

Руководство пользователя



**TDS 410, TDS 420, &
цифровые осциллографы
TDS 460
070-8034-03**

Серийные номера прибора

Каждый прибор, произведенный компанией Tektronix, имеет серийный номер на вставке панели или бирке, либо проштампован на шасси. Первая буква серийного номера обозначает страну производителя. Последние пять цифр серийного номера присваиваются последовательно и уникальны для каждого прибора. Те, что произведены в Соединенные Штаты имеют шесть уникальных цифр. Страна-производитель обозначается следующим образом:

B010000	Tektronix, Inc., Бивертон, Орегон, США
E200000	Tektronix United Kingdom, Ltd., Лондон
J300000	Sony / Tektronix, Япония
H700000	Tektronix Holland, NV, Херенвен, Нидерланды

Инструментам, изготовленным для Tektronix внешними поставщиками за пределами США, присваивается двухзначный буквенный код для идентификации страны-производителя (например, JP для Японии, HK для Гонконга, IL для Израиля и т. д.).

Tektronix, Inc., P.O. Box 500, Бивертон, OR 97077

Напечатано в США.

Авторские права © Tektronix, Inc., 1993, 1994. Все права защищены. Продукция Tektronix распространяется на США и

зарубежные патенты, выданные и находящиеся на рассмотрении. Следующие зарегистрированные торговые марки: ТЕКТРОНИКС, ТЕК, ТЕКПРОБЕ и СКОП-МОБИЛЬНЫЙ.

ГАРАНТИЯ

Tektronix гарантирует, что этот продукт не будет иметь дефектов материалов и изготовления в течение периода 0! 3 (три) года со дня 0! пересылка. !! Если в течение этого гарантийного периода будет обнаружен дефект любого такого продукта, Tektronix, по своему усмотрению, либо отремонтирует дефектный продукт без оплаты деталей и работ, либо предоставит замену в обмен на дефектный продукт.

Чтобы продолжить обслуживание в рамках данной гарантии, Заказчик должен уведомить Tektronix ®! дефект до истечения срока 0! гарантийный срок и принять соответствующие меры для работы 0! служба. Заказчик несет ответственность за упаковку и отправку дефектного продукта в сервисный центр, обозначенный как Tektronix, с предоплатой транспортных расходов. Tektronix платит за возврат! продукт для Заказчика, если доставка осуществляется в страну, в которой расположен сервисный центр Tektronix. Заказчик несет ответственность за оплату всех транспортных расходов, пошлин, налогов и любых других сборов за товары, возвращенные в любые другие места.

Настоящая гарантия не распространяется на любые дефекты, отказы или повреждения, вызванные неправильным использованием, неправильным или ненадлежащим обслуживанием и уходом.

Компания Tektronix не обязана предоставлять услуги по данной гарантии: а) устранять повреждения, возникшие в результате попыток персонала, не являющегося представителями Tektronix, установить, отремонтировать или обслужить продукт; б) устранять повреждения, возникшие в результате неправильного использования или подключения к несовместимому оборудованию; или с) для обслуживания продукта, который был модифицирован или интегрирован с другими продуктами, когда эффект 0! такая модификация или интеграция увеличивает время или сложность 0! обслуживание продукта.

НАСТОЯЩАЯ ГАРАНТИЯ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ ТЕКТРОНИК В ОТНОШЕНИИ ДАННОГО ПРОДУКТА ЗАМЕНА ЛЮБЫХ ДРУГИХ ГАРАНТИЙ, ЯВНЫХ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ. ТЕКТРОНИК И ЕГО ПРОДАВЦЫ ОТКАЗЫВАЮТСЯ ОТ ЛЮБЫХ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ КОММЕРЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ КОНКРЕТНОЙ ЦЕЛИ. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ТЕКТРОНИК ЗА РЕМОНТ ИЛИ ЗАМЕНУ НЕИСПРАВНЫХ ПРОДУКТОВ ЯВЛЯЕТСЯ ЕДИНСТВЕННЫМ И ИСКЛЮЧИТЕЛЬНЫМ СРЕДСТВОМ СРЕДСТВА, ПРЕДОСТАВЛЯЕМОГО КЛИЕНТОМ ЗА НАРУШЕНИЕ ДАННОЙ ГАРАНТИИ. ТЕКТРОНИК И ЕГО ПОСТАВЩИКИ НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА КАКИЕ-ЛИБО КОСВЕННЫЕ, СПЕЦИАЛЬНЫЕ, СЛУЧАЙНЫЕ ИЛИ КОСВЕННЫЕ УБЫТКИ, НЕ ОТВЕТСТВЕННЫЕ ЛИ ТЕКТРОНИК ИЛИ ЕГО ПРОДАВЕЦ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ УВЕДОМЛЕНИЕ О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКИХ УБЫТКОВ.

Немецкая Почтовая информация

Сертификат производителя / импортера

Настоящим мы подтверждаем, что оцифровывающий осциллограф TDS 41 0 и все устанавливаемые на заводе дополнительные устройства соответствуют требованиям по подавлению радиочастотных помех Постановления о почтовой связи Vfg. 243/1991, с поправками согласно Vfg. 46/1992

Почтовая служба Германии была уведомлена о продаже оборудования.

Почтовая служба Германии имеет право повторно протестировать серию и убедиться в ее соответствии.

TEKTRONIX

Bescheinigung des Herstellers / Importeurs

Hiermit wird bescheinigt, daß der / die / das TDS 41 0 Оцифровывающий осциллограф и все производственные опции в Übereinstimmung mit den Bestimmungen der Amtsblatt-Verfügung Vfg. 243/1991 und Zusatzverfügung 46/1992 funktentstarkt sind.

Der Deutschen Bundespost wurde das Inverkehrbringen dieses Gerätes angezeigt und die Berechtigung zur Überprüfung der Serie auf Einhalten der Bestimmungen eingeräumt.

TEKTRONIX

УВЕДОМЛЕНИЕ пользователю / оператору:

Почтовая служба Германии требует, чтобы системы, собранные оператором / пользователем этого прибора, также соответствовали почтовым нормам Vfg. 243/1991, п. 2, разд. 1.

XINBEIJS für den Benutzter / Betreiber:

Die vom Betreiber zusammengestellte Anlage, innerhalb derer dieses Gerät eingesetzt wird, muß ebenfalls den Voraussetzungen nach Par. 2, Ziff. 1 der Vfg. 243/1991, genügen.

ВНИМАНИЕ для пользователя / оператора:

Почтовая служба Германии требует, чтобы это оборудование, когда оно использовалось в

испытательной установке, могло эксплуатироваться только в соответствии с требованиями почтовых правил Vfg. 243/1991, п. 2, разд. 1.8.1 соблюдаются.

XINBEIJS für den Benutzter / Betreiber:

Dieses Gerät darf in Meßbaubauten nur betrieben werden, wenn die Voraussetzungen des Par. 2, Ziff. 1. 8.1 der Vfg. 243/1991 eingehalten werden.

Сертификат производителя / импортера

Настоящим мы подтверждаем, что оцифрованные осциллографы TDS 420 и TDS 460 и все устанавливаемые на заводе дополнительные устройства соответствуют требованиям Положения о почтовой связи 1046/1984 по подавлению радиочастотных помех.

Почтовая служба Германии была уведомлена о продаже оборудования.

Почтовая служба Германии имеет право повторно протестировать серию и убедиться в ее соответствии TEKTRONIX

Сертификат от производителя / импортера

Это свидетельствует о том, что цифровые осциллографы TDS 420 и TDS 460 и все устанавливаемые на заводе дополнительные устройства подавляют радиопомехи в соответствии с положениями официального постановления 1046/1984.

Deutsche Bundespost был уведомлен о размещении этого устройства на рынке и получил право проверить серию на соответствие положениям.

TEKTRONIX

ВНИМАНИЕ для пользователя / оператора:

Почтовая служба Германии требует, чтобы системы, собранные оператором / пользователем этого прибора, также соответствовали почтовым нормам Vfg. 1046/1984. П. 2, разд. 1.

ПРИМЕЧАНИЕ für пользователя / оператора:

Система, собранная оператором, в которой используется это устройство, также должна соответствовать требованиям параграфа 2, п. 1 Постановления 1046/1984.

ВНИМАНИЕ для пользователя / оператора:

Почтовая служба Германии требует, чтобы это оборудование при использовании в испытательной установке можно было эксплуатировать только в соответствии с требованиями

Постановления о почтовой связи, Vfg. 1046/1984, параграф 2. Раздел 2. 1.7.1 соблюдаются.

ПРИМЕЧАНИЕ für пользователя / оператора:

Данное устройство разрешается эксплуатировать в измерительных сооружениях только при соблюдении требований п. 2 п. 1. 7.1 Постановления 1046/1984 соблюдаются.



Декларация соответствия ЕС

We

Tektronix Holland N.V.
Marktweg 73A
8444 AB Heerenveen
The Netherlands

declare under sole responsibility that the

TDS 410 Digitizing Oscilloscope

meets the intent of Directive 89/336/EEC for Electromagnetic Compatibility.
Compliance was demonstrated to the following specifications as listed in the
official Journal of the European Communities:

EN 50081 – 1 Emissions:

EN 55022 Radiated, Class B
EN 55022 Conducted, Class B

EN 50082 – 1 Immunity:

IEC 801-2 Electrostatic Discharge
IEC 801-3 RF Radiated
IEC 801-4 Fast Transients
IEC 801-5 Surge



EC Declaration of Conformity

We

Tektronix Holland N.V.
Marktweg 73A
8444 AB Heerenveen
The Netherlands

declare under sole responsibility that the

TDS 420 Digitizing Oscilloscope

meets the intent of Directive 89/336/EEC for Electromagnetic Compatibility.
Compliance was demonstrated to the following specifications as listed in the
official Journal of the European Communities:

EN 50081-1 Emissions:

EN 55022 Radiated, Class B
EN 55022 Conducted, Class B

EN 50082-1 Immunity:

IEC 801-2 Electrostatic Discharge
IEC 801-3 RF Radiated
IEC 801-4 Fast Transients
IEC 801-5 Surge

EC Declaration of Conformity

We

Tektronix Holland N.V.
Marktweg 73A
8444 AB Heerenveen
The Netherlands

declare under sole responsibility that the

TDS 460 Digitizing Oscilloscope

meets the intent of Directive 89/336/EEC for Electromagnetic Compatibility.
Compliance was demonstrated to the following specifications as listed in the
official Journal of the European Communities:

EN 50081-1 Emissions:

EN 55022 Radiated, Class B
EN 55022 Conducted, Class B

EN 50082-1 Immunity:

IEC 801-2 Electrostatic Discharge
IEC 801-3 RF Radiated
IEC 801-4 Fast Transients
IEC 801-5 Surge

содержание

Резюме по безопасности	vii
Предисловие	ix

Начиная

обзор	1-1 . . .
Описание товара	1-2 . . .
Запуск	1-3 . . .
Подготовка к измерению	1-6 . . .
Пример 1: Отображение формы волны	1-7 . . .
Пример 2: Несколько каналов	1-14 . . .
Пример 3: Автоматические измерения	1-18 . . .
Пример 4: Сохранение настроек	1-23 . . .

Основы работы

обзор	2-1 . . .
Краткий обзор	2-2 . . .
Инициирование	2-11 . . .
Получение	2-17 . . .
Масштабирование и позиционирование сигналов	2-22 . . .
Измерения	2-26 . . .

Ссылка

обзор	3-1 . . .
Режимы сбора данных	3-2 . . .
Автоматическая установка	3-9 . . .
Курсорные измерения	3-11 . . .
Отложенный запуск	3-16 . . .
Режимы отображения	3-22 . . .

внешняя синхронизация запуск от внешнего сигнала	3-27
Твёрдая копия : удержание?	3-31
Помощь	3-39
Управление горизонтальной разверткой	3-40
Ограничение тестирования	3-44
Система измерения	3-49
Аксессуары для датчиков	3-60
Компенсация датчика	3-67
Выбор датчика	3-69
Удаленное общение .УПРАВЛЕНИЕ	3-76
Рулон. валик волкодер	3-80
Сохранение и вызов настроек	3-84
Сохранение и вызов форм сигналов	3-86
. Выбор каналов	3-89
. Компенсация сигнального тракта	3-91
Status	3-93
Запуск	3-94
Вертикальный контроль .управление	3-98
Видео запуск	3-101
Расчет формы волны	3-107
Увеличение	3-110

Приложения

Приложение А: Опции и аксессуары	A-1
Приложение В: Спецификация	A-9
Приложение С: Алгоритмы	A-24
Приложение D: Упаковка для отгрузки	A-37
Приложение E: Заводские настройки инициализации	A-39
Приложение F: Удаленный дисплей	A-43

Glossary

Index

список рисунков

Figure 1-1: Элементы управления на задней панели, используемые при запуске	1-4
Figure 1-2: Кнопка ON / STBY	1-5
Figure 1-3: Подключение измерительного щупа	1-6
Figure 1-4: Расположение кнопки НАСТРОЙКА	1-7
Figure 1-5: Отображаемое меню настройки	1-7
Figure 1-6: Боковое заводское меню	1-8
Figure 1-7: Кнопка УСТАНОВИТЬ УРОВЕНЬ ТО 50%	1-9
Figure 1-8: Дисплей после заводской инициализации	1-10
Figure 1-9: ВЕРТИКАЛЬНОЕ и ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ управление	1-11
Figure 1-10: Управление внешней синхронизацией (триггер)	1-12
Figure 1-11: Расположение кнопки AUTOSET	1-12
Figure 1-12: Дисплей после нажатия Автоустановки	1-12
Figure 1-13: Отображение сигналов, требующих компенсации датчика	1-13
Figure 1-14: Кнопки и индикаторы каналов	1-14
Figure 1-15: Вертикальное главное меню и боковое меню связи	1-16
Figure 1-16: Меню после переключения каналов	1-17
Figure 1-17: Главное меню измерения и выберите измерение Боковое меню	1-18
Figure 1-18: Четыре одновременных считывания результатов измерений	1-19
Figure 1-19: Индикаторы Knob общего назначения	1-20
Figure 1-20: Снимок канала 1	1-21
Figure 1-21: Меню сохранения / вызова настроек	1-24
Figure 2-1: Дисплеи с триггером и без срабатывания	2-11
Figure 2-2: Ичересстрочный кадр	2-13
Figure 2-3: ТВремя задержки риггера обеспечивает корректное срабатывание	2-15
Figure 2-4: Контроль наклона и уровня помогает определить триггер	2-16
Figure 2-5: Сбор данных: ввод аналогового сигнала, выборка и оцифровка	2-17
Figure 2-6: Несколько баллов могут быть начислены за каждое использованное очко	2-17
Figure 2-7: Выборка в реальном времени	2-18
Figure 2-8: Выборка в эквивалентном времени	2-19
Figure 2-9: Масштабирование и позиционирование	2-22
Figure 2-10: Наложение спектра	2-24
Figure 2-11: Сетка, курсор и автоматические измерения	2-26
Figure 2-12: Режимы курсора	2-27
Figure 3-1: Как работают режимы сбора данных	3-3
Figure 3-2: Меню сбора и считывание	3-5
Figure 3-3: Послесвечение. Стоп меню. Остановка	3-7
Figure 3-4: Типы курсоров	3-11
Figure 3-5: Режимы курсора	3-12
Figure 3-6: H Bars Меню курсора и показания	3-13
Figure 3-7: Меню парного курсора и показания	3-14

Figure 3-8: Отложенные прогоны после основного	3-16
Figure 3-9: Отложенный триггер.....	3-16
Figure 3-10: Как работают отложенные триггеры.....	3-18
Figure 3-11: Меню отложенного запуска	3-20
Figure 3-12: Вид меню дисплея.....	3-22
Figure 3-13: Индикаторы точки срабатывания и уровня.....	3-24
Figure 3-14: Показания к запуску триггера.....	3-27
Figure 3-15: Главное меню установок триггера	3-28
Figure 3-16: Система меню утилит 1/0 (прерываний?).....	3-32
Figure 3-17: Форматы печатных копий	3-33
Figure 3-18: Отображение даты и времени	3-34
Figure 3-19: Подключение цифрового осциллографа непосредственно к принтеру.....	3-36
Figure 3-20: Подключение цифрового осциллографа к принтеру через конвертер	3-36
Figure 3-21: Подключение цифрового осциллографа к принтеру через ПК.....	3-37
Figure 3-22: начальный экран справки.....	3-39
Figure 3-23: Горизонтальные элементы управления.....	3-40
Figure 3-24: Просмотр записи и показания временной развертки.	3-41
Figure 3-25: Меню получения - Создать шаблон проверки пределов... ..	3-45
Figure 3-26: Показания измерений	3-52
Figure 3-27: Меню измерений	3-53
Figure 3-28: Меню измерений - стробирование.....	3-54
Figure 3-29: Измерение уровней относительности меню	3-56
Figure 3-30: Меню измерения задержки - задержка To	3-57
Figure 3-31: Меню снимков и считывание	3-58
Figure 3-32: Зонд A добавляет сопротивление, емкость и индуктивность.....	3-60
Figure 3-33: Изменения сигнала возникают из-за заземления зонда Lead (1 ns/division)	3-61
Figure 3-34: Аксессуары для датчиков	3-62
Figure 3-35: Адаптер с двумя выводами	3-66
Figure 3-36: Как компенсация датчика влияет на сигналы	3-67
Figure 3-37: P6138 Регулировка датчика	3-68
Figure 3-38: Высокочастотные зонды P6009 и P6015A	3-70
Figure 3-39: Токовый пробник A6303 для AM 503S Opt.	3-72
Figure 3-40: Типичная конфигурация сети GPIB	3-77
Figure 3-41: Укладка соединителей GPIB	3-77
Figure 3-42: Подключение цифрового осциллографа к контроллеру.	3-78
Figure 3-43: Меню утилит	3-79
Figure 3-44: Режим прокрутки (длина записи 500 точек)	3-81
Figure 3-45: Меню режима триггера	3-83
Figure 3-46: Сохранить / вызвать меню настройки	3-84
Figure 3-47: Меню сохранения формы сигнала	3-87
Figure 3-48: Больше меню	3-88

Figure 3-49: Считывание канала	3-89
Figure 3-50: Приоритет выбора формы волны.....	3-90
Figure 3-51: Выполнение компенсации сигнального тракта	3-92
Figure 3-52: Статусное меню-система	3-93
Figure 3-53: Элементы управления TRIGGER и индикаторы состояния	3-94.....
Figure 3-54: Пример показаний триггера	3-96
Figure 3-55: Просмотр записи, положение триггера и уровень триггера Показания Var	3-97
Figure 3-56: Вертикальные индикаторы и меню каналов	3-99
Figure 3-57: Главное меню запуска-Видео Type	3-101
Figure 3-58: Меню запуска видео - класс	3-102
Figure 3-59: Меню запуска видео - режим задержки ТВ	3-103
Figure 3-60: Параметр запуска-сканирования видео	3-104
Figure 3-61: Видео запуск - скорость развертки и интерлейсинг	3-105
Figure 3-62: Режим меню запуска видео и задержка	3-106
Figure 3-63: Больше меню	3-107
Figure 3-64: Главное и боковые меню математических вычислений с двумя формами сигналов...	3-108
Figure 3-65: Для режима масштабирования с горизонтальной фиксацией установлено значение Нет	3-111
Figure A-1: Расчеты MCross	A-27
Figure A-2: Время падения	A-30
Figure A-3: Время нарастания.....	A-34
Figure A-4: Выбор минимума или максимума для использования в конверте измерения.....	A-36

Список таблиц

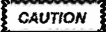
Table 1-1: Места и номиналы предохранителей	1-4
Table 3-1: Дополнительные биты разрешения	3-4
Table 3-2: Автоустановка по умолчанию	3-10
Table 3-3: Пары форматов XY	3-25
Table 3-4: Определения измерений	3-49
Table 3-5: Зонды, совместимые с TDS 400	3-74
Table 3-6: Зонды для приложений	3-75
Table 3-7: Масштаб по умолчанию	3-112
Table A-1 : Международные шнуры питания	A-2
Table A-2: Стандартные аксессуары	A-4
Table A-3: Аксессуары для датчиков	A-4
Table A-4: дополнительные аксессуары	A-5
Table A-5: Аксессуары для датчиков	A-6
Table A-6: Дополнительное программное обеспечение	A-7
Table A-7: система регистрации сигналов номинальных признаков	A-10
Table A-8: Номинальные характеристики - Система временной базы	A-11
Table A-9: Nominal Traits — Triggering System	A-12
Table A-10: Номинальные характеристики - система отображения	A-12
Table A-11: Номинальные характеристики - Хранение данных	A-12
Table A-12: Номинальные характеристики - интерфейс GPIB, видеовыход и Силовой предохранитель	A-13
Table A-13: Номинальные характеристики - Механические	A-13
Table A-14: Гарантированные характеристики - системы приема сигналов	A-15
Table A-15: Гарантированные характеристики - Система временной базы	A-17
Table A-16: Гарантированные характеристики - Система срабатывания	A-18
Table A-17: Гарантированные характеристики - Выход компенсатора датчика Output	A-19
Table A-18: Требования к питанию	A-19
Table A-19: Гарантированные характеристики - экологичность, безопасность и надежность	A-20
Table A-20: Типовые характеристики - Система сбора сигналов	A-21
Table A-21: Типичные характеристики - Система временной развертки	A-22
Table A-22: Типичные характеристики - система срабатывания	A-22
Table A-23: Типичные характеристики - обработка данных	A-23
Table A-24: Заводские настройки инициализации по умолчанию	A-39
Table A-25: Контакты выходного разъема VGA	A-43

Резюме безопасности

Пожалуйста, найдите время, чтобы ознакомиться с этими мерами безопасности. Они предназначены для вашей защиты и предотвращения повреждения цифрового осциллографа. Эта информация по безопасности относится ко всем операторам и обслуживающему персоналу.

Символы и термины

Эти два термина встречаются в руководствах:

-  statements identify conditions or practices that could result in damage to the equipment or other property.
-  statements identify conditions or practices that could result in personal injury or loss of life.

These two terms appear on equipment:

- **CAUTION** indicates a personal injury hazard not immediately accessible as one reads the marking or a hazard to property including the equipment itself.
- **DANGER** indicates a personal injury hazard immediately accessible as one reads the marking.

This symbol appears in manuals:



Static-Sensitive Devices

These symbols appear on equipment:



DANGER
High Voltage



Protective
ground (earth)
terminal



ATTENTION
Refer to
manual

Особые меры предосторожности

Соблюдайте все о! Эти меры предосторожности предназначены для обеспечения вашей личной безопасности и предотвращения повреждения цифрового осциллографа или подключенного к нему оборудования.

Источник питания

Оцифровывающий осциллограф предназначен для работы от источника питания, напряжение которого не превышает 250 Вм между питающими проводниками или между питающим проводом и землей. Подключение защитного заземления через заземляющий провод в шнуре питания необходимо для безопасной работы системы.

Заземление оцифровывающего осциллографа

Оцифровывающий осциллограф заземлен через шнур питания. Во избежание поражения электрическиМ током вставьте шнур питания в розетку с правильной разводкой, заземление которой было проверено квалифицированныМ специалистом по обслуживанию. Сделайте это перед подключением к входным или выходным клеммам оцифровывающий осциллограф,

Без подключения защитного заземления все части оцифровывающего осциллографа представляют собой потенциальную опасность поражения электрическиМ током. Это включает ручки и элементы управления, которые могут показаться изоляторами.

Используйте подходящий шнур питания

Используйте только шнур питания и разъем, указанные для вашего продукта. Используйте только исправный шнур питания.

Используйте подходящий предохранитель

Во избежание возгорания используйте только предохранители, указанные в перечне деталей для вашего продукта, соответствующего типа, номинального напряжения и тока.

Не снимайте крышки или панели

Во избежание травм не работайте с оцифровывающим осциллографом без панелей или крышек.

Электрическая перегрузка

Никогда не подавайте напряжение на разъем цифрового осциллографа, выходящее за пределы диапазона напряжения, указанного для этого

Предисловие

Это руководство пользователя для оцифровывающих осциллографов TDS 410, TDS 420 и TDS 460. Если вы новый пользователь, попробуйте раздел «Начало работы», чтобы познакомиться с работой вашего оцифровывающего осциллографа. В разделе «Основные понятия» описаны основные принципы работы осциллографа. Эти статьи помогут вам понять, почему ваш инструмент работает именно так. Используйте раздел / n Подробно, чтобы узнать, как выполнять определенные задачи. Видеть стр. 3-1 содержит полный список задач, рассматриваемых в этом разделе. В приложениях приводится перечень опций и аксессуаров, технические характеристики продукта и другая полезная информация. Следующие документы относятся к использованию или обслуживанию цифрового осциллографа.

Связанные руководства

- Программатор семейства TDS Mania / описывает использование компьютера для управления оцифровывающим осциллографом через интерфейс GPIB.
- TDS 410, TDS 420 и TDS 460 Reference дают вам краткий обзор того, как работать с цифровым осциллографом.
- TDS 410, TDS 420 и TDS 460 Performance Verification рассказывает, как проверить работоспособность цифрового осциллографа.
- Опция 2F в инструкции Mania / семейства TDS описывает использование опции Advanced DSP Math (только для осциллографов TDS, оснащенных этой опцией).
- Вариант 1 семейства TDS / инструкция Mania / описывает использование дополнительных интерфейсов Centronics® и RS-232 для хранения бумажных копий (только для осциллографов TDS, оснащенных этой опцией).
- В руководстве по эксплуатации пакета принтера TDS Family Option 3P описывается использование дополнительного набора принтера для хранения бумажных копий (только для осциллографов TDS, оснащенных этой опцией).
- Руководство по обслуживанию TDS 410, TDS 420 и TDS 460 предоставляет информацию по техническому обслуживанию и ремонту вашего цифрового осциллографа на уровне модулей.

Условные обозначения

В разделах «Приступая к работе» и «Справочная информация» вы найдете различные процедуры, которые содержат шаги инструкций, которые вы должны выполнить. Чтобы эти инструкции были четкими и последовательными, в данном руководстве используются следующие условные обозначения:

- Названия элементов управления на передней панели и метки меню выделены жирным шрифтом.
- Имена также приводятся в руководстве в том же регистре (начальные буквы, все прописные буквы и т. Д.), Что и на передней панели осциллографа и в меню. Названия лицевой панели представляют собой прописные буквы, например, ВЕРТИКАЛЬНОЕ МЕНЮ, CH 1 и т. Д.

- Шаги по установке пронумерованы. Номер не указывается, если шаг только один.

- Когда шаги требуют, чтобы вы сделали последовательность выбора с помощью элементов управления на передней панели и кнопок меню, стрелка (.....) отмечает каждый переход между кнопкой на передней панели и меню или между меню. Также четко указано, является ли имя основным меню или пунктом бокового меню: Нажмите ВЕРТИКАЛЬНОЕ МЕНЮ → Связь (основное) → DC (сбоку) → Полоса пропускания (основное) → + 100 МГц (сбоку).

Использование только что описанного соглашения приводит к созданию инструкций, которые интуитивно понятны и упрощают процедуры. Например, данная инструкция заменяет эти пять шагов:

1. Нажмите кнопку на передней панели ВЕРТИКАЛЬНОЕ МЕНЮ.
2. Нажмите кнопку главного меню «Муфта».
3. Нажмите кнопку DC в боковом меню.
4. Нажмите кнопку главного меню Bandwidth.
5. Нажмите кнопку бокового меню 100 МГц.

Иногда вам может потребоваться сделать выбор из всплывающего меню: нажмите TRIGGER MENU ..., Type (основное) → Edge (всплывающее). В этом примере вы несколько раз нажимаете кнопку Type главного меню до тех пор, пока Edge не будет выделен во всплывающем меню.

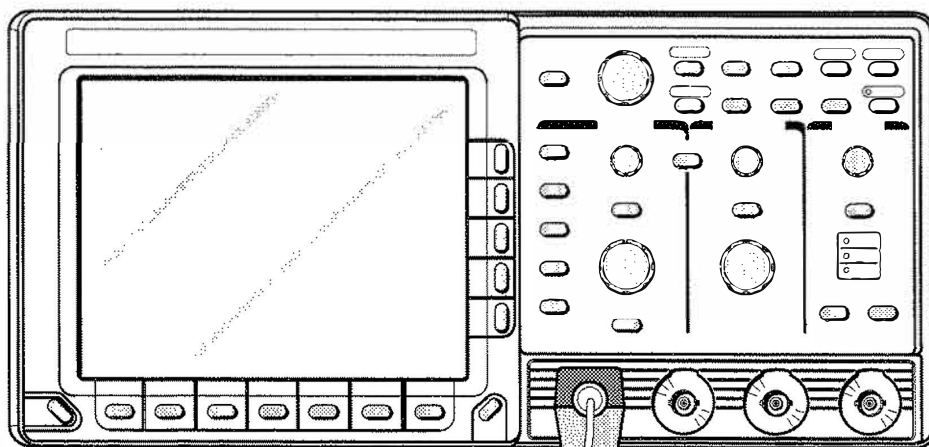
обзор

В этом разделе представлены описание продукта, информация о запуске и четыре примера, в которых обсуждаются основные функции оцифровывающего осциллографа. Используйте раздел «Краткий обзор» (начало на стр. 2-2), чтобы помочь вам найти нужные регуляторы, кнопки и меню.

- Ехатр / е 1 учит, как сбросить настройки оцифровывающего осциллографа, отобразить и настроить формы сигналов, а также использовать функцию автонастройки.
- Ехатр / е 2 объясняет, как добавлять, управлять и удалять несколько сигналов.
- Ехатр / е 3 знакомит с автоматизированной системой измерения.
- В Ехатр / е 4 обсуждается сохранение и вызов настроек оцифровывающего осциллографа.

Перед тем, как выполнять эти примеры, прочтите Соглашения на странице х. Если вы выполняете эти примеры, используйте разделы «Изучаем основы» и «Справочная информация», чтобы узнать о устройстве оцифровывающего осциллографа и конкретных функциях.

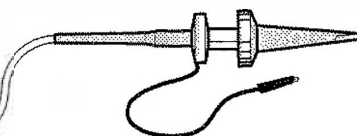
Описание товара



оцифровывающий осциллограф Tektronix — превосходный инструмент для сбора, отображения и измерения сигналов. Его производительность удовлетворяет потребности как настольных лабораторных, так и портативных приложений за счет:

- Максимальная аналоговая полоса пропускания 350 МГц для TDS 460
- Максимальная аналоговая полоса пропускания 150 МГц для TDS 410 и TDS 420
- Максимальная скорость оцифровки 100 мегасэмплов в секунду
- Режим прокрутки и запускаемый режим прокрутки для отображения более медленных сигналов.
- Математическое преобразование формы волны: преобразование одной формы волны и сложение, вычитание и умножение двух форм волны. Приборы ОП, оснащенные опцией 2F, интегрируют или дифференцируют одиночный сигнал или выполняют БПФ (быстрое преобразование Фурье) для сигнала, чтобы отобразить его амплитуду или фазу в зависимости от его частоты.
- Длина записи до 15 000 точек на канал (60 000 точек опционально)
- Полная программируемость GPIB. Вывод печатной копии GPIB. На приборах, оснащенных опцией 13, вывод бумажных копий через порты RS—232 или Centronics. Возможность встроенного принтера с опцией 3P приборов.
- Возможность полного измерения и документирования
- Интуитивно понятное графическое управление значками, дополненное привычными традиционными горизонтальными и вертикальными ручками
- Четыре канала и четыре восьмибитных дигитайзера на TDS 420 и TDS 460. Два канала и два восьмибитных дигитайзера на TDS 410.
- Он—лайн помощь одним нажатием кнопки

В приложениях перечислены опции, аксессуары и технические характеристики продукта.



Перед использованием оцифровывающего осциллографа убедитесь, что он правильно установлен и запитан.

операция

Чтобы правильно установить и включить оцифровывающий осциллограф, выполните следующие действия:

Installation

1. Убедитесь, что у вас есть подходящая операционная среда. Технические характеристики температуры, относительной влажности, высоты, вибрации и излучения включены в Приложение В: Технические характеристики в конце данного руководства.
2. Оставьте место для охлаждения. Сделайте это, удостоверившись, что отверстия для забора и выпуска воздуха по бокам камеры (где работает вентилятор) не имеют препятствий для воздушного потока. Оставьте не менее 2 дюймов (5,1 см) свободным с каждой стороны.

WARNING

Во избежание поражения электрическим током / электрического шока убедитесь, что шнур питания отключен, прежде чем проверять предохранитель.

3. Убедитесь, что предохранитель соответствует типу и номиналу (Рисунок 1-1). Вы можете использовать любой из двух предохранителей. Для каждого предохранителя нужен свой колпачок (см. Table 1-1). Оцифровывающий осциллограф поставляется с установленным предохранителем, одобренным UL.
4. Убедитесь, что у вас есть правильные электрические соединения. Оцифровывающим осциллографам требуется от 90 до 132 В для частот от 48 до 62 Гц, от 100 до 132 В или от 180 до 250 В для частот от 48 до 440 Гц, а также может потребоваться до 240 Вт.
5. Подключите соответствующий шнур питания к разъему питания на задней панели (Рисунок 1-1) к системе питания.

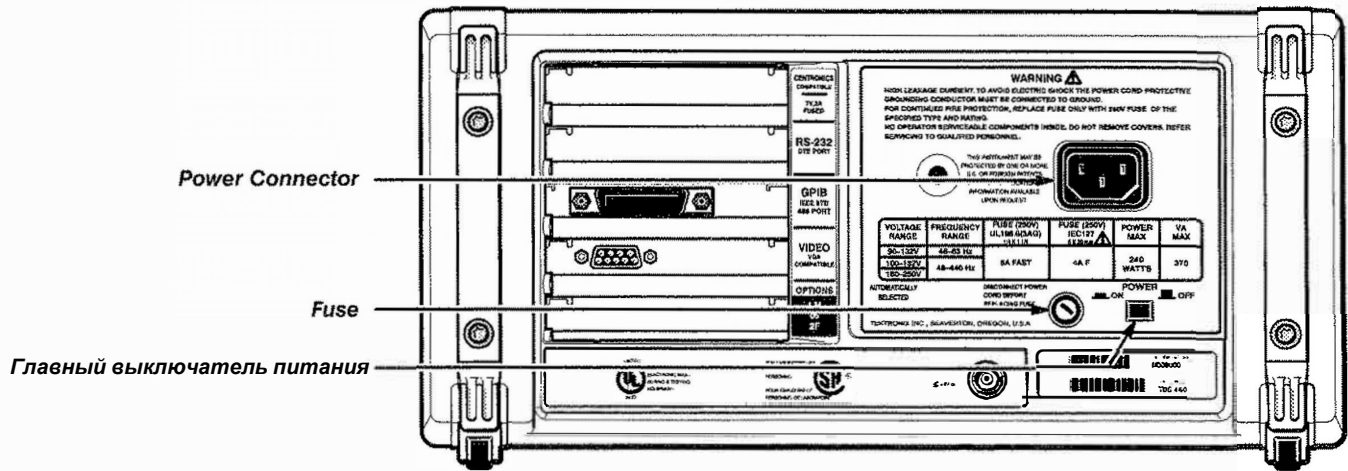


Figure 1-1: Элементы управления на задней панели, используемые при запуске

Table 1-1: Артикулы предохранителей и предохранителей

Fuse	Fuse Part Number	Fuse Cap Part Number
.25 inch × 1.25 inch (UL 198.6, 3AG): 5 A FAST, 250 V.	159-0906-00	200-2264-00
5 mm × 20 mm (IEC 127): 4 A (T), 250 V.	159-0255-00	200-2265-00

Убедитесь, что главный выключатель питания на задней панели включен (Рисунок 1-1).

Главный выключатель питания управляет всем питанием АС прибора.

2.Если на осциллограф не подается питание (экран blank), нажмите кнопку

кнопку ON / STBY на передней панели для его переключения (Рисунок 1-2).

Кнопка ON / STBY управляет питанием большинства цепей прибора. Питание продолжает поступать на определенные части, даже если этот переключатель установлен в положение STBY.

После установки оцифровывающего осциллографа вы можете оставить основной выключатель питания включенным и использовать кнопку ON / STBY в качестве выключателя питания.

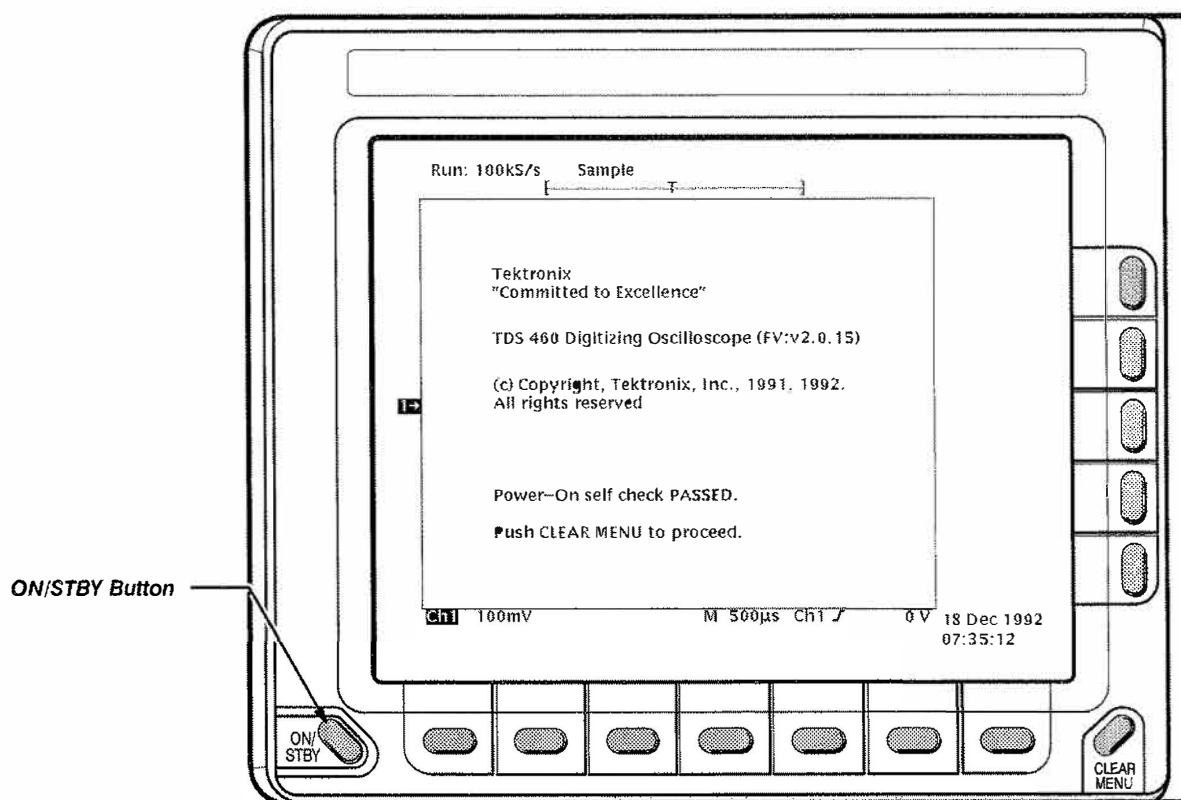


Figure 1-2: ON/STBY Button

Самопроверка

Оцифровывающий осциллограф автоматически выполняет тесты при включении при каждом включении. Появляется экран, на котором указано, прошел ли он самотестирование. (Если самотестирование не обнаруживает никаких проблем, экран отображения статуса исчезает через несколько секунд после завершения самотестирования.)

Проверьте результаты самотестирования.

Если самопроверка не удалась, позвоните в местный сервисный центр Tektronix. В зависимости от типа неисправности вы все равно можете использовать осциллограф до его обслуживания.

Выключить

Нажмите переключатель ON / STBY, чтобы выключить осциллограф. Прежде чем вы начнете

Компенсация пути прохождения сигнала (SPC) позволяет вам компенсировать ваш осциллограф на текущую температуру окружающей среды, помогая обеспечить максимально возможную точность для ваших наиболее важных измерений. См. Компенсацию пути прохождения сигнала на стр. 3-91 для описания и информации о работе этой ключевой функции.

Samoproverka

Подготовка к примерам

Во всех примерах используется одна и та же установка. Как только вы выполните эту настройку. Вам не нужно изменять сигнальные соединения для других примеров. Удалите все датчики и сигнальные входы из входных разъемов BNC в правом нижнем углу передней панели. Затем с помощью одного из щупов, поставляемых с оцифровывающим осциллографом, подключите разъем CH 1 к разъему PROBE ADJ (Рисунок 1-3).

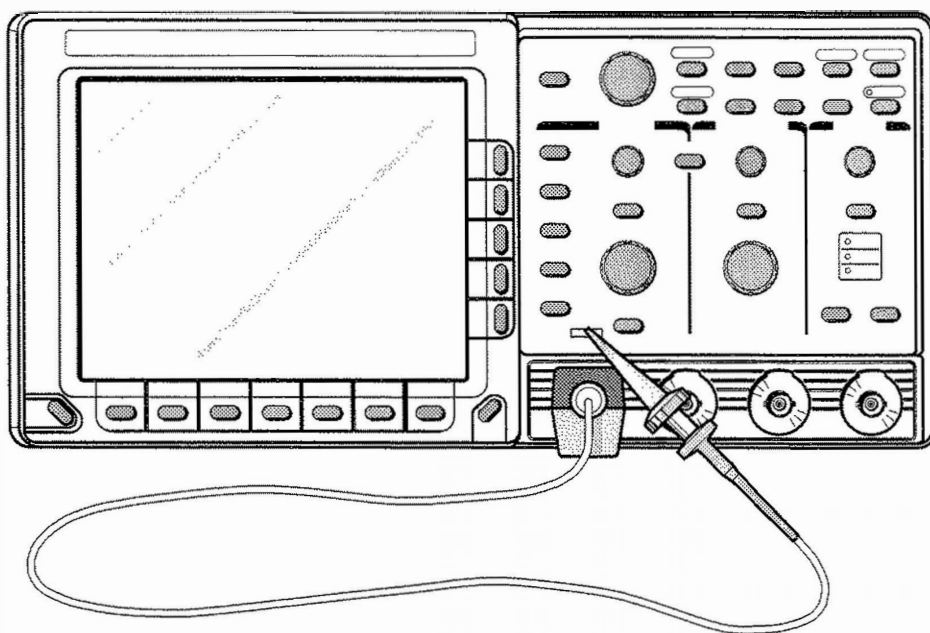


Figure 1-3: Подключение зонда для примеров

Пример 1: Отображение формы волны

В этом первом примере вы узнаете о сбросе настроек оцифровывающего осциллографа, отображении и настройке формы сигнала и использовании функции автонастройки,

Сброс оцифровывающего осциллографа

Все примеры начинаются с сброса оцифровывающего осциллографа до известного заводского состояния по умолчанию, сброса осциллографа, когда вы начинаете новую задачу и вам нужно «начать все заново» с известными настройками по умолчанию.

1. Нажмите кнопку сохранения / вызова SETUP, чтобы отобразить меню настройки (рис. 1-4).

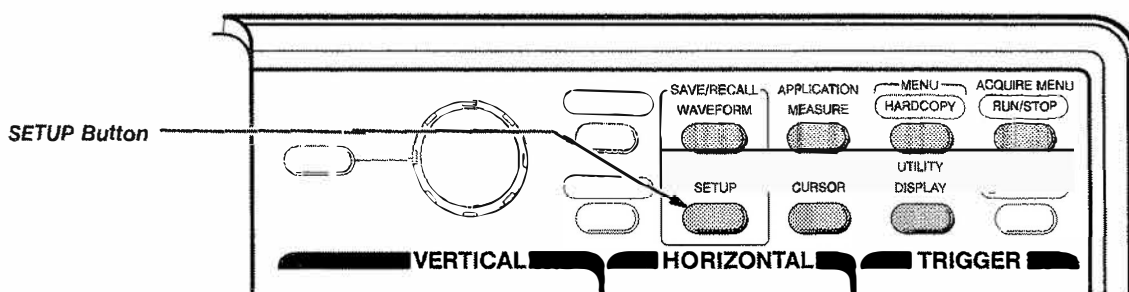


Figure 1-4: Расположение кнопки НАСТРОЙКА

Оцифровывающий осциллограф отображает основное меню в нижней части экрана. На рис. 1-5 показано главное меню настройки.

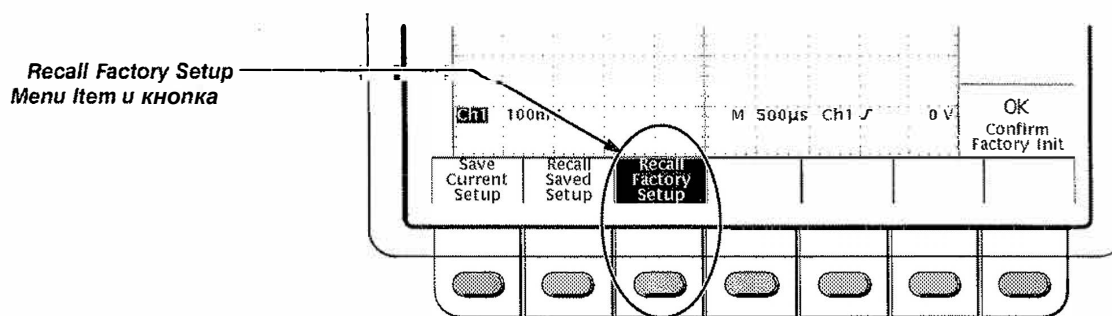


Figure 1-5: Отображаемое меню настройки

2. Нажмите кнопку непосредственно под пунктом меню «Восстановить заводские настройки». В правой части экрана отображаются боковые меню. Кнопки для выбора этих пунктов бокового меню находятся справа сбоку меню.

Поскольку случайный сброс прибора может разрушить настройку, на создание которой потребовалось много времени, оцифровывающий осциллограф просит вас проверить выбор восстановления заводских настроек (см. Рисунок 1-5).

3. Нажмите кнопку справа от пункта бокового меню OK «Подтвердить заводские настройки» (см. Рис. 1-6).

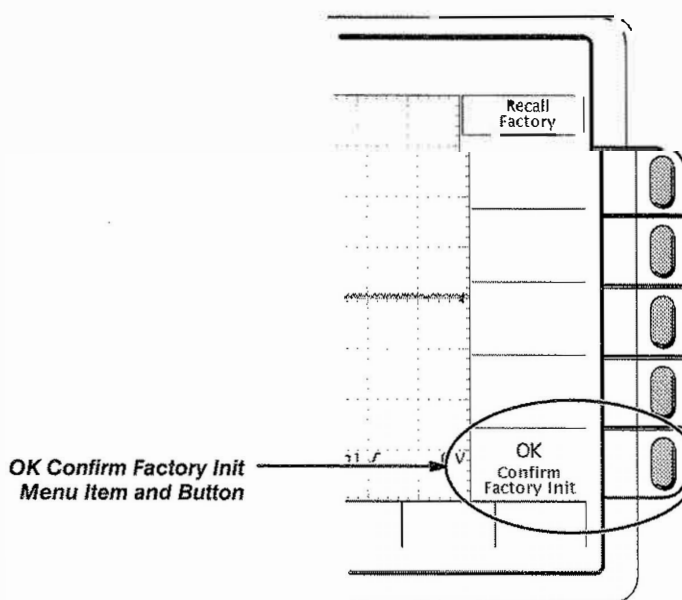


Figure 1-6: Боковое меню заводских настроек

Прими к сведению

тот тапия / использует следующие обозначения для представления последовательности

выбора уои, сделанных на шагах 1, 2 и 3: нажмите кнопку сохранить / вызвать SETUP - + Recall Factory Setup (main) - + OK Подтвердить заводские настройки Init (сбоку).

Обратите внимание, что на экране появляется значок часов. Осциллограф отображает этот значок при выполнении операций, которые занимают более нескольких секунд.

4. Нажмите кнопку УСТАНОВИТЬ УРОВЕНЬ ТО 50% (см. Рисунок 1-7), чтобы убедиться, что осциллограф срабатывает по входному сигналу.

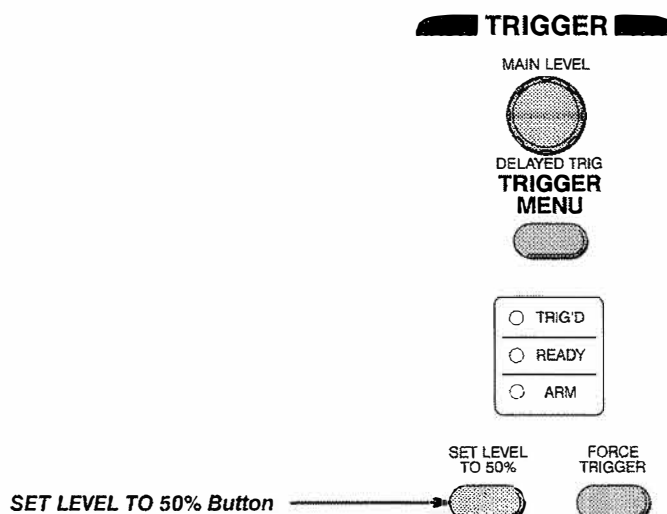


Figure 1-7: SET LEVEL TO 50% Button

Элементы отображения

На рис. 1-8 показан дисплей, который появляется после сброса прибора. Следует отметить несколько важных моментов:

- Полоса уровня запуска показывает, что сигнал запускается на уровне около 50% от его амплитуды (начиная с шага 4).
- Индикатор положения запуска показывает, что положение запуска сигнала находится в центре горизонтальной сетки.
- Индикатор ссылки канала показывает вертикальное положение канала 1 при отсутствии входного сигнала. Этот индикатор указывает на уровень земли для канала, когда его вертикальное смещение установлено на 0 V. в вертикальном меню; когда вертикальное смещение не установлено на 0 V, индикатор указывает на уровень вертикального смещения.
- Показания запуска показывает, что оцифровывающий осциллограф запускает канал 1 (Ch1) по нарастающему фронту, и что уровень запуска составляет примерно 200-300 мВ.
- Показание временной развертки показывает, что для основной временной развертки установлен горизонтальный масштаб 500 мкс / дел.
- Канал / показания показывают, что канал 1 (Ch1) отображается с связью по постоянному току. (При связи AC после показаний вольт / дел появляется ~.) Оцифровывающий осциллограф всегда отображает канал 1 при сбросе.

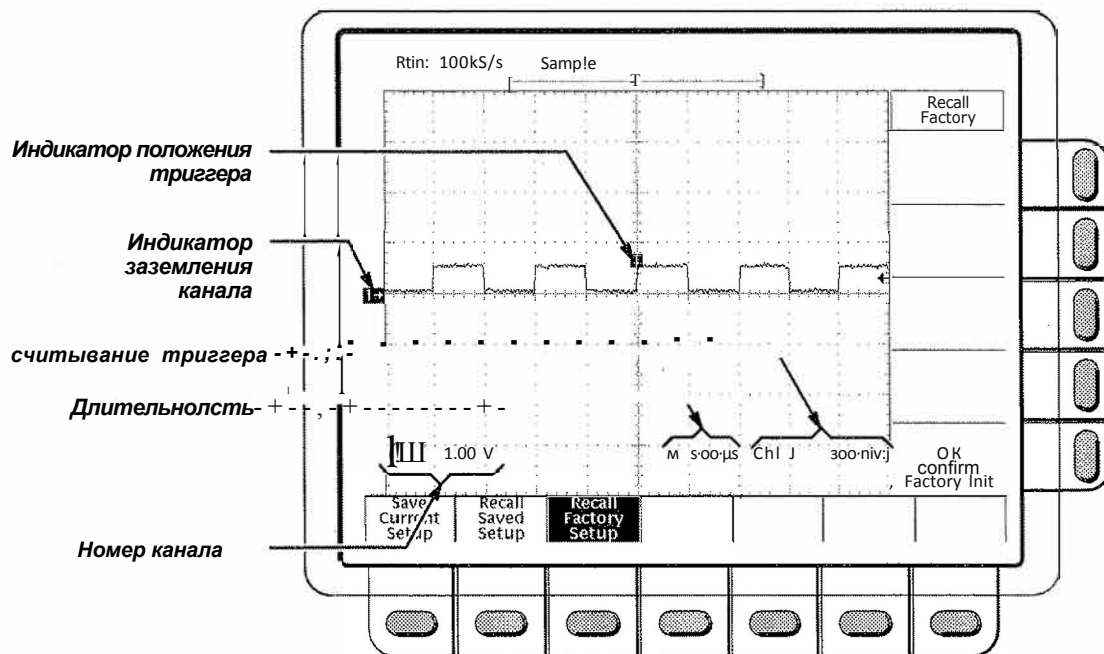


Рисунок 1-8: Дисплей после заводской инициализации

Регулировка отображения формы волны

Прямо сейчас показания канала, временной развертки и триггера отображаются в области уведомлений, потому что отображается меню. Вы можете в любой момент нажать кнопку CLEAR MENU, чтобы удалить все меню и переместить показания под сетку.

На дисплее отображается сигнал компенсации датчика. Это прямоугольный сигнал частотой 1 кГц и амплитудой примерно 0,5 В. Вы можете настроить размер и расположение формы сигнала с помощью регуляторов на передней панели.

На Рис. 1-9 показаны основные ВЕРТИКАЛЬНЫЕ и ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ сечения передней панели. У каждого есть ручки SCALE и POSITION.

1. Поверните вертикальную ручку SCALE по часовой стрелке. Обратите внимание на изменение

отображаемая форма сигнала и показания канала в нижней части дисплея.

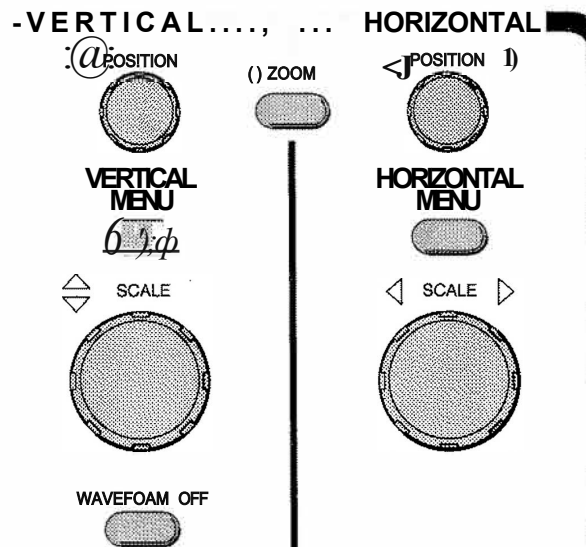


Рисунок 1-9: Элементы управления ВЕРТИКАЛЬНО и ГОРИЗОНТАЛЬНО

2 Поверните ручку вертикального положения сначала в одном направлении, затем в другом.

Наблюдайте за изменением отображаемой формы сигнала. Затем верните форму волны в центр сетки,

3 Поверните ручку горизонтальной шкалы на одно деление по часовой стрелке. Соблюдайте время

базовые показания в нижней части дисплея. Теперь развертка должна быть установлена на 200 мкс / дел, и вы должны увидеть на дисплее два полных цикла сигнала

Использование автонастройки

Когда вы впервые подключаете сигнал к каналу и отображаете его, отображаемый сигнал может не масштабироваться и не запускаться правильно. Используйте функцию автонастройки, и вы быстро получите понятный дисплей,

При сбросе настроек оцифровывающего осциллографа вы видите четкое и стабильное отображение формы сигнала компенсации пробника. Это связано с тем, что сигнал компенсации "рго" хорошо отображается при настройках по умолчанию оцифровывающего осциллографа.

1. Чтобы создать нестабильный дисплей, медленно поверните ручку MAIN LEVEL триггера.

(см. рис. 1-1 О) сначала в одном направлении, затем в другом. Наблюдайте, что происходит, когда вы перемещаете уровень запуска выше самой высокой части отображаемой формы сигнала. Оставьте уровень запуска в этом состоянии без срабатывания.

2 Нажмите AUTOSET (см. Рисунок 1-11) и наблюдайте за постоянной формой сигнала display.

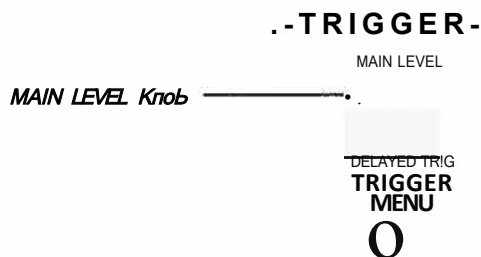


Figure 1-10: TRIGGER Controls

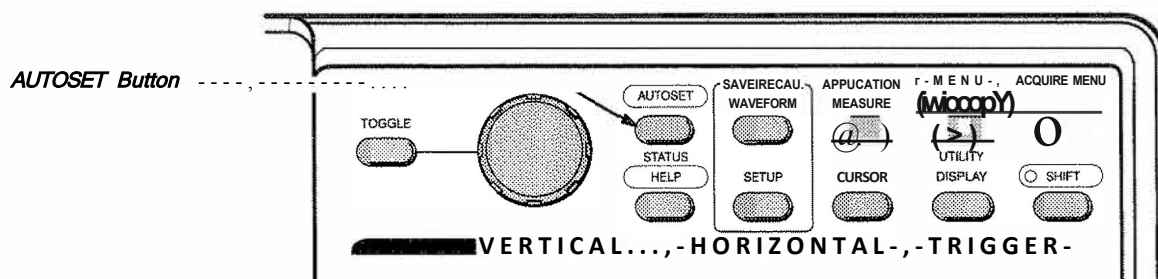


Figure 1-11: AUTOSET Button Location

На Рис. 1-12 показан дисплей после нажатия AUTOSET. При необходимости вы можете настроить форму сигнала с помощью регуляторов, описанных ранее в этом примере.

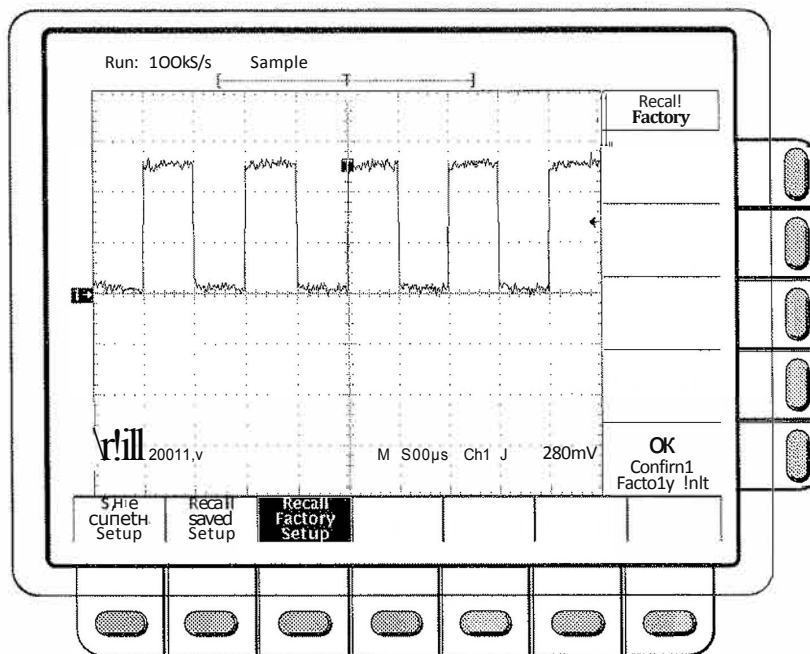


Figure 1-12: The Display After Pressing Autoset

НОТА

Если углы отображаемого сигнала / сигнала закруглены или заострены (см. рис. 1-13), тогда вам может потребоваться компенсация вашего датчика, раздел «Компенсация датчика» на стр. 3-67 объясняет, как это сделать,



Figure 1-13: Display Signals Requiring Probe Compensation

Пример 2: несколько сигналов

В этом примере вы узнаете, как отображать и контролировать одновременно не только одну форму волны.
ВЕРТИКАЛЬНАЯ секция переднего рапе! содержит кнопки выбора канала. В цифровых осциллографах TDS 420 и TDS 460 это CH 1, CH 2, CH 3, CH 4 и MORE (Рисунок 1-14). По TDS 410 это CH 1, CH 2 и БОЛЬШЕ.

Adding a Waveform

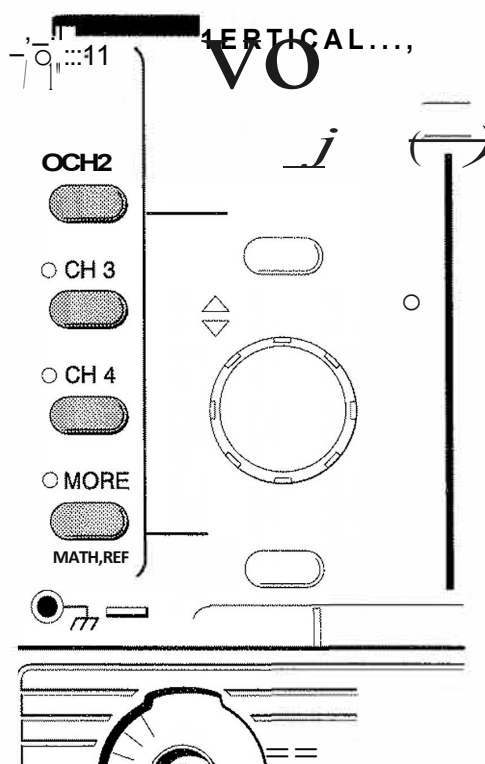


Figure 1-14: The Channel Buttons and Lights

Рядом с меткой каждой кнопки канала (CH) есть индикатор. Сейчас загорится индикатор CH 1, указывая на то, что вертикальные регуляторы настроены на настройку канала 1.

Следующие шаги добавляють на дисплей осциллограмму.

224/5000

1. 11 вы не продолжаете предыдущий пример, следуйте инструкциям на стр. 1-6 под заголовком «Подготовка к примерам».
2. Нажмите SETUP - + Recall Factory Setup (main) - + OK Confirm Factory Init (сбоку),

3. 3. Нажмите AUTOSET.
4. 4. Нажать CH 2.
5. На дисплее отображается вторая осциллограмма, представляющая сигнал на канале 2. Поскольку к входному разъему CH 2 ничего не подключено, эта осциллограмма представляет собой плоскую линию.
6. Следует отметить еще несколько важных моментов:
7. ■ Показание канала на дисплее теперь показывает настройки для Ch1 и Ch2.
8. ■ На левом краю сетки есть два индикатора каналов.
9. Прямо сейчас они пересекаются.
10. ■ Индикатор рядом с кнопкой CH 2 теперь горит, а индикатор CH 1 не горит. Поскольку ручки управляют только одним каналом за раз, вертикальные регуляторы теперь настроены для настройки канала 2.
11. ■ Считывание триггера по-прежнему указывает на то, что триггер обнаруживает триггерные события на канале 1. Источник запуска не изменяется просто добавлением канала. (Вы можете изменить источник запуска, используя кнопку TRIG-GER MENU для отображения меню запуска.)
12. 5. Поверните ручку вертикального положения по часовой стрелке, чтобы переместить канал 2.
13. сигнал вверх на сетке. Обратите внимание, что индикатор задания канала для канала 2 перемещается вместе с формой сигнала. Нажать ВЕРТИКАЛЬНОЕ МЕНЮ - Муфта (основная).
14. Кнопка VERTICAL MENU отображает меню, которое дает вам возможность управлять многими параметрами вертикального канала (Рисунок 1-15). Хотя может отображаться более одного канала, вертикальное меню и кнопки регулируют только выбранный канал.
15. Каждый пункт меню в вертикальном меню отображает боковое меню. Сейчас в главном меню выделен пункт «Связь», что означает, что
16. боковое меню показывает варианты муфты. В верхней части бокового меню заголовок меню показывает канал, на который влияет выбор меню. В
17. название меню всегда совпадает с подсвеченной кнопкой канала.
18. 14. Нажмите Q (сбоку), чтобы переключить выбор на 50 Q; это меняет ввод
19. связь канала 2 от 1 MQ до 50 Q. Считывание канала для
20. канал 2 (в нижней части сетки) теперь показывает индикатор Q.

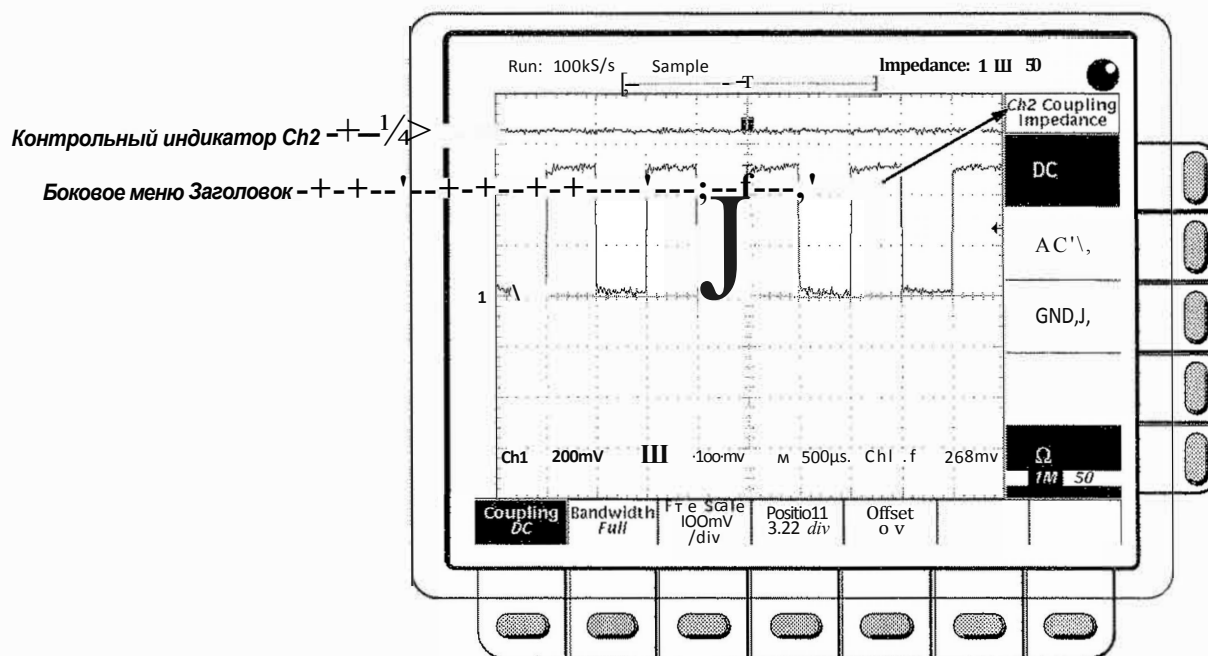


Figure 1-15: Вертикальное главное меню и боковое меню связи

Изменение элементов управления на другой канал

Нажатие кнопки канала (CH) устанавливает вертикальные элементы управления для этого канала. Он также добавляет канал к отображению, если эта форма волны еще не отображается.

1. Нажмите CH1.

Обратите внимание, что в заголовке бокового меню отображается Ch1 (Рисунок 1-16), и что индикатор рядом с CH1 горит. Обратите внимание, что выделенный пункт меню в боковом меню также меняется с настройки 50 Ом для канала 2 на настройку импеданса 1 М Ом для канала 1.

2. Нажмите CH 2 Q (сбоку), чтобы переключить выбор на 1 М Ом. Это действие

возвращает сопротивление связи канала 2 в исходное состояние.

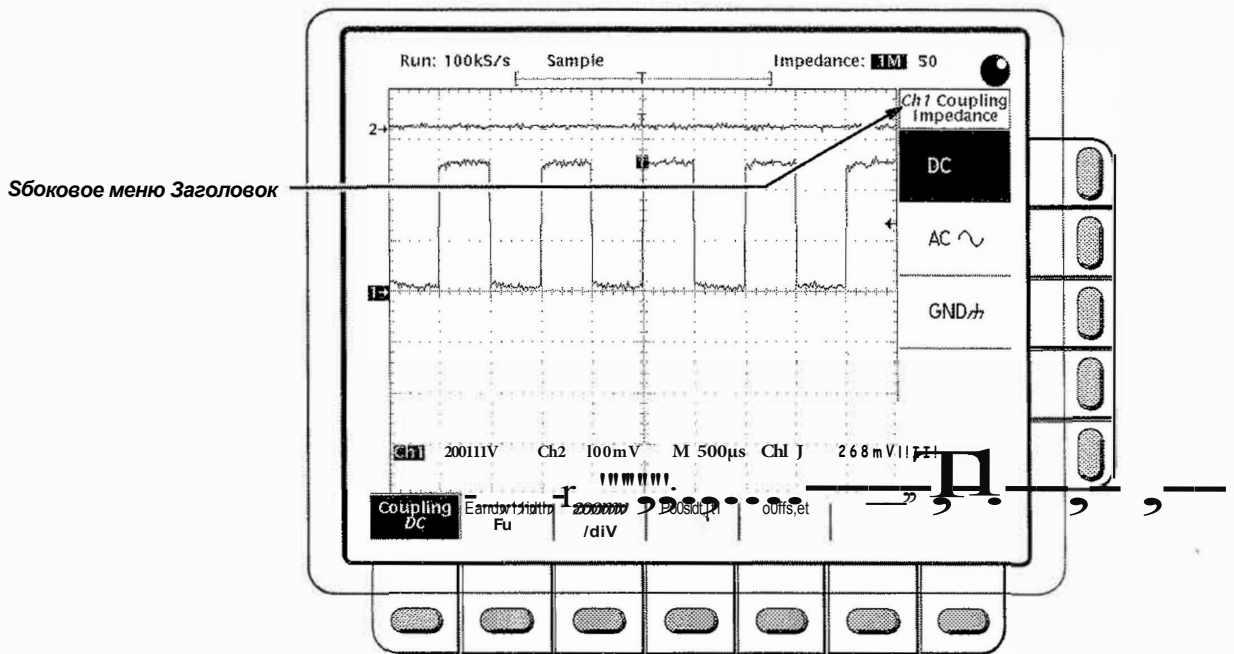


Figure 1 • 16: Меню после переключения каналов

Удаление формы волны

Нажатие кнопки WAVEFORM OFF удаляет форму волны для текущего выбранного канала. Если сигнал, который вы хотите удалить, еще не выбран, выберите этот канал с помощью кнопки канала (CH).

1. Нажмите WAVEFORM OFF (под ручкой вертикального МАСШТАБА). Так как при нажатии кнопки WAVEFORM OFF индикатор CH 2 был включен, сигнал канала 2 был удален. Индикаторы канала (CH) теперь указывают на канал 1. Канал 1 стал выбранным. Когда вы удалите последний сигнал, все индикаторы CH погаснут.
2. Снова нажмите WAVEFORM OFF, чтобы удалить сигнал канала 1.

Пример 3: Автоматические измерения

В этом примере вы узнаете, как использовать автоматизированную систему измерения для получения числовых значений важных характеристик сигнала. Чтобы использовать автоматизированную систему измерения, вы должны иметь стабильное отображение вашего сигнала. Кроме того, сигнал должен иметь все сегменты, необходимые для требуемого измерения. Например, для измерения времени нарастания требуется по крайней мере один нарастающий фронт, а для измерения частоты - по крайней мере, один полный цикл.

Отображение автоматических измерений

1. Если вы не продолжаете предыдущий пример, следуйте инструкциям на стр. 1-6 под заголовком «Настройка для примеров».
2. Нажмите SETUP - Recall Factory Setup (main) -> OK Confirm Factory Init (сбоку).
3. Нажмите AUTOSET.
4. Нажмите MEASURE, чтобы отобразить главное меню Measure (см. Рисунок 1-17).

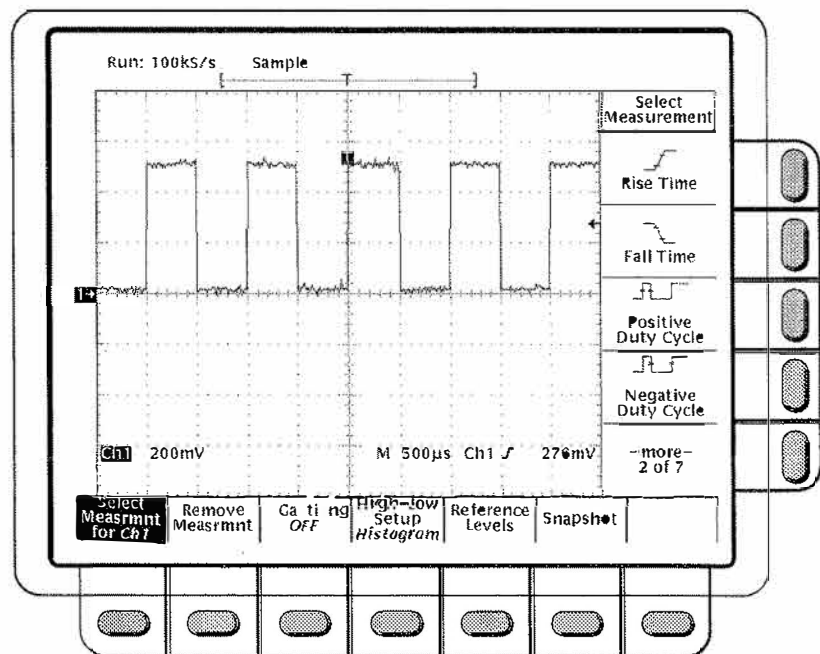


Figure 1-17: Главное меню измерений и выберите боковое меню измерений

5. Если он еще не выбран, нажмите Select Measrmnt (main). Показание для этого пункта меню указывает, из какого канала будет производиться измерение. Все автоматические измерения производятся на выбранном канале.

В боковом меню «Выбрать измерение» перечислены некоторые измерения, которые можно выполнять с осциллограммами. Доступно множество различных измерений; одновременно можно взять и отобразить до четырех. Нажатие кнопки рядом с пунктом меню -more- вызывает другие варианты измерения.

6. Нажмите "Частота" (сбоку). Если пункт меню Частота не отображается, нажмите - more- (сбоку), пока не появится пункт «Частота», затем нажмите «Частота» (сбоку)

Обратите внимание, что измерение частоты появляется в правой части области сетки. Показания измерения включают обозначение Ch1, означающее, что измерение выполняется для сигнала канала 1. (Чтобы выполнить измерение на другом канале, выберите этот канал, а затем выберите измерение.)

нажмите Положительная ширина (сбоку) -больше- (сбоку) - +
7. Время нарастания (сбоку)→

Положительный рабочий цикл (сбоку).
Отображаются все четыре измерения. Прямо сейчас они покрывают часть области сетки, включая отображаемые формы волны.

8. Чтобы переместить результаты измерения за пределы области сетки, нажмите **CLEAR MENU** (see Figure 1-18).

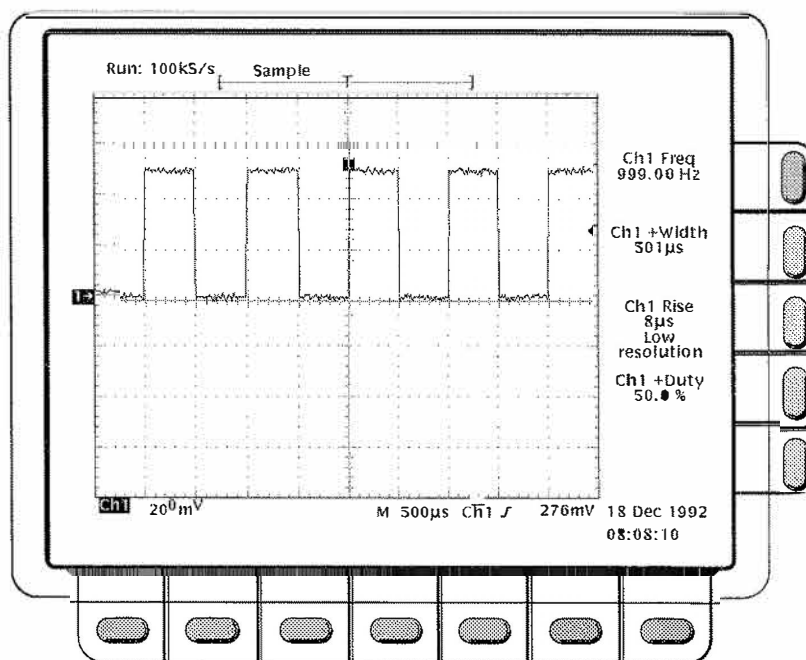


Figure 1-18: Четыре одновременных считывания результатов измерений

Удаление результатов измерений

Меню «Измерение» позволяет удалить измерения, которые больше не нужно отображать. Вы можете удалить все измерения или удалить их все с помощью одного пункта меню. Нажмите ИЗМЕРЕНИЕ (MEASURE) - + Удалить измерение (основное) - + Измерение 1, Измерение 2 и Измерение 4 (сбоку), чтобы удалить эти измерения. Оставьте показание измерения времени нарастания.

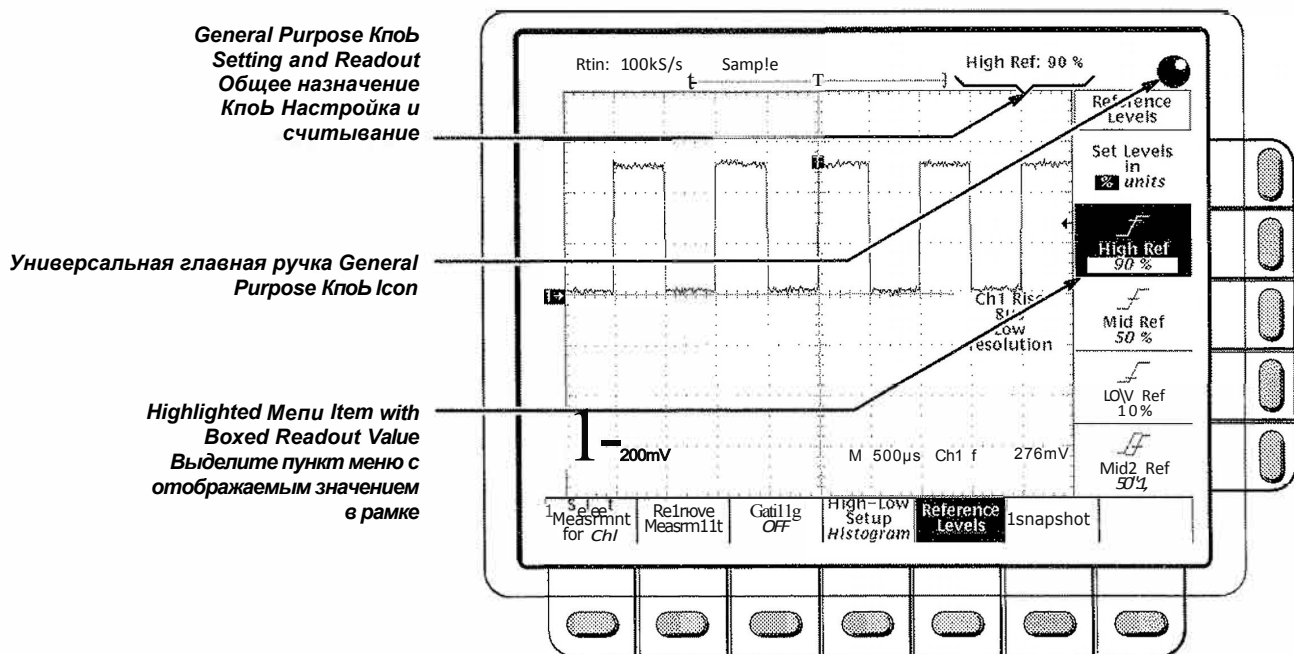
Изменение контрольных уровней измерений

По умолчанию измерительная система будет использовать уровни 10% и 90% формы сигнала для измерения времени нарастания. Вы можете изменить эти значения на другие процентные значения или изменить их на абсолютные уровни напряжения.

Чтобы проверить текущие значения, нажмите «Reference Levels (main)», High Ref (side).

Ручка общего назначения

Общее назначение ручки, большая ручка, теперь установлена, чтобы отрегулировать высокий опорный уровень (Рисунок 1-19).



Вот несколько важных моментов, которые следует соблюдать на экране:

- Значок ручки появится в верхней части экрана. Это означает, что ручка общего назначения только что была настроена для настройки параметра.

- В правом верхнем углу экрана отображается значение High Ref: 90%,

- Боковой пункт меню High Ref будет выделен, а вокруг значения 90% в пункте меню High Ref появляется $\bar{u}$ ox. Значок $\bar{u}$ ox указывает на то, что ручка общего назначения в настоящее время настроена для регулировки этого параметра.

Поверните ручку общего назначения влево и вправо, а затем используйте ее, чтобы отрегулировать высокий уровень до 80%. Это устанавливает высокое значение эталонного измерения на 80%. Совет: чтобы быстро внести большие изменения с помощью универсальной ручки, нажмите кнопку SHIFT, прежде чем поворачивать ручку. Когда индикатор над кнопкой SHIFT горит, а на дисплее отображается сообщение Coarse Knobs в верхнем правом углу, ручка общего назначения значительно ускоряется. Вы видели, как отображать на экране до четырех отдельных автоматических измерений. Вы также можете отобразить почти все автоматические измерения, доступные в боковых меню «Выбор измерений». Этот снимок измерений делается для сигнала, выбранного в данный момент с помощью кнопок выбора канала. Как и при отображении отдельных измерений, у вас должен быть постоянный дисплей вашего сигнала, и этот сигнал должен иметь все сегменты, необходимые для измерения, которое вы хотите, 1. Нажмите Snapshot (main), чтобы загрузить снимок всех имеющихся синглов.

Отображение снимка автоматических измерений

измерения формы сигнала. (См. Рисунок 1-20),

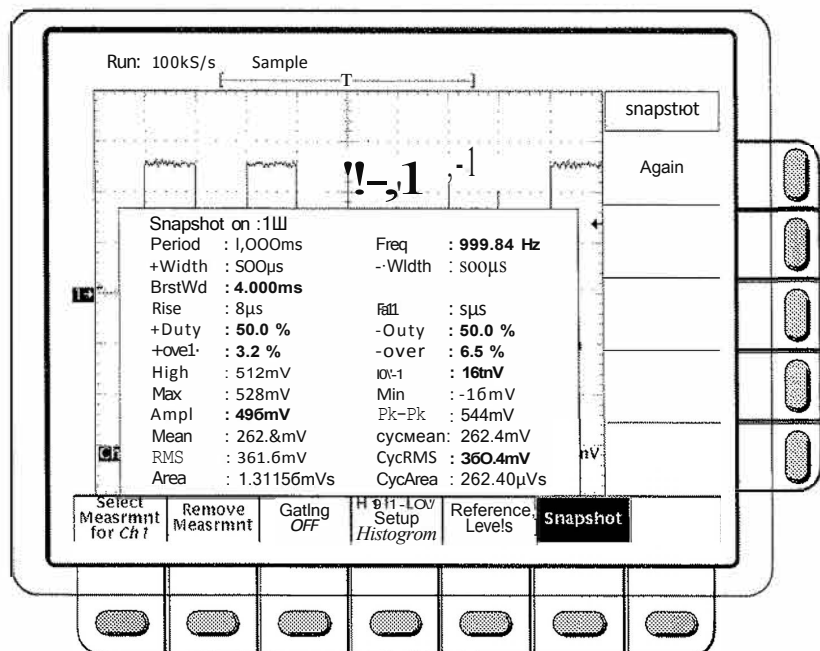


Figure 1-20: Snapshot of Channel 1

Example 3: Automated Measurements

Отображение моментального снимка имеет обозначение Ch 1, что означает, что отображаемые измерения относятся к форме сигнала канала 1. Вы делаете снимок сигнала в другом канале, сначала выбирая этот канал с помощью кнопок выбора канала. Измерения снимка не обновляются постоянно. Снимок выполняет однократный захват всех измерений и не обновляет эти измерения, пока не будет выполнен снова.

2. Нажмите «Снова» AGAIN (сбоку), чтобы сделать еще один снимок и обновить измерения снимка.
3. Нажмите Remove Measmnt (main), чтобы убрать отображение снимка. (Вы также можете нажать CLEAR MENU, но новый снимок будет выполнен в следующий раз, когда вы откроете меню Measure.)

Пример 4: Сохранение настроек

В этом примере показано, как сохранить все настройки оцифровывающего осциллографа и как вызвать настройки позже, чтобы быстро восстановить ранее сохраненное состояние. Осциллограф имеет несколько мест хранения, где вы можете сохранить настройки. Кроме того, что оцифровывающий осциллограф может сохранять несколько полных настроек, он запоминает все настройки параметров при выключении питания. Эта функция позволяет включить и продолжить с того места, где вы остановились, без необходимости восстанавливать состояние оцифровывающего осциллографа. Во-первых, вам нужно создать настройку инструмента, которую вы хотите сохранить. Следующие несколько шагов представляют собой отображение двух сигналов с измерением одного сигнала. Созданная настройка достаточно сложна, поэтому вы можете предпочесть не выполнять все эти шаги каждый раз, когда вам понадобится этот дисплей.

Saving a Setup

1. Если вы не продолжаете предыдущий пример, следуйте инструкциям на стр. 16 под заголовком «Подготовка к примерам».

2. Нажмите SETUP - Recall Factory Setup (main) -> OK Confirm Factory Init (обыч).

3. Нажмите - + AUTOSET.



4. Нажмите MEASURE - Select Measrmnt (main) - Frequency (side).

(Нажмите элемент меню -больше-, если выбор частоты не отображается в боковом меню.)

5. Нажмите CH2-+ CLEAR MENU.

6. Нажмите SETUP -> Save Current Setup (main) для отображения главного меню настройки (см. Рисунок 1-21).



Обратите внимание, что места установки, показанные в боковом меню, помечены как пользовательские или заводские. Если вы сохраните текущую настройку в месте с меткой «Пользователь», вы перезапишете ранее сохраненную настройку пользователя. Если вы работаете в лабораторной среде, где несколько человек используют дигитайзерский осциллограф, посоветуйтесь с другими пользователями, прежде чем перезаписывать их настройки. В местах установки, помеченных как заводские, заводские настройки сохраняются по умолчанию и могут использоваться для сохранения текущих настроек, не нарушая ранее сохраненных настроек.

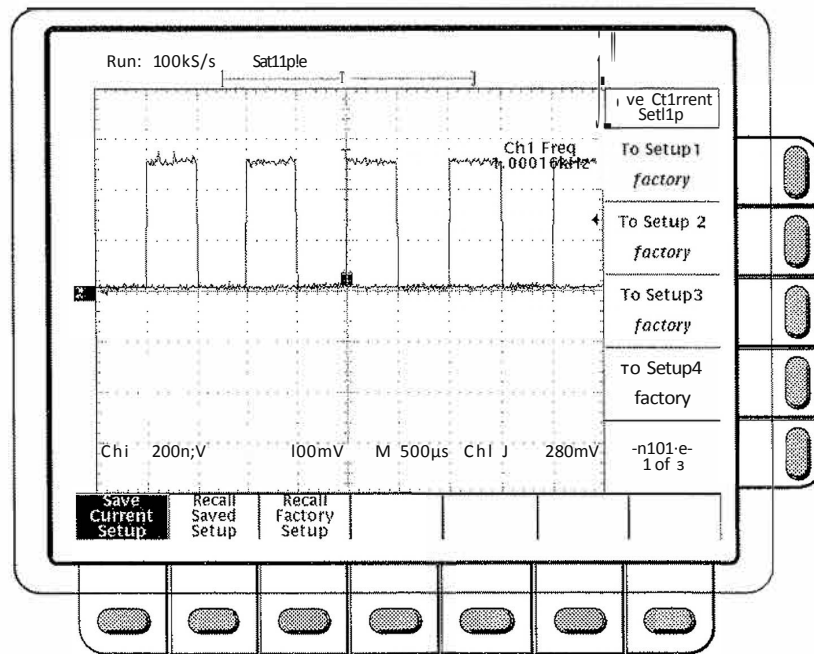


Рисунок 1-21: Меню настройки сохранения / вызова

7. Нажмите одну из кнопок To Setup бокового меню, чтобы сохранить текущие настройки прибора в этом месте установки. Запомните, какое место установки вы выбрали для использования позже.

Есть больше мест установки, чем может быть перечислено за один раз в боковом меню. Пункт меню -more- дает вам доступ ко всем местам установки.

После того, как вы сохранили конкретную настройку, вы можете изменить настройки по своему усмотрению, зная, что вы можете вернуться к этой настройке в любое время.

8. Нажмите MEASURE-> Positive Width-> Положительная ширина (сбоку), чтобы добавить это измерение на дисплей.

Вызов установки

Чтобы вызвать настройку, нажмите SETUP - Recall Saved Setup (main) - + Recall Setup (сбоку) для места настройки, которое вы использовали в последнем упражнении. Положительное измерение ширины теперь удалено с дисплея, поскольку вы выбрали его после сохранения настройки.

На этом начало работы завершено. Вы можете восстановить настройки по умолчанию, нажав SETUP -> Recall Factory Setup (main) - + OK Confirm Factory Init (сбоку).

обзор

В этом разделе описаны основные принципы работы с оцифровывающим осциллографом. Понимание основных концепций вашего оцифровывающего осциллографа поможет вам использовать его гораздо эффективнее. Первая часть. Краткий обзор быстро показывает, как устроен осциллограф, и дает некоторые общие инструкции по эксплуатации. Он также содержит обзор всех основных меню. В эту часть входят:

- Передняя панель Map
- Задняя панель Map
- Показать Map
- Основные операции с меню
- Меню Map

вторая часть объясняет следующие концепции:

- Система запуска, создающая условия для получения сигналы. Правильно настроенные триггеры могут преобразовать дисплеи из нестандартного Объединяйте или объединяйте экраны в осмысленные формы сигналов. См. Запуск на стр. 2-11.
- Система сбора данных, преобразующая аналоговые данные в цифровую форму. См. Приобретение на стр. 2-17.
- Система масштабирования и позиционирования сигнала, которая изменяет размеры дисплея формы сигнала. Масштабирование сигналов включает в себя увеличение или уменьшение их отображаемого размера. Позиционирование означает перемещение их вверх, вниз, вправо или влево по дисплею. См. Раздел «Масштабирование и позиционирование сигналов» на стр. 2-22.
- Система измерения, которая предоставляет числовую информацию об отображаемых формах сигналов. Вы можете использовать сетку, курсор и автоматизированные измерения. См. Измерения на странице 2-26.

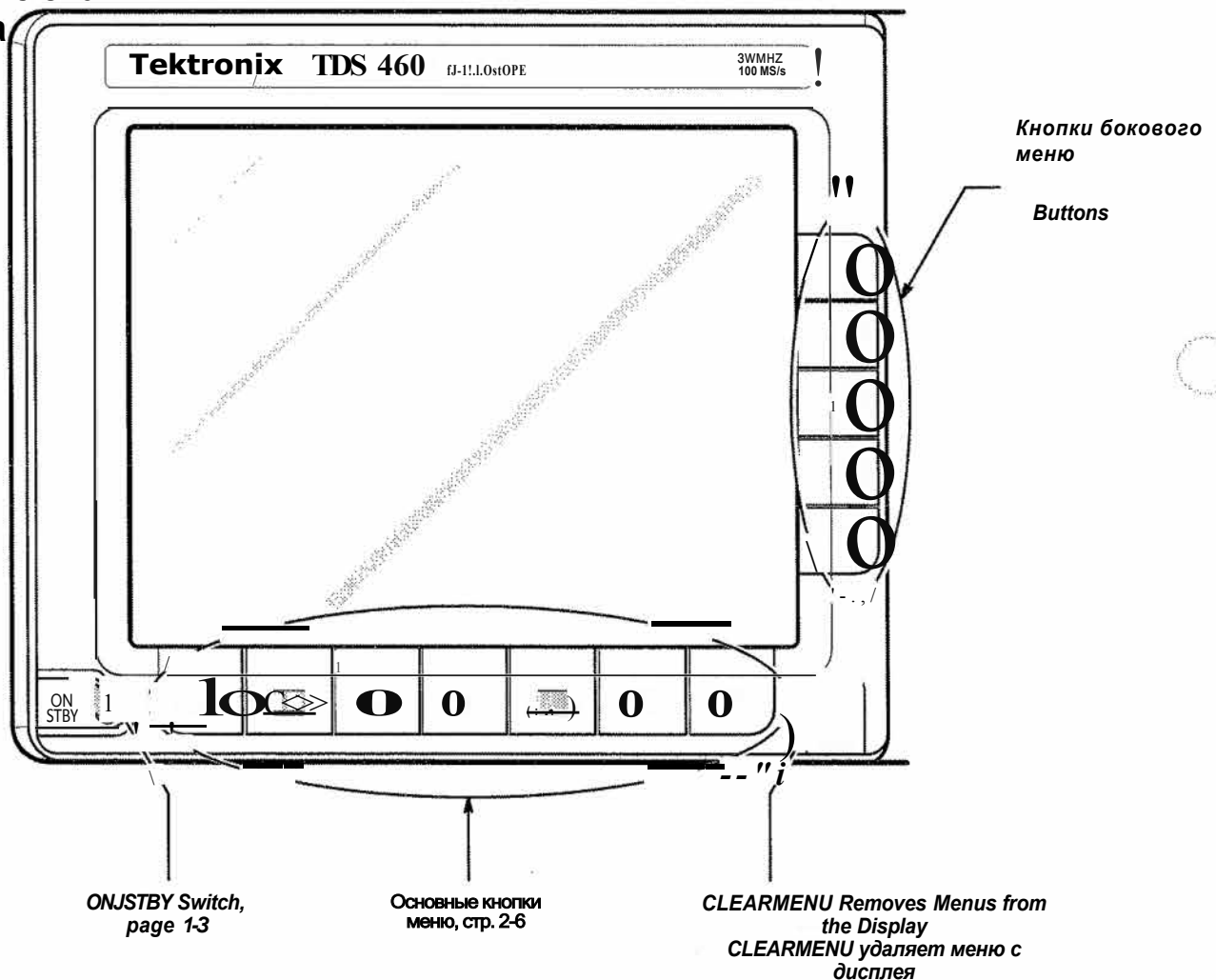
В конце каждой темы раздел «Дополнительная информация» указывает на источники дополнительной информации.

Чтобы изучить эти темы более подробно и прочитать о темах, не затронутых в этом разделе, см. Справочные материалы. На странице 3-1 перечислены затронутые темы.

Краткий обзор

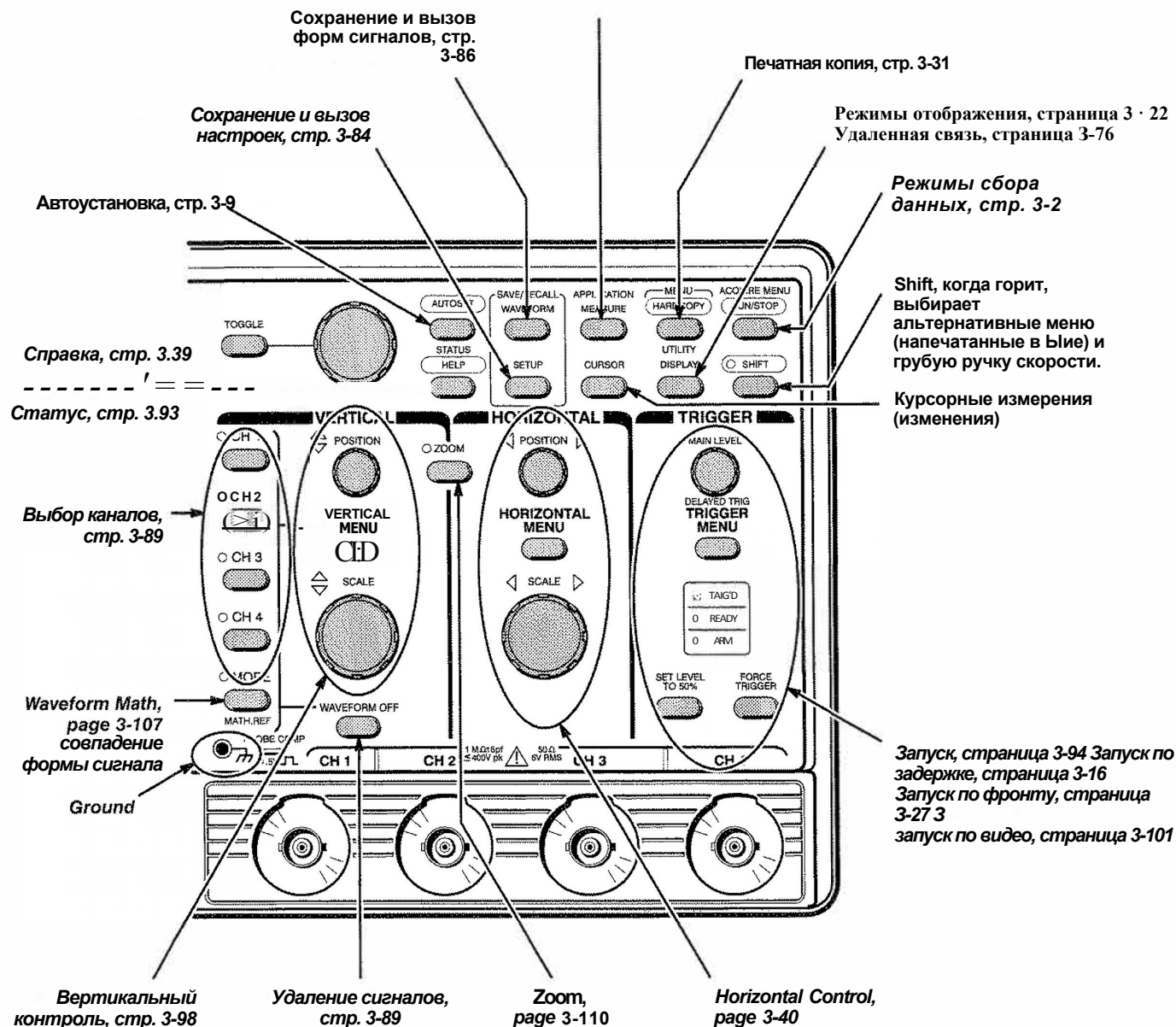
Раздел «Краткий обзор» содержит иллюстрации дисплея, передней и задней панелей, а также системы меню. Эти иллюстрации помогут вам понять цифровой осциллограф и работать с ним. Этот раздел также содержит наглядное руководство по использованию системы меню.

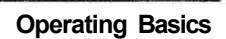
Карта передней панели - левая сторона



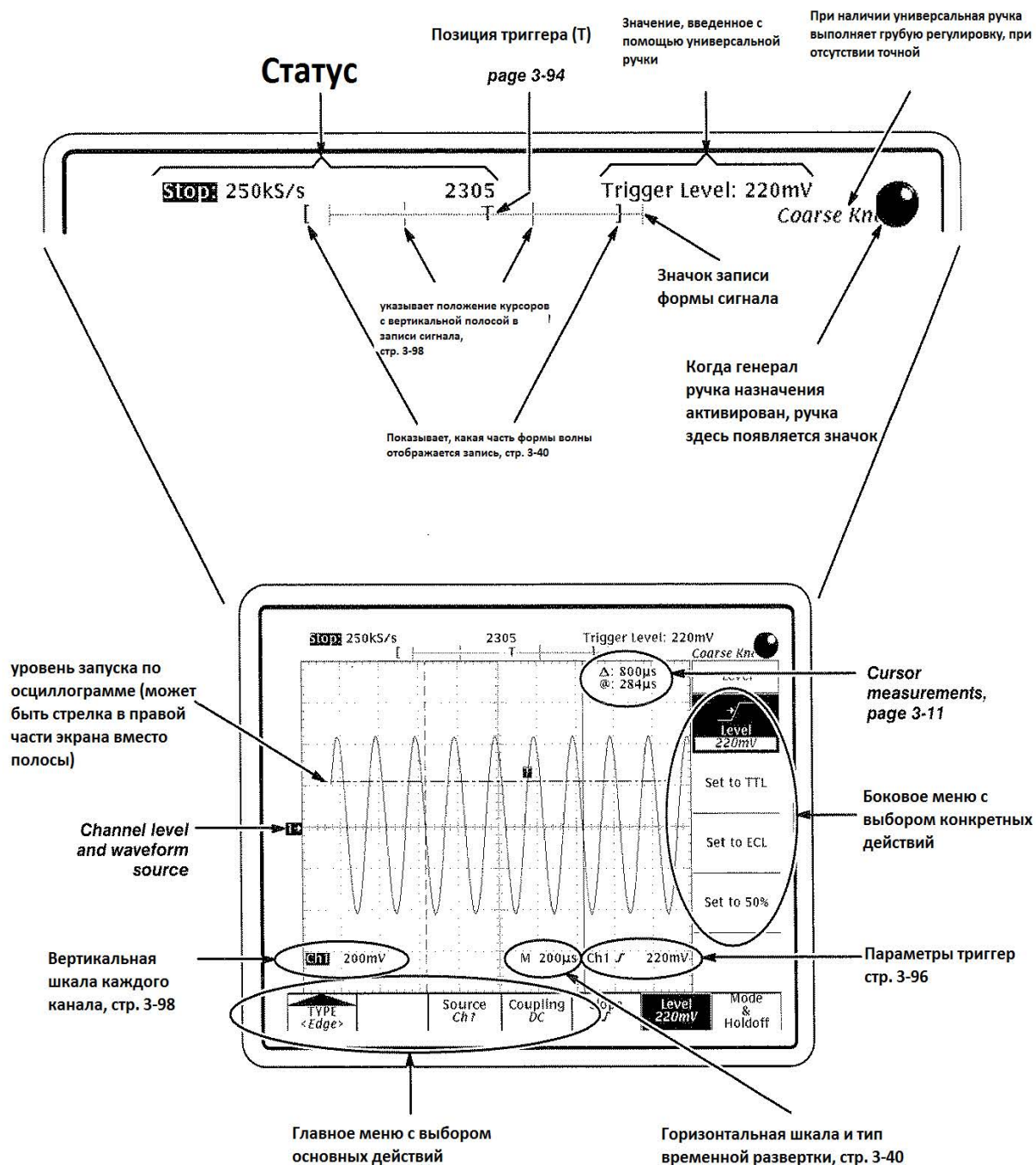
Панель Мар- Правая

Measurement System, page
3.4 Система измерения, стр.
3.499



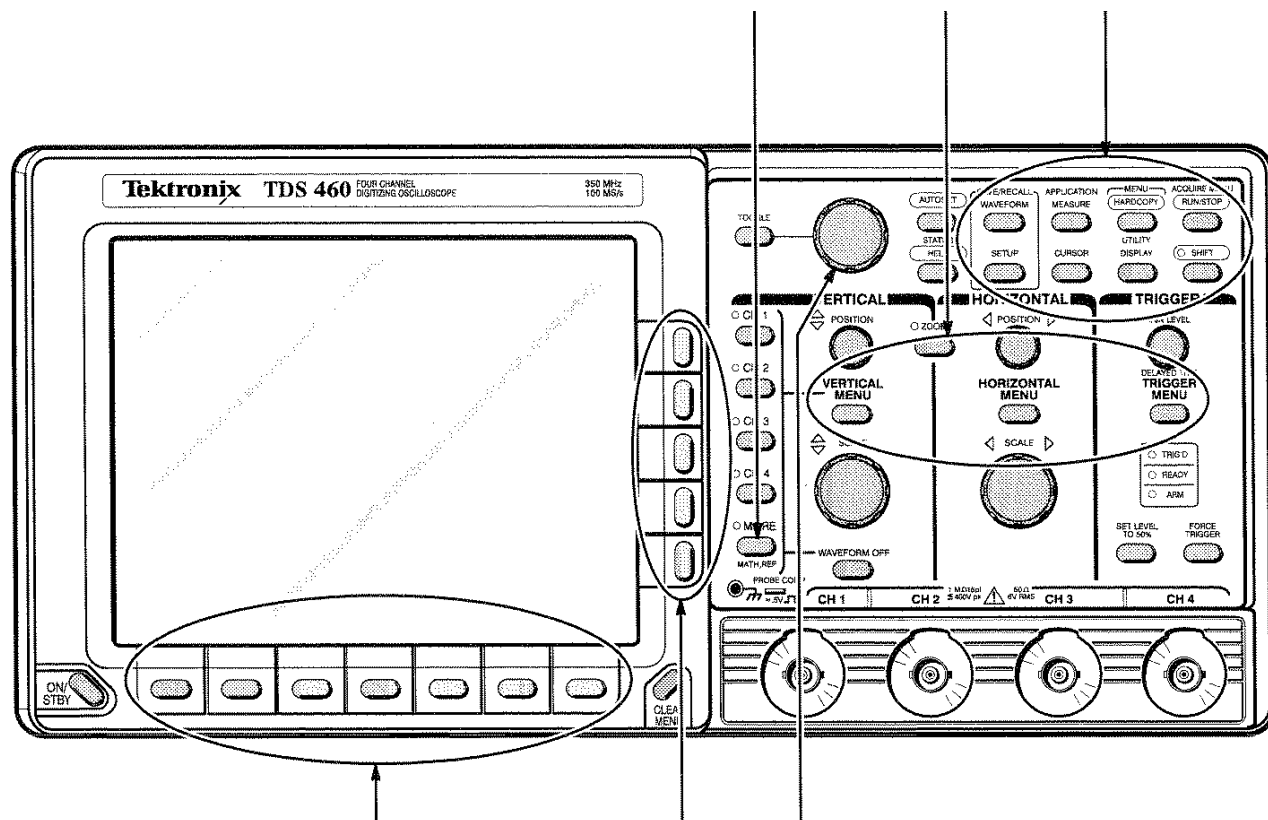


Display Map



Для работы с меню

1. Нажмите кнопку меню на передней панели.

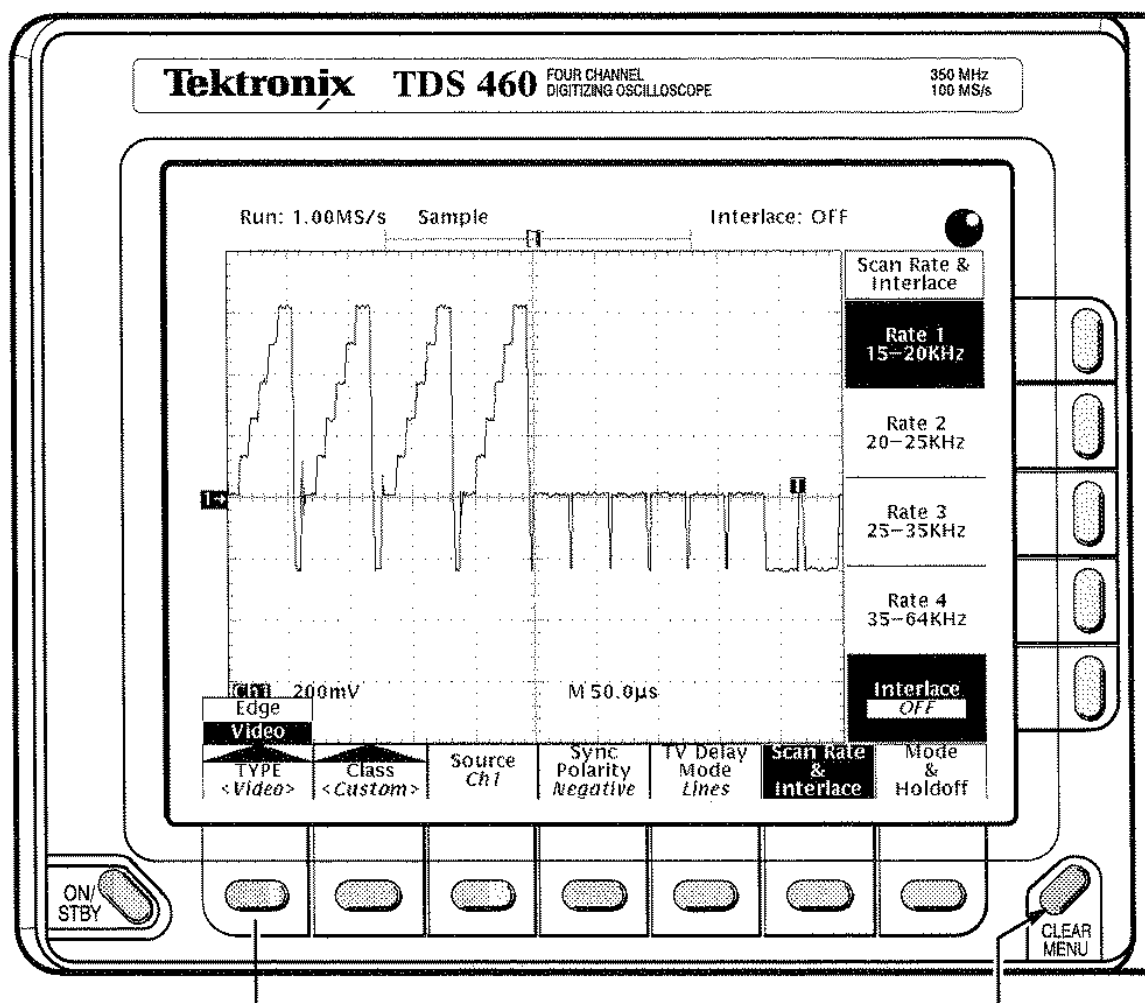


2. Нажмите одну из этих кнопок для выбора из главного меню.

3. Нажмите одну из этих кнопок для выбора из бокового меню (если отображается).

4. Если в боковом меню есть настраиваемое значение (показано на обратном видео), отрегулируйте его с помощью универсальной ручки.

Для работы со всплывающим меню



Нажмите
для отображения всплывающих окон.

Нажмите еще раз
сделать выбор.
Выбор пункта изменяет
другие заголовки главного
меню.

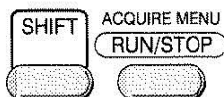
Нажмите здесь,
чтобы убрать
меню с экрана.

Меню Map

Нажмите эти кнопки:

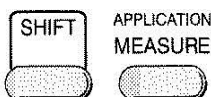
Чтобы вызвать эти меню:

Получить Меню (см. Стр. 3-2)



Mode Sample	Repetitive Signal ON	Stop After R/S button		Limit Test Setup	Limit Test Sources	Create Limit Test Template
----------------	----------------------------	--------------------------	--	---------------------	-----------------------	----------------------------------

Меню приложений
(подробнее см. Руководство
программиста)



--	--	--	--	--	--	--

Курсорное меню



Function OFF	Mode Indep	Time Units seconds				
-----------------	---------------	--------------------------	--	--	--	--

Меню отложенного запуска
(см. стр. 3-16)



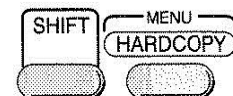
	Delay by Time	Source Ch 1	Coupling DC	Slope f	Level -30mV	
--	------------------	----------------	----------------	------------	----------------	--

Меню дисплея (см. Стр. 3-22)



Style Vectors	Intensity	Readout Options	Filter Sin(x)/x	Graticule Full	Format VT	
------------------	-----------	--------------------	--------------------	-------------------	--------------	--

Меню печати (записи)



Format Interleaf	Layout Portrait	Port GPIB	Clear Spool			
---------------------	--------------------	--------------	----------------	--	--	--

Горизонтальное меню



Time Base Main	Trigger Position 50%	Record Length 500	Horiz Scale (/div)	Horiz Pos		
-------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------	--	--

Главное меню запуска - Edge (см. Стр. 3-27)



Type <Edge>	Source Ch1	Coupling DC	Slope ↓	Level -30mV	Mode & Holdoff
----------------	---------------	----------------	------------	----------------	----------------------

Меню запуска - Видео (см. Стр. 3-1D1)



TYPE <Video>	Class <Custom>	Source Ch1	Sync Polarity Negative	TV Delay Mode Lines	Scan Rate & Interlace	Mode & Holdoff
-----------------	-------------------	---------------	------------------------------	---------------------------	-----------------------------	----------------------

Меню измерений (см. Стр. 3-49)



Select Measrmt for Ch1	Remove Measrmt	Gating OFF	High-Low Setup Histogram	Reference Levels	Snapshot	
------------------------------	-------------------	---------------	--------------------------------	---------------------	----------	--

Больше меню (см. Стр. 3-1D7)



Math1 Ch1+Ch2	Math2 Ch1-Ch2	Math3 Inv(Ch1)	Ref1	Ref2	Ref3	Ref4
------------------	------------------	-------------------	------	------	------	------

Меню установок



Save Current Setup	Recall Saved Setup	Recall Factory Setup				
--------------------------	--------------------------	----------------------------	--	--	--	--

Меню Save / Reca / 1 Waveform (см. Стр. 3-86)



Save Waveform Math1	Recall Waveform	Delete Refs				
---------------------------	--------------------	----------------	--	--	--	--

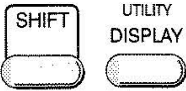


Status Snapshot
System
Trigger
Waveforms
I/O

Нажмите эти кнопки:

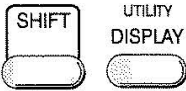
Чтобы вызвать эти меню

Меню утилит - Калибровка
(см. страницу)



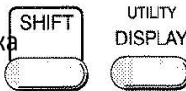
System <Cal>	Signal Path Pass	Voltage Reference Pass	Low Freq Response Pass	High Freq Response Pass	Trigger Skew Pass	
-----------------	---------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------	----------------------	--

Меню утилит -
Конфигурация



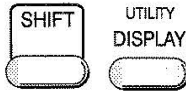
System <Config>	rek Secure Erase Memory	Set Date & Time				
--------------------	----------------------------	-----------------	--	--	--	--

Меню утилит - Диагностика



System <Diag/Err>	Area <All Areas>	Tests Select All	Execute	Loop Once		Error Log
----------------------	---------------------	---------------------	---------	--------------	--	--------------

Меню утилит - 1/0
(см. стр. 3-76)



System <I/O>	Port <GPiB>	Configure Talk/Listen				
-----------------	----------------	--------------------------	--	--	--	--

Вертикальное меню канала
(см. стр. 3-98)



Coupling DC	Bandwidth Full	Fine Scale 50mV/div	Position 0 div	Offset 0 V		
----------------	-------------------	------------------------	-------------------	---------------	--	--

меню увеличения

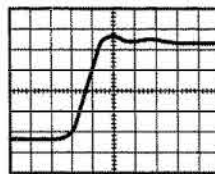


Zoom
OFF
ON
Horizontal Lock Live
Reset Zoom Factors

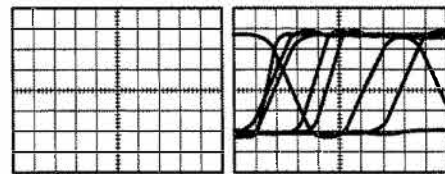
Запуск

В этом разделе описывается запуск по фронту основной системы запуска и исследуется, в общем смысле, тема запуска. Этот осциллограф также имеет систему запуска с задержкой. Это описано в разделе 3.

Триггеры определяют, когда оцифровывающий осциллограф начинает регистрировать и отображать сигнал. Они помогают создавать осмысленные формы сигналов из нестабильных беспорядков или пустых экранов (см. Рисунок 2-1).



Форма сигнала срабатывания



Формы сигналов без запуска

Рисунок 2-1: Дисплеи с запуском и без запуска

Событие триггера устанавливает нулевую точку времени в записи сигнала, и все точки в записи располагаются во времени относительно этой точки. Оцифровывающий осциллограф непрерывно регистрирует и сохраняет достаточное количество точек выборки, чтобы заполнить предзапускающую часть записи сигнала (ту часть сигнала, которая отображается до или слева от запускающего события на экране).

Когда происходит событие запуска, оцифровывающий осциллограф начинает сбор отсчетов для построения записи сигнала после запуска (отображается после события запуска или справа от него). После распознавания триггера оцифровывающий осциллограф не принимает другой триггер до завершения сбора данных.

Базовый триггер - это крайний триггер. Событие триггера по фронту происходит, когда источник триггера (сигнал, который отслеживает схема триггера) проходит через заданный уровень напряжения в заданном направлении (наклон триггера).

Вы можете получить свой триггер из разных источников.

Источники триггеров

- Входные каналы - наиболее часто используемым источником триггера является любой из входных каналов. Канал, который вы выбираете в качестве источника запуска, работает независимо от того, отображается он или нет.

AC 

■ AC Line Voltage - этот источник триггера полезен, когда вы смотрите на сигналы, связанные с частотой питающей сети. Примеры включают такие устройства, как осветительное оборудование и источники питания. Поскольку оцифровывающий осциллограф генерирует триггер, вам не нужно вводить сигнал для его создания.

■ Вспомогательный триггер - этот источник триггера полезен при проектировании и ремонте цифровых устройств. Например, вы можете захотеть запустить триггер по внешним часам или по сигналу от другой части схемы. Для использования вспомогательного триггера подключите внешний сигнал запуска к входному разъему вспомогательного триггера на задней панели осциллографа.

разновидность

Оцифровывающий осциллограф обеспечивает два типа запуска для основной системы запуска: по фронту и по видео. Эти триггеры описаны в отдельных статьях в разделе / п Деталь. Ниже приводится краткое определение каждого типа:



- *Edge - «основной» спусковой крючок. Вы можете использовать его как с аналоговыми, так и с цифровыми тестовыми схемами. Событие запуска по фронту происходит, когда источник запуска (сигнал, который отслеживает цепь запуска) проходит через указанный уровень напряжения в указанном направлении (наклон запуска).*

Видео-триггер (необязательно)

Видео-триггер помогает упростить запуск и просмотр видео (ТВ) сигналов. Опция запуска по видеосигналу позволяет запускать по положительным или отрицательным синхрои́мпульсам. It позволяет выбрать первое поле с чересстрочной разверткой, второе поле с чересстрочной разверткой, оба поля или без чересстрочной развертки. Вы также можете определить сигнал как NTSC, PAL, SECAM или собственный класс.



Синхронизирующие импульсы - поскольку синхрои́мпульсы возникают в конце каждой строки и изображения в видеосигнале, они являются логическим событием для запуска. Осциллограф может запускать как положительный, так и отрицательный синхрои́мпульс. Хотя стандартная полярность для видеосигналов отрицательная, опция положительной полярности полезна при подключении схемы, которая инвертирует видеосигнал.

Чередование и Поля - видеоизображение или кадр рисуются с использованием двух отдельных видеосигналов, называемых полями. Два поля поочередно рисуют горизонтальные линии в рамке: поле «опе» - это поле, которое рисует все строки с нечетными номерами, а поле два рисует все строки с четными номерами. Interlacing - это процесс рисования кадра, чередующийся между полем 1 и полем 2 (см. рисунок 2-2).

В некоторых видеоформатах, особенно используемых в компьютерных мониторах, используются форматы без чересстрочной развертки.

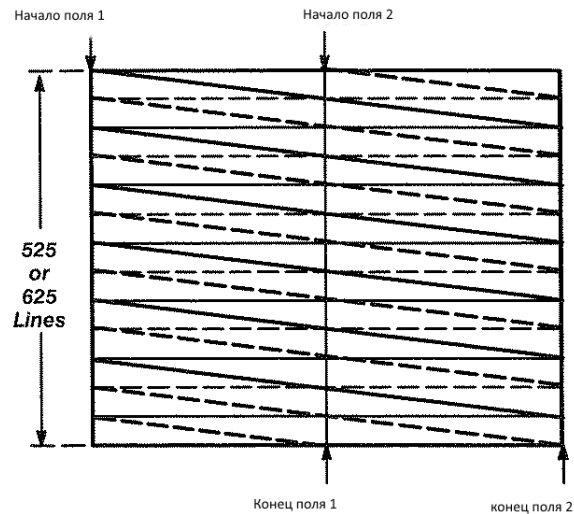


Figure 2-2: Рисунок 2-2: Кадр с чересстрочной разверткой

Осциллограф позволяет вам выбирать между запуском по чересстрочному полю 1, чересстрочным полем два или запуском поочередно по полю 1 и полю 2 (оба поля).

Стандарты видео. Поскольку видеосигналы используются для передачи телевизионных сигналов, они очень стандартизированы. Сегодня в мире существуют три доминирующих стандарта: NTSC, PAL и SECAM.

- Стандарт NTSC был разработан в США и используется в США, Канаде и Японии. Он имеет линейную скорость 525 строк на кадр и частоту поля 60 Гц.
- Стандарт PAL используется в Европе и во многих других частях мира. Обычно он имеет линейную скорость 625 строк на кадр и частоту поля 50 Гц.
- Стандарт SECAM используется во Франции и СССР. Обычно он имеет линейную скорость 625 строк на кадр и частоту поля 50 Гц.

Осциллограф позволяет выбрать одну из трех predetermined настроек (NTSC, PAL или SECAM) или настроить настройку.

Пользовательская опция позволяет анализировать широкий спектр видеосигналов, не соответствующих стандартам NTSC, PAL или SECAM. У этого варианта есть несколько диапазонов частот на выбор.

Режим запуска определяет поведение осциллографа при отсутствии события запуска. Оцифровывающий осциллограф обеспечивает два различных режима запуска: нормальный и автоматический.

Режимы запуска

Triggering

- Нормальный - этот режим запуска позволяет осциллографу регистрировать сигнал только когда он срабатывает. Если триггера не происходит, осциллограф не регистрирует сигнал. (Вы можете нажать FORCE TRIGGER, чтобы осциллограф сделал единичный сбор данных.)
- Автоматический - этот режим запуска (автоматический режим) позволяет осциллографу регистрировать сигнал, даже если запуск не происходит. В автоматическом режиме используется таймер который начинается после возникновения триггерного события. Если другое триггерное событие не обнаруженный до истечения времени таймера, осциллограф все равно запускает запуск. Продолжительность ожидания триггерного события зависит от установка временной базы.

Помните, что автоматический режим при принудительном срабатывании триггеров при отсутствии действующего запускаящие события, не синхронизирует сигнал на дисплее. в другом словами, последовательные измерения не запускаются в одной и той же точке на

форма волны; поэтому форма волны кажется катящейся по экрану. Из Конечно, если срабатывают допустимые триггеры, дисплей становится постоянным на экране.

Поскольку в автоматическом режиме срабатывает триггер при его отсутствии, он полезен в наблюдении.

обслуживание сигналов, когда вас интересует только мониторинг амплитуды

уровень. Хотя несинхронизированный сигнал может «катиться» по дисплею, он не исчезает, как в обычном режиме запуска. Мониторинг мощности

Вывод питания является примером такого применения.

Нормальный и автоматический режимы запуска также влияют на работу в режиме прокрутки. Если режим прокрутки активирован в нормальном режиме триггера, запускается режим прокрутки. Если режим прокрутки активирован в режиме автоматического запуска, режим прокрутки не запускается. (См. Ro / 1 на стр. 3-80 для получения дополнительной информации.)

При обнаружении события запуска осциллограф отключает запуск системы до завершения приобретения. Кроме того, система запуска остается отключенной в течение периода задержки, который следует за каждым захватом. Вы можете установить время задержки, чтобы обеспечить стабильное отображение.

Например, сигнал запуска может иметь сложную форму с множеством возможные триггерные точки на нем. Хотя форма волны повторяется, простой

триггер может каждый раз выводить на экран серию шаблонов вместо одного и того же.

Хорошими примерами являются последовательности цифровых импульсов (см. Рисунок 2-3). Каждый пульт выглядит как и любой другой, существует так много возможных триггерных точек. Не все из них приводят к одинаковому отображению. Период задержки позволяет оцифровывающему осциллографу триггер на правильном фронте, в результате чего дисплей будет стабильным.

Задержка устанавливается от 0% (минимальная доступность задержки) до 100% (максимальная доступность). Чтобы узнать, как установить задержку, см. Mode & Holdoff на стр. 3-30. Минимальная и максимальная задержка зависит от горизонтального масштаба. См. Ho / doft, Varia! E,

Main Trigger на стр. A-22 Приложения В для типичных минимальных и максимальных значений.

Откладывать

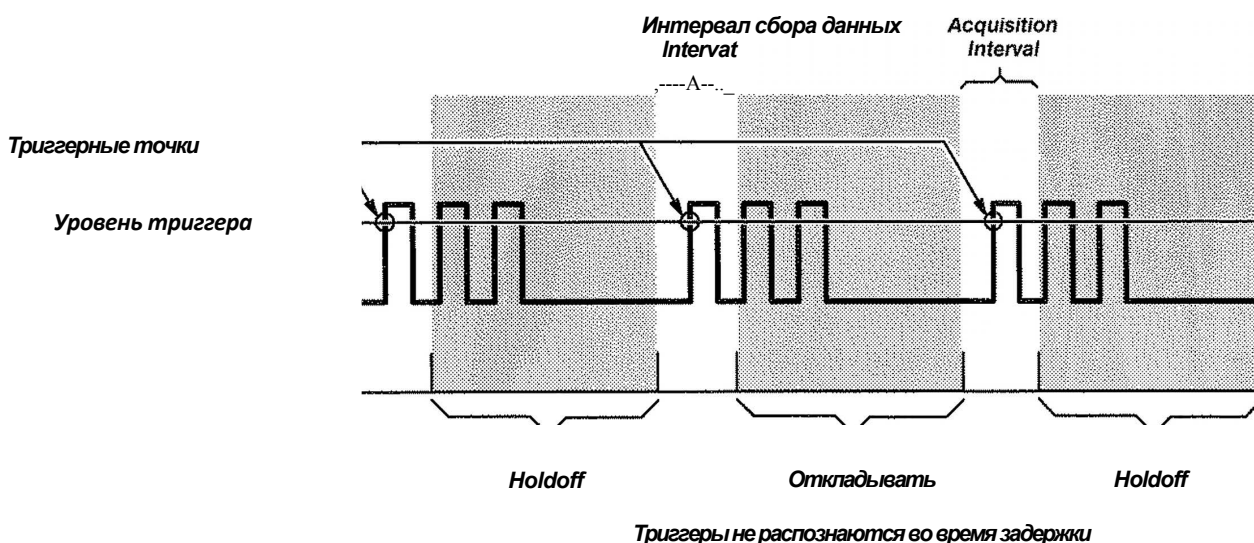


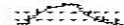
Figure 2-3: Время задержки запуска обеспечивает правильный запуск

Связь триггера определяет, какая часть сигнала передается в схему триггера. Доступны следующие типы связи: AC, постоянный ток, подавление низких частот, подавление высоких частот и шумоподавление:

Связь

DC

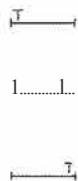
AC ~



- Связь по постоянному току пропускает весь входной сигнал. Другими словами, он пропускает в цепь триггера как AC, так и постоянный ток.
- Связь AC пропускает только переменные составляющие входного сигнала (составляющие AC выше 1 Гц пропускаются, если канал источника находится в 1 муфта MQ; компоненты выше 200 кГц передаются при 50-омной связи). Он удаляет компоненты постоянного тока из сигнала запуска.
- Подавление высоких частот удаляет высокочастотную часть сигнала запуска. Это позволяет передавать в систему запуска только низкочастотные компоненты, чтобы начать сбор данных. Подавление высоких частот ослабляет сигналы выше 30 кГц.
- Подавление низких частот работает противоположно подавлению высоких частот. Подавление низких частот ослабляет сигналы ниже 80 кГц.
- Подавление шума снижает чувствительность триггера. Требуется дополнительная амплитуда сигнала для срабатывания стоянки, что снижает вероятность ложного срабатывания из-за шума.

Положение триггера

Регулируемое положение триггера определяет, где в записи формы сигнала происходит триггер. Он позволяет правильно согласовывать и измерять данные в записях. Часть записи, которая происходит до срабатывания триггера, является предтриггерной частью. Часть, которая происходит после срабатывания триггера, является частью после срабатывания триггера.



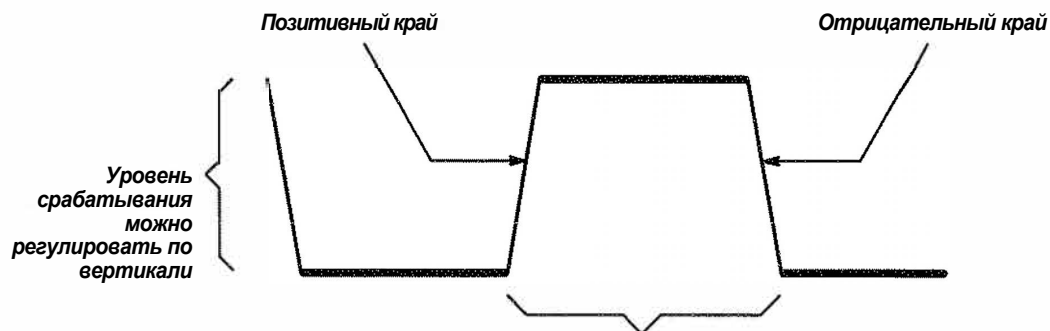
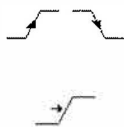
Чтобы помочь вам визуализировать настройку положения триггера, в верхней части дисплея есть значок, указывающий, где происходит триггер в записи сигнала. Вы выбираете в горизонтальном меню, какой процент записи сигнала будет содержать информацию до триггера.

Многие пользователи находят отображение информации до срабатывания триггера ценной техникой поиска неисправностей. Например, если вы пытаетесь найти причину нежелательного сбоя в тестовой схеме, может оказаться полезным запуск по сбоям и сделать период до запуска достаточно большим, чтобы захватить данные до сбоя. Анализируя то, что происходило до сбоя, вы можете найти подсказки об источнике сбоя. Регулировка наклона определяет, будет ли осциллограф находить точку запуска по нарастающему или спадающему фронту сигнала (см. Рисунок 2-4).

Вы устанавливаете крутизну триггера, выбирая Slope в главном меню триггера, а затем выбирая из значков увеличения или уменьшения крутизны в появившемся боковом меню.

Регулятор уровня определяет, где на этом краю возникает точка срабатывания. (см. рисунок 2-4).

Наклон и уровень



Наклон срабатывания триггера - положительный или отрицательный

Рисунок 2-4: Элементы управления наклоном и уровнем помогают определить триггер

ТОцифровывающий осциллограф позволяет установить основной уровень запуска с помощью ручки запуска MAIN LEVEL. См. Отложенный запуск, на стр. 3-16.

Чтобы получить больше информации

См. Запуск по фронту, на стр. 3-27.

См. Раздел «Элементы управления по горизонтали» на стр. 3-40.

См. Запуск на странице 3-94.

Получение

Сбор данных - это процесс дискретизации входного аналогового сигнала, преобразования его в цифровые данные и сборки его в запись формы сигнала. Осциллограф создает цифровое представление входного сигнала путем дискретизации уровня напряжения сигнала через регулярные интервалы времени (рис. -5),



Рисунок 2-5: Сбор данных: ввод аналогового сигнала, выборка и оцифровка

Выборка и оцифровка

Выбранные точки хранятся в памяти вместе с соответствующей информацией о времени. Вы можете использовать это цифровое представление сигнала для отображения, измерений или дальнейшей обработки, Вы указываете, как оцифровывающий осциллограф получает точки данных и как- помещает их в запись формы сигнала, Точка запуска отмечает нулевое время в записи сигнала, точки записи All перед событием триггера составляют предзапускную часть записи сигнала, каждая точка записи после события запуска является частью посттриггера В части, измерения времени All в записи сигнала выполняются относительно этого события запуска. Каждый раз, когда требуется выборка, дигитайзер осциллографа создает числовое представление сигнала. Количество выборок может быть больше, чем количество точек в записи сигнала. Фактически, осциллограф может делать несколько выборок для каждой точки записи (рисунок 2-6),

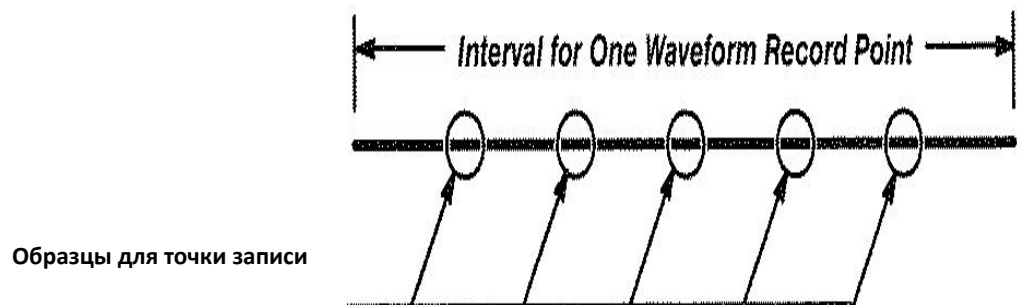


Рисунок 2-6: Несколько баллов могут быть получены за каждое использованное очко

Дигитайзер может использовать дополнительные выборки для выполнения дополнительной обработки, такой как усреднение или поиск минимальных и максимальных значений.

Оцифровывающий осциллограф создает запись формы сигнала, содержащую заданное пользователем количество точек данных. Каждая точка записи представляет собой определенный уровень напряжения, который наступает через определенное время с момента срабатывания триггера.

Длина записи

Количество точек, составляющих запись формы сигнала, определяется длиной записи. Вы можете установить длину записи в горизонтальном меню. Оцифровывающий осциллограф обеспечивает длину записи 500, 1 000, 2500, 5000 и 15000 точек. Вариант 1 М обеспечивает максимальную длину записи 60 000 точек. Эта возможность доступна только во время первоначальной покупки; он не может быть установлен позже.

Методы отбора проб

Выборка - это процесс преобразования аналогового входного сигнала в цифровые данные для отображения и обработки. Двумя общими методами выборки являются реальное время и эквивалентное время.

Выборка в реальном времени - При выборке в реальном времени осциллограф оцифровывает все точки, которые он получает после одного события запуска (см. Рисунок 2-7). Используйте выборку в реальном времени для захвата одиночных или переходных событий.

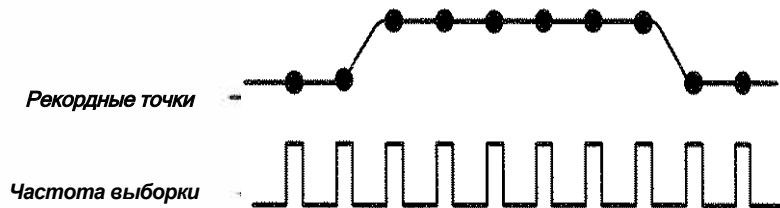


Рисунок 2-7: Выборка в реальном времени

В зависимости от того, сколько каналов вы используете и от скорости временной развертки, в какой-то момент оцифровывающий осциллограф может не получить достаточно отсчетов для создания записи формы сигнала. В этот момент оцифровывающий осциллограф создает запись формы сигнала одним из двух способов в зависимости от того, ограничили ли вы выборку осциллографа выборкой в реальном времени или выборкой в эквивалентном времени (вы делаете этот выбор в меню «Сбор данных»).

Во время выборки в реальном времени оцифровывающий осциллограф использует процесс, называемый интерполяцией, для создания промежуточных точек в записи сигнала. Есть два варианта интерполяции: линейная или $\sin(x)/x$.

Линейная интерполяция вычисляет точки записи между фактически полученными образцами, используя прямую аппроксимацию. Предполагается, что все интерполированные точки попадают в соответствующий момент времени на этой прямой. Линейная интерполяция полезна для многих сигналов, таких как последовательности импульсов.

Интерполяция $\sin(x)/x$ вычисляет точки записи, используя подгонку кривой между фактическими полученными значениями. Предполагается, что все интерполированные точки попадают на эту кривую. Это особенно полезно при получении более округлых форм сигналов, таких как синусоидальные волны. Фактически, он подходит для общего использования, хотя может привести к некоторому выбросу или понижению частоты в сигналах с быстрым временем нарастания.

Внимание

При использовании любого типа интерполяции, вы не можете настроить стиль отображения так, чтобы реальные образцы отображались усиленно.

относительно интерполированных отсчетов. Инструкции в разделе «Стиль отображения» на стр. 3-22 объясняют, как включить усиленные образцы.

Выборка в эквивалентном времени - оцифрованный осциллограф использует выборку в эквивалентном времени только в том случае, если вы включили параметр эквивалентного времени в меню сбора данных, а осциллограф не в состоянии получить достаточно выборок для создания записи формы сигнала и временной развертки. быстрее 500 нс.

При выборке с эквивалентным временем (ET) осциллограф получает выборки за много повторений события (рисунок 2-8). Его следует использовать только для повторяющихся сигналов.

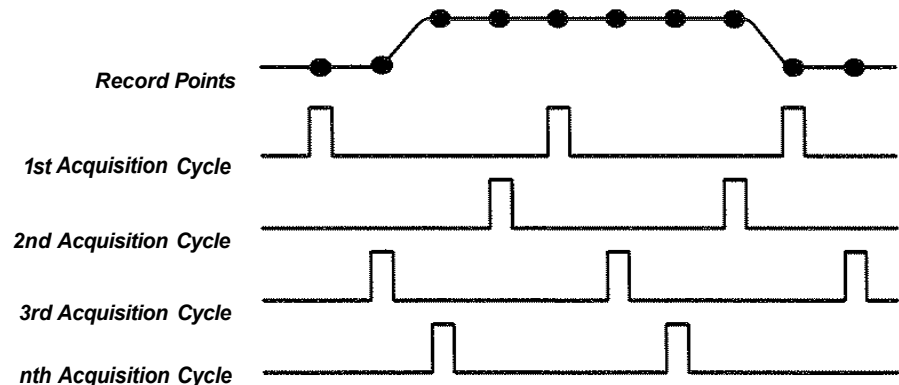


Рисунок 2-8: Выборка в эквивалентном времени

Осциллограф берет несколько выборок с каждым событием запуска и в конечном итоге создает запись формы сигнала, используя выборки из нескольких сборов. Эта функция позволяет точно регистрировать сигналы с частотами, намного превышающими полосу пропускания цифрового осциллографа в реальном времени.

В оцифрованном осциллографе используется тип выборки в эквивалентном времени, называемый случайной выборкой в эквивалентном времени. Хотя выборки берутся последовательно во времени, они случайны по отношению к триггеру. Это потому, что тактовая частота выборки осциллографа работает асинхронно относительно входного сигнала.

сигнал и триггер сигнала. Осциллограф берет выборки независимо от положения триггера и отображает их на основе разницы во времени между выборкой и триггером.

Режимы сбора данных

Оцифровывающий осциллограф поддерживает пять режимов сбора данных.

- Образец
- Обнаружение пика
- *привет разрешение*
- *огibaющая*
- *Средний*

Наиболее часто используется режим сбора данных в реальном времени. Вы можете прочитать о выборке и других режимах сбора данных в разделе «Режимы сбора данных», начиная со страницы 3-2. Режимы сбора данных по *огibaющей* и усреднению не работают в режиме прокрутки. О начале режима Roll вы можете прочитать на стр. 3-80.

Полоса пропускания относится к диапазону частот, который осциллограф может получить и точно отобразить (то есть с ослаблением менее 3 дБ).

Пропускная способность

Вы можете установить различную полосу пропускания с помощью оцифровывающего осциллографа. Настройки более низкой полосы пропускания позволяют исключить более высокочастотные компоненты сигнала. TDS 400 предлагает настройки полной полосы, 100 МГц и 20 МГц.

Вы можете передать входной сигнал на оцифровывающий осциллограф тремя способами. Вы можете выбрать между AC, DC или Земля (GND). Вы также можете установить входной импеданс.

Связь

DC

AC 

GND 

Ω

- Связь по постоянному току показывает как AC, так и постоянную составляющую входного сигнала ап.
- Связь AC показывает только переменные составляющие входного сигнала.
- Соединение заземления (GND) отключает входной сигнал от сбора данных.
- входной импеданс позволяет выбрать импеданс 1 МОм или 50 Ом.

ВНИМАНИЕ

Если выбрать импеданс 50 Ом с AC связью, оцифровывающий осциллограф не будет точно отображать частоты ниже 200 кГц. не будет точно отображать частоты ниже 200 кГц.

**Чтобы получить
больше информации**

См. Раздел «Масштабирование и позиционирование сигналов» на стр. 2-22. См. Раздел "Режимы сбора данных" на стр. 3-2.

Масштабирование и позиционирование сигналов

Масштабирование и позиционирование волновых форм означает увеличение или уменьшение их отображаемого размера и перемещение их вверх, вниз, вправо и влево на дисплее, Два значка на экране, индикатор ссылки канала и вид записи, помогают быстро увидеть положение формы сигнала на дисплее (см. Рисунок 2-9). Значок ссылки канала указывает на землю записи сигнала, когда смещение установлено на 0 V. Это точка, в которой осциллограмма сжимается или расширяется при изменении вертикального масштаба. Окно записи в верхней части дисплея указывает, где происходит запуск и какая часть записи формы сигнала отображается.

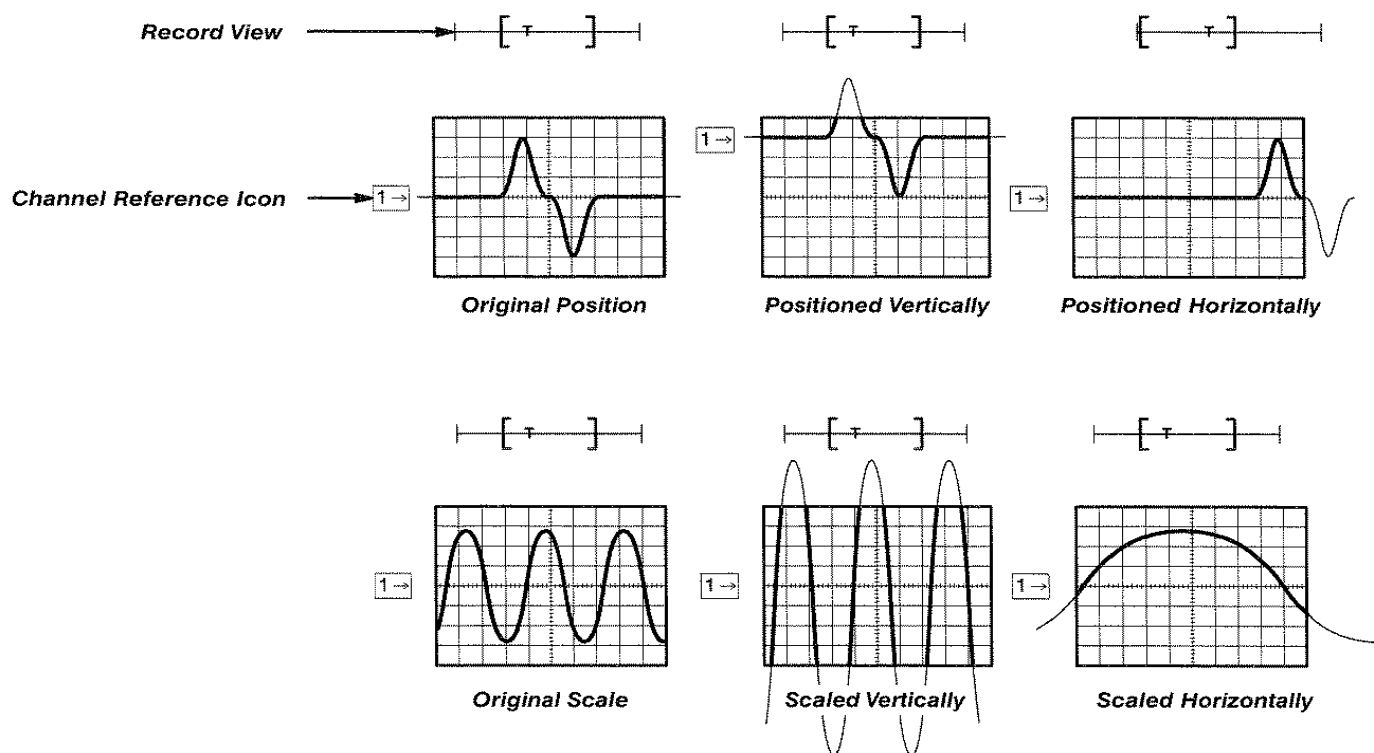


Figure 2-9: Масштабирование и позиционирование

Вертикальная система

Вы можете отрегулировать вертикальное положение выбранного сигнала, перемещая его вверх или вниз по дисплею. Например, при попытке сравнить несколько форм сигналов вы можете поместить одну над другой и сравнить их, или вы можете наложить две формы волны друг на друга. Чтобы переместить выбранную форму волны, поверните ручку вертикального положения. Вы также можете изменить масштаб по вертикали. Оцифровывающий осциллограф показывает шкалу (в вольтах на деление) для каждого активного канала в нижнем левом углу дисплея. Когда вы поворачиваете ручку вертикального масштабирования по часовой стрелке, значение уменьшается, что приводит к более высокому разрешению, так как вы видите меньшую часть формы сигнала. При повороте против часовой стрелки масштаб увеличивается, позволяя видеть больше формы сигнала, но с более низким разрешением. Помимо использования ручек положения и шкалы, вы можете установить вертикальный масштаб и положение с точными числами. Это можно сделать с помощью пунктов Вертикальное меню «Точный масштаб» и «Положение» и ручки общего назначения. Смещение Вертикальное смещение изменяется там, где отображается индикатор ссылки канала по отношению к координатной сетке. Смещение добавляет напряжение к эталонному индикатору без изменения шкалы. Эта функция позволяет перемещать форму волны вверх и вниз на большой площади без уменьшения разрешения. Смещение полезно в тех случаях, когда сигнал имеет напряжение постоянного тока. Одним из примеров является небольшая пульсация на выходе блока питания. Вы можете попробовать посмотреть на пульсацию 100 мВ поверх источника питания 15 В. Доступный диапазон со смещением может оказаться полезным, когда вы попытаетесь переместить и масштабировать рывок в соответствии с вашими потребностями.

Горизонтальная система

Регулировка горизонтального положения осциллограмм перемещает их вправо или влево на дисплее. Это полезно, когда длина записи сигнала настолько велика (более 500 точек), что оцифровывающий осциллограф не может отобразить всю запись сигнала одновременно. Вы также можете настроить масштаб сигнала. Например, вы можете захотеть увидеть только один цикл сигнала, чтобы измерить выброс на его переднем фронте.

Вы настраиваете горизонтальный масштаб отображаемых записей осциллограмм, используя ручку горизонтального SCALE, и горизонтальное положение, используя ручку горизонтального положения.

Оцифровывающий осциллограф показывает фактическую шкалу в правом нижнем углу дисплея. Показания шкалы показывают время на одно используемое деление. Поскольку для всех сигналов в реальном времени используется одна и та же временная развертка, оцифровывающий осциллограф отображает только одно значение для всех активных каналов.

Сглаживание

Когда происходит наложение, вы видите форму волны с частотой ниже, чем фактическая форма входного сигнала или форма сигнала не сохраняется даже если горизонтальный масштаб TRIGD. Наложение возникает из-за того, что осциллограф не может выбрать сигнал достаточно быстро, чтобы построить точную форму сигнала.

запись (рисунок 2-10).

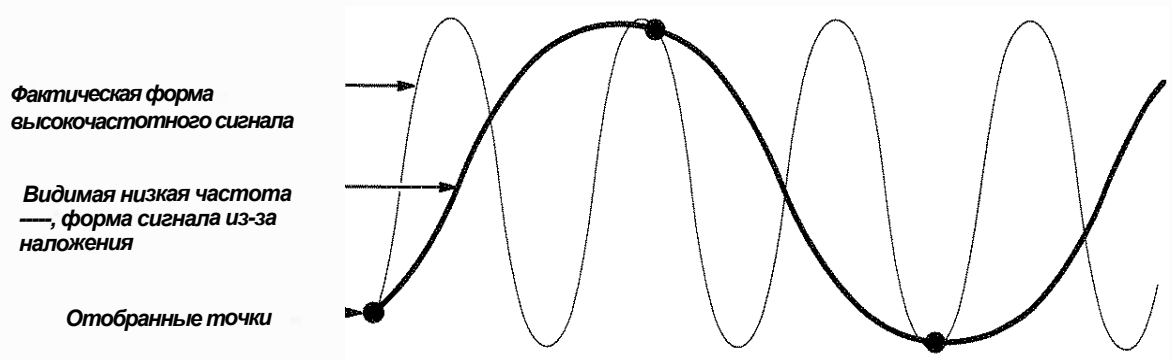


Рисунок 2-10: Сглаживание

Один простой способ проверить наличие алиасинга - медленно изменить горизонтальный масштаб (время на деление). Если форма отображаемого сигнала резко изменилась, возможно, имеется наложение. Чтобы точно представить сигнал и избежать наложения спектров, вы должны производить выборку сигнала более чем в два раза быстрее, чем самая высокочастотная составляющая. Например, сигнал с частотными составляющими 500 МГц должен быть дискретизирован со скоростью выше 1 гигаэмплов в секунду. Есть разные способы предотвратить сглаживание. Попробуйте отрегулировать по горизонтали масштабирования или просто нажмите кнопку AUTOSET. Вы также можете противодействовать некоторым искажениям, изменив режим сбора данных в меню «Сбор данных». Для Например, если вы используете режим выборки и подозреваете наложение спектров, вы можете захотеть перейти в режим обнаружения пиков. Поскольку режим обнаружения пика выполняет поиск образцов с наибольшим и наименьшим значениями, он может обнаруживать более быстрые компоненты сигнала с течением времени.

Отсроченная временная база

Вы можете установить основную временную базу и отложенную временную базу. У каждой временной базы есть свой триггер. Существует два типа захвата временной базы с задержкой, каждый из которых основан на его иницирующем отношении к основной временной базе. Это отложенные запуски после основного и отложенного запуска (после времени, событий или того и другого).

База отсроченного времени полезна для обнаружения событий, следующих за другими событиями. См. «Запуск» на стр. 2-11 для получения дополнительной информации об отсроченном запуске.

Увеличение масштабирование

Вы можете использовать масштабирование, чтобы увидеть больше деталей, не изменяя полученный сигнал. Когда вы нажимаете кнопку ZOOM, часть записи формы сигнала может быть расширена или сжата на дисплее, но точки записи останутся прежними. Масштабирование очень полезно, когда вы хотите временно расширить осциллограмму, чтобы изучить небольшие особенности на этой форме сигнала. Например, вы можете использовать масштабирование, чтобы временно расширить передний угол импульса, чтобы проверить его aberrации. Используйте масштабирование, чтобы увеличить его по горизонтали и вертикали. После завершения вернитесь к исходной настройке горизонтального масштаба, нажав одну кнопку меню. (Функция масштабирования также удобна, если вы получили осциллограмму, используя самое быстрое время на деление, и хотите расширить ее по горизонтали.)

Автоустановка

Автоматическая настройка позволяет быстро получить отображение постоянной формы сигнала. Autoset автоматически регулирует широкий спектр настроек, включая вертикальное и горизонтальное масштабирование. Другие затронутые настройки включают связь триггера, тип, положение, наклон, режим и яркость дисплея. Autoset на стр. 3-9 подробно описывает, что делает autoset.

Чтобы получить больше информации

См. Автоматическая настройка на стр. 3-9.
См. Раздел «Отложенный запуск» на стр. 3-16.
См. Раздел «Управление по горизонтали» на стр. 3-40.
См. Раздел «Управление по вертикали» на стр. 3-68.
См. Zoom на странице 3-110.

Измерения

Оцифровывающий осциллограф не только отображает графики зависимости напряжения от времени, но также помогает вам измерять отображаемую информацию (см. Рисунок 2-11).

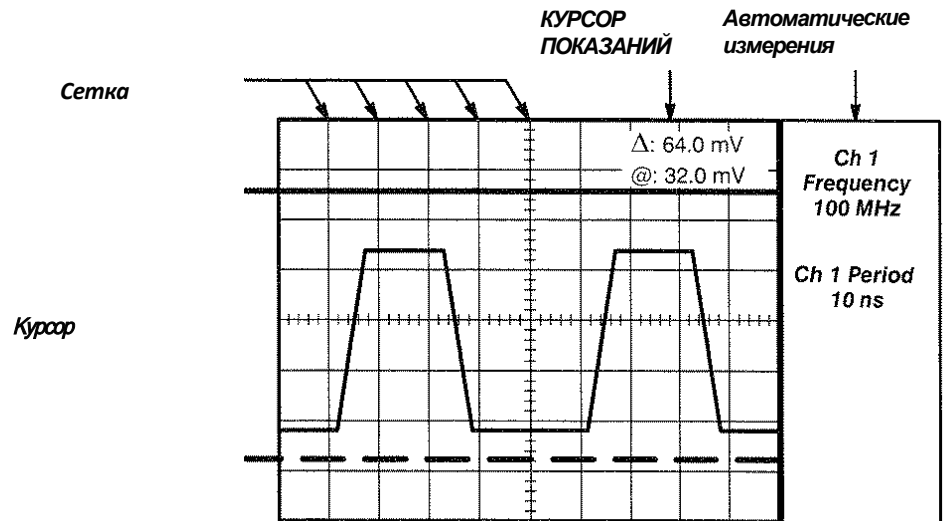


Рисунок 2-11: Сетка, курсор и автоматические измерения

Источники измерений

Осциллограф предоставляет три класса измерений: сетки, курсоры и автоматические измерения.

Измерения сетки

Измерения с помощью сетки позволяют быстро и наглядно оценить.

Например, вы можете посмотреть на амплитуду сигнала и сказать: «Это чуть больше 100 мВ».

Вы можете выполнять простые измерения, подсчитывая количество задействованных основных и второстепенных делений сетки и умножая на коэффициент масштабирования.

Например, если вы посчитали пять основных вертикальных делений сетки между минимальным и максимальным значениями сигнала и знали, что у вас масштабный коэффициент 100 мВ / деление, то вы можете легко рассчитать размах напряжения:

$$5 \text{ делений} \times 100 \text{ мВ / деление} = 500 \text{ мВ}.$$

Курсорные измерения

Курсоры - это быстрые и простые для понимания измерения. Вы выполняете измерения, перемещая курсоры и считывая их числовые значения с экранных индикаторов, которые обновляются по мере изменения их положения.

Курсоры реагируют попарно; один курсор активен, а другой неактивен. Вы перемещаете активный курсор (сплошная линия) с помощью ручки общего назначения. Кнопка TOGGLE позволяет вам выбрать (переключить), какая полоса курсора активна или неактивна. Неактивный курсор отображается на дисплее пунктирной линией.

Чтобы попасть в меню курсора, нажмите кнопку КУРСОРА. В этом меню доступны три вида курсоров:

- Горизонтальные курсоры измеряют вертикальные параметры (обычно вольт).
- Курсоры с вертикальной полосой измеряют горизонтальные параметры (обычно время или частоту).
- Парные курсоры измеряют как вертикальные параметры (обычно вольт), так и горизонтальные параметры (обычно время или частоту).

Также есть два режима работы с курсором: независимый от меню курсора и отслеживающий. (См. Рисунок 2-12.)

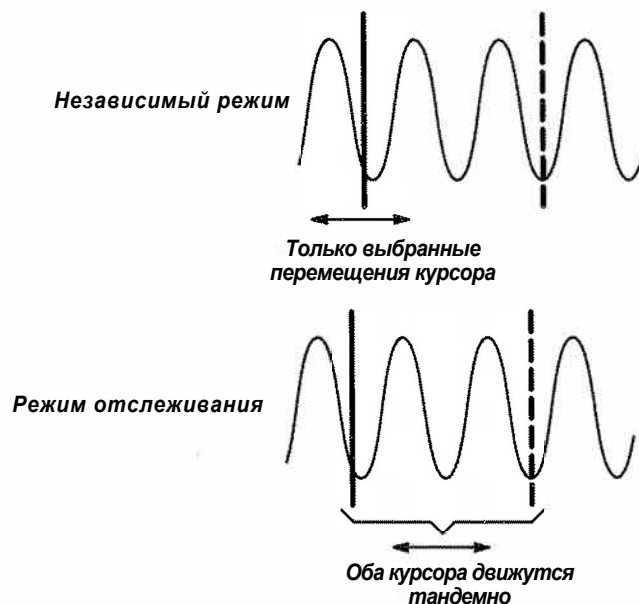


Рисунок 2-12: Режимы курсора

- Курсоры независимых режимов работают, как было описано ранее; то есть вы перемещаете курсор за один раз (активный курсор) с помощью ручки общего назначения, и вы используете кнопку TOGGLE для переключения активной полосы курсора.

- Курсоры режима слежения работают в тандеме: вы перемещаете оба курсора одновременно с помощью универсальной ручки. Установить сплошной курсор относительно пунктирного курсора. нажмите кнопку TOGGLE, чтобы приостановить
- отслеживание курсора и используйте универсальную ручку для регулировки. Второе нажатие переключает курсоры обратно в режим отслеживания.

Вы можете прочитать более подробную информацию о том, как использовать курсоры в Измерении курсора, начиная со страницы 3-11. Автоматические измерения Вы производите автоматические измерения, просто нажимая несколько кнопок. Оцифровывающий осциллограф сделает все вычисления за вас. Поскольку эти измерения используют точки записи формы сигнала, они более точны, чем курсорные или сеточные измерения. Нажмите кнопку MEASURE, чтобы открыть меню автоматических измерений. Эти меню позволяют задать амплитуду (обычно в вольтах; иногда в%), время (обычно в секундах или герцах) и площади (в вольт-секундах). Вы можете выбрать и отобразить до четырех измерений одновременно. (Видеть Table 3-4 на странице 3-49, где приведен список всех автоматических измерений и их определения.) Вы можете производить автоматические измерения для всей записи сигнала или только для определенной части. Выбор стробирования в меню «Измерение» позволяет использовать вертикальные курсоры, чтобы ограничить измерение частью экрана. запись формы сигнала. Выбор снимка в меню «Измерение» позволяет отображать почти все измерения одновременно. Вы можете прочитать о снимке в разделе «Снимок измерений» на странице 3-58. При автоматических измерениях показания используются для отображения статуса измерения. Эти показания обновляются по мере получения осциллографом новых данных или при изменении настроек. См. Приложение C: Алгоритмы на странице A-24, где подробно описано, как оцифровывающий осциллограф рассчитывает каждое автоматическое измерение. См. Курсорные измерения на странице 3-11 для получения дополнительной информации об курсорных измерениях. См. «Система измерений» на стр. 3-49 для получения дополнительной информации об автоматических измерениях. См. Вариант 2F семейства TDS / инструкция Мапиа / (если ваш осциллограф

оснащен этой опцией) для использования курсоров для измерения сигналов быстрого преобразования Фурье, интегрированных или дифференцированных математических сигналов. См. Пример 3: Автоматические измерения, стр. 1-18. См. Раздел «Математика осциллограмм» на стр. 3-1 07, чтобы узнать об использовании курсоров для математических измерений.

For More Information

формы волны.

Обзор

В этом разделе подробно описывается работа с оцифровывающим осциллографом. Он содержит алфавитный список задач, которые вы можете выполнять с помощью оцифровывающего осциллографа. Используйте этот раздел, чтобы ответить на конкретные вопросы о работе прибора. Включены следующие задачи.

- Режимы сбора данных
- Автоустановка
- Курсорные измерения
 - Отложенный запуск
- Режимы отображения
 - Edge Triggering
- Печатная копия
- Помощь
- Горизонтальное управление
- Тестирование пределов
 - Система измерения
- Выбор датчика
- Удаленное общение
- Режим рулона
- Сохранение и вызов настроек
- Сохранение и вызов форм волны
- Выбор каналов
- Компенсация сигнального тракта
 - Положение дел СТАТУС
- Запуск
- Вертикальный контроль
- Запуск видео
- Математика формы волны
- Zoom

Во многих из этих задач перечислены шаги, которые вы выполняете для выполнения задачи. Вам следует прочитать Соглашения на странице x Pretace, прежде чем читать об этих задачах.

Режимы сбора данных

Система сбора данных имеет несколько вариантов преобразования аналоговых данных в цифровую форму. Меню сбора данных позволяет вам определять режим сбора данных, разрешать или запрещать выборку эквивалентного времени, а также как запускать и останавливать сбор данных.

Описание режимов Цифровой осциллограф поддерживает несколько режимов сбора данных.

- *Образец (пример, выборка)*
- *Пиковый детектор*
 - *Высокое разрешение*
 - *Энвелопе*
- *Средний (обычный, нормальный)*

Режимы Sample, Peak Detect и Hi Res работают в реальном времени при единственном событии запуска, при условии, что оцифровывающий осциллограф может получить достаточное количество отсчетов для каждого события запуска. Режимы огибающей и среднего работают при множественных сборах. Оцифровывающий осциллограф усредняет или конвертирует несколько форм сигналов по точкам. На рис. 3-1 показаны различные режимы и перечислены преимущества каждого из них. Используйте его, чтобы выбрать подходящий режим для вашего приложения.



Образец режима В режиме выборки осциллограф создает точку записи, сохраняя первую выборку (из, возможно, многих) во время каждого интервала сбора данных. (Интервал сбора данных - это время, покрытое записью осциллограммы, разделенное на длину записи.) Это режим по умолчанию.



Режим обнаружения пика

Режим Peak Detect сохраняет самую высокую и самую низкую выборку в двух соседних интервалах. Этот режим работает только с неинтерполированной выборкой в реальном времени.

11 вы устанавливаете временную развертку настолько быстро (быстрее, чем 500 нс), что для этого требуется интерполяция в реальном времени или выборка в эквивалентном времени, режим автоматически меняется с Peak Detect на Sample, хотя выбор меню не меняется..

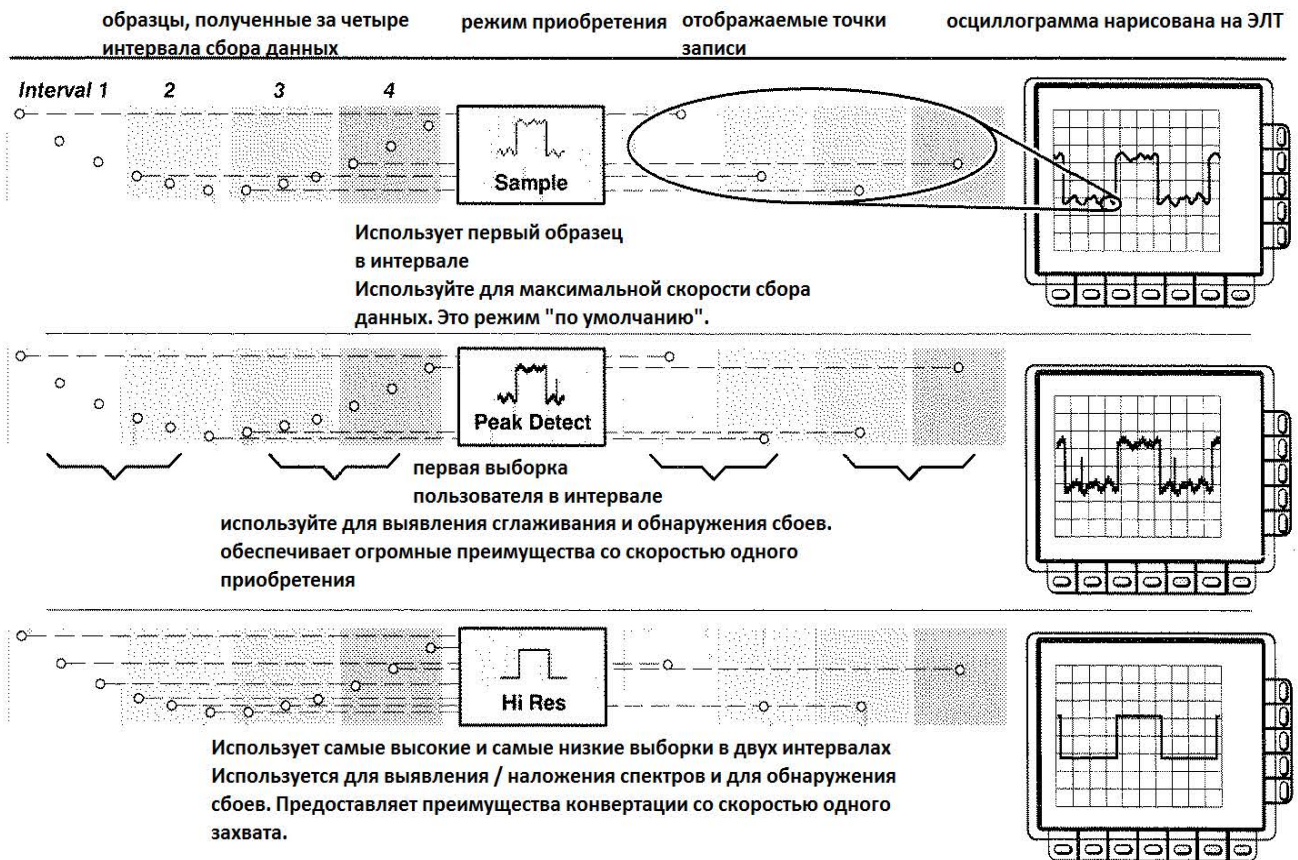
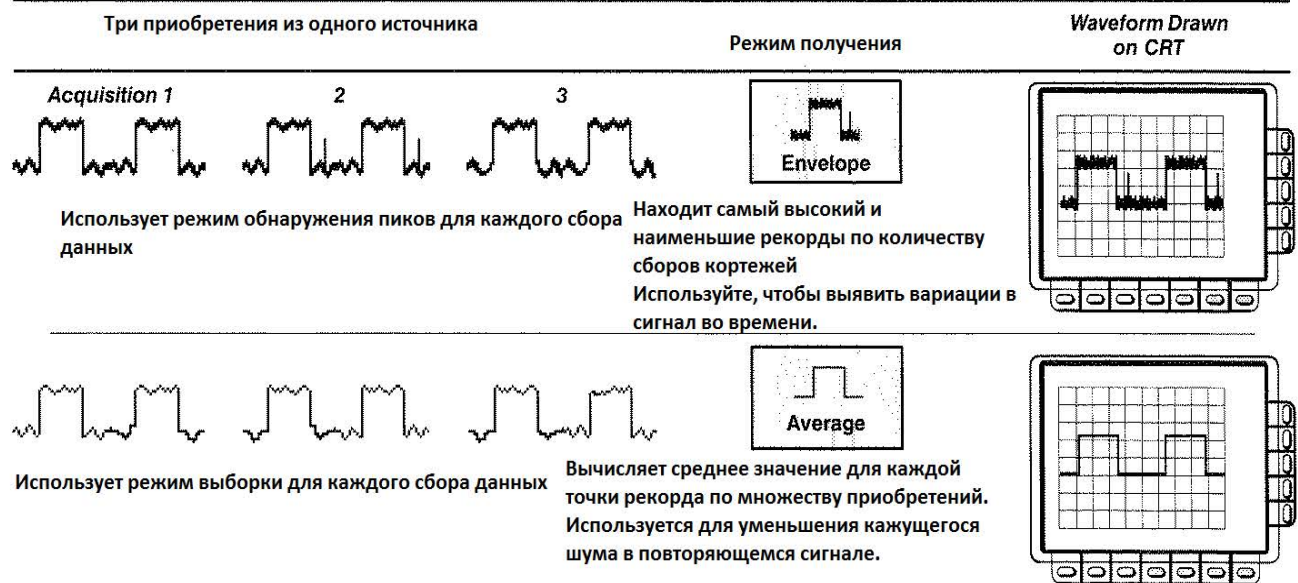
 Прием одной формы сигнала

 Регистрация нескольких сигналов


Рисунок 3-1: Как работают режимы сбора данных



Режим высокого разрешения

В режиме высокого разрешения оцифровывающий осциллограф усредняет все взятые отсчеты.

в течение интервала сбора данных, чтобы создать точку записи. Это среднее значение дает сигнал с более высоким разрешением и меньшей полосой пропускания.

Этот режим работает только с неинтерполированной выборкой в реальном времени. Если вы установите базу времени так быстро, что потребуются интерполяция в реальном времени или выборка в эквивалентном времени, режим автоматически станет Sample, хотя в меню выбор не меняется.

Ключевым преимуществом Hi Res является возможность увеличения разрешения независимо от входного сигнала. Та 3-1 и приведенные ниже уравнения показывают, как можно сохранить до 15 значимых битов в режиме высокого разрешения. Обратите внимание, что улучшения разрешения ограничиваются скоростью менее 500 нс / дел. Кроме того, разрешение выше 15 бит не допускается из-за внутренних аппаратных и вычислительных ограничений.

$$S_i = \text{Sampling Interval for TDS 400} = 10 \text{ ns}$$

$$I_t = \text{Sample Interval} = \frac{\text{Time/Div}}{\text{Number of Points/Div}} = \frac{10 \mu\text{s/Div}}{50 \text{ Points/Div}} = 200 \text{ ns}$$

$$N_d = \text{Number of points per decimation interval} = \frac{I_t}{S_i} = 20$$

$$\text{Resolution Enhancement (bits)} = 0.5 \times \text{LOG}_2(N_d) + 2 \text{ extra bits}$$

Table 3-1: Additional Resolution Bits

Time Base Speed	Bits of Resolution
1 μs and faster	8 bits
2 μs to 5 μs	9 bits
10 μs to 20 μs	10 bits
50 μs to 100 μs	11 bits
200 μs to 500 μs	12 bits
1 ms to 2 ms	13 bits
5 ms	14 bits
10 ms and slower	15 bits



Envelope Mode

Режим огибающей позволяет вам получать и отображать запись формы сигнала, которая показывает экстремальные значения вариации в течение нескольких захватов. Вы указываете количество захватов, по которым будут накапливаться данные. Осциллограф сохраняет самые высокие и самые низкие значения в двух соседних интервалах, как в режиме обнаружения пика. Но режим Envelope, в отличие от Peak Detect, собирает пики по многим событиям запуска.

После каждого события запуска осциллограф собирает данные, а затем сравнивает минимальные / максимальные значения текущего сбора данных со значениями, сохраненными при предыдущих сборах. На последнем дисплее отображаются самые экстремальные значения для всех измерений для каждой точки записи сигнала.

NOTE

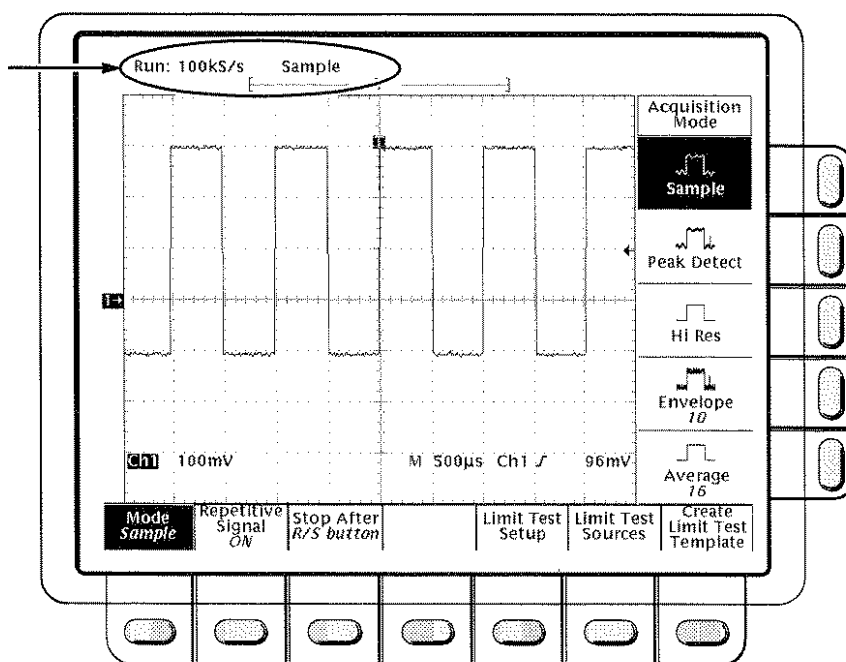
Режимы получения огибающей и усреднения отключены / Режим прокрутки. Уои можно прочитать о начале режима Roll на стр. 3-80.

Средний режим

Режим усреднения позволяет получить и отобразить запись формы сигнала, которая является усредненным результатом нескольких измерений. Этот режим уменьшает случайный шум. Осциллограф получает данные после каждого события запуска в режиме выборки. Затем он усредняет точку записи из текущего захвата с сохраненными из предыдущих захватов.

Показания сбора данных в верхней части дисплея (рисунок 3-2) показывают состояние системы сбора данных (работает или остановлена). Состояние «работает» показывает частоту дискретизации и режим сбора данных. Состояние «остановлено» показывает количество захватов, полученных с момента последней остановки или значительного изменения.

Считывание данных о приобретении



Считывание данных о приобретении

Operation

Чтобы вызвать меню сбора данных (Рисунок 3-2), нажмите SHIFT ACQUIRE MENU,

Режим получения

Чтобы выбрать способ создания оцифровывающим осциллографом точек в записи сигнала:

Нажмите SHIFT ACQUIRE MENU - + Mode (main) - + Sample, Peak Detect, Hi Res, Envelope или Average (side).

Когда вы выбираете Envelope или Average, вы можете ввести количество записей формы волны, которые будут преобразованы или усреднены, с помощью ручки общего назначения.,

NOTE

Если вы выбрали самую длинную запись, доступную в горизонтальном режиме, они не могут выбрать Hi Res в качестве режима захвата. Это связано с тем, что в режиме высокого разрешения используется в два раза больше памяти для сбора данных, чем в других режимах сбора данных. Если одновременно выбраны высокое разрешение и самая длинная запись по горизонтали, осциллографу не хватит памяти.

повторяющийся сигнал

Чтобы ограничить дискретизацию оцифровывающего осциллографа выборкой в реальном времени или позволить ему выбирать между дискретизацией в реальном или эквивалентном времени:

Нажмите SHIFT ACQUIRE MENU -, Повторяющийся сигнал (основной) - + ON или OFF (сбоку),

- ON использует функции реального времени и эквивалентного времени цифрового осциллографа,
- ВЫКЛ (только в реальном времени) ограничивает дискретизацию оцифровывающего осциллографа выборкой в реальном времени. Если оцифровывающий осциллограф не может точно получить достаточно отсчетов для полной формы сигнала, осциллограф использует метод интерполяции, выбранный в меню дисплея, для заполнения недостающих точек записи. То есть он использует либо линейный алгоритм, либо алгоритм интерполяции $\sin(x)/x$.

См. «Сбор данных» на стр. 2-17 для получения подробной информации о сэмплеировании.

Остановить после

Вы можете выбрать получение ровно одной последовательности сигналов или непрерывное получение сигналов с ручным управлением,

Нажмите SHIFT ACQUIRE MENU - + Stop After (main) -, только кнопку RUN / STOP, Single Acquire Sequence или Limit Test Condition Met (сбоку) (см.

Рисунок 3-3),

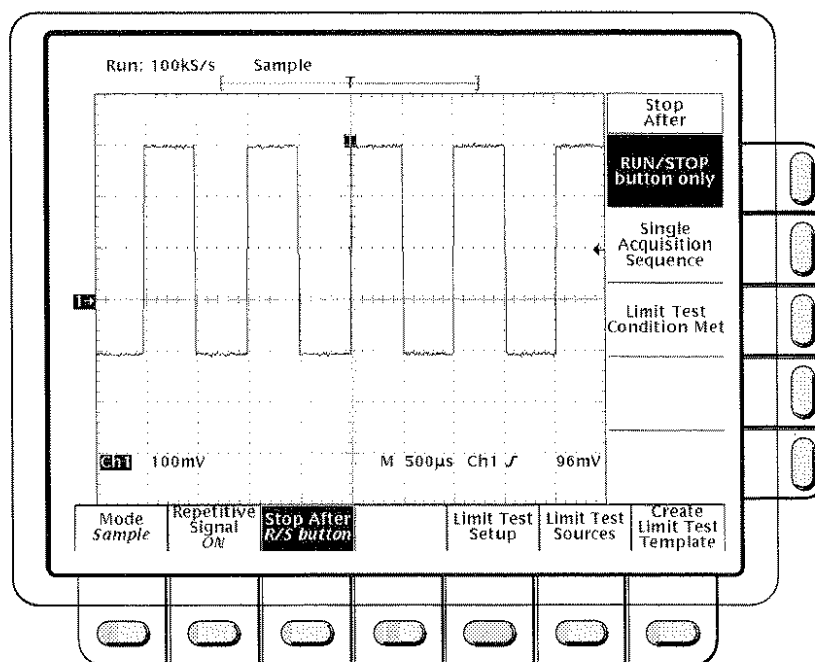


Рисунок 3-3: Меню получения - остановка после

- Только кнопка RUN / STOP (сбоку) позволяет запускать или останавливать сбор данных, переключая кнопку RUN / STOP. Однократное нажатие кнопки RUN / STOP останавливает сбор данных. В верхнем левом углу дисплея отображается «Остановлено» и отображается количество измерений. Если вы снова нажмете кнопку, оцифровывающий осциллограф возобновит регистрацию.
 - Нажмите "Single Acquisition Sequence" (сбоку). Этот выбор позволяет вам запускать одну последовательность измерений, нажимая кнопку RUN / STOP. В режимах Sample, Peak Detect или Hi Res прибор получает запись формы волны с первым действительным событием запуска и останавливается. В режиме огибающей или усреднения оцифровывающий осциллограф выполняет указанное количество измерений для выполнения задачи усреднения или огибающей. Если осциллограф находится в режиме эквивалентного времени и вы нажимаете Single Acquisition Sequence (сбоку), он продолжает распознавать события запуска и собирать выборки до тех пор, пока не будет заполнена запись формы сигнала.
 - Предельное условие теста выполнено (сбоку) позволяет регистрировать сигналы до тех пор, пока данные формы сигнала не превысят пределы, указанные в предельном тесте. Затем сбор прекращается. На этом этапе вы также можете указать другие действия, которые должен выполнять осциллограф, используя пункты, доступные в главном меню настройки предельного теста.

НОТА

Для того, чтобы оцифровывающий осциллограф остановил сбор данных при соблюдении условий предельных испытаний, необходимо включить предельное испытание с помощью кнопки Limit Test Setup главная теги.

Для настройки проверки пределов требуется еще несколько шагов. Вы можете создать шаблон сигнала, с которым сравнивать входящие сигналы, с помощью пункта главного меню Create Limit Test Template. Затем вы можете указать, что сравнение должно быть выполнено, и канал для сравнения с шаблоном, используя пункт главного меню Limit Test Sources.

**Чтобы
получить
больше
информац
ии**

См. «Приобретение» на стр. 2-17. См.

Проверка пределов на стр. 3-44.

Автоустановка

Функция автонастройки позволяет быстро выключать и отображать постоянную форму сигнала американского размера. Autoset автоматически настраивает элементы управления на передней панели в зависимости от характеристик входного сигнала. Это намного быстрее и проще, чем ручная настройка «контроль за контролем». Autoset вносит корректировки в следующие области:

- Получение
 - Дисплей
 - Горизонтальный
- Триггер
 - Вертикальный

NOTE

Автоустановка может изменить вертикальное положение для правильного позиционирования формы волны. Исходная позиция смещена на 0 вольт

Операция

1. Нажмите кнопку выбора канала (например, CH 1), соответствующую вашему входному каналу, чтобы сделать его активным.

2. Нажмите **AUTOSET**.

Если вы используете автонастройку, когда отображается один или несколько каналов, оцифровывающий осциллограф выбирает канал с наименьшим номером для горизонтального масштабирования и запуска. По вертикали все используемые каналы масштабируются индивидуально.

Если вы используете автонастройку, когда не отображается ни одного канала, оцифровывающий осциллограф поворачивает первый канал (CH 1) и масштабирует его.

Таблице 3-2 на следующей странице перечислены автоматические настройки по умолчанию.

Автоустановка по умолчанию

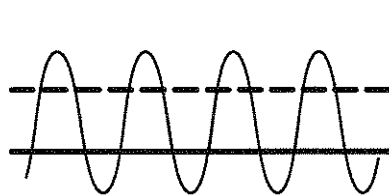
Table 3-2: Автоустановка по умолчанию

Control	Changed by Autoset to
Выбранный канал	Численно самый низкий из отображаемых каналов
Режим получения	Sample Образец
Получите повторяющийся сигнал	On
Получить стоп после	Только кнопка RUN / STOP
Стиль отображения	Векторы
Интенсивность отображения - общая	если меньше 50%, установите 75%
Формат отображения	
Горизонтальное положение	По центру окна сетки
Горизонтальный масштаб	Как определено, частота сигнала
Горизонтальная временная база Предел	Только главное
длины горизонтальной записи Тест	Без изменений
Положение триггера	Off
Тип триггера	Без изменений
Источник триггера	Край
Уровень срабатывания	Численно наименьшее o! отображаемые каналы (выбранный канал)
Наклон срабатывания триггера	Средняя точка данных для источника триггера
Триггерная муфта Триггерная задержка	Положительный
Вертикальный масштаб	DC
Вертикальная муфта	1
Вертикальное смещение полосы пропускания	По определению уровня сигнала DC, если предварительно не был установлен AC. AC остается без изменений.
	Full
	0 volts
Zoom	Off

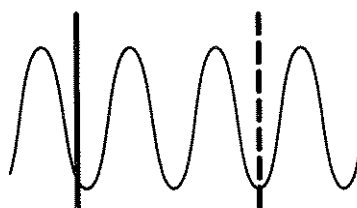
Курсорные измерения

Описание

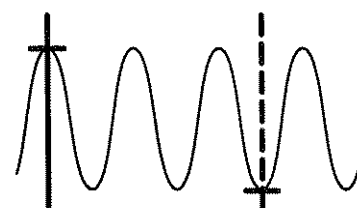
Используйте курсоры для измерения разницы (по времени или напряжению) между двумя точками записи формы сигнала. Курсоры состоят из двух маркеров, которые вы размещаете с помощью ручки общего назначения. Вы перемещаете курсор независимо или оба курсора одновременно, в зависимости от режима курсора. По мере того, как вы размещаете курсоры, показания на дисплее отображают информацию об измерениях. Есть три типа курсоров: горизонтальная полоса, вертикальная полоса и парный (Рис. 3-4). Горизонтальные курсоры измеряют вертикальные параметры (обычно вольт), Курсоры с вертикальной полосой измеряют горизонтальные параметры (обычно время или частоту).



Горизонтальные курсоры Vag



Курсоры с вертикальной полосой



Парные курсоры

Рисунок 3-4: Типы курсоров

Парные курсоры измеряют как вертикальные параметры (обычно вольт), так и горизонтальные параметры (обычно время) одновременно. Посмотрите на рисунок 3-4. Обратите внимание, что каждый из двух парных курсоров имеет длинную вертикальную полосу в паре с короткой горизонтальной полосой. Короткие горизонтальные полосы измеряют вертикальные параметры (обычно вольт); длинные вертикальные полосы измеряют горизонтальные параметры (обычно время или частоту). (Дополнительные сведения см. В разделе «Показания курсора» на стр. 3-12.)

NOTE

Когда курсоры измеряют определенные математические формы волны, измерение не зависит от времени, частоты или напряжения. Курсорное измерение о! те математические формы сигналов, которые не являются о! время, частота или напряжение описаны в математике формы волны, которая начинается на странице 3-107. Для осциллографов, оснащенных опцией 2F, расширенной математической опцией DSP, инструкция тапиа /, поставляемая с опцией, описывает использование курсоров для измерения таких форм сигналов и единиц измерения, которые получаются в результате.

Есть два режима курсора: независимый и отслеживающий.

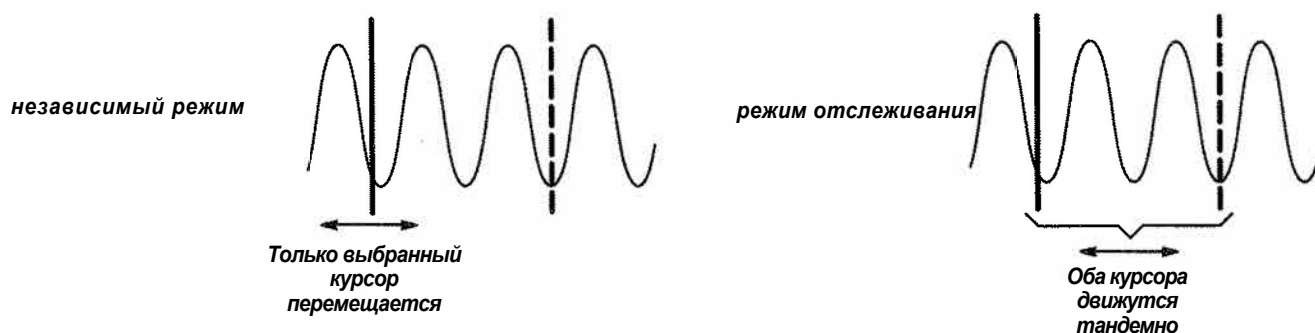


Рисунок 3-5: Режимы курсора

В независимом режиме вы перемещаете только один курсор за раз, используя универсальную ручку. Активный или выбранный курсор представляет собой сплошную линию. Нажмите TOGGLE, чтобы изменить выбранный курсор.

В режиме отслеживания вы обычно перемещаете оба курсора в тандеме с помощью ручки общего назначения. Два курсора остаются на фиксированном расстоянии (время или напряжение) друг от друга. Нажмите TOGGLE, чтобы временно приостановить отслеживание курсора. Затем вы можете использовать ручку общего назначения, чтобы отрегулировать расстояние сплошного курсора относительно пунктирного курсора. Второе нажатие переключает курсоры обратно в режим отслеживания.

Показания курсора

Индикация курсора показывает абсолютное местоположение выбранного курсора и разницу между выбранным и невыбранным курсором. Показания различаются в зависимости от того, используете ли вы H-бар или V-образный стержень.

- H Bars: значение после показывает разницу напряжений между курсорами. Значение после @ показывает напряжение выбранного курсора относительно земли! О (см. Рисунок 3-6).
- V Bars: значение после показывает разницу во времени (или частоте) между курсорами. Значение после @ показывает время (частоту) выбранного курсора относительно точки запуска.

- Парные: значение после единицы Л показывает разницу напряжений между двумя короткими горизонтальными полосами; другой знак л показывает разницу во времени (или частоте) между двумя длинными вертикальными полосами. Значение после @ показывает напряжение на короткой горизонтальной полосе выбранного курсора относительно земли (см. Рисунок 3-7).

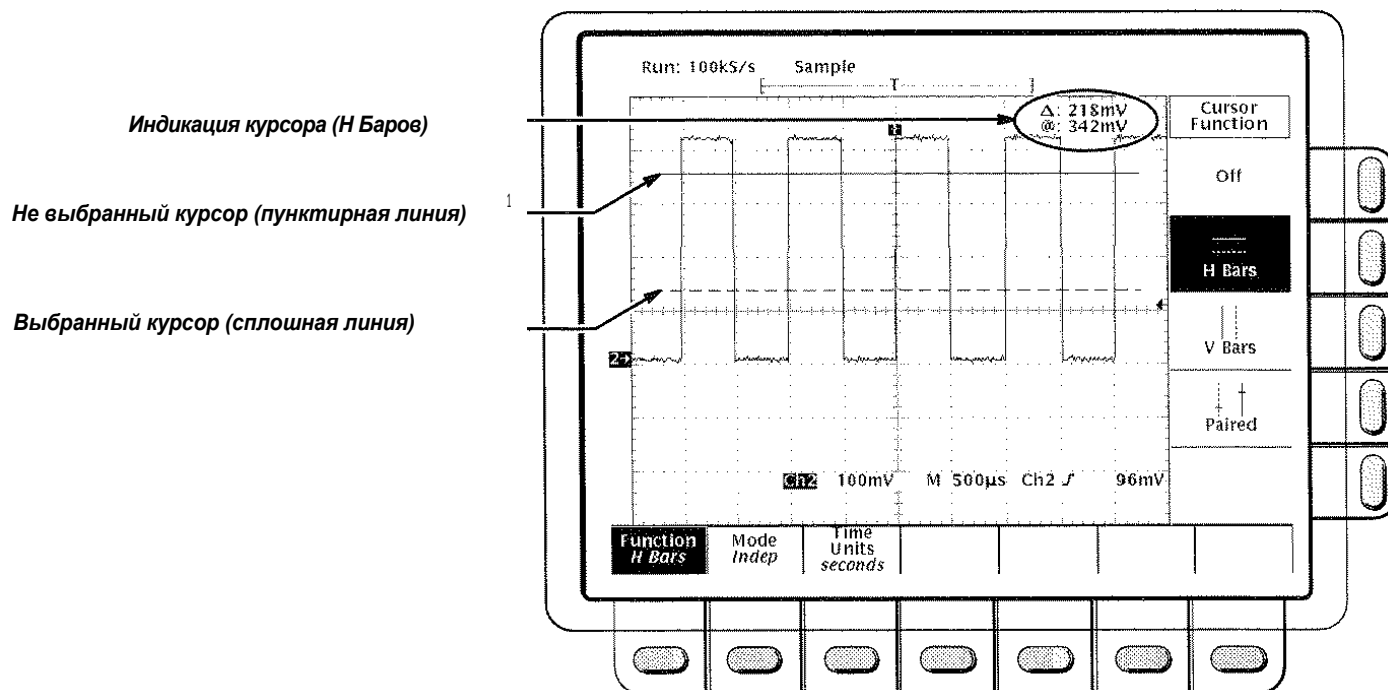


Рисунок 3-6: Меню курсора Bars и показания

Парные курсоры могут показывать разницу напряжений, только когда они остаются на экране. Если парные курсоры перемещаются за пределы экрана по горизонтали, Edge заменяет значения напряжения в показаниях курсора.

Operation

Для выполнения курсорных измерений нажмите CURSOR, чтобы отобразить меню Cursor (Рисунок 3-6).

Функция

Выберите нужный тип курсоров с помощью пункта меню Функция: Нажмите CURSOR- + Function (main) - + Bars, V Bars, Paired или Off (сбоку).

Cursor Measurements

Положение курсоров вертикальной полосы-----

(Полезно для поиска курсоров

За пределами дисплея)

Индикация курсора (парная)

Выбранный курсор
(Сплошная вертикальная
корзина; Сплошная
горизонтальная корзина)

Невыбранный курсор....1....
(Пунктирная
вертикальная
черта; сплошной
горизонт / Ваг)

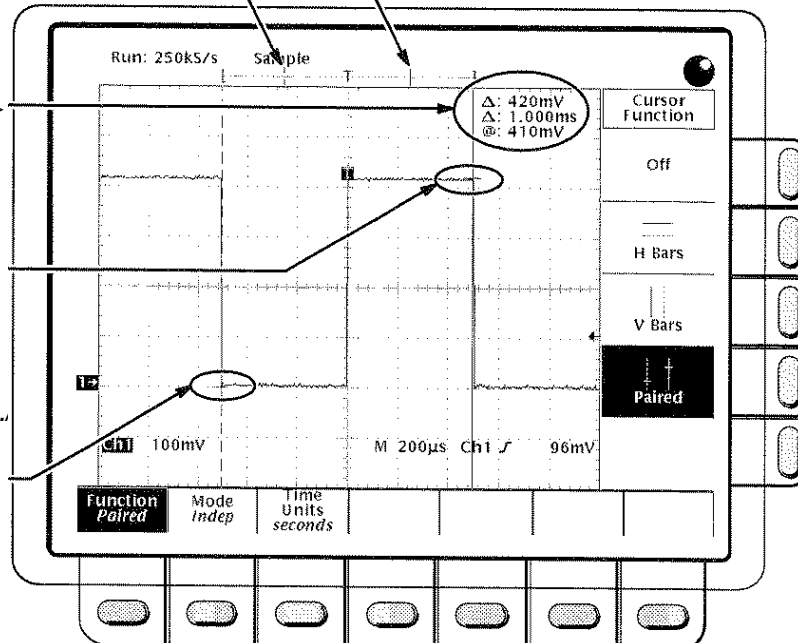


Рисунок 3-7: Меню парного курсора и показания

Режим

Выберите желаемый режим курсора с помощью пункта меню Mode..

1. Нажмите CURSOR-, Mode (main) - + Independent или Tracking (side):

■ Independent делает положение каждого курсора безразличным к положению другого курсора.

■ При отслеживании оба курсора позиционируются одновременно; то есть оба курсора движутся синхронно и поддерживают фиксированное расстояние по горизонтали или вертикали между собой.

2. На шаге 1 было выбрано 11 Independent, используйте ручку общего назначения для перемещения выбранного (активного) курсора. Нажмите TOGGLE, чтобы изменить курсор активен и движется. Сплошная линия указывает на активный курсор, пунктирная линия - на неактивный курсор.

или

11 На шаге 1 было выбрано отслеживание, используйте ручку общего назначения для одновременного перемещения обоих курсоров. Нажмите TOGGLE, чтобы временно приостановить отслеживание курсора; затем используйте ручку общего назначения для регулировки дис-

расположение сплошного курсора относительно пунктирного курсора. Снова нажмите TOGGLE, чтобы возобновить отслеживание. Сплошная линия указывает на установленный курсор, а пунктирная линия - на неподвижный курсор.

Единицы времени

Вы можете выбрать отображение результатов курсора с вертикальной полосой в единицах времени или частоты.

Нажмите CURSOR - + Единицы времени (основные) секунды или 1 / секунды (Гц) (сбоку).

Скорость курсора

Вы можете изменить скорость курсора, нажав SHIFT перед поворотом ручки общего назначения. Курсор перемещается быстрее, когда горит кнопка SHIFT и на дисплее отображается сообщение Coarse Knobs в правом верхнем углу.

См. Измерения на странице 2-26.

См. «Математика формы сигнала» на стр. 3-107 для получения информации о единицах курсора с перемноженными формами сигнала. Если ваш осциллограф оснащен расширенной опцией математических вычислений DSP, см. информацию о модулях курсора со встроенными, дифференцированными сигналами и сигналами БПФ в описании опции 2F семейства TDS в инструкции Mapia /.

For More Information

Отложенный запуск

Осциллографы серии TDS 400 обеспечивают основную временную развертку и временную развертку с задержкой. Для временной развертки с задержкой, как и для основной временной развертки, требуется сигнал запуска и источник входного сигнала, предназначенный для этого сигнала. Вы можете использовать задержку только с триггером по фронту.

Есть два разных способа отсрочить получение сигналов: отсроченные запуски после основного и отсроченный запуск. Только отложенный триггер использует систему отложенного триггера.

Отложенные команды после основного ищут основной триггер, затем ждут заданное пользователем время и затем начинают сбор данных (см. Рисунок 3-8).

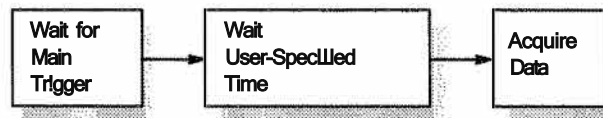


Figure 3-8: Delayed Runs After Main

Отложенный триггер ищет основной триггер, а затем, в зависимости от выбранного типа отложенного триггера, выполняет один из трех типов регистрации в режиме отложенного триггера, перечисленных ниже (см. Рисунок 3-9).

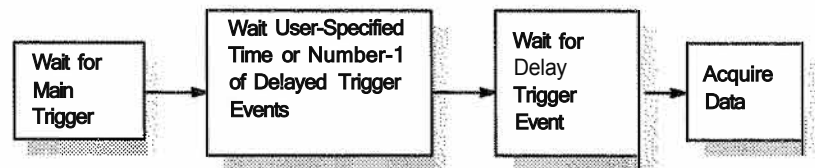


Figure 3-9: Delayed Triggerable

- После того, как Tite ожидает заданное пользователем время, затем ожидает следующего отложенного триггерного события, затем выполняет сбор данных.
- После событий ожидает указанного количества отложенных триггерных событий, а затем выполняет сбор данных.

Тоцифровывающий осциллограф всегда собирает выборки, чтобы заполнить предзапускную часть записи сигнала. Когда и если критерии задержки соблюдены, требуется достаточное количество отсчетов после запуска для завершения записи сигнала с задержкой, а затем оно отображается. См. Рисунок 3-1 О для более детального просмотра того, как отложенные записи размещаются во времени относительно основного триггера.

Operation

Вы можете использовать горизонтальное меню для выбора и определения либо отложенных запусков после основного, либо отложенного триггера. Однако для отложенного запуска требуется дальнейший выбор в меню «Отложенный запуск».

Отложенные прогоны после основного

1. Press HORIZONTAL MENU - Time Base {main} - Delayed Only

{сторона} - Отложенные прогоны после основного (сбоку). Используйте ручку общего назначения, чтобы установить время задержки.

11 вы нажимаете Intensified {side}, вы отображаете усиленную зону на основной записи временной развертки, которая показывает, где происходит задержанная запись временной развертки относительно основного триггера. Для отложенного запуска после основного режима начало усиленной зоны соответствует началу отложенной записи временной развертки. Конец зоны соответствует окончанию отложенной записи.

Чтобы узнать, как определить уровень интенсивности нормального и усиленного сигнала, см. Раздел «Режимы отображения» на стр. 3-22.

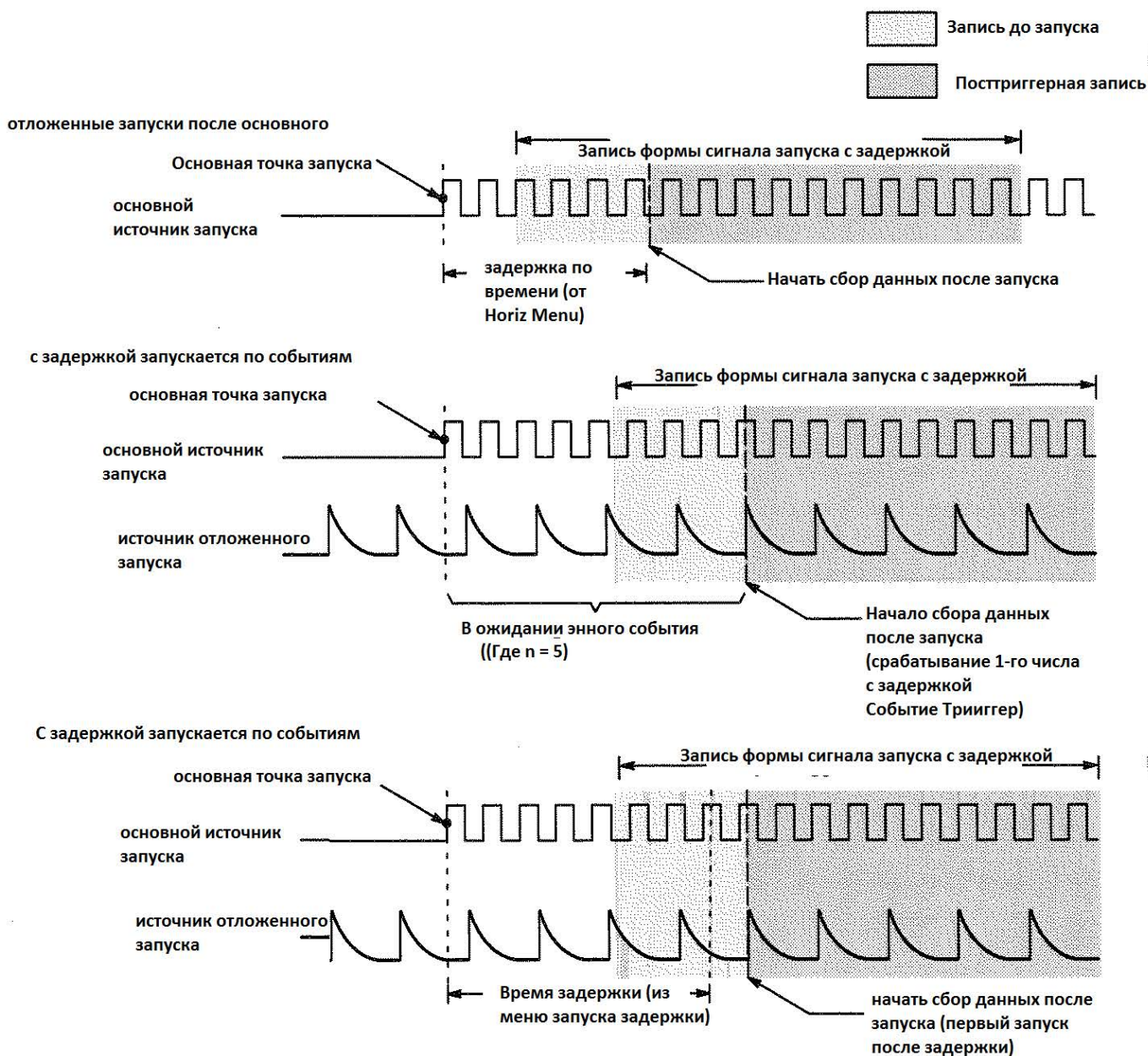


Рисунок 3-1 О: Как работают отложенные триггеры

Отложенный триггер

- 1, Нажмите HORIZONTAL MENU -> Time Base (main) -> Delayed Only. (сбоку) _ Триггеры с задержкой (сбоку).

При нажатии кнопки Intensified (сбоку) вы можете отобразить усиленную зону, которая показывает, где может произойти задержанная запись временной развертки (должно быть получено действительное событие запуска задержки) относительно основного триггера на основной временной развертке. Для режима отложенного срабатывания после начала усиленной зоны соответствует возможная точка начала записи временной развертки с задержкой. Конец зоны продолжается до конца основной временной развертки, поскольку запись временной развертки с задержкой может быть запущена в любой момент после истечения времени задержки. Чтобы узнать, как определить уровень интенсивности нормального и усиленного сигнала, см. Раздел «Режимы отображения» на стр. 3-22. Теперь вам нужно вызвать меню отложенного триггера, чтобы вы могли определить событие отложенного триггера.

2. Нажмите SHIFT DELAYED TRIG __, Delay Üy (main) __, Triggerae After Time или Events (side) (рисунок 3-11).
3. Введите время задержки или события, используя универсальную ручку. Подсказка: вы можете перейти непосредственно в меню отложенного запуска (см. Шаг 2). При выборе срабатывания триггера после времени или событий осциллограф автоматически переключается на триггер с задержкой в горизонтальном меню. Если вы хотите выйти из режима Delayed Triggera™, вам все равно необходимо отобразить горизонтальное меню. Меню «Источник» позволяет выбрать, какой вход является источником отсроченного запуска.
4. Оп TDS 420 и TDS 460, нажмите Source (основной) - Ch1, Ch2, Ch3 или Ch4 (боковой).
Оп TDS 410, нажмите Ch1 или Ch2 (сбоку).

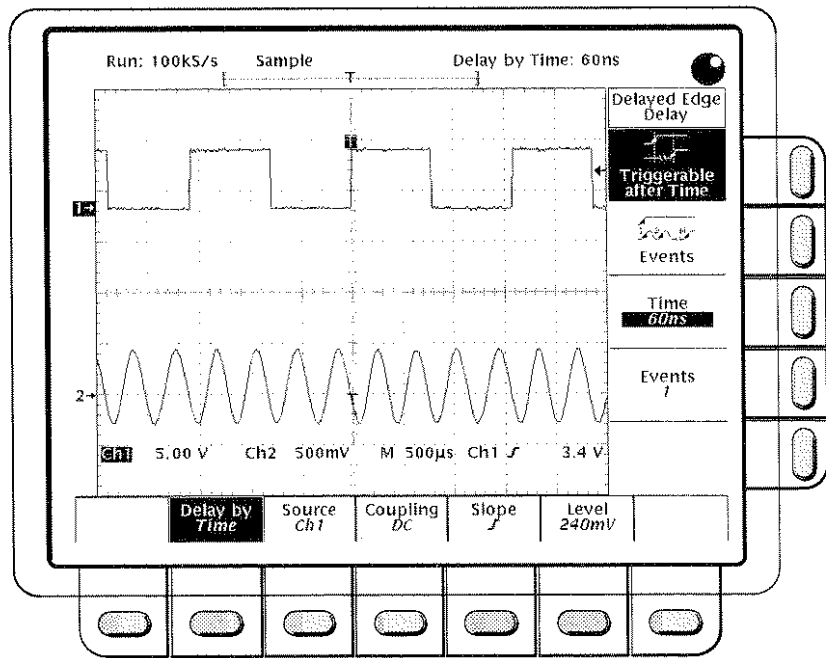


Рисунок 3-11: Меню отложенного запуска

5, Press Coupling (основной) DC, AC, HF Rej, LF Rej или Noise Red (сбоку)

для определения способа связи входного сигнала с триггером с задержкой.
Описание этих типов связи см. в разделе "Запуск" на стр. 2-11.

6...Нажмите Slope (main), чтобы выбрать крутизну срабатывания триггера с задержкой.
Выберите между режимами нарастания и спада.

При использовании режима отложенного триггера для регистрации сигналов два отображаются полосы запуска. Одна полоса запуска указывает уровень, установленный в основной системе запуска; другой указывает на установленный уровень задержки триггерная система.

Нажмите Level (main) ... Level, установите TTL, установите ECL или установите на 50% сбоку (side).

- Уровень позволяет вам ввести уровень отсроченного запуска с помощью универсальной ручки
- Установка на TTL фиксирует уровень срабатывания + 1,4 В
- При установке на ECL уровень срабатывания устанавливается на -1,3В.

NOTE

Когда вы устанавливаете Vertica / SCALE меньше 200 мВ, осциллятор / о-
Область действия снижает уровни запуска Set to TTL или Set to ECL ниже
стандартных уровней TTL и ECL. Это происходит потому, что триггер
диапазон уровней установлен на уровне ± 12 делений от центра. При 100 мВ
(следующее меньшее значение после 200 мВ) диапазон запуска составляет $\pm 1,2$ В,
что меньше типичного TTL (+1,4 В) или ECL (-1.3 В) / уровень.

- При значении 50% уровень запуска с задержкой устанавливается
равным 50% от размаха сигнала источника запуска с задержкой.

**For More
Information**

См. Запуск на стр. 2-11.

См. Запуск на странице 3-94.

Режимы отображения

Тоцифровывающий осциллограф может отображать записи сигналов по-разному. Меню «Дисплей» позволяет настроить стиль отображения осциллографа, уровень яркости, масштабную сетку и формат.

Операция

Нажмите DISPLAY, чтобы отобразить меню Display.

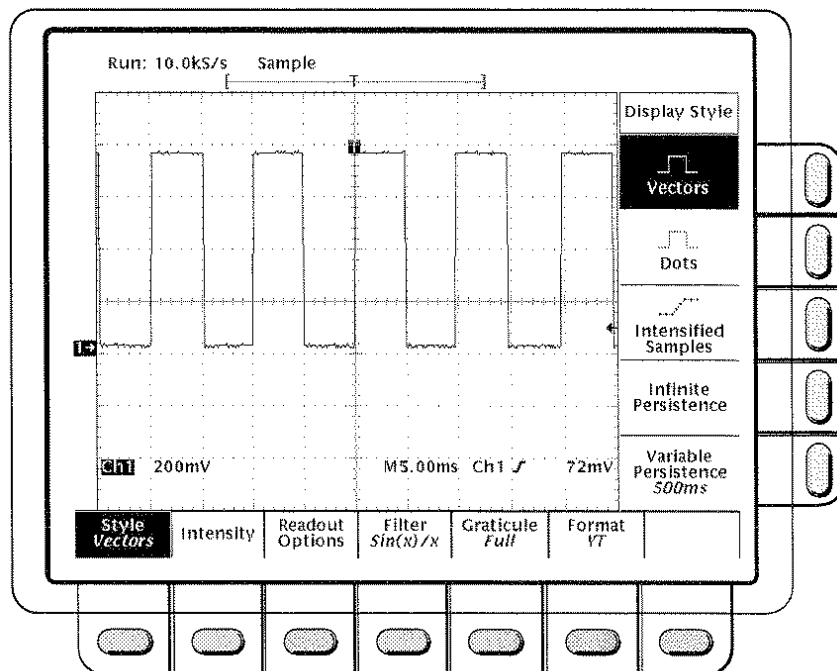


Рисунок 3-12: Стиль меню дисплея

Стиль отображения

PreНажмите DISPLAY Style (основной) - Векторы, усиленные образцы, точки, бесконечное постоянство или вариативное постоянство (сбоку) (рис. 3-12).ss DISPLAY _Style (main) - Vectors, Intensified Samples, Dots,

- "Векторы" - отображение векторов (линий) между точками записи.
- Точки отображают точки записи сигнала в виде точек.

- В расширенных образцах точки записи сигналов также отображаются в виде точек. Однако фактически выбранные точки отображаются более интенсивно по сравнению с интерполированными точками. (Контраст между реальной и интерполированной точками установлен на фиксированное значение.)

Ид о полнение к выбору «Усиленные семплы» в боковом меню осциллографа должен выполнять интерполяцию (эквивалентное время должно быть выключено) или масштабирование с его расширением по горизонтали больше 1X. См. Интерполяцию на стр. 2-18; см. начало увеличения на стр. 3-11 О.

■ Variable Persistence позволяет точкам записи накапливаться на экране во время многих измерений и оставаться отображаемыми только в течение определенного интервала времени. В этом режиме дисплей ведет себя как аналоговый осциллограф. Вы вводите время для этой опции с помощью универсальной ручки.

■ Бесконечная стойкость позволяет точкам записи накапливаться до тех пор, пока вы не измените какой-либо элемент управления (например, масштабный коэффициент), что приведет к стиранию изображения.

интенсивность

Intensity позволяет вам установить общий уровень, интенсивность (яркость) текста / сетки и осциллограммы. Чтобы установить интенсивность контраста части задержки сигнала:

Press **DISPLAY-+ Intensity** (main) **Overall, Text/Grat, Waveform**, or

Нажмите DISPLAY- + Intensity (main) Вцero, Text / Grat, Waveform или Contrast (side). Введите процентные значения интенсивности с помощью универсальной ручки.

Регулировки интенсивности All работают в диапазоне от 20% (почти полностью выключено) до 100% (полностью яркое).

Контрастность работает в диапазоне от 100% (по контрасту) до 250% (усиленная часть при полной яркости).

НОТА

Расширенная настройка Timebase в горизонтальном меню вызывает

зона на форме волны должна быть усилена относительно остальной формы волны. Если контраст установлен на 100%, вы не сможете отличить усиленную часть от остальной формы волны, потому что обе имеют одинаковую яркость.

Показание дисплея

Параметры считывания определяют, будут ли на дисплее отображаться индикатор запуска, полоса уровня запуска и текущая дата и время. Эти параметры также определяют, какой стиль отображается полоса уровня триггера, длинная или короткая.

1. Нажмите DISPLAY- + Readout (главное).
2. Переключите Display 'T' @ Trigger Point (сбоку), чтобы выбрать, отображать ли а Т, обозначающую точку запуска. Вы можете выбрать ON или OFF. (Точка триггера указывает положение триггера в записи сигнала.)
3. Переключите стиль панели триггеров (сбоку), чтобы выбрать короткую или длинную полосу триггера или отключить полосу триггера. (См. Рис. 3-13. Обратите внимание, что оба стиля показаны для иллюстрации, но вы можете отображать только один стиль за раз.)

Полоса запуска отображается только в том случае, если источником запуска является активный отображаемый сигнал. Кроме того, при отображении срабатываний триггеров задержки отображаются две полосы запуска: одна для основного и одна для временной развертки с задержкой. Полоса запуска - это визуальный индикатор уровня запуска. Иногда, особенно при использовании функции бумажного копирования, вы можете захотеть отобразить на экране текущую дату и время. Для получения дополнительной информации об отображении и установке даты и времени см. «Отметка даты / времени на вашей печатной копии» на стр. 3-33.)

4. Press **Display Date/Time** (side) to turn it on or off. Push **Clear Menu** to

Нажмите «Показать дату / время» (сбоку), чтобы включить или выключить его. Нажмите «Очистить меню», чтобы увидеть текущую дату и время. (Обратите внимание, что если дата и время не были установлены с момента последнего включения осциллографа, отображается сообщение с инструкциями по установке даты и времени.)

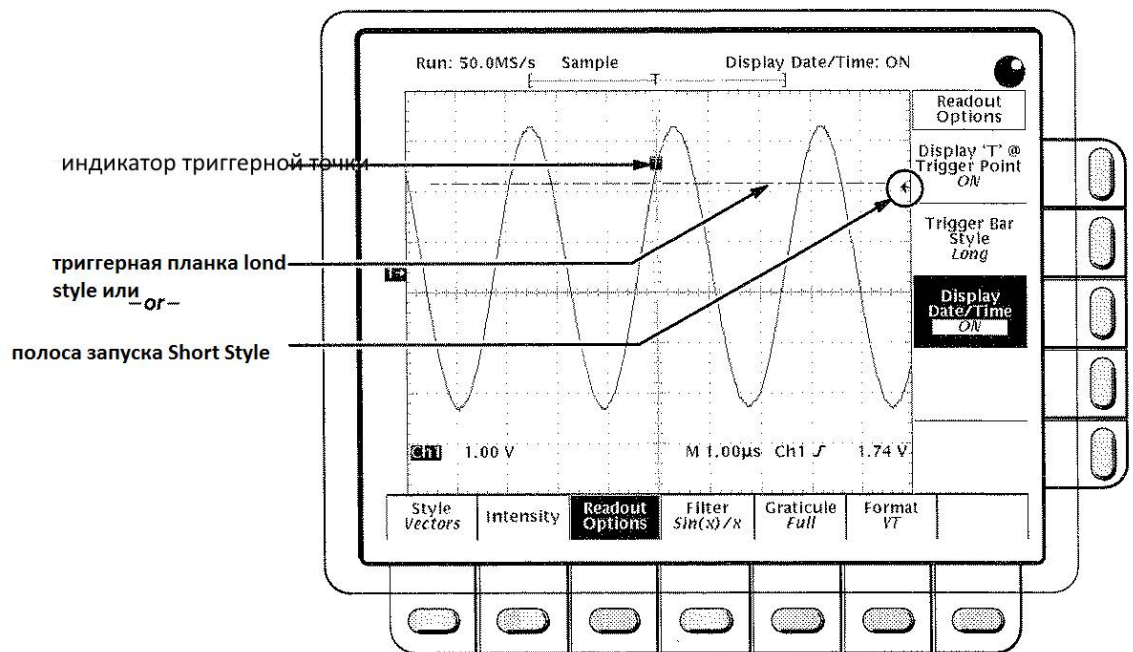


Рисунок 3-13: Индикаторы точки срабатывания и уровня

Фильтр Type

Типы фильтров отображения: интерполяция $\sin(x)/x$ и линейная интерполяция. Для получения дополнительной информации см. Стр. 2-18. Нажмите DISPLAY ... Фильтр (основной) - Интерполяция $\sin(x)/x$ или Линейная интерполяция (боковая).

NOTE

Интерполяция происходит, когда горизонтальный масштаб настроен на скорости выше 500 нс / дел, или при использовании функции ZOOM для отображения волновых форм по горизонтали. (Тип фильтра, linear или sin (x) / (x), зависит от того, который установлен в Display тепи.) В противном случае интерполяция не выполняется. необходимо. См. Раздел «Выборка и оцифровка» на стр. 2-17, где обсуждается выборка и добавление интерполяции.

Сетка Type

Чтобы изменить масштабную сетку:

Нажмите DISPLAY-> Graticule (main) - + Full, Grid, Cross Hair или Frame (сбоку).



- Полный: сетка, перекрестие и рамка.
- Сетка отображает рамку и сетку.
- Перекрестие обеспечивает прицел и рамку.
- Рамка отображает только Рамку

Формат

Есть два вида формата: YТ и XY.

YТ- традиционный формат отображения осциллографа. На нем показано напряжение сигнала (вертикальная ось), изменяющееся во времени (горизонтальная ось).

Формат XYсравнивает уровни напряжения двух точек записи осциллограмм Ёу точки. То есть оцифровывающий осциллограф отображает график зависимости напряжения одной записи сигнала от напряжения другой записи сигнала. Этот режим особенно полезен для изучения фазовых соотношений.

Чтобы установить формат оси отображения:

Нажать DISPLAY- + Format (основной) XYили YТ (боковой).

Когда вы выбираете режим XY, выбранный вами вход назначается оси цифровой осциллограф автоматически выбирает вход оси Y (см. Table 3-3).

Table 3-3: Пары формата XY

Канал оси Y	
Канал оси X	(Исправлена)
(Выбирается пользователем)	Ch 2 (All models)
Ch 1 (All models)	Ch 4 (TDS 420 and TDS 460 only)
Ch 3 (TDS 420 and TDS 460 only)	

For More Information

Например, если вы нажмете кнопку CH 1, оцифровывающий осциллограф отобразит график уровней напряжения канала 1 по оси X в зависимости от уровней напряжения канала 2 по оси Y. Это происходит независимо от того, отображаете ли вы сигнал канала 2 в формате YT. 11 позже вы нажмете кнопку WAVE-FORM OFF для канала 1 или 2, оцифровывающий осциллограф удалит график XY канала 1 относительно канала 2.

Так как выбор YT или XY влияет только на отображение, ручки шкалы и положения по горизонтали и вертикали и меню управляют одними и теми же параметрами независимо от выбранного режима. В частности, в режиме XY горизонтальная шкала продолжает управлять временной разверткой, а горизонтальное положение продолжает определять, какая часть сигналов отображается.

Формат XY представляет собой отображение только точек, хотя может иметь постоянство. Выбор векторного стиля не действует при выборе формата XY. Вы не можете отображать математические осциллограммы в формате XY. Они исчезают с дисплея при выборе XY.

Edge Triggering (запуск по краю)

Событие запуска по фронту происходит, когда источник запуска проходит через указанный уровень напряжения в указанном направлении (наклон запуска). Скорее всего, вы будете использовать запуск по фронту для большинства ваших измерений. Вы можете выбрать источник кромки, соединение, уклон, уровень и режим (автоматический или нормальный). На экране триггера показаны некоторые ключевые параметры триггера (рисунок 3-14).

Показания Edge Trigger

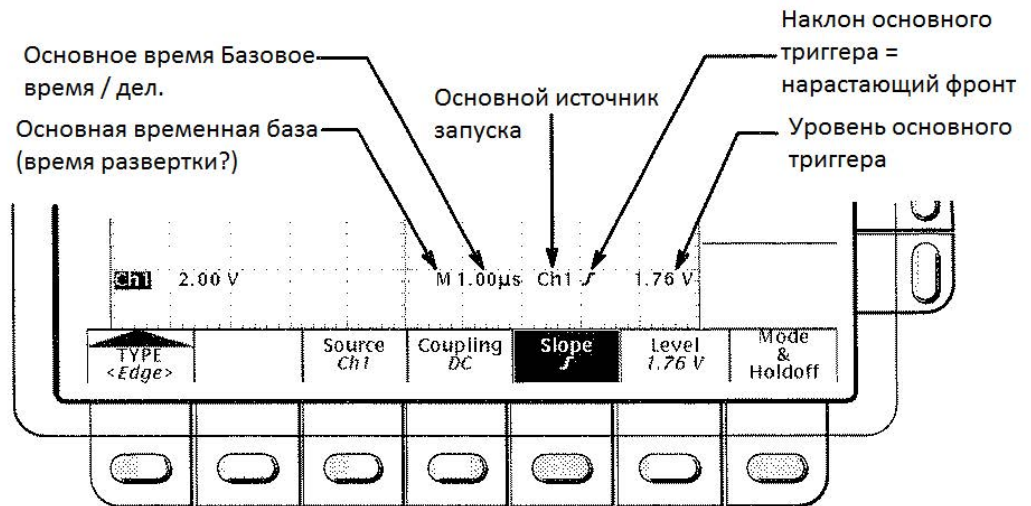


Рисунок 3-14: Показания краевого триггера

Operation

Меню Edge Trigger позволяет выбрать источник, связь, наклон, уровень запуска, режим и удержание.

Чтобы вызвать меню Edge Trigger:

Нажмите TRIGGER MENU-> Type (главное) - Edge (всплывающее) (см. Рисунок 3-15).

Источник

Чтобы выбрать источник для триггера:

Оп TDS 420 и TDS 460, нажмите TRIGGER MENU Type (главное) - Edge

(всплывающее) - + Источник (основной) __, Канал 1, Канал 2, Ch3, Канал 4, Линия AC или Вспомогательный (боковой).

На TDS 410 нажмите TRIGGER MENU -> Type (основное) - Edge (всплывающее) -> Source (основное) - + Ch1, Ch2, AC Line или AUX (сбоку).

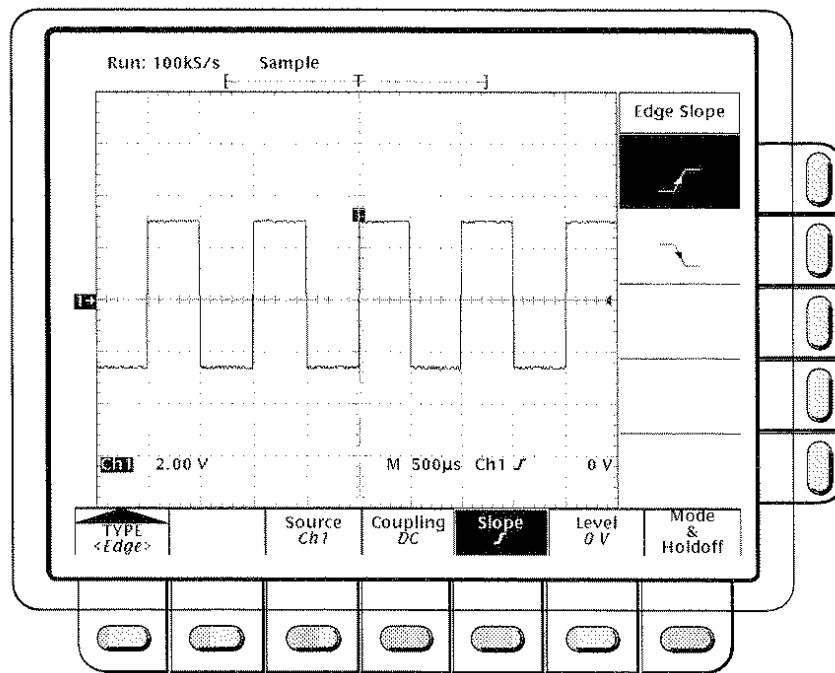


Рисунок 3-15: Главное меню триггеров - край Type

Связь

Чтобы выбрать нужную муфту:

Нажмите TRIGGER MENU - Type (главное) - + Edge (всплывающее) ..., Cou-pling (main) _, DC, AC, HF Rej, LF Rej или Noise Rej (сбоку).

DC

AC ~ ~



- Постоянный ток пропускает весь входной сигнал. Другими словами, он пропускает в цепь триггера как AC, так и постоянный ток.
- AC пропускает только переменные составляющие входного сигнала (выше 30 Гц). Удаляет составляющую постоянного тока из сигнала запуска.
- HF Rej удаляет высокочастотную часть сигнала запуска. Это позволяет передавать в систему запуска только низкочастотные компоненты, чтобы начать сбор данных. Подавление высоких частот ослабляет сигналы выше 30 кГц.

- LF Rej делает противоположность подавлению высоких частот. Подавление низких частот ослабляет сигналы ниже 80 кГц.
- Noise Rej обеспечивает более низкую чувствительность. Требуется дополнительная амплитуда сигнала для срабатывания стоянки, что снижает вероятность ложного срабатывания по шуму.

Наклон

Для выбора крутизны срабатывания фронта оп:

1. Нажмите TRIGGER MENU-> Type (основное) -> Edge (всплывающее) - + Slope (основное), чтобы выбрать наклон для триггера по фронту.
2. Альтернативными вариантами наклона являются нарастающие и спадающие кромки.

Уровень

Нажмите TRIGGER MENU - + Type (основное) - + Edge (всплывающее) - + Level (основное) - Level, Set to TTL, Set to ECL, or Set to 50% (side).

- Уровень позволяет ввести уровень запуска с помощью универсальной ручки.
- При установке на TTL уровень срабатывания устанавливается на + 1,4 В
- При установке на ECL уровень срабатывания устанавливается на -1,3В.

НОТА

Когда пользователи устанавливают значения вольт / дел ниже 200 мВ, осциллограф уменьшает триггер / уровни Set to TTL или Set to ECL ниже стандартных TTL и ECL / уровней. Это происходит из-за того, что диапазон уровня триггера зафиксирован на уровне ± 12 делений от центра. При 100 мВ (следующая настройка sm / 1-er после 200 мВ) диапазон срабатывания составляет $\pm 1,2$ В, что меньше типичного уровня TTL (+1,4 В) или ECL (-1,3 В).

- Установка на 50% фиксирует уровень запуска примерно на 50% от размаха сигнала источника запуска.

Режим и задержка

Вы можете изменить время задержки и выбрать режим триггера с помощью этого пункта меню. См. «Запуск» на стр. 2-11 для получения более подробной информации.

1. Нажмите TRIGGER MENU ..., Mode & Holdoff (main) - Auto или Normal (сбоку).

■ В автоматическом режиме осциллограф регистрирует сигнал по истечении определенного времени, даже если триггер не срабатывает. Время ожидания осциллографа зависит от настройки временной развертки.

■ В нормальном режиме осциллограф регистрирует сигнал только при наличии действующего триггера.

2. Чтобы изменить время задержки, нажмите Holdoff (сбоку). Введите значение в%, используя универсальную ручку.

Если вы хотите ввести большое число с помощью универсальной ручки, нажмите кнопку SHIFT, прежде чем поворачивать ручку. Когда горит индикатор рядом с кнопкой SHIFT, а на дисплее в правом верхнем углу отображается «Крупные ручки», скорость работы универсальной ручки значительно увеличивается.

Задержка устанавливается от 0% (минимальная доступность задержки) до 100% (максимальная доступность). См. Типичные минимальные и максимальные значения в разделе Holdoff, Varia Ae, Main Trigger на странице A-22 Приложения В.

Задержка автоматически сбрасывается на 0%, когда вы меняете настройку основного времени / деления. Однако он не сбрасывается, если вы изменяете время / деление временной развертки с задержкой (то есть, когда установка временной развертки в горизонтальном меню расширено или только с задержкой).

For More Information

См. Запуск на стр. 2-11.

См. Запуск на странице 3-94.

Твердая копия

Вы можете получить копию дисплея оцифрованного осциллографа, используя функцию бумажного копирования. В зависимости от выбранного формата вывода вы создаете либо изображение, либо сюжет. Изображения являются прямым отображением на экране цифрового осциллографа. Графики представляют собой векторные (графические) представления изображения. На разных копируемых устройствах используются разные форматы. Оцифровывающий осциллограф поддерживает следующие форматы:

Форматы печатных копий

- HP Thinkjet
- HP Deskjet
- HP Laserjet
- Seiko DPU 411/412
- Цветная печать HPGL

- Epson®
- Interleaf®
- Tag Image File Format (TIFF®)
- PC Paintbrush® (PCX®)
- Microsoft Windows® file format (BMP®)
- Encapsulated Postscript® (Image, Mono Plot, and Color Plot)

Некоторые форматы, в частности Interleaf, Postscript, TIFF, PCX, BMP и HPGL, совместимы с различными пакетами очистки рабочего стола. Это означает, что вы можете вставлять файлы, созданные с помощью осциллографа, непосредственно в документ на любой из этих настольных систем очистки.

Форматы EPS Mono и Color совместимы с цветным принтером Tektronix Phaser, HPGL совместим с плоттером Tektronix HC100, а Epson совместим с принтером Tektronix HC200.

Перед тем как сделать распечатку, вам необходимо настроить параметры связи и печатной копии. В этом обсуждении предполагается, что копируемое устройство уже подключено к порту GPIB на задней панели. Если это не так, см. Стратегии подключения на стр. 3-35.

Operation

Установка параметров связи

Для настройки параметров связи:

1. Нажмите SHIFT UTILITY - Система (основная) - + 1/0 (всплывающая) - Конфигурация (основная) (см. Рисунок 3-16).
2. Нажмите Hardcopy (Talk Only) (сбоку).

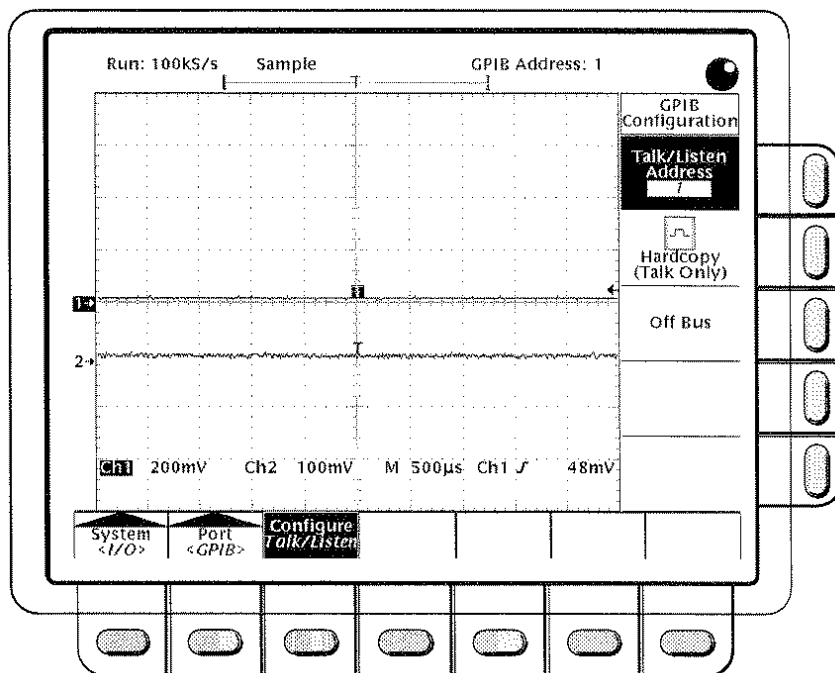


Рисунок 3-16: Система меню утилит 1/0

Настройка параметров печатной копии

Чтобы указать формат печатной копии, макет и тип порта, используя меню печатной копии:

1. Нажмите SHIFT HARDCOPY MENU, чтобы вызвать меню Hardcopy.
2. Нажмите Формат (основной) - Thinkjet, Deskjet, Laserjet, Epson, Interleaf, TIFF, PCX, BMP, EPS Image, EPS Mono, EPS Color (EPS означает Encapsulated Postscript) или HPGL (сбоку). (Нажмите -more- (сбоку), чтобы увидеть все эти варианты формата.)
3. Нажмите SHIFT HARDCOPY MENU - Макет (основной) - Альбомный или Книжный (сбоку) (см. Рисунок 3-17).
4. Нажмите SHIFT HARDCOPY MENU - Port (main), чтобы указать выходной канал для отправки вашей печатной копии. Если ваш прибор не оборудован опцией 13, единственный выбор - GPIB. (Если ваш прибор оснащен опцией 13, см. опцию 1 семейства TDS в Инструкции Магия / для настройки печатной копии через порты RS-232 и Centronics.)

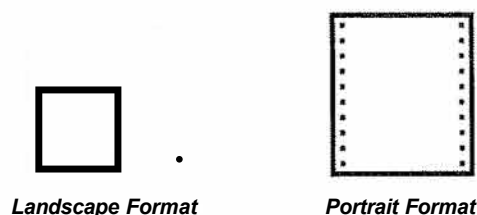


Figure 3-17: Hardcopy Formats

Печать бумажной копии

Вы можете распечатать одну бумажную копию или отправить дополнительные бумажные копии в катушку (очередь), ожидая окончания печати более ранних копий! Чтобы распечатать ваши бумажные копии: Нажмите **HARDCOPY**, чтобы распечатать документ.

Пока распечатка отправляется на принтер, на осциллографе отображается сообщение «Выполняется печатная копия - нажмите **HARDCOPY**, чтобы отменить».

Чтобы остановить и отказаться от отправки печатной копии, снова нажмите **HARDCOPY**.

пока распечатанная копия сообщения находится на экране.

Чтобы добавить дополнительные бумажные копии в катушку принтера, снова нажмите **HARDCOPY** после того, как сообщение об обработке печатной копии будет удалено с экрана.

Вы можете добавлять бумажные копии в катушку, пока она не заполнится.

Когда катушка заполняется путем добавления бумажной копии, сообщение «Печатная копия в процессе - нажмите **HARDCOPY** для отмены» остается. Вы можете прервать отправку последней печатной копии, нажав кнопку, пока сообщение еще отображается. Когда принтер опустошит достаточное количество катушки! О завершите добавление последней бумажной копии, он сделает это, а затем удалит сообщение.

Чтобы удалить все бумажные копии с катушки:

Нажмите **SHIFT HARDCOPY MENU -> Clear Spool (main) -> OK**

Подтвердите **Clear Spool** (сбоку).

Осциллограф использует любую неиспользуемую оперативную память при загрузке копий на принтеры. Размер o! поэтому катушка может быть разной. Количество бумажных копий, которые можно буферизовать, зависит от трех вариантов:

- количество неиспользуемой оперативной памяти
- выбранный формат печатной копии
- сложность отображения

Дата / время на вашей печатной копии

Вы можете отображать текущую дату и время на экране, чтобы они отображались на распечатываемых вами бумажных копиях.

Отметьте дату и время на вашей бумажной копии:

1. Нажмите DISPLAY - Readout Options (main) - Display Date and Time (side), чтобы переключить настройку на Оп.
 2. Дата и время сохраняются за счет батареи, и их не нужно устанавливать каждый раз при включении осциллографа. Если дата и время не установлены, отображается сообщение с указанием сделать это. В этом случае пропустите шаги 3 и 4 и перейдите к шагу 5.
 3. Нажмите «Очистить меню», чтобы удалить меню с дисплея и отобразить дату и время. См. Рисунок 3-18. (Дата и время удаляются с дисплея при отображении меню.)
 4. Нажмите HARDCOPY, чтобы распечатать документ с отметкой даты и времени.
- Если вам нужно установить дату и время на осциллографе:

5. Нажмите SHIFT UTILITY Config (всплывающее) Set Date & Time (main) -

Год, день, месяц, час или минута.

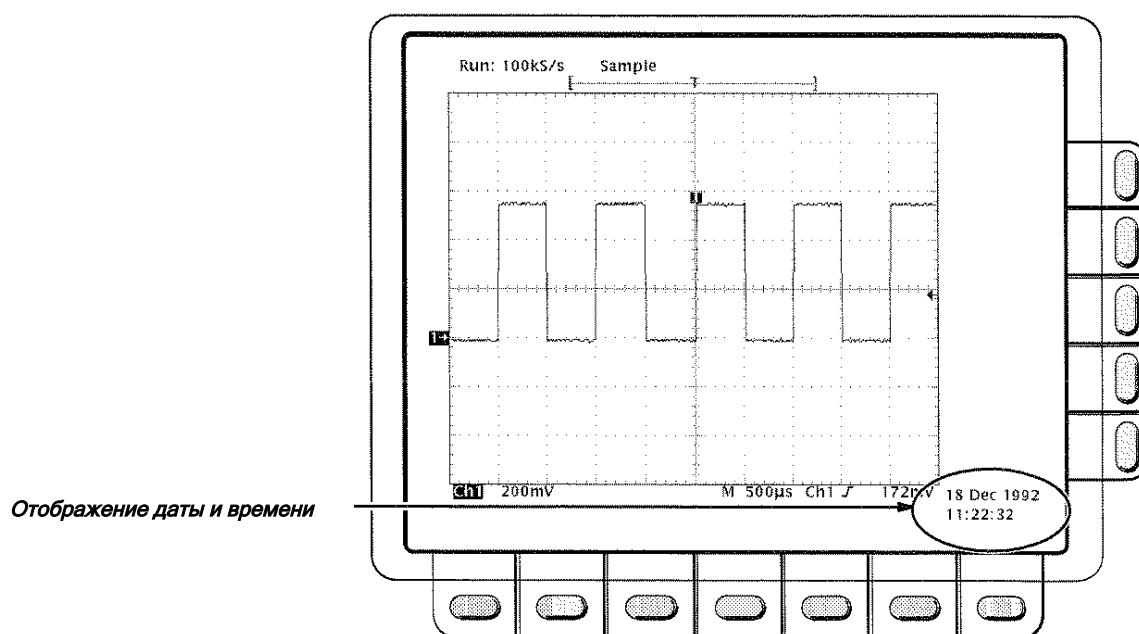


Рисунок 3-18: Отображение даты и времени

6. С помощью ручки общего назначения установите для выбранного параметра желаемое значение.
7. Повторите шаги 5 и 6, чтобы установить другие параметры по желанию.
8. Нажмите OK Enter Date / Time (сбоку), чтобы новые настройки вступили в силу. Это устанавливает секунды на ноль.

NOTE

*При установке часов вы можете установить время немного позже текущего и подождать, пока оно догонит. Когда настанет текущее время до установленного времени, нажатие **Ok Enter Date / Time** (сбоку) синхронизирует установленное время с текущим временем*

gНажмите **CLEAR MENU**, чтобы увидеть дату / время, отображаемые с новыми настройками.

Стратегии подключения

1 O. Нажмите **HARDCOPY**, чтобы распечатать документ с отметкой даты и времени.

Способность оцифровывающего осциллографа печатать копии своего дисплея во многих форматах (см. Стр. 3-31) дает вам гибкость при выборе устройства для печати копий. Это также упрощает размещение копий экрана осциллографа в настольной системе очистки.

Однако, поскольку оцифровывающий осциллограф имеет только порт интерфейса GPIB, а многие копировальные устройства имеют только порты RS-232 или Centronics, вам нужна стратегия подключения для отправки бумажных данных с оцифровывающего осциллографа на принтер или плоттер. Существуют три таких стратегии:

NOTE

Если ваш прибор оснащен опцией 13, ваш осциллограф / осциллограф имеет порт RS-232 и порт Centronics в дополнение к порту GPIB. См. Руководство по эксплуатации для семейства TDS, вариант 1 ½, чтобы узнать, как настроить печать напрямую через порты RS-232 и Centronics.

- Используйте принтер / плоттер с разъемом GPIB.
- Используйте преобразователь GPIB-to-Centronics или GPIB-RS-232 Uox.
- Отправьте данные на компьютер с портами GPIB и RS-232 или Centronics.

Использование устройства для печати на основе GPIB

Вы можете подключить оцифровывающий осциллограф напрямую к твердотельному устройству на основе GPIB (см. Рисунок 3-19). Примером печатного устройства GPIB является плоттер Tektronix HC100.

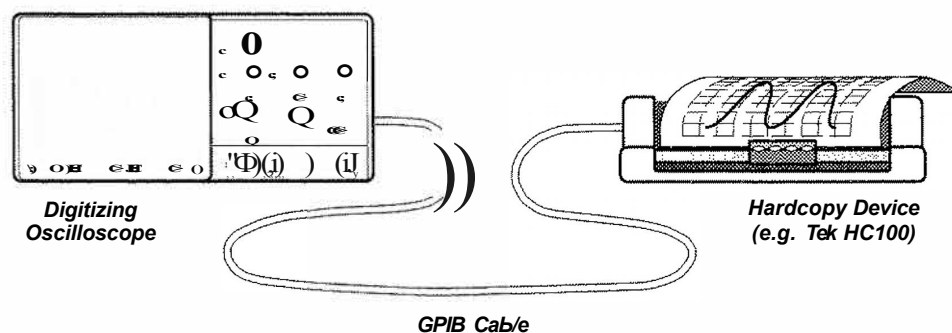


Рисунок 3-19: Подключение оцифровывающего осциллографа напрямую к копировальному устройству

Использование преобразователя GPIB в Centronics или GPIB в RS-232
 Вы можете установить преобразователь интерфейса GPIB-to-Centronics или GPIB-to-RS-232 между оцифровывающим осциллографом и копировальным устройством RS-232 или Centronics (см. Рисунок 3-20). Например, GPIB-PRL от National Instruments (преобразователь из GPIB в Centronics) позволяет делать трафаретные отпечатки на матричном принтере Tektronix HC200 с одним портом Centronics.

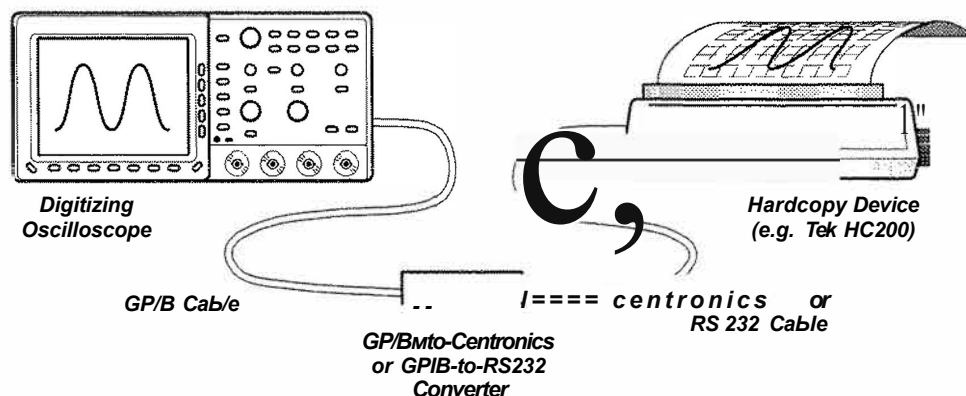


Figure 3-20: Connecting the Digitizing Oscilloscope and Hardcopy Device Via a Converter

Using a Controller

You can put a controller with two ports between the digitizing oscilloscope and the hardcopy device (see Figure 3-21). One port must be a GPIB and the other must be either an RS-232 or a Centronics port.

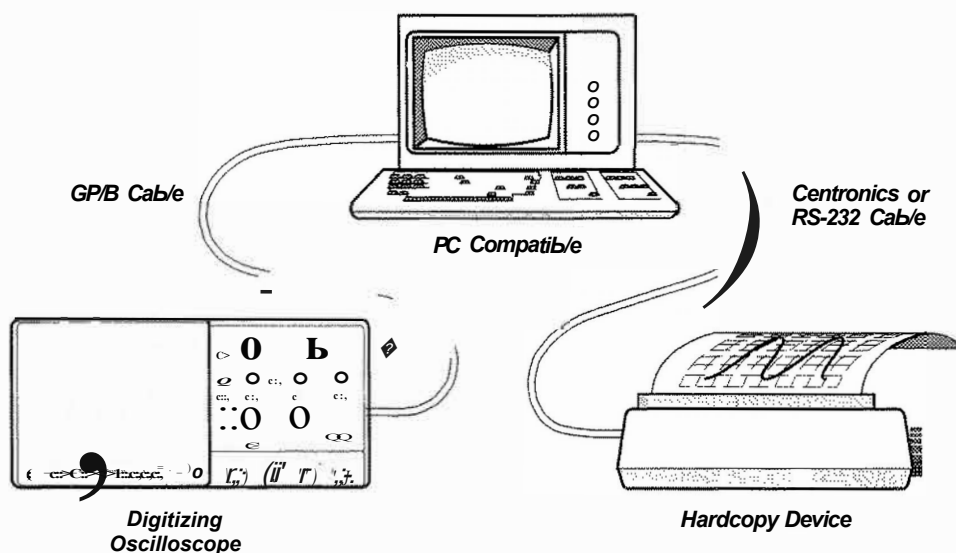


Figure 3-21: Connecting the Digitizing Oscilloscope and Hardcopy Device Via a PC

If your controller is PC-compatible and it uses the Tektronix GURU or S3FG21 O(National Instruments GPIB-PCII/IIA) GPIB package, you can operate this setup as follows:

1. Use the MS-DOS *cd* command to move to the directory that holds the software that came with your GPIB board. For example, if you installed the software in the GPIB-PC directory, type: **cd GPIB-PC**
2. Run the IBIC program that came with your GPIB board. Type: **IBIC**
3. Type: **IBFIND DEV1** where "DEV1" is the name for the digitizing oscilloscope you defined using the IBCONF.EXE program that came with the GPIB board.

NOTE

If you defined another name then, of course, use it instead of "DEV1". Also, remember that the device address of the digitizing oscilloscope as set with the JBCONF.EXE program should match the address set in the digitizing oscilloscope Utility menu (typically, use "1").

Making hardcopies using some hardcopy formats may generate a time-out on your controller. If a time-out occurs, increase the time-out setting of your controller software.

4. Type: **IBWRT "HARDCOPV START"**. Be sure the digitizing oscilloscope Utility menu is set to **Talk/Listen** and not **Hardcopy (Talk Only)** or you get an error message at this step. Setting the digitizing oscilloscope Utility menu was described in the start of this Hardcopy section under the heading *Setting Communication Parameters*.
5. Type: **IBRDF <Filename>where** <Filename> is a valid DOS file name you want to call your hardcopy information. It should be s 8 characters long with up to a 3 character extension. For example, you could type *"ibrdf screen1"*.
6. Exit the IBIC program by typing: **EXIT**
7. Type: **COPY <Filename> <Output port> ** where <Filename> is the name you defined in step 5 and <Output port> is the PC output port your hardcopy device is connected to (such as LPT1 or LPT2). Copy the data from your file to your hardcopy device. First, ensure your printer or plotter is properly attached to your PC. Then copy the file. For example, if your file is called *screen1* and your printer is attached to the *lpt1* parallel port, type *"copy screen1 lpt1: /B"*.

Your hardcopy device should now print a picture of the digitizing oscilloscope screen.

For More Information

See *Remote Communication*, on page 3-76.

See the *TDS Family Option 13 Instruction Manual* (Option 13 equipped instruments only).

Пункты меню, отображаемые при первом нажатии HELP, остаются на экране. Он-лайн справка доступна для каждого пункта меню, отображаемого при первом нажатии кнопки HELP. Если вы находитесь в режиме справки и хотите увидеть справку по выбору из не отображаемых меню, вы сначала выйдите из режима справки, отобразите меню, в котором вы хотите получить информацию, и снова нажмете СПРАВКА, чтобы снова войти в режим справки.

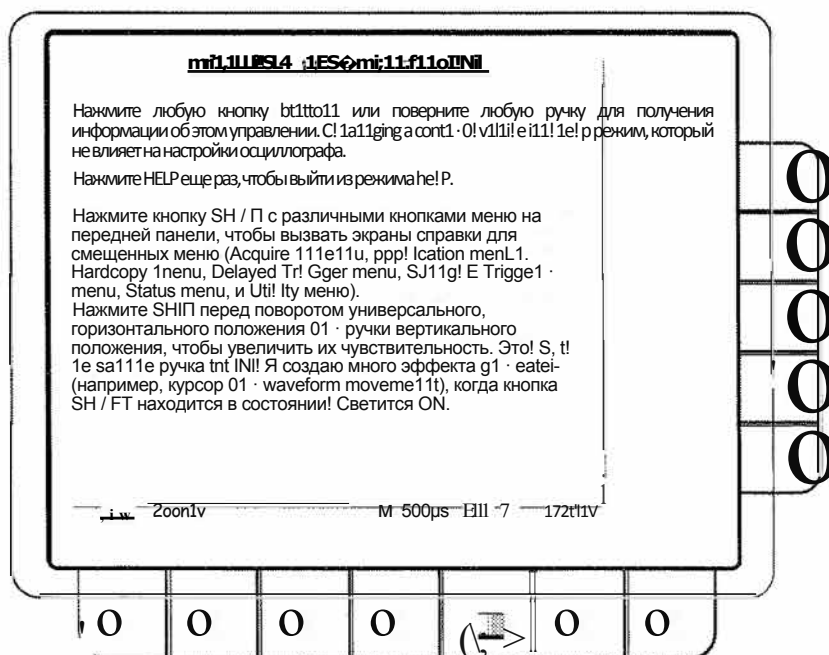


Рисунок 3-22: Начальный экран справки

Горизонтальный контроль

Горизонтальные ручки

Вы можете контролировать горизонтальную часть о! отображение (развертка времени) с помощью горизонтального меню и регуляторов. Изменяя горизонтальный масштаб, вы можете сфокусироваться на определенной части сигнала. Регулируя горизонтальное положение, вы можете перемещать осциллограмму вправо или влево, чтобы увидеть различные ее части. Это особенно полезно, когда вы используете записи большего размера и не можете просмотреть всю форму сигнала на одном экране.

Чтобы изменить масштаб и положение по горизонтали, используйте ручки POSITION и SCALE по горизонтали (см. Рисунок 3-23). Эти регуляторы управляют временной разверткой и горизонтальным расположением формы сигнала на экране. Когда вы используете либо горизонтальную ручку SCALE, либо POSITION, вы воздействуете на все отображаемые записи формы волны.

Когда вы используете либо горизонтальные ручки SCALE, либо POSITION, вы влияете на все отображаемые записи сигналов. 11 вы хотите, чтобы регулятор POSITION двигался быстрее, нажмите кнопку SHIFT. Когда индикатор над кнопкой переключения передач светится, а на дисплее в правом верхнем углу отображается сообщение «Крупные ручки», ручка POSITION значительно ускоряется.

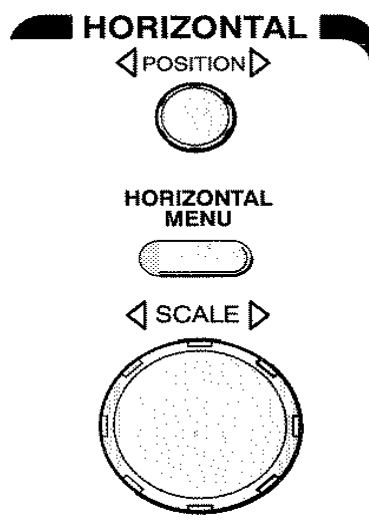


Figure 3-23: Horizontal Controls

Горизонтальные показания

В верхней части дисплея Окно записи показывает размер и расположение! запись формы сигнала и расположение триггера относительно дисплея (см. Рисунок 3-24). Индикация Time Base справа внизу o! на дисплее отображаются настройки времени / деления и соответствующая временная развертка (основная или отложенная) (см. Рисунок 3-24).

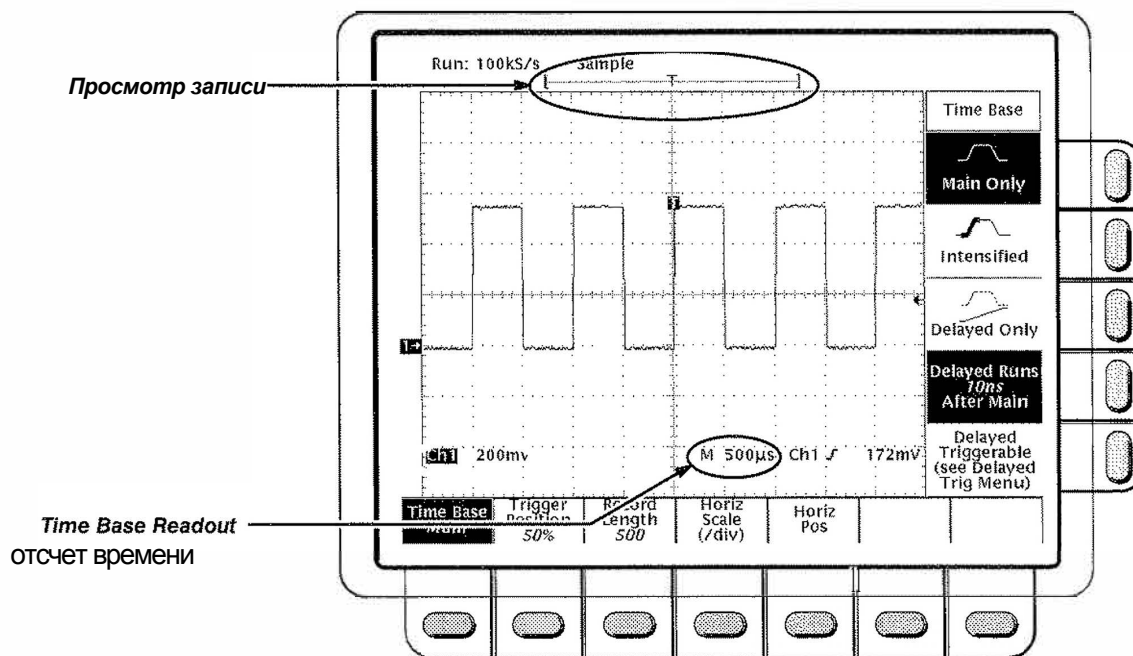


Рисунок 3-24: Просмотр записи и показания временной развертки

Horizontal Menu

Горизонтальное меню позволяет выбрать основной или отложенный вид временной развертки для сбора данных. Он также позволяет вам установить длину записи, установить положение триггера и изменить положение или масштаб.

Основная и отсроченная временная база

Чтобы выбрать между основным и отложенным видами временной развертки:

Нажмите HORIZONTAL MENU ..., Time Base (main) ..., Main Only, Intensified, или Только задержка (сбоку).

При усиленном нажатии кнопки отображается усиленная зона, показывающая, где может произойти длительность записи отложенного триггера относительно основного триггера. Начало o! усиленная зона соответствует возможной точке запуска отложенного триггера. Конец зоны соответствует концу записи осциллограммы.

Чтобы узнать, как изменить интенсивность нормального и усиленного сигнала, см. Раздел «Режимы отображения» на стр. 3-22.

Вы также можете выбрать «Отложенные запуски после основного» или «Отложенный запуск». Для получения дополнительной информации об использовании этих двух пунктов меню см. Деактивированный запуск на стр. 3-16.

Положение триггера

Чтобы определить, какая часть записи является предтриггерной, а какая посттриггерной, используйте пункт меню Положение триггера:

Нажмите ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ МЕНЮ $\rightarrow$ Положение триггера (основное) - + Установить на 10%, Установить на 50% или Установить на 90% (сбоку), или нажмите Предзапуск (сбоку) и используйте ручку общего назначения.

Длина записи

Чтобы установить длину записи осциллограммы, нажмите ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ МЕНЮ - + Длина записи (основная). В боковом меню перечислены различные варианты дискретной длины записи.

NOTE

Если пользователь выбрал самую длинную длину записи, доступную в горизонтальном режиме, тогда уои не может выбрать Hi Res в качестве режима сбора данных. Это связано с тем, что в режиме высокого разрешения используется в два раза больше памяти для сбора данных, чем в других режимах сбора данных. Если одновременно выбрать высокое разрешение и самую длинную запись по горизонтали, осциллографу будет не хватать памяти.

Горизонтальный масштаб

Чтобы изменить масштаб по горизонтали (время на деление) численно в меню вместо использования ручки Horizontal SCALE:

Press Нажмите ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ МЕНЮ - + Горизонтальная шкала (основная) Основная шкала или Задержанная шкала (сбоку) и используйте ручку общего назначения для изменения значений шкалы. ORIZONTAL MENU $\rightarrow$ Horiz Scale (main) Main Scale or

NOTE

Когда вы устанавливаете горизонтальный масштаб на 50 мс или меньше, осциллограф переходит в режим вращения. Вы можете прочитать о режиме прокрутки, начиная со стр. 3-80.

Горизонтальное положение

Вы можете установить для горизонтального положения определенные значения в меню вместо использования ручки Horizontal POSITION.

Нажмите HORIZONTAL MENU - + Horiz Pos (main) - + Set to 10%.

Установите значение 50% или Установите значение 90% (сбоку), чтобы выбрать, какая часть сигнала будет отображаться слева от центра экрана.

Вы также можете контролировать, влияет ли изменение настройки горизонтального положения на все отображаемые формы сигналов, только на живые сигналы или только на выбранную форму сигнала. Параметр «Фиксация по горизонтали» в меню «Масштаб» определяет, какие формы сигналов регулирует ручка горизонтального положения независимо от того, установлено ли масштабирование или нет. В частности, он действует следующим образом:

- Нет - только текущая выбранная форма волны может быть увеличена и расположена по горизонтали.
- Каналы Live-all можно масштабировать и размещать по горизонтали одновременно
- Отображаемые все осциллограммы (каналы, математические вычисления и / или эталонные) можно одновременно масштабировать и располагать по горизонтали.

См. «Масштаб» на стр. 3-11 О, чтобы узнать, как настроить функцию горизонтальной блокировки.

См. Раздел «Масштабирование и позиционирование сигналов» на стр. 2-22.

См. Отложенный запуск, на стр. 3-16.

См. Масштаб, на стр. 3-11 О.

**For More
Information**

Ограничение тестирования

Тестирование пределов дает возможность автоматически сравнивать каждую входящую форму волны с формой волны шаблона. Вы устанавливаете огибающую вокруг формы сигнала и позволяете оцифровывающему осциллографу находить формы сигнала, выходящие за эти пределы. Обнаружив такую форму сигнала, оцифровывающий осциллограф может сгенерировать распечатку, позвонить в звонок, остановиться и дождаться вашего ввода или любую комбинацию этих действий.

Когда вы используете функцию тестирования пределов, первая задача - создать шаблон проверки пределов из формы сигнала. Затем укажите канал для сравнения с шаблоном. Затем вы указываете действие, которое следует предпринять, если данные входящего сигнала превышают установленные пределы. Наконец, включите тестирование пределов, чтобы заданные вами параметры вступили в силу.

Operation

К тестированию лимита доступа:

Нажмите SHIFT ACQUIRE MENU, чтобы открыть меню получения.

Создать шаблон проверки пределов

Чтобы использовать входящий или сохраненный сигнал для создания шаблона предельного теста, сначала выберите источник.

1. На TDS 420 и TDS 460 нажмите Create Limit Test Template (main)...

Источник шаблона (сбоку) - Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, Math1, Math2, Math $\pm$, Ref1, Ref2, Ref $\pm$ или Ref4 (сбоку).

On TDS 410, нажмите Create Limit Test Template (main) ... Template Source (side) ..., Ch1, Ch2, Math1, Math2, Math3, Ref1, Ref2, Ref $\pm$ или Ref4 (сбоку). (См. Рисунок 3-25).

НОТА

Шаблон будет более гладким, если вы получите шаблон сигнала в режиме усреднения. Если вы не знаете, как это сделать, см. Режимы сбора данных на стр. 3-6.

Если вы выбрали источник, выберите место назначения для шаблона.

2. Press **Template Destination** (side) **Ref1, Ref2, Ref3, or Ref4.**

Нажмите «Назначение шаблона» (сбоку) Ref1, Ref2, Ref $\pm$ или Ref4.

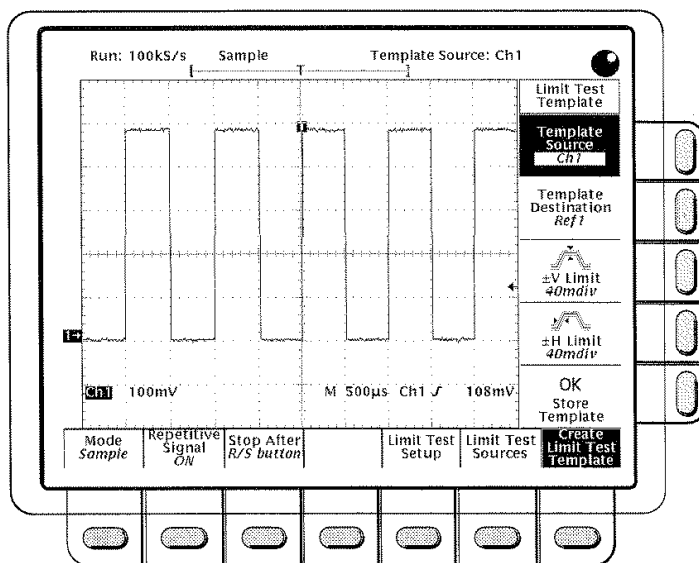


Рисунок 3-25: Меню получения - Создать шаблон теста пределов

Теперь создайте конверт, указав степень отклонения от шаблона, которую вы будете терпеть. Значения допусков выражены в долях от основного деления. Они представляют собой величину, на которую входящие данные формы сигнала могут отклоняться без превышения пределов, установленных в предельном тесте. Диапазон составляет от 0 (форма входящего сигнала должна быть точно такой же, как у источника шаблона) до 5 основных делений допуска.

3. Нажмите $\pm V$ Limit (сбоку). Введите значение допуска по вертикали (напряжения), используя универсальную ручку.
 4. Нажмите $\pm H$ Limit (сбоку). Введите значение допуска по горизонтали (времени), используя универсальную ручку.
 5. После того, как вы указали желаемый шаблон теста лимитов, нажмите OK Store Template (сбоку). Это действие сохраняет указанную форму сигнала в указанном месте назначения с использованием указанных допусков. Пока вы этого не сделаете, форма сигнала шаблона определена, но не создана. 11, если вы хотите создать еще один шаблон проверки пределов, сохраните его в другом месте назначения, чтобы избежать перезаписи только что созданного шаблона.
- Если вы хотите просмотреть созданный вами шаблон, нажмите кнопку БОЛЬШЕ. Затем нажмите кнопку, соответствующую выбранной вами эталонной памяти. Форма волны появится на дисплее.

NOTE

Для просмотра данных формы сигнала, а также огибающей шаблона, используйте стиль отображения точек (см. Режимы отображения на стр. 3-22).

Ограничение источников тестов

Теперь укажите канал, который будет получать сигналы для сравнения с шаблоном, который вы создали.

1. На TDS 420 и TDS 460 нажмите SHIFT ACQUIRE MENU - Limit Test Sources (main) - Compare Ch1 to, Compare Ch2 to, Compare Ch3 to, or Compare Ch4 to (side).

На TDS 41 О нажать SHIFT ACQUIRE MENU-> Limit Test

Источники (основные) - Сравните Ch1 с, сравните Ch2 с, (сторона).

2. После того, как вы выбрали один из каналов в качестве источника сигнала в боковом меню, нажмите ту же кнопку бокового меню, чтобы переключиться на одну из эталонных ячеек памяти, в которой вы сохранили шаблон (или используйте универсальную ручку).

Допустимый выбор - любой о! четыре опорных сигнала с Ref1 по Ref4 или None. Выбор «Нет» отключает проверку пределов для указанного канала.

NOTE

Укажите ту же эталонную память, которую вы выбрали в качестве шаблона

пункт назначения, если вы хотите использовать только что созданный шаблон уои.

Если вы создали более одного шаблона, вы можете сравнить один канал с одним шаблоном, а другой канал с другим шаблоном.

Настройка предельного теста

Теперь укажите действие, которое следует предпринять, если данные осциллограммы превышают пределы, установленные в шаблоне проверки пределов.

1. Нажмите SHIFT ACQUIRE MENU - + Limit Test Setup (главная), чтобы вызвать боковое меню возможных действий.

2. Убедитесь, что на боковой кнопке, соответствующей желаемому действию, написано ВКЛ.

- 1! если вы хотите отправить команду распечатки, когда данные осциллограммы превышают установленные пределы, переключите Печатная копия, если условие выполнено (сбоку) в положение ВКЛ. (Не забудьте настроить систему бумажных копий. Подробнее см. Печатная копия на стр. 3-31.)

- 11 вы хотите, чтобы звонок звонил, когда данные осциллограммы превышают установленные пределы, переключите Звонок, если условие выполнено (сбоку) в положение ВКЛ.

- Если вы хотите, чтобы оцифровывающий осциллограф останавливался, когда данные осциллограммы превышают установленные пределы, установите для параметра «Остановить после выполнения предельного условия проверки» (сбоку) значение ВКЛ.

НОТА

Кнопка / отмеченная значком «Остановить после выполнения условия предельного теста» соответствует соответствующему пункту Limit Test Condition Met тепи в пункте Stop After main тепи. Уои могут включить эту кнопку в настройках предельного теста тепи, но уои не могут ее выключить. Чтобы выключить его, нажмите «Остановить после» и укажите один из вариантов в поле «Остановить после».

сторона тепи.

Теперь, когда вы настроили инструмент для проверки пределов, вы должны включить проверку пределов, чтобы любое из этих действий вступило в силу.

3. Убедитесь, что для проверки пределов (сбоку) указано ВКЛ. Если он показывает OFF, нажмите Limit Test.

Убедитесь, что для проверки пределов (сбоку) указано ВКЛ. Если он показывает OFF, нажмите один раз Limit Test (сбоку), чтобы переключить его в положение ON.

Если для параметра Limit Test выбрано значение ON, оцифровывающий осциллограф сравнивает входящие сигналы с шаблоном сигналов, хранящимся в эталонной памяти, в соответствии с настройками в боковом меню Limit Test Sources.

Одиночные и множественные формы волны

Вы можете сравнить один сигнал с одним шаблоном, несколько сигналов с одним шаблоном или несколько сигналов, каждый из которых сравнивается с его собственным шаблоном. Как работает Limit Test, зависит от того, какой тип этих сравнений вы выберете. Сравнение одиночных сигналов

При сравнении одиночного сигнала с одиночным шаблоном учитывайте следующие рабочие характеристики:

- Форма сигнала перемещается по горизонтали, чтобы переместить первую выборку в записи формы сигнала, выходящую за пределы шаблона, в центральный экран.
- Положение шаблона формы сигнала соответствует положению сигнала.

Множественные сравнения сигналов

При сравнении одной или нескольких форм сигналов, каждая с общим шаблоном или со своим собственным шаблоном, учитывайте следующие рабочие характеристики

- Вы должны установить «Горизонтальная блокировка» на «Нет» в боковом меню «Масштаб» (нажмите «МАСШТАБ» и переключите «Горизонтальная блокировка» на «Нет»).
- При установке блокировки по горизонтали, как только что описано, осциллограф перемещает каждую осциллограмму по горизонтали, чтобы переместить первую выборку в записи осциллограммы, выходящую за пределы шаблона, в центральный экран.
- Если вы сравниваете каждую форму сигнала с ее собственным шаблоном, положение каждого шаблона формы сигнала отслеживает положение его формы волны.

- Если вы сравниваете две или более сигналов с общим шаблоном, этот шаблон отслеживает положение неисправной формы сигнала. Если во время одного захвата не удастся несколько сигналов, шаблон отслеживает положение сигнала в канале с самым высоким номером (CH 4 или CH 2, в зависимости от номера модели TDS вашего оцифровывающего осциллографа).

For More Information

См. «Приобретение» на стр. 2-17.

См. Раздел «Режимы отображения» на стр. 3-20.

Раздел «Режимы отображения» на стр. 3-22.

Zoom на стр. 3-110.

Система измерения

Существуют различные способы измерения свойств сигналов. Вы можете использовать сетку, курсор или автоматические измерения. В этом разделе описаны автоматические измерения; курсоры и сетки описаны в другом месте. (См. Измерения курсора на странице 3-11 и Измерения на странице 2-26.)

Автоматические измерения обычно более точны и быстрее, чем, например, ручной подсчет делений координатной сетки. Осциллограф постоянно обновляет и отображает эти измерения. (Существует также способ отобразить все измерения а! Один раз см. Снимок измерений на странице 3-58.)

При автоматических измерениях параметры формы сигнала рассчитываются на основе полученных данных. Измерения выполняются по всей записи сигнала или области, указанной вертикальными курсорами, если были запрошены стробированные измерения. (См. Стр. 3-54 для обсуждения стробированных измерений.) Они выполняются не только для отображаемых частей сигналов.

Цифровые осциллографы серии TDS 400 позволяют выполнять 25 автоматических измерений (см. Table 3-4).

Ниже приведены краткие определения автоматизированных измерений в оцифровывающем осциллографе (подробнее см. Приложение С: Алгоритмы, стр. А-24).

Определения

Table 3-4: Определения измерений

Name	определения
 Amplitude	<i>Измерение напряжения. Высокое значение за вычетом нижнего значения, измеренного по всей форме сигнала или стробированной области.</i> <i>$Amplitude = High - Low$</i>
 Area	Измерение напряжения во времени. Площадь всей осциллограммы или стробируемой области в вольт-секундах. Площадь, измеренная над землей, положительна; площадь под землей отрицательная.
 Cycle Area	Измерение напряжения во времени. Площадь за первый цикл формы сигнала или первый цикл в стробированной области в вольт-секундах. Площадь, измеренная над землей, положительна; площадь под землей отрицательная.
 Burst Width	Измерение времени. Продолжительность всплеска. Измеряется по всей форме волны или стробированной области.
 Cycle Mean	Измерение напряжения. Среднее арифметическое за первый цикл в форме волны или за первый цикл в стробированной области.
 Cycle RMS	Измерение напряжения. Истинное среднеквадратичное значение напряжения в первом периоде формы волны или первом цикле в стробированной области.

Table 3-4: Определения измерений (продолжение)

Name	Definition
 Delay	Измерение времени. Время между пересечениями Mid Ref двух разных трасс или закрытая область трасс.
 Fall Time	Измерение времени. Время, необходимое для того, чтобы задний фронт первого импульса в осциллограмме или стробированной области упал от значения High Ref (по умолчанию = 90%) до значения Low Ref (по умолчанию = 10%) от его конечного значения.
 Frequency	Измерение времени для первого цикла сигнала или стробированной области. Величина, обратная периоду. Измеряется в герцах (Гц), где 1 Гц = 1 цикл в секунду.
 High	Значение используется как 100%, когда требуются значения High Ref, Mid Ref и Low Ref (например, при измерениях времени спада и времени нарастания). Вычисляется с использованием метода минимума / максимума или гистограммы. Метод min / max использует найденное максимальное значение. Метод гистограммы использует наиболее распространенное значение, находящееся выше средней точки. Измеряется по всей осциллограмме или стробированной зоне.
 Low	Значение используется как 0%, когда требуются значения High Ref, Mid Ref и Low Ref, например, при измерениях времени спада и времени нарастания. Может быть рассчитано с использованием метода минимума / максимума или гистограммы. При использовании метода min / max это минимальное найденное значение. При использовании метода гистограммы он относится к наиболее частому значению, находящемуся ниже средней точки. Измеряется по всей осциллограмме или стробированной зоне.
 Maximum	Измерение напряжения. Максимальная амплитуда. Обычно максимальное положительное пиковое напряжение. Измеряется по всей осциллограмме или стробированной зоне.
 Mean	Измерение напряжения. Среднее арифметическое по всей форме сигнала или стробированной области.
 Minimum	Измерение напряжения. Минимальная амплитуда. Обычно максимальное отрицательное пиковое напряжение. Измеряется по всей осциллограмме или стробированной зоне.
 Negative Duty Cycle	Измерение времени первого цикла сигнала или стробированной области. Отношение ширины отрицательного импульса к периоду сигнала, выраженное в процентах.
 Negative Over-shoot	Измерение напряжения. Измеряется по всей осциллограмме или стробированной зоне.
 Negative Width	Измерение времени первого импульса в форме волны или в стробированной области. Расстояние (время) между точками MidRef (по умолчанию 50%) амплитуды отрицательного импульса.
 Peak to Peak	Измерение напряжения. Абсолютная разница между максимальной и минимальной амплитудой для всей формы сигнала или стробированной области.
 Phase	Измерение времени. Сумма сигнала опережает или отстает во времени. Выражается в градусах, где 360 ° составляют один цикл сигнала.

Таблица 3-4: Определения измерений (продолжение)

Name	Определение
 Period	Измерение времени. Время, необходимое для появления первого полного цикла сигнала в форме волны или в стробированной области. Величина, обратная частоте. Измеряется в секундах.
 Positive Duty Cycle	Измерение времени первого цикла сигнала или стробированной области. Отношение ширины положительного импульса к периоду сигнала, выраженное в процентах. <i>Положительный рабочий цикл =</i>
 Positive Over-shoot	Измерение напряжения по всей форме волны или стробированной области.
 Positive Width	Измерение времени первого импульса в форме волны или в стробированной области. Расстояние (время) между точками MidRef (по умолчанию 50%) амплитуды положительного импульса.
 Rise time	Измерение времени. Время, необходимое переднему фронту первого импульса в форме сигнала или стробированной области, чтобы подняться от значения Low Ref (по умолчанию = 10%) до значения High Ref (по умолчанию = 90%) от его конечного значения.
 RMS	Измерение напряжения. Истинное среднеквадратичное значение напряжения по всей форме сигнала или стробированной области.

Дисплей измерений Область считывания результатов измерений находится на правой стороне осциллограммы.

окно. Вы можете отображать и постоянно обновлять до четырех измерений одновременно. При отображении меню значения отображаются в области координатной сетки. Если область меню пуста, то результаты отображаются в крайнем правом углу (см. Рисунок 3-26).

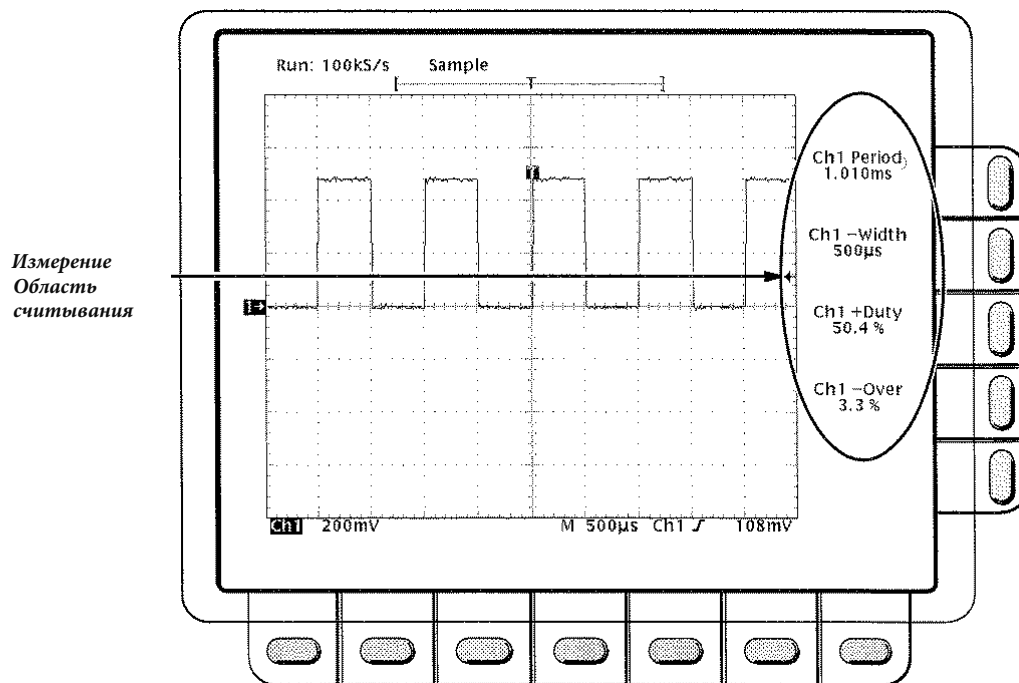


Рисунок 3-26: Показания измерений

Operation

Чтобы использовать автоматические измерения, вам в первую очередь необходимо обеспечить постоянное отображение формы сигнала для измерения. Может помочь нажатие на AUTOSET. Когда у вас будет постоянный дисплей, нажмите ИЗМЕРИТЬ, MEASURE чтобы открыть меню Измерение.

(Рисунок 3-27).

Выбор измерения

Измерения производятся для выбранной формы сигнала. На дисплее измерений отображается канал, на котором выполняется измерение.

1. Нажмите MEASURE - выберите Measmnt (main).
2. Выберите измерение в боковом меню.

Ниже приведены советы по выполнению автоматических измерений:

■ Одновременно можно выполнять не более четырех измерений. Чтобы добавить пятую часть, вы должны удалить одно или несколько существующих измерений.

- Чтобы изменить источник для измерений, просто выберите другой канал, а затем выберите нужные измерения.
- Будьте осторожны при автоматических измерениях зашумленных сигналов. Вы можете измерить частоту шума, а не желаемую форму волны.

Ваш оцифровывающий осциллограф помогает идентифицировать такие ситуации, отображая предупреждающее сообщение о низкой амплитуде сигнала или низком разрешении.

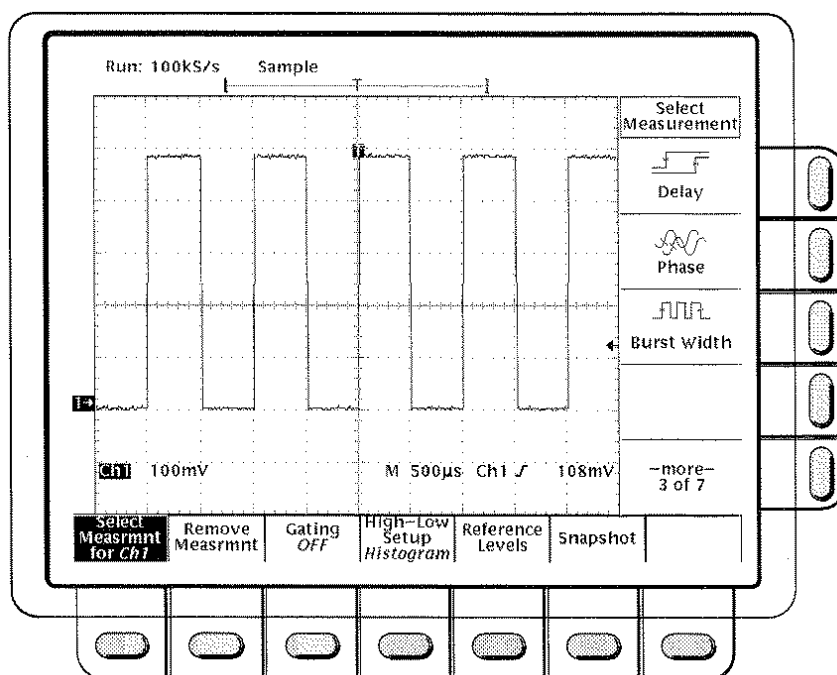


Рисунок 3-27: Меню измерений

Удаление измерений

Выбор Remove Measrmnt предоставляет явный выбор для удаления измерений с дисплея в соответствии с их положением считывания. Измерение 1 - это верхний результат. Измерение 2 находится под ним и так далее. После того, как результат измерения отображается в области экрана, он остается на своем месте, даже если вы удалите все показания измерений над ним. Чтобы удалить измерения:

1. Нажать MEASURE- + Remove Measrmnt (main).
2. В боковом меню выберите измерение, которое нужно удалить. Если вы хотите удалить все измерения одновременно, нажмите «Измерения All» (сбоку).

Стробированные измерения

Функция стробирования позволяет ограничить измерения определенной частью сигнала. Когда стробирование выключено, осциллограф выполняет измерения по всей записи сигнала. Когда стробирование активировано, отображаются вертикальные курсоры. Используйте эти курсоры для определения участка сигнала, который осциллограф должен измерить. Это называется закрытой зоной.

1. Нажмите MEASURE Gating (main) -> Gate with V Bar Курсоры (сбоку) (see Figure 3-28).

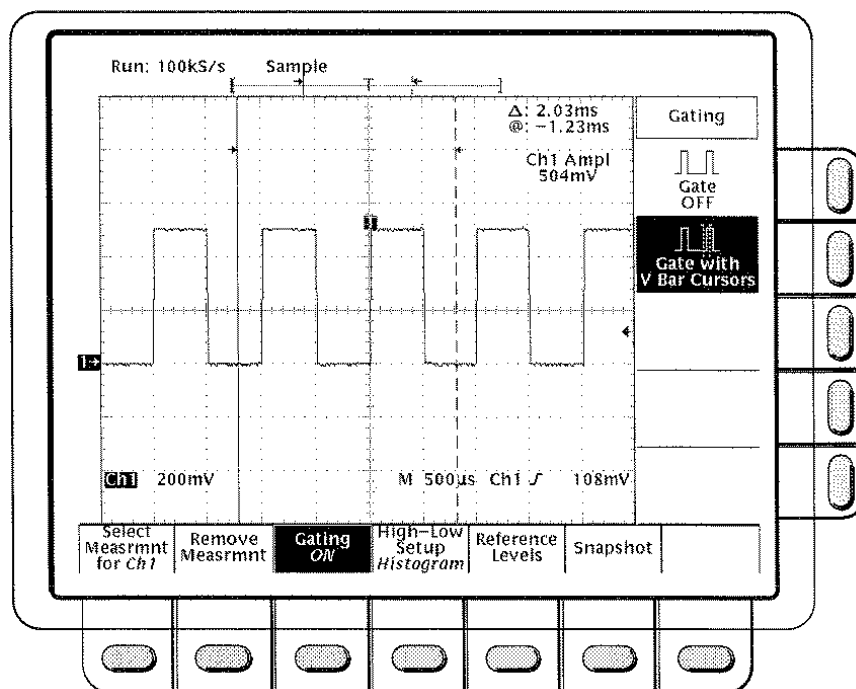


Рисунок 3-28: Стробирование меню измерений

2. Используя ручку общего назначения, переместите выбранный (активный) курсор.

Нажмите TOGGLE, чтобы изменить активный курсор.

Отображение меню курсора и выключение курсоров V Bar не выключает стробирование. (Стрелки стробирования остаются на экране, указывая область, в которой стробируется измерение.) Вы должны выключить стробирование в боковом меню стробирования.

NOTE

Курсоры отображаются относительно выбранной формы сигнала. Если вы выполняете измерение с использованием двух сигналов, это может стать источником путаницы. Если вы отключите горизонтальную синхронизацию и отрегулируете горизонтальное положение одного сигнала независимо от другого, курсоры появятся в требуемой позиции относительно выбранной формы сигнала. Стробированные измерения остаются точными, но отображаемые положения курсоров изменяются при изменении выбранной формы сигнала.

Настройка высокого-низкого

Пункт «Настройка высоких и низких значений» предоставляет два варианта определения осциллографом высоких и низких уровней сигналов. Это гистограмма и мин-макс.

- Гистограмма устанавливает значения статистически. Он выбирает наиболее распространенное значение выше или ниже средней точки (в зависимости от того, определяет ли оно верхний или нижний опорный уровень). Поскольку этот статистический подход игнорирует краткосрочные aberrации (выбросы, звон и т. Д.), Гистограмма - лучшая настройка для исследования импульсов.
- Мин-макс использует максимальное и наименьшее значения записи сигнала. Этот параметр лучше всего подходит для исследования сигналов, у которых нет больших плоских участков при общем значении, таких как синусоидальные и треугольные волны - практически любой формы сигнала, кроме импульсов.

Как использовать высокий-низкий setup:

Нажмите MEASURE - High-Low Setup (основная) Гистограмма или Мин-Макс. сторона). Если вы выберете Мин-Макс, вы также можете проверить и / или изменить значения с помощью главного меню Контрольных уровней.

Контрольные уровни

После определения опорных уровней оцифровывающий осциллограф использует их для всех измерений, требующих этих уровней. Чтобы установить контрольные уровни:

1. Нажмите MEASURE- + Reference Levels (main) - Set Levels (боковая сторона), чтобы выбрать, будут ли эталоны заданы в% относительно высокого (100%) и низкого (0%) или явно заданы в единицах выбранной формы сигнала (обычно вольт). См. Рисунок 3-29. Используйте ручку общего назначения для ввода значений.

■% - выбор по умолчанию. Это полезно для приложений общего назначения.

■ Единицы полезны для установки точных значений. Например, если вы пытаетесь измерить технические характеристики цепи RS-232-C, вы можете установить уровни точно на значения напряжения спецификации RS-232-C, определяя верхнее и нижнее опорные значения в единицах измерения.

2. Нажмите High Ref, Mid Ref, Low Ref или Mid2 Ref (сбоку).



■ High Ref - устанавливает высокий опорный уровень. По умолчанию 90%.

■ Mid Ref - устанавливает средний опорный уровень. По умолчанию 50%.

■ Low Ref - устанавливает низкий опорный уровень. По умолчанию 10%.

■ Mid2 Ref - устанавливает средний опорный уровень, используемый для второго сигнала, указанного в измерениях задержки или фазы. По умолчанию 50%.

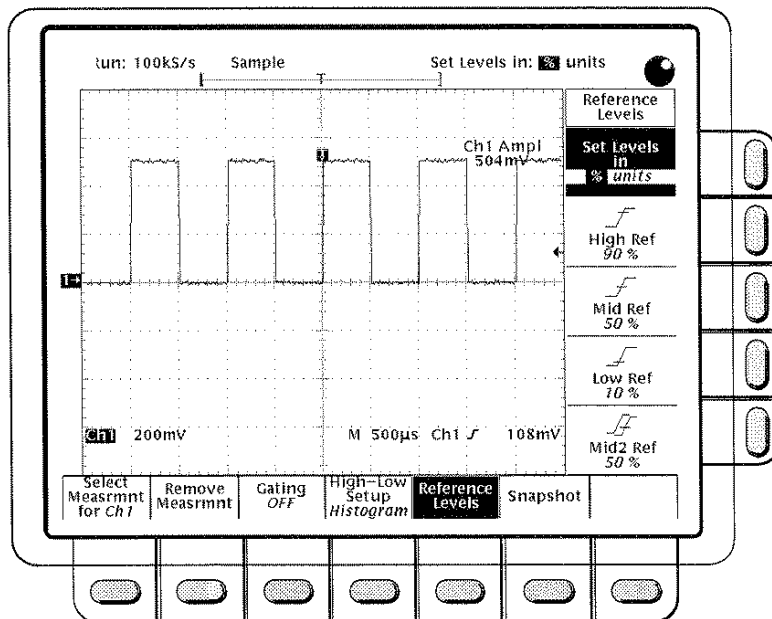


Рисунок 3-29: Контрольные уровни меню измерения

Измерение задержки

Измерение задержки позволяет вам измерять от края выбранного сигнала до края другого сигнала. Вы получаете доступ к меню измерения задержки через главное меню измерения:

Нажмите MEASURE ..., выберите Measrmnt (main) ..., Delay (side). Это вызовет главное меню измерения задержки (рисунок 3-30).

Задержка до - чтобы выбрать сигнал, который вы хотите измерить, используйте пункт главного меню Задержка до. Форма волны, по которой вы выполняете измерения, является выбранной формой волны.

1. Press **MEASURE...**, **Select Measrmnt (main)** - **Delay (side)** ..., **Delay**

Нажмите MEASURE ..., выберите Measrmnt (main) - Delay (side) ..., Delay® (main) - + Measure Delay to.

2 Press **Measure Delay to** (side) repeatedly or turn the general purpose

Несколько раз нажмите кнопку измерения задержки в сторону () или поверните ручку общего назначения, чтобы выбрать задержку сигнала. Для TDS 420 и TDS 460 доступны следующие варианты: Ch1, Ch2, Ch3, Ch4; и Math1, Math2, Math3, Ref1, Ref2, Ref3 и Ref4.

Для TDS 410 возможны следующие варианты: Ch1, Ch2; и Math1, Math2, Math3, Ref1, Ref2, Ref3 и Ref4.

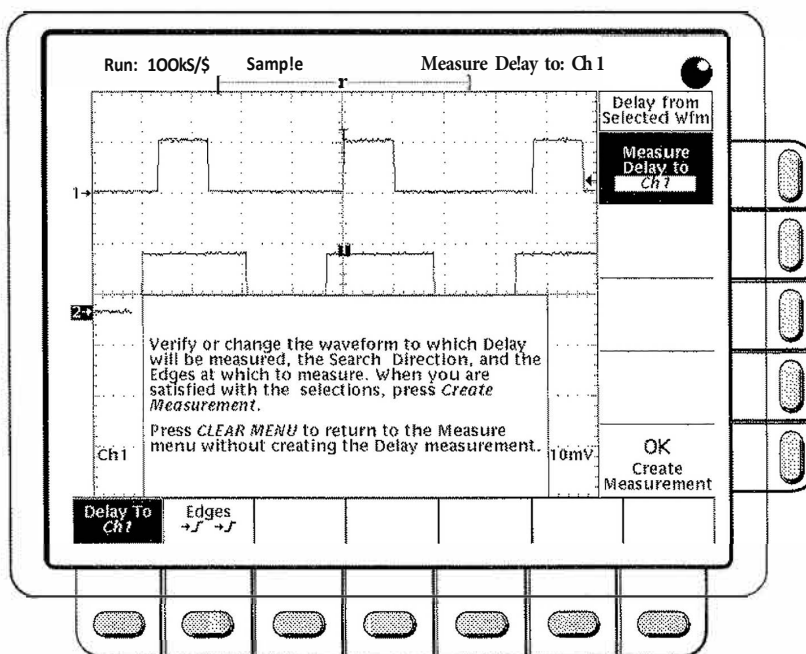


Рисунок 330. Меню измерения задержки Задержка То

Задержка краев - пункт главного меню «Края» позволяет указать, между какими краями вы хотите, чтобы измерения с задержкой выполнялись между ними.

Нажмите MEASURE- + Select Measmnt (main) - + Delay (side)

Кромки (основные). Появится боковое меню границ и направлений задержки. Выберите одну из комбинаций, отображаемых в боковом меню. Верхний сигнал на каждом значке представляет сигнал от начала, а нижний - сигнал до.

Стрелки направления выбора позволяют вам указать прямой поиск для обоих сигналов или прямой поиск для сигнала от и поиск назад для сигнала. Последний вариант полезен для выделения определенной пары ребер из потока.

Снимок измерений

Создание измерения задержки - после того, как вы указали формы сигналов, между которыми вы измеряете, и какие фронты использовать, вам необходимо уведомить оцифрованный осциллограф, чтобы продолжить измерение.

Нажать Delay To (main) OK Create Measurement (side).

Чтобы выйти из меню измерения задержки без создания измерения задержки, нажмите CLEAR MENU, что вернет вас в меню измерения. Иногда вам может понадобиться увидеть на экране все автоматизированные измерения одновременно. Для этого используйте Snapshot. Snapshot выполняет все измерения одиночной формы сигнала, доступные для выбранной формы сигнала, и отображает результаты. (Измерения не обновляются постоянно.) Отображаются все измерения, перечисленные в Table 3-4 на стр. 3-49, за исключением задержки и фазы. (Задержка и фаза - это измерения с двумя сигналами и недоступны в Snapshot.)

Область считывания для моментального снимка измерений представляет собой всплывающий экран, который при отображении покрывает около 80% площади сетки (см. Рисунок 3-31). Вы можете отображать снимок любого канала или справочной памяти, но одновременно может отображаться только один снимок.

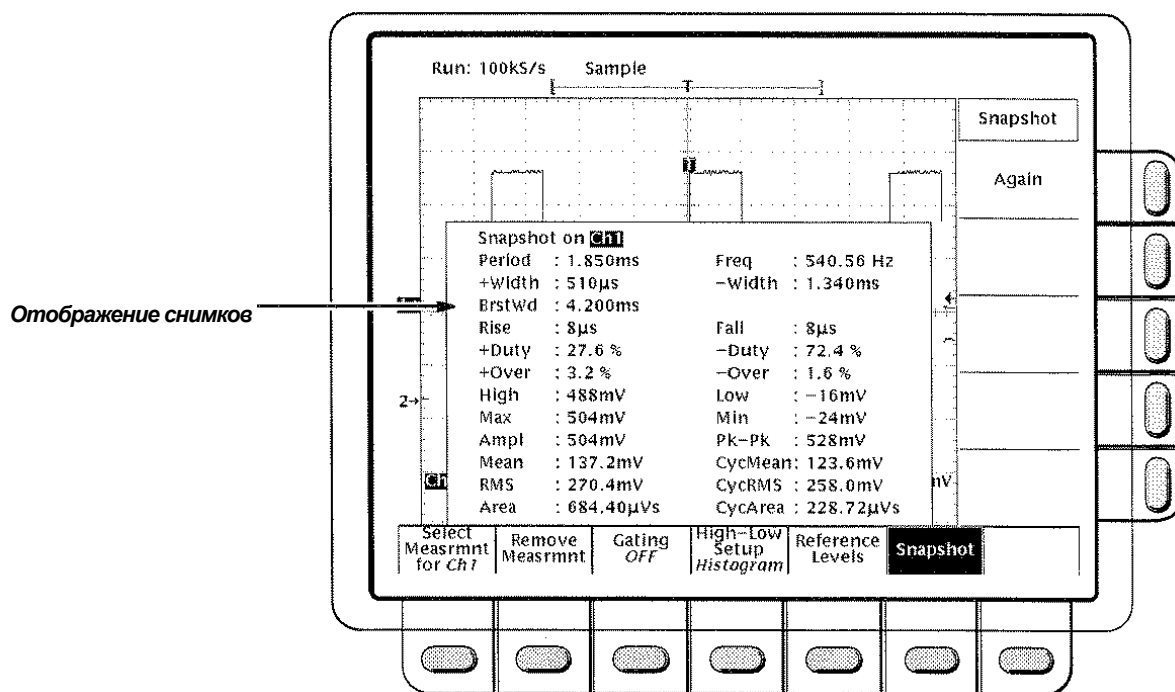


Figure 3-31: Snapshot Menu and Readout

Чтобы использовать моментальный снимок, выберите постоянное отображение формы сигнала для измерения. Может помочь нажатие на AUTOSET.

1. Нажмите ИЗМЕРИТЬ меасуре ..., SNAPSHOT (главный).

2. Нажмите SNAPSHOT (основной) или AGAIN (боковой), чтобы сделать еще один моментальный снимок.

Обратите внимание на то, что на экране снимка отображается канал, на котором создается снимок.

3. Нажмите "Удалить измерение".

Соображения при создании снимков

При использовании снимка помните о следующих моментах:

- Перед тем, как сделать снимок, убедитесь, что осциллограмма отображается правильно. Снимок не предупреждает, если сигнал неправильно масштабирован (клиппирование, низкая амплитуда сигнала, низкое разрешение и т. д.).
- Чтобы изменить источник для создания снимка, просто выберите другой канал, математику или форму сигнала в памяти эталонного сигнала, а затем снова выполните снимок.
- Моментальный снимок делается при получении одного сигнала (или последовательности сбора данных). Измерения на экране моментального снимка не обновляются постоянно.
- Будьте осторожны при автоматических измерениях зашумленных сигналов. Вы можете измерить частоту шума, а не желаемую форму волны.
- Обратите внимание, что нажатие любой кнопки в главном меню (кроме «Снимок») или любой кнопки на передней панели, которая отображает новое меню, удаляет снимок с дисплея.
- Используйте настройку High-Low (стр. 3-55), контрольные уровни (стр. 3-55) и стробированные измерения (стр. 3-54) с моментальным снимком точно так же, как при отображении отдельных измерений из меню Select Measurement.

For More Information

См. Приложение с: Алгоритмы на странице A-24.

См. Измерения на стр. 2-26.

См. Пример 3: Автоматические измерения, стр. 1-18.

Аксессуары для датчиков

Индуктивность заземления

Используемый пробник и то, как вы подключаете его к источнику сигнала, влияют на получение осциллографом записи волн. Два важных фактора - это индуктивность заземляющего провода (введенная пробником) и физическая схема! свою схему и комплектующие устройства. Для того чтобы измерение амплитуды имело смысл, вы должны дать измерению некоторую точку! уступчивость. Зонд предлагает вам возможность сбросить напряжение с его наконечника на землю. Чтобы сделать ваши измерения максимально точными, заземляющий провод зонда должен быть подключен к заземлению. Однако, когда вы касаетесь кончиком щупа цепи, вы вводите новые сопротивление, емкость и индуктивность в цепи (рисунок 3-32).

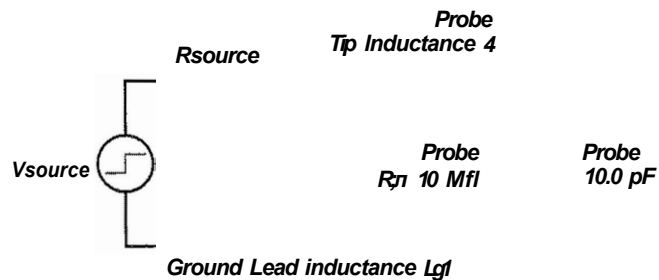


Figure 3-32: Щуп А добавляет сопротивление, емкость и индуктивность

Для большинства цепей высокое входное сопротивление пассивного пробника оказывает незначительное влияние на сигнал. Однако последовательные индуктивности, представленные наконечником пробника и заземляющим проводом, могут привести к паразитному резонансному контуру, который может «звенеть» в пределах полосы пропускания осциллографа. На Рис. 3-33 показано влияние одного и того же сигнала через один и тот же пробник с разными выводами заземления.

Ухудшение времени вызывания и нарастания может быть скрыто, если частота не выше! то индуцированный вызывной сигнал за пределами полосы пропускания осциллографа. 11 вы знаете самоиндукцию (L) и емкость (C) зонда и заземляющего провода, вы можете рассчитать приблизительную резонансную частоту (f_0), на которой паразитный контур резонирует:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \times \sqrt{LC}}$$

Уменьшение индуктивности заземляющего провода увеличивает резонансную частоту. В идеале индуктивность достаточно мала, чтобы результирующая частота была выше частота, с которой вы хотите проводить измерения. Для этой цели к пробникам прилагается несколько принадлежностей, помогающих снизить индуктивность заземляющего провода.

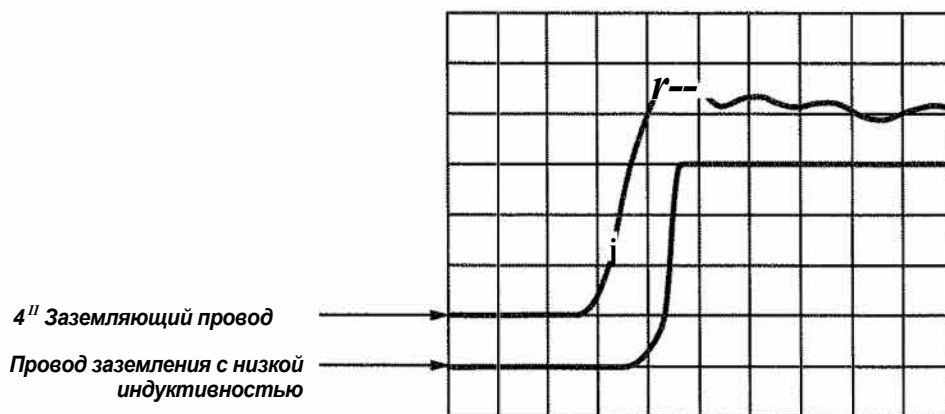


Рисунок 3-33: Изменения сигнала вносятся Заземление датчика Me (1 нс / деление)

Стандартные аксессуары для пробников

В следующих описаниях объясняется, как использовать многие аксессуары, поставляемые с вашим датчиком. На Рис. 3-34 показаны стандартные и дополнительные принадлежности датчика, а также их крепление к датчику.

Эти аксессуары либо уменьшают индуктивность заземляющего провода, либо упрощают физическое исследование различных типов цепей.

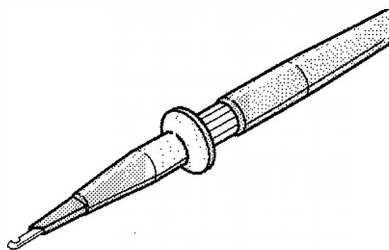
Стандартные аксессуары датчика включают следующие элементы.

Втягивающий крючок

Убирающийся наконечник крючка прикрепляется к контрольной точке сигнала для работы с датчиком без помощи рук. Наконечник крючка прикрепляется к компонентам с выводами, таким как резисторы, конденсаторы и дискретные полупроводники. Вы также можете захватывать зачищенный провод, перемычки, шины и испытательные штыри с помощью крючка втягивания.

Для максимальной гибкости с крючком используйте один из шестидюймовых заземляющих проводов. Однако для точных измерений на высокой частоте длинные заземляющие провода могут иметь слишком большую индуктивность. В этих случаях вы можете использовать одну из конфигураций наконечника пробника с низкой индуктивностью.

Чтобы удалить наконечник крючка, просто снимите его с зонда. Установите его на место, надавив на ребристое кольцо наконечника зонда (см. Рисунок 3-34).



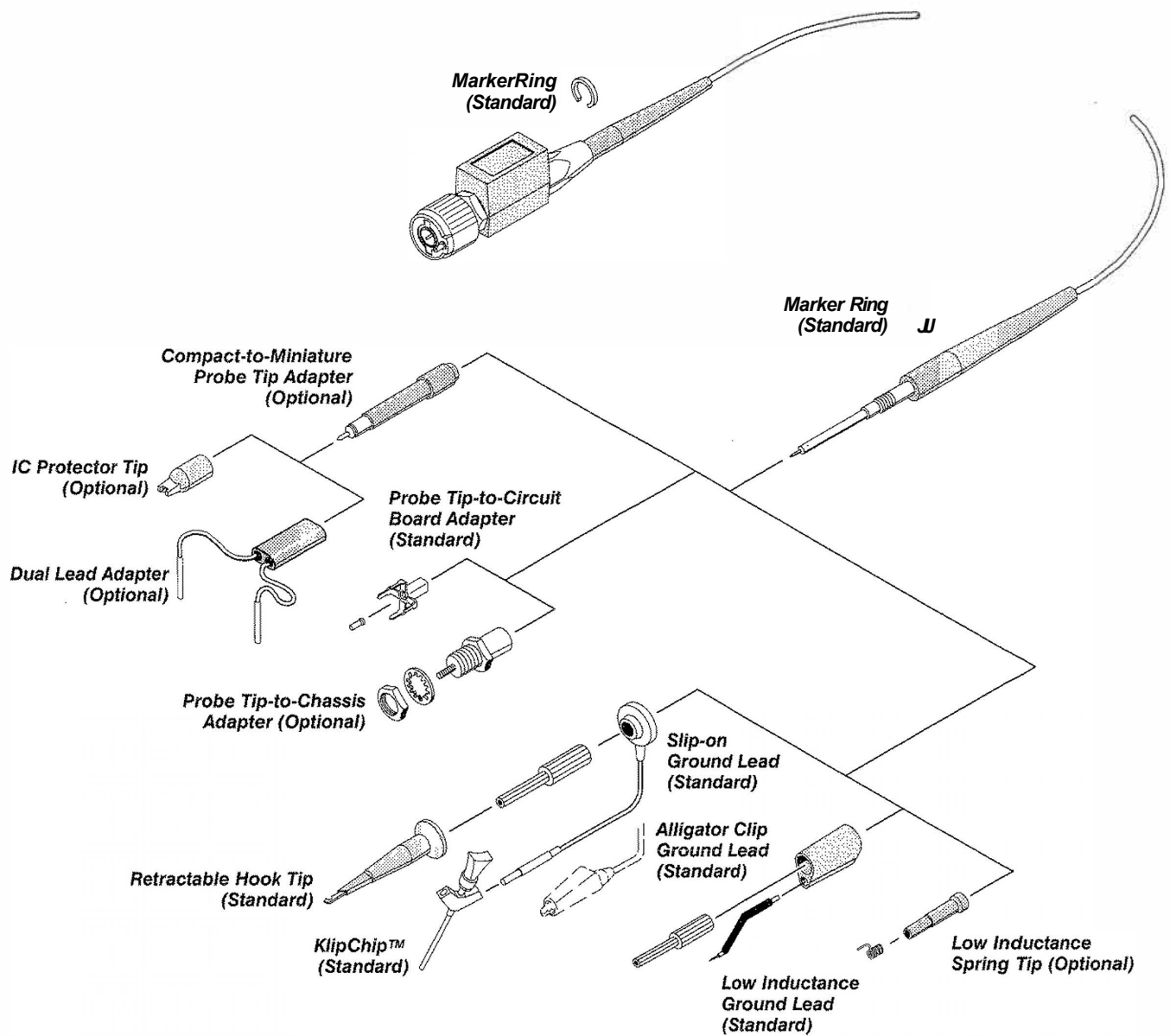
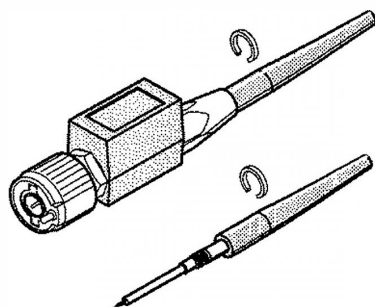
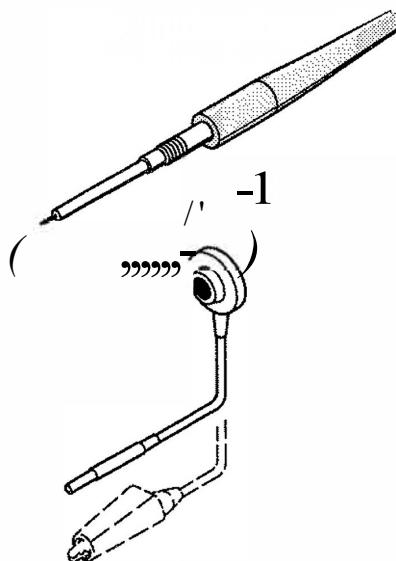


Figure 3-34: Probe Accessories



Marker Rings

The marker rings help you keep track of individual probes and signal sources when you have a complicated test setup. Use the marker rings whenever you want to identify a particular probe.

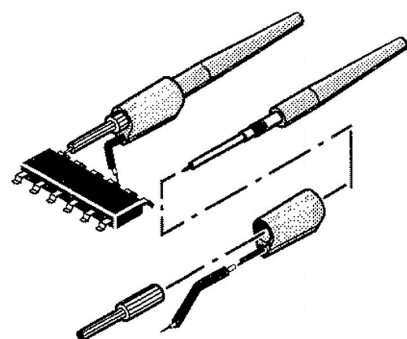


Long Ground Leads

Use long ground leads when a long reach is important and high-frequency information is not. Long ground leads are ideal for quick troubleshooting when you are looking for the presence or absence of a signal and are not concerned with the precision of the measurement.

Because of the high inductance associated with long ground leads, you should not use them for precise measurements above approximately 30 MHz (or for pulses with rise times less than about 11 ns).

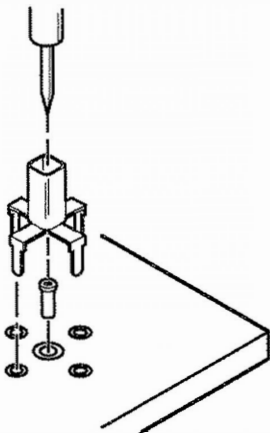
You can choose between a ground lead terminated with an alligator clip and a lead terminated with a square-pin receptacle.



Low-Inductance Ground Lead

Low-inductance ground leads reduce ground lead inductance. Compared to a typical six-inch ground lead with an inductance of approximately 140 nH, the low-inductance tip assembly has an inductance of approximately 32 nH. That means that your measurements are relatively free of probe-related high-frequency degradation up to approximately 250 MHz.

The low-inductance tip has a partially insulated flexible ground pin that allows you to ground the probe and still have a limited amount of reach with the probe tip. Because the ground lead simply contacts the ground reference (instead of clipping onto it) you can move the probe around your device under test with ease. The assembly is well-suited to densely populated circuit boards and multi-pin connectors.



Probe-Tip-to-Circuit Board Adapters

The probe-tip-to-circuit board adapters let you design minimum inductance test points into your next circuit board. That adapter provides maximum performance for the probe, because it virtually eliminates the ground inductance effects of the probe.

Instructions for installing the probe tip-to-circuit board adapters are packaged with the adapters. For the best performance and ease of testing, Tektronix strongly recommends that you incorporate the probe tip-to-circuit board adapters (or the probe tip-to-chassis adapters described below) into your next design.

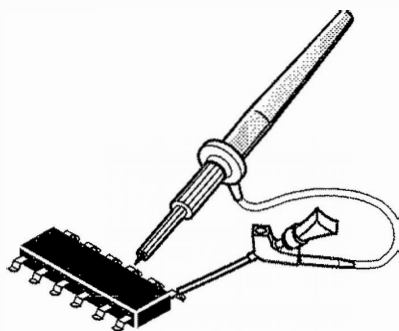
To use your probe with these adapters, unscrew and remove the ribbed ferrule. Use the probe tip directly with the adapter.

SMT KlipChip™

The SMT KlipChip provides hands-free attachment to a physically small signal or ground source. The low profile of the KlipChip allows you to grasp surface-mounted devices that the full-size retractable hook tip can not grip.

You can use the KlipChip as a ground attachment, as a signal attachment, or to attach both to a ground and a signal.

- For a ground attachment, use the long ground lead (described on page 3-63) terminated with a pin receptacle and connect the termination to the pin in one of the KlipChip shoulders.
- For a signal attachment, use a single-lead adapter (similar to the dual-lead adapter described on page 3-66) and connect the termination to the pin in one of the KlipChip shoulders.
- For both ground and signal attachment, combine two KlipChips with a dual-lead adapter, or use a single-lead adapter and a long ground lead.

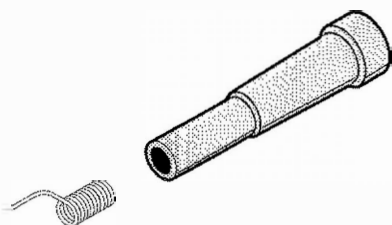


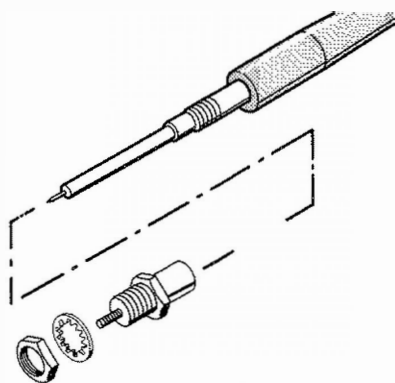
Optional Probe Accessories

Optional probe accessories that you can order include the following:

Low-Inductance Spring Tips

The low-inductance spring tips can be used whenever you are measuring devices with fixed spacings. The spring-tip is ideal for repetitive production use. Select different length springs to match device spacings on a variety of components. Because the spring-tip ground lead simply contacts the ground reference (instead of clipping onto it) you can move the probe around your device-under-test with ease.

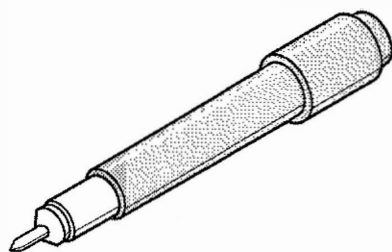




Probe-Tip-to-Chassis Adapter

The probe-tip-to-chassis adapter makes your test point accessible without removing instrument covers or panels. It provides an easy-access, low-inductance test point anywhere on your circuit. The probe-tip-to-chassis adapter has the same low inductance properties as the probe-tip-to-circuit board adapter described previously.

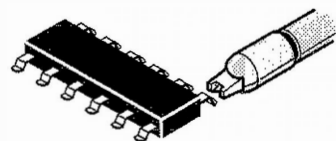
To use your probe with these adapters, unscrew and remove the ribbed ferrule.



Compact-to-Miniature Probe Tip Adapter

The compact-to-miniature probe tip adapter allows you to use accessories that are designed to accept a larger probe tip. These accessories include the IC protector tip, single- and dual-lead adapters, and others.

To install the adapter, unscrew and remove the ribbed ferrule and screw the adapter on in its place. (The IC protector tip discussed below is installed on the adapter tip when shipped. Remove the protector tip by pulling it off before using the adapter with other accessories.)



IC Protector Tip

The IC protector tip simplifies probing inline IC packages. The shape of the IC protector guides the probe tip to the IC pin and prevents accidental shorting of pins by the probe tip. It is used with the compact-to-miniature probe tip adapter. When using that tip, the spacing (pitch) between leads should be greater than or equal to 0.100 inches (100 mils).

Because the IC protector tip prevents you from using the low-inductance tips, you must use one of the longer ground leads. For that reason you should take into account ground lead inductance effects on measurements at frequencies greater than about 30 MHz.

Dual-Lead Adapter

The dual-lead adapter makes an easy connection to 0.025 diameter connector pins (Figure 3-35). One lead connects to a ground reference pin, and the other to the signal pin. The adapter prevents burring and pin damage that can result when a retractable hook tip is used on soft pins. A single-lead adapter is also available. These adapters can also be used with the SMT KlipChip to provide access to very small signal and ground test points.

Although the dual-lead adapter is an improvement over the long ground leads in terms of added inductance, measurements at frequencies greater than 30 MHz may require using one of the low-inductance ground leads. Because of the length of the signal lead, the dual-lead configuration is also more susceptible to signal crosstalk than other tip configurations.

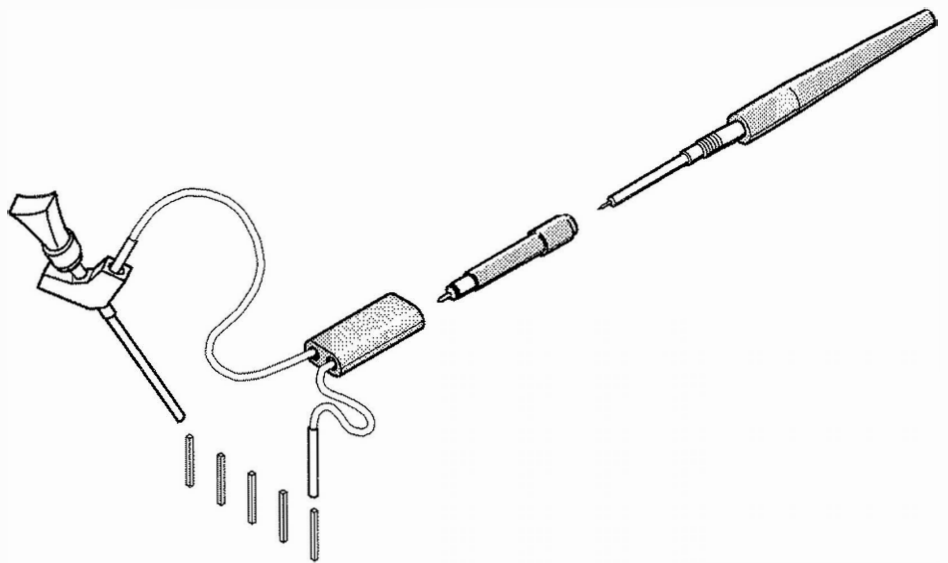


Figure 3-35: Dual-Lead Adapter

Компенсация датчика

171/5000

Для пассивных пробников требуется компенсация, чтобы обеспечить максимальное отсутствие искажений на входе оцифровывающего осциллографа и избежать высокочастотных ошибок амплитуды (см. Рисунок 3-36).

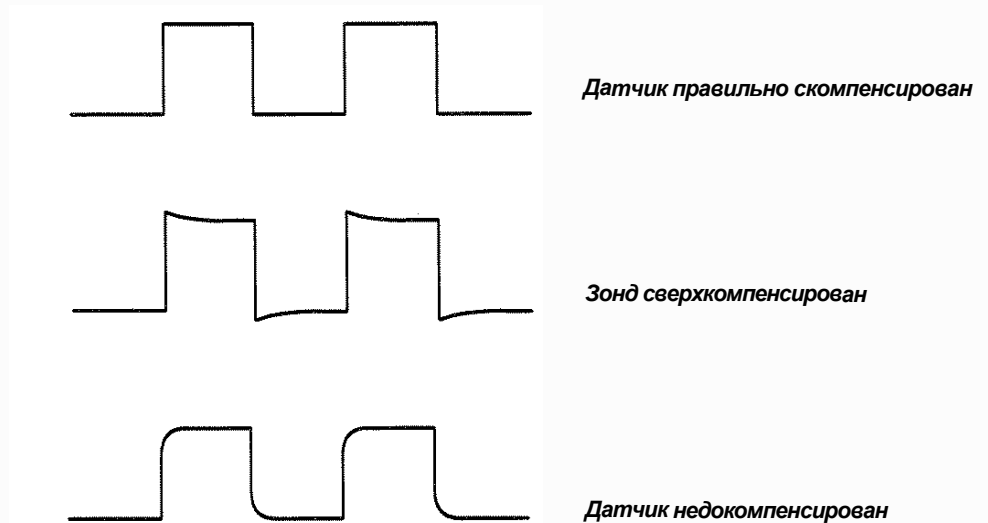


Рисунок 3-36: Как компенсация пробника влияет на сигналы

Операция

То компенсируйте свой зонд:

1. Подключите датчик к сигналу компенсации датчика на передней панели. 2, нажмите **AUTOSET**

387/5000

НОТА

Когда вы подключаете активный пробник к осциллографу (например, P6205), входной импеданс осциллографа автоматически / у становится 50 Ом, если вы, тогда подключите пассивный пробник с высоким сопротивлением (например, P6138). Вы нужно установить входное сопротивление обратно на 1 МОм. Шаг 4 объясняет, как изменить входное сопротивление.

Теперь вам нужно ограничить полосу пропускания и изменить режим сбора данных.

3. Нажмите **ВЕРТИКАЛЬНОЕ МЕНЮ** - Полоса пропускания (основная) - + 20 МГц (боковая),

4. Если вам нужно изменить входное сопротивление, нажмите Coupling (main). Затем переключите пункт Q в боковом меню, чтобы получить правильный импеданс.
5. Нажмите SHIFT ACQUIRE MENU - Mode (основной) - + Hi Res (сбоку).
6. Отрегулируйте датчик до тех пор, пока на дисплее не появится ровная прямоугольная волна. На Рис. 3-37 показано, где находится регулировка.

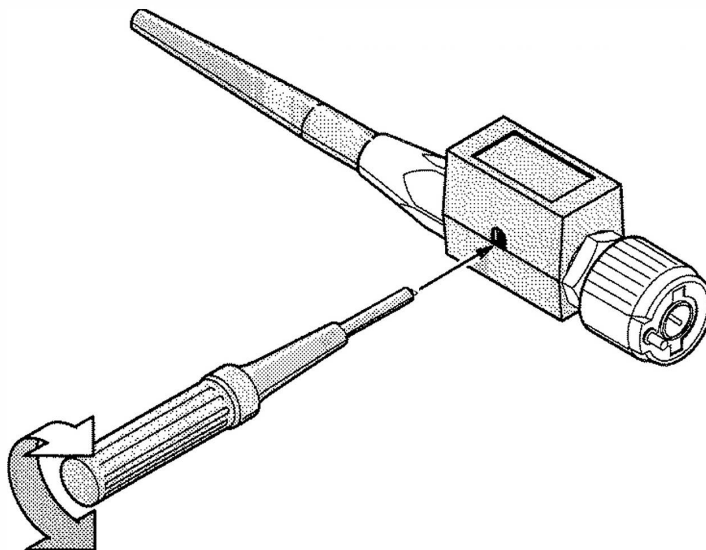


Figure 3-37: P6138 Probe Adjustment

For More Information

См. Принадлежности для датчиков на стр. 3-60.

См. Раздел Выбор датчика на стр. 3-69.

Выбор датчика

Пробники, входящие в комплект поставки цифрового осциллографа, полезны для решения широкого круга задач. Однако для особых ситуаций измерения иногда требуются другие датчики. Этот раздел поможет вам выбрать правильный зонд для работы.

После того, как вы определились с типом датчика, который вам нужен, используйте Table 3-5 (стр. 3-5), чтобы определить конкретный датчик, совместимый с вашим цифровым осциллографом TDS 400. Или используйте Table 3-6 (стр. 3-6), если вы хотите выбрать датчик в приложении.

Существует пять основных типов пробников: пассивные, активные, токовые, оптические пробники и пробники времени до напряжения. Здесь обсуждается большинство из этих типов; см. Ваш каталог продукции Tektronix для получения дополнительной информации. Пассивные пробники напряжения измеряют напряжение. В них используются компоненты пассивной цепи, такие как резисторы, конденсаторы и катушки индуктивности. Существует три основных класса пассивных пробников напряжения:

Пассивные пробники напряжения

■ *Общего назначения (высокое входное сопротивление)*

■ *Низкое сопротивление (T_o)*

■ *Высокое напряжение*

Зонды общего назначения (с высоким входным сопротивлением)

Пробники с высоким входным сопротивлением считаются «типичными» пробниками осциллографов. Пробники P6138, входящие в комплект поставки оцифровывающего осциллографа, являются пассивными пробниками. Высокое входное сопротивление пассивных пробников (обычно 1 Ом) обеспечивает незначительную нагрузку по постоянному току и делает их хорошим выбором для точных измерений амплитуды постоянного тока.

Однако их емкостная нагрузка от 8 до 12 пФ (более 60 пФ для 1 X) может искажать временные и фазовые измерения. Используйте пассивные пробники с высоким входным сопротивлением для измерений, включающих:

- Характеристики устройства (выше 15 В, приложения с тепловым дрейфом)
- Максимальная амплитудная чувствительность при использовании высокого импеданса 1 X
- Большой диапазон напряжения (от 15 до 500 В)
- Качественные или годные / непроходные измерения

Зонды с низким сопротивлением (Z_0)

Пробники с низким импедансом измеряют частоту более точно, чем пробники общего назначения, но они делают менее точные измерения амплитуды. Они предлагают более высокое соотношение пропускной способности и стоимости.

Эти датчики должны быть оканчиваются входом осциллографа 50 Ом. Входная емкость намного ниже, чем у пассивных пробников с высоким Z , обычно 1 пФ, но входное сопротивление также ниже (обычно от 500 до 5000 Ом). Хотя эта нагрузка постоянного тока снижает точность амплитуды, более низкая входная емкость снижает высокочастотную нагрузку на тестируемую цепь. Это делает пробники Z_0 идеальными для измерения времени и фазы, когда точность амплитуды не является большой проблемой.

Зонды Z_0 полезны для измерений до 40 В.

Датчики высокого напряжения

У высоковольтных пробников коэффициент затухания находится в диапазоне от 1 00X до 1 000X. Соображения, которые применимы к другим пассивным пробникам, применимы к пробникам высокого напряжения с некоторыми исключениями. Поскольку диапазон напряжения на высоковольтных пробниках варьируется от 1 кВ до 20 кВ (постоянный ток + пик AC), конструкция головки пробника механически намного больше, чем у пассивного пробника. Дополнительным преимуществом высоковольтных пробников является более низкая входная емкость (обычно 2–3 пФ).

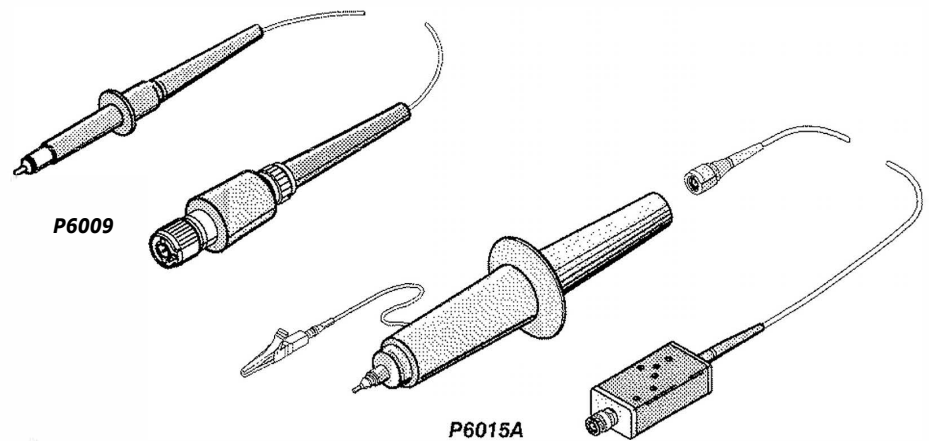


Figure 3-38: The P6009 and P6015A High Voltage Probes

Пробники активного напряжения

Активные пробники напряжения, иногда называемые пробниками "FET", используют активные элементы схемы, такие как транзисторы. Есть три класса активных пробников:

- Высокая скорость активна
- Дифференциальный активный
- Фиксированный активный

Активные пробники для измерения напряжения используют активные элементы схемы в конструкции пробника для обработки сигналов от проверяемой схемы. Для работы активных пробников АИ требуется источник питания. Питание осуществляется либо от внешнего источника питания, либо от самого осциллографа.

НОТА

При подключении активного пробника к осциллографу / осциллографу (например, Р6205) входное сопротивление осциллографа / осциллографа автоматически становится равным 50 н. Если уои затем подключите пассивный зонд (например, Р6138) уои необходимо вернуть входное сопротивление 1 мп. Вертикальное управление На стр. 3-98 объясняется, как изменить входное сопротивление.

Высокоскоростные активные пробники

Активные пробники обладают низкой входной емкостью (обычно от 1 до 2 пФ) при сохранении более высокого входного сопротивления пассивных пробников (от 1 Ом кОм до 1 Ом МО). Как и датчики Zo, активные датчики полезны для точных измерений времени и фазы. Однако они не ухудшают точность амплитуды. Активные пробники обычно имеют динамический диапазон от ± 1 О до ± 15 В.

Дифференциальные пробники

Дифференциальные пробники определяют падение напряжения между двумя точками в тестируемой цепи. Дифференциальные пробники позволяют одновременно измерять две точки и отображать разницу между двумя напряжениями.

Активные дифференциальные пробники - это автономные изделия, предназначенные для использования с входами 50 Ом. Те же характеристики, что и активные пробники, применимы и к активным дифференциальным пробникам.

Закрепленные активные пробники

В некоторых приложениях с малой геометрией или плотных схемах, таких как устройства поверхностного монтажа (SMD), переносной зонд слишком непрактичен. Вместо этого вы можете использовать фиксированные (или смонтированные на плате пробников) активные пробники (или буферизованные

усилители), чтобы точно подключить ваш инструмент к тестируемому устройству. Эти пробники имеют те же электрические характеристики, что и высокоскоростные активные пробники, но имеют меньшую механическую конструкцию.

Токовые пробники позволяют вам непосредственно наблюдать и измерять формы волны тока, которые могут сильно отличаться от сигналов напряжения. Токовые пробники Tektronix уникальны тем, что они могут измерять от постоянного тока до 1 ГГц.

Доступны два типа токовых пробников: один, который измеряет только ток АС, и пробники переменного / постоянного тока, которые используют эффект Холла для точного измерения составляющих АС и постоянного тока сигнала. Пробники переменного тока используют трансформатор для преобразования потока тока АС в сигнал напряжения для осциллографа и имеют частотную характеристику от нескольких сотен Гц до 1 ГГц.

Пробники переменного / постоянного тока включают полупроводниковые приборы на эффекте Холла и обеспечивают частотную характеристику от постоянного / постоянного тока до 50 МГц.

Используйте устройство для измерения тока, зажимая его клешнями вокруг провода, по которому проходит ток, который вы хотите измерить. (В отличие от амперметра, который необходимо подключать последовательно со схемой.) Поскольку токовые пробники неинвазивны, с нагрузкой обычно в диапазоне от миллиом до низкой добротности, они особенно полезны там, где важна низкая нагрузка на схему. Токовые пробники также могут производить дифференциальные измерения, измеряя результаты двух противоположных токов в двух проводниках в зажимах пробника.

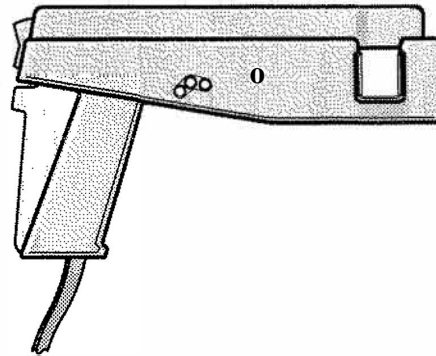


Figure 3-39: A6303 Current Probe Used in the AM 503S Opt. 03

Оптические зонды

Оптические пробники позволяют расширить функции измерителя оптической мощности за счет возможности высокоскоростного анализа аналоговых сигналов осциллографа. У вас есть возможность одновременно получать, отображать и анализировать оптические и электрические сигналы. Приложения включают измерение переходных оптических свойств лазеров, светодиодов, электрооптических модуляторов и ламп-вспышек. Вы также можете использовать эти датчики при разработке, производстве и обслуживании оптоволоконных сетей управления, локальных вычислительных сетей (LAN), волоконно-оптических систем на основе стандартов FDDI и SONET, оптических дисковых устройств и высокоскоростной оптоволоконной связи. системы. НОТА При соприкосновении оптического щупа к осциллографу входной сигнал Импеданс осциллографа автоматически становится 50 нм. если уои Затем необходимо установить пассивный датчик с высоким входным сопротивлением. входное сопротивление вернулось к 1 мп. Вертикальное управление На стр. 3-98 объясняется, как изменить входное сопротивление.

Преобразователь времени в напряжение

Преобразователь мгновенного временного интервала в преобразователь напряжения (TBC) непрерывно преобразует последовательные временные измерения в временной интервал в зависимости от формы волны.

Изменения времени обычно проявляются на осциллографе как движение слева направо или дрожание. Регулировка временной развертки или задержки запуска может улучшить стабильность отображения, но они не показывают динамику времени. TBC распутывает часто сбивающие с толку сигналы и обеспечивает согласованное изображение в реальном времени.

TVC добавляет три функции измерения к зависимости напряжения от времени вашего осциллографа: зависимость времени задержки от времени, зависимости ширины импульса от времени и периода от времени.

Probes by Type

Table 3-5 lists TDS 400 compatible probes classified by type.

Table 3-5: TDS 400 Compatible Probes

Probe Type	Tektronix Model	Description
Passive, high impedance voltage	P6138 (std.) P6101A	10X, 350 MHz 1X, 15 MHz
Passive, low impedance Z_0 (low capacitance)	P6156 P6562	10X, 3.5 GHz, for 50 Ω inputs (1X, 20X, 100X optional) SMT, 350 MHz
Passive, high voltage	P6009 P6015A	100X, 1.5 kV, DC + peak AC 1000X, 20 kV, DC + peak AC
Active, high speed voltage	P6205	DC to 750 MHz FET
Active, differential voltage	P6046	1X/10X, DC to 100 MHz
Active, fixtured voltage	A6501 P6501 Opt. 02	Buffer Amplifier, 1 GHz, 1 M Ω , 10X Microprobe with TekProbe Power Cable, 750 MHz, 1 M Ω , 10X
Current	AM 503S AM 503S Opt. 03 P6021 P6022 CT-1/CT-2 CT-4	AC/OC. Uses A6302 Current Probe. AC/OC. Uses A6303 Current Probe. AC. 120 Hz to 60 MHz. AC. 935 kHz to 120 MHz. Designed for permanent or semi-permanent in-circuit installation CT-1: 25 kHz to 1 GHz, 50 Ω input CT-2: 1.2 kHz to 200 MHz, 50 Ω input Current Transformer for use with AM 503S and P6021. Peak pulse 1 kA, 0.5 Hz to 20 MHz with AM 503S
Optical (Opto-Electronic Converters)	P6701A P6703A P6711 P6713	500 to 950 nm, DC to 850 MHz, 1 V/mW 1100 to 1700 nm, DC to 1 GHz, 1 V/mW 500 to 950 nm, DC to 250 MHz, 5 V/mW 1100 to 1700 nm, DC to 300 MHz, 5 V/mW
Time-to-Voltage Converter	TVC 501	Time delay, pulse width and period measurements

Probes by Application

Another way to classify probes is by application. Different applications demand different probes. Use Table 3-6 to select a probe for your application.

Table 3-6: Probes by Application

Probe Type	Telecommuni- cations & High-Speed Logic	Industrial Electronics	Consumer/ Computer Electronics	High Energy Pulsed Power	Certification, Regulatory, & Compliance Testing
Passive, high-impedance voltage	P6138 ¹ P6101A ¹	P61381, ² P6101A1, ²	P61 3B ^{1,2,3} P6101A1	P613B ^{1,2,3} P6101A1, ²	P61381, ^{2,3} P6101A1, ²
Active, high-speed digital voltage	P6205 ^{2,3}	P6205 ^{2,3}	P6205 ^{2,3}	P6205 ^{2,3}	P6205 ^{2,3}
Low impedance Zo (low capacitance)	P61561, ^{2,3}		P61561, ^{2,3}		
Passive, high voltage	P6009 ^{1,2}	P60091, ^{2,3} P6015A ^{1,2,3}	P60091, ²	P6009 ^{1,2,3} P6015A ^{1,2,3}	P60091, ^{2,3} P6015A ^{1,2,3}
Active, differential voltage	P6046 ^{2,3}	P60462, ³	P60462, ³		
Current	AM 503S ^{2,3} P60211, ²	AM 503S ^{2,3} P6021 ^{1,2} CT4 ^{1,2}	AM 503S ^{2,3} P60211, ²	AM 503S ^{2,3} P6021 ^{1,2}	AM S03S ^{2,3} P60211, ² CT112 ^{2,3} CT41, ²
Fixtured	A6501 ^{2,3} P6501 ^{2,3}		A6501 ^{2,3} P6501 ^{2,3}		
Optical	P6701A2, ³ P6703A ^{2,3} P6711 ^{2,3} P6713 ^{2,3}		P6701A2, ³ P6703A ^{2,3} P6711 ^{2,3} P6713 ^{2,3}		P6701A ^{2,3} P6703A ^{2,3} P6711 ^{2,3} P6713 ^{2,3}
Time-to-voltage converter	TVC 501 ^{2,3}	TVC 501 ^{2,3}	TVC 501 ^{2,3}	TVC 501 ^{2,3}	

¹Qualitative *signal* evaluation-use when a great deal of accuracy is not required, such as when making go/no go measurements.

²Functional testing-use when the device under test is being compared to some standard.

³Quantitative *Signal Evaluation*-use when detailed evaluation is needed.

Remote Communication

You may want to integrate your oscilloscope into a system environment and remotely control your oscilloscope or exchange measurement or waveform data with a computer. You can control your oscilloscope remotely via the IEEE Std 488.2-1987 (GPIB) interface.

GPIB Protocol

GPIB enables data transfers between instruments that support the GPIB protocols. It provides:

- Remote instrument control
- Bidirectional data transfer
- Device compatibility
- Status and event reporting

Besides the base protocols, Tektronix has defined codes and formats for messages to travel over GPIB. Each device that follows these codes and formats, such as the TDS 410, TDS 420, and TDS 460, supports standard commands. Use of instruments that support these commands can greatly simplify development of GPIB systems.

GPIB Interface Requirements

You can connect GPIB networks in many configurations if you follow these rules:

- No more than 15 devices, including the controller, can be on a single bus.
- Connect one device load every two meters (about six feet) of cable length to maintain bus electrical characteristics. (Generally, each instrument represents one device load on the bus.)
- The total cumulative cable length must not exceed 20 meters (about 65 feet).
- At least two-thirds of the device loads must be turned on when you use your network.
- There must be only one cable path from each device to each other device on your network (see Figure 3-40) and you must not create loop configurations.

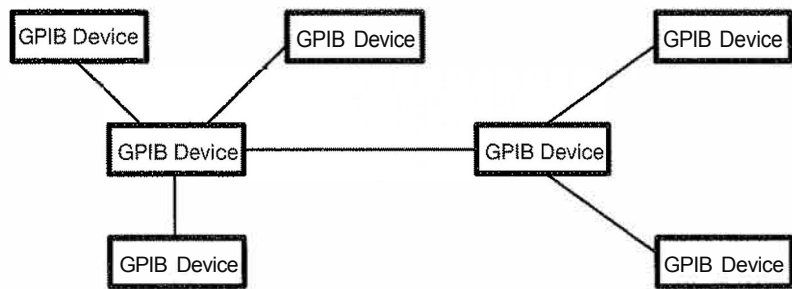


Figure 3-40: Typical GPIB Network Configuration

Cables-An IEEE Std 488.1-1987 GPIB cable (available from Tektronix, part number 012-0991-00) is required to connect two GPIB devices.

Connector-A 24-pin GPIB connector is located on the oscilloscope rear panel. The connector has a D-type shell and conforms to IEEE Std 488.1-1987. You can stack GPIB connectors on top of each other (see Figure 3-41).

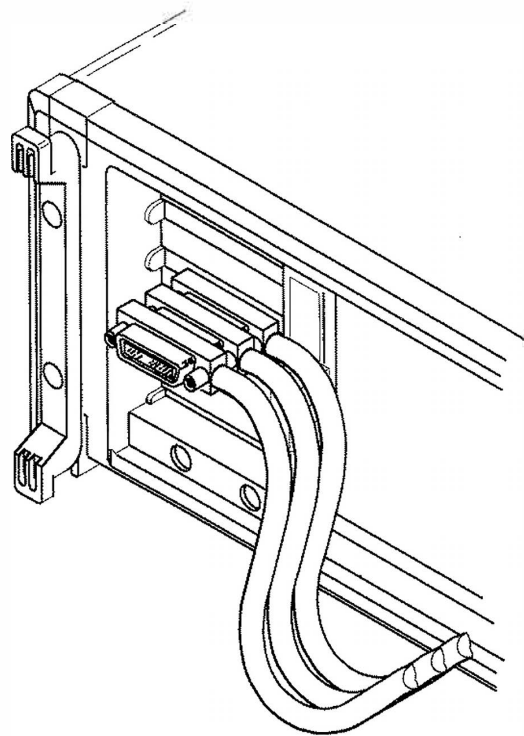


Figure 3-41: Stacking GPIB Connectors

GPIB Parameters

In the Utility menu you need to define two important GPIB parameters: *mode* and *address*. You need to set the mode to talker/listener, talk only, or off the bus. You also need to specify the primary communication address.

Operation

To set up remote communications, ensure that your oscilloscope is physically cabled to the controller and that the oscilloscope parameters are correctly set. Plug an IEEE Std 488.2-1987 GPIB cable into the GPIB connector on the oscilloscope rear panel and into the GPIB port on your controller (see Figure 3-42).

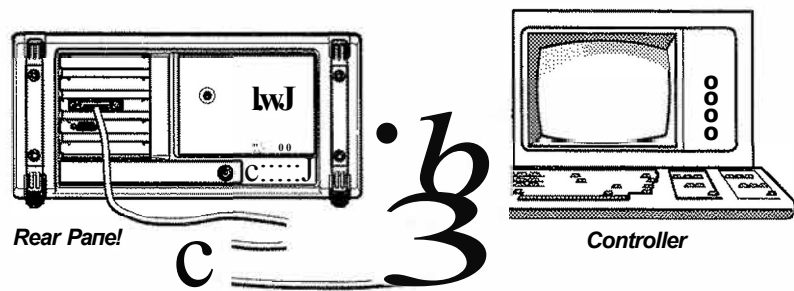


Figure 3-42: Connecting the Digitizing Oscilloscope to a Controller

To set remote communications parameters:

Press **SHIFT UTILITY...**, **System** (main) - **1/0** (pop-up).

Port Selection

Now you need to configure the port to match the controller (see Figure 3-43).

Press **SHIFT UTILITY-+ System** (main) - **1/0** (pop-up) - **Port** (main) ... **GPIB** (pop-up) ... **Configure** (main) - **Talk/Listen Address**, **Hardcopy** (**Talk Only**), or **Off Bus** (side)

- Choose **Talk/Listen Address** for normal, controller-based system operation. Use the general purpose knob to define the address.
- Use **Hardcopy (Talk Only)** to use the hardcopy port of your digitizing oscilloscope. Once the port is configured this way, the oscilloscope will send the hardcopy data to any listeners on the bus when the **HARDCOPY** button is pressed.

If the port is configured any other way and the **HARDCOPY** button is pressed, an error occurs and the digitizing oscilloscope displays a message saying the selected hardcopy port is currently unavailable.

- Use **Off Bus** to disconnect the digitizing oscilloscope from the bus.

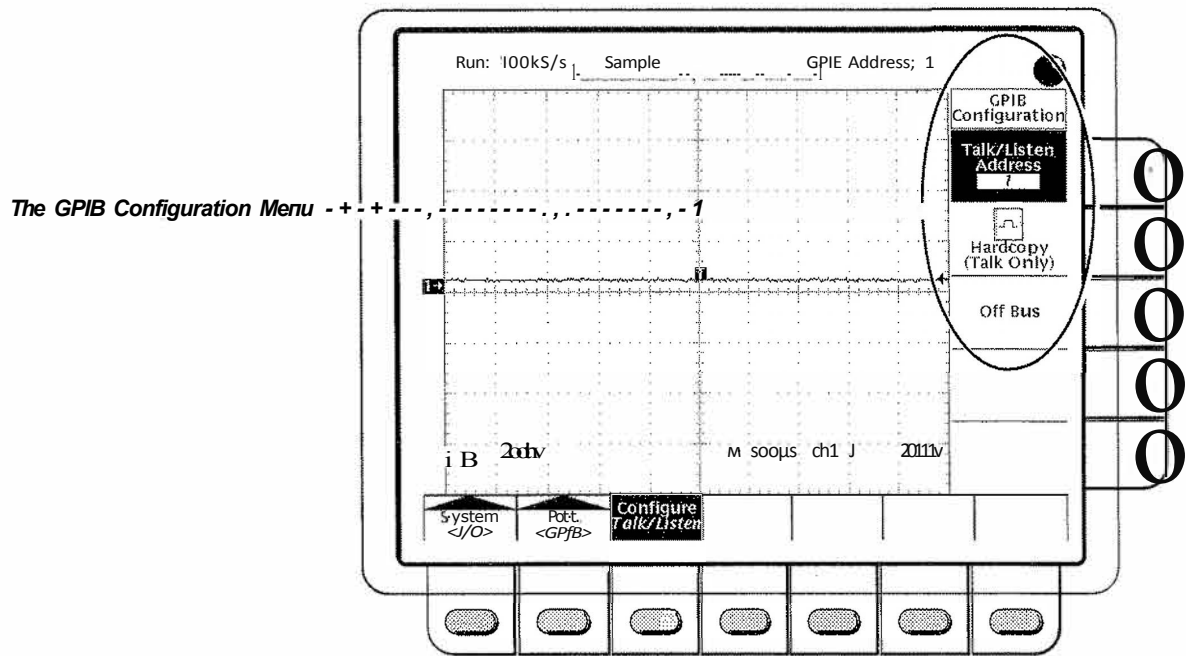


Figure 3-43: Utility Menu

For More Information

See *Hardcopy*, on page 3-31.

See the *TDS Family Programmer Manual*.

See the *TDS Family Option 13 Instruction Manual* (Option 13 equipped instruments only).

Режим прокрутки позволяет вам видеть полученные точки данных, не дожидаясь получения полной записи формы сигнала, режим прокрутки дает вам интерактивную обратную связь, например, когда развертка составляет 10 делений, а скорость развертки составляет 1 секунду на деление 1. На заполнение записи осциллограммы требуется 0 секунд. Без режима прокрутки вы должны подождать 10 секунд, чтобы увидеть, что управление положением установлено неправильно. В режиме прокрутки вы можете начать видеть результаты почти сразу, Есть четыре режима крена (см. Рисунок 3-44),

Режимы вращения

- Бросок без спуска
- Рулон без спуска с одной последовательностью
- Запуск ролика
- Запуск рулона с одиночной последовательностью

Бросок без спуска

В режиме прокрутки без запуска новые полученные точки данных отображаются на правом краю записи формы сигнала, при этом более старые точки данных формы волны перемещаются влево. Чтобы прекратить сбор данных, нажмите RUN / STOP.

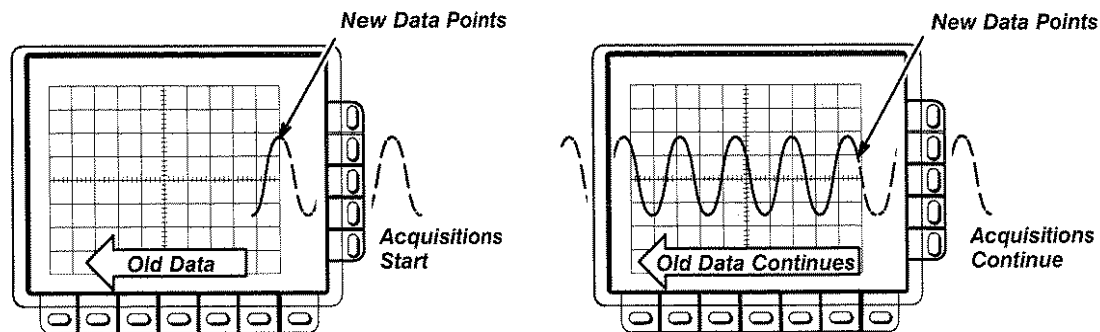
Используйте рулон без триггера, чтобы постоянно наблюдать за медленным процессом, зная, что вы всегда можете видеть самую последнюю картину происходящего,

Бросок без спуска с одной последовательностью

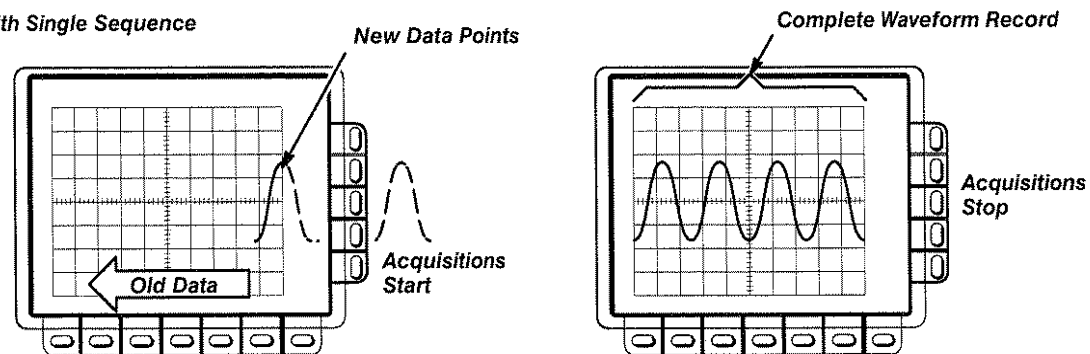
В режиме прокрутки без запуска с одиночной последовательностью новые полученные точки данных отображаются у правого края записи сигнала, а более старые точки данных формы сигнала перемещаются влево. Сбор данных автоматически прекращается после получения полной записи формы сигнала,

Используйте прокрутку без триггера с одиночной последовательностью, чтобы наблюдать первую часть эксперимента для последующего просмотра, например, при 20 секундах на деление при длине записи закадрового обзора есть 60 экранов или 600 делений или 12000 секунд собранных точек данных, спущенная прокрутка с одиночной последовательностью запечатлел бы эксперимент в течение обеденного перерыва и отложил его для последующего просмотра,

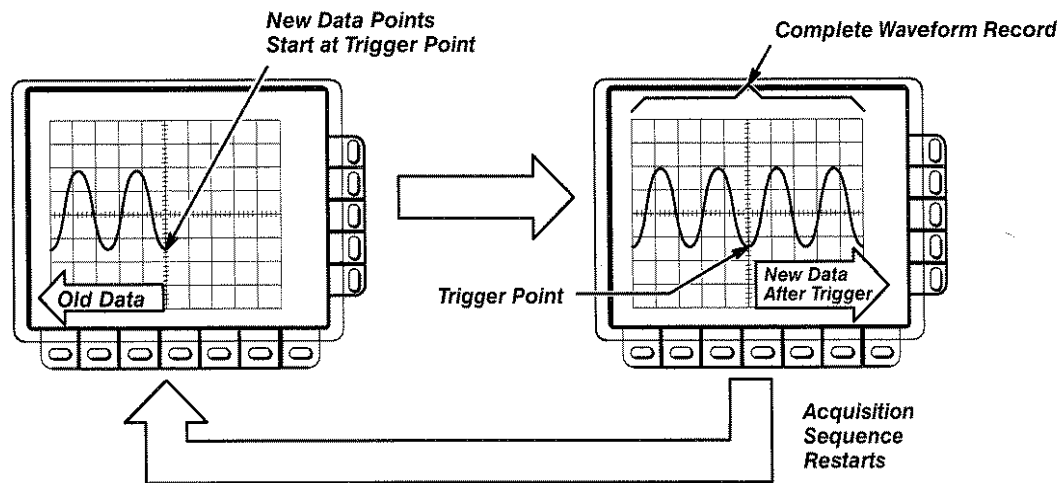
Untriggered Roll



Untriggered Roll With Single Sequence



Triggered Roll



Triggered Roll With Single Sequence

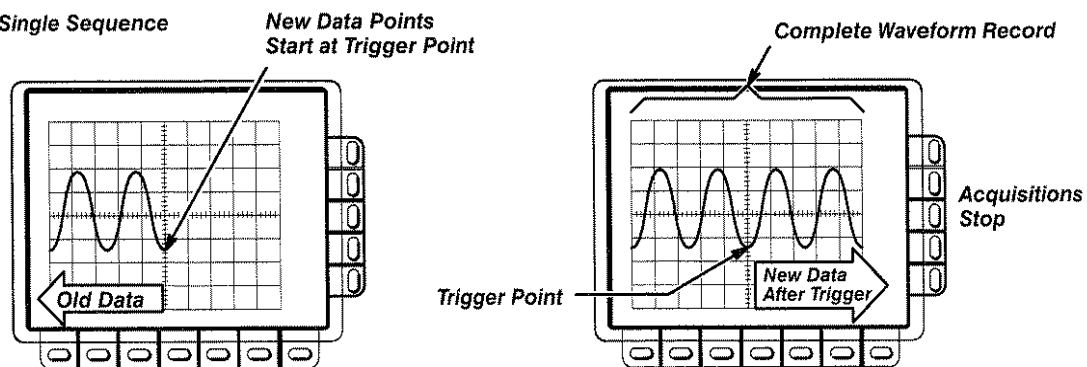


Figure 3-44: Roll Mode (500 Point Record Length)

Триггерный рулон

В режиме прокрутки по триггеру отображаются только что полученные точки данных в выбранной позиции триггера, а более старые точки данных волновой формы перемещаются влево. Когда часть предзапуска в записи волнового шипа заполнена и получен действительный триггер, волновой штурм перестает перемещаться влево и отображаются новые точки данных! Или справа старые точки данных. Когда будет получена полная запись волнения, последовательность возобновится.

Используйте триггерный бросок для захвата последовательности триггерных событий при обычной интерактивной отладке.

Триггерный рулон с одиночной последовательностью

Режим триггерной прокрутки с одиночной последовательностью отображает новые полученные точки данных в выбранной позиции триггера и перемещает более старые точки данных волновой формы влево. Когда предзапусковая часть записи волновой бури заполнена и получен действительный триггер, волновая буря перестает перемещаться влево, и новые точки данных отображаются справа от старых точек данных. При затишье записи волнения регистрация прекращается.

Используйте запускаемый бросок с одной последовательностью, чтобы зафиксировать одно инициированное событие.

Чтобы включить режим прокрутки:

1. Установите Горизонтальный МАСШТАБ на 50 мс на деление или меньше.

Operation

NOTE

Огибающая, Среднее (режимы сбора данных) или любой другой режим сохранения (режимы отображения) запрещает режим прокрутки.

2. 11 вы хотите режим прокрутки без срабатывания, нажмите TRIGGER MENU - Режим (основной) - + Авто (боковой). 11, если вы хотите запустить режим прокрутки, нажмите TRIGGER MENU-, Mode (main) -, Normal (side). (См. Рисунок 3-45.)
3. 11 вы хотите режим прокрутки одиночной последовательности, нажмите SHIFT-> ACQ MENU - + Stop After (main) - + Single Sequence (side).

Чтобы остановить захват в режиме прокрутки:

11 ты по! в одиночной последовательности вы должны нажать RUN / STOP, чтобы остановить режим прокрутки. Если вы находитесь в режиме Single Sequence, регистрация в режиме прокрутки автоматически останавливается после получения полной записи.

Чтобы отключить режим прокрутки:

1. Установите масштаб по горизонтали на 20 мс на деление или быстрее.

NOTE

Огибающая, Среднее (режимы сбора данных) или любой из режимов послесвечения (режимы отображения) также отключает режим прокрутки.

2. если вы находитесь в режиме прокрутки одиночной последовательности и хотите выйти из режима одиночной последовательности, нажмите SHIFT-, ACQ MENU _ Stop After (main) -> RUN / STOP (side) .-

Индикаторы режима Roll Trigger

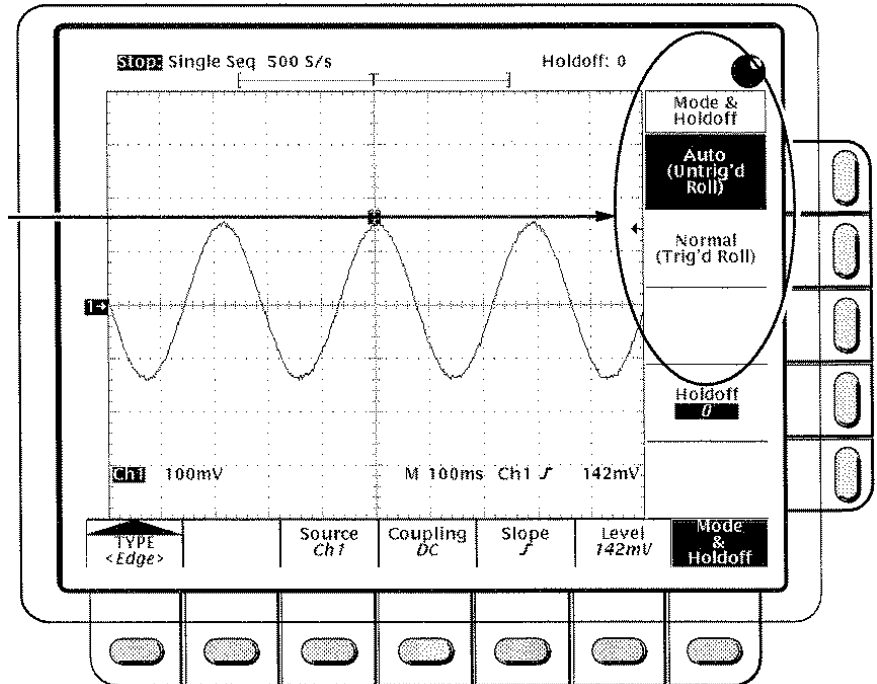


Рисунок 3-45: Меню режима триггера

**For More
Information**

See *Trigger Modes*, on page 2-13.

Сохранение и вызов настроек

Вы можете захотеть сохранить и повторно использовать настройки по многим причинам. Например, после изменения настройки в ходе эксперимента вы можете захотеть быстро вернуться к исходной настройке. Вы можете сохранить и вызвать до десяти настроек прибора из внутренней памяти осциллографа. Информация сохраняется даже при выключении осциллографа или отключении его от сети.

Чтобы сохранить текущую настройку оцифровывающего осциллографа:

1. Нажмите SETUP- + Сохранить текущую настройку (основная).
1. Press SETUP-+ Save Current Setup (main).

Operation

Перед выполнением шага 2, который следует ниже, обратите внимание, что если вы выберете место установки с пометкой «пользователь», вы перезапишете ранее сохраненную здесь пользовательскую настройку. Вы можете сохранять настройки в местах установки, помеченных как заводские, не нарушая ранее сохраненных настроек.

Выберите одно из десяти мест хранения в боковом меню To Setup 1, ® Setup 2, ... (см. Рисунок 3-46). Теперь текущая настройка хранится в этом месте.

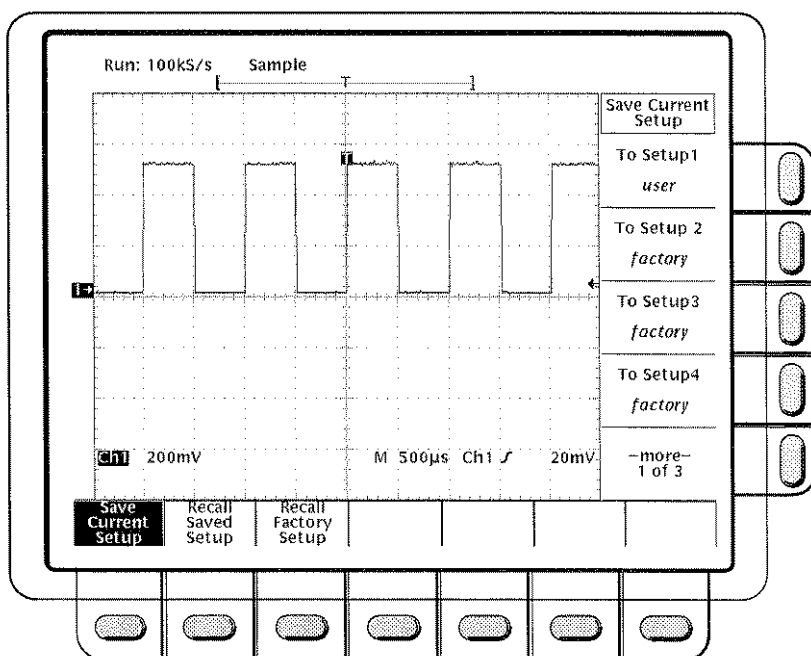


Figure 3-46: Save/Recall Setup Menu

Вызов установки

Чтобы вызвать настройку, нажмите SETUP Recall Saved Setup (main) - + (Recall Setup 1, Recall Setup 2 ... (сбоку).

Вызов настройки не изменяет отображаемое в данный момент меню.

11 вы вспоминаете настройку, помеченную как заводская в боковом меню, вы вызываете заводскую настройку. (Стандартный метод восстановления заводских настроек описан ниже.)

Вызов заводских настроек

Чтобы сбросить осциллограф на заводские настройки:

Нажмите SETUP - Recall Factory Setup (main) - + OK Confirm Factory Init (сбоку).

См. Заводские настройки инициализации на странице A-39 для просмотра списка заводских настроек.

Удаление настроек и сигналов All - Tek Secure®

Иногда вы можете использовать оцифровывающий осциллограф, чтобы получить конфиденциальные данные. Кроме того, вернув осциллограф к общему использованию, вы можете удалить все такие волновые формы и любые настройки, использованные для их обнаружения. (Убедитесь, что вы хотите удалить // волновые формы и установки, потому что после их удаления вы не сможете их восстановить.) Чтобы использовать Tek Secure, чтобы удалить все сохраненные установки и волновые формы:

Press **SHIFT UTILITY - System** (main) _, **Config** (pop-up) **Tek Secure**

Нажмите SHIFT UTILITY - System (main) _, Config (всплывающее) Tek Secure Erase Memory (main) _, OK Erase Ref & Panel Memory (сбоку). Запуск Tek Secure решает следующие задачи:

- Заменяет все осциллограммы в эталонной памяти нулевыми значениями отсчетов.
- Заменяет текущую настройку на передней панели и все настройки, хранящиеся в памяти настройки, на заводскую настройку.
- Вычисляет контрольные суммы всей памяти волновых форм и ячеек памяти настройки для проверки успешного завершения настройки и стирания формы волны.
- 11 вычисление контрольной суммы не выполнено, отображается предупреждающее сообщение; Если расчет контрольной суммы выполнен успешно, отображается подтверждающее сообщение.

For More Information

See *Example 4: Saving Setups*, on page 1-23.

See *Factory Initialization Settings*, on page A-39.

Сохранение и вызов форм сигналов

Форму сигнала можно сохранить в любой из четырех внутренних эталонных запоминающих устройств оцифровывающего осциллографа. Эта информация сохраняется даже при выключении осциллографа или отключении его от сети. Вы можете сохранять любую комбинацию записей сигналов разного размера, если они содержат более 60 000 точек записи.

Оцифровывающий осциллограф может отображать до 11 осциллограмм (9 на TDS 41 O) одновременно. Сюда входят формы сигналов из входных каналов, четыре опорных сигнала и три математических сигнала.

Сохранение форм сигналов полезно при работе с множеством форм сигналов и каналов. Если у вас больше форм сигналов, чем вы можете отобразить, вы можете сохранить одну из форм сигналов, а затем прекратить ее получение. Это позволяет отображать другую форму волны, не заставляя вас терять первую.

Чтобы сохранить сигнал, выполните следующие действия:

1. Выберите канал с осциллограммой, которую вы хотите сохранить.

Operation



Перед выполнением шага 2, который следует ниже, обратите внимание, что если вы используете опорную ячейку памяти, помеченную как активная (см. Рис. 3-47), вы перезаписываете сигнал, который ранее был там сохранен. Вы можете сохранять сигналы в опорных точках, помеченных как пустые, не нарушая ранее сохраненных сигналов.

2. Нажмите **сохранить / вызвать WAVEFORM - Save Waveform (main) - + Ref1, Ref2, Ref 3 или Ref4 (сбоку). Ref3, or Ref4 (side).**

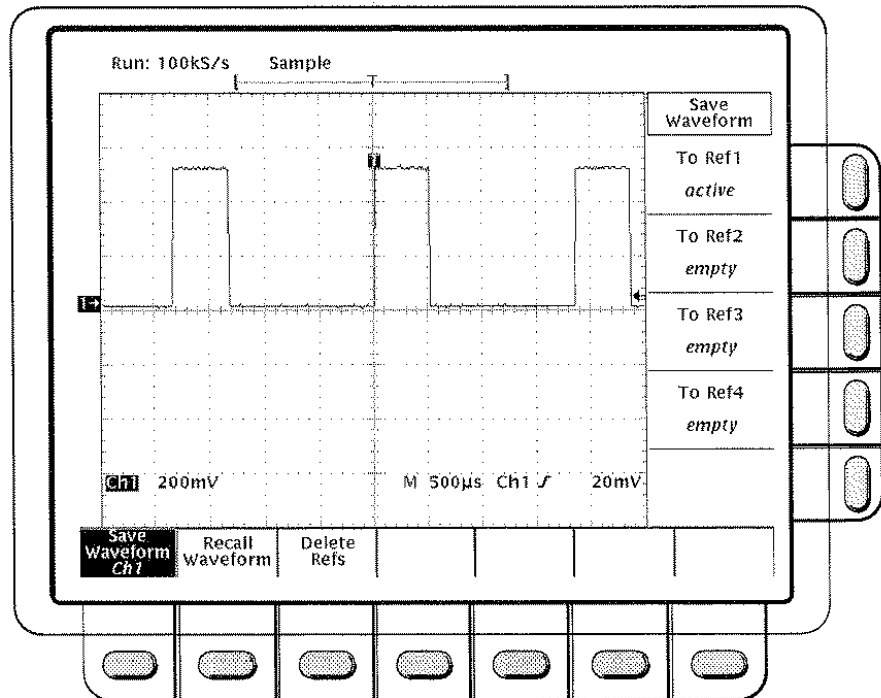


Рисунок 3-47: Меню сохранения формы сигнала

Удаление форм волны

Вы можете выбрать пункт главного меню «Удалить ссылки», а затем выбрать в боковом меню ссылки, которые вам больше не нужны («Удалить ссылку 1», «Удалить ссылку 2», «Удалить ссылку 3», «Удалить ссылку 4» или «Удалить ссылки All»).

Удаление форм сигналов и настроек All

Одновременное удаление всех сохраненных сигналов и настроек с помощью функции Tek Secure описано в разделе «Сохранение и вызов настроек». См. «Удаление настроек и сигналов All» на стр. 3-85.

Вызов формы волны

Чтобы вызвать сигнал:

Нажмите MORE ... Ref1, Ref2, Ref3 или Ref4 (основной).

Обратите внимание, что на рис. 3-48 пункты главного меню Ref2, Ref3 и Ref4 затенены, а Ref1 - нет. Пустые ссылки отображаются в главном меню «Дополнительно» затененными.

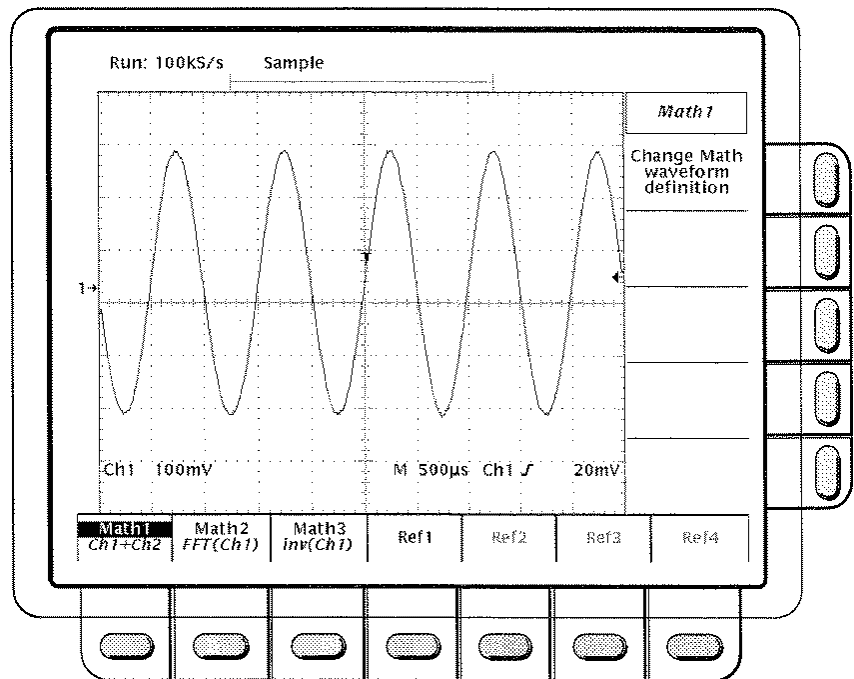


Figure 3-48: More Menu

For More Information

See *Selecting Channels*, on page 3-89.

Выбор каналов

Выбранный канал - это канал, к которому оцифровывающий осциллограф применяет все действия, зависящие от формы сигнала (например, измерения или вертикальный масштаб и положение).

Канал Считывание и индикатор Reference

Показание канала показывает выбранный канал в инвертированном виде в нижнем левом углу дисплея. Индикатор ссылки на выбранный канал появляется в левой части дисплея. См. Рисунок 3-49.

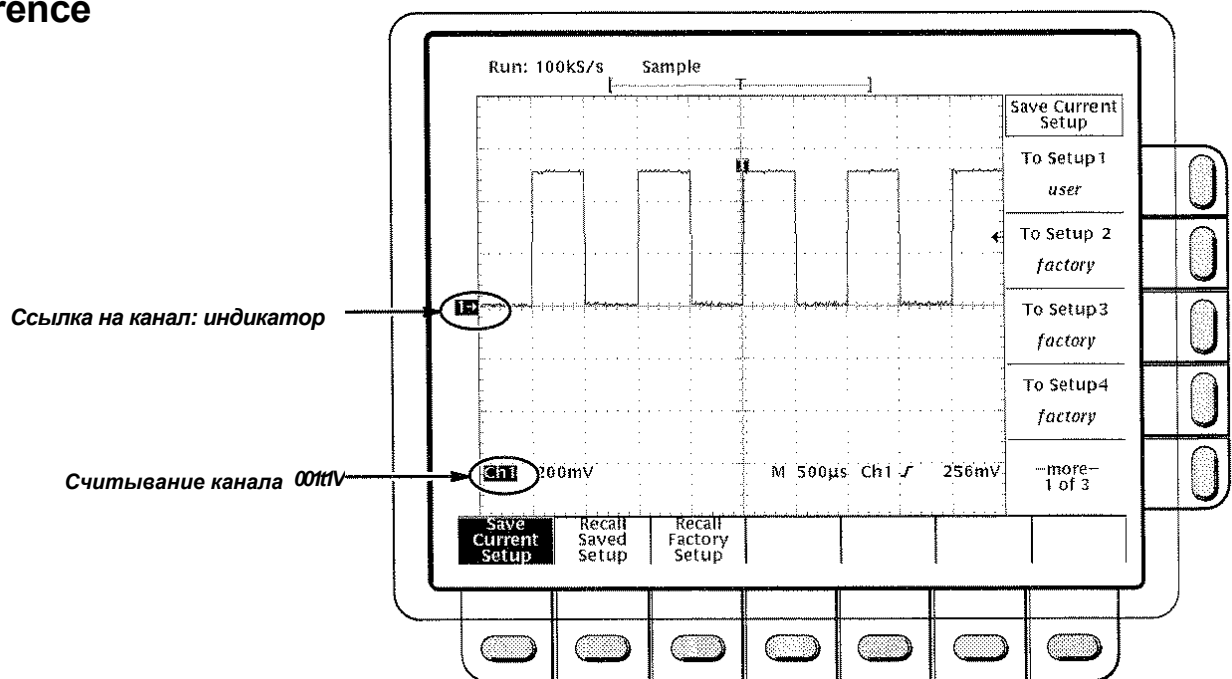


Рисунок 3-49: Показания канала

Кнопки выбора канала

Выбор каналов на осциллографах серии TDS 400 прост и удобен. В моделях TDS 420 и TDS 460 кнопки выбора канала находятся справа от дисплея и обозначены CH 1, CH 2, CH 3, CH 4 и MORE. На TDS 41 0 кнопки выбора канала обозначены CH 1, CH 2 и MORE. Кнопка БОЛЬШЕ позволяет выбрать сохраненные во внутренней памяти формы волны Math и Ref для отображения и манипулирования. Выбранный канал указывается горящим светодиодом над каждой кнопкой.

Operation

Нажатие на CH 1, CH 2, CH 3 или CH 4 включает канал, если он еще не открыт.

Вы не используете кнопки выбора канала при запуске. Вместо этого вы выбираете источник триггера в меню главного триггера или в меню отложенного триггера.

Удаление сигналов с дисплея

Кнопка WAVEFORM OFF выключает отображение формы волны выбранного канала. Он также удалит с дисплея любые автоматические измерения, выполняемые для этой формы сигнала.

Когда вы выключаете сигнал, оцифровывающий осциллограф автоматически выбирает сигнал следующего наивысшего приоритета. На Рис. 3-50 показано, как осциллограф определяет приоритеты сигналов.

1. CH1 (All models)
2. CH2 (All models)
3. CH3 (TDS 420 and TDS 460)
4. CH4 (TDS 420 and TDS 460)

5. MATH1
6. MATH2
7. MATH3

8. REF1
9. REF2
10. REF3
11. REF4

Figure 3-50: Waveform Selection Priority

Если вы выключаете более одного сигнала и начинаете отключать сигнал канала, все каналы будут отключены перед переходом к БОЛЬШЕ сигналов. Если вы начнете отключать БОЛЬШЕ сигналов, все БОЛЬШЕ сигналов будут отключены перед переходом к сигналам канала.

Если вы отключите канал, который является источником запуска, он продолжает использовать источник запуска, даже если форма сигнала не отображается.

For More Information

См. Раздел «Сохранение и вызов форм сигналов» на стр. 3-86. См.

Раздел «Математика сигналов» на стр. 3-107.

Компенсация сигнального тракта

Компенсация пути прохождения сигнала (SPC) сводит к минимуму электрические смещения в вертикальном, горизонтальном и триггерных усилителях, вызванные изменениями окружающей температуры и старением компонентов. Это позволяет выполнять точные измерения в широком диапазоне температур окружающей среды.

Вы должны запускать SPC в любое время, когда хотите, чтобы выполняемые вами измерения были выполнены с максимальной возможной точностью. Также следует запустить SPC, если температура изменилась более чем на 5 °C с момента последнего выполнения SPC. Кроме того, запустите SPC перед выполнением процедур проверки производительности и настройки.

NOTE

При проведении измерений при настройках вольт / деление меньше или равных 5 милливольт должны запускать SPC не реже одного раза в неделю. Несоблюдение этого требования может привести к тому, что осциллограф / осциллограф не будет соответствовать уровням гарантированных характеристик при этих настройках вольт / дел (Гарантированные характеристики перечислены в Приложении В).

Operation

1. Включите цифровой осциллограф и дайте ему 20 минут прогреться перед выполнением этой процедуры.
2. Отключите все входные сигналы, которые вы могли подключить, от всех входных каналов,



Выполняя шаги 3 и 4, не выключайте осциллограф до завершения компенсации пути прохождения сигнала. Если вы прерываете (или теряете) питание прибора во время выполнения компенсации пути прохождения сигнала, сообщение сохраняется в журнале ошибок осциллографа. Если это произойдет, повторно запустите компенсацию пути сигнала (сообщение об ошибке остается журнал до очистки с помощью специального сервисного ПО),

444/5000

3. Нажмите SHIFT UTILITY-> System (main) - Cal (всплывающее) - Signal Path (main) - OK Compensate Signal Paths (сбоку),
4. Дождитесь завершения компенсации сигнального тракта (от одной до трех минут). По мере его выполнения на экране отображается значок «часы» (показанный слева). Когда компенсация завершается, статусное сообщение в главном меню меняется на «Пройдено» или «Не прошло».
5. Убедитесь, что слово «Пройдено» отображается в разделе «Путь сигнала» в главном меню. (См. Рисунок 3-51.)



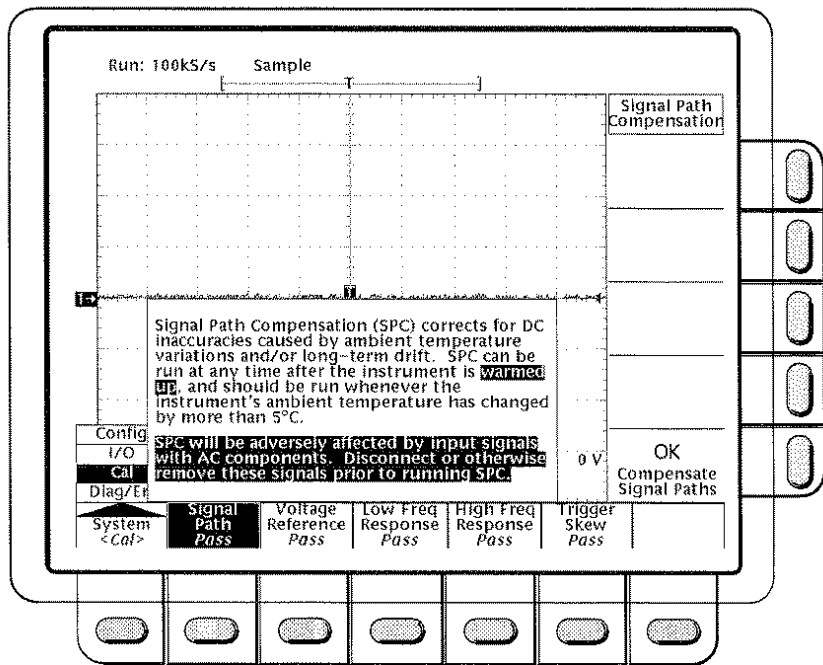


Figure 3-51: Performing a Signal Path Compensation

Status

Меню «Состояние» позволяет просматривать информацию о состоянии осциллографа.

Для работы с меню статуса:

Operation

Нажмите SHIFT STATUS- + System, Trigger, Waveforms или I/O (сбоку).

- Система отображает информацию о системах «Горизонтальное», «Масштабирование», «Захват», «Отображение», «Измерение» и «Копирование» (рис. 3-52). На этом дисплее также отображается версия прошивки.
- Триггер отображает информацию о параметрах триггеров.
- Waveforms отображает информацию о различных формах сигналов, включая текущие, математические и справочные.
- I/O отображает информацию о портах I/O.

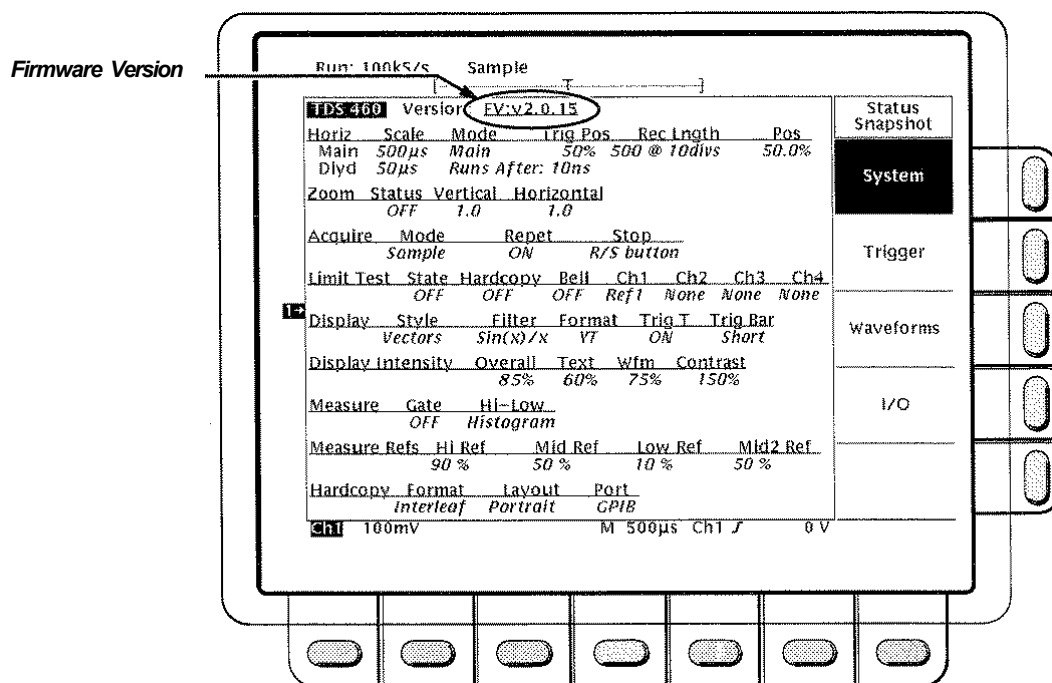


Figure 3-52: Status Menu-System

Запуск

Триггеры определяют, когда оцифровывающий осциллограф начинает регистрировать и отображать сигнал. Серия TDS 400 имеет два типа триггеров: пограничный и видео.

Хотя эти два триггера уникальны, у них есть некоторые общие характеристики, которые можно определять и изменять с помощью меню триггера, кнопок и ручки. В этой статье обсуждаются эти общие характеристики.

Чтобы узнать об общей концепции запуска, см. Запуск в разделе «Понятия». Чтобы узнать больше об использовании определенных триггеров и системе отложенного триггера, см. Магическую информацию на стр. 3-97.

Триггерные кнопки и ручки

Кнопки и ручка триггера позволяют быстро настроить уровень триггера или усилить триггер (см. Рисунок 3-53).

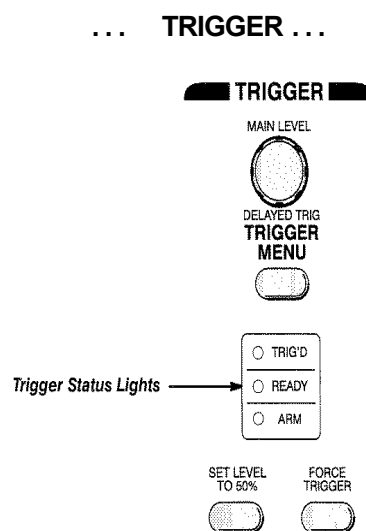


Рисунок 3-53: Элементы управления TRIGGER и индикаторы состояния

ГЛАВНЫЙ УРОВЕНЬ Кнопь

Ручка MAIN LEVEL позволяет вручную изменять уровень запуска при запуске в режиме Edge. Он мгновенно регулирует уровень запуска (или пороговый уровень) независимо от того, какое меню отображается, если оно есть.

То Сетто 50% Вы можете быстро нажать на крайний триггер, нажав SET LEVEL TO 50%. Осциллограф устанавливает уровень запуска на полпути между пиками сигнала запуска. Вы также можете установить уровень на 50% в меню «Триггер» в пункте главного меню «Уровень», если выбран Edge. Обратите внимание, что ручка MAIN LEVEL и пункты меню применяются только к основному уровню запуска. Чтобы изменить уровень отсроченного запуска, используйте пункт «Уровень» в меню «Отложенный запуск». Принудительный триггер Нажав кнопку FORCE TRIG на передней панели, вы можете заставить осциллограф немедленно начать регистрацию формы сигнала, даже без события запуска. Принудительное срабатывание триггера полезно, когда в нормальном режиме триггера входной сигнал не обеспечивает действительный триггер. Нажав FORCE TRIG, вы можете быстро подтвердить наличие сигнала, который осциллограф должен зарегистрировать. Как только это будет сделано, вы сможете определить, как срабатывать на нем. (нажмите SET LEVEL TO 50%, проверьте настройку источника триггера и т. д.). Осциллограф распознает FORCE TRIG и реагирует на него даже в том случае, если вы нажмете его до окончания задержки перед запуском. Однако кнопка не действует, если система сбора данных остановлена.

Оцифровывающий осциллограф имеет индикацию на дисплее и индикаторы состояния, предназначенные для контроля схемы запуска.

Индикаторы состояния триггера

Показания

В области управления триггером (Рисунок 3-53) есть три индикатора состояния, указывающих состояние схемы триггера. Индикаторы помечены как TRIG'D, READY и ARM.

- Если индикатор TRIG'D горит, это означает, что оцифровывающий осциллограф распознал действительный запуск и заполняет посттриггерный участок сигнала.
- Если горит индикатор READY, это означает, что оцифровывающий осциллограф может принять действительное событие запуска и ожидает этого события.
- Когда горит ARM, это означает, что схема триггера заполняет предтриггерный участок записи сигнала.
- Если горят оба индикатора TRIG'D и READY, это означает, что оцифровывающий осциллограф распознал действительный основной запуск и ожидает запуска с задержкой. Когда он распознает отложенный триггер, он заполняет посттриггерный участок задержанного сигнала.

Показания дисплея триггера

В нижней части дисплея в строке триггера показаны некоторые ключевые параметры триггера (Рисунок 3-54). Показания различаются для триггеров по фронту и по видео.

Основное время Базовое время / дел.

Основное время База

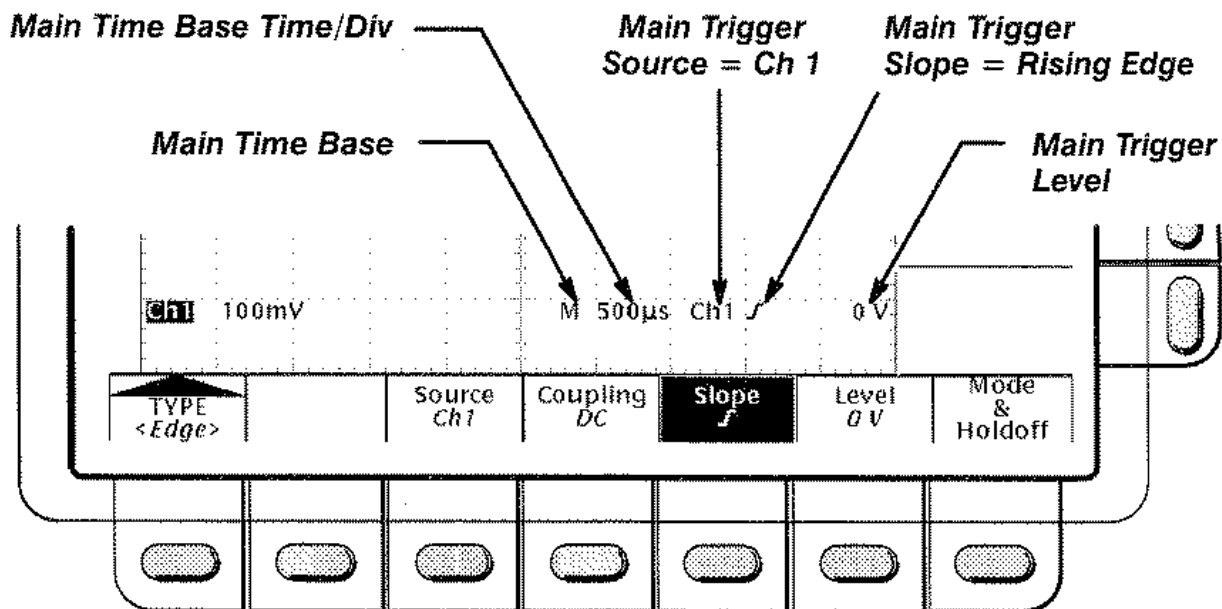


Рисунок 3-54: Пример показаний триггера

Окно записи в верхней части дисплея показывает местоположение триггерного сигнала в записи формы сигнала и относительно дисплея (см. Рис. 3-55).

Индикаторы положения триггера и уровня

В дополнение к числовым показаниям уровня запуска, есть также графические индикаторы положения и уровня запуска, которые вы можете отображать по желанию. Эти индикаторы представляют собой индикатор точки запуска, длинную полосу уровня запуска и короткую полосу уровня запуска. На Рис. 3-55 показан индикатор точки запуска и короткая полоса уровня запуска.

Индикатор точки запуска показывает положение. Его нельзя располагать горизонтально за пределами экрана, особенно с настройками большой длины записи. Полоса уровня запуска показывает только уровень запуска и остается на экране независимо от горизонтального положения, пока отображается канал, обеспечивающий источник запуска.

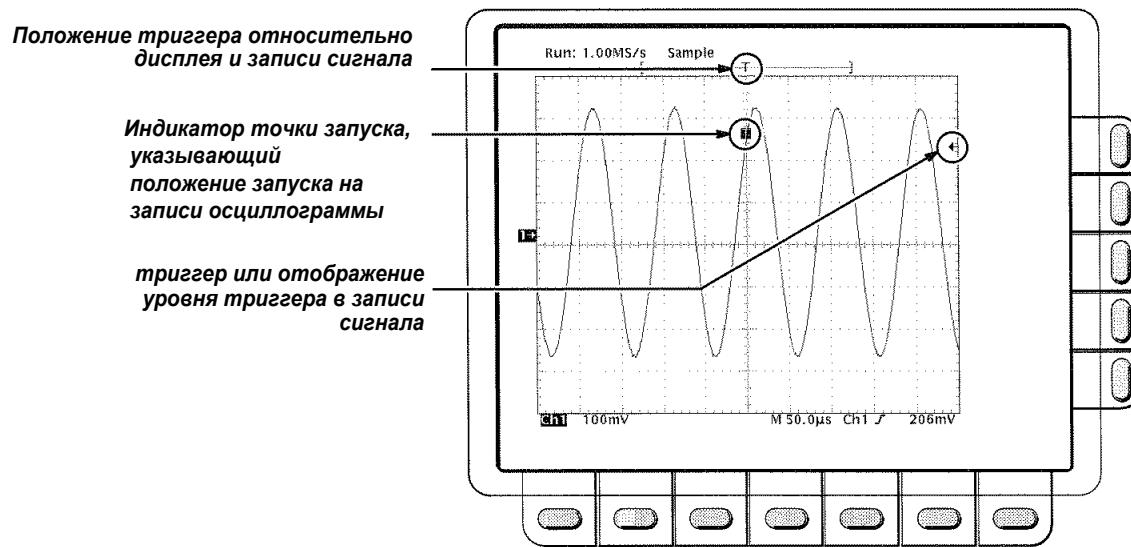


Рисунок 3-55: Вид записи, положение триггера и шкала уровня триггера

Индикатор точки запуска и полоса уровня отображаются в меню «Дисплей».

См. Раздел «Показания дисплея» на стр. 3-23 для получения дополнительной информации.

Trigger Menu

У каждого типа триггера (фронта и видео) есть собственное главное меню триггера, которое описано в отдельной части этого раздела (см.

Дополнительную информацию),

Для выбора типа триггера нажмите TRIGGER MENU - Type (основной) - Edge,

For More Information

См. Запуск по задержке на стр. 3-16.

См. Запуск по фронту на странице 3-27.

См. Запуск по видеосигналу на странице 3-101.

См. Запуск, на странице 2-11,

Вертикальный контроль

Вы можете управлять вертикальным положением и масштабом выбранной формы сигнала с помощью вертикального меню и регуляторов.

Изменяя масштаб по вертикали, вы можете сфокусироваться на определенной части сигнала.

Регулируя вертикальное положение, вы можете перемещать осциллограмму вверх или вниз на дисплее. Это особенно полезно при сравнении двух или более сигналов.

Чтобы изменить масштаб и положение по вертикали, используйте ручки POSITION и SCALE по вертикали.

Вертикальные элементы управления влияют только на выбранную форму волны.

Вертикальные ручки

Ручка POSITION просто добавляет деления экрана к контрольной точке выбранной формы сигнала. Добавление делений перемещает сигнал вверх, а вычитание их перемещает сигнал вниз. Вы также можете настроить положение сигнала, используя параметр смещения в вертикальном меню (обсуждается далее в этой статье).

Если вы хотите, чтобы ручка POSITION двигалась быстрее, нажмите кнопку SHIFT. Когда индикатор рядом с кнопкой SHIFT горит, а на дисплее в правом верхнем углу отображается Coarse Knobs, ручка POSITION значительно ускоряется.

Вертикальные индикаторы

Вертикальное меню

Вертикальная индикация в нижней части дисплея показывает каждый отображаемый канал (выбранный канал находится в инверсном видео) и его настройки вольт / деление (см. Рисунок 3-56).

Вертикальное меню (Рисунок 3-56) позволяет вам выбрать связь, полосу пропускания и смещение для выбранной формы сигнала. Он также позволяет вам численно изменять положение или масштаб вместо использования вертикальных регуляторов.

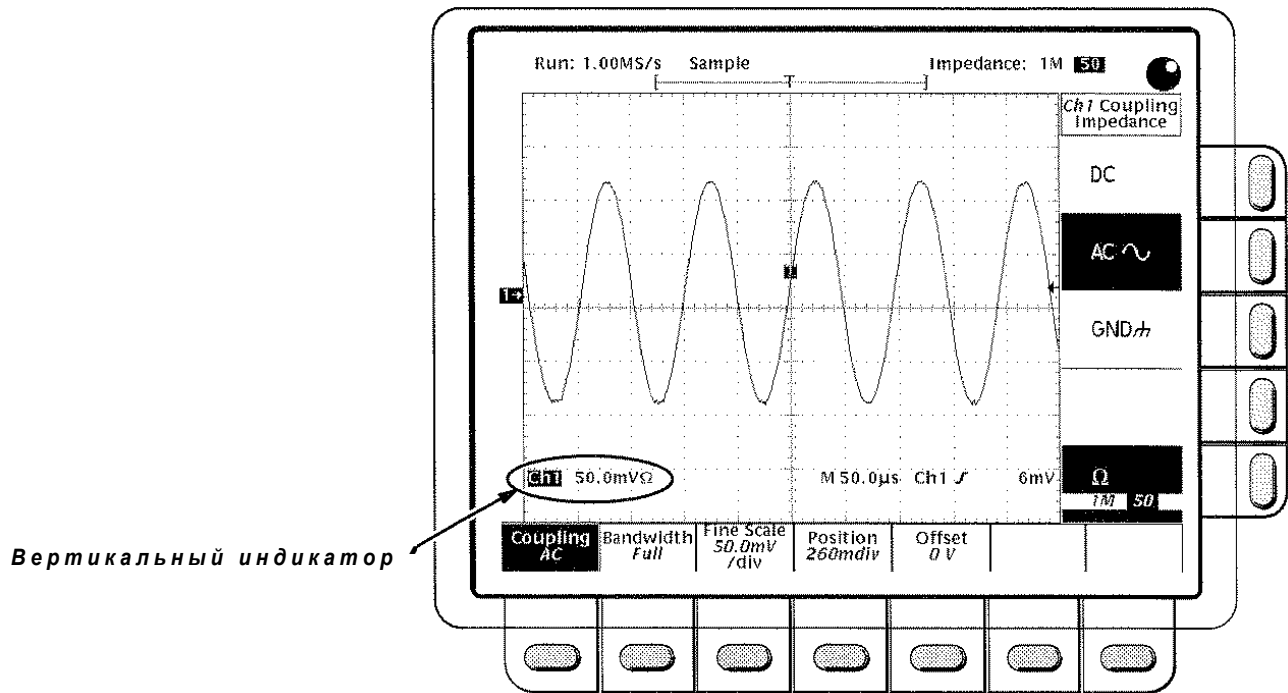


Рисунок 3-56: Вертикальные индикаторы и меню каналов

Связь

Чтобы выбрать тип связи для присоединения входного сигнала к вертикальному аттенюатору для выбранного канала и установить его входное сопротивление:

Нажмите ВЕРТИКАЛЬНОЕ МЕНЮ - Муфта (основная) -> DC, AC, GND или Q (боковая),

DC

AC ~

GND

 Ω

- Связь по постоянному току показывает как AC, так и постоянную составляющую входного сигнала.
- Связь AC показывает только переменные составляющие входного сигнала.
- Соединение заземления (GND) отключает входной сигнал от приема,
- Входной импеданс позволяет выбрать импеданс 1 МОм или 50 Ом. .

NOTE

Если вы выберете импеданс 50 Ом с AC связью, оцифровывающий осциллограф с точностью до 200 кГц не отобразит точно частоты ниже 200 кГц, Кроме того, когда вы подключает активный пробник к осциллографу / осциллографу (например, P6205), входное сопротивление осциллографа автоматически становится 50 Ом, если затем подключить пассивный пробник (например, P6138). установите входной импеданс обратно на 1 МОм,

Пропускная способность

Чтобы устранить высокочастотные составляющие, измените полосу пропускания выбранного канала:

Нажмите ВЕРТИКАЛЬНОЕ МЕНЮ -> Полоса пропускания (основная) -> Press VERTICAL MENU -> Bandwidth (main) ->

Fine Scale

Press VERTICAL MENU __, Fine Scale (main)

Точная шкала

Нажмите VERTICAL MENU __, Fine Scale (main), чтобы выполнить точную настройку вертикального масштаба с помощью универсальной ручки.

Позиция

Нажмите ВЕРТИКАЛЬНОЕ МЕНЮ __, Положение (основное), чтобы ручка общего назначения управляла вертикальным положением. Нажмите Set to O divs (side), если вы хотите сбросить контрольную точку выбранной формы сигнала в центр дисплея.

Смещение

Смещение позволяет снимать смещение постоянного тока из формы сигнала, поэтому осциллограф может регистрировать именно ту часть сигнала, которая вас интересует.

Смещение полезно, когда вы хотите исследовать форму сигнала с помощью напряжения постоянного тока. Например, вы можете попытаться увидеть небольшую пульсацию на выходе блока питания. Может наблюдаться пульсация 100 мВ при напряжении питания 15 В. Благодаря диапазону смещения вы можете отображать рябь и масштабировать ее в соответствии с вашими потребностями.

10 используйте смещение, нажмите ВЕРТИКАЛЬНОЕ МЕНЮ __, Смещение (основное). Используйте ручку общего назначения для управления вертикальным смещением. 11 вы хотите сбросить смещение на ноль, нажмите Установить на O V (сбоку)

См. «Приобретение» на стр. 2-17.

См. Раздел «Масштабирование и позиционирование сигналов» на стр. 2-22.

Smeshcheniye

For More Information

Видео запуск

Дополнительное меню запуска по видео дает вам множество вариантов запуска по видеосигналу,

Событие запуска по видеосигналу происходит, когда видеосигнал генерирует импульс горизонтальной или вертикальной синхронизации. Для получения дополнительной информации см. Запуск на стр. 2-11.

Operation

Меню Video Trigger позволяет вам выбрать источник, полярность, класс, режим и задержку, но это дает вам возможность задерживать строки или время и \ets вы запускаете по первому полю, второму полю или обоим,

Чтобы вызвать меню Video Trigger:

Нажмите TRIGGER MENU - Type (главное) _ Видео (сбоку) (см. Рисунок 3-57),

вертикальное считывание

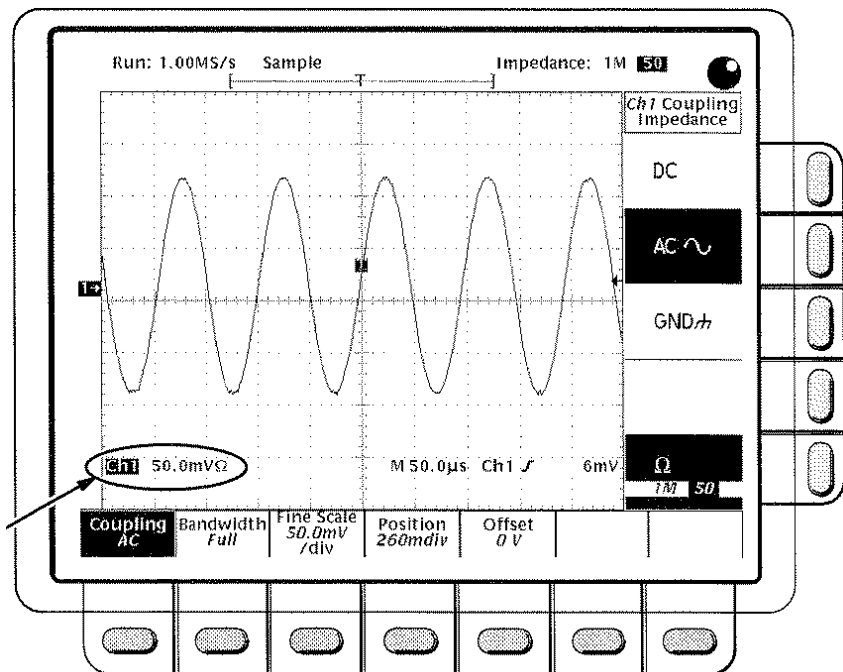


Figure 3-57: Main Trigger Menu-Video Type

Видео-класс

Используя опцию Class, вы можете выбрать predetermined settings (NTSC, PAL или SECAM) или настроить настройку,

Нажмите TRIGGER MENU -Type (главное) ..., Видео (всплывающее) Class, (основной) - + NTSC, PAL, SECAM или Custom (всплывающее окно) (Рисунок 3-58)

- NTSC имеет линейную частоту 525 строк на кадр и частоту поля 60 Гц.
- PAL имеет линейную скорость 625 строк на кадр и частоту поля 50 Гц.
 - SECAM имеет линейную скорость 625 строк на кадр и частоту поля 50 Гц.
 - Пользовательский позволяет указать частотный диапазон видеосигнала. Различные диапазоны перечислены в боковом меню параметров сканирования (обсуждается далее в этой статье).

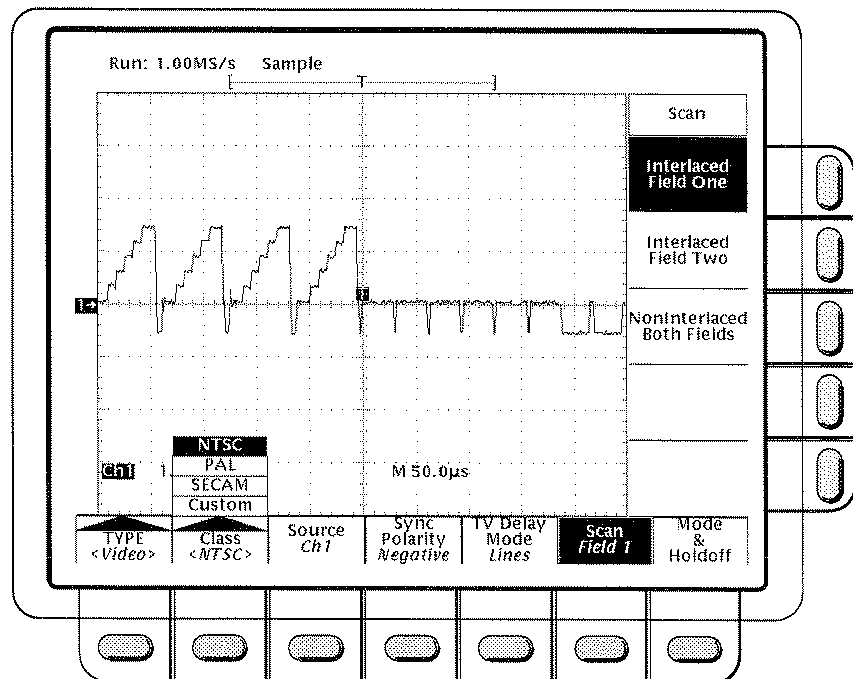


Figure 3-58: Video Trigger Menu-Class

Источник

Вам необходимо выбрать, из какого источника должен поступать триггер.

На TDS 420 и TDS 460 нажмите TRIGGER MENU - +

Источник (основной) -Ch1, Ch2, Ch3, или Ch4 (боковой).

На TDS 41 О нажмите TRIGGER MENU ..., Source (main) ..., Ch1 или Ch2 (сбоку)

Отрицательная полярность является стандартом для горизонтальных и вертикальных синхроимпульсов. Однако вы можете захотеть запустить импульс положительной полярности при проверке схемы, которая инвертирует видеосигнал. Вы можете легко изменить полярность, используя параметр Sync Polarity,

Нажмите TRIGGER MENU - Sync Polarity (main) ... Neg Sync или Pos Sync (сбоку),

Режим задержки ТВ

Вы указываете задержку для триггера видео с опцией TB Delay Mode. Поскольку видеосигналы состоят из линейной информации и других компонентов с заданным временем, опция TV Delay Mode позволяет вам задерживать не более строк или времени (см. Рисунок 3-59),

Нажмите кнопку TRIGGER MENU ... Режим задержки ТВ (основной) - Задержка по строкам или Задержка по времени (сбоку). Используйте ручку общего назначения для ввода значения.

Если вы хотите ввести большое число с помощью ручки общего назначения, нажмите кнопку SHIFT перед поворотом ручки. Когда индикатор рядом с кнопкой SHIFT горит, а на дисплее в правом верхнем углу отображается сообщение Coarse Knobs, универсальная ручка скорости значительно вырос,

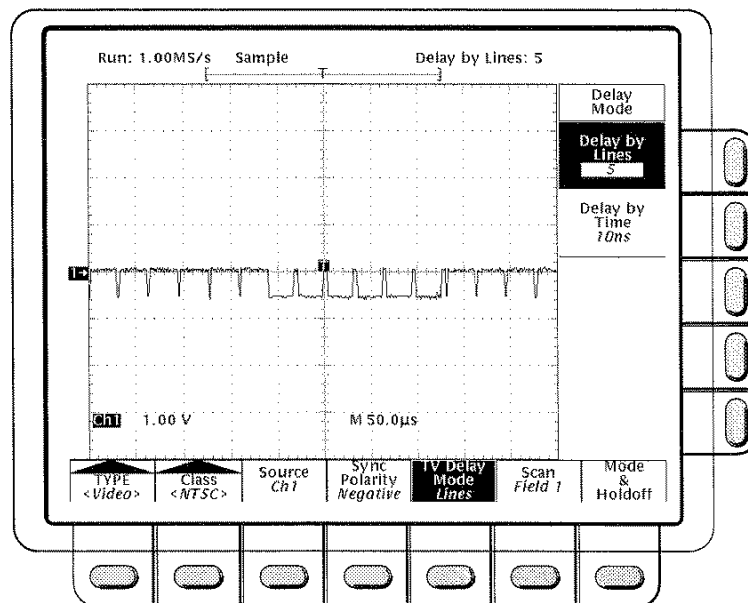


Рисунок 3-59: Меню запуска видео - режим задержки ТВ

Сканировать

Если вы выбрали NTSC, PAL или SECAM в меню «Класс», появится меню «Сканирование», которое позволяет вам выбирать между запуском по первому, второму или обоим полям.

Нажмите TRIGGER MENU - + Scan (main) - + Interlaced Field One, Interlaced field two, or NonInterlaced Both Fields (side) (см. Рисунок 3-60),

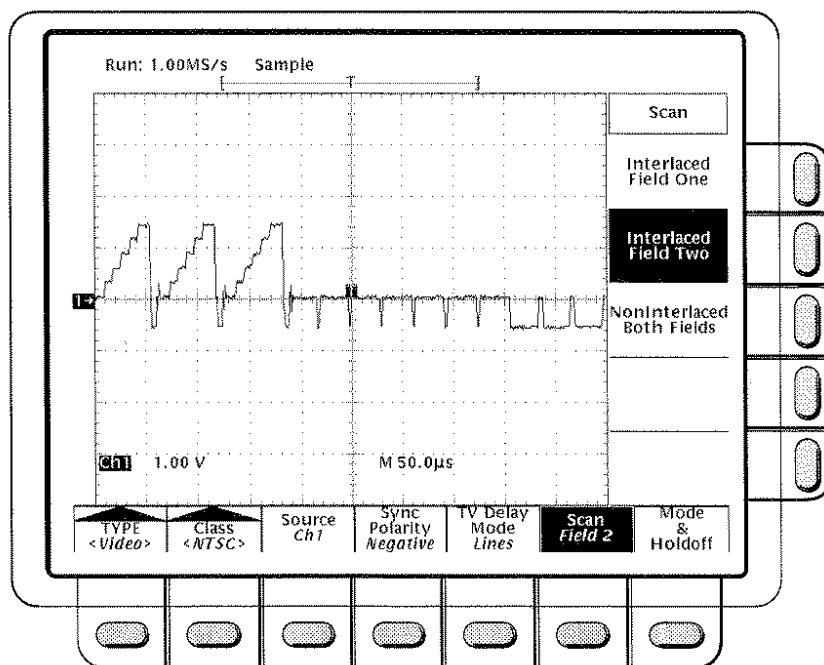


Рисунок 3-60: Параметр запуска-сканирования видео

- Если вы выберете «Первое поле с чересстрочной разверткой», оцифровывающий осциллограф всегда запускается в начале первого поля в кадре с чересстрочной разверткой.
- Если вы выберете вариант «Поле 2 с чересстрочной разверткой», оцифровывающий осциллограф всегда запускает первую строку второго поля в кадре с чересстрочной разверткой.
- Если вы выбираете NonInterlaced Both Fields, оцифровывающий осциллограф попеременно запускает режим запуска в начале первого поля и второго поля.

Скорость сканирования и чересстрочная развертка

Если вы выбрали Custom в меню Class, опция Scan Rate & Interlace перечисляет несколько вариантов частотного диапазона (см. Рисунок 3-61). Возможные варианты: скорость 1 (15-20 кГц), скорость 2 (20-25 кГц), скорость 3 (25-35 кГц) и скорость 4 (35-64 кГц).

Переключая кнопку рядом с опцией Interlaced, вы можете запускать на первом чересстрочном поле, втором чересстрочном поле или на обоих полях без чересстрочной развертки.

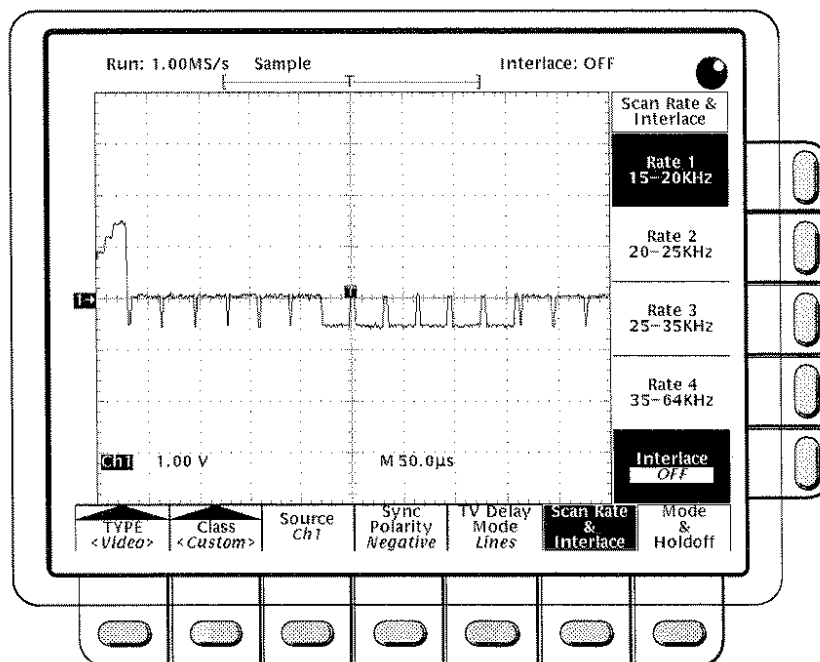


Рисунок 3-61: Триггер видео - скорость сканирования и чересстрочная развертка

Режим и задержка

Вы можете изменить время задержки и выбрать режим триггера с помощью этого пункта меню. См. Запуск на стр. 2-11 для получения более подробной информации о режиме и задержке.

Нажмите TRIGGER MENU - + Mode & Holdoff (main) - Auto или Normal (side) (см. Рисунок 3-62).

- В автоматическом режиме осциллограф регистрирует сигнал, даже если запуск не происходит.
- В нормальном режиме осциллограф регистрирует сигнал только при наличии действующего триггера.

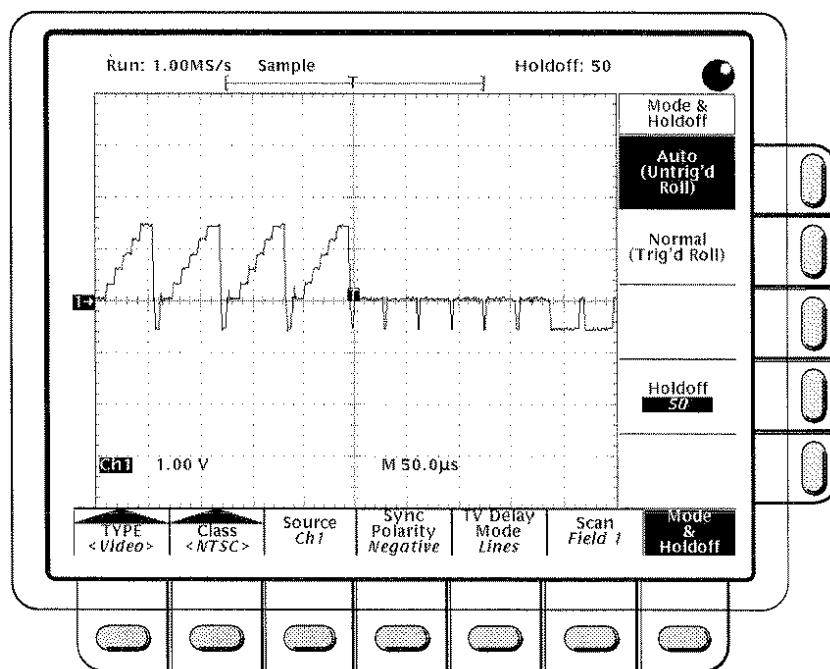


Рисунок 3-62: Режим меню запуска видео и задержка

Чтобы изменить время задержки, нажмите кнопку Holdoff (сбоку). Введите значение, используя универсальную ручку. 11, если вы хотите получить большое число, нажмите кнопку SHIFT перед поворотом ручки. Когда горит индикатор рядом с кнопкой SHIFT и на дисплее отображается надпись «Ручки курса» в верхнем углу, ручка общего назначения значительно ускоряется.

Существуют различные значения по умолчанию для задержки, обеспечивающие постоянную вспышку цвета в синхроимпульсе. Эти значения зависят от того, выбираете ли вы NTSC, PAL или SECAM, и от того, запускаете ли вы чересстрочное поле одно или два. См. Запуск на странице 2-11.

**For More
Information**

Математика формы волны

Вы можете математически манипулировать сигналами. Например, сигнал может быть затемнен из-за фоновых шумов. Вы можете получить более чистую форму сигнала, убрав фоновый шум из исходного сигнала.

В этом руководстве описаны стандартные математические функции формы сигнала (инвертирование, сложение, вычитание и умножение). См. Руководство по эксплуатации опции 2F семейства TDS, если ваш осциллограф оснащен такой опцией.

Чтобы выполнить математическое вычисление формы сигнала, нажмите кнопку MORE, чтобы открыть меню More (Рисунок 3-63).

Меню «Дополнительно» позволяет отображать, определять математические функции и управлять ими.

Operation

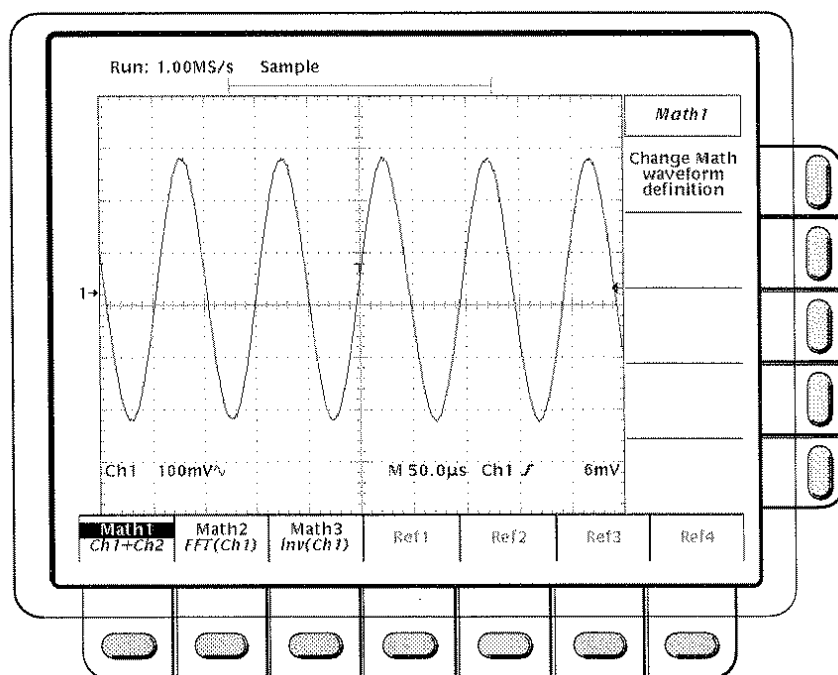


Рисунок 3-63: Меню "Дополнительно"

Math1, Math2, and Math3

Нажмите MORE- + Math1, Math2 или Math $\pm$ (основной), чтобы выбрать сигнал, который вы хотите отобразить или изменить.

Если ваш оцифровывающий осциллограф оснащен опцией 2F, Advanced DSP Math, пункт меню FFT wi / 1 имеет ту же яркость, что и пункты меню Single Wfm Math и Dual Wfm Math; в противном случае БПФ будет затемнено. Информацию о БПФ и других сложных математических волнах см. в руководстве по эксплуатации опции 2F семейства TDS. формы.

2. Нажмите «Изменить математическое определение формы сигнала» (сбоку) -, «Математическое вычисление одиночного сигнала Wfm» или «Математическое значение двойного сигнала Wfm (основное)», чтобы изменить текущее определение сигнала математического расчета (см. Рисунок 3-64).

Операции с одиночным и двойным сигналом описаны отдельно в следующих разделах.

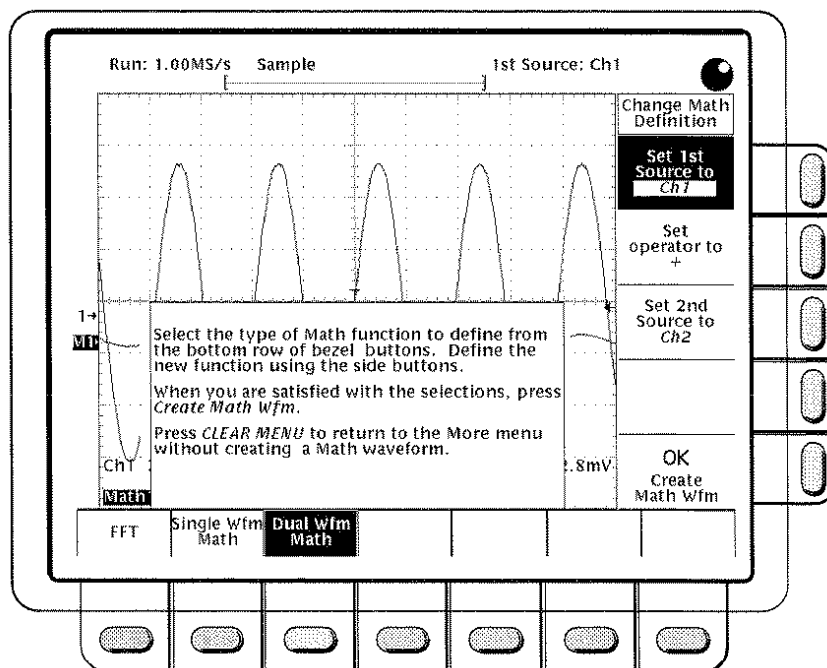


Рисунок 3-64: Главное и боковые меню математических вычислений для двух осциллограмм

Single Wfm Math

1. Нажмите MORE- + Math1, Math2 или Math $\pm$ (main) $_$, установите для функции значение (side) - + inv (инвертировать).
2. Чтобы определить форму сигнала источника, установите переключатель Set Single Source в положение (сбоку) или выберите этот элемент и используйте ручку общего назначения.
3. Когда вы будете готовы выполнить функцию, нажмите OK Create Math Wfm (сбоку),

Двойная математика Wfm

1. Выберите источники с помощью MORE- + Math1, Math2 или Math $\pm$ (основной) - + Установите для 1-го источника значение, а для 2-го источника - (сбоку). Введите источники, переключая соответствующую кнопку выбора канала, или $\leftrightarrow$ используя универсальную ручку.
2. Чтобы ввести математический оператор, нажмите Установить оператор на (сбоку). Переключите кнопку или используйте ручку общего назначения. Поддерживаемые операторы - +, - и *.
3. Нажмите OK Create Math Wfm (сбоку), чтобы выполнить функцию.

NOTE

*если вы выберете * для умножения на шаге 2, функция курсора будет измерять амплитуду в единицах волта в квадрате W, а не в вольтах V.*

For More Information

Если ваш осциллограф оснащен опцией 2F, вы также можете создавать интегрированные, дифференцированные и быстрые сигналы с преобразованием Фурье. Если ваш осциллограф оснащен этой опцией, см. «Вариант 2F семейства TDS в инструкции Mania /».

Масштабирование и интерполяция

Иногда вам может потребоваться расширить или сжать форму сигнала на дисплее без изменения параметров сбора данных. Вы можете сделать это с помощью функции масштабирования. Когда вы увеличиваете масштаб сигнала на дисплее, вы увеличиваете его часть. Оцифровывающему осциллографу может потребоваться показать больше точек для этой части, чем было получено. Если это необходимо, он интерполирует. Инструмент может выполнять интерполяцию одним из двух способов: линейным или $\sin(x)/x$. (Методы интерполяции описаны на стр. 2-18.) При масштабировании дисплей перерисовывает осциллограммы с использованием метода интерполяции, выбранного в меню «Дисплей» (линейная интерполяция или $\sin(x)/x$). Если вы выбрали $\sin(x)/x$ (по умолчанию), это может привести к некоторому перерегулированию или недорегулированию краев сигнала. В этом случае измените метод интерполяции на линейный, следуя инструкциям на стр. 3-111. Чтобы различать реальные и интерполированные сэмплы, установите стиль отображения на «Усиленные сэмплы».

Operation

Когда вы включаете функцию масштабирования, ручки вертикального и горизонтального масштабирования и вертикального положения теперь управляют отображаемым размером и положением волновых форм, позволяя им расширяться и перемещаться на экране. Они перестают влиять на получение формы сигнала, но вы можете изменить получение, используя соответствующие пункты меню. Режим масштабирования не меняет способ работы по горизонтали. Чтобы использовать масштабирование, выполните следующие действия:

1. Нажмите ZOOM- + ON (сбоку). Кнопка ZOOM на передней панели должна загореться.
2. Выберите, какие осциллограммы нужно увеличить, $\bar{\cup}$ переключая блокировку по горизонтали (сбоку) или $\bar{\cup}$ используя ручку общего назначения.
- Нет - только текущая выбранная форма сигнала может быть увеличена и расположена по горизонтали (Рисунок 3-65).

- В прямом эфире - все каналы могут одновременно увеличиваться и располагаться по горизонтали. (Формы сигналов, отображаемые с входного канала, отображаются в реальном времени; математические и опорные формы сигналов не отображаются в реальном времени.)
 - All - все отображаемые осциллограммы (каналы, математические вычисления и / или эталоны) могут одновременно увеличиваться и располагаться по горизонтали.

НОТА

Несмотря на то, что масштабирование должно быть включено, чтобы контролировать / которые влияют на масштабирование осциллограмм, настройка *Horizontal Lock* влияет на то, какие формы волны расположены в положениях управления по горизонтали, независимо от того, включено или выключено масштабирование. Правила для трех настроек указаны в шаге 2. Только выбранная форма волны (верхняя часть) изменяет размер.

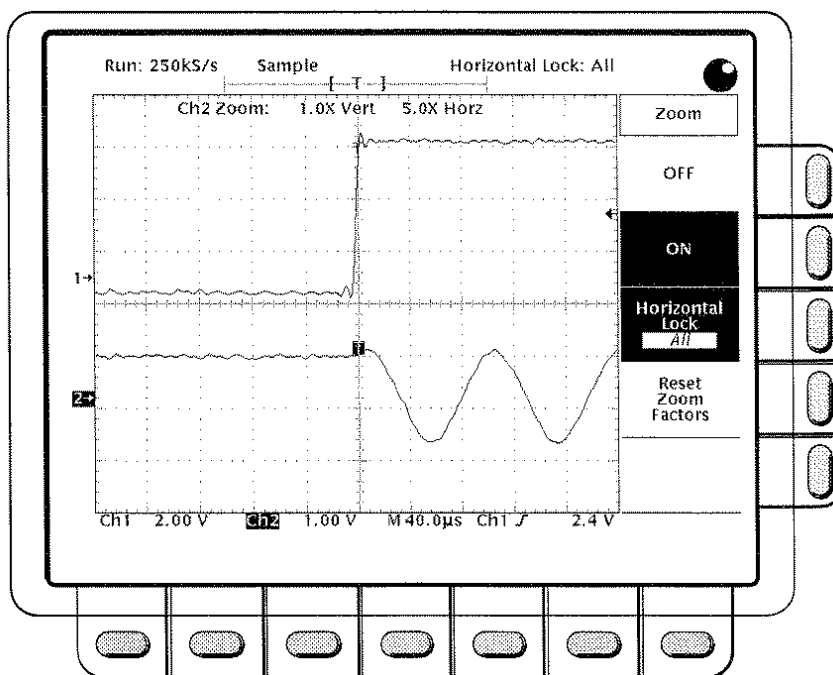


Рисунок 3-65: Режим масштабирования с горизонтальной фиксацией, установленной на None

Настройка интерполяции

Чтобы изменить используемый метод интерполяции:

Нажмите DISPLAY - Filter (main) -> Sin (x) / x Interpolation или Linear Interpolation (side),

Сбросить масштаб
Чтобы сбросить все коэффициенты масштабирования к значениям по умолчанию (Table 3-7), нажмите ZOOM - Reset Zoom Factors (сбоку).

Table 3-7: Zoom Defaults

Parameter	Setting
Zoom Vertical Position	0
Zoom Vertical Gain	1X
Zoom Horizontal Position	Tracking Horizontal Position
Zoom Horizontal Gain	1X

Нажмите ZOOM Off (сбоку), чтобы вернуться к нормальной работе осциллографа (без увеличения).

**For Further
Information**

See *Acquisition*, on page 2-17.
See *Display Modes*, on page 3-22.

Приложение А: Опции и аксессуары

Options

В этом разделе описаны различные опции, а также стандартные и дополнительные аксессуары, которые доступны для TDS 41 Q, TDS 420 и

Цифровые осциллографы TDS 460,

Варианты включают:

Вариант 02: передняя крышка и чехол

В этом случае Tektronix предоставляет с прибором переднюю крышку и чехол.

Вариант 05: запуск видео

Эта опция обеспечивает запуск по видео. Он позволяет запускать положительные или отрицательные синхросигналы. It также позволяет выбрать первое поле с чересстрочной разверткой, второе поле с чересстрочной разверткой или оба поля без чересстрочной развертки. Вы можете определить класс сигнала как NTSC, PAL, SECAM, или вы можете настроить класс.

Вариант 13: Интерфейс RS-232 / Centronics Hardcopy

С этой опцией Tektronix предоставляет осциллограф, оборудованный интерфейсом RS-232 и Centronics, который может использоваться для сохранения печатных копий экрана осциллографа.

Вариант 2F: Расширенная математика DSP

С помощью этой опции осциллограф может вычислять и отображать три расширенных математических формы сигнала: интеграл формы сигнала, дифференциал формы сигнала и БПФ (быстрое преобразование Фурье) формы сигнала.

Вариант 3P: Комплект принтера

С этой опцией Tektronix предоставляет термопринтер Seiko DPU-411, камеры, руководство и сумку для принадлежностей, установленную на верхней части осциллографа. Печатные копии экрана производятся на четырехдюймовой термобумаге. В сумке находится принтер и есть дополнительное место для аксессуаров.

Вариант 2A: длина записи 60 000 точек и запуск по видео

Эта опция включает в себя Вариант 1 M (60 000 баллов за запись) и

Вариант 05

(Видео триггер).

Вариант 2В: длина записи 60 000 точек, запуск по видео и Продвинутая математика DSP

Эта опция сочетает в себе опцию 1М (60 000 точек записи), опцию 05 (запуск по видео) и опцию 2F (Advanced DSP Math).

Опции A1-A5: Международные шнуры питания

Помимо стандартного кабеля питания для Северной Америки, 11 В, 60 Гц, Tektronix предоставляет с осциллографом любую из пяти альтернативных конфигураций кабеля питания по заказу клиента.

Table A-1: International Power Cords

Option	Power Cord
A1	Universal European-220 V, 50 Hz
A2	UK-240 V, 50 Hz
A3	Australian-240 V, 50 Hz
A4	North American-240 V, 60 Hz
A5	Switzerland-220 V, 50 Hz

Вариант В1: Сервисное руководство на уровне модулей

При заказе варианта В1 компания Tektronix предоставляет с осциллографом руководство по обслуживанию на уровне модуля.

Вариант 1 М: длина записи 60 000 точек

Эта опция обеспечивает максимальную длину записи 60 000 точек на одно получение (60 000 на канал).

Варианты обслуживания Warranty-Plus

Следующие опции дополняют доступность услуг со стандартной гарантией. (Стандартная гарантия указана на обратной стороне титульного листа данного руководства.)

- Опция М2: при заказе опции М2 Tektronix предоставляет пятилетнюю гарантию / ремонтное обслуживание.
- Опция М3: при заказе опции М3 Tektronix предоставляет пять лет гарантии / ремонтного обслуживания и четыре калибровки осциллографа.
- Опция М8: при заказе опции МВ Tektronix предоставляет четыре калибровки и четыре проверки рабочих характеристик, по одной на период от второго до пятого года эксплуатации.

Option 1K: K212 Instrument Cart

With this option, Tektronix ships a three tray instrument cart (the K212).

Option 1P: HC100 4 Pen Plotter

With this option, Tektronix ships a four-color plotter designed to make waveform plots directly from the digitizing oscilloscope without requiring an external controller. It handles A4 and US letter size media.

Option 1R: Rackmounted Digitizing Oscilloscope

Tektronix ships the digitizing oscilloscope, when ordered with Option 1R, configured for installation in a 19 inch wide instrument rack. Customers with instruments not configured for rackmounting can order a rackmount kit (016-1166-00) for field conversions.

Instructions for rackmounting the digitizing oscilloscope are shipped with the option 1R.

Option 22: Additional Probes

With this option, Tektronix ships two additional probes identical to the two standard-accessory P6138 probes normally shipped with the instrument. This provides one probe for each front-panel input.

Option 23: Active Probes

With this option, Tektronix ships two active high speed voltage probes (the P6205 10X FET).

Option 25: P6562 AS Probes

With this option, Tektronix ships four P6562A SMD probes.

Option 29: TD100 Data Manager

With this option, Tektronix ships a TD100 Data Manager, which provides a 40 MByte hard drive, 3.5 inch floppy drive, and TDS Data Manager software.

Option 9C: Certificate of Calibration and Test Data Report

Tektronix ships a Certificate of Calibration which states this instrument meets or exceeds all warranted specifications and was calibrated using standards and instruments whose accuracies are traceable to the National Institute of Standards and Technology, an accepted value of a natural physical constant or a ratio calibration technique. The calibration is in compliance with US MIL-STD-45662A. This option also includes a test data report for the instrument.

Standard Accessories

The following standard accessories are included with the digitizing oscilloscope:

Table A-2: Standard Accessories

Accessory	Part Number
User Manual	070-8034-XX
Programmer Manual	070-8709-XX
Reference	070-8035-XX
Performance Verification	070-8721-XX
U.S. Power Cord	161-0230-01
Probes (qty. two) P6138 10X Passive	P6138 (single unit)

Probe Accessories

These are accessories to the standard probe listed previously (P6138). Except for the probe-tip-to-circuit board adapter, they can also be ordered separately.

Table A-3: Probe Accessories

Accessory	Part Number
Retractable Hook Tip	013-0107-06
Body Shell, tip cover	204-1 049-00
Probe-Tip-to-Circuit Board Adapter (qty. two standard, optionally available in package of 25 as 131-5031-00)	No customer orderable part number for double unit
6-Inch Slip-On Ground Lead	196-311 3-02
Low Inductance Ground Lead	195-4240-00
Marker Rings Set (qty. eighteen rings which includes two each of nine colors)	016-0633-00
Ground Collar	343-1 003-01
6-Inch Alligator Clip Ground Lead	196-3305-00
Screwdriver: adjustment tool, metal tip	003-1433-00
SMT KlipChip™	206-0364-00
Accessory Pouch	016-0708-00

Optional Accessories

You can also order the following optional accessories:

Table A-4: Optional Accessories

Accessory	Part Number
TOS 41 Q, TDS 420, & TOS 460 Service Manual	070-8036-XX
Plotter (GPIB and Centronics Standard)	HC100
Plotter (Centronics Standard)	HC200
Oscilloscope Cart	K212
Rackmount Kit (for field conversion)	016-1166-00
Oscilloscope Camera	C9
Oscilloscope Camera Adapter	016-1154-00
Soft-Sided Carrying Case	016-1158-00
Transit Case	016-1157-00
GPIB Cable (1 meter)	012-0991-01
GPIB Cable (2 meter)	012-0991-00
Security Cable	012-1388-00
Front Cover	200-3232-00
Pouch	016-1159-00
VGACable (SN B030099 and below) (SN B030100 and above)	73893013 (NEC) CTL3VGAMM-5 (LCOM)

Accessory Probes

The following optional accessory probes are recommended for use with your digitizing oscilloscope:

- P6101A 1X, 15 MHz, Passive probe.
- P6156 10X, 3.5 GHz, Passive, low capacitance, (low impedance Zo) probe. Option 25 provides 100X
- P6009 Passive, high voltage probe, 100X, 1500 VOC + Peak AC.
- P6015A Passive high voltage probe, 1000X, 20 kVOC + Peak AC (40 kV peak for less than 100 ms).
- P6205 750 MHz probe bandwidth. Active (FET) voltage probe.
- P6204 Active, high speed digital voltage probe. FET. OC to 1 GHz. OC offset. 50 Q input. Use with 1103 TekProbe Power Supply for offset control.
- P6046 Active, differential probe, 1X/1 0X, DC to 100 MHz, 50 Q input.

- A6501 Buffer Amplifier (active fixtured), 1 GHz, 1 MQ, 10X
- P6501 Option 02: Microprobe with TekProbe power cable (active fixtured), 750 MHz, 1 M Ω , 10X
- AM 503S-DC/AC Current probe system, AC/DC. Uses A6302 Current Probe.
- AM 503S Option 03: DC/AC Current probe system, AC/DC. Uses A6303 Current Probe.
- P6021 AC Current probe. 120 Hz to 60 MHz
- P6022 AC Current probe. 935 kHz to 120 MHz
- CT-1 Current probe-designed for permanent or semi-permanent in-circuit installation. 25 kHz to 1 GHz, 50 Ω input.
- CT-2 Current probe-designed for permanent or semi-permanent in-circuit installation. 12 kHz to 200 MHz, 50 Ω input.
- CT-4 Current Transformer-for use with the AM 503S (A6302) and P6021. Peak pulse 1 kA. 0.5 Hz to 20 MHz with AM 503S (A6302).
- P6701 A Opto-Electronic Converter, 500 to 950 nm, DC to 850 MHz 1 V/mW.
- P6703A Opto-Electronic Converter, 1100 to 1700 nm, DC to 1 GHz 1 V/mW.
- P6711 Opto-Electronic Converter, 500 to 950 nm, DC to 250 MHz 5 V/mW.
- P6713 Opto-Electronic Converter, 1100 to 1700 nm, DC to 300 MHz 5 V/mW.
- TVC 501 Time-to-voltage converter. Time delay, pulse width and period measurements.
- P6562 SMT Probe, 350 MHz.
- P6048 TTL Logic Probe.

Probe Accessories

The following optional accessories are recommended for use with the standard probe listed under *Standard Accessories*.

Table A-5: Probe Accessories

Accessory	Part Number
Connector, BNC: BNC to Probe Tip Adapter	013-0226-00
Connector, BNC: 50 Ω BNC to Probe Tip Adapter	013-0227-00
Connector, Probe: Package of 100, compact	131-4244-00
Connector, Probe: Package of 25, compact	131-5031-00

Table A-5: Probe Accessories (Cont.)

Accessory	Part Number
Screwdriver Adjustment Tool, Package of five	003-1433-01
Compact-to-Miniature Probe Tip Adapter	013-0202-02
Probe Tip Holder: (holds three tips)	352-0670-00
3 Inch Slip-On Ground Lead	196-3113-03
Probe Holder: Black ABS	352-0351-00
IC Protector Tip, Package of 10	015-0201-07
IC Protector Tip, Package of 100	015-0201-08
Marker Ring Set: Two each of nine colors	016-0633-00
SMT KlipChip™.20 Adapters	SMG50
Low-Inductance Spring-Tips: Two each of five different springs and insulator	016-1077-00
Probe Tip-to-Chassis Adapter	131-4210-00

NOTE

The next four items below can only be used with the Compact-to-Miniature Probe Tip Adapter.

Oval-Lead Adapter	015-0325-00
BNC-to-Probe Tip Adapter	013-0084-01
G.R.-to-Probe Tip Adapter, 50 Ω	017-0088-00
Bayonet Ground Assembly	013-0085-00

Accessory Software

The following optional accessories are Tektronix software products recommended for use with your digitizing oscilloscope:

Table A-6: Accessory Software

Software	Part Number
EZ-Test Program Generator	S45F030
Wavewriter: AWG and waveform creation	S3FT400
LabWindows	S3FG910

Warranty Information

Check for the full warranty statements for this product, the probes, and the products listed above on the back of each product manual's title page.

Приложение В: Спецификация

Этот подраздел начинается с общего описания признаков Цифровые осциллографы TDS 400. Далее следуют три подраздела, по одному для каждого из трех классов признаков: номинальные признаки, гарантированные характеристики и типовые характеристики. Цифровые осциллографы Tektronix TDS 400 - это портативные приборы, подходящие для использования в различных испытательных и измерительных приложениях и системах. Ключевые особенности:

General

- Четыре входных канала на TDS 420 и TDS 460 (два входных канала на TDS 41 O), каждый с длиной записи от 500 до 15 000 точек и 8-кратным разрешением по вертикали. (Вариант 1 M увеличивает максимальную длину записи до 60 000 точек.)
- Возможности запуска по видео (с опцией 5, запуск по видео).
- Полная программность и вывод на принтер / плоттер.
- Расширенные функции, такие как постоянно обновляемые измерения.
- Специализированные режимы отображения, такие как бесконечное и переменное постоянство.
- Уникальный графический интерфейс пользователя (GUI), режим встроенной справки и логическая компоновка передней панели, которые представляют собой новый стандарт в США.
- Расширенная математика сигналов (с опцией 2F, Advanced DSP Math). Вычислите и отобразите интеграл формы волны, дифференциал формы волны и быстрое преобразование Фурье (быстрое преобразование Фурье) формы волны.

Nominal Traits

Этот подраздел содержит набор таблиц, в которых перечислены различные номинальные характеристики, описывающие цифровые осциллографы TDS 400. Включены электрические и механические характеристики.

Номинальные характеристики описываются с использованием простых фактов, таких как «Четыре, все одинаковые» для свойства «Входные каналы, количество», а не в терминах ограничений, которые являются требованиями к производительности

Table A-7: Номинальные характеристики - система сбора сигналов

Name	Description
Выбор полосы пропускания	20 MHz, 100 MHz, and FULL (TDS 41 O and TDS 420: 150 MHz, TDS 460: 350 MHz)
Дигитайзеры, Количество	TDS 41 O: Two, both identical TDS 420 and TDS 460: Four, all identical
Оцифрованные биты, количество	B bits ¹
входных каналов, количество	TDS 41 O: Two, both identical, called CH 1 and CH 2 TDS 420 and TDS 460: Four, all identical, called CH 1 through CH 4
Входная муфта	DC, AC, or GND
	1 MQ or 500
Диапазоны выбора входного сопротивления, смещение, каналы	Volts/Div Setting 1 mV/div to 99.5 mV/div 100 mV/div to 995 mV/div Offset Range ±1 V ±10 V ±100 V
All	1 V/div to 10 V/div
	±5 divisions
Диапазон, положение	1 mV/div to 10V/div

Диапазон, Чувствительность 2

1 Отображается вертикально с 25 уровнями оцифровки (DL) на деление и динамическим диапазоном 10,24 деления с выключенным зумом. DL - это наименьшее изменение уровня напряжения, разрешенное аналогово-цифровым преобразователем S bit, при этом вход масштабируется в соответствии с настройкой вольт / деление используемого канала. Выраженный как напряжение, DL равен 1/25 деления, умноженному на уставку вольт / деление.

2 Чувствительность варьируется от 1 мВ / дел до 10 В / дел в последовательности грубых настроек 1-2-5. Между последовательными грубыми настройками 10ns1 чувствительность может быть точно отрегулирована с разрешением 1% от более чувствительной настройки. Например, между 50 мВ / дел и 100 мВ / дел, вольт / деление можно установить с разрешением 0,5 мВ.

Table A-7: Nominal Traits - Signal Acquisition System (Cont.)

Name	Description	
Rise Time ³ (TDS 41 O and TDS 420)	Volts/Div Setting	RiseTime
	5 mV/div-10 V/div	2.3 ns
	2 mV/div-4.98 mV/div	3.2 ns
	1 mV/div-1.99 mV/div	3.9 ns
Rise Time ³ (TDS 460)	Volts/Div Setting	RiseTime
	5 mV/div-10 V/div	1.0 ns
	2 mV/div-4.98 mV/div	1.4 ns
	1 mV/div-1.99 mV/div	3.5 ns

³Rise time is defined by the following formula:

$$\text{Rise Time (ns)} = \frac{350}{\text{BW (MHz)}}$$

Table A-8: Nominal Traits - Time Base System

Name	Description
Range, Sample-Rate ^{1,3}	2.5 Samples/s to 100 MSamples/s
Range, Equivalent Time or Interpolated Waveform Rate ^{2,3}	200 MSamples/s to 50 GSamples/s
Range, Seconds/Division	1 ns/div to 20 s/div
Range, Time Base Delay Time	0 to 20 seconds (settings of 20 μ s and slower are displayed in roll mode)
Reference Frequency, Time Base	100 MHz
Record Length Selection	500 points, 1,000 points, 2,500 points, 5,000, and 15,000 points. Record lengths of 30,000 and 60,000 points are available with Option 1M4

¹The range of real-time rates, expressed in samples/second, at which a digitizer samples signals at its inputs and stores the samples in memory to produce a record of time-sequential samples

²The range of waveform rates for equivalent time or interpolated waveform records.

³The Waveform Rate (WR) is the equivalent sample rate of a waveform record. For a waveform record acquired by real-time sampling of a single acquisition, the waveform rate is the same as the real-time sample rate; for a waveform created by interpolation of real-time samples from a single acquisition or by equivalent-time sampling of multiple acquisitions, the waveform rate is faster than the real time sample rate. For all three cases, the waveform rate is 1/(Waveform Interval) for the waveform record, where the waveform interval (WI) is the time between the samples in the waveform record.

⁴The maximum record length of 60,000 points available with Option 1M is selectable with all acquisition modes except Hi Res and Average. In Hi Res and Average, the maximum record length is 15,000 points.

Table A-9: Nominal Traits - Triggering System

Name	Description
Range, Events Delay	1 to 9,999,999
Ranges, Trigger Level or Threshold	Source
	Any Channel
	Line
	Range
	± 12 divisions from center of screen
	±400 Volts

Table A-10: Nominal Traits - Display System

Name	Description
Video Display Resolution	640 pixels horizontally by 480 pixels vertically in a display area of 5.04 inches horizontally by 3.78 inches vertically
Waveform Display Graticule	A single graticule 401 x 501 pixels (8 x 10 divisions, with divisions that are 1 cm by 1 cm)
Waveform Display Grey Scale	16 levels in infinite-persistence and variable-persistence display styles

Table A-11: Nominal Traits - Data Storage

Name	Description
Capacity, Nonvolatile Waveform Memory	Standard Instrument: Total capacity is 60,000 points. Option 1M Equipped Instrument: Total capacity is 60,000 points (one to four waveforms acquired with any combination of record lengths that add up to 60,000 points). For available record lengths, see "Record Length Selection" on page A-11 of this section.
Capacity, Nonvolatile Setup Memory	Ten setups.
Batteries ¹ Required	Two lithium poly-carbon monofluoride. Both are type BR2/3A, UL listed. Both are rated at 3.0 volt, 1.2 amp-hour.

¹Batteries are not accessible from the outside of the instrument; therefore, they can only be replaced by a service technician.

Table A-12: Nominal Traits - GPIB Interface, Video Output, and Power Fuse

Name	Description
Interface, GPIB	GPIB interface complies with IEEE Std 488.1-1987 and IEEE Std 488.2-1987.
Output, Video	Provides a video signal, non-interlaced, with levels that comply with ANSI RS343A. For oscilloscopes SN B030099 and below, output is through a rear-panel 0B9 connector. For oscilloscopes SN B030100 and above, output is through a rear-panel DB-15 connector.
Fuse Rating	Either of two fuses ¹ may be used: a .25" x 1.25" (UL 198.6, 3AG): 5 A FAST, 250 V, or a 5 mm x 20 mm, (IEC 127): 4 A (T), 250 V.

¹Each fuse type requires its own fuse cap.

Table A-13: Nominal Traits - Mechanical

Name	Description
Cooling Method	Forced-air circulation with no air filter.
Construction Material	Chassis parts constructed of aluminum alloy; front panel constructed of plastic laminate; circuit boards constructed of glass-laminate. Plastic parts are polycarbonate.
Finish Type	Tektronix Blue textured finish on aluminum cabinet.
Weight	Standard digitizing oscilloscope 8.6 kg (19.0 lbs), oscilloscope only. 10.2 kg (22.5 lbs), with front cover, accessories, and accessories pouch installed. 14.5 kg (32.0 lbs), when packaged for domestic shipment. Rackmount digitizing oscilloscope 8.2 kg (18.0 lbs) plus the weight of rackmount parts, for the rackmounted digitizing oscilloscope (Option 1R). 16.3 kg (36.0 lbs), when the rackmounted digitizing oscilloscope is packaged for domestic shipment. Rackmount conversion kit 4.5 kg (10.0 lbs), parts only; 7.9 kg (17.5 lbs), parts plus package for domestic shipping.

Table A-13: Nominal Traits - Mechanical (Cont.)

Name	Description
Overall Dimensions	Standard digitizing oscilloscope
	Height 191 mm (7.5 in), when feet and accessories pouch are installed. 165 mm (6.5 in), without the accessories pouch installed.
	Width 362 mm (14.25 in), with handle.
	Depth 471 mm (18.55 in), oscilloscope only; 490 mm (19.28 in), with optional front cover installed; 564 mm (22.2 in), with handle fully extended.
	Rackmount digitizing oscilloscope
	Height 178 mm (7.0 in).
	Width 483 mm (19.0 in).
	Depth 472 mm (18.6 in), without front-panel handles; 517 mm (20.35 in), with front-panel handles installed.

Warranted Characteristics

В этом подразделе перечислены различные гарантированные характеристики цифровых осциллографов TDS 400. Включены электрические характеристики и характеристики окружающей среды. Гарантированные характеристики описываются в виде количественных пределов производительности, на которые распространяется гарантия. В этом подразделе перечислены только гарантированные характеристики. Список типовых / характеристик начинается на странице A-21.

Условия исполнения

Электрические характеристики, приведенные в этих таблицах гарантийных характеристик, применимы, когда осциллограф настроен на температуру окружающей среды от + 20 ° C до + 30 ° C, имеет период прогрева не менее 20 минут и работает при низких температурах. температура окружающей среды от 0 ° C до +50 °C (если не указано иное).

Table A-14: Warranted Characteristics - Signal Acquisition System

Name	Description	
Accuracy, DC Voltage Measurement, Averaged	Measurement Type	DC Accuracy
	Average of 16 waveforms	$\pm (1.5\% \times \text{reading} - \text{Net Offset}^1) + \text{Offset Accuracy} + 0.06 \text{ div}$
	Delta volts between any two averages of 16 waveforms ²	$\pm (1.5\% \times \text{reading} + 0.1 \text{ div} + 0.3 \text{ mV})$
Accuracy, DC Gain ³	$\pm 1.5\%$	

¹Net Offset = Offset - (Position x Volts/Div). Net Offset is the voltage level at the center of the A-D converter dynamic range. Offset Accuracy is the accuracy of this voltage level.

²The samples must be acquired under the same setup and ambient conditions.

³DC Gain Accuracy is confirmed in the Performance Verification Procedure by passing the checks for Offset Accuracy and DC Voltage Measurement Accuracy (Averaged).

Table A-14: Warranted Characteristics - Signal Acquisition System (Cont.)

Name	Description	
Accuracy, Offset	Volts/Div Setting	Offset Accuracy
	1 mV/div-9.95 mV/div	$\pm (0.4\% \times \text{INet Offset}^1 + 0.9 \text{ mV} + 0.1 \text{ div})$
	10 mV/div-99.5 mV/div	$\pm (0.4\% \times \text{INet Offset}^1 + 1.5 \text{ mV} + 0.1 \text{ div})$
	100 mV/div-995 mV/div	$\pm (0.4\% \times \text{INet Offset}^1 + 15 \text{ mV} + 0.1 \text{ div})$
	1 V/div-10 V/div	$\pm (0.4\% \times \text{INet Offset}^1 + 150 \text{ mV} + 0.1 \text{ div})$
Accuracy, Position ⁴	$\pm (1.5\% \times (\text{Position} \times \text{Volts/div}) + \text{Offset Accuracy} + 0.04 \text{ div})$	
Analog Bandwidth, DC-50 Ω Coupled and DC-1 M Ω with Standard-accessory Probe Attached (TDS 410 and TDS 420)	Volts/Div	Bandwidth⁵
	5 mV/div-10 V/div	DC-150 MHz
	2 mV/div-4.98 mV/div	DC-110 MHz
	1 mV/div-1.99 mV/div	DC-90 MHz
Analog Bandwidth, DC-50 Ω Coupled and DC-1 M Ω with Standard-accessory Probe Attached (TDS 460)	Volts/Div	Bandwidths
	5 mV/div-10 V/div	DC-350 MHz
	2 mV/div-4.98 mV/div	DC-250 MHz
	1 mV/div-1.99 mV/div	DC-100 MHz
Cross Talk (Channel Isolation)	Volts/Div	Isolation
	>500 mV/div	40: 1 at 50 MHz for any two channels having equal volts/division settings
	„9.95 mV/div	40:1 at 50 MHz for any two channels having equal volts/division settings
	10 mV/div-500 mV/div	80:1 at 100 MHz and 30:1 at full bandwidth for any two channels having equal volts/division settings
Delay Between Channels, Full Bandwidth, Equivalent Time	„200 ps between CH 1 and CH 2 (all models) and between CH 3 and CH 4 (TDS 420 and TDS 460) when both channels have equal volts/division and coupling settings A 50 ps for any other combination of two channels with equal volts/division and coupling settings (TDS 420 and TDS 460).	

¹Net Offset = Offset - (Position x Volts/Div). Net Offset is the voltage level at the center of the A/D converter's dynamic range. Offset Accuracy is the accuracy of this voltage level.

⁴Position Accuracy is confirmed in the Performance Verification Procedure (Section 4) by passing the checks for Offset Accuracy and DC Voltage Measurement Accuracy (Averaged).

⁵The limits given are for the ambient temperature range of 0°C to +30°C. Reduce the upper bandwidth frequencies by 2.5 MHz for each °C above +30°C.

Table A-14: Warranted Characteristics- Signal Acquisition System (Cont.)

Name	Description	
Input Impedance, DC-1 MQ Coupled	1 MQ $\pm 0.5\%$ in parallel with 15 pF ± 2.0 pF. Matched between channels to within $\pm 1\%$ for resistance and ± 1.0 pF for capacitance	
Input Impedance, DC-50 Q Coupled (TDS 410 and TDS 420)	50 Q $\pm 1\%$ with VSWR 0.12:1 from DC-150 MHz	
Input Impedance, DC-50 Q Coupled (TDS 460)	50 Q $\pm 1\%$ with VSWR 0.16:1 from DC-350 MHz	
Input Voltage, Maximum, DC-1 MQ, AC-1 MQ, or GND Coupled	Volt/Div 0.1 V/div-10 V/div	Rating ± 400 V (DC + peak AC); derate at 20 dB/decade above 10 MHz until the minimum rating of ± 5 V (DC + peak AC) is reached
	1 mV/div-9.99 mV/div	± 400 V (DC + peak AC); derate at 20 dB/decade above 10 kHz until the minimum rating of ± 5 V (DC + peak AC) is reached
Input Voltage, Maximum, DC-50 Q or AC-50 Q Coupled	5 V rms, with peaks less than or equal to ± 30 V	
Lower Frequency Limit, AC Coupled	0.10 Hz when AC-1 MQ coupled; 0.200 kHz when AC-50 Q coupled	

6The AC Coupled Lower Frequency Limits are reduced by a factor of 10 when 10X, passive probes are used.

Table A-15: Warranted Characteristics - Time Base System

Name	Description
Accuracy, Long Term Sample Rate and Delay Time	± 150 ppm over any 21 ms interval
Accuracy, Absolute Time and Delay Time Measurements ^{1, 2}	For single-shot acquisitions using sample or high-resolution acquisition modes and a bandwidth limit setting of 100 MHz: $\pm (1 \text{ WI} + 150 \text{ ppm of IReading} + 450 \text{ ps})$
	For single-shot acquisitions using sample or high-resolution acquisition modes and a bandwidth limit setting of 20 MHz: $\pm (1 \text{ WI} + 150 \text{ ppm of IReading} + 1.3 \text{ ns})$
	For repetitive acquisitions using average acquisition mode with 28 averages and a bandwidth limit setting of FULL: $\pm (1 \text{ WI} + 150 \text{ ppm of IReading} + 200 \text{ ps})$

¹For input signals 2.5 divisions in amplitude and a slew rate of ≥ 2.0 divisions/ns at the delta time measurement points. Signal must have been acquired at a volts/division setting 2.5 mV/division and not in Events mode.

²The WI (waveform interval) is the time between the samples in the waveform record. Also, see the footnotes for Sample Rate Range and Equivalent Time or Interpolated Waveform Rates in Table A-8 on page A-11.

Table A-15: Warranted Characteristics- Time Base System (Cont.)

Name	Description
Accuracy, Delta Time Measurement^{1, 2}	For single-shot acquisitions using sample or high-resolution acquisition modes and a bandwidth limit setting of 100 MHz: $\pm (1 \text{ W} + 150 \text{ ppm of } \text{Reading} + 650 \text{ ps})$ For repetitive acquisitions using average acquisition mode with 8 averages and a bandwidth limit setting of FULL: $\pm (1 \text{ W} + 150 \text{ ppm of } \text{Reading} + 300 \text{ ps})$

¹for input signals 5 divisions in amplitude and a slew rate of ≥ 2.0 divisions/ns at the delta time measurement points. Signal must have been acquired at a volts/division setting 5 mV/division and not in Events mode.

²The W (waveform interval) is the time between the samples in the waveform record. Also, see the footnotes for *Sample Rate Range* and *Equivalent Time or Interpolated Waveform Rates* in Table A-8 on page A-11.

Table A-16: Warranted Characteristics - Triggering System

Name	Description
Accuracy, Trigger Level or Threshold, DC Coupled	$\pm(2\% \text{ of } \text{Setting} - \text{Net Offset}) + 0.2 \text{ div} \times \text{volts/div setting} + \text{Offset Accuracy}$ for any channel as trigger source and for signals having rise and fall times ≥ 20 ns.
Sensitivity, Edge-Type Trigger, DC Coupled²	0.35 division from DC to 50 MHz, increasing to 1 division at 350 MHz (TDS 410 and TDS 420) or 500 MHz (TDS 460) for any channel as trigger source
Sensitivity, Video-Type, TV Field and TV Line²	0.6 division of video sync signal
Pulse Width, minimum, Events-Delay	5 ns
Auxiliary Trigger Input	Connector: BNC at rear panel Input Load: equivalent to three TTL gate loads Input Voltage (maximum): -5 VDC to +10VDC
Auxiliary Trigger, Maximum Input Frequency	10MHz Duty Cycle High and low levels must be stable for ≥ 50 ns

¹Net Offset = Offset - (Position x Volts/Div). Net Offset is the voltage level at the center of the AD converter dynamic range. Offset Accuracy is the accuracy of this voltage level.

²The minimum sensitivity for obtaining a stable trigger. A stable trigger results in a uniform, regular display triggered on the selected slope. The trigger point must not switch between opposite slopes on the waveform, and the display must not "roll" across the screen on successive acquisitions. The TRIG'D LED stays constantly lighted when the SEC/DIV setting is 2 ns or faster but may flash when the SEC/DIV setting is 10 ns or slower.

Table A-17: Warranted Characteristics - Probe Compensator Output

Name	Description	
Output Voltage and Frequency, Probe Compensator	Characteristic	Limits
	Voltage	0.5 V (base-top) $\pm 5\%$ into a 1 M Ω load
	Frequency	1 kHz $\pm 5\%$

Table A-18: Warranted Characteristics - Power Requirements

Name	Description
Source Voltage and Frequency	90 to 132 VAC rms, continuous range, for 48 Hz through 62 Hz
	100 to 132 VAC rms, continuous range, for 48 Hz through 440 Hz
	180 to 250 VAC rms, continuous range, for 48 Hz through 440 Hz
Power Consumption	S240 Watts (370 VA)

Table A-19: Warranted Characteristics - Environmental, Safety, and Reliability

Name	Description
Atmospherics	Temperature: 0° C to +50° C, operating; -40° C to +75° C, non-operating Relative humidity: 0 to 95%, at or below +30° C; 0 to 75%, +31° C to +50° C Altitude: To 15,000 ft. (4570 m), operating; to 40,000 ft. (12190 m), non-operating
Emissions ^{1,2}	Meets or exceeds the requirements of the following standards: Vfg. 243/1991 Amended per Vfg 46/1992 FCC 47 CFR, Part 15, Subpart B, Class A EN50081-1 European Community Requirements EN55022 Radiated Emissions Class B EN55022 Conducted Emissions Class B
Susceptibility	Meets or exceeds the requirements of the following standards: EN50082-1 European Community Requirements IEC 801-3 Radiated Susceptibility 3 V/meter from 27 MHz to 500 MHz unmodulated. Performance Criteria: < + 0.2 division waveform displacement, or < 0.2 division increase in p-p noise when the oscilloscope is subjected to the EMI specified in the standard. IEC 801-2 Electrostatic Discharge, Performance Criteria B
Dynamics	Random vibration ³ : 0.31 g rms, from 5 to 500 Hz, 10 minutes each axis, operating; 2.46 g rms, from 5 to 500 Hz, 10 minutes each axis, non-operating

¹To maintain emission requirements when connecting to the IEEE 488 GPIB interface of this oscilloscope, use only a high-quality, double-shielded (braid and foil) GPIB cable. The cable shield must have low impedance connections to both connector housings. Acceptable cables are Tektronix part numbers 012-0991-00, -01, -02, and -03.

²To maintain emission requirements when connecting to the VGA-compatible video output of this oscilloscope, use only a high-quality double-shielded (braid and foil) video cable with ferrite cores at either end. The cable shield must have low impedance connections to both connector housings. An acceptable cable is NEC® part number 73893013. (Use an appropriate adapter when other than a 9-pin monitor connection is needed.)

³Does not apply to rackmounted instrument

Typical Characteristics

This subsection contains tables that list the various *typical characteristics* that describe the TDS 400 Digitizing Oscilloscopes.

Typical characteristics are described in terms of typical or average performance. Typical characteristics are not warranted.

This subsection lists only typical characteristics. A list of warranted characteristics starts on page A-15.

Table A-20: Typical Characteristics - Signal Acquisition System

Name	Description				
Accuracy, DC Voltage Measurement, Not Averaged	Measurement Type	DC Accuracy			
	AnySample	$\pm (1.5\% \times (\text{reading} - \text{Net Offset}^1) + \text{Offset Accuracy} + 0.13 \text{ div} + 0.6 \text{ mV})$			
	Delta Volts between any two samples ²	$\pm (1.5\% \times \text{reading} + 0.26 \text{ div} + 1.2 \text{ mV})$			
Frequency Limit, Upper, 100 MHz Bandwidth Limited	100 MHz				
Frequency Limit, Upper, 20 MHz Bandwidth Limited	20 MHz				
Nonlinearity	< 1 DL, differential; ≤ 1 DL, integral, independently based ³				
Step Response Settling Error	Volts/Div Setting	Step Amplitude	Settling Error (%) ⁴		
			20 ns	500 ns	20 ms
	1 mV/div-99.5 mV/div	0:2V	\$0.5	\$0.2	\$0.1
	100 mV/div-995 mV/div	0:20 V	\$2.0	\$0.5	\$0.2
	1 V/div-10 V/div	0:200V	\$2.0	\$0.5	\$0.2

¹Net Offset = Offset - (Position x Volts/Div). Net Offset is the voltage level at the center of the A-D converter dynamic range. Offset Accuracy is the accuracy of this voltage level.

²The samples must be acquired under the same setup and ambient conditions.

³DL (digitization level) is the smallest voltage level change that can be resolved by the 8-bit A-D Converter, with the input scaled to the volts/division setting of the channel used. Expressed as a voltage, a DL is equal to 1/25 of a division times the volts/division setting.

⁴The values given are the maximum absolute difference between the value at the end of a specified time interval after the mid-level crossing of the step, and the value one second after the mid-level crossing of the step, expressed as a percentage of the step amplitude.

Table A-21: Typical Characteristics - Time Base System

Name	Description
Aperture Uncertainty	For real-time or interpolated records having duration ≥ 1 minute: $0.5(50 \text{ ps} + 0.03 \text{ ppm} \times \text{Record Duration}) \text{ RMS}$ For equivalent time records: $5(50 \text{ ps} + 0.06 \text{ ppm} \times \text{WI}^1) \text{ RMS}$
Fixed Error in Sample Time	550 ps

¹The WI (waveform interval) is the time between the samples in the waveform record. Also, see the footnotes for *Sample Rate Range* and *Equivalent Time or Interpolated Waveform Rates* in Table A-8 on page A-11.

Table A-22: Typical Characteristics - Triggering System

Name	Description		
Error, Trigger Position, Edge Triggering	Acquire Mode	Trigger-Position Error^{1,2}	
	Sample, Hi-Res, Average	±(1 Wl + 1 ns)	
	Peak Detect, Envelope	±(2Wl + 1 ns)	
Holdoff, Variable, Main Trigger	Main Horizontal Scale	Minimum Holdoff	Maximum Holdoff
	\$100 ns/div	1 μs	5 X Min Holdoff
	;;100 ms/div	1 s	5 X Min Holdoff
	Otherwise	10 X sec/div	5 X Min Holdoff
Lowest Frequency for Successful Operation of "Set Level to 50%" Function	20 Hz		
Sensitivity, Edge Trigger, Not DC Coupled ³	Trigger Coupling	Typical Signal Level for Stable Triggering	
	AC	Same as DC-coupled limits ⁴ for frequencies above 60 Hz. Attenuates signals below 60 Hz.	
	Noise Reject	Three and one-half times the DC-coupled limits. ⁴	
	High Frequency Reject	One and one-half times the DC-coupled limits ⁴ from DC to 30 kHz. Attenuates signals above 30 kHz.	
	Low Frequency Reject	One and one-half times the DC-coupled limits ⁴ for frequencies above 80 kHz. Attenuates signals below 80 kHz.	

¹The trigger position errors are typically less than the values given here. These values are for triggering signals having a slew rate at the trigger point of ≥ 0.5 division/ns.

²The waveform interval (WI) is the time between the samples in the waveform record. Also, see the footnote for the characteristics *Sample Rate Range* and *Equivalent Time or Interpolated Waveform Rates* in Table A-8 on page A-11.

³The minimum sensitivity for obtaining a stable trigger. A stable trigger results in a uniform, regular display triggered on the selected slope. The trigger point must not switch between opposite slopes on the waveform, and the display must not "roll" across the screen on successive acquisitions. The TRIG'D LED stays constantly lighted when the SEC/DIV setting is 2 ns or faster but may flash when the SEC/DIV setting is 10 ns or slower.

⁴See the characteristic *Sensitivity, Edge Type Trigger, DC Coupled* in Table A-16, which begins on page A-18.

Table A-22: Typical Characteristics - Triggering System (Cont.)

Name	Description
Frequency, Maximum for Events Delay ⁵	90 MHz
Width, Minimum Pulse and Rearm, Events Delay ⁶	5 ns
Video Mode (Option 05 Equipped Instruments Only)	Line Rate Class: Four classes are provided as follows. ■ NTSC, which provides a default line rate compatible with the NTSC standard (525/60) ■ PAL, which provides a default line rate compatible with the PAL standard (625/50) ■ SECAM, which provides a default line rate compatible with the SECAM standard (625/50) ■ Custom, which provides user selectable line rate ranges (see "Custom Line Rate Ranges" below) Custom Line Rate Ranges: 15 kHz-20 kHz, 20 kHz-25 kHz, 25 kHz-35 kHz, and 35 kHz-64 kHz Holdoff: Automatically adjusts to 50 ms (nominal) for NTSC class; to 140 ms (nominal) for PAL and SECAM Triggerable on Field Selections: Odd, Even, or Both Delayed Acquisition: Settable for delay by line number or runs after time delay

⁵The maximum frequency for a delaying events input.

⁶The minimum pulse width and rearm width required for recognizing a delaying event.

Table A-23: Typical Characteristics - Data Handling

Name	Description
Time, Data-Retention, Nonvolatile Memory ^{1,2}	Internal batteries, installed at time of manufacture, have a life of 5 years when operated and/or stored at an ambient temperature from 0° C to 50° C. Retention time of the nonvolatile memories is equal to the remaining life of the batteries.

¹The time that reference waveforms, stored setups, and calibration constants are retained when there is no power to the oscilloscope.

²Data is maintained by lithium poly-carbon monofluoride.

Приложение С: Алгоритмы

Measurement Variables

Цифровой осциллограф Tektronix серии TDS может выполнять 25 автоматических измерений. Зная, как прибор производит эти расчеты, вы можете лучше понять, как пользоваться вашим прибором и как интерпретировать свои результаты. Цифровые осциллографы серии TDS используют в своих расчетах различные варианты. Это включает: Высокий низкий Высокий - это значение, используемое в качестве уровня 100% при измерениях, таких как время спада и время нарастания. Например, если вы запрашиваете время нарастания от 10% до 90%, то осциллограф будет рассчитывать 10% и 90% в процентах, где High представляет 100%. Низкое - это значение, используемое в качестве уровня 0% в таких измерениях, как время спада и время нарастания. Точное значение High и Low зависит от того, какой из двух методов расчета вы выберете в пункте High-Low Setup в меню Measure. Это Мин-макс и Гистограмма. Метод Мин-Макс - определяет уровни сигнала 0% и 100% как образцы с самой низкой амплитудой (наиболее отрицательными) и максимальной амплитудой (наиболее положительными). Метод мин-макс полезен для измерения частоты, ширины и периода для многих типов сигналов. Однако Min-max чувствителен к звенящим сигналам и всплескам сигнала и не всегда точно измеряет время нарастания, время спада, перерегулирование и недорегулирование.

Метод min-max вычисляет значения High и Low следующим образом:

$$High = Max$$

and

$$Low = Min$$

and

Метод гистограммы - пытается найти самую высокую плотность точек выше и ниже средней точки формы волны. Он пытается игнорировать звонки и всплески при определении уровней 0% и 100%. Этот метод хорошо работает при измерении прямоугольных импульсов и импульсных сигналов.

Осциллограф вычисляет значения High и Low на основе гистограммы следующим образом:

1. It makes a histogram of the record with one bin for each digitizing level (256 total).

Он строит гистограмму записи с одним дюймом для каждого уровня оцифровки (всего 256). 2. Он разбивает гистограмму на две части в средней точке между Min и Max (также называемой Mid).

3. Уровень с наибольшим количеством точек на верхней гистограмме - это высокое значение, а уровень с наибольшим количеством точек на нижней гистограмме - это значение Low. (Выберите уровни, на которых гистограммы достигают пика для Высокого и Низкого.) И Mid дает наибольшее пиковое значение в пределах верхней или нижней гистограммы, затем возвращает среднее значение как для Высокого, так и для Низкого (это форма волны очень низкой амплитуды).

И больше, чем один уровень гистограммы (Jin) имеет максимальное значение, наиболее удаленный от Mid.

This algorithm does not work well for two-level waveforms with greater than about 10% overshoot.

HighRef, MidRef, LowRef, Mid2Ref

The user sets the various reference levels, through the **Reference Level** selection in the Measure menu. They include the following:

HighRef-the waveform high reference level. Used in fall time and rise time calculations. Typically set to 90%. You can set it from 0% to 100%.

MidRef-the waveform middle reference level. Typically set to 50%. You can set it from 0% to 100%.

LowRef-the waveform low reference level. Used in fall and rise time calculations. Typically set to 10%. You can set it from 0% to 100%.

Mid2Ref-the middle reference level for a second waveform (or the second middle reference of the same waveform). Used in delay time calculations. Typically set to 50%. You can set it from 0% to 100%.

Other Variables

The oscilloscope also measures several values itself that it uses to help calculate measurements.

RecordLength-is the number of data points in the time base. You set it with the Horizontal menu **Record Length** item.

Start-is the location of the start of the measurement zone (X-value). It is 00 samples unless you are making a gated measurement. When you use gated measurements, it is the location of the left vertical cursor.

End-is the location of the end of the measurement zone (X-value). It is $(RecOrdLength/1 - 1.0)$ samples unless you are making a gated measurement. When you use gated measurements, it is the location of the right vertical cursor.

Hysteresis--The hysteresis band is 10% of the waveform amplitude. It is used in *MCmss1*, *MCross2*, and *MCmss3* calculations.

For example, once a crossing has been measured in a negative direction, the waveform data must fall below 10% of the amplitude from the *MidRef* point before the measurement system is armed and ready for a positive crossing. Similarly, after a positive *MidRef* crossing, waveform data must go above 10% of the amplitude before a negative crossing can be measured. Hysteresis is useful when you are measuring noisy signals, because it allows the digitizing oscilloscope to ignore minor fluctuations in the signal.

MCross Calculations

MCross1, MCross2, and MCross3--refer to the first, second, and third *MidRef* cross times, respectively. See Figure A-1.

The polarity of the crossings does not matter for these variables, but the crossings alternate in polarity; that is, *MCross1* could be a positive or negative crossing, but if *MCross1* is a positive crossing, *MCross2* is a negative crossing.

The oscilloscope calculates these values as follows:

1. Find the first *MidRefCrossing* in the waveform record or the gated region. This is *MCross1*.
2. Continuing from *MCross1*, find the next *MidRefCrossing* in the waveform record (or the gated region) of the opposite polarity of *MCross1*. This is *MCross2*.
3. Continuing from *MCross2*, find the next *MidRefCrossing* in the waveform record (or the gated region) of the same polarity as *MCross1*. This is *MCross3*.

MCross1 Polarity-is the polarity of first crossing (no default). It can be rising or falling.

StartCycle-is the starting time for cycle measurements. It is a floating-point number with values between 0.0 and $(RecordLength - 1.0)$, inclusive.

$$StartCycle = MCross1$$

EndCycle-is the ending time for cycle measurements. It is a floating-point number with values between 0.0 and $(RecordLength - 1.0)$, inclusive.

$$EndCycle = MCmss3$$

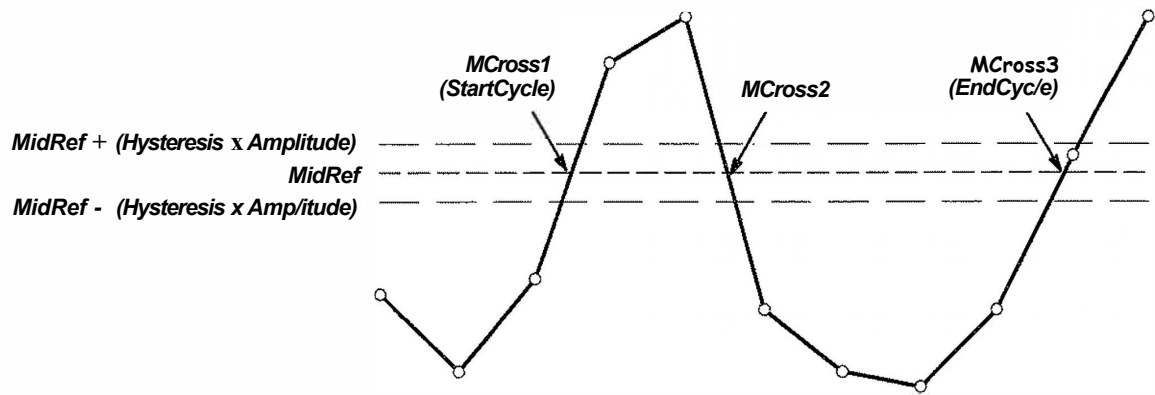


Figure A-1: MCross Calculations

Waveform (<0.0 ... RecordLength-1.0 >]-holds the acquired data.

TPOS-is the location of the sample just before the trigger point (the time reference zero sample). In other terms, it contains the domain reference location. This location is where time = 0.

TSOFF-is the offset between *TPOS* and the actual trigger point. In other words, it is the trigger sample offset. Values range between 0.0 and 1.0 samples. This value is determined by the instrument when it receives a trigger. The actual zero reference (trigger) location in the measurement record is at (*TPOS*+ *TSOFF*).

Measurement Algorithms

The automated measurements are defined and calculated as follows.

Amplitude

$$\text{Amplitude} = \text{High} - \text{Low}$$

Area

The arithmetic area for one waveform. Remember that one waveform is not necessarily equal to one cycle. For cyclical data you may prefer to use the cycle area rather than the arithmetic area.

if $Start = End$ then return the (interpolated) value at $Start$.

Otherwise,

$$\text{Area} = \int_{Start}^{End} \text{Waveform}(t) dt$$

For details of the integration algorithm, see page A-34.

Cycle Area

Amplitude (voltage) measurement. The area over one waveform cycle. For non-cyclical data, you might prefer to use the Area measurement.

If $StartCycle = EndCycle$ then return the (interpolated) value at $StartCycle$.

$$CycleMean = \frac{\int_{StartCycle}^{EndCycle} Waveform(t) dt}{EndCycle - StartCycle \times SampleInterval}$$

For details of the integration algorithm, see page A-34.

Burst Width

Timing measurement. The duration of a burst.

1. Find $MCross1$ on the waveform. This is $MCrossStart$.
2. Find the last $MCross$ (begin the search at $EndCycle$ and search toward $StartCycle$). This is $MCrossStop$. This could be a different value from $MCross1$.
3. Compute $BurstWidth = MCrossStop - MCrossStart$

Cycle Mean

Amplitude (voltage) measurement. The mean over one waveform cycle. For non-cyclical data, you might prefer to use the Mean measurement.

If $StartCycle = EndCycle$ then return the (interpolated) value at $StartCycle$.

$$CycleMean = \frac{\int_{StartCycle}^{EndCycle} Waveform(t) dt}{(EndCycle - StartCycle) \times SampleInterval}$$

For details of the integration algorithm, see page A-34.

Cycle RMS

The true Root Mean Square voltage over one cycle.

If $StartCycle = EndCycle$ then $CycleRMS = Waveform[Startj]$.

Otherwise,

$$CycleRMS = \sqrt{\frac{\int_{StartCycle}^{EndCycle} (Waveform(t))^2 dt}{(EndCycle - StartCycle) \times SampleInterval}}$$

For details of the integration algorithm, see page A-34.

Delay

Timing measurement. The amount of time between the *MidRef* and *Mid2Ref* crossings of two different traces, or two different places on the same trace.

Delay measurements are actually a group of measurements. To get a specific delay measurement, you must specify the target and reference crossing polarities, and the reference search direction.

Delay = the time from one *MidRef* crossing on the source waveform to the *Mid2Ref* crossing on the second waveform.

Delay is not available in the Snapshot display.

Fall Time

Timing measurement. The time taken for the falling edge of a pulse to drop from *aHighRefvalue* (default = 90%) to *aLowRef'value* (default = 10%).

Figure A-2 shows a falling edge with the two crossings necessary to calculate a Fall measurement.

1. Searching from *Start* to *End*, find the first sample in the measurement zone greater than *HighRef'*.
2. From this sample, continue the search to find the first (negative) crossing of *HighRef*. The time of this crossing is *THF*. (Use linear interpolation if necessary.)
3. From *THF*, continue the search, looking for a crossing of *LowRef'*. Update *THF* if subsequent *HighRef'* crossings are found. When a *LowRef* crossing is found, it becomes *TLF*. (Use linear interpolation if necessary.)
4. $FallTime = TLF - THF$

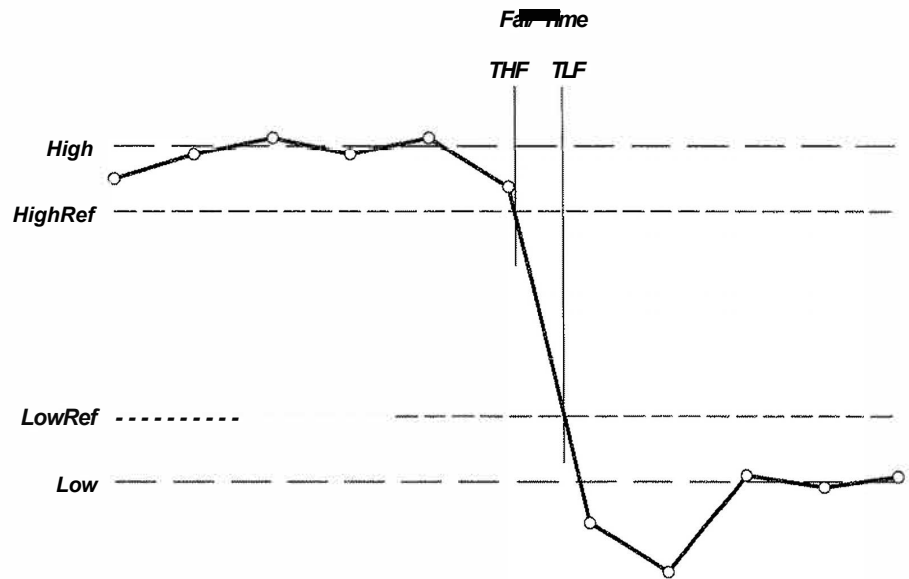


Figure A-2: Fall Time

Frequency

Timing measurement. The reciprocal of the period. Measured in Hertz (Hz) where 1 Hz = 1 cycle per second.

$1/\text{Period}$ = 0 or is otherwise bad, return an error.

$$\text{Frequency} = 1/\text{Period}$$

High

100% (highest) voltage reference value. (See "High, Low" earlier in this section)

Using the min-max measurement technique:

$$\text{High} = \text{Max}$$

Low

0% (lowest) voltage reference value calculated. (See "High, Low" earlier in this section)

Using the min-max measurement technique:

$$\text{Low} = \text{Min}$$

Maximum

Amplitude (voltage) measurement. The maximum voltage. Typically the most positive peak voltage.

Examine all $Waveform[J]$ samples from $Start$ to End inclusive and set Max equal to the greatest magnitude $Waveform[J]$ value found.

Mean

The arithmetic mean for one waveform. Remember that one waveform is not necessarily equal to one cycle. For cyclical data you may prefer to use the cycle mean rather than the arithmetic mean.

if $Start = End$ then return the (interpolated) value at $Start$.

Otherwise,

$$Mean = \frac{\int_{Start}^{End} Waveform(t) dt}{(End - Start) \times SampleInterval}$$

For details of the integration algorithm, see page A-34.

Minimum

Amplitude (voltage) measurement. The minimum amplitude. Typically the most negative peak voltage.

Examine all $Waveform[J]$ samples from $Start$ to End inclusive and set Min equal to the smallest magnitude $Waveform[J]$ value found.

Negative Duty Cycle

Timing measurement. The ratio of the negative pulse width to the signal period expressed as a percentage.

$NegativeWidth$ is defined in **Negative Width**, below.

If $Period = 0$ or undefined then return an error.

$$NegativeDutyCycle = \frac{NegativeWidth}{Period} \times 100\%$$

Negative Overshoot

Amplitude (voltage) measurement.

$$NegativeOvershoot = \frac{Min - Min_e}{Min_e} \times 100\%$$

Note that this value should never be negative (unless High or Low are set out-of-range).

Negative Width

Timing measurement. The distance (time) between $MidRe/$ (default = 50%) amplitude points of a negative pulse.

$$11MCross1Polarity = L'$$

then

$$NegativeWidth = (MCross2 - MCross1)$$

else

$$NegativeWidth = (MCross3 - MCross2)$$

Peak to Peak



Amplitude measurement. The absolute difference between the maximum and minimum amplitude.

$$PeaktoPeak = Max - Min$$

Period



Timing measurement. Time taken for one complete signal cycle. The reciprocal of frequency. Measured in seconds.

$$Period = MCross3 - MCross1$$

Phase



Timing measurement. The amount of phase shift, expressed in degrees of the target waveform cycle, between the *MidRef* crossings of two different waveforms. Waveforms measured should be of the same frequency or one waveform should be a harmonic of the other.

Phase is a dual waveform measurement; that is, it is measured from a target waveform to a reference waveform. To get a specific phase measurement, specify the target and reference sources.

Phase is determined in the following manner:

1. The first *MidRefCrossing* (*MCross1Target*) and third (*MCross3*) in the source (target) waveform are found.
2. The period of the target waveform is calculated (see "Period" above).
3. The first *MidRefCrossing* (*MCross1Ref*) in the reference waveform crossing in the same direction (polarity) as that found *MCross1Target* for the target waveform is found.
4. The phase is determined by the following:

$$Phase = \frac{MCross1Ref - MCross1Target}{Period} \times 360$$

If the target waveform leads the reference waveform, phase is positive; if it lags, negative.

Phase is not available in the Snapshot display.

Positive Duty Cycle

Timing measurement. The ratio of the positive pulse width to the signal period, expressed as a percentage.

PositiveWidth is defined in **Positive Width**, following.

If *Period* = 0 or undefined then return an error.

$$\text{PositiveDutyCycle} = \frac{\text{PositiveWidth}}{\text{Period}} \times 100\%$$

Positive Overshoot

Amplitude (voltage) measurement.

$$\text{PositiveOvershoot} = \frac{\text{Max} - \text{High}}{\text{Amplitude}} \times 100\%$$

Note that this value should never be negative.

Positive Width

Timing measurement. The distance (time) between *MidRef* (default = 50%) amplitude points of a positive pulse.

If *MCrossJPolarity* = '+'

then

$$\text{PositiveWidth} = (\text{MCross2} - \text{MCross1})$$

else

$$\text{PositiveWidth} = (\text{MCross3} - \text{MCross2})$$

Rise Time

Timing measurement. Time taken for the leading edge of a pulse to rise from *aLowRefvalue* (default = 10%) to *aHighRefvalue* (default = 90%).

Figure A-3 shows a rising edge with the two crossings necessary to calculate a Rise Time measurement.

1. Searching from *Start* to *End*, find the first sample in the measurement zone less than *LowRef*.
2. From this sample, continue the search to find the first (positive) crossing of *LowRef*. The time of this crossing is the low rise time or *TLR*. (Use linear interpolation if necessary.)
3. From *TLR*, continue the search, looking for a crossing of *HighRef*. Update *TLR* if subsequent *LowRef* crossings are found. If a *HighRef* crossing is found, it becomes the high rise time or *THR*. (Use linear interpolation if necessary.)
4. $\text{RiseTime} = \text{THR} - \text{TLR}$

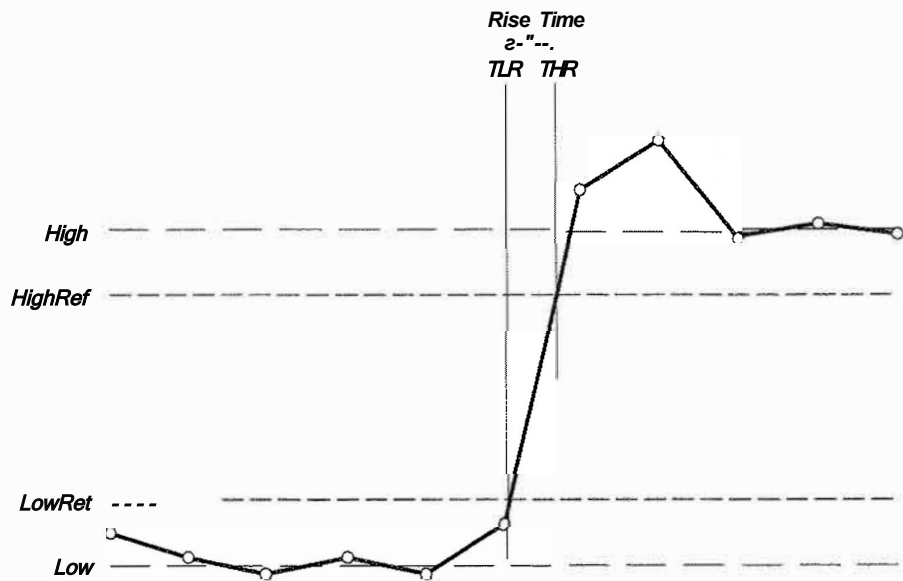


Figure A-3: Rise Time

RMS:

Amplitude (voltage) measurement. The true Root Mean Square voltage.

If $Start = End$ then $RMS =$ the (interpolated) value at $Waveform[Start]$.

Otherwise,

$$RMS = \sqrt{\frac{\int_{Start}^{End} (Waveform(t))^2 dt}{(End - Start) \times SampleInterval}}$$

For details of the integration algorithm, see below.

Integration Algorithm

The integration algorithm used by the digitizing oscilloscope is as follows:

$\int_a^b W(t)dt$ is approximated by $\sum_{i=A}^B W(i) \Delta t$ where:

$W(i)$ is the sampled waveform

$W(t)$ is the continuous function obtained by linear interpolation of $W(i)$ and $W(i+1)$

If A and B are integers, then:

$$\int_a^b W(t)dt \approx \Delta t \sum_{i=A}^B \frac{W(i) + W(i+1)}{2}$$

where s is the sample interval.

Similarly,

$\int_A^B \{W(t)\}^2 dt$ is approximated by $\sum_{i=A}^B \{W(i)\}^2 s$ where:

$W(i)$ is the sampled waveform

$W(t)$ is the continuous function obtained by linear interpolation of $W(i)$

A and B are numbers between 0.0 and $RecudLength-1.0$

If A and B are integers, then:

$$\int_A^B \{W(t)\}^2 dt = s \times \frac{(W(1))^2 + W(i) \times W(i+1) + (W(i+1))^2}{3}$$

where s is the sample interval.

Measurements on Envelope Waveforms

Time measurements on envelope waveforms must be treated differently from time measurements on other waveforms, because envelope waveforms contain so many apparent crossings. Unless otherwise noted, envelope waveforms use either the minima or the maxima (but not both), determined in the following manner:

1. Step through the waveform from *Start* to *End* until the sample min and max pair 0 0 NOT straddle *MidRef*.
2. If the pair > *MidRef*, use the minima, else use maxima.

If all pairs straddle *MidRef*, use maxima. See Figure A-4.

The Burst Width measurement always uses both maxima and minima to determine crossings.

Missing or Out-of-Range Samples

If some samples in the waveform are missing or off-scale, the measurements linearly interpolate between known samples to make an "appropriate" guess as to the sample value. Missing samples at the ends of the measurement record are assumed to have the value of the nearest known sample.

When samples are out of range, the measurement gives a warning to that effect (for example, "CLIPPING") if the measurement could change by extending the measurement range slightly. The algorithms assume the samples recover from an overdrive condition instantaneously.

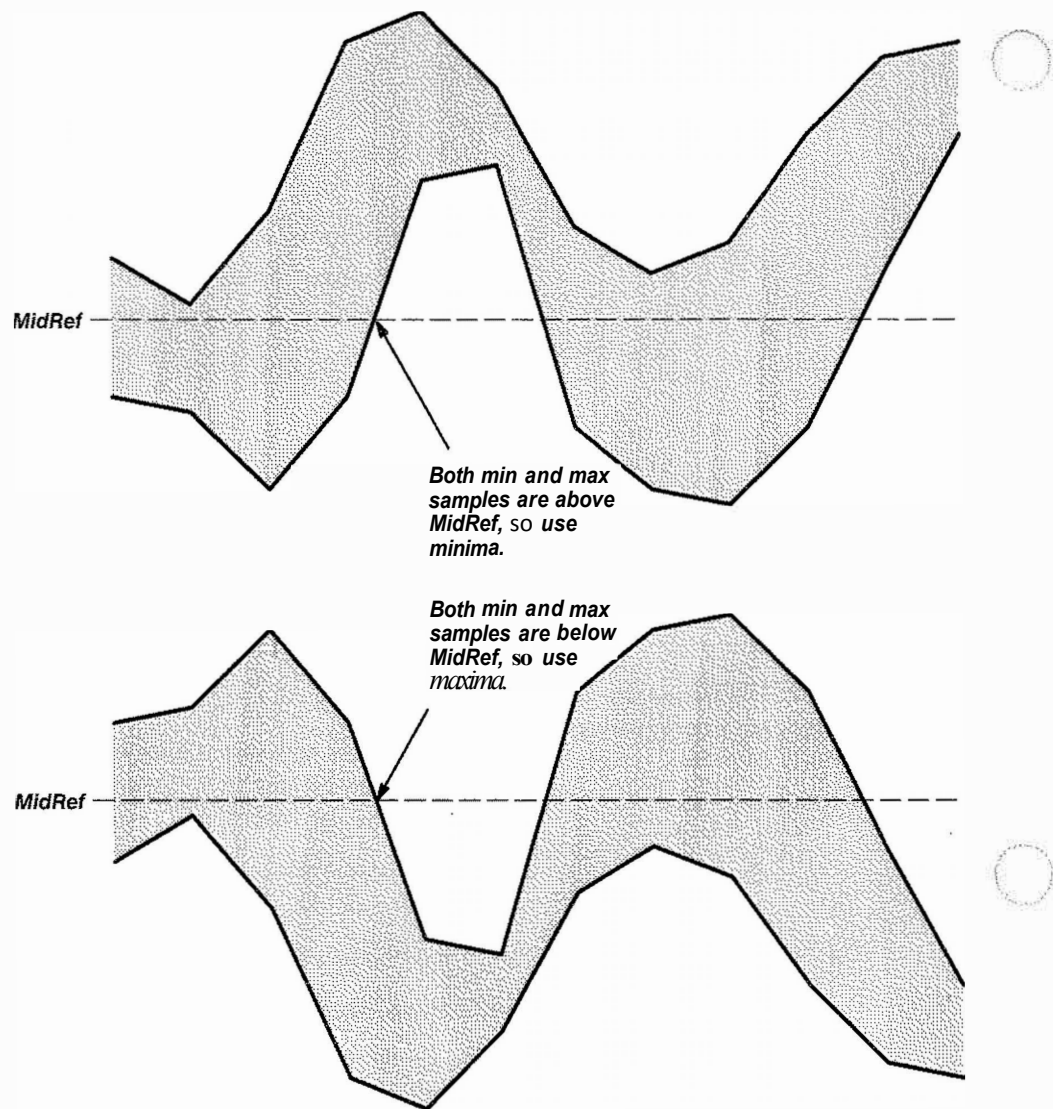


Figure A-4: Choosing Minima or Maxima to Use for Envelope Measurements

For example, if *MidRef* is set directly, then *MidRef* would not change even if samples were out of range. However, if *MidRef* was chosen using the % choice from the **Set Levels in % Units** selection of the Measure menu, then *MidRef* could give a "CLIPPING" warning.

NOTE

When measurements are displayed using Snapshot, out of range warnings are NOT available. However, if you question the validity of any measurement in the snapshot display, you can select and display the measurement individually and then check for a warning message.

Appendix D: Packaging for Shipment

If you ship the digitizing oscilloscope, pack it in the original shipping carton and packing material. If the original packing material is not available, package the instrument as follows:

1. Obtain a corrugated cardboard shipping carton with inside dimensions at least 15 cm (6 in) taller, wider, and deeper than the digitizing oscilloscope. The shipping carton must be constructed of cardboard with 170 kg (375 pound) test strength.
2. If you are shipping the digitizing oscilloscope to a Tektronix field office for repair, attach a tag to the digitizing oscilloscope showing the instrument owner and address, the name of the person to contact about the instrument, the instrument type, and the serial number.
3. Wrap the digitizing oscilloscope with polyethylene sheeting or equivalent material to protect the finish.
4. Cushion the digitizing oscilloscope in the shipping carton by tightly packing dunnage or urethane foam on all sides between the carton and the digitizing oscilloscope. Allow 7.5 cm (3 in) on all sides, top, and bottom.
5. Seal the shipping carton with shipping tape or an industrial stapler.

Appendix E: Factory Initialization Settings

The factory initialization settings provide you a known state for the digitizing oscilloscope.

Settings

Factory initialization sets values as shown in Table A-24.

Table A-24: Factory Initialization Defaults

Control	Changed by Factory Init to
Acquire mode	Sample
Acquire repetitive signal	ON (Enable ET)
Acquire stop after	RUN/STOP button only
Acquire # of averages	16
Acquire # of envelopes	10
Channel selection	Channel 1 on, all others off
Cursor H Bar 1 position	10% of graticule height (–3.2 divs from the center)
Cursor H Bar 2 position	90% of the graticule height (+3.2 divs from the center)
Cursor V Bar 1 position	10% of the record length
Cursor V Bar 2 position	90% of the record length
Cursor mode	Independent
Cursor function	Off
Cursor time units	Seconds
Delayed edge trigger coupling	DC
Delayed edge trigger level	0 V
Delayed edge trigger slope	Rising
Delayed edge trigger source	Channel 1
Delay trigger average #	16
Delay trigger envelope #	10

Table A-24: Factory Initialization Defaults (Cont.)

Control	Changed by Factory Init to
Delay time, delayed runs after main	10 ns
Delay time, delayed triggerable after main	60 ns
Delay events, triggerable after main	2
Delayed, delay by ...	Delay by Time
Delayed, time base mode	Delayed Runs After Main
Display clock	No Change
Display format	YT
Display graticule type	Full
Display intensity – contrast	125%
Display intensity – text	60%
Display intensity – waveform	80%
Display intensity – overall	85%
Display interpolation filter	Sin(x)/x
Display style	Vectors
Display trigger bar style	Short
Display trigger “T”	On
Display variable persistence	500 ms
Edge trigger coupling	DC
Edge trigger level	0.0 V
Edge trigger slope	Rising
Edge trigger source	Channel 1
Horizontal – delay trigger position	50%
Horizontal – delay trigger record length	500 points (10 divs)
Horizontal – delay time/division	50 μ s
Horizontal – main trigger position	50%
Horizontal – main trigger record length	500 points (10 divs)

Table A-24: Factory Initialization Defaults (Cont.)

Control	Changed by Factory Init to
Horizontal – main time/division	500 μ s
Horizontal – time base	Main only
Limit Testing	Off
Limit Testing – hardcopy if condition met	Off
Limit Testing – ring bell if condition met	Off
Main trigger holdoff	0%
Main trigger mode	Auto
Main trigger type	Edge
Math1 definition	Ch 1 + Ch 2
Math2 definition	Ch 1 – Ch 2 (FFT of Ch 1 for Option 2F instruments)
Math3 definition	Inv of Ch 1
Measure Delay to	Channel 1 (Ch1)
Measure Delay edges	Both rising and forward searching
Measure High-Low Setup	Histogram
Measure High Ref	90% and 0 V (units)
Measure Low Ref	10% and 0 V (units)
Measure Mid Ref	50% and 0 V (units)
Measure Mid2 Ref	50% and 0 V (units)
Saved setups	No change
Saved waveforms	No change
Vertical bandwidth (all channels)	Full
Vertical coupling (all channels)	DC
Vertical impedance (termination) (all channels)	1 M Ω
Vertical offset (all channels)	0 V
Vertical position (all channels)	0 divs.
Vertical volts/div. (all channels)	100 mV/div.
Zoom horizontal (all channels)	1.0X

Table A-24: Factory Initialization Defaults (Cont.)

Control	Changed by Factory Init to
Zoom horizontal lock	All
Zoom horizontal position (all channels)	50% = 0.5 (the middle of the display)
Zoom state	Off
Zoom vertical (all channels)	1.0X
Zoom vertical position (all channels)	0 divs.

Appendix F: Remote Display

You can connect a remote display to the VGA connector on the rear panel. Table A-4 on page A-5 gives the part number of a properly shielded cable that is commercially available.

NOTE

Both the red and blue signal lines are grounded. This configuration results in a green display on a color monitor.

Glossary

AC 

AC coupling

A type of signal transmission that blocks the DC component of a signal but uses the dynamic (AC) component. Useful for observing an AC signal that is normally riding on a DC signal.

Accuracy

The closeness of the indicated value to the true value.

Acquisition

The process of sampling signals from input channels, digitizing the samples into data points, and assembling the data points into a waveform record. The waveform record is stored in memory. The trigger marks time zero in that process.

Acquisition interval

The time duration of the waveform record divided by the record length. The digitizing oscilloscope displays one data point for every acquisition interval.

Active cursor

The cursor that moves when you turn the general purpose knob. It is represented in the display by a solid line. The @ readout on the display shows the absolute value of the active cursor.

Aliasing

A false representation of a signal due to insufficient sampling of high frequencies or fast transitions. A condition that occurs when a digitizing oscilloscope digitizes at an effective sampling rate that is too slow to reproduce the input signal. The waveform displayed on the oscilloscope may have a lower frequency than the actual input signal.



Amplitude

The High waveform value less the Low waveform value.



Area

Measurement of the waveform area taken over the entire waveform or the gated region. Expressed in volt-seconds. Area above ground is positive; area below ground is negative.

Attenuation

The degree the amplitude of a signal is reduced when it passes through an attenuating device such as a probe or attenuator. That is, the ratio of the input measure to the output measure. For example, a 10X probe will attenuate, or reduce, the input voltage of a signal by a factor of 10.

Automatic trigger mode

A trigger mode that causes the oscilloscope to automatically acquire if triggerable events are not detected within a specified time period.

Autoset

A function of the oscilloscope that automatically produces a stable waveform of usable size. Autoset sets up front-panel controls based on the characteristics of the active waveform. A successful autoset sets the volts/div, time/div, and trigger level to produce a coherent and stable waveform display.

**Average acquisition mode**

In this mode the oscilloscope acquires and displays a waveform that is the averaged result of several acquisitions. That reduces the apparent noise. The oscilloscope acquires data as in sample mode and then averages it according to a specified number of averages.

**Bandwidth**

The highest frequency signal the oscilloscope can acquire with no more than 3 dB ($\times 0.707$) attenuation of the original (reference) signal.

**Burst width**

A timing measurement of the duration of a burst.

Channel

One type of input used for signal acquisition.

Channel Reference Indicator

The indicator on the left side of the display that points to the position around which the waveform contracts or expands when vertical scale is changed. This position is ground when offset is set to 0 V; otherwise, it is ground plus offset.

Coupling

The association of two or more circuits or systems in such a way that power or information is transferred from one to the other. You can couple the input signal to the trigger and vertical systems several different ways.

Cursors

Paired markers that you use to make measurements between two waveform locations. The oscilloscope displays the values (expressed in volts or time) of the position of the active cursor and the distance between the two cursors.

**Cycle area**

A measurement of waveform area taken over one cycle. Expressed in volt-seconds. Area above ground is positive; area below ground is negative.

**Cycle mean**

An amplitude (voltage) measurement of the arithmetic mean over one cycle.

**Cycle RMS**

The true Root Mean Square voltage over one cycle.

DC

**DC coupling**

A mode that passes both AC and DC signal components to the circuit. Available for both the trigger system and the vertical system.

Delay measurement

A measurement of the time between the middle reference crossings of two different waveforms.

Delay time

The time between the trigger event and the acquisition of data.

Digitizing

The process of converting a continuous analog signal such as a waveform to a set of discrete numbers representing the amplitude of the signal at specific points in time. Digitizing is composed of two steps: sampling and quantizing.

Display system

The part of the oscilloscope that shows waveforms, measurements, menu items, status, and other parameters.

Edge Trigger

Triggering occurs when the oscilloscope detects the source passing through a specified voltage level in a specified direction (the trigger slope).

**Envelope acquisition mode**

A mode in which the oscilloscope acquires and displays a waveform that shows the variation extremes of several acquisitions.

Equivalent-time sampling (ET)

A sampling mode in which the oscilloscope acquires signals over many repetitions of the event. The TDS 400 Series Digitizing Oscilloscopes use a type of equivalent time sampling called *random equivalent time sampling*. It utilizes an internal clock that runs asynchronously with respect to the input signal and the signal trigger. The oscilloscope takes samples continuously, independent of the trigger position, and displays them based on the time difference between the sample and the trigger. Although the samples are taken sequentially in time, they are random with respect to the trigger.

**Fall time**

A measurement of the time it takes the trailing edge of a pulse to fall from a HighRef value (typically 90%) to a LowRef value (typically 10%) of its amplitude.

**Frequency**

A timing measurement that is the reciprocal of the period. Measured in Hertz (Hz) where 1 Hz = 1 cycle per second.

Gated Measurements

A feature that lets you limit automated measurements to a specified portion of the waveform. You define the area of interest using the vertical cursors.

**General purpose knob**

The large front-panel knob. You can use it to change the value of the assigned parameter.

**GPIB (General Purpose Interface Bus)**

An interconnection bus and protocol that allows you to connect multiple instruments in a network under the control of a controller. Also known as IEEE 488 bus. It transfers data with eight parallel data lines, five control lines, and three handshake lines.

**Graticule**

A grid on the display screen that creates the horizontal and vertical axes. You use it to visually measure waveform parameters.

GND **Ground (GND) coupling**

Coupling option that disconnects the input signal from the vertical system.

**Hardcopy**

An electronic copy of the display in a format useable by a printer or plotter.

**Hi Res acquisition mode**

An acquisition mode in which the digitizing oscilloscope averages all samples taken during an acquisition interval to create a record point. That average results in a higher-resolution, lower-bandwidth waveform. That mode only works with real-time, non-interpolated sampling.

**High**

The value used as 100% in automated measurements (whenever high ref, mid ref, and low ref values are needed as in fall time and rise time measurements). May be calculated using either the min/max or the histogram method. With the min/max method (most useful for general waveforms), it is the maximum value found. With the histogram method (most useful for pulses), it refers to the most common value found above the mid point. See *Appendix C: Algorithms* for details.

Holdoff, trigger

A specified amount of time after a trigger signal that elapses before the trigger circuit will accept another trigger signal. That helps ensure a stable display.

**Horizontal bar cursors**

The two horizontal bars that you position to measure the voltage parameters of a waveform. The oscilloscope displays the value of the active (moveable) cursor with respect to ground and the voltage value between the bars.

Interpolation

The way the digitizing oscilloscope calculates values for record points when the oscilloscope cannot acquire all the points for a complete record with a single trigger event. That condition occurs when the oscilloscope is limited to real time sampling and the time base is set to a value that exceeds the effective sample rate of the oscilloscope. The digitizing oscilloscope has two interpolation options: *linear* or *sin(x)/x interpolation*.

Linear interpolation calculates record points in a straight-line fit between the actual values acquired. Sin(x)/x computes record points in a curve fit between the actual values acquired. It assumes all the interpolated points fall in their appropriate point in time on that curve.

Intensity

Display brightness.

Knob

A rotary control.

Low

The value used as 0% in automated measurements (whenever high ref, mid ref, and low ref values are needed as in fall time and rise time measurements). The value is calculated using either the min/max or the histogram method. With the min/max method (most useful for general waveforms), it is the minimum value found. With the histogram method (most useful for pulses), it refers to the most common value found below the mid point. See *Appendix C: Algorithms* for details.

Main menu

A group of related controls for a major oscilloscope function that the oscilloscope displays across the bottom of the screen.

Main menu buttons

Bezel buttons under the main menu display. They allow you to select items in the main menu.

Maximum

Amplitude (voltage) measurement of the maximum amplitude. Typically the most positive peak voltage.

Mean

Amplitude (voltage) measurement of the arithmetic mean over the entire waveform.

Minimum

Amplitude (voltage) measurement of the minimum amplitude. Typically the most negative peak voltage.

Negative duty cycle

A timing measurement representing the ratio of the negative pulse width to the signal period, expressed as a percentage.



**Negative overshoot measurement**

Amplitude (voltage) measurement.

$$\text{NegativeOvershoot} = \frac{\text{Low} - \text{Min}}{\text{Amplitude}} \times 100\%$$

**Negative width**

A timing measurement of the distance (time) between two amplitude points—falling-edge *MidRef* (default 50%) and rising-edge *MidRef* (default 50%)—on a negative pulse.

Normal trigger mode

A mode on which the oscilloscope does not acquire a waveform record unless a valid trigger event occurs. It waits for a valid trigger event before acquiring waveform data.

Oscilloscope

An instrument for making a graph of two factors. These are typically voltage versus time.

**Peak Detect acquisition mode**

A mode in which the oscilloscope saves the minimum and maximum samples over two adjacent acquisition intervals. For many glitch-free signals, that mode is indistinguishable from sample mode. (Peak detect mode works with real-time, non-interpolation sampling only.)

**Peak-to-Peak**

Amplitude (voltage) measurement of the absolute difference between the maximum and minimum amplitude.

**Period**

A timing measurement of the time covered by one complete signal cycle. It is the reciprocal of frequency and is measured in seconds.

**Phase**

A timing measurement between two waveforms of the amount one leads or lags the other in time. Phase is expressed in degrees, where 360° comprise one complete cycle of one of the waveforms. Waveforms measured should be of the same frequency or one waveform should be a harmonic of the other.

Pixel

A visible point on the display. The oscilloscope display is 640 pixels wide by 480 pixels high.

Pop-up Menu

A sub-menu of a main menu. Pop-up menus temporarily occupy part of the waveform display area and are used to present additional choices associated with the main menu selection. You can cycle through the options in a pop-up menu by repeatedly pressing the main menu button underneath the pop-up.

**Positive duty cycle**

A timing measurement of the ratio of the positive pulse width to the signal period, expressed as a percentage.

**Positive overshoot**

Amplitude (voltage) measurement.

$$\text{PositiveOvershoot} = \frac{\text{Max} - \text{High}}{\text{Amplitude}} \times 100\%$$

**Positive width**

A timing measurement of the distance (time) between two amplitude points—rising-edge *MidRef* (default 50%) and falling-edge *MidRef* (default 50%)—on a positive pulse.

Posttrigger

The specified portion of the waveform record that contains data acquired after the trigger event.

Pretrigger

The specified portion of the waveform record that contains data acquired before the trigger event.

Probe

An oscilloscope input device.

Quantizing

The process of converting an analog input that was sampled, such as a voltage, to a digital value.

Probe compensation

Adjustment that improves the low-frequency response of a probe.

Real-time sampling

A sampling mode where the digitizing oscilloscope samples fast enough to completely fill a waveform record from a single trigger event. Use real-time sampling to capture single-shot or transient events.

Record length

The specified number of samples in a waveform.

Reference memory

Memory in a oscilloscope used to store waveforms or settings. You can use that waveform data later for processing. The digitizing oscilloscope saves the data even when the oscilloscope is turned off or unplugged.

**Rise time**

The time it takes for a leading edge of a pulse to rise from a *LowRef* value (typically 10%) to a *HighRef* value (typically 90%) of its amplitude.

**RMS**

Amplitude (voltage) measurement of the true Root Mean Square voltage.

Roll

An acquisition mode useful at slow Horizontal *SCALE* settings. Roll mode allows the waveform to be viewed as it is acquired point-by-point. The waveform appears to roll across the display.

**Sample acquisition mode**

The oscilloscope creates a record point by saving the first sample during each acquisition interval. That is the default mode of acquisition.

Sample interval

The time interval between successive samples in a time base. For real-time digitizers, the sample interval is the reciprocal of the sample rate. For equivalent-time digitizers, the time interval between successive samples represents equivalent time, not real time.

Sampling

The process of capturing an analog input, such as a voltage, at a discrete point in time and holding it constant so that it can be quantized. Two general methods of sampling are: *real-time sampling* and *equivalent-time sampling*.

Selected waveform

The waveform on which all measurements are performed, and which is affected by vertical position and scale adjustments. The light next to one of the channel selector buttons indicates the current selected waveform.

Side menu

Menu that appears to the right of the display. These selections expand on main menu selections.

Side menu buttons

Bezel buttons to the right of the side menu display. They allow you to select items in the side menu.

Signal Path Compensation (SPC)

The ability of the oscilloscope to minimize the electrical offsets in the vertical, horizontal, and trigger amplifiers caused by ambient temperature changes and component aging. You should run SPC at the following times: when the ambient temperature varies more than 5° C from the last SPC, when using settings equal to or less than 5 mV per division, and when performing critical measurements.

Slope

The direction at a point on a waveform. You can calculate the direction by computing the sign of the ratio of change in the vertical quantity (Y) to the change in the horizontal quantity. The two values are rising and falling.

Tek Secure

This feature erases all waveform and setup memory locations (setup memories are replaced with the factory setup). Then it checks each location to verify erasure. This feature finds use where this digitizing oscilloscope is used to gather security sensitive data, such as is done for research or development projects.

Time base

The set of parameters that let you define the time and horizontal axis attributes of a waveform record. The time base determines when and how long to acquire record points.

Toggle button

A button that changes which of the two cursors is active.

Trigger

An event that marks time zero in the waveform record. It results in acquisition and display of the waveform.

**Trigger level**

The vertical level the trigger signal must cross to generate a trigger (on edge mode).

**Vertical bar cursors**

The two vertical bars you position to measure the time parameter of a waveform record. The oscilloscope displays the value of the active (moveable) cursor with respect to trigger and the time value between the bars.

Waveform

The shape or form (visible representation) of a signal.

Waveform interval

The time interval between record points as displayed.

**XY format**

A display format that compares the voltage level of two waveform records point by point. It is useful for studying phase relationships between two waveforms.

**YT format**

The conventional oscilloscope display format. It shows the voltage of a waveform record (on the vertical axis) as it varies over time (on the horizontal axis).



Numbers

1/seconds (Hz), Cursor menu, 3-15
100 MHz, Vertical menu, 3-100
20 MHz, Vertical menu, 3-100

A

AC coupling, 2-15, G-1
 AC line voltage, trigger input, 2-12
AC, Main Trigger menu, 3-28
 Accessories, A-1–A-8
 Optional, A-5
 Probes, A-4, A-5–A-8
 Software, A-7–A-8
 Standard, A-4, A-6, A-7
 Accuracy, G-1
 Acquire menu, 3-6, 3-44
 Average, 3-6
 Average mode, 3-44
 Compare Ch1 to, 3-46
 Compare Ch2 to, 3-46
 Create Limit Test Template, 3-44
 Envelope, 3-6
 H Limit, 3-45
 Hardcopy if Condition Met, 3-46
 Hi Res, 3-6
 Limit Test, 3-47
 Limit Test Condition Met, 3-47
 Limit Test Setup, 3-46, 3-47
 Limit Test Sources, 3-46
 Mode, 3-6
 OFF (Real Time Only), 3-6
 OK Store Template, 3-45
 ON (Enable ET), 3-6
 Peak Detect, 3-6
 Repetitive Signal, 3-6
 Ring Bell if Condition Met, 3-46
 RUN/STOP, 3-7
 Sample, 3-6
 Single Acquisition Sequence, 3-7
 Stop After, 3-6, 3-47
 Stop After Limit Test Condition Met, 3-46
 Template Source, 3-44

V Limit, 3-45

ACQUIRE MENU button, 3-6, 3-44

Acquisition, 2-17–2-21, 3-9, G-1

Interval, G-1

Modes

Average, 3-5

Envelope, 3-4

Hi Res, 3-4

Peak detect, 3-2

Sample, 3-2

Readout, 3-5

Active cursor, G-1

Active voltage probes, 3-71–3-72

active, Saved waveform status, 3-86

Algorithms, A-24–A-36

Aliasing, 2-24, G-1

Amplitude, 3-49, G-1

Area, 3-49, G-1

Attenuation, G-1

Auto, Main Trigger menu, 3-30

Auto, Video Trigger menu, 3-106

Automated Measurements, Snapshot of, 1-21

Automated measurements, 1-18, 2-28, 3-49

Automatic trigger mode, 2-14, G-1

Autoset, 1-11, 2-25, 3-9–3-10, G-2

AUTOSET button, 1-11, 3-9, 3-91

Auxiliary trigger, 2-12

Average acquisition mode, 3-5, G-2

Average mode, Acquire menu, 3-44

Average, Acquire menu, 3-6

B

Bandwidth, 1-2, 2-20, G-2

Bandwidth, Vertical menu, 3-100

Before you begin, 1-5

BMP, 3-31

BMP, Hardcopy menu, 3-32

Burst width, 3-49

Button

ACQUIRE MENU, 3-6, 3-44

AUTOSET, 1-11, 2-24, 3-9, 3-91

CLEAR MENU, 1-10, 1-19, 2-2, 2-7, 3-58

CURSOR, 2-27, 3-13

DELAYED TRIG, 3-18

DISPLAY, 3-22

FORCE TRIG, 3-95

HARDCOPY, 3-32, 3-78

HELP, 3-39

HORIZONTAL MENU, 3-17

MEASURE, 3-52

MORE, 3-87, 3-89, 3-107

ON/STBY, 1-4, 2-2

Save/recall **SETUP**, 1-7, 3-84

Save/recall **WAVEFORM**, 3-86

SET LEVEL TO 50%, 3-95

STATUS, 3-93

TOGGLE, 2-27, 3-14, G-9

TRIGGER MENU, 3-27, 3-97, 3-101

UTILITY, 3-32, 3-78

VERTICAL MENU, 1-15

WAVEFORM OFF, 1-17, 3-26, 3-90

ZOOM, 2-25, 3-110

Buttons

CH1, CH2 ..., 3-89

Channel selection, 1-14, 3-89

Main menu, 2-2

Side menu, 2-2

C

Cables, 3-77, 3-78

Cart, Instrument, K212, A-3

CAUTION

statement in manuals, *vii*

statement on equipment, *vii*

Centronics, **Port** (optional), 3-32, 3-35, 3-76

Certificate of Calibration and Test Data Report, A-3

CH1, CH2 ... buttons, 3-89

Ch1, Ch2 ..., Delayed Trigger menu, 3-19

Ch1, Ch2 ..., Main Trigger menu, 3-27

Ch1, Ch2 ..., Video Trigger menu, 3-102

Change Math waveform definition, More menu, 3-108

Channel, 3-89–3-90, G-2
Readout, 2-5, 3-89
Reference Indicator, 2-5
Selection buttons, 1-14, 3-89
Trigger input, 2-11–2-12

Channel readout, 2-5

Channel reference indicator, G-2

Circuit loading, G-2

CLEAR MENU button, 1-10, 1-19, 2-2, 2-7, 3-58

Compact-to-miniature probe tip adapter, 3-65, A-7

Compare Ch1 to, Acquire menu, 3-46

Compare Ch2 to, Acquire menu, 3-46

Compensation, 3-67

Configure, Utility menu, 3-32, 3-78

Connector
BNC, A-6
GPIB, 2-4, 3-77

Contrast, Display menu, 3-23

Conventions, x

Coupling, 1-15
AC, 2-15
DC, 2-15
Ground, G-4
Input Signal, 2-20–2-21
Trigger, 2-15

Coupling, Delayed Trigger menu, 3-20

Coupling, Main Trigger menu, 3-28

Coupling, Vertical menu, 3-99

Create Limit Test Template, Acquire menu, 3-44

Create Measrmnt, Measure Delay menu, 3-58

Cross Hair, Display menu, 3-25

Current probes, 3-72

Cursor
Horizontal bar, 2-27, 3-11
Measurements, 2-27
Mode, 2-27–2-28
Independent, 2-27–2-28
Tracking, 2-28
Paired, 2-27, 3-11
Vertical bar, 2-27, 3-11

CURSOR button, 3-13

Cursor menu, 3-13
1/seconds (Hz), 3-15
Function, 3-13, 3-14
H Bars, 3-13, 3-14
Independent, 3-14
seconds, 3-15
Time Units, 3-15
Tracking, 3-14

Cursor Readouts, 3-12

Cursor Speed, 3-15

Cursors, 2-27, 3-11–3-15, G-2

Custom, Video Trigger menu, 3-102

Cycle area, 3-49, G-2

Cycle mean, 3-49, G-2

Cycle RMS, 3-49, G-2

D

DANGER, statement on equipment, vii

Date/Time
On hardcopies, 3-33
To set, 3-34

DC coupling, 2-15, G-3

DC, Main Trigger menu, 3-28

Delay by Events, Delayed Trigger menu, 3-19

Delay by Lines, Video Trigger menu, 3-103

Delay by Time, Delayed Trigger menu, 3-19

Delay by Time, Video Trigger menu, 3-103

Delay by, Delayed Trigger menu, 3-19

Delay measurement, 3-56, G-3

Delay time, G-3

Delay To, Measure Delay menu, 3-56

Delayed Only, Horizontal menu, 3-17

Delayed Runs After Main, Horizontal menu, 3-17, 3-42

Delayed Scale, Horizontal menu, 3-42

DELAYED TRIG button, 3-18

Delayed trigger, 3-16–3-21

Delayed Trigger menu, 3-18–3-21

Ch1, Ch2 ..., 3-19

Coupling, 3-20

Delay by, 3-19

Delay by Events, 3-19

Delay by Time, 3-19

Falling edge, 3-20

Level, 3-20

Rising edge, 3-20

Set to 50%, 3-21

Set to ECL, 3-20

Set to TTL, 3-20

Slope, 3-20

Source, 3-19

Delayed Triggerable, Horizontal menu, 3-18, 3-42

Delete Refs, Save/Recall Waveform menu, 3-87

Deskjet, 3-31

Deskjet, Hardcopy menu, 3-32

Differential active probes, 3-71

Digitizing, G-3

Digitizing rate, 1-2

Display, 2-5, 3-9
Options, 3-22–3-26
Record View, 3-96
System, G-3

Display 'T' @ Trigger Point, Display menu, 3-23

DISPLAY button, 3-22

Display menu, 3-22
Contrast, 3-23
Cross Hair, 3-25
Display 'T' @ Trigger Point, 3-23
Dots, 3-22
Dots style, 3-45
Filter, 3-24
Format, 3-25
Frame, 3-25
Full, 3-25
Graticule, 3-25
Grid, 3-25
Infinite Persistence, 3-23
Intensified Samples, 3-22
Intensity, 3-23
Linear interpolation, 3-24
Overall, 3-23
Readout, 3-23
Sin(x)/x interpolation, 3-24
Style, 3-22
Text/Grat, 3-23
Trigger Bar, 3-23
Variable Persistence, 3-23
Vectors, 3-22
Waveform, 3-23

XY, 3-25

YT, 3-25

Dots, 3-22

Dots style, Display menu, 3-45

Dots, Display menu, 3-22

Dual Wfm Math, More menu, 3-108

Dual-lead adapter, 3-66

Duty cycle, 1-19, G-5, G-6

E

Edge trigger, 2-12, 3-27, G-3

Readout, 3-27

Edge, Main Trigger menu, 3-27, 3-97

Edges, Measure Delay menu, 3-57

empty, Saved waveform status, 3-86

Encapsulated Postscript, 3-31

Envelope acquisition mode, 3-4, G-3

Envelope, Acquire menu, 3-6

EPS Color, Hardcopy menu, 3-32

EPS Image, Hardcopy menu, 3-32

EPS Mono, Hardcopy menu, 3-32

Epson, 3-31

Epson, Hardcopy menu, 3-32

Equivalent time sampling, 2-19

Equivalent-time sampling, random,
G-3

F

Factory initialization settings,
A-39-A-42

factory, Saved setup status, 3-84

Fall time, 3-50, G-3

Falling edge, Delayed Trigger menu,
3-20

Falling edge, Main Trigger menu, 3-29

Fields. *See Video Fields*

Filter, Display menu, 3-24

Fine Scale, Vertical menu, 3-100

Firmware version, 3-93

Fixtured active probes, 3-71

FORCE TRIG button, 3-95

Format, Display menu, 3-25

Format, Hardcopy menu, 3-32

Frame, Display menu, 3-25

Frequency, 1-19, 3-50, G-3

Front Cover, A-1

Front panel, 2-3

Full, Display menu, 3-25

Full, Vertical menu, 3-100

Function, Cursor menu, 3-13, 3-14

Fuse, 1-3, 2-4

G

Gated Measurements, 3-54, G-3

Gating, Measure menu, 3-54

General purpose (high input resis-
tance) probes, 3-69

General purpose knob, 1-20, 2-6, G-4

GPIO, 2-4, 3-76-3-79, G-4

GPIO, Hardcopy menu, 3-32

GPIO, Utility menu, 3-78

Graticule, 3-25, G-4

Measurements, 2-26

Graticule, Display menu, 3-25

Grid, Display menu, 3-25

Ground coupling, G-4

Ground lead inductance, 3-60

H

H Bars, Cursor menu, 3-13, 3-14

H Limit, Acquire menu, 3-45

Hardcopy, 3-31-3-38, G-4

Hardcopy (Talk Only), Utility menu,
3-32

HARDCOPY button, 3-32, 3-78

Hardcopy if Condition Met, Acquire
menu, 3-46

Hardcopy Interface, Optional
RS-232/Centronic, A-1

Hardcopy menu

BMP, 3-32

Clear Spool, 3-32

Deskjet, 3-32

EPS Color, 3-32

EPS Image, 3-32

EPS Mono, 3-32

EPS PCX, 3-32

Epson, 3-32

Format, 3-32

GPIO, 3-32

HPGL, 3-32

Interleaf, 3-32

Landscape, 3-32

Laserjet, 3-32

Layout, 3-32

Port, 3-32

Portrait, 3-32

Thinkjet, 3-32

TIFF, 3-32

Hardcopy, Utility menu, 3-78

HELP button, 3-39

Help system, 3-39

HF Rej, Main Trigger menu, 3-28

Hi Res acquisition mode, 3-4

Hi res acquisition mode, G-4

Hi Res, Acquire menu, 3-6

High, 3-50, G-4

High frequency rejection, 2-15

High Ref, Measure menu, 3-56

High speed active probes, 3-71

High voltage probes, 3-70-3-71

High-Low Setup, Measure menu,
3-55

Histogram, Measure menu, 3-55

Holdoff, trigger, 2-14, G-4

Horiz Pos, Horizontal menu, 3-43

Horiz Scale, Horizontal menu, 3-42

Horizontal, 3-9

Bar cursors, 2-27, 3-11, G-4

Control, 3-40-3-43

Position, 3-40

POSITION knob, 2-23

Readouts, 3-41

Scale, 3-40

SCALE knob, 1-10, 2-23

System, 1-10, 2-23

Horizontal menu, 3-17

Delayed Only, 3-17

Delayed Runs After Main, 3-17, 3-42

Delayed Scale, 3-42

Delayed Triggerable, 3-18, 3-42

Horiz Pos, 3-43

Horiz Scale, 3-42

Intensified, 3-17, 3-19

Main Scale, 3-42

Record Length, 3-42

Set to 10%, 3-43

Set to 50%, 3-43

Set to 90%, 3-43

Time Base, 3-17, 3-41

Trigger Position, 3-42

HORIZONTAL MENU button, 3-17

Horizontal **POSITION** knob, 3-40

Horizontal Readouts, 3-41

Horizontal **SCALE** knob, 3-40

HPGL, 3-31

HPGL, Hardcopy menu, 3-32

I

I/O, Status menu, 3-93

I/O, Utility menu, 3-32, 3-78

IC protector tip, 3-65

Icons, 1-2

Independent Mode, Cursor, 2-27–2-28

Independent, Cursor menu, 3-14

Infinite Persistence, Display menu, 3-23

Installation, 1-3–1-4

Intensified Samples, Display menu, 3-22

Intensified, Horizontal menu, 3-17, 3-19

Intensity, 3-23, G-5

Intensity, Display menu, 3-23

Interlaced Field One, Video Trigger menu, 3-104

Interlaced Field Two, Video Trigger menu, 3-104

Interlacing, 2-12

Interleaf, 3-31

Interleaf, Hardcopy menu, 3-32

Interpolation, 2-18, 3-24, G-5

K

Knob, G-5

General purpose, 1-20, 2-6, G-4

Horizontal **POSITION**, 1-10, 2-23, 3-40

Horizontal **SCALE**, 1-10, 2-23, 3-40

MEASURE, 2-28

Trigger **MAIN LEVEL**, 1-11, 2-16

Vertical **POSITION**, 1-10, 2-23, 3-98

Vertical **SCALE**, 1-10, 2-23, 3-98

L

Landscape, Hardcopy menu, 3-32

Laserjet, 3-31

Laserjet, Hardcopy menu, 3-32

Layout, Hardcopy menu, 3-32

Level, Delayed Trigger menu, 3-20

Level, Main Trigger menu, 3-29

Level, Trigger, 2-16

LF Rej, Main Trigger menu, 3-28

Limit Test Condition Met, Acquire menu, 3-47

Limit Test Setup, Acquire menu, 3-46, 3-47

Limit Test Sources, Acquire menu, 3-46

Limit Test, Acquire menu, 3-47

Limit testing, 3-44–3-48

Linear interpolation, 2-18, 3-24, G-5

Linear interpolation, Display menu, 3-24

Long ground leads, 3-63

Low, 3-50, G-5

Low frequency rejection, 2-15

Low impedance Z_o probes, 3-70

Low Ref, Measure menu, 3-56

Low-inductance ground lead, 3-63

Low-inductance spring-tips, 3-64, A-7

M

Main menu, G-5

Main menu buttons, 2-2, G-5

Main Scale, Horizontal menu, 3-42

Main Trigger Menu

Falling edge, 3-29

Rising edge, 3-29

Main Trigger menu, 3-27, 3-97

AC, 3-28

Auto, 3-30

Ch1, Ch2 ..., 3-27

Coupling, 3-28

DC, 3-28

Edge, 3-27, 3-97

HF Rej, 3-28

Level, 3-29

LF Rej, 3-28

Mode & Holdoff, 3-30

Noise Rej, 3-28

Normal, 3-30

Set to 50%, 3-29, 3-95

Set to ECL, 3-29

Set to TTL, 3-29

Slope, 3-29

Source, 3-27

Type, 3-27, 3-97, 3-101, 3-102

Video, 3-101, 3-102

Marker rings, 3-63, A-7

Math Waveform

Differential, A-1

FFT, A-1

Integral, A-1

Optional Advanced, A-1

Math waveforms, 3-107

Math1/2/3, More menu, 3-107

Maximum, 3-50, G-5

Mean, 3-50, G-5

MEASURE button, 3-52

Measure Delay menu

Create Measrmnt, 3-58

Delay To, 3-56

Edges, 3-57

Measure Delay To, 3-56

OK Create Measurement, 3-58

Measure Delay To, Measure Delay menu, 3-56

Measure menu, 2-9, 3-52, 3-58

Gating, 3-54

High Ref, 3-56

High-Low Setup, 3-55

Histogram, 3-55

Low Ref, 3-56
Mid Ref, 3-56
Mid2 Ref, 3-56
Min-Max, 3-55
Reference Levels, 3-55
Remove Measrmnt, 3-53, 3-59
Select Measrmnt, 3-52, 3-56
Set Levels in % units, 3-55
Snapshot, 3-58

Measurement

Amplitude, 3-49, G-1
 Area, 3-49, G-1
 Burst width, 3-49, G-2
 Cycle area, 3-49, G-2
 Cycle mean, 3-49, G-2
 Cycle RMS, 3-49, G-2
 Delay, 3-56, G-3
 Duty cycle, 1-19, G-5, G-6
 Fall time, 3-50
 Frequency, 1-19, 3-50, G-3
 Gated, G-3
 High, 3-50, G-4
 Low, 3-50, G-5
 Maximum, 3-50, G-5
 Mean, 3-50, G-5
 Minimum, 3-50, G-5
 Negative duty cycle, 3-50
 Negative overshoot, 3-50
 Negative width, 3-50
 Overshoot, G-7
 Peak to peak, 3-50, G-6
 Period, 3-51, G-6
 Phase, 3-50, G-6
 Positive duty cycle, 3-51
 Positive overshoot, 3-51
 Positive width, 3-51
 Propagation delay, 3-50
 Readout, 3-52
 Reference levels, 1-20
 Rise time, 1-19, 3-51, G-7
 RMS, 3-51, G-7
 Undershoot, G-6
 Width, 1-19, G-6, G-7

Measurement Accuracy, Ensuring maximum, 3-91–3-92

Measurements, 2-26–2-28, 3-49–3-59

Algorithms, A-24–A-36
 Automated, 1-18, 2-28
 Cursor, 2-27, 3-11
 Gated, 3-54
 Graticule, 2-26
 Snapshot of, 3-58

Memory, Waveform, 3-87

Menu

Acquire, 3-6, 3-44

Cursor, 3-13
 Delayed Trigger, 3-18–3-21
 Display, 3-22
 Horizontal, 3-17
 Main, 2-5
 Main Trigger, 3-27, 3-97
 Measure, 2-9, 3-52, 3-58
 More, 2-9, 3-87, 3-107
 Operation, 2-6
 Pop-up, 2-7, G-6
 Save/Recall, 3-84
 Save/Recall Setup, 2-9
 Save/Recall Waveform, 2-9, 3-86
 Setup, 1-7
 Status, 3-93
 status, 2-9
 Utility, 2-10, 3-31, 3-78
 Video Trigger, 3-101

Mid Ref, Measure menu, 3-56

Mid2 Ref, Measure menu, 3-56

Min-Max, Measure menu, 3-55

Minimum, 3-50, G-5

Mode, Cursor, 2-27–2-28

Mode & Holdoff, Main Trigger menu, 3-30

Mode & Holdoff, Video Trigger menu, 3-106

Mode, Acquire menu, 3-6

Model number location, 2-2

MORE button, 3-45, 3-87, 3-89, 3-107

More menu, 2-9, 3-87, 3-107

Change Math waveform definition, 3-108

Dual Wfm Math, 3-108

Math1/2/3, 3-107

OK Create Math Waveform, 3-108

Reference waveform status, 3-87

Set 1st Source to, 3-109

Set 2nd Source to, 3-109

Set Function to, 3-108

Set operator to, 3-109

Set Single Source to, 3-108

Single Wfm Math, 3-108

Negative width, 3-50

Noise Rej, Main Trigger menu, 3-28

Nominal Traits

Defined, A-10

Listed, A-10

NonInterlaced Both Fields, Video Trigger menu, 3-104

Normal trigger mode, 2-14, G-6

Normal, Main Trigger menu, 3-30

Normal, Video Trigger menu, 3-106

NTSC Video Standard, 2-13

NTSC, Video Trigger menu, 3-102

O

OFF (Real Time Only), Acquire menu, 3-6

Off Bus, Utility menu, 3-78

Offset, Vertical, 2-23, 3-100

Offset, Vertical menu, 3-100

OK Create Math Wfm, More menu, 3-108

OK Create Measurement, Measure Delay menu, 3-58

OK Erase Ref & Panel Memory, Utility menu, 3-85

OK Store Template, Acquire menu, 3-45

ON (Enable ET), Acquire menu, 3-6

ON/STBY button, 1-4, 2-2

Optical probes, 3-73

Option 2A, A-1

Option 2B, A-2

Options, A-1–A-8

Oscilloscope, G-6

Overall, Display menu, 3-23

Overshoot, G-7

N

Neg Sync, Video Trigger menu, 3-103

Negative duty cycle, 3-50

Negative overshoot, 3-50

P

Packaging, A-37

Paired cursor, 2-27, 3-11

PAL Video Standard, 2-13

PAL, Video Trigger menu, 3-102

Passive voltage probes, 3-69–3-70

PCX, 3-31

PCX, Hardcopy menu, 3-32

Peak detect acquisition mode, 3-2, G-6

Peak Detect, Acquire menu, 3-6

Peak to peak, 3-50, G-6

Performance Characteristics
 Nominal. *See Nominal Traits*
 Typical. *See Warranted Characteristics*
 Warranted. *See Warranted Characteristics*

Period, 3-51, G-6

Persistence, 3-23

Phase, 3-50, G-6

Pixel, G-6

Plotter, HC100, A-3

Pop-up menu, 2-7, G-6

Port, Hardcopy menu, 3-32

Port, Utility menu, 3-78

Portrait, Hardcopy menu, 3-32

Pos Sync, Video Trigger menu, 3-103

Position, Vertical, 2-23, 3-98

Position, Vertical menu, 3-100

Positive duty cycle, 3-51

Positive overshoot, 3-51

Positive width, 3-51

Postscript, 3-31

Posttrigger, G-7

Pouch, A-1

Power connector, 1-3

Power cords, A-1, A-2

Power off, 1-5

Power on, 1-4–1-5

Pretrigger, G-7

Principal power switch, 1-4, 2-4

Printer
 DPU-411, A-1
 DPU-412, A-1

Probe accessories
 Compact-to-miniature probe tip adapter, 3-65, A-7

Dual-lead adapter, 3-66

IC protector tip, 3-65

Long ground leads, 3-63

Low-inductance ground lead, 3-63

Low-inductance spring-tips, 3-64, A-7

Marker rings, 3-63, A-7

Probe tip-to-chassis adapter, 3-65, A-7

Probe tip-to-circuit board adapters, 3-64

Retractable hook tip, 3-61

SMT KlipChip, 3-64, A-7

Probe Cal, 1-5

Probe tip-to-chassis adapter, 3-65, A-7

Probe tip-to-circuit board adapters, 3-64

Probes
 Accessories, 3-61–3-66, A-4, A-5–A-8
 Active, A-3
 Active voltage, 3-71–3-72
 Additional, A-3
 By applications, 3-74, 3-75
 Compensation, 1-10, 3-67, G-7
 Connection, 1-6, 3-60–3-66
 Current, 3-72
 Definition, G-7
 Differential active, 3-71
 Fixtured active, 3-71
 General purpose (high input resistance), 3-69
 High speed, 3-71
 High voltage, 3-70–3-71
 Low impedance Z_0 , 3-70
 Optical, 3-73
 Passive, 3-67
 Passive voltage, 3-69–3-70
 Selection, 3-69–3-75
 SMD, A-3
 Time-to-voltage converter, 3-73

Propagation delay, 3-50

Q

Quantizing, G-7

R

Rack mounting, A-3

Rate 1, Video Trigger menu, 3-105

Rate 2, Video Trigger menu, 3-105

Rate 3, Video Trigger menu, 3-105

Rate 4, Video Trigger menu, 3-105

Readout
 Acquisition, 3-5
 Channel, 2-5, 3-89
 Cursors, 2-5
 Edge trigger, 3-27
 General purpose knob, 2-5
 Measurement, 2-28, 3-52
 Record view, 2-5
 Snapshot, 3-58
 Time base, 2-5
 Trigger, 2-5, 3-96
 Trigger Level Bar, 3-23
 Trigger Point, 3-23

Readout, Display menu, 3-23

Real time sampling, 2-18

Real-time sampling, G-7

Rear panel, 2-4, 3-78

Recall, Setups, 3-84–3-85

Recall Factory Setup, Save/Recall Setup menu, 3-85

Recall Saved Setup, Save/Recall Setup menu, 3-85

Recalling, Waveforms, 3-86

Record length, 1-2, 2-18, 3-42, A-2, G-7

Record Length, Horizontal menu, 3-42

Record View, 2-22, 3-41, 3-96

Record view, 2-5

Ref1, Ref2, Ref3, Ref4, Reference waveform status, 3-87

Ref1, Ref2, Ref3, Ref4, Save/Recall Waveform menu, 3-87

Reference levels, 1-20, 3-55

Reference Levels, Measure menu, 3-55

Reference memory, G-7

Remote communication, 3-76–3-79

Remove Measrmnt, Measure menu, 3-53, 3-59

Repetitive Signal, Acquire menu, 3-6

Reset Zoom Factors, Zoom menu, 3-112

Retractable hook tip, 3-67

Ring Bell if Condition Met, Acquire menu, 3-46

Rise time, 1-19, 3-51, G-7

Rising edge, Delayed Trigger menu, 3-20

Rising edge, Main Trigger menu, 3-29

RMS, 3-51, G-7

Roll, G-7

Roll Mode, 3-80–3-83

Triggered, 3-82

Triggered, with Single Sequence, 3-82

Untriggered, 3-80

Untriggered, with Single Sequence, 3-80

RS-232, **Port** (optional), 3-76

RS-232, **Port** (optional), 3-32, 3-35

RUN/STOP, Acquire menu, 3-7

S

Safety, *vii*

Symbols, *vii*

Sample acquisition mode, 3-2, G-8

Sample interval, G-8

Sample, Acquire menu, 3-6

Sampling, 2-18, G-8

Save, Setups, 3-84–3-85

Save Current Setup, Save/Recall Setup menu, 3-84

Save Waveform, Save/Recall Waveform menu, 3-86

Save/Recall **SETUP** button, 3-84

Save/recall **SETUP** button, 1-7

Save/Recall Setup menu, 2-9, 3-84

factory status, 3-84

Recall Factory Setup, 3-85

Recall Saved Setup, 3-85

Save Current Setup, 3-84

user status, 3-84

Save/Recall **WAVEFORM** button, 3-86

Save/Recall Waveform menu, 2-9, 3-86

active status, 3-86

Delete Refs, 3-87

empty status, 3-86

Ref1, **Ref2**, **Ref3**, **Ref4**, 3-87

Save Waveform, 3-86

Saving, Waveforms, 3-86

Saving and recalling setups, 1-23, 3-84

Saving and recalling waveforms, 3-86

Scan Parameter, Video Trigger menu, 3-104

SECAM Video Standard, 2-13

SECAM, Video Trigger menu, 3-102

seconds, Cursor menu, 3-15

Select Measrmnt, Measure menu, 3-52, 3-56

Selected waveform, G-8

Selecting channels, 3-89

Self test, 1-5

Set 1st Source to, More menu, 3-109

Set 2nd Source to, More menu, 3-109

Set Function to, More menu, 3-108

SET LEVEL TO 50% button, 3-95

Set Levels in % units, Measure menu, 3-55

Set operator to, More menu, 3-109

Set Single Source to, More menu, 3-108

Set to 10%, Horizontal menu, 3-43

Set to 50%, Delayed Trigger menu, 3-21

Set to 50%, Horizontal menu, 3-43

Set to 50%, Main Trigger menu, 3-29, 3-95

Set to 90%, Horizontal menu, 3-43

Set to ECL, Delayed Trigger menu, 3-20

Set to ECL, Main Trigger menu, 3-29

Set to TTL, Delayed Trigger menu, 3-20

Set to TTL, Main Trigger menu, 3-29

Set to Zero, Vertical menu, 3-100

Setup menu, 1-7

Setups, Save and recall, 3-84–3-85

Shipping, A-37

Side menu, G-8

Side menu buttons, 2-2, G-8

Signal Path Compensation, 1-5, 3-91–3-92, G-8

Sin(x)/x interpolation, 2-19, 3-24, G-5

Sin(x)/x interpolation, Display menu, 3-24

Single Acquisition Sequence, Acquire menu, 3-7

Single Wfm Math, More menu, 3-108

Single-Shot sampling, 2-18

Slope, G-8

Slope, Delayed Trigger menu, 3-20

Slope, Main Trigger menu, 3-29

Slope, Trigger, 2-16

SMT KlipChip, 3-64, A-7

Snapshot, Readout, 3-58

Snapshot of Measurements, 1-21, 3-58

Snapshot, Measure menu, 3-58

Software, 1-2

Software version, 3-93

Source, Delayed Trigger menu, 3-19

Source, Main Trigger menu, 3-27

Source, Video Trigger menu, 3-102

SPC, G-8

Specification, A-9

Spooler, Hardcopy, 3-33

Start up, 1-3

STATUS button, 3-93

Status menu, 2-9, 3-93

Firmware version, 3-93

I/O, 3-93

System, 3-93

Trigger, 3-93

Waveforms, 3-93

Stop After Limit Test Condition Met, Acquire menu, 3-46

Stop After, Acquire menu, 3-6, 3-47

Style, Display menu, 3-22

Switch, principal power, 1-4, 2-4

Sync Polarity, Video Trigger menu, 3-103

Sync Pulse, 2-12

System, Status menu, 3-93

System, Utility menu, 3-32, 3-78

T

Talk/Listen Address, Utility menu, 3-78

Tek Secure, 3-85, G-8

Tek Secure Erase Memory, Utility menu, 3-85

Temperature compensation, 3-91–3-92

Template Source, Acquire menu, 3-44

Text/Grat, Display menu, 3-23

Thinkjet, 3-31

Thinkjet, Hardcopy menu, 3-32

TIFF, 3-31

TIFF, Hardcopy menu, 3-32

Time base, G-9

Time Base, Horizontal menu, 3-17, 3-41

Time Units, Cursor menu, 3-15

Time-to-voltage converter, 3-73

TOGGLE button, 2-27, 3-14, G-9

Tracking Mode, Cursor, 2-28

Tracking, Cursor menu, 3-14

Trigger, 2-11–2-16, 3-9, G-9

- AC Line Voltage, 2-12
- Auxiliary, 2-12
- Coupling, 2-15
- Delayed, 3-16–3-21
- Edge, 2-12, 3-27, G-3
- Holdoff, 2-14
- Level, 2-16, G-9
- Mode, 2-13
- Position, 2-15, 3-42
- Readout, 3-96
- Slope, 2-11, 2-16
- Source, 2-11
- Status Lights, 3-95
- Types, 3-97
- Video, 2-12, 3-101

Trigger Bar, 2-5

Trigger Bar Style, Display menu, 3-23

Trigger Level Bar, Readout, 3-23

Trigger **MAIN LEVEL** knob, 1-11, 2-16, 3-94

TRIGGER MENU button, 3-27, 3-97, 3-101

Trigger Point, Readout, 3-23

Trigger Position, Horizontal menu, 3-42

Trigger Status Lights, 3-95

Trigger, Status menu, 3-93

TV Delay Mode, Video Trigger menu, 3-103

Type, Main Trigger menu, 3-27, 3-97, 3-101, 3-102

Typical Characteristics

- Defined, A-21
- Listed, A-21

U

Undershoot, G-6

user, Saved setup status, 3-84

UTILITY button, 3-32, 3-78

Utility Menu

- OK Erase Ref & Panel Memory**, 3-85
- Tek Secure Erase Memory**, 3-85

Utility menu, 2-10, 3-31, 3-78

- Configure**, 3-32, 3-78
- GPIB**, 3-78
- Hardcopy**, 3-78
- Hardcopy (Talk Only)**, 3-32
- I/O**, 3-32, 3-78
- Off Bus**, 3-78
- Port**, 3-78
- System**, 3-32, 3-78
- Talk/Listen Address**, 3-78

V

V Limit, Acquire menu, 3-45

Variable Persistence, Display menu, 3-23

Vectors, 3-22

Vectors, Display menu, 3-22

Vertical, 3-9

- Bar cursors, 2-27, 3-11, G-9
- Control, 3-98–3-100
- Offset, 2-23, 3-100
- Position, 2-23, 3-98
- POSITION** knob, 2-23
- Readout, 3-98
- Scale, 3-98

SCALE knob, 1-10, 2-23

System, 1-10, 2-23

Vertical menu

- 100 MHz**, 3-100
- 20 MHz**, 3-100
- Bandwidth**, 3-100
- Coupling**, 3-99
- Fine Scale**, 3-100
- Full**, 3-100
- Offset**, 3-100
- Position**, 3-100
- Set to Zero**, 3-100

VERTICAL MENU button, 1-15

Vertical **POSITION** knob, 3-98

Vertical Readout, 3-98

Vertical **SCALE** knob, 3-98

VGA display, A-43

Video Class, Video Trigger menu, 3-102

Video Output

- Acceptable Cable, A-20
- Description, A-13

Video Standards, 2-13

Video Trigger

- Fields, 2-12
- Interlacing, 2-12
- NTSC Standard, 2-13
- PAL Standard, 2-13
- SECAM Standard, 2-13
- Standards, 2-13
- Sync Pulse, 2-12

Video trigger, 2-12, 3-101

Video Trigger Menu

- Neg Sync, 3-103
- Pos Sync, 3-103

Video Trigger menu, 3-101

- Auto**, 3-106
- Ch1, Ch2 ...**, 3-102
- Custom**, 3-102
- Delay by Lines**, 3-103
- Delay by Time**, 3-103
- Interlaced Field One**, 3-104
- Interlaced Field Two**, 3-104
- Mode & Holdoff**, 3-106
- NonInterlaced Both Fields**, 3-104
- Normal**, 3-106
- NTSC**, 3-102
- PAL**, 3-102
- Rate 1**, 3-105
- Rate 2**, 3-105
- Rate 3**, 3-105
- Rate 4**, 3-105
- Scan Parameter**, 3-104

SECAM, 3-102
Source, 3-102
Sync Polarity, 3-103
TV Delay Mode, 3-103
Video Class, 3-102

Video, Main Trigger menu, 3-101,
3-102

W

WARNING, statement in manual, *vii*

Warranted Characteristics

Defined, A-15
Listed, A-15
Performance Conditions for, A-15

Waveform, G-9
Interval, G-9
Math, 3-107–3-109

Off priority, 3-90

Waveform memory, 3-87

WAVEFORM OFF button, 1-17, 3-26,
3-90

Waveform Rate, A-11

Waveform, Display menu, 3-23

Waveforms, Math, 3-107

Waveforms, Status menu, 3-93

Width, 1-19, G-6, G-7

X

XY, Format, 3-25–3-26

XY format, G-9

XY, Display menu, 3-25

Y

YT, Format, 3-25–3-26

YT format, G-9

YT, Display menu, 3-25

Z

Zoom, 3-110–3-112

ZOOM button, 3-110

Zoom feature, 2-25

Zoom menu

Reset Zoom Factors, 3-112

Zoom Off, 3-112

Zoom Off, Zoom menu, 3-112

