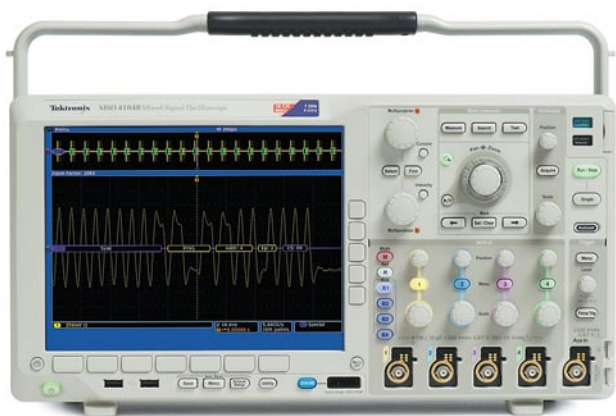


Осциллографы смешанных сигналов / осциллографы с цифровым люминофором

Серии MSO4000B и DPO4000B



Возможности и преимущества

Основные технические характеристики

- Модели с полосой пропускания 1 ГГц, 500 и 350 МГц
- 4 аналоговых канала
- 16 цифровых каналов (серия MSO)
- Частота дискретизации 5 Гвыб./с по всем каналам
- Длина записи 20 млн. точек по всем каналам
- Максимальная скорость захвата сигнала >50 000 осциллограмм в секунду
- Пассивные пробники с входной емкостью менее 4 пФ и полосой пропускания 500 МГц или 1 ГГц в стандартной комплектации
- Расширенный набор функций запуска

Простота в обращении

- Органы управления Wave Inspector® облегчают навигацию и автоматизируют поиск данных
- 41 вид автоматических измерений, построение гистограмм и быстрое преобразование Фурье для упрощения анализа сигналов
- Интерфейс пробников TekVPI® поддерживает активные, дифференциальные и токовые пробники с автоматическим выбором диапазона и единиц измерения
- Яркий цветной дисплей XGA с диагональю 10,4 дюйма (264 мм)
- Небольшие размеры и вес – всего 147 мм в глубину при массе 5 кг

Интерфейсы

- Два хост-порта USB 2.0 на передней и два на задней панели облегчают и ускоряют сохранение данных, распечатку и подключение USB клавиатуры
- Порт USB 2.0 на задней панели упрощает подключение к ПК и прямую распечатку на совместимом с PictBridge® принтере
- Встроенный порт Ethernet 10/100/1000 Base-T для подключения к локальным сетям и видеовыход для вывода изображения на монитор или проектор

Дополнительные возможности запуска и анализа сигналов последовательных шин

- Опции автоматического запуска, анализа и поиска для последовательных шин I²C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 и I²S/LJ/RJ/TDM

Проектирование и анализ устройств со смешанными сигналами (серия MSO)

- Автоматический запуск, декодирование и поиск для сигналов параллельных шин
- Независимая настройка порогов для каждого канала
- Многоканальный запуск по времени установки и удержания
- Режим высокоскоростного захвата MagniVu™ обеспечивает разрешение по времени для цифровых каналов 60,6 пс

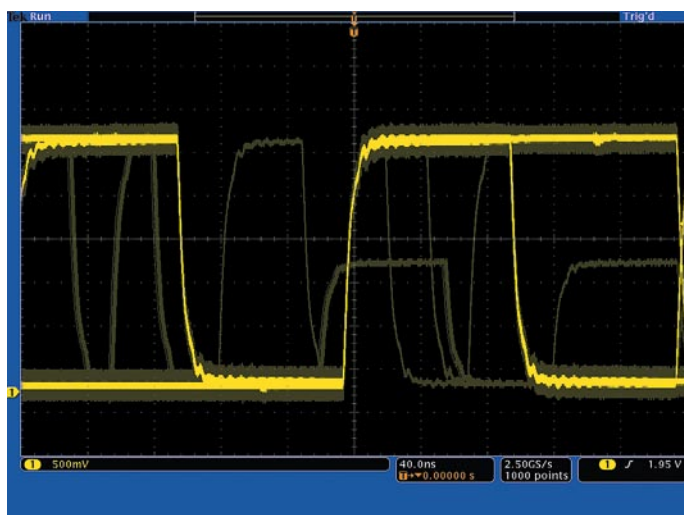
Дополнительные приложения

- Анализ источников питания
- Контроль предельных значений и тестирование по маске
- Анализ HDTV и специальных видеосигналов

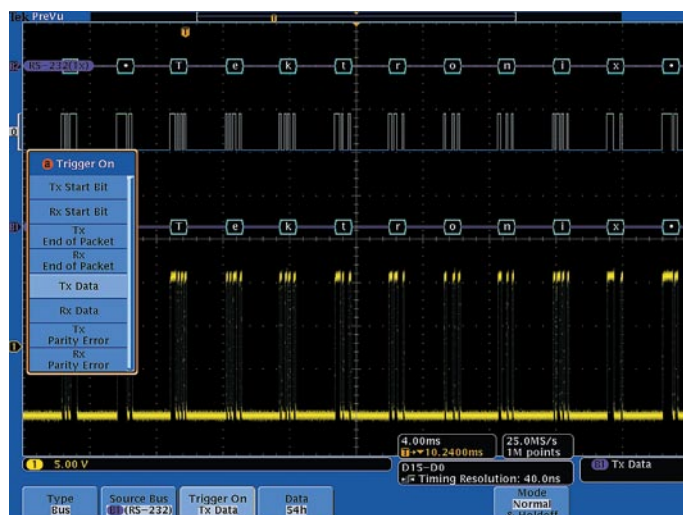
Расширенный набор средств для отладки аналого-цифровых устройств

С помощью осциллографов серии MSO/DPO4000B можно анализировать до 4 аналоговых и до 16 цифровых сигналов, что позволяет быстро находить проблемы в сложных системах. Полоса пропускания до 1 ГГц и 5-кратная передискретизация по всем каналам позволяют регистрировать подробности очень быстрых переходных процессов. Все каналы обеспечивают длину записи до 20 млн. точек в стандартной конфигурации, позволяя захватывать длинные фрагменты сигнала при сохранении высокого разрешения по времени.

Благодаря инновационным органам управления Wave Inspector®, облегчающим навигацию, функции тестирования по маске и возможности автоматического анализа сигналов последовательных и параллельных шин и источников питания, осциллографы серии MSO/DPO4000B компании Tektronix предлагают расширенный набор средств, необходимых для упрощения и ускорения отладки сложных схем.



Обнаружение: высокая скорость захвата сигнала – более 50 000 осциллограмм в секунду – максимально повышает вероятность обнаружения кратковременных глитчей и других редко происходящих событий.



Захват: запуск по конкретному пакету данных, передаваемому по шине RS-232. Полный набор функций запуска, включая запуск по содержанию пакета последовательных данных, позволяет быстро захватывать интересное событие.

Тщательно продуманный набор функций ускоряет все этапы отладки

Осциллографы серии MSO/DPO4000B предлагают широкий набор функций, ускоряющих все этапы отладки – от быстрого обнаружения аномалии и ее захвата до поиска событий в записанных сигналах, анализа характеристик и работы разрабатываемого устройства.

Обнаружение

Для того чтобы устранить проблему, нужно ее локализовать. Каждому инженеру-конструктору приходится тратить время на поиск проблем в разрабатываемом устройстве, что, при отсутствии необходимых инструментов, превращается в весьма утомительный и трудоемкий процесс.

Осциллографы серии MSO/DPO4000B предлагают наиболее полный в своем классе набор функций для отображения сигналов, позволяя глубже понять истинные процессы, происходящие в устройстве. Высокая скорость захвата сигналов – более 50 000 осциллограмм в секунду – позволяет за считанные секунды обнаружить глитчи и другие кратковременные процессы, вскрывая истинную природу происходящих сбоев. Дисплей с цифровым люминофором показывает историю активности сигнала, окрашивая те области экрана, где сигнал появляется чаще, в более яркие цвета, что позволяет визуально оценивать частоту появления аномалий.

Захват

Обнаружение сбоев – это лишь первый шаг. Теперь нужно захватить интересное событие и установить причину его возникновения.

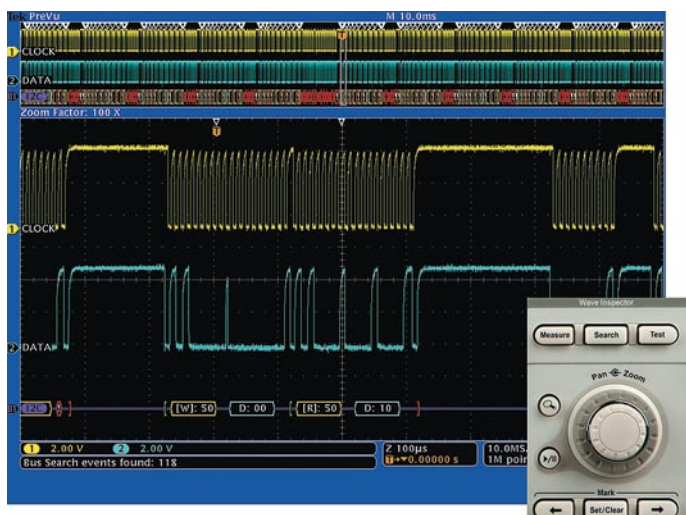
Точный захват любого сигнала обеспечивается качественным пробником. Осциллографы MSO/DPO4000B комплектуются четырьмя пробниками с малой входной емкостью. Эти первые в отрасли высокоомные пассивные пробники обладают емкостью

менее 4 пФ, минимизируя влияние на измеряемую цепь и сочетая характеристики активного пробника с гибкостью пассивного.

Осциллографы серии MSO/DPO4000B предлагают полный набор функций запуска, включая запуск по поврежденным импульсам, по времени ожидания, по логическим комбинациям, по ширине импульса, по нарушению времени установки/удержания, по последовательным пакетам и данным параллельных шин, что помогает быстро обнаружить интересное событие. Благодаря длине записи до 20 млн. точек, можно захватывать сразу несколько интересных событий и даже тысячи последовательных пакетов, сохраняя при этом высокое разрешение, позволяющее детально рассмотреть мельчайшие подробности сигнала.

Широкие возможности осциллографов серии MSO/DPO4000B – от запуска по содержанию конкретного пакета до автоматического декодирования разных форматов данных – обеспечивают поддержку самого широкого в своем классе набора последовательных шин – I²C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 и I²S/LJ/RJ/TDM. Способность одновременного декодирования до четырех последовательных и/или параллельных шин позволяет быстро распознавать проблемы системного уровня.

Для более глубокой диагностики взаимодействий на системном уровне в сложных аналого-цифровых системах, осциллографы серии MSO4000B, кроме аналоговых, имеют 16 цифровых каналов. Поскольку они полностью интегрированы в схему осциллографа, вы можете осуществлять запуск от любых входных каналов с полной временной корреляцией. Режим захвата MagniVu™ позволяет отображать мельчайшие подробности сигнала вокруг точки запуска (с разрешением до 60,6 пс). Режим MagniVu особенно удобен для точного определения временных интервалов, что необходимо для измерения времени установки и удержания, задержки тактовой частоты, фазовых сдвигов и характеристик глитчей.

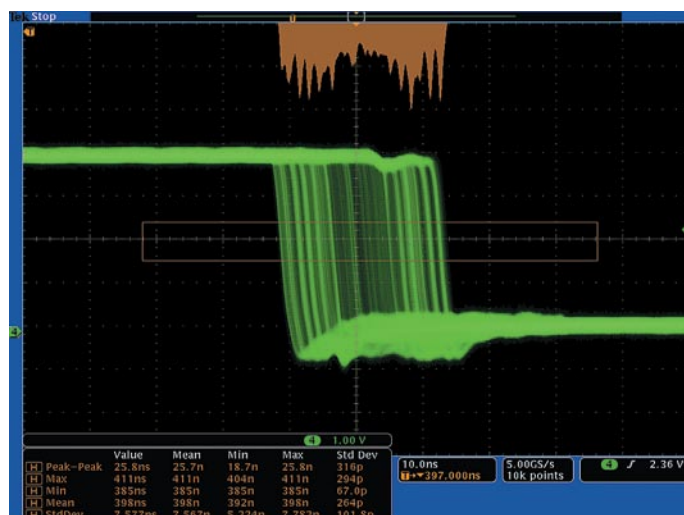


Поиск: функция декодирования сигналов шины I²C, показывающая результаты поиска адреса 50. Панель управления Wave Inspector обеспечивает непревзойденную эффективность просмотра и навигации.

Поиск

Без соответствующих инструментов поиск интересующего события в длинной памяти прибора может оказаться весьма трудоемким процессом. Учитывая, что длина записи может превышать миллион точек, поиск события может означать пролистывание нескольких тысяч экранов осциллограмм.

Осциллографы серии MSO/DPO4000B предлагают наиболее совершенные средства поиска и навигации, реализованные в виде инновационной панели управления Wave Inspector®. Эта панель ускоряет панорамирование и масштабирование фрагментов записи. Благодаря уникальной системе с механизмом обратной связи, вы можете перемещаться из одного конца записи в другой за считанные секунды. Специальные маркеры позволяют пометить любое место, куда вы хотите вернуться в дальнейшем. Можно также выполнять автоматический поиск по заданным критериям. Wave Inspector мгновенно просматривает всю запись, включая аналоговые, цифровые и последовательные данные. По пути он автоматически отмечает все появления указанного события и позволяет быстро перемещаться между ними.



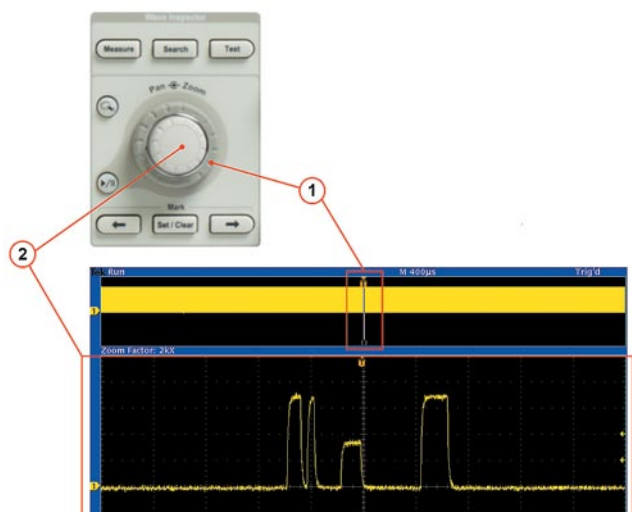
Анализ: гистограмма сигнала, построенная по спаду импульса, помогает оценить зависимость положения перепада от времени (джиттер). На экране отображаются различные характеристики сигнала, полученные на основе гистограммы. Всеобъемлющий набор встроенных средств анализа ускоряет проверку характеристик схемы.

Анализ

Для того чтобы проверить соответствие технических характеристик прототипа его программной модели и убедиться в том, что он способен решать поставленные задачи, необходимо проанализировать все режимы работы. Эта задача может потребовать самых разнообразных измерений – от простой проверки длительности фронтов и импульсов до сложного анализа ослабления мощности и исследования источников шумов.

Осциллографы серии MSO/DPO4000B предлагают всеобъемлющий набор встроенных средств анализа, включая привязанные к сигналу и экрану курсоры, 41 вид автоматических измерений, расширенный набор математических функций, в том числе редактор уравнений, построение гистограмм, быстрое преобразование Фурье и диаграммы трендов для визуального определения изменений результатов со временем. Имеются также специальные программы анализа последовательных шин, тестирования по маске, проектирования источников питания и разработки видеоустройств.

Для расширенного анализа можно использовать программное обеспечение LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition компании National Instruments, которое предлагает более 200 встроенных функций, включая анализ в частотной и временной области, проверку граничных значений, регистрацию данных и настраиваемую генерацию отчетов.



Панель управления Wave Inspector обеспечивает непревзойденную эффективность просмотра, навигации и анализа данных. Поворотом внешней ручки панорамирования (1) можно пролистать все 20 млн. точек записи. Перемещение из начала в конец займет считанные секунды. А если вы увидели нечто интересное и хотите подробнее это рассмотреть? Просто поверните внутреннюю ручку масштабирования (2).

Система навигации и поиска Wave Inspector®

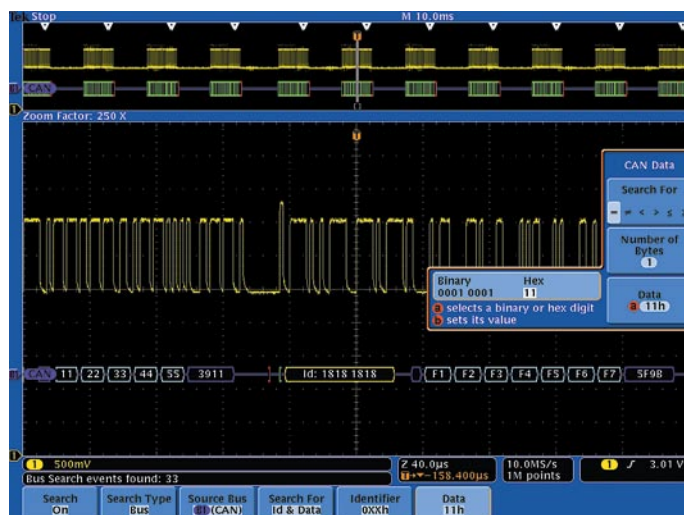
Запись длиной 20 млн. точек представляет собой тысячи экранов информации. С помощью панели Wave Inspector, лучшего в отрасли средства навигации и поиска, осциллографы серии MSO/DPO4000B позволяют отыскивать нужные события за считанные секунды. Wave Inspector предлагает следующие инновационные возможности.

Масштабирование/панорамирование (Zoom/Pan)

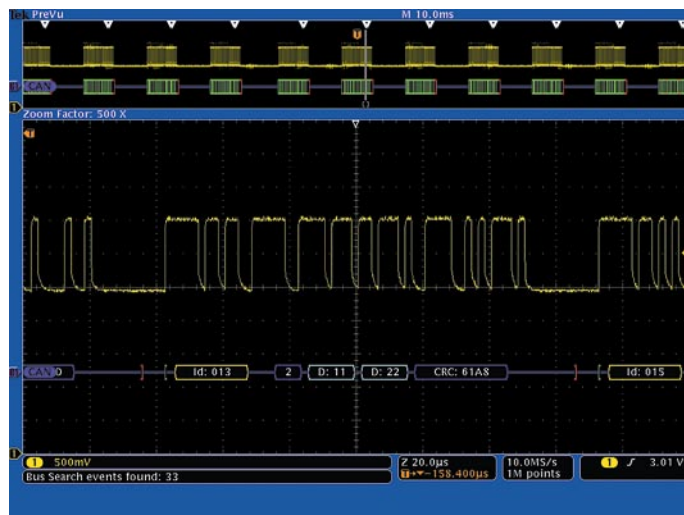
Специальная sdвоенная поворотная ручка на передней панели позволяет интуитивно управлять масштабированием и панорамированием. Внутренняя ручка управляет коэффициентом увеличения (или масштабированием); поворот ее по часовой стрелке включает растяжку сигнала и постепенно переходит к все более высоким коэффициентам увеличения, тогда как поворот против часовой стрелки приводит к уменьшению коэффициента увеличения и, в конце концов, отключает масштабирование. Вам больше не придется открывать несколько меню для настройки масштаба изображения. Внешняя ручка перемещает окно обзора по сигналу, позволяя быстро добраться до нужного фрагмента. Кроме того, внешняя ручка оснащена механизмом обратной связи, который позволяет контролировать скорость панорамирования осциллограммы пропорционально углу поворота. Чем больше вы поворачиваете внешнюю ручку, тем быстрее перемещается окно просмотра. Направление панорамирования изменяется простым поворотом ручки в другую сторону.

Пауза/воспроизведение (Play/Pause)

Расположенная на передней панели специальная кнопка **Play/Pause** (пауза/воспроизведение) позволяет автоматически прокручивать осциллограмму по экрану и искать аномалии и интересные события. Скорость и направление воспроизведения можно регулировать ручкой панорамирования. И снова, чем больше угол поворота ручки, тем быстрее перемещается осциллограмма, а поворот ручки в другую сторону изменяет направление прокрутки.



Первый этап поиска: определение искомого события.



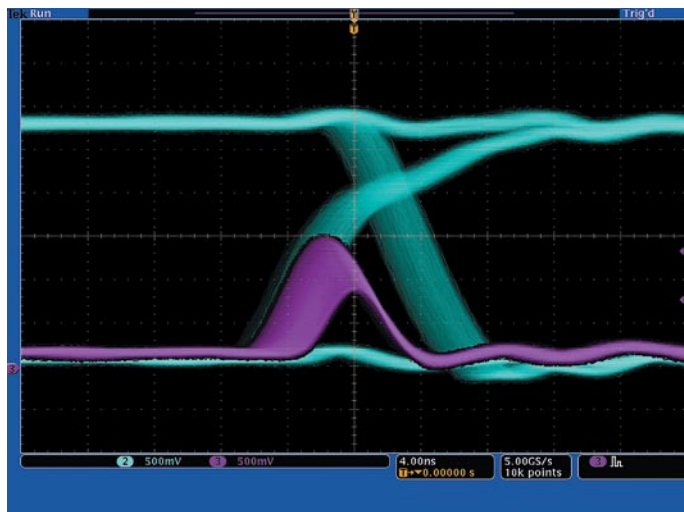
Второй этап поиска: Wave Inspector автоматически просматривает запись и помечает найденные события белыми треугольниками. Теперь можно перемещаться между ними с помощью кнопок **Previous** (назад) и **Next** (вперед).

Метки пользователя

Расположенная на передней панели кнопка **Set Mark** (поставить метку) позволяет отметить одно или несколько мест на осциллограмме. Перемещение между метками выполняется с помощью кнопок передней панели **Previous** (←) и **Next** (→) (назад и вперед).

Поиск меток

Кнопка **Search** (поиск) позволяет автоматически просматривать длинные захваченные фрагменты и искать определенные пользователем события. Все появления заданного события помечаются поисковыми метками, между которыми можно перемещаться с помощью кнопок передней панели **Previous** (←) и **Next** (→) (назад и вперед). Возможен поиск фронтов, импульсов/глитчей определенной ширины, заданного времени ожидания, поврежденных импульсов, логических комбинаций, установки и удержания, положительного/отрицательного фронта определенной длительности для параллельных шин и содержимого пакета шин I²C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FLEXRAY, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 и I²S/LJ/RJ/TDM.



Технология цифрового люминофора осциллографов MSO/DPO4000B поддерживает скорость захвата более 50 000 осциллограмм в секунду и отображение градаций яркости в реальном времени.

Технология цифрового люминофора

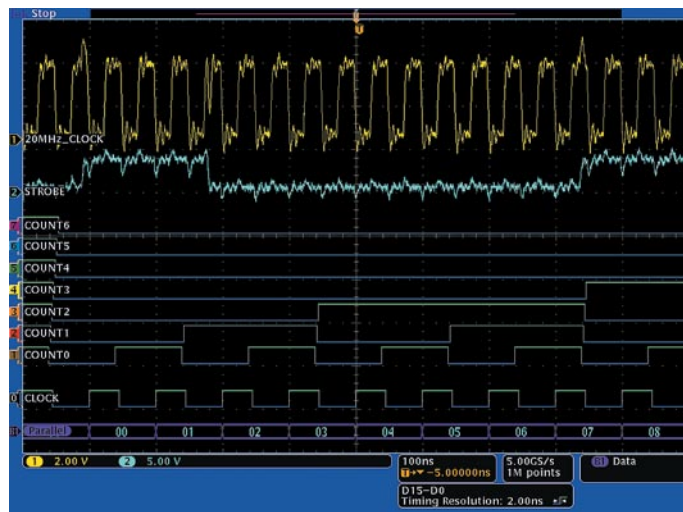
Примененная в осциллографах серии MSO/DPO4000B технология цифрового люминофора позволяет быстро оценить реальное поведение исследуемого устройства. Скорость захвата – более 50 000 осциллограмм в секунду – обеспечивает высокую вероятность обнаружения кратковременно возникающих проблем, достаточно распространенных в цифровых системах: поврежденных импульсов, глитчей, нарушений синхронизации и многих других.

Осциллограммы накладываются друг на друга, причем те точки осциллограмм, которые появляются чаще, окрашиваются в более яркий цвет. За счет этого сразу выделяются часто повторяющиеся события или, в случае неперiodических аномалий, редко возникающие.

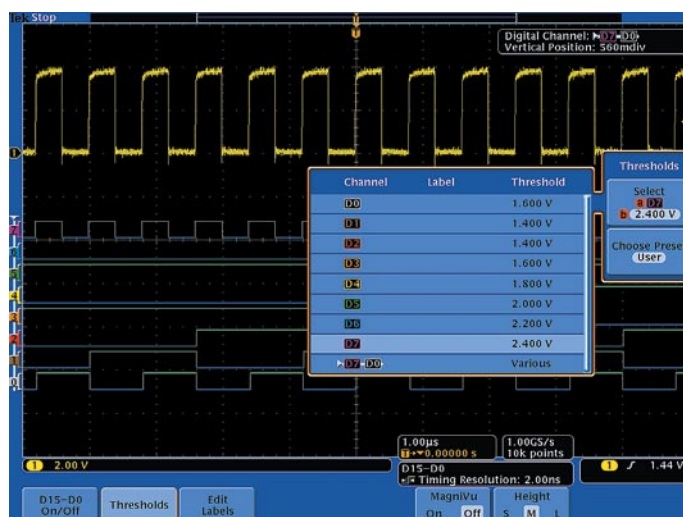
Осциллографы серии MSO/DPO4000B позволяют установить бесконечное или переменное (включая нулевое) послесвечение, определяющее срок, в течение которого захваченные осциллограммы сохраняются на экране. Это позволяет определить, насколько часто возникает та или иная аномалия.

Пробники для точного измерения высокоскоростных сигналов

Пробники серии TPP, входящие в комплект поставки каждого осциллографа MSO/DPO4000B, обладают аналоговой полосой пропускания до 1 ГГц и входной емкостью менее 4 пФ. Чрезвычайно малая емкостная нагрузка минимизирует паразитное влияние на измеряемую цепь и менее критична к длинным проводам заземления. Поскольку полоса пробника соответствует полосе пропускания осциллографа, вы можете видеть все высокочастотные составляющие сигнала, что очень важно при отладке высокоскоростных устройств. Пассивные пробники серии TPP обладают всеми достоинствами пробников общего назначения, такими как широкий динамический диапазон, гибкие возможности подключения и прочная конструкция, предлагая, в то же время, характеристики активных пробников.



16 цифровых каналов (серия MSO) позволяют наблюдать и анализировать связанные по времени аналоговые и цифровые сигналы.



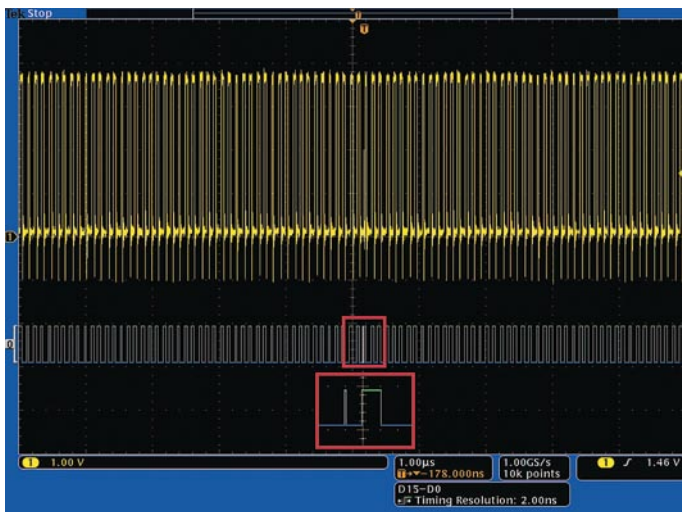
Цветовое кодирование цифровых сигналов позволяет объединять их в группы, просто располагая их на экране рядом друг с другом. Затем помеченные цифровые каналы можно перемещать единой группой. Для каждого канала можно установить отдельные пороги, что обеспечивает поддержку до 16 разных типов логических устройств.

Проектирование и анализ устройств, работающих с аналого-цифровыми сигналами (серия MSO)

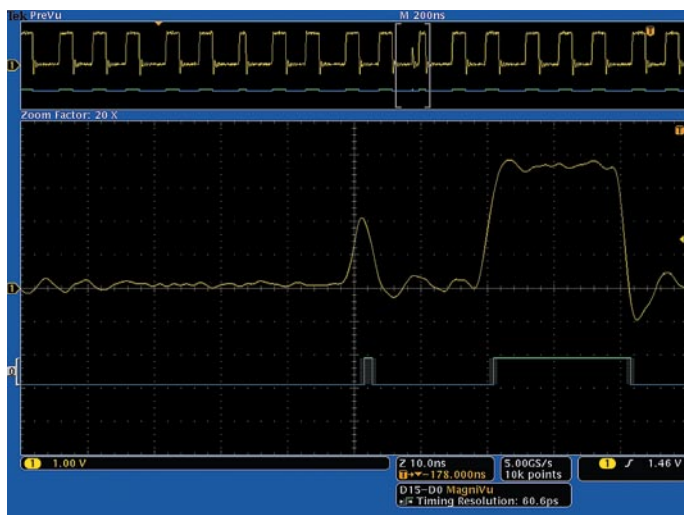
Осциллографы смешанных сигналов серии MSO4000B имеют 16 цифровых каналов. Управление ими органично интегрировано в интерфейс пользователя осциллографа, что упрощает работу и позволяет легко решать проблемы, возникающие в устройствах, работающих с аналого-цифровыми сигналами.

Цветовое кодирование осциллограмм

Осциллографы серии MSO4000B позволяют по-новому взглянуть на цифровые сигналы. Всем логическим анализаторам и осциллографам смешанных сигналов присуща одна общая проблема – невозможность отличить логические состояния «0» и «1» при выборе такого режима развертки, при котором осциллограмма цифрового сигнала представляет собой одну сплошную горизонтальную линию. Осциллографы серии MSO4000B поддерживают цветовое кодирование логических уровней цифровых сигналов, выделяя единицы зеленым цветом, а нули – синим.



Белые фронты означают, что растяжка изображения может дать дополнительную информацию.



Режим захвата MagniVu обеспечивает разрешение по времени 60,6 пс, позволяя выполнять точные измерения временных характеристик цифровых сигналов.

Встроенная в осциллографы серии MSO4000B схема обнаружения многократных переходов окрашивает фронт сигнала в белый цвет при обнаружении в этой точке множества переходов. Белые фронты говорят о том, что растяжение сигнала или захват его с более высокой частотой дискретизации может дать дополнительную информацию. В большинстве случаев растяжение может показать импульсы, незаметные при прежних настройках развертки. Если белые фронты сохраняются и после максимального растяжения, значит, повышение частоты дискретизации при следующем захвате может выявить высокочастотную информацию, недоступную при прежних настройках.

Осциллографы серии MSO4000B упрощают процесс настройки канала, позволяя группировать цифровые сигналы и снабжать их метками, вводимыми с USB клавиатуры. Сигналы можно объединить в группу, просто размещая их на экране рядом друг с другом. Когда группа сформирована, все каналы группы можно перемещать одновременно. Это существенно сокращает время настройки, связанное с отдельным перемещением каждого канала.



Пробник P6616 MSO имеет две группы по восемь контактов, упрощая подключение к тестируемому устройству.

Режим быстрого захвата MagniVu™

Основной режим захвата цифровых сигналов осциллографов серии MSO4000B позволяет записывать до 20 млн. точек со скоростью 500 Мвыб./с (с разрешением 2 нс). Кроме этого осциллографы MSO4000B предлагают режим захвата с высоким разрешением по времени, получивший название MagniVu, который позволяет записывать в память прибора 10 000 точек с дискретизацией до 16,5 Гвыб./с (разрешение по времени 60,6 пс). Обе осциллограммы – основная и MagniVu – захватываются при каждом запуске, при этом можно переключаться между ними и выводить их на экран в режиме остановленной или живой развертки. MagniVu обеспечивает значительно лучшее разрешение по времени, чем другие системы захвата аналогичных моделей осциллографов других производителей, внося уверенность при выполнении точных измерений временных соотношений цифровых сигналов.

Пробник P6616 MSO

Этот уникальный пробник имеет два пода по восемь каналов. Каждый из восьми сигнальных кабелей пода снабжен наконечником с возможностью подключения вывода заземления, что упрощает подключение к тестируемому устройству. Для быстрой идентификации первый кабель каждого пода окрашен в голубой цвет. В качестве общего контакта «земли» используется плоский штыревой контакт, широко используемый в тестовых оснастках. Для подключения к группам штыревых контактов на плате тестируемого устройства на наконечники пробника P6616 нужно установить адаптеры, удлиняющие «земляной» контакт. P6616 обладает превосходными электрическими характеристиками – его входная емкость составляет всего 3 пФ, входное сопротивление 100 кОм, частота регистрируемых цифровых сигналов превышает 500 МГц, а длительность импульсов – до 1 нс.



Запуск по конкретному пакету шины USB. Желтая осциллограмма представляет собой сигнал D+, а синяя – D-. Осциллограмма сигнала шины показывает декодированное содержимое пакета, включая Старт, Синхронизацию, Идентификатор пакета, Адрес, Конечную точку, Контрольную сумму, Данные и Стоп.

Запуск по сигналам последовательных шин и их анализ (опция)

Сигнал последовательной шины содержит, как правило, адрес, управляющую информацию, данные и тактовую частоту, что затрудняет интерпретацию изображения на экране осциллографа и выделение интересующих событий. Осциллографы серии MSO/DPO4000B предлагают удобный набор средств отладки последовательных шин, таких как I²C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 и I²S/LJ/RJ/TDM, включая автоматический запуск, декодирование и поиск.

Запуск по сигналам последовательных шин

Осциллографы серии MSO/DPO4000B поддерживают запуск по содержимому пакета, например, по началу, по конкретным адресам или данным, по уникальным идентификаторам и т. п., таких популярных последовательных интерфейсов, как I²C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 и I²S/LJ/RJ/TDM.

Представление шины

Высокоуровневое комбинированное представление отдельных составляющих сигнала шины (тактовой частоты, данных, выбора кристалла и т. п.) упрощает поиск начала и конца пакетов и идентификацию их компонентов, таких как адрес, данные, идентификатор, контрольная сумма и т. п.

Декодирование сигналов шины

Устали от постоянного поиска тактовых частот, нулей и единиц? Надоело объединять биты в байты и вычислять шестнадцатеричные значения? Так поручите эту работу осциллографу! После того как вы определите шину, осциллографы серии MSO/DPO4000B будут декодировать каждый пакет на этой шине и отображать его значение в шестнадцатеричном, двоичном, десятичном (только USB, Ethernet, MIL-STD-1553, LIN и FlexRay), десятичном со знаком (только I²S/LJ/RJ/TDM) или ASCII (только USB, Ethernet и RS-232/422/485/UART) формате.

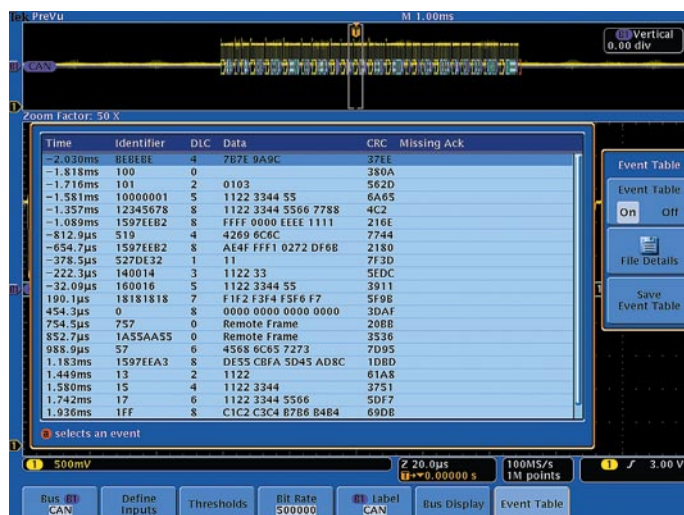


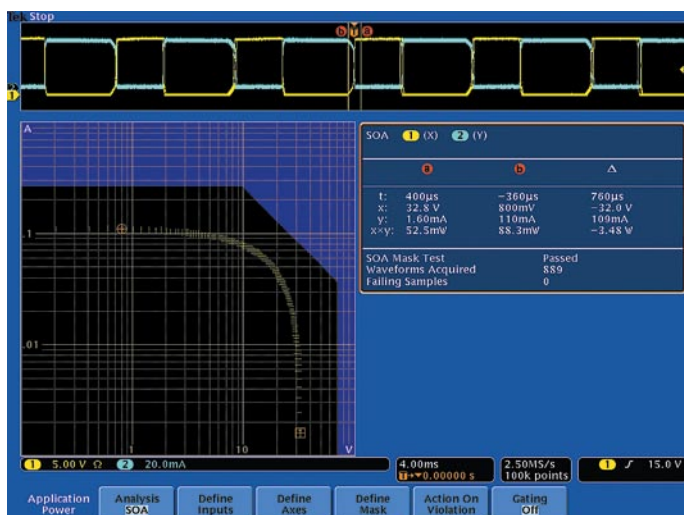
Таблица событий отображает декодированные идентификатор, DLC, данные и контрольную сумму (CRC) для каждого пакета шины CAN.

Таблица событий

Кроме отображения декодированных данных на самой осциллограмме, можно представить захваченные в память прибора пакеты в табличной форме примерно так, как они представляются в листинге программы. При этом пакеты снабжаются метками времени и разбиваются на столбцы для каждого отдельного компонента (адрес, данные и т. п.).

Поиск

Запуск по сигналам последовательных шин очень полезен для выделения интересующих событий. Но если вы захватили такое событие и хотите его проанализировать, что делать дальше? В былые времена в поисках причины возникновения того или иного события вам пришлось бы вручную просматривать осциллограммы, подсчитывая и преобразуя биты. Осциллографы серии MSO/DPO4000B позволяют автоматически просматривать захваченные данные и выполнять поиск по указанному критерию, в том числе и по содержимому пакетов. Каждое обнаруженное событие помечается меткой. Для быстрого перемещения между метками можно использовать кнопки **Previous** (←) и **Next** (→) (назад и вперед) на передней панели.



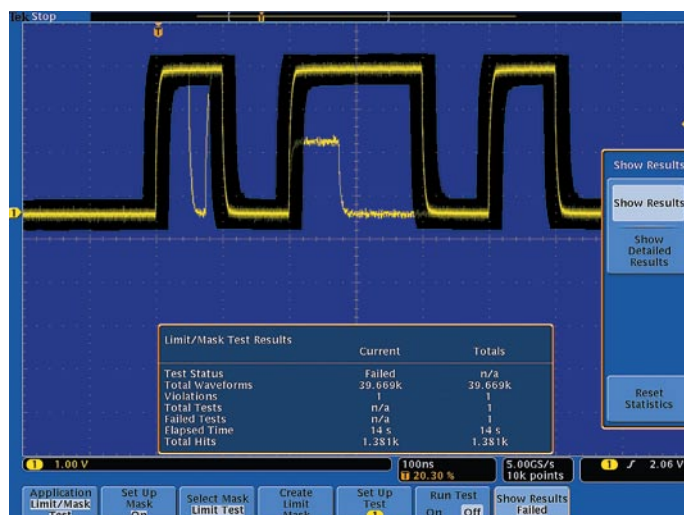
Определение области безопасной работы. Функции автоматического измерения характеристик питания позволяют быстро и точно анализировать традиционные параметры источников питания.

Анализ источников питания (опция)

Постоянно растущие требования к увеличению времени работы от батарей и поиск более экологичных решений с меньшим энергопотреблением требуют от разработчиков источников питания измерения и минимизации коммутационных потерь. Кроме того, для удовлетворения требований международных и национальных стандартов на системы питания, необходимо измерять напряжения источников питания, чистоту выходного спектра и уровень гармоник в цепях питания. Исторически сложилось так, что измерение этих и многих других параметров с помощью осциллографа отнимало много времени и представляло собой кропотливый ручной процесс. Дополнительные средства анализа источников питания осциллографов серии MSO/DPO4000B существенно упрощают эти операции, позволяя быстро и точно измерять качество источников питания, коммутационные потери, уровень гармоник, область безопасной работы (ОБР), модуляцию, пульсации и скорость нарастания тока и напряжения (di/dt , dV/dt). Благодаря полной интеграции в схему осциллографа, средства анализа источников питания позволяют одним нажатием кнопки выполнять автоматические, воспроизводимые измерения, причем без внешнего компьютера и сложных программных настроек.

Контроль предельных значений и тестирование по маске (опция)

Распространенной задачей в процессе разработки является контроль параметров определенных сигналов. Один из методов, известный как контроль предельных значений, заключается в сравнении исследуемого сигнала с известным эталоном этого сигнала с определенными пользователем вертикальными и горизонтальными допусками. Другой распространенный метод, известный как тестирование по маске, заключается в сравнении исследуемого сигнала с шаблоном и выявлении мест, в которых он с ним не совпадает. Осциллографы серии MSO/DPO4000B поддерживают оба метода, что удобно для длительного мониторинга и измерения характеристик сигналов в ходе разработки и для тестирования в составе производственных линий. Для проверки совместимости поддерживается обширный набор коммуникационных и компьютерных стандартов.



Режим контроля предельных значений, показывающий маску, созданную на основе эталонного сигнала, и результаты сравнения с реальным сигналом. Выводится также статистическая информация о результатах сравнения.

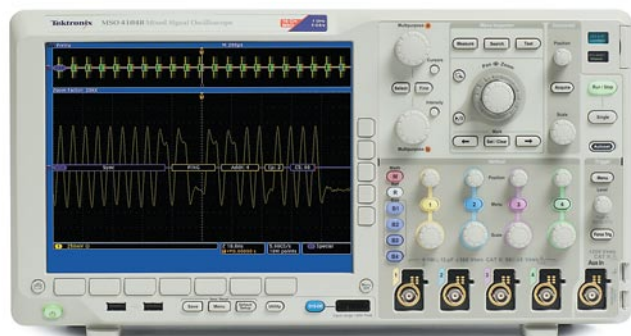
Кроме того, пользователь может создавать собственные маски, и использовать их для контроля сигналов. Тест можно привести в соответствие с вашими требованиями, указав его длительность в единицах времени или в числе осциллограмм, определив порог сравнения, который должен быть превышен для признания теста неудачным, указав число попаданий в маску со статистической информацией и определив действия, которые надо выполнять при выходе за пределы, неудачном тестировании и по завершению теста. И как бы вы не определяли маску – по известному эталонному сигналу или по специальному или стандартному шаблону – никогда еще разбавка сигнала в зависимости от наличия таких аномалий, как выбросы, не была столь просторой, как теперь.

Проектирование и разработка видеоустройств

Многие инженеры, работающие с видеооборудованием, сохраняют преданность аналоговым осциллографам, считая, что градации яркости на дисплее ЭЛТ дают единственный способ заметить некоторые мелкие детали видеосигнала. Высокая скорость захвата осциллографов серии MSO/DPO4000B в сочетании с градациями яркости сигнала предоставляет столь же информативное изображение, как и на аналоговом осциллографе, и в то же время позволяет разглядеть значительно больше деталей и воспользоваться всеми преимуществами цифровых осциллографов.

Такие стандартные функции, как разметка шкалы в IRE и mV, выравнивание по полям, полярность видеосигнала и автонастройка, достаточно интеллектуальная для обнаружения видеосигналов, превращают осциллографы серии MSO/DPO4000B в самые простые в обращении приборы для видеоприложений. А благодаря полосе 1 ГГц и четырем аналоговым входам, осциллографы серии MSO/DPO4000B обладают достаточными характеристиками для работы с аналоговыми и цифровыми видеосигналами.

Помимо этого видеофункции осциллографов серии MSO/DPO4000B дополняются опциональным модулем видеобработки DPO4VID. Модуль DPO4VID предлагает наиболее полный в своем классе набор функций запуска по сигналам HDTV и специальным (нестандартным) видеосигналам.



MSO/DPO4000B призван облегчить вашу работу. Большой дисплей с высоким разрешением показывает мельчайшие подробности сигнала. Специальные органы управления на передней панели упрощают работу. Два хост-порта USB на передней панели позволяют сохранять снимки экрана, настройки прибора и осциллограммы на внешних носителях.

Все для комфортной работы

Большой дисплей с высоким разрешением

Осциллографы серии MSO/DPO4000B оборудованы большим ярким 10,4-дюймовым (264 мм) цветным дисплеем (XGA) со светодиодной подсветкой, позволяющим рассмотреть мельчайшие подробности сигнала.

Специальные органы управления на передней панели

Органы управления параметрами вертикального отклонения для каждого канала упрощают работу с прибором. Вам больше не придется пользоваться одним набором регуляторов для всех четырех каналов.

Интерфейсы

Два хост-порта USB на передней панели позволяют сохранять снимки экрана, настройки прибора и осциллограммы на внешних носителях. На задней панели расположены еще два хост-порта USB и порт ведомого устройства USB для дистанционного управления осциллографом с компьютера или для подключения USB клавиатуры. Порт ведомого устройства USB можно использовать для прямой печати на совместимом с PictBridge® принтере. Встроенный порт Ethernet 10/100/1000 BaseT обеспечивает подключение к локальным сетям, а видеовыход позволяет выводить изображение экрана осциллографа на внешний монитор или проектор. Возможность монтирования сетевых дисков упрощает сохранение копий экрана, конфигурационных файлов и результатов измерений. Конфигурационные файлы и файлы с осциллограммами могут быть потом снова загружены в осциллограф с сетевого диска. Все осциллографы серии MSO/DPO4000B совместимы с LXI Класс C.

Небольшие размеры

Небольшие размеры и удобное конструктивное исполнение осциллографа позволяют легко перемещать его между лабораториями, а глубина, всего 147 мм, экономит драгоценное место на рабочем столе.



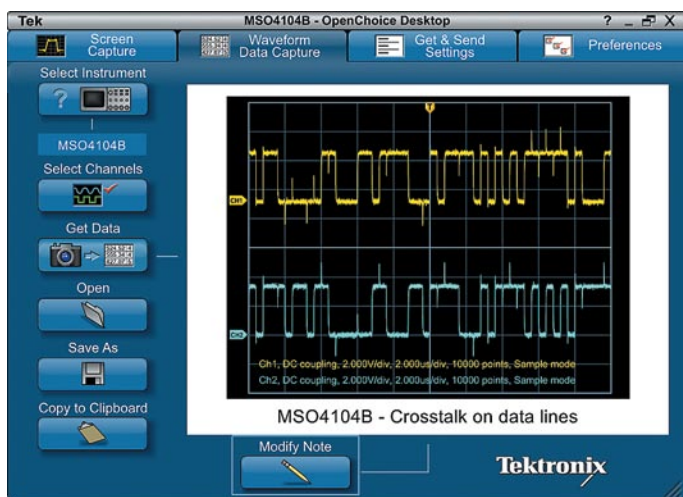
Небольшие размеры осциллографов серии MSO/DPO4000B экономят драгоценное место на рабочем столе или стенде.



Интерфейс TekVPI упрощает подключение пробников к осциллографу.

Интерфейс пробников TekVPI™

Интерфейс подключения пробников TekVPI существенно упрощает работу. Пробники TekVPI оборудованы индикаторами состояния и органами управления, в том числе кнопкой вызова меню настройки пробников, расположенной прямо на корпусе. Интерфейс TekVPI обеспечивает прямое подключение токовых пробников, позволяя обойтись без отдельного источника питания. Более того, поддерживается дистанционное управление пробниками через интерфейс USB, GPIB или Ethernet, что позволяет гибко использовать их в составе автоматических контрольно-измерительных систем.



ПО OpenChoice® Desktop обеспечивает совместную работу осциллографа с компьютером.

Расширенные средства анализа

Для вывода данных и результатов измерений осциллографов серии MSO/DPO4000B достаточно подключить осциллограф к компьютеру кабелем USB. Все необходимое программное обеспечение – NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition, OpenChoice® Desktop и панели инструментов Microsoft Excel и Word – входят в стандартный комплект поставки и обеспечивают быстрое и простое взаимодействие с ПК, работающим под управлением Windows.

Программное обеспечение NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition позволяет мгновенно захватывать, генерировать, анализировать, сравнивать, импортировать и сохранять осциллограммы и результаты измерений путем простого перетаскивания мышью, не требуя при этом никакого программирования. Опциональная профессиональная версия ПО предлагает более 200 встроенных функций для дополнительной обработки сигналов, расширенного анализа, свипирования и определения собственных этапов измерения.



Веб-интерфейс LXI предоставляет доступ к сетевым настройкам, обеспечивает функции дистанционного управления и передачи данных через стандартный браузер.

Для упрощения работы можно использовать входящее в комплект поставки ПО OpenChoice Desktop, которое обеспечивает взаимодействие осциллографа с компьютером через порт USB или LAN, позволяя передавать настройки, осциллограммы и снимки экрана.

Кроме того, осциллографы серии MSO/DPO4000B можно подключать к локальной сети. Прилагаемый веб-интерфейс дает информацию о текущей конфигурации осциллографа, включая сетевые настройки. Вы можете изменять сетевые настройки осциллографа MSO/DPO4000B прямо через веб-интерфейс с защищенной паролем страницы. К тому же, осциллографы серии MSO/DPO4000B поддерживают популярное ПО дистанционного управления e*Scope®. Оно позволяет настраивать прибор, сохранять снимки экрана и данные, а также сохранять/восстанавливать настройки через стандартный браузер.

Технические характеристики

Система вертикального отклонения аналоговых каналов

Параметр	MSO4034B DPO4034B	MSO4054B DPO4054B	MSO4104B DPO4104B
Число входных каналов	4		
Аналоговая полоса пропускания (–3 дБ), 5 мВ/дел. – 1 В/дел.	350 МГц	500 МГц	1 ГГц
Расчетное время нарастания 5 мВ/дел. (типичное)	1 нс	700 пс	350 пс
Аппаратное ограничение полосы пропускания	20 МГц или 250 МГц		
Режим входа	Связь по постоянному току, связь по переменному току		
Входное сопротивление	1 МОм ±1%, 50 Ом ±1%		
Диапазон входной чувствительности, 1 МОм	от 1 мВ/дел. до 10 В/дел.		
Диапазон входной чувствительности, 50 Ом	от 1 мВ/дел. до 1 В/дел.		
Вертикальное разрешение	8 бит (11 бит в режиме высокого разрешения)		
Макс. входное напряжение, 1 МОм	300 В _{ср.кв.} (КАТ II) с пиковыми значениями ≤ ±425 В		
Макс. входное напряжение, 50 Ом	5 В _{ср.кв.} с пиковыми значениями ≤ ±20 В		
Погрешность усиления постоянного напряжения	±1,5 %, с ухудшением на 0,1 %/°C при температуре более 30 °C		
Развязка между каналами	≥100:1 на частоте ≤100 МГц и ≥30:1 на частоте от 100 МГц до верхней границы полосы пропускания, для двух любых каналов с одинаковой чувствительностью		

Диапазон смещения

Входное сопротивление	1 МОм	50 Ом
от 1 мВ/дел до 50 мВ/дел	±1 В	±1 В
от 50,5 мВ/дел до 99,5 мВ/дел	±0,5 В	±0,5 В
от 100 мВ/дел до 500 мВ/дел	±10 В	±10 В
от 505 мВ/дел до 995 мВ/дел	±5 В	±5 В
от 1 В/дел до 5 В/дел	±100 В	±5 В
от 5,05 В/дел до 10 В/дел	±50 В	–

Система вертикального отклонения цифровых каналов

Параметр	Все модели MSO4000B
Число входных каналов	16 (от D15 до D0)
Пороговые напряжения	Отдельная настройка для каждого канала
Выбор значений порогов	ТТЛ, КМОП, ЭСЛ, псевдо-ЭСЛ, определяемое пользователем
Диапазон значений порогов, настраиваемых пользователем	±40 В
Максимальное входное напряжение	±45 В _{пик}
Погрешность установки порога	±(100 мВ +3% от установленного значения)
Максимальный динамический диапазон входного сигнала	30 В _{пик-пик} (≤200 МГц) 10 В _{пик-пик} (>200 МГц)
Минимальный размах напряжения	400 мВ
Входное сопротивление	100 кОм
Входная емкость пробника	3 пФ
Вертикальное разрешение	1 бит

Система горизонтального отклонения аналоговых каналов

Параметр	MSO4034B DPO4034B	MSO4054B DPO4054B	MSO4104B DPO4104B
Максимальная частота дискретизации (все каналы)	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	5 Гвыб./с
Максимальная длина записи (все каналы)	20 млн. точек		
Максимальная продолжительность захвата с максимальной частотой дискретизации (все каналы)	8 мс	8 мс	4 мс
Диапазон скорости развертки	от 1 нс/дел до 1000 с/дел		от 400 пс/дел до 1000 с/дел
Диапазон задержки развертки	от –10 делений до 5000 с		
Диапазон компенсации сдвига фаз между каналами	±125 нс		
Погрешность развертки	±5 x 10 ⁻⁶ в любом интервале ≥1 мс		

Система горизонтального отклонения цифровых каналов

Параметр	Все модели MSO4000B
Максимальная частота дискретизации (основной режим)	500 Мвыб./с (разрешение 2 нс)
Максимальная длина записи (основной режим)	20 млн. точек
Максимальная частота дискретизации (MagniVu, все каналы)	16,5 Гвыб./с (разрешение 60,6 пс)
Максимальная длина записи (MagniVu, все каналы)	10 тыс. точек, центральная точка соответствует моменту запуска
Минимальная длительность импульса (все каналы)	1 нс
Сдвиг фаз между каналами	200 пс (ном.)
Максимальная частота переключения входа	500 МГц Максимальная частота синусоидального сигнала, которую можно воспроизвести в виде меандра. Необходим короткий удлинитель земли в каждом канале. Это максимальная частота при минимальной амплитуде сигнала. При больших амплитудах можно получить большую частоту переключения.

Система запуска

Параметр	Описание
Основные режимы запуска	Автоматический, нормальный и однократный
Тип входа запуска	Связь по постоянному току, по переменному току, ФНЧ (подавление частоты >50 кГц), ФВЧ (подавление частот <50 кГц), подавление шума (снижает чувствительность)
Диапазон задержки запуска	от 20 нс до 8 с

Диапазон уровней запуска

Параметр	Описание
Любой канал	±8 делений от центра экрана
Внешний запуск (дополнительный вход)	±8 В

Чувствительность схемы запуска

Параметр	Описание
Внутренний запуск, связь по постоянному току	
Вход 1 МОм (все модели)	0,75 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1,3 деления при номинальной полосе (от 1 мВ/дел до 4,98 мВ/дел)
Вход 50 Ом (MSO/DPO4054B, MSO/DPO4034B)	0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе (более 5 мВ/дел)
Вход 50 Ом (MSO/DPO4014B)	0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе
Внешний запуск	
Дополнительный вход	200 мВ от 0 до 50 МГц, увеличивается до 500 мВ при номинальной полосе

Режимы запуска

Режим	Описание
Фронт	Положительный или отрицательный фронт на любом канале или на дополнительном входе передней панели. Возможна связь по постоянному току, переменному току, ФНЧ, ФВЧ и подавление шума.
Последовательность (В-триггер)	Задержка запуска на время от 4 нс до 8 с. Или задержка запуска до некоторого события – от 1 до 4 000 000 событий.
Длительность импульса	Запуск по положительным или отрицательным импульсам, длительность которых >, <, = или ≠ указанному значению (от 4 нс до 8 с).
Время ожидания	Запуск случае, если в течение указанного периода времени (от 4 нс до 8 с) не будет обнаружено ни одного импульса.
Поврежденный импульс (рант)	Запуск по импульсу, который пересек один порог, а затем, не пересекая второго порога, снова пересек первый.
Логическое выражение	Запуск в том случае, если некоторое логическое выражение состояния каналов принимает значение «Ложь» или сохраняет значение «Истина» в течение указанного времени (от 4 нс до 8 с). Любой из входов можно использовать в качестве источника тактового сигнала, по перепаду которого проверяется логическое выражение. Логические значения (И, ИЛИ, НЕ-И, НЕ-ИЛИ), указанные для всех аналоговых и цифровых входных каналов, определяются как Высокое, Низкое или Безразлично.
Установка и удержание	Запуск по нарушению времени установки и времени удержания между сигналом тактовой частоты и появлением данных на любом из входных каналов.
Длительность положительного/отрицательного фронта	Запуск по фронтам импульсов, крутизна которых больше или меньше указанной величины. Фронт может быть положительным, отрицательным или любым.
Видеосигнал	Запуск по всем строкам, нечетным, четным или всем полям видеосигналов NTSC, PAL и SECAM.
Расширенный набор видеосигналов (опционально)	Запуск по видеосигналам 480p/60, 576p/50, 720p/30, 720p/50, 720p/60, 875i/60, 1080i/50, 1080i/60, 1080p/24, 1080p/24sF, 1080p/25, 1080p/30, 1080p/50, 1080p/60 и по специальным видеосигналам с двух- и трехуровневой синхронизацией.
I ² C (опционально)	Запуск по старту, повторному старту, стопу, пропущенному ACK, адресу (7 или 10 бит), данным или адресу и данным на шинах I ² C со скоростью до 10 Мбит/с.
SPI (опционально)	Запуск по SS, MOSI, MISO или MOSI и MISO на шинах SPI со скоростью до 50,0 Мбит/с.
USB (опционально)	Низкоскоростная шина: запуск по сигналу синхронизации, сбросу, паузе, возобновлению, концу пакета, маркерному пакету (адресу), пакету данных, пакету установки соединения, специальному пакету и по ошибке. Запуск по маркерному пакету – любой тип маркера, SOF, OUT, IN, SETUP; адрес можно указать для типа маркеров: любой маркер, OUT, IN и SETUP. Можно определить запуск по адресу, который ≤, <, >, ≥, ≠ указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона. Номер фрейма маркера SOF можно вводить в двоичном, шестнадцатеричном, беззнаковом десятичном и безразличном формате. Запуск по пакету данных – любой тип данных, DATA0, DATA1; можно определить запуск по данным, которые ≤, <, >, ≥, ≠ указанному значению или попадают в пределы или за пределы указанного диапазона. Запуск по пакету установки соединения – любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL. Запуск по специальному пакету – любой специальный тип, зарезервированный. Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, вставка битов. Полноскоростная шина: запуск по сигналу синхронизации, сбросу, паузе, возобновлению, концу пакета, маркерному пакету (адресу), пакету данных, пакету установки соединения, специальному пакету и по ошибке. Запуск по маркерному пакету – любой тип маркера, SOF, OUT, IN, SETUP; адрес можно указать для типа маркеров: любой маркер, OUT, IN и SETUP. Можно определить запуск по адресу, который ≤, <, >, ≥, ≠ указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона. Номер фрейма маркера SOF можно вводить в двоичном, шестнадцатеричном, беззнаковом десятичном и безразличном формате. Запуск по пакету данных – любой тип данных, DATA0, DATA1; можно определить запуск по данным, которые ≤, <, >, ≥, ≠ указанному значению или попадают в пределы или за пределы указанного диапазона. Запуск по пакету установки соединения – любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL. Запуск по специальному пакету – любой специальный тип, зарезервированный. Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, вставка битов.

Режим	Описание
USB (опционально)	Высокоскоростная шина: запуск по сигналу синхронизации, сбросу, паузе, возобновлению, концу пакета, маркерному пакету (адресу), пакету данных, пакету установки соединения, специальному пакету и по ошибке. Запуск по маркерному пакету – любой тип маркера, SOF, OUT, IN, SETUP; адрес можно указать для типа маркеров: любой маркер, OUT, IN и SETUP. Можно определить запуск по адресу, который $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона. Номер фрейма маркера SOF можно вводить в двоичном, шестнадцатеричном, беззнаковом десятичном и безразличном формате. Запуск по пакету данных – любой тип данных, DATA0, DATA1, DATA2, DATAM; можно определить запуск по данным, которые $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ указанному значению или попадают в пределы или за пределы указанного диапазона. Запуск по пакету установки соединения – любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL, NYET. Запуск по специальному пакету – любой специальный тип, ERR, SPLIT, PING, зарезервированный. Можно указать компоненты пакета SPLIT, включая: Адрес концентратора; Пуск/Завершение – безразлично, пуск (SSPLIT), завершение (CSPLIT); Адрес порта; Начальные и конечные биты – безразлично, управление/основная часть/прерывание (полноскоростное устройство, низкоскоростное устройство), равномерный (данные в середине, данные в конце, данные в начале, данные везде); Тип конечного пункта – безразлично, управление, равномерный, основная часть, прерывание. Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, любая. Поддержка высокоскоростной шины реализована только в моделях MSO4104B и DPO4104B.
Ethernet (опционально)	10BASE-T: запуск по разделителю начала фрейма, MAC адресу, управляющей информации MAC Q-Tag, длине/типу MAC, заголовку IP, заголовку TCP, данным клиента TCP/IPv4/MAC, концу пакета, ошибке FCS (CRC). MAC адрес – запуск по 48-битному адресу источника или адресу приемника. Управляющая информация MAC Q-Tag – запуск по 32-битному значению Q-Tag. Длина/тип MAC – запуск по величине, которая $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ указанному 16-битному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона. Заголовок IP – запуск по 8-битному значению IP протокола, адресу источника, адресу приемника. Заголовок TCP – запуск по порту источника, порту приемника, номеру последовательности и номеру Ask. Данные клиента TCP/IPv4/MAC – запуск по величине, которая $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона. Можно указывать число байтов для запуска в пределах от 1 до 16. Варианты смещения байта – безразлично, 0-1499. 100BASE-TX: запуск по разделителю начала фрейма, MAC адресу, управляющей информации MAC Q-Tag, длине/типу MAC, заголовку IP, заголовку TCP, данным клиента TCP/IPv4/MAC, концу пакета, ожиданию, ошибке FCS (CRC). MAC адрес – запуск по 48-битному адресу источника или адресу приемника. Управляющая информация MAC Q-Tag – запуск по 32-битному значению Q-Tag. Длина/тип MAC – запуск по величине, которая $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ указанному 16-битному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона. Заголовок IP – запуск по 8-битному значению IP протокола, адресу источника, адресу приемника. Заголовок TCP – запуск по порту источника, порту приемника, номеру последовательности и номеру Ask. Данные клиента TCP/IPv4/MAC – запуск по величине, которая $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона. Можно указывать число байтов для запуска в пределах от 1 до 16. Варианты смещения байта – безразлично, 0-1499.
CAN (опционально)	Запуск по началу фрейма, типу фрейма (данные, дистанционное управление, ошибка, перегрузка), идентификатору (стандартный или расширенный), данным, идентификатору и данным, концу фрейма, пропущенному ACK или по ошибке вставки битов в сигналах шины CAN со скоростью до 1 Мбит/с. Кроме того, можно настроить запуск так, чтобы он срабатывал при соблюдении условия $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$ или $\neq$ для некоторого указанного значения. По умолчанию, настраиваемая пользователем точка выборки устанавливается равной 50 %.
LIN (опционально)	Запуск по синхросигналу, идентификатору, данным, идентификатору и данным, пробуждающему фрейму, усыпляющему фрейму и по таким ошибкам, как ошибки синхронизации, четности или контрольной суммы, со скоростью до 100 кбит/с (по определению LIN, 20 кбит/с).
FlexRay (опционально)	Запуск по началу фрейма, типу фрейма (нормальный, информационный, нулевой, синхронизирующий, стартовый), идентификатору, числу циклов, полю завершения заголовка, данным, идентификатору и данным, концу фрейма или по ошибкам, таким как ошибка CRC заголовка, CRC трейлера, нулевого фрейма, фрейма синхронизации или стартового фрейма со скоростью до 100 Мбит/с.
RS-232/422/485/UART (опционально)	Запуск по стартовому биту передачи, стартовому биту приема, концу передаваемого пакета, концу принимаемого пакета, передаваемым данным, принимаемым данным, ошибке четности передачи и ошибке четности приема со скоростью до 10 Мбит/с.
MIL-STD-1553 (опционально)	Запуск по синхросигналу, типу слова, ошибке четности. Можно также настроить запуск по данным, значение которых $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ указанного значения или попадающих в пределы или за пределы указанного диапазона.
I ² S/LJ/RJ/TDM (опционально)	Запуск по выбору слова, по синхросигналу фрейма или по данным. Кроме того, можно настроить запуск так, чтобы он срабатывал при соблюдении условия $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$ или $\neq$ для некоторого указанного значения или при попадании значения в пределы или за пределы указанного диапазона. Максимальная скорость передачи данных для I²S/LJ/RJ равна 12,5 Мбит/с. Максимальная скорость передачи данных для TDM равна 25 Мбит/с.
Параллельная шина (только для моделей MSO)	Запуск по значениям данных на параллельной шине. Параллельная шина может иметь разрядность от 1 до 20 бит. Поддерживаются двоичные и шестнадцатеричные числа.

Режимы регистрации данных

Режим	Описание
Выборка	Захват выбираемых значений.
Обнаружение пиковых значений	Захват глитчей длительностью от 800 пс (модели с полосой 1 ГГц) или от 1,6 нс (модели с полосой 350 и 500 МГц) на всех режимах развертки.
Усреднение	Усреднение от 2 до 512 осциллограмм.
Огибающая	Огибающая минимумов-максимумов, отражающая данные, полученные в результате обнаружения пиковых значений в течение нескольких захватов.
Высокое разрешение	Усреднение серии захватов в реальном времени уменьшает случайный шум и повышает вертикальное разрешение.
Прокрутка	Прокрутка осциллограммы по экрану справа налево со скоростью развертки меньше или равной 40 мс/дел.

Измерение параметров осциллограмм

Измерение	Описание
Курсоры	Осциллограмма и экран.
Автоматические измерения	29, четыре из которых можно вывести на экран одновременно. Возможно измерение следующих параметров: период, частота, задержка, длительность переднего и заднего фронта, скважность положительных импульсов, скважность отрицательных импульсов, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, длительность пакета, фаза, положительный глитч, отрицательный глитч, двойной размах, амплитуда, высокий уровень, низкий уровень, максимум, минимум, среднее значение, среднее по периоду, среднеквадратическое значение, среднеквадратическое по периоду, число положительных импульсов, число отрицательных импульсов, число положительных фронтов, число отрицательных фронтов, площадь и площадь периода.
Статистическая обработка результатов	Среднее значение, минимум, максимум, стандартное отклонение.
Опорные уровни	Определяемые пользователем опорные уровни для автоматических измерений можно указывать в процентах или в физических единицах.
Стробирование	Выделяет конкретное появление события в захваченном сигнале для выполнения его измерения. Выполняется с помощью курсоров экрана или курсоров сигнала.
Гистограмма	Гистограмма представляет собой массив значений, отражающих полное число попаданий в заданную пользователем область экрана. Гистограмма выводится в виде графика распределения числа попаданий, а также в виде массива численных значений, которые можно измерять. Источники – Канал 1, Канал 2, Канал 3, Канал 4, Опорный сигнал 1, Опорный сигнал 2, Опорный сигнал 3, Опорный сигнал 4, математические функции Типы – вертикальная, горизонтальная
Статистические параметры сигнала на основе гистограммы	Число осциллограмм, число попаданий в прямоугольник, число пиковых значений, медиана, максимум, минимум, размах от пика до пика, среднее значение, стандартное отклонение, сигма 1, сигма 2, сигма 3.

Математическая обработка осциллограмм

Параметр	Описание
Арифметические операции	Сложение, вычитание, умножение и деление.
Математические операции	Интегрирование, дифференцирование, быстрое преобразование Фурье.
Быстрое преобразование Фурье (БПФ)	Амплитудный спектр. Выбор вертикального масштаба БПФ согласно линейному среднеквадратическому значению или среднеквадратическому значению в дБВ. Выбор окна БПФ: прямоугольное, Хемминга, Хеннинга или Блэкмана-Харриса.
Расширенные математические функции	Возможно определение расширенных алгебраических выражений, включающих осциллограммы, опорные осциллограммы, математические функции (БПФ, интегрирование, дифференцирование, логарифм, экспонента, корень квадратный, модуль, синус, косинус, тангенс, радикал, степень), скалярные значения, до двух определяемых пользователем переменных и результаты параметрических измерений (период, частота, задержка, положительный фронт, отрицательный фронт, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, длительность пакета, скважность положительных импульсов, скважность отрицательных импульсов, положительный глитч, отрицательный глитч, двойной размах, амплитуда, среднеквадратическое значение, среднеквадратическое за период, высокий уровень, низкий уровень, максимум, минимум, среднее значение, среднее за период, площадь, площадь за период и графики тренда), например, $(\text{Intg}(\text{Ch1} - \text{Mean}(\text{Ch1})) \times 1,414 \times \text{VAR1})$.

Измерение параметров источников питания (опционально)

Измерение	Описание
Качество питающих напряжений	Среднеквадратическое напряжение, пик-фактор напряжения, частота, среднеквадратический ток, пик-фактор тока, активная мощность, полная мощность, реактивная мощность, коэффициент мощности, сдвиг фазы.
Коммутационные потери	Потери мощности: $T_{\text{вкл}}^*, T_{\text{откл}}^*$, проводимость, всего. Потери энергии: $T_{\text{вкл}}^*, T_{\text{откл}}^*$, проводимость, всего.
Гармонические составляющие	THD-F, THD-R, среднеквадратическое значение. Графическое и табличное представление гармоник. Тестирование согласно IEC61000-3-2 Класс А и MIL-STD-1399.
Пульсации	Напряжение пульсаций и ток пульсаций.
Анализ модуляции	Графическое представление модуляции длительности положительного импульса, длительности отрицательного импульса, периода, частоты, скважности положительных и отрицательных импульсов.
Область безопасной работы	Графическое представление и тестирование по маске области безопасной работы импульсных источников питания.
dV/dt и dI/dt	Измерение скорости нарастания напряжения и тока с помощью курсоров.

Контроль предельных значений и тестирование по маске (опционально)

Параметр	Описание
Прилагаемые стандартные маски	ITU-T, ANSI T1.102, USB
Источник сигнала	Контроль предельных значений: любой Канал1 - Канал4 или любой R1 - R4 Тестирование по маске: любой Канал1 - Канал4
Создание маски	Вертикальный допуск для контроля предельных значений от 0 до 1 деления с шагом 0,001 деления; Горизонтальный допуск для контроля предельных значений от 0 до 0,5 деления с шагом 0,001 деления. Загрузка стандартной маски из внутренней памяти Загрузка специальной маски из текстового файла с числом сегментов до 8
Масштабирование маски	Привязка к источнику включена (маска масштабируется автоматически при изменении настроек канала источника) Привязка к источнику выключена (маска не масштабируется при изменении настроек канала источника)
Критерии останова теста	Минимальное число осциллограмм (от 1 до 1 000 000; бесконечно) Минимальный интервал времени (от 1 секунды до 48 часов; бесконечно)
Порог превышения	От 1 до 1 000 000
Действия при неудачном завершении теста	Прекратить захват, сохранить снимок экрана в файл, сохранить осциллограмму в файл, распечатать снимок экрана, вывести сигнал запуска, установить сигнал SRQ интерфейса дистанционного управления
Действия при удачном завершении теста	Вывести сигнал запуска, установить сигнал SRQ интерфейса дистанционного управления
Отображение результатов	Состояние теста, общее число осциллограмм, число нарушений, частота появления нарушений, общее число тестов, число неудачных тестов, частота появления неудачных тестов, прошедшее время, общее число попаданий в каждый сегмент маски

Программное обеспечение

Продукт	Описание
NI LabVIEW SignalExpress Tektronix Edition	Полностью интерактивная измерительная среда, оптимизированная для осциллографов серии MSO/DPO4000B, позволяющая захватывать, генерировать, анализировать, сравнивать, импортировать и сохранять сигналы и результаты измерений путем простого перетаскивания мышью, не требуя при этом никакого программирования. Стандартная версия ПО поддерживает захват, управление, просмотр и экспорт живых сигналов. Полная версия (SIGEXPTE) добавляет функции обработки сигнала, расширенные функции анализа, функции измерения смешанных сигналов, свипирования, проверку граничных условий и определяемые пользователем пошаговые операции. Для каждого прибора доступна 30-дневная пробная версия этого ПО.
OpenChoice® Desktop	Обеспечивает быстрое и простое взаимодействие осциллографов серии MSO/DPO4000B с компьютерами, работающими под управлением Windows, через интерфейс USB или LAN. Позволяет передавать и сохранять настройки, осциллограммы, результаты измерений и снимки экрана. В состав ПО входят панели инструментов Word и Excel, позволяющие автоматизировать захват и передачу данных и снимков экрана в Word и Excel для составления отчетов и дальнейшего анализа.

Продукт	Описание
ДрайверIVI	Обеспечивает стандартный интерфейс программирования приборов для распространенных программных пакетов, таких как LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft.NET и MATLAB.
e*Scope®	Позволяет управлять осциллографами серии MSO/DPO4000B по сети через стандартный обозреватель интернета. Просто введите IP адрес или сетевое имя осциллографа и номер порта :81, и в обозревателе откроется страница управления.
Веб-интерфейс LXI Класс C	Обеспечивает подключение к осциллографу MSO/DPO4000B через стандартный браузер путем ввода IP адреса или сетевого имени осциллографа в адресную строку браузера. Веб-интерфейс позволяет контролировать состояние и конфигурацию прибора, контролировать и изменять сетевые настройки. Алгоритм работы интерфейса соответствует спецификациям LXI Класс C.

Характеристики дисплея

Параметр	Описание
Тип дисплея	Жидкокристаллический цветной TFT дисплей с диагональю 10,4 дюйма (264 мм).
Разрешение	1024 пикселей по горизонтали × 768 пикселей по вертикали (XGA).
Представление сигналов	Векторы, точки, переменное послесвечение, бесконечное послесвечение.
Координатная сетка	Полная, сетка, сплошная, перекрестие, рамка, IRE и mB.
Формат	YT и одновременно XY/YT.
Скорость захвата	>50 000 осциллограмм в секунду (макс.)

Порты ввода/вывода

Порт	Описание
Высокоскоростной хост-порт USB 2.0	Поддерживает USB накопители, принтеры и клавиатуры. Два порта расположены на передней панели и два – на задней.
Порт ведомого устройства USB 2.0	Расположен на задней панели. Поддерживает управление осциллографом через интерфейс USBTMC или GPIB (с переходником TEK-USB-488) и прямую распечатку на все принтеры, совместимые с PictBridge.
Сетевой порт	Розетка RJ-45, поддерживает стандарт 10/100/1000Base-T.
Выход видеосигнала XGA	Розетка DB-15, позволяет вывести экран осциллографа на внешний монитор или проектор.
Дополнительный вход	Разъем BNC на передней панели. Входное сопротивление 1 МОм. Макс. входное напряжение 300 В _{ср.кв.} (КАТ II) с пиковыми значениями ≤ ±425 В.
Выход компенсатора пробника	Контакты на передней панели Амплитуда 2,5 В Частота 1 кГц.
Вспомогательный выход	Разъем BNC на задней панели V _{вых1} (высокий): ≥2,5 В без нагрузки, ≥1,0 В с нагрузкой на землю 50 Ом V _{вых1} (низкий): ≤0,7 В при выходном токе ≤4 мА; ≤0,25 В с нагрузкой на землю 50 Ом Выход можно настроить на вывод импульсного сигнала при запуске осциллографа, вывод внутренней тактовой частоты осциллографа или вывод сигнала при контроле граничных значений и тестировании по маске
Вход внешнего опорного сигнала	Генератор тактовой частоты может синхронизироваться с внешним опорным генератором частотой 10 МГц (10 МГц ±1 %)
Замок Kensington	Слот на задней панели для стандартного замка Кенсингтона.

LXI (Расширение локальной сети для измерительных приборов)

Параметр	Описание
Класс	LXI Класс C
Версия	V1.3

Источник питания

Параметр	Описание
Напряжение	от 100 до 240 В ±10 %
Частота	от 45 до 66 Гц (85-264 В) от 360 до 440 Гц (100-132 В)
Потребляемая мощность	225 Вт (макс.)

Габариты и масса

Размеры, мм	
Высота	229
Ширина	439
Глубина	147
Масса, кг	
Нетто	5
Брутто	10,7
Конфигурация для установки в стойку	5 U
Зазор для охлаждения	51 мм с левой и с задней стороны прибора
Крепление VESA	Стандартные точки крепления VESA 100 мм (MIS-D 100) на задней панели прибора

Климатические условия

Параметр	Описание
Температура	
Рабочая	от 0 до +50 °C
Хранения	от -20 до +60 °C
Относительная влажность	
Рабочая	Высокая: от +40 до +50 °C, от 10 до 60 % Низкая: от 0 до +40 °C, от 10 до 90 %
Хранения	Высокая: от +40 до +60 °C, от 5 до 60 % Низкая: от 0 до +40 °C, от 5 до 90 %
Высота над уровнем моря	
Рабочая	3000 метров
Хранения	9144 метров
Случайная вибрация	
Нормативные документы	
Электромагнитная совместимость	Директива Евросоюза 2004/108/EC
Безопасность	UL61010-1, вторая редакция; CSA61010-1, вторая редакция; EN61010-1:2001; IEC61010-1:2001

Информация для заказа

Модели DPO4000B

Наименование	Описание
DPO4034B	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 350 МГц, 2,5 Гвыб./с, длина записи 20 млн. точек
DPO4054B	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 500 МГц, 2,5 Гвыб./с, длина записи 20 млн. точек
DPO4104B	4-канальный осциллограф с цифровым люминофором, 1 ГГц, 5 Гвыб./с, длина записи 20 млн. точек

Модели MSO4000B

Наименование	Описание
MSO4034B	Осциллограф смешанных сигналов, 4 аналоговых и 16 цифровых каналов, 350 МГц, 2,5 Гвыб./с, длина записи 20 млн. точек
MSO4054B	Осциллограф смешанных сигналов, 4 аналоговых и 16 цифровых каналов, 500 МГц, 2,5 Гвыб./с, длина записи 20 млн. точек
MSO4104B	Осциллограф смешанных сигналов, 4 аналоговых и 16 цифровых каналов, 1 ГГц, 5 Гвыб./с, длина записи 20 млн. точек

В комплект поставки всех моделей входит: один пассивный пробник на каждый аналоговый канал (TPP0500 500 МГц, 10X, 3,9 пФ для моделей с полосой пропускания 500 МГц и 350 МГц; TPP1000 1 ГГц, 10X, 3,9 пФ для моделей с полосой пропускания 1 ГГц), передняя крышка (200-5130-xx), руководство пользователя (071-2810-xx), компакт-диск с документацией (063-4300-xx), ПО OpenChoice® Desktop, ПО NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition, калибровочный сертификат, кабель питания, сумка с принадлежностями (016-2029-xx), трехлетняя гарантия. При заказе указывайте тип кабеля питания и язык руководства.

Кроме того, в комплект поставки моделей MSO входит: один 16-канальный логический пробник P6616 и комплект принадлежностей (020-2662-xx).

Программное обеспечение для отладки ПЛИС

ПО	Описание
FPGAVIEW-A-MSO	ПО FPGAVIEW для осциллографов серии MSO4000B для отладки ПЛИС Altera. Лицензия для установки с привязкой к серийному номеру осциллографа.
FPGAVIEW-A-MSO-PC	ПО FPGAVIEW для осциллографов серии MSO4000B для отладки ПЛИС Altera. Лицензия для установки на ПК.
FPGAVIEW-X-MSO	ПО FPGAVIEW для осциллографов серии MSO4000B для отладки ПЛИС Xilinx. Лицензия для установки с привязкой к серийному номеру осциллографа.
FPGAVIEW-X-MSO-PC	ПО FPGAVIEW для осциллографов серии MSO4000B для отладки ПЛИС Xilinx. Лицензия для установки на ПК.

Прикладные программные модули

Модуль	Описание
DPO4AERO	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин для аэрокосмической промышленности. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам MIL-STD-1553, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала – любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO) Рекомендуемые пробники – несимметричный
DPO4AUDIO	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных аудиосин. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по аудиосинам I ² S, LJ, RJ и TDM, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала – любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO) Рекомендуемые пробники – I ² S, LJ, RJ, TDM: несимметричный
DPO4AUTO	Модуль анализа и запуска по сигналам автомобильных последовательных шин. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам CAN и LIN, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала – LIN: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO); CAN: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO), только несимметричный пробник Рекомендуемые пробники – LIN: несимметричный; CAN: несимметричный или дифференциальный
DPO4AUTOMAX	Модуль расширенного анализа и запуска по сигналам последовательных автомобильных шин. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам CAN, LIN и FlexRay, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени, а также ПО анализа глазковых диаграмм. Входы сигнала – LIN: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO); CAN: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO), только несимметричный пробник; FlexRay: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO), только несимметричный пробник Рекомендуемые пробники – LIN: несимметричный; CAN, FlexRay: несимметричный или дифференциальный
DPO4COMP	Модуль анализа и запуска по сигналам компьютерных последовательных шин. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам RS-232/422/485/UART, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала – любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO), только несимметричный пробник Рекомендуемые пробники – RS-232/UART: несимметричный; RS-422/485: дифференциальный
DPO4EMBD	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин встраиваемых систем. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам I ² C и SPI, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала – I ² C: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO); SPI: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO) Рекомендуемые пробники – I ² C, SPI: несимметричный.
DPO4ENET	Модуль анализа и запуска по сигналам шины Ethernet. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам 10BASE-T и 100BASE-TX, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала – любой канал 1-4 Рекомендуемые пробники – 10BASE-T: несимметричный или дифференциальный; 100BASE-TX: дифференциальный
DPO4USB	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин USB. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по низкоскоростным, полноскоростным и высокоскоростным шинам USB. Кроме того, предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени для низкоскоростных, полноскоростных и высокоскоростных шин USB. Входы сигнала – низкоскоростные и полноскоростные шины: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO) с несимметричным пробником, любой канал 1-4 с дифференциальным пробником; высокоскоростные шины: любой канал 1-4 Рекомендуемые пробники – низкоскоростные и полноскоростные шины: несимметричный или дифференциальный; высокоскоростные шины: дифференциальный. Высокоскоростные шины USB поддерживаются только моделями MSO4104B и DPO4104B.
DPO4PWR	Модуль анализа источников питания. Позволяет быстро и точно анализировать качество питающих напряжений, коммутационные потери, гармонические составляющие, область безопасной работы, модуляцию, пульсации и скорость нарастания тока и напряжения (di/dt, dV/dt).
DPO4LMT	Модуль контроля предельных значений и тестирования по маске. Позволяет выполнять сравнение с предельными значениями, полученными на основе опорных сигналов, или выполнять сравнение со специальными или стандартными шаблонами телекоммуникационных или компьютерных стандартов.
DPO4VID	Модуль запуска по сигналам HDTV и специальным (нестандартным) видеосигналам.

Опции

Кабель питания

Опция	Описание
A1	Универсальный европейский

Руководство пользователя^{*1}

Опция	Описание
L10	Руководство на русском языке

^{*1} Данная опция включает переведенную на соответствующий язык накладку для передней панели.

Сервисные опции^{*2}

Опция	Описание
CA1	Однократная калибровка или калибровка в течение указанного периода времени, смотря что наступит раньше
C3	Калибровка в течение 3 лет
C5	Калибровка в течение 5 лет
D1	Отчёт о калибровке
D3	Отчёт о калибровке в течение 3 лет (с опцией C3)
D5	Отчёт о калибровке в течение 5 лет (с опцией C5)
R5	Ремонт в течение 5 лет (включая гарантийное обслуживание)

^{*2} Гарантийные обязательства и сервисные предложения не распространяются на пробники и принадлежности. Гарантийные обязательства и условия калибровки пробников и принадлежностей приведены в их технических описаниях.

Контактная информация:

Россия и СНГ +7 (495) 7484900

Рекомендуемые пробники

Пробник	Описание
TRP0500	Пассивный пробник напряжения TekVPI®, 500 МГц, 10X, входная емкость 3,9 пФ
TRP1000	Пассивный пробник напряжения TekVPI®, 1 ГГц, 10X, входная емкость 3,9 пФ
TAP1500	Активный несимметричный пробник напряжения TekVPI®, 1,5 ГГц
TDP1500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 1,5 ГГц, входное напряжение ±25 В
TDP1000	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 1 ГГц, входное напряжение ±42 В
TDP0500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 500 МГц, входное напряжение ±42 В
TCP0150	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI®, 20 МГц, 150 А
TCP0030	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI®, 120 МГц, 30 А
P5200	Высоковольтный дифференциальный пробник, 1,3 кВ, 25 МГц
P5205 ³	Высоковольтный дифференциальный пробник, 1,3 кВ, 100 МГц
P5210 ³	Высоковольтный дифференциальный пробник, 5,6 кВ, 50 МГц
P5100	Высоковольтный пассивный пробник с делителем на 100, 2,5 кВ

³ Необходим переходник с TekVPI® на TekProbe BNC (TPA-BNC).

Рекомендуемые принадлежности

Принадлежность	Описание
077-0512-xx	Сервисное руководство (только на английском языке)
SIGEXPT	ПО NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition – полная версия
FPGAView-xx	Поддержка ПЛИС Altera и Xilinx для MSO
TPA-BNC	Переходник с TekVPI на TekProbe BNC
TEK-USB-488	Переходник с GPIB на USB
ACD4000B	Мягкая сумка для переноски
HCTEK4321	Жесткий кейс для переноски (необходим ACD4000B)
RMD5000	Комплект для монтажа в стойку
TEK-DPG	Генератор импульсов с компенсацией фазовых сдвигов
067-1686-xx	Приспособление для компенсации фазовых сдвигов и калибровки пробников для измерений источников питания

Гарантийные обязательства

Трехлетняя гарантия на все детали и работу, за исключением пробников.



Продукты изготовлены на предприятиях, сертифицированных согласно стандарту ISO.



Продукты соответствуют стандарту IEEE 488.1-1987, RS-232-C, а также стандартам и техническим условиям компании Tektronix.

Австрия +41 52 675 3777
 Ассоциация государств Юго-Восточной Азии / Австралия (65) 6356 3900
 Балканы, Израиль, Южная Африка и другие страны ISE +41 52 675 3777
 Бельгия 07 81 60166
 Ближний Восток, Азия и Северная Африка +41 52 675 3777
 Бразилия и Южная Америка (55) 40669400
 Великобритания и Ирландия +44 (0) 1344 392400
 Германия +49 (221) 94 77 400
 Гонконг (852) 2585-6688
 Дания +45 80 88 1401
 Индия (91) 80-22275577
 Испания (+34) 901 988 054
 Италия +39 (02) 25086 1
 Канада 1 (800) 661-5625
 Китайская Народная Республика 86 (10) 6235 1230
 Люксембург +44 (0) 1344 392400
 Мексика, Центральная Америка и страны Карибского бассейна 52 (55) 54247900
 Нидерланды 090 02 021797
 Норвегия 800 16098
 Польша +41 52 675 3777
 Португалия 80 08 12370
 Республика Корея 82 (2) 6917-5000
 США 1 (800) 426-2200
 Тайвань 886 (2) 2722-9622
 Финляндия +41 52 675 3777
 Франция +33 (0) 1 69 86 81 81
 Центральная и Восточная Европа, страны Балтики +41 52 675 3777
 Центральная Европа и Греция +41 52 675 3777
 Швейцария +41 52 675 3777
 Швеция 020 08 80371
 Южная Африка +27 11 206 8360
 Япония 81 (3) 6714-3010
 Из других стран звоните по телефону: 1 (503) 627-7111

Дополнительная информация

Компания Tektronix может предложить вам богатую, постоянно пополняемую библиотеку указаний по применению, технических описаний и других документов, которые адресованы инженерам, разрабатывающим высокотехнологичное оборудование. Посетите сайт www.tektronix.com.



Copyright © Tektronix, Inc. Все права защищены. Продукты Tektronix защищены патентами США и иностранными патентами как действующими, так и находящимися на рассмотрении. Информация, приведенная в этой публикации, заменяет информацию, приведенную во всех ранее опубликованных материалах. Компания оставляет за собой право изменения цены и технических характеристик. TEKTRONIX и TEK являются зарегистрированными товарными знаками компании Tektronix, Inc. Все другие упомянутые торговые наименования являются знаками обслуживания, товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками соответствующих компаний.

28 октября 2010 г.

3GU-20156-9

Tektronix®