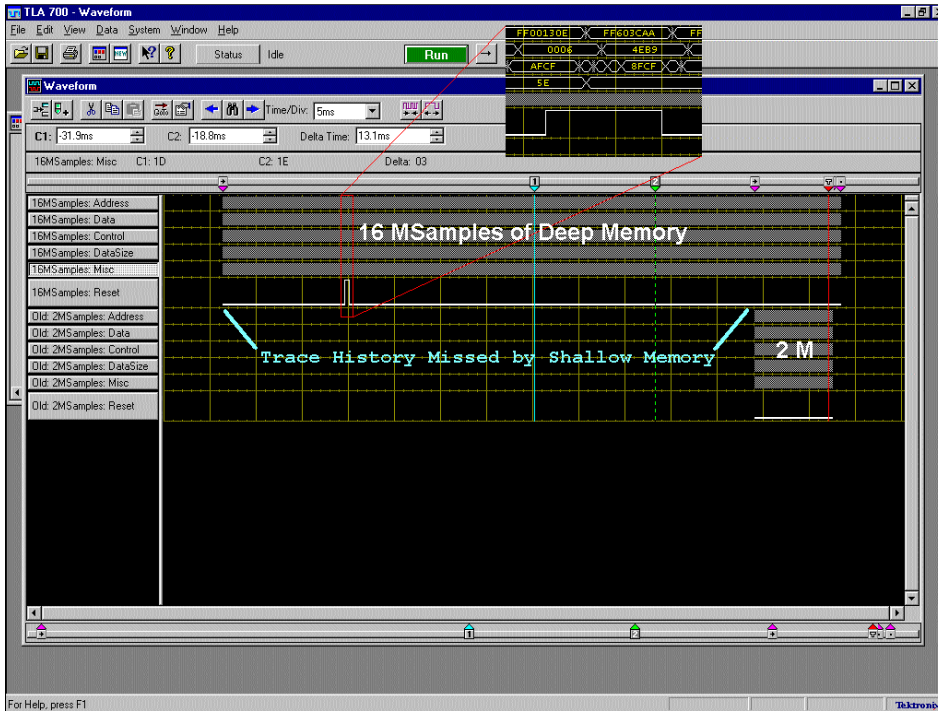


# Feststellen der Ursachen schwieriger Probleme mittels tiefem Speicher



Der TLA 700 mit dem TLA 7P4-Modul erfasst 16 Megasamples an Daten und ermöglicht dem Benutzer dadurch die Analyse der Daten im Umfeld eines Glitches, die von einem kleinen Speicher nicht erfasst werden.

## Einleitung

Die Häufigkeit einer Anomalie in einer Hardware-Vorrichtung oder einem embedded Softwaresystem kann zwischen einmal pro Buszyklus bis zu einmal pro eine Million Buszyklen oder mehr liegen. Die Fähigkeit, Anomalien in einem digitalen Datenstrom zu erfassen, wird beachtlich verbessert, wenn ein Logikanalysator mit „tiefem Speicher“ benutzt wird. Diese Applikationsbroschüre erläutert den Einsatz von tiefem Speicher zum effektiven Austesten von Fehlern in Hardware und embedded Software. Probleme wie Speicherüberlauf, Stapelüberlauf und Hardware-Glitches dienen als Beispiele zur Demonstration der enormen Möglichkeiten von tiefem Speicher. Außerdem behandelt diese Applikationsbroschüre die Auswahl eines Logikanalysators mit tiefem

Speicher aufgrund von Leistungsmerkmalen wie z.B. Speicherbeschleunigung, die die Betriebsgeschwindigkeit beeinflussen, die Produktivität erhöhen und das Phänomen „swallow and wallow“ verhindern.<sup>1</sup>

Warum brauche ich tiefen Speicher? Abbildung 1 zeigt auf vereinfachte Art und Weise, wie ein Logikanalysator Daten erfasst. Der Logikanalysator ist mit einer Datenquelle verbunden und erfasst in einem Datenspeicher fortlaufend Daten. Ist der Datenspeicher bis zur Triggermarke gefüllt, überschreiben die neuen Daten die ältesten Daten im Puffer. Wenn die Datenerfassung an einer beliebigen Stelle angehalten wird, erhalten Sie ein „Fenster“ mit Daten, das Sie rückwärts durchblättern können, um die Ereignisse vor diesem Zeitpunkt darzustellen. Wie weit

Sie „zurückblicken“ können, hängt von der Speichertiefe ab. Frühere Logikanalysatoren funktionierten in der Regel mit 512 Kilosamples und weniger Speicher pro Kanal. Die Geschwindigkeit und Komplexität moderner Designs erfordert jedoch Fehlersuch- und Analyserwerkzeuge mit immer größerer Leistung. Als Antwort auf diesen Bedarf bieten die Tektronix TLA 7P2/4- und TLA 7N1/2/3/4-Speichermodule für die Logikanalysatoren der TLA 700-Serie bis zu 16 Megasamples Speicher pro Kanal.

Übliche Probleme, die mit tiefem Speicher gelöst werden können

## Echtzeit-Softwareprobleme.

Echtzeit-Softwareprobleme sind schwierig auszutesten, da sie nur dann auftreten, wenn das System mit „Betriebsgeschwindigkeit“ läuft. In diesen Fällen liefern Debug-Monitore keine Ergebnisse, da sie nicht über Echtzeit-Verfolgungsfähigkeiten verfügen. Emulatoren bieten häufig eine Lösung, verfügen jedoch manchmal nicht über die Trigger-Funktionen oder die Tiefe des Erfassungsspeichers, die zum Auffinden des Problems erforderlich sind. Logikanalysatoren mit tiefem Speicher ermöglichen dem Benutzer die „Echtzeitverfolgung“ von großen Mengen historischer Daten und identifizieren so das Problem. Echtzeitverfolgung zeichnet die Aktivität des Programms ohne Unterbrechung der Programmausführung auf. Debug-Monitore und Emulatoren zeigen nur den

<sup>1</sup> Der oben verwendete Begriff „swallow and wallow“ wird häufig zur Beschreibung der Erfassung großer Datenmengen (swallow = schlucken) und dann dem ziellosen „Waten“ (wallow) durch diese Daten (um etwas zu finden) verwendet. Wie hier beschrieben, können ausgeklügelte Datenhandhabungstechniken diese Verwirrung vermeiden und die Suche der gewünschten Daten verkürzen.

aktuellen Status des Programms an (zum Zeitpunkt der Programmunterbrechung), nicht jedoch die Schritte davor. In Echtzeitsystemen kann das Programm während des Empfangs von Daten oft nicht angehalten werden, ohne einen wichtigen Anteil an Informationen zu verlieren. Daher ist Echtzeitverfolgung beim Austesten dieser Programmabläufe entscheidend. Je tiefer der Verfolgungsspeicher, desto besser.

**Absturzprobleme.** Embedded Systeme unterscheiden sich von Computer-Anwendungen insofern, als sie in der Regel keinen Schutz gegen Programme haben, die das gesamte System zum Absturz bringen. Computer-Betriebssysteme haben viele Schemen zum Isolieren des Systems gegen fehlerhaft ausgeführte Anwendungen – embedded Systeme haben dies dagegen häufig nicht. Wenn Ihre embedded Software abstürzt, stürzt daher oft das gesamte System ab, und es gehen alle Informationen verloren, die zum Eingrenzen der

Ursache hilfreich wären. Logikanalytoren bieten die Protokolle, mit denen die Ursache des Absturzes schnell bestimmt werden kann. Auch hier gilt: je tiefer der Speicher, desto mehr Daten können zur Problemfindung analysiert werden. Tiefer Speicher bedeutet auch, daß die Ursache des Absturzes vom Absturz selbst isoliert oder „entkoppelt“ werden kann. Mit zunehmender Komplexität von embedded Software kann die Entkopplung der Ursache (Problem) und der Wirkung (Absturz) stark ansteigen.

**Speicherüberlauf.** Ein Speicherüberlauf ist ein Fehler in der dynamischen Speicherzuordnungslogik eines Programms, der verhindert, daß nicht länger benötigter Speicher frei gemacht wird; dieser Fehler führt schließlich zum Absturz, da nicht genügend freier Speicher vorhanden ist. Diese Überläufe verursachen in älteren Designs mit Adressenraum fester Größe oft sofortige Abstürze. Durch den zunehmend größer werdenden

verfügbaren Speicher der Systeme von heute kann es länger dauern, bis der Absturz auftritt, wodurch auch die Eingrenzung des Fehlers erschwert wird. Tiefer Speicher bietet jedoch einen Verfolgungspuffer, der groß genug ist, um die Anforderungen moderner Designs zu erfüllen.

Die Verbindung von tiefem Verfolgungsspeicher eines Analytators mit bedingtem Speicher und Kontextfähigkeit kann das vom Analytator erfaßte Zeitfenster beachtlich erweitern. Wenn beispielsweise nur die Unterprogramme für Speicherzuordnung/-aufhebung gemeinsam mit dem Kontext unmittelbar vor und nach der Unterprogrammausführung erfaßt werden, kann die Analytatorerfassung auf die gewünschten Bereiche eingeschränkt und das Erfassungsfenster beachtlich erweitert werden. Kontextspezifische Speicherung ist eine Methode zur automatischen Erfassung von Aktivitäten in der Umgebung der gewünschten Ereignisse.

**Hardware-Glitch und Timing.** Ein Glitch oder Timing-Fehler kann auftreten, wenn sich die Eingänge einer Schaltung ändern und metastabile oder zufällige Zustände der Logikschaltungen ergeben, bevor sich diese wieder auf den richtigen Wert einpendeln. Wenn eine andere Schaltung die Ausgänge zum falschen Zeitpunkt untersucht und den zufälligen Wert liest, können die Ergebnisse falsch und nur sehr schwierig auszutesten sein. Wenn der Logikanalysator über einen tiefen Speicher und Glitch-Speicherung verfügt, hat der Benutzer die Fähigkeit, auf das Symptom zu triggern und den Absturz verursachenden Glitch zu erfassen, obwohl dieser zu einem früheren Zeitpunkt aufgetreten ist.

**Stapelüberläufe.** Stapelüberläufe treten auf, wenn ein Programm versucht, mehr Informationen in den Stapel zu verlegen, als dieser aufnehmen kann. Die Maximalgröße eines Stapels ist durch die Größe bestimmt, die das relevante Register aufnehmen kann, sowie durch den Anfangswert des Stapelzeigers. Wenn ein

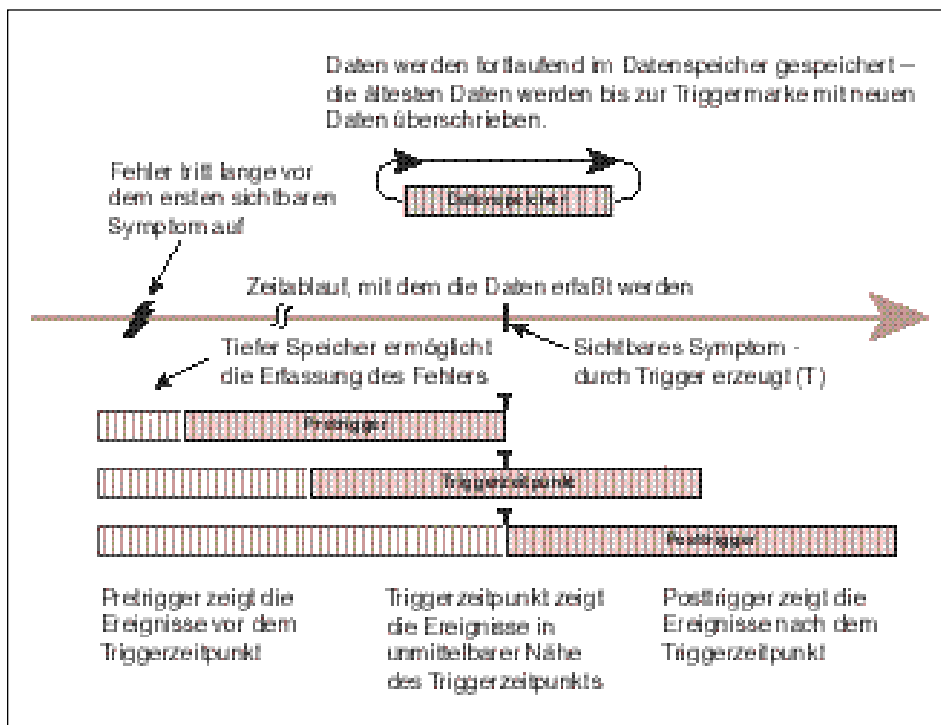


Abbildung 1. Datenerfassung durch einen Logikanalysator

Logikanalysator keinen tiefen Speicher hat, können die historischen Stapelzeiger-Zyklen nur schwer protokolliert werden, um einen Datenüberlauf zu erfassen.

Nach welchen Kriterien soll ich einen Logikanalysator beurteilen?

Sie haben eine große Auswahl und jeder Hersteller wird Ihnen sagen, daß sein Produkt das beste ist. Es gibt jedoch drei wichtige Auswahlkriterien, die bei der Bewertung eines Logikanalysators mit tiefem Speicher beachtet werden müssen, um das Problem „swallow and wallow“ zu vermeiden. Es folgt eine Zusammenfassung der Leistungsmerkmale, die bei der Auswahl eines Logikanalysators sinnvoll sind.

**Nutzbarer Speicher.** Ein wichtiger Faktor bei der Auswahl eines Logikanalysators ist die Art der Verwaltung der erfaßten Datenmengen durch den Logikanalysator. Hardware-Beschleunigung ist ein Ansatz, der die Verwaltbarkeit großer Datenmengen beachtlich verbessert. Anstelle diese Daten durch die CPU des Mainframe-Controllers zu verarbeiten, kann dies durch spezielle Hardware-Fähigkeiten effizienter durchgeführt werden, die den Controller in wichtigen Operationen unterstützen; dazu gehören:

- **Signaldarstellung (Zoomen und Blättern).** Hardware-Beschleunigung bietet schnell Daten, damit die Signaldarstellung in Sekunden anstelle von Minuten aufgebaut werden kann. Beispielsweise kann in einem Signalfenster mit Daten von einem TLA 7N4 (4 Megasamples) die Einstellung Zeit/Teil geändert und die Anzeige in 3 bis 5 Sekunden

aktualisiert werden; bei Modell TLA 7P4 (16 Megasamples) dauert dieser Vorgang 7 Sekunden.

- **Suche.** Hardware-Beschleunigung versetzt den Logikanalysator in die Lage, die erfaßten Daten schnell nach Anomalien zu durchsuchen. Beispielsweise dauert die Suche durch den gesamten Erfassungsspeicher für einen Hexadezimalwert in einer 32-Bit-Gruppe in einem Listfenster mit Daten von einem TLA 7N4 (4 Megasamples) 2 Sekunden lang; bei einem TLA 7P4 (16 Megasamples) dauert dieser Vorgang 7 Sekunden.

**Zeitmarken.** Eine Zeitmarke ist ein Hilfsmittel, das die Verwendungsmöglichkeiten von tiefem Speicher stark erweitert. Logikanalysatoren mit dieser Fähigkeit speichern mit jedem Datenabtastpunkt eine eigene Zeitmarke.

- **Zeit zwischen Abtastpunkten.** Eine Einsatzmöglichkeit der Zeitmarkeninformationen ist die Anzeige der abgelaufenen Zeit zwischen Abtastpunkten oder der Gesamtzeit vom Anfang der Erfassung oder Triggerung.

Bei der Auswahl eines Logikanalysators mit tiefem Speicher ist es wichtig, die Bedeutung der Autonomie des Zeitmarkenspeichers vom Erfassungsspeicher zu verstehen. Wenn der Zeitmarkenspeicher und der Erfassungsspeicher getrennt sind, kann der Logikanalysator den zeitlichen Zusammenhang zwischen den Abtastpunkten leichter aufrecht erhalten und die Zeit zwischen den Abtastpunkten zeigen, was bei Datenqualifizierungen von Vorteil ist.

- **Datenkorrelation.** Eine zweite Einsatzmöglichkeit für die Zeitmarkeninformationen ist die zeitliche Korrelation von Daten zwischen verschiedenen Erfassungsmodulen. Wenn ein gemeinsamer Bezugspunkt, wie z.B. der Beginn einer Erfassung oder ein Systemtrigger, zwischen den Modulen hergestellt werden kann, lassen sich die Daten zwischen den Modulen genau korrelieren. Wir alle wissen, wie wichtig die Datenkorrelation im Hinblick auf gemischte analoge und digitale Signale ist. Die Betrachtung von Logikanalysedaten, die aus mehreren Modulen erfaßt wurden, die an verschiedene Busstrukturen (ein Mikroprozessor und Peripheriebus, wie z.B. PCI oder RAMBus™) mit verschiedenen Taktgeschwindigkeiten angeschlossen sind, stellt jedoch eine noch größere Herausforderung dar. Jeder Zeitmarkenzähler wird von einer Taktquelle gesteuert. Jede Taktquelle hat eine Drift relativ zur vorgeschriebenen Mittelfrequenz. Mit zunehmender Speichertiefe von Logikanalysatoren wird die vom Erfassungsfenster überspannte Zeit ausreichend lang, so daß beachtliche Zeitmarkenfehler zwischen den Erfassungsmodulen feststellbar sind.

Nehmen wir an, wir haben zwei Logikanalysator-Module mit 1 Megasample Speichertiefe. Beide Module benutzen eine unabhängige Taktquelle für ihre Zeitmarkenzähler. Wir gehen weiterhin davon aus, daß diese Karten einen 100-MHz-Oszillator zum Steuern der Zeitmarkenzähler verwenden und daß der Oszillator eine Genauigkeit von

## PACQMEM (Packed ACQquisition MEMory) für die TLA 700-Serie

Tektronix verfügt über eine große Bibliothek an Unterstützungssoftware für die TLA 700-Serie. Diese Software ist kostenlos und kann über Tektronix bezogen werden. Eines der verfügbaren Pakete trägt die Bezeichnung PACQMEM oder Packed ACQquisition MEMory. Häufig wäre es für eine Anwendung (z.B. Video, Radar, Festplattenlaufwerk, serielle Kommunikation usw.) von Vorteil, Kanäle gegen Speichertiefe zu tauschen. Tektronix bietet ein besonderes Unterstützungspaket für die

TLA 700-Serie mit der Bezeichnung PACQMEM. PACQMEM wird in zahlreichen verschiedenen Kanal- und Speicherkonfigurationen geliefert. Je nach der Kanalbreite des Logikanalysatormoduls der TLA 700-Serie können Kanäle im Verhältnis von bis zu 16:1 gegen Speicher getauscht werden. Das bedeutet, daß ein einziges TLA 7P4-Logikanalysatormodul mit 136 Kanälen und 16 Megasamples 1/16 oder 8 Kanäle mit der 16-fachen Speichertiefe für insgesamt 256 Megasamples bieten könnte. Ein

zusammengeschalteter Satz von drei Logikanalysatormodulen mit je 136 Kanälen könnte 24 Kanäle mit 256 Megasamples bieten. Weitere Einzelheiten zum PACQMEM erhalten Sie von Tektronix:

Deutschland, Tel.: 0221-9477-400  
Österreich, Tel.: 02236-8092-262  
Schweiz, Tel.: 041-729 3640

100 ppm hat. Wenn die Taktsquelle eines Logikanalysators auch nur minimal schneller und die andere minimal langsamer ist, sehen wir nach dem Millionsten Abtastpunkt einen Korrelierungsfehler von bis zu  $\pm 100$  Abtastpunkten. Das ist ein Problem, das häufig in älteren Logikanalysator-Architekturen auftritt, bei denen aufwendige Schritte erforderlich sind, um dieses Problem zu beseitigen.

Die TLA 700-Serie stützt sich auf eine moderne Architektur, in der alle Logikanalysator-Module automatisch auf dieselbe Taktsquelle im Mainframe-Gerät der TLA 700-Serie phasenstarr gekoppelt werden. Das bedeutet, daß die Zeitmarkenzähler aller Module perfekt synchronisiert bleiben und unabhängig von der Speichertiefe des Moduls keine Zeitmarken-Drift zwischen verschiedenen Modulen auftreten kann. Das gilt unabhängig von der Tiefe des Speichers von Tektronix-Logikanalysatormodulen – 1 M, 4 M, 16 Mega-samples oder darüber.

**Transitional-Speicher.** Anwendungen für tiefen Speicher können oft in zwei Kategorien gegliedert werden: extern getaktet (z.B. synchron) oder intern getaktet (z.B. asynchron).

- **Synchron/Extern getaktet.** Häufig dient der unverarbeitete Takt eines Zielsystems zum Erfassen von Daten; es werden jedoch oft enorme Mengen

redundanter Daten abgespeichert. Mit dem Transitional-Speicher kann die TLA 700-Serie so konfiguriert werden, daß nur dann Daten erfaßt werden, wenn eine bestimmte Kanalgruppe einer Datenänderung unterliegt.

Wenn beispielsweise Daten von einem Zielsystem erfaßt werden, in dem nur einer von vier Abtastpunkten Daten von Interesse enthält, kann ein Logikanalysator-Modul mit 1 M Speichertiefe und Transitional-Speicher die gleiche Datenmenge speichern wie ein Logikanalysatormodul mit 4 M Speichertiefe ohne Transitional-Speicher.

- **Asynchron/Intern getaktet.** Die asynchrone Abtastung von Daten mit einem Logikanalysator unterscheidet sich nicht besonders von dem Ablauf in einem Oszilloskop. In beiden Fällen sollten die Daten „oversampled“ werden, um eine möglichst wahrheitsgetreue Datenreproduktion zu gewährleisten.

Mit einem Logikanalysator sollte mindestens um das Fünffache der schnellsten Datenrate im Zielsystem „oversampled“ werden. In den resultierenden erfaßten Daten ist es oft möglich, daß vier von fünf Abtastpunkten die gleichen oder unveränderten Daten zeigen. Beim Gebrauch eines Logikanalysators mit Transitional-Speicher werden

nur die Daten gespeichert, die sich geändert haben. Jeder gespeicherte Abtastpunkt wird mit einer Zeitmarke versehen, die sicherstellt, daß die Daten exakt dargestellt werden und somit der zeitliche Zusammenhang bestehen bleibt.

Bei einer angenommenen 5x-Oversampling-Rate kann ein Logikanalysator-Modul mit 1 M Speichertiefe und Transitional-Speicher effektiv die gleiche Menge Daten speichern wie ein Logikanalysator-Modul mit 5 M Speichertiefe ohne Transitional-Speicher.

Unabhängig davon, ob synchron oder asynchron erfaßt wird, verfügen alle Logikanalysatormodule der TLA 700-Serie über Transitional-Speicher und einen separaten Zeitmarkenspeicher, d.h., sie tauschen nicht Speichertiefe gegen Zeitmarken aus.

Schlußbemerkungen

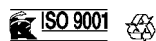
Tiefer Speicher ermöglicht die Analyse und Fehlersuche der schwierigsten Probleme, die in modernen Designs auftreten. Die Tektronix-Logikanalysatoren der TLA 700-Serie haben Ihre Anforderungen in der Vergangenheit erfüllt – und mit den neuen Modulen mit tiefem Speicher und erweiterten Mainframes entsprechen sie auch den Anforderungen Ihrer aktuellen Designs. Durch die modulare Bauweise werden sie auch Ihren zukünftigen Anforderungen gerecht werden.

Weitere Informationen erhalten Sie von Tektronix:

World Wide Web: Neueste Produkt-Informationen finden Sie auf unserer Website unter [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)

Asiatische Länder (65) 356-3900; Australien und Neuseeland 61 (2) 9888-0100; Belgien +32 (2) 715 89 70; Brasilien und Südamerika 55 (11) 3741-8360; Dänemark +45 (44) 850 700; Deutschland +49 (221) 94 77 400; Finnland +358 (9) 4783 400; Frankreich und Nordafrika +33 1 69 86 81 81; Großbritannien und Irland +44 (0) 1628 403300; Hongkong (852) 2585-6688; Indien (91) 80-2275577; Italien +39 (2) 25086 501; Japan (Sony/Tektronix Corporation) 81 (3) 3448-3111; Kanada 1 (800) 661-5625; Mexiko, Mittelamerika und Karibik 52 (5) 666-6333; Niederlande +31 23 56 95555; Norwegen +47 22 07 07 00; Österreich, Mitteleuropa, Griechenland, Türkei, Malta und Zypern +43 2236 8092 0; Republik Korea 82 (2) 528-5299; Schweden +46 8 477 6500; Schweiz +41 (41) 729 36 40; Spanien und Portugal +34 91 372 6000; Südafrika (2711) 651-5222; Taiwan 886 (2) 2722-9622; USA 1 (800) 426-2200; Volksrepublik China 86 (10) 6235 1230.

In anderen Regionen wenden Sie sich bitte an: Tektronix, Inc. Export Sales, P.O. Box 500, M/S 50-255, Beaverton, Oregon 97077-0001, USA 1 (503) 627-6877.



Copyright © 1999 Tektronix, Inc. Alle Rechte vorbehalten. Tektronix-Produkte sind durch in den USA und anderen Ländern ausgestellte und angemeldete Patente geschützt. Die Informationen in dieser Publikation ersetzen die Informationen in zuvor veröffentlichten Materialien. Änderungen an technischen Daten und Preisen vorbehalten. TEKTRONIX und TEK sind eingetragene Warenzeichen von Tektronix, Inc. Alle anderen Servicezeichen, Warenzeichen oder eingetragenen Warenzeichen sind im Besitz der jeweiligen Firmen.

**Tektronix**