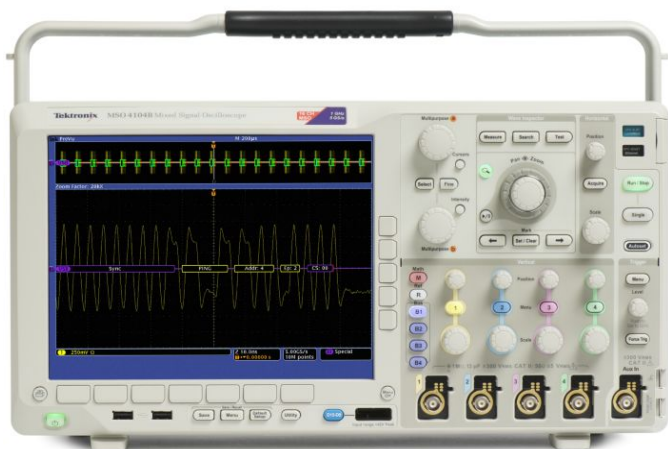


Осциллографы смешанных сигналов

Технические описания серий MSO4000B и DPO4000B



С помощью осциллографов смешанных сигналов серии MSO/DPO4000B можно анализировать до 20 аналоговых и 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. Осциллографы серии MSO/DPO4000B обеспечивают длину записи до 20 млн. точек в стандартной конфигурации по всем каналам, позволяя захватывать длинные фрагменты сигнала при сохранении высокого разрешения по времени. Благодаря применению системы быстрого поиска и навигации Wave Inspector®, функций автоматизированного анализа сигналов последовательных и параллельных шин, функций контроля предельных значений, тестирования по маске и автоматизированного анализа источников питания осциллографы компании Tektronix предлагают расширенный набор средств, необходимых для упрощения и ускорения отладки сложных схем.

Основные технические характеристики

- Модели с полосой пропускания 1 ГГц, 500, 350 и 100 МГц
- Модели с 2 и 4 аналоговыми каналами
- Частота дискретизации до 5 Гвыб/с по всем каналам
- Длина записи до 20 миллионов точек по всем каналам
- Максимальная скорость захвата входного сигнала >50 000 осциллограмм в секунду
- Пассивные пробники с входной емкостью менее 4 пФ и аналоговой полосой пропускания 500 МГц или 1 ГГц в стандартной комплектации
- Расширенный набор функций запуска

Основные функции

- Органы управления Wave Inspector® облегчают навигацию и автоматизируют поиск данных
- 41 вид автоматических измерений, построение гистограмм и быстрое преобразование Фурье для упрощения анализа сигналов
- 16 цифровых каналов (серия MSO)
- Проектирование и анализ устройств со смешанными сигналами (серия MSO)
 - Автоматический запуск, декодирование и поиск по сигналам параллельных шин
 - Независимая настройка порогов для каждого канала
 - Многоканальная синхронизация по времени установки и удержания
 - Режим высокоскоростного захвата MagniVu™ обеспечивает разрешение по времени для цифровых каналов 60,6 пс
- Дополнительные возможности запуска и анализа сигналов последовательных шин – опции автоматического запуска, декодирования 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
- 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 5,8 дюйма (147 мм) в глубину при массе 11 фунтов (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 приложения

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

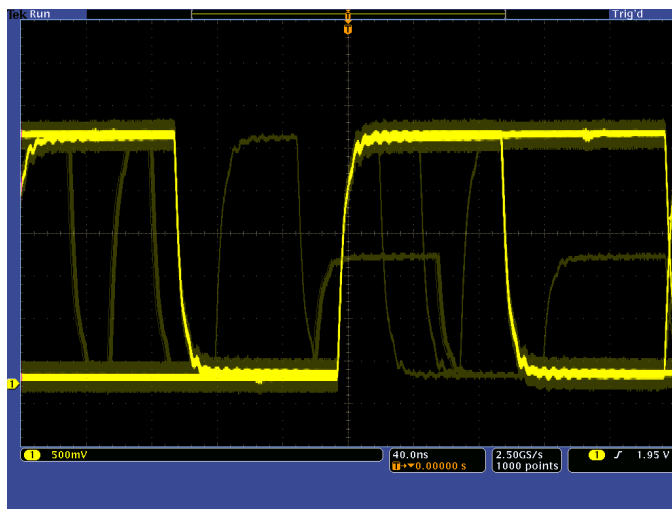
Тщательно продуманный набор функций ускоряет все этапы отладки

Эти осциллографы предлагают широкий набор функций, ускоряющих все этапы отладки — от быстрого обнаружения аномалии и ее захвата до поиска событий в записанных сигналах, анализа их характеристик и поведения 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.

Самый полный в отрасли набор функций визуализации сигналов позволяет глубже понять истинные процессы, происходящие в вашем устройстве. Возможность захвата сигналов со скоростью 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.



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

Захват

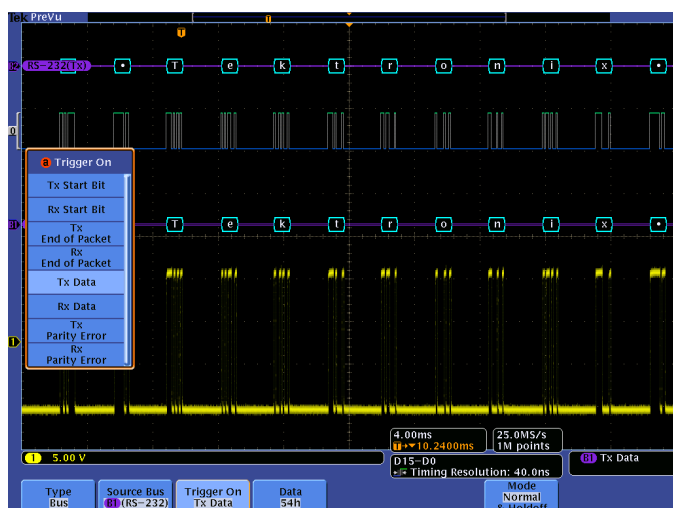
Обнаружение сбоя в работе устройства — это лишь первый шаг. Теперь нужно захватить интересное событие и установить причину его возникновения.

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 режимов запуска, в том числе запуск по поврежденным импульсам, по времени ожидания, по логическим комбинациям, по длительности импульса, по нарушению времени установки и удержания, по последовательным пакетам и параллельным данным, 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 содержимому 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 системного уровня в сложных встраиваемых системах, осциллографы серии MSO4000B, кроме аналоговых, имеют 16 цифровых каналов. Поскольку цифровые каналы полностью интегрированы в схему осциллографа, вы можете осуществлять запуск по любым входным каналам с полной временной корреляцией всех аналоговых, цифровых и последовательных сигналов. 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.

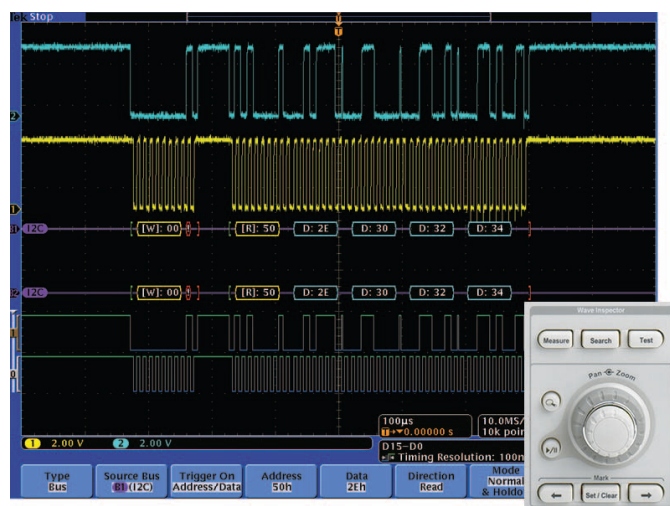


Захват. Синхронизация по определенному пакету данных на шине RS-232. Полный набор установок для системы синхронизации, включая содержимое пакетов последовательных шин, гарантирует быстрый захват интересующего события.

Поиск

Без соответствующих инструментов поиск интересующего события в длинной записи сигнала может оказаться весьма трудоемким процессом. Учитывая, что в современных приборах длина записи превышает 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®. С помощью этих органов управления можно ускорить панорамирование и масштабирование фрагментов записи. Благодаря уникальной системе с механизмом обратной связи, пользователь имеет возможность перемещаться из одного конца записи в другой за считанные секунды. Специальные маркеры позволяют отметить любое место, куда вы хотите вернуться в дальнейшем. Возможен также автоматический поиск событий по критериям, заданным пользователем. Wave Inspector мгновенно просматривает всю запись, включая аналоговые и цифровые данные, а также данные последовательных шин. По пути он автоматически отмечает все появления указанного события и позволяет быстро перемещаться между ними.



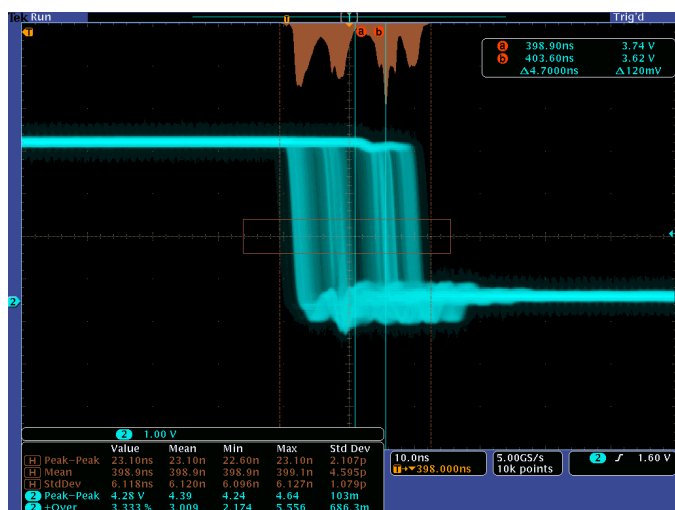
Поиск: функция декодирования сигналов шины I²C, показывающая результаты поиска адреса 50. Панель управления Wave Inspector обеспечивает непревзойденную эффективность просмотра и навигации.

Анализ

Для того чтобы проверить соответствие технических характеристик прототипа его программной модели и убедиться в том, что он способен решать поставленные перед ним 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, автоматизированные измерения, расширенный набор математических функций, в том числе редактор уравнений, построение гистограмм, быстрое преобразование Фурье и диаграммы трендов для визуального определения изменений результатов со временем. Имеется также специальное программное обеспечение для анализа последовательных шин, 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.



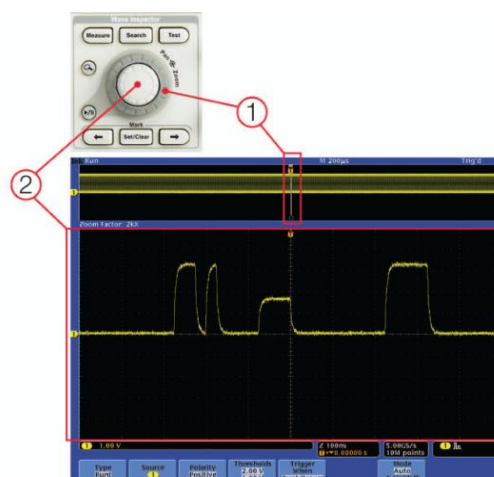
Анализ: гистограмма сигнала, построенная по спаду импульса, помогает оценить зависимость положения перепада от времени (джиттер). На экране отображаются различные характеристики сигнала, полученные на основе гистограммы. Всеобъемлющий набор встроенных средств анализа ускоряет проверку характеристик схемы.

Комбинированный анализ

Вы работаете с радиочастотными сигналами? Воспользуйтесь осциллографами серии MDO4000 — первыми в мире осциллографами, выполняющими анализ в различных областях. Построенная на платформе MSO4000B, серия MDO4000 предлагает встроенный анализатор спектра (до 6 ГГц). Такая комбинация позволяет захватывать одним прибором коррелированные во времени аналоговые, цифровые и РЧ сигналы. Более подробная информация о серии MDO4000 представлена на страничке www.tektronix.com/mdo4000.

Система навигации и поиска Wave Inspector®

Запись большой длины 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.



Панель управления Wave Inspector обеспечивает непревзойденную эффективность просмотра, навигации и анализа данных. Поворотом внешней ручки панорамирования (1) можно пролистать всю запись. От начала до конца можно переместиться за считанные секунды. Хотите рассмотреть какой-либо участок записи подробно? Просто поверните внутреннюю ручку масштабирования (2).

Масштабирование и панорамирование

Специальная двоякая 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.

Воспроизведение/пауза

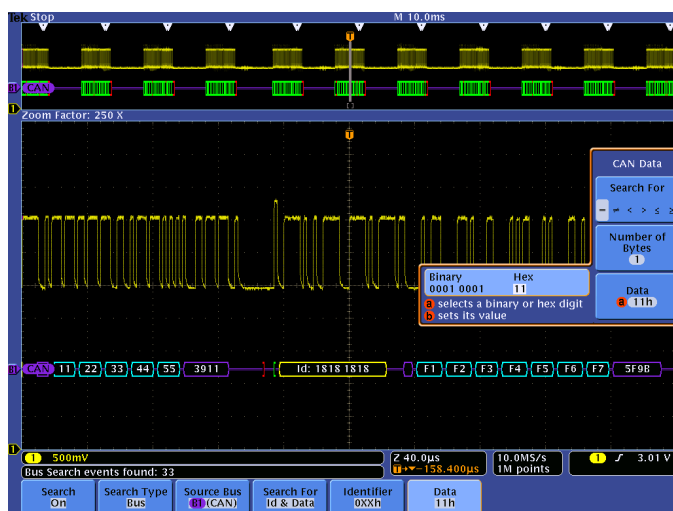
Расположенная на передней панели специальная кнопка **Play/Pause** (пауза/воспроизведение) позволяет автоматически прокручивать осциллограмму по экрану и искать аномалии и интересные события. Скорость и направление воспроизведения можно регулировать ручкой панорамирования. И снова, чем больше угол поворота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

Метки пользователя

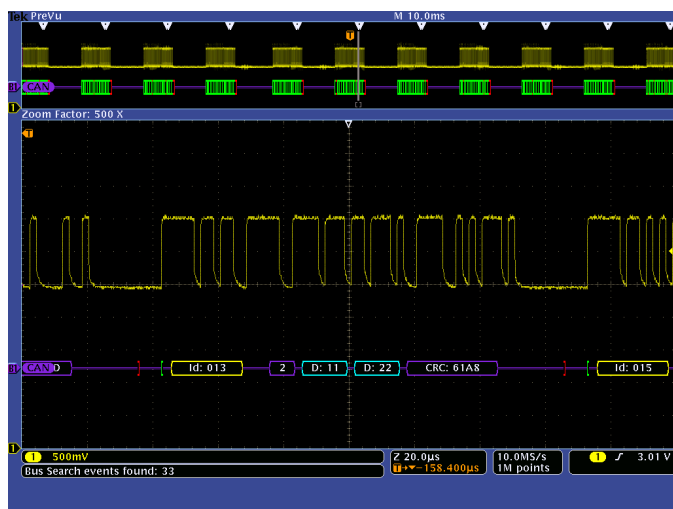
Расположенная на передней панели кнопка **Set Mark** (поставить метку) позволяет отметить одно или несколько мест на осциллограмме. Перемещение между метками выполняется с помощью кнопок передней панели **Previous** (←) и **Next** (→) (назад и вперед).

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 длительности, заданного времени ожидания, поврежденных импульсов, логических комбинаций, времени установки и удержания, переднего/заднего 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/



Первый этап поиска: определение искомого события.



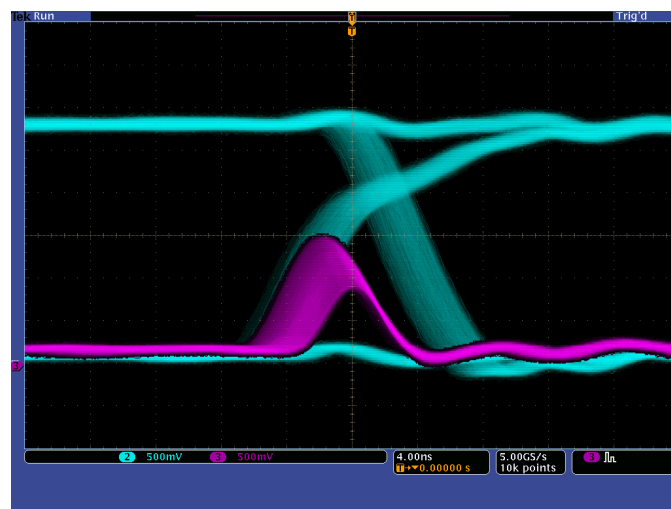
Второй этап поиска: Wave Inspector автоматически просматривает запись и помечает найденные события белыми треугольниками. Теперь можно перемещаться между событиями с помощью кнопок Previous (назад) и Next (вперед).

Технология цифрового люминофора

Технология цифрового люминофора, используемая в осциллографах серии MSO/DPO4000B, позволяет быстро оценить истинные процессы, происходящие в исследуемом устройстве. Большая 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.

Можно выбрать бесконечное или переменное послесвечение, определяющее длительность сохранения на экране изображения данных предыдущей осциллограммы. Это позволяет определить, насколько часто возникает та или иная аномалия.



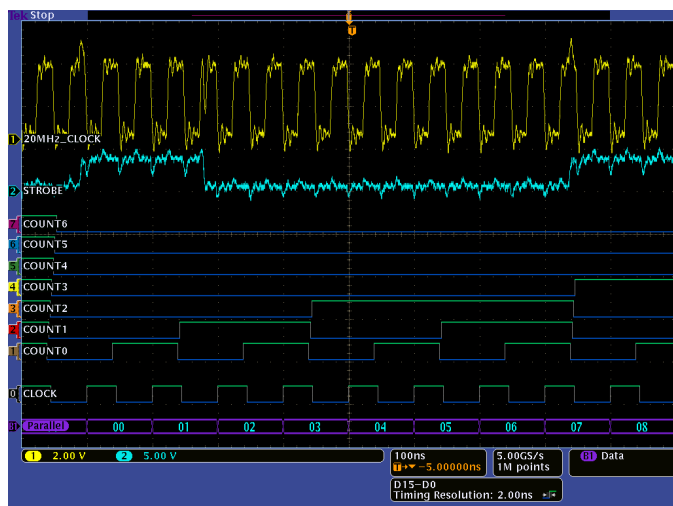
Технология цифрового люминофора поддерживает скорость захвата более 50 000 осциллограмм в секунду и отображение градиентов яркости в реальном времени.

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 или превосходит ее, 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. Кроме того, пробники серии TPP с низким ослаблением (2X) позволяют измерять низкие напряжения. В отличие от других пробников с низким ослаблением, пробник TPP0502 имеет широкую полосу пропускания (500 МГц) и низкую входную емкость (12,7 пФ).

Проектирование и анализ устройств со смешанными сигналами (серия MSO)

Осциллографы смешанных сигналов имеют 16 цифровых каналов, тесно интегрированных в интерфейс пользователя осциллографа. Это упрощает работу и позволяет легко решать проблемы, возникающие в устройствах, работающих с аналоговыми и цифровыми сигналами.

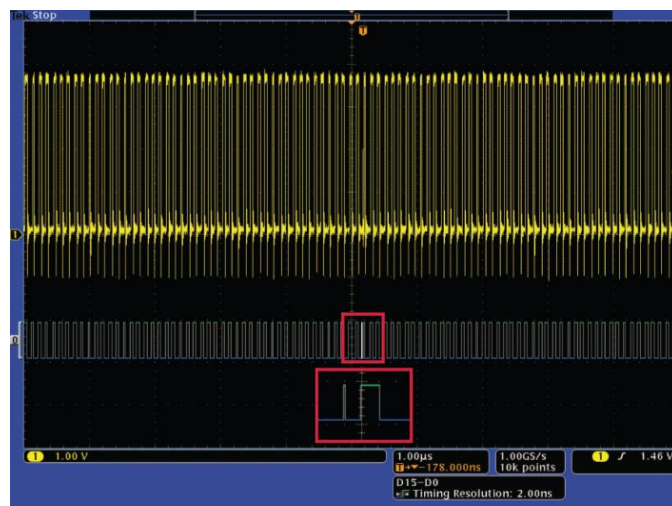


16 цифровых каналов (серия MSO), позволяют наблюдать и анализировать связанные по времени аналоговые и цифровые сигналы

Цветовое кодирование осциллограмм

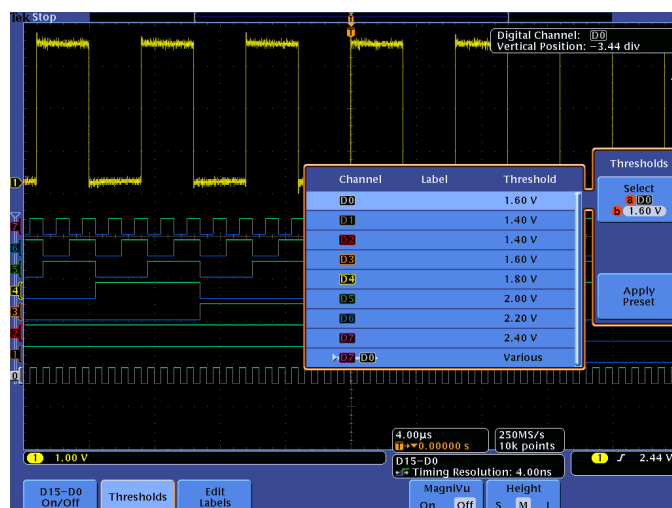
Осциллографы серии MSO4000B позволяют по-новому взглянуть на цифровые сигналы. Всем логическим анализаторам и осциллографам смешанных сигналов присуща одна общая проблема – невозможность отличить логические состояния «0» и «1» при выборе такого режима развертки, когда осциллограмма цифрового сигнала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

Встроенная схема обнаружения многократных переходов окрашивает фронт сигнала в белый цвет при наличии 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.



Белые фронты означают, что растяжка изображения может дать дополнительную информацию. На рисунке видно, что при растяжке участка осциллограммы с белым фронтом виден скрытый глитч.

Из нескольких цифровых каналов можно сформировать группу и ввести с USB клавиатуры метки для каждого канала. Сигналы можно объединить в группу, просто размещая их на экране рядом друг с другом.

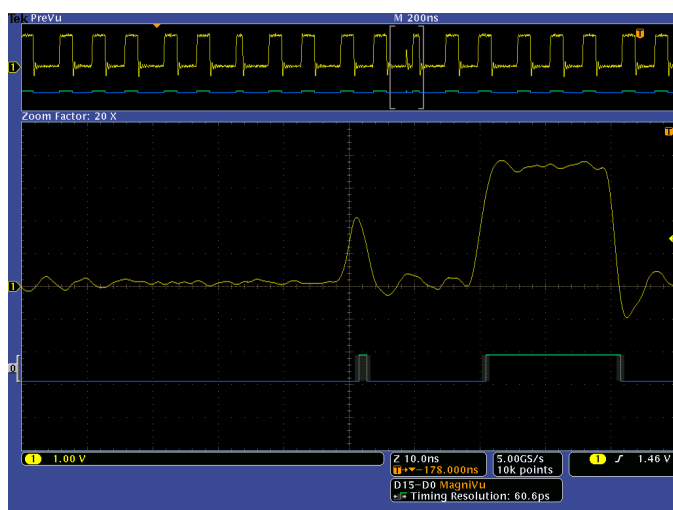


Цветовое кодирование цифровых сигналов позволяет объединять их в группы, просто располагая на экране рядом друг с другом. Для каждого канала можно установить отдельные пороги, что обеспечивает поддержку до 16 разных типов логических устройств.

Когда группа сформирована, все каналы группы можно перемещать по экрану одновременно. Это существенно сокращает время настройки, связанное с отдельным перемещением каждого канала.

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 предлагают режим захвата со сверхвысоким 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 обладает значительно лучшим разрешением по времени, чем другие системы захвата аналогичных моделей осциллографов других производителей, обеспечивая уверенность при выполнении точных измерений временных соотношений цифровых сигналов.



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

Пробник P6616 MSO

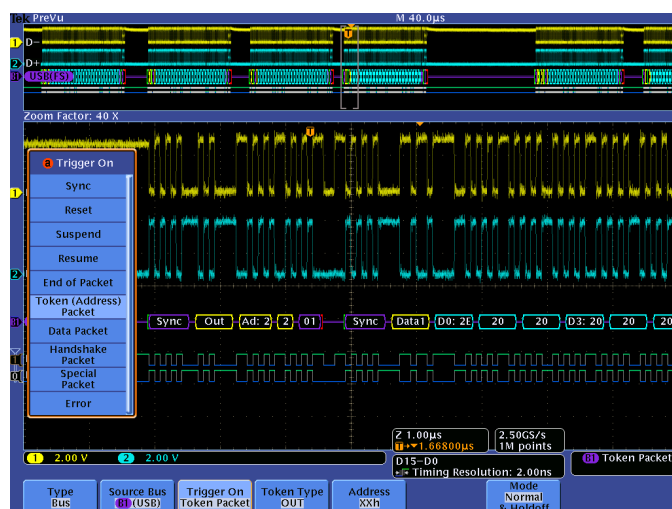
Этот уникальный пробник имеет два пода по восемь каналов. Пробник P6616 MSO имеет две группы по восемь контактов, упрощая подключение к испытываемому устройству. Для быстрой идентификации первый кабель каждого пода окрашен в голубой цвет. В качестве общего контакта «земли» используется плоский штыревой контакт, широко используемый в тестовых оснастках. Для подключения к группам штыревых контактов на плате тестируемого устройства на концы пробника P6616 нужно установить превосходными электрическими характеристиками – его входная емкость составляет всего 3 пФ, входное сопротивление 100 кОм, частота регистрируемых цифровых сигналов превышает >500 МГц, а длительность импульсов – порядка 1 нс.>



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

Запуск по сигналам последовательных шин и анализ (опция)

Сигнал последовательной шины содержит, как правило, адрес, управляющую информацию, данные и тактовую частоту. Это может затруднить интерпретацию изображения на экране осциллографа и выделение интересующих событий. Осциллографы серии MSO/DPO4000B предлагают удобный набор средств отладки последовательных шин, в том числе автоматический запуск, декодирование, поиск событий и условий.



Запуск по конкретному пакету маркерному пакету полноскоростной последовательной 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

Осциллографы 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

Вдобавок к вышеуказанной информации, полученной путём декодирования пакетов и отображаемой вместе с осциллограммой сигнала шины, вы можете просматривать все захваченные в память пакеты в табличном виде, очень похожем на привычные листинги программ. При этом пакеты снабжаются метками времени и разбиваются на столбцы для каждого отдельного компонента (адрес, данные и т. п.). Содержимое таблицы событий можно сохранить в формате .csv.

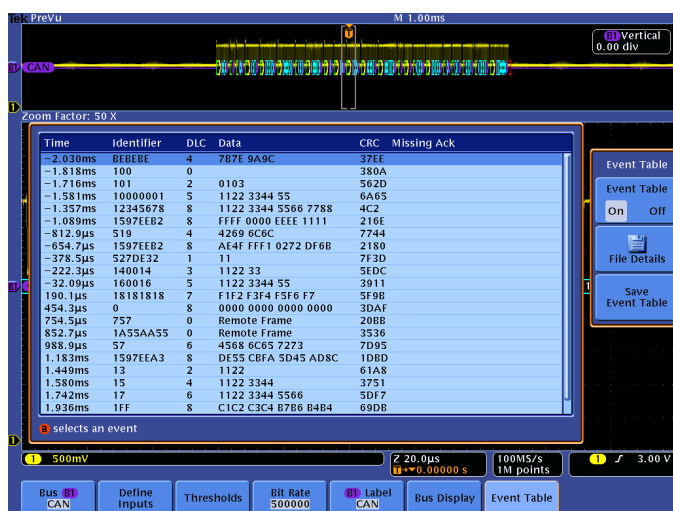


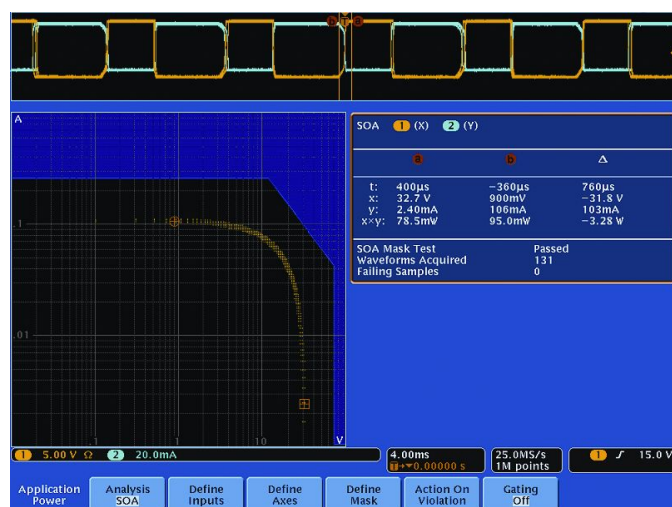
Таблица событий отображает декодированные идентификатор, DLC, данные и контрольную сумму (CRC) для каждого пакета шины CAN.

Поиск (запуск по сигналам последовательных шин)

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. Теперь у вас есть осциллограф, позволяющий автоматически просматривать захваченные данные и выполнять поиск по указанным критериям, в том числе и по содержимому пакетов. Каждое обнаруженное событие помечается меткой. Для быстрого перемещения между метками можно использовать кнопки передней панели **Previous** (←) и **Next** (→) (назад и вперед).

Анализ источников питания (опционально)

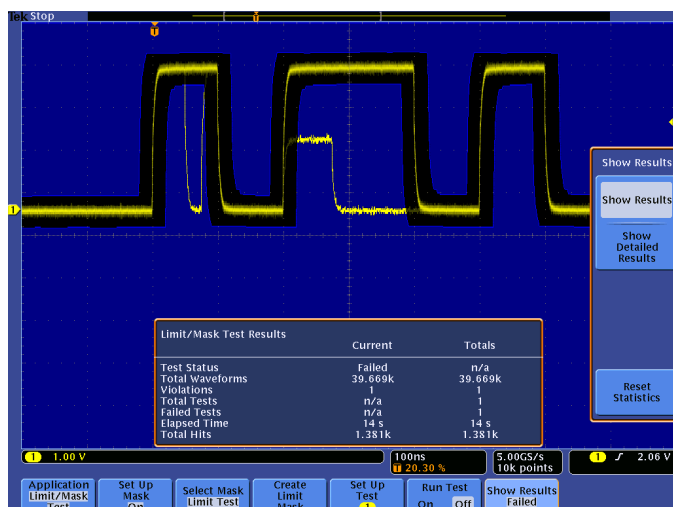
Постоянно растущие требования к увеличению времени работы от батарей и поиск более экологичных решений с меньшим энергопотреблением заставляют разработчиков источников питания измерять и минимизировать коммутационные потери. Кроме того, для удовлетворения требований международных и национальных стандартов 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, предлагаемые осциллографами серии MSO/DPO4000B, существенно упрощают эти операции, позволяя быстро и точно измерять качество источников питания, коммутационные потери, уровень гармоник, область устойчивой работы, 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.



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

Контроль предельных значений и тестирование по маске

Распространенной задачей в процессе разработки систем 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. 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 завершении теста. И как бы вы ни определяли маску — по известному эталонному сигналу или по специальному или стандартному шаблону — никогда еще разбраковка сигнала в зависимости от наличия таких аномалий, как выбросы, не была столь простой, как теперь.



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

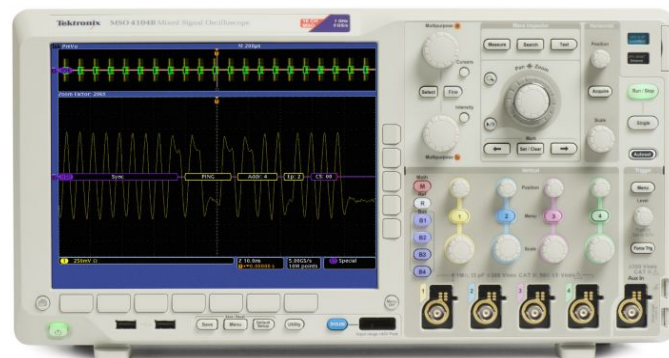
Проектирование и разработка видеосистем

Многие инженеры, работающие с видеоборудованием, сохраняют преданность аналоговым осциллографам, считая, что градации яркости на дисплее ЭЛТ дают единственную возможность 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 в самые простые в обращении приборы для видеоприменений. А благодаря широкой полосе пропускания и четырем аналоговым входам такие осциллографы обладают достаточными характеристиками для работы с любыми аналоговыми и цифровыми видеосигналами.

Помимо этого видеофункции осциллографов серии MSO/DPO4000B дополняются опциональным модулем видеобработки, располагающем наиболее полным в своем классе набором функций запуска по сигналам HDTV и специальным (нестандартным) видеосигналам.

Все для комфортной работы



Серия MSO/DPO4000B призвана 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 легко сохранять снимки экрана, настройки прибора и осциллограммы на внешних USB-накопителях.

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 USB-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 Base-T 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 можно потом снова загрузить 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. Благодаря малой глубине (5,8 дюйма (147 мм)) прибор занимает меньше пространства на рабочем столе.



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

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. Эта кнопка позволяет отобразить на экране осциллографа меню пробника со всеми необходимыми настройками и средствами управления пробником. 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 автоматизированных контрольно-измерительных систем.



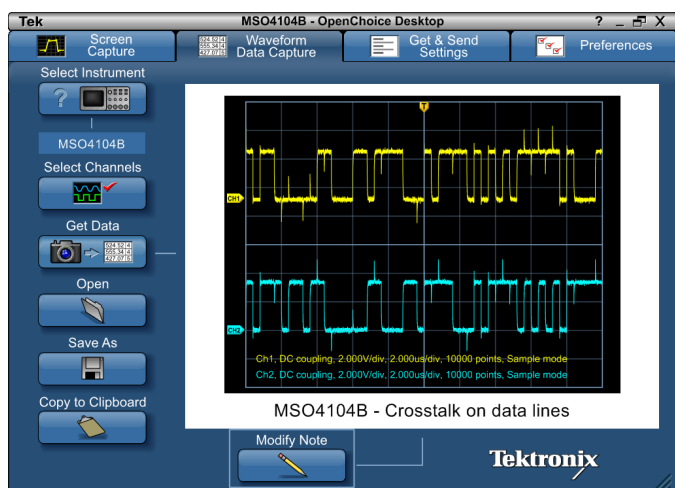
Интерфейс TekVPI упрощает подключение пробников к осциллографу

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 LE, 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 сценариев измерения.

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.



ПО OpenChoice Desktop обеспечивает совместную работу осциллографа с компьютером.

Кроме того, осциллографы серии MSO/DPO4000B можно подключать к локальной сети. Прилагаемый веб-интерфейс LXI дает информацию о текущей конфигурации осциллографа, включая сетевые настройки. Веб-интерфейс также позволяет осуществлять удаленное управление прибором с помощью популярного ПО дистанционного управления e*Scope®. Также есть возможность изменять сетевую конфигурацию, настраивать прибор, сохранять снимки экрана и данные, сохранять и восстанавливать настройки осциллографа серии MSO/DPO4000B прямо через веб-интерфейс с защищенной паролем страницы.



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

Технические характеристики

Все технические характеристики относятся ко всем моделям, если не оговорено обратное.

Обзор моделей

	DPO4014B, MSO4014B	DPO4034B, MSO4034B	DPO4054B, MSO4054B	DPO4102B-L, MSO4102B-L	DPO4102B, MSO4102B	DPO4104B-L, MSO4104B-L	DPO4104B, MSO4104B
Число аналоговых каналов	4	4	4	2	2	4	4
Полоса пропускания	100 МГц	350 МГц	500 МГц	1 ГГц	1 ГГц	1 ГГц	1 ГГц
Время нарастания	3,5 нс	1 нс	700 пс	350 пс	350 пс	350 пс	350 пс
Частота дискретизации (1 кан.)	2,5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	5 Гвыб/с	5 Гвыб/с	5 Гвыб/с	5 Гвыб/с
Частота дискретизации (2 кан.)	2,5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	5 Гвыб/с	5 Гвыб/с	5 Гвыб/с
Частота дискретизации (4 кан.)	2,5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	—	—	2,5 Гвыб/с	5 Гвыб/с
Длина записи (1 кан.)	20 млн	20 млн	20 млн	5 млн	20 млн	5 млн	20 млн
Длина записи (2 кан.)	20 млн	20 млн	20 млн	5 млн	20 млн	5 млн	20 млн
Длина записи (4 кан.)	20 млн	20 млн	20 млн	—	—	5 млн	20 млн
Продолжительность захвата с макс. частотой дискретизации	8 мс	8 мс	8 мс	1 мс	4 мс	1 мс	4 мс
Число цифровых каналов	Модели MSO добавляют 16 цифровых каналов к соответствующей модели DPO						

Система вертикального отклонения аналоговых каналов

Аппаратное ограничение полосы пропускания

Модели с полосой ≥ 500 МГц 20 или 250 МГц

Модели с полосой 100 МГц 20 МГц

Режим входа Связь по постоянному току, связь по переменному току

Полное входное сопротивление 1 МОм $\pm 1\%$, 50 Ом $\pm 1\%$

Диапазон входной чувствительности

1 МОм 1 мВ/дел — 10 В/дел

50 Ом 1 мВ/дел — 1 В/дел

Вертикальное разрешение 8 бит (11 бит в режиме высокого разрешения)

Maximum input voltage

1 МОм 300 V_{RMS} CAT II with peaks $\leq \pm 425$ V

50 Ом 5 V_{RMS} with peaks $\leq \pm 20$ V (DF $\leq 6.25\%$)

Погрешность коэффициента усиления по постоянному току $\pm 1,5\%$, снижение 0,10 %/°C свыше 30 °C

Развязка между каналами Для двух любых каналов с одинаковой чувствительностью $\geq 100:1$ при ≤ 100 МГц и $\geq 30:1$ при > 100 МГц до верхней границы полосы пропускания

Система вертикального отклонения аналоговых каналов

Диапазон смещения	Значение В/дел	Диапазон смещения	
		1 МОм на входе	50 Ом
	1—50 мВ/дел	±1 В	±1 В
	50,5—99,5 мВ/дел	±0,5 В	±0,5 В
	100—500 мВ/дел	±10 В	±10 В
	505—995 мВ/дел	±5 В	±5 В
	1—5 В/дел	±100 В	±5 В
	5,05—10 В/дел	±50 В	—

Система вертикального отклонения цифровых каналов

Число входных каналов	16 цифровых (D15—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
Погрешность установки порога	±(100 мВ + 3 % от значения порога)
Максимальное входное напряжение	±42 В _{пик}
Максимальный динамический диапазон входного сигнала	30 В _{размах} ≤ 200 МГц 10 В _{размах} > 200 МГц
Минимальный размах напряжения	400 мВ
Входное сопротивление и входная емкость пробника	100 кОм с параллельной емкостью 3 пФ
Вертикальное разрешение	1 бит

Система горизонтального отклонения аналоговых каналов

Диапазон горизонтальной развертки	Модели 1 ГГц	От 400 пс до 1000 с
	Модели с полосой ≤ 500 МГц	От 1 нс до 1000 с
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

Максимальная частота дискретизации (основной режим)	500 Мвыб/с (разрешение 2 нс)
Максимальная длина записи (основной режим)	20 млн точек (на моделях -L 5 млн точек)
Максимальная частота дискретизации (MagneVu)	16,5 Гвыб/с (разрешение 60,6 пс)
Максимальная длина записи (режим MagneVu)	10 тыс. точек, центральная точка соответствует моменту запуска
Минимальная распознаваемая длительность импульса (тип.)	1 нс
Сдвиг фаз между каналами (тип.)	200 пс
Максимальная частота переключения на входе	500 МГц (максимальная частота синусоидального сигнала, который 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 синхронизации

Режимы синхронизации	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 синхронизации	От 20 нс до 8 с													
Чувствительность по входу запуска	<table> <tr> <td rowspan="4">Внутренний запуск, связь по постоянному току</td><th>Источник сигнала синхронизации</th><th>Чувствительность</th></tr> <tr> <td>Вход 1 МОм (все модели)</td><td>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)</td></tr> <tr> <td>Вход 50 Ом (модели ≤500 МГц)</td><td>0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе (≥5 мВ/дел)</td></tr> <tr> <td>Вход 50 Ом (модели 1 ГГц)</td><td>0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе</td></tr> <tr> <td>Внешний запуск</td><td>Дополнительный вход</td><td>200 мВ от 0 до 50 МГц, увеличивается до 500 мВ при номинальной полосе</td></tr> </table>		Внутренний запуск, связь по постоянному току	Источник сигнала синхронизации	Чувствительность	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 (модели ≤500 МГц)	0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе (≥5 мВ/дел)	Вход 50 Ом (модели 1 ГГц)	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
Внутренний запуск, связь по постоянному току	Источник сигнала синхронизации	Чувствительность												
	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 (модели ≤500 МГц)	0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе (≥5 мВ/дел)												
	Вход 50 Ом (модели 1 ГГц)	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												
Диапазон уровней запуска	Любой входной канал ±8 делений от центра экрана, ±8 делений от 0 В, если выбран вход с ФНЧ Внешний запуск (дополнительный вход) ±8 В Сеть Фиксированный уровень, приблизительно 50 % от напряжения сети													
Индикация частоты сигнала	Шестиразрядный частотомер для сигнала запуска.													
Типы синхронизации	По фронту 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.													

Система синхронизации

Длительность импульса	Запуск по положительным или отрицательным импульсам, длительность которых $>$, $<$, $=$ или $\neq$ указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона.
Тайм-аут	Запуск по событию, уровень которого остается высоким, низким либо высоким/низким на протяжении заданного периода времени (от 4 до 8 нс).
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. Любой из входов можно использовать в качестве источника тактового сигнала, по перепаду которого проверяется логическое выражение. Логические значения (И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ), 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 указанного значения. 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 (опция)	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.
I²C (опция)	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 (опция)	Запуск по SS, MOSI, MISO или MOSI и MISO на шинах SPI со скоростью до 50,0 Мбит/с.
RS-232/422/485/UART (опция)	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.
USB: низкоскоростная шина (опция)	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; 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. Запуск по специальному пакету – любой специальный тип, зарезервированный. Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, вставка битов.
USB: полноскоростная шина (опция)	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; 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. Запуск по специальному пакету – любой специальный тип, зарезервированный. Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, вставка битов.

Система синхронизации

USB: высокоскоростная шина USB¹

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, MDATA; 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.

Ethernet (опция)².

10BASE-T и 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, ошибке FCS (CRC).

100BASE-TX: не задействован.

MAC адрес – запуск по 48-битному адресу источника или адресу приемника.

Управляющая информация MAC Q-Tag – запуск по 32-битному значению Q-Tag.

Длина и 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 Ack.

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 (опция)

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 (опция)

Запуск по синхросигналу, идентификатору, данным, идентификатору и данным, пробуждающему фрейму, посылающему 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 (опция)

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.

¹ поддерживается только моделями с полосой пропускания аналоговых каналов 1 ГГц.

² Для 100BASE-TX рекомендуются модели с полосой пропускания ≥ 350 МГц

Система синхронизации

MIL-STD-1553 (опция)	Запуск по синхросигналу, типу слова ³ (команда, статус, данные), командному слову (отдельно задается RT адрес, T/R, субадрес/режим, счётчик слов данных/код режима, четность), слову статуса (отдельно задается RT адрес, ошибка сообщения, оборудование, бит запроса на обслуживание, прием широковещательной команды, занятость, флаг подсистемы, принятие запроса динамического управления шиной (DBCA), флаг терминала, четность), слову данных (задаваемое пользователем 16-битное значение), ошибке (синхросигнала, четности, кода манчестера, связности данных), времени ожидания (мин. время от 2 до 100 мкс, макс. время от 2 до 100 мкс; запуск осуществляется, если время меньше <минимального>, больше максимального, попадает или не попадает в диапазон). RT адрес можно настроить так, чтобы запуск происходил в том случае, если его значение =, ≠, <, >, ≤, ≥ заданному значению, либо попадает в пределы или выходит за пределы заданного диапазона.
I²S/LJ/RJ/TDM (опция)	Запуск по выбору слова, по синхросигналу фрейма или по данным. Кроме того, можно настроить запуск так, чтобы он срабатывал при соблюдении условия ≤, <, =, >, ≥ или ≠ для некоторого указанного значения или при попадании значения в пределы или за пределы указанного диапазона. Максимальная скорость передачи данных для I ² S/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 16 бит (от цифровых каналов) плюс 2 или 4 бита (от аналоговых каналов). Поддерживаются двоичные и шестнадцатеричные числа. Поддерживаются двоичные и шестнадцатеричные числа.

Система регистрации данных

Режимы сбора данных	
Захват выбираемых значений	Регистрируются выборочные значения.
Обнаружение пиковых значений	Захват глитчей длительностью от 800 пс (модели с полосой 1 ГГц) или от 1,6 нс (модели с полосой ≤ 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.
Режим прокрутки	Прокрутка осциллограммы по экрану справа налево со скоростью развертки меньше или равной 40 мс/дел.

Измерение параметров осциллограмм

Курсоры	Осциллограмма и экран
Автоматические измерения (во временной области)	29, восемь 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.

³ При выборе запуска по командному слову будет происходить запуск по командным словам и неопределенным словам команды/статуса. При выборе запуска по командному слову будет происходить запуск по командным словам и неопределенным словам команды/статуса. При выборе запуска по слову статуса будет происходить запуск по статусу и неопределенным словам команды/статуса.

Измерение параметров осциллограмм

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

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	Задание сложных математических выражений, включающих осциллограммы, опорные осциллограммы, математические операции (БПФ, интеграл, дифференциал, логарифм, экспонента, квадратный корень, абсолютная величина, синус, косинус, тангенс, рад, степень), скаляры, до двух переменных, настраиваемых пользователем, а также результаты параметрических измерений (период, частота, задержка, нарастание, спад, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, Длительность пачки импульсов, фаза, положительная скважность, отрицательная скважность, положительный выброс, отрицательный выброс, размах, амплитуда, среднеквадратическое значение, среднеквадратическое значение цикла, верхний уровень, нижний уровень, максимум, минимум, среднее значение, среднее значение цикла, площадь, площадь цикла и графики трендов), например (интеграл (K1 - среднее (K1)) × 1,414 × ПЕРЕМ1).

Измерение параметров источников питания (опция)

Качество питающих напряжений	$V_{\text{ср. кв.}}$, $V_{\text{амплитудный коэффициент}}$, частота, $I_{\text{ср. кв.}}$, $I_{\text{амплитудный коэффициент}}$, активная мощность, кажущаяся мощность, реактивная мощность, коэффициент мощности, фазовый сдвиг.
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 A и MIL-STD-1399, раздел 300A
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 устойчивой работы	Графическое представление и тестирование по маске области устойчивой работы импульсных источников питания.
Измерения dV/dt и dI/dt	Измерение скорости нарастания напряжения и тока с помощью курсоров.

Контроль предельных значений и тестирование по маске (опционально)

Встроенные стандартные маски⁴	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 остановки 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

NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition	Полностью интерактивная измерительная среда, оптимизированная для осциллографов Tektronix, 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 (SIGEXPT) 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.
Драйвер IVI	Обеспечивает стандартный интерфейс программирования приборов для распространенных программных пакетов, таких как LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft.NET и MATLAB.
e*Scope® (ПО дистанционного управления через веб-интерфейс)	Позволяет управлять осциллографами серии MSO/DPO4000B по сети через стандартный обозреватель интернета. Просто введите IP адрес или сетевое имя осциллографа, и в обозревателе откроется страница управления.
Веб-интерфейс LXI Class 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, а также управлять осциллографом с помощью e*Scope®. Алгоритм работы интерфейса соответствует спецификациям LXI Класс C, версия 1.3.

⁴ Для тестирования по маске на соответствие телекоммуникационным стандартам со скоростью передачи данных более >5 Мбит/с рекомендуются модели с полосой пропускания не менее 350 МГц. Для тестирования по маске высокоскоростных шин USB рекомендуются модели с полосой пропускания 1 ГГц.

Характеристики дисплея

Тип дисплея	Жидкокристаллический цветной TFT дисплей с диагональю 10,4 дюйма (264 мм)
Разрешение экрана	1 024 пикселя по горизонтали × 768 пикселей по вертикали (XGA)
Интерполяция	Sin(x)/x
Представление сигналов	Векторы, точки, переменное послесвечение, бесконечное послесвечение.
Координатная сетка	Полная, сетка, перекрестие, рамка, IRE и mB.
Формат	YT и одновременно XY/YT
Максимальная скорость захвата входного сигнала	>50 000 осциллограмм в секунду.

Порты ввода/вывода

Высокоскоростной хост-порт USB 2.0	Поддерживает USB накопители, принтеры и клавиатуры. Два порта на передней и два порта на задней панели прибора.
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 принтеры, совместимые с PictBridge.
Порт LAN	Порт RJ-45, поддерживает 10/100/1000 Мбит/с
Выход видеосигнала	Порт DB-15, позволяет вывести изображение с экрана осциллографа на внешний монитор или проектор Разрешение XGA.
Дополнительный вход	Разъем BNC на передней панели. Полное входное сопротивление 1 МОм Макс. входное напряжение 300 В _{ср.кв.} (КАТ II) с пиковыми значениями ≤ ±425 В.
Выход компенсатора пробника Амплитуда Частота	Контакты на передней панели 0—2,5 В 1 кГц
Дополнительный выход	Разъем BNC на передней панели. V _{вых} (высокий): ≥2,5 В без нагрузки, ≥1,0 В с нагрузкой на землю 50 Ом V _{вых} (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 предельных 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 Kensington.
Крепление VESA	Стандартные точки крепления VESA (MIS-D 100) 100 мм на задней панели прибора.

LXI (расширение локальной сети для измерительных приборов)

Класс	LXI класса C
Версия	V1.3

Источник питания

Напряжение источника питания	От 100 до 240 В ± 10 %
Частота источника питания	От 50 до 60 Гц ± 10 % при 100—240 В ± 10 % 400 Гц ± 10 % при 115 В ± 13 %
Потребляемая мощность	Не более 225 Вт

Габариты и масса

Размеры	мм	дюйм
Высота	229	9,0
Ширина	439	17,3
Глубина	147	5,8

Масса	кг	фунт
Нетто	5	11
В упаковке	10,7	23,6

Конфигурация для установки в стойку	5U
Зазор для охлаждения	2 дюйма (51 мм) с левой и с задней стороны прибора

Условия окружающей среды

Температура	
Рабочая	От 0 до +50 °C (от +32 до 122 °F)
Хранения	От -20 до +60 °C (от -4 до 140 °F)

Относительная влажность	
Рабочая	Верхнее значение: от 40 до 50 °C, относительная влажность от 10 до 60 % Нижнее значение: от 0 до 40 °C, относительная влажность от 10 до 90 %
Хранения	Верхнее значение: от 40 до 60 °C, относительная влажность от 5 до 60 % Нижнее значение: от 0 до 40 °C, относительная влажность от 5 до 90 %

Высота над уровнем моря	
Рабочая	9 843 фута (3 000 м)
Хранения	30 000 футов (9 144 м)

Соответствие нормативным документам	
Электромагнитная совместимость	Директива ЕС 2004/108/ЕС
Безопасность	UL61010-1:2004, CAN/CSA-C22.2 No. 61010.1: 2004, Директива о низковольтном оборудовании 2006/95/ЕС и EN61010-1:2001, IEC 61010-1:2001, ANSI 61010-1-2004, ISA 82.02.01

Информация для заказа

Серия MSO/DPO4000B

DPO4014B	Четырехканальный осциллограф с цифровым люминофором, 100 МГц, 2,5/2,5/2,5 Гвыб/с по 1/2/4 каналам, длина записи 20 млн точек
DPO4034B	Четырехканальный осциллограф с цифровым люминофором, 350 МГц, 2,5/2,5/2,5 Гвыб/с по 1/2/4 каналам, длина записи 20 млн точек
DPO4054B	Четырехканальный осциллограф с цифровым люминофором, 500 МГц, 2,5/2,5/2,5 Гвыб/с по 1/2/4 каналам, длина записи 20 млн точек
DPO4102B-L	Двухканальный осциллограф с цифровым люминофором, 1 ГГц, 5/2,5 Гвыб/с по 1/2 каналам, длина записи 5 млн точек
DPO4102B	Двухканальный осциллограф с цифровым люминофором, 1 ГГц, 5/5 Гвыб/с по 1/2 каналам, длина записи 20 млн точек
DPO4104B-L	Четырехканальный осциллограф с цифровым люминофором, 1 ГГц, 5/5/2,5 Гвыб/с по 1/2/4 каналам, длина записи 5 млн точек
DPO4104B	Четырехканальный осциллограф с цифровым люминофором, 1 ГГц, 5/5/5 Гвыб/с по 1/2/4 каналам, длина записи 20 млн точек
MSO4014B	Осциллограф смешанных сигналов, 4+16 каналов, 100 МГц, 2,5/2,5/2,5 Гвыб/с по 1/2/4 каналам, длина записи 20 млн точек
MSO4034B	Осциллограф смешанных сигналов, 4+16 каналов, 350 МГц, 2,5/2,5/2,5 Гвыб/с по 1/2/4 каналам, длина записи 20 млн точек
MSO4054B	Осциллограф смешанных сигналов, 4+16 каналов, 500 МГц, 2,5/2,5/2,5 Гвыб/с по 1/2/4 каналам, длина записи 20 млн точек
MSO4102B-L	Осциллограф смешанных сигналов, 2+16 каналов, 1 ГГц, 5/2,5 Гвыб/с по 1/2 каналам, длина записи 5 млн точек
MSO4102B	Осциллограф смешанных сигналов, 2+16 каналов, 1 ГГц, 5/5 Гвыб/с по 1/2 каналам, длина записи 20 млн точек
MSO4104B-L	Осциллограф смешанных сигналов, 4+16 каналов, 1 ГГц, 5/5/2,5 Гвыб/с по 1/2/4 каналам, длина записи 5 млн точек
MSO4104B	Осциллограф смешанных сигналов, 4+16 каналов, 1 ГГц, 5/5/5 Гвыб/с по 1/2/4 каналам, длина записи 20 млн точек

Стандартные принадлежности

Пробники

Модели с полосой ≤ 500 МГц	TRP0500, полоса пропускания 500 МГц, 10X, 3,9 пФ. Один пассивный пробник на каждый аналоговый канал.
Модели 1 ГГц	TRP1000, полоса пропускания 1 ГГц, 10X, 3,9 пФ. Один пассивный пробник на каждый аналоговый канал.
В состав моделей MSO также входят	Один 16-канальный логический пробник P6616 с комплектом принадлежностей (020-2662-xx).

Принадлежности

200-5130-xx	Передняя крышка
063-4300-xx	Компакт-диск с документацией
016-2030-xx	Сумка для принадлежностей
—	Руководство по эксплуатации
—	Шнур питания
—	Программное обеспечение OpenChoice®

- Программное обеспечение NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition
- Калибровочный сертификат подтверждает прослеживаемость калибровки до Национальных институтов метрологии и соответствие системе качества ISO9001

Гарантия

Гарантия 3 года на все детали и работу, за исключением пробников.

Прикладные программные модули

Прикладные программные модули работают по лицензии, которая может передаваться между модулем и осциллографом. Лицензия может храниться в модуле, что позволяет ему работать и на другом приборе. Лицензия может находиться и в осциллографе, что позволяет удалить модуль и хранить его отдельно. Передача лицензии на осциллограф и удаление модуля позволяет работать более чем с четырьмя приложениями одновременно.

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, результат математической обработки, опорный 1-4 Рекомендуемые пробники: дифференциальный или несимметричный (требуется только один несимметричный пробник)
DPO4AUDIO	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных аудиошин. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по аудиошинам I²S, 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.⁵ Входы сигнала – любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO) Рекомендуемые пробники – 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) Рекомендуемые пробники – LIN: несимметричный; CAN: несимметричный или дифференциальный
DPO4AUTOMAX	Модуль расширенного анализа и запуска по сигналам автомобильных последовательных 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); FlexRay: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO) 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) 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 I²C и SPI, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени.⁶ Входы сигнала — I²C: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO); SPI: любой канал 1-4 (и D0-D15 в моделях MSO) Рекомендуемые пробники – несимметричный

⁵ Отсутствует в моделях DPO4102B или DPO4102B-L.

⁶ В моделях DPO4102B и DPO4102B-L поддерживается только двухпроводный SPI.

DPO4ENET	Модуль анализа и запуска по сигналам шины Ethernet. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам 10BASE-T и 100BASE-TX ⁷, 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, результат математической обработки, опорный 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. ⁸ Входы сигнала — низкоскоростные и полноскоростные шины: любой канал 1-4 (и любой из D0—D15 в моделях MSO); низкоскоростные, полноскоростные и высокоскоростные шины: любой канал 1-4, математические функции, опорный сигнал 1-4 Рекомендуемые пробники – низкоскоростные и полноскоростные шины: несимметричный или дифференциальный; высокоскоростные шины: дифференциальный
DPO4PWR	Модуль анализа источников питания. Позволяет быстро и точно анализировать качество питающих напряжений, коммутационные потери, гармонические составляющие, область безопасной работы, модуляцию, пульсации, 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. ⁹
DPO4VID	Модуль запуска по сигналам HDTV и специальным (нестандартным) видеосигналам.

Опции прибора

Варианты шнура питания и разъема

Опция A0	Вилка питания для сетей Северной Америки (115 В, 60 Гц)
Опция A1	Вилка питания для сетей Европы (220 В, 50 Гц)
Опция A2	Вилка питания для сетей Великобритании (240 В, 50 Гц)
Опция A3	Вилка питания для сетей Австралии (240 В, 50 Гц)
Опция A5	Вилка питания для сетей Швейцарии (220 В, 50 Гц)
Опция A6	Вилка питания для сетей Японии (100 В, 110/120 В, 60 Гц)
Опция A10	Вилка питания для сетей Китая (50 Гц)
Опция A11	Вилка питания для сетей Индии (50 Гц)
Опция A12	Вилка питания для сетей Бразилии (60 Гц)
Опция A99	Шнур электропитания отсутствует

⁷ Для 100BASE-TX рекомендуются модели с полосой пропускания ≥ 350 МГц

⁸ Высокоскоростная шина USB поддерживаются только моделями с полосой пропускания аналоговых каналов 1 ГГц.

⁹ Для тестирования по маске на соответствие телекоммуникационным стандартам со скоростью передачи данных более >55 Мбит/с рекомендуются модели с полосой пропускания не менее 350 МГц. Для тестирования по маске высокоскоростных шин USB рекомендуются модели с полосой пропускания 1 ГГц.

Языковые опции

Опция L0	Руководство на английском языке
Опция L1	Руководство на французском языке
Опция L2	Руководство на итальянском языке
Опция L3	Руководство на немецком языке
Опция L4	Руководство на испанском языке
Опция L5	Руководство на японском языке
Опция L6	Руководство на португальском языке
Опция L7	Руководство на китайском языке (упрощенное письмо)
Опция L8	Руководство на китайском языке (традиционное письмо)
Опция L9	Руководство на корейском языке
Опция L10	Руководство на русском языке
Опция L99	Без руководства

Данная опция включает переведенную на соответствующий язык наклейку для передней панели.

Сервисные опции

Опция C3	Услуги по калибровке в течение 3 лет
Опция C5	Услуги по калибровке в течение 5 лет
Опция D1	Протокол с данными калибровки
Опция D3	Протокол с данными калибровки за 3 года (с опцией C3)
Опция D5	Протокол с данными калибровки за 5 лет (с опцией C5)
Опция R5	Услуги по ремонту в течение 5 лет (включая гарантию)
Опция SILV600	Продление стандартной гарантии до 5 лет

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

Рекомендуемые принадлежности**Пробники**

Tektronix предлагает более 100 типов пробников для различных областей применения. С полным списком пробников можно ознакомиться на сайте www.tektronix.com/probes.

TRP0500	Пассивный пробник напряжения TekVPI® 500 МГц, 10X с входной емкостью 3,9 пФ
TRP0502	Пассивный пробник напряжения TekVPI® 500 МГц, 2X с входной емкостью 12,7 пФ
TRP0850	Пассивный высоковольтный пробник TekVPI® 2,5 кВ, 800 МГц, 50X
TRP1000	Пассивный пробник напряжения TekVPI® 1 ГГц, 10X с входной емкостью 3,9 пФ
TAP1500	Активный несимметричный пробник напряжения TekVPI® 1,5 ГГц
TSP0030	Токовый пробник постоянного и переменного тока TekVPI® 120 МГц, 30 А.
TSP0150	Токовый пробник постоянного и переменного тока TekVPI® 20 МГц, 150 А.
TDP0500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI® 500 МГц, дифференциальное входное напряжение ± 42 В.
TDP1000	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI® 1 ГГц, дифференциальное входное напряжение ± 42 В.
TDP1500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI® 1,5 ГГц, дифференциальное входное напряжение $\pm 8,5$ В.