

waverunner™

BENUTZERHANDBUCH

FEBRUAR 1999

LeCroy Corporation

700 Chestnut Ridge Road
Chestnut Ridge, NY 10977-6499
Tel: (++914) 578 6020, Fax: (++914) 578 5985

LeCroy SA


2, rue du Pré-de-la-Fontaine
CH-1217 Meyrin 1/Geneva, Switzerland
Tel: (++41) 22 719 21 11, Fax: (++41) 22 782 39 15

Internet: www.lecroy.com

Copyright © February 1999, LeCroy. All rights reserved. Information in this publication supersedes all earlier versions.
Specifications subject to change.

LeCroy, ProBus and SMART Trigger are registered trademarks, and ActiveDSO, ScopeExplorer, WaveAnalyzer and Waverunner are trademarks, of LeCroy Corporation. Centronics is a registered trademark of Data Computer Corp. Epson is a registered trademark of Epson America Inc. MathCad is a registered trademark of MATHSOFT Inc. MATLAB is a registered trademark of The MathWorks, Inc. Microsoft, MS and Microsoft Access are registered trademarks, and Windows and NT trademarks, of Microsoft Corporation. PowerPC is a registered trademark of IBM Microelectronics. DeskJet, ThinkJet, QuietJet, LaserJet, PaintJet, HP 7470 and HP 7550 are registered trademarks of Hewlett-Packard Company.



| | |
|---|-----------|
| EINFÜHRUNG | 1 |
| ERSTE MASSNAHMEN | 3 |
| Nach Lieferung Ihres Waverunners | 3 |
| ÜBERPRÜFEN SIE DIE VOLLSTÄNDIGKEIT..... | 3 |
| BEACHTEN SIE DIE GARANTIEBESTIMMUNGEN..... | 3 |
| NEHMEN SIE DIE VORTEILE VON WARTUNGSVERTRÄGEN WAHR..... | 4 |
| HOLEN SIE SICH HILFE..... | 4 |
| DURCHFÜHRUNG DES KUNDENDIENSTES..... | 4 |
| BLEIBEN SIE AUF DEM LAUFENDEN..... | 4 |
| Safety First  | 6 |
| ARBEITEN SIE IN EINER SICHEREN UMGEBUNG..... | 6 |
| LERNEN SIE DIE WARNSCHILDER KENNEN..... | 6 |
| WÄHLEN SIE DIE KORREKTE STROMVERSORGUNG..... | 7 |
| UNTERBRECHEN SIE NICHT DEN SCHUTZLEITER..... | 7 |
| VERWENDEN SIE KORREKTE SICHERUNGEN..... | 8 |
| REINIGEN SIE IHREN WAYERUNNER (ABER ÜBERLASSEN SIE UNS DIE WARTUNG)..... | 8 |
| Es geht los | 9 |
| MACHEN SIE SICH MIT WAYERUNNER VERTRAUT — FRONTSEITE..... | 9 |
| INSTALLATION UND EINSCHALTEN..... | 9 |
| MACHEN SIE SICH MIT IHREM WAYERUNNER VERTRAUT — RÜCKSEITE..... | 10 |
| INITIALISIEREN..... | 12 |
| PRÜFEN SIE IHR WAYERUNNER-SYSTEM..... | 12 |
| OPTIONEN HINZUFÜGEN?..... | 13 |
| ...ODER AUF DIE NEUESTE FIRMWARE UPDATEN?..... | 13 |
| SCHONEN SIE DEN BILDSCHIRM (UND SPAREN SIE ENERGIE)..... | 13 |
| BEVORZUGEN SIE BEDIENELEMENTE MIT KLANG UND WIEDERHOLFUNKTION?...14 | 14 |
| TEIL EINS: GRUNDLAGEN | 15 |
| KAPITEL EINS: NEUE KURVEN ERFASSEN | 17 |
| Betrachten Sie Ihre Kurve | 17 |
| ZEITBASIS MIT ‚TIME/DIV‘ JUSTIEREN..... | 19 |
| EMPFINDLICHKEIT UND POSITION EINSTELLEN..... | 20 |
| AUTOMATISCH ZOOMEN UND SCROLLEN..... | 20 |
| POSITIONIERUNGS- UND ZOOM-BEDIENELEMENTE..... | 22 |
| ZEITBASIS EINSTELLEN..... | 23 |
| KOPPLUNGSART EINSTELLEN..... | 24 |
| KALIBRIER- UND BNC-SIGNALE EINSTELLEN..... | 25 |

| | |
|--|-----------|
| KAPITEL ZWEI: <i>EINFACHTRIGGERUNG</i> | 29 |
| Flankentriggerung bei einfachen Signalen | 29 |
| TRIGGERUNG EINSTELLEN | 29 |
| FLANKENTRIGGERUNG FESTLEGEN | 30 |
| FENSTERTRIGGER ANWENDEN | 33 |
| ZUSAMMENFASSUNG DES TRIGGERSTATUS ABRUFEN | 34 |
| KAPITEL DREI: <i>DARSTELLUNG IHRES SIGNALS</i> | 37 |
| Persistence [Nachleuchten] | 37 |
| VERÄNDERUNGEN DES SIGNALS MIT DER ZEIT DARSTELLEN | 37 |
| ANZEIGE EINSTELLEN | 38 |
| PERSISTENCE [NACHLEUCHTEN] EINRICHTEN | 39 |
| GITERRASTER WÄHLEN | 40 |
| Parametereinstellungen speichern und abrufen | 42 |
| PARAMETEREINSTELLUNGEN SPEICHERN | 42 |
| PARAMETEREINSTELLUNGEN ABRUFEN | 43 |
| KAPITEL VIER: <i>WAHL EINES MEßMITTELS</i> | 45 |
| Messen mit Cursorsen | 45 |
| ZEITCURSOREN EINRICHTEN | 45 |
| AMPLITUDEN-CURSOREN EINRICHTEN | 46 |
| Automatisch messen mit Parametern | 50 |
| STANDARD-PARAMETER WÄHLEN | 51 |
| CURSOREN UND PARAMETER AUSSCHALTEN | 52 |
| KAPITEL FÜNF: <i>RECHENFUNKTIONEN EINSETZEN</i> | 55 |
| Rechnen leicht gemacht | 55 |
| RECHENFUNKTIONEN FÜR KURVEN EINRICHTEN | 56 |
| RECHENFUNKTIONEN VERWENDEN | 57 |
| FFT-OPERATIONEN AUSFÜHREN | 58 |
| SUMMIERTE MITTELWERTBILDUNG AUSFÜHREN | 61 |
| Kurven speichern und abrufen | 63 |
| BERICHT FÜR DEN KURVEN- ODER SPEICHERSTATUS AUFRUFEN | 65 |
| KAPITEL SECHS: <i>DOKUMENTIEREN SIE IHRE ARBEIT</i> | 67 |
| Bildschirmkopie anfertigen | 67 |
| DRUCKEN, PLOTTEN ODER KOPIEREN | 68 |
| Umgang mit Datenträgern | 69 |
| EIGENE FILENAMEN VERWENDEN | 70 |
| NEUES VERZEICHNIS HINZUFÜGEN | 71 |
| FILES KOPIEREN | 72 |

TEIL ZWEI: ERWEITERTE ANWENDUNGEN 75

KAPITEL SIEBEN: *EINFLUß DER ZEITBASIS*..... 77

| | |
|--|-----------|
| Erfassungsmodus wählen..... | 77 |
| EINZELSCHUß — WAVERUNNERS GRUNDSÄTZLICHE ERFASSUNGSTECHNIK | 77 |
| RIS — FÜR HÖHERE ABTASTRATEN | 78 |
| ROLLEN — ANZEIGE IN ECHTZEIT | 78 |
| SEQUENZ — ARBEITEN MIT SEGMENTEN | 79 |
| Abtastmodus einsetzen..... | 80 |
| SINGLE-SHOT [EINZELSCHUß] ODER RIS EINRICHTEN | 80 |
| SEQUENZ-ERFASSUNG EINRICHTEN | 81 |
| ZUSAMMENFASSUNG DES SEQUENZ-STATUS ABFRAGEN | 82 |
| ODER EXTERN ABTASTEN | 83 |

KAPITEL ACHT: *KOMPLEXE TRIGGERUNG*..... 85


| | |
|--|-----------|
| Holdoff durch Zeit oder Ereignisse..... | 85 |
| HOLDOFF PER ZEIT | 85 |
| HOLDOFF PER EREIGNIS | 86 |
| Komplexe Triggerung..... | 87 |
| GLITCHES [STÖRSPITZEN] ERFASSEN | 87 |
| SELTENE PHÄNOMENE ERFASSEN | 91 |
| AUF INTERVALLE TRIGGERN | 94 |
| EIN SIGNAL QUALIFIZIEREN | 98 |
| AUF ‚VERLORENE‘ SIGNALE TRIGGERN | 101 |
| AUF TV-SIGNALE TRIGGERN | 104 |


KAPITEL NEUN: *MEHR ZUR DARSTELLUNG*..... 107

| | |
|--|------------|
| Verwirklichen Sie Ihre Vision | 107 |
| Gestalten Sie Ihr Display farbig..... | 110 |
| ÄNDERN SIE IHRE PALETTE..... | 111 |
| XY-Darstellung einrichten..... | 114 |

KAPITEL ZEHN: *KOMPLEXE RECHENFUNKTIONEN EINSETZEN*..... 119

| | |
|---|------------|
| Extremwert-Kurven berechnen | 119 |
| Einheiten neu skalieren und zuweisen | 121 |
| Verbesserte Auflösung | 122 |
| Mehr aus der FFT herausholen | 126 |
| FFT-MITTELWERTBILDUNG AUSFÜHREN | 126 |
| WEITERE VERARBEITUNGEN | 126 |
| CURSOREN MIT DER FFT VERWENDEN | 126 |
| FFT-SPANNWEITE FESTLEGEN | 129 |
| Komplexe Rechenfunktion einsetzen | 131 |
| Neuerfassung zum Kompensieren | 132 |

| | |
|--|------------|
| Plott-Trends | 133 |
| TRENDS LESEN..... | 135 |
| KAPITEL ELF: ANALYSE MIT PARAMETERN..... | 139 |
| Eigene Parameter verwenden..... | 139 |
| EINEN PARAMETER AUF DIE ANWENDUNG ZUSCHNEIDEN..... | 140 |
| Gut/Schlecht-Prüfungen..... | 141 |
| GUT/SCHLECHT-PRÜFUNG EINRICHTEN | 141 |
| GUT/SCHLECHT-PRÜFUNGEN MIT EINER MASKE..... | 142 |
| MASKE FÜR EINE KURVE FORMEN | 143 |
| EINE PRÜFAKTION ÄNDERN..... | 143 |
| Parameter wählen | 147 |
| KAPITEL ZWÖLF: WAVERUNNER MIT DEM PC EINSETZEN | 155 |
| Daten und Bilder zum PC übertragen | 155 |
| ENTDECKEN SIE IHR OSZILLOSKOP | 156 |
| FERNGESTEUERTE OPERATIONEN ÜBERWACHEN | 157 |
| Kurven im ASCII-Format speichern | 158 |
| IM ASCII-FORMAT SPEICHERN | 159 |
| ASCII-Formate verwenden..... | 161 |
| ALS SPREADSHEET [TABELLENKALKULATION] SPEICHERN | 161 |
| KURVE IM SPREADSHEET PLOTTEN..... | 164 |
| MATHCAD VERWENDEN..... | 165 |
| MATLAB VERWENDEN | 167 |
| ANHANG: ARCHITEKTUR UND SPEZIFIKATIONEN..... | 169 |
| Übersicht über die Gerätearchitektur..... | 169 |
| PROZESSOREN..... | 169 |
| ANALOG/DIGITAL-WANDLER..... | 169 |
| SPEICHER..... | 169 |
| RIS..... | 169 |
| TRIGGER-SYSTEM | 169 |
| AUTOMATISCHE KALIBRIERUNG | 170 |
| DISPLAY..... | 170 |
| FRONTPLATTEN-SETUPS..... | 170 |
| FERNSTEUERUNG..... | 170 |
| Spezifikationen..... | 172 |
| MODELLE..... | 172 |
|  ERFASSUNGSSYSTEM | 172 |
| ZEITBASIS | 173 |
| TRIGGERUNG..... | 173 |
| SMART-TRIGGERUNG..... | 174 |

| | |
|---|------------|
| AUTO-SETUP | 174 |
| TASTKÖPFE | 174 |
| FARBDISPLAY | 174 |
| „ANALOG PERSISTENCE“-DISPLAY | 174 |
| ZOOM-KURVENSPUREN | 175 |
| RASCHE SIGNALVERARBEITUNG | 175 |
| INTERNER KURVENSPEICHER | 175 |
| SETUP-SPEICHER | 175 |
| MATH-HILFSMITTEL | 175 |
| AUSWERTUNGSHILFEN | 176 |
| EXTENDED MATH AND MEASUREMENTS [KOMPLEXE RECHEN- UND MEßFUNKTIONEN] (OPTION) | 176 |
| WAVEANALYZER [KURVENANALYSE] (OPTION) | 176 |
| LÖSUNGEN FÜR SPEZIELLE ANWENDUNGEN | 176 |
| SCHNITTSTELLEN | 177 |
| AUSGANGSSIGNALE | 177 |
|  ALLGEMEIN | 177 |
| GLOSSAR TECHNISCHER BEGRIFFE | 179 |



Über dieses Handbuch

Wie das Waverunner-Oszilloskop selbst ist dieses Handbuch so angelegt, daß das Messen so einfach ist wie das Zählen bis drei. Jeder Abschnitt zeigt Ihnen Schritt für Schritt, wie Sie einfache oder schwierigere Probleme mit dem Oszilloskop lösen können.

Studieren Sie das Handbuch, während der Waverunner vor Ihnen steht. So erkennen Sie deutlich, um was es geht, und Sie können die Beschreibung sofort in die Tat umsetzen.

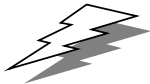
Das Handbuch besteht aus zwei Teilen:

Teil Eins, *Erste Maßnahmen*, ist für Einsteiger gedacht und behandelt grundsätzliche Operationen. Er deckt die wichtigsten Waverunner-Eigenschaften ab und zeigt ihre Anwendung. Beginnen Sie mit Teil Eins und erzielen Sie schnell Ergebnisse.

Teil Zwei, *Erweiterte Anwendungen*, geht mehr in die Einzelheiten. Er erläutert die Ausführung schwierigerer Messungen unter Verwendung komplexer Waverunner-Funktionen. Außerdem behandelt er einige in Teil Eins bereits angesprochenen Operationen ausführlicher. Benutzen Sie Teil Zwei zur Lösung von Herausforderungen oder als Nachschlagewerk zum besseren Verstehen der Zusammenhänge bei Ihrem Oszilloskop.

Schlagen Sie im Inhaltsverzeichnis nach, wenn Sie bestimmte Themen suchen. Als zusätzliche Hilfe ist jedem Kapitel eine Zusammenfassung des Inhalts vorangestellt.

Und übersehen Sie nicht die Hinweise und Abschnitte, die im Handbuch mit folgenden Symbolen markiert sind...



TIPs bieten weitere Hinweise, wie Sie Ihren Waverunner optimal einsetzen.



HINWEISE lenken Ihre Aufmerksamkeit auf wichtige Information.



Mit einem Vergrößerungsglas gekennzeichnete und schräg gedruckte Abschnitte weisen auf besondere Themen hin. Sie bieten mehr Information, wenn Sie sie benötigen.



ERSTE MAßNAHMEN . . . Zuerst

Im folgenden Vorwort erfahren Sie, wie Sie...

- *die Lieferung auf Vollständigkeit überprüfen*
- *welche Sicherheitsvorkehrungen einzuhalten sind*
- *wie Sie Ihr Waverunner-Oszilloskop kennenlernen*
- *das Gerät aufstellen und einschalten*
- *initialisieren*
- *den System-Status prüfen*
- *neue Soft- und Firmware installieren*
- *den Bildschirmschoner aktivieren*
- *Menüs, Menü-Tasten und -Knöpfe betätigen*
- *Vorzugseigenschaften für Tasten und Knöpfe einstellen.*



Nach Lieferung Ihres Waverunners...

ÜBERPRÜFEN SIE DIE VOLLSTÄNDIGKEIT

Stellen Sie zuerst fest, ob alle Teile laut Lieferschein oder Rechnungskopie (und untenstehender Auflistung) vorhanden sind. Die Software prüfen Sie mit der SYTEM STATUS-Anzeige, wenn Ihr Waverunner installiert ist (siehe Seite 12). Setzen Sie sich mit Ihrem LeCroy-Ansprechpartner in Verbindung, wenn ein Teil fehlt oder beschädigt ist. Leider können wir nur dann Ersatz liefern, wenn Sie sofort reklamieren.

Folgende Teile werden mit dem Standard-Waverunner geliefert :

- Passiver Tastkopf PP006, 10:1, 10 MΩ, ein Stück pro Kanal
- Netzkabel mit Stecker
- Leistungs- oder Kalibrierzertifikat
- Frontabdeckung
- 2 Sicherungen, 250 V
- Benutzerhandbuch
- Handbuch „Remote Control [Fernsteuerung]“
- Kurzführer
- Konformitätserklärung

HINWEIS: Sämtliche Lieferungen werden vor dem Versand sorgfältig auf einwandfreien Zustand und Vollständigkeit überprüft. Sollten sich dennoch Gründe für Beanstandungen ergeben, wenden Sie sich bitte umgehend an die Kundendienstabteilung Ihres zuständigen Verkaufsbüros. Eine Haftung für unvollständige, falsche oder beschädigte Lieferungen kann von LeCroy nur bei sofortiger Benachrichtigung übernommen werden.

BEACHTEN SIE DIE GARANTIEBESTIMMUNGEN

LeCroy garantiert die einwandfreie Funktionsweise ihrer Oszilloskop-Produkte entsprechend den Spezifikationen über einen Zeitraum von 3 Jahren, beginnend mit dem Lieferdatum. Auf Ersatzteile und Reparaturen wird eine Garantie von 90 Tagen gewährt. Ausgeschlossen von dieser Regelung sind Defekte, die durch unsachgemäße Bedienung oder abnorme Betriebsbedingungen hervorgerufen wurden.

Für nicht von LeCroy hergestellte Produkte gelten die entsprechenden Regelungen des Herstellers dieser Produkte. Firmware-Produkte werden sorgfältig getestet und sind funktionstüchtig. Auf Grund der meist vielfältigen Einsatzmöglichkeiten ist ein vollständiger Test aller Funktionen unter allen denkbaren Umständen nicht möglich. Eine Garantie für einwandfreie Funktion von Firmware kann unter diesen Gesichtspunkten nicht übernommen werden.

Neben allen anderen vertraglichen und gesetzlichen Regelungen umfaßt die Garantie die Gewährleistung einwandfreier Qualität der Geräte unter normalen Einsatzbedingungen. Eine Garantie der Eignung für spezielle Einsatzbereiche oder Anwendungen kann nicht übernommen werden. Eine Haftung für Folgeschäden, die sich aus der Nutzung der Geräte ergeben, wird von LeCroy nicht übernommen.

Auskünfte über Inbetriebnahme, Einsatzmöglichkeiten und weitere Kundendienstleistungen erteilt die Kundendienstabteilung oder das zuständige Verkaufsbüro.

NEHMEN SIE DIE VORTEILE VON WARTUNGSVERTRÄGEN WAHR

LeCroy bietet verschiedene Kundendienstleistungen an. Dazu zählen Wartungsverträge, die die Garantiezeit der Geräte verlängern und somit die Planung von Wartungskosten nach Ablauf der Garantiezeit erlauben. Informationen über weitere Leistungen wie Installation und Inbetriebnahme, Schulungen, Reparaturen vor Ort und nachträgliche Aufrüstung von Geräten erteilt die Kundendienstabteilung.

HOLEN SIE SICH HILFE

Für Anfragen bezüglich Installation, Kalibrierung oder Anwendungen Ihres Waverunner-Oszilloskops steht Ihnen unser Kundendienst zur Verfügung.

DURCHFÜHRUNG DES KUNDENDIENSTES

Zur Wartung oder Reparatur müssen Geräte an die Kundendienstabteilung zurückgeschickt werden. Geräte, die unter Garantie fallen, werden von LeCroy kostenlos repariert oder ausgetauscht. Die Entscheidung liegt dabei allein im Ermessen von LeCroy. Der Transport zum Kundendienst sowie die damit verbundenen Kosten werden vom Kunden übernommen.

Für Geräte, die nicht unter Garantie fallen, werden dem Kunden Arbeitszeit, das zur Reparatur benötigte Material sowie die Versandkosten des Gerätes in Rechnung gestellt.

Einem zur Reparatur eingesandten Gerät sollten eine Fehlerbeschreibung sowie für eventuelle Rückfragen Name und Telefonnummer des Benutzers beiliegen.

Bei einer Rücksendung sollte möglichst die Originalverpackung des Gerätes verwendet werden. Wird eine andere Verpackung benutzt, sollte diese stabil genug sein und einen ausreichenden Schutz vor Beschädigung des Gerätes bieten.

TIP: Verwenden Sie zum Einsenden des Oszilloskops möglichst den Original-Versandkarton. Andernfalls muß der benutzte Karton stabil sein und so groß, daß das Gerät von einem mindestens 10 cm dicken Polster aus stoßabsorbierendem Material umgeben ist.

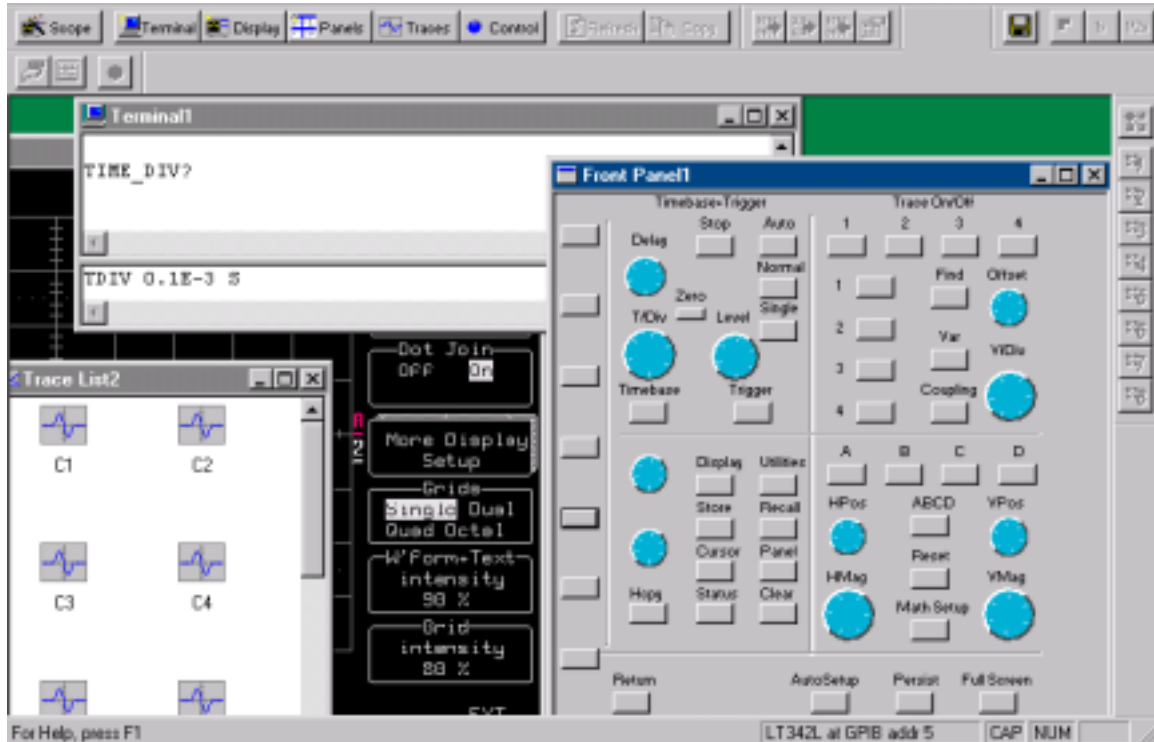


BLEIBEN SIE AUF DEM LAUFENDEN

Damit Ihr Waverunner die Spezifikationen einhält, lassen Sie ihn wenigstens einmal pro Jahr von uns kalibrieren. LeCroy bietet Spitzentechnik, indem Eigenschaften und Betrieb des Gerätes kontinuierlich verbessert werden. Wir aktualisieren beim Service häufig sowohl Firm- als auch Software — während der Gewährleistungszeit kostenlos.

Neue Firmware können Sie selbst installieren, ohne Überholung im Werk. Geben Sie uns einfach die Seriennummer und ID des Waverunners und die Versionsnummer der bereits installierten Software (siehe Seite 12) zusammen mit dem Auftrag. Wir liefern Ihnen einen speziellen Optionsschlüssel mit einem Code, der zur Aktualisierung der Software über die Frontplatte des Gerätes eingegeben werden kann. Außerdem können Sie die neuesten Versionen der Oszilloskop-Software von LeCroy kostenlos aus dem Internet laden. Darunter ScopeExplorer und ActiveDSO...

ScopeExplorer: ein äußerst praktisches Vernetzungswerkzeug auf PC-Basis, das Waverunner mit PCs unter Microsoft® Windows über die GPIB (IEEE 488)- oder RS-232-Schnittstelle verbindet. Speziell von LeCroy für seine Oszilloskope entworfen ermöglicht ScopeExplorer Daten- und Grafikübertragungen sowie andere ferngesteuerte Operationen vom Oszilloskop zum PC mit wenigen Tastenschlägen und Mausklicks. Weitere Information bezüglich ScopeExplorer siehe Kapitel 12, *Waverunner mit dem PC einsetzen*.



ScopeExplorer zeigt eine virtuelle Frontplatte zur Steuerung abgesetzter Oszilloskope.

ActiveDSO: Auf einem PC unter Windows 95, 98 oder NT erlaubt diese Software den Datenaustausch mit verschiedenen Windows-Anwendungen oder Programmiersprachen, die den ActiveX-Standard unterstützen, wie MS® Office, Internet Explorer, Visual Basic, Visual C++ und Visual Java. ActiveDSO verbirgt die Komplexität der Programmierung für diese Interfaces und liefert eine einfache und konsistente Schnittstelle zu der steuernden Anwendung. Sie können ActiveDSO auch sichtbar in jeden OLE-kompatiblen Client einbetten und es manuell ohne Programmierung einsetzen. Sie können z.B. einen Bericht erzeugen, indem Sie Waverunner-Daten direkt in Excel oder Word importieren, Ihre Kurven auswerten, indem Sie sie direkt nach MathCad® überführen, Ihre Meßergebnisse direkt in einer Microsoft Access®-Datenbank archivieren und Ihre Tests automatisieren, indem Sie Visual Basic, Java, C++ oder Excel (VBA) verwenden.

Besuchen Sie unsere Website bei <http://www.lecroy.com/software>, um diese Software herunterzuladen.

Safety First

ARBEITEN SIE IN EINER SICHEREN UMGEBUNG

Achten Sie vor der Installation Ihres Waverunners auf die Einhaltung folgender Umgebungsbedingungen:

- Temperatur: 5 bis 40 °C oder 41 bis 104 °F
- Feuchte: ≤ 80 % rel. Feuchte (nicht kondensierend)
- Höhe: ≤ 2000 m oder 6560 ft.
- Betrieb: Nur in geschlossenen Räumen

HINWEIS: Waverunner entspricht folgender EN61010-1 Kategorie:

- **Schutzklasse I**
- **Installations (Überspannungs)-Kategorie II**
- **Umweltverschmutzungsgrad 2**

LERNEN SIE DIE WARNZEICHEN KENNEN

Wo diese Warnzeichen am Waverunner oder in diesem Handbuch erscheinen, weisen Sie sie auf Sicherheitsaspekte hin.



CAUTION [Vorsicht]: Siehe Begleitunterlagen (für sicherheitsspezifische Information). *Siehe weitere Stellen in diesem Handbuch, wo dieses Symbol vorhanden ist, wie im Inhaltsverzeichnis angegeben.*



CAUTION: Gefahr elektrischer Schläge



Ein (Stromversorgung)



Bereit



Anschluß für Erde (Masse)



WARNING [Warnung]

Jede Benutzung des Gerätes auf eine vom Hersteller nicht vorgesehene Weise kann die getroffenen Sicherheitsmaßnahmen gefährden.
Waverunner ist nicht für direkte Messungen am menschlichen Körper vorgesehen. Schließen Sie Waverunner niemals an lebende Personen an.



CAUTION [Vorsicht]

Überschreiten Sie nicht die spezifizierten max. Eingangsspannungen.



Schutzleiter-Anschluß



Gehäuse-Anschluß



Nur Wechselspannung

Hinweis: Waverunner paßt sich automatisch an die vorhandene Netzspannung an:

**115 V
(90–132 V)**

45–60 Hz

**220 V
(180–250 V)**

45–60 Hz

WARNING Kennzeichnet eine Gefahr. Wird WARNING [Warnung] am Gerät angegeben, machen Sie erst weiter, wenn die Zusammenhänge klar sind (siehe auch CAUTION).

WÄHLEN SIE DIE KORREKTE STROMVERSORGUNG

Waverunner wird an einphasiger Wechselspannung von 115 V (90 bis 132 V) oder 220 V (180 bis 250 V) bei 45 Hz bis 66 Hz betrieben, mit einem der spannungführenden Leiter auf Masse-Potential.

Eine Spannungseinstellung ist nicht erforderlich, da sich das Gerät automatisch an die Netzspannung anpaßt. Die Stromversorgung des Oszilloskops ist gegen Kurzschluß und Überlast mit einer Sicherung (6,3 A/250 V, träge, 5x20 mm) geschützt (Austausch der Sicherung siehe nächste Seite).

UNTERBRECHEN SIE NICHT DEN SCHUTZLEITER

Zur Vermeidung elektrischer Schläge darf der Schutzleiter nicht unterbrochen sein.

Die spannungführenden Leiter können 250 Veff bezogen auf Massepotential nicht überschreiten. Waverunner wird mit einem dreiadrigen Netzkabel geliefert. Der Stecker ist dreipolig für Netzspannung und Schutzleiter. Der Schutzleiter des Steckers ist direkt mit dem Rahmen des Gerätes verbunden. Für eine zuverlässige Schutzwirkung muß dieser Stecker in eine passende Steckdose mit Schutzleiter eingesteckt werden.

VERWENDEN SIE KORREKTE SICHERUNGEN

Ersetzen Sie aus Gründen des Brandschutzes bei allen Netzspannungen die Sicherungen nur gegen Ersatz mit gleichen Spezifikationen.

Ziehen Sie den Netzstecker, bevor Sie eine Sicherung prüfen oder ersetzen. Öffnen Sie den Sicherungshalter — links neben dem Netzanschluß — mit einem kleinen Schraubenzieher. Entfernen Sie die alte Sicherung und setzen Sie eine neue ein (6,3A/250 V ~, träge, 5x20 mm).

REINIGEN SIE IHREN WAVERUNNER (ABER ÜBERLASSEN SIE UNS DIE WARTUNG)

Wartung und Reparatur sollten nur von einem LeCroy-Techniker ausgeführt werden.

Reinigen Sie Ihren Waverunner nur äußerlich mit einem feuchten, weichen Tuch. Verwenden Sie keine Chemikalien oder Mittel mit Schleifwirkung. Keinesfalls darf Feuchtigkeit in das Oszilloskop eindringen. Ziehen zur Vermeidung elektrischer Schläge vor der Reinigung den Netzstecker des Gerätes.

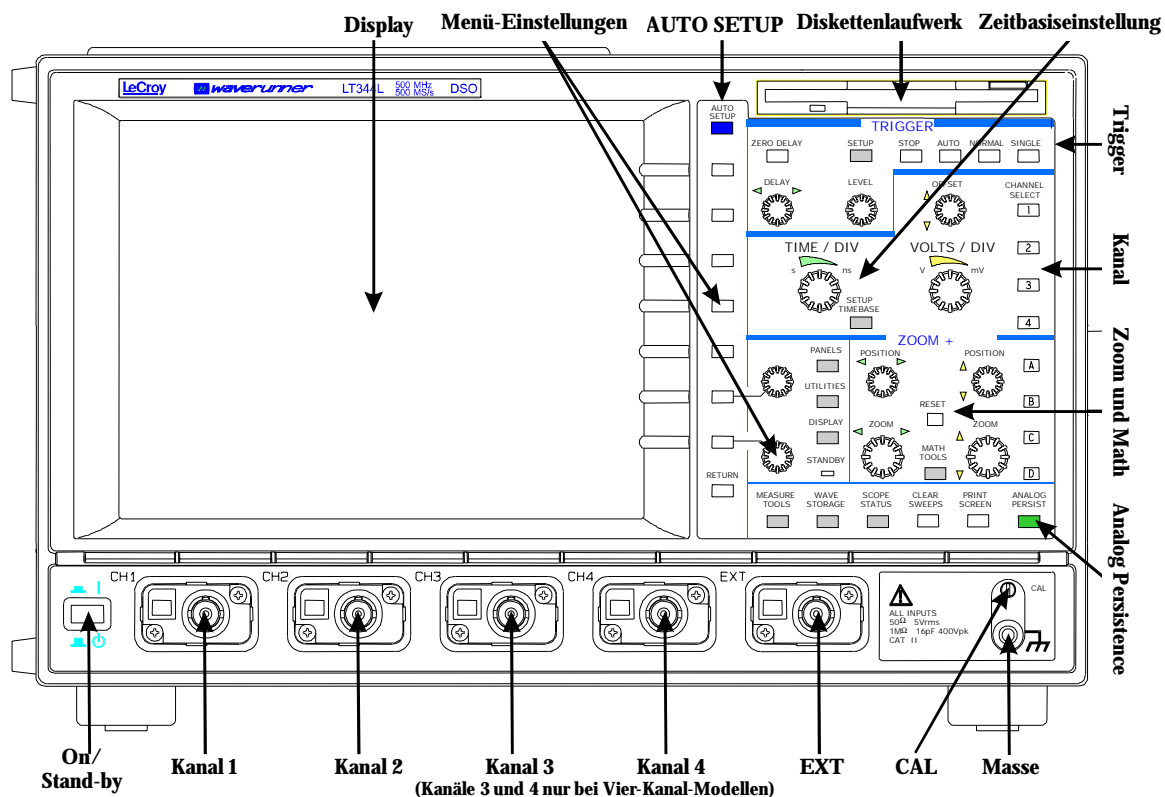


CAUTION [Vorsicht]

Gefahr elektrischer Schläge. Enthält keine vom Anwender zu wartenden Teile. Reparatur nur durch qualifiziertes Personal.

Es geht los

MACHEN SIE SICH MIT WAVERUNNER VERTRAUT — FRONTSEITE



Waverunner — Frontplatte mit Bedienelementen

INSTALLATION UND EINSCHALTEN


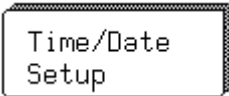
1. Prüfen Sie vor dem Einschalten, ob die Netzspannung vor Ort in den Spannungsbereich des Waverunners fällt (siehe Seite 7).
2. Verbinden Sie das Oszilloskop über das mitgelieferte Netzkabel mit einer Steckdose.
3. Schalten Sie das Oszilloskop durch Drücken der ,On'-Taste links unten auf der Frontplatte (siehe oben) ein.

ERSTE MASSNAHMEN

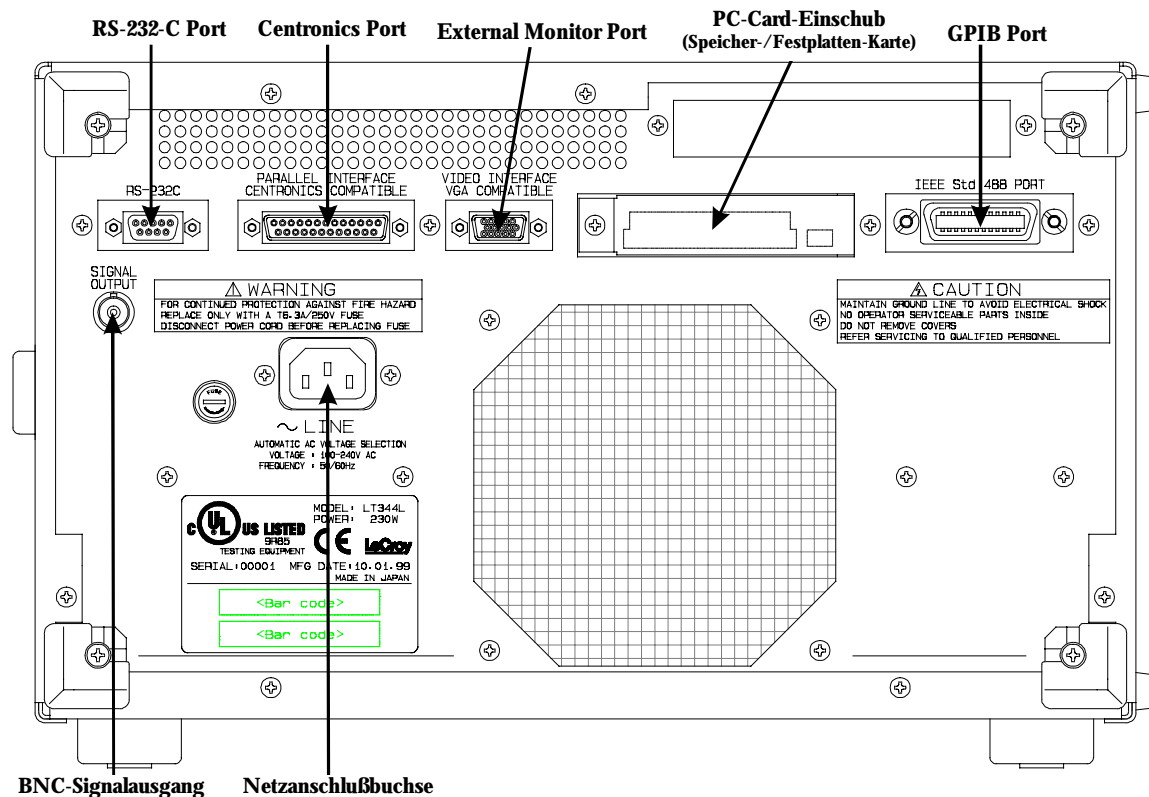
Bevor eine Anzeige erscheint, führt das Gerät automatisch Hardware- und Software-Selbsttests aus, gefolgt von einer System-Kalibrierung. Während des Ablaufs leuchtet die STANDBY-LED auf der Frontplatte. Der komplette Test dauert etwa 10 Sekunden, anschließend erscheint die Anzeige.

UTILITIES

4. Drücken Sie  zur Anzeige der 'UTILITIES'-Menüs.

5. Drücken Sie  neben dem Menü  zur Einstellung von Zeit und Datum.

MACHEN SIE SICH MIT IHREM WAVERUNNER VERTRAUT — RÜCKSEITE




Über die RS232C- und GPIO-Ports können Sie Ihr Oszilloskop mit einem Computer oder Terminal verbinden, der Monitor-Ausgang dient zum Anschluß eines externen Bildschirms und die Centronics -Schnittstelle ist für externe kompatible Drucker oder Geräte geeignet. Der 'PC Card'-Einschub nimmt eine PC-Speicherkarte oder Festplatte auf (Optionen), und am BNC-Ausgang können Sie externe Taktsignale abnehmen.

NAVIGIEREN SIE DURCH DIE MENÜS


Menüs wie  ermöglichen Aktionen oder Einstellungsänderungen.



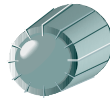
Die Menü-Taste  neben jedem angezeigten Menü steuert das Menü.

Längere Menüs über einer Länge von zwei Tasten werden von beiden Tasten gesteuert:



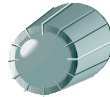
Großbuchstaben —  zum Beispiel — stehen für spezielle Aktionen.

Die beiden Menü-knöpfe




arbeiten zusammen mit den beiden Menütasten daneben.

Kombinationen von Knöpfen und Tasten



steuern stufenlos einstellbare Größen. Die Taste wählt oder ändert die Variable, während der Wert mit dem Knopf eingestellt wird.

Menüs sind gruppiert und werden gemäß ihrer Funktion zusammen angezeigt. Mit Taste oder Knopf wählen Sie ein bestimmtes Menü oder einen Parameter im Menü. Bewegen Sie sich im Menü aufwärts und abwärts und ändern Sie die Einstellungen.

Die dunkleren Tasten spielen in der Menü-Auswahl auch eine Rolle:  — z.B. — wird zur Wahl der Menüs für die Initialisierung verwendet (Seite 11). Wird eine dieser Tasten gedrückt, lassen sich weitere zu dieser Gruppe gehörige Menüs aufrufen.


PANELS



Menüs mit Schatten



leiten zu anderen Menüs: Drücken Sie deren Tasten zu ihrer Anzeige.

RETURN


Drücken Sie , um zu einem schattierten Menü zurückzukehren. Mit dieser Taste können Sie immer in das vorherige Menü zurückgelangen.


Pfeile neben einem langen Menü geben an, daß die Wahl auf-  oder  abwärts über das Menü verschoben werden kann. So können Sie sich in eine gewünschte Richtung bewegen und jeden nicht sichtbaren Menüparameter wählen. Die Pfeile verschwinden am Anfang und am Ende des Menüs.

INITIALISIEREN

Initialisieren Sie Ihr Oszilloskop auf seine Herstellervorgaben für die Einstellungen zur Kurvendarstellung:

PANELS

6. Drücken Sie  zur Anzeige der Menügruppe ‚PANEL SETUPS‘.

7. Ist ‚**Recall** [aufrufen]‘ nicht gewählt, drücken Sie einmal  zu seiner Wahl:

Recall
Save


8. Drücken Sie anschließend die Taste  neben diesem Menü:

FROM DEFAULT
SETUP


Initialisieren Sie Waverunner immer auf seine Herstellervorgaben, wenn Sie die gemachten Änderungen zurücknehmen wollen und eine neue Messung beginnen möchten.

PRÜFEN SIE IHR WAVERUNNER-SYSTEM

SCOPE
STATUS

9. Drücken Sie  zum Aufruf des STATUS-Menüs.

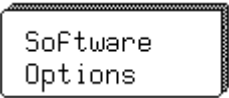
Acquisition
System
Text & Times
WaveForm
Memory Used

10. Drücken Sie die obere Taste  zur Wahl von ‚**System**‘. Das Menü zeigt die Waverunner-Seriennummer, die Versionsnummer der installierten Software und das Datum ihrer Freigabe sowie eine komplette Übersicht der installierten Software und Hardware.

Nehmen Sie unverzüglich Kontakt mit dem LeCroy-Kundendienst auf, wenn eine Ihrer bestellten Optionen nicht installiert ist.

OPTIONEN HINZUFÜGEN?

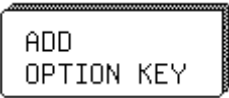
Dieses Menü wird ebenfalls angezeigt, wenn Sie **System** wählen:



Software
Options

Installieren Sie damit neue Optionen — Waverunner braucht dafür nicht zum Werk geschickt zu werden.

1. Drücken Sie  zur Anzeige von




ADD
OPTION KEY

2. Drücken Sie dann  zur Anzeige des 'ADD OPTION [Optionen hinzufügen]'-Menüs. Über einen speziellen Code können Sie damit Menüs hinzufügen. Sprechen Sie wegen des Codes mit LeCroy.

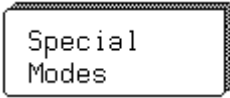
...ODER AUF DIE NEUESTE FIRMWARE UPDATEN?

Normalerweise bekommen Sie ihren Waverunner mit der neusten Firmware. Wenn Sie unsere ständigen Verbesserungen wahrnehmen möchten, erhalten Sie von uns einen Datenträger mit der neusten Firmware. Zur Installation verwenden Sie dann folgendes Menü:

UTILITIES

1. Drücken Sie  zum Aufruf des UTILITIES-Menüs.

2. Drücken Sie  für




Special
Modes

und dann für das Menü



Firmware
Update

3. Legen Sie den Datenträger in den Waverunner und drücken Sie  für **Floppy** oder **Card** und dann 'Update Flash [Flash aktualisieren]'. Die neu installierte Firmware erscheint im 'System Status'-Menü.

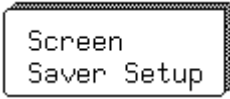
SCHONEN SIE DEN BILDSCHIRM (UND SPAREN SIE ENERGIE)

Aktivieren oder inaktivieren Sie den Bildschirmschoner des Waverunners:

DISPLAY

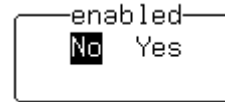
1. Drücken Sie  zur Anzeige des 'DISPLAY SETUP'-Menüs.

2. Drücken Sie  für 'More Display Setup [mehr...]' zum Aufruf von:



Screen
Saver Setup

3. Drücken Sie  und wählen Sie ‚Yes [Ja]‘ oder ‚No [Nein]‘ aus




In eingeschaltetem Zustand wird der Bildschirmschoner 10 Minuten nach der letzten Betätigung eines Bedienelementes auf der Frontplatte aktiv. Damit wird die Anzeige des internen Schirms vollständig abgeschaltet — tatsächlich eine echte Energieeinsparung. Die LED auf der Frontplatte leuchtet zur Anzeige, daß der Bildschirmschoner aktiv ist. Mit Drücken einer beliebigen Taste erscheint die Anzeige wieder auf dem Bildschirm.

BEVORZUGEN SIE BEDIENELEMENTE MIT KLANG UND WIEDERHOLFUNKTION?

Ihre Tasten und Knöpfe können ihre Aktionen wiederholen und bei Betätigung einen Ton abgeben:

UTILITIES

1. Drücken Sie  zum Aufruf des UTILITIES-Menüs. Damit lassen sich verschiedene Funktionen ausführen.

2. Drücken Sie  für  und dann  für 

3. Ihre Wunscheinstellungen nehmen Sie im Menü ‚USER PREF’S [Vorzugseinstellungen des Anwenders]‘ vor.

Ist die Taste ‚auto-repeat [automatische Wiederholung]‘ eingeschaltet (‚On‘), verschiebt jede Taste, wenn sie gedrückt gehalten wird, die Wahl automatisch der Reihe nach über alle Einstellparameter eines Menüs.

Ist die automatische Rückmeldung für Tasten und Knöpfe eingeschaltet, ertönt ein ‚Click‘, wenn eine Taste oder ein Knopf auf der Frontplatte betätigt werden.





TEIL EINS

GRUNDLAGEN

Dieser Teil des Handbuches deckt die wichtigsten Waverunner-Eigenschaften ab und erläutert ihre Anwendung Schritt für Schritt. Sie werden Ihr Ziel kennenlernen und es schnell und effektiv erreichen... Sie erfassen und betrachten Kurven... Sie zoomen und scrollen... Sie lernen die Kunst der Darstellung... Sie verwenden Rechenfunktionen und Auswertungshilfen... Sie dokumentieren Ihre Arbeit...

KAPITEL EINS: *Neue Kurve erfassen*

Im folgenden Kapitel erfahren Sie, wie Sie...

- *den Kanal mit dem Eingangssignal auswählen*
- *Menüs und Steuerelemente für grundlegende Operationen verwenden*
- *sich im Display zurechtfinden*
- *Zeit, Verstärkung und Position für das Signal einstellen*
- *zoomen — manuell und automatisch*
- *die Zeitbasis einstellen*
- *die Signalkopplung bestimmen*
- *den passiven Tastkopf kalibrieren und einsetzen*
- *die CAL- und BNC-Ausgänge einstellen.*

Betrachten Sie Ihre Kurve

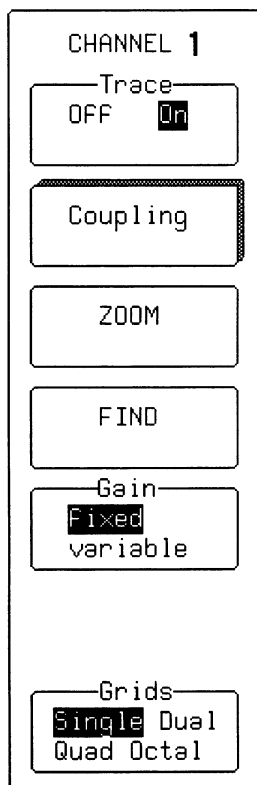
Mit diesen Schritten können Sie Ihr Signal erfassen und betrachten, Zeit und Spannung pro Teilung einstellen, zoomen und automatisch scrollen...

1. Schließen Sie Ihr Signal an — in diesem Beispiel an den Waverunner-Kanal 1.

AUTO
SETUP

2. Drücken Sie , um automatisch (Flanken-) Triggerpegel, Zeitbasis und Vertikaleinstellungen zur Anzeige des Eingangssignals festzulegen. Bestätigen Sie durch nochmaligen Tastendruck.

3. Drücken Sie  zur Wahl von CHANNEL 1 und zur Anzeige der Waverunner-Hauptmenüs.



Verwenden Sie diese Menüs in den Schritten der folgenden Seiten, um die Spur des Signals auf dem Schirm zu justieren.



Kanal 1 ein- oder ausschalten.

TIP: Zum Ein- oder Ausschalten des Kanals  zweimal drücken.



Aufruf der CHANNEL-Kopplungsmenüs. Siehe Seite 24.



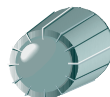
Automatische Dehnung des Signals. Kurve mit dem Knopf für die Vertikalposition verschieben, bis sie deutlich sichtbar ist. Vertikaldehnung mit dem Knopf für den Vertikal-ZOOM einstellen. Siehe Seite 22.



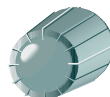
Automatisch Verstärkung und Offset einstellen; Signal ‚finden‘.



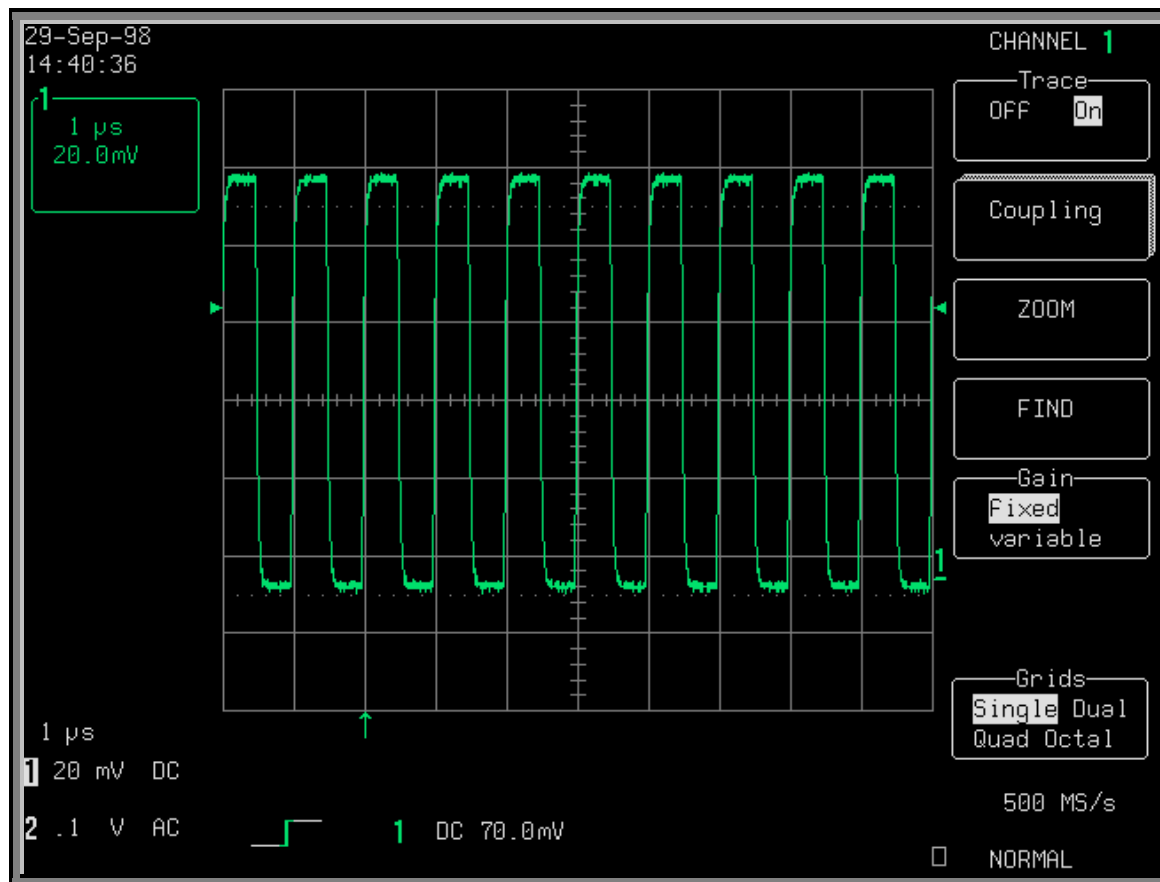
Feste oder variable Verstärkung wählen. Mit ‚variable‘ können Sie die Kanalverstärkung kontinuierlich einstellen. Siehe Seite 20.



TIP: Mit AUTO SETUP werden Signale von 5 mV bis 40 V, einer Frequenz von ≥ 50 Hz und einem Tastverhältnis von 0,1 % automatisch eingestellt.



Gitterraster einstellen. Nächste Seite: Einzelraster. Siehe auch Kapitel 3, *Darstellung Ihres Signals*.



SICH IM WAVERUNNER-DISPLAY ZURECHTFINDEN

29-Sep-98
14:40:36

Zeit und Datum: Von einer batteriegesicherten Echtzeituhr werden Datum und Uhrzeit aktuell angezeigt.

1
1 μ s
20.0mV

Kurvenkennzeichnung: Gibt für jeden (angezeigten) Kanal die Werte ‚Zeit/div‘ und ‚Spannung/div‘ und, falls zutreffend, die Cursorwerte an.

1 μ s
1 20 mV DC
2 .1 V AC

Zusammenfassung: Anzeige von Zeitbasis, Spannung/div, Tastkopfabschwächung und Kopplung für jeden Kanal; der gewählte Kanal erscheint hell.





Triggerpegel: Pfeile auf beiden Seiten des Gitterrasters markieren den Triggerpegel bezogen auf Massepotential.



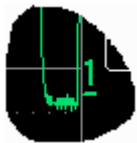
Triggerverzögerung: Ein Pfeil kennzeichnet die Triggerzeit bezogen auf die Kurvenspur.



Triggerstatus-Feld: Gibt die Abtastrate und den 'Trigger-bereit'-Status an (AUTO, NORMAL, SINGLE, STOPPED). Das kleine Quadrat blinkt zur Anzeige, daß eine Erfassung ausgeführt wurde.



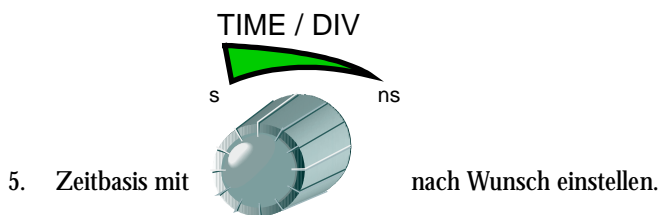
Triggerkonfiguration-Feld: Icon zur Anzeige von Triggertyp und Information zu Quelle, Flanke, Pegel und Kopplung des Triggers und weiterer Information soweit zutreffend.



Kurve und Massepotential: Kurvenziffer und Massenpotential-Marke.

Weitere Anzeigebereiche sind das **Zeit- und Frequenzfeld** unter dem Gitterraster, das Zeit und Frequenz Cursor-bezogen anzeigt, und das **Meldungsfeld** über dem Gitterraster, das für besondere Meldungen reserviert ist. Mehr zur Anzeige finden Sie in Kapitel 2, Darstellung Ihres Signals.

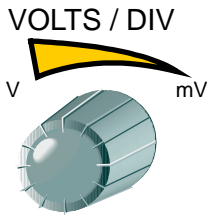
ZEITBASIS MIT 'TIME/DIV' JUSTIEREN

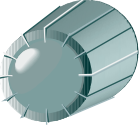


Hinweis: AUTO SETUP ist nur für eingeschaltete Kanäle aktiv. Ist kein Kanal eingeschaltet, ist jeder Kanal betroffen. Bei mehreren eingeschalteten Kanälen wird der erste Kanal in numerischer Reihenfolge mit einem vorhandenen Signal automatisch für Flankentriggerung eingestellt.


Die Zeit pro Division [Teilung] wird in einer 1-2-5-Folge eingestellt. Der Waverunner paßt sich selbst automatisch an die höchste Abtastrate an, wenn die Zeitbasis geändert wird. Die gewählte Zeit/div-Einstellung wird in der Kurvenkennzeichnung oben links im Bildschirm angezeigt, die Abtastrate im Triggerstatus-Feld in der unteren rechten Ecke (siehe oben).

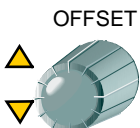
EMPFINDLICHKEIT UND POSITION EINSTELLEN



6. Mit  verringern Sie die Vertikalempfindlichkeit. Die Spannung/div-Einstellung erscheint in der Kurvenkennzeichnung für Kanal 1.

Die folgenden beiden Schritte können ausgeführt werden, wenn Sie die Vertikalverstärkung fein einstellen und eine bessere Vertikalauflösung erreichen möchten:




7. Die Feineinstellung der Vertikalverstärkung wählen Sie mit 'variable' im 'Gain'-Menü (siehe Seite 17).
8. Drehen Sie nun den Knopf VOLTS / DIV , bis das Signal das Gitterraster von oben bis unten ausfüllt. So nutzen Sie die verfügbare digitale Auflösung voll aus.


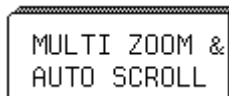


9. Mit  zentrieren Sie die Kurve im Gitterraster.

AUTOMATISCH ZOOMEN UND SCROLLEN

Mit 'ZOOM' sehen Sie mehr Einzelheiten. Auf dem Display erscheinen das Signal und seine gedehnte Kopie.

10. Mit  erscheinen die 'TRACE A'-Menüs. (Drücken Sie die entsprechenden Tasten für B, C oder D).
11. Drücken Sie nochmals  oder die obere  zur Anzeige der Kurve und ihrer Kennzeichnung. (Analog können Sie eine Kurve ausschalten.)

12. Drücken Sie  für: 

Die Menüs auf der nächsten Seite werden angezeigt.

UTILITIES

TIP: Mit  rufen Sie die Sonder-Modi auf. Wählen Sie dann im 'Channels'-Menü:

In: Offset einer Verstärkungsänderung (VOLTS/DIV) in Volt oder Vertikalteilungen einstellen (Vorgabe: Volt).

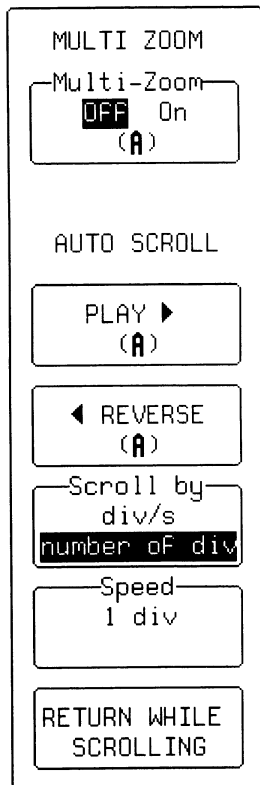
Automatische Neukalibrierung: Ein- oder ausschalten (Vorgabe: 'On [Ein]'). 'Off [Aus]' kann die Erfassungsgeschwindigkeit erhöhen; während der Erfassung ist die Zeitkalibrierung allerdings unsicher.

Globale BWL [Bandbreitenbegrenzung]: Einstellung der globalen Bandbreitenbegrenzung. Bei 'On' gilt die gewählte Bandbreite (siehe Seite 24) für alle Kanäle. Bei 'Off' kann für jeden Kanal eine individuelle Bandbreite eingestellt werden.

TIP: Zur Aktivierung der Vorgaben zum Hochfahren des Gerätes drücken Sie die 2. und 5. Taste des Menüs von unten gleichzeitig und

 CHANNEL SELECT 1.

13. Verwenden Sie diese Menüs, um über die volle Länge einer oder aller Zoom-Kopien zu scrollen...



In ‚MULTI-ZOOM‘ ist die Steuerung aller Zoom-Kurven vereint, während ‚AUTO-SCROLL‘ die Zoom-Kurve(n) entlang der Referenzkurve bewegt.



Bei ‚Off‘ wird nur die aktive Zoom-Kurve gesteuert. Bei ‚On‘ werden alle angezeigten Zoom-Kurven (A,B,C,D) gleichzeitig bewegt, und zwar (automatisch) mit ‚Auto Scroll‘ und (manuell) mit den Knöpfen für Horizontal-ZOOM und -POSITION. Auf der nächsten Seite finden Sie weitere Information über Multi-Zoom.



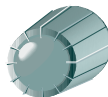
Scrollen der Zoom-Kurve von rechts nach links. Im Betrieb ist das Menü mit ‚STOP (PLAYING)‘ bezeichnet: Zum Stoppen drücken.



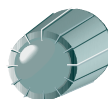
Scrollen der Zoom-Kurve von links nach rechts. Im Betrieb ist das Menü bezeichnet mit ‚STOP (REVERSING)‘: Zum Stoppen drücken.



Scrollen mit Teilungen pro Sek. oder um eine Anzahl Teilungen. Mit ‚div/s‘ scrollen Sie kontinuierlich zur Betrachtung. ‚number of div [Anzahl Teilungen]‘ ist zur Kurvenauswertung geeignet – insbesondere für Gut/Schlecht-Prüfungen. Nach der Bearbeitung wird die Anzeige um die Anzahl der eingestellten Teilungen aktualisiert.



Einstellung der Scroll-Geschwindigkeit mit dem Drehknopf. Beim Scrollen um eine Anzahl Teilungen mit ‚10 div‘ wird die Zoom-Kurve um je eine Gitterrasterbreite entlang der Referenzkurve verschoben.



Rückkehr während des Scrollens zu den ‚TRACE A‘-Menüs durch Drücken der Menü-Taste.

RETURN




Beenden des Scrollvorgangs und Rückkehr zum vorherigen Menü.

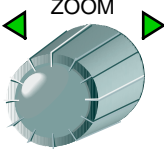
TIP: Betrachten Sie den Zoom als eine Extra-Zeitbasis, die alternative Sweepzeiten liefert. Bis zu vier Zooms sind gleichzeitig möglich.



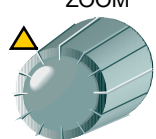
POSITIONIERUNGS- UND ZOOM-BEDIENELEMENTE

14. Drehen Sie   zur Vertikalverschiebung von Kurve A.

Bei mehr als einer Gitterasterbreite verschieben Sie mit  POSITION Kurven von einem Gitteraster zum nächsten.

15. Drehen Sie  zur Einstellung des Dehnfaktors und Erhöhung des Zooms.

16. Drehen Sie  zur Verschiebung der gedehnten Zone der Kurve.

17. Drehen Sie  zur vertikalen Dehnung oder Stauchung der Zoom-Kurve.

TIP: Die kleineren Waverunner-Knöpfe sind beschleunigungsabhängig: Je schneller Sie drehen, desto größer wird der resultierende Ausschlag.

ZOOM UND MULTI-ZOOM AUSFÜHREN

Sie können mehrere Kurven aus einer Einzelkurve zoomen, um präzise Zeitmessungen auszuführen und die Zeitauflösung Ihrer angezeigten Kurve zu erhöhen. Z.B. können bei zwei durch eine lange Pause getrennten Impulsen der erste Impuls in Kurve A und der zweite in Kurve B gedehnt werden.



Multi-Zoom ermöglicht, die gedehnte Zone einer Kurve über zwei oder mehr verschiedene Kurven oder zwei oder mehr Zonen der gleichen Kurve gleichzeitig zu verschieben. Bei Aufruf von Multi-Zoom sind die Einsteller für Horizontalzoom und -position bei allen angezeigten Kurven — A, B, C und D — wirksam und ermöglichen die Betrachtung ähnlicher Abschnitte verschiedener Kurven zu gleicher Zeit. Die Einsteller für die Vertikalempfindlichkeit wirken noch individuell auf die Kurven.

Wenn die Kurvenkennzeichnungen oben und unten gestrichelte Linien zeigen (Abbildung rechts), wurde auf ihre Kurvenspuren die Multi-Zoom-Funktion angewendet.



ZEITBASIS EINSTELLEN

SETUP
TIMEBASE

18. Drücken Sie  und rufen Sie die ‚TIMEBASE‘-Einstellmenüs auf.

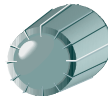
TIMEBASE
T/div 50 μ s
250000
samples at
500 MS/s
(2 ns/pt)
For 500 μ s
Sampling
Single Shot
Sample Clock
Internal
ECL OV TTL
Sequence
OFF On
Record up to
250k
samples

19. Mit diesen Menüs legen Sie die Zeitbasis im Einzelschuß-Modus fest. Weiteres zu den Erfassungsmodi finden Sie in Kapitel 7, *Einfluß der Zeitbasis*.

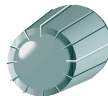


Bei der **‘Single-Shot’**-Erfassung werden Daten aus Einzelschußerfassungen angezeigt — nichtwiederkehrende oder sich sehr selten wiederholende Ereignisse, gleichzeitig bei allen Eingangskanälen.

‚Internal [intern]‘ oder externe Taktmodi — **‚ECL‘**, **‚OV‘**, **‚TTL‘**. Wählen Sie ‚internal‘, wenn Sie keinen externen Takt verwenden. Näheres zum externen Takt finden Sie in Kapitel 7, *Einfluß der Zeitbasis*.



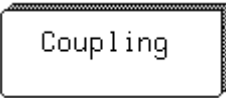


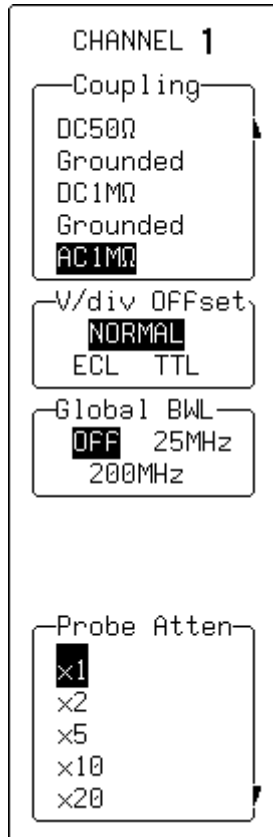
‚Sequence [Folge]‘-Modus **‚On‘** oder **‚Off‘** schalten. Mit dem Knopf stellen Sie die Anzahl der Segmente ein. Näheres zur Sequenzerfassung siehe Kapitel 7.



Die Höchstzahl der zu erfassenden Werte stellen Sie mit dem Menüknopf ein, den Vorgabewert von 50k mit der Menütaste.

KOPPLUNGSART EINSTELLEN

20. Drücken Sie  und dann  für  zur Anzeige der Kopplungsmenüs.



21. Mit diesen Menüs stellen Sie die Eingangssignal-Kopplung und die Erdung, die Bandbreite des Kanals und die Tastkopfabschwächung ein.



Kopplungsart festlegen.



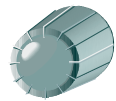
Auswahl eines Punktes der Liste. Unten angelangt, wie hier, verschwindet der nach unten gerichtete Pfeil und die Taste wird inaktiv.



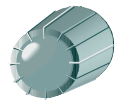
„NORMAL“ zur Vorgabe von Offset, „volts/div“ und Eingangskopplung für ECL-Signale. Mit dem 2. Druck werden die Einstellungen für TTL-Signale eingegeben. Beim 3. Tastendruck sind die Werte der letzten manuellen Einstellung wieder gültig.



Bandbreite auf „Off“ (keine Begrenzung) oder 200 bzw. 25 MHz einstellen. Verringert Signal- und Systemstörungen und beugt hochfrequentem Aliasing vor. „Global BWL“: die Grenze gilt für alle Kanäle; „BWL“: die Grenze ist für jeden Kanal einstellbar. Siehe TIP auf Seite 20 zur Einstellung dieser Parameter mit Hilfe der Sondermodi.



Einstellung der Tastkopfabschwächung. Die Tasten scrollen auf oder ab, während die Knöpfe die Auswahl nach oben und unten in der Liste verschieben.



LeCroy's ProBus -System erkennt Tastköpfe automatisch und stellt ihre Dämpfung ein. Das Menü zeigt dann den Typ des angeschlossenen Tastkopfes und seine Abschwächung an. Näheres zu Tastköpfen und ProBus auf den folgenden Seiten.

Hinweis:

- **AC-Position:** kapazitive Signalkopplung; die DC-Komponente ist blockiert und Signalfrequenzen unter 10 Hz werden gedämpft.
- **DC-Position:** Signalfrequenzen werden durchgelassen; eine Eingangsimpedanz von 1 MΩ oder 50 Ω ist einstellbar. Die max. Verlustleistung bei 50 Ω beträgt 0,5 W. Bei Erreichen dieses Wertes werden die Eingänge automatisch geerdet. „Grounded“ leuchtet im „Coupling“-Menü, und im Feld mit der Zusammenfassung erscheint eine Überlast-Fehlermeldung. Trennen Sie das Signal vom Eingang und wählen Sie nochmals „DC50Ω“.

KALIBRIER- UND BNC-SIGNALE EINSTELLEN

UTILITIES

1. Drücken Sie 
2. Drücken Sie  zur Wahl von  und Aufruf des ‚CAL BNC OUT‘-Menüs.

CAL BNC OUT

REAR OUT

OFF

Pass/Fail

Trigger Out

Trigger Rdy

CAL OUT

SET TO 1 kHz

1 V SQUARE

Shape

Square

DC Level

Amplitude

1.00 V

into 1M Ω

Frequency

1 kHz

3. Mit diesen Menüs wählen Sie den Typ des Signals, das an den Ausgängen ‚CAL‘ auf der Vorderseite und ‚BNC‘ auf der Rückseite ausgegeben wird. Bestimmen Sie Frequenz, Amplitude und Impulsform des Kalibriersignals.



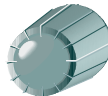
Einstellung des Typs des Signals, das vom BNC-Anschluß auf der Rückseite stammt.



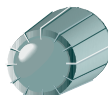
Rücksetzen des CAL-Ausgangs auf seine Anfangsvorgaben: 1 V, 1 kHz, Rechteck. Beim Einschalten des Waverunners sind automatisch die Vorgabewerte des Kalibriersignals gültig.



Vorgabe der Form des Kalibriersignals.



Mit dem Knopf stellen Sie die Impulshöhe für den CAL-Ausgang ein (Bereich: -1,00 bis 1,00 V).




Mit dem Knopf stellen Sie die gewünschte Frequenz des CAL-Signals ein (Bereich: 500 Hz bis 1 MHz).



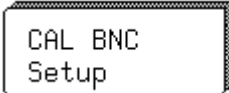

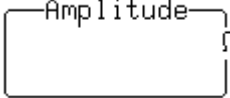



PASSIVEN TASTKOPF KALIBRIEREN

Ihr Waverunner wird mit einem passiven LeCroy-Tastkopf für jeden Kanal geliefert.



1. Schalten Sie Ihr Waverunner-Oszilloskop ein.
2. Schließen Sie das Tastkopfkabel an den Eingang von Kanal 1 an.
3. Verbinden Sie die Tastkopfspitze mit dem CAL-Ausgang (siehe Abbildung der Frontplatte in ‚Erste Maßnahmen‘).
4. Befestigen Sie die Krokodilklemme des Kabels an dem mit  gekennzeichneten Erdungsring unter dem CAL-Anschluß.

Das CAL-Signal hat die Parameter 1 Vp-p, 1 kHz, Rechteck.

5. Drücken Sie  und dann  zur Wahl von .
6. Drücken Sie  zur Wahl von  und bestimmen Sie die Amplitude.
7. Wählen sie nun  zur Einstellung der Frequenz im Bereich von 500 Hz bis 1 MHz.
8. Setzen Sie die Kanalkopplung mit ‚Coupling‘ (siehe vorige Seite) auf DC 1 MΩ.
9. Drücken Sie , um zu Kanal 1 zurückzukehren.
10. Drücken Sie  zweimal.

Falls bei dem angezeigten Signal ein Über- oder Unterschwingen auftritt, justieren Sie den Trimmer am Tastkopf mit dem kleinen Schraubenzieher, der mit dem Tastkopf geliefert wird, bis die Kurve einen optimalen Rechteckverlauf aufweist.

VEREINFACHUNGEN DURCH PROBUS

LeCroy's ProBus-Tastkopfsystem bietet eine vollständige Lösung für Ihre Meßanwendung von der Tastkopfspitze bis zur Anzeige auf dem Oszilloskop.



Mit ProBus können Sie Verstärkung und Offset übersichtlich von der Frontplatte einstellen — besonders nützlich bei aktiven Tastköpfen für Spannungs-, Differenz- und Strommessungen. Dabei werden Korrekturfaktoren für Verstärkung und Offset aus ProBus-EPROMS geladen und automatisch eine Kompensation ausgeführt, um voll kalibrierte Meßwerte zu erhalten.

Dieses intelligente Zusammenspiel zwischen Ihrem Waverunner-Oszilloskop und dem umfangreichen Zubehör bietet wichtige Vorteile gegenüber üblichen BNC- und Tastkopfring-Anschlüssen. ProBus gewährleistet eine korrekte Eingangskopplung, indem der Tastkopftyp automatisch erkannt wird, und gedankliche Fehler, die bei manueller Einstellung von Abschwächung oder Verstärkungsfaktoren auftreten können, ausgeschaltet werden.

TIP: Verwenden Sie den BNC-Signalausgang auf der Rückseite des Waverunners, um einen Impuls zur Verfügung zu haben:

- *für Gut/Schlecht-Untersuchungen*
- *bei Auftreten jedes akzeptierten Trigger-Ereignisses (,Trigger Out')*
- *wenn das Oszilloskop bereit ist, ein Trigger-Ereignis zu akzeptieren (,Trigger Rdy').*



KAPITEL ZWEI: *Einfachtriggerung*

Im folgenden Kapitel erfahren Sie, wie Sie...

- *Trigger kontrollieren*
- *einen Flankentrigger einrichten*
- *die Triggerbereitschaft wiederherstellen*
- *Triggerpegel, -kopplung und -steigung bestimmen*
- *die Fenstertriggerung einsetzen*
- *eine Zusammenfassung Ihres Trigger- und Systemstatus erhalten.*

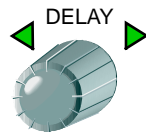
Flankentriggerung bei einfachen Signalen

Waverunner besitzt viele Techniken zur Kurvenfassung, die auf Eigenschaften und Bedingungen triggern, die Sie definieren. Diese Triggerungen fallen in zwei Hauptkategorien:

- **Edge [Flanke]** — aktiviert von grundlegenden Kurveneigenschaften oder Bedingungen wie positive oder negative Flankensteigung sowie Holdoff; und
- **SMART Trigger** — komplexe Trigger, bei denen Sie sowohl die grundlegenden als auch viele andere komplexe Bedingungen zur Triggerung festlegen können. Siehe Kapitel 8, *Komplexe Triggerung*.

Verwenden Sie die Flankentriggerung für einfache Signale und die SMART-Triggerung für Signale mit seltenen Eigenschaften wie Glitches [Spannungsspitzen].

TRIGGERUNG EINSTELLEN

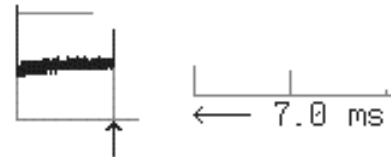


Horizontal: Drehen Sie zur Einstellung der Horizontalposition des Triggers.

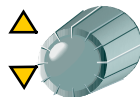
Sie können die Triggerposition von 0 % bis 100 % Pretriggerung von links nach rechts einstellen. Mit DELAY [Verzögerung] läßt sich die Posttriggerung für bis zu 10.000 Teilungen in Stufen von 0,1 Teilungen einstellen.

Der Triggerpunkt wird vom Pfeil an der Unterseite des Gitterrasters markiert, wie nebenstehend gezeigt.

Die Posttriggervverzögerung wird im Feld für die Triggervverzögerung mit einem horizontalen Pfeil angegeben (ganz rechts).



TRIGGER LEVEL



Vertikal: Drehen Sie zur Einstellung des vertikalen Schwellpegels des Triggers.

Justieren Sie den Pegel der Triggerquelle oder der hellen Kurvenspur. Der Pegel definiert Spannung für die Auslösung eines Ereignisses — eine Änderung des Eingangssignals, das die Triggerbedingungen erfüllt.

Pfeile auf beiden Seiten des Gitterrasters geben die Lage des Schwellwertes an. Diese Pfeile sind nur sichtbar, wenn die Triggerquelle angezeigt wird und das Quellsignal DC-gekoppelt ist.



FLANKENTRIGGERUNG FESTLEGEN

1. Drücken Sie TRIGGER  , um auf diese Menüs zuzugreifen:

TRIGGER SETUP

Edge SMART

trigger on
1 2 3 4 Ext
Ext10 Line

coupling 1
DC AC LFREJ
HFREJ HF

slope 1
Pos Neg
Window

holdoff
1.61 ps
OFF Time Evts

SETUP

Zur Wahl der Triggerquelle, der Kopplung der Quelle, der Steigung — positiv oder negativ — und der Triggerunterdrückung durch Zeit oder Ereignisse.



Wahl von ‚Edge [Flanke]‘ oder ‚SMART [komplex]‘. Vorgabe: ‚Edge‘.



TIP: Einmal eingestellt wandern Triggerpegel und -kopplung unverändert von Triggertyp zu Triggertyp für jede Triggerquelle.



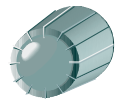
2. Wahl der Triggerquelle. Diese kann das Signal eines Kanals, die Netzspannung für den Waverunner oder der Anschluß ‚EXT BNC‘ sein.



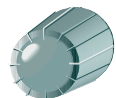
3. Wahl der Kopplung für die Triggerquelle.



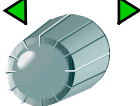
4. Bestimmen Sie den Triggerpunkt auf der positiven oder negativen Flanke der gewählten Quelle oder definieren Sie ein Fenster.

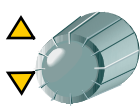


Ist in obigem Menü ‚Window [Fenster]‘ gewählt, erscheint hier ein Menü, das die Definition der Fenstergröße erlaubt. Siehe Seite 33.



Triggerunterdrückung während einer bestimmten Zeit oder Anzahl von Ereignissen nach einem besonderen Trigger-Ereignis. Wählen Sie ‚Time [Zeit]‘ oder ‚Events [Ereignisse]‘; der Knopf bestimmt den Wert. ‚OFF [Aus]‘ deaktiviert die Unterdrückung. Siehe Kapitel 8.

5. Drehen Sie  zur Einstellung von Trigger-Horizontalposition und Pretriggerung.

6. Drehen Sie  zur Einstellung des Trigger-Spannungspegels.

TRIGGERPEGEL, -KOPPLUNG UND -FLANKE BESTIMMEN



Level [Pegel] bestimmt die Spannung, bei der ein Trigger-Ereignis ausgelöst werden soll: eine Änderung des Eingangssignals, das die Triggerbedingungen erfüllt. Der gewählte Triggerpegel ist mit der gewählten Triggerquelle verbunden.

Der Triggerpegel wird in Volt angegeben und bleibt normalerweise bei Änderung der Vertikalverstärkung oder des Offsets unverändert. Seine Amplitude und sein Bereich haben folgende Grenzen:

- ± 5 Teilungen des Bildschirms mit einem Kanal als Triggerquelle
- $\pm 0,5$ V mit EXT als Triggerquelle
- ± 5 V mit EXT/10 als Triggerquelle
- Ohne mit LINE [Netzspannung] als Triggerquelle (Verwendung des Nulldurchgangs).

Coupling [Kopplung] bezieht sich auf die Kopplungsart am Eingang der Triggerschaltung. Wie beim Triggerpegel können Sie die Kopplung für jede Quelle unabhängig festlegen. Bei Änderung der Triggerquelle können Sie die Kopplung ändern. Wählen Sie unter folgenden Kopplungsarten:

- **DC**: Alle Signalkomponenten sind mit dem Trigger-Eingang verbunden. Anwendung für HF-Bursts oder wo eine AC-Kopplung den effektiven Triggerpegel verschieben würde.
- **AC**: Kapazitive Signalkopplung, DC-Pegel werden unterdrückt und Frequenzen unter 50 Hz werden abgeschwächt.
- **LF REJ**: Signalkopplung über einen kapazitiven Hochpaß, DC wird unterdrückt und Frequenzen unter 50 Hz werden abgeschwächt. Für stabile Triggerung auf Signale mittlerer und höherer Frequenz.
- **HF REJ**: DC-Kopplung der Signale mit der Triggerschaltung; ein Tiefpaß schwächt Frequenzen über 50 kHz ab. Zur Triggerung auf niedrige Frequenzen.
- **HF**: Einsatz nur, wenn erforderlich, zur Triggerung auf hochfrequente periodische Signale. HF wird automatisch unwirksam und auf AC gesetzt, wenn Inkompatibilitäten mit den Triggereigenschaften wie bei der SMART-Triggerung auftreten.

Slope [Flankensteigung] bestimmt die Richtung des Übergangs der Triggerspannung zur Erzeugung eines bestimmten Trigger-Ereignisses. Sie kann positiv oder negativ sein. Wie bei 'Coupling' ist die Flankensteigung mit der gewählten Triggerquelle verbunden.

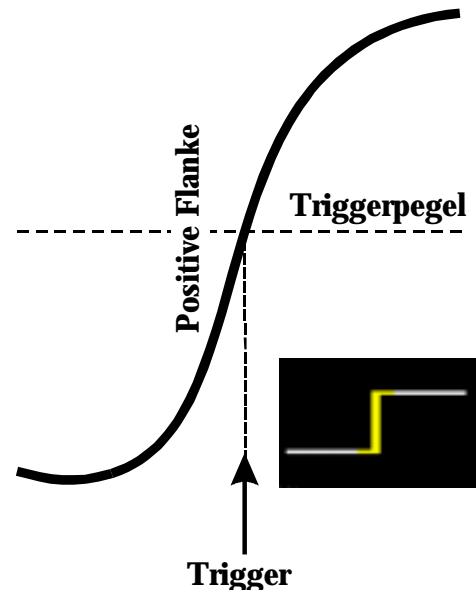



Abbildung 1. Der Flankentrigger wirkt auf die gewählte Flanke bei vorgegebenem Pegel. Die Steigung – hier positiv – erscheint hell.

TRIGGERBEREITSCHAFT WIEDERHERSTELLEN


Drei Modi stehen zur Wiederherstellung der Triggerbereitschaft zur Verfügung: *AUTO*, *NORMAL* und *SINGLE* [einzeln]. *STOP* unterbricht die Erfassung.




AUTO

Drücken Sie  zur Aktivierung des *AUTO*-Modus: die Kurvenspur wird automatisch angezeigt, wenn kurz danach keine Triggerung erfolgt. Wenn aber ein Signal auftritt, behandelt es Waverunner wie im *NORMAL*-Modus...


NORMAL

Drücken Sie  zum Aufruf des *NORMAL*-Modus und zur stetigen Aktualisierung der Anzeige ohne gültige Triggerung. In diesem Fall wird das letzte Signal festgehalten und die Warnung „*SLOW TRIGGER* [langsame Triggerung]“ erscheint im Triggerstatus-Feld.

SINGLE

Drücken Sie  zum Aufruf des *SINGLE*-Modus: Waverunner wartet auf eine Einzeltriggerung, zeigt dann das Signal an und unterbricht die Erfassung. Wenn keine Triggerung eintritt, können Sie diese Taste nochmals drücken und das Oszilloskop manuell triggern.

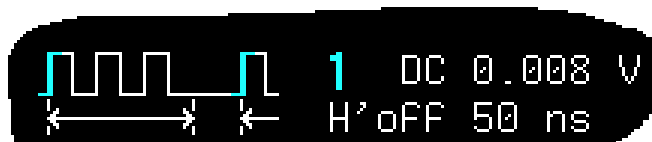
STOP

Drücken Sie , um die in den Modi *AUTO*, *Normal* oder *SINGLE* ausgeführte Erfassung festzuhalten. Drücken Sie *STOP*, um die Erfassung eines neuen Signals zu verhindern oder um das zuletzt erfaßte Signal zu behalten, wenn eine Einzelschuß-Erfassung ansteht.

TRIGGER-ICONS ERKENNEN

Trigger-Icons ermöglichen eine sofortige Erkennung der aktuellen Triggerbedingungen auf dem Bildschirm. Es gibt ein Icon für jeden Trigger. Die hervorgehobenen Übergänge am Icon kennzeichnen die Flankensteigung, auf die getriggert wird. Die Icons enthalten Information über die die Triggereinstellungen.

Dieses Icon verkörpert z.B. eine Flankentrigger-Einstellung zur Triggerung auf die positive Anstiegsflanke bei einem Pegel von 0,008 V mit einer Holdoff-Zeit von 50 ns.



FENSTERTRIGGER ANWENDEN

Definieren Sie einen Bereich, dessen Grenzen sich unter und über den gewählten Triggerpegel erstrecken. Eine Triggerung wird ausgelöst, wenn das Signal die Fensterzone in beliebiger Richtung verläßt und durch die untere oder obere Region geht (Abb. 2). Die nächste Triggerung wird ausgeführt, wenn das Signal nochmals in die Fensterzone eintritt.

1. Wählen Sie

slope 1
Pos Neg
Window
2. Definieren Sie dann mit

window size
+- 67.0mV
around level

 die Größe der Fensterzone.

Ein Balken an der linken Seite des Gitterrasters gibt optisch die Höhe des Fensters an.

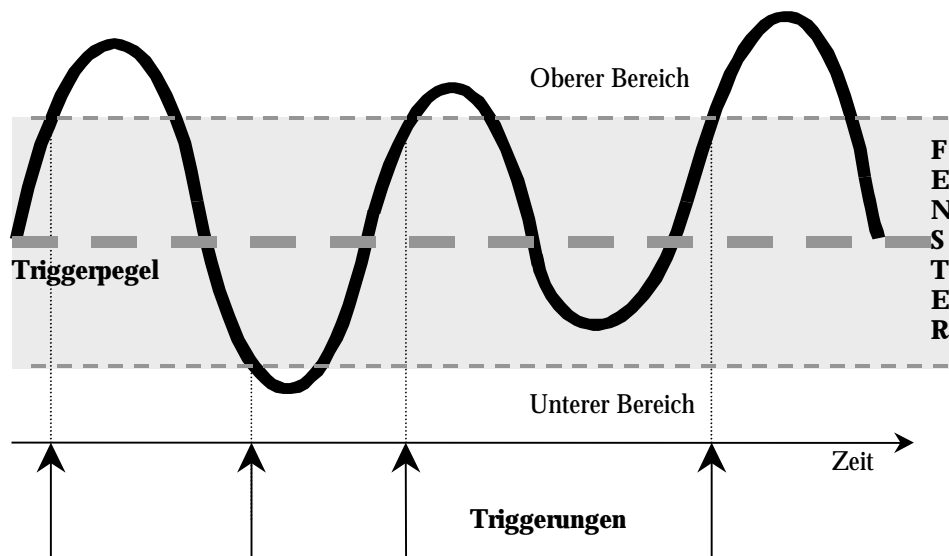





Abbildung 2. Fenstertriggerung: Die Triggerung wird ausgelöst, wenn das Signal das Fenster verläßt. Die Pfeile geben an, wo die Triggerungen erfolgen, wenn das Signal aus der Fensterzone heraustritt.

ZUSAMMENFASSUNG DES TRIGGERSTATUS ABRUFEN


Anzeige des Status Ihrer Triggerung einschließlich Zeitbasis, Vertikalempfindlichkeit, Tastkopfabschwächung sowie Offset und Kopplung für jeden Kanal.

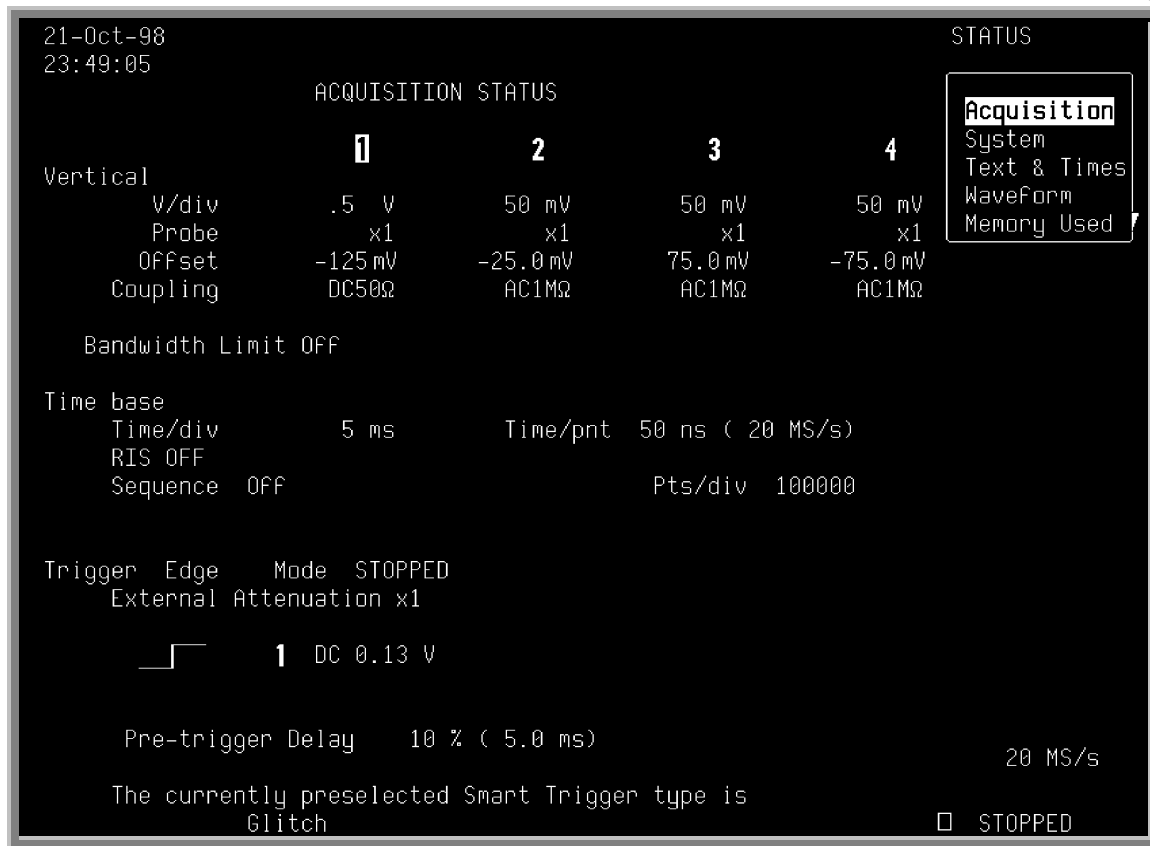
1.  : STATUS-Menüs anzeigen.
2.  : **Acquisition** [Erfassung] wählen.

PRINT
SCREEN

TIP: Drücken Sie  zur Dokumentation Ihrer Status-Zusammenfassung und Ausgabe einer Kopie.

PANELS

Drücken Sie  wenn Sie eine Einstellung nochmals benutzen wollen (s. Kapitel 3).



Drücken Sie die Taste **SCOPE STATUS** zum Aufruf einer Zusammenfassung Ihres aktuellen Waverunner-Systems und des Status der übrigen Funktionen.

In Kapitel 8, *Komplexe Triggerung*, finden Sie weitere Information über die Flankentriggerung und alles über die SMART-Triggerung [komplexe Triggerung].



KAPITEL DREI: *Darstellung Ihres Signals*

Im folgenden Kapitel erfahren Sie, wie Sie...

- *zeitliche Signaländerungen darstellen*
- *die Anzeige einstellen*
- *die ‚Analog Persistence [analoges Nachleuchten]‘ einstellen*
- *ein Gitterraster wählen*
- *Parametereinstellungen speichern und abrufen.*

Persistence [Nachleuchten]

Wie ein Künstler Palette, Pinsel und Technik einsetzt, um Farbe auf die Leinwand zu bringen, können Sie Farben, Werkzeuge und Technik Ihres Waverunners zur Darstellung des Signals auf dem Bildschirm verwenden.

Betrachten Sie ein, zwei, vier oder acht Gitter raster und bis zu acht Spuren zugleich (je nach Modell). Stellen Sie die Intensität von Anzeige und Gitter ein. Wählen Sie ein Raster. Oder füllen Sie den Schirm im Vollbild-Modus.

Sie können die Anzeige Ihres Waverunners nach Ihrem Geschmack einrichten — bei automatischer Einstellung von Farbe und Intensität. Das angezeigte Signal mitsamt der zugehörigen Information hat eine einheitliche, von Ihnen bestimmte Farbe. Wählen Sie die Farben so, daß überlappende Objekte immer sichtbar bleiben.

Weitere Werkzeuge und Techniken wie ‚Analog Persistence [Nachleuchten]‘ helfen Ihnen bei der Darstellung Ihrer Kurve und Aufdeckung verborgener Eigenschaften.

TIP: Löschen Ihrer Vorgaben und Neustart bei einer neuen Kurve:

1. Verbinden Sie das zu messende Signal mit einem Kanal des Waverunners.
 2. Drücken Sie gleichzeitig die 2. und 5. Menütaste von oben und die ‚CHANNEL SELECT 1‘-Taste zur Aktivierung der Herstellervorgaben.
 3. Schalten Sie ungewollte Kurvenspuren durch Drücken von A, B, C oder D aus.
 4. Drücken Sie SELECT 1, 2, 3 oder 4 für den Kanal des Signals und wählen Sie ‚Coupling‘. Achten Sie auf die Impedanz der Schaltung. Wählen Sie die korrekte Einstellung mit der Menütaste.
 5. Drücken Sie zweimal AUTO SETUP.
- Führen Sie folgende Schritte aus...



VERÄNDERUNGEN DES SIGNALS MIT DER ZEIT DARSTELLEN

Mit ‚Persistence‘ sammeln Sie Punkte aus mehreren Erfassungen auf dem Schirm und sehen, wie sich Ihr Signal mit der Zeit ändert. Die Nachleucht-Modi zeigen die häufigsten Signale ‚dreidimensional‘ in Intensitäten der gleichen Farbe oder in einem abgestuften Farbspektrum.

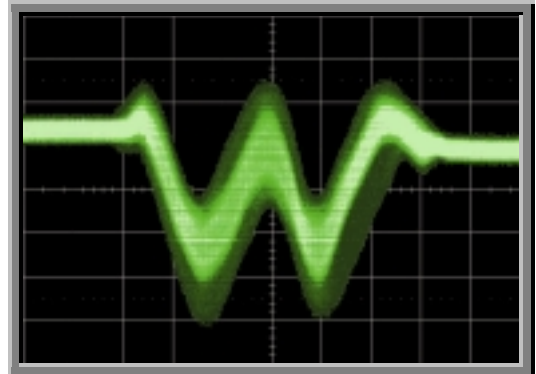
Anzeige Ihrer Kurve mit Persistence [Nachleuchten]...

ANALOG
PERSIST

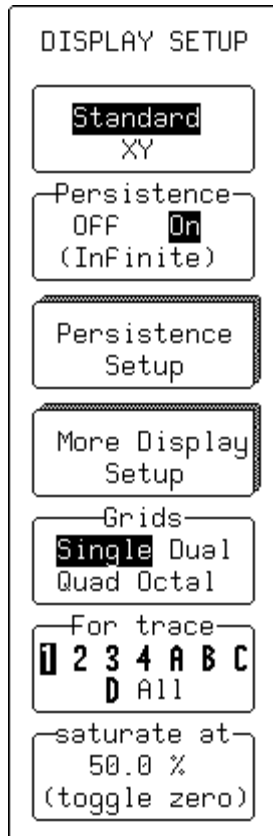
1. Drücken Sie  zur Anzeige mit ‚Analog Persistence‘ oder ‚Color Graded Persistence‘.

DISPLAY

2. Drücken Sie  zum Aufruf der Menüs auf der nächsten Seite...



ANZEIGE EINSTELLEN




3. Verwenden Sie diese Menüs zum Einstellen Ihrer Anzeige. *Ohne* die Verwendung von ‚Persistence‘ sind einige Menüs anders, wie nachstehend angegeben:



Wahl von ‚Standard‘ oder ‚XY‘-Darstellung: Die Werksvorgabe ist ‚**Standard**‘. Näheres zur XY-Darstellung in Kapitel 9, *Mehr zur Darstellung*.



Nachleuchten Ein- oder Aus. Oder Drücken Sie  **ANALOG PERSIST**



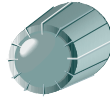
Einrichten der ‚Persistence‘-Anzeige. Siehe nächste Seite. Ist das Nachleuchten ‚**OFF** [Aus]‘, werden bei mehr als 400 Meßpunkten diese Punkte durch Linienabschnitte miteinander verbunden.



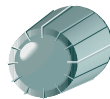
Aufruf weiterer Menüs zur Einstellung der Anzeige. Siehe Kapitel 9.



Wahl von Gitter raster und -Anzahl. Siehe Seite 40.



Mit ‚Persistence‘-Funktion: Wahl der angezeigten Kurve für untenstehende Menü-Aktion. *Ohne* ‚Persistence‘-Funktion heißt dieses Menü ‚W'form + Text‘; mit dem Knopf werden Kurven- und Texthelligkeit eingestellt.



Mit ‚Persistence‘: Wahl der Sättigung: Bei 100 % wird das Spektrum über der ganzen Tiefe der Nachleuchtbereichs verteilt; bei geringeren Werten wird das Spektrum — hellste Farbe oder Schatten — beim spezifizierten Wert gesättigt. Bei kleinerem Prozentsatz werden die Pixel früher gesättigt, wodurch seltener getroffene Pixel sichtbar werden, die bei höheren Prozentsätzen unsichtbar bleiben.

Ohne ‚Persistence‘-Funktion heißt dieses Menü ‚Grid intensity [Gitter raster-Intensität]‘. Raster lassen sich aufhellen oder mit angezeigten Kurven durch Verminderung ihrer Intensität überlagern. Mit Drücken dieses Knopfes aktivieren Sie die Herstellervorgabe für die Helligkeit.

TIP: Bei einer Intensität von 0 % in der Standard-Darstellung ohne ‚Persistence‘ verschwinden Kurve und Text!

DISPLAY



Drücken Sie , um zu normaler Helligkeit zurückzukehren.

PERSISTENCE [NACHLEUCHTEN] EINRICHTEN

4. Drücken Sie  für ‚Persistence [Nachleuchten] Setup‘ zum Zugriff auf diese Menüs.

PERSISTENCE

Last Trace (show)
OFF **On**

Persist For
0.5 s 1 s
2 s 5 s
10 s 20 s
Infinite

Persist
All traces
Top 2

Using
Analog
Color Graded

For trace
1 2 3 4 A B C
D All

saturate at
50.0 %
(zero toggle)

5. Stellen Sie Ihre Persistence [Nachleuchten]-Anzeige ein.



Anzeige (**On**) der letzten erfaßten Kurvenspur.



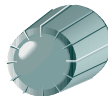
Wahl der Nachleuchtdauer in Sekunden. Bei Vorgabe von z.B. 1 s wird jede erfaßte Kurvenspur 1 s lang angezeigt und dann gelöscht. Die Zahl der für die Anzeige verwendeten Sweeps (bis zu 1 Million) wird unten im Feld der Kurvenkennzeichnung angegeben. Die Herstellervorgabe lautet **Infinite** [unendlich].



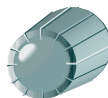
‚Persistence‘ für alle oder die oberen beiden Kurvenspuren der Anzeige wählen. Diese Funktion ist nützlich, wenn vier Kurvenspuren oder Funktionen angezeigt werden, die nicht alle nachleuchten sollen.



Analog: Die Nachleuchtwerte auf dem Schirm werden in Intensitätswerte der Farbe der Spur umgewandelt. **Color Graded** [Farbabstufung]: Umwandlung in ein rotes bis violettes Spektrum.



Wahl der Spur für die folgende Menü-Aktion.



Wahl der Sättigung in Prozent. Siehe Erläuterung der Menüs auf der vorigen Seite.

RETURN

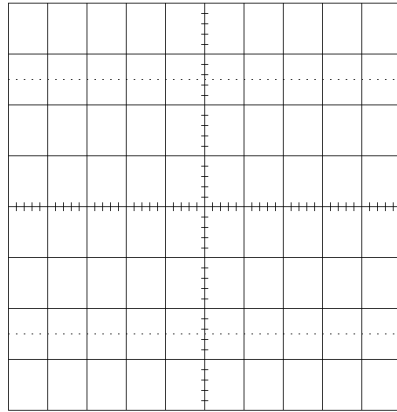


6. Rückkehr zu den Hauptmenüs.

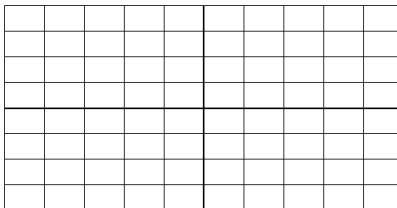
CLEAR
SWEEPS

TIP: Drücken Sie  zum Neustart der ‚Persistence‘-Akkumulation — z.B. zum Löschen der vorherigen Kurvenspur bei Änderung der Signalquelle.

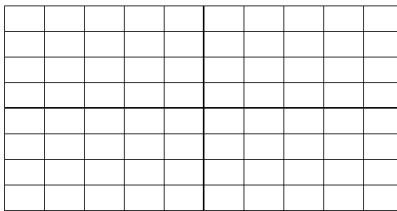




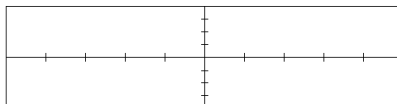
Standard
XY



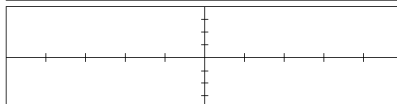
Standard
XY



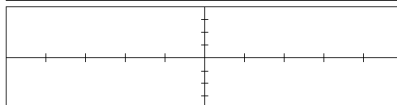
Grids
Single Dual
Quad



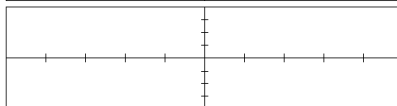
Standard
XY



Standard
XY



Grids
Single Dual
Quad



Grids
Single Dual
Quad

GITTERRASTER WÄHLEN

Links sehen Sie **Standard**-Raster für 1, 2 und 4 Gitter. Je nach Modell können 6 oder 8 Spuren in 6 oder 8 Gittern gleichzeitig mit ihren Kennzeichnungsfeldern und in jeder Kombination mit Rechen-, Zoom- oder Speicherfunktionen dargestellt werden. Standardmäßig werden Ihre Kurven über der Zeit (bei FFT über der Frequenz) aufgetragen. Die **XY**-Darstellung andererseits vergleicht 2 Kurven miteinander. Sie hat eigene Gitterraster (siehe Kapitel 9). Das **Parameter**-Gitter wird automatisch bei der Verwendung von Parametern angezeigt (siehe nächstes Kapitel).

OBJEKTE MIT FARBE VERBINDEN UND TRENNEN

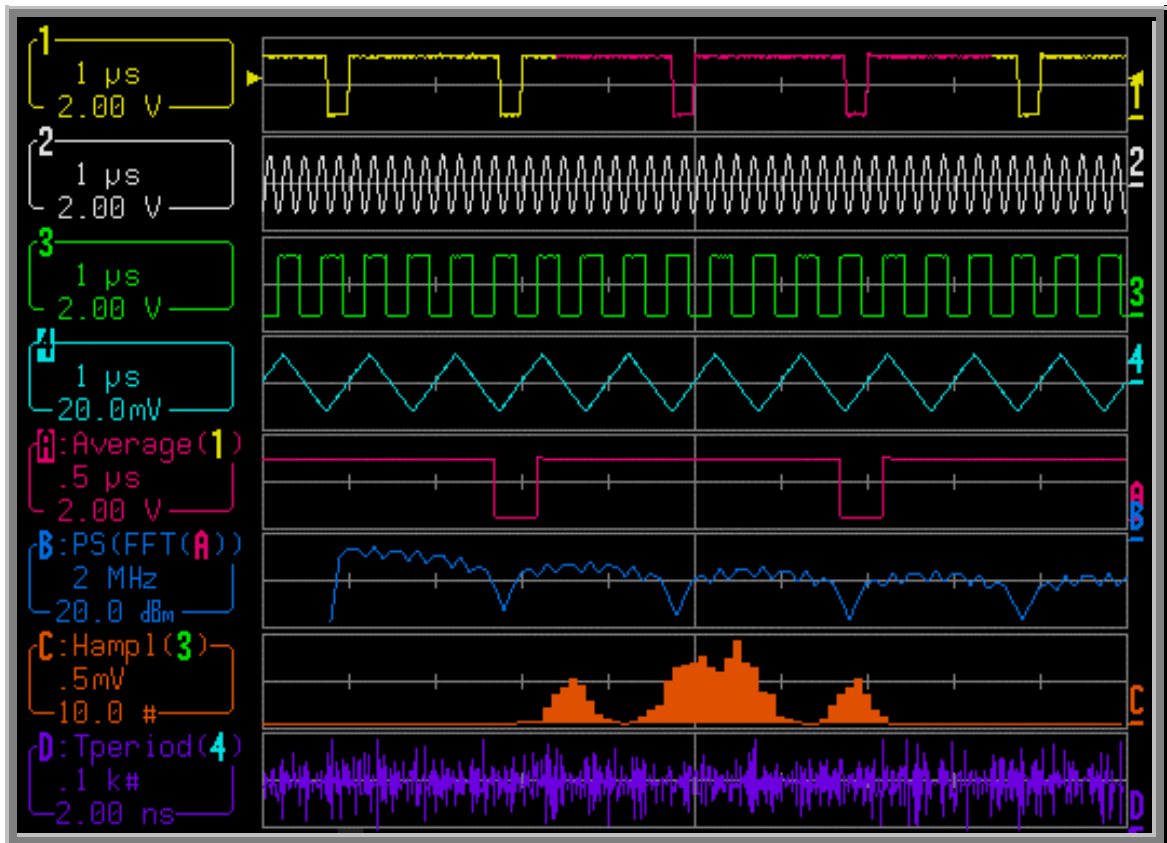


Ein fortschrittliches Farbmanagement sorgt dafür, daß Gitter, Kurven oder Text auch bei Überlappung sichtbar bleiben. Signale und ihre zugehörigen Daten sowie ‚Persistence‘-Darstellungen sind farblich miteinander verbunden. Zusammengehörige Spuren und Texte, Icons und verwandte Zoombereiche sind ebenfalls durch gleiche Farben gekennzeichnet.

Die Wahl der Hintergrundfarbe ist auf dunklere Farben beschränkt, so daß die angezeigten Objekte deutlich sichtbar bleiben. Wird der Farbton von Objekten der Hintergrundfarbe zu ähnlich, wird er automatisch geändert, so daß die Objekte sich deutlich abheben.

Jede Spur hat ihre eigene Farbe. Gedehten Abschnitten kann jedoch eine eigene Farbe zugewiesen werden, so daß eine einzelne Kurve mehrere Farben gleichzeitig aufweist: Die Hauptfarbe und weitere für die gedehnten Zonen.

Kurvenbezogener Text umfaßt Teile der Bildschirm-Information über Meßparameter, Cursorsen, Trigger, Kurven und Kanäle. Eine Standardfarbe für Bildschirmtext ist voreingestellt oder vom Benutzer einstellbar. Siehe Kapitel 9, Mehr zur Darstellung.



Beschreibungen von Kurvenquellen und Kurvenkennzeichnungen haben immer die Farbe ihrer zugehörigen Kurven, wie obige Abbildung mit 4 Kanälen, Oktal-Gitterrastern und 8 Spuren zeigt.

Die meisten Menüs werden nur in der Textfarbe angezeigt. Die aktive Triggerflanke oder -bedingung zeigt ursprungsbezogene Information in der Kurvenfarbe, ebenso das Trigger-Icon. Gleiches gilt für die Menüs zur Kanalkopplung; Menüquellen für den Math-Setup haben ihre eigene Farbe.

Mit **‚Opaque [lichtundurchlässig]‘** platzieren Sie überlappende Kurven in normalen, undurchsichtigen Schichten übereinander. Mit **‚Transparent‘** wechseln überlappende Kurvenbereiche ihre Farbe, während die Rasterintensität konstant bleibt. Siehe Kapitel 9, Mehr zur Darstellung.

Objekte werden automatisch der Reihe nach übereinandergelegt. Bei Spuren gleichen Typs wird die vorderste in der obersten Kurvenkennzeichnung beschrieben, die nächste darunter u.s.f. in Richtung Hintergrund. Die Reihenfolge können Sie mit den SELECT-Tasten wählen. Bei der Anzeige von Spuren unterschiedlichen Typs werden folgende gemäß Voreinstellung in steigender Folge ab dem unteren Gitterraster angezeigt: Hüllkurven, nachleuchtende Kurven, normale Kurven und — an vorderster Stelle des Schirms — Cursors. Die Reihenfolge ist auch vom Anwender einstellbar.

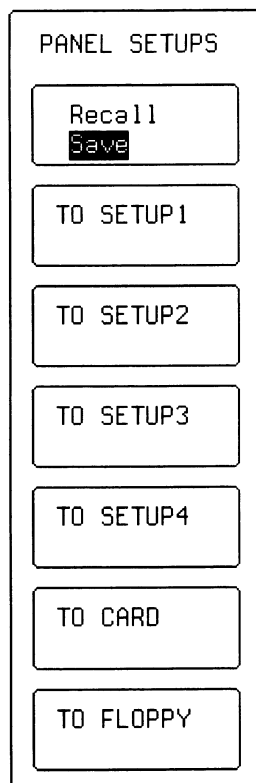
Parametereinstellungen speichern und abrufen

Mit Ihrem Waverunner-Oszilloskop können Sie bevorzugte Display-Einstellungen speichern und abrufen. Oder wählen Sie die Werksvorgaben. Das Speichern und Laden von Parametereinstellungen ist besonders praktisch, wenn Sie ausgefeilte Zoom- und Rechenfunktionen für mehrere Kurvenspuren eingestellt haben und auf ein anderes Signal anwenden möchten. Das Oszilloskop kann vier Sätze für Einstellungen in einem flüchtigen Speicher ablegen und weit mehr auf Diskette oder im optionalen ‚PC Card‘-Einschub (Speicherkarte oder Festplatte) in nummerierten Files mit Datum und Uhrzeit der Speicherung.

PARAMETEREINSTELLUNGEN SPEICHERN

PANELS

1. Drücken Sie  zum Aufruf der ‚PANEL SETUPS [Parametereinstellungen]‘-Menüs...



Verwenden Sie diese Menüs zum Speichern Ihrer bevorzugten Parametereinstellungen — in diesem Beispiel auf SETUP1.



2. Drücken zur Wahl von ‚Save [Speichern]‘.



3. Drücken zum Speichern auf SETUP1.



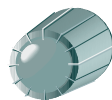
- Drücken zum Speichern auf SETUP2.



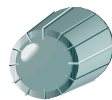
- Drücken zum Speichern auf SETUP3.



- Drücken zum Speichern auf SETUP4.



- Drücken zum Speichern auf ‚PC Card‘-Einschub.



- Drücken zum Speichern auf Diskette.

PARAMETEREINSTELLUNGEN ABRUFEN

1. Drücken Sie  zum Aufruf von

Recall
Save

2. Drücken Sie  zur Wahl von


FROM SETUP1
09-OCT-1998
18:29:52

und laden Sie die Parametereinstellungen, die Sie für das Beispiel in SETUP 1 abgelegt haben.

Oder drücken Sie zum Laden der Vorgaben , um

FROM DEFAULT
SETUP

zu wählen.

Oder drücken Sie zum Laden von anderen Speichermedien , um

From Card
or Flpy

zu wählen.

Die letzte Alternative greift auf das ‚RECALL SETUP [Parametereinstellungen laden]‘-Menü zu, wodurch Sie die Möglichkeit haben, Ihre Parametereinstellungen von einer Diskette im Diskettenlaufwerk oder einem optionalen beweglichen Speichermedium (PC-Speicherkarte oder Festplatte) im ‚PC Card‘-Einschub zu laden.

Näheres zum Speichern der Kurven selbst finden Sie in Kapitel 5, *Rechenfunktionen einsetzen*.



KAPITEL VIER: *Wahl eines Meßmittels*

Im folgenden Kapitel erfahren Sie, wie Sie...


- ***Zeit cursoren einrichten***
- ***Amplitudencursoren einrichten***
- ***Cursoren im Standard-Display verwenden***
- ***einen Standard-Parameter wählen.***

Messen mit Cursors

Cursoren sind wichtige Werkzeuge, die Ihnen beim Messen von Signalwerten helfen. Cursors sind Markierungen — Linien, Fadenkreuze oder Pfeile — die Sie sowohl über das Gitterraster als auch über die Kurve selbst bewegen können. Verwenden Sie Cursors zur Ausführung schneller, genauer Messungen und zur Vermeidung zusätzlicher Überlegungen. Es gibt zwei Grundtypen:

- **Time** [Zeit]- oder Frequenzcursoren sind Markierhilfen, die Sie entlang der Kurve verschieben: Setzen Sie den Cursor auf einen bestimmten Zeitwert und lesen Sie die Signalamplitude in diesem Zeitpunkt ab.
- **Amplituden**- oder Spannungscursoren sind Linien, die Sie über das Gitterraster verschieben, um die Amplitude eines Signals zu messen.

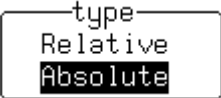
ZEITCURSOREN EINRICHTEN

1. Drücken Sie  und prüfen Sie, ob **'Standard'** im Hauptmenü gewählt ist.

2. Drücken Sie  zum Aufruf des MEASURE [Messen]-Menüs.

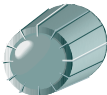
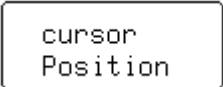
3. Drücken Sie  für 

4. Drücken Sie  für 

5. Drücken Sie  für 

SINGLE

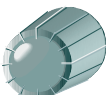
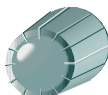
TIP: Drücken Sie  als einfache Methode, Ihr Waverunner-Oszilloskop anzuhalten und die angezeigte Kurve zu messen.

6. Drehen Sie  für  zur Verschiebung des Absolutzeit-Cursors $\frac{1}{4}$.

Beobachten Sie, wie sich das Fadenkreuz auf und ab entlang Ihrer angezeigten Kurve bewegt. Bei der Bewegung werden die Zeitwerte des Cursors bezogen auf den Triggerpunkt unter dem Gitterraster angezeigt und sein Spannungswert erscheint in der Kurvenkennzeichnung.


7. Drücken Sie  für  **Relative**

TIP: Wählen Sie ‚Diff & Ref‘ im angezeigten Menü, um im Kennzeichnungsfeld der Kurvenspur die Absolut-Amplitude bezogen auf den Massepegel der beiden Relativzeit-Cursoren anzugeben.

8. Drehen Sie  und , um die beiden Relativzeit-Cursoren $\uparrow \downarrow$ entlang der Kurve zu bewegen.

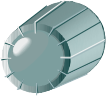
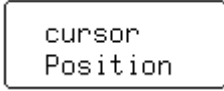
Waverunner zeigt unter dem Gitterraster die relative Zeit und Spannungsdifferenz zwischen den beiden Cursors an. Wenn Sie Relativzeit-Cursoren verwenden, läßt sich der Referenz-Cursor (aufwärts gerichteter Pfeil) verändern, und könnte vom Triggerpunkt abweichen. Sie können ihn z.B. auf die fallende Flanke des erfaßten Signals setzen. Sie können den Differenzcursor (abwärts gerichteter Pfeil) verschieben, um die Zeitdifferenz an einer beliebigen Stelle der Kurve zu messen. ‚Diff – Ref‘ gibt die Subtraktion der Referenz von den Differenzamplituden an.

AMPLITUDEN-CURSOREN EINRICHTEN


1. Drücken Sie  für  **Amplitude**

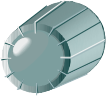
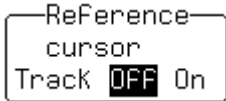
2. Drücken Sie  für  **Absolute**

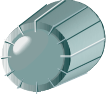

TIP: Setzen Sie ‚Track [Verbindung]‘ im ‚Reference Cursor‘-Menü auf ‚On [Ein]‘. Die Differenz zwischen den Referenz- und Differenz-Cursoren bleibt gleich, wenn Sie den Knopf dieses Menüs drehen, und die beiden Cursor-Balken verschieben sich gekoppelt. Drehen Sie den Knopf des Differenz-Cursor-Menüs: Nur die Position dieses Cursors ändert sich. Die Verbindung zwischen den beiden Cursors wird durch einen vertikalen Balken an der Seite des Gitterraster angezeigt. Drücken Sie denselben Menü-Knopf, um ‚Track‘ auf ‚Off [Aus]‘ zu setzen.

3. Drehen Sie  für  um den Cursor für die Absolut-Amplitude — · — · — · zu verschieben.

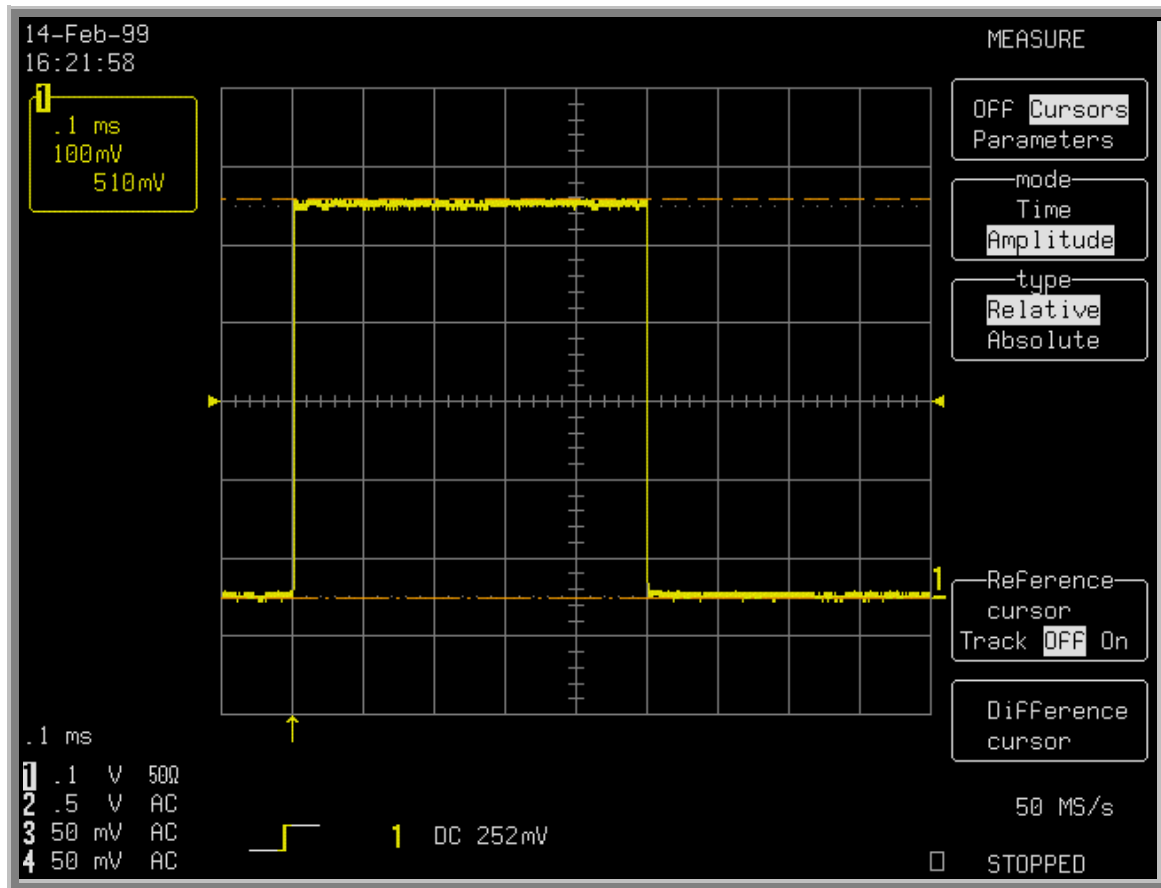
Setzen Sie ihn oben auf Ihre angezeigte Kurve. Die Differenz der Amplitude zwischen Cursor und Massepegel (durch die Massepegel-Marke an der rechten Seite des Gitterrasters angezeigt) wird im Kennzeichnungsfeld der Kurvenspur angegeben.

4. Drücken Sie  zur Wahl von  und zeigen Sie zwei Cursorbalken an: Referenz und Differenz.

5. Drehen Sie  für  , um den Referenz-Cursor — — — — — zu verschieben.

6. Drehen Sie  für  , um den Differenz-Cursor zu verschieben.

Wenn Sie Cursoren für die Relativ-Amplitude verwenden, kann der Referenz-Cursor vom Massepegel abweichend festgelegt werden. Sie können ihn z.B. auf die Basis einer Rechteckkurve legen. Sie könnten dann den Differenz-Cursor auf das Kurvendach setzen. Die Differenz zwischen den beiden würde dann die Signalamplitude sein, angegeben im Kennzeichnungsfeld der Kurvenspur, wie auf der nächsten Seite abgebildet.



Die Relativ-Cursoren für die Amplitude lesen die Amplitude des Signals aus. Hier sind es 510 mV, wie oben links auf dem Schirm im Kennzeichnungsfeld der Kurvenspur angegeben.

CURSOREN IM STANDARD-DISPLAY VERWENDEN



Sie können **Amplituden** (Spannungs)-Cursoren — unterbrochene Linien oder Balken, die über den Bildschirm laufen — Pixel für Pixel auf- und abwärts über das Gitterraster bewegen. Die Amplituden werden im Kennzeichnungsfeld der Kurvenspuren für jede Spur angegeben.

Setzen Sie **Time** (Frequenz)-Cursoren — Pfeile oder Fadenkreuze, die sich die Kurve entlang bewegen — auf eine gewünschte Zeit, um die Amplitude eines Signals in diesem Zeitpunkt auszulesen; sie lassen sich auf jeden erfaßten Einzelpunkt verschieben.

Wenn Sie einen Zeit-Cursor auf einen Datenpunkt setzen, erscheinen Kreuzbalken und Fadenkreuz-Markierungen \pm \downarrow \uparrow auf dem Pfeil.

Die Zeit wird unter dem Gitterraster angezeigt. Im Relativ-Modus wird die Frequenz, die dem Zeitintervall zwischen den Cursorsen entspricht, ebenfalls dort angegeben. Sind nur wenige Datenpunkte vorhanden, werden die Positionen der Zeit-Cursoren linear zwischen den Datenpunkten interpoliert. Die Zeit-Cursoren bewegen sich entlang dieser gradlinigen Segmente auf und ab.

Im **Absolut**-Modus steuern Sie einen einzelnen Cursor. Sie können die Meßwerte in der Cursor-Position für die Amplitude (mit Amplituden-Cursoren) oder für Zeit und Amplitude (mit Zeit-Cursoren) anzeigen. Die gemessenen Spannungsamplituden beziehen sich auf Masse, gemessene Zeiten auf den Triggerpunkt.


Im **Relativ**-Modus steuern Sie zwei Amplituden- oder Zeit-Cursoren und erhalten als Meßwerte die Differenz zwischen den beiden als Amplituden- oder Amplituden- und Zeitwerte.

IM ,PERSISTENCE [NACHLEUCHT]'-MODUS

Im ,Persistence'-Modus besteht bei Amplituden-Cursoren kein Unterschied zur Standard-Anzeige; die Zeit-Cursoren erscheinen jedoch als Vertikalbalken, die sich über dem Bildschirm bewegen.

TIP: Amplituden des Zeit-Cursors in Volt oder dB angeben...

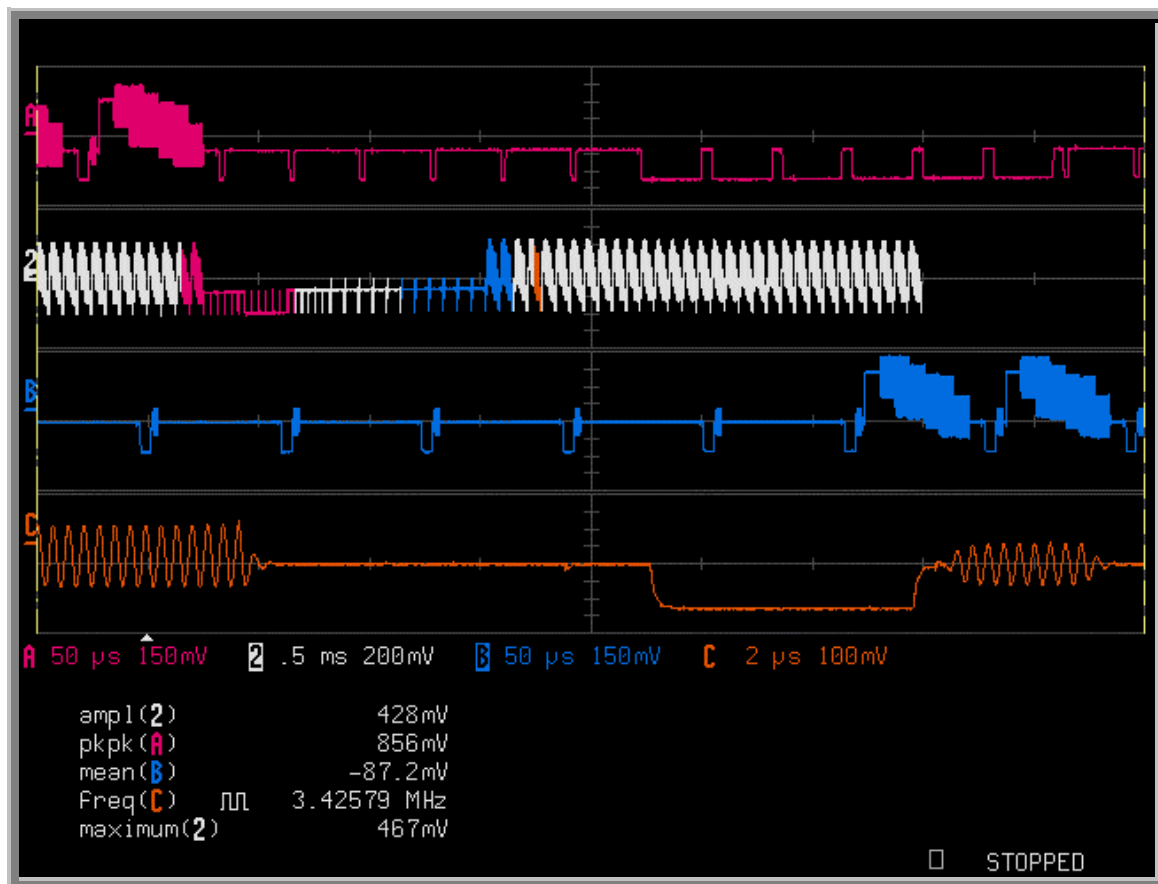
UTILITIES

Drücken Sie  zum Aufruf von ,Special Modes'. Im Menü ,Cursors Measure [Cursor-Messungen]' wählen Sie das Menü ,Read time cursor amplitudes in [Zeit-Cursor-Amplituden einlesen]' zur Auswahl der gewünschten Einheit.

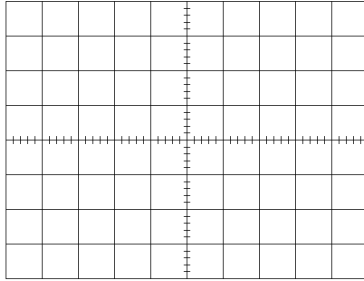


Automatisch messen mit Parametern

Parameter sind Meßmittel, die viele Signaleigenschaften festlegen. Sie dienen zur Umrechnung von Zeit- und Spannungswerten. Es gibt Parameter-Modi für Amplituden- und Zeitbereiche, anwenderdefinierte Parametergruppen und Parameter für Gut/Schlecht-Tests. Sie können Messungen am gleichen Signal in den standardmäßigen Spannungs (Amplitude)- oder Zeit-Modi ausführen. Wählen Sie bei mehr als einem Signal die Parameter aus dem Anwenderbereich und legen Sie damit bis zu 5 Quantitäten gleichzeitig fest. Gut/Schlecht-Parameter lassen sich ebenfalls anpassen. Sie können statistische Größen wie mittlere, kleinste, höchste und Standard-Abweichung akkumulieren und anzeigen. Angaben zur Anpassung von Parametern finden Sie in Kapitel 11, *Parameter-Analyse*




Bei Parametern, deren Daten unter dem Gitterraster aufgelistet werden (siehe nächste Seite zur Einrichtung der Anzeige), wird automatisch ein besonderes Display verwendet: Hier: Gesamt-Bildschirm, vier Gitter. Oben auf der gegenüberliegenden Seite: Die Anzeige der Standard-Parameter mit Einzel-Gitter.



pkpk (1)
mean (1)
sdev (1)
rms (1)
ampl (1)

STANDARD-PARAMETER WÄHLEN

MEASURE
TOOLS

1. Drücken Sie  zum Aufruf des MEASURE-Menüs.

2. Drücken Sie  zur Wahl von

OFF Cursors
Parameters

„**Standard Voltage** [Spannung]“ wird im Menü als Vorgabe ausgewählt, siehe unten, und eine Liste mit 5 Parametern erscheint unter dem Gitterraster. Diese Liste ändert sich bei der Wahl von „**Standard Time** [Zeit]“.

3. Richten Sie die Parameter mit diesen Menüs ein.

MEASURE

OFF Cursors

Parameters

mode

Std Voltage

Std Time

Custom

Pass

Fail

statistics

OFF On

on trace

1

from

0.97 div

Track OFF On

to

7.16 div

31 pts



Wahl von Parametern, Cursorsen oder keinen. Bei Wahl von „**Parameters**“ werden Statistik-Akkumulationen fortgesetzt (s. u.), auch ohne Anzeige.



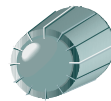
Wahl des Modus. „**Standard Voltage**“ mißt beim Einzelsignal: Spitze-Spitze (Amplitude zwischen max. und min. Werten), Mittelwert aller erfaßten Werte; Standardabweichung, Effektivwert aller erfaßten Werte und Signalamplitude. „**Standard Time**“ mißt beim Einzelsignal: Schwingungsdauer, Breite bei 50 % der Amplitude, Anstiegszeit bei 10–90 % der Amplitude, Abfallzeit bei 90–10 % der Amplitude und die Verzögerung vom ersten Triggerpunkt bis zum ersten 50 %-Punkt der Amplitude. Siehe „Custom [Anwender]“, „Pass [Gut]“ und „Fail [Schlecht]“ in Kapitel 11.



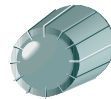
Zur automatischen Berechnung der mittleren, kleinsten, größten und Standard-Abweichung der angezeigten Parameter sowie der Zahl der Sweeps.



Wahl der Kurvenspur, bei der die Parameter zu messen sind. Dieses Menü kennzeichnet die angezeigten Spuren.



Zum Setzen des Startpunktes in Teilungen für Parametermessungen mit dem Knopf. Schalten Sie „Track [Verbindung]“ mit der Taste auf „On“; Start- und Endpunkt sind verbunden und lassen sich mit dem Knopf verschieben.



Zum Setzen des Endpunktes in Teilungen für Parametermessungen mit dem Knopf. Gibt außerdem die Gesamtzahl der für die Messung verwendeten Datenpunkte an.



DISPLAY

4. Drücken Sie  zur Einrichtung des Displays — z.B. der Parameter für das Gitterraster — mit DISPLAY SETUP. Siehe vorausgehendes Kapitel.

CURSOREN UND PARAMETER AUSSCHALTEN

MEASURE
TOOLS

1. Drücken Sie  zur Rückkehr zu den MEASURE [messen]-Menüs.

2. Drücken Sie  zur Wahl von 

TIP: Zum Löschen der Parameter-Statistik drücken Sie:

CLEAR
SWEEPS



PARAMETER-SYMBOLLE ERKENNEN

Die Algorithmen, die dem Waverunner die Festlegung der Parameter für Impulskurven ermöglichen, erkennen die besonderen Situationen, bei denen die mathematischen Formeln anwendbar sind.

Manchmal müssen die Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden. In diesen Fällen warnt Sie das Oszilloskop durch die Anzeige eines Symbols zwischen der Bezeichnung des Parameters und seinem Wert unter dem Gitterraster. Diese Symbole bedeuten entweder Information oder Warnungen:



Der Parameter wurde für mehrere Schwingungen bestimmt (bis zu 100) und der Mittelwert dieser Werte wurde weiterverarbeitet.



Der Parameter wurde über einer ganzen Anzahl von Schwingungen ermittelt.



Der Parameter wurde mit einem Histogramm berechnet.



Daten zur Bestimmung des Parameters unzureichend.



Das Amplituden-Histogramm ist innerhalb der statistischen Abweichungen flach; Minimum und Maximum dienen der Bestimmung von Dach und Grundlinie.



Eine Obergrenze konnte nur geschätzt werden (der tatsächliche Wert des Parameters kann kleiner als der angezeigte Wert sein).



Bei dem Signal findet eine teilweise Bereichsüberschreitung statt.



Bei dem Signal findet eine teilweise Bereichsunterschreitung statt.



Bei dem Signal findet eine teilweise Bereichsüberschreitung und -unterschreitung statt.



KAPITEL FÜNF: *Rechenfunktionen einsetzen*

Im folgenden Kapitel sehen Sie, wie Sie...

- ***Rechenfunktionen einrichten***
- ***Multiplikationen ausführen***
- ***FFT-Analysen ausführen***
- ***summierte Mittelwertbildungen vornehmen***
- ***Kurven speichern und abrufen***
- ***einen Bericht des Kurven- oder Speicherstatus aufrufen.***

Rechnen leicht gemacht

Mit Waverunner können Sie mathematische Operationen auf eine in einem beliebigen Kanal angezeigte oder von einem der vier Referenzspeicher M1, M2, M3 oder M4 abgerufene Kurve anwenden. Außerdem können Sie eine beliebige Kurvenspur von A, B, C oder D für Rechenoperation einrichten, um Berechnungen der Reihe nach auszuführen.








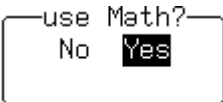
Sie können z.B. Spur A als Differenz der Kanäle 1 und 2, Spur B als Mittelwert von A und Spur C als Integral von B einrichten. Sie können dann das Integral der gemittelten Differenz von Kanal 1 und 2 anzeigen. Jede Spur und Funktion kann mit einer anderen Spur und Funktion verknüpft werden. So können Spur A ein Mittelwert von Kanal 1, Spur B die FFT von A und Spur C ein Zoom von B werden — als weiteres Beispiel.

Die Waverunner-Rechenfunktionen sind als Standard- und optionale Pakete erhältlich:


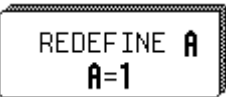

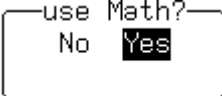
| | | |
|---|---|--|
| STANDARD-MATH <i>Wird mit allen Waverunner-Oszilloskopen geliefert...</i> | Arithmetik | Summe, Differenz, Produkt, Verhältnis (Division) |
| | Mittelung | Summierter oder linearer Mittelwert aus bis zu 1000 Sweeps |
| | Extremwerte (Hüllkurve) | |
| | FFT | Schnelle Fourier-Transformation bis 50 000 Punkte; Leistungsspektrum, Phase, Amplitude; alle FFT-Fenster |
| | Funktionen | Identität, Negation, Sinus x/x |
| | ,Resample [neu erfassen](deskew [kompensieren])‘ | |
| | Rescale [neu skalieren] | |
| | Verbesserte Auflösung (ERES) | |
| ERWEITERTE MATH- UND MEOPTION (EMM) <i>Alle Funktionen des Standard-Math-Pakets plus...</i> | Funktionen | Absolutwert, Ableitung, Exponent und Logarithmus (Basis e und 10), Integral, Verhältnis, Reziprokwert, Quadrat, Quadratwurzel |
| | Trending [Tendenzbildung] | |
| KURVENANALYSIER-OPTION (WAVA) <i>Alle Funktionen des Erweiterten Math-Pakets plus...</i> | Mittelwertbildung | Summierter oder linearer Mittelwert aus bis zu 1 Mio Kurven; kontinuierlicher Mittelwert |
| | FFT+ | Schnelle Fourier-Transformation bis zu 1 Mio Punkte; FFT-Mittelung; Leistungsmittelung; Leistungsdichte; Real; Real und Imaginär |
| | Histogramme | Histogramme, Histogramm-Parameter |

RECHENFUNKTIONEN FÜR KURVEN EINRICHTEN

Nach Anschluß Ihres Signals an einen Waverunner-Kanal (in diesem Beispiel Kanal 1)...

1. Drücken Sie  zum Aufruf von CHANNEL 1 und zur Anzeige des Waverunner-Hauptmenüs.
2. Drücken Sie  für .
3. Drücken Sie , um in Kurvenspur A einen Zoom von Kanal 1 darzustellen.
4. Drücken Sie  für .
5. Drücken Sie  für  und rufen Sie ‚SETUP OF A‘ auf (siehe nächste Seite)...

RECHENFUNKTIONEN AUF ANDERE WEISE AUFRUFEN

1. Drücken Sie  zum Aufruf der ZOOM- + MATH-Menüs.
2. Wählen Sie  oder eine der anderen Spuren.
3. Drücken Sie  zur Wahl von .
4. Führen Sie die ersten drei Schritte der vorigen Liste aus.



Hinweis: Ein Kurvenbearbeitungstitel für jede angezeigte Spur wird im Kennzeichnungsfeld angegeben. Fehlt der Titel, kann die Rechenfunktion nicht ausgeführt werden und der Inhalt der Spur bleibt unverändert.

RECHENFUNKTIONEN VERWENDEN

Benutzen Sie diese Menüs, um eine Rechenfunktion auszuwählen und einzurichten. Wählen Sie z.B. die Arithmetikfunktion ‚Produkt‘, um Kanal 1 mit Kanal 2 zu multiplizieren.

SETUP OF A

use Math?
No Yes

Math Type
Arithmetic
Average
Correlate
Enh.Res
Extrema

Sum
Difference
Product
Ratio

of
1 2 B C D
M1 M2 M3 M4

times
1 2 B C D
M1 M2 M3 M4



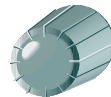
Zum Aufruf der Rechenfunktion.



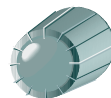
6. Zur Wahl von ‚Arithmetic‘ drücken.



7. Zur Wahl von ‚Product‘ drücken.



8. Zur Wahl von Kanal 1 als Quellspur drücken. Bei der Verwendung von ‚Arithmetic‘ wird damit eine der beiden Quellen für den Operanden festgelegt. Bei anderen Rechenfunktionen können Sie in diesem Menü den Signal-Offset, die Anzahl der Sweeps oder die Kompensation eines DC-Offsets im Signal bestimmen.




9. Zur Wahl der Spur, mit der die Quellspur Kanal 1 multipliziert wird, drücken.

Machen Sie nun weiter, indem Sie Ihre Spur als eine FFT (Fast Fourier Transform)-Funktion einrichten...

FFT-OPERATIONEN AUSFÜHREN

Setzen Sie die vorangegangenen Schritte fort und richten Sie Kanal 1 für eine FFT ein. Die FFT überführt Ihre Kurve von der Zeitdomäne in ein Spektrum der Frequenzdomäne ähnlich der Anzeige eines HF-Spektrum-Analysators. Mit dem Waverunner bestimmen Sie jedoch anders als beim Analysator, der Einstellelemente für die Spannweite und aufzulösende Bandbreite besitzt, die FFT-Spannweite über die Abtastrate des Oszilloskops (siehe Kapitel 10, *Komplexe Rechenfunktionen einsetzen*).


10. Drücken Sie  zur Wahl von ‚FFT‘ aus dem Menü ‚Math Type‘.

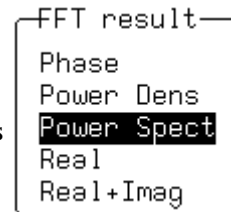
Die Spektren werden mit linearer Frequenzachse von Null bis zur Nyquist-Frequenz angezeigt. Die Frequenzskalen (Hz/div) sind in 1–2–5-Folgen unterteilt. Die Bearbeitungsformel wird unten im Bildschirm zusammen mit den drei Schlüsselparametern, die ein Frequenzspektrum charakterisieren, angegeben:

- Transformationsgröße N (Anzahl der Eingangspunkte)
- Nyquist-Frequenz ($= \frac{1}{2}$ Abtastrate)
- Frequenzschritt Δf zwischen zwei aufeinander folgenden Punkten des Spektrums.

Diese Parameter haben folgende Beziehung: Nyquist-Frequenz $= \Delta f * N/2$, mit $\Delta f = 1/T$, wobei T die Länge des Datensatzes der Eingangskurven verkörpert ($10 * \text{Zeit/div}$). Die Zahl der Ausgangspunkte ist gleich $N/2$.

TIP: Während der FFT-Berechnung erscheint das FFT-Zeichen unter dem Gitter. Die Berechnung kann längere Zeit dauern; Sie können sie jedoch jederzeit mit einer Taste auf der Frontplatte unterbrechen oder beenden.

11. Drücken Sie  zur Wahl von ‚Power Spectrum [Leistungsspektrum]‘ aus



Das ‚Power Spectrum [Leistungsspektrum]‘ ist die Signalleistung oder Amplitude, die vertikal in logarithmischem Maßstab abgetragen wird: 0 dBm entspricht der Spannung (0,316 V Spitze), die gleich 1 mW an 50 Ω ist. Das Leistungsspektrum ist zur Charakterisierung von Spektren mit isolierten Spitzen (dBm) geeignet.

Andere in diesem Menü zur Verfügung stehende FFT-Funktionen sind davon abhängig, welche Waverunner-Math-Optionen in Ihrem Oszilloskop installiert sind (siehe Seite 55) ...

Die **Phase** wird bezogen auf einen Cosinus gemessen, dessen Maximum am linken Bildschirmrand bei 0° auftritt. Auf ähnliche Weise hat ein ansteigender Sinus, der am linken Bildschirm beginnt, eine Phase von -90°. Die Phase wird in Grad angezeigt.

Power Density [Leistungsdichte]: Die Signalleistung ist auf die Bandbreite des äquivalenten Filters, das mit der FFT-Berechnung verbunden ist, normiert. Geeignet zur Charakterisierung von Breitbandrauschen. Die Leistungsdichte wird logarithmisch auf der Vertikalachse in dBm abgetragen. Diese Funktion steht nur zur Verfügung, wenn die WaveAnalyzer [Kurvenanalyse]-Option in Ihrem Waverunner installiert ist.

Magnitude [Amplitude]: Der Spitzenwert der Signalamplitude wird linear in gleichen Einheiten wie das Eingangssignal aufgetragen.

Real, Real + Imaginär, Imaginär: Komplexes Ergebnis der FFT-Verarbeitung in den gleichen Einheiten wie das Eingangssignal. Diese Funktion ist nur verfügbar, wenn die WaveAnalyzer-Option installiert ist.

12. Drehen Sie jetzt  zur Wahl von ‚**Von Hann**‘  und drücken Sie  zur Wahl von ‚**AC**‘.

Mit ‚**AC**‘ wird die DC-Komponente des Eingangssignals vor der FFT-Verarbeitung unterdrückt und die Amplitudenauflösung verbessert. Besonders nützlich bei großen DC-Komponenten im Eingangssignal.

FFT-Fenster definieren die Bandbreite und die Form des FFT-Filters. (Näheres zu den Filterparametern der Fenster finden Sie in Kapitel 10, *Komplexe Rechenfunktionen einsetzen*.)

‚**Von Hann**‘- oder Hanning-Fenster verringern das ‚Leakage‘ und verbessern die Amplitudengenauigkeit. Sie verringern jedoch die Frequenzauflösung.

Rectangular [Rechteck]-Fenster sollten benutzt werden, wenn das Signal transient (vollständig im Fenster der Zeitdomäne enthalten) ist oder wenn bekannt ist, daß das Signal eine Grundwellenkomponente besitzt, die ein ganzes Vielfaches der Grundfrequenz des Fensters ist. Andere Signaltypen zeigen bei Einsatz eines Rechteckfensters unterschiedliche Werte spektraler Streuungen und Ausbougungsverluste. Verwenden Sie zur Vermeidung einen anderen Fenstertyp.

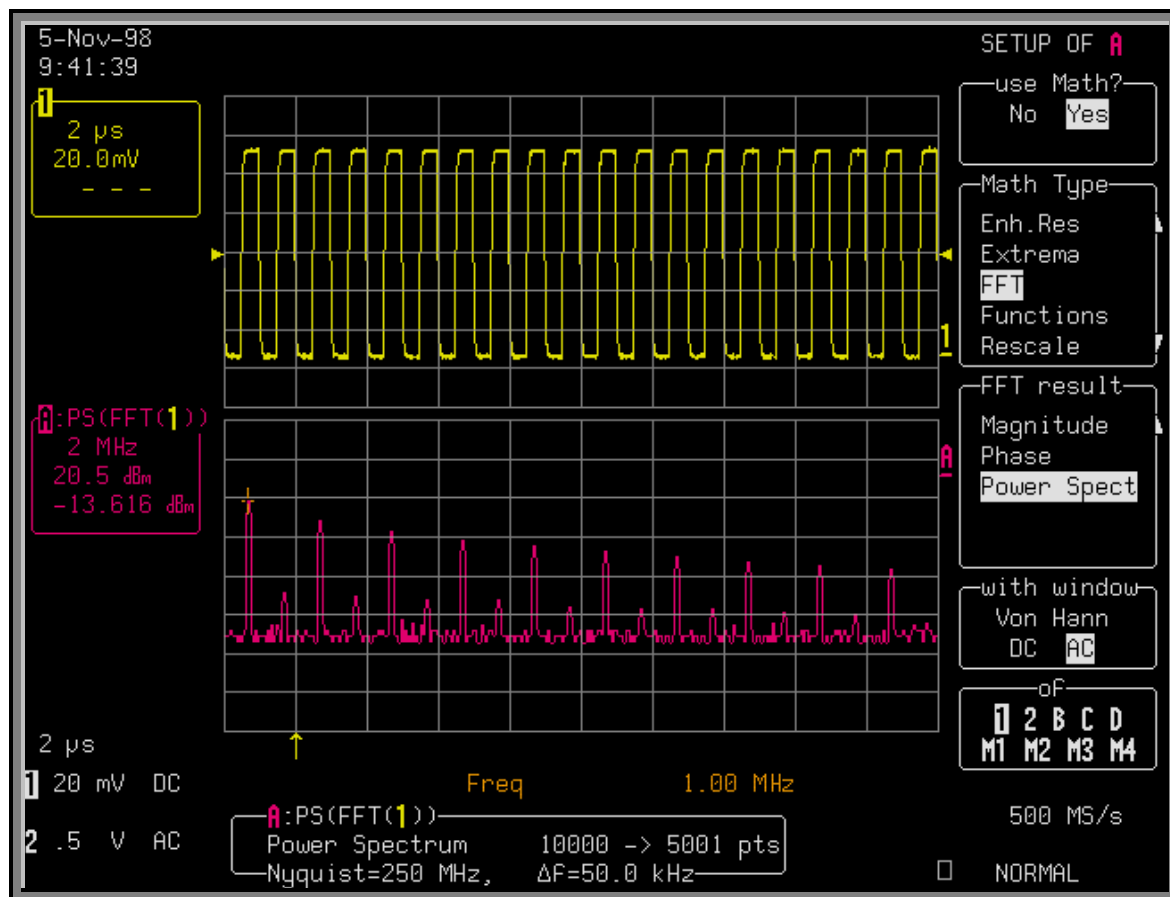
Hamming verringert ‚Leakage‘ und verbessert die Amplitudengenauigkeit, senkt aber die Frequenzauflösung.

Flat Top liefert eine hervorragende Amplitudengenauigkeit bei bescheidener Verminderung von ‚Leakage‘, verringert aber ebenfalls die Frequenzauflösung.

Blackman–Harris-Fenster senken das ‚Leakage‘ auf ein Minimum, zugleich aber auch die Frequenzauflösung.

13. Drücken Sie als letzten FFT-Schritt  zur Wahl der Quellspur.

Das ‚Vorher‘ und ‚Nachher‘ Ihrer FFT-Berechnung finden Sie auf der nächsten Seite...



FFT-Leistungsspektrum: Das obere Gitter zeigt die Kurve in der Zeitdomäne, während das untere nach Erzeugung eines FFT-Leistungsspektrums die Frequenzdomäne wiedergibt. Mit dem Cursor als Meßmittel (hier links auf der ersten Spitze der FFT-Spur positioniert) können Sie entweder die Zeit oder die Frequenz Ihrer Kurve auslesen. Das Kennzeichenfeld von Kurvenspur A gibt 2 MHz pro Teilung in der Frequenzdomäne an. Das Speicherstatus-Feld unter dem Gitterraster enthält weitere FFT-Information.

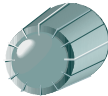
SUMMIERTE MITTELWERTBILDUNG AUSFÜHREN

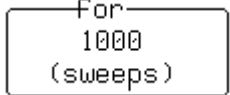
Führen Sie nun eine summierte Mittelwertbildung Ihrer Kurve aus — gehen Sie wiederum von den vorangegangenen Schritten aus. Die Mittelung wird normalerweise zur Unterdrückung von Rauschen verwendet.

14. Drücken Sie  zur Wahl von ‚Average [Mittelwertbildung]‘ im Menü ‚Math Type‘.

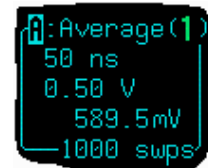
15. Drücken Sie  zur Wahl von .

Waverunner beginnt umgehend mit der Berechnung.

16. Drehen Sie den oberen , um die Anzahl der Sweeps

festzulegen. 

Die Zahl wird im Kennzeichnungsfeld angegeben, siehe rechts:

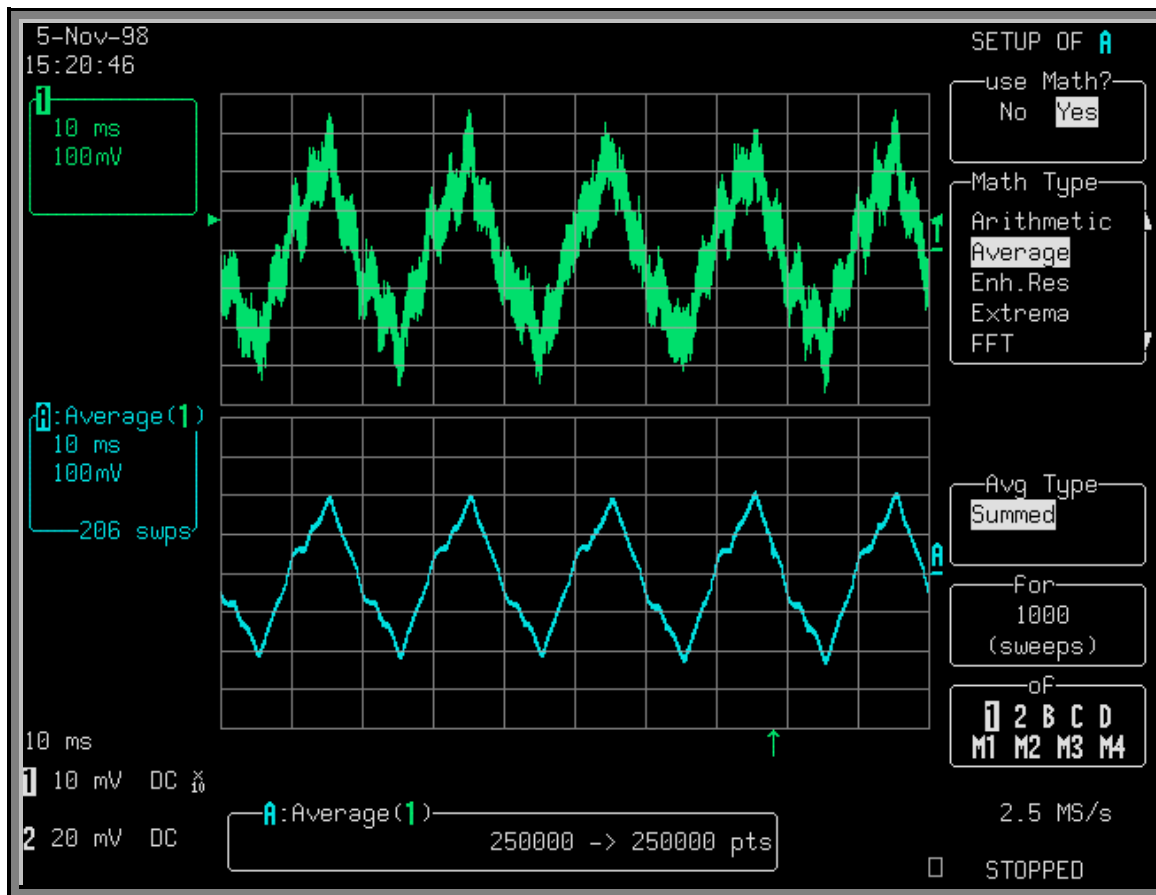


Wird die optionale kontinuierliche Mittelung gewählt, ändert sich das ‚for [für]‘-Menü in ‚with...weighting [mit...Gewichtung]‘. Geben Sie die Gewichtung an.

(Näheres zum Unterschied zwischen summierter und kontinuierlicher Mittelwertbildung finden Sie in Kapitel 10, *Komplexe Rechenfunktionen einsetzen*.)

17. Drücken Sie zum Schluß  zur Wahl der Quellspur: .

Die Art des Ergebnisses, das Sie erwarten können, ist auf der nächsten Seite abgebildet...



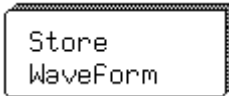


Summierte Mittelwertbildung: Das im Signal vorhandene Rauschen in der oberen Kurvenspur wurde aus der gemittelten Kurve im unteren Gitterraster entfernt. Die Berechnung wurde nach 206 Sweeps abgebrochen. Die Anzahl der in der Berechnung verwendeten Punkte ist im Informationsfeld im Fuß des Bildschirms angegeben. Die gleiche Punktezahl bedeutet, daß alle Punkte in die Berechnung eingegangen sind.

Kurven speichern und abrufen

Speichern Sie Ihre Kurven im interenen Referenzspeicher — M1, M2, M3 oder M4 — oder auf Diskette bzw. im optionalen ‚PC Card‘-Einschub (Speicherkarte oder Festplatte). Rufen Sie sie später zur Auswertung auf. Sie können zoomen oder weitere Rechenoperationen ausführen etc. ...

Hinweis: Für jede Einheit einer Datensatzlänge pro Kanal oder pro Zoom- und Math-Spur kann ein Punkt in den Kurvenreferenzspeichern M1, M2, M3 oder M4 abgelegt werden.

1. Drücken Sie  und  für 

STORE W'FORMS

DO STORE
(1-→M1)

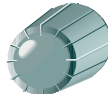
store
1 2
A B
C D
All displayed

to
M1 M2 M3 M4
Flpy

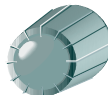
2. Verwenden Sie diese Menüs zum Speichern Ihrer angezeigten Kurve.



Zur Ablage Ihrer Kurve, die Sie zuerst aus dem Menü unten wählen, in den Speicher oder auf Diskette (wird ebenfalls unten gewählt).



Zur Wahl des Kanals oder der Spur, deren Kurve Sie speichern möchten.



Zur Wahl des internen Referenzspeichers, der Diskette oder des optionalen Datenträgers, auf dem die Kurve abgelegt werden soll. Zum Speichern im ASCII-Format siehe Kapitel 12, *Waverunner mit dem PC einsetzen*.

RETURN



3. Zur Rückkehr zu den W'FORM-Menüs, um die gespeicherte Kurve wieder abzurufen.

4. Drücken Sie  für 

RECALL W' FORM

From
Memories
Card Flpy

DO RECALL
M1 -> A

From Memory
M1
M2
M3
M4

to
A B C D

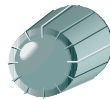
5. Diese Menüs werden angezeigt. Sie dienen zum Abrufen Ihrer Kurve.



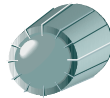
Zum Abruf der Kurve aus dem Speicher oder der externen Speichereinheit.



Zum Abruf der gewählten Kurve in die gewählte Spur (siehe unten).



Zur Wahl des Speichers, in dem die Kurve, die Sie anzeigen möchten, gespeichert ist.

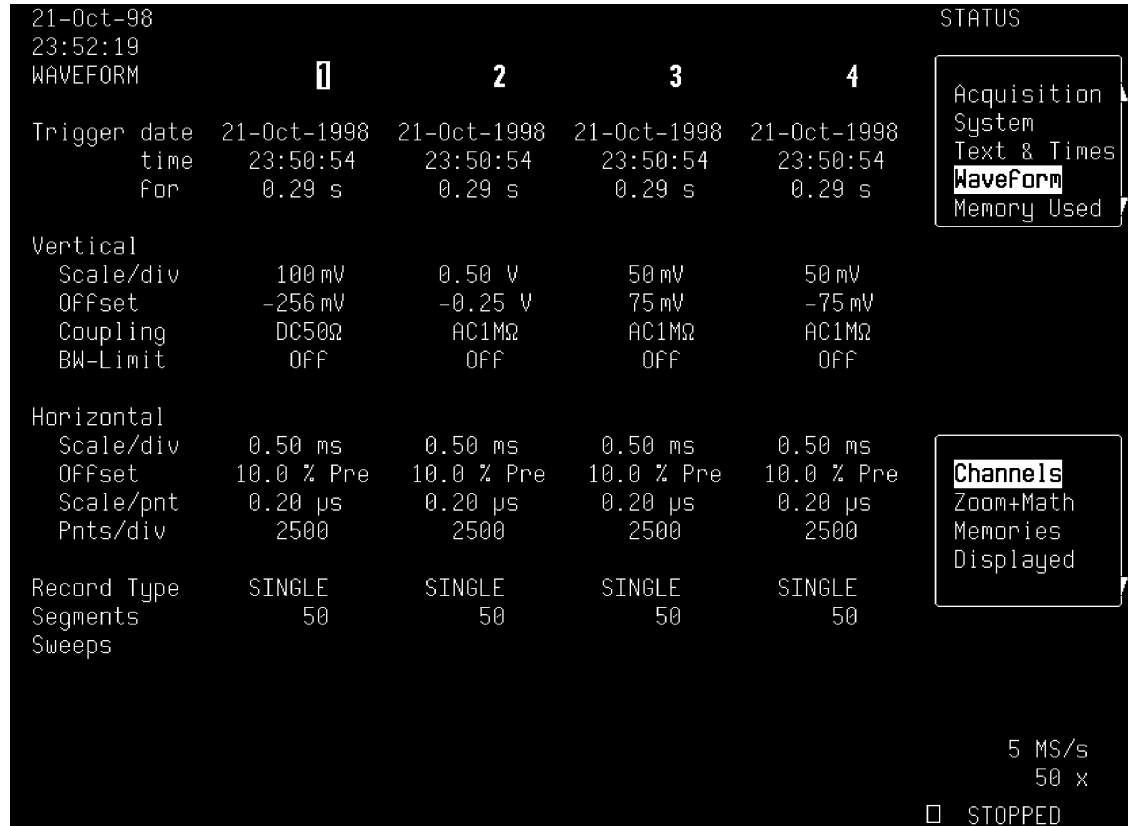


Zur Wahl der Spur, in der die abgerufene Kurve angezeigt werden soll.






TIP: Übertragen Sie Kurvendaten zum PC und verarbeiten Sie die Daten für Berechnungen mit Software für Tabellenkalkulation und mathematische Anwendungen. Speichern Sie hierfür Ihre Daten auf einer Diskette oder einer optionalen Speichereinheit im ASCII-Format. Waverunner kann auf einer Diskette ASCII-Spuren mit bis zu 50.000 Punkten speichern. In ASCII gespeicherte Kurven können nicht zurück in das Oszilloskop geladen werden! Siehe Kapitel 12, Waverunner mit dem PC einsetzen.

BERICHT FÜR DEN KURVEN- ODER SPEICHERSTATUS AUFRUFEN

Bringen Sie eine Zusammenfassung des Status der Funktionen Ihrer Kanäle, Zoom- und Rechenfunktionen, Kurvenspeicher und angezeigten Spuren auf den Bildschirm. Schaffen Sie sich eine Übersicht über Ihre Vertikal- und Horizontaleinstellungen. Prüfen Sie den Speicherbedarf Ihres Oszilloskops für Datensätze.



SCOPE
STATUS

1. Drücken Sie  zur Anzeige des STATUS-Menüs.
2. Drücken Sie  für ‚Waveform [Kurve]‘ und  für eine Zusammenfassung des Kurvenstatus.
3. Drücken Sie  zur Wahl von ‚Memory Used [Speicherbelegung]‘ für einen ähnlichen Bericht über die Speicherbelegung. Von Kurven belegte Speicher werden umrahmt; freie Speicher werden als solche gekennzeichnet. Mit den zugehörigen Menü-Tasten können Sie belegte Speicher löschen. 

KAPITEL SECHS: *Dokumentieren Sie Ihre Arbeit*




Im folgenden Kapitel erfahren Sie, wie Sie...

- *den Bildschirminhalt mit dem internen Drucker des Waverunners ausdrucken können*
- *den Bildschirminhalt mit einem externen Drucker oder Plotter ausgeben*
- *TIFF- und BMP-Imagefiles erzeugen*
- *Ihre Files auf Datenträgern speichern und von ihnen abgerufen*
- *Ihre Files mit Namen versehen und wie Sie Verzeichnisse erzeugen*
- *Dateiverzeichnisse erzeugen und löschen*
- *Files von einem Datenträger zu einem anderen übertragen.*

Bildschirmkopie anfertigen

Mit dem optionalen internen Drucker Ihres Oszilloskops können Sie eine Kopie der angezeigten Kurvenspuren und Daten anfertigen. Eine Ausgabe an einen externen Drucker ist über die GPIB-, RS232C- oder Centronics-Schnittstelle möglich. Erzeugen Sie TIFF- oder BMP-Imagefiles mit dem Oszilloskop und speichern Sie sie.

UTILITIES

1. Drücken Sie  zur Anzeige der UTILITIES [Hilfsprogramme]-Menüs.
2. Drücken Sie dann  für  zum Zugriff auf diese Menüs..

HARDCOPY

output to
Int. Printer
 Flpy
 GPIB
 RS232
 Centronics

auto print
OFF On

cm/division

1
 5
 20
 100

2
 10
 50
 200

format
Portrait
 Landscape

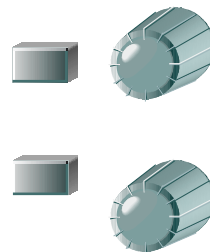
Damit können Sie eine Bildschirmkopie anfertigen.

3. Zur Wahl des optionalen internen Druckers oder eines anderen Druckers oder Speichers (s. folg. Seite).

TIP: Benutzen Sie zum Anschluß eines externen Druckers oder Plotters eine der Schnittstellen auf der Rückseite des Wave-runners. Wählen Sie Ihr externes Gerät aus dem Menü ,output to [Ausgabe an]'.

4. Zum Aufruf der Autoprint-Funktion: Bei ,On [Ein]' wird nach jeder Erfassung eine Bildschirmkopie gedruckt.

5. Zum Dehnen der Kurve drücken oder drehen.



6. Zur Wahl des Seitenformats drücken oder drehen.

7. Drücken Sie  für eine Bildschirmkopie.

TIP: Drücken Sie  zum Abbruch.

DRUCKEN, PLOTTEN ODER KOPIEREN

1. Drücken Sie  zur Wahl einer Schnittstelle oder Speichereinheit:

output to
Card
Flopy
GPIB
RS232
Centronics

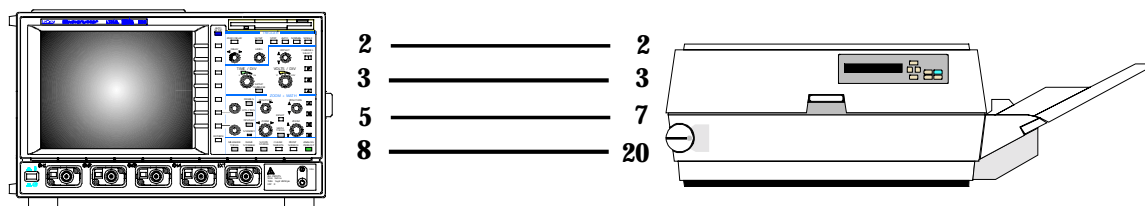
2. Drücken Sie  zur Wahl des Protokolls (TIFF, BMP oder HPGL):

printer
EPSON col
LaserJet
DeskJet col
DeskJet b/w
HP 7470

Weitere Menüs lassen sich aufrufen. Die Menüs ,plot size [Plottgröße]' und ,pen number [Zahl der Stifte]' erscheinen bei Wahl eines Plotters. Das Menü ,background [Hintergrund]' wird mit Aufruf eines Grafikprotokolls (TIFF oder BMP) zugänglich.

3. Drücken Sie  für  : Seitenvorschub bei jeder Ausführung von Schritt 4 ...

4. Drücken Sie  zum Drucken, Plotten oder Speichern einer Bildschirmkopie.






RS232C-Druckerverkabelung: Schließen Sie externe Drucker über die RS232C-Schnittstelle an. Sie können auch einen PC über den GPIB verbinden und damit einen über RS232C angeschlossenen Drucker steuern. Näheres zu den Kabelverbindungen finden Sie in Kapitel 12.

Umgang mit Datenträgern

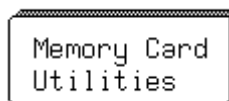
Mit den Waverunner-Hilfsprogrammen für Massenspeicher können Sie Kurvenfiles auf Disketten oder der optionalen PC-Speicherkarte oder Festplattenkarte erzeugen. Vergeben Sie eigene File-Namen und erzeugen Sie Verzeichnisse dafür. Kopieren Sie Files von einem Datenträger zum anderen...


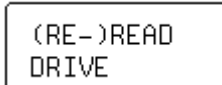


UTILITIES

1. Drücken Sie  zum Aufruf der UTILITIES [Hilfsprogramme]-Menüs.



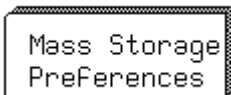
2. Drücken Sie  für  und dann  für 

Oder bei einem optionalen Datenträger im ‚PC Card‘-Einschub:





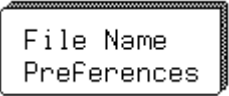
3. Folgen Sie den Hinweisen; zum Speichern auf Diskette drücken Sie  für 
4. In den Menüs für ‚Floppy Disk [Diskette]‘ oder ‚PC Card‘ drücken Sie  für 
5. Mit den aufgerufenen Menüs formatieren Sie den Datenträger in DOS und bestimmen bei Disketten die Dichte. Oder Sie kopieren ein Maschinen-Template (ASCII-File mit Binär-Information zur Beschreibung) auf den Datenträger.

RETURN

6. Drücken Sie  zweimal zur Rückkehr zu den MASS STORAGE [Massenspeicher]-Menüs.
7. Drücken Sie  für  zum Aufruf der PREFERENCES [Vorzug]-Menüs.

Mit diesen Menüs können Sie das Arbeitsverzeichnis wählen, Verzeichnisse löschen und die Menüs ‚File Name Preferences [Bevorzugte Filenamen]‘ und ‚Add New Directory [Neues Verzeichnis hinzufügen]‘ aufrufen, die auf den folgenden Seiten beschrieben werden.

8. Drücken Sie  zur Wahl eines Verzeichnisses für die Ablage und den Wiederaufruf eines Files. Oder löschen Sie das gewählte Verzeichnis mit dem Menü ‚DELETE THIS DIRECTORY‘.

9. Drücken Sie als nächstes  für  zum Aufruf dieser Menüs...

EIGENE FILENAMEN VERWENDEN

Waverunner vergibt automatisch Filenamen. Sie können aber auch eigene Filenamen verwenden.

FILENAME PREF

SC1.xxx

to be set to:

TEA.xxx

RESTORE
DEFAULT NAME

ENTER NEW
FILE NAME

BACKSPACE

INSERT

character


56789-ABCDEFG


File Type


Channel 1


Channel 2


10. Geben Sie Ihrem File einen eigenen Namen.



 Auswahl des Zeichens, das mit dem Zeichenmenü geändert werden soll.



 Zur Wiederherstellung des im ‚File Type‘-Menü gewählten File-Typs auf seinen Namen gemäß Vorgabe.

 Zur Bestätigung eines neu definierten Namens.


 Ein Zeichen zurück und voriges Zeichen im Filenamen löschen.

 Ein Zeichen vor und Platz für ein Zeichen einfügen.

  Zur Wahl von Zeichen — Ziffern oder Buchstaben — für den Filenamen mit dem Knopf.

  Wahl des Kanals des zu ändernden File-Typs.

RETURN

 11. Zur Rückkehr zum PREFERENCES-Menü drücken.

NEUES VERZEICHNIS HINZUFÜGEN

12. Drücken Sie  für 

NEW DIRECTORY
New Directory
on Card:
DAC

MAKE THIS
DIRECTORY

BACKSPACE

INSERT

character

789-ABCDEF GHI

13. Mit diesen Menüs erzeugen Sie ein neues Verzeichnis für Ihre eigenen Files.



Wahl des mit dem Zeichen-Menü zu ändernden Zeichens.



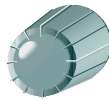
Zur Bestätigung des neuen Verzeichnisses.



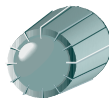
Ein Zeichen zurück und voriges Zeichen im Filenamen löschen.



Ein Zeichen vor und Platz für ein Zeichen einfügen.



Zur Wahl von Zeichen — Ziffern oder Buchstaben — für den Filenamen mit dem Knopf.



RETURN







14. Zur Rückkehr zum ‚MASS STORAGE [Massenspeicher]‘-Menü zweimal drücken.

FILES KOPIEREN

Sie können Files von einem Datenträger zum anderen kopieren: von einer Diskette des Waverunners zu einer Speicherkarte oder Festplatte im ‚PC Card‘-Einschub des Oszilloskops — oder umgekehrt.

15. Drücken Sie  für 

16. Drücken Sie dann  zur Wahl der Geräte, auf die Sie zugreifen möchten: 

17. Und dann  zur Übertragung bestimmter File-Typen oder aller Files: 

18. Drücken Sie zum Schluß  für 

WIE WAVERUNNER DEN MASSENSPEICHER HANDHABT



Bei Wahl der Massenspeicher-Hilfsprogramme im Menü UTILITIES bietet Ihnen die Menügruppe ‚MASS STORAGE‘ Zugriff auf die Steuerung des Massenspeicher-Filesystems. Das System unterstützt die Ablage und den Wiederaufruf auf und von Disketten im DOS-Format (1,44 MB oder 720 kB).

Waverunner schreibt und liest alle Files auf und von Disketten mit Hilfe des aktuellen Arbeitsverzeichnisses. Ist der Name des neuen zu speichernden Files bereits auf dem Datenträger vorhanden, wird der alte File überschrieben. Der vorgegebene Name des Arbeitsverzeichnisses lautet LECROY_1.DIR. Dieses Verzeichnis wird automatisch bei der Formatierung erzeugt. Bei einer Fremdformatierung — z.B. auf einem PC — wird das Verzeichnis bei Abspeicherung des 1. Files auf der Diskette erzeugt. Maximal sind 2400 Files in einem Verzeichnis zulässig.

Sie können den Namen des Arbeitsverzeichnisses mit dem Menü ‚Filename Preferences‘ in einen beliebigen gültigen DOS-Verzeichnisnamen ändern. Alle Arbeitsverzeichnisse werden als Unterverzeichnisse des Hauptmenüs erzeugt. Wie bei MS-DOS gilt für die Filenamen das 8.3-Format.

Ein File wird angesehen als: Frontplatten-Setup mit PNL als Erweiterung; Kurve mit einer dreistelligen Zahl als Erweiterung; Kurven-Template mit TPL als Erweiterung; Bildschirmkopie mit TIF, BMP oder PRT als Erweiterung; und HPGL mit PLT als Erweiterung. Die Tabelle veranschaulicht die Namensgebung...

| FILE- ODER VER- ZEICHNIS-TYP | VOM HERSTELLER- VORGEGEBENER NAME | EIGENER NAME |
|---------------------------------|--|--|
| Manuell gespeicherte Kurven | Stt.nnn | xxxxxxx.nnn |
| Automatisch gespeicherte Kurven | Att.nnn | xxxxxxx.nnn |
| Frontplatten-Files | Pnnn.PNL | xxxxnnn.PNL |
| Hardcopy-Files | Dnnn.TIF Dnnn.BMP Dnnn.PRT Dnnn.PLT | xxxxnnn.TIF xxxxnnn.BMP xxxxnnn.PRT xxxxnnn.PLT |
| Template-Files | LECROYvv.TPL | unveränderbar |
| Verzeichnisnamen | LECROY_1.DIR | xxxxxxx |
| Kalkulationstabelle | Sttnnn.TXT | xxxxnnn.TXT |
| MATLAB | Sttnnn.DAT | xxxxnnn.DAT |
| MathCad | Sttnnn.PRN | xxxxnnn.PRN |

| ABKÜRZUNGEN FÜR MASSENSPEICHER | | | |
|--------------------------------|---|--------------------------|--|
| x | Jedes zulässige Zeichen für einen DOS- Filenamem | w | Template-Versionssnummer: z.B. wird für Version 2.2 das Template unter LECROY22.TPL abgelegt |
| tt | Spurname von C1, C2, C3, C4, TA, TB, TC, TD | TIF BMP | Tagged-Image-Format Bitmap-Image-Files |
| nnn | Dreistellige dezimale Folgeziffer, be- ginnend mit 001, die automatisch zu- gewiesen wird | PRT | Printer-Files von Bildschirmkopien |
| PLT | HPGL-Plotter- oder Vektor-Files | | |

Die Herstellervorgabe für Kurven-Files lautet *Stt.nnn* bei manuell gespeicherten und *Att.nnn* bei automatisch gespeicherten Files. Die Zeichen *S* und *A* stehen für die beiden Speichermethoden. Bei der automatischen Generierung eines Filenamens verwendet Waverunner den zugewiesenen Namen plus einer dreistelligen Folgennummer. Besitzt die zugewiesene Kurve bereits die Vorgabe *Stt* (wie *SC1*, *STB*), wird der Name in *Att* geändert: *AC1*, *ATB* usw. Alle anderen vom Anwender vorgegebenen Namen bleiben unverändert.

Bei Wahl von **Fill** [füllen] und der Verwendung herstellerseitig vorgegebener Namen wird die erste gespeicherte Kurve *Axx.001*, die zweite *Axx.002* usw. Waverunner speichert weiter bis der Speicher voll ist, die Filezahl 999 erreicht oder mehr als 2400 Files im Arbeitsverzeichnis vorhanden sind.

Bei Wahl von **Wrap** wird der älteste automatisch gespeicherte Kurven-File gelöscht, wenn der Datenträger voll ist. Die übrigen automatisch gespeicherten Kurven-Files erhalten neue Namen — die älteste File-Gruppe erhält *Axx.001*, die zweitälteste *Axx.002* usw.

Die aktuelle Folgennummer wird von Waverunners Inspektion aller Filenamem im Arbeitsverzeichnis abgeleitet, und zwar unabhängig vom File-Typ — Frontplatte, Bildschirmkopie oder Kurve. Das Oszilloskop bestimmt die höchste belegte numerische Filenamem-Erweiterung der Form *nnn* und verwendet die nächste Nummer als aktuelle Generationsnummer für Speicheroperationen. Beim Löschen einer File-Generation löscht Waverunner alle Files, die mit der dreistelligen Folgennummer der Filenamem-Erweiterung versehen sind, und zwar unabhängig vom File-Typ.

Das Massenspeicher-Filesystem gibt Datenträgergröße und Speicherkapazität in Kbyte an, wobei gilt: 1 kByte = 1024 bytes. Viele Hersteller von Datenträgern spezifizieren den verfügbaren Speicher in Mbyte, wobei gilt: 1 Mbyte = 1 Mio Bytes. Daraus ergibt sich offensichtlich eine Differenz in der Spezifikation, obwohl die Speicherkapazität identisch ist.

Ist der Schreibschutz einer Diskette wirksam, meldet Waverunner *Device is Write Protected* [Datenträger ist schreibgeschützt] im oberen Teil des Gitterrasters, wenn auf den Datenträger geschrieben werden soll.

Näheres zur Übertragung von Files auf den PC siehe Kapitel 12, **Waverunner mit dem PC einsetzen**.





TEIL ZWEI

ERWEITERTE ANWENDUNGEN

Teil Zwei des Handbuches beschäftigt sich mit Waverunner-Eigenschaften, die für fortgeschrittenere Kurvenoperationen eingesetzt werden... RIS und Sequenz-Erfassung... Komplexe Trigger... Fortgeschrittene Kurvenauswertung... tiefere Einsichten in Operationen, die bereits in Teil Eins angesprochen wurden.

Verwenden Sie Teil Zwei als erweiterten Führer und zusätzliche Referenz für das Verständnis wichtiger Funktionen Ihres Digital-Oszilloskops.

KAPITEL SIEBEN: *Einfluß der Zeitbasis*

In Teil Eins haben Sie erfahren, wie Sie die Zeitbasis einstellen und einrichten. Betrachten Sie nun die Erfassungsmodi der Waverunner-Zeitbasis genauer.

Im folgenden Kapitel erfahren Sie, wie Sie...

- *einen Erfassungsmodus wählen*
- *Einzelchuß- oder RIS-Modi einsetzen*
- *den Sequenz-Modus einsetzen*
- *extern abtasten.*

Erfassungsmodus wählen

Je nach Zeitbasis können Sie einen von drei Erfassungsmodi wählen: Einzelschuß, RIS (Random Inteleave Sampling) oder Roll-Modus. Zusätzlich kann bei Zeitbasen, die für Einzelschuß und Rollen geeignet sind, der Erfassungsspeicher in anwenderdefinierte Segmente unterteilt werden, wodurch sich der Sequenz-Modus ergibt.

EINZELSCHUß — WAVERUNNERS GRUNDSÄTZLICHE ERFASSUNGSTECHNIK

Eine Einzelschuß-Erfassung besteht aus einer Reihe digitalisierter Spannungswerte, die aus dem Eingangssignal mit gleichförmiger Geschwindigkeit erfaßt wurden. Sie verkörpert außerdem eine Reihe von Meßwerten, die mit einem Einzeltrigger-Ereignis verknüpft sind. Meist wird die Erfassung bei einer bestimmten Anzahl erfaßter Werte nach Eintritt dieses Ereignisses abgebrochen: diese Anzahl wird von der gewählten Triggervverzögerung bestimmt und von der Zeitbasis gemessen. Die Horizontalposition der Kurve — und die Kurvendarstellung allgemein — ist festgelegt, indem das Trigger-Ereignis als Definition für die Zeit Null dient.

Sie können entweder eine Pre- oder Posttrigger-Verzögerung wählen. Die Pretrigger-Verzögerung ist die Zeit vom linken Rand des Waverunner-Gitterrasters *nach vorn* zum Trigger-Ereignis, während die Posttrigger-Verzögerung die Zeit zum Ereignis *zurück* ist. Sie können die Kurve in einem Bereich abtasten, der reichlich vor dem Trigger-Ereignis beginnt und bis zu dem Moment, in dem das Ereignis eintritt, dauert. Dieses ist eine 100prozentige Pretriggerung, die Ihnen ermöglicht, die Kurve zu sehen, wie sie den Punkt erreicht, in dem die Triggerbedingung erfüllt wurde und die Triggerung eintrat. (Waverunner bietet bis zu 1 Mio Punkte an Pretrigger-Information.) Die Posttrigger-Verzögerung andererseits erlaubt Ihnen, die Kurve beginnend bei dem Äquivalent von 10.000 Teilungen nach Eintritt des Ereignisses abzutasten.

Da jeder Eingangskanal des Waverunners einen hochwertigen ADC [Analog/Digital-Wandler] besitzt, wird die Spannung in jedem Kanal im gleichen Augenblick abgetastet und gemessen. Damit sind sehr zuverlässige Messungen zwischen den Kanälen möglich.

Bei schnellen Zeitbasis-Einstellungen wird die maximale Einzelschuß-Abtastrate verwendet. Bei langsameren Zeitbasen wird jedoch die Abtastrate abgesenkt und die Anzahl der Abtastwerte beibehalten.

Die Beziehung zwischen Abtastrate, Speicher und Zeit für den Waverunner läßt sich einfach wie folgt definieren:

$$\text{Erfassungszeit} = \frac{1}{\text{Abtastrate}} \times \text{Speicher} ,$$

und

$$\frac{\text{Erfassungszeit}}{10} = \text{Zeit/Teilung} .$$

RIS — FÜR HÖHERE ABTASTRATEN

RIS (Random Interleaved Sampling) ist eine Erfassungstechnik mit effektiven Abtastraten, die höher als die maximale Einzelschuß-Abtastrate liegen. Sie wird bei periodischen Kurven mit stabilem Trigger verwendet. Die maximale effektive Waverunner-Abtastrate von 25 GS/s kann mit RIS erreicht werden, indem 50 Einzelschuß-Erfassungen bei 500 MS/s oder 200 MS/s, je nach Modell, ausgeführt werden. Die so erfaßten Datenabschnitte werden etwa 40 ps voneinander entfernt positioniert. Der Vorgang, diese Abschnitte zu erfassen und die Zeitbedingung zu erfüllen, ist ein statistischer. Die relative Zeit zwischen den ADC-Erfassungszeitpunkten und der Ereignistriggerung liefert die notwendige Variationsbreite, die von der Zeitbasis mit einer Auflösung von 5 ps gemessen wird.

Der Waverunner benötigt 30 Trigger-Ereignisse zur Ausführung einer 1 GS/s RIS-Erfassung, und 230 Ereignisse für eine 25 GS/s Erfassung. Aber manchmal benötigt das Oszilloskop viel mehr. Dann verschachtelt es diese Segmente (Abb. 1) für eine Kurve, die ein Zeitintervall abdeckt, das ein Mehrfaches der maximalen Einzelschuß-Abtastrate beträgt. Allerdings ist das Echtzeit-Intervall, über das der Waverunner Kurvendaten erfaßt, um Größenordnungen länger; es ist abhängig von der Triggerrate und der erforderlichen Verschachtelungsmenge. Das Oszilloskop kann etwa 40.000 RIS-Segmente pro Sekunde erfassen.

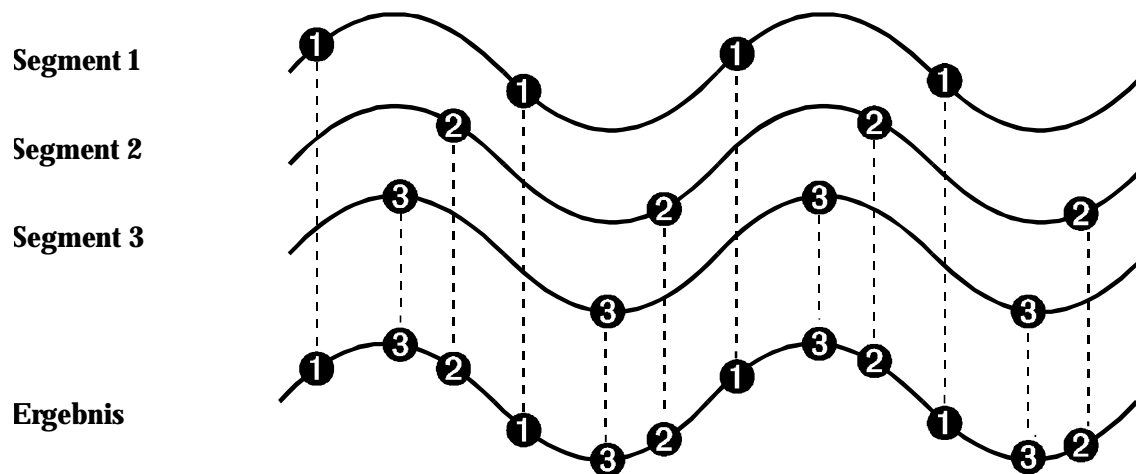


Abbildung 1. Aufbau einer RIS-Kurve.

ROLLEN — ANZEIGE IN ECHTZEIT

Der Waverunner-Rollmodus stellt in Echtzeit ankommende Punkte in Einzelschuß-Erfassungen dar, die eine ausreichend geringe Datenrate aufweisen. Bei Zeitbasis-Einstellungen von $\geq 0,5$ s/div rollt das Oszilloskop ankommende Punkte stetig über den Schirm, bis ein Trigger-Ereignis erkannt und die Erfassung beendet wird. Sogar wenn eine Darstellung in Echtzeit nicht möglich ist, werden die Daten weiter erfaßt. Das funktioniert wie bei einem Streifenschreiber: die letzten Daten dienen der Aktualisierung der Kurvenanzeige. Kurven- und Parameterberechnungen werden an fertigen Kurven nach Unterbrechung der Echtzeit-Anzeige ausgeführt.

SEQUENZ — ARBEITEN MIT SEGMENTEN

Im Sequenz-Modus besteht die komplette Kurve aus einer Anzahl in ihrer Größe unveränderlicher Segmente (siehe Abb. 2), die im Einzelschuß-Modus erfaßt wurden (die Grenzen finden Sie in den Waverunner-Spezifikationen). Sie wählen die Anzahl der zu erfassenden Segmente und können dann jedes Element einzeln für die Anwendung mit Rechenoperationen oder Meßmitteln auswählen.

Eine Sequenz bietet eine Reihe Vorteile: Sie können damit die Totzeit zwischen Trigger-Ereignissen für folgende Segmente begrenzen. Waverunner kann mit allen Einzelheiten komplizierte Sequenzen von Ereignissen über lange Zeitintervalle erfassen, während unwichtige Zeiten zwischen den Ereignissen ignoriert werden. Außerdem können Sie Zeitmessungen zwischen Ereignissen an ausgewählten Segmenten unter Ausnutzung der vollen Genauigkeit der Erfassungszeitbasis ausführen.

Für jedes dieser Segmente wird im Text- und Zeit-Statusmenü die Zeit mit einer Auflösung von 1 ns angegeben. Jedes einzelne Segment kann gedehnt oder als Eingangssignal für Rechenoperationen verwendet werden.

Waverunner verwendet die Einstellung der Sequenz-Zeitbasis zur Bestimmung der Erfassungsdauer jedes Segments: $10 \times \text{Zeit/div}$. Das Oszilloskop verwendet diese Einstellung — mit der gewünschten Anzahl Segmente, maximaler Segmentlänge und gesamtem verfügbarem Speicher — zur Bestimmung der tatsächlichen Anzahl Abtastwerte oder Segmente sowie der Zeit oder der Punkte. Allerdings füllt die Anzeige der kompletten Kurve mit ihren Segmenten den Bildschirm nicht vollständig.

Der Sequenz-Modus kann auch im ferngesteuerten Betrieb eingesetzt werden, wobei die hohe Datenübertragungsrate des Waverunners besondere Vorteile bietet (siehe Kapitel 12, *Waverunner mit dem PC einsetzen*).

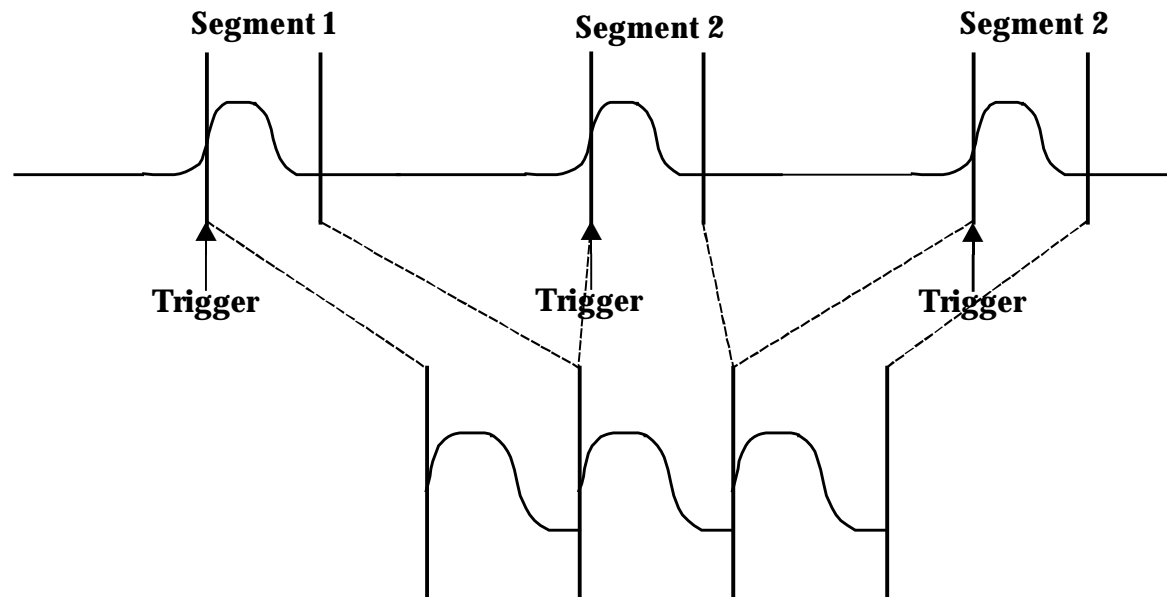



Abbildung 2. Wie Waverunner Segmente erfaßt. Auf Seite 83 erfahren Sie, wie Sie eine Zusammenfassung des Sequenz-Status erhalten.

Abtastmodus einsetzen

SINGLE-SHOT [EINZELSCHUß] ODER RIS EINRICHTEN


1. Drücken Sie  zum Aufruf der 'TIMEBASE SETUP [Einrichtung der Zeitbasis]'-Menüs.
2. Hier richten Sie die Zeitbasis für Single-Shot- oder RIS-Anwendungen ein.
- TIMEBASE
T/div 5 μ s
50000
samples at
1 GS/s
(1 ns/pt)
For 50 μ s


Sampling
Single Shot
RIS


Sample Clock
Internal
ECL 0V TTL


Sequence
OFF On


Record up to
250k
samples


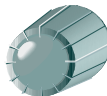



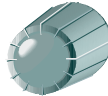


 **'Single-Shot'** zur Anzeige von bei aufeinander folgenden Einzel-
schuß-Erfassungen gesammelten Daten; **'RIS'** für eine höhere Abtast-
rate bei periodischem Eingangssignal und stabiler Triggerung.

 Zur Wahl einer internen oder externen Taktquelle. Näheres zum ex-
ternen Takt siehe Seite 82.



  Für **'On'** oder **'Off'** des Sequenzmodus. Mit dem Knopf
wählen Sie die Zahl der Segmente. Siehe folgende Seite.

  Mit dem Menü-Knopf wählen Sie die maximale Zahl
der zu erfassenden Werte.

SEQUENZ-ERFASSUNG EINRICHTEN

TIMEBASE
T/div 50 μ s
100 * 2500
samples at
5 MS/s
(200 ns/pt)
For 500 μ s

Sampling
Single Shot

Sample Clock
Internal
ECL OV TTL

Sequence
100 segments
OFF **On**

Max. segment
250K
samples

3. Aktivieren Sie den Sequenz-Modus mit dem Sequenz-Menü und führen Sie dann mit diesen Menüs die Sequenz-Erfassung durch.



SCOPE
STATUS

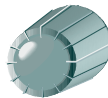
TIP: Drücken Sie . Mit **,Text and Times [Text und Zeiten]'** erhalten Sie einen Statusbericht über den Sequenz-Segmentbereich einer Kurvenspur oder eines Speichers.



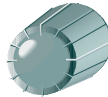
Zur Wahl von **,Single-Shot [Einzelschuß]'** für die Sequenz-Erfassung.



Zur Wahl von **,Internal'** oder externen — **,ECL'; ,OV'; ,TTL'** — Taktmodi. Wählen Sie **,internal'**, wenn Sie keinen externen Takt verwenden. Sie können eine Auszeit für den Sequenz-Modus über die UTILITIES, die Sondermodi und das Zeitbasis-Trigghermenü einstellen.



Zum Ein- oder Ausschalten der Sequenz (**,On'** oder **,Off'**).





Mit dem Knopf wählen Sie die maximale Datensatzlänge in Abtastwerten für jedes Sequenz-Segment.

Hinweis: Im Sequenz-Modus... Drücken Sie die **SINGLE [einzeln]-Taste**; Waverunner füllt die gewählte Anzahl Segmente und stoppt die Erfassung... Falls jedoch nicht genügend Trigger-Ereignisse zum Füllen der Segmente vorhanden sind, bricht Waverunner die Erfassung erst mit Drücken von **STOP** ab... Mit **NORMAL** werden die Segmente gefüllt und die Daten verarbeitet und dargestellt. Falls weitere Triggereignisse auftreten, beginnt Waverunner wieder beim ersten Segment mit der Erfassung... Mit **AUTO** wird die Erfassung ebenfalls ab dem ersten Segment neu gestartet, wenn die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Triggern eine gewählte Auszeit überschreitet.

Vermeiden Sie unnötige Betätigungen der Bedienelemente im Sequenz-Modus!

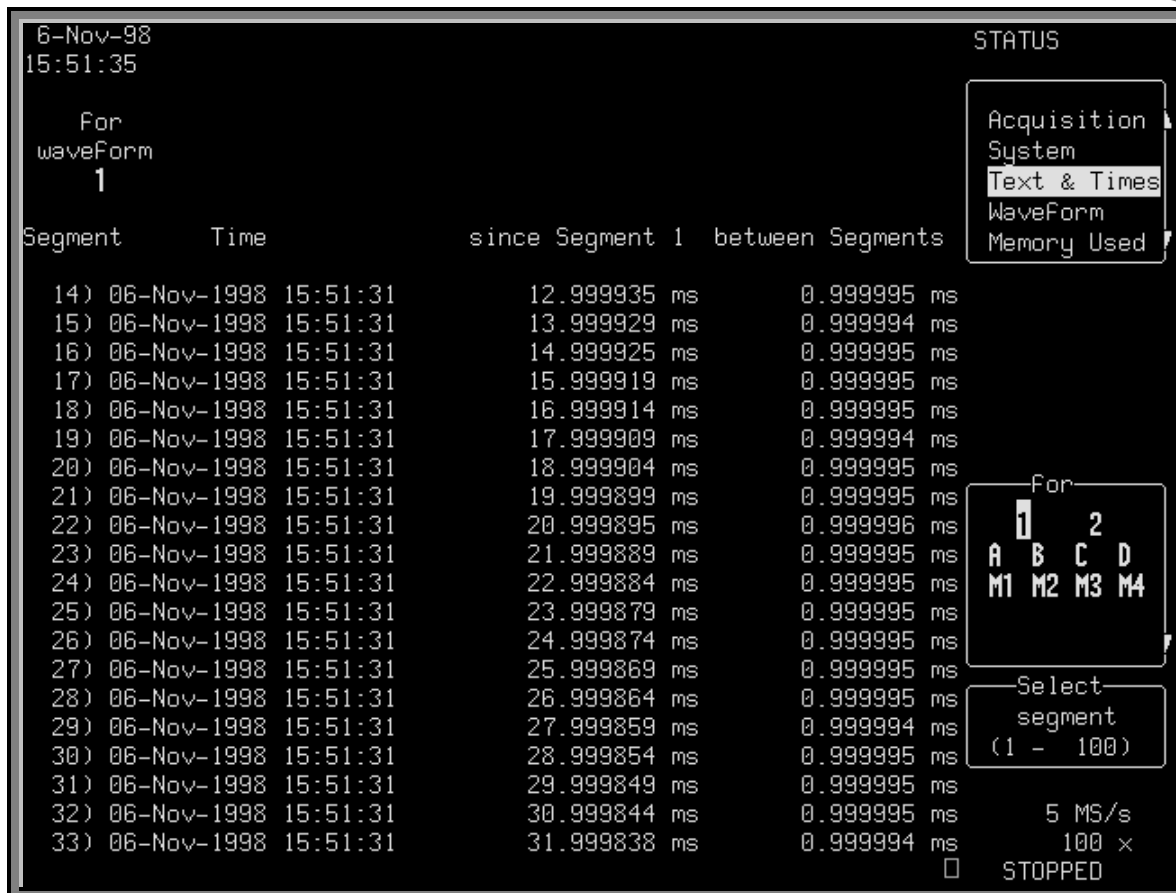
ZUSAMMENFASSUNG DES SEQUENZ-STATUS ABFRAGEN

Bringen Sie eine Zusammenfassung des Status Ihrer Sequenz-Erfassung auf den Bildschirm.

4. Drücken Sie  für das STATUS-Menü.
5. Drücken Sie  für 'Text & Times'.

PRINT
SCREEN

TIP: Drücken Sie  zur Dokumentierung der Status-Zusammenfassung und Anfertigung einer Bildschirmkopie.



Drücken Sie **SCOPE STATUS** für eine komplette Status-Zusammenfassung Ihrer Sequenz-Erfassung. Verwenden Sie das Menü 'Select segment' mit Taste und Knopf zum Scrollen.

ODER EXTERN ABTASTEN

TIMEBASE
EXTERNAL
1 M
samples at
100 kS/div

Sampling
Single Shot

Sample Clock
Internal
ECL 0V TTL

External
DC50Ω DC1MΩ

Sequence
OFF On

Record
1M
samples

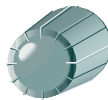
Verwenden Sie einen externen Takt mit einer festen Frequenz (50 bis 50 MHz) zur Steuerung und Synchronisation der Erfassung mit einer externen Signalquelle, die mit dem EXT-Eingang des Waverunners verbunden ist.



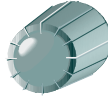
Dieses Menü ist bei Verwendung des externen Abtasttaktes inaktiv. **„Single-Shot“** [Einzelschuß] ist die Vorgabe des Herstellers.



Zur Vorgabe des effektiven Schwellwertes für die Abfrage des EXT-Eingangs: 1,3 V mit **„ECL“**, 0,0 V mit **„0V“** oder +1,5 V mit **„TTL“**.



Zum Ein- oder Ausschalten der Sequenz (**„On“** oder **„Off“**). Mit dem Knopf bestimmen Sie die Anzahl der Segmente.



Mit dem Knopf wählen Sie die maximale Datensatzlänge in Abtastwerten für jedes Sequenz-Segment.

Hinweis: Externe Abtastmodi sind nur verfügbar, wenn der EXT-Trigger NICHT die Triggerquelle ist. Triggerzeitangaben und Auszeit-Funktion der AUTO-Sequenz stehen bei einem externen Takt-signal nicht zur Verfügung. Die Totzeit zwischen Segmenten wird NICHT garantiert.

Die externe Taktzeit/div wird in Abtastwerten pro Teilung ausgedrückt, ebenso wie die Triggerverzögerung, die normal einstellbar ist. Die Zeitdifferenz zwischen Trigger und externem Takt wird nicht gemessen; somit kann bei aufeinander folgenden Erfassungen des gleichen Signals ein Jitter auf dem Schirm erscheinen. Waverunner benötigt mehrere Impulse zur Erkennung des externen Taktsignals. Er unterbricht die Erfassung nur, wenn die Triggerbedingungen erfüllt und die entsprechende Anzahl Datenpunkte gesammelt wurden. Mit jeder Einstellung am TIME/DIV-Knopf kehrt das Oszilloskop automatisch zum Normalbetrieb mit interner Taktquelle zurück.



KAPITEL ACHT: *Komplexe Triggerung*

Mehr zur Flankentriggerung; Einführung des SMART-Triggerbereichs zur Erfassung komplexer Kurvencharakteristiken.

Im folgenden Kapitel erfahren Sie, wie Sie...

- *einen Holdoff mit der Flankentriggerung einrichten*
- *ein seltenes Phänomen mit der Glitch [Störspitze]-Triggerung erfassen*
- *einen Ausschluß-Trigger einrichten*
- *Triggerpegel, -kopplung und -steigung bestimmen*
- *auf Intervalle triggern*
- *status- und flankenqualifizierte Trigger verwenden*
- *auf verlorene Signale mit dem Dropout-Trigger triggern*
- *auf TV-Signale triggern.*

Holdoff durch Zeit oder Ereignisse

Holdoff [Sperre] ist eine weitere Bedingung der Flankentriggerung (siehe Kapitel 2). Der Holdoff wird als Zeit oder als Ereigniszähler angegeben. Er unterdrückt die Triggerung für eine bestimmte Zeit oder Zahl von Ereignissen seit der letzten Triggerung. Ereignisse sind die Zahl der Fälle, welche die Triggerbedingung erfüllen. Die Triggerung setzt wieder ein, wenn der Holdoff abgelaufen ist und die übrigen Triggerbedingungen erfüllt sind. Mit dem Holdoff erreichen Sie eine stabile Triggerung bei periodischen zusammengesetzten Kurven. Ist z.B. die Zahl oder Dauer von Subsignalen bekannt, können Sie sie durch einen geeigneten Holdoff unwirksam machen. Qualifizierte Trigger operieren mit Bedingungen ähnlich einem Holdoff (siehe Seite 98).

HOLDOFF PER ZEIT

Manchmal erreichen Sie eine stabile Darstellung komplexer periodischer Kurven, indem Sie eine Bedingung in die Zeit zwischen aufeinander folgenden Trigger-Ereignissen einbauen. Diese Zeit würde andernfalls nur durch das Eingangssignal, die Kopplungsart und die Bandbreite des Waverunners begrenzt. Wählen Sie eine positive oder negative Flankensteigung und eine Mindestzeit zwischen den Triggern. Der Trigger wird erzeugt, wenn die Bedingung nach der gewählten Holdoff-Zeit erfüllt ist, gezählt ab dem letzten Trigger (Abb. 1). Jede Zeit zwischen 10 ns und 20 s kann gewählt werden. Die Verzögerung wird bei jeder Triggerung initialisiert.

Triggerquelle: Positive Flanke

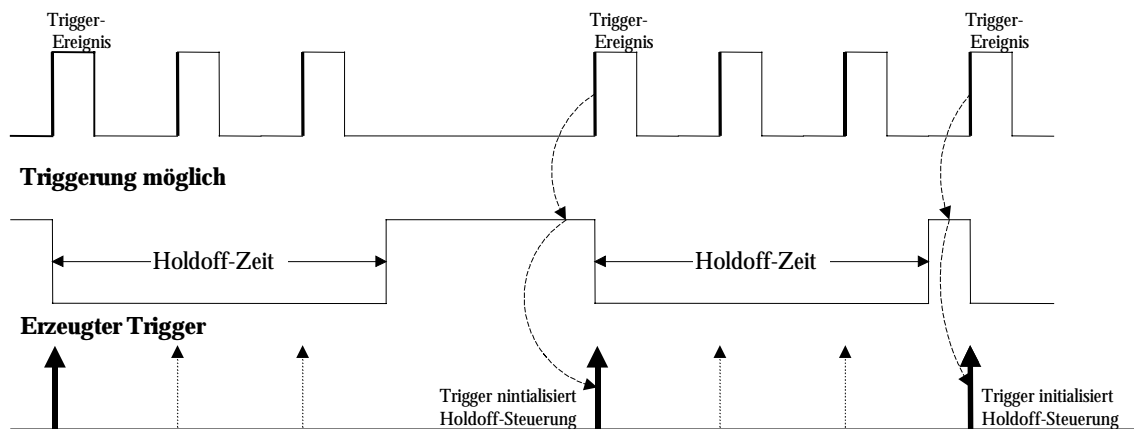


Abbildung 1. Flankentriggerung mit Holdoff per Zeit. Die fett gezeichneten Flanken der Triggerquelle weisen auf eine positive Flankensteigung hin. Die gestrichelten aufwärts zeigenden Pfeile kennzeichnen mögliche Trigger, die eintreten, wo noch andere Bedingungen zu erfüllen sind. Die fetten Pfeile geben an, wo die Trigger tatsächlich eintreten, wenn die Holdoff-Zeit überschritten ist.

HOLDOFF PER EREIGNIS

Wählen Sie eine positive oder negative Flankensteigung und eine Anzahl Ereignisse. Ein Ereignis ist die Anzahl der Zeiten, bei der die Triggerbedingung nach dem letzten Trigger erfüllt wird. Ein Trigger wird erzeugt, wenn die Bedingung nach dieser Anzahl, gezählt ab dem letzten Trigger, erfüllt ist. Die Zählung wird initialisiert und bei jedem Trigger gestartet. Wenn z.B. die gewählte Ereigniszahl zwei beträgt (Abb. 2), tritt die Triggerung beim 3. Ereignis auf. Es können 1 bis 99.999.999 Ereignisse gewählt werden.

Triggerquelle: Positive Flanke

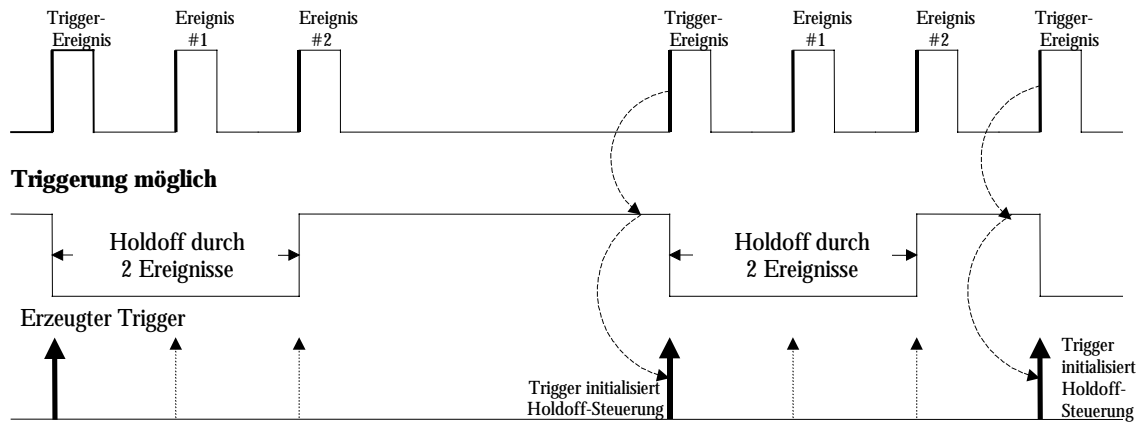






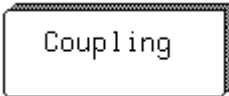







Abbildung 2. Flankentrigger mit Holdoff per Ereignis (in diesem Beispiel zwei Ereignisse). Die fett dargestellten Flanken der Triggerquelle weisen auf eine positiv gewählte Flankensteigung hin. Die gestrichelten, aufwärts gerichteten Pfeile geben potentielle Trigger an, während die fett gedruckten zeigen, wo Trigger tatsächlich auftreten, nachdem der Holdoff unwirksam geworden ist.

Komplexe Triggerung

Wir haben gesehen, wie auf Signale mit dem Flankentrigger getriggert wird; außerdem wurden Bedingungen wie Pegel, Kopplung und Flankensteigung sowie Holdoff diskutiert. Waverunner bietet außerdem ein Spektrum hochentwickelter Trigger, die es Ihnen ermöglichen, auf diese Bedingungen sowie viele andere komplexe Kurvencharakteristiken zu triggern. Verwenden Sie die „SMART Trigger [Komplexe Trigger]“-Palette zur Festlegung zusätzlicher Qualifikationen, bevor ein Trigger erzeugt wird. Erfassen Sie seltene Phänomene wie Glitches [Störspitzen] oder Spikes, spezielle Logik-Zustände oder fehlende Bits. Erfassen Sie Intervalle, abnormale Signale oder TV-Signale. Triggern Sie auf status- oder flankenqualifizierte Ereignisse und Dropouts.

GLITCHES [STÖRSPITZEN] ERFASSEN

Das Finden und Erfassen flüchtiger Glitches — abnormal breite Impulse in einem Signal — wird mit der Glitch-Triggerung leicht und einfach...

1. Verbinden Sie Ihr Signal z.B. mit Kanal 1 des Waverunners.
2. Drücken Sie gleichzeitig die zweite  und fünfte  Menütaste von unten und , um das Oszilloskop in seine herstellerseitig vorgegebenen Einstellungen nach dem Hochfahren zurückzubringen. Schalten Sie jede ungewollte angezeigte Kurvenspur ab.
3. Drücken Sie  für  und stellen Sie die Kopplung so ein, daß sie an die Impedanz des Quellsignals angepaßt ist.
4. Drücken Sie  und dann  zur Darstellung einer normalen Kurve. Wenn Sie dieses Signal während mehrerer Erfassungen betrachten, können Sie einen gelegentlich auftretenden Glitch erkennen. Das Ziel der Messung ist, dieses Ereignis festzuhalten, indem ein daran angepaßter Trigger gesetzt wird.
5. Drücken Sie TRIGGER  und dann  zur Wahl von .
6. Drücken Sie  für  und rufen Sie diese Menüs auf...

SMART TRIGGER

type

Glitch

Interval

TV-Pos

TV-Neg

Qualified

trigger on

1 2 Ext Ext10

cplg Ext10

DC AC

LFREJ HFREJ

at end of

Neg Pos

pulse

width ≤

12.5 ns

OFF On

& width ≥

2.5 ns

OFF On

Richten Sie mit diesen Menüs eine Triggerung auf einen Glitch ein oder erzeugen Sie einen Ausschluß-Trigger (siehe Seite 91).



7. Wählen Sie **Glitch** zur Erfassung von Impulsen einer gewählten Breite. Erfassen Sie schmale Impulse, die kleiner oder gleich bzw. größer oder gleich einem vorgegebenen Zeitlimit sind: d.i. die Impulsbreite. Sie können auch bestimmte Ereignisse einschließen oder ausschließen (siehe Seite 91).



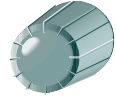
8. Wählen Sie die Triggerquelle. Das kann ein Signal in einem Kanal, in der Netzspannung oder am EXT-Anschluß sein.



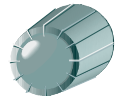
9. Wählen Sie die Kopplungsart für die Triggerquelle.



10. Setzen Sie den Triggerpunkt an das Ende einer positiven oder negativen Flanke. Beachten Sie den Hinweis auf dieser Seite.



11. **On** zum Triggern, wenn der Impuls kleiner oder gleich dem mit dem Knopf gewählten Wert ist (2,5 ns – 20 s). Anwendung zusammen mit **width ≥**.



12. **On** zum Triggern, wenn der Impuls größer oder gleich dem mit dem Knopf gewählten Wert ist (2,5 ns – 20 s). Anwendung zusammen mit **width ≤**, kombiniert zum Zielen auf Glitches in (&') einem bestimmten Bereich, wenn der **width ≤**-Wert größer als der **width ≥**-Wert ist. **OR** [oder] im Menü gibt an, daß auf Glitches über oder unter diesem Bereich gezielt wird.

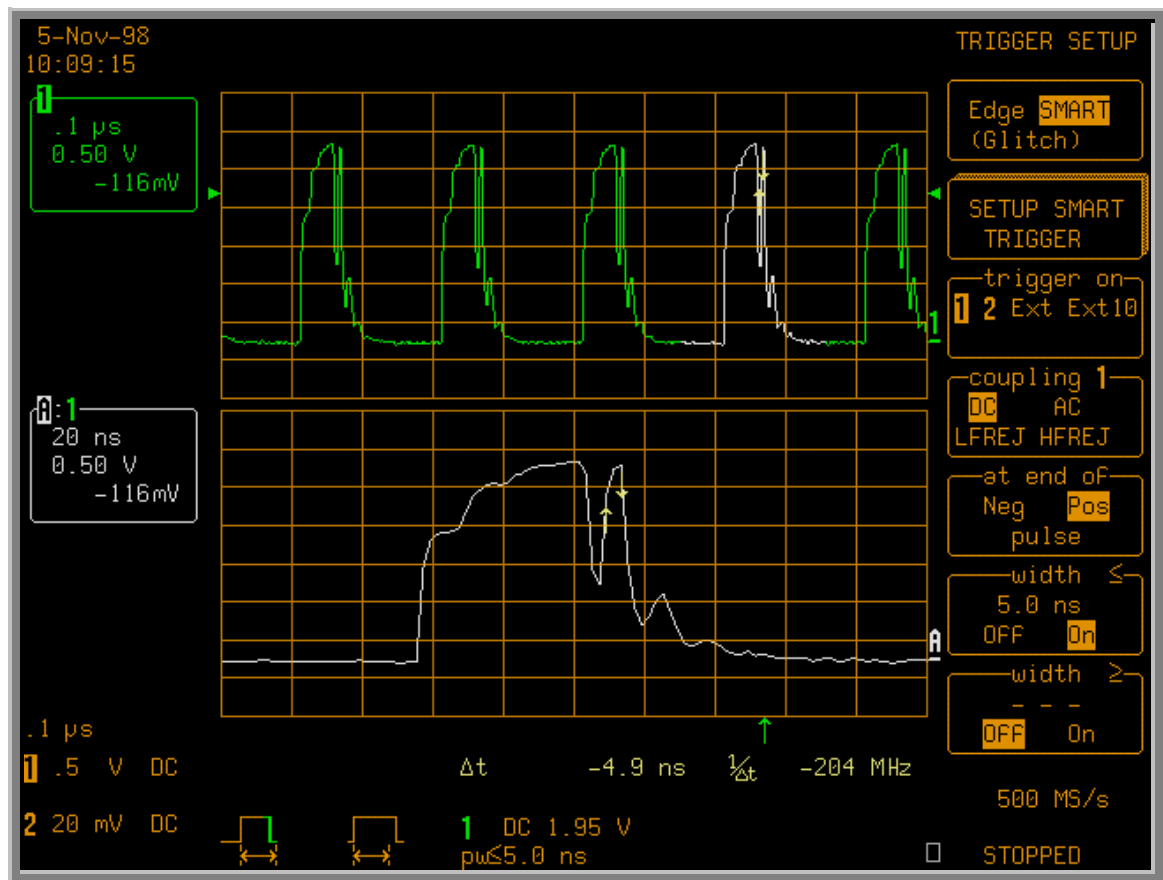
Hinweis: Waverunner muß den Impuls *sehen*, bevor er dessen Breite feststellen kann und somit genau weiß, wann er triggern muß. Ist der Glitch, auf den Sie triggern möchten, auf einem neg. Impuls, wählen Sie *Pos* am Ende des Menüs. Ist der Glitch auf einem pos. Impuls, wählen Sie *Neg*.

TIP: Verwenden Sie *Persistence* [Nachleuchten], um die Gestalt des Glitches zu entdecken; passen Sie dann den Triggerpegel an den Pegel an, bei dem der Glitch erscheint.

NORMAL



13. Drücken Sie , um das Oszilloskop in Bereitschaft zu versetzen. Siehe nächste Seite...



Triggerung auf einen Glitch der Breite $\leq 5,0$ ns auf der negativen Flanke. Der Glitch wird hier durch Pfeil-Cursoren auf der Kurve gekennzeichnet. Spur A im unteren Gitterraster ist eine Dehnung der Kurve im oberen Gitter. Information zum Trigger finden Sie unter dem Gitterraster.

Hinweis: Wenn z.B. die Breite des Glitches kleiner ist als die des Signals, setzen Sie den Trigger auf eine geringere Breite als die des Signals. Die Breite des Signals, die vom Trigger-Komparator des Waverunners bestimmt wird, ist vom DC-Triggerpegel abhängig. Wäre dieser Pegel auf die Mitte einer, sagen wir, Sinuskurve gesetzt, könnte die Breite als die Hälfte der Schwingungsdauer angesehen werden. Wäre der Pegel jedoch höher, würde die Breite des Signals als kleiner als die halbe Schwingungsweite betrachtet.

WIE DIE GLITCH-TRIGGERUNG FUNKTIONIERT

Kleinere Impulse als die gewählte Impulsbreite: Wählen Sie eine maximale Impulsbreite (Abb. 3). Der Glitch-Trigger wird an der gewählten Flanke erzeugt, wenn die Impulsbreite kleiner oder gleich der gewählten Breite ist.



Die Zeitsteuerung für die Breite wird an der Flankensteigung initialisiert und neu gestartet, die der gewählten gegenüberliegt. Breiten zwischen 2,5 ns und 20 s können gewählt werden, aber typischerweise erfolgt die Triggerung auf Glitches mit einer Breite von 2 ns.

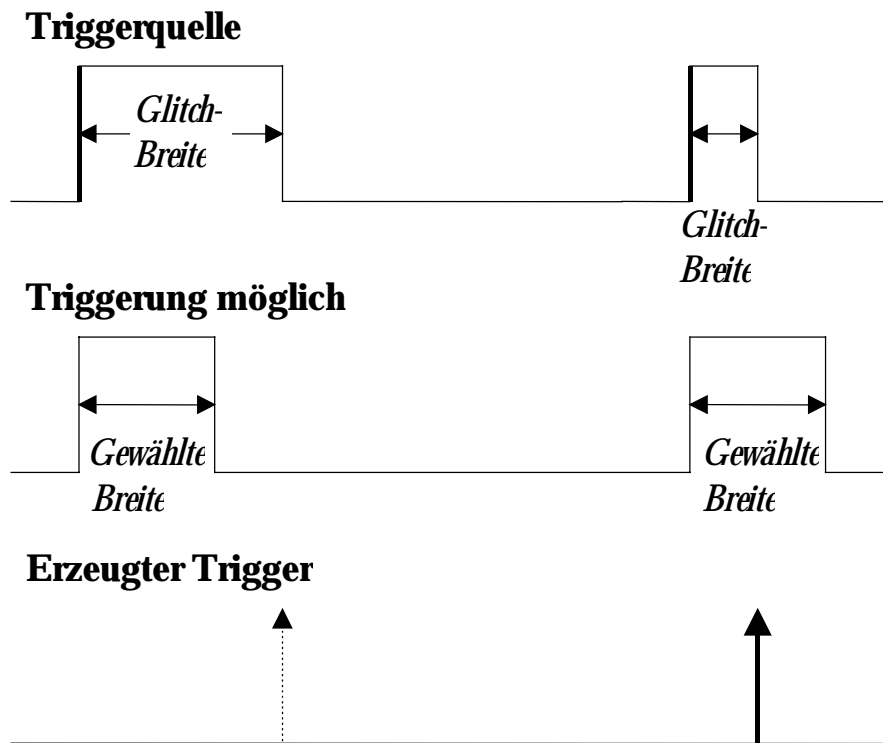

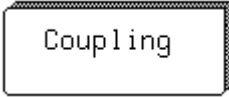




Abbildung 3. Glitch-Trigger: In diesem Beispiel erfolgt die Triggerung auf eine Impulsbreite, die kleiner oder gleich der gewählten Breite ist. Der gestrichelte, aufwärts gerichtete Pfeil kennzeichnet einen möglichen Trigger, während der fett gedruckte angibt, wo die tatsächliche Triggerung eintritt.

SELTENE PHÄNOMENE ERFASSEN


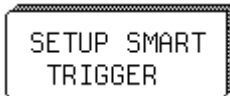
Verwenden Sie Glitch-Triggereinstellungen zur Wahl von Bedingungen für die Breite, die Ereignisse ausschließen, die in einen gewählten Bereich hineinfallen oder aus ihm herausfallen. Nur Impulse, die zu diesem Bereich kleiner-als-oder-gleich bzw. größer-als-oder-gleich sind, erzeugen ein Trigger-Ereignis. Waverunner initialisiert die Zeitsteuerung für diese Breite und führt bei der Flankensteigung, die der gewählten Flanke gegenüberliegt, einen Neustart aus. Sie können für die Breite die gleichen Werte wählen wie für einen Glitch-Trigger.

1. Verbinden Sie z.B. mit Kanal 1 ein Signal, dessen mehrfache Glitche ein niedriges Tastverhältnis besitzen und bei der Flankentriggerung oder Analog Persistence [Nachleuchten] unsichtbar bleiben.


2. Drücken Sie  für  und stellen Sie die Kopplungsart entsprechend der Quellimpedanz ein.

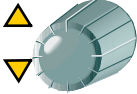
3. Drücken Sie  und dann  zur Darstellung einer normalen Kurve. Bei Betrachtung dieses Signals während mehrerer Erfassungen werden gelegentliche Glitche entdeckt. Das Ziel der Messung ist, dieses Ereignis mit einer geeigneten Triggerung zu erfassen.


4. Drücken Sie TRIGGER  und dann  zur Wahl von 

5. Drücken Sie  für , um Glitch-Triggermenüs aufzurufen und einzurichten.


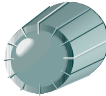
Richten Sie den Trigger so ein, daß Nominal-Impulse einer bestimmten Breite ausgeschlossen werden. Waverunner wird dann nur auf solche Kurven triggern, die diese Impulsbreite nicht haben.

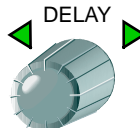
6. Drücken Sie  zur Wahl von ,1' aus dem ,trigger on'-Menü.

7. Drehen Sie  zur Einstellung des Triggerpegels auf z.B. 1 div [Teilung] unter dem Impulsdach.

8. Drücken Sie  zur Wahl von ,Pos' im ,at end of [am Ende von]'-Menü und ,On' im ,width ≤ [Breite ≤]'-Menü.

9. Drehen Sie  zur Wahl des ‚≤ width‘-Wertes.

10. Drücken Sie  zur Wahl von ‚On‘ im ‚width ≥‘-Menü und drehen Sie  zur Einstellung des ‚≥ width‘-Wertes.

11. Drehen Sie  zur Einrichtung des Triggerpunktes in der Nähe der Gittermitte.

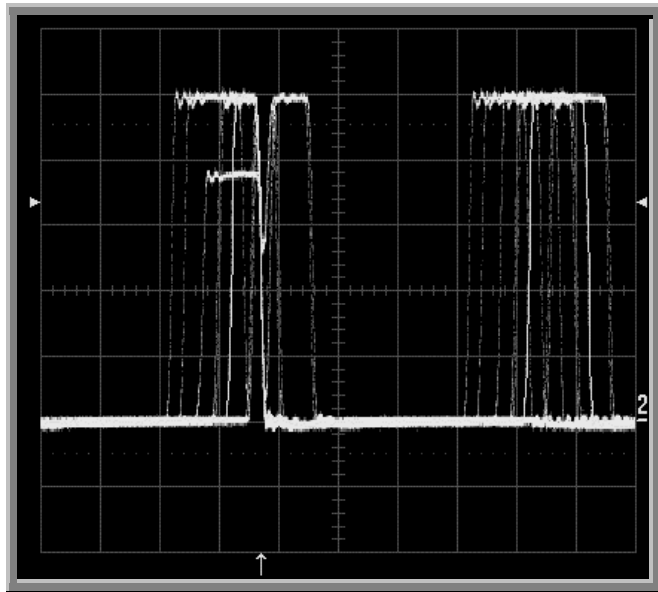
12. Drücken Sie  zum Start der Triggerung.

TIP: Mit ‚Analog Persistence [Nachleuchten]‘ können Sie geschichtliche Entwicklungen Ihrer außergewöhnlichen Impulserfassungen darstellen (s. Abb. rechts).

Verbessern Sie Ihre Darstellung, indem Sie den Ausschluß-Trigger mit Gut/Schlecht-Prüfungen verknüpfen. Der Trigger beschleunigt die Erfassung außergewöhnlicher Impulse, während Prüfungen mit Masken die Kurvenform verifizieren.

Speichern Sie die Kurve oder drucken Sie den Bildschirminhalt zur individuellen Dokumentation jedes Impulses.

Zeigen Sie statistische Kurvenparameter unter dem Gitter an, um zusätzliche Information zu den Hauptparametern dieser Impulse zu erhalten. Verwenden Sie diese Information zur Verbesserung der Trigger-Einrichtung.



Ausschluß-Trigger: Persistence-Darstellung.

PEGEL, KOPPLUNGSART UND FLANKENSTEIGUNG FESTLEGEN

Level [Pegel] definiert die Quellspannung, bei der die Triggerschaltung ein Ereignis erzeugt (eine Änderung im Eingangssignal, das die Triggerbedingungen erfüllt). Der gewählte Triggerpegel ist mit der gewählten Triggerquelle verbunden.



Der Triggerpegel wird in Volt spezifiziert und bleibt bei Änderung der Vertikalverstärkung oder des Offsets normalerweise unverändert. Amplitude und Bereich des Triggerpegels sind begrenzt wie folgt:

- ± 5 Teilungen auf dem Bildschirm mit einem Kanal als Triggerquelle
- $\pm 0,5$ V mit EXT als Triggerquelle
- ± 5 V mit EXT/10 als Triggerquelle
- Ohne mit LINE [Netzspannung] als Triggerquelle (benutzt wird der Nulldurchgang).

Coupling [Kopplungsart] bezieht sich auf die Art der Signalkopplung am Eingang der Triggerschaltung. Wie beim Triggerpegel können Sie die Kopplung für jede Quelle unabhängig wählen. Wenn Sie die Triggerquelle ändern, können Sie die Kopplungsart ändern. Wählen Sie unter folgenden Kopplungsarten:

- **DC [Gleichspannung]:** Alle Frequenzkomponenten des Signals gelangen zum Eingang der Triggerschaltung. Diese Kopplung ist bei HF-Bursts erforderlich, oder wenn bei einer AC-Kopplung der effektive Triggerpegel verschoben würde.
- **AC [Wechselspannung]:** Das Signal ist kapazitiv gekoppelt, Gleichspannungsanteile werden unterdrückt und Frequenzen bis 50 Hz abgeschwächt.
- **LF REJ [Unterdrückung tiefer Frequenzen]:** Das Signal ist über ein kapazitives Hochpaßfilter gekoppelt, Gleichspannung wird unterdrückt und Signalfrequenzen unter 50 kHz werden abgeschwächt. Zur stabilen Triggerung auf Signale mittlerer bis hoher Frequenz.
- **HF REJ [Unterdrückung hoher Frequenzen]:** Die Signale sind mit dem Triggereingang direkt gekoppelt und ein Tiefpaßfilter dämpft die Frequenzen oberhalb von 50 kHz. Zur Triggerung auf niedrige Frequenzen.

Slope [Flankensteigung] bestimmt die Richtung des Übergangs der Triggerspannung, die zur Erzeugung eines bestimmten Trigger-Ereignisses verwendet wird. Sie können eine positive oder negative Flanke wählen. Wie bei der Kopplungsart ist die gewählte Flankensteigung mit der gewählten Triggerquelle verbunden.

AUF INTERVALLE TRIGGERN

Während die Glitch-Triggerung über der Breite eines Impulses ausgeführt wird, bezieht sich die Intervall-Triggerung auf die Breite eines Intervalls, d.i. die Signaldauer (die Schwingung), die zwei aufeinander folgende Flanken der gleichen Polarität trennt: positiv zu positiv oder negativ zu negativ. Verwenden Sie die Intervall-Triggerung zur Erfassung eines beliebigen Intervalls, das selbst innerhalb oder außerhalb des spezifizierten Bereichs liegt. Außerdem können Sie einen Bereich für die Breite definieren, um jedes Intervall, das selbst innerhalb oder außerhalb des spezifizierten Bereichs liegt, zu erfassen — eine Ausschußtriggerung per Intervall.

SMART TRIGGER

type

Glitch

Interval

TV-Pos

TV-Neg

Qualified

trigger on

1 2 Ext **Ext10**

cplg Ext10

DC **AC**

LFREJ HFREJ

between

Pos Neg

edges

interval \leq

57.5 ns

OFF **On**

& interval \geq

10.0 ns

OFF **On**

Richten Sie mit diesen Menüs die Triggerung auf ein Intervall ein.



1. Wählen Sie **Interval**.



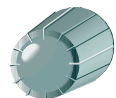
2. Wählen Sie die Triggerquelle.



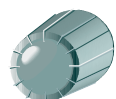
3. Wählen Sie die Kopplungsart für die Triggerquelle.



4. Setzen Sie den Triggerpunkt auf die positive oder negative Flanke des gewählten Impulses.



5. Wählen Sie **On** zum Triggern, wenn der Impuls kleiner oder gleich dem mit dem Knopf eingestellten Wert ist (Bereich: 2,5 ns bis 20 s). Verwendung in Kombination mit ,width \geq '.



6. Wählen Sie **On** zum Triggern, wenn der Impuls größer oder gleich dem mit dem Knopf eingestellten Wert ist (Bereich: 2,5 ns bis 20 s). Verwendung in Kombination mit , width \leq ', verknüpft mit Zielintervallen innerhalb (,&') eines gewissen Bereichs, wenn der ,width \leq '-Wert größer als der ,width \geq '-Wert ist. ,OR [oder]' im Menü gibt an, daß auf Intervalle unterhalb oder oberhalb dieses Bereichs abgezielt wird.

WIE INTERVALLTRIGGER FUNKTIONIEREN



Interval Smaller [kleiner]: Für diesen Intervall-Trigger, der bei einem Zeitintervall kleiner als das gewählte erzeugt wurde, bestimmen Sie ein Maximal-Intervall zwischen zwei gleichen Flanken derselben Steigung, z.B. positiv (Abb. 4).

Der Trigger wird bei der zweiten (positiven) Flanke erzeugt, wenn sie innerhalb des gewählten Intervalls auftritt. Waverunner initialisiert und startet die Zeitsteuerung für das Intervall, wenn die gewählte Flanke auftritt. Sie können ein Intervall zwischen 10 ns und 20 s wählen.

Triggerquelle: Positive Flanke



Triggerung möglich



Erzeugter Trigger



Abbildung 4. Der Intervall-Trigger triggert, wenn die Intervallbreite kleiner als das gewählte Intervall ist. Der gestrichelte, aufwärts gerichtete Pfeil gibt einen möglichen Trigger an, während der fett gedruckte zeigt, wo der tatsächliche Trigger auftritt — auf der positiven Flanke innerhalb des gewählten Intervalls.

Interval Larger [größer]: Für diesen Intervall-Trigger, der bei einem Zeitintervall größer als das gewählte erzeugt wurde, bestimmen Sie ein Mindestintervall zwischen zwei gleichen Flanken derselben Steigung (Abb. 5). Waverunner erzeugt den Trigger auf der zweiten Flanke, wenn sie nach dem gewählten Intervall auftritt. Die Zeitsteuerung für das Intervall wird initialisiert und neu gestartet, wenn die gewählte Flanke auftritt. Sie können Intervalle zwischen 10 ns und 20 s wählen.

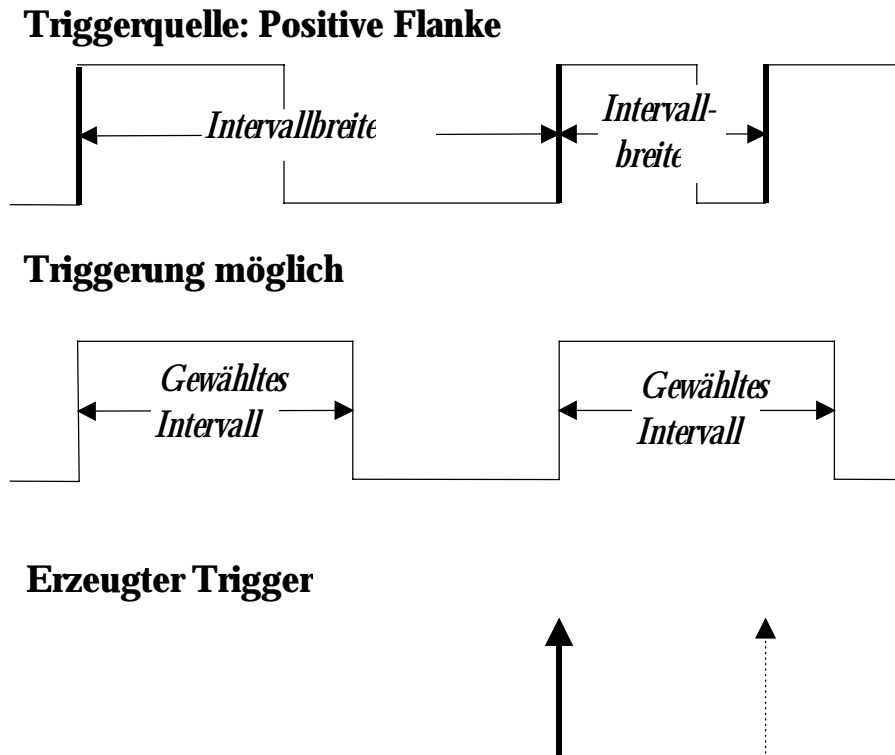
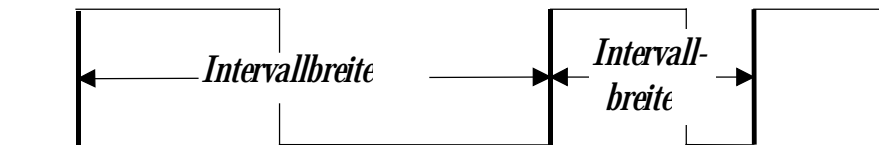


Abbildung 5. Der Intervall-Trigger triggert, wenn die Intervallbreite größer als das gewählte Intervall ist. Der gestrichelte, aufwärts gerichtete Pfeil gibt einen möglichen Trigger an, während der fett gedruckte zeigt, wo der tatsächliche Trigger auftritt — auf der positiven Flanke nach dem gewählten Intervall.

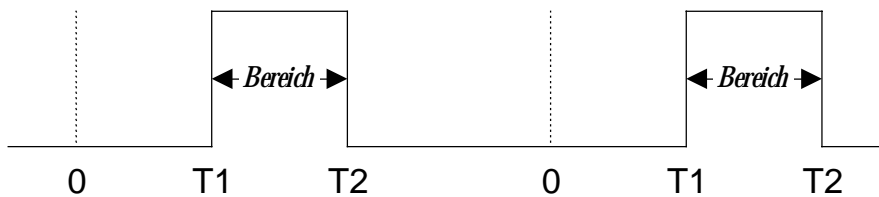
Interval Between Range [Intervall zwischen Bereichen]: Dieser Intervall-Trigger wird erzeugt, wenn ein Intervall zwischen den beiden Flanken derselben Steigung in einen gewählten Bereich fällt (Abb. 6). Waverunner initialisiert und startet die Zeitsteuerung für das Intervall neu, wenn die gewählte Flanke auftritt. Sie können Intervalle zwischen 10 ns und 20 s wählen.



Triggerquelle: Positive Flanke



Triggerung möglich



Erzeugter Trigger



Abbildung 6. Der Intervall-Trigger triggert, wenn das Intervall in den gewählten Bereich fällt: $T1$ = unteres Zeitlimit des Bereichs; $T2$ = oberes Zeitlimit. Der gestrichelte, aufwärts gerichtete Pfeil gibt einen möglichen Trigger an, während der fett gedruckte zeigt, wo der tatsächliche Trigger auftritt — auf der positiven Flanke innerhalb des gewählten Bereichs.

EIN SIGNAL QUALIFIZIEREN

Verwenden Sie den Übergang eines Signals oberhalb oder unterhalb eines gegebenen Pegels — seine Bestätigung — als Bedingung zur Aktivierung oder Qualifizierung für ein zweites Signal, das die Triggerquelle verkörpert. Dies sind qualifizierte Trigger. Beim State-Qualified [statusqualifiziert]-Trigger muß die Amplitude des ersten Signals im gewünschten Zustand bleiben, bis die Triggerung eintritt. Beim Edge-Qualified [flankenqualifiziert]-Trigger reicht dagegen die Bestätigung aus; für das erste Signal wird keine zusätzliche Forderung erhoben. Ein qualifizierter Trigger kann unmittelbar nach der Bestätigung oder innerhalb einer festgelegten Zeit danach auftreten. Er kann auch nach einer vorgegebenen Verzögerung oder im Anschluß an eine Anzahl möglicher Trigger-Ereignisse eintreten. Die Zeitverzögerung oder Trigger-Zählung startet bei jeder Bestätigung neu.

Richten Sie mit diesen Menüs einen Edge- or State-Qualified Trigger ein.

SMART TRIGGER

type

Interval
TV-Pos
TV-Neg
Qualified
Dropout

by

Edge State
(qualifier)

trigger on

1 2 Ext Ext10

after

1 2

has gone

Above Below
995.4mV

within

130.0 ns
OFF T< T> Evs



1. Wählen Sie **Qualified**.



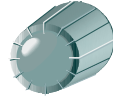
2. Wählen Sie **Edge** oder **State**. (Legen Sie Bedingungen wie Kopplung, Steigung und Holdoff in den Edge-Triggermenüs fest.)



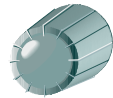
3. Wählen Sie die Triggerquelle. Das kann das Signal in einem Kanal bzw. an den Eingängen EXT oder EXT 10 sein.



4. Wählen Sie die Quelle der Qualifizierung. Das kann je nach Triggerquelle das Signal eines Kanals bzw. der Eingänge EXT oder EXT 10 sein.



5. Einstellung des Schwellwertes der Qualifizierung. Zur Festlegung drücken, ob das Qualifiziersignal gültig ist, wenn es ‚has gone [weg]‘ ist (Edge-Qualified) oder über oder unter diesem Schwellpegel ‚goes and stays [geht und bleibt]‘ (State-Qualified).



6. Spezifizieren Sie das Zeitlimit (within [innerhalb] ‚T<‘) zur Akzeptierung des Trigger-Ereignisses. Oder spezifizieren Sie die Verzögerung als Zeit (wait [warten] ‚T>‘) oder als Anzahl Trigger-Ereignisse (wait ‚Evs‘), nachdem ein gültiger Übergang stattgefunden hat. Ein Trigger kann nur nach dieser Verzögerung akzeptiert werden. Alle folgenden Qualifizierungsereignisse starten diese Zählung neu. Der Zeitwert kann im Bereich von 10 ns bis 20 s gewählt werden, der Zähler der Trigger-Ereignisse im Bereich 1 bis 99.999.999.

WIE QUALIFIZIERTE TRIGGER ARBEITEN



State-Qualified [statusqualifiziert] und Wait [warten] (Abb. 7) wird durch die Parameter von Time [Zeit] oder Events [Ereignisse] festgelegt.

Time [Zeit] bestimmt eine Verzögerung ab dem Start des gewünschten Patterns. Nach Ablauf der Verzögerung (timeout) und während das Pattern vorhanden ist, kann ein Trigger auftreten. Die Zeitsteuerung für die Verzögerung wird neu gestartet, wenn das gewählte Pattern beginnt.

Events [Ereignisse] bestimmt eine Mindestzahl von Ereignissen der Triggerquelle. Ein Ereignis wird erzeugt, wenn eine Triggerquelle ihre Triggerbedingungen erfüllt. Beim gewählten Ereignis der Triggerquelle und während das Pattern vorhanden ist, kann ein Trigger eintreten. Die Zählung wird initialisiert und gestartet, wenn das gewählte Pattern beginnt, und dauert an, solange das Pattern vorhanden bleibt. Ist die gewählte Zählziffer erreicht, tritt die Triggerung ein.

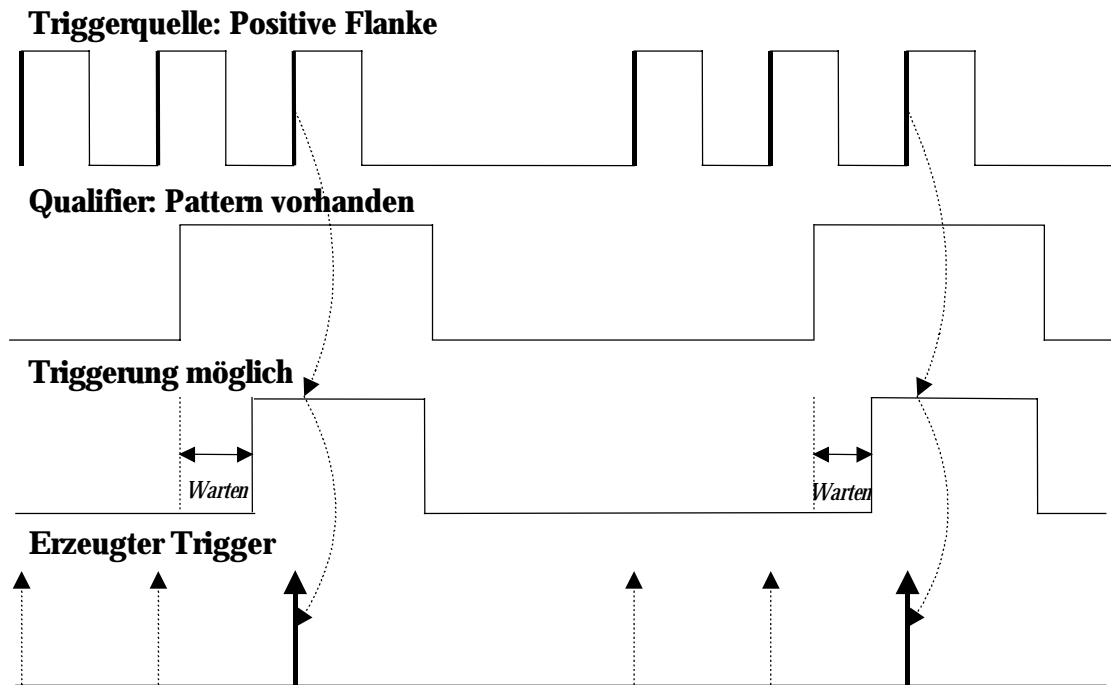


Abbildung 7. State-Qualified und Wait: Triggerung nach dem Timeout [Sperre]. Der gestrichelte, aufwärts gerichtete Pfeil gibt einen möglichen Trigger an, während der fett gedruckte zeigt, wo der tatsächliche Trigger auftritt.

Edge-Qualified [flankenqualifiziert] and Wait [warten] (Abb. 8) ist ebenfalls mit Bedingungen durch Time [Zeit] oder Events [Ereignisse] verknüpft:

Time [Zeit] bestimmt eine Verzögerung ab dem Start des gewünschten Patterns. Nach Ablauf der Verzögerung (timeout) und vor dem Ende des Patterns kann ein Trigger auftreten. Die Zeitsteuerung der Verzögerung wird mit Beginn des gewählten Patterns neu gestartet.

Events [Ereignisse] bestimmt eine Mindestzahl von Ereignissen für die Triggerquelle. Ein Ereignis wird erzeugt, wenn eine Triggerquelle ihre Triggerbedingungen erfüllt. Ein Trigger kann bei dem gewählten Ereignis der Triggerquelle und vor dem Ende des Patterns auftreten. Die Zählung wird initialisiert und gestartet, wenn das gewählte Pattern beginnt, und dauert an, solange das Pattern vorhanden bleibt. Ist die gewählte Zählziffer erreicht, tritt die Triggerung ein.

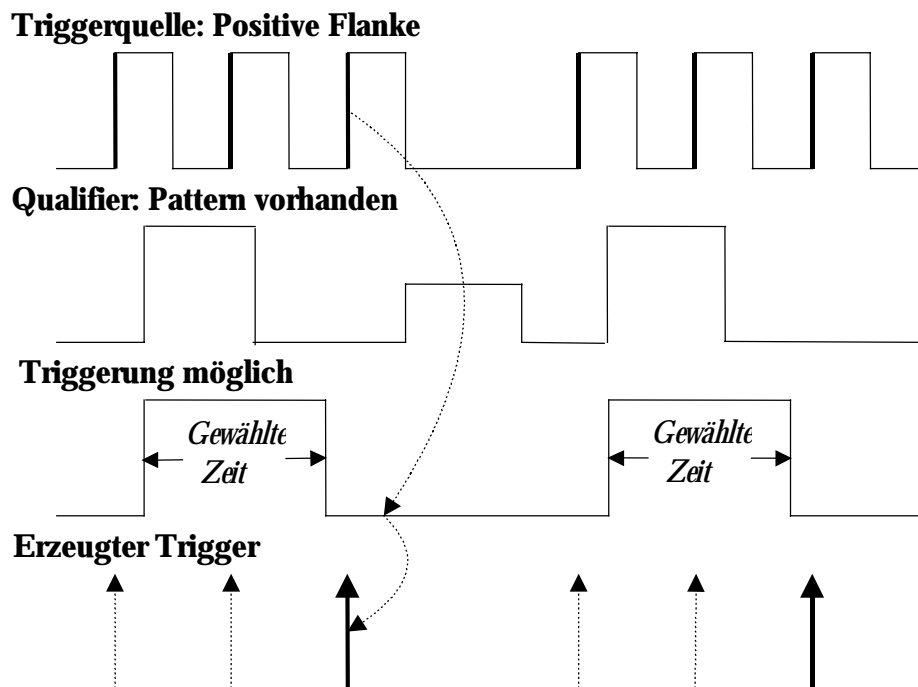

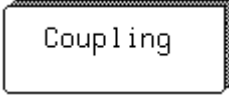



Abbildung 8. Edge-Qualified und Wait: Triggerung nach Ablauf des Timeout [Sperr]. Der gestrichelte, aufwärts gerichtete Pfeil gibt einen möglichen Trigger an, während der fett gedruckte zeigt, wo der tatsächliche Trigger auftritt.

AUF ‚VERLORENE‘ SIGNALE TRIGGERN

Verwenden Sie den Dropout-Trigger, wenn Ihr Signal für eine vorgegebene Zeit verschwindet. Der Trigger wird am Ende der Timeout [Unterbrechung]-Periode erzeugt, die auf den ‚letzten‘ Übergang der Triggerquelle folgt (Abb. 9, Seite 103). Timeouts sind zwischen 25 ns und 20 s einstellbar. Die Dropout-Triggerung spielt eine wesentliche Rolle bei Einzelschuß-Anwendungen — für gewöhnlich mit einer Pretrigger-Verzögerung.

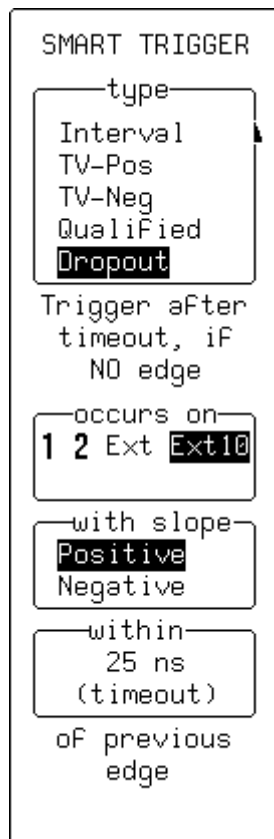
1. Verbinden Sie das zu messende Signal mit Kanal 1.

2. Drücken Sie  für  und richten Sie die Kopplungsart entsprechend der Quellimpedanz ein.

3. Drücken Sie  zweimal, um die Kurve darzustellen. Mit den folgenden Schritten wird die Dropout-Triggerung eingerichtet, um nur die ‚letzte normale‘ Schwingungsdauer des Signals und des transienten Signals zu erfassen.

4. Drücken Sie TRIGGER  und dann  zur Wahl von 

5. Drücken Sie  für  und rufen Sie die Menüs auf der nächsten Seite auf...



Richten Sie mit diesen Menüs den Dropout-Trigger ein.



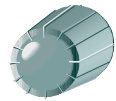
6. Wählen Sie **Dropout**.



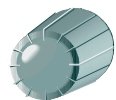
7. Wählen Sie die Triggerquelle.



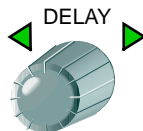
8. Wählen Sie die Flankensteigung.



9. Zur Einstellung des Timeout (Vorgabe: 25 ns).



TIP: Verwenden Sie die Dropout-Triggerung bei der Betrachtung von Signalen auf mehr als einem Kanal (Signale müssen nicht im Triggerkanal betrachtet werden). Zum Triggern bei Verschwinden eines Signals machen Sie das Timeout länger als die Signalperiode. Waverunner triggert nicht, wenn das periodische Signal aktiv ist, da zwei aufeinander folgende Flanken in einer einzelnen Periode auftreten.



10. Drehen Sie zur Einstellung des Triggerpunktes, um die 'letzte normale' Schwingung des Signals darzustellen.

Wenn das Signal verschwindet, triggert der Waverunner.

WIE DROPOUT-TRIGGER FUNKTIONIEREN

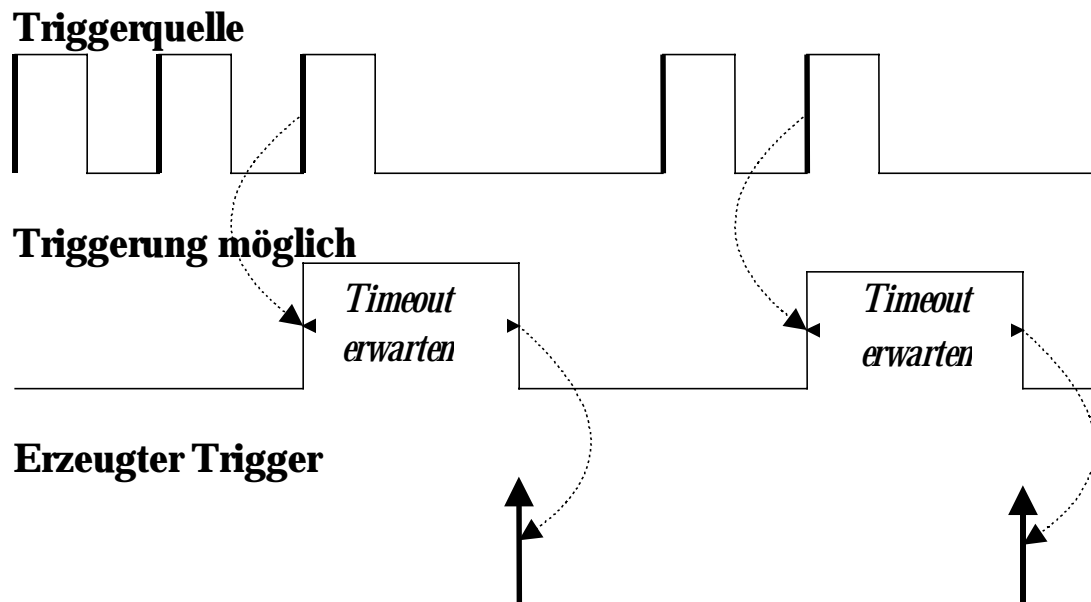


Abbildung 9. Dropout-Trigger: Tritt ein, wenn das Timeout abgelaufen ist. Der fett gedruckte aufwärts gerichtete Pfeil gibt an, wo die Triggerung stattfindet.

AUF TV-SIGNALE TRIGGERN

Die TV-Trigger des Waverunner liefern eine stabile Triggerung bei Standard- oder anwenderspezifischen FBAS-Signalen. Sie können mit PAL-, SECAM- oder NTSC-Systemen eingesetzt werden. Ein FBAS-Signal am Triggereingang wird analysiert, um ein Signal für den Anfang des gewählten Halbbildes— ‚any [beliebig]‘, ‚odd [ungerade]‘ oder ‚even [gerade]‘ — und ein Signal an jedem Zeilenanfang zu liefern. Das Halbbildsignal liefert den Start-Übergang; die Anfänge der Zeilenimpulse werden gezählt, um die endgültige Triggerung auf die gewählte Zeile zu ermöglichen. Jedes Halbbild, jede Nummer eines Halbbildes, die Halbbildrate, der Interlace-Faktor und die Zeilenzahl pro Bild müssen angegeben werden — obwohl für die meisten gebräuchlichen TV-Signaltypen Standard-Einstellungen vorhanden sind. Der TV-Trigger kann auch in einem einfachen ‚jede Zeile‘-Modus funktionieren.

SMART TRIGGER

type

Glitch

Interval

TV-Pos

TV-Neg

Qualified

TV signal on

1 2 Ext Ext10

of Fields

1 2

TV type

Standard

Custom

as

Line/Hz/Int'c

625/60/2:1

trigger on

Line

any

Richten Sie mit diesen Menüs einen TV-Trigger ein.



1. Wählen Sie ‚**TV-Pos**‘ oder ‚**TV-Neg**‘, je nachdem, ob Sie auf eine positive oder negative Flankensteigung triggern wollen.



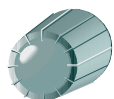
2. Wählen Sie die Triggerquelle.



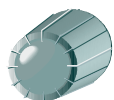
3. Definieren Sie die Halbbild-Nr.: odd [ungerade] oder even [gerade].



4. Wählen Sie ‚**Standard**‘- oder ‚**Custom [Anwender]**‘-TV-Dekodierung.



5. ‚**Standard**‘: Wählen Sie ‚**625/50/2:1**‘ (PAL, SECAM) oder ‚**525/60/2:1**‘ (NTSC). ‚**Custom**‘: Spezifizieren Sie Zeilenzahl, Bildfrequenz und Faktor für das Raster beim Zeilensprung für ungenormte TV-Signale.



6. Legen Sie mit dem Knopf die Zeile fest, auf die getriggert werden soll: Mit ‚any‘ können Sie auf jede Zeilenzahl triggern.

TV-TRIGGER VERWENDEN

Die meisten TV-Systeme haben mehr als zwei Halbbilder. Waverunners verbessertes Verfahren zur Zählung von Halbbildern (FIELDLOCK) ermöglicht eine konsistente Triggerung auf eine gewählte Zeile in einem Halbbild.



Das Nummerierungssystem für Halbbilder ist relativ: Das Oszilloskop triggert auf gerade und ungerade Halbbilder.

625/50/2:1 (PAL- und SECAM-Systeme): Für die meisten Standard-Systeme mit 50 Hz Bildfrequenz. Die Zeilen können im Bereich von 1 bis 626 gewählt werden, wobei Zeile 626 mit Zeile 1 identisch ist.

525/60/2:1 (NTSC-Systeme): Für Standard-NTSC-Systeme mit 60 Hz Bildfrequenz. Die Zeilen können im Bereich von 1 bis 1051 gewählt werden, wobei Zeile 1051 mit Zeile 1 identisch ist.

?/50/?, ?/60/?: Für maximale Flexibilität; es wird keine Konvention für die Zeilenzählung verwendet. Die Zeilenzählung sollte man sich als eine zeilensynchronisierende Impulzzählung vorstellen. Sie umfaßt alle Übergänge der Ausgleichsimpulse. In bestimmten extremen Fällen funktioniert die Wiedererkennung des Halbbildübergangs nicht mehr, so daß nur der Modus ‚any line [beliebige Zeile]‘ zur Verfügung steht.

Die verbesserte Halbbildzählung kann NICHT für RIS-Erfassungen verwendet werden.



KAPITEL NEUN: *Mehr zur Darstellung*


Kapitel 3 zeigte die Einrichtung des Displays und die Verwendung von Persistence [Nachleuchten]. Sehen Sie jetzt, wie Sie noch mehr aus Ihrem Display herausholen.

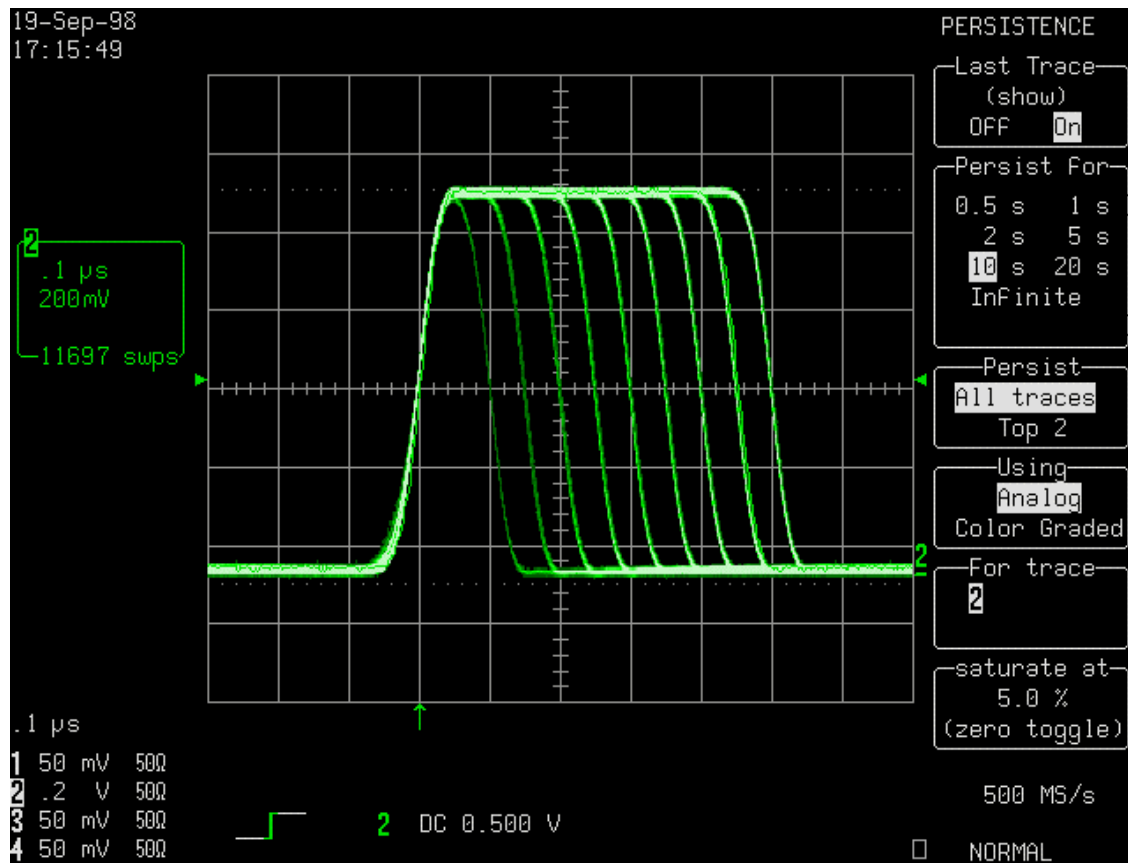
Im folgenden Kapitel erfahren Sie, wie...

- *Analog Persistence [Nachleuchten] funktioniert*
- *Sie verbesserte Mittel für den Einsatz von Farbe verwenden*
- *Sie Ihre Paletten ändern und Farben auswählen*
- *eine XY-Darstellung eingerichtet wird*
- *Cursoren im XY-Display verwendet werden.*

Verwirklichen Sie Ihre Vision

ANALOG
PERSIST

Drücken Sie die grüne  Taste und verwirklichen Sie Ihre Vision der Kurve. Mit den Helligkeitspegeln einer einzigen Farbe stellt die Analog Persistence [Nachleuchten]-Funktion des Waverunners relative Signalintensitäten 'dreidimensional' dar, um damit die zeitliche Entwicklung eines Signals zu offenbaren. Sie erhalten eine *analoge* Ansicht der Kurve mit allen Vorteilen eines Digital-Oszilloskops. Die farblich abgestufte Persistence arbeitet ähnlich unter Verwendung des Farbspektrums zur Wiedergabe der Signalintensität. In beiden Persistence-Modi kann die Darstellung mit der Zeit abklingen oder konstant bleiben.



„Analog Persistence“-Darstellung eines Signals mit Elementen, die nicht gleichzeitig auftreten.

WIE ‚ANALOG PERSISTENCE‘ FUNKTIONIERT



LeCroy's einzigartige ‚Analog Persistence [Nachleuchten]‘-Funktion bietet die Vorteile einer analogen Darstellung in einem DSO (Digital-Speicheroszilloskop). Das Display sieht aus wie ein analoges und ist außerdem noch schnell. Aber es besitzt die Funktionen zur Datenhandhabung, statistischen Analyse und die Flexibilität, die ausschließlich digitalen Geräten eigen sind.

Bei herkömmlichen analogen Geräten sind Datenmanipulationen und direkter Vergleich der Erfassungen praktisch unmöglich. Die Ausführung statistischer Analysen ist schwierig. Allerdings besitzt die Analogtechnik auch gewisse Vorteile. Da eine Analog/Digitalwandlung nicht erforderlich ist, wird die Geschwindigkeit eines Analog-Oszilloskops nur durch die Bandbreite seiner Elektronik begrenzt: Die Signale werden fast ohne Unterbrechungen überwacht. Das Standard-DSO muß die Signale während der Zeit erfassen, welche die Größe seines Erfassungsspeicher erlaubt, und sie dann verarbeiten und darstellen. Die Zeit zur Verarbeitung der Daten der vorhergehenden Erfassung begrenzt normalerweise die Geschwindigkeit eines DSO.

Aber das ‚Analog Persistence‘-DSO ist anders. Es trennt Datenerfassung und Anzeige, wodurch sich das Akkumulieren und Anzeigen neuer Daten beschleunigt. Außerdem ist die Persistence variabel.

Die Anzeige wird durch die wiederholte Abtastung von Ereignisamplituden mit der Zeit und die Akkumulation der erfaßten Daten in dreidimensionalen Darstellungen erzeugt. Diese Darstellungen werden auf den Bildschirm gegeben, um eine analogartige Anzeige zu erzeugen. Eine anwenderspezifische Persistence kann verwendet werden, um zu sehen, wie sich die Darstellung in Abhängigkeit von der Zeit entwickelt. Die statistische Integrität bleibt erhalten, da die Dauer oder das Abklingen proportional zur Persistence-Grundgesamtheit für jede Amplituden- oder Zeitkombination bei den Daten ist. Außerdem bietet das ‚Analog Persistence‘-Oszilloskop eine nach der Erfassung wirksame anwenderspezifische Sättigungseinstellung der Darstellung, wodurch dem Display Einzelheiten entnommen werden können.

Wenn Sie ‚Analog‘ im Menü ‚Using persistence [Nachleuchten verwenden]‘ wählen, ist jedem Kanal und seinen zugehörigen Persistence-Daten eine einzige Farbe zugewiesen. Da die Darstellung von Persistence-Daten auf dem Bildschirm wiedergegeben wird, werden verschiedene Farbschattierungen den Bereichen der Grundgesamtheit zwischen einer minimalen und maximalen Grundgesamtheit zugewiesen. Die maximale Grundgesamtheit erhält automatisch die hellste Schattierung, die kleinste die dunkelste oder die Hintergrundfarbe; dazwischen gibt es zahlreiche Übergänge.

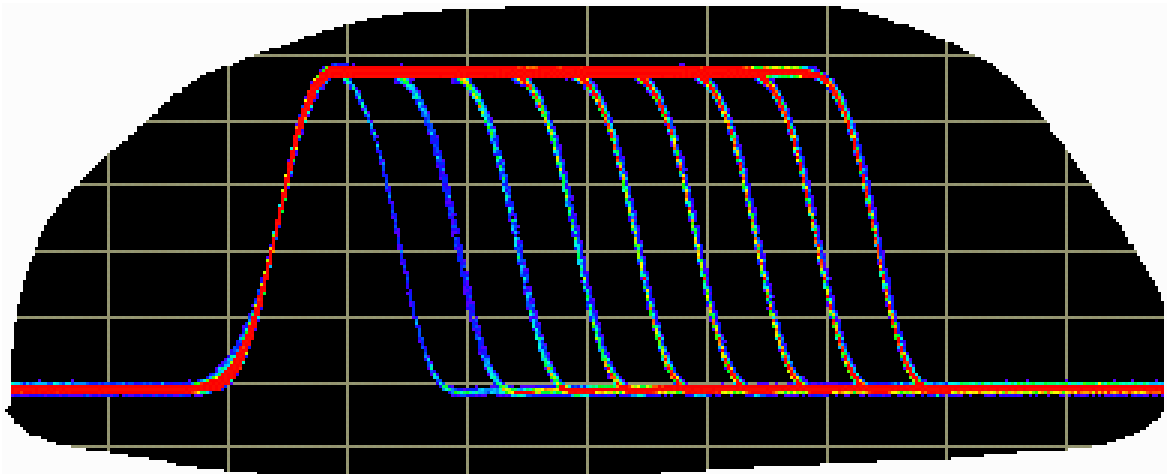
Die Information in den unteren Grundgesamtheiten oder tief unten beim Rauschpegel (eher zufällige Transienten als maßgebende Signale) könnte für Sie mehr von Interesse sein als der Rest. Die Darstellung als Analog Persistence verdeutlicht die Datenverteilung, so daß Sie ihre Einzelheiten leichter beurteilen können.

Sie können einen Sättigungsgrad oder eine Grundgesamtheit als Prozentsatz der maximalen Gesamtheit wählen. Allen Gesamtheiten oberhalb der Sättigungsgesamtheit wird dann die hellste Schattierung zugewiesen: d.h. sie sind gesättigt. Gleichzeitig werden alle Gesamtheiten unterhalb des Sättigungsgrades mit den restlichen Schattierungen von der hellsten bis zur dunkelsten verknüpft.

Datengesamtheiten und ihre angezeigten Schattierungen werden dynamisch aktualisiert, wenn Daten von neuen Erfassungen akkumuliert werden.

FARBBLICH ABGESTUFTE PERSISTENCE ANZEIGEN


Die farblich abgestufte Persistence folgt den gleichen Prinzipien wie die analoge Persistence, verwendet aber nicht eine, sondern mehrere Farben zur Darstellung der Signalintensität. Wenn Sie ‚Color Graded [farblich abgestuft]‘ im Menü ‚Using persistence‘ wählen, verwendet Waverunner anstatt der Helligkeit einer einzelnen Farbe wie beim ‚Analog Persistence‘-Display ein Farbspektrum von rot bis violett zur Anzeige der Persistence.



Dieselbe Kurve wie auf Seite 107, hier abgebildet unter Verwendung von farblich abgestufter Persistence, zeigt die Persistence-Kurve in einem Spektrum von Farben anstatt in Schattierungen einer einzigen Farbe.

Gestalten Sie Ihr Display farbig

Gestalten Sie Ihr Waverunner-Display — Ihre ‚Leinwand‘ — nach Ihren eigenen Vorstellungen und nutzen Sie eine Reihe von Hilfsmitteln, Techniken und Farbzusammenstellungen.

1. In der Gruppe DISPLAY SETUP (siehe Kapitel 3, *Darstellung Ihres Signals*) drücken Sie  für ‚More Display Setup [Erweitertes Display-Setup]‘ zum Aufruf dieser Menüs.

MORE DISPLAY

Screen
Saver Setup

Color Scheme

1 2 3 4 5 6

U1 U2 U3 U4

CHANGE
COLORS

Full Screen

OFF On

Trace color

Opaque

Transparent

Measure Gate
(highlight)

OFF On

Data Points

Normal

Bold

2. Ändern Sie mit ihnen die Farbzusammenstellungen und verwenden Sie verbesserte Werkzeuge zur Handhabung der Farben.



Zur Aktivierung des Bildschirmschoners. Siehe *Grundlagen*.



Wählt eine Voreinstellung (**1–6**) oder eine eigenen Farbzusammenstellung (**U1–U4**). Bei einer eigenen Zusammenstellung erscheint untenstehendes Menü. Wählt auch ein Schema zum Kopieren; s. folg. Seite.



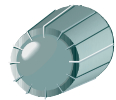
Zum Zugang zu den Menüs CHANGE COLORS. Siehe nächste Seite.



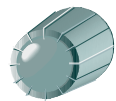
Schaltet ‚Full Screen‘ **On** [Ein]‘ und dehnt das Gitter zum Füllen des ganzen Schirms; mit **Off** [Aus]‘ zurück zur Normaldarstellung.



Zur Wahl des **Opaque** [undurchlässig]‘- oder **Transparent**‘-Modus, in dem Objekte stets sichtbar sind. Überlappende Bereiche unterscheiden sich durch eine neue, nur einmal vorkommende Farbe.



Zur Aktivierung der ‚Measure Gate‘-Funktion. Weniger interessante Objekte mit der Farbe ‚Neutral‘ werden automatisch in eine Zone außerhalb geleitet. Objekte *innerhalb* dieser Zone erscheinen somit deutlicher.



Zur Anzeige von Daten, erfaßten Werten oder Punkten in **Normal**‘- oder **Bold** [fett]‘-Darstellung.

RETURN



Im Modus ‚Full Screen [Vollbildanzeige]‘ werden alle Menüs vom Bildschirm entfernt. Die Menüs erscheinen wieder, wenn eine beliebige, dunklere, beschriftete Taste auf der Frontplatte gedrückt wird.

ÄNDERN SIE IHRE PALETTE

3. Drücken Sie  für 'Change Colors [Farben ändern]' und verwenden Sie diese Menüs, um...

CHANGE COLORS
in user color
scheme U1

Copy From
1 2 3 4 5 6
U1 U2 U3 U4

COPY SCHEME
1 to U1

Change
Trace 1
Trace 2
Trace 3
Trace 4
Trace A

color to
Yellow
Green
Blue
Red
Light Gray

...eine eigene Farbzusammenstellung zu erzeugen... Farben mit Kurven, Gittern oder anderen Bildschirmobjekten zu verbinden... eine vorgegebene Zusammenstellung in eine eigene zu kopieren...



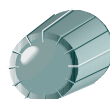
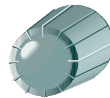
RETURN



Zur Wahl einer vorgegebenen (**1-6**) oder eigenen (**U1-U4**) Farbzusammenstellung und zum Kopieren in eine andere Benutzer-Zusammenstellung. Damit schaffen Sie sich leicht eigene Paletten.

Zum Kopieren der in obigem Menü gewählten Zusammenstellung in die eigene Farbzusammenstellung, die im Menü für die Zusammenstellung von Farben auf der vorhergehenden Seite ausgewählt wurde.

Zur Wahl des angezeigten Objektes, dem eine Farbe mit Hilfe des untenstehenden Menüs (siehe nächste Seite) zugewiesen werden soll.



Zur Wahl der Farbe, die dem im Change [ändern]-Menü gewählten Objekt zugeordnet werden soll (siehe Seite 113).

Zurück zu den MORE DISPLAY-Menüs.

FARBEN MIT ,ON-SCREEN'-OBJEKTEN VERBINDEN



Background — Hintergrundfarbe des gesamten Anzeigebereichs

Trace 1...4 — die Farbe, die Spuren zugeordnet ist, die Kanal 1, 2 oder 3 oder 4 anzeigen

Trace A...D — die Farbe, die Spur A, B, C oder D zugeordnet ist

Grid — vom Hersteller vorgegebene Farbe des Gitterrasters

Text — die Farbe, die Menüs, Erfassungsstatus und Messungen aus mehreren Quellen zugeordnet ist

Cursors — die Farbe, die Cursors zugewiesen ist

Warnings — die Farbe, die Fehler- und Warnmeldungen zugeordnet ist

Neutral — die Farbe, die als neutral festgelegt wurde (beliebige Farbe der Benutzerpalette) zum Erhellen der Sondermeßzone

Overlays — die Farbe, die den Menüs zugeordnet ist, die das Gitterraster im ,Full Screen [Vollbild]'-Modus überlagern.

ZUR AUSWAHL DER FARBEN

Wählen Sie aus dieser Farbgalerie Ihre eigenen Paletten U1, U2, U3 und U4.



TIP: Entwerfen Sie eigene Farbpaletten: für Kurvenspuren, Gitterraster, Text und Menüs, Cursors, neutral, Hintergrund, Warnungen und Overlays. Siehe vorherige Seite.



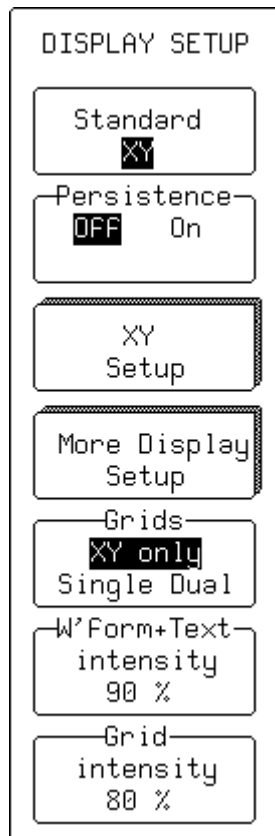
XY-Darstellung einrichten

Die XY-Darstellung ist für Kanalspuren, bei denen die Zeit- oder Frequenzspannweite (Zeit/div) ausgedrückt in derselben Horizontaleinheit, in Sekunden oder Hertz gleich ist. Bei der XY-Darstellung gibt es drei spezielle Gittertypen: XY Only [allein], XY Single [einzeln] und XY Dual wie auf der nächsten Seite gezeigt.

DISPLAY

1. Drücken Sie  zum Aufruf der DISPLAY SETUP-Menüs.

2. Drücken Sie  zur Wahl von ‚XY‘ im oberen Teil des Menüs wie unten gezeigt.



3. Richten Sie mit diesen Menüs Ihre XY-Darstellung ein und greifen Sie sofern erforderlich auf weitere Menüs zur Einrichtung des Display zu.



Zur Wahl von ‚Standard‘ oder ‚XY‘.



Zum Ein- oder Ausschalten der Persistence. Oder drücken Sie



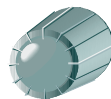
Zum Aufruf der XY-Persistence-Menüs: Wahl der analogen oder farblich abgestuften Persistence und der Persistence-Sättigung im XY-Display.



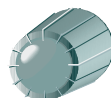
Zum Aufruf weiterer Menüs zur Einrichtung des Displays. Siehe S. 110.



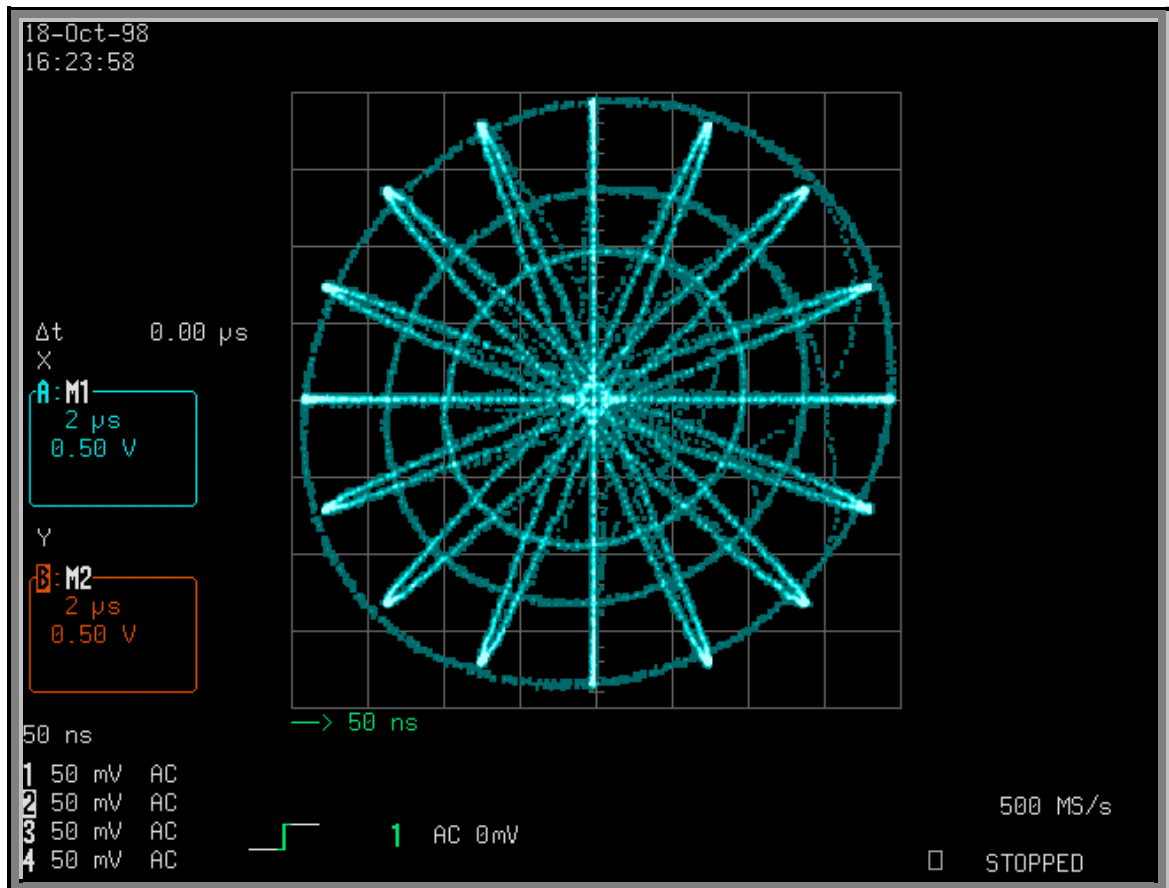
Zur Wahl von Gittertyp und -anzahl. Siehe nächste Seite.



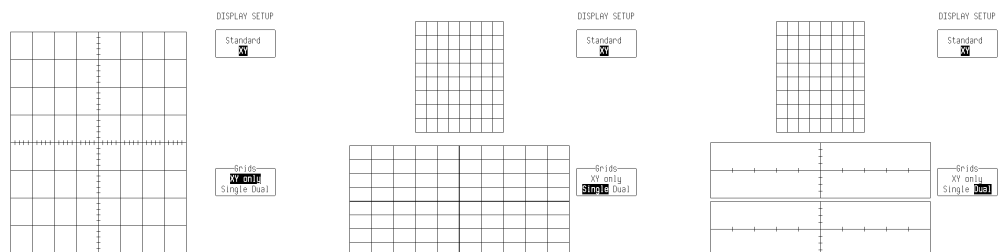
Zur Justierung der Helligkeit von Text und Kurve mit dem Knopf. Für Rückkehr zur Vorgabe: Knopf drücken.



Einstellung der Gitterrasterintensität allein mit dem Knopf. Gitter können aufgehellt oder mit angezeigten Kurvenspuren vermischt werden. Zum Aufruf der vom Hersteller vorgegebenen Intensität: Knopf drücken.



,Analog Persistence'-Vektordiagramm im ,XY-Only' Gitterraster. Unten: Gitterraster für: XY Only, Single und Dual.



CURSOREN IM XY-DISPLAY

Cursoren im XY-Display verhalten sich anders (Nähere Information über Cursoren allgemein finden Sie in Kapitel 4, Wahl eines Meßmittels).



Bei absoluten Amplituden-Cursoren handelt es sich um horizontale und vertikale Balken, die sich auf- und abwärts und von einer Seite des Schirms zur anderen verschieben lassen. Bei relativen Amplituden-Cursoren im XY-Display handelt es sich um Balkenpaare, die sich in gleicher Weise bewegen.

Absolute und relative Zeit-Cursoren verhalten sich im XY-Display ebenso wie im Standard-Display.

Kombinationen der Amplitudenwerte werden auf der linken Seite des Gitterrasters von oben nach unten in folgender Reihenfolge angegeben:

*„ ΔY -Wert / ΔX -Wert“: **Verhältnis***

*„ $20 * \log 10$ (Verhältnis)“: **Verhältnis in dB***

*„ ΔY -Wert * ΔX -Wert“: **Produkt***

*„ $\phi = \arctan (\Delta Y / \Delta X)$ Bereich $[-180^\circ$ bis $+180^\circ]$ “: **Winkel (polar)***

*„ $r = \sqrt{\Delta X * \Delta X + \Delta Y * \Delta Y}$ “: **Radius (Abstand vom Ursprung).***

Die Definition von ΔX und ΔY hängt vom verwendeten Cursor ab. Untenstehende Tabelle zeigt, wie ΔX und ΔY für die verschiedenen Meßarten mit Cursors definiert sind.



| XY-CURSOREN | | | | | |
|-------------|----------------|-----------------------|----------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | A_{Abs} | A_{Rel} | T_{Abs} | | T_{Rel} |
| | | | Org = (0,0) | Org = $V_{XOffset}$ $V_{YOffset}$ | |
| ΔX | $V_{XRef} - 0$ | $V_{XDif} - V_{XRef}$ | $V_{XRef} - 0$ | $V_{XRef} - V_{XOffset}$ | $V_{XDif} - V_{XRef}$ |
| ΔY | $V_{YRef} - 0$ | $V_{YDif} - V_{YRef}$ | $V_{YRef} - 0$ | $V_{YRef} - V_{YOffset}$ | $V_{YDif} - V_{YRef}$ |

Dabei gilt:

A_{Abs} : Absolute Amplituden-Cursoren

A_{Rel} : Relative Amplituden-Cursoren

T_{Abs} : Absolute Zeit-Cursoren

T_{Rel} : Relative Zeit-Cursoren

Org: Ursprung

V_{Xref} : Spannung des Referenz-Cursors auf der X-Kurvenspur

V_{Yref} : Spannung des Referenz-Cursors auf der Y-Kurvenspur

V_{Xdif} : Spannung des Differenz-Cursors auf der X-Kurvenspur

V_{Ydif} : Spannung des Differenz-Cursors auf der Y-Kurvenspur



KAPITEL ZEHN: *Komplexe Rechenfunktionen einsetzen*








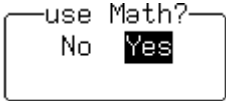



Sie haben die Verwendung der Waverunner-Rechenfunktionen kennengelernt. Nehmen Sie nun tieferen Einblick in die Kurvenverarbeitung und setzen Sie die erweiterten Rechenfunktionen des Oszilloskops ein...

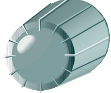
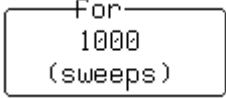
Im folgenden Kapitel erfahren Sie, wie Sie...

- *Extremwert-Kurven verarbeiten*
- *Filter einsetzen, um eine erhöhte Auflösung zu erreichen*
- *Ihre Kurve neu skalieren*
- *mehr aus der FFT herausholen*
- *eine Rechenfunktion verwenden*
- *Parameter-Trends plotten.*

Extremwert-Kurven berechnen

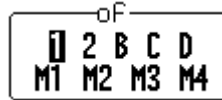
Mit Extremwerten können Sie die Hüllkurve zahlreicher Sweeps betrachten. Ihr Waverunner vergleicht wiederholt die Maxima (Dach) und Minima (Boden) Ihrer neuen Kurven mit den bereits akkumulierten Extremwerten. Wenn ein gegebener Datenpunkt einer neuen Kurve größer als der zugehörige Dach-Wert oder kleiner als der Boden-Wert eines Datensatzes ist, wird der neue Wert gegen den alten ausgetauscht. Somit akkumuliert Waverunner die Maximum- und Minimum-Hüllkurve aller Datensätze der Kurve.

1. Drücken Sie  zur Wahl von CHANNEL 1 und rufen Sie die Waverunner-Hauptmenüs auf.
2. Drücken Sie  für .
3. Drücken Sie  zum Aufruf und zur Einrichtung von Kurvenspur A.
3. Drücken Sie  für .
5. Drücken Sie  zur Wahl von  und rufen Sie die Menüs für ‚SETUP OF A‘ auf.
6. Drücken Sie dann  zur Wahl von ‚**Extrema**‘ im ‚Math Type‘-Menü.
7. Drücken Sie  für 

TIP: Sie können die Darstellung der Hüllkurve jederzeit ändern, ohne die gesammelten Daten zu beeinflussen.
8. Drehen Sie den oberen  zur Wahl der Anzahl der Sweeps: .

‚**Envelope**‘ zeigt die Hüllkurve vollständig, während ‚**Floor** [Boden]‘ und ‚**Roof** [Dach]‘ nur die unteren und oberen Teile der Hüllkurve zeigen. Bei Änderung dieser Einschränkungen wird die Analyse nicht neu gestartet.

9. Drücken Sie  zur Wahl der Kurvenspur der Quelle:



MIT EXTREMWERTEN ARBEITEN

Ihr Waverunner-Oszilloskop unterbricht die Akkumulation, wenn die gewählte Maximalzahl der Sweeps erreicht ist. Sie können diesen Vorgang unterbrechen, wenn Sie den Triggermodus von NORMAL auf STOP ändern (durch Drücken der STOP-Taste) oder indem Sie die Funktionsspur ausschalten. Die Akkumulation wird fortgesetzt, wenn Sie die entgegengesetzte Aktion ausführen.



Setzen Sie die gegenwärtig akkumulierte Extrem-Kurve zurück, indem Sie entweder CLEAR SWEEPS drücken oder einen Parameter wie Verstärkung, Offset, Kopplungsart, Triggerbedingung oder Ihre Zeitbasis oder Bandbreitengrenze ändern. Waverunner zeigt die Anzahl der gegenwärtig akkumulierten Kurven im abgebildeten Kennzeichnungsfeld der Kurvenspur der Zoomkurve, für welche die Extremwertfunktion ausgeführt wird, an. Sie können Datensätze für Dach und Boden einzeln oder gemeinsam darstellen.





Wenn die Maximalzahl der Sweeps erreicht ist, können Sie die Akkumulation fortsetzen, indem Sie einfach den Wert im ‚SETUP for‘-Menü ändern. Lassen Sie jedoch die übrigen Parameter unverändert, da andernfalls die Berechnung neu gestartet wird.

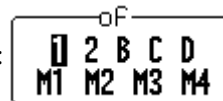
TIP: Waverunner vermeidet Geschwindigkeitsbeeinträchtigungen, indem er eine bestimmte Rechenfunktion nur verarbeitet, wenn die Kurvenspur für diese Funktion eingeschaltet ist. Abgesehen davon kann die Kurvenverarbeitung selbst Zeit in Anspruch nehmen, wenn viele Datenpunkte vorhanden sind. Senken Sie diese Verzögerung, indem Sie die Anzahl der in der Rechenoperation verwendeten Datenpunkte beschränken. Waverunner verarbeitet den jeweils n. Punkt der gesamten Kurve — wobei n von der Zeitbasis und der gewünschten Höchstzahl von Punkten abhängig ist; dabei ist der erste verwendete Datenpunkt immer der Datenwert am linken Rand des Displays.



Einheiten neu skalieren und zuweisen

Mit dieser fortschrittlichen Rechenfunktion können Sie einen Multiplikationsfaktor (a) und eine Additionskonstante (b) auf Ihre Kurve anwenden. Dabei bleibt Ihnen, abhängig von Ihrer Anwendung, die Wahl der Einheit.

1. Führen Sie folgende Schritte zur Einrichtung von Rechenoperationen in den Kurvenspuren A, B, C oder D aus.
2. Drücken Sie  zur Wahl von ‚Rescale [neu skalieren]‘ im Menü ‚Math Type‘.
3. Wählen Sie ‚a‘ oder ‚b‘ aus dem nächsten Menü unterhalb von ‚Math type‘.
4. Drücken Sie  für Mantisse, Exponent oder Stellenzahl; drehen Sie  zur Wahl des Wertes.
5. Falls erwünscht können Sie zurückgehen und ‚units [Einheiten]‘ wählen. Im neuen Menü können Sie eine Einheit für Ihren gewählten Wert festlegen, z.B. Amps, Celsius, Hertz, decibels, Kelvin, Ohms, Volts und Watts.
6. Drücken Sie  zur Wahl der Quellenspur zum Filtern:



MITTELWERTBILDUNG: SUMMIERT ODER KONTINUIERLICH (OPTION)

Die *summierte Mittelwertbildung* ist eine wiederholte Addition mit gleicher Gewichtung der folgenden Datensätze der Quellkurve. Bei einer stabilen Triggerung besitzt der resultierende Mittelwert ein statistisches Rauschen, das geringer ist als bei einem Einzelschuß-Datensatz. Bei Erreichen der maximalen Sweepzahl wird die Mittelung abgebrochen.




Eine noch größere Anzahl kann einfach durch Änderung der Zahl im Menü akkumuliert werden. Die übrigen Parameter müssen unverändert bleiben, sonst beginnt die Mittelung von vorn. Die Mittelwertbildung läßt sich durch Umschalten des Triggermodus von NORM auf STOP oder durch Ausschalten der aktiven Kurvenspur abbrechen. Waverunner setzt die Mittelung fort, wenn Sie obige Aktionen entgegengesetzt ausführen. Das akkumulierte Mittel wird durch CLEAR SWEEP oder Ändern eines Erfassungsparameters wie Eingangsverstärkung, Offset, Kopplung, Triggerbedingung, Zeitbasis oder Bandbreitenbegrenzung zurückgesetzt. Die Anzahl der gegenwärtig gemittelten Kurven der Funktion oder ihre Dehnung wird im Kurvenkennzeichnungsfeld der Spur angegeben. Bei der summierten Mittelwertbildung wird das Display langsamer aktualisiert — etwa einmal pro 1,5 s — um die Geschwindigkeit der Mittelwertbildung zu erhöhen (Punkte und Ereignisse pro Sekunde).

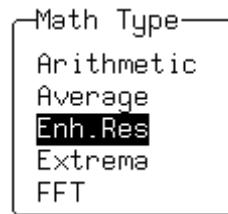
Die kontinuierliche Mittelwertbildung ist die wiederholte Addition mit ungleicher Gewichtung der folgenden Datensätze der Quellkurve. Sie ist besonders zur Beseitigung von Störungen bei Signalen geeignet, die sich mit der Zeit oder ihrer Amplitude nur langsam verändern. Die zuletzt erfaßte Kurve hat eine höhere Gewichtung als alle bisherigen: Die kontinuierliche Mittelung wird von den statistischen Schwankungen der zuletzt erfaßten Kurve dominiert. Das Gewicht der ‚alten‘ Kurven tendiert allmählich (exponentiell) gegen Null, und zwar mit abnehmender Geschwindigkeit bei zunehmender Gewichtung.

Verbesserte Auflösung

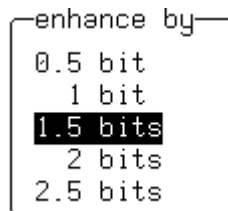
ERES (Enhanced Resolution [verbesserte Auflösung])-Filterung erhöht die Vertikalauflösung und ermöglicht damit die Unterscheidung dicht beieinander liegender Spannungspegel. ERES ist vergleichbar mit der Signalglättung durch ein einfaches Filter für gleitende Mittelwertbildung. ERES ist jedoch bezüglich Bandbreite und Durchlaßbereich viel effektiver. Verwenden Sie ERES bei Einzelschuß-Kurven oder wenn sich die Daten langsam wiederholen — wenn eine Mittelung nicht möglich ist. ERES reduziert Störungen, wenn das Signal deutlich gestört ist und keine Störsignalmessungen erforderlich sind. Verwenden Sie ERES bei hochgenauen Spannungsmessungen: z.B. Dehnen mit hoher Vertikalverstärkung.

1. Befolgen Sie die Schritte zur Einrichtung von Rechenfunktionen in Kurvenspur A, B, C oder D.

2. Drücken Sie dann  für “**Enh. Res**” im Menü ‚Math Type‘:

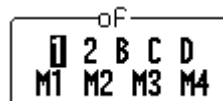


3. Drücken Sie  zur Wahl von z.B. ‚1.5 bits‘ in



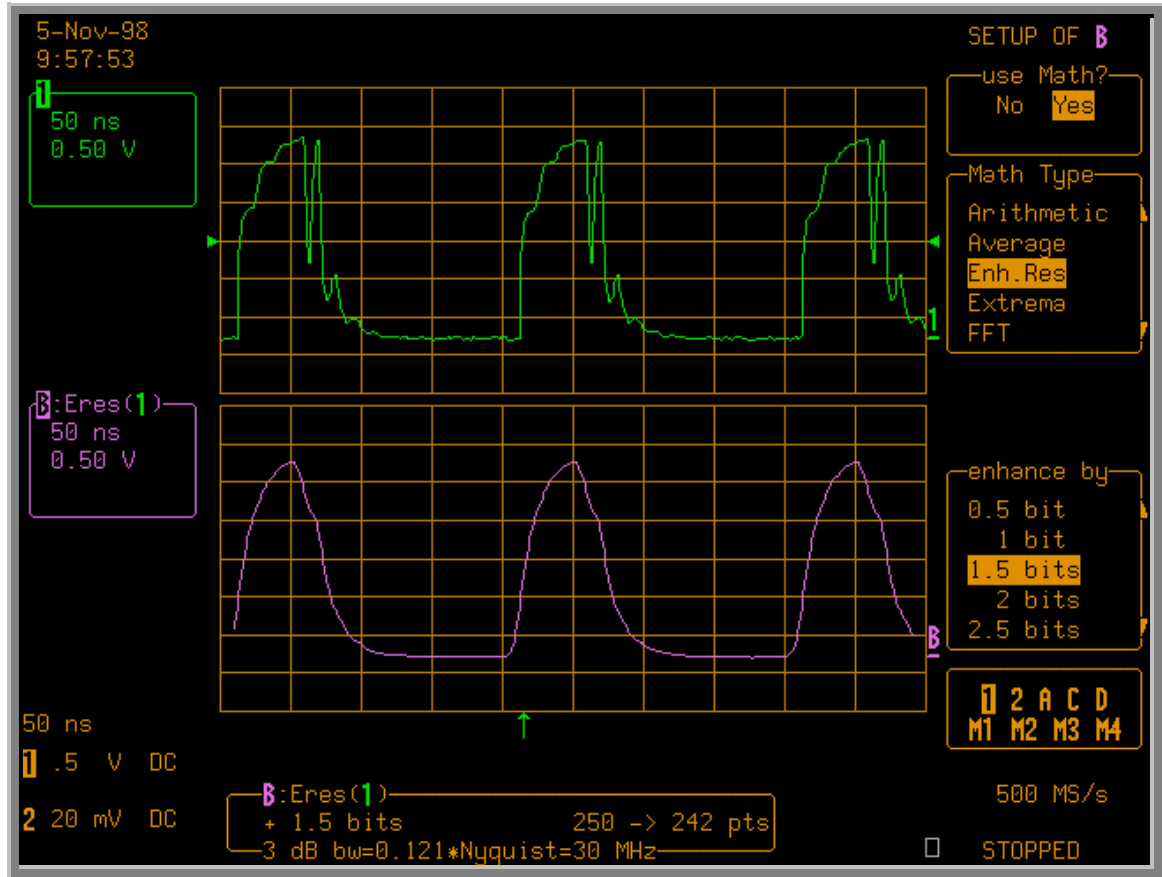
Mit diesem Menü können Sie ein Filter wählen, das die Auflösung des angezeigten Signals von einem bis drei Bits in Schritten von 0,5 bit verbessert.

4. Drücken Sie  zur Wahl der Quellspur für die Filterung:



Ergebnis: Siehe Abb. auf folg. Seite...

TIP: Je nach Erfassungsgeschwindigkeit können Waverunner-Digitalfilter die Bandbreite beeinflussen. Falls Sie Bandbreite bei niedrigen Zeitbasen benötigen, verwenden Sie die Mittelwertbildung mit sich wiederholender Abtastung.



Der Glitch in der oben angezeigten Kurve wurde durch ERES deutlich beseitigt: Das Ergebnis ist die Kurve im unteren Gitter. Das Kennzeichnungsfeld für Spur B gibt hierzu eine gefilterte Kurve an. Das Informationsfeld unter dem Gitter zeigt, daß Spur A eine ERES-Funktion von Kanal 1 ist, die Kurve um 1,5 Bit verbessert wurde und die Filterung die Anzahl der Punkte von 250 auf 242 (siehe Hinweis auf Seite 125) und die Bandbreite auf 30 MHz reduziert hat.

WIE WAVERUNNER DIE AUFLÖSUNG ERHÖHT

Waverunners Funktion zur Erhöhung der Auflösung verbessert die Vertikalauflösung für jedes Filter um einen festen Betrag. Dieser reale Anstieg in der Auflösung tritt unabhängig davon ein, ob das Signal verrauscht oder ein Einzelschuß oder periodisch ist. Die erreichte Verbesserung des Störabstands (SNR) hängt von der Form der Störung im ursprünglichen Signal ab. Die Filterung für die erhöhte Auflösung verringert die Signalbandbreite, indem sie einige der Störungen ausfiltert.



Waverunners Filter mit konstanter Phase, FIR (Finite Impulse-Response) bieten schnelle Rechenoperationen, ausgezeichnete Auflösung in Stufen von 0,5 bit und eine minimale Bandbreitenreduzierung für Verbesserungen der Auflösung zwischen 0,5 und 3 bit. Jede Stufe entspricht einer Bandbreitenreduzierung um den Faktor 2. Die Parameter der 6 Filter enthält nachstehende Tabelle.

| AUFLÖSUNG ERHÖHT UM | -3 dB BANDBREITE (× NYQUIST) | FILTERTIEFE (SAMPLES) |
|------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 0,5 | 0,5 | 2 |
| 1,0 | 0,241 | 5 |
| 1,5 | 0,121 | 10 |
| 2,0 | 0,058 | 24 |
| 2,5 | 0,029 | 51 |
| 3,0 | 0,016 | 117 |

Bei Tiefpaßfiltern hängt die tatsächliche Verbesserung des Rauschabstands vom Leistungsdichtespektrum des Rauschens ab.

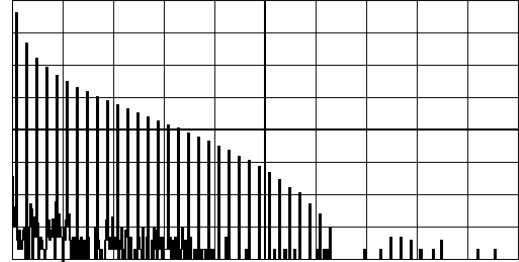
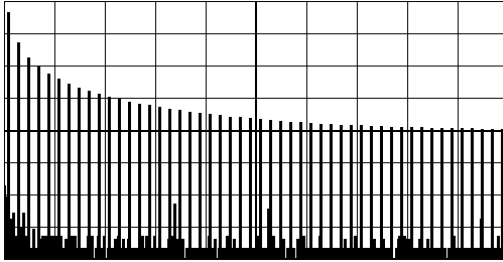
Die Verbesserung des SNR entspricht der Verbesserung in der Auflösung, wenn es sich um weißes Rauschen handelt — gleichmäßig über das Frequenzspektrum verteilt.

Wenn die Rauschleistung zu hohen Frequenzen hin verschoben wird, ist die Verbesserung des SNR größer als die Verbesserung der Auflösung.

Das Gegenteil kann gelten, wenn sich das Rauschen zu den unteren Frequenzen verschiebt. Die SNR-Verbesserung infolge der Entfernung kohärenter Störsignale — z.B. Durchschlagen von Taktfrequenzen — wird durch die Dämpfung der dominanten Frequenzanteile des Signals im Durchlaßbereich bestimmt. Dies läßt sich mit der Spektralanalyse leicht bestätigen. Die Filter zeigen einen hochkonstanten Null-Phasengang. Das bietet doppelten Vorteil: Erstens verzerren die Filter nicht die relative Position verschiedener Ereignisse in der Kurve, auch wenn der Frequenzgehalt des Ereignisses unterschiedlich ist. Zweitens kann die normalerweise mit einer Filterung verbundene Verzögerung (zwischen Eingang und Ausgang) exakt durch Anwendung von Rechenoperationen auf die gefilterte Kurve kompensiert werden, da die Kurven gespeichert sind.

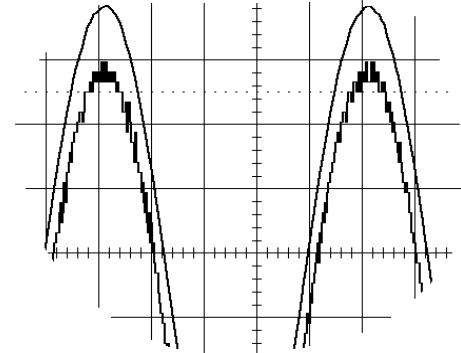
Die Filter besitzen eine exakt gleiche Verstärkung bei niedrigen Frequenzen. Eine verbesserte Auflösung darf somit keinen Überlauf bewirken, wenn bei der Quelle kein Überlauf vorhanden ist. Wäre bei einem Teil der Quellkurve ein Überlauf existent, wäre eine Filterung dennoch zulässig, aber die Ergebnisse in der Nähe der Überlaufdaten wären inkorrekt. Der Grund liegt darin, daß in manchen Fällen ein Überlauf aus einer Spitze von nur ein oder zwei Abtaswerten besteht und die Energie in dieser Spitze für eine deutliche Beeinflussung der Ergebnisse nicht ausreicht.

Die Beispiele auf der folgenden Seite illustrieren, wie Sie die Funktion zur Verbesserung der Auflösung des Waverunners einsetzen können.

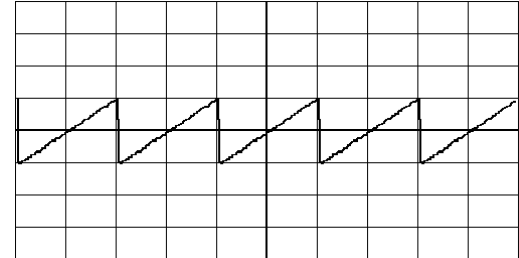
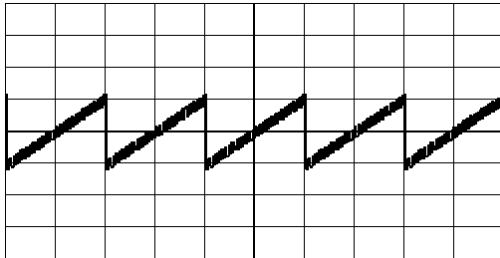


Bei Tiefpaßfiltern: Das Spektrum eines Rechtecksignals vor (oben links) und nach (oben rechts) Ausführung der Funktion für verbesserte Auflösung. Das Ergebnis zeigt deutlich, wie das Filter Anteile höherer Frequenz unterdrückt. Je besser die Auflösung ist, desto geringer wird die resultierende Bandbreite.

Verbesserung der Vertikalauflösung: Beim Beispiel rechts wurde die untere (,innere') Spur wesentlich durch die Funktion zur Erhöhung der Auflösung (3 bit) verbessert.



Störunterdrückung: Untenstehendes Beispiel zeigt die erhöhte Auflösung eines gestörten Signals. Die Originalspur (unten links) wurde mit einem 2-bit-Filter für erhöhte Auflösung verarbeitet. Das Ergebnis (unten rechts) zeigt eine ,glatte' Spur, bei der die meisten Störungen entfernt wurden.






Hinweis: Die erhöhte Auflösung kann nur die Auflösung einer Spur verbessern; sie kann nicht die Genauigkeit oder Linearität der Original-Quantisierung verbessern. Der Durchlaßbereich bewirkt eine Signaldämpfung für Signale nahe der Grenzfrequenz. Die höchsten durchgelassenen Frequenzen können leicht gedämpft sein. Führen Sie die Filterung an endlichen Datensätzen aus. Am Anfang und Ende der Kurve gehen Daten verloren: nach dem Filtern ist die Spur etwas kürzer. Die Zahl der verlorenen Abtastpunkte entspricht genau der Länge der Impulsantwort des verwendeten Filters — zwischen 2 und 117 Abtastwerten. Normalerweise fällt dieser Verlust — 0,2 % einer Spur mit 50.000 Punkten — überhaupt nicht auf. Aber möglicherweise filtern Sie einen Datensatz so kurz, daß keine Daten ausgegeben werden. In diesem Fall erlaubt Waverunner Ihnen allerdings nicht die Verwendung der ERES-Funktion.

Mehr aus der FFT herausholen

In Teil 1 (Kapitel 5, *Rechenfunktionen einsetzen*) haben wir die Verwendung der FFT diskutiert, um Signale in der Frequenzdomäne zu betrachten und zu messen. Sehen Sie jetzt, wie die optionale FFT-Mittelung und die FFT-Spannweite zur Erhöhung der Auflösung eingesetzt werden. Außerdem erhalten Sie wertvolle Hinweise...

FFT-MITTELWERTBILDUNG AUSFÜHREN

1. Befolgen Sie die Schritte zur Einrichtung von Rechenfunktionen in Kurvenspur A, B, C oder D.
2. Drücken Sie  zur Wahl von **FFT AVG** [FFT-Mittelwertbildung] aus dem Menü **Math Type**.
3. Drücken Sie  zur Wahl einer FFT-Funktion für die Mittelung. Wählen Sie z.B. **Power Spect** [Leistungsdichtespektrum]. Sie können nun eine Funktion als Leistungsmittelwert der FFT-Spektren, berechnet von einer anderen FFT-Funktion, definieren.
4. Drücken Sie  zum Rücksetzen der FFT-Mittelung und geben Sie die Zahl der gegenwärtig akkumulierten Kurvenformen im Kurvenkennzeichnungsfeld der Math-Kurvenspur oder ihre Dehnung an.

Bei der Verwendung von FFT oder FFT-Mittelung zeigt das Speicherstatus-Feld unter dem Gitter die Kurvenparameter an.

C: PS(AVG(B))
Power Spectrum 10000 -> 2500 pts

WEITERE VERARBEITUNGEN

Sie können weitere Rechen- und Kurvenverarbeitungsfunktionen wie Mittelwertbildung oder Arithmetik vor einer FFT durchführen. Wenn z.B. ein stabiler Trigger vorhanden ist, können Sie eine Mittelwertbildung in der Zeitdomäne realisieren, um das weiße Rauschen im Signal zu reduzieren.

TIP: Zur Erhöhung des FFT-Frequenzbereichs — die Nyquist-Frequenz — steigern Sie die effektive Abtastfrequenz durch Erhöhung der Maximalzahl der Punkte oder Verwendung einer schnelleren Zeitbasis.

Zur Erhöhung der FFT-Frequenzauflösung verlängern Sie die Satzlänge der Kurve in der Zeitdomäne durch Verwendung einer langsameren Zeitbasis.

CURSOREN MIT DER FFT VERWENDEN

Bewegen Sie den Absolutzeit-Cursor in die Frequenzdomäne, um Amplitude und Frequenz des Datenpunktes auszulesen. Dazu müssen Sie den Cursor über den rechten Rand einer Kurve der Zeitdomäne hinausbewegen. Verschieben Sie dann die Relativzeit-Cursoren in die Frequenzdomäne, um die Differenz von Frequenz und

Amplitude zwischen den beiden Punkten in jeder Kurvenspur der Frequenzdomäne zugleich anzuzeigen. Verwenden Sie den Absolutspannungscursor zum Lesen des Absolutwertes eines Punktes in einem Spektrum in den zugehörigen Einheiten. Justieren Sie Relativspannungscursoren zur Anzeige der Differenz zweier Pegel in jeder Kurvenspur.

Hinweis: Die folgenden FFT-bezogenen Fehlermeldungen können oben auf dem Bildschirm erscheinen:

- **„Incompatible input record type [Eingangsdatentyp inkompatibel]: FFT-Mittelung an einer Funktion, die nicht als FFT definiert wurde.**
- **„Horizontal units don't match [Horizontaleinheiten passen nicht]: FFT einer Kurve der Frequenz-Domäne ist nicht verfügbar.**
- **„FFT source data zero filled [FFT-Quelldaten enthalten Nullen]: Sind in der Quellkurve ungültige Datenpunkte vorhanden (zu Beginn oder Ende des Datensatzes), werden diese vor der FFT-Verarbeitung durch Nullen ersetzt.**
- **„FFT source data over/underflow [Bereichsüber- bzw. -unterschreitung der FFT-Quelldaten]: Die Daten der Quellkurve wurden in der Amplitude gekappt, entweder bei der Erfassung — zu hohe Verstärkung oder unpassender Offset — oder bei der vorhergehenden Verarbeitung. Die resultierende FFT enthält Harmonische, die in einer ungekappten Kurve nicht vorhanden wären. Die Definition der Einstellungen der Erfassung oder der Verarbeitung müssen indirekt über eine andere Funktion oder Expansion geändert werden. Eine der Definitionen muß geändert werden, um die Bereichsüber- bzw. -unterschreitung zu beseitigen.**
- **„Circular computation [Kreis-Berechnung]: Eine Funktion ist kreisförmig (d.h. die Funktion ist ihre eigene Quelle).**

FFT-SPANNWEITE UND AUFLÖSUNG FESTLEGEN

Um eine FFT korrekt einzurichten, beginnen Sie mit der Frequenzauflösung Δf . Dies ist der Abstand zwischen den Abtastpunkten in der Frequenzdomäne. Bestimmen Sie Δf durch Eingabe der Dauer des Zeitdomänensignals für die FFT.



Dient ein Erfassungskanal (Kanal 1, 2, 3 oder 4) als Quelle, dann ist die Kurvendauer die Erfassungszeit: die TIME/DIV-Einstellung multipliziert mit 10. Handelt es sich bei der Quellkurve um eine gedehnte Kurvenspur, ist die Frequenzauflösung der Reziprokwert der Dauer der angezeigten Kurve. Die Beziehung zwischen Erfassungszeit und Frequenzauflösung ist unten illustriert (Abb. 1).

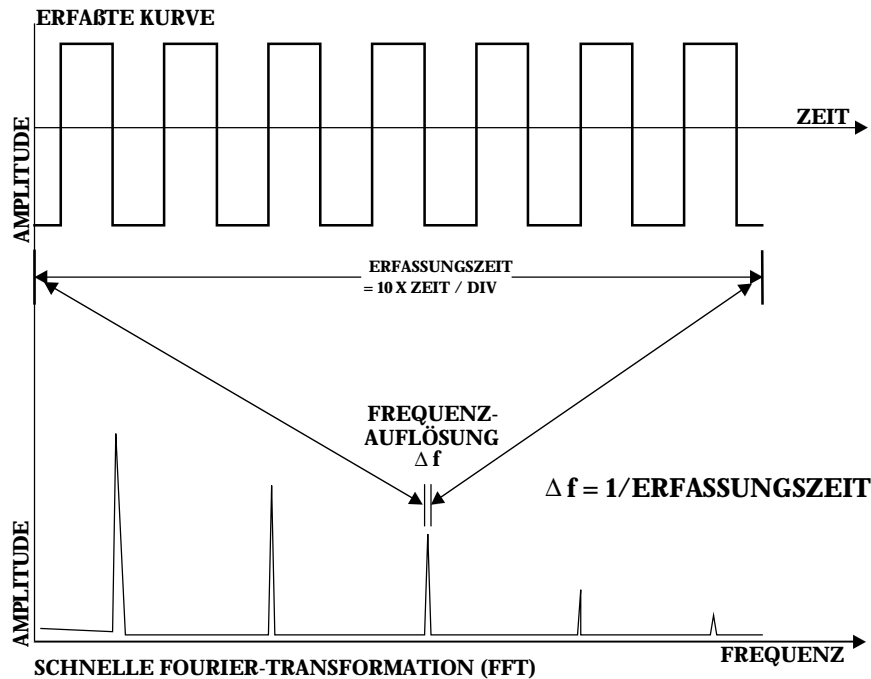


Abbildung 1. Die Erfassungszeit bestimmt die Frequenzauflösung Δf .

Die Frequenzspannweite der FFT ist die Nyquist-Frequenz und wird auf die Abtastfrequenz der Kurve in der Zeitdomäne bezogen. Ist die Größe des Math-Speichers mit der Anzahl der Punkte in der erfassten Kurve identisch, beträgt die Spannweite die Hälfte der Abtastfrequenz. Ist diese Anzahl 'max. Punkte für Rechenfunktion' kleiner als die Anzahl der Punkte, werden die Kurve und die FFT-Spannweite drastisch verringert. Die Beziehung zwischen der FFT-Spannweite und der Abtastrate ($1/\Delta T$) zeigt Abb. 2 auf der folgenden Seite.

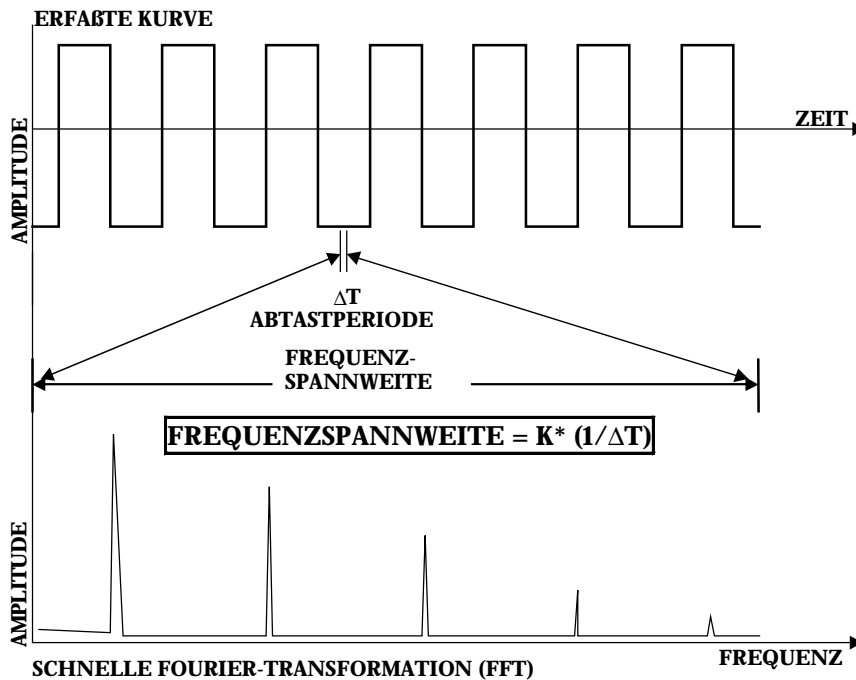
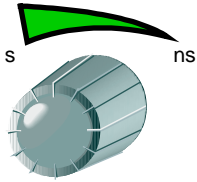


Abbildung 2. Die Spannweite der FFT ist auf die Abtastrate ($1/\Delta T$) bezogen.

Waverunner justiert automatisch die Spannweite und die FFT-Transformationsgröße unter Berücksichtigung der ‚max. Punkte für Rechenfunktion‘, die Sie eingeben, sowie den Maßstab des Displays. Das Oszilloskop kann auch die Länge der angezeigten Kurvenspur anpassen. Die Spannweite wird im Kurvenkennzeichnungsfeld für die Kurvenspur mit FFT angegeben, wobei die Horizontalskala in Hz/div geteilt ist. Sie wird außerdem als Nyquist-Frequenz im Informationsfeld, das im unteren Teil des Bildschirms bei Einrichtung der FFT erscheint, angezeigt.


FFT-SPANNWEITE FESTLEGEN

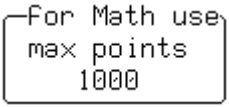
1. Prüfen Sie zur Festlegung der FFT-Spannweite zuerst, ob die Abtastrate mehr als dem doppelten Wert der gewünschten Spannweite entspricht. Sie können die Abtastrate durch Einschränkung der Punktezahl weiter anpassen. Wenn Sie z.B. bei der Analyse einer kontinuierlichen, periodischen Kurve eine Spannweite von 10 MHz und eine Auflösung von 10 kHz wünschen, dann erfordert die Frequenzauflösung eine Erfassungszeit von 100 μ s. Sie geben deswegen eine Zeit/div von 10 μ s vor, um das erforderliche Δf von 10 kHz zu erhalten. Für die geforderte Spannweite von 10 MHz ist eine effektive Abtastrate von mehr als 20 MS/s notwendig. Bei einem Waverunner-Oszilloskop mit einer Abtastrate von 500 MS/s und einer vorgegebenen Speicherlänge von 50.000 Punkten würden Sie eine Einstellung von 10 μ s Zeit/div für eine erste Spannweite von 250 MHz verwenden.

2. Drehen Sie  und stellen Sie eine Zeit pro Teilung von 10 μ s ein.

TIP: Von den beiden in Schritt 3 vorgeschlagenen Methoden ist die zweite vorzuziehen, da sie eine hohe Eingangsabtastrate vorsieht und das Risiko des Aliasing erfaßter Daten reduziert.

Für eine Spannweite von 10 MHz verringern Sie dann die Abtastrate auf eine der beiden Arten...

3. Drücken Sie  und verkleinern Sie die Anzahl der Abtastwerte, indem Sie im Menü 'record up to [bis zu ... aufzeichnen]' 2500 mit einer Abtastrate von 25 MS/s einstellen.

Verwenden Sie alternativ  zur Begrenzung der Punkte auf 2500. Nach dieser Methode bleibt die Abtastrate bei 500 MS/s, dezimiert jedoch die Kurvendaten vor der FFT, um die effektive Abtastrate auf 25 MS/s zu verringern. Damit ergibt sich eine Spannweite von 12,5 MHz, dem nächsten erreichbaren Wert über 10 MHz.

Eine Abtastrate von 25 MS/s resultiert in einem Skalenendwert von 12,5 MHz bzw. 1,25 MHz pro Teilung. Um einen Maßstabsfaktor von 1, 2 oder 5 zu erhalten, dezimiert Ihr Waverunner die erfaßte Kurve und berechnet die FFT mit einer 2000-Punkte-Transformation. Damit ergibt sich ein Skalierfaktor von 2 MHz/div. Die Anzeige wird bei 6,25 Teilungen abgebrochen, um die ursprüngliche Spannweite von 12,5 MHz zu behalten.

| FILTER-PARAMETER IM FFT-FENSTER | | | | |
|---------------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|
| Fenstertyp | Größter Nebenzipfel (dB) | Scallop-Verlust (dB) | ENBW (Abschnitte) | Kohärenzverstärkung (dB) |
| Rechteck | -13 | 3,92 | 1,0 | 0,0 |
| von Hann | -32 | 1,42 | 1,5 | -6,02 |
| Hamming | -43 | 1,78 | 1,37 | -5,35 |
| Flat Top | -44 | 0,01 | 2,96 | -11,05 |
| Blackman-Harris | -67 | 1,13 | 1,71 | -7,53 |

Komplexe Rechenfunktion einsetzen

Mit diesen Funktionen können Sie automatisch komplexe Berechnungen an Ihrem Signal ausführen. Näheres zu Standard- und optionalen Rechenfunktionen finden Sie in Kapitel 5, *Rechenfunktionen einsetzen*. Um eine Funktion auszuwählen und zu verwenden...

1. Befolgen Sie die Schritte zur Einrichtung einer Rechenfunktion in den Kurvenspuren A, B, C oder D.
2. Wählen Sie dann mit diesen Menüs die komplexen Rechenfunktionen.

Hinweis: Waverunner berechnet die Quadratwurzel des Absolutwertes der Kurve. Für logarithmische und Exponentialfunktionen verwendet er die numerischen Werte des Eingangssignals ohne Einheiten.

SETUP OF A

use Math?
No Yes

Math Type
FFT
FFTAvg
Functions
Histogram
Rescale

Function
Exp10
Identity
Integral
Log
Log10

oF
+1.17000 E-03
6 digits

plus
1 2 3 4 B C D
M1 M2 M3 M4



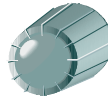
Wählen Sie die Ausführung von Rechenfunktionen mit 'Yes [Ja]'.



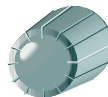
Zur Wahl von 'Functions'.



Zur Wahl von z.B. 'Integral'.



Zur Einstellung des Signal-Offsets als Kompensation eines DC-Offsets im Signal.




Zur Wahl der Quellkurve.

Hinweis: Bei Verwendung von 'Integral' kann Ihr Quellsignal um eine zusätzliche Konstante im Bereich des -10^6 bis $+10^6$ fachen der Vertikaleinheit des Signals verschoben sein.

Neuerfassung zum Kompensieren

Führen Sie eine Kompensation {deskew} zum Ausgleich unterschiedlicher Kabellängen, Tastköpfen oder anderen Dingen durch, die zeitliche Fehlanpassungen zwischen Signalen erzeugen. Erfassen Sie das Signal eines Kanals neu und justieren Sie die Zeit relativ zum Signal eines anderen.

1. Bringen Sie das Signal von zwei unterschiedlichen Kanälen auf das Display.
2. Drücken Sie  zur Erzeugung einer Dehnung des Kanals, dessen Signal Sie bezüglich der Zeit justieren wollen.

SETUP OF A

use Math?

No Yes

Math Type

Functions

Histogram

Resample

Rescale

Trend

Delay By

20.67 ns

1 2 3 4 B C D

M1 M2 M3 M4

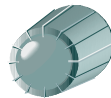
3. Verwenden Sie diese Menüs zum Kompensieren des Signals.



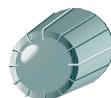
Wählen Sie die Ausführung von Rechenfunktionen mit ,Yes [Ja]'.



Zur Wahl von ,Resample [neu erfassen]'.



Zum Justieren des Signals in Kurvenspur A im Bereich ± 2000 ns mit dem Knopf und zum Kompensieren der Zeitdifferenzen zwischen den Signalen.



Zur Wahl des Kanals, dessen Signal Sie einstellen möchten.

Plott-Trends

Plotten Sie eine Liniengrafik der zeitlichen Entwicklung eines Parameters mit der optionalen Trendfunktion (EMM-Option) und entheben Sie sich damit der Notwendigkeit, große Mengen individueller Messungen auszuführen. Mit Einrichtung des Trend-Plotts übernimmt es Waverunner automatisch, wenn das Oszilloskop Daten empfängt, die Meßwerte zu ermitteln und zu plotten. Auf der Vertikalachse werden der Wert des Parameters abgetragen und auf seiner Horizontalachse die Werte in der erfaßten Reihenfolge. Auf diese Weise können Sie bis zu 20.000 individuelle Parametermessungen in jeder Kurvenspur anzeigen, indem Sie beliebige von mehr als 100 verfügbaren Parametern als Trendquelle verwenden. Sie können auch zwei Trends in einem XY-Display über Kreuz plotten und die funktionalen Beziehungen zwischen den beiden Parametern sehen.

1. Richten Sie einen eigenen Parameter für den Trend ein. Siehe nächstes Kapitel, *Analyse mit Parametern*.
2. Befolgen Sie die Schritte zur Einrichtung von Rechenfunktionen in Kurvenspur A, B, C oder D.

SETUP OF A

use Math?

No Yes

Math Type

Per.Hist

Per.Trace

Resample

Rescale

Trend

MORE

TREND SETUP

FIND CENTER

AND HEIGHT

Trend of

custom line 1

ampl(1)

using up to

1000

(values)

3. Mit den folgenden Menüs richten Sie Ihr Trend-Diagramm ein.



Zur Wahl von ‚Math [Rechenfunktionen]‘.



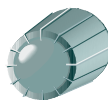
Zur Wahl von ‚Trend‘.



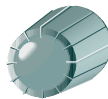
Zur Wahl von Parametern und Konfiguration des Trends (s. folg. S.).



Zur automatischen Positionierung des Trends nach der Berechnung. Zentriert und skaliert den Trend ohne Einfluß auf Einstellungen für Zoom oder Position.



Wahl der im Trend zu benutzenden Parameter.



Zur Wahl der Trendwerte. Bis zu 20.000 Werte sind möglich. Wird dieses Maximum überschritten, löschen die Parameter-Ergebnisse den Trend.

TREND A

Values
All
 Average

PARAMETER
 SETUP

FIND CENTER
 AND HEIGHT

Center

+0.000000 E+00

 6 digits

Height
 1.000
 (per div)

TIP: LeCroys Applikationshinweise (LABs) für Trendplots bieten zusätzliche Hilfestellung. Fragen Sie Ihren LeCroy-Ansprechpartner oder rufen Sie diese und andere nützliche LABs auf LeCroys Web-Site ab:

<http://www.lecroy.com/Labs/default.asp>

„All“: Jede Parameterberechnung an jeder Kurve wird im Trend platziert. „Average“: nur die Mittelwerte aller errechneten Werte gelangen in den Trend; Sie erhalten nur einen Punkt im Trend pro Erfassung.

Zum Aufruf der „CHANGE PARAM [Parameter ändern]“-Menüs. Siehe nächste Seite, *Analyse mit Parametern*.

Zur automatischen Positionierung des Trends nach seiner Berechnung. Zentrierung und Skalierung ohne Einfluß auf Zoom oder Position.

Zur Einstellung des Wertes für die Mitte des Trends.

Zur Wahl des Wertes für die Vertikalteilung des Displays. Die Höhe pro Teilung multipliziert mit der Zahl der Vertikalteilungen (8) bestimmt den Bereich der Parameter, die auf die Zahl im „Center“-Menü zentriert wurden, um den Trend zu erzeugen.

RETURN

Zurück zur vorigen Menügruppe.

TRENDS LESEN

Wird der Trendplott angezeigt, erscheinen Kurvenspurkennzeichnungen wie die nachstehenden — für Spur A in diesen Beispielen — auf ihrem üblichen Platz und geben die Spur und die ausgeführte Rechenfunktion sowie die Vertikal- und Horizontalinformation an.

```
A: Tmpl(1)
20 #
200  $\mu$ V
49.731mV
inside 200
```

- < Anzahl der Ereignisse pro Horizontalteilung
- < Einheiten pro Vertikalteilung in Einheiten des zu messenden Parameters
- < Vertikalwert beim Punkt im Trend in der Cursorposition bei Verwendung von Cursorsen
- < Anzahl der Ereignissen im Trend im ungedehnten Horizontal-Displaybereich.

```
A: Tmpl(1)
20 #
200  $\mu$ V
↓1%/↑0%
inside 193
```

- < Prozentsatz der Werte, die außerhalb des ungedehnten Vertikalbereichs liegen, wenn der Modus für die Cursormessung inaktiv ist.

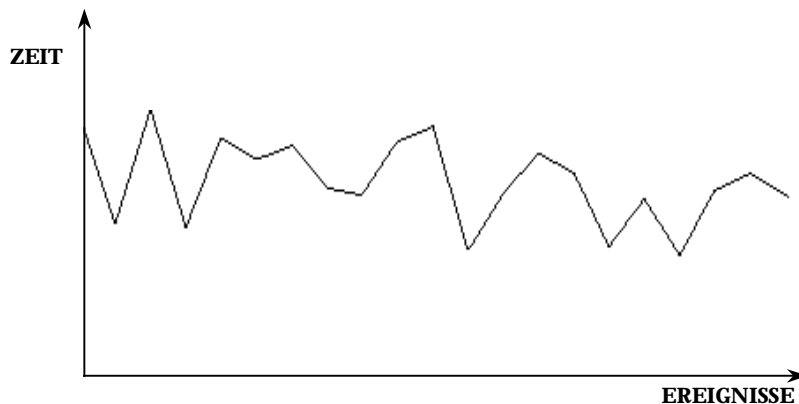


Abbildung 3. Die Horizontalachse eines Trends ist in Einheiten der Ereignisse geteilt, wobei sich die früheren Ereignisse im linken Teil der Kurve und spätere rechts befinden. Die Vertikalachse ist in gleichen Einheiten wie der Trendparameter geteilt.

TRENDS BERECHNEN



Wenn der Trend konfiguriert ist, werden die Parameter bei jeder folgenden Erfassung berechnet und als Trend entwickelt.

Die Trendwerte werden sofort nach der Erfassung errechnet. Der sich ergebende Trend ist eine Kurve aus Datenpunkten, die in gleicher Weise wie jede andere Kurve verwendet werden kann. Mit ihr können Parameter berechnet werden, und sie kann gedehnt werden; sie kann als X- oder Y-Spur in einem XY-Plott oder bei Cursormessungen verwendet werden.

Die Reihenfolge zur Erfassung von Trenddaten ist folgende:

1. *Triggerung*
2. *Erfassung der Kurve*
3. *Berechnung(en) der Parameter*
4. *Trend-Aktualisierung*
5. *Trigger in Bereitschaft versetzen.*

Sofern für die Zeitbasis nicht der Sequenzmodus gesetzt ist, erfolgt eine Einzelerfassung vor der Berechnung der Parameter. Im Sequenzmodus wird allerdings eine Erfassung für jedes Segment vor der Parameterberechnung ausgeführt. Ist die Quelle für die Trenddaten ein Speicher, wirkt die Ablage neuer Daten in den Speicher als Triggerung und Erfassung. Da eine Aktualisierung des Bildschirms spürbar Verarbeitungszeit kostet, erfolgt dieser Vorgang nur einmal pro Sekunde, um die Totzeit des Triggers möglichst kurz zu halten (Bei ferngesteuertem Betrieb kann das Display ausgeschaltet werden, um die Meßgeschwindigkeit zu erhöhen.).

Das Waverunner-Oszilloskop unterhält einen Ringspeicherpuffer für Parameter der letzten 20.000 Messungen, einschließlich der Werte, die aus dem gesetzten Trendbereich fallen. Falls die maximale Zahl von Ereignissen, die in einem Trend verwendet werden, die Zahl ,N' ist ($N < 20.000$), wird der Trend kontinuierlich aktualisiert, bis die Anzahl der Ereignisse der Zahl ,N' entspricht. Wird die Zahl der Datenabschnitte oder der Trendbereich modifiziert, verwendet das Oszilloskop die gepufferten Parameterwerte, um den Trend mit den letzten ,N' oder 20.000 Werten neu zu zeichnen — je nachdem, welcher der kleinere ist. Dieser Parameter ermöglicht, Trends unter Verwendung eines erfaßten Satzes von Werten und Einstellungen, die eine Distributionsform mit der nützlichsten Information erzeugen, neu anzuzeigen. Einmal im Puffer gespeichert können Sie den Trend in unterschiedlichen Skalierbereichen ohne Neuerfassung der Daten anzeigen.

In vielen Fällen ist der optimale Bereich nicht ohne weiteres offensichtlich. Daher besitzt das Oszilloskop eine beeindruckende Funktion zur Bereichseinstellung: FIND CENTER AND HEIGHT [Mitte und Höhe suchen] (siehe Seite 139). Falls erforderlich überprüft diese Funktion die Werte im Parameter-Pufferspeicher und berechnet einen optimalen Bereich; dann wird der Trend neu angezeigt. Waverunner führt auch eine laufende Zählung der Parameterwerte durch, die innerhalb, oberhalb oder unterhalb des Bereichs liegen. Fällt ein Parameter aus dem Bereich, kann die Bereichseinstellung eine Neuberechnung einschließlich dieser Parameterwerte ausführen, solange sie noch im Pufferspeicher vorhanden sind.

Die Anzahl der pro Kurvenaufnahme oder Display-Sweep gesammelten Ereignisse hängt vom Typ des Parameters ab. Aufnahmen werden durch Eintritt eines Trigger-Ereignisses initiiert. Sweeps sind der erfaßten Kurve gleichwertig und werden auf einem Eingangskanal angezeigt. Für nichtsegmentierte Kurven ist eine Aufnahme das gleiche wie ein Sweep, während bei segmentierten Kurven für jedes Segment eine Aufnahme ausgeführt wird und ein Sweep zu den Aufnahmen für alle Segmente gleichwertig ist. Die Tabelle liefert für jeden Standard-Parameter und für einen Kurvenabschnitt zwischen den Parameter-Cursoren eine Zusammenfassung der Zahl der Trendereignisse, die pro Aufnahme oder Sweep gespeichert wurden.



KAPITEL ELF: *Analyse mit Parametern*






Teil Eins stellte die Meßmittel des Waverunners vor. Setzen Sie nun die erweiterten Funktionen zur Fehlersuche und Kurvenanalyse ein...

Im folgenden Kapitel erfahren Sie, wie...

- *Sie Parameter an Ihre Anwendung anpassen*
- *Sie Gut/Schlecht-Prüfungen ausführen*
- *Parameter arbeiten*
- *wie sich jeder Parameter auf eine Messung auswirkt.*

Eigene Parameter verwenden

MEASURE
TOOLS

1. Drücken Sie  zum Aufruf des MEASURE-Menüs. Siehe Teil Eins, Kapitel 4.
2. Drücken Sie  für **Parameters**, und  für **Custom** im MODE-Menü. Verwenden Sie statistische Funktionen, falls erwünscht, und legen Sie den Start- und Endpunkt bei 'from' und 'to' fest.
3. Drücken Sie dann  für  und rufen Sie das CHANGE PARAM-Menü auf.

CHANGE PARAM

On line
1 2 3 4 5

Category
All
DISK-Std
DISK-Local
DISK-PRML
JTA

DELETE ALL
PARAMETERS

measure
--
acsn
ampl
area
avg

of
1 2 3 4
A B C D

4. Ändern Sie mit ihnen die Parametereinstellungen.



Wahl einer Reihe und der zugeordneten Parameter zur Modifizierung. 5 Reihen mit 5 spez. Parametern können aufgerufen und geändert werden.



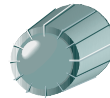
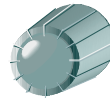
Wahl der Parameter-Kategorie.



Zum Löschen aller fünf zugewiesenen Parameter aus diesen Reihen.



Zum Plazieren eines neuen Parameters für eine Messung auf der oben gewählten Reihe. Mit '-' wird diese Reihe nicht verwendet.



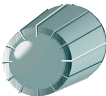
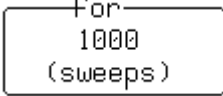
Zur Wahl des Kanals oder der Kurvenspur, wo der Parameter gemessen werden soll.

EINEN PARAMETER AUF DIE ANWENDUNG ZUSCHNEIDEN

Bestimmte Parameter lassen sich an spezielle Forderungen anpassen:

1. Betrachten Sie z.B. Δ time at level' — ein Parameter, der die Dauer eines Übergangs zwischen zwei verschiedenen Pegeln einer Kurve oder zwischen verschiedenen Quellen errechnet.


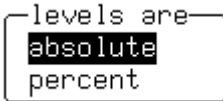

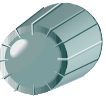
2. Drücken Sie  zur Wahl der ‚All‘-Kategorie und  für ‚ $\Delta t@lv$ ‘ aus dem Meßmenü.

3. Drehen Sie den oberen  zur Bestimmung der Sweepzahl: 


4. Drücken Sie  zur Wahl von Kanal oder Speicher . Drehen Sie  für ‚from [von]‘ und ‚to [bis]‘.

5. Drücken Sie dann  zur Wahl von 

Vom dann angezeigten SETUP des ‚ $\Delta t@lv$ ‘-Menüs:


6. Drücken Sie  zur Vorgabe der Pegel als Absolut- oder Spitzenwerte in %: 
7. Drücken Sie  zur Eingabe der Hysterese in ‚div‘. Damit ein Signal als gültig und nicht als Rauschen betrachtet wird, muß es die Ober- und Untergrenze dieses Hysterese-Bandes überschreiten oder queren.
8. Drehen Sie  zur Einstellung des Spannungs- oder Amplitudenpegels in % im ‚from‘-Menü.

Damit bestimmen Sie den Startpunkt der Zeitmessung auf der Kurve.

9. Drücken Sie , um die Messung an der positiven (steigenden) oder negativen (fallenden) Flanke oder mit ‚First‘ auf jeder Flanke auszuführen.

10. Drehen Sie zum Schluß  zur Einstellung des Spannungs- oder Amplitudenpegels in % im ‚to‘-Menü.

Damit bestimmen Sie den Endpunkt der Zeitmessung auf der Kurve.

11. Drücken Sie , um die Messung an der positiven (steigenden) oder negativen (fallenden) Flanke oder mit ‚First‘ auf jeder Flanke zu beenden.


Gut/Schlecht-Prüfungen

Sie können Parameter auch zur Ausführung von Gut/Schlecht-Prüfungen verwenden. Diese erfordern eine Kombination von Messungen innerhalb bestimmter Grenzen. Waverunner führt je nach Ausgang der Prüfung eine Aktion aus. Sie können Signale auch gegen eine Toleranzmaske vergleichen. Sie können bis zu fünf Parameter gleichzeitig verwenden. Je nach Prüfergebnis läßt sich eine der folgenden Aktionen ausführen:

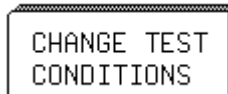
- Erfassung weiterer Signale abbrechen
- Bildschirminhalt auf einem Datenträger speichern
- Gewählte Spuren im internen Speicher, auf einer Speicherkarte (Option) oder Diskette ablegen.
- Warnton auslösen
- Impuls am BNC-Anschluß auf der Geräterückseite erzeugen.

Auf dem Display werden die Ergebnisse auf die aktuellen Kurven, die Zahl der ablaufenden Ereignisse, die Gesamtzahl der Sweeps und die von Ihnen auszuführenden Aktionen angezeigt.





GUT/SCHLECHT-PRÜFUNG EINRICHTEN

1. Richten Sie die Parameter im MEASURE-Menü ein, wie in Kapitel 4 und davor gezeigt wird.
2. Drücken Sie  für ‚**Pass** [Gut]‘ oder ‚**Fail** [Schlecht]‘ im MODE-Menü. Verwenden Sie, falls gewünscht, statistische Funktionen, und bestimmen Sie Start- und Endpunkt bei ‚from‘ und ‚to‘.

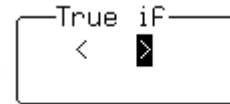
3. Drücken Sie dann  zur Wahl von


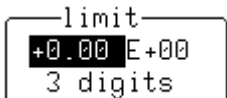


Vom angezeigten CHANGE TEST-Menü:

4. Drücken Sie  zur Einrichtung einer oder mehrerer der fünf Parameterreihen.
5. Drücken Sie  zur Wahl von ‚**Param**‘ vom ‚Test on‘-Menü für Prüfungen mit diesem Parameter; ‚---‘ steht für keine Prüfung.
6. Und Drücken Sie  zur Wahl von ‚**Param**‘ aus dem Menü.
7. Nehmen Sie die Einstellungen in den anderen Menüs gemäß der Beschreibung auf Seite 139 vor.
8. Drücken Sie  zur Wahl von ‚**Limit** [Grenze]‘ aus dem Menü, wenn Sie die Gut/Schlecht-Grenzen der Einstellparameter ändern möchten.

9. Drücken Sie  zur Wahl der Beziehung — kleiner oder größer als — :



10. Drücken Sie dann  für  zur Vorgabe einer der drei Änderungsmöglichkeiten.


Dabei handelt es sich um Mantisse, Exponent und Zahl der Stellen in der Mantisse für den Grenzwert.


11. Drehen Sie  zur Einstellung des Wertes.

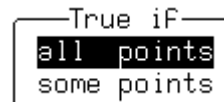
12. Drücken Sie zum Schluß die untere  zur Einstellung der Grenze für den letzten gemessenen Wert — d.i. ein Startwert für die endgültige Einstellung.


GUT/SCHLECHT-PRÜFUNGEN MIT EINER MASKE

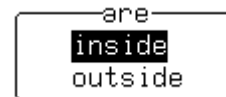
1. Führen Sie die Schritte 1 bis 5 unter CHANGE TEST aus wie oben beschrieben.



2. Drücken Sie  für ‚Mask‘ im ‚Test on‘-Menü für Tests mit diesem Parameter; ‚---‘ für keine Prüfung.

3. Drücken Sie  zur Wahl der Prüfbedingung für die Maske aus




4. Und drücken Sie  zur Wahl der Prüfbedingung für die Maske aus



5. Drücken Sie  zur Wahl von Kanal oder Kurvenspur zum Prüfen im ‚on‘-Menü und  zur Wahl der Kurvenspur, auf welche die Maske zu legen ist, im ‚mask‘-Menü.

Hinweis: Gut/Schlecht-Prüfungen mit einer Maske werden durch den Horizontal- und Vertikalzoom der Maskenspur beeinflusst. Der Test wird innerhalb der mit den Parameter-Cursoren eingegrenzten Zone ausgeführt. Die Zeitbasen der Maske und der zu prüfenden Kurvenspur müssen identisch sein. Bei Prüfungen mit visuellen Masken verwenden Sie ein Einzelgitter in Verbindung mit einer Einzelspur; verwenden Sie zwei Gitter bei zwei Spuren.

MASKE FÜR EINE KURVE FORMEN

- Drücken Sie  für  im CHANGE TEST-Menü für Masken (s. o.).

MODIFY MASK

From
W'Form Card
Flpy

into
D=M4
M1 M2 M3 M4

INVERT MASK
D=M4


Use W'Form
1 2 A B C D
M1 M2 M3 M4


MAKE MASK
D=M4


delta V
0.50 div


delta T
0.20 div

- Verwenden Sie diese Menüs zur Erzeugung einer Maske aus Ihrer Kurve.

 Wählen Sie **W'form**, um die Maske aus Ihrer Kurve abzuleiten; **Card** zur Anzeige von Menüs zum Aufruf einer auf einem optionalen Datenträger gespeicherten Maske oder **Floppy** zum Abruf einer Maske von einer Diskette.



 Wählen Sie **D=M4**, wenn die Maske automatisch angezeigt werden soll. Andernfalls wählen Sie **M1**, **M2**, **M3** oder **M4**. Mit dem RECALL WFORM-Menü zeigen Sie einen Speicher in einer Kurvenspur an.

 Zur Erzeugung einer invertierten Maske.



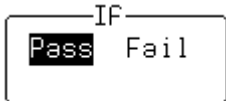


 Zur Wahl der Referenzkurve. Waverunner erzeugt die Maske im Bereich dieser Kurve.

 Zur Realisierung der Maske.

  Zur Wahl der Toleranz für die Amplitude mit dem Knopf.

  Zur Wahl der Toleranz für die Zeit mit dem Knopf.

EINE PRÜFAKTION ÄNDERN

- Im Menü CHANGE TEST drücken Sie  zur Wahl von **Action** in der ,On'-Zeile.
- Mit  bestimmen Sie, ob die Aktion bei ,Gut' oder ,Schlecht' ausgeführt wird: 
- Mit  bestimmen Sie die Aktion im ,Then'-Menü. Mit  aktivieren (**Yes**) oder inaktivieren (**No**) Sie diese Aktion im endgültigen Menü. Dieses ,Yes' oder ,No' wird wiederum im ,Then'-Menü angezeigt.

WIE WAVERUNNER-PARAMETER ARBEITEN



Die ordnungsgemäße Bestimmung der oberen und unteren Bezugslinien ist für korrekte Parameterberechnungen entscheidend. Die Analyse beginnt mit der Berechnung eines Histogramms der Kurvendaten in einem Zeitintervall, das rechts und links von den Zeit cursoren begrenzt wird.

Z.B. besitzt das Histogramm einer Kurve mit Übergängen in zwei Zuständen zwei Spitzen (Abb. 1). Die Analyse versucht, die beiden Cluster mit der höchsten Datendichte zu erkennen. Anschließend wird der wahrscheinlichste Zustand (Flächenschwerpunkt), der mit diesen beiden Clustern verbunden ist, errechnet, um den oberen und unteren Bezugspegel zu bestimmen: Die obere Linie entspricht dem oberen und die Grundlinie dem unteren Schwerpunkt. Sind der obere und der untere Wert berechnet, ermittelt Waverunner die Anstiegs- und Abfallzeiten. Das Oszilloskop bestimmt automatisch die Schwellpegel für 90 % und 10 % mit dem Amplituden-Parameter. (Histogramme gehören zur WaveAnalyzer-Option).

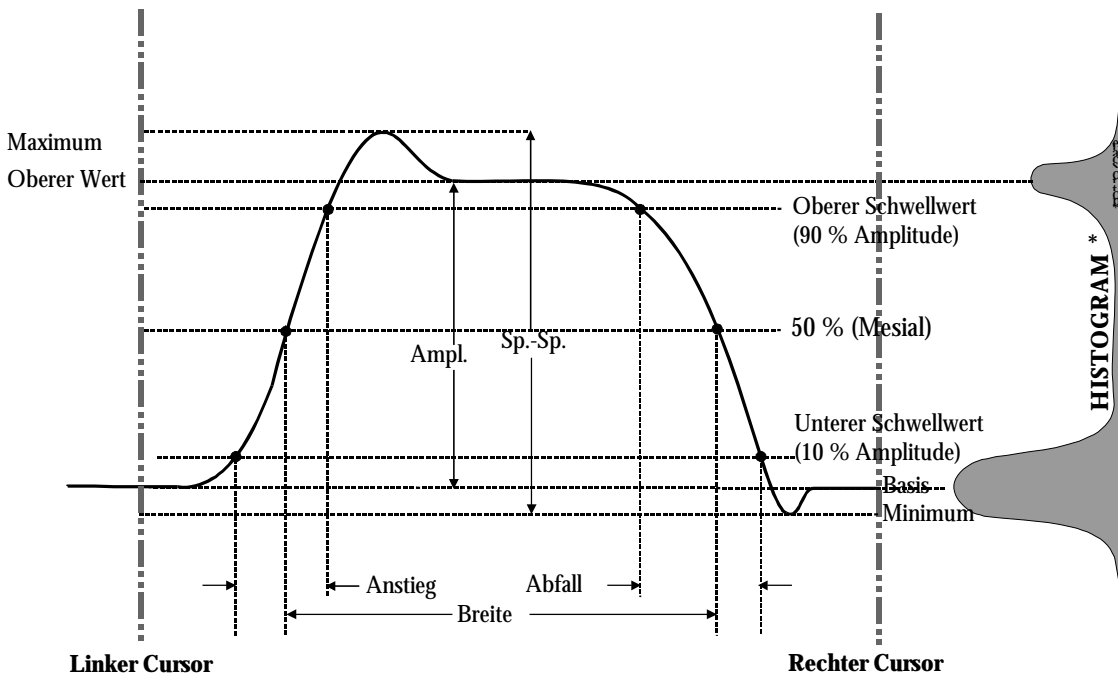


Abbildung 1.

Schwellpegel für die Anstiegs- oder Abfallzeit können auch mit Absolut- oder Relativ-Einstellungen ($r@level$, $f@level$) bestimmt werden. Bei Wahl von Absolutwerten wird die Anstiegs- oder Abfallzeit als das Zeitintervall zwischen den beiden Querungspunkten einer steigenden oder fallenden Flanke gemessen. Werden jedoch relative Werte gewählt, wird das Vertikalintervall zwischen der oberen Linie und der Basislinie in einen Prozentmaßstab unterteilt (Basis = 0 %, oberer Wert = 100 %,) um die Vertikalposition der querenden Punkte zu bestimmen.

| | |
|------------------------------|--|
| Dauer der Anstiegsflanke | $\frac{1}{Mr} \sum_{i=1}^{Mr} (Tr_i^{90} - Tr_i^{10})$ |
| Dauer der abfallenden Flanke | $\frac{1}{Mf} \sum_{i=1}^{Mf} (Tf_i^{10} - Tf_i^{90})$ |

Mr ist die Zahl der gefundenen Anstiegsflanken, Mf die Zahl der Abfallflanken; Tr_i^x ist die Zeit, zu der die Anstiegsflanke i den x %-Pegel quert, und Tf_i^x die Zeit, zu der die fallende Flanke i den x %-Pegel quert.

Das Zeitintervall, das die Punkte auf der Anstiegs- und Abfallflanke trennt, wird dann berechnet und ergibt die Anstiegs- oder Abfallzeit. Die Ergebnisse werden über der Zahl der Flankenübergänge, die im Betrachtungsfenster auftreten, gemittelt.

Meßwerte von Zeitparametern wie Breite, Schwingungsdauer und Verzögerung beziehen sich auf den mesialen Referenzpegel (Abb. 2), der sich auf halber Strecke zwischen der oberen und der Basis-Bezugslinie befindet. Die Berechnung der Zeitparameter hängt von der Anzahl der Schwingungen im Betrachtungsfenster ab. Ist diese Zahl nicht ganz, sind Messungen wie Effektiv- oder Spitzenwerte nicht erwartungstreu.

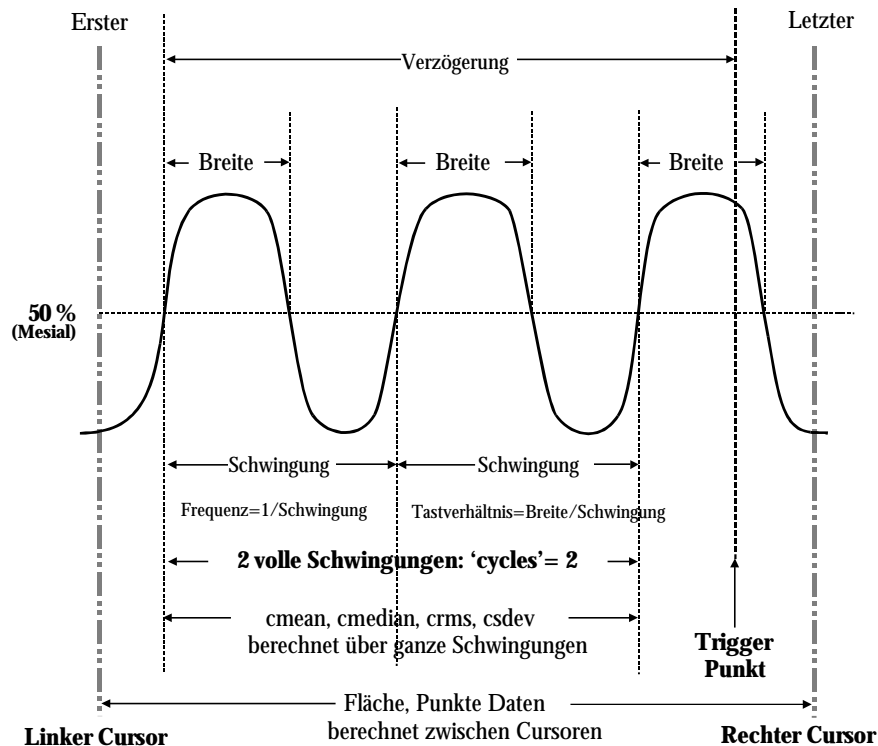


Abbildung 2.

Zur Vermeidung dieser Unsymmetrie-Effekte verwendet das Gerät zyklische Parameter wie c_{rms} und c_{mean} , welche die Berechnung auf eine nicht ganze Zahl von Schwingungen begrenzen. Waverunner ermöglicht genaue Differenz-Zeitmessungen zwischen 2 Kurvenspuren, z.B. Laufzeit sowie Setup- und Hold-Verzögerungen (Abb. 3). Parameter wie $\Delta c2d\pm$ erfordern die Angabe der Übergangspolarität der Takt- und Datensignale.

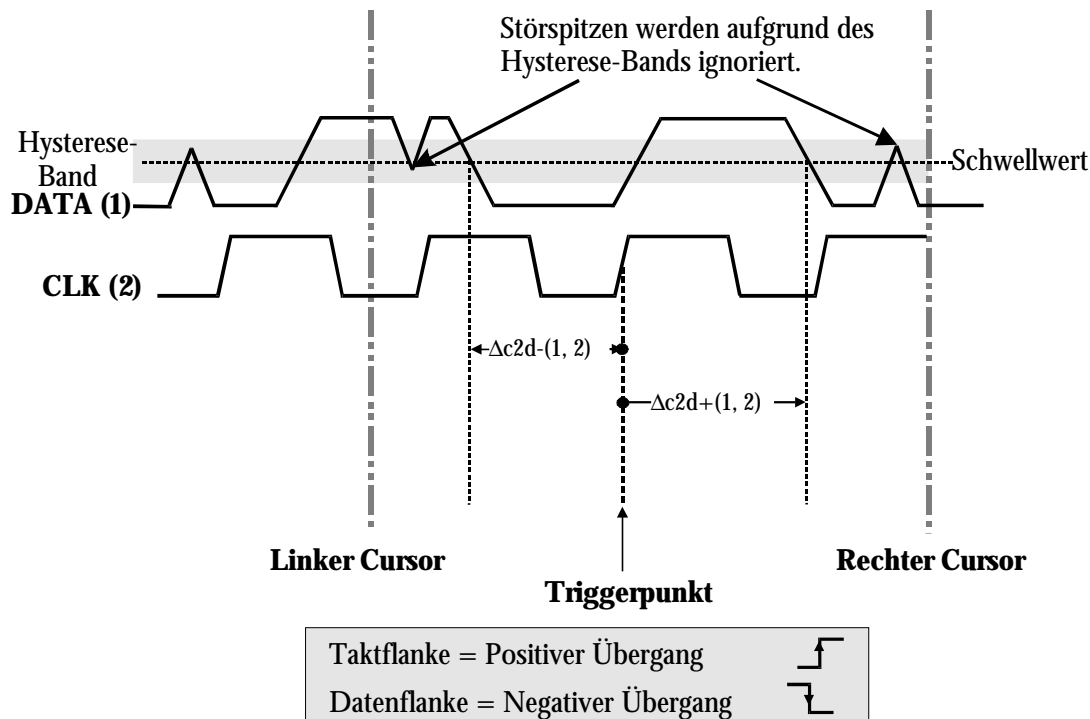







Abbildung 3.



Zudem kann ein Hysteresese-Bereich so spezifiziert werden, daß jeder unerwünschte Übergang die Grenzen des Hysteresese-Intervalls nicht überschreitet. In Abbildung 3 mißt $\Delta c2d-(1, 2)$ das Zeitintervall, indem die Anstiegsflanke des Taktes (Trigger) vom ersten negativen Übergang des Datensignals getrennt wird. Ähnlich mißt $\Delta c2d+(1, 2)$ das Zeitintervall zwischen dem Trigger und dem nächsten Übergang des Datensignals.




Parameter wählen


Die folgenden Parameter beschreiben und definieren Waverunner-Parameter. Mit dem -Symbol gekennzeichnete Größen sind in den Optionen ‚Extended Math [Komplexe Berechnungen]‘ und ‚WaveAnalyzer [Kurvenanalyse]‘ enthalten (siehe Kapitel 5, *Rechenfunktionen einsetzen*). Alle anderen hier aufgeführten Parameter gehören zur Waverunner-Standardausführung.

| PARAMETER | BESCHREIBUNG | DEFINITION | HINWEISE |
|---|---|---|--|
| ampl | Amplitude: Mißt die Differenz zwischen oberem und unterem Pegel bei Zwei-Pegel-Signalen. Unterscheidet sich von <i>pkpk</i> [Spitze-Spitze] dadurch, daß Rauschen, Über- und Unterschwingen und Nachschwingungen die Messung NICHT beeinflussen. | ‚ <i>top [oberer Wert]</i> ‘ – ‚ <i>base [Basis]</i> ‘ (Siehe Abb. 1) | Bei Signalen, die nicht zwei Hauptpegel besitzen (wie Dreieck- oder Sägezahnkurven) erscheint der gleiche Wert wie bei <i>pkpk</i> . |
| area | Integral der Daten: Berechnet den Bereich von Kurven zwischen Cursorsen bezogen auf den Nullpegel. Werte größer als Null liefern dem Bereich positive Beiträge, Werte kleiner als Null negative. | Summe von <i>first</i> bis <i>last</i> , multipliziert mit der Horizontalzeit zwischen Punkten (Siehe Abb. 2) | |
| base | Der untere der beiden wahrscheinlichsten Zustände (der obere lautet <i>top</i>). Mißt den unteren Pegel bei Signalen mit 2 Pegeln. Unterscheidet sich von <i>min</i> dadurch, daß Rauschen, Über- und Unterschwingen sowie Nachschwingen die Messung NICHT beeinflussen. | Wert des wahrscheinlichsten unteren Zustands (Siehe Abb. 1) | Bei Signalen, die NICHT zwei Hauptpegel besitzen (wie Dreieck- oder Sägezahnkurven) erscheint der gleiche Wert wie bei <i>min</i> . |
| cycles | Bestimmt die Anzahl der Schwingungen einer periodischen Kurve zwischen Cursorsen. Die erste Schwingung beginnt beim ersten Übergang hinter dem linken Cursor. Der Übergang kann positiv oder negativ sein. | Anzahl der Schwingungen einer periodischen Kurve (Siehe Abb. 2) | |
| cmean | Cyclic mean: Berechnet den Mittelwert von Kurvendaten. Im Gegensatz zu <i>mean</i> wird der Mittelwert über einer ganzen Zahl von Schwingungen berechnet, wobei von bruchstückhaften Intervallen verursachte Unsymmetrien unterdrückt werden. | Mittelwert aus Datenwerten einer ganzen Zahl von Schwingungen | |
| cmedian  | Cyclic median: Berechnet den Mittelwert aus den oberen und Basiswerten einer ganzen Zahl von Schwingungen im Gegensatz zu <i>median</i> , und beseitigt von bruchstückhaften Intervallen verursachte Unsymmetrien. | Datenwerte, für die 50 % der Werte darüber und 50 % darunter liegen | |


| PARAMETER | BESCHREIBUNG | DEFINITION | HINWEISE |
|---|--|---|--|
| cms | Cyclic root mean square: Berechnet die Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate der Datenwerte, dividiert durch die Anzahl der Punkte. Im Gegensatz zu <i>rms</i> [Effektivwert] erfolgt die Berechnung über eine ganze Zahl von Schwingungen, wodurch Unsymmetrien aufgrund bruchstückhafter Intervalle vermieden werden. | $\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (v_i)^2}$ | <i>Es gilt: v_i bezeichnet die gemessenen Abtastwerte und N = Anzahl der Datenpunkte innerhalb der gefundenen Schwingungen bis zu höchstens 100 Schwingungen.</i> |
| csdev  | Cyclic standard deviation: Standardabweichung der Datenwerte aus dem Mittelwert einer ganzen Zahl von Schwingungen. Im Gegensatz zu <i>sdev</i> wird die Berechnung über eine ganze Zahl Schwingungen ausgeführt, wodurch Unsymmetrien aufgrund bruchstückhafter Intervalle vermieden werden. | $\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (v_i - \text{mean})^2}$ | <i>Es gilt: v_i bezeichnet die gemessenen Abtastwerte und N = Anzahl der Datenpunkte innerhalb der gefundenen Schwingungen bis zu höchstens 100 Schwingungen.</i> |
| delay [Verzögerung] | Zeit vom Trigger zum Übergang: Mißt die Zeit zwischen Trigger und der ersten 50 %-Querung hinter dem linken Cursor. Kann die Laufzeitverzögerung zwischen zwei Signalen messen, indem auf das eine getriggert und die Verzögerung des anderen bestimmt wird. | Zeit zwischen Trigger und erster 50 %-Querung hinter dem linken Cursor (Siehe Abb. 2) | |
| Δdly [Δ-Verzögerung] | Δdelay: Berechnet die Zeit zwischen dem 50 %-Pegel zweier Kurven. | Zeit zw. den Übergängen im mittleren Punkt zweier Quellen | |
| Δt@lv  | „Δt at level [Δt bei bestimmten Pegeln]“: Berechnet den Übergang zwischen festgelegten Pegeln oder Quellen. | Zeit zwischen Übergangspegeln zweier Quellen oder vom Trigger zum Pegel des Übergangs einer einzigen Quelle | <i>Referenzpegel und Polarität des Flankenübergangs können gewählt werden. Das Hystereses-Argument dient der Unterscheidung von Pegeln und Störungen bei Daten.</i> |
| Δc2d±  | „Δclock to data ±“: Errechnet die zeitliche Differenz zwischen der Querung des Takt-Schwellwertes und entweder der nächsten (Δc2d+) oder der vorhergehenden (Δc2d-) Querung des Daten-Schwellwertes. | Zeit zwischen der Querung des Takt-Schwellpegels und der nächsten oder vorherigen Querung. (Siehe Abb. 3) | <i>Die Schwellpegel von Takt- und Datensignalen sowie die Polarität des Flankenübergangs lassen sich wählen. Das Argument der Hysteresis dient der Unterscheidung zwischen Spitzen- und Störwerten bei Daten, und zwar mit einem günstigen Hysteresewert, der zwischen der Hälfte des erwarteten Sp.-Sp.-Wertes des Signals und dem doppelten erwarteten Sp.-Sp.-Wert der Störung liegt.</i> |



| PARAMETER | BESCHREIBUNG | DEFINITION | HINWEISE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---------|--|--|-------------|--------|---------------|--------------|---------|---------|---------|-----|------|------|--------|------|------|------|------|--|---|
| <div><div><div><div></div><div></div></div></div><div>dur</div></div> <div></div> | Für Einzelsweep-Kurven ist <i>dur</i> Null; für sequentielle Kurven: Zeit vom ersten zum letzten Trigger des Segments; für Einzel-segmente sequentieller Kurven: Zeit vom Trigger des vorhergehenden Segments bis zum Trigger des gegenwärtigen Segments; für Kurven einer History-Funktion: Zeit zwischen erstem und letztem Trigger der akkumulierten Kurve. | Zeit von der ersten bis letzten Erfassung für gemittelte Kurven, Histogramme oder sequentielle Kurven | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <div><div><div><div></div><div></div></div></div><div>duty</div></div> | Duty cycle [Tastverhältnis]: Breite als Prozentsatz der Schwingungsweite. | <i>width/period</i> (Siehe Abb. 2) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <div><div><div><div></div><div></div></div></div><div>f80-20%</div></div> | Fall 80-20 %: Dauer des fallenden Übergangs des Impulses von 80 % auf 20 %, gemittelt über alle fallende Übergänge zwischen den Cursorsen. | Mittlere Dauer eines von 80 auf 20 % fallenden Übergangs | <i>Bei Signalen OHNE 2 Hauptpegel (z.B. Dreieck- oder Sägezahnkurven) können der obere und der Basiswert mit Maximum und Minimum zusammenfallen; das ergibt allerdings weniger zuverlässige Ergebnisse.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <div><div><div><div></div><div></div></div></div><div>f@level</div></div> <div></div> | „Fall at level [Abfall bei Pegel]“: Dauer der fallenden Flanken von Impulsen zwischen Übergangspegeln. | Dauer der fallenden Flanke zwischen Übergangspegeln | <i>Bei Signalen OHNE 2 Hauptpegel (z.B. Dreieck- oder Sägezahnkurven) können der obere und der Basiswert mit Maximum und Minimum zusammenfallen; das ergibt allerdings weniger zuverlässige Ergebnisse.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <div><div><div><div></div><div></div></div></div><div>fall</div></div> | <div><div>Fall time [Falldauer]: Mißt die Zeit zwischen zwei spezifizierten Werten fallender Flanken einer Kurve. Die Fallzeiten für jede Flanke werden für das Endergebnis gemittelt.</div><table><tr><th colspan="5">ARGUMENTE</th></tr><tr><th>Schwellwert</th><th>Remote</th><th>Untere Grenze</th><th>Obere Grenze</th><th>Vorgabe</th></tr><tr><td>Unterer</td><td>Niedrig</td><td>1 %</td><td>45 %</td><td>10 %</td></tr><tr><td>Oberer</td><td>Hoch</td><td>55 %</td><td>99 %</td><td>90 %</td></tr></table><div>Die Argumente der Schwellwerte spezifizieren zwei Vertikalwerte an jeder Flanke und dienen der Berechnung der Fallzeit. Formeln für die oberen und unteren Werte: Unt. Wert = unt. Schwellwert × <i>amp</i>/100 + <i>base</i> Ob. Wert = ob. Schwellwert × <i>amp</i>/100 + <i>base</i></div></div> | ARGUMENTE | | | | | Schwellwert | Remote | Untere Grenze | Obere Grenze | Vorgabe | Unterer | Niedrig | 1 % | 45 % | 10 % | Oberer | Hoch | 55 % | 99 % | 90 % | Zeit beim unteren Schwellwert – Zeit beim oberen Schwellwert gemittelt über jede fallende Flanke (Siehe Abb. 1) | <i>Bei Signalen OHNE 2 Hauptpegel (z.B. Dreieck- oder Sägezahnkurven) können der obere und der Basiswert mit Maximum und Minimum zusammenfallen; das ergibt allerdings weniger zuverlässige Ergebnisse.</i> |
| ARGUMENTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Schwellwert | Remote | Untere Grenze | Obere Grenze | Vorgabe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Unterer | Niedrig | 1 % | 45 % | 10 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oberer | Hoch | 55 % | 99 % | 90 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| PARAMETER | BESCHREIBUNG | DEFINITION | HINWEISE |
|--|--|---|---|
| first  | Kennzeichnet den Wert der Horizontalachse beim linken Cursor. | Wert der Horizontalachse beim linken Cursor (Siehe Abb. 2) | <i>Kennzeichnet den Ort des linken Cursors. Cursors sind austauschbar: Der linke Cursor kann nach rechts über den rechten Cursor hinaus bewegt werden und ‚first‘ gibt den Ort des Cursors, der sich vorher rechts befand, sich jetzt aber links befindet.</i> |
| freq | Frequenz: Schwingung eines sich wiederholenden Signals gemessen als Zeit zwischen jedem zweiten Paar von 50%-Querungen. Beginnend mit dem ersten Übergang hinter dem linken Cursor wird die Schwingung für jedes Paar Übergänge gemessen. Nach der Mittelwertbildung wird der Reziprokwert als Frequenz angezeigt. | $1/\text{Schwingung}$ (Siehe Abb. 2) | |
| last  | Zeit vom Trigger zum ‚last [letzten]‘ (ganz rechten) Cursor. | Zeit vom Trigger zum letzten Cursor (Siehe Abb. 2) | <i>Kennzeichnet den Ort des rechten Cursors. Cursors sind austauschbar: Der rechte Cursor kann nach links über den linken Cursor hinaus bewegt werden und ‚first‘ gibt den Ort des Cursors, der sich vorher links befand, sich jetzt aber rechts befindet.</i> |
| maximum | Mißt den höchsten Punkt der Kurve. Anders als ‚top‘ wird NICHT angenommen, daß die Kurve zwei Pegel besitzt. | Höchster Wert der Kurve zwischen zwei Cursors (Siehe Abb. 1) | <i>Gibt ähnliche Werte bei Anwendung auf eine Kurve in der Zeitdomäne oder ein Histogramm mit Daten derselben Kurve. Aber bei Histogrammen kann das Ergebnis Beiträge aus mehr als einer Erfassung enthalten. Berechnet den Ort der Horizontalachse für den am weitesten rechts liegenden Datenabschnitt des Histogramms — nicht zu verwechseln mit maxp.</i> |
| mean | Mittelwert der <i>Daten</i> für die Kurve der Zeitdomäne. Wird als Flächenschwerpunkt der Verteilung für ein Histogramm berechnet. | Mittelwert der <i>Daten</i> (Siehe Abb. 2) | <i>Gibt ähnliche Werte bei Anwendung auf eine Kurve in der Zeitdomäne oder ein Histogramm mit Daten derselben Kurve. Aber bei Histogrammen kann das Ergebnis Beiträge aus mehr als einer Erfassung enthalten.</i> |
| median  | Mittelwert aus Basis- und oberem Wert. | Mittelwert aus <i>Basis-</i> und <i>oberem</i> Wert (Siehe Abb. 2) | |

| PARAMETER | BESCHREIBUNG | DEFINITION | HINWEISE |
|--|--|---|--|
| minimum | Mißt den niedrigsten Punkt der Kurve. Anders als ‚base‘ wird NICHT angenommen, daß die Kurve zwei Pegel besitzt. | Niedrigster Punkt in einer Kurve zwischen Cursorsen (Siehe Abb. 1) | <i>Gibt ähnliche Werte bei Anwendung auf eine Kurve in der Zeitdomäne oder ein Histogramm mit Daten derselben Kurve. Aber bei Histogrammen kann das Ergebnis Beiträge aus mehr als einer Erfassung enthalten.</i> |
| over- | Overshoot negative [Neg. Überschwingen]: Ausmaß des Überschwingens nach einer fallenden Flanke in % der Amplitude. | $\frac{(\text{base} - \text{minimum})}{\text{ampl}} \times 100$ (Siehe Abb. 2) | <i>Die Kurve muß mindestens eine fallende Flanke enthalten. Für Signale OHNE zwei Hauptpegel (z.B. Dreieck- oder Sägezahnkurven) lassen sich KEINE Ergebnisse voraussagen.</i> |
| over+ | Overshoot positive [Pos. Überschwingen]: Ausmaß des Überschwingens nach einer steigenden Flanke in % der Amplitude. | $\frac{(\text{maximum} - \text{top})}{\text{ampl}} \times 100$ (Siehe Abb. 1) | <i>Die Kurve muß mindestens eine fallende Flanke enthalten. Für Signale OHNE zwei Hauptpegel (z.B. Dreieck- oder Sägezahnkurven) lassen sich KEINE Ergebnisse voraussagen.</i> |
| period | Schwingung eines sich wiederholenden Signals gemessen als Zeit zwischen jedem zweiten Paar von 50%-Querungen. Beginnend mit dem ersten Übergang hinter dem linken Cursor wird die Schwingung für jedes Paar Übergänge gemessen und anschließend der Mittelwert gebildet. | $\frac{1}{Mr} \sum_{i=1}^{Mr} (Tr_i^{50} - Tr_i^{50})$ (Siehe Abb. 2) | <i>Es gilt: Mr ist die Zahl der gefundenen Anstiegsflanken, Mf die Zahl der gefundenen Abfallflanken, Tr_i^x die Zeit, bei der die ansteigende Flanke i den x %-Pegel quert, und Tf_i^x die Zeit, bei der die fallende Flanke i den x %-Pegel quert.</i> |
| pkpk | Peak-to-peak: [Spitze-Spitze]-Differenz zwischen höchstem und niedrigstem Punkt der Kurve. Anders als bei ‚ampl‘ wird nicht angenommen, daß die Kurve zwei Pegel besitzt. | $\text{maximum} - \text{minimum}$ (Siehe Abb. 1) | <i>Gibt ähnliche Werte bei Anwendung auf eine Kurve in der Zeitdomäne oder ein Histogramm mit Daten derselben Kurve. Aber bei Histogrammen kann das Ergebnis Beiträge aus mehr als einer Erfassung enthalten.</i> |
| phase | Phasendifferenz zwischen dem analysierten und dem als Referenz benutzten Signal. | Phasendifferenz zwischen Signal und Referenz | |
| points  | Anzahl der Punkte in der Kurve zwischen den Cursorsen. | Anzahl der Punkte zwischen Cursorsen (Siehe Abb. 2) | |

TEIL ZWEI: ERWEITERTE ANWENDUNGEN

| PARAMETER | BESCHREIBUNG | DEFINITION | HINWEISE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|--|---------|--|--|-------------|--------|---------------|--------------|---------|---------|---------|-----|------|------|--------|------|------|------|------|---|--|
| r20-80% | Rise [Anstieg] 20 % bis 80 %: Dauer des ansteigenden Übergangs des Impulses von 20 % auf 80 %, gemittelt über alle ansteigenden Übergänge zwischen den Cursorsen. | Mittlere Dauer eines von 20 auf 80 % ansteigenden Übergangs | Bei Signalen OHNE 2 Hauptpegel (z.B. Dreieck- oder Sägezahnkurven) können der obere und der Basiswert mit Maximum und Minimum zusammenfallen; das ergibt allerdings weniger zuverlässige Ergebnisse. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| r@level  | Fall at level [Anstieg bei Pegel]: Dauer der Anstiegsflanken von Impulsen zwischen Übergangspegeln. | Dauer der Anstiegsflanken zwischen Übergangspegeln | Bei Signalen OHNE 2 Hauptpegel (z.B. Dreieck- oder Sägezahnkurven) können der obere und der Basiswert mit Maximum und Minimum zusammenfallen; das ergibt allerdings weniger zuverlässige Ergebnisse. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| rise | <div><div>Rise time [Anstiegszeit]: Mißt die Zeit zwischen zwei spezifizierten Werten (10 % bis 90 %) der Anstiegsflanken einer Kurve. Die Anstiegszeiten für jede Flanke werden für das Endergebnis gemittelt.</div><table><tr><th colspan="5">ARGUMENTS</th></tr><tr><th>Schwellwert</th><th>Remote</th><th>Untere Grenze</th><th>Obere Grenze</th><th>Vorgabe</th></tr><tr><td>Unterer</td><td>Niedrig</td><td>1 %</td><td>45 %</td><td>10 %</td></tr><tr><td>Oberer</td><td>Hoch</td><td>55 %</td><td>99 %</td><td>90 %</td></tr></table><div>Die Argumente der Schwellwerte spezifizieren zwei Vertikalwerte an jeder Flanke und dienen der Berechnung der Anstiegszeit.. Formeln für die oberen und unteren Werte: Unt. Wert = unt. Schwellwert × amp/100 + base Ob. Wert = ob. Schwellwert × amp/100 + base</div></div> | ARGUMENTS | | | | | Schwellwert | Remote | Untere Grenze | Obere Grenze | Vorgabe | Unterer | Niedrig | 1 % | 45 % | 10 % | Oberer | Hoch | 55 % | 99 % | 90 % | Zeit beim oberen Schwellwert – Zeit beim unteren Schwellwert gemittelt über jede fallende Flanke (Siehe Abb. 1) | Bei Signalen OHNE 2 Hauptpegel (z.B. Dreieck- oder Sägezahnkurven) können der obere und der Basiswert mit Maximum und Minimum zusammenfallen; das ergibt allerdings weniger zuverlässige Ergebnisse. |
| ARGUMENTS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Schwellwert | Remote | Untere Grenze | Obere Grenze | Vorgabe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Unterer | Niedrig | 1 % | 45 % | 10 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oberer | Hoch | 55 % | 99 % | 90 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| PARAMETER | BESCHREIBUNG | DEFINITION | HINWEISE |
|---|---|---|--|
| rms | Root Mean Square [Effektivwert] der Daten zwischen den Cursors — etwa gleich wie <i>sdev</i> für eine ‚zero-mean‘-Kurve. | $\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (v_i)^2}$ (Siehe Abb. 2) | <i>Gibt ähnliche Werte bei Anwendung auf eine Kurve in der Zeitdomäne oder ein Histogramm mit Daten derselben Kurve. Aber bei Histogrammen kann das Ergebnis Beiträge aus mehr als einer Erfassung enthalten. Es gilt: v_i bezeichnet die gemessenen Abtastwerte und N = Anzahl der Datenpunkte innerhalb der gefundenen Schwingungen bis zu höchstens 100 Schwingungen.</i> |
| sdev  | Standard deviation [Standardabweichung] der Daten zwischen den Cursors — etwa gleich wie <i>rms</i> für eine ‚zero-mean‘-Kurve. | $\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (v_i - \text{mean})^2}$ (Siehe Abb. 2) | <i>Gibt ähnliche Werte bei Anwendung auf eine Kurve in der Zeitdomäne oder ein Histogramm mit Daten derselben Kurve. Aber bei Histogrammen kann das Ergebnis Beiträge aus mehr als einer Erfassung enthalten. Es gilt: v_i bezeichnet die gemessenen Abtastwerte und N = Anzahl der Datenpunkte innerhalb der gefundenen Schwingungen bis zu höchstens 100 Schwingungen.</i> |
| t@level  | Time at level [Zeit bei Pegel]: Dauer vom Trigger ($t=0$) bis zur Querung bei einem bestimmten Pegel. | Zeit vom Trigger bis zum Querungspegel | |
| top | Oberer Wert zweier wahrscheinlicher Zustände, im Gegensatz zu <i>base</i> dem unteren Wert. Ist charakteristisch für Rechteckkurven und verkörpert den oberen wahrscheinlichen Zustand, der aus der statistischen Verteilung der <i>Data</i> -Punkte in der Kurve bestimmt wird. | Wert des wahrscheinlichen oberen Zustands (Siehe Abb. 1) | <i>Gibt ähnliche Werte bei Anwendung auf eine Kurve in der Zeitdomäne oder ein Histogramm mit Daten derselben Kurve. Aber bei Histogrammen kann das Ergebnis Beiträge aus mehr als einer Erfassung enthalten.</i> |
| width | Width [Breite] des sich wiederholenden Signals, die durch Prüfung der 50 %-Querungen im Daten-Eingang festgestellt wird. Ist der erste Übergang hinter dem linken Cursor eine Anstiegsflanke, wird angenommen, daß die Kurve aus positiven Impulsen besteht und <i>width</i> die Zeit zwischen benachbarten Anstiegs- und Abfallflanken ist. Im Gegensatz dazu wird bei einer fallenden Flanke ein negativer Impuls angenommen, wobei <i>width</i> die Zeit zwischen benachbarten Abfall- und Anstiegsflanken ist. In beiden Fällen wird die Breite aller Impulse für das Endergebnis gemittelt.. | Breite des ersten positiven oder negativen Impulses, gemittelt über alle ähnlichen Impulse (Siehe Abb. 1, 2) | <i>Ähnlich für fwhm, jedoch anders als ‚width‘ trifft dieser Parameter nur auf Histogramme zu.</i> |

KAPITEL ZWÖLF: *Waverunner mit dem PC einsetzen*



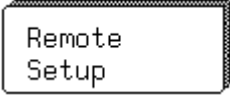
Betreiben Sie Ihr Waverunner-Oszilloskop mit einem PC:

Im folgenden Kapitel erfahren Sie, wie Sie...

- ***Kurven und Daten vom Oszilloskop zum Computer übertragen***
- ***Waverunner im ferngesteuerten Betrieb überwachen***
- ***im ASCII-Format speichern***
- ***Waverunner mit Tabellenkalkulation, MathCad und MATLAB einsetzen.***

Daten und Bilder zum PC übertragen

Sie können den Waverunner über die GPIB- oder RS-232-C-Schnittstelle auf der Geräterückseite mit einem PC verbinden. Verwenden Sie die nützliche ScopeExplorer-Software von LeCroy (siehe nächste Seite), um Daten oder Bilder auf der Festplatte des PCs zu speichern. Gleichzeitig kann Waverunners ‚Remote Control Assistant [Fernsteuer-Assistent]‘ die gesamte Fernsteuerung überwachen und korrigieren (siehe Seite 157). Führen Sie jedoch zuerst folgende Schritte aus, um das Oszilloskop zur Kommunikation mit dem PC einzurichten...

- UTILITIES
1. Drücken Sie  und dann  für 
2. Mit diesen Menüs richten Sie die Kommunikation mit dem PC über die GPIB- oder RS232-Schnittstelle ein.
- GPIB & RS232

Remote Control From
GPIB RS232


RS232 Mode
7-bit
8-bit


Parity
none
odd even


Stop bits
1 2


Baud Rate
300 1200
2400 4800
9.6K **19.2K**
57.6K 115.2K


GPIB Device (Address)
4


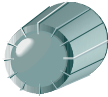
 Wahl von ‚**GPIB**‘ oder ‚**RS232**‘. Wählen Sie entsprechend in den übrigen Menüs...


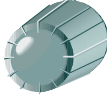
 **RS232:** Wählen Sie 7- oder 8-bit für RS232. Ist oben ‚**RS232**‘ gewählt, gilt für die GPIB-Schnittstelle ‚talk-only‘. Jede Änderung wird sofort wirksam.

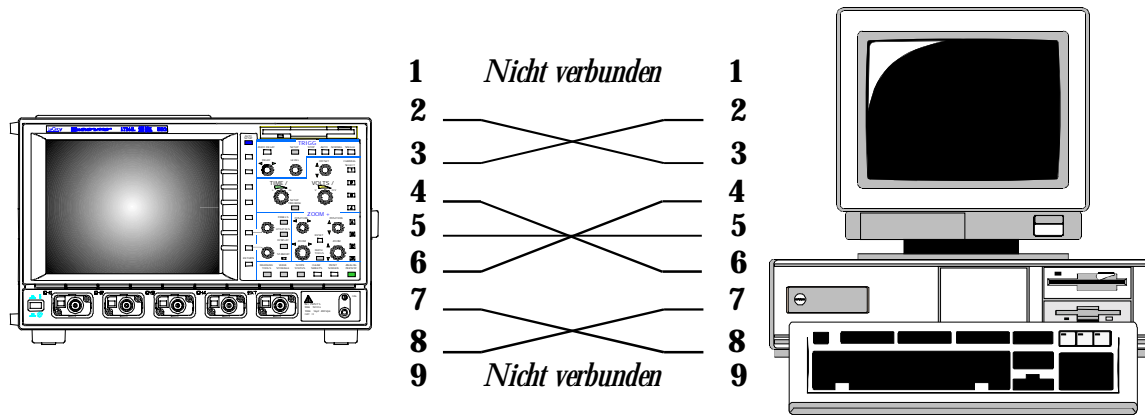
 **RS232:** Wählen Sie eine geeignete RS232-Parität.

 **RS232:** Wählen Sie die Anzahl der Stopp-Bits für RS232.

 **RS232:** Drehen Sie den Knopf zur Einstellung der Baudrate für RS232.

  **GPIB:** Wählen Sie die GPIB-Adresse durch Drücken oder Drehen.



9adriges Anschlußkabel zur Verbindung des Waverunners mit dem PC über die RS232-Schnittstelle

ENTDECKEN SIE IHR OZILLOSKOP

ScopeExplorer ist eine einfach anzuwendende, praktische Software zur Verbindung des Waverunner-Ozilloskops mit Computern, die unter Windows laufen. (Siehe auch *Erste Maßnahmen*.)

1. Zum Anschluß des Ozilloskops an einen PC benutzen Sie entweder den GPIB — dann benötigen Sie einen PC mit GPIB-Karte — oder die Standard-RS232-Schnittstelle an der Rückseite des Ozilloskops.
2. Laden Sie die kostenlose Software ScopeExplorer: <http://www.lecroy.com/scopeexplorer>. Oder setzen Sie sich mit Ihrem LeCroy-Ansprechpartner in Verbindung.
3. Installieren Sie ScopeExplorer wie jedes Windows-Programm. Mit der Online-Hilfe...
 - benutzen Sie das Teletype-ähnliche Terminal, um Standard-Fernsteuerbefehle vom Computer zum Ozilloskop zu senden und die Antwort des Waverunners auf dem PC anzuzeigen.
 - steuern Sie das Ozilloskop mit einer interaktiven, virtuellen Ozilloskop-Frontplatte.
 - leiten Sie Befehlsketten direkt von einem File zum Ozilloskop und anschließend die Antworten des Ozilloskops zu einem anderen File (die Befehle finden Sie im *Remote Control Manual*).
 - übertragen Sie Kopien des Waverunner-Displays Pixel-für-Pixel zum PC, um sie vom Computer aus zu betrachten und/oder zu drucken. Auf Tastendruck können Sie als digitales Muster gespeicherte Kurven in die Windows-Zwischenablage kopieren und in eine beliebige Windows-Anwendung einfügen.
 - erfassen Sie an der Waverunner-Frontplatte eingerichtete Setups und legen diese auf dem Computer unter einem ausführlichen Filenamen ab. Sie können sie zurück in das Ozilloskop laden und den ursprünglichen Setup wiederherstellen.
 - können Sie außerdem Ihre Kurven zum PC übertragen, um sie entweder im kompakten LeCroy-Binärformat oder in einer ASCII-Version zu speichern, die zu Analyse-Software auf PC-Basis wie Excel von Microsoft oder MathCad von Mathsoft (siehe Seite 160) kompatibel ist.

FERNGESTEUERTE OPERATIONEN ÜBERWACHEN

Mit dem Waverunner ‚Remote Control (RC) Assistant [Fernsteuer-Assistent]‘ überwachen Sie automatisch die über die Schnittstellen empfangenen Befehle. Der RC-Assistent unterstützt eine fehlerfreie Kommunikation mit dem PC. In aktivem Zustand zeigt er ein Protokoll des Dialogs zwischen Oszilloskop und PC an. Wenn ein Kommunikationsfehler auftritt, erscheint die Meldung: ‚Remote Control: problem detected and logged [Fehler in der Fernsteuerung]‘.

UTILITIES

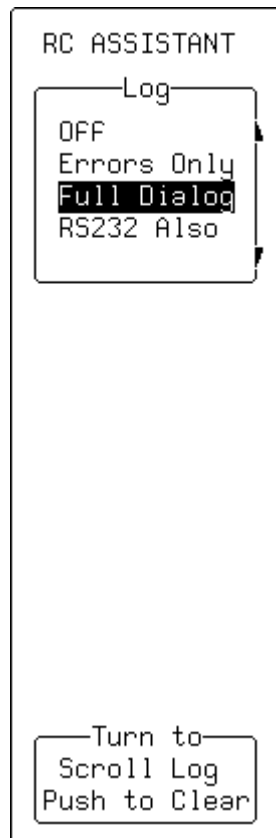
1. Drücken Sie  zur Anzeige des UTILITIES-Menüs.

2. Drücken Sie  für

Special
Modes

, anschließend  für

Remote Ctrl.
Assistant



Folgende Menüs erscheinen...

3. Drücken Sie eine der beiden oberen Menütasten zur Wahl eines der folgenden Parameter:

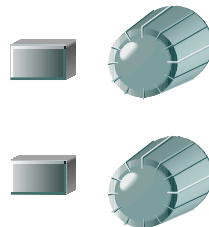
‚**Off**‘ — der RC-Assistent erfaßt KEINE Fernsteuer-Befehle.

‚**Errors Only** [nur Fehler]‘ — nur Anzeige falscher oder unvollständiger Befehle von der Fernsteuerung (Vorgabe beim Einschalten).

‚**Full Dialog**‘ — erfaßt und zeigt alle Fernsteuer-Befehle, die ab 100 Zeilen überschrieben werden.

‚**RS232 Also**‘ — protokolliert den Dialog vollständig und sendet ihn an eine Registriereinheit, die an der RS232-Schnittstelle angeschlossen ist. In diesem Fall können Befehl nur über die GPIB-Schnittstelle ausgetauscht werden.

(Siehe auch die Befehle `COMM_HELP` und `COMM_HELP_LOG` im *Remote Control Manual*.)



4. Mit dem Drehknopf rollen Sie das Protokoll; durch Knopfdruck wird das Protokoll gelöscht.

Kurven im ASCII-Format speichern

Wenn Sie Kurven in einem internen Speicher (M1, M2, M3 oder M4) des Waverunners ablegen, geschieht das in LeCroys speziellem Binär-Format. Sie können Ihre Kurven aber auch im ASCII-Format auf einem externen Speicher wie Diskette, PC-Speicherkarte oder Festplatte ablegen. Sie können dann die Daten zur Auswertung mit einer Tabellenkalkulation oder Math-Software zu einem PC übertragen.


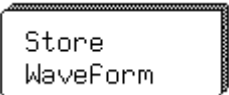
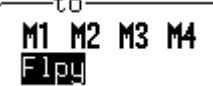






Damit erzeugen Sie einen File, der das 10- bis 20fache Speichervolumen im Vergleich zu LeCroys Binärformat benötigt. Ein Datensatz von 1 MB benötigt typisch 13 bis 15 MB im ASCII-Format. ASCII-Kurven können nicht in das Oszilloskop zurückgeladen werden.

WaveRunner speichert Kurven in einem von drei ASCII-Formaten: Spreadsheet [Tabellenkalkulation], MathCad und MATLAB. Die Tabelle faßt das grundsätzliche Layout der drei Formate zusammen. Auf den nächsten Seiten werden Sie sehen, wie die Speicherfunktion für ASCII eingerichtet wird, gefolgt von Anwendungsbeispielen für jedes Format.

| FORMAT | HEADER | ZEIT-WERTE | AMPLITU-DENWERTE | SEQUENZ-ZEITEN | MULTI-SEGMENT | DUAL ARRAY |
|--------------------|---|--|---|---|---|--|
| | <i>Format enthält eine Art Header [Anfangskennsatz] vor den Daten</i> | <i>Format speichert Zeitwerte mit jedem Amplitudenwert</i> | <i>Format speichert Amplitudenwerte</i> | <i>Header enthält Sequenzzeit-Information für jedes Sequenzsegment.</i> | <i>Format verknüpft mehrere Segmente einer Sequenzkurve</i> | <i>Format erlaubt das Speichern von Dual-Array-Daten (Extremwerte oder komplexe FFT)</i> |
| Spreadsheet | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja |
| MathCad | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja |
| MATLAB | Nein | Nein | Ja | Nein | Ja | Nein |

IM ASCII-FORMAT SPEICHERN

Speichern Sie Kurven im ASCII-Format und legen Sie sie auf einer Diskette oder einer Speichereinrichtung im 'PC Card'-Einschub ab. Speichern Sie in einem ASCII-Format wie Spreadsheet. Übertragen Sie die anschließend die Daten zum PC...

- Drücken Sie  und dann  für
- Drücken Sie  zur Wahl von
- Verwenden Sie diese und die Menüs auf der nächsten Seite, um Ihre angezeigte Kurve auf einem Datenträger im ASCII-Format abzulegen.
 -  Zur Wahl von 'ASCII'.
 -  Zum Aufruf des auf der nächsten Seite gezeigten Menüs und zur Einrichtung des bevorzugten ASCII-Formats.
 -  Zum Aufruf oder Abschalten automatischer Speicherfunktionen: 'Wrap' speichert kontinuierlich, indem es die ältesten Files überschreibt. 'Fill' speichert, bis die Speicherkapazität erschöpft ist.
 -  Zum Speichern der gewählten Kurve mit untenstehenden Menüs auf der externen Speichereinrichtung.
 -  Zur Wahl des Speichers, in dem die anzuzeigende Kurve abgelegt wird.
 -  Zur Wahl des Datenträgers, auf dem die Kurve abgelegt wird: Diskette ('Flpy') ist Standard bei allen Waverunner-Modellen, während eine PC-Speicherkarte oder Festplattenkarte im rückseitigen 'PC Card'-Einschub ('Card') eine Option darstellt.

WAVE STORAGE

Store WaveForm

M1 M2 M3 M4
Flpy

STORE W' FORMS

Data Format
Binary ASCII
(Spreadsheet)

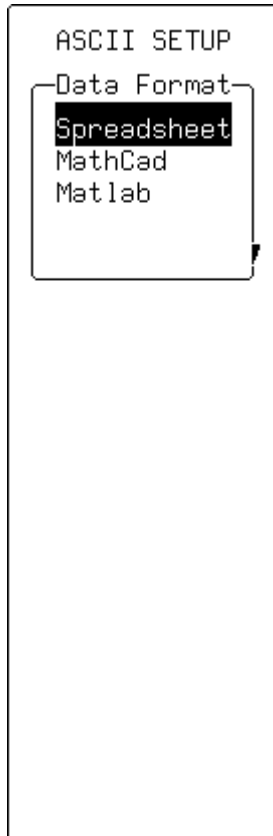
Setup ASCII
Format

Auto-Store
OFF
Wrap Fill

DO STORE
(1->Flpy)

store
1 2
A B
C D
All displayed

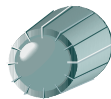
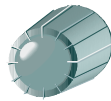
to
Card Flpy



Dieses Menü erscheint, wenn Sie in den auf der vorherigen Seite gezeigten Menüs 'Setup ASCII' gewählt haben.



Zur Wahl eines ASCII-Formats.



RETURN

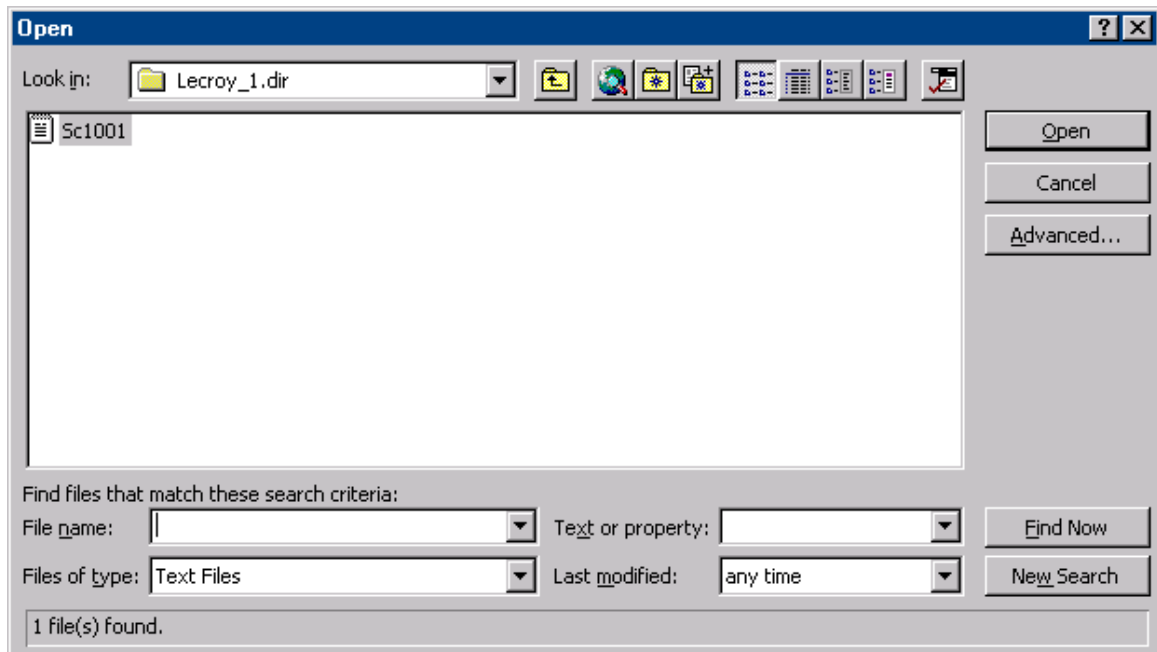


Rückkehr zum STORE W'FORM-Menü für andere Einstellungen.

ASCII-Formate verwenden

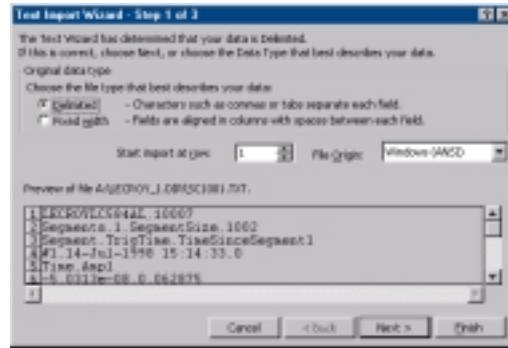
ALS SPREADSHEET [TABELLENKALKULATION] SPEICHERN

Um eine im Spreadsheet-Format gespeicherte Kurve in Microsoft Excel einzulesen, verwenden Sie den Dialog: File -> Open dialog..

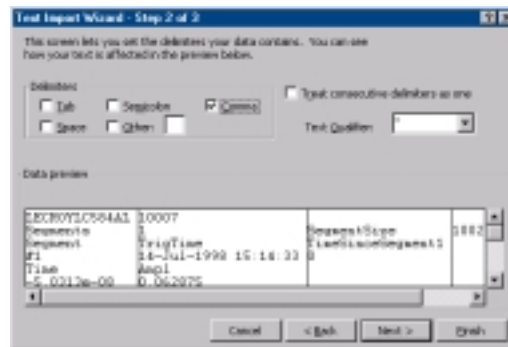


Excels Text-Import-Wizard wird Sie auf den folgenden Schritten begleiten...

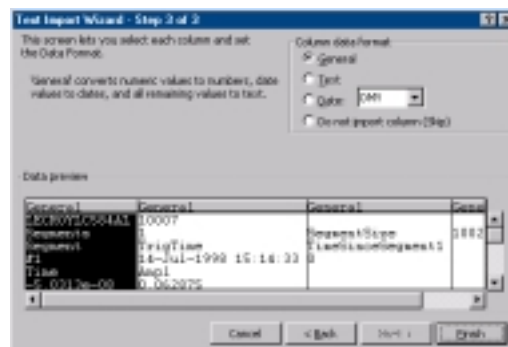
1. Wählen Sie Delimited [Trennzeichen].



2. Das von WaveRunner erzeugte Spreadsheet-Format verwendet „,“ zur Trennung von Spalten. Wählen Sie Comma [Komma] als Trennzeichen.



3. Der dritte und letzte Schritt erlaubt die Wahl des Formats für die Spalten. Wählen Sie General [allgemeines Datenformat für Spalten]. Das ist die Herstellervorgabe.

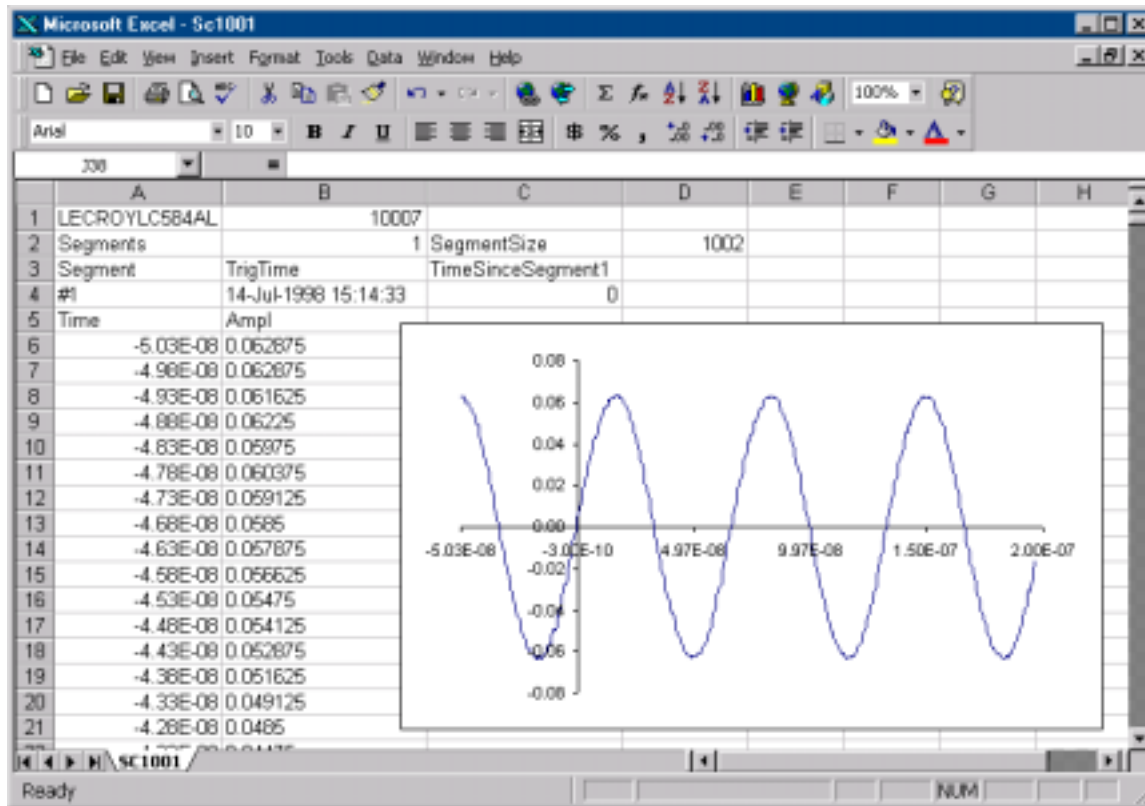


4. Klicken Sie auf **Finish**: ein Display ähnlich untenstehender Abbildung sollte erscheinen:

| | A | B | C | D |
|----|----------------|----------------------|-------------------|------|
| 1 | LECROY LC584AL | 10007 | | |
| 2 | Segments | 1 | SegmentSize | 1002 |
| 3 | Segment | TrigTime | TimeSinceSegment1 | |
| 4 | #1 | 14-Jul-1998 15:14:33 | 0 | |
| 5 | Time | Ampl | | |
| 6 | -5.03E-08 | 0.062875 | | |
| 7 | -4.98E-08 | 0.062875 | | |
| 8 | -4.93E-08 | 0.061625 | | |
| 9 | -4.88E-08 | 0.06225 | | |
| 10 | -4.83E-08 | 0.05975 | | |
| 11 | -4.78E-08 | 0.060375 | | |
| 12 | -4.73E-08 | 0.059125 | | |
| 13 | -4.68E-08 | 0.0585 | | |
| 14 | -4.63E-08 | 0.057875 | | |

KURVE IM SPREADSHEET PLOTTEN

Das Plotten der Daten einer Kurve erfordert ein Streudiagramm auf Basis der Daten in den ersten beiden Spalten, wobei die erste Spalte die X-Werte liefert (ab Reihe 6 in diesem Beispiel):



Der für das Spreadsheet erzeugte Header enthält die vollständige Information, die benötigt wird, um verschiedene Elemente einer Sequenz-Kurve zu entnehmen. Verwenden Sie folgende Formeln zur Entnahme von Information wie Start- und Endreihe der Daten eines vorgegebenen Segments oder der Triggerzeit eines gegebenen Segments:

$SegmentStartRow := (DesiredSegment * D2) + B2 + 5$

$SegmentEndRow := SegmentStartRow + D2 - 1$

$TrigTime = INDIRECT(ADDRESS(DesiredSegment + 3; 2; 4))$

$TimeSinceFirstTrig = INDIRECT(ADDRESS(DesiredSegment + 3; 3; 4))$

Wenn Sie die Daten aller Segmente mit einem Streudiagramm plotten, führt das zu einer Überlagerung aller Segmente, ähnlich wie in Waverunners Persistence-Display der Sequenz-Kurvenspuren.

MATHCAD VERWENDEN

Die folgenden Beispiele wurden mit MathSofts ‚MathCad for Windows‘ erzeugt. Auf dieser Seite wird das Verfahren zum Lesen und Zeichnen eines Files für ein Einzelsegment angegeben; das Beispiel auf Seite 166 bezieht sich auf mehrere Segmente.

Dieses Beispiel für ein Einzelsegment gilt für MathCad, Versionen 3.1 bis 7:

```

A := READPRN(file)
K := last(A<0>)

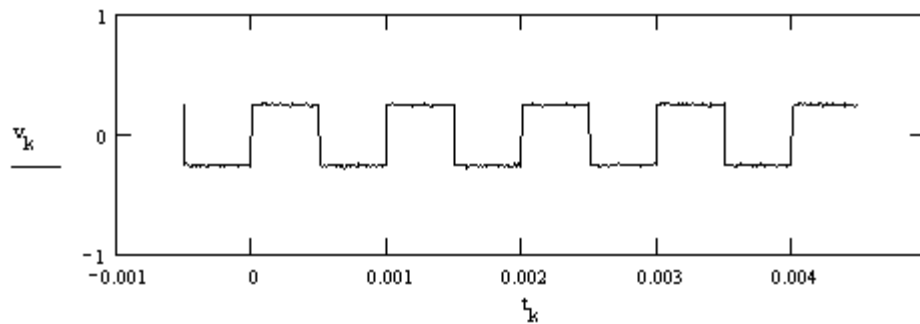
A := submatrix(A, 2, K, 0, 1)      Create a submatrix containing data but no header

t := A<0>                          Extract time vector
v := A<1>                          Extract amplitude vector

K := last(t)                       Determine index of last point

k := 0..K - 1                      Create a ramp

```



Dieses MathCad-Beispiel für mehrere Segmente zeigt, wie man einem gegebenen Segment Daten entnimmt. Die Daten bestanden aus zwei Segmenten mit jeweils drei Werten, so daß die gesamte importierte Matrix angezeigt werden kann:

Daten aus File lesen

$a := \text{READPRN}(sc1000)$

Nur das erste Segment entnehmen

$n := \{1 + a_{0,0}\} \dots \{a_{0,0} + a_{0,1}\}$

$m := 0 \dots 1$

$\text{firstseg}_{n-1-a_{0,0}m} := a_{n,m}$

$\text{firstseg} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1.1 & 2 \\ 1.2 & 3 \end{pmatrix}$

n

$a = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 1 & 0 \\ 2 & 999 \\ 1 & 1 \\ 1.1 & 2 \\ 1.2 & 3 \\ 1 & 1.1 \\ 1.1 & 2.1 \\ 1.2 & 3.1 \end{pmatrix}$

Gegebenes Segment entnehmen

$\text{numsegments} := a_{0,0}$

Gesamtzahl der Segmente in der Kurvenspur

$\text{seglen} := a_{0,1}$

Anzahl der Werte in jedem Segment

$\text{segment} := 0$

Gewünschte Segmentzahl

$\text{segstart} := 1 + \text{numsegments} + \text{segment} \cdot \text{seglen}$

Index des ersten Punktes im Segment

$\text{segend} := \text{segstart} + \text{seglen} - 1$

Index des letzten Punktes im Segment

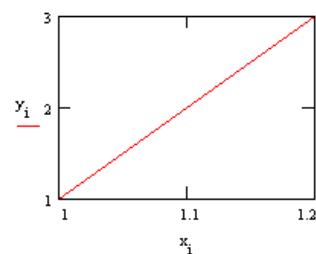
$\text{segtime} := a_{\text{segment}+1,1}$

Segment-Triggerzeit

$x := a_{<0>}$

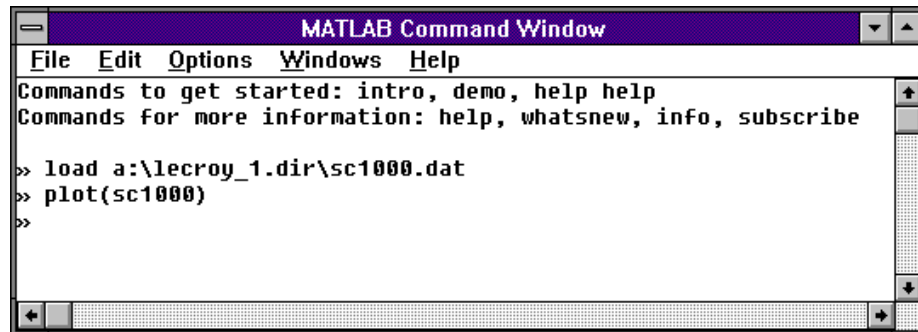
$y := a_{<1>}$

$i := \text{segstart} \dots \text{segend}$



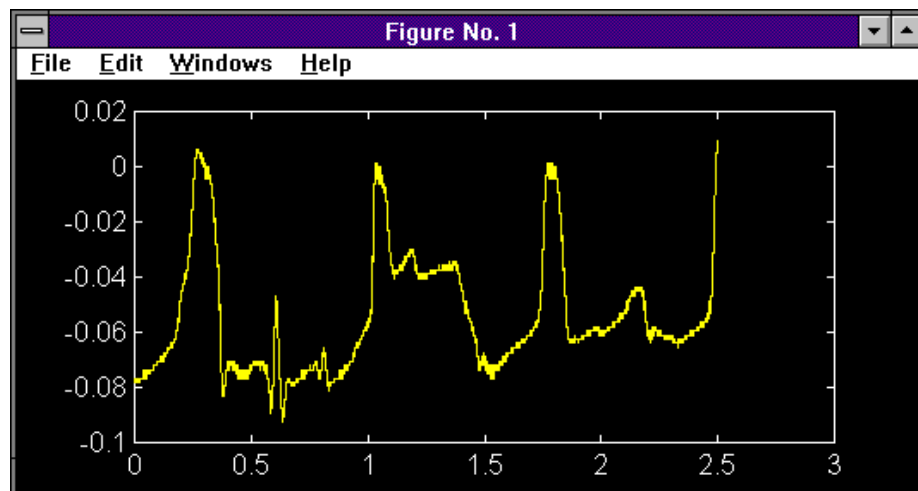
MATLAB VERWENDEN

Dieses Beispiel wurde mit MathWorks MATLAB, Version 4.2c.1 für Windows erzeugt. Sie können in MATLAB eine Kurve mit zwei einfachen Befehlen lesen und zeichnen: der erste lädt den File in eine Matrix, die automatisch nach dem File benannt wird (Command Window); der zweite plottet diese Matrix (Figure No. 1):

A screenshot of the MATLAB Command Window. The title bar is purple and says "MATLAB Command Window". Below the title bar is a menu bar with "File", "Edit", "Options", "Windows", and "Help". The main area contains text: "Commands to get started: intro, demo, help help" and "Commands for more information: help, whatsnew, info, subscribe". Below this, there are three lines of code: ">> load a:\lecroy_1.dir\sc1000.dat", ">> plot(sc1000)", and ">>".

```
MATLAB Command Window
File Edit Options Windows Help
Commands to get started: intro, demo, help help
Commands for more information: help, whatsnew, info, subscribe

>> load a:\lecroy_1.dir\sc1000.dat
>> plot(sc1000)
>>
```



Das MATLAB-Format ist einfach: Es besitzt keine Header-Information, nur Amplitudenwerte. Mehrere Segmente werden ohne Trennzeichen angehängt. Nur ein Wert des Amplituden-Wertepaares in einem Dual-Array wird gespeichert.





Übersicht über die Gerätearchitektur

PROZESSOREN

Der Waverunner-Hauptprozessor (CPU), ein PowerPC -Microprozessor, führt die Berechnungen des Oszilloskops aus und steuert seinen Betrieb. Über Schnittstellen sind Fernsteuerung, Speicherung von Kurven und anderen Daten sowie die Herstellung von Bildschirmkopien möglich. Ein weiterer Hilfsprozessor überwacht konstant die Bedienelemente auf der Frontplatte. Waverunner überträgt Daten entweder in den Anzeigespeicher zur direkten Kurvendarstellung oder legt sie in Referenzspeichern zur raschen Verarbeitung ab.

ANALOG/DIGITAL-WANDLER

Jeder Waverunner-Kanal besitzt einen 8-Bit-Analog/Digital-Wandler (ADC). Die ADC-Architektur des Gerätes ist so ausgelegt, daß eine ausgezeichnete Amplituden- und Phasen-Korrelation, maximale ADC-Leistung, große Datensatzlängen und überlegene Zeitaufösungen gewährleistet sind.

SPEICHER

Der Waverunner-Erfassungsspeicher vereinfacht die Signalerfassung, indem Datensätze von Kurven erzeugt werden, die eine detaillierte Auswertung bei großen Zeitintervallen ermöglichen. Es gibt vier Speicher für eine vorübergehende Speicherung und vier weitere für das Zoomen und Auswerten von Kurven.

RIS

Das Waverunner-Oszilloskop erfaßt und speichert periodische Signale mit einer maximalen „Random Interleaved Sampling (RIS)“-Rate von 25 GS/s. Diese verbesserte Digitalisierungstechnik ermöglicht die Messung periodischer Signale mit einem effektiven Abtastintervall von 100 ps und einer Meßauflösung bis zu 10 ps.

TRIGGER-SYSTEM

Sie können die Waverunner-Triggerung in sehr hohem Maße entsprechend den Kurveneigenschaften und gewählten Triggerbedingungen steuern. Als Triggerquelle können einer der Eingangskanäle, die Netzspannung (synchronisiert auf die Stromversorgung des Oszilloskops) oder ein externes Signal dienen. Als Kopplungsart sind AC [Wechselspannung], LF REJect [Hochpaß], HF REJect [Tiefpaß], HF [Hochfrequenz] und DC [Gleichspannung] möglich; die Flankensteigung kann positiv oder negativ eingestellt werden. Waverunners SMART-Trigger bietet umfangreiche, komplexe Triggermodi, die an spezielle Triggerbedingungen angepaßt sind.

AUTOMATISCHE KALIBRIERUNG

Waverunners automatische Kalibrierung garantiert eine Vertikalgenauigkeit gemessen über Alles von typisch 1 % vom Skalenendwert. Die Kalibrierungen für die Vertikalverstärkung und den Offset sowie die Horizontalauflösung (Zeit) werden bei jeder Änderung der Einstellung für die Empfindlichkeit (V/div) ausgeführt. Eine periodische und temperaturabhängige automatische Kalibrierung sichert Langzeitstabilität für die aktuelle Einstellung.

DISPLAY

Sie steuern das interaktive, benutzerfreundliche Display über Drucktasten und Drehknöpfe. Bis zu acht verschiedene Kurven können gleichzeitig in acht separaten Gittern dargestellt werden. Die Parameter, welche die Signalerfassung steuern, werden simultan angezeigt. Das Waverunner-Display präsentiert den internen Status und die Meßergebnisse sowie Menüs für den Betrieb, zum Messen und zur Kurvenauswertung.

Der 8,4-Zoll TFT-LCD-Farbbildschirm zeigt Kurven und Daten mit Hilfe eines fortschrittlichen Farb-Managements an. Spezielle Funktionen für Überlappungsmischung und Kontrastverbesserung gewährleisten, daß überlappende Kurven jederzeit erkennbar bleiben. Sowohl eigene als auch voreingestellte Farbsets stehen zur Verfügung.

Die ‚Analog Persistence [Nachleuchten]‘-Funktion bietet die Darstellungsattribute eines Analoggerätes mit allen Vorteilen der Digitaltechnik. Die Vollbildfunktion vergrößert Kurven und nutzt den gesamten Bildschirm.

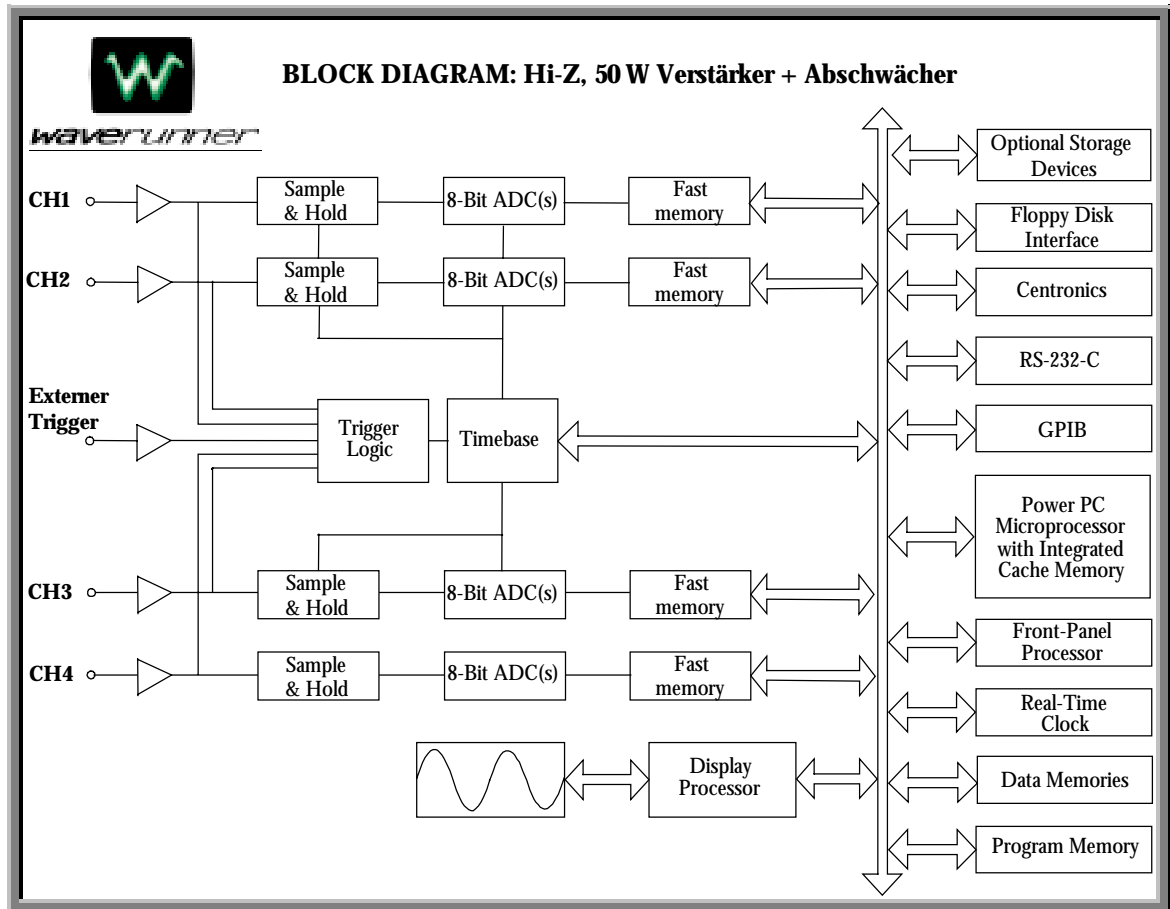
Eine Bildschirmkopie kann einfach durch Drücken der Taste PRINT SCREEN erzeugt werden.

FRONTPLATTEN-SETUPS

Obwohl Waverunner ein echtes Digitalgerät ist, ist die Gestaltung von Frontplatte und Bedienelementen einem Analog-Oszilloskop ähnlich. Kurze Reaktionszeiten und die sofortige Anzeige von Kurven bei hoher Auflösung vertiefen diesen Eindruck. Vier Frontplatten-Setups lassen sich intern speichern und entweder direkt oder ferngesteuert wieder abrufen und sichern somit eine rasche Frontplatten-Konfiguration. Beim Ausschalten werden die aktuellen Einstellungen der Frontplatte automatisch gespeichert, um beim nächsten Hochfahren des Gerätes wieder aktiv zu sein.

FERNSTEUERUNG

Waverunner ist auch für ferngesteuerten Betrieb in automatisierten Prüfeinrichtungen und PC-gestützten Meßanwendungen geeignet. Der gesamte Meßablauf wird von Ihnen gesteuert — einschließlich der Einstellungen für Cursor- und Impulsparameter, dynamischer Modifikation der Frontplatten-Einstellungen und der Anzeige-Organisation — über die Schittstellen nach Industrie-Standard-GPIB (IEEE-488) und Standard-RS232C auf der Geräterückseite. Einzelheiten hierzu finden Sie in Kapitel 12 dieses Handbuchs *Waverunner mit dem PC einsetzen* und im *Remote Control Manual*.



Spezifikationen

MODELLE

Waverunner LT342/LT322-Serie: Zwei Kanäle

Waverunner LT344/LT244-Serie: Vier Kanäle

Hinweis: Die Spezifikationen können ohne Bekanntgabe geändert werden. Fordern Sie die aktuellen Datenblätter bei Ihrem LeCroy-Ansprechpartner an.



ERFASSUNGSSYSTEM

Bandbreite (–3dB): LT342/LT344/LT322: 500 MHz; LT224: 200 MHz. Bandbreite @ 50 Ω und Tastkopf PP006. Bandbreiten-Begrenzer bei 25 MHz (LT224) sowie 25 MHz und 200 MHz (übrige Modelle), für jeden Kanal wählbar

Eingangsimpedanz: 50 Ω ± 1,0 %; 1 MΩ ± 1,0 % // 12 pF typisch (mit Tastkopf PP006)

Eingangskopplung: 1 MΩ: AC, DC, GND; 50 Ω: DC, GND



Max. Eingangsspannung: 50 Ω: 5 Veff; 1 MΩ: 400 V max (Spitzenwert AC ≤ 5 kHz + DC)

Einzelschuß-Abtaste: LT342/LT344: 500 MS/s; LT224/LT322: 200 MS/s

Erfassungsspeicher: LT342/LT344: 250 000 Punkte pro Kanal; LT224/LT322: 100 000 Punkte pro Kanal; 1 M Punkte pro Kanal bei L-Modellen

Vertikalauflösung: 8 bit

Empfindlichkeit: 2 mV bis 5 V/div stufenlos einstellbar; 10 V/div

DC-Genauigkeit: ± 1,5 % (0,5 % vom Skalenendwert)

Offset-Bereich:

- 2 mV bis 50 mV/div: ± 1 V
- 100 mV bis 500 mV/div: ± 10 V
- 1 V bis 10 V/div: ± 100 V

| ERFASSUNGSMODI | | | |
|----------------|------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| MODUS | ZEITBASIS-EINSTELLUNG | MAX. RATE | BESCHREIBUNG |
| Einzelschuß | 10 ns bis 1000 s/div | 500 MS/s | Ein ADC pro Kanal |
| | 20 ns bis 1000 s/div (LT224) | 200 MS/s (LT224) | |
| Periodisch | 1 ns bis 5 µsec/div | 25 GS/s | Random Interleaved Sampling (RIS) |
| | 1 ns bis 10 µsec/div (LT224) | | |

| Sequenz | | | |
|----------------------|---|------------------------------|---|
| LT342/LT344 | 2 bis 1000 Segmente | 500 MS/s | Speichert mehrere Ereignisse mit Zeitangabe in segmentierten Erfassungsspeichern |
| LT224/LT322 | 2 bis 400 Segmente | 500 MS/s 200 MS/s (LT224) | Speichert mehrere Ereignisse mit Zeitangabe in segmentierten Erfassungsspeichern |
| LT342L/LT344L | 2 bis 4000 Segmente | 500 MS/s | Speichert mehrere Ereignisse mit Zeitangabe in segmentierten Erfassungsspeichern |
| Rollmodus | ≤ 500 000 Punkte: 500 ms bis 1000s/div | 100 ks/s | Bei Benutzung mit einer langsamen Zeitbasis rollt die Kurve langsam über das Display. |
| | ≥ 500 000 Punkte: 1 s bis 1000 s/div | | |

ZEITBASIS

Zeitbasen: Hauptspur und bis zu vier Zoom-Kurvenspuren gleichzeitig

Zeit/div-Bereich: 1 ns/div bis 1000 s/div

Taktgenauigkeit: ≤ 10 ppm

Interpolations-Auflösung: 5 ps

Externer Takt: LT342/LT344/LT322: ≤ 500 MHz; LT224: ≤ 200 MHz; 50 Ω- oder 1 MΩ-Impedanz

TRIGGERUNG

Modi: NORMAL, AUTO, SINGLE und STOP

Quellen: Jeder Eingangskanal, Extern, EXT 10 oder Netzspannung; Steigung, Pegel und Kopplungsart individuell einstellbar, ausgenommen Netzspannung.

Kopplungsarten: DC, AC, HF, HFREJ, LFREJ (Eckfrequenz typisch 50 kHz)

Pretrigger-Aufzeichnung: 0 bis 100 % vom Horizontal (Zeit)-Maßstab

Posttrigger-Verzögerung: 0 bis 10 000 div

Holdoff [Sperre] durch Zeit oder Ereignisse: Bis zu 20 s oder von 1 bis 99 999 999 Ereignisse

Interner Trigger-Bereich: ± 5 div

Max. Triggerfrequenz: Bis zu 500 MHz mit HF-Kopplung



Externes Triggersignal: ± 0,5 V, ± 5 V mit Ext 10; max. Eingangssignal wie bei Eingangskanälen

SMART-TRIGGERUNG

Signal- oder Impulsbreite: Triggert auf Glitches bis herab zu 2 ns. Impulsbreiten einstellbar von < 2,5 ns bis 20 s.

Signalintervall: Triggert auf Intervalle, wählbar von 10 ns bis 20 s.

TV: Triggert auf die Netzspannung (bis zu 1500) und Halbbild 1 oder 2 (gerade oder ungerade) für PAL (SECAM), NTSC oder Nicht-Standard-Video-Signale.

Status/Flanken-Qualifikation: Triggert bei einer beliebigen Eingangsquelle nur dann, wenn ein bestimmter Zustand (oder Übergang) bei einer anderen Quelle aufgetreten ist. Die Verzögerung zwischen Quellen ist zeitlich oder durch die Zahl der Ereignisse wählbar.

Dropout: Triggert, wenn das Eingangssignal für länger als eine zwischen 25 ns bis 20 s gewählte Zeit aussetzt.

AUTO-SETUP

Richtet automatisch Zeitbasis, Trigger und Empfindlichkeit für eine Vielzahl periodischer Signale ein.

Vertikalsuche: Bestimmt automatisch die Empfindlichkeit für das gewählte Eingangssignal.

TASTKÖPFE

Modell PP006: PP006 mit automatischer Erkennung: 10:1, 10 M Ω ; ein Tastkopf pro Kanal

Tastkopfsystem: Das 'ProBus Intelligent Probe System' unterstützt aktive Tastköpfe für hohe Spannungen, Ströme und Differenz-Signale sowie Differenzverstärker.

FARBDISPLAY

Typ: 8,4-Zoll TFT-LCD-Farbbildschirm, Auflösung VGA, 640 x 480

Bildschirmschoner: Schaltet die Anzeige nach 10 Minuten aus.

Uhr: Datum, Stunden, Minuten und Sekunden werden mit der Kurve angezeigt.

Anzahl der Kurvenspuren: Max. acht bei LT344, LT224, sechs bei LT342, LT322; gleichzeitige Anzeige von Kanal-, Zoom-, Speicher- und Math-Kurvenspuren.

Gitterraster: Einzeln, zweifach, vierfach, achtfach, XY, einzeln+XY, zweifach+XY; in der Vollbilddarstellung werden alle Gitterraster vergrößert dargestellt.

Kurvendarstellung: Meßpunkte verbunden oder einzeln — normal oder fett

'ANALOG PERSISTENCE'-DISPLAY

'Analog Persistence [Nachleuchten]' und 'Color Graded Persistence [farblich abgestuftes Nachleuchten]': Veränderliche Sättigungspegel; die Daten des Nachleuchtens für jeden Kanal werden gespeichert.

Kurvendarstellung: Lichtundurchlässige oder transparente Überlappung

ZOOM-KURVENSPUREN

Typ: Anzeige von bis zu vier Zoom-Kurvenspuren

Vertikalzoom: bis zu 5fache Dehnung, 50fach mit Mittelwertbildung

Horizontalzoom: Dehnung bis 2 Punkte/div, Vergrößerung bis 50 000fach

Automatisches Rollen: Ein erfaßtes Signal wird automatisch abgetastet und angezeigt.

RASCHE SIGNALVERARBEITUNG

Prozessor: 96 MHz Power PC

| LT342/LT322 | LT344/LT224 | LT342L | LT344L |
|---|-------------|-----------|-----------|
| 16 MBYTES | 16 MBYTES | 32 MBYTES | 32 MBYTES |
| 64 MBYTE SYSTEMSPEICHER AUF WUNSCH FÜR ALLE MODELLE | | | |

INTERNER KURVENSPEICHER

Kurve: M1, M2, M3, M4; die Speicherlänge ist gleich dem Erfassungsspeicher.

Zoom und Math: A, B, C, D; die Speicherlänge ist gleich dem Erfassungsspeicher.

Die Speicher M1 bis 4 und A bis D speichern Kurven in voller Länge mit 16 bit/Datenpunkt.

SETUP-SPEICHER

Status von Frontplatte und Gerät: Vier nichtflüchtige Speicher und das Diskettenlaufwerk sind Standard; Festplatte und Speicherkarte sind optional.

MATH-HILFSMITTEL

Bis zu vier Rechenfunktion lassen sich gleichzeitig durchführen; Kurvenspuren können miteinander verkettet werden, um ‚Math on Math [verkettete Rechenfunktionen]‘ auszuführen. Standard-Funktionen: Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division, Negation, Identität, Summenbildung, Mittelwertbildung bis zu 1000 Sweeps, ERES-Tiefpaß-Digitalfilter für 11-bit-Vertikalauflösung, FFT für Kurven mit 50000 Punkten, Extremwerte zur Darstellung von Hüllkurven, physikalische Einheiten, Neuskalierung (mit Einheiten), $\sin x/x$, Neuabtastung (deskew).

AUSWERTUNGSHILFEN

Cursor-Messungen:

- **Relative Zeit:** Zwei Pfeil-Cursoren messen Zeit- und Spannungsdifferenzen relativ zu einander mit einer Auflösung von $\pm 0,05$ % vom Skalenendwert.
- **Relative Amplitude (Spannung):** Zwei Horizontalbalken messen Spannungsdifferenzen mit einer Auflösung von $\pm 0,2$ % vom Skalenendwert.
- **Absolute Zeit:** Ein Fadenkreuz mißt die Zeit bezogen auf Trigger und Spannung gegen Masse.
- **Absolute Amplitude (Spannung):** Ein horizontaler Bezugslinien-Cursor mißt die Spannung gegen Masse.

Automatisierte Messungen: Anzeige von fünf beliebigen Parametern zusammen mit ihren mittleren, oberen, unteren und Standard-Abweichungen.

Gut/Schlecht: Prüfung von fünf beliebigen Parametern gegen einstellbare Schwellwerte. Grenzwert-Prüfungen sind möglich mit Masken, die im Oszilloskop oder auf einem PC erzeugt wurden. Richten Sie eine Gut/Schlecht-Bedingung ein, die Aktionen wie Ausgabe einer Bildschirmkopie, Speicherung einer Kurve, GPIB SRQ oder eine Impulsausgabe veranlaßt.

EXTENDED MATH AND MEASUREMENTS [KOMPLEXE RECHEN- UND MEßFUNKTIONEN] (OPTION)

Ergänzt komplexe Rechen- und Meßfunktionen für allgemeine Anwendungen. Die Option enthält neben allen Standard-Funktionen Integration, Differentiation, Logarithmus (natürlicher und Briggscher Logarithmus), Quadrat, Quadratwurzel, Absolutwert sowie ‚Data log‘ bei Verwendung der Trendfunktion.

WAVEANALYZER [KURVENANALYSE] (OPTION)

Ergänzt mathematische Prozesse wie FFT von Kurven mit 1 MPunkten, Leistungsdichtespektrum, Mittelwertbildung von Spektren, Mittelwertbildung von Kurven bis 1 Mio Sweeps, kontinuierliche Mittelwertbildung, Kurven-Histogramme und Histogramm-Parameter. Enthält die Option ‚Extended Math and Measurements [komplexe Rechen- und Meßfunktionen]‘.

LÖSUNGEN FÜR SPEZIELLE ANWENDUNGEN

Jitter- und Zeitanalyse (JTA): Präzise Schwingungszeit-Messungen mit verbesserter Genauigkeit, Histogramme bei Persistence-Kurvenspuren, Persistence-zu-Kurve-Überwachung und volle Statistik-Analyse.

PowerMeasure [Leistungsmessung]: A Eine vollständige Lösung für die Leistungsmessung: Beherrscht das ‚Timing Deskew‘ von Spannung und Strom und die Umskalierung elektrischer Einheiten.

SCHNITTSTELLEN

Fernsteuerung: Vollständige Steuerung via GPIB und RS-232-C*

Diskettenlaufwerk: Intern, DOS-Format, 3,5 Zoll, hohe Dichte

PC Card-Einschub: Unterstützt Festplatten- und Speicherkarten

Externer Monitor-Anschluß: 15polig, D-Typ, VGA kompatibel*

Centronics Port: Parallele Druckerschnittstelle*

Interner Grafik-Drucker (Option): max. 25 mm/s, Papierbreite 112 mm; liefert Bildschirmkopien in <10 Sekunden



* Geschirmte Kabel mit einer Länge von max. 3 m sind gemäß EMC Directive 89/336/EEC erforderlich.

AUSGANGSSIGNALE

Kalibriersignal: 500 Hz bis 1 MHz Rechteck, -1,0 bis + 1,0, Prüf- und Massepunkt an der Frontplatte

Steuersignale: Wahl der Zustände ‚Trigger bereit‘, Trigger-Ausgabe oder Gut/Schlecht; TTL-Pegel an 1 M Ω an der BNC-Buchse auf der Rückseite (Ausgangswiderstand 300 $\Omega \pm 10\%$)



ALLGEMEIN

Betriebsbedingungen: Temperatur 5 bis 40° C; Feuchte max. 80 % rel. Feuchte (nicht kondensierend) bei 40° C; Höhe ≤ 2000 m

Schock und Vibration: Erfüllt ausgewählte Abschnitte von MIL-PRF-28800F, Class 3

Spannungsversorgung: 90 bis 132 V AC und 180 bis 250 V AC; 45 bis 66 Hz; automatische Spannungsanpassung; Leistungsaufnahme: max. 230 VA

Abmessungen (HxBxT): 210 mm x 350 mm x 300 mm (8.3" x 13.8" x 11.8"); Höhe ohne Füße des Oszilloskops

Gewicht: 8 kg (18 lbs)

Gewährleistung und Kalibrierung: Drei Jahre; jährliche Kalibrierung empfohlen.

Zulassungen: CE, UL und cUL

CE-Konformitätserklärung: Das Oszilloskop erfüllt die Forderungen gemäß ‚EMC-Richtlinie 89/336/EEC for Electromagnetic Compatibility‘ und ‚Low Voltage Directive 73/23/EEC for Product Safety‘.

➤ EMC-Richtlinie

EN61326-1: 1997

EMC-Anforderungen für elektrische Einrichtungen für Messungen, Steuerungen und Labor-Einsatz.

- Elektromagnet. Emissionen: EN55011: 1991, Class A Radiated and conducted emissions
 EN61000-3-2: 1995 Harmonic Current Emissions
 EN61000-3-3: 1995 Voltage Fluctuations and Flickers

Warnung: Gerät nach Klasse A. In Wohnräumen kann dieses Gerät HF-Störungen verursachen. Der Anwender kann in diesem Fall zur Ausführung entsprechender Maßnahmen aufgefordert werden.

- Elektromagnet. Störfestigkeit: ENV 50204: 1995 900 MHz Keyed Carrier RF Field
 EN 61000-4-2: 1995 Electrostatic Discharge
 EN 61000-4-3: 1996* RF Radiated Electromagnetic Field
 EN 61000-4-4: 1995* Electrical Fast Transient/Burst
 EN 61000-4-5: 1995* Surges
 EN 61000-4-6: 1996* RF Conducted Electromagnetic Field
 EN 61000-4-8: 1994 Power Frequency Magnetic Field
 EN 61000-4-11: 1994** Mains Dips and Interruptions

* Erfüllt Leistungskriterien ‚B‘ — bei bestimmten Testpegeln, während der Störung, durchläuft das Produkt eine vorübergehende Verschlechterung seiner Leistung, die selbstwiederherstellend ist.

** Erfüllt Leistungskriterien ‚C‘ — bei bestimmten Testpegeln, während der Störung, durchläuft das Produkt eine vorübergehende Verschlechterung seiner Leistung, die einen Eingriff des Anwenders oder ein System-Reset erfordert.

- Richtlinie für Niederspannung: EN61010-1: 1993 + Amd.2: 1995
 Sicherheitsanforderungen für elektrische Einrichtungen für Messungen, Steuerungen und Labor-Einsatz.
 Das Oszilloskop erfüllt folgende Klasse nach EN61010-1:
 Installation (Überspannung) Klasse II.
 Umweltverschmutzung: Stufe 2
- UL- und cUL-Zertifikate: UL Standard: UL 3111-1
 Kanadischer Standard: CSA-C22.2 Nr. 1010.1-92





Abfallzeit: Soweit nicht anders definiert, die für einen Impuls erforderliche Zeit, um von 90 % auf 10 % der Gesamtamplitude abzufallen.

Abtastfrequenz: Die Taktrate, bei der Werte während der Digitalisierung eines Analog-Signals in einem DSO oder Digitalisierer erfaßt werden.

ADC: Analog-Digital-Wandler.

Aliasing: Wird ein dynamisches Signal synchron abgetastet, ist eine Fehlinterpretation seines Frequenzgehaltes möglich. Diese Schwierigkeit wird mit ‚Aliasing‘ bezeichnet und tritt auf, wenn die Abtastrate kleiner als der zweifache Wert (theoretischer Wert) der höchsten Frequenzkomponente in dem zu messenden Signal ist.

Aliasing vermeidet man sicher, indem man mindestens mit dem 10fachen Wert die höchste Frequenz abtastet.

AND: Logische Bezeichnung oder Funktion einer Schaltung, die bedeutet, daß alle Eingangssignale WAHR sein müssen, damit ein WAHR-Signal am Ausgang erscheint.

Anstiegszeit: Soweit nicht anders definiert, handelt es sich um die Zeit, die ein Impuls benötigt, um von 10 % auf 90 % der Gesamtamplitude anzusteigen. Bezieht sich grundsätzlich auf die voreilende Flanke eines Impulses.

Apertur-Jitter: Zeitschwankung in einer ‚Sample-Hold‘-Schaltung oder einem ADC zwischen der Zeit des Befehlsimpulses für die Abtastung (oder Umwandlung) und der Zeit der tatsächlichen Abtastung. Dieser Jitter hat seine Ursache normalerweise in thermischem Rauschen. Der Jitter führt zu einer Unsicherheit in der abgetasteten Amplitude entsprechend $\Delta t \cdot dV/dt$, wobei Δt der Apertur-Jitter und dV/dt die Änderungsgeschwindigkeit der Ausgangsspannung zur Zeit der Abtastung ist. Die Begriffe ‚Apertur-Jitter‘ und ‚Apertur-Unsicherheit‘ werden häufig in gleichem Sinn verwendet.

Apertur-Unsicherheit: Gesamt-Unsicherheit in einem ‚Sample-and-Hold‘ oder ADC in der Zeit des Befehlsimpulses für die Erfassung (oder Umwandlung) und der Zeit der tatsächlichen Abtastung des Eingangssignals; verursacht durch Rauschen, durch von der Signal-Amplitude abhängigen Verzögerungsschwankungen (wie in einem Flash-ADC), durch Temperatur etc. Wird oft im gleichen Sinn mit ‚Apertur-Jitter‘ verwendet, aber ‚Apertur-Unsicherheit‘ ist der umfassendere Begriff.

Äquivalente Rauschleistung: NEP (W); Effektivwert der optischen Leistung, die erforderlich ist, um einen Rauschabstand mit dem Wert 1 zu erzeugen.

Äquivalenzzeit-Abtastung (EQT): (auch als ETS bekannt.) Ein Mittel zur Ausnutzung mehrfacher Erfassungen eines periodischen Signals zur Erhöhung der nutzbaren Bandbreite eines Digitalisierers, indem scheinbar schneller als die maximale Einzelschuß-Erfassungsrate abgetastet wird. Arbeitet nur mit stabilen periodischen Signalen und zeitstabiler Hardware. Nachteil: keine Pretriggerdarstellung.

Artefakt-Unterdrückung: Verwendet in der summierten Mittelwertbildung zum Ausschluß von Kurven, die den Dynamik-Bereich des Aufzeichnungssystems überschritten haben.

Auflösung: Die kleinste meßbare Stufe, z.B. der Pegel eines Bits bei einem ADC.

Automatischer Setup: In einem Oszilloskop ist das die automatische Skalierung der Einstellungen von Zeitbasis, Trigger und Empfindlichkeit. Liefert eine stabile Darstellung periodischer Eingangssignale.

Bandbreite: Im üblichen Sinn der Frequenzbereich, in dem die Verstärkung eines Verstärkers oder einer anderen Schaltung um nicht mehr als 3 dB schwankt.

Bereich: Bei der Kurvenmessung mit einem DSO in der Zeitdomäne ist ein Bereich die Summe der erfaßten Werte zwischen den Cursorsen multipliziert mit der Dauer einer Erfassung.

Binning: Technik zum Kombinieren von Punkten in einem Histogramm, um kompatibel zur Auflösung des Displays zu sein.

Bit: Abkürzung für ‚Binär-Digit‘, d.i. eine von zwei Zahlen, nämlich 0 und 1; wird zur Datenverschlüsselung verwendet. Ein Bit wird häufig durch eine hohe oder niedrige elektrische Spannung ausgedrückt.

Bit-Fehlerrate: Verhältnis der Anzahl Bits einer inkorrekt empfangenen Nachricht zur Gesamtzahl empfangener Nachrichten.

Bodenlinie: Die Aufzeichnung der Punkte, die den Boden (oder das Minimum) einer Hüllkurve bilden, die aus einer Kurvenfolge erzeugt wurde.

CCD: Charge Coupled Device [ladungsgekoppelte Schaltung]. Integrierte Schaltung, welche die Übertragung einer veränderlichen Menge von Ladungen durch eine Reihe von Zellen ermöglicht; ein analoges Schieberegister.

Cursor: Eine sichtbare Markierungshilfe, die eine horizontale oder vertikale Position oder beides auf dem Display eines Oszilloskops markiert. Die DSOs von LeCroy bieten ‚waveform riding‘-Cursorsen, die auf bequeme Weise die Horizontal- und die Vertikalwerte angeben, ohne den einen oder anderen festlegen zu müssen.

DAC: Digital-Analog-Wandler.

Dach: Der Datensatz von Punkten, die den oberen Teil (oder das Maximum) einer Hüllkurve bilden, die aus einer Folge von Kurven erzeugt wurde.

Datenlogger: Ein Gerät, das Eingangssignale (gewöhnlich langsame Analogsignale) akzeptiert, sie digitalisiert und die Ergebnisse in einem Speicher zur späteren Auswertung ablegt. Das digitale Äquivalent zu einem Datenschreiber.

DC: Direct Current. Bezeichnet normalerweise Spannungen oder Ströme, die konstant bleiben.

DC-Offset: Siehe DC-Pegelverschiebung. Dieser Begriff kann z.B. beinhalten, daß die Verschiebung mit einem Drehknopf gewollt einstellbar ist.

DC-Pegelverschiebung: Eine Änderung des in einer Schaltung vorhandenen Gleichspannungspegels.

DC-Überlastung: Ein Überlast-Signal langer Dauer im Vergleich zur Breite eines normalen Eingangsimpulses oder Tastverhältnisses einer Schaltung.

Dezimation: Vorgang zur Rekonstruktion einer Quellkurve mit einer verringerten Anzahl von Datenpunkten, indem nur jeder n. Datenpunkt mit n als ganzer Zahl verwendet wird.

Differenz-Ausgang: Eine Schaltung mit zwei Ausgängen, die einen normalen und einen komplementären Pegel des Ausgangssignals liefert.

Differenz-Eingang: Eine Schaltung mit zwei Eingängen, die gegenüber algebraischen Differenzen zwischen ihnen empfindlich sind, d.h., Messungen werden physikalisch nicht mit der normalen Masse verbunden.

Differenz-Impulse: Zwei Impulse entgegengesetzter Polarität, die zeitlich zusammenfallen.

Differenz-Linearität: Ein Begriff, der oft fälschlich in der Bedeutung Differenz-Nichtlinearität verwendet wird.

Differenz-Nichtlinearität: **1.** Die prozentuale Abweichung vom Mittelwert der Flankensteigung der grafischen Darstellung des Ausgangssignals gegenüber dem Eingangssignal der Flankensteigung einer Bezugslinie; **2.** Der Prozentsatz einer Schwankung in ADCs oder TDCs um den Mittelwert der analogen (oder zeitlichen) Bandbreite einer einzelnen Digitalstufe. Sie wird normalerweise gemessen, indem man auf den Eingang eine hohe Zahl Impulse mit Zufallsamplitude legt und dann die relative Anzahl von Ereignissen in jedem digitalen Abschnitt mißt.

Digitale Filterung: Die Manipulation digitaler Daten zur Verstärkung erwünschter und zur Unterdrückung unerwünschter Aspekte der Daten. Messungen im digitalen Bereich können damit stark verfeinert werden (Enhanced Resolution'-Funktion).

Dithering: Wird typisch bei der Mittelwertbildung von Signalen (mit geringem Rauschanteil) verwendet, um die Vertikalauflösung zu verbessern und die Effekte der Nichtlinearität eines ADCs zu verringern. Die Technik überlagert jeder ankommenden Kurve unterschiedliche Offsets, um zu gewährleisten, daß das Signal nicht stets von demselben Teil des ADCs digitalisiert wird. Die Offsets müssen von den aufgezeichneten Signalen subtrahiert werden, bevor sie in den summierten Mittelwert einfließen.

Dropout-Trigger: Ein Trigger, der auftritt, wenn das Signal länger als vorgegeben verschwindet (zwischen 25 ns und 20 s bei einigen LeCroy-DSOs). Sehr nützlich zur Triggerung auf Mikroprozessor-Chrashes, Netzwerk-Hangups, Bus-Konkurrenz-Probleme oder andere Phänomene, bei denen ein Signal ausfällt.

Durchschnittswert: Siehe Mittelwert, Summierte Mittelwertbildung und Kontinuierliche Mittelwertbildung.

Dynamikbereich: Das Verhältnis des größten zum kleinsten Signal.

Dynamisches RAM (DRAM): Ein Zufallsspeicher, dessen Inhalt periodisch aktualisiert werden muß.

Echtzeit: Ein Vorgang, der ohne Pausen für interne Umwandlungen und Rückfragen abläuft. Echtzeit-Prozesse weisen normalerweise geringe oder keine spezifischen Totzeiten auf und können mit einer Geschwindigkeit vonstatten gehen, die nahezu gleichzeitige Übergänge von Eingangs- zu Ausgangssignalen erlauben.

ECL: Emitter-gekoppelte Logik; eine ungesättigte Logikschaltung von Transistoren in Emitterkopplung. Gewöhnlich gilt: ECL-LOGIK 1 = -1,6 V und LOGIK 0 = -0,8 V.

Einstreuung: Ein unerwünschtes Signal, das ein geschlossenes Gatter oder einen inaktiven Eingang passiert.

EMI: Elektromagnetische Störung verursacht von Strömen oder Spannungen, die durch ein elektromagnetisches Feld in einem Signalleiter induziert wurden.

Empfindlichkeit: **1.** Das erforderliche Mindestsignal zur Erzeugung eines Ausgangssignals mit den gewünschten Charakteristiken. **2.** Das Verhältnis von Ausgangs- zu Eingangsgröße des Gerätes (d.h. ein ADC für Spannungen besitzt eine Empfindlichkeit, die normalerweise in Zählziffern/mV angegeben wird). Häufig wird die Empfindlichkeit auf den Eingang bezogen und somit als der Kehrwert festgesetzt.

ENBW (Äquivalente Rausch-Bandbreite): Für ein Filter, das mit jedem Frequenzabschnitt verbunden ist, ist ENBW die Bandbreite eines äquivalenten Rechteckfilters (mit gleicher Verstärkung für die Mittenfrequenz), das die gleiche Leistung aus einem Signal, bestehend aus Weißem Rauschen, entnimmt.

EPROM: Änderbarer programmierbarer Festwertspeicher. Ein Festkörper-Speicherfeld, das aus einem Pattern von logischen Einsen oder Nullen besteht und in das mit einem besonderen Hardware-Programm ein Pattern vom Anwender geschrieben wird.

Erdschleife: Eine lange Erdschleife, auf der infolge hoher Ströme oder externer Störungen Spannungsabfälle auftreten; das Ergebnis ist, daß Schaltelemente an verschiedenen Punkten der Schleife mit unterschiedlichem effektivem Massebezug arbeiten.

Erfassungszeit: Die Zeit in einer ‚Sample-and-Hold‘- oder ‚Track-and-Hold‘-Schaltung, die nach dem Abtast- oder Track-Befehl für das Ausgangssignal erforderlich ist, um eine Spannungsänderung mit Vollausschlag zu durchlaufen und sich auf seinen endgültigen Wert in einem spezifizierten Fehlerbereich einzustellen.

Erhöhte Auflösung (ERES): Eine Möglichkeit bei LeCroy-DSOs, die Amplitudenauflösung von Einzelschuß-Kurvenmessungen zu erhöhen. Diese Technik, die digitale Filterung einsetzt, um eine Auflösungsverbesserung bei verringerter Bandbreite zu erreichen, ist optimal, wenn die Abtastrate des Gerätes die für die Bandbreite des Eingangssignals erforderliche Abtastrate erheblich überschreitet. Bei periodischen Signalen können entweder ERES oder Signal-Mittelwertbildung oder beide Verfahren benutzt werden, um höhere Auflösungen mit wesentlich geringeren Verlusten von Bandbreite als für Einzelschuß-Signale zu erreichen.

Extremwerte: Die Berechnung einer Hüllkurve durch wiederholten Vergleich aufeinander folgender Kurven, und zwar aller Maximum-Werte (Dach) und aller Minimum-Werte (Grundlinie). Wenn ein gegebener Datenpunkt einer neuen Kurve den zugehörigen Maximum-Wert der Dach-Aufzeichnung überschreitet, ersetzt er den vorherigen Wert. Wenn ein gegebener Datenpunkt der neuen Kurve kleiner als der zugehörige Wert der Grundlinie ist, überschreibt er den vorherigen Wert.

Fast-Fourier-Transformation (FFT): Für Anwendungen der Signalauswertung ist die FFT ein mathematischer Algorithmus, der auf eine diskrete Quellkurve, definiert über n Punkte, angewendet wird und n komplexe Fourier-Koeffizienten berechnet, die als harmonische Komponenten des Eingangssignals interpretiert werden. Für eine ‚reale‘ Quellkurve (Imaginärteil = 0) gibt es $n/2$ unabhängige harmonische Komponenten.

Fensterfunktionen: Dient der Modifizierung des Zeitsignals einer abgeschnittenen Kurve vor der Fourier-Analyse. Alternativ bestimmen Fensterfunktionen die Selektivität (Filterkurve) in einem FFT-Spektrum-Analysator. In LeCroy-Oszilloskopen gehören alle Fensterfunktionen zur Familie der Cosinus-Summe mit einem bis drei Cosinus-Termen, die nicht Null sind [$W = \dots \cos(2\pi k/N)$]; dabei ist N die Zahl der Punkte in der dezimierten Quellkurve und k der Zeitindex..

FFT Anzahl der Punkte: Die FFT wird auf eine Anzahl Punkte (Transformationsgröße) angewendet, deren Obergrenze die Quellzahl der Punkte ist. FFT erzeugt Spektren mit $n/2$ Ausgangspunkten. Je größer die Frequenzauflösung der FFT, desto länger muß die Aufzeichnungszeit sein.

FFT Gesamtleistung: Fläche unter dem Leistungsdichtespektrum bei Messungen in der Frequenzdomäne.

FFT: Siehe Fast-Fourier-Transformation.

FFT-Frequenzabschnitte: Eine Fast-Fourier-Transformation (FFT) entspricht dem Analysieren des Eingangssignals mit einer Bank aus $n/2$ Filtern, die alle die gleiche Gestalt und Breite haben, und auf $n/2$ diskrete

Mittenfrequenzen abgestimmt sind. Jedes Filter sammelt die Signalenergie, die in die unmittelbare Nachbarschaft seiner Mittenfrequenz fällt; somit läßt sich sagen, daß es $n/2$ Frequenzabschnitte gibt. Der Abstand in Hz zwischen den Mittenfrequenzen zweier benachbarter Frequenzabschnitte beträgt immer $\Delta f = 1/T$, wobei T die Dauer der Datensätze der Zeitdomäne in Sekunden angibt. Die Nennbreite des Kriteriums ist gleich Δf .

FFT-Frequenzauflösung: Im engeren Sinne entspricht die Frequenzauflösung der Breite des Datenabschnittes Δf . D.h. wenn das Eingangssignal seine Frequenz um Δf ändert, wird die zugehörige Spektrumspitze durch Δf ersetzt. Für kleinere Frequenzänderungen ändert sich nur die Gestalt der Spitze. Die effektive Frequenzauflösung (d.i. die Fähigkeit, zwei Signale annähernd gleicher Frequenz aufzulösen) ist jedoch weiterhin durch die Anwendung von Fensterfunktionen begrenzt. Der ENBW-Wert aller Fenster außer dem Rechteckfenster ist größer als Δf (d.h. größer als die Breite des Frequenzabschnittes).

FFT-Frequenzbereich: Der Bereich der in einer FFT berechneten und dargestellten Frequenzen erstreckt sich von 0 Hz bis zur Nyquist-Frequenz.

FIFO: ‚First-in-first-out‘-Schieberegister (auch ‚First-in-first-out‘-Speicher genannt).

Filter: Eine elektronische Schaltung oder Digitaldaten-Manipulationsroutine, die entweder wünschenswerte Aspekte einer Analog-Kurve oder ihrer digitalen Darstellung verstärkt oder unerwünschte unterdrückt. Filter dienen dazu, bestimmte Frequenzkomponenten am Passieren einer Schaltung zu hindern, sonst identische Komponenten (wie CCDs) in einer gemeinsamen Schaltung zu linearisieren oder eine Integration, Differentiation oder Glättung der Kurve durchzuführen, um nur einige Typen zu nennen.

Flash ADC: Ein sehr schneller Analog-Digital-Wandler, der im Normalfall aus einem großen Satz schneller Komparatoren und zugehöriger Logik besteht, in dem das Analogsignal simultan mit $2n - 1$ verschiedenen Referenzspannungen verglichen wird, wobei n für die ADC-Auflösung steht. Wird auch Parallel-Wandler genannt.

FWHM: Volle Breite, halbes Maximum. Die Breite einer Kurve oder eines Impulses bei 50 % seiner Amplitude zur Messung der Signaldauer.

Gatter: **1.** Element einer Schaltung, das eine logische Funktion liefert (z.B. UND, ODER); **2.** Ein Eingangssteuersignal oder Impuls, der das Passieren eines anderen Signals ermöglicht.

Glättung, N-Punkt: Der Vorgang des Ausgleichens der Anzeige einer Kurve, indem ein gleitender Mittelwert von ‚N‘-benachbarten Datenpunkten zusammenaddiert wird.

Gleichtaktbereich: Der maximale Bereich (gewöhnlich Spannung), in dem Differenz-Eingangssignale ohne Genauigkeitsverlust operieren können.

Gleichtaktsignal (Rauschen): Das Signal (gewöhnlich Rauschen), das gleichmäßig und in Phase an jedem der Differenz-Signaleingänge bezogen auf Masse auftritt.

Gleichtaktunterdrückung: Das Verhältnis aus Gleichtakt-Eingangsspannung zur Ausgangsspannung in dB. Die Größe des Bereichs, in dem ein Differenzverstärker kein Ausgangssignal liefert, wenn an beide Eingänge das gleiche Signal gelegt wird.

Glitch: Eine Spitze oder kurzzeitige strukturelle Abweichung einer sonst glatten Kurve, die normalerweise durch allmählichere Amplitudenschwankungen gekennzeichnet ist. In der Digital-Elektronik, wo die zu prüfende Schaltung einen internen Takt verwendet, kann ein Glitch als ein beliebiger Impuls angesehen werden, der

schmäler als die Taktbreite ist.

Glitch-Trigger: Ein Trigger auf Impulsbreiten, die kleiner, größer oder kleiner und größer als ein gegebener Wert sind.

Gut/Schlecht-Prüfung: Prüfung nach einer Erfassung einer Kurve gegen eine Referenzmaske oder von Kurvenparametern gegen Referenzwerte.

HF-Sync: Verringert die Triggerrate durch Einführung eines Frequenzteilers in den Triggerpfad, wodurch die Eingangstriggerrate das Maximum für periodische Signale überschreiten kann.

Histogramm: Eine grafische Darstellung von Meßparametern in der Form, daß die Daten in Intervalle oder Abschnitte (Klassen) aufgeteilt werden. Die Klassen werden dann als Balkendiagramm abgebildet, wobei die Höhe proportional zu der in jedem Intervall oder Abschnitt enthaltenen Anzahl Datenpunkte ist.

Hochfrequenz (RF): Normalerweise im MHz-Bereich.

Hochfrequenz-Störungen (RFI): Ein Sonderfall von EMI [Elektromagnetischer Störungen], wobei das Feld, das die induzierten Signale verursacht, in den Hochfrequenzbereich des elektromagnetischen Spektrums fällt.

Holdoff durch Ereignisse: Wählt eine Mindestzahl von Ereignissen zwischen den Triggern. Ein Ereignis wird erzeugt, wenn die Triggerbedingung nach einer gewählten Anzahl Ereignisse seit dem letzten Trigger erfüllt ist. Der Holdoff durch Ereignisse wird mit bei jedem Trigger initialisiert und gestartet.

Holdoff durch Zeit: Wählt eine Mindestzeit zwischen den Triggern. Ein Trigger wird erzeugt, wenn die Triggerbedingung nach der gewählten Verzögerung seit dem letzten Trigger erfüllt ist. Die Zeitsteuerung für die Verzögerung wird bei jeder Triggerung initialisiert und gestartet.

HPGL: ‚Hewlett-Packard Graphics Language‘-Format; sehr verbreitetes Vektorgrafik-Dateiformat.

Hüllkurve: Die Maximum-, Minimum- oder Maximum- und Minimumwerte einer Sequenz gemessener Kurven. In LeCroy-DSOs kann die Anzahl der Sequenz von 1 bis 10^6 programmiert werden.

Hybridschaltung: Ein kleines, unabhängiges Schaltelement mit hoher Dichte, das gewöhnlich aus gedruckten Leiterbahnen, isolierenden Bereichen, Widerständen etc. mit geschweißten oder gebondeten Kombinationen diskreter Bauelemente und integrierten Schaltungen besteht.

IC: Integrierte Schaltung. Eine unabhängige, aus mehreren Elementen bestehende Schaltung, z.B. monolithisch oder hybrid.

Impulsbreite: Bestimmt die Dauer zwischen dem Impuls-Start (Mesialpunkt, d.h. Übergangspunkt bei 50 % der Amplitude, voreilende Flanke) und Impuls-Stopp (Mesialpunkt auf der nacheilenden Flanke) eines Impulses.

Impuls-Start: Der Übergangspunkt bei 50 % der Amplitude (Mesialpunkt) auf der voreilenden Flanke eines Impulses.

Impuls-Stopp: Der Übergangspunkt bei 50 % der Amplitude (Mesialpunkt) auf der nacheilenden Flanke eines Impulses.

Impuls-Trigger: Wählt eine Impulsbreite, entweder Maximum oder Minimum. Der Trigger wird auf der gewählten Flanke ausgelöst, wenn die Impulsbreite entweder größer oder kleiner als die gewählte Breite ist. Die

Zeitsteuerung für die Breite wird auf der Flanke gegenüber der gewählten Flanke initialisiert und neu gestartet.

Integrale Linearität: Ein häufig fälschlich in der Bedeutung ‚integrale Nichtlinearität‘ verwendeter Begriff.

Integrale Nichtlinearität: Eine Abweichung des ADC-Verhaltens von einer geeignet eingepaßten Geraden. Die Spezifikation wird manchmal als maximale Abweichung definiert, ausgedrückt als Bruchteil des Skalenendwertes. Neuere ADCs haben eine Spezifikation ausgedrückt in Prozent der Anzeige plus einer Konstante.

Interleaved Clocking: Erzeugung von Taktimpulsen gleicher Frequenz, aber aus getrennten identischen Schaltkreisen oder Geräten, um die Abtastrate des Systems zu erhöhen. Der Einsatz von z.B. zwei Transienten-Rekordern mit parallelen Eingängen, aber komplementärem Takt ermöglicht den Betrieb mit der zweifachen Maximalrate eines Einzelgerätes.

Intervall-Trigger: Wählt ein Intervall zwischen zwei Flanken der gleichen Flankensteigung. Der Trigger kann auf der zweiten Flanke erzeugt werden, wenn er innerhalb des gewählten Intervalls oder nach dem gewählten Intervall auftritt. Die Zeitsteuerung für das Intervall wird initialisiert und neu gestartet, wenn die gewählte Flanke auftritt.

Jitter: Kurzzeitige Schwankungen im Ausgangssignal einer Schaltung oder eines Gerätes, die unabhängig vom Eingangssignal sind.

Kanal: Pfad über eine Reihe von Komponenten (Module und elektrische oder optische Kabel oder beides), über den Signale gesendet werden können.

Klemmschaltung: Festhalten eines Punktes einer Schaltung auf einem Bezugspegel (häufig Masse) mit einem Element niedriger Impedanz wie ein gesättigter Transistor, ein FET, eine in Durchlaßrichtung betriebene Diode, ein Relais etc.

Kohärente Verstärkung: Die normierte kohärente Verstärkung eines Filters, die jeder Fensterfunktion entspricht, beträgt 1,0 (0 dB) für das Rechteckfenster und weniger als 1,0 für andere Fenster. Sie definiert den Verlust von Signalenergie infolge der Multiplikation mit der Fensterfunktion.

Kontinuierliche Mittelwertbildung: Wird manchmal ‚Exponentielle Mittelwertbildung‘ oder ‚Gewichtete Mittelwertbildung‘ genannt. Die Technik besteht aus der wiederholten Addition mit ungleicher Gewichtung aufeinander folgender Quellkurven. Jede neue Kurve wird zum akkumulierten Mittelwert hinzugefügt, und zwar gemäß der Formel: $S(i, \text{neu}) = N/(N+1) * [S(i, \text{alt}) + 1/(N+1) * W(i)]$; dabei gilt: i = Index über alle Datenpunkte der Kurven; $W(i)$ = neu erfaßte Kurve; $S(i, \text{alt})$ = alter akkumulierter Mittelwert; $S(i, \text{neu})$ = neuer akkumulierter Mittelwert; N = Gewichtungsfaktor (1,3,7,...).

Kurven-Digitalisierer: Ein Gerät, das eine Eingangskurve in bestimmten Intervallen abtastet, die Analogwerte bei den abgetasteten Punkten digitalisiert und das Ergebnis in einem Digital-Speicher ablegt.

Langzeit-Stabilität: Bezieht sich auf eine Stabilität über mehrere Tage oder Monate.

Leakage: Bei der Beobachtung des Leistungsspektrums einer Sinuskurve mit einer ganzen Zahl von Schwingungen im Zeitfenster unter Benutzung des Rechteckfensters ist Leakage die Verbreiterung der Basis der Spektralkomponente, die genau die Amplitude der Quellkurve verkörpert.

Leistungsdichtespektrum: Das Leistungsspektrum dividiert durch die äquivalente Rauschbandbreite des Filters (V^2/Hz) in Hz. Das Leistungsdichtespektrum wird auf der dBm-Skala angezeigt, wobei 0 dBm einem Wert von ($V_{\text{ref}}^2/\text{Hz}$) entspricht.

Leistungsspektrum: Das Quadrat des Amplitudenspektrums (V^2). Das Leistungsspektrum wird auf der dBm-Skala angezeigt, wobei 0 dBm einem Wert von $V_{\text{ref}}^2 = (0,316 \text{ V peak})^2$ entspricht; dabei ist V_{ref} der Spitzenwert der Sinusspannung, die 1 mW in 50 Ω entspricht.

Limiter: Ein Schaltelement, das die Amplitude eines Eingangssignals (als Schutz für die Eingangsschaltung, Impuls-Standardisierung etc.) begrenzt..

Logische 0: Ein Signalpegel, der den FALSCH-Zustand angibt; korrespondiert NICHT mit dem einzustellenden Gerät (d.h. auf eine Frage ist die Antwort ‚nein‘).

Logische 1: Ein Signalpegel, der den WAHR-Zustand angibt; korrespondiert mit dem einzustellenden Gerät (d.h. auf eine Frage ist die Antwort ‚ja‘).

MCA: Multi-Kanal-Analysator (z.B. Impulshöhen-Analysator).

Medianwert: Der Datenwert einer Kurve, über oder unter der eine gleiche Zahl Datenpunkte existieren.

Mittelwert: Mittelwert oder DC-Pegel aller in einer Kurve gewählten Datenpunkte. **Error! Bookmark not defined.**

Modus-Wert: Der am häufigsten auftretende Datenwert einer Kurve.

Monolithischer IC: Ein integrierter Schaltkreis, dessen Elemente (Transistoren, Dioden, Widerstände, kleine Kapazitäten etc.) auf oder in einem Substrat eines Halbleiters ausgebildet sind.

Monoton: Eine Funktion, bei der kein Vorzeichenwechsel auftritt.

Multiplexer: Ein Gerät, das selektiv eine Anzahl Signalwege auf einen Eingang oder Ausgang schaltet.

NAND: Eine UND-Schaltung, die jedoch ein komplementäres (negativ WAHR) Signal ausgibt.

Negation: Der Prozeß, alle negativen Werte in positive und alle positiven Werte in negative zu übertragen.

NOR: Eine ODER-Schaltung mit einem komplementären Signal (negativ ist WAHR) am Ausgang.

Nyquist-Frequenz: Die Nyquist-Frequenz ($f/2$) ist die maximale Frequenz, die mit der Abtastrate (f) eines Digitalisierers genau gemessen werden kann. Anders ausgedrückt, ein Digitalisierer, der mit einer Abtastrate von (f) abtastet, kann kein Eingangssignal mit Frequenzkomponenten messen, deren Bandbreite $f/2$ übersteigt, ohne sich Ungenauigkeiten infolge ‚Aliasing‘ einzuhandeln.

ODER: Eine logische Schaltung mit der Eigenschaft, daß, wenn wenigstens ein Eingangssignal WAHR ist, das Ausgangssignal WAHR ist.

Offset: Das Maß, um das die Grundlinie eines digitalen oder analogen Ein- oder Ausgangssignals bezogen auf einen speziellen Referenzwert (meist Null) verschoben ist.

Parallelwandler: Eine Technik bei der Analog/Digital-Wandlung, bei der das Analog-Signal gleichzeitig mit $2n - 1$ verschiedenen Bezugsspannungen verglichen wird, wobei n die ADC-Auflösung ist.

PCMCIA: Standard der ‚Personal Computer Memory Card Industry Association‘ für PC-Speicherkarten. In Japan auch als JEIDA bekannt.

PCX: Das PC-Paintbrush-Format für Grafiken; ZSoft Corporation, Marietta, GA.

Persistence: Ein Anzeigemodus eines DSO, bei dem eine vom Anwender vorgegebene Anzahl gemessener Kurvenspuren auf dem Display bleibt, ohne gelöscht oder überschrieben zu werden.

PHA (Impulshöhen-Analysator): Ein Gerät, das die Amplitude eines Signals an seinem Eingang mißt.

Pretrigger-Erfassung: Ein bei der Aufzeichnung verwendetes Design-Konzept, bei dem eine zuvor festgelegte Anzahl von Punkten, die vor einem Trigger erfaßt wurden, festgehalten werden.

Quadrieren: Der Vorgang, bei dem ein Wert mit sich selbst multipliziert wird.

RAM: Ein Speicher, bei dem jede Speicheradresse jederzeit beschrieben oder gelesen werden kann.

Random Interleaved Sampling [Statistisch versetzte Abtastung] (RIS): Eines der EQT-Verfahren (oder ETS). Bei stabilen periodischen Signalen verkörpert dieses Verfahren einen Prozeß, bei dem verschiedene komplette Sweeps in einem DSO oder Digitalisier-System leicht gegeneinander versetzt erfaßt werden, um eine höhere effektive Abtastrate als die Einzelschuß-Rate zu erreichen. Ein großer Vorteil von RIS im Vergleich zu anderen EQT-Techniken ist die ‚Pretrigger-Darstellung‘.

Rauschabstand (SNR): Der Rauschabstand ist das Amplitudenverhältnis aus Signal und Rauschen.

Reflexionsfaktor: Der Anteil der Signalamplitude, der von einem Eingang reflektiert wird, ausgedrückt in Prozent vom ursprünglichen Eingangssignal.

Reziprok: Der Kehrwert des Datenwertes, der zu verarbeiten ist.

RMS (Root Mean Square [Effektivwert]): Wird von der Quadratwurzel des Mittelwertes der Quadrate der Amplituden abgeleitet, und zwar für alle Daten wie oben beschrieben. Für Kurven der Zeitdomäne handelt es sich um die Quadratwurzel der Summe der Quadrate dividiert durch die Anzahl der Punkte für den Teil der gemessenen Kurve zwischen den Cursorsen. Für Histogramm-Kurven handelt es sich um die Quadratwurzel der Quadrate dividiert durch die Anzahl der Werte, die über der Verteilung berechnet wurden. **Error! Book-mark not defined.**

ROM: Festwertspeicher; das ist jeder Speichertyp, der nicht ohne weiteres neu beschrieben werden kann. Die Information wird permanent gespeichert und wiederholt verwendet. Normalerweise beliebig zugänglich.

Sample and Hold: Eine Schaltung, die auf Befehl in einem Kondensator die Augenblicksamplitude eines Eingangssignals speichert.

Scallop-Verlust: Verluste in Zusammenhang mit dem Zaunlatten-Effekt.

Schrotrauschen: Rauschen, das durch aktuelle Schwankungen als Folge der diskreten Natur von Ladungsträgern und statistischer Emission geladener Partikel von einem Emitter hervorgerufen wird. Viele sagen einfach Schrotrauschen, wenn von effektiven Strömen des Schrotrauschens (in Ampere) gesprochen wird und nicht von der Rauschleistung (in Watt).

Schwellpegel: Spannungs- oder Strompegel, bei dem eine Schaltung auf ein Signal an ihrem Eingang reagiert. Wird auch Triggerpegel genannt.

Schwingung: Eine volle Schwingung ist die Zeit gemessen zwischen dem ersten und dritten 50 %-Querungspunkt (Mesial-Punkte) einer periodischen Kurve.

SMART-Trigger: Der SMART-Trigger ermöglicht die Vorgabe von Zusatzqualifizierungen, bevor ein Trigger

erzeugt wird. Diese Qualifizierungen können zur Erfassung von Phänomenen wie Glitche oder Spitzen, besonderen Logik-Zuständen oder fehlenden Bits verwendet werden. Eine Qualifizierung kann z.B. bedingen, daß ein Trigger nur dann erzeugt wird, wenn ein Impuls breiter oder schmaler ist als festgelegt wurde.

Spitzen-Spektral-Amplitude: Amplitude der größten Frequenzkomponente einer Kurve bei der Analyse in der Frequenzdomäne.

Standardabweichung: Die Standardabweichung der Meßpunkte vom Mittelwert. **Error! Bookmark not defined.**

Standard-Trigger: Der Standard-Trigger bewirkt einen Trigger, wenn die gewählte Triggerquelle ihre Bedingungen erfüllt, die durch Triggerpegel, Kopplungsart, Hochfrequenz-Synchronisation und Flankensteigung definiert sind.

Status-qualifiziert: Die status-qualifizierte Triggerung erzeugt einen Trigger, wenn die Triggerquelle ihre Bedingungen während des gewählten Patterns erfüllt. Ein Pattern ist als logische UND-Kombination von Trigger-Zuständen definiert. Ein Triggerstatus ist entweder hoch oder niedrig — hoch, wenn ein Triggersignal über dem Triggerpegel liegt und niedrig, wenn es kleiner als der Triggerpegel ist.

Stopp-Trigger: Ein Impuls, der zum Stoppen der Aufzeichnung eines Transienten oder einer ähnlichen Sequenz dient.

Stufenverzögerung: Die zeitliche Verzögerung in einer Schaltung zwischen Eingangs- und Ausgangssignal, gewöhnlich an den vorderen Flanken (halber Maximalwert) der entsprechenden Signale gemessen.

Summiert oder Summation, Mittelwertbildung: Die wiederholte Addition mit gleicher Gewichtung aufeinander folgender Kurven, dividiert durch die Gesamtzahl der erfaßten Kurven.

Tastverhältnis: Ein errechneter Wert in Digital-Oszilloskopen, der die durchschnittliche Dauer über dem Wert des Mittenpunktes als Prozentsatz der Schwingungsdauer bei Kurven der Zeitdomäne verkörpert.

TDC: Zeit/Digital-Wandler.

Terminieren: Abschluß des Endes eines Koaxialkabels mit einer passenden Impedanz, um Reflexionen zu vermeiden.

Test-Template: Eine allgemeine Form eines Grenzttests einer Schwingungsform, die eine Arbiträr-Grenze definiert (oder nicht-uniforme Toleranz) bei jedem Meßpunkt einer Kurve.

TIFF (Tagged Image File Format): Industrie-Standard für Pixel-Grafik-Dateien.

Timeout: Ein Timeout [Zeitsperre] tritt auf, wenn eine Schutz-Zeitsteuerung ihre zugewiesene Zeit ohne Auftreten des erwarteten Ereignisses erreicht. Timeouts verhindern, daß das System bei einem Fehler undefiniert lange wartet.

Toleranzmaske: Eine Form eines Grenzttests einer Schwingungsform, die eine maximale Abweichung entsprechend einer einheitlichen Toleranz bei jedem Meßpunkt einer Kurve definiert.

Totzeit: In einem Digital-Oszilloskop ist die Totzeit die Zeit vom Ende einer Datenerfassung bis zum Start der neuen Erfassung.

Track und Hold: Eine Schaltung, die einem Analog/Digital-Wandler vorangestellt ist und die Fähigkeit besitzt,

auf Befehl Augenblickswerte eines sich schnell verändernden Analog-Signals zu speichern. Ermöglicht dem ADC, in engeren Zeitdomänen genau zu digitalisieren.

Transienten-Rekorder: Siehe Kurven-Digitalisierer.

Trend: Plott eines Parameterwertes oder einer anderen Charakteristik einer Messung über die Zeit.

TTL (Transistor-Transistor-Logik): Folgendermaßen definierte Signalpegel: LOGIK 0 = 0 bis 0,8 V; LOGIK 1 = 2,0 bis 5,0 V.

Überschwingen, negatives: Ein Parameter der Zeitdomäne bei Kurvenmessungen, der gleich ist dem Basiswert einer Kurve minus dem Mindest-Abtastwert, ausgedrückt in Prozent der Amplitude.

Überschwingen, positives: Ein Parameter der Zeitdomäne bei Kurvenmessungen, der gleich ist dem maximalen Abtastwert minus dem Höchstwert, ausgedrückt in Prozent der Amplitude. Der Höchstwert ist der wahrscheinlichste Zustand, abgeleitet aus einer statistischen Verteilung der Datenpunkte der Kurve.

Übersprechen: Unerwünschte Kopplung eines Signals von einem Kanal mit einem anderen.

Umwandlungszyklus: Gesamtablauf bei der Daten-Umwandlung von einer Form zur anderen, z.B. Digitalisierung einer analogen Datenmenge, Umwandlung von Binärdaten in BCD etc.

Widerstandsabschluß: Ein Ausgang, der so ausgelegt ist, daß Impulse, die vom Rest des Systems reflektiert werden, auf eine angepaßte Impedanz treffen und absorbiert werden.

X-Y-Darstellung: Grafische Darstellung einer Kurvenspur gegenüber einer anderen. Diese Technik wird normalerweise verwendet, um die Amplitudeninformation zweier Kurven zu vergleichen. Dabei kann die Phasen- und Frequenzinformation durch die Auswertung der Kurven (Lissajous-Figuren) deutlich werden.

Zaunlatten-Effekt: Wenn bei einer FFT eine Sinuskurve eine ganze Zahl von Schwingungen in der Zeitdomänen-Aufzeichnung besitzt, zeigt das über das Rechteckfenster erzeugte Leistungsspektrum eine scharfe Spitze, die exakt mit Frequenz und Amplitude der Sinuskurve zusammenfällt. Andernfalls ist das erhaltene Spektrum niedriger und breiter. Der höchste Punkt des Leistungsspektrums kann 3,92 dB niedriger (1,57fach) sein, wenn die Quellfrequenz auf halbem Wege zwischen zwei diskreten Frequenzabschnitten liegt. Diese Schwankung der Amplitude des Spektrums wird Zaunlatten-Effekt genannt (der Verlust ist der 'Scallop Loss'). Alle Fensterfunktionen kompensieren diesen Verlust in einem gewissen Maß, die beste Kompensation wird mit dem Flat-Top-Fenster erreicht.

Zeit zwischen Pattern: Wählt eine Verzögerung, entweder Höchst- oder Mindestwert, zwischen dem Verlassen eines Patterns und dem Eintritt in das nächste. Der Trigger wird bei Eintritt in das zweite Pattern entweder innerhalb der gewählten Zeit oder nach der gewählten Mindestzeit erzeugt.

Zeit-Qualifizierung: Die zeit-qualifizierte Triggerung erzeugt einen Trigger, wenn eine Triggerquelle ihre Triggerbedingung nach Eintritt oder Verlassen des Patterns erfüllt. Der Trigger kann auftreten, auch wenn das Pattern verschwindet, bevor der Trigger seine Triggerbedingungen erfüllt.

