

Wave Inspector™

Упрощение анализа осциллограмм



Введение

Осциллограф уже десятилетия является необходимым инструментом в области разработки и проектирования радиоэлектронных устройств, что способствует постоянному внедрению новаторских решений в различных отраслях. Длина записи представляет собой одну из ключевых характеристик цифрового осциллографа. Длина записи – это количество выборок, которое осциллограф оцифровывает и записывает для одной регистрации.

Чем длиннее запись, тем больше осциллограф регистрирует данных с высоким разрешением по времени (частотой дискретизации). Первые цифро-

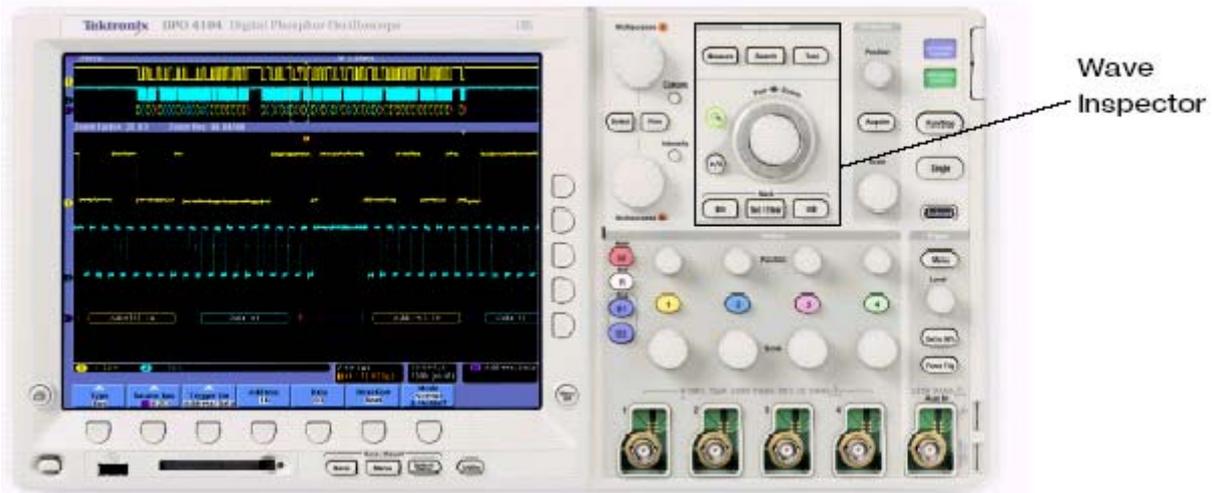
вые осциллографы могли регистрировать и хранить только 500 точек, при этом было сложно регистрировать всю информацию о событии. Проектировщики постоянно сталкивались со следующей проблемой: выполнять регистрацию в течение большего интервала, но с низким разрешением, или в течение короткого интервала, но с более высоким разрешением, хотя нужно было и то и другое - длительный интервал регистрации с высоким разрешением. Со временем технологии развивались; скорость, простота и затраты на высокую дискретизацию стали более предпочтительными. Но в то же время увеличивалась тактовая частота, увеличивалась пропускная способ-

ность и ускорялась параллельная обработка в топологиях шин, шире стали использоваться последовательные шины, сложность проектирования систем возрастала с космической скоростью. Из-за этого потребности проектировщиков в длительной регистрации с высоким разрешением росли даже быстрее, чем способность производителей увеличить длину записи. Поэтому разработки в этой области не прекращались. Закон Мура заставляет развиваться электронные технологии быстрее, проектирование систем продолжает усложняться, соответственно, сложнее становится проектировать, создавать, проводить диагностику и исправлять ошибки. Как это влияет на современные осциллографы? Вместе с усложнением проектов и сокращением сроков разработки возрастает потребность в длинных записях, большей полосе пропускания, более высокой частоте дискретизации. Взаимосвязь этих ключевых характеристик не очень сложна. При увеличении полосы пропускания для точной регистрации высокочастотных составляющих сигнала необходимо увеличить частоту дискретизации в пять раз. При увеличении частоты дискретизации для заданного временного интервала регистрации сигнала требуется сделать больше выборок. Например: для регистрации в течение 2 миллисекунд сигнала с частотой 100 МГц при использовании 5 гигавыборок в секунду потребуется запись с 10 миллионами точек (2 миллисекунды разделить на интервал выборок 200 пикосекунд). Зачастую длинные записи требуются даже для сигналов с более низкими частотами. Регистрация одного кадра видеосигнала NTSC (два поля в интервале 1/30 секунды при использовании 100 мегавы-

борок в секунду для разрешения всей информации о яркости) требует более 3 миллионов точек (33 миллисекунды разделить на 10 наносекунд). Регистрация нескольких секунд трафика в шине CAN 1 Мбит/с для диагностики электромеханических систем может потребовать 10 миллионов точек для достижения достаточного разрешения. Такие задачи продолжают увеличивать потребности в более длительной и более точной регистрации данных.

Анализ всех данных

Как уже упоминалось, первые цифровые осциллографы обладали очень короткой длиной записи. В сущности, все данные можно было легко просмотреть, так как они полностью умещались на экране осциллографа. По мере увеличения длины записи для просмотра зарегистрированных данных стала использоваться горизонтальная прокрутка. Не составляет сложностей просмотреть несколько экранов информации. Но по мере увеличения длины записи в новых поколениях осциллографов все более увеличивается время, необходимое на просмотр зарегистрированных данных для одного сигнала. Теперь длина записей составляет миллионы точек, что соответствует тысячам экранов с информацией о сигнале. Для сравнения представьте себе поиск в сети Интернет без использования поисковых машин, веб-обозревателей или без закладок. Это напоминает поиск иголки в стоге сена. До настоящего времени именно с такой проблемой сталкивались пользователи осциллографов с поддержкой большой длины записи. Понятно, что старые решения стали неэффективны.



► Рис. 1. Средство Wave Inspector, встроенное в осциллографы серии DPO4000, с передней панелью управления, предназначенной для эффективного анализа осциллограмм.

Wave Inspector

Средство Wave Inspector осциллографов серии DPO4000 позволяет работать с записями большой длины, а также просто и эффективно проводить анализ осциллограмм.

Масштабирование/ Панорамирование

Сегодня большинство цифровых осциллографов, представленных на рынке, имеют функцию масштабирования. Но довольно часто элементы управления, связанные с масштабированием (коэффициент масштабирования и положение), находятся в труднодоступных вложенных меню или используется сложная система управления с передней панели. Например, горизонтальное положение окна масштабирования, как правило, управляется ручкой положения по горизонтали, расположенной на передней панели. Если после увеличения нужной области ос-

циллограммы ее требуется переместить, как правило, это означает либо бесконечное вращение ручки горизонтального перемещения в поисках нужного участка, либо уменьшение осциллограммы, выбор нужного положения и обратного увеличения. Ни один из этих методов не является ни эффективным, ни интуитивным. А если для доступа к основным функциям масштабирования требуется использовать вложенные меню, то эти методы становятся еще менее эффективными. Wave Inspector для эффективного просмотра осциллограммы использует специальную двухуровневую ручку «Масштабирование/Панорамирование», расположенную на передней панели. Внутренняя ручка изменяет масштаб. Вращение по часовой стрелке соответствует увеличению. Вращение против часовой стрелки – уменьшению и отключению масштабирования.

На рис. 1А показано тестирование шины I²C. Зарегистрированная осциллограмма показана в верхнем окне, увеличенный фрагмент осциллограммы представлен в нижнем большом окне. В этом случае увеличение выполнялось для просмотра декодированных значений адреса и данных в двух отдельных пакетах.

Внешняя ручка используется для управления панорамированием. Вращение по часовой стрелке соответствует перемещению осциллограммы вправо, вращение против часовой стрелки – перемещению осциллограммы влево. Чем сильнее вращать эту ручку, тем быстрее перемещается осциллограмма. На рис. 2 показан быстрый переход от одного пакета к другому с помощью вращения ручки панорамирования. Даже если осциллограмма содержит 10 миллионов точек, можно быстро, всего за несколько секунд, переместить увеличенную осциллограмму от одного ее конца до другого без изменения коэффициента масштабирования.



► Рис. 1А. Wave Inspector с элементами управления масштабированием и панорамированием на передней панели.



► Рис. 2. Просмотр осциллограммы с записью большой длины для шины I²C.

Воспроизведение / Пауза

Часто при отладке неизвестно, что вызывает проблемы, поэтому у пользователей нет уверенности в том, что искать на зарегистрированной осциллограмме. Но при этом известно, что в зарегистрированном сигнале содержится проблема, и теперь необходимо просмотреть данные и попытаться найти ошибку. В большинстве современных осциллографов такая задача выполняется с помощью ручной прокрутки по горизонтали и проверки осциллограммы. Wave Inspector позволяет облегчить этот процесс. Можно просто нажать на передней панели кнопку Play (Воспроизведение) для автоматического перемещения осциллограммы. Скорость и направление воспроизведения регулируются с помощью ручки панорамирования. Чем сильнее повернуть ручку, тем быстрее будет перемещаться осциллограмма. Это позволяет автоматически прокручивать осциллограмму и сконцентрироваться на важном – на самой осциллограмме. В примере с шиной I²C (рис. 2), можно прокручивать осциллограмму и просматривать декодированные значения

адресов и данные. При обнаружении нужного события просто нажмите кнопку Play/Pause (Воспроизведение / Пауза) еще раз.



► Рис. 2А. Специальный элемент управления на передней панели для автоматического перемещения осциллограммы

Воспроизведение / Пауза

Маркеры

Во время поиска источника ошибки на осциллограмме можно найти множество областей, которые в дальнейшем потребуется проанализировать, или указывающие, что во время испытаний на устройстве произошло некое событие, которое можно будет использовать в качестве опорной точки при выполнении анализа. Предположим, например, что необходимо выполнить измерение синхронизации, связанной с задержкой между нажатием водителем кнопки стеклоподъемника, расположенной на дверной панели, и фактическим началом открывания окна. Сначала в зарегистрированных данных требуется найти нажатие кнопки. Далее можно найти момент, когда модуль CAN на двери водителя отправляет команду в модуль CAN на двери пассажира. И, наконец, включение двигателя открытия окна на двери пассажира. На осциллограмме в этих местах можно установить маркеры, а затем быстро просмотреть нужные области. Осциллографы серии DPO4000 позволяют это сделать. На рис. 3 канал 1 представляет выход кнопки на двери водителя, канал 2 соответствует шине CAN, а канал 3 отслеживает двигатель в двери пассажира.



► Рис. 2В. Специальные элементы управления на передней панели позволяют устанавливать маркеры и быстро просматривать их.

Маркеры



► Рис. 3. Установка маркеров на осциллограмме при измерении задержки в шине CANbus.

Осциллограф может запускаться по требуемым событиям с помощью задания соответствующего идентификатора (Identifier) и данных (Data). Кроме того, кнопка на передней панели Set / Clear Mark (Установить / Удалить маркер) позволяет отмечать на осциллограмме различные события. Маркеры отображаются в виде сплошных белых треугольников, расположенных по верхней кромке в верхнем и нижнем окнах. Нарастающий фронт в канале 1 соответствует нажатию кнопки. Событие запуска представляет собой выда-

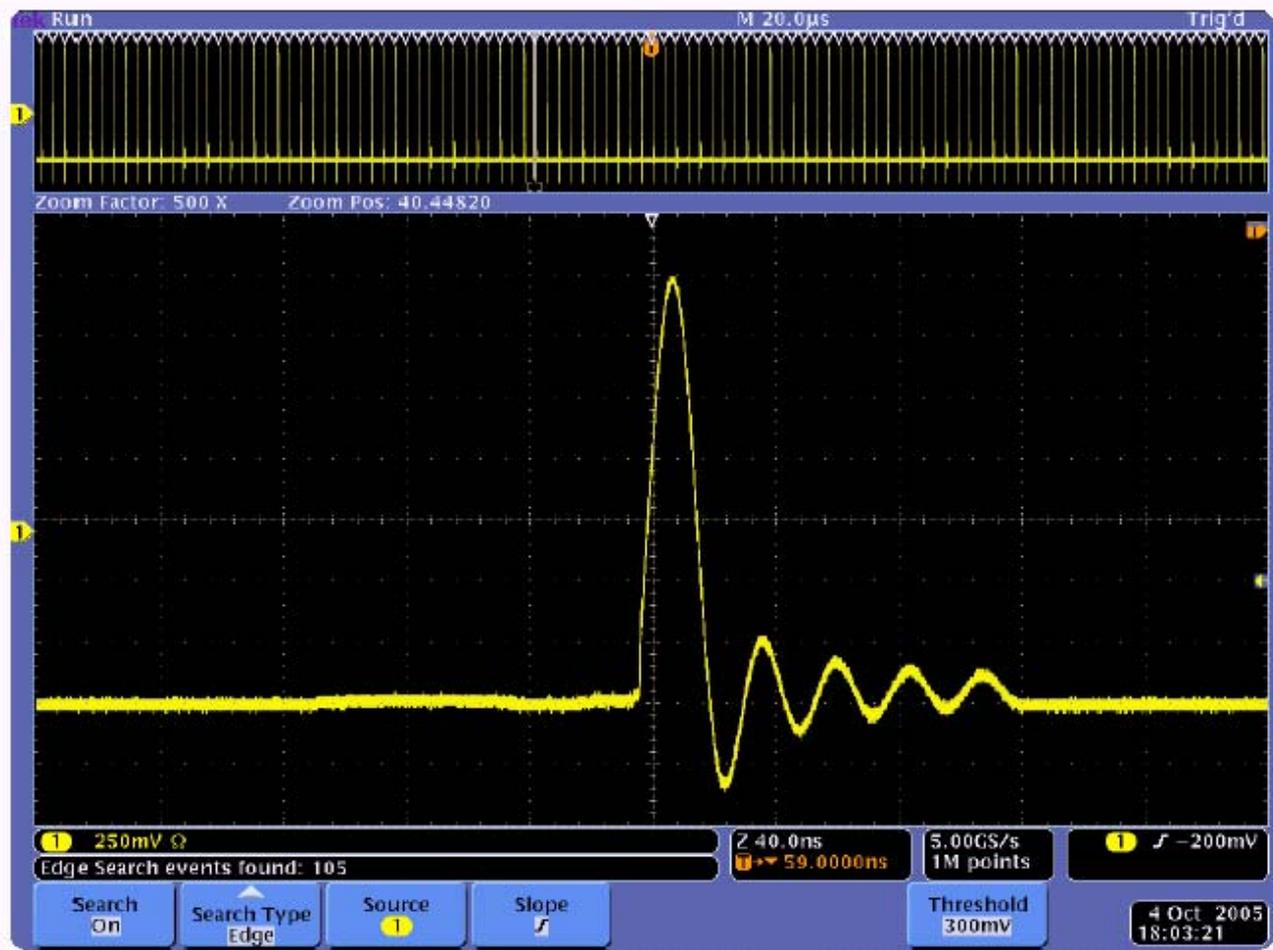
чу команды модулем CAN в двери водителя, начало перемещения окна соответствует переходу в канале 3. С помощью кнопок на передней панели Previous (Назад) и Next (Далее) можно легко просмотреть осциллограмму в точках, отмеченных маркерами, и установить в них курсоры, что значительно облегчает и ускоряет измерение задержки. На рис. 3 показано, что общее время между нажатием кнопки и началом перемещения окна составляет 58,8 мс и соответствует допустимому значению.

Поиск и установка маркеров

Помимо установки маркеров на осциллограмме вручную, Wave Inspector предоставляет функцию поиска по всей зарегистрированной осциллограмме и автоматической установки маркеров на определенные пользователем события. Представьте себе, например, регистрацию лазерных импульсов. Лазер запускается примерно каждые 20 мкс, длина импульса равна примерно 15 нс. Требуется просмотреть несколько импульсов для оценки их формы и точно измерить синхронизацию между импульсами. Для перемещения от одного импульса к другому приходится прокручивать паузы длительностью примерно 20 мкс. И это приходится делать при просмотре каждого следующего импульса в зарегистрированной осциллограмме. Понятно, что удобней было бы переходить от импульса к импульсу и не тратить время на "вращение" ручки.



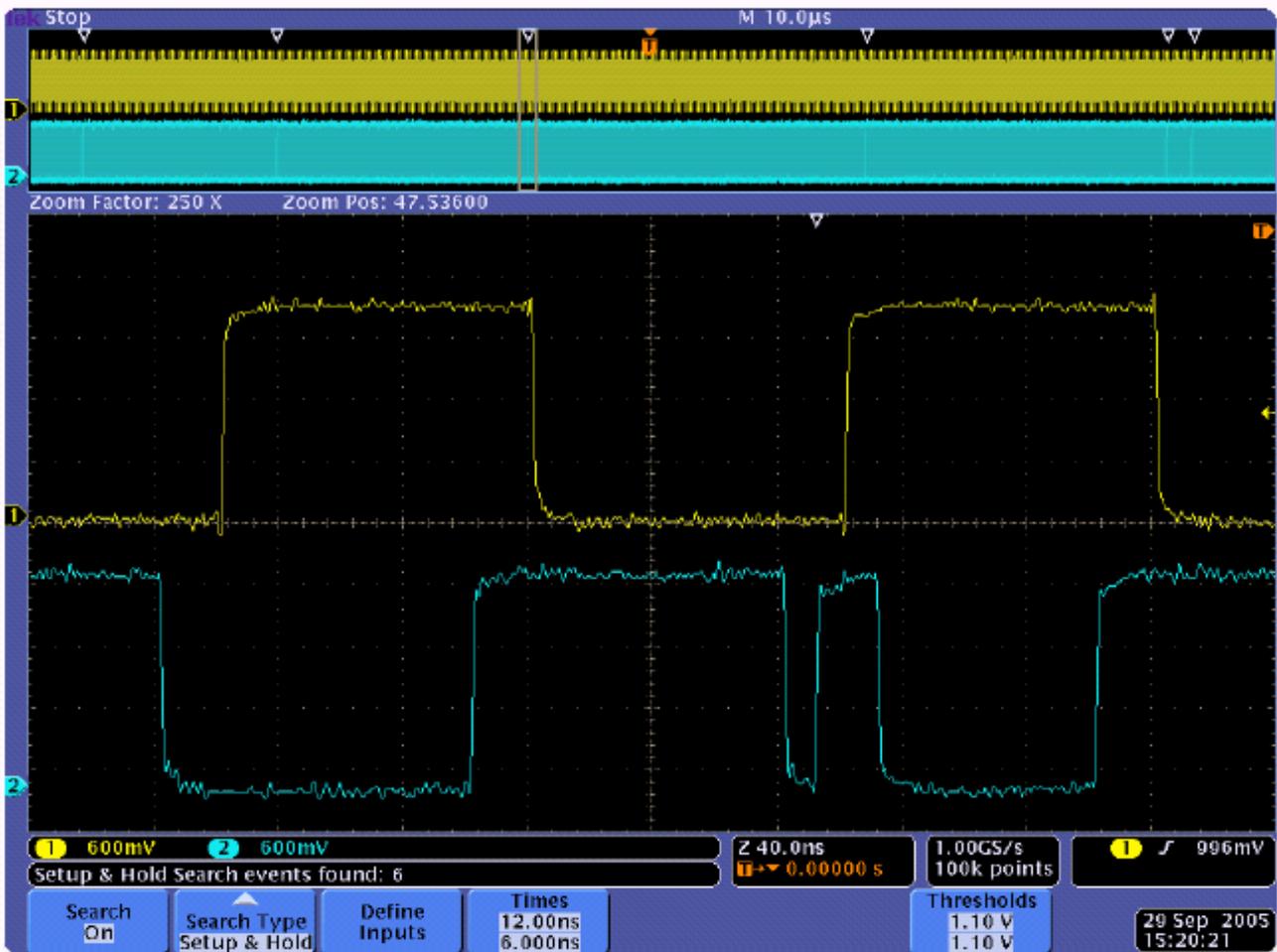
► Рис. 3А. Эффективная функция поиска, предоставляемая Wave Inspector, позволяет находить в зарегистрированной осциллограмме все заданные пользователем события.



► Рис. 4. Осциллографы серии DPO4000 устанавливают маркеры на каждый импульс, превышающий значение 300 мВ.

На рис. 4 показана простая настройка поиска нарастающих фронтов, превышающих порог в 300 мВ. Устанавливаемые во время поиска маркеры показаны пустыми белыми треугольниками, расположенными на верхнем крае верхнего и нижнего окон. Резуль-

тат поиска – установка 105 маркеров на осциллограмме. Все что осталось делать для просмотра импульсов – нажимать кнопки Previous (Назад) и Next (Далее) на передней панели. Настройка коэффициента масштабирования или выбор положения не требуются!



► Рис. 5. Результаты поиска Setup & Hold violation (Нарушение установки и фиксации): найдено шесть событий.

Функцию поиска Wave Inspector полезно использовать не только для поиска нарастающих фронтов. Представим, что при работе с микросхемой состояние ее выхода часто является неопределенным, что приводит к сбою всей системы. Предполагается, что это связано с долговременной стабильностью, связанной с нарушениями установки и фиксации. За несколько секунд можно задать критерии поиска, затем осциллограф автоматически выполняет в зарегистрированной осциллограмме поиск всех событий, связанных с нарушением установки и фиксации. В данном случае для используемой микросхемы данные по установке и фиксации составляют соответственно 12 и 6 нс. Чтобы осциллограф автоматиче-

ски определил нарушения этих пределов, нужно просто назначить канал 1 для тактового генератора, канал 2 для данных, задать пороговые значения и ввести времена установки и фиксации. Затем осциллограф выполняет проверку синхронизации для каждого фронта синхроимпульса для всей зарегистрированной осциллограммы и устанавливает маркеры на все случаи нарушения заданного времени установки и фиксации. На рис. 5 показано, что в результате поиска обнаружено шесть событий. Эти события отмечены в верхнем окне пустыми белыми треугольниками. В нижнем окне показан увеличенный фрагмент осциллограммы для одного из этих случаев. Очевидно, что узкий отрицательный им-

пульс на осциллограмме превышает время установки 12 нс. Источник долговременной стабильности был определен без ручной прокрутки осциллограммы и использования для измерений курсоров. Можно даже выполнить проверку работы в наихудших условиях с помощью настройки времен установки и фиксации, а затем просмотреть, сколько ошибок обнаружит Wave Inspector. Например, можно задать нулевое время фиксации и уменьшать время установки до тех пор, пока не будет обнаружено только одно собы-

тие. Другая полезная функция поиска, предоставляемая Wave Inspector, – поиск в шине. Если установить дополнительные модули DPO4EMBD и DPO4AUTO, можно использовать кнопки на передней панели В1 и В2 для определения комбинации входов для последовательных шин I²C, SPI или CAN. После настройки можно выполнять запуск по определенному содержанию уровня пакета, осциллограф автоматически будет декодировать все пакеты в зарегистрированной осциллограмме в двоичный или шестнадцатеричный код.



► Рис. 6. Поиск определенных значений Identifier (Идентификатор) и Data (Данные) в сообщениях, передаваемых по шине CAN.

Этот запуск важен для выделения временного окна с ошибкой, поэтому весьма вероятно, что потребуются просмотреть сигнал в шине во многих пакетах, чтобы понять происходящее на системном уровне. Функция поиска в шине позволяет задать критерии на уровне пакета и установить маркеры на каждом найденном событии, а затем быстро просмотреть эти события и

проанализировать их. Продолжая предыдущий пример с шиной CAN, на рис. 6 показан результат поиска всех сообщений в зарегистрированной осциллограмме большой длины в шине CANbus по значениям определенного идентификатора (549) и данным (A1).

Тип поиска	Описание
Edge (Фронт)	Поиск фронта (нарастающий или спадающий) с заданным пользователем пороговым уровнем.
Pulse Width (Длительность импульса)	Поиск положительной или отрицательной длительности импульса, который >, <, = или ≠ заданной пользователем длительности.
Runt (Рант-импульс)	Поиск положительных или отрицательных импульсов, пересекающих один порог амплитуды, но не пересекающих второй порог до следующего пересечения первого порога. Поиск всех рант-импульсов или только тех, длительность которых >, <, = или ≠ заданному пользователем времени.
Logic (Логика)	Поиск логических моделей (AND, OR, NAND или NOR) в нескольких осциллограммах с заданным входом High (высокий), Low (Низкий) или Don't Care (Не имеет значения). Поиск ситуации, когда событие истинно, ложно или остается действительным для >, <, = или ≠ заданного пользователем времени. Кроме того, можно определить один из входов в качестве тактового для поиска состояния синхронизации.
Setup & Hold (Установка и фиксация)	Поиск нарушений заданных пользователем времен настройки и фиксации.
Время нарастания / спада	Поиск нарастающих или спадающих фронтов с временем, >, <, = или ≠ заданного пользователем времени.
Bus (Шина)	I ² C: Поиск запуска, повторного запуска, остановки, отсутствия подтверждения, адреса, данных или адреса и данных. SPI: Поиск SS Active, MOSI, MISO или MOSI & MISO CAN: Поиск начала кадра, по типу кадра (данные, удаленный, ошибка, перегрузка), идентификатору (стандартному или расширенному), поиск данных, поиска идентификатора и данных, поиска конца кадра или отсутствия подтверждения.

► Таблица 1. Поиск по событиям.

Wave Inspector обнаружил в зарегистрированной осциллограмме четыре сообщения, удовлетворяющих критериям поиска. Перемещение осциллограммы от одного события к другому выполняется с помощью кнопок Previous (Назад) и Next (Далее), расположенных на передней панели. Осциллограф декодирует пакеты, поэтому можно всегда просмотреть соответ-

ствующие сведения без ручного декодирования аналоговой осциллограммы.

Кроме приведенных выше примеров, осциллографы серии DPO4000 позволяют выполнять поиск многих других типов событий. Полный список функциональных возможностей поиска представлен в таблице 1.

Поиск по нескольким критериям

Как правило, настало время задать вопрос: "Что если требуется выполнить другой поиск, но необходимо сохранить результаты (маркеры) первого поиска"? Просто выберите в меню Save All Marks (Сохранить все маркеры), пустые белые треугольники станут заполненными, то есть выглядят так, как при установке маркеров с помощью кнопки Set Mark (Установить маркер), расположенной на передней панели. Эти маркеры сохраняются с осциллограммой, можно выполнять новый поиск. Такую операцию можно выполнить несколько раз, что дает возможность эффективного неограниченного поиска. Конечно, если требуется все начать сначала, можно нажать кнопку Clear All Marks (Удалить все маркеры), чтобы удалить все маркеры с осциллограммы, или можно удалить отдельные маркеры с помощью кнопки на передней панели Set/Clear Mark (Установить/Удалить маркер).

Взаимодействие поиска с запуском

Для экономии времени в меню Search (Поиск) имеются две других эффективных возможности: копирование настройки запуска в критерии поиска и копирование настроек поиска в запуск. Копирование текущих настроек запуска в меню поиска очень удобно использовать, если в зарегистрированной осциллограмме требуется найти другие события запуска. И наоборот, копирование настроек поиска в меню запуска удобно использовать, если найдено

событие и требуется зарегистрировать новые данные, используя это событие в качестве критерия запуска.



► Рис. 7. Меню Search (Поиск).

Заключение

Современные цифровые осциллографы способны регистрировать большой объем данных. Это имеет свои преимущества и недостатки. Всем, кому необходимы эти данные, нужен осциллограф. До сих пор поиск иголки в стоге сена, то есть событий в большом объеме данных занимал много времени и был довольно сложным. Осциллографы серии DPO4000 вместе с Wave Inspector являются настолько эффективными инструментами, что пользователи о подобном даже не мечтали.

Контактная информация компании Tektronix:

АСЕАН / Австралия / Пакистан (65) 6356 3900
Австрия +41 52 675 3777
Балканы, Израиль, Южная Африка и др. страны ISE +41 52 675 3777
Бельгия 07 81 60166
Бразилия и Южная Америка 55 (11) 3741-8360
Канада 1 (800) 661-5625
Центральная и Восточна Европа, Украина и прибалтийские страны +41 52 675 3777
Центральная Европа и Греция +41 52 675 3777
Дания +45 80 88 1401
Финляндия +41 52 675 3777
Франция и Северная Африка +33 (0) 1 69 86 81 81
Германия +49 (221) 94 77 400
Гонконг (852) 2585-6688
Индия (91) 80-22275577
Италия +39 (02) 25086 1
Япония 81 (3) 6714-3010
Люксембург +44 (0) 1344 392400
Мексика, Центральная Америка и страны Карибского бассейна 52 (55) 56666-333
Средний Восток, Азия и Северная Африка +41 52 675 3777
Голландия 090 02 021797
Норвегия 800 16098
Китай 86 (10) 6235 1230
Польша +41 52 675 3777
Португалия 80 08 12370
Корея 82 (2) 528-5299
Россия и СНГ 7 095 775 1064
Южная Африка +27 11 254 8360
Испания (+34) 901 988 054
Швеция 020 08 80371
Швейцария +41 52 675 3777
Тайвань 886 (2) 2722-9622
Великобритания и Ирландия +44 (0) 1344 392400
США 1 (800) 426-2200
Другие страны: 1 (503) 627-7111
Последнее обновление – 15 июня 2005 г.

Дополнительная информация

Компания Tektronix поддерживает постоянно возрастающий набор примечаний к приложениям, технические описания и другие ресурсы, предназначенные для инженеров, занятых в передовых отраслях.

Посетите веб-сайт компании www.tektronix.com



Copyright © 2005, Tektronix, Inc. Все права защищены. Продукты Tektronix защищены выданными и находящими на рассмотрении патентами США и других стран.

Сведения в данном документе имеют приоритет над предыдущими опубликован

Возможно изменение технических характеристик и цен. TEKTRONIX и ТЕК являются зарегистрированными товарными знаками компании Tektronix, Inc. Все другие товарные знаки являются товарными знаками соответствующих производителей.

10/05 FLG/WWW

48W-19039-0