Glitches mit Hilfe eines Logikanalysators der Serie TLA veranschaulicht. Der Prüfling ist wiederum eine bistabile Kippschaltung ("D" Flip-Flop) mit dem in Abbildung 24 dargestellten Signal-Timing. Mit Hilfe der MagniVu-Timing-Auflösung wird der Glitch mit hoher Genauigkeit erkannt und angezeigt. Dieses

Beispiel stellt ebenfalls keine ausführliche Anleitung dar, und einige Schritte wurden aus Gründen der Konsistenz mit dem Niveau dieses Handbuch ausgelassen.

- In früheren Triggereinstellungen wurden Signale im Signalfenster erfasst. Das Erfassen eines Glitches kann einfach mit Hilfe der Drag & Drop-Triggerung durchgeführt werden.
- Klicken Sie am unteren Rand des Bildschirms auf die Registerkarte „Trigger“.
- Klicken Sie auf die Glitch-Trigger-Option im Auswahlmü, und ziehen Sie sie mittels Drag & Drop auf das Bussignal.
- Klicken Sie nun auf die Schaltfläche „Run“ (Ausführen). Glitches für diese Busse werden anschließend erfasst und im Signalfenster angezeigt.

Die Erfassung wird in Abbildung 25 dargestellt. Der Bildschirm enthält eine Reihe von Kanälen, die hinzugefügt wurden (in einem separaten Einrichtungsschritt, bei dem keine zweite Erfassung erforderlich ist), um den Inhalt der MagniVu-Erfassung mit hoher Auflösung anzuzeigen.

Beachten Sie in der Signaldarstellung des Q-Ausgangs die rote Markierung links (zeitlich vor) von der Trigger-Anzeige. Dadurch wird angegeben, dass ein Glitch an einer beliebigen Stelle im roten Bereich zwischen dem Trigger-Abtastpunkt und dem unmittelbar davor liegenden Datenabtastpunkt erkannt wurde. Der MagniVu-Kanal (unterer Kurvenzug) des Q-Ausgangs gibt die exakte Position an, an der der Glitch aufgetreten ist. An dieser Stelle ist das Timing des Glitches bekannt, und mit Hilfe der Zoom- und Cursorfunktionen des Geräts kann die Impulsbreite gemessen werden.



► **Abbildung 26.** Setup-and-hold-Timing-Beziehungen

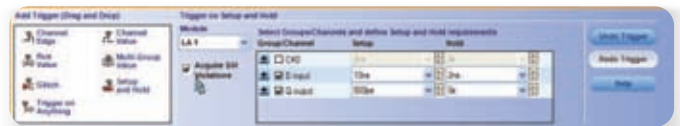
Erfassen von Setup-oder Hold-Verletzungen

Die Setup-Zeit ist als der Zeitraum definiert, in dem die Eingangsdaten vor der Taktflanke, die die Daten in das Gerät verschiebt, gültig und stabil sein müssen (siehe Abbildung 26). Die Hold-Zeit ist die Mindestzeit, in der die Daten nach dem Eintreten der Taktflanke gültig und stabil sein müssen.

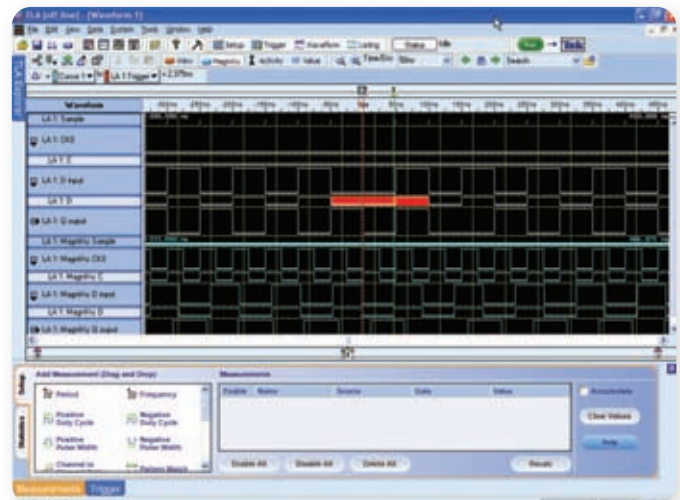
Hersteller von digitalen Geräten geben Setup- und Hold-Parameter an, und die Ingenieure müssen sicherstellen, dass die Schaltungen den Spezifikationen entsprechen. Durch die heute üblichen geringen Toleranzen und die weitverbreitete Verwendung von schnelleren Komponenten zur Erhöhung des Durchsatzes treten immer häufiger Setup-and-hold-Verletzungen auf.

Diese Verletzungen können dazu führen, dass die Ausgangssignale von Geräten instabil werden (ein Zustand der auch als Metastabilität bezeichnet wird) und so möglicherweise unerwartete Glitches und andere Fehler verursachen. Entwickler müssen Schaltungen genau untersuchen, um zu bestimmen, ob Verletzungen der Vorgaben Setup-and-Hold-Probleme verursachen.

In den vergangenen Jahren wurden Setup- und Hold-Anforderungen soweit verfeinert, dass es für die meisten konventionellen allgemeinen Logikanalysatoren schwierig geworden ist, die Ereignisse zu erkennen und zu erfassen. Die einzige sinnvolle Lösung des Problems ist ein Logikanalysator mit einer Abtastauflösung von weniger als einer Nanosekunde. Die Logikanalysatoren von Tektronix der Serie TLA mit den MagniVu-Erfassungsfunktionen sind eine bewährte Lösung für Setup-and-Hold-Messungen.



► **Abbildung 27.** Anzeige des Setup-and-hold-Ereignisses



► **Abbildung 28.** Resultierende Anzeige mit Setup-and-hold-Timing

Im folgenden Beispiel wird der synchrone Erfassungsmodus vorgestellt, bei dem ein externes Taktsignal die Abtastung auslöst. Unabhängig vom Modus ist die MagniVu-Funktion immer verfügbar und stellt einen Puffer von hoch auflösenden Abtastdaten um den Triggerpunkt bereit. Wieder ist der Prüfling eine bistabile Kippschaltung vom Typ "D"-Flip-Flop mit einem einzelnen Ausgang, aber das Beispiel kann genauso auf Geräte übertragen werden, die Hunderte von Ausgängen aufweisen.

Bei der Verwendung der MagniVu-Erfassung zum Anzeigen der Daten wird die größtmögliche Timing-Auflösung erreicht. Hierbei muss darauf hingewiesen werden, dass für diese Anleitung ein Datenfenster erstellt wurde, das nur MagniVu-Erfassungen enthält. Da auf einer Setup- oder Hold-Verletzung getriggert wird, liefert die MagniVu-Funktion die größtmögliche Timing-Auflösung im Bereich der Verletzung. In diesem Beispiel stellt der Prüfling selbst das externe Taktsignal bereit, das die synchronen Erfassungen steuert. Mit der Drag & Drop-Triggerung des Logikanalysators können Setup- und -Hold-Trigger erstellt werden. Nur in diesem Modus können die expliziten Parameter der Setup-and-Hold-Timing-Verletzung wie in Abbildung 27 dargestellt auf einfache Weise definiert werden. Mit im Einstellungsfenster verfügbaren zusätzlichen Untermenüs können andere Aspekte der Signaldefinition eingegrenzt werden, einschließlich der logischen Bedingungen und der in den positiven oder negativen Bereich gerichteten Zeitbezüge.

Das XYZ der Logikanalysatoren

► Grundlagen

Wenn der Test ausgeführt wird, untersucht der Logikanalysator alle ansteigenden Flanken des Takts auf eine Setup- oder Hold-Verletzung. Er überwacht Millionen von Ereignissen und zeichnet nur die auf, die die Setup- oder Hold-Anforderungen nicht erfüllen. Die Ergebnisanzeige ist in Abbildung 28 dargestellt. Hier beträgt die Einstellungszeit 2,375 ns, das ist weitaus weniger als der festgelegte Grenzwert von 10 ns.

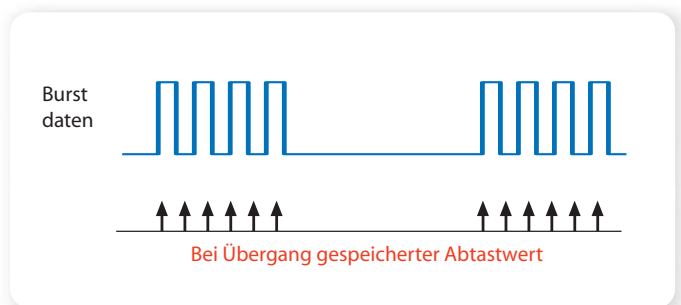
Verwenden des Transitional-Speichers zum Maximieren der verwendbaren Aufzeichnungslänge

Manchmal gibt der Prüfling ein Signal aus, das aus gelegentlichen Paketen von Ereignissen besteht, die durch lange Intervalle ohne Aktivität voneinander getrennt sind. Bestimmte Typen von Radarsystemen beispielsweise betreiben ihre internen D/A-Wandler mit weit voneinander entfernten Bursts von Daten.

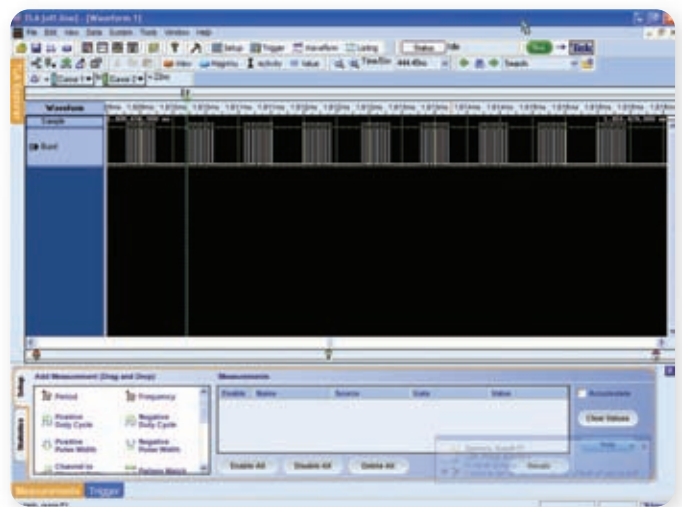
Dies stellt bei der Verwendung von konventionellen Erfassungs- und Speichertechniken von Logikanalysatoren ein Problem dar. Das Instrument verwendet einen Speicherort für alle Abtastintervalle, eine Methode mit dem passenden Namen „Store All“. Dadurch wird der Erfassungsspeicher schnell mit sich nicht ändernden Daten gefüllt, und dadurch wertvolle Speicherkapazitäten belegt, die zum Speichern der tatsächlich relevanten Daten benötigt werden – den Bursts des aktiven Signals.

Ein als „Transitional-Storage“ bekannter Ansatz löst das Problem, indem Daten nur gespeichert werden, wenn Signalfanken eintreten. In Abbildung 29 wird dieses Konzept dargestellt. Der Logikanalyzer speichert nur ab, wenn sich die Daten ändern. Bursts, die im Abstand von Sekunden, Minuten, Stunden oder sogar Tagen eintreten, können mit der vollen Auflösung des Hauptabtastspeichers des Logikanalysators aufgezeichnet werden. Das Instrument wartet die langen Phasen ohne Aktivität ab. Beachten Sie, dass diese langen Inaktivitätsphasen nicht „ignoriert“ werden. Es besteht eine durchgehende Überwachung. Ein "Zeitstempel" protokolliert jede erfasste Abtastung und bietet so die Basis für eine genaue Rekonstruktion. Dabei werden jedoch keine Aufzeichnungen vorgenommen. Im folgenden Beispiel wird die Lösung dargestellt, die in einem Logikanalysator der Serie TLA implementiert ist.

Der vielseitige Triggerungs-Algorithmus IF/THEN ist wieder das beste Tool zum Unterscheiden der eindeutigen Umstände, die den Übergangsspeicher erfordern. Die Schnittstelle der Serie TLA stellt ein Pull-Down-Speichermenü zum Auswählen von „Transitional“ anstelle von „All“-



► **Abbildung 29.** Bei der Übergangsspeichermethode werden nur bei Auftreten von Übergängen Daten gespeichert.



► **Abbildung 30.** Anzeige zur Veranschaulichung der Übergangsspeichermethode

Ereignissen bereit. Dadurch wird ein Menü angezeigt, über das der Modus „IF Channel Burst=High THEN Trigger“ aufgerufen werden kann.

Durch das Ausführen des Tests unter diesen Bedingungen wird ein Bildschirm angezeigt, der etwa dem in Abbildung 30 entspricht. Der Burst enthält in diesem Fall neun Gruppen aus acht Impulsen mit einer Breite von 22 ns. Die Gruppen sind dabei durch Ruheintervalle von 428 ns voneinander getrennt. Im Übergangsspeicher konnte das Instrument alle 16 dieser Burst-Gruppen aufzeichnen, einschließlich der sieben, die nicht auf dem Bildschirm angezeigt werden, wobei nur 256 der Datensatzlänge belegt wird. Das Zeitfenster stellt fast 3,8 Millisekunden der Erfassungszeit dar, wobei sich die Gruppen alle 2 Millisekunden wiederholen.

Im Gegensatz dazu kann der Erfassungsmodus „Store All“ nur eine der Burstgruppen aufzeichnen, wobei der Speicherplatz bei 512 K zweitausend Mal verwendet wird. Der zugewiesene Speicherplatz wäre innerhalb einer Mikrosekunde gefüllt, wobei der meiste Platz mit „leeren“ inaktiven Zyklen belegt wäre. Die "Transitional-Storage"-Betriebsart ermöglicht das Aufzeichnen von sehr viel mehr nützlichen Informationen bei jeder Ausführung einer Erfassung.

Zusammenfassung

Logikanalysatoren sind ein unverzichtbares Tool für die digitale Fehlerbehebung auf allen Ebenen. Die Logikanalysator-Lösungen müssen sich der Entwicklung der schneller und komplexer werdenden digitalen Geräte anpassen. Sie müssen die Eigenschaften aufweisen, die schnellsten und flüchtigsten Anomalien in einer Schaltung aufzeichnen zu können, dann alle erfassten Daten mit entsprechender Auflösung darstellen zu können, über die Speichertiefe den Zeitbezug zwischen zehn oder gar einigen hundert oder tausend Signalen über sehr viele Zyklen hinweg sicher herstellen zu können.

In diesem Dokument wurden die Logikanalysatoren von Tektronix der Serie TLA vorgestellt, die all diese Anforderungen erfüllen. Es wurde veranschaulicht wie ereignisbezogene Einstellungen, wie die Triggerung (und ihre Verwendung), hochauflösendes Abtasten und Innovationen wie die simultane Timing- und Zustandserfassung über einen Tastkopf zur Effizienz des Logikanalysators beitragen können.

Die Triggerung kann ein vermutetes Problem bestätigen oder einen völlig unerwarteten Fehler entdecken. Noch wichtiger ist jedoch, dass die Triggerung einen vielfältigen Satz von Tools zum Testen von Hypothesen über Fehler oder zum Lokalisieren von intermittierenden Ereignissen bereitstellt. Die Bandbreite der Triggeroptionen eines Logikanalysators ist ein Markenzeichen seiner Vielseitigkeit.

Hochauflösende Abtastarchitekturen wie die MagniVu-Erfassung können bisher unbekannt Details des Signalverhaltens verdeutlichen. Das häufigere Abtasten, wie es bei der MagniVu-Erfassung der Fall ist, bietet mehr Möglichkeiten zum Erkennen von Änderungen – die Auswirkungen des Schaltungsdesigns werden sicher analysiert.

Die Erfassung von Zustands- sowie Hochgeschwindigkeits-Timing-Daten mit einem einzigen Tastkopf ist ein Konzept, das genau zu den aktuellen Erfordernissen passt. Diese Funktion unterstützt Entwickler zunehmend beim Aufzeichnen von Daten über ihre Geräte und beim Analysieren der Beziehung zwischen dem Timing-Diagramm und der Zustandsaktivität auf höherer Ebene. Andere korrelierte Ansichten unterstützen ebenfalls die Fehlerbehebung: zeitkorrelierte analoge und digitale Signale, Listen- und Protokollansichten, Mehrkanal-Augendiagramme, Echtzeit-Softwareverfolgung, Histogramme, und andere.

Eine Reihe von anderen Eigenschaften, z. B. Erfassungsspeicher, Anzeige- und Analysefunktionen, Integration von analogen Tools und auch Modularität, machen Logikanalysatoren zum Tool der Wahl, um digitale Probleme schnell zu finden und eng gesteckte Entwicklungszeitpläne zu erfüllen. Die branchenführenden Logikanalysatoren der Serie TLA stellen sich erfolgreich den Herausforderungen der heutigen Zeit und werden auch die der Zukunft weiterhin bestehen.

Das XYZ der Logikanalysatoren

► Grundlagen

Glossar

(Aus Gründen der Benutzerfreundlichkeit werden in diesem Glossar auch häufig auftretende Begriffe erläutert, die in diesem Dokument nicht verwendet werden.)

A/D-Wandler (Analog/Digital-Wandler): Eine digitale Elektronikkomponente, die ein elektrisches Signal in diskrete Binärwerte umwandelt.

Abtastpunkt: Die Rohdaten aus einem Analog/Digital-Wandler, die zum Berechnen von Signalpunkten verwendet werden.

Abtastrate: Bezieht sich auf die Häufigkeit, mit der ein digitales Messgerät ein Signal abtastet. Sie wird in Samples pro Sekunde (S/sec) angegeben.

Abtastung: Die Umwandlung des Eingangssignals zum Abtastzeitpunkt in eine Anzahl diskreter elektrischer Werte, um diese mit einem Gerät speichern, verarbeiten und/oder anzeigen zu können.

Amplitude: Der Betrag der Menge oder Stärke eines Signals. In der Elektronik bezieht sich die Amplitude in der Regel entweder auf die Spannung oder die Leistung.

Analogsignal: Ein Signal mit kontinuierlich ändernder Spannung.

Anstiegszeit: Die Zeitdauer der ansteigenden Flanke eines Impulses vom niedrigsten zum höchsten Wert. Sie wird in der Regel zwischen 10 % und 90 % gemessen.

Asynchron: Nicht synchronisiert. Der Logikanalysator verfügt über einen eigenen Abtasttakt. Der Takt ist unabhängig vom Timing des Prüflings. Dies stellt die Grundlage für den Timing-Erfassungsmodus dar.

Aufzeichnungslänge: Die Anzahl von Signalpunkten, die zur Aufzeichnung eines Signals verwendet werden.

Bandbreite: Ein Frequenzbereich, der in der Regel durch -3 dB begrenzt wird.

BGA (Ball Grid Array): Eine Gehäuseform von integrierten Schaltungen, wobei die Kontaktierung über "Löt-Balls" hergestellt wird.

Bit: Ein Binärzeichen, dessen Zustand entweder 1 oder 0 ist.

Byte: Eine digitale Informationseinheit, die in der Regel aus acht Bits besteht.

Cursor: Eine Bildschirmmarkierung, die Sie auf einem Signal ausrichten können, um genauere Messungen durchzuführen.

Dämpfung: Eine Verringerung der Signalamplitude bei der Übertragung von A nach B.

Dezibel (dB): Einheit zur Darstellung des relativen Leistungsunterschieds zwischen zwei elektrischen Signalen, die dem Zehnfachen des logarithmierten Verhältnisses der beiden Pegel entspricht.

Digitales Signal: Ein Signal, dessen Spannungsabtastwerte durch diskrete Binärzahlen dargestellt werden.

Digitalisieren: Der Vorgang, bei dem ein Analog/Digital-Wandler im horizontalen System ein Signal zu diskreten

Zeitpunkten abtastet und die Spannung des Signals an diesen Punkten, die auch als Abtastpunkte bezeichnet werden, in digitale Werte umwandelt.

Digitaloszilloskop: Eine Oszilloskopart, bei der die gemessene Spannung mit einem Analog/Digital-Wandler in digitale Informationen umgewandelt wird. Es gibt drei Arten: Digitalspeicher-Oszilloskope, Digital-Phosphor-Oszilloskope und Digital-Sampling-Oszilloskope.

Digital-Phosphor-Oszilloskop (DPO): Ein Digital-Oszilloskop, das im Wesentlichen die Anzeigemerkmale eines Analog-Oszilloskops aufweist und gleichzeitig die Vorteile eines konventionellen Digital-Oszilloskops bietet (Speicherspeicherung, automatische Messungen, usw.). Das DPO verwendet eine parallele Verarbeitungsarchitektur, bei der das Signal an eine Rasteranzeige übergeben wird, die eine Helligkeitsmodulierte Echtzeit-Darstellung der Signalcharakteristiken bietet. Das DPO zeigt Signale in drei Dimensionen an: Amplitude, Zeit und die zeitliche Verteilung der Amplitude.

Digital-Sampling-Oszilloskop: Ein Digital-Oszilloskop, bei dem die Abtastwerte für ein Signal mit Hilfe einer Äquivalentzeit-Abtastmethode erfasst und angezeigt werden. Es eignet sich besonders zum genauen Erfassen von Signalen, deren Frequenzanteile wesentlich höher sind als die Abtastrate des Oszilloskops.

Digitalspeicher-Oszilloskop (DSO): Ein Digital-Oszilloskop, das Signale durch digitales Abtasten erfasst (mit Hilfe eines Analog/Digital-Wandlers). Es verwendet eine serielle Verarbeitungsarchitektur zum Steuern der Erfassung, der Benutzeroberfläche und der Rasteranzeige.

DIMM (Dual Inline Memory Module): Die gängige Bauform für DRAM-Komponenten (Dynamic Random Access Memory) in PC-Plattformen.

DRAM (Dynamic Random Access Memory): Eine Speicherart, bei der jedes Datenbit in einem separaten Kondensator gespeichert wird.

Eingabe/Ausgabe (E/A): Bezieht sich in der Regel auf die Eingangs- und Ausgangssignale eines Geräts.

FB-DIMM (Fully Buffered Dual Inline Memory Module): Eine Speicherarchitektur der nächsten Generation.

FBGA (Fine-pitch Ball Grid Array): Eine Gehäuseform von integrierten Schaltungen.

Frequenz: Die Anzahl der Wiederholungen eines Signals in einer Sekunde, gemessen in Hertz (Zyklen pro Sekunde). Die Frequenz ist gleich 1/Periode.

Gigabit (Gb): 1 Milliarde Bits mit Informationen.

Gigabyte (GB): 1 Milliarde Bytes mit Informationen.

Gigahertz (GHz): 1 Milliarde Hertz.

Gigatransfers pro Sekunde (GT/sec): 1 Milliarde Datenübertragungen pro Sekunde.

Glitch: Ein intermittierender Fehler mit hoher Geschwindigkeit in einer Schaltung.

Hertz (Hz): Ein Zyklus pro Sekunde. Die Einheit der Frequenz.

IC (Integrierte Schaltung): Eine Gruppe von Komponenten und deren Anschlüsse, die auf einen Chip geätzt oder gedruckt wurden.

iCapture™-Multiplexing: Ermöglicht die gleichzeitige digitale und analoge Erfassung über einen einzigen Logikanalysator-Tastkopf.

iLink™-Toolkit: Besteht aus mehreren Elementen zur Beschleunigung der Problemerkennung und Fehlerbehebung, einschließlich: iCapture™-Multiplexing, iView™-Anzeige und iVerify™-Analyse.

Impuls: Eine häufig auftretende Signalform mit einer schnell ansteigenden Flanke, einer Breite und einer schnell abfallenden Flanke

Impulsbreite: Die Zeit, in der ein Impuls von einem niedrigen auf einen hohen Spannungspegel und wieder zurück wechselt. Sie wird in der Regel bei 50 % der vollen Spannung gemessen.

Impulsfolge: Eine Folge von Impulsen, die gemeinsam auftreten.

iVerify™-Analyse: Bietet eine Mehrkanal-Busanalyse und Überprüfungstests mit Hilfe von Augendiagrammen, die vom Oszilloskop erzeugt werden.

iView™-Anzeige: Bietet zeitkorrelierte, integrierte Messergebnisse des Logikanalysators und des Oszilloskops auf der Anzeige des Logikanalysators.

Kilohertz (kHz): 1000 Hertz.

Last: Zusätzliche Belastung eines Messpunktes. Durch die elektrischen Eigenschaften eines z.B. Tastkopfes wird das zu messende oder analysierende Signal elektrisch verändert.

Logikanalysator: Ein Gerät, mit dem die Logikzustände vieler digitaler Signale über einen bestimmten Zeitraum hinweg sichtbar gemacht werden können. Er analysiert die digitalen Daten und kann die Daten als Echtzeit-Software-Ausführung, Datenflusswerte, Zustandssequenzen usw. darstellen.

MagniVu™-Erfassung: Eine einzigartige, hochauflösende Sampling-Architektur, über die alle Logikanalysatoren der Serie TLA verfügen. Die MagniVu-Erfassung ermöglicht eine dynamische Aufzeichnung der den Triggerpunkt umgebenden Signalaktivität mit höherer Auflösung.

Megabit (Mb): 1 Million Bits mit Informationen.

Megabyte (MB): 1 Million Bytes mit Informationen.

Megahertz (MHz): 1 Million Hertz.

Megasamples pro Sekunde (MS/sec): Eine Einheit der Abtastrate, die einer Million Abtastungen pro Sekunde entspricht.

Megatransfers pro Sekunde (MT/sec): 1 Million Datenübertragungen pro Sekunde.

Mikrosekunden (µs): Eine Zeiteinheit, die 0,000001 Sekunden entspricht.

Millisekunden (ms): Eine Zeiteinheit, die 0,001 Sekunden entspricht.

Motherboard: Das Motherboard ist die Hauptplatine eines Computers, die den Prozessor, Speicher-Controller,

Festplatten-Controller, den Chipsatz für die Eingabe/Ausgabe-Schnittstelle usw. enthält. Andere Leiterplatten wie DIMMs und Videokarten werden an das Motherboard angeschlossen.

Nanosekunden (ns): Eine Zeiteinheit, die 0,000000001 Sekunden entspricht.

Oszilloskop: Ein Gerät, mit dem Spannungsänderungen über einen bestimmten Zeitraum sichtbar gemacht werden können. Der Begriff Oszilloskop stammt von „oszillieren“ (schwingen), da Oszilloskope meist zum Messen schwingender Spannungen verwendet werden.

Periode: Die Zeitdauer, in der ein Kurvenzug einen Zyklus vervollständigt. Die Periode entspricht 1/Frequenz.

Prüfling: Das Gerät, das vom Messgerät geprüft wird.

RAM (Random Access Memory): Ein Speichergerät, bei dem in beliebiger Reihenfolge auf Informationen zugegriffen werden kann.

Rampen: Übergänge zwischen Spannungspegeln von Signalen, meist dreiecksförmig, die sich mit einer konstanten Rate ändern.

Rauschen: Ein unerwünschter Signalanteil auf einem Nutzsignal.

Signal: Der allgemeine Begriff für ein Muster, das sich mit der Zeit wiederholt. Zu den üblichen Signalarten gehören: Sinus, Rechteck, Sägezahn, Dreieck, Treppe, Impuls, periodisch, nicht periodisch, synchron, asynchron.

Signalintegrität: Die genaue Rekonstruktion eines Signals, die bestimmt wird durch die Systeme und Leistungskriterien eines Geräts sowie durch den zur Erfassung des Signals verwendeten Tastkopf.

Signalquelle: Ein Testgerät, mit dem ein Signal erzeugt wird. Wird auch als Signalgenerator bezeichnet.

Spannung: Der in Volt angegebene Unterschied des elektrischen Potentials zwischen zwei Punkten.

Synchron: Synchronisiert. Die Zustandserfassung eines Logikanalysators wird als synchron bezeichnet, da der Logikanalysator die Taktinformationen von einer externen Quelle – meist vom Prüfling – bezieht. Auf diese Weise werden die beiden Systeme synchronisiert, und der Logikanalysator erfasst Daten nur, wenn der Prüfling aktiv ist. Dies wird als Zustandserfassungsmodus bezeichnet.

Tastkopf: Ein Eingabegerät für das Messgerät, das in der Regel über eine Metallspitze verfügt, über die ein elektrischer Kontakt mit einem Schaltungselement hergestellt wird, sowie über einen Leiter zur Verbindung mit der Bezugserdung der Schaltung und ein flexibles Kabel zum Übertragen des Signals und der Erdung an das Gerät.

Trigger: Die Schaltung, die eine horizontale Ablenkung auf dem Messgerät auslöst. Trigger-Holdoff Ein Bedienelement, mit dem der Zeitraum nach einem gültigen Trigger eingestellt werden kann, während der das Gerät nicht triggern kann.

Triggerpegel: Der Spannungspegel, den das

Das XYZ der Logikanalysatoren

Grundlagen

Triggerquellensignal erreichen muss, bevor die Triggerschaltung eine Ablenkung auslöst.

Volt (V): Die Einheit des elektrischen Potenzialunterschieds.

Vortrigger-Anzeige: Die Funktion eines digitalen Geräts zum Erfassen des Signals vor dem Triggerereignis. Der Vortrigger bestimmt die Länge des darstellbaren Signals vor und nach einem Triggerpunkt.

Zu prüfendes System (System under Test, SUT): Das vom Messgerät zu prüfende System.

Tektronix-Kontaktinformationen:

**ASEAN/Australien und Pazifischer
Raum/Pakistan** (65) 6356 3900
**Balkanländer, Israel,
Südafrika und andere ISE-Länder** +41 52 675 3777
Belgien 07 81 60166
Brasilien und Südamerika 55 (11) 3741-8360
Dänemark +45 80 88 1401
Deutschland +49 (221) 94 77 400
Finnland +41 52 675 3777
Frankreich und Nordafrika +33 (0) 1 69 86 81 81
Großbritannien und Irland +44 (0) 1344 392400
Hongkong (852) 2585-6688
Indien (91) 80-22275577
Italien +39 (02) 25086 1
Japan 81 (3) 6714-3010
Kanada 1 (800) 661-5625
Luxemburg +44 (0) 1344 392400
Mexiko, Mittelamerika und Karibik 52 (55) 56666-333
**Mittelosteuropa,
Ukraine und Baltische Länder** +41 52 675 3777
Mitteuropa und Griechenland +41 52 675 3777
Naher Osten, Asien und Nordafrika +41 52 675 3777
Niederlande 090 02 021797
Norwegen 800 16098
Österreich +41 52 675 3777
Polen +41 52 675 3777
Portugal 80 08 12370
Republik Korea 82 (2) 528-5299
Russland, GUS und Baltikum 7 095 775 1064
Spanien (+34) 901 988 054
Schweden 020 08 80371
Schweiz +41 52 675 3777
Südafrika +27 11 254 8360
Taiwan 886 (2) 2722-9622
USA 1 (800) 426-2200
Volksrepublik China 86 (10) 6235 1230

In anderen Regionen wenden Sie sich unter der folgenden

Nummer an Tektronix, Inc.: 1 (503) 627-7111

Zuletzt aktualisiert am 15. Juni 2005

Weitere Informationen

Tektronix verfügt über eine umfassende, laufend erweiterte Sammlung an Applikationsbroschüren, technischen Informationsblättern und anderen Ressourcen für Ingenieure, die als Pioniere an neuen Technologien arbeiten. Besuchen Sie bitte www.tektronix.com



Copyright © 2005 Tektronix Inc. Alle Rechte vorbehalten. Tektronix-Produkte sind durch erteilte und angemeldete US- und Auslandspatente geschützt. Die Informationen in dieser Broschüre machen Angaben in allen früheren Unterlagen hinfällig. Änderungen der Spezifikationen und der Preisgestaltung vorbehalten. TEKTRONIX und TEK sind eingetragene Marken der Tektronix, Inc. Alle anderen in diesem Dokument aufgeführten Handelsnamen sind Servicemarken, Marken oder eingetragene Marken der jeweiligen Unternehmen.

08/05 DM

52G-14266-2

Tektronix

Enabling Innovation