

MSO Серии 4

Спецификация осциллографа смешанных сигналов

Больше отображаемой информации. Больше сигналов. Более удобное использование



Впечатляющие цифры

Число входных каналов

- 4 или 6 входа FlexChannel®
- Каждый канал FlexChannel обеспечивает:

- Один аналоговый сигнал, который может отображаться в виде осциллографа, в виде спектра¹ или в обоих видах одновременно
- Восемь цифровых логических входов с логическим пробником TLP058

Полоса пропускания (все аналоговые каналы)

- 200 МГц, 350 МГц, 500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц (с возможностью расширения)

Частота дискретизации (все аналоговые / цифровые каналы)

- В режиме реального времени: 6,25 Гвыб/с

Длина записи (все аналоговые / цифровые каналы)

- 31,25 млн точек (стандартно) (62,5 млн точек, расширение по дополнительному заказу)

Скорость регистрации сигналов

- более 500 000 осцилограмм/с

Разрешение по вертикали

- 12-битный АЦП
- До 16 бит в режиме высокого разрешения

Стандартные типы запуска

- По фронту, длительности импульса, рантам, времени ожидания, окну, логическому состоянию, времени установки и удержания, времени нарастания/спада, по сигналам параллельной шины, по последовательности, визуальный запуск, по видеосигналу (дополнительно), по РЧ-сигналу относительно времени (дополнительно)
- По сигналу на дополнительном входе запуска ≤300 В_{ср. кв.} (запуск только по фронту)

Стандартный анализ

- Курсоры: с привязкой к осциллографу, вертикальной шкале, горизонтальной шкале, вертикальной и горизонтальной шкалами
- Измерения: 36
- Экран спектра: Анализ частотного домена с независимыми элементами управления частотными и временными доменами
- FastFrame™: Режим регистрации с использованием сегментирования памяти и максимальной частоты запуска >5 000 000 осциллографов в секунду

- Графики: Тенденция во времени, гистограмма, а также спектр
- Математическая обработка: основные арифметические действия, БПФ и расширенный редактор уравнений
- Поиск: поиск по любому критерию запуска

Опции анализа

- Расширенный режим спектра
- Проверка по маске / предельным значениям
- Расширенные измерения и анализ характеристик систем питания
- Анализ электрических параметров трехфазных систем (только MSO46)

Опции запуска, декодирования и анализа сигналов последовательных шин

- I²C, SPI, eSPI, I3C, RS-232/422/485/UART, SPMI, SMBus, CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, SENT, PSI5, CXPI, USB 2.0, eUSB2, Ethernet, EtherCAT, аудиосигнал, MIL-STD-1553, ARINC429, Spacewire, NRZ, Manchester, SVID, SDLC, двунаправленная шина (1-Wire), MDIO

Генератор сигналов произвольной формы/стандартных функций¹

- Генерирование формы сигнала 50 МГц
- Типы сигнала: сигналы произвольной формы, синусоидальные, прямоугольные, импульсные, линейно изменяющиеся, треугольные, уровня постоянного тока, функция Гаусса, функция Лоренца, нарастающая/спадающая экспонента, Sin(x)/x, случайный шум, гаверсинус, кардиосигнал

Цифровой вольтметр²

- 4-х разрядный для измерения среднеквадратичного значения переменного напряжения, постоянного напряжения и среднеквадратичного значения постоянного + переменного напряжения

Частотомер сигналов запуска²

- 8-разрядный

Экран

- Цветной TFT с диагональю 13,3 дюйма (338 мм)
- Высокое разрешение (1920 x 1080)
- Емкостный сенсорный экран с жестовым управлением

Возможности подключения

- USB 2.0 ведущего устройства, USB 2.0 ведомого устройства (5 портов); LAN (10/100/1000 Base-T Ethernet); HDMI³

e*Scope®

¹ Дополнительно, с возможностью расширения.

² доступен бесплатно при регистрации прибора.

- Обеспечивает дистанционный просмотр и управление осциллографом через сетевое соединение с использованием стандартного веб-браузера

Гарантийные обязательства

- 3-летняя стандартная гарантия

Габариты

- 11,299 дюйма (286,99 мм) (В) x 17,7 дюйма (450 мм) (Ш) x 6,1 дюйма 155 (Г)
- Масса: <16,8 фунта (7,6 кг)

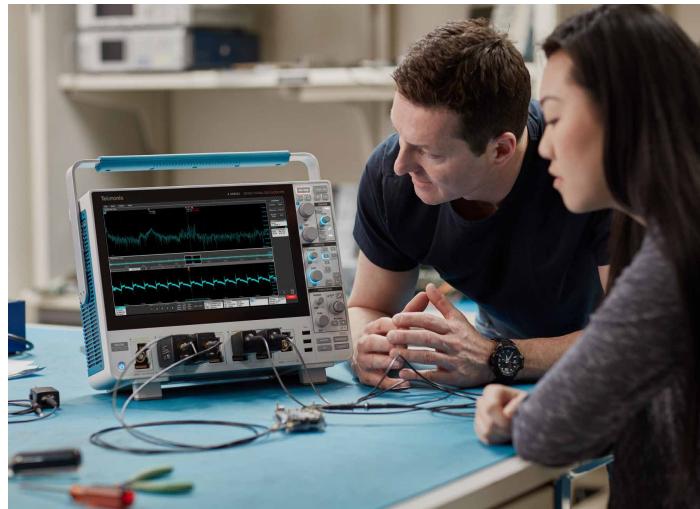
Осциллограф MSO Серии 4 оснащен инновационным интерфейсом пользователя с сенсорным управлением, экраном высокой четкости и 4 или 6 входами FlexChannel[®], каждый из которых позволяет измерять один аналоговый или восемь цифровых сигналов на канал. Это прибор готов к решению сложнейших текущих и будущих задач. Это новый стандарт производительности, анализа и потребительского опыта в целом.

Избавьтесь от задержек при проверке и отладке, возникающих из-за недостаточного числа каналов!

Осциллографы MSO Серии 4, предлагаемые в виде четырех- и шестиканальных моделей с экранами высокой четкости (1920 x 1080) с диагональю 13,3 дюйма — это новый уровень визуализации сигналов сложных систем. Для проверки и определения производительности, устранения проблем и отладки многих типов устройств, таких как встроенные системы, трехфазная силовая электроника, автомобильные электронные устройства, источники питания и преобразователи постоянного напряжения в постоянное, требуется анализ более четырех аналоговых сигналов.

Большинство инженеров знакомы с ситуацией, когда для решения особо сложной проблемы нужно было получить больше визуальной информации и данных, но сделать это не позволял имеющийся осциллограф с двумя или четырьмя аналоговыми каналами. При добавлении второго осциллографа требовалось много времени и сил для согласования точек запуска, возникали сложности при синхронизации двух экранов и проблемы с документацией.

И хотя многие думают, что осциллограф с 6 каналами, скорее всего, стоит на 50% дороже, чем четырехканальный прибор, они будут приятно удивлены тем, что шестиканальная модель дороже четырехканальной всего на ~20 %. Затраты на дополнительные аналоговые каналы могут быстро окупиться за счет исключения задержек при выполнении текущих и будущих проектов.



Измерения напряжения на выходе импульсного источника питания, при которых обнаружены пульсации напряжения на одной из шин питания.

Максимально возможная универсальность и новый уровень анализа систем за счет технологии FlexChannel[®]

Приборы MSO Серии 4 — это качественно новый уровень осциллографов смешанных сигналов. Технология FlexChannel позволяет использовать каждый вход канала для регистрации одного аналогового сигнала, восьми цифровых логических сигналов (с логическими пробниками TLP058) или для одновременного отображения сигналов в виде осциллограммы аналогового сигнала и спектра⁴ с независимыми элементами управления сбором данных для каждого домена. За счет этого достигается непревзойденная гибкость и универсальность систем измерения.

Модель прибора с шестью входами FlexChannel можно настроить на регистрацию шести аналоговых сигналов без регистрации цифровых. Или пяти аналоговых сигналов и восьми цифровых. Или четырех аналоговых сигналов и 16 цифровых, трех аналоговых и 24 цифровых и так далее. Конфигурацию можно изменить в любое время простым добавлением или отключением логических пробников TLP058, чтобы получить требуемое число цифровых каналов.

³ требуется подключение к дисплею высокой четкости (с разрешением 1920 x 1080).

⁴ Опция.



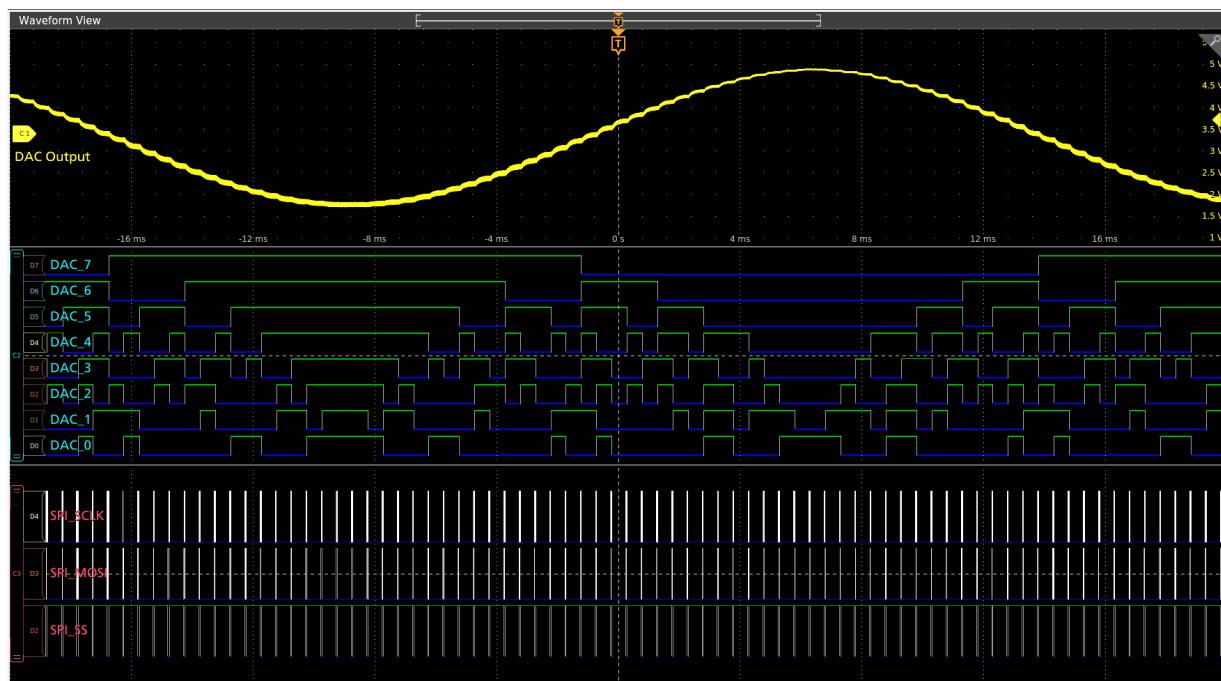
Уникальная гибкость конфигурации за счет технологии FlexChannel. Каждый вход, в зависимости от типа подключенного пробника, можно настроить как один аналоговый или восемь цифровых каналов.

Для осциллографов MSO предыдущего поколения, цифровые каналы которых работали с более низкой частотой дискретизации и имели меньшую длину записи, чем аналоговые каналы, требовались компромиссные решения. В приборах MSO Серии 4

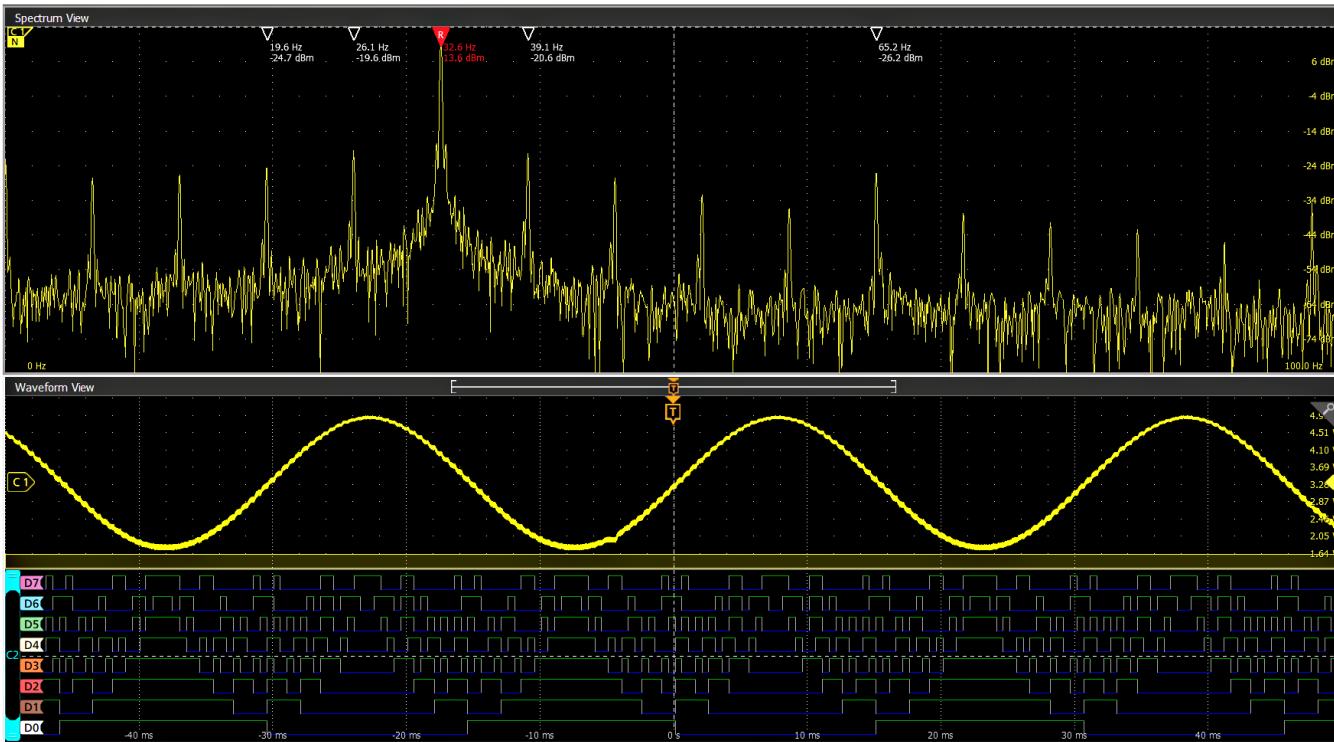
особое внимание было уделено модернизации цифровых каналов. Цифровые каналы получили такую же высокую частоту дискретизации (до 6,25 Гвыб/с) и длину записи (до 62,5 млн млн точек), как у аналоговых каналов.



Пробник TLP058 обеспечивает переход на восемь высокопроизводительных цифровых входов. При подключении большего числа пробников TLP058 можно получить до 48 цифровых каналов.



На канал 2 подключен логический пробник TLP058, тестирующий восемь входов АЦП. Обратите внимание на цветовую кодировку зеленым и синим цветом: уровни логической единицы окрашены зеленым цветом, логического нуля — синим. Другой логический пробник TLP058, подключенный на канал 3, тестирует шину SPI, управляющую АЦП. Белый цвет фронтов означает, что можно получить информацию о составляющих с более высокой частотой, если воспользоваться масштабированием или увеличить скорость свипирования в следующем сеансе регистрации.

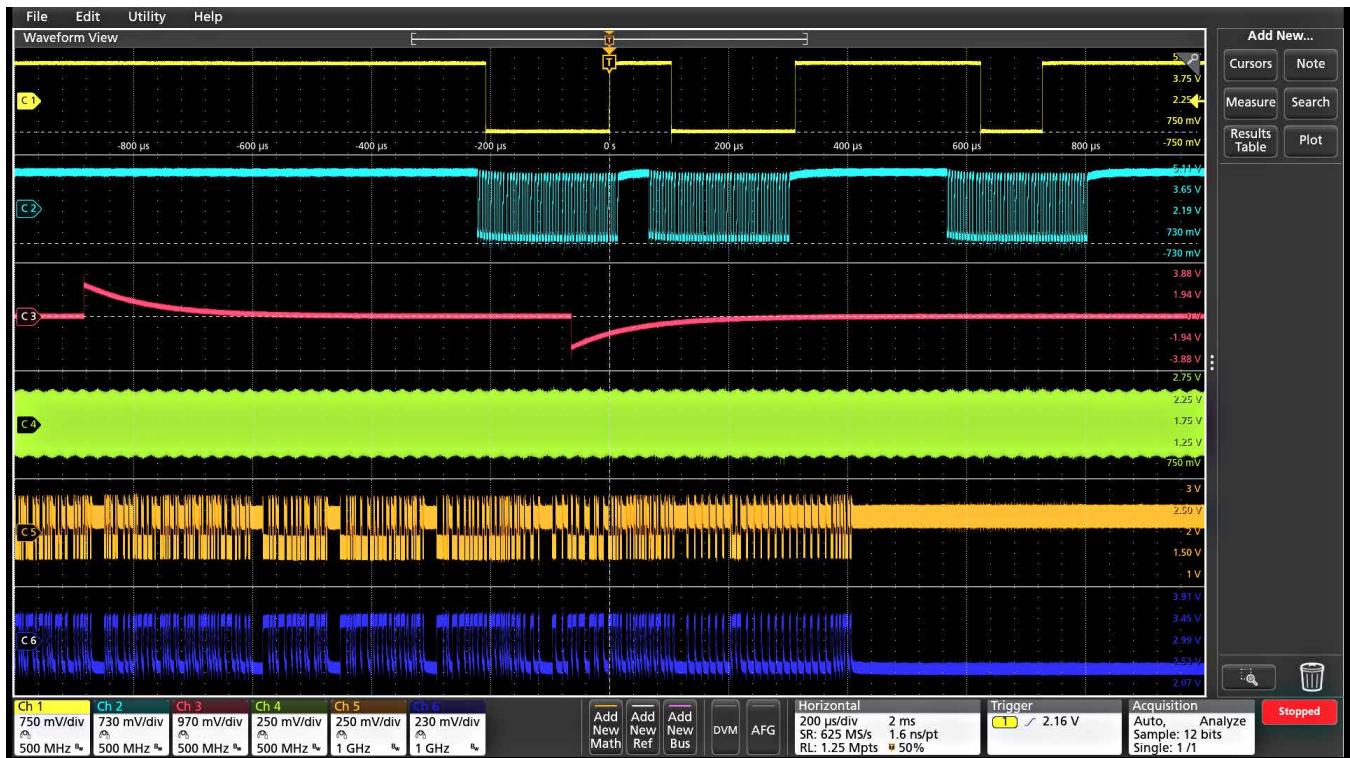


Помимо аналоговых и цифровых каналов, входы FlexChannel обеспечивают спектральное отображение сигналов. Запатентованная компанией Tektronix технология позволяет одновременно отображать осциллограмму и спектrogramму всех аналоговых сигналов, поддерживаемых прибором, с независимыми элементами управления в каждом домене.

Уникальные возможности для просмотра сигналов

Превосходный 13,3-дюймовый (338 мм) дисплей MSO серии 4 — самый большой в своем классе дисплей. Кроме того, это экран с наивысшей четкостью (1920 x 1080), который обеспечивает качественный просмотр группы сигналов и оставляет достаточно места для критически важных данных и анализа.

Окно просмотра оптимизировано, чтобы получить максимально возможный размер по вертикали для отображения сигналов. Расположенную справа Панель результатов можно скрыть, чтобы просматривать сигналы на всю ширину экрана.



Многоярусный режим отображения обеспечивает высокую наглядность всех сигналов при поддержке максимального разрешения АЦП на каждом входе для выполнения наиболее точных измерений.

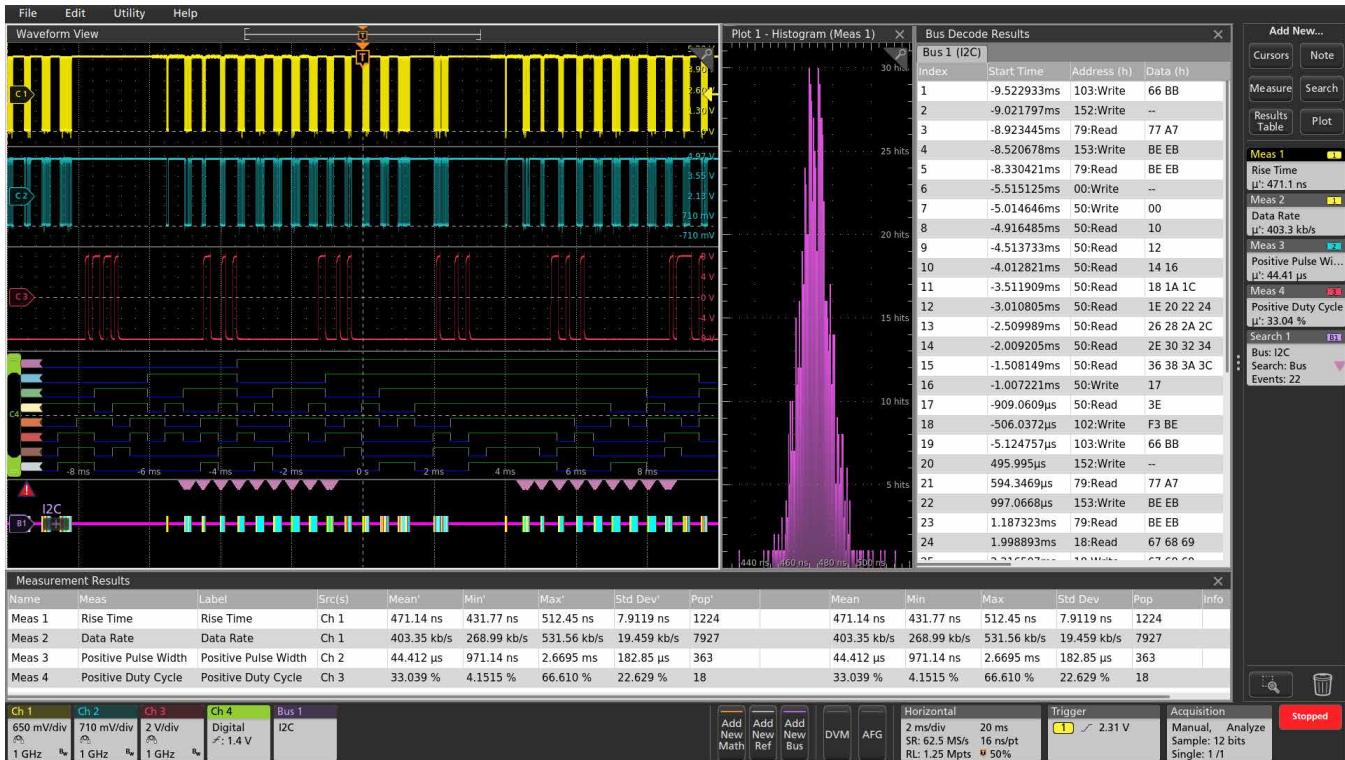
В осциллографах MSO Серии 4 применяется совершенно новый режим отображения — многоярусный. Обычно сигналы на экране осциллографа отображались путем наложения в пределах одной сетки, и это приводило к постоянному поиску компромиссных решений:

- Чтобы хорошо видеть каждый сигнал, нужно было изменить масштаб по вертикали и положение каждого сигнала, чтобы они не накладывались. Для каждого сигнала использовалась малая доля доступного диапазона АЦП, что ухудшало точность измерений.
- Чтобы повысить точность измерений, нужно было изменить масштаб по вертикали и положение каждого сигнала, чтобы растянуть их на весь экран. Сигналы накладывались один на другой, что усложняло рассмотрение деталей каждого отдельного сигнала.

Для нового многоярусного режима отображения не требуются компромиссы. Он автоматически добавляет и удаляет дополнительные горизонтальные ярусы сигналов

(дополнительные ячейки сетки) при создании и удалении осциллограммы. Каждый ярус соответствует полному диапазону АЦП для сигнала. Все сигналы визуально отделены друг от друга, но при этом задействован весь диапазон АЦП, обеспечивая максимальную наглядность и точность. И все это происходит автоматически по мере добавления или удаления осциллограмм! В многоярусном режиме отображения каналы можно легко менять местами, перетаскивая значки каналов и сигналов на Панели настроек, размещенной в нижней части экрана. Группы каналов также можно отображать наложением в пределах яруса, чтобы упростить визуальное сравнение сигналов.

Окно просмотра расширенного экрана осциллографа MSO Серии 4 настолько большое, что в нем помещаются не только осциллограммы, но и графики, таблицы результатов измерений, таблицы декодирования сигналов шин и прочие данные. При необходимости изображения можно масштабировать и перемещать.



Просмотр сигналов трех аналоговых каналов, восьми цифровых каналов, декодированного сигнала последовательной шины, таблицы результатов декодирования пакета последовательных данных, четырех измерений, гистограммы измерений, таблицы результатов измерений со статистикой, а также результатов поиска по событиям на последовательнойшине — и все это одновременно!

Исключительно простой интерфейс пользователя, не отвлекающий внимание от основных задач

Панель настроек (Settings Bar) для управления основными параметрами и сигналами

Параметры управления сигналами и режимами отображения выводятся в форме последовательности ярлыков в Панели настроек (Settings bar), расположенной вдоль нижней части экрана. Панель настроек обеспечивает немедленный доступ к наиболее часто используемым функциям управления сигналами. С помощью одного касания можно:

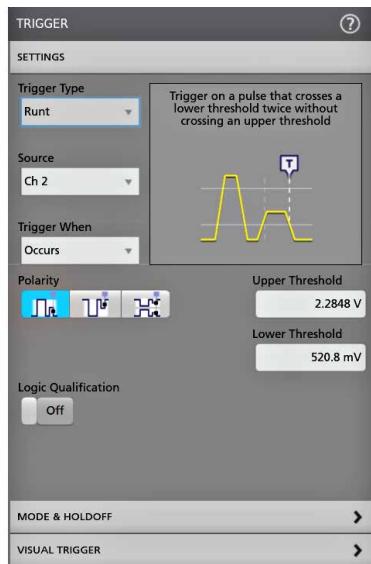
- включать каналы;
- добавлять расчетные сигналы;
- добавлять эталонные сигналы;
- добавлять осциллографы сигналов шин;
- включать встроенный генератор AFG (опция);
- включать встроенный цифровой вольтметр (опция).

Панель результатов (Results Bar) измерений и анализа

Панель результатов на правой стороне экрана позволяет мгновенно, одним касанием, получить доступ к общим аналитическим инструментам, например курсорам, измерениям,

поиску и меткам таблиц декодирования сигналов шин, диаграммам и примечаниям.

Показания цифрового вольтметра, ярлыки результатов измерений и поиска отображаются в Панели результатов и не закрывают область отображения осциллографа. Чтобы увеличить область отображения сигналов, можно скрыть Панель результатов, а затем вновь вывести на экран в любое время.



Доступ к меню настроек производится двойным щелчком по требуемому элементу на экране. Для этого дважды коснитесь ярлыка Trigger (Запуск), чтобы отобразить меню конфигурации запуска (Trigger configuration).

Реализация технологии сенсорного управления

Осциллографы с сенсорными экранами появились много лет назад, но об интерфейсе с сенсорным управлением можно было только мечтать. Прибор MSO Серии 4 оснащен емкостным сенсорным экраном с диагональю , а также первым в отрасли интерфейсом пользователя, специально разработанным для сенсорного управления осциллографом.

Осциллографы MSO Серии 4 поддерживают технологии жестового управления, которые широко используются в телефонах и планшетах и только готовятся к внедрению на приборах.

- Перетаскивание сигналов влево/вправо или вверх/вниз для настройки положения по горизонтали и вертикали или панорамирования масштабированного изображения
- Жесты сжатия и растягивания для изменения масштаба или увеличения/уменьшения изображения по горизонтали или вертикали
- Перетащите элементы в корзину или перетащите их за край экрана, чтобы удалить
- Жест смахивания экрана справа налево для вывода Панели результатов или сверху вниз для перехода к меню в левом верхнем углу экрана

При помощи удобных и чувствительных органов управления на передней панели можно выполнять регулировки, пользуясь знакомыми ручками и кнопками. Кроме того, в качестве третьего метода управления можно добавить мышь или клавиатуру.



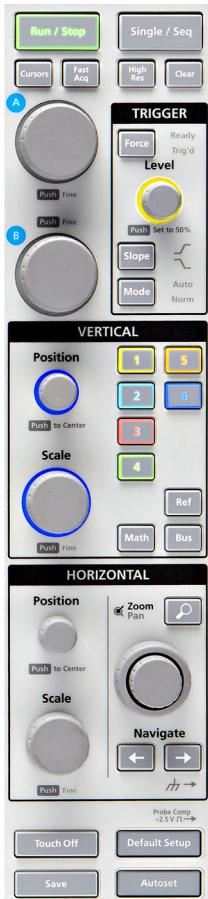
Работа с емкостным сенсорным экраном осуществляется таким же образом, как и с телефоном или планшетом.

Настраиваемый размер шрифта

Исторически пользовательские интерфейсы осциллографа были разработаны с фиксированными размерами шрифта для оптимизации просмотра осцилограмм и показаний. Эта реализация подходит, если у всех пользователей одинаковые предпочтения по просмотру, но так не бывает. Пользователи проводят много времени, глядя на экраны, и Tektronix признает это. MSO серии 4 предлагает пользовательские настройки для различных размеров шрифта; уменьшение до 12 точек или увеличение до 20 точек. При настройке размера шрифта интерфейс пользователя динамически масштабируется, что позволяет легко выбрать оптимальный размер для работы.



Сравнение, показывающее, как изменяется масштаб пользовательского интерфейса по мере изменения размера шрифта.



На модернизированной интуитивно понятной передней панели размещены все критически важные органы управления, и остается достаточно места для большого экрана высокой четкости с диагональю 15,6 дюйма.

Обновление элементов управления передней панели

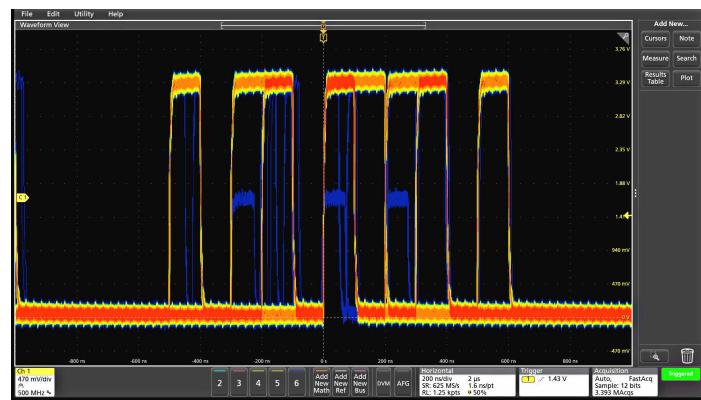
Как правило, переднюю панель осциллографа можно разделить на две приблизительно равных части — экран и органы управления. Экран осциллографа MSO Серии 4 занимает почти 75 % площади передней панели. Для этого была выполнена полная модернизация передней панели: сохранены критически важные органы управления для простых интуитивно понятных операций, но сокращено число кнопок меню для функций, к которым есть непосредственный доступ через элементы управления экрана.

Индикаторы в виде светодиодных колец с цветовой кодировкой указывают на функции регуляторов источника запуска и положения/шкалы на панели Vertical (Вертикаль). Большие кнопки Run / Stop (Пуск / Стоп) и Single / Sequence (Одиночный / Последовательность) находятся на самом заметном и удобном для пользователя месте в правом верхнем углу, ниже на передней панели размещены специальные кнопки для таких функций, как Force Trigger (Принудительный запуск), Trigger Slope (Фронт запуска), Trigger Mode (Режим запуска), Default Setup (Настройки по умолчанию), Auto-set (Автоматическая настройка) и Quick-save (Быстрое сохранение).

Почувствуйте разницу в производительности

Технология цифрового люминофора с режимом захвата FastAcq™

Для того чтобы устранить проблему, нужно ее локализовать. Быстро оценить истинные процессы, происходящие в тестируемом устройстве, позволяет технология цифрового люминофора с режимом захвата FastAcq. Большая скорость захвата — более 500 000 сигналов в секунду — обеспечивает высокую вероятность обнаружения кратковременно возникающих проблем, достаточно распространенных в цифровых системах: рант-импульсов, глитчей, проблем с таймингом и многих других. Градация яркости для индикации частоты появления редких переходных процессов относительно среднестатистических характеристик сигналов позволяет улучшить отображение редких событий.



Большая скорость захвата сигналов в режиме FastAcq обеспечивает обнаружение кратковременно возникающих проблем, достаточно распространенных в цифровых системах.

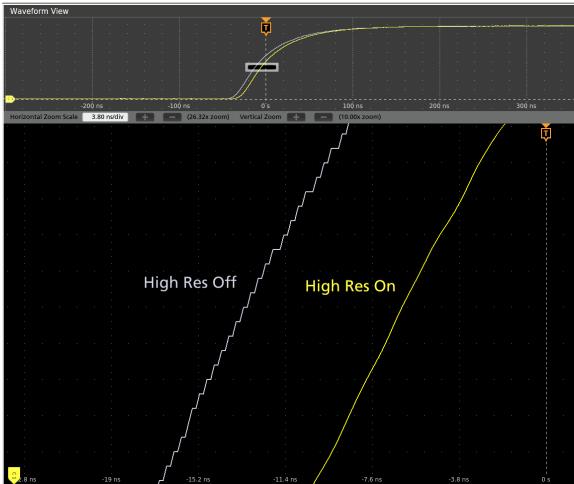
Лучшее среди аналогичных устройств разрешение по вертикали

Осциллограф MSO Серии 4 способен регистрировать интересующие сигналы с минимальным влиянием нежелательных шумов, что особенно полезно при анализе мельчайших деталей зарегистрированных сигналов с большой амплитудой. «Сердцем» прибора MSO Серии 4 являются 12-битные аналого-цифровые преобразователи (АЦП), обеспечивающие в 16 раз лучшее разрешение по вертикали по сравнению с обычными 8-битными АЦП.

В новом режиме высокого разрешения (High Res) используется уникальный аппаратный фильтр с импульсной характеристикой конечной длительности (КИХ) с соответствующими выбранной частоте дискретизации параметрами. КИХ-фильтр обеспечивает максимально возможную полосу пропускания для выбранной частоты дискретизации, в то же время предотвращает появление искажений из-за недостаточной частоты дискретизации и устраняет шум усилителей и помехи АЦП на частотах выше границы используемой полосы пропускания для выбранной частоты дискретизации. Режим высокого разрешения всегда обеспечивает разрешение по вертикали не менее 12 бит с

возможностью увеличения разрешения по вертикали до 16 бит при частотах дискретизации ≤ 125 Мвб/с.

Новые малошумящие входные усилители значительно расширяют возможности детального анализа сигналов в осциллографах смешанных сигналов MSO Серии 4 .



12-битные АЦП осциллографов MSO Серии 4 совместно с новым режимом высокого разрешения (High Res) обеспечивают лучшее в отрасли разрешение по вертикали.

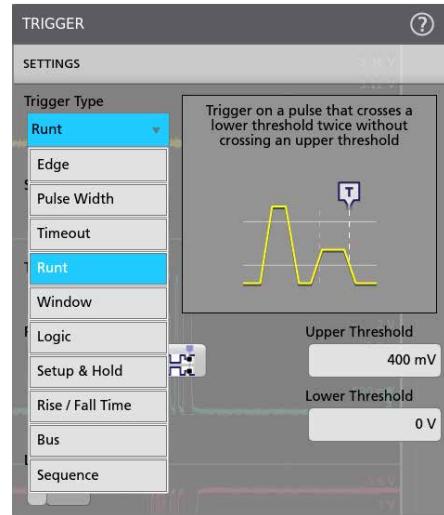
Запуск

Обнаружение сбоя в работе устройства — это лишь первый шаг. Теперь нужно захватить интересующее событие и установить причину его возникновения. Осциллограф MSO Серии 4 оснащен широчайшим набором расширенных функций запуска, включающих запуск по:

- рантам;
- логическому состоянию;
- длительности импульса;
- окну;
- времени ожидания;
- времени нарастания/понижения;
- нарушении времени установления и удержания;
- пакету последовательных данных;
- данным параллельной шины;
- последовательности;
- видеосигналу;
- визуальному запуску;
- зависимости РЧ-сигнала от времени (дополнительно);

Прибор с длиной записи до 62,5 млн точек может одновременно захватывать несколько интересующих событий и даже тысячи последовательных пакетов, сохраняя при этом высокое

разрешение, позволяющее детально рассмотреть мельчайшие подробности сигнала и обеспечить достоверность измерений.

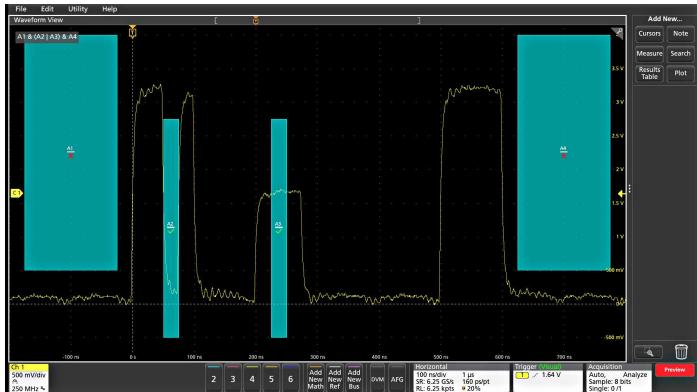


Широкий выбор типов запуска и контекстно зависимая справочная система меню запуска существенно упрощают обнаружение интересующих событий.

Визуальный запуск — быстрое обнаружение интересующего сигнала

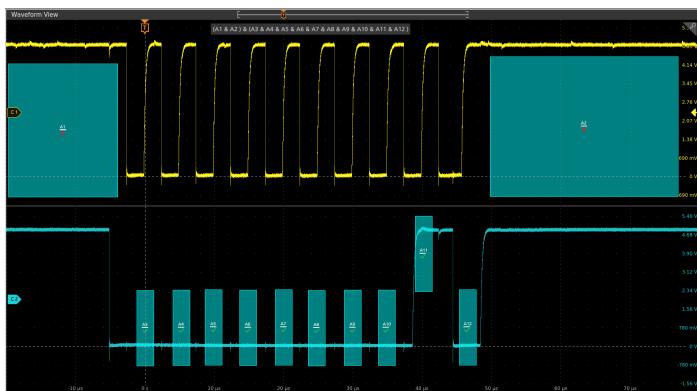
Для обнаружения нужного участка сложного сигнала с шины может потребоваться несколько часов сбора и сортировки тысяч захватов интересующего события. Определение момента запуска, который выделяет нужное событие, существенно ускоряет отладку и анализ.

Визуальный запуск расширяет возможности системы запуска прибора, сканируя все регистрируемые сигналы и сравнивая их с указанной на экране областью (геометрическая фигура). Для определения момента запуска сигнала можно создать неограниченное число областей при помощи мыши или сенсорного экрана, используя разные фигуры (треугольники, квадраты, шестиугольники и трапеции). После создания фигур их можно интерактивно изменять с учетом требований пользователя, чтобы добиться идеальных условий запуска. После определения нескольких областей можно воспользоваться экранными функциями редактирования для создания логических (булевых) выражений и настройки более сложных условий запуска.



Области визуального запуска выделяют интересующее событие и ускоряют тестирование за счет захвата только требуемого события.

Выполняя запуск только по самым важным событиям сигналов, функция визуального запуска может сэкономить время, которое тратится на регистрацию сигналов и ручной поиск в записях. За несколько секунд или минут можно найти самые важные события, завершить отладку и выполнение анализа. Визуальный запуск можно настроить даже на несколько каналов, что бывает необходимо для устранения проблем и отладки сложных систем.



Многоканальный запуск. Области визуального запуска можно привязать к событиям, которые могут происходить на нескольких каналах, например, запуск по заданной длительности пакета на канале 1 и по заданной битовой комбинации на канале 2.

Пробники для точного измерения высокоскоростных сигналов

Пассивные пробники напряжения серии TPP, , обладают всеми достоинствами пробников общего назначения, такими как широкий динамический диапазон, гибкие возможности подключения и прочная конструкция, демонстрируя при этом производительность активных пробников. Аналоговая полоса пропускания до 1 ГГц позволяет анализировать высокочастотные компоненты сигналов, а очень низкая входная емкость (3,9 пФ) сводит к минимуму влияние на цепи и создает меньше паразитных составляющих при более длинных проводах заземления.

Для измерения низких напряжений можно использовать пробники серии TPP с низким ослаблением (2X), поставляемые в качестве опций. В отличие от других пассивных пробников с

низким ослаблением, пробник TPP0502 имеет широкую полосу пропускания (500 МГц) и низкую входную емкость (12,7 пФ).



MSO Серии 4 в стандартной комплектации поставляется с одним пробником на канал (TPP0250 для моделей с частотой 200 МГц, TPP0500B для моделей с частотой 350 МГц и 500 МГц, TPP1000 для моделей с частотой 1 ГГц и 1,5 ГГц).

Интерфейс пробников TekVPI

С появлением интерфейса TekVPI® был установлен новый стандарт простоты использования пробников. Помимо надежного и безопасного соединения, многие пробники с интерфейсом TekVPI имеют индикаторы состояния и органы управления, а также кнопку вызова меню настройки пробника, расположенную непосредственно на корпусе. При помощи этой кнопки можно вывести меню пробника со всеми необходимыми настройками и элементами управления пробником на экран осциллографа. Интерфейс TekVPI обеспечивает непосредственное подключение токовых пробников, позволяя обойтись без отдельного источника питания. Поддерживается дистанционное управление пробниками с помощью USB или ЛВС, что позволяет гибко использовать их в составе автоматизированных контрольно-измерительных систем. Осциллограф MSO Серии 4 способен обеспечивать до 80 Вт питания на разъемах передней панели. Этого достаточно для работы всех подключенных пробников TekVPI без необходимости использования дополнительного источника питания для пробников.

Изолированная измерительная система IsoVu™

При разработке инвертора, оптимизации источников питания, тестировании линий связи, измерениях на резисторе токового шунта, проведении испытаний на ЭМС или на воздействие электростатического разряда, исключении контуров заземления в схеме тестирования — во всех этих случаях до сих пор инженеры не могли эффективно работать из-за синфазных помех.

Ситуацию изменила революционная технология IsoVu компании Tektronix, использующая оптическую линию связи и подачу питания по оптическому волокну для достижения полной гальванической развязки. Результатом объединения этой технологии и осциллографа MSO Серии 4 с интерфейсом TekVPI стала первая

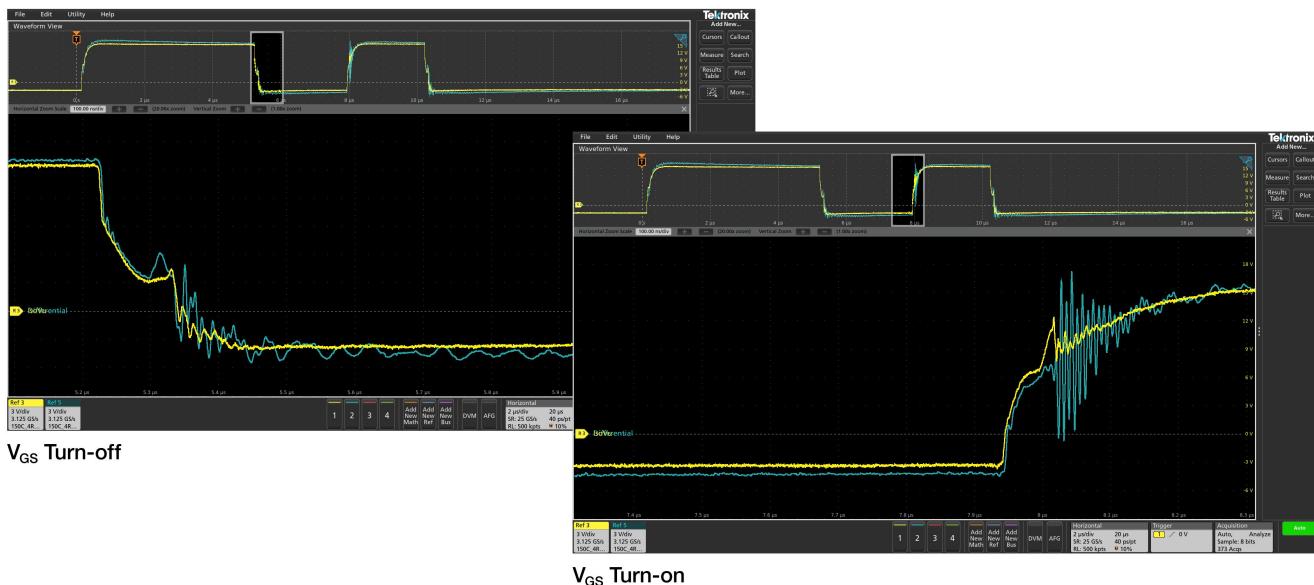
и единственная измерительная система, способная обеспечить высокую точность при измерении параметров широкополосных дифференциальных сигналов в присутствии большого синфазного сигнала, со следующими характеристиками:

- Полная гальваническая развязка
- Полоса пропускания до 1 ГГц
- Подавление синфазного сигнала 1 млн к 1 (120 дБ) на частоте 100 МГц
- Подавление синфазного сигнала 10 000 к 1 (80 дБ) во всей полосе пропускания
- Динамический диапазон дифференциального сигнала до 2500 В
- Диапазон напряжений синфазного сигнала 60 кВ



Измерительная система IsoVu™ серии TIVP компании Tektronix — это комплект оснастки с гальванической развязкой для высокоточных измерений широкополосных дифференциальных сигналов с амплитудой до 2500 Впик в присутствии больших синфазных сигналов. Система отличается самым высоким в этом классе приборов коэффициентом подавления синфазного сигнала по всей полосе пропускания.

Измерение напряжения строб-импульса на стороне высокого напряжения с помощью IsoVu



Дифференциальный пробник (синяя кривая) и пробник с оптической развязкой IsoVu (желтая кривая)

На рисунке выше показано напряжение строб-импульса на стороне высокого напряжения для стандартного дифференциального пробника в сравнении с пробником с оптической развязкой. Как при выключении, так и при включении можно увидеть высокочастотное затухание после прохождения строб-импульса устройства через пороговую область. Вследствие совмещения строб-импульса и контура питания предполагается возникновение затухания. Однако в случае применения дифференциального пробника амплитуда затухания значительно выше, чем при измерении пробником с оптической развязкой. Это, вероятно, связано с изменением опорного напряжения, которое вызывает синфазные токи в пробнике, и с помехами, создаваемыми стандартным дифференциальным пробником. Хотя форма сигнала, измеренная дифференциальным пробником, соответствует максимальному напряжению строб-импульса устройства, более точное измерение, выполненное пробником с оптической развязкой, позволяет понять, что параметры устройства находятся в пределах спецификации. Разработчики приложений, использующих стандартные дифференциальные пробники для измерения напряжения строб-импульса, должны соблюдать осторожность, поскольку невозможно отличить показания пробника от показанных здесь помех, создаваемых измерительной системой, а также определить фактическое отклонение характеристик устройства от номинальных параметров. Эти искажения измерения могут привести к увеличению разработчиком сопротивления строб-импульса для замедления переходного процесса коммутации и уменьшения паразитного сигнала. Однако это может без необходимости увеличить потери в устройстве SiC. По этой причине важно иметь измерительную систему, точно отражающую

фактическую динамику устройства, чтобы должным образом спроектировать систему и оптимизировать производительность.

Исчерпывающий анализ для быстрого и полного понимания систем

Базовый анализ сигналов

Для проверки соответствия технических характеристик прототипа имитационной модели и подтверждения достижения поставленных при проектировании целей необходимо выполнить тщательный анализ всех характеристик, начиная с простого измерения времени нарастания и длительности импульсов до сложного анализа потерь мощности, определения характеристик тактовых сигналов и исследования источников шумов.

Оscиллографы MSO Серии 4 предоставляют исчерпывающий набор инструментов стандартного анализа, включающий:

- курсоры, которые привязываются к сигналу или экрану;
- 36 типов автоматизированных измерений. Результаты измерений включают все экземпляры записей, возможность перехода от одного события к другому и немедленный просмотр максимального или минимального найденного в записи результата;

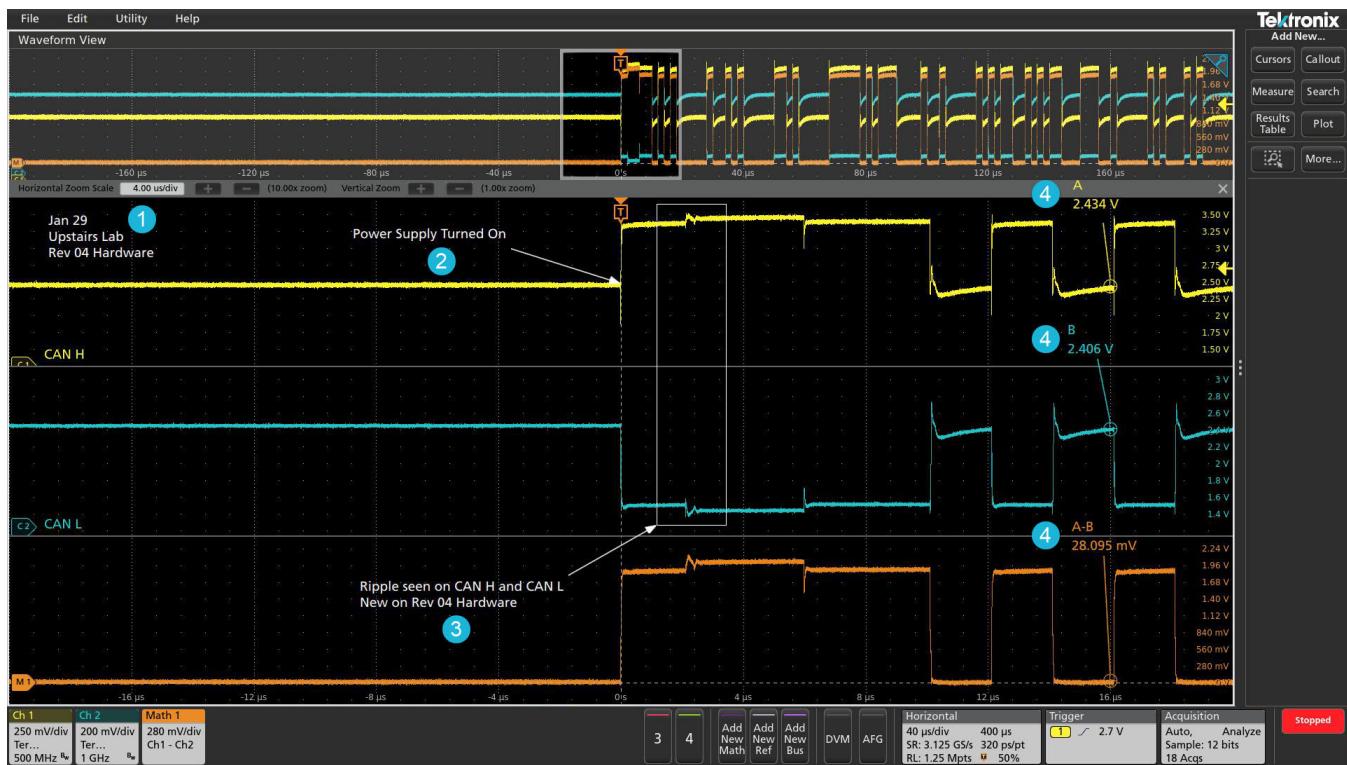
- базовые математические операции с сигналами;
- базовый анализ с БПФ;
- расширенные математические операции с сигналами, включая редактирование уравнений произвольных сигналов с включением фильтров и переменных;
- экран спектра: анализ частотного домена с независимыми элементами управления во временном и частотном доменах;
- режим сегментирования памяти FastFrame™, позволяющий более эффективно использовать память прибора за счет регистрации множества фрагментов по наступлению событий запуска в одну запись с удалением больших интервалов времени между интересующими событиями. Измерение параметров и отображение сегментов в записи возможно как по отдельности, так и с наложением.

Таблицы результатов измерений предоставляют полную статистику результатов как по отдельной записи, так и по совокупности всех записей.



Использование нескольких каналов для отображения тактового сигнала и сигналов данных.

ВЫНОСКИ



- 1 Note** Write and position a text box on the screen.
- 2 Arrow** Write and position a text box, then add an arrow to a specific location on the screen.
- 3 Rectangle** Write text and outline a specific region on the screen indicated by a resizable box.
- 4 Bookmark** Create a dynamic readout at a specified time relative to a trigger point. This readout includes text, magnitude of the signal, signal units, as well as a line and target indicating the bookmark reference point.

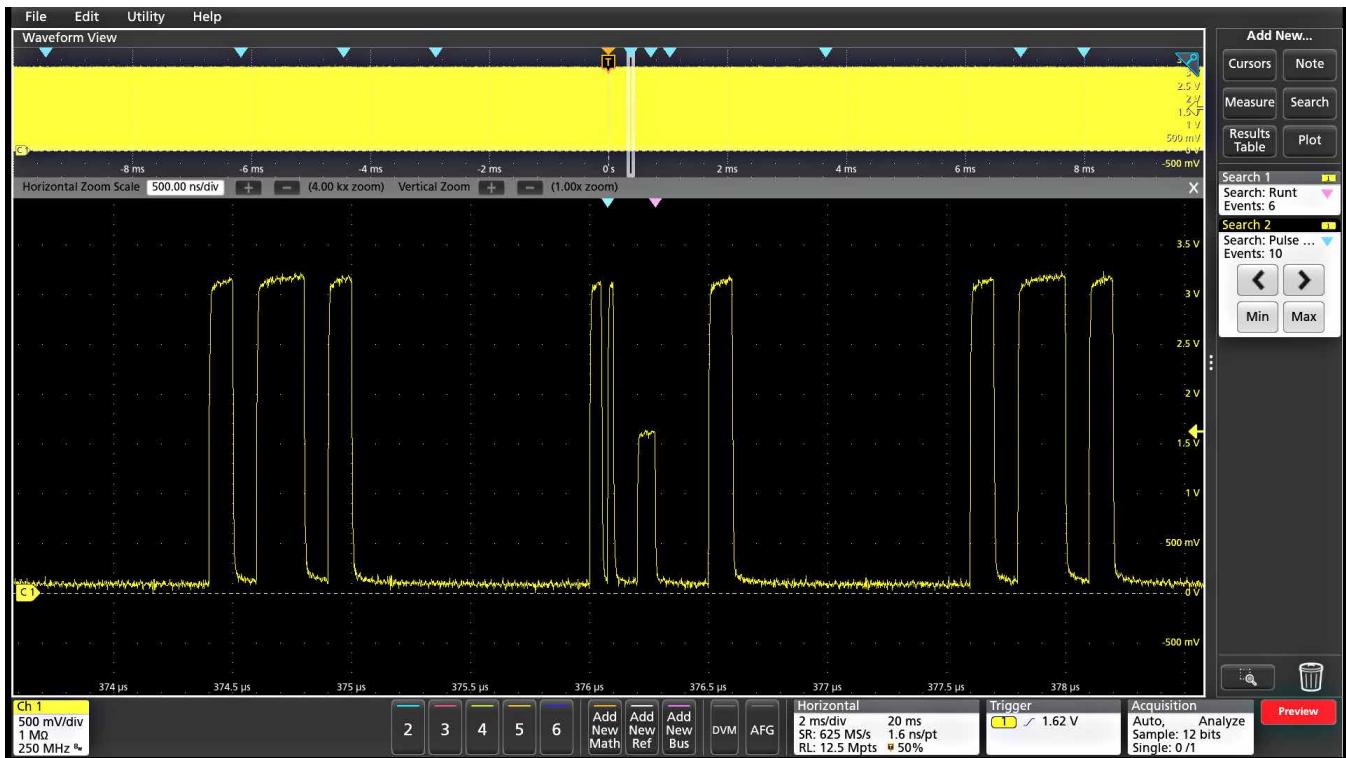
Простые в использовании выноски (примечание, стрелка, прямоугольник, закладка), подробно описывающие особенности данной настройки проверки и соответствующие результаты.

Документирование результатов и методов проверки имеет решающее значение при обмене данными между сотрудниками, воспроизведении измерений в более позднюю дату или предоставлении пользовательского отчета. Несколько нажатиями на экран можно создать необходимое количество пользовательских выносок, что позволяет документировать конкретные детали результатов проверки. С помощью каждой выноске можно настроить текст, местоположение, цвет, размер и тип шрифта.

Навигация и поиск

Без соответствующих инструментов поиск интересующего события в длинной записи сигнала может оказаться весьма трудоемким процессом. Учитывая, что в современных приборах длина записи исчисляется миллионами точек, поиск события может превратиться в просмотр нескольких тысяч экранов осциллографа.

Приборы MSO Серии 4 обеспечивают простой и быстрый поиск и навигацию по осцилограммам благодаря инновационной панели управления Wave Inspector®. С ее помощью можно ускорить панорамирование и масштабирование фрагментов записи. Уникальная система с механизмом обратной связи обеспечивает перемещение из одного конца записи в другой за считанные секунды. В качестве альтернативы можно воспользоваться опциями экрана с интуитивно понятным жестовым управлением для выделения и изучения интересующих сегментов длинной записи.

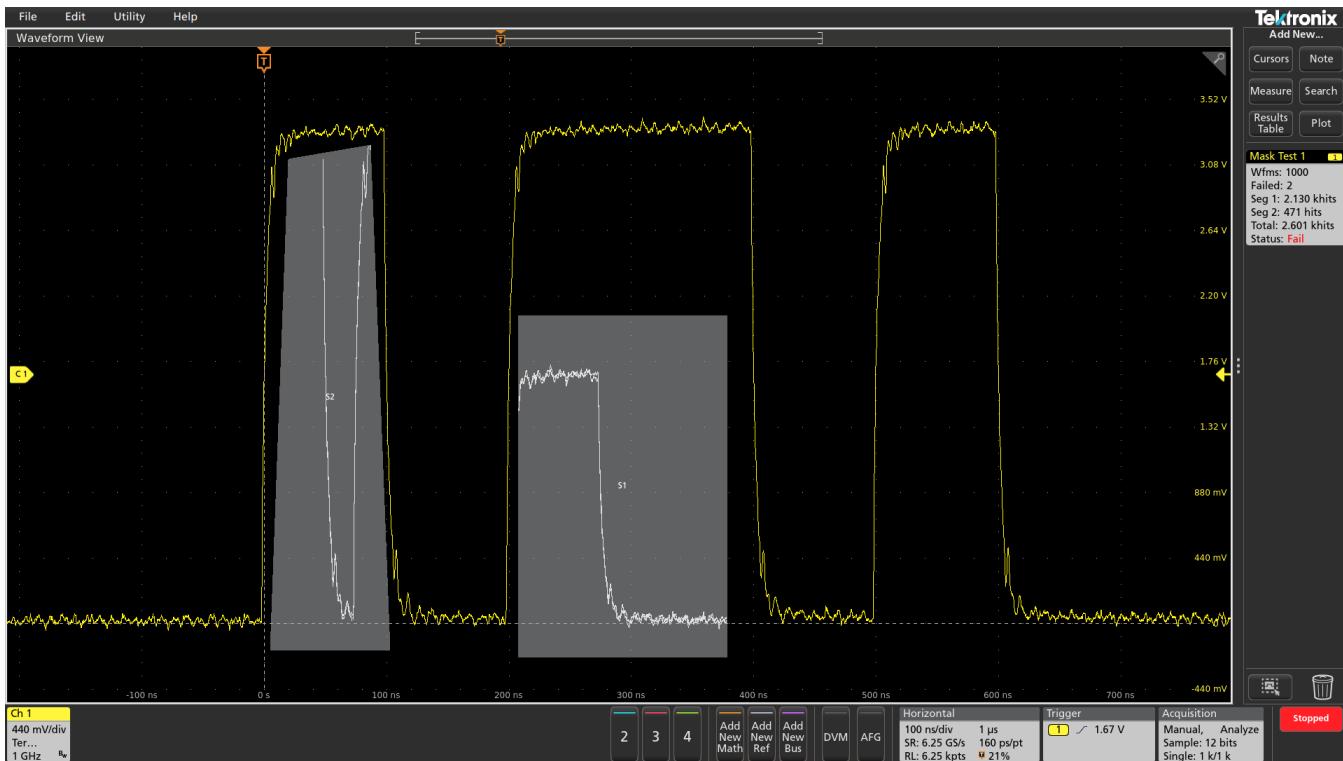


В режиме регистрации FastAcq в потоке цифровых данных обнаружен рант-импульс и запущена функция поиска. В этом сеансе регистрации Поиск 1 обнаружил в записи шесть рант-импульсов.

Кнопка Search (Поиск) позволяет выполнять автоматический поиск в длинных записях, например, определенных пользователем событий. Все обнаруженные события помечаются поисковыми метками, между которыми можно перемещаться при помощи кнопок Previous (←) и Next (→) (Назад и Вперед) на передней панели или на значке Search (Поиск) на экране прибора. В приборе предусмотрены следующие типы поиска: по фронту, длительности импульса, времени ожидания, рантам, окну, логическому состоянию, времени установления и удержания, времени нарастания/спада, содержимому пакетов параллельных/последовательных шин. Число типов поисков, задаваемых пользователем, не ограничивается.

Для быстрого перехода к минимальному и максимальному значениям в результатах поиска используются кнопки Min и Max на значке Search (Поиск).

Тестирование по маске и предельным значениям (дополнительно)



Настраиваемая маска с несколькими сегментами регистрирует всплески сигнала и рант-импульсы на осциллографе.

Независимо от того, сосредоточены ли вы на целостности сигнала или на настройке условий «годен/не годен» для производства, тестирование по маске является эффективным инструментом для определения поведения определенных сигналов в системе. Быстро создавайте пользовательские маски путем вычерчивания сегментов маски на экране. Настройте проверку в соответствии с конкретными требованиями и задайте действия, которые необходимо выполнить при регистрации совпадения с маской, а также при удовлетворительном или неудовлетворительном результате проверки.

Тестирование по предельным значениям — это удобный способ мониторинга долговременного поведения сигналов, который помогает определить характеристики новой конструкции или подтвердить производительность оборудования во время тестирования линии. Тестирование по предельным значениям сравнивает активный сигнал с идеальной («эталонной») версией того же сигнала, для которого пользователь устанавливает допуски по вертикали и горизонтали.

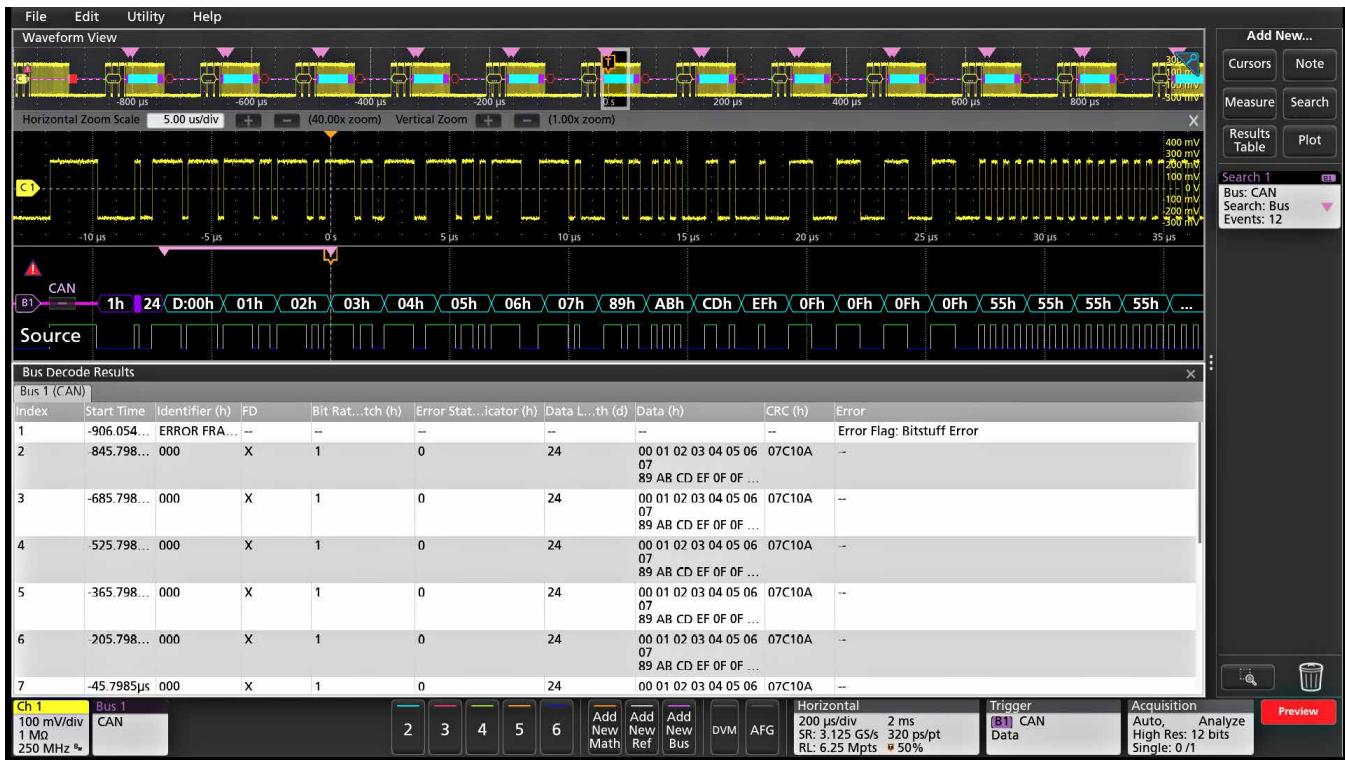
Вы можете легко настроить тестирование по маске или по предельным значениям в соответствии с вашими требованиями, выполнив следующие действия:

- Определение продолжительности тестирования по количеству осцилограмм;

- Установление порога превышения, который должен быть достигнут, чтобы результат тестирования мог считаться неудовлетворительным;
- Подсчет превышения/неудовлетворительных результатов и предоставление статистической информации;
- Настройка действий при превышениях, неудовлетворительных результатах тестирования и выполнении тестирования

Запуск по сигналам последовательных шин и их анализ (опция)

Возможность оценивать активность системы по наблюдениям за трафиком одной или нескольких последовательных шин часто оказывается неоценимой при проведении отладки. Декодирование даже одного пакета с последовательной шиной вручную может занимать значительное время, не говоря уже о тысячах зарегистрированных пакетов, которые могут быть записаны при длительном сеансе регистрации.



Запуск по пакету сигналов последовательной шины CAN. На осцилограмме сигнала шины отображается декодированное содержимое пакета, в том числе Start (Начало кадра), Arbitration (Поле арбитража), Control (Поле контроля), Data (Поле данных), CRC (Поле CRC) и ACK (Поле подтверждения), а в таблице декодирования отображается содержимое всех пакетов для всей записи.

MSO серии 4 предлагает надежный набор инструментов для работы с наиболее распространенными последовательными шинами, которые используются во встраиваемых системах, включая I²C, SPI, eSPI, I3C, RS-232/422/485/UART, SPMI, SMBus, CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, SENT, PSI5, CXPI, USB LS/FS/HS, eUSB2.0, Ethernet 10/100, EtherCAT, аудио (I2S/LJ/RJ/TDM), MIL-STD-1553, ARINC 429, Spacewire, NRZ, Manchester, SVID, SDLC, 1-Wire и MDIO.

Поиск в сигналах протоколов последовательных шин позволяет обнаруживать в продолжительных записях пакеты, содержимое которых соответствует заданному. Каждое обнаруженное событие помечается меткой. Для быстрого перемещения между метками можно использовать кнопки Previous (←) и Next (→) на передней панели (Назад и Вперед) или на значке Search (Поиск), который находится на Панели результатов.

И если известно, что интересующее подлежащее регистрации событие происходит после передачи отдельной команды по последовательной шине, наилучшим решением будет настройка запуска по наступлению этого события. К сожалению, это не так просто, как установить запуск по фронту или длительности импульса.

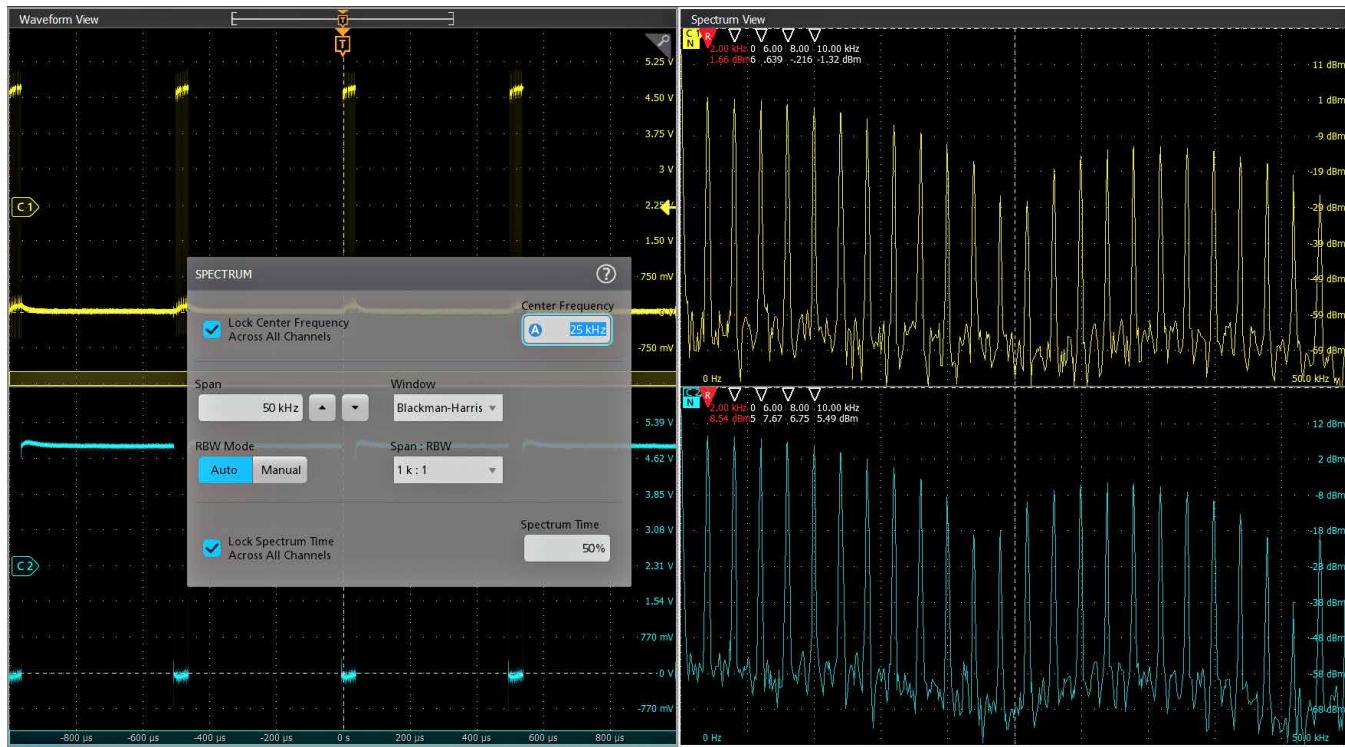
Указанные инструменты для последовательных шин применимы и для работы с параллельными шинами. Поддержка инструментов для работы с параллельными шинами входит в стандартный комплект осциллографов смешанных сигналов MSO Серии 4 . Параллельные шины могут передавать до 48 бит и комбинировать аналоговые и цифровые каналы.

- Запуск по сигналам протоколов последовательных шин позволяет осуществлять запуск по указанному содержимому пакета, включая начало пакета, указанные адреса, указанные данные, уникальные идентификаторы и ошибки.
- Совместное представление отдельных составляющих сигнала шины на высоком уровне (тактового сигнала, данных, разрешения выбора кристалла и т.п.) с нанесенной на изображение разметкой упрощает нахождение начала и конца

пакетов и идентификацию входящих в них элементов, таких как адрес, данные, идентификатор, контрольная сумма и т.п.

- Осциллографмма сигнала шины отображается на одной временной оси с другими выводимыми сигналами, что позволяет легко измерять временные характеристики при взаимодействии различных частей испытываемой системы.
- Таблицы декодированных сигналов шины позволяют представить все декодированные пакеты в составе записи сигнала в форме таблицы, подобно тому, как кодируют в листингах программ. Пакеты снабжаются метками времени и выводятся последовательно столбцами для каждого отдельного компонента (адрес, данные и т. п.).

Экран спектра



Интуитивно понятные элементы управления анализатором спектра, такие как центральная частота, диапазон и разрешение полосы пропускания (RBW), независимые от элементов управления во временном домене, обеспечивают простоту настройки анализа в частотном домене. Экран спектра можно отобразить для каждого аналогового входа FlexChannel, что позволяет выполнять многоканальный комбинированный анализ сигналов.

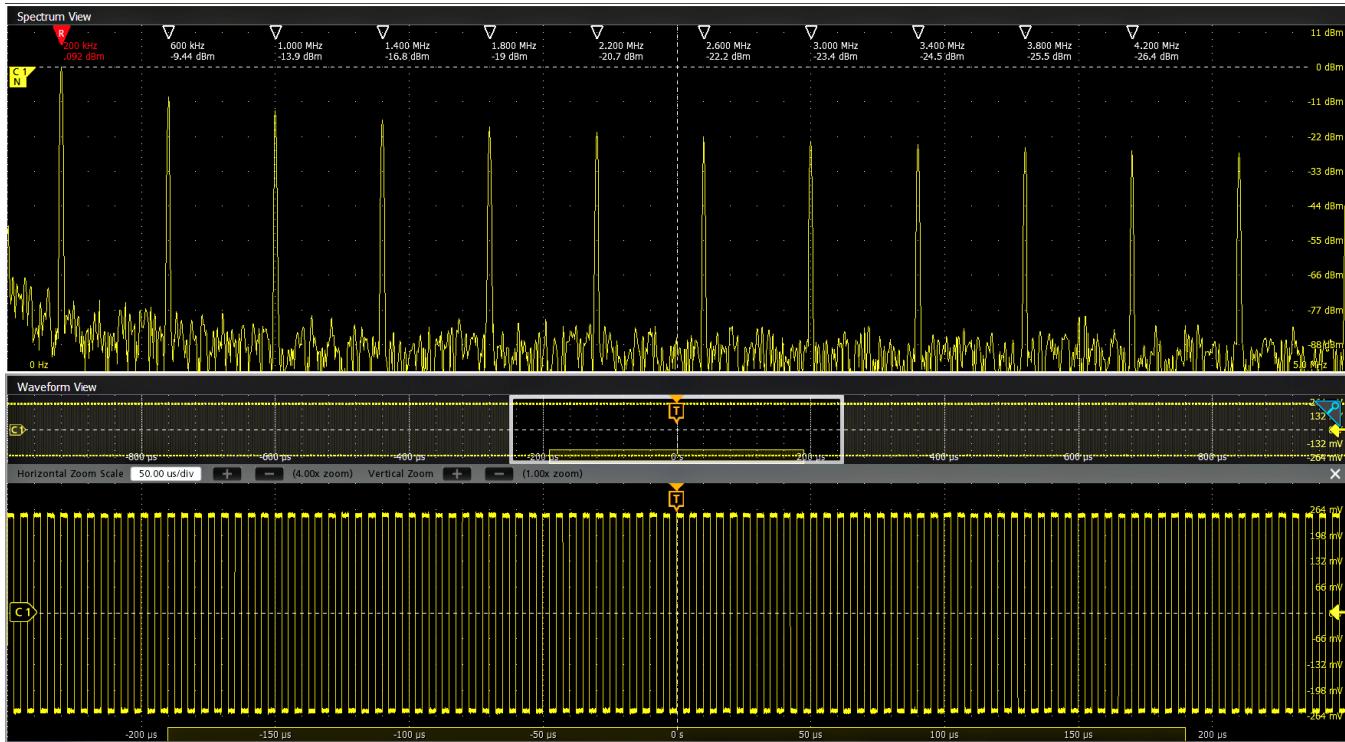
Часто проще устранять проблемы, наблюдая за одним или несколькими сигналами в частотном домене. Для этой цели в осциллографы встроена функция математического представления БПФ для частотных декад. Хотя на практике пользоваться БПФ сложно по двум основным причинам.

Первая заключается в том, что при выполнении анализа в частотном домене используются такие элементы управления, как центральная частота, диапазон и разрешение по полосе пропускания (RBW), которые обычно применяются в анализаторе спектра. Но за этим следует БПФ, где используются традиционные элементы управления осциллографа — частота дискретизации, длина записи и горизонтальная развертка (сек/дел.); и специалисту нужно мысленно переключиться, чтобы получить представление о том, что он ищет в частотном домене.

Вторая причина состоит в том, что управление БПФ осуществляется той же системой регистрации, которая работает с экраном временного домена аналоговых сигналов. При оптимизации настроек регистрации для экрана аналоговых сигналов ухудшаются параметры экрана в частотном домене.

При хорошей настройке экрана частотного домена ухудшается изображение аналоговых сигналов. При использовании математического представления БПФ получить оптимальные изображения на экранах в обоих доменах практически невозможно.

Режим спектра полностью решил эту проблему. Согласно запатентованной технологии Tektronix за каждым входом FlexChannel установлен дециматор для временного домена и цифровой преобразователь с понижением частоты для частотного домена. Два разных тракта для регистрации сигналов позволяют одновременно просматривать изображения входных сигналов во временном и частотном домене с использованием независимых настроек регистрации для каждого домена. Технологии «спектрального анализа» предлагают и другие производители, заявляя, что их решения простые в использовании, однако все они имеют ограничения, описанные выше. И только Режим спектра сочетает чрезвычайную простоту использования с возможностью одновременного вывода оптимальных изображений в обоих доменах.



Индикатор «Spectrum Time» задает интервал времени для расчета БПФ. На экране временного домена он имеет вид прямоугольника, который можно сдвигать для корреляции времени с сигналом во временном домене. Это отличное решение для комбинированного анализа. До 11 автоматизированных маркеров пиков служат для отображения значений частоты и величины каждого пика. Маркер опорного значения всегда устанавливается на самый большой пик и окрашен в красный цвет.

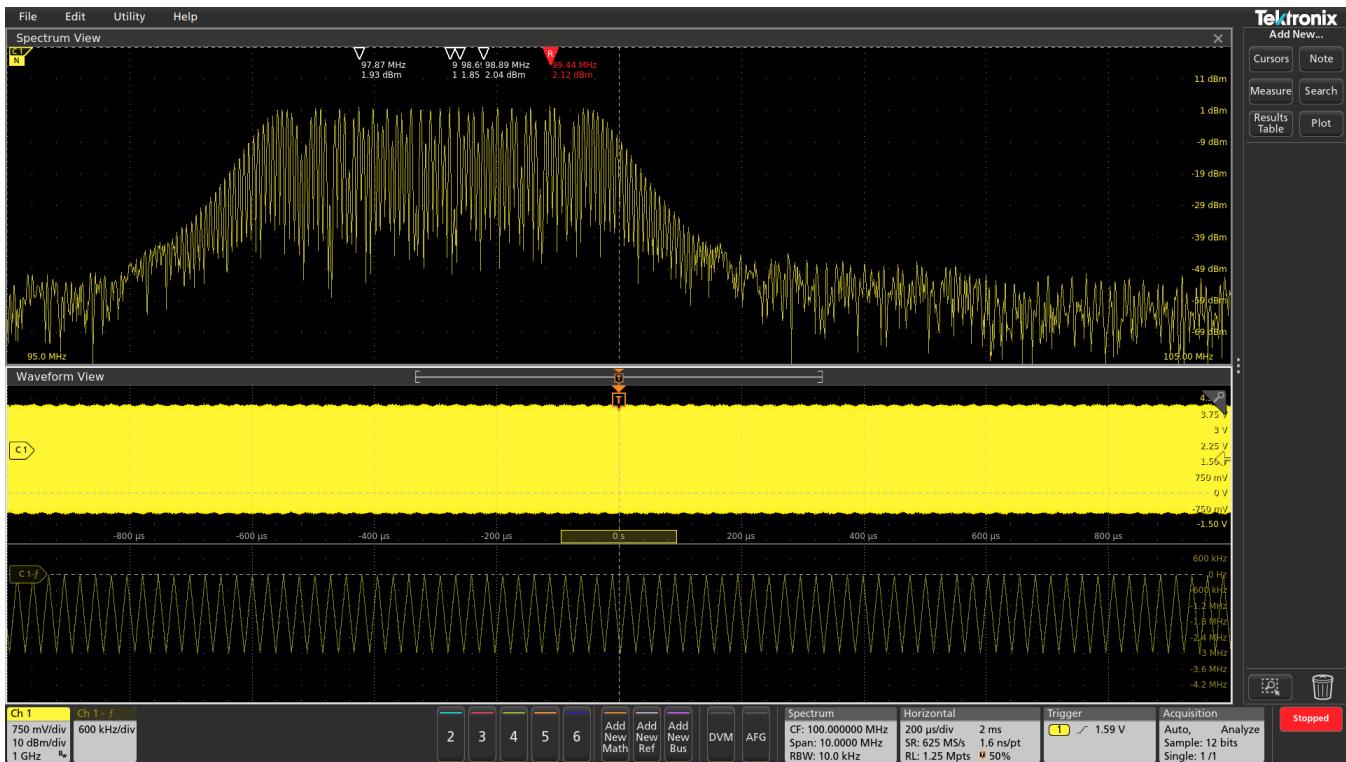
Визуализация изменений РЧ-сигнала (дополнительно)

Представление РЧ осциллографом во временном домене помогает лучше понять поведение изменяющегося во времени радиочастотного сигнала. Существуют три кривые временного домена РЧ-сигнала, полученные из базовых данных I и Q в режиме спектра (Spectrum View):

- Величина — график зависимости мгновенных значений амплитуды спектра от времени;

- Частота — график зависимости отношения мгновенных значений частоты спектра к центральной частоте от времени;
- Фаза — график зависимости отношения мгновенных значений фазы спектра к центральной частоте от времени.

Все три осциллографы могут отображаться на дисплее одновременно, причем каждая из них может быть включена или выключена независимо от других осциллографов.



Нижняя кривая — это зависимость частоты от времени, полученная на основе входного сигнала. Обратите внимание, что индикатор *Spectrum Time* (Время спектра) расположен в области перехода с низшей частоты на среднюю, таким образом, энергия распределена между несколькими частотами. С помощью графика зависимости частоты от времени можно легко отслеживать различные скачки частоты, что упрощает описание поведения устройства при переключении между частотами.

Запуск при изменении РЧ-сигнала (дополнительно)

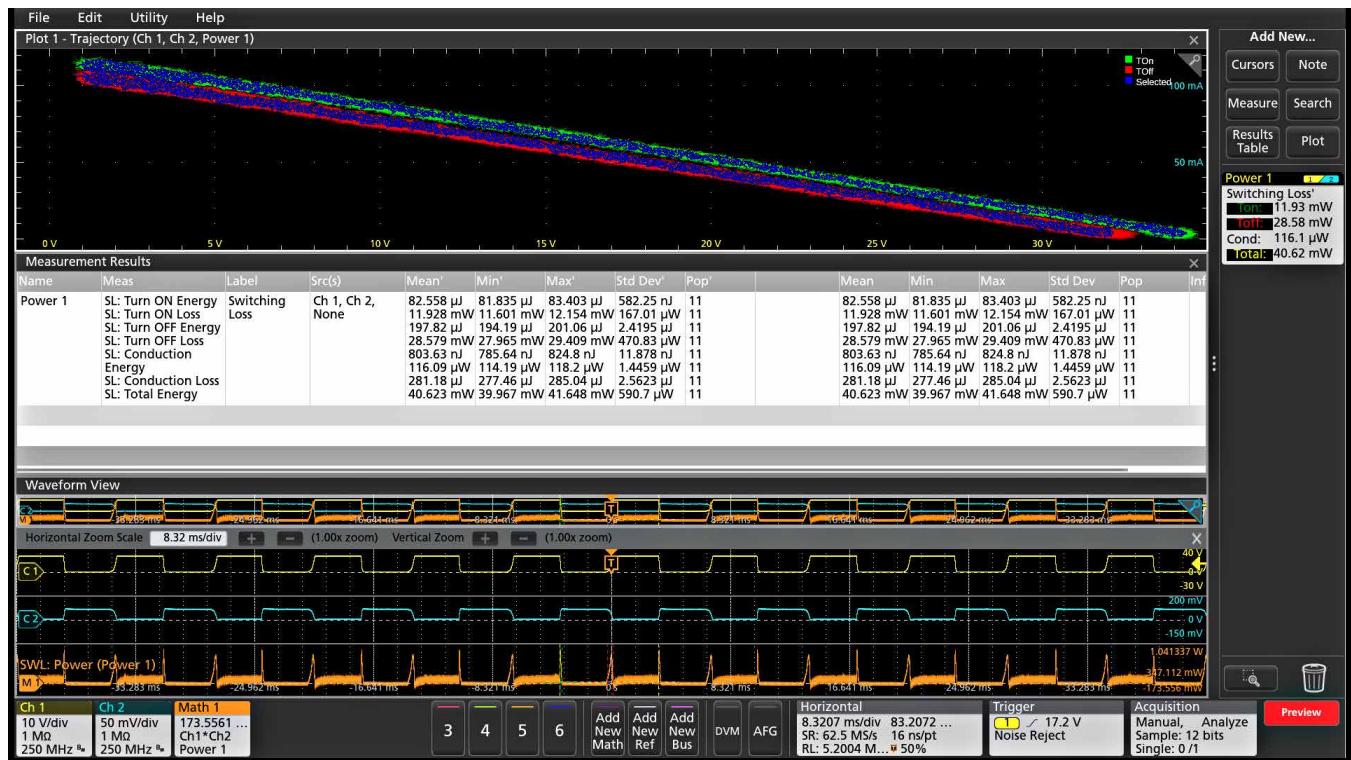
Независимо от того, нужно ли найти источник электромагнитных помех или понять поведение управляемого напряжением генератора, аппаратные триггеры для РЧ-сигналов в зависимости от времени упрощают изоляцию, захват и понимание поведения РЧ-сигнала. Запуск по фронтам, длительности импульса и времени ожидания характеристики РЧ-сигнала: зависимость величины от времени и зависимость частоты РЧ-сигнала от времени.

Анализ источников питания (опция)

В осциллографе MSO Серии 4 встроена опция анализа источников питания 4-PWR-BAS/SUP4-PWR-BAS, добавляющая к системе автоматических измерений прибора средства для быстрого повторяемого анализа качества электропитания, входной емкости, пускового тока, гармоник, коммутационных потерь, определения области устойчивой работы (SOA), модуляции, пульсаций, КПД,

измерений амплитуды и временных характеристик, а также скорости нарастания (dv/dt и di/dt).

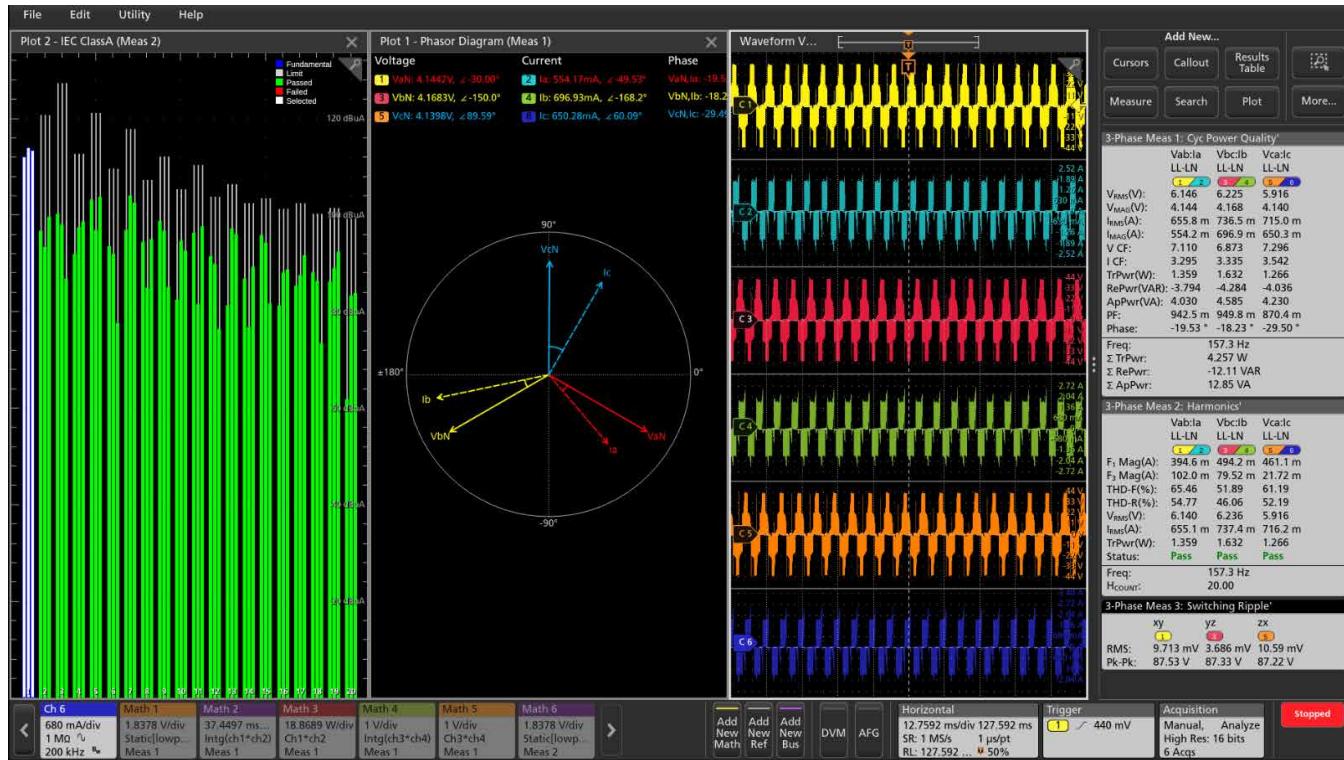
Автоматизация измерений позволяет оптимизировать их качество и повторяемость нажатием одной кнопки без необходимости использовать отдельный ПК или устанавливать сложное ПО.



Результаты измерений в режиме Power Analysis (Анализ источников питания) можно представить на экране в виде разных осцилограмм и графиков.

Дополнительный пакет для расширенного анализа источников питания 4-PWR/SUP4-PWR позволяет выполнять все измерения, которые выполняются с помощью 4-PWR-BAS/SUP4-PWR-BAS, а также магнитные измерения, отклик контура управления (график Боде) и коэффициент подавления помех по питанию (PSRR)

Анализ электрических параметров трехфазных систем (дополнительно)



Измерение показателей качества электроэнергии позволяет получать подробную информацию о трехфазных сигналах с помощью векторной диаграммы на основе осциллографа.

Измерения и анализ трехфазных источников питания по своей сути более сложны, чем в однофазных системах. Хотя осциллографы могут регистрировать формы сигналов напряжения и тока с высокой частотой дискретизации, для получения основной информации о мощности на основе данных необходимы дальнейшие вычисления. Решение для трехфазных систем на основе осциллографа обеспечивает захват трехфазных осциллограмм сигналов напряжения и тока с более высокой частотой дискретизации и большей длиной записи при использовании режима сбора данных HiRes (до 16 бит). Кроме того, решение для трехфазных систем генерирует ключевые результаты проверки мощности с поддержкой автоматизированных измерений. Преобразователи мощности с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) могут усложнить измерения, поскольку для сигналов ШИМ очень важно извлекать точные переходы через ноль, что делает осциллограф рекомендуемым для проектировщиков прибором для проверки и поиска неисправностей.

Программное обеспечение разработано специально для автоматизации анализа источников питания, что упрощает важные измерения в трехфазных источниках питания с ШИМ-системой и помогает инженерам быстрее получать аналитическую информацию о своих проектах. Решение для анализа трехфазных систем (опция 4-3PHASE) от Tektronix помогает инженерам улучшить и повысить эффективность проектирования трехфазных систем, используя все преимущества усовершенствованного пользовательского интерфейса, шести аналоговых входных каналов и режима высокого разрешения (16 бит) на MSO серии 4. Решение обеспечивает быстрые, точные и воспроизводимые результаты поддерживаемых электрических измерений. Его также можно настроить для измерения параметров преобразователей постоянного тока в трехфазный переменный ток, например, используемых в электромобилях.

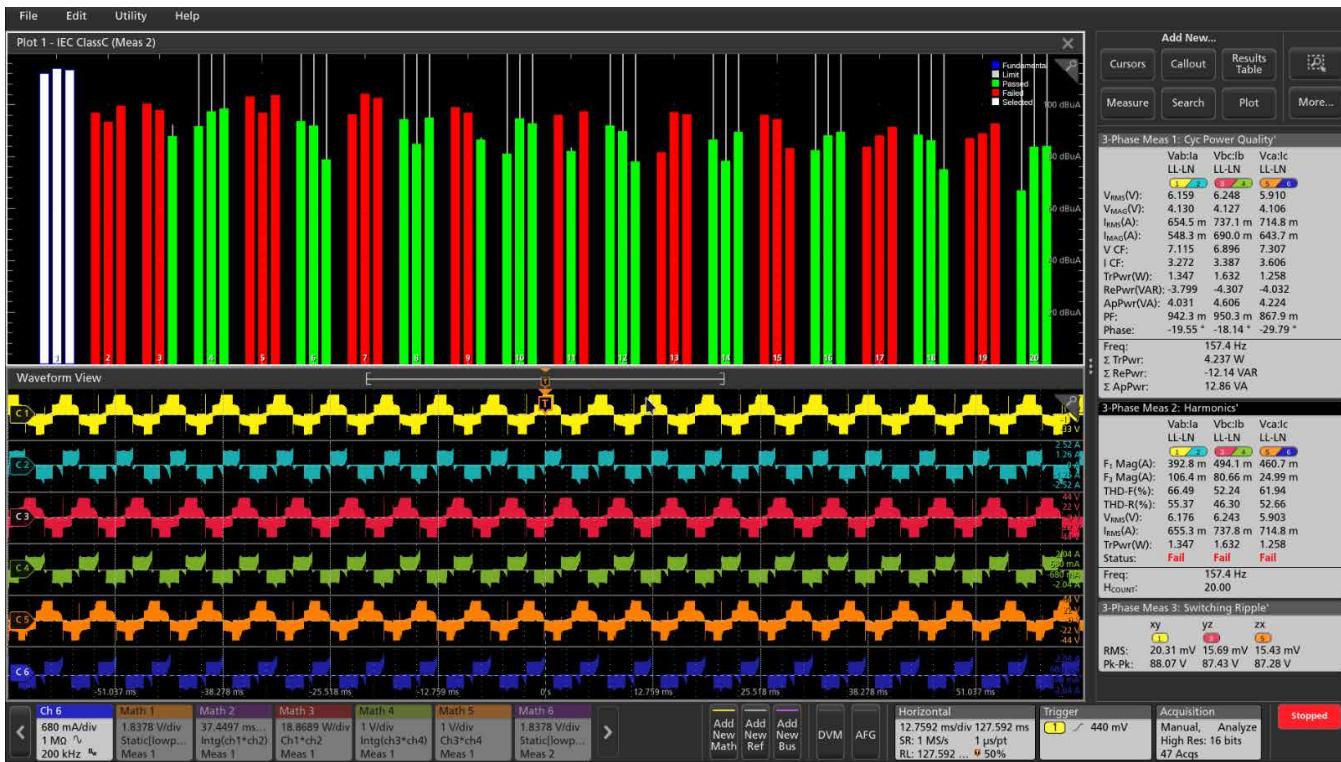


График гармоник показывает соответствие результатов проверки гармоник. Каждый набор полос содержит результаты для фаз A, B и C для простой корреляции. Набор зеленых полос указывает на то, что тест пройден, а красные полосы указывают на неудовлетворительные результаты.

Основные функции и характеристики:

- Точный анализ трехфазных ШИМ-сигналов.
- Уникальные векторные диаграммы на основе осциллографа позволяют быстро определить VRMS, IRMS, VMAG, IMAG и фазовые отношения для сконфигурированных пар проводки.
- Отладка трехфазных конструкций путем просмотра входных/выходных сигналов напряжения и тока привода во временном домене одновременно с векторной диаграммой.
- Функция трехфазной автоматической настройки позволяет настроить осциллограф для получения оптимальных горизонтальных, вертикальных, пусковых параметров и параметров регистрации для получения трехфазных сигналов.
- Измерение трехфазных гармоник в соответствии со стандартом IEEE-519 или с использованием пользовательских предельных значений.
- Быстрое добавление и настройка измерений с помощью интуитивно понятного интерфейса перетаскивания на MSO Серии 4.
- Анализ трехфазных конструкций преобразователей и автомобильных сетей для схемы «пост. ток — перем. ток».
- Отображает отфильтрованную форму сигнала классификатора фронта ШИМ во время анализа
- Отображает результаты проверки для каждой записи или цикла во время анализа для конкретных измерений.

- Поддерживает графики тенденции во времени и графики тенденций собранных данных для конкретных измерений.
- Поддерживает математическое преобразование «линейное в фазное» для конкретных схем подключения.

Обзор измерений

Анализ трехфазных систем прибором MSO серии 4 автоматизирует ключевые электрические измерения, сгруппированные по трем категориям:

- Анализ входного сигнала
- Анализ выходного сигнала
- Анализ пульсации

Каждый из этих разделов содержит ключевые измерения, которые являются критически важными для применения в трехфазных системах.

Прибор, разработанный с учетом пожеланий потребителей

Возможности подключения

На корпусе осциллографа MSO Серии 4 установлено несколько портов, через которые можно подключить прибор к сети, непосредственно к ПК или другому испытательному оборудованию.

- Три порта USB 2.0 на передней панели в сочетании с двумя дополнительными хост-портами USB 2.0 на задней панели обеспечивают быструю и простую передачу снимков экрана, настроек прибора и данных сигнала на USB-накопитель. К хост-портам USB также можно подключить мышь и клавиатуру с USB-интерфейсом для управления прибором и ввода данных.
- Порт USB Device (ведомый), который находится на задней панели, предназначен для дистанционного управления осциллографом с персонального компьютера.
- Стандартный порт 10/100/1000BASE-T Ethernet, размещенный на задней панели, обеспечивает подключение прибора к сетям и совместимость со стандартом LXI Core 2011.
- Порты HDMI, размещенные на задней панели приборов, предназначены для дублирования экрана прибора на внешнем мониторе или проекторе с разрешением 1920 x 1080.



Входы и выходы, которые нужны для подключения осциллографа MSO Серии 4 к испытательному оборудованию.

Удаленное управление для совместной работы

Хотите работать вместе с проектной группой на другом конце света?

Возможности e*Scope® позволяют управлять осциллографами посредством сетевого соединения с использованием обычного веб-браузера. Просто введите IP-адрес или сетевое имя осциллографа, и в окне браузера откроется страница управления. Удаленное управление осциллографом осуществляется точно так же, как и непосредственное.

Встроенный интерфейс стандартного промышленного протокола TekVISA™ позволяет использовать и расширять возможности приложений OC Windows для анализа и документирования данных. Драйверы прибора IVI-COM включены в комплект поставки, что позволяет упростить организацию связи ПК с осциллографом с использованием ЛВС или интерфейса USBTMC.



Средства e*Scope обеспечивают дистанционное отображение экрана и управление прибором с помощью обычных веб-браузеров.

Анализ на основе ПК и удаленное подключение к осциллографу

Используйте функции анализа лучших в отрасли осциллографов на вашем ПК. Анализ сигналов можно выполнять в любое время в любом месте. Базовая лицензия позволяет просматривать и анализировать осцилограммы, выполнять различные измерения и декодировать наиболее распространенные последовательные шины, и все это при удаленном доступе к осциллографу. Опции расширенной лицензии добавляют такие возможности, как анализ сигналов с нескольких приборов, дополнительные возможности декодирования последовательных шин, анализ джиттера и измерение мощности.



Программное обеспечение TekScope для анализа на ПК работает на компьютере Windows, обеспечивая такой же исключительный опыт пользователей, как и MSO серий 4, 5 и 6.

Ключевые характеристики программного обеспечения для анализа TekScope PC включают:

- Вызов сеансов осциллографа Tektronix и файлов осцилограмм с оборудования Tektronix и других производителей.

- Поддерживаемые форматы файлов осцилограмм: .wfm, .isf, .csv, .h5, .tr0, .trc и .bin
- Удаленное подключение к MSO Серии 4/5/6 производства Tektronix для регистрации данных в режиме реального времени
- Обменивайтесь данными дистанционно с коллегами, чтобы они могли выполнять анализ и измерения, как если бы они находились рядом с осциллографом
- Синхронизация осцилограмм с нескольких осциллографов в режиме реального времени
- Выполняйте расширенный анализ, даже если осциллограф не оснащен программным обеспечением TekScope для анализа при помощи ПК

Рабочее пространство TekDrive для совместного тестирования и измерений

При помощи сервиса TekDrive можно выгружать, сохранять, упорядочивать, загружать и передавать файлы любого типа, а также выполнять их поиск с любого подсоединеного устройства. TekDrive встраивается в MSO Серии 4 на этапе изготовления как инструмент для быстрой передачи и извлечения файлов, исключающий необходимость в USB-накопителе. Теперь анализировать и изучать стандартные WMF-, ISF-, TSS- и CSV-файлы можно непосредственно в браузере, пользуясь простыми интерактивными окнами просмотра сигналов. Основным предназначением сервиса TekDrive является интеграция, автоматизация и обеспечение безопасности.

The screenshot shows the TekDrive web interface. On the left, there's a sidebar with 'Recent' (empty), 'My Files' (1.19 GB / 600 GB), and 'Shared With Me'. A blue button at the bottom says 'Add Files'. The main area is titled 'My Files' and shows a list of files with columns for Name, Size, and Added. The files listed are: Baseline Noise, Digital Data, Digital Measurements, Power Measurements, Ripple Measurements, and TekMSO5Series_I2c(1).tss (319.53 kB). There are also 'Add Files' and 'Create Folder' buttons at the top of the list.

Name	Size	Added
Baseline Noise		9/10/20
Digital Data		9/10/20
Digital Measurements		9/10/20
Power Measurements		9/10/20
Ripple Measurements		9/10/20
TekMSO5Series_I2c(1).tss	319.53 kB	9/10/20

Среда совместной работы TekDrive обеспечивает сохранение файлов, получаемых непосредственно от низкопрофильного прибора Серии 4, и передачу данных коллегам

Генератор сигналов произвольной формы/стандартных функций (AFG)

Прибор содержит опциональный встроенный генератор сигналов произвольной формы/стандартных функций, идеальный для имитации сигналов датчика в процессе отладки и для добавления шума к полезным сигналам для моделирования неблагоприятных условий. Встроенный генератор сигналов стандартных функций выдает сигналы предварительно заданной формы с частотой до 50 МГц, в частности синусоидальные, прямоугольные, импульсные, линейно изменяющиеся, треугольные, напряжения

постоянного тока, шум, сигналы функций кардиального синуса (Sinc), Гаусса и Лоренца, экспоненциального подъема и спада, гаверсинуса и кардиосигнал. AFG может загружать осцилограммы размером до 128 тыс. точек из внутренней папки или запоминающего устройства USB.

Функция AFG совместима с программным обеспечением Tektronix ArbExpress, которое предназначено для создания и редактирования осцилограмм на ПК и существенно ускоряет и упрощает создание сложных осцилограмм.

Цифровой вольтметр и частотомер сигналов запуска

В прибор встроены 4-разрядный цифровой вольтметр (DVM) и 8-разрядный частотомер сигналов запуска. Источником сигналов для вольтметра может быть любой аналоговый вход, при этом вольтметр работает с теми стандартными пробниками, что уже подключены к осциллографу. Частотомер сигналов запуска с прецизионной точностью измеряет частоту сигнала события, по которому осуществляется запуск.

Цифровой вольтметр и частотомер сигналов запуска предоставляются бесплатно и активируются при регистрации прибора.

Опция усовершенствованной защиты прибора

Опция усовершенствованной защиты прибора 4-SEC устанавливает защиту паролем включения и отключения всех входов/выходов прибора и возможности обновления прошивки. Кроме того, опция 4-SEC обеспечивает наивысший уровень безопасности, исключая сохранение во внутренней памяти пользовательских настроек или данных сигналов, в соответствии с Руководством по исполнению национальной программы мер против утечки государственной секретной информации, находящейся в распоряжении промышленности (NISPOM) DoD 5220.22-M, глава 8, а также Руководством службы безопасности министерства обороны для сертификации и аккредитации засекреченных систем согласно требованиям документа NISPOM. Это гарантирует информационную безопасность при перемещении прибора за пределы режимной зоны.

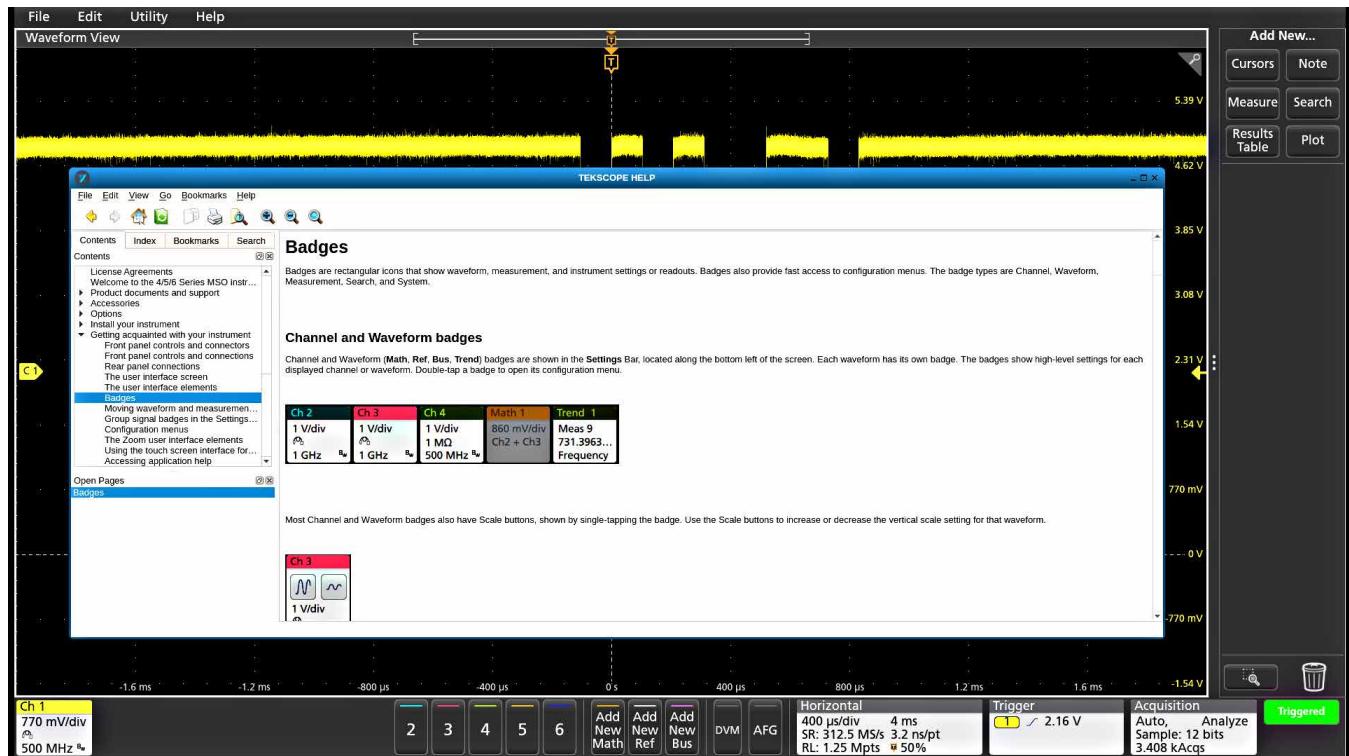
Встроенные меню и опции помощи

В прибор MSO Серии 4 загружено несколько полезных ресурсов, позволяющих быстро получить ответы на вопросы без трат времени на поиск информации в руководстве или на веб-сайте:

- Рисунки и пояснительный текст, которые включены в разные меню для быстрого ознакомления с характеристиками.
- Во всех меню в правом верхнем углу находится значок вопроса, который позволяет перейти непосредственно к

разделу встроенной справочной системы, связанному с этим меню.

- Краткая инструкция по интерфейсу пользователя, включенная в меню Help (Справка) для новых пользователей, которым нужно быстро ознакомиться с работой прибора.



Встроенная справочная система позволяет быстро получать ответы на вопросы без трат времени на поиск информации в руководстве или Интернете.

Характеристики

Наличие всех характеристик является гарантированным, характеристики относятся ко всем моделям, если не указано иное.

Основные характеристики модели

Осциллограф

	MSO44	MSO46
Входы FlexChannel	4	6
Максимальное число аналоговых каналов	4	6
Максимальное число цифровых каналов (с дополнительными логическими пробниками)	32	48
Дополнительный вход запуска	$\leq 300 \text{ В}_{\text{ср. кв.}}$ (запуск только по фронту)	
Полоса пропускания (расчетное время нарастания)	200 МГц, 350 МГц, 500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц	
Точность усиления по постоянному току	50 Ом: $\pm 1\%$, ($\pm 2,5\%$ при 1 мВ/дел. и 500 мкВ/дел.), ухудшается на $0,100\%/\text{ }^{\circ}\text{C}$ при температуре выше $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 1 МОм и 250 кОм: $\pm 1,0\%$, ($\pm 2,0\%$ при 1 мВ/дел. и 500 мкВ/дел.)	
Разрешение АЦП	12 бит	
Разрешение по вертикали	8 бит при 6,25 Гвыб/с 12 бит при 3,125 Гвыб/с 13 бит при 1,25 Гвыб/с (режим высокого разрешения) 14 бит при 625 Мвыб/с (режим высокого разрешения) 15 бит при 312,5 Мвыб/с (режим высокого разрешения) 16 бит при ≤ 125 Мвыб/с (режим высокого разрешения)	
Частота дискретизации	6,25 Гвыб/с на всех аналоговых/цифровых каналах (разрешение 160 пс)	
Длина записи (стандартная)	31,25 млн точек на всех аналоговых и цифровых каналах	
Длина записи (опция)	62,5 млн точек на всех аналоговых и цифровых каналах	
Скорость регистрации сигналов, типичная	>500 000 сигналов/с	
Генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций (опция)	13 типов предварительно заданных сигналов с частотой до 50 МГц	
Цифровой вольтметр	4-разрядный цифровой вольтметр (предоставляется бесплатно при регистрации прибора)	
Частотомер сигналов запуска	8-разрядный частотомер (предоставляется бесплатно при регистрации прибора)	

Вертикальная система — аналоговые каналы

Выбор полосы пропускания 50 Ом: 20 МГц, 250 МГц и полная полоса пропускания модели
1 МОм: 20 МГц, 250 МГц, 500 МГц

Связь входа с источником сигнала Пост. ток, перем. ток

Входной импеданс 50 Ом $\pm 1\%$ 1 МОм $\pm 1\%$ при 13,0 пФ $\pm 1,5$ пФ

Диапазон чувствительности входа

1 МОм От 500 мкВ/дел. до 10 В/дел. с кратностью шага 1-2-5

50 Ом от 500 мкВ/дел. до 1 В/дел. с кратностью шага 1-2-5

Примечание: 500 мкВ/дел. — это 2-кратное цифровое увеличение режима 1 мВ/дел. либо 4-кратное цифровое увеличение режима 2 мВ/дел. в зависимости от полосы пропускания прибора

Максимальное входное напряжение 50 Ом: 5 В_{ср.кв.}, с пиковыми значениями не более ± 20 В (коэф. заполн. $\leq 6,25\%$)

1 МОм: 300 В_{ср.кв.}

Для 1 МОм: снижение на 20 дБ на декаду в диапазоне от 4,5 до 45 МГц;

Снижается на 14 дБ на декаду в диапазоне от 45 до 450 МГц; >450 МГц, 5,5 В_{ср.кв.}

Эффективная разрядность (ENOB — эффективное количество битов), типичная

Режим высокого разрешения, 50 Ом, входной сигнал 10 МГц при 90 % предельной амплитуды входного сигнала

Полоса пропускания	ENOB (эфф. количество битов)
1,5 ГГц	7,1
1 ГГц	7,6
500 МГц	7,9
350 МГц	8,2
250 МГц	8,2
20 МГц	8,9

Случайный шум (ср. кв.), типич.

Модели с полосой пропускания 1,5 ГГц, 1 ГГц, 500 МГц, 350 МГц, 200 МГц, режим высокого разрешения (ср. кв.), типич.

В/дел.	50 Ом					1 МОм				
	1 ГГц	500 МГц	350 МГц	250 МГц	20 МГц	500 МГц	350 МГц	250 МГц	20 МГц	
≤ 1 мВ/дел.	260 мкВ	200 мкВ	150 мкВ	125 мкВ	75,0 мкВ	200 мкВ	140 мкВ	120 мкВ	75,0 мкВ	
2 мВ/дел	280 мкВ	200 мкВ	150 мкВ	125 мкВ	75,0 мкВ	200 мкВ	140 мкВ	120 мкВ	75,0 мкВ	
5 мВ/дел.	305 мкВ	235 мкВ	185 мкВ	135 мкВ	75,0 мкВ	210 мкВ	150 мкВ	130 мкВ	75,0 мкВ	
10 мВ/дел	335 мкВ	275 мкВ	220 мкВ	160 мкВ	80,0 мкВ	230 мкВ	160 мкВ	150 мкВ	80,0 мкВ	
20 мВ/дел	425 мкВ	360 мкВ	270 мкВ	230 мкВ	110 мкВ	280 мкВ	200 мкВ	200 мкВ	100 мкВ	
50 мВ/дел.	800 мкВ	800 мкВ	570 мкВ	460 мкВ	200 мкВ	520 мкВ	370 мкВ	410 мкВ	180 мкВ	
100 мВ/дел.	1,62 мВ	1,23 мВ	1,04 мВ	1,04 мВ	470 мкВ	1,24 мВ	880 мкВ	930 мкВ	460 мкВ	
Продолжение таблицы...										

	50 Ом					1 МОм			
B/дел.	1 ГГц	500 МГц	350 МГц	250 МГц	20 МГц	500 МГц	350 МГц	250 МГц	20 МГц
1 В/дел	13,0 мВ	9,90 мВ	8,95 мВ	8,95 мВ	3,78 мВ	14,30 мВ	10,20 мВ	10,30 мВ	5,45 мВ

Погрешность коэффициента усиления по постоянному току

✓ **50 Ом** $\pm 2,0\%^5$ ($\pm 2,0\%$ при 2 мВ/дел., $\pm 4\%$ при 1 мВ/дел., типич.)

$\pm 1,0\%^6$ полной шкалы ($\pm 1,0\%$ полной шкалы при 2 мВ/дел., $\pm 2\%$ при 1 мВ/дел., типич.)

Диапазон положений ± 5 делений

Диапазоны смещения, максимальные

Уровень входного сигнала не может превышать максимальное входное напряжение для входа 50 Ом.

Все модели

Настройка В/дел.	Макс. диапазон смещения, вход 50 Ом
от 1 мВ/дел до 99 мВ/дел	± 1 В
от 100 мВ/дел до 1 В/дел	± 10 В

Настройка В/дел.	Макс. диапазон смещения, вход 50 Ом
от 500 мкВ/дел. до 99 мВ/дел.	± 1 В
от 100 мВ/дел до 1 В/дел	± 10 В

Настройка В/дел.	Макс. диапазон смещения, вход 1 МОм
от 500 мкВ/дел. до 63 мВ/дел.	± 1 В
от 64 до 999 мВ/дел.	± 10 В
от 1 до 10 В/дел.	± 100 В

Погрешность смещения $\pm(0,005 X | \text{смещение} - \text{положение} | + 0,2 \text{ дел.} (0,4 \text{ дел. при } 500 \text{ мкВ/дел.}))$

⁵ Сразу после компенсации сигнального тракта. При изменении температуры окружающей среды добавляется 2 % на каждые 5 °C.

⁶ Сразу после компенсации сигнального тракта. При изменении температуры добавляются 1 % на каждые 5 °C.

Переходное затухание между каналами (изоляция каналов), типич. $\geq 200 : 1$ в номинальной полосе пропускания для двух любых каналов с одинаковой настройкой чувствительности по вертикали В/дел.

Система вертикального отклонения цифровых каналов

Число каналов 8 цифровых входов (D7-D0) на установленный TLP058 (с возможностью обмена на один аналоговый канал)

Разрешение по вертикали 1 бит

Минимальная обнаруживаемая длительность импульса, типич. 1 нс

Пороги Один порог на цифровой канал

Пороговый диапазон ± 40 В

Разрешение порога 10 мВ

Погрешность порога $\pm [100 \text{ мВ} + 3 \% \text{ от порогового значения после калибровки}]$

Гистерезис входной цепи, типов. 100 мВ на наконечнике пробника

Динамический диапазон входа, типичное значение 30 В_{пик-пик} для $F_{\text{вх}} \leq 200 \text{ МГц}$, 10 В_{пик-пик} для $F_{\text{вх}} > 200 \text{ МГц}$

Абсолютное максимальное входное напряжение, типичное значение ± 42 Впик

Минимальный размах напряжения, типичное значение 400 мВпик-пик

Входной импеданс, типичное значение 100 кОм

Входная емкость пробника, типов. 2 пФ

Система горизонтального отклонения

Диапазон временной развертки от 200 пс/дел. до 1000 с/дел.

Диапазон изменения частоты дискретизации от 1,5625 выб/с до 6,25 Гвыб/с (в режиме реального времени)
от 12,5 до 500 Гвыб/с (с интерполяцией)

Диапазон изменения длины записи

Стандартный от 1 тыс. до 31,25 млн точек с шагом в одну выборку

Опция 4-RL-1 62,5 млн точек

Апертурная неопределенность $\leq 0,450 \text{ пс} + (10^{-11} * \text{длительность измерения})_{\text{ср. кв.}}$, для измерений длительностью $\leq 100 \text{ мс}$

Точность развертки $\pm 2,5 \times 10^{-6}$ в любом интервале $\geq 1 \text{ мс}$

Описание	Технические характеристики
Заводской допуск	$\pm 5,0 \times 10^{-7}$ При калибровке при температуре воздуха 25 °C в любом интервале $\geq 1 \text{ мс}$
Температурная стабильность, типичная	$\pm 5,0 \times 10^{-7}$ Измерено при рабочих температурах
Старение кварцевого резонатора	$\pm 1,5 \times 10^{-6}$ Изменение отклонения частоты при +25 °C за 1 год

Точность измерения промежутков времени, номинальная

$$DTA_{pp(\text{typical})} = 10 \times \sqrt{\left(\frac{N}{SR_1}\right)^2 + \left(\frac{N}{SR_2}\right)^2 + (0.450 \text{ ps} + (1 \times 10^{-11} \times t_p))^2} + TBA \times t_p$$

$$DTA_{RMS} = \sqrt{\left(\frac{N}{SR_1}\right)^2 + \left(\frac{N}{SR_2}\right)^2 + (0.450 \text{ ps} + (1 \times 10^{-11} \times t_p))^2} + TBA \times t_p$$

(предполагается, что форма фронта зависит от характеристики фильтра Гаусса)

Ниже приведена формула для вычисления точности измерения промежутков времени (DTA) по заданным настройкам прибора и при допущении о том, что превышающие частоту Найквиста составляющие входного сигнала незначительны, где:

SR_1 = скорость нарастания сигнала (1-й фронт) вблизи 1-й точки измерения

SR_2 = скорость нарастания сигнала (2-й фронт) вблизи 2-й точки измерения

N = гарантированный предельный уровень шума на входе ($B_{ср. кв.}$)

TVA = точность частоты опорного сигнала или погрешность опорной частоты

t_p = продолжительность измерения промежутка времени (с)

Максимальная продолжительность при максимальной частоте дискретизации	5 мс (стандартная) или 10 мс (опция)
--	--------------------------------------

Диапазон задержки развертки от -10 делений до 5000 с

Диапазон компенсации временной задержки	от -125 до +125 нс с разрешением 40 пс
--	--

Задержка между аналоговыми каналами, полная полоса пропускания, типичная	≤100 пс для любых двух каналов с входным сопротивлением 50 Ом, связь по пост. току, чувствительность по вертикали такая же или больше 10 мВ/дел.
---	--

Задержка между сигналами аналоговых и цифровых каналов FlexChannels, типовая	3 нс при использовании пробника TLP058 и пассивного пробника, соответствующих полосе пропускания осциллографа, без ограничений полосы пропускания
---	---

Задержка между любыми двумя цифровыми входами FlexChannel, типичная	3 нс от бита 0 FlexChannel до бита 0 любого другого входа FlexChannel
--	---

Задержка между любыми двумя битами цифрового канала FlexChannel, типичное значение	160 пс
---	--------

Система запуска

Режимы запуска	Автоматический, нормальный и однократный
-----------------------	--

Тип входа запуска	Связь по постоянному току, ФНЧ (подавление частот >50 кГц), ФВЧ (подавление частот <50 кГц), подавление шума (снижает чувствительность)
--------------------------	---

Диапазон задержки запуска	от 0 нс до 20 с
----------------------------------	-----------------

Чувствительность запуска по фронту, связь по постоянному току, типичная

Тракт	Диапазон	Характеристика
Вход 1 МОм (все модели)	от 0,5 до 0,99 мВ/дел.	4,5 дел. для частот от 0 до предела полосы пропускания
	≥1 мВ/дел.	Больше 5 мВ или 0,7 деления
Вход 50 Ом, все модели		Больше 5,6 мВ или 0,7 деления для частот от 0 до менее 500 МГц или предела полосы пропускания прибора 8 мВ или 0,7 деления для частот от > 500 МГц до 1 ГГц 12 мВ или 0,7 деления для частот от > 1 ГГц до предела полосы пропускания прибора
Вспомогательный вход (внешний)		200 мВ для частот от 0 до 50 МГц, с увеличением до 500 мВ при 200 МГц
Линия		Фиксированная

Джиттер запуска, типичный ≤7 пс_{ср. кв.} в режиме выборки при запуске по фронту

Диапазоны уровней запуска

Источник	Диапазон
Любой канал	±5 дел. от центра экрана
Дополнительный вход запуска, типичный	±8 В
Линия	Фиксир. на около 50 % от значения напряжения сети

Эта характеристика применяется к порогам логических и импульсных сигналов.

Частотомер сигналов запуска 8-разрядный (предоставляется бесплатно при регистрации прибора)

Типы запуска

- По фронту:** По положительному перепаду, отрицательному или любому перепаду сигнала в любом канале. Связь возможна по постоянному току, переменному току, с подавлением шума, подавлением ВЧ и НЧ
- По длительности импульса:** Запуск по длительности положительных или отрицательных импульсов. События могут квалифицироваться по времени или логическому состоянию
- По времени ожидания:** Запуск по событию, которое сохраняет высокий, низкий или любой уровень в течение определенного периода времени. События могут квалифицироваться по логическому состоянию
- По ранту:** Запуск по импульсу, который пересек один порог, но не пересек второй порог перед повторным пересечением первого. События могут квалифицироваться по времени или логическому состоянию
- По окну:** Запуск по событию, которое находится в пределах или выходит за пределы окна, ограниченного двумя настраиваемыми порогами. События могут квалифицироваться по времени или логическому состоянию
- По логическому состоянию:** Запуск, когда некоторое логическое выражение принимает значение «Ложь» или «Истина», или когда это событие совпадает с перепадом тактового сигнала. Значения логических выражений (И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ), указанные для всех входных каналов, определяются как Высокое, Низкое или Безразлично. Запуск также может осуществляться, когда логическое выражение сохраняет значение «Истина» в течение определенного времени

По времени установления и удержания:	Запуск по нарушению времени установления и удержания между тактовой частотой и данными в любых входных каналах
По времени нарастания / спада:	Запуск по фронтам импульсов, крутизна которых больше или меньше указанного значения. Фронт может быть положительным, отрицательным или любым. События могут квалифицироваться по логическому состоянию
Видео (опция 4-VID):	Запуск по всем строкам, нечетным, четным или всем полям видеосигналов NTSC, PAL и SECAM
По последовательности:	Запуск по событию В, повторившемуся X раз, или по N событиям после события А со сбросом на событии С. В общем события А и В для запуска можно настроить для любого типа запуска за несколькими исключениями: наложение логического условия не поддерживается; если событие А или событие В задано как нарушение времени установления/удержания, то другое должно быть задано по фронту; сигналы шин Ethernet и высокоскоростного USB (480 Мбит/с) также не поддерживаются
Визуальный запуск	Дополняет ряд стандартных запусков, сканирует все регистрируемые сигналы и сравнивает их с указанной на экране областью (геометрические фигуры). Пользуясь классификаторами In, Out и Don't Care для каждой области, можно создать неограниченное число областей. Используя любую комбинацию областей визуального запуска, можно составить логическое выражение для определения событий, хранящихся в памяти сеансов регистрации. Формы областей могут быть следующими: прямоугольная, треугольная, трапецидальная, шестиугольная и определяемая пользователем.
По сигналам параллельной шины:	Запуск по значениям данных на параллельнойшине. Параллельная шина может иметь разрядность от 1 до 48 бит (от цифровых и аналоговых каналов). Поддерживаются двоичные и шестнадцатеричные числа
Шина I²C (опция 4-SREMBD):	Запуск по полю Старт, Повторный старт, Стоп, по неполучении подтверждения, по адресу (7 или 10 бит), по данным или по адресу и данным при передаче данных в шинах I ² C со скоростью до 10 Мбит/с
Шина I³C (опция 4-SRI3C)	Запуск по полю Старт, Повторный старт, Стоп, Адрес, Данные, Прямой режим SDR шины I ³ C, Широковещательный режим SDR шины I ³ C, по неполучении подтверждения, по ошибке бита перехода, по ошибке широковещательного адреса, по полю Горячее присоединение, Перезапуск HDR, выход HDR нашине I ³ C до 10 Мбит/с
Шина SPI (опция 4-SREMBD):	Запуск по выбору ведомого, повторному старту, времени бездействия или по данным (от 1 до 16 слов) шины SPI со скоростью до 20 Мбит/с
Шина RS-232/422/485/UART (опция 4-SRCOMP):	Запуск по стартовому биту, концу пакета, данным, ошибке четности со скоростью до 15 Мбит/с
Шина CAN (опция 4-SRAUTO):	Запуск по началу кадра, типу кадра (данные, дистанционное управление, ошибка, переполнение), идентификатору, данным, идентификатору и данным, концу кадра, неполучению подтверждения и по ошибке битстраффинга сигналов шины CAN со скоростью до 1 Мбит/с
Шина CAN FD (опция 4-SRAUTO):	Запуск по началу кадра, типу кадра (данные, удаленный запрос, ошибка, перегрузка), идентификатору (стандартному или расширенному), данным (байты 1-8), идентификатору и данным, концу кадра, по ошибке (неполучение подтверждения, ошибка битстраффинга, ошибка формата FD, любая ошибка) шин CAN FD со скоростями до 16 Мб/с
Шина LIN (опция 4-SRAUTO):	Запуск по синхросигналу, идентификатору, данным, идентификатору и данным, пробуждающему кадру, кадру перехода в спящее состояние и по ошибкам в шинах LIN со скоростями до 1 Мбит/с
Шина FlexRay (опция 4-SRAUTO):	Запуск по началу кадра, бит-индикаторам (нормальный, информационный, нулевой, синхронизирующий, установочный), идентификатору кадра, счетчику циклов, полям заголовка (бит-индикаторам, идентификатору, длинне информационной части, контрольной сумме заголовка и счетчику циклов), идентификатору, данным, идентификатору и данным, концу кадра или по ошибкам шин FlexRay со скоростью до 10 Мбит/с
Шина SENT (опция 4-SRAUTOPEN):	Запуск по началу пакета, состоянию и данным быстрого канала, идентификатору сообщений и данным медленного канала, ошибке контрольной суммы

Шина SPMI (опция 4-SRPM):	Запуск по условию начала последовательности, командам сброса, неактивного состояния, отключения, активного состояния, идентификации ведомого, чтения регистра ведущего, записи в регистр ведущего, чтения регистра, записи в регистр, чтения расширенного регистра, записи в расширенный регистр, чтения расширенного регистра с использованием 16-битного адреса, записи в расширенный регистр с использованием 16-битного адреса, чтения блока дескриптора ведущего, чтения блока дескриптора ведомого, записи в регистр 0, передачи управления шиной, а также по ошибке четности
Шина USB 2.0 низко-/полно-/высокоскоростная (опция 4-SRUSB2):	Запуск по сигналу синхронизации, сбросу, пазе, возобновлению, концу пакета, маркерному пакету (адресу), пакету данных, пакету установки соединения, специальному пакету и по ошибке шин USB со скоростью до 480 Мбит/с
Шина Ethernet (опция 4-SRENET):	Запуск по началу кадра, MAC адресам, управляющей информации MAC Q-Tag, длине/типу MAC, данным MAC, заголовку IP, заголовку TCP, данным TCP/IPv4, концу пакета и ошибке FCS (CRC) на шинах 10BASE-T и 100BASE-TX
Аудиошины (I²S, LJ, RJ, TDM) (опция 4-SRAUDIO):	Запуск по выбранному слову, по синхросигналу кадра или по данным. Максимальная скорость передачи данных для I ² S/LJ/RJ равна 12,5 Мбит/с. Максимальная скорость передачи данных с временным уплотнением равна 25 Мбит/с
Шина MIL-STD-1553 (опция 4-SRAERO):	Запуск по битам синхронизации, слову команды — КС (биты передачи/приема, четности, Подадрес/Режим управления, Число слов / Число режимов, адрес RT), состоянию (сообщение об ошибке четности, сообщение об ошибке, измерение, запрос обслуживания, прием широковещательной команды, занят, флаг подсистемы, прием динамического контроля шины, флаг терминала), данным, времени (RT/IMG) и ошибке (ошибка четности, ошибка синхронизации, ошибка кода Манчестер, ошибка непрерывности данных) на шинах MIL-STD-1553
Шина ARINC 429 (опция 4-SRAERO):	Запуск по началу слова, метке, данным, метке и данным, концу слова и по ошибке (любой ошибке, ошибке четности, ошибке слова, ошибке пропуска) при передаче по шинам ARINC 429 со скоростью до 1 Мбит/с
Зависимость величины РЧ-сигнала от времени и частоты РЧ-сигнала от времени (опция 4-SV-RFVT):	Запуск по фронту, длительности импульса и событиям времени ожидания

Система регистрации

Образец	Регистрация выборочных значений
Детекция пиковых значений	Захват всплесков длительностью от 640 пс во всех режимах развертки
Усреднение	От 2 до 10 240 сигналов
Быстрое аппаратное усреднение	Режим сбора данных для получения большого количества усреднений за короткий промежуток времени. Быстрое аппаратное усреднение оптимизирует путь сбора данных, уменьшая погрешность усечения хранилища данных и сглаживая мелкие нелинейные дефекты масштаба с помощью дополнительной методики смешивания со смещением. Эта функция доступна с помощью команд программного интерфейса.

От 2 до 1 000 000 сигналов

Максимальная скорость усреднения = 32 000 сигналов/с

Огибающая	Огибающая минимумов-максимумов, отражающая данные, полученные в режиме пиковой детекции при многократной регистрации
Высокое разрешение	<p>Для каждой частоты дискретизации применяется уникальный фильтр с импульсной характеристикой конечной длительности (КИХ), обеспечивающий максимальную возможную полосу пропускания для этой частоты дискретизации, в то же время предотвращающей появление искажений и устраняющий шум усилителей и помехи АЦП прибора на частотах выше границы используемой полосы пропускания для выбранной частоты дискретизации.</p> <p>Режим высокого разрешения всегда обеспечивает разрешение по вертикали не менее 12 бит с возможностью увеличения разрешения по вертикали до 16 бит при частотах дискретизации ≤ 125 Мвыб/с .</p>
Режим FastAcq®	Режим регистрации FastAcq оптимизирует прибор для анализа динамических сигналов и захвата редких событий за счет повышения скорости регистрации до более 500 000 сигналов/с (если активен один канал; более 100 000 сигналов/с, если активны все каналы).
Режим прокрутки	Прокрутка последовательных точек осциллограммы на дисплее движением слева направо со скоростью развертки меньше или равной 40 мс/дел в режиме автоматического запуска.
Режим истории	Использует максимальную длину записи, что позволяет выполнять захват множества запускаемых сборов данных, останавливать при обнаружении интересующих объектов и быстро просматривать все сохраненные запущенные сборы данных. Число доступных сборов данных, сохраненных в истории, равно (максимальная длина записи) / (текущая настройка длины записи).
Режим FastFrame™	<p>Память для регистрации данных делится на сегменты.</p> <p>Максимальная скорость запуска >5 000 000 сигналов в секунду</p> <p>Минимальный размер фрагмента = 50 точек</p> <p>Максимальное количество фрагментов: Для фрагментов размером ≥ 1000 точек максимальное число фрагментов = длина записи / размер фрагмента.</p> <p>Для фрагментов размером 50 точек максимальное число фрагментов = 1 500 000</p>

Измерение параметров осциллограмм

Типы курсоров	С привязкой к осциллограмме, вертикальной шкале, горизонтальной шкале, вертикальной и горизонтальной шкале (только для изображений в системе XY/XYZ)
----------------------	--

Погрешность измерения напряжения постоянного тока, режим сбора данных с усреднением	Тип измерения	Погрешность по постоянному напряжению (В)
	Усреднение по ≥ 16 осциллограммам	$\pm ((\text{Погрешность усиления по постоянному току}) * \text{показание} - (\text{смещение} - \text{положение}) + \text{Погрешность смещения} + 0,1 * \text{настройка В/дел.})$

Продолжение таблицы...

Тип измерения	Погрешность по постоянному напряжению (В)
Разность напряжений между двумя любыми средними значениями ≥ 16 осциллографом, зарегистрированных при одинаковых настройках осциллографа и условиях окружающей среды	$\pm(\text{Погрешность усиления постоянного напряжения} * \text{показание} + 0,05 \text{ дел.})$

Автоматические измерения 36; результаты, число которых не ограничено, могут отображаться отдельно в значках измерений или вместе в таблице результатов измерений

Измерения амплитуды Амплитуда, максимальное значение, минимальное значения, размах, положительный и отрицательный выбросы, среднее значение, среднеквадратичное значение, среднеквадратическое значение переменного напряжения, уровень вершины, уровень основания и площадь

Измерения временных параметров Период, частота, единичный интервал, скорость передачи данных, длительность положительного и отрицательного импульса, фазовый сдвиг, задержка, длительность положительного и отрицательного перепада, фаза, скорость нарастания и спада, длительность пакета, положительный коэффициент заполнения, отрицательный коэффициент заполнения, время нахождения сигнала вне заданного уровня, время установления и время удержания, длительность п периодов, длительность высокого и низкого уровня сигнала, время достижения максимума и минимума

Статистическая обработка результатов Среднее значение, стандартное отклонение, минимум, максимум, заполнение. Возможность получения статистических данных как по текущему захвату, так и по всем выполненным захватам

Опорные уровни Определяемые пользователем опорные уровни для автоматических измерений можно указывать в процентах или в физических единицах. Опорные уровни можно настроить как «глобальные» для всех измерений, сигналов или источников сигналов либо как «индивидуальные» для каждого измерения

Стробирование Экран, Курсоры, Логическое состояние, Поиск или Время. Определяет область регистрации, в которой нужно выполнить измерения. Стробирование можно настроить на Global (Глобальное) (будет применимо ко всем измерениям с настройкой Global) или на Local (Локальное) (у всех измерений могут быть индивидуальные настройки Времени стробирования; для типов стробирования Экран, Курсоры, Логическое состояние и Поиск доступно только локальное стробирование).

Графики результатов измерений Гистограмма, тенденция во времени и спектр

Пределы измерений Тестирование по принципу «пройден/не пройден» по пользовательским предельным значениям для измеряемых параметров. Если результат измерения «не пройден», могут быть выполнены следующие действия: сохранение снимка экрана, сохранение осциллографа, запрос к системе (SRQ) и остановка регистрации

Анализ трехфазных электрических систем (опция 4-3PHASE) добавляет следующее:

Измерения Анализ входных сигналов (качество электроэнергии, гармоники, входное напряжение, входной ток, входная мощность)

Анализ пульсаций (пульсации при частоте питающей сети, пульсации при частоте переключения)
 Анализ выходных сигналов (векторная диаграмма)

Графики результатов измерений Столбчатая диаграмма гармоник, векторная диаграмма

Анализ мощности (опция 4-PWR-BAS) и расширенный анализ мощности (опция 4-PWR) добавляют следующее:

Измерения Анализ входных сигналов (частота, напряжение_{ср.кв.}, ток_{ср.кв.}, амплитудные коэффициенты напряжения и тока, активная мощность, кажущаяся мощность, реактивная мощность, коэффициент мощности, фазовый сдвиг, гармоники, пусковой ток, входная емкость)
 Анализ амплитуд (амплитуда цикла, типичное высокое значение цикла, типичное низкое значение цикла, максимум цикла, минимум цикла, межпиковое значение цикла)
 Анализ временных характеристик (период, частота, отрицательный коэффициент заполнения, положительный коэффициент заполнения, длительность отрицательного импульса, длительность положительного импульса)
 Анализ переключений (потери переключения, dv/dt, di/dt, область устойчивой работы, R_{DSon})
 Анализ выходных сигналов (пульсации при частоте питающей сети, пульсации при частоте переключения, КПД, время включения, время выключения)
 Анализ магнитных характеристик (индуктивность, зависимость тока от интеграла напряжения, магнитные потери, магнитные свойства) — только с опцией 4-PWR
 Анализ частотной характеристики (отклик контура управления [график Боде], коэффициент подавления помех по питанию, импеданс) — только с опцией 4-PWR

Графики результатов измерений Столбчатая диаграмма гармоник, график траектории потерь переключения и область устойчивой работы

Пределы измерений Тестирование по принципу «пройден/не пройден» по пользовательским предельным значениям для измеряемых параметров. Если результат измерения «не пройден», могут быть выполнены следующие действия: сохранение снимка экрана, сохранение осцилограммы, запрос к системе (SRQ) и остановка регистрации

Математическая обработка осциллографов

Число расчетных сигналов Неограниченное

Арифметические операции Сложение, вычитание, умножение и деление сигналов и скалярных величин

Алгебраические выражения Определение сложных алгебраических выражений, которые могут включать сигналы, скалярные величины, определяемые пользователем переменные и результаты параметрических измерений. Выполнение математических вычислений с использованием сложных уравнений. Например (интеграл (значение на K1 - среднее(K1)) x 1,414 x Перем.1)

Математические функции Обратное значение, интеграл, производная, корень квадратный, экспонента, lg, ln, абсолютное значение, округление вверх, округление вниз, минимум, максимум, градусы, радианы, sin, cos, tg, arcsin, arccos, arctg

Логические операции сравнения Результат логического сравнения $>$, $<$, \geq , \leq , $=$, и \neq

Логическая модель И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ, исключающее ИЛИ и «эквивалентно»

Функции фильтрации (стандартные) Загрузка настраиваемых пользователем фильтров. Пользователи указывают файл, содержащий коэффициенты фильтра.

Функции БПФ Спектральная амплитуда и фаза, реальный и мнимый спектр

Единицы измерения по вертикали (БПФ) Величина: Линейная или логарифмическая (дБм)
Фаза: Градусы, радианы и групповая задержка

Функции окон БПФ Хеннинга, прямоугольное, Хемминга, Блэкмана-Харриса, плоское Flattop2, Гаусса, Кайзера-Бесселя и TekExp

Экран спектра

Центральная частота Ограничивается аналоговой полосой пропускания прибора

Диапазон От 18,6 Гц до 312,5 МГц

От 18,6 Гц до 500 МГц (с опцией 4-SV-BW-1)

Грубая настройка с кратностью шага 1-2-5

Кривые зависимости РЧ-сигнала от времени Зависимость величины от времени, зависимость частоты от времени, зависимость фазы от времени (с опцией 4-SV-RFVT)

Запуск по изменению характеристик РЧ-сигнала со временем Запуск по фронту, длительности импульса и времени ожидания характеристики РЧ-сигнала: зависимость величины от времени и зависимость частоты РЧ-сигнала от времени (с опцией 4-SV-RFVT)

Разрешение по полосе пропускания (RBW) От 18,6 мкГц до 15,625 МГц

От 18,6 мкГц до 25 МГц (с опцией 4-SV-BW-1)

Типы и коэффициенты окон

Тип окна	Коэффициент
Блэкмана-Харриса	1,90
С плоской вершиной, 2	3,77
Хемминга	1,30
Хенninga	1,44
Кайзера-Бесселя	2,23

Продолжение таблицы...

Тип окна	Коэффициент
Прямоугольное	0,89

Время спектра	Коэффициент для окна БПФ / Разрешение по полосе пропускания (RBW)
Опорный уровень	Опорный уровень автоматически устанавливается настройкой чувствительности (В/дел.) для аналогового канала Диапазон настройки: от -42 дБм до +44 дБм
Положение по вертикали	от -100 дел. до + 100 дел.
Единицы измерения по вертикали	дБм, дБмкВт, дБмВ, дБмкВ, дБмА, дБмкА
Масштабирование по горизонтали	Линейный, логарифмический
Поиск	
Число поисков	Неограниченное
Типы поиска	Поиск в длинных записях для обнаружения всех событий по заданным пользователем критериям, в том числе по фронту, длительности импульса, времени ожидания, ранту, выходу за пределы окна, логическим выражениям, нарушению времени установления и поддержания, времени нарастания или спада, а также событий на шинах. Результаты поиска можно просматривать на Экране сигнала или в Таблице результатов.
Сохранение	
Сохранение	Сохранение файлов непосредственно на осциллографе, на удаленном сетевом диске или в рабочем пространстве TekDrive для совместной работы.
Тип сигнала	Данные сигнала Tektronix (.wfm), значения, разделенные запятыми (.csv), MATLAB (.mat)
Стробирование сигнала	Курсоры, Экран, Повторная выборка (сохранение каждого n-го образца)
Тип снимка экрана	Переносимая сетевая графика (*.png)
Тип настройки	Настройки Tektronix (.set)
Тип отчета	Переносимые документы Adobe (.pdf), однофайловые веб-страницы (.mht)
Тип сеанса	Настройки сеансов Tektronix (.tss)

Экран

Тип экрана	13,3 дюймовый (338 мм) жидкокристаллический цветной TFT-дисплей
Разрешение экрана	1920 пикселей по горизонтали × 1080 пикселей по вертикали
Режимы отображения	<p>Наложение: обычное отображение сигналов осциллографа, когда сигналы накладываются один на другой</p> <p>Многоярусный: режим отображения, при котором каждый сигнал занимает свой ярус, соответствующий полному диапазону АЦП, при этом он визуально отделен от других сигналов. Группы каналов также можно отображать наложением в пределах яруса, чтобы упростить визуальное сравнение сигналов.</p>
Масштабирование	Поддержка масштабирования по горизонтали и вертикали для изображений всех сигналов и графиков.
Интерполяция	$\text{Sin}(x)/x$ и линейная
Типы отображения сигналов	Векторы, точки, переменное послесвечение, бесконечное послесвечение
Масштабная сетка	Перемещаемая и фиксированная масштабная сетка; выбор стиля: Сетка, Время, Полная и Пустая
Цветовые палитры	<p>Обычные и обратные для снимков экрана</p> <p>Пользователь может выбирать цвета отдельных осциллограмм</p>
Формат	YT, XY и XYZ
Языки интерфейса пользователя	Английский, японский, китайский (упрощенный), китайский (традиционный), французский, немецкий, итальянский, испанский, португальский, русский, корейский
Поддерживаемые языки справочной системы	Английский, японский и упрощенный китайский

Генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций (опция)

Типы функций	Сигналы произвольной формы, синусоидальные, прямоугольные, импульсные, линейно изменяющиеся, треугольные, уровня постоянного тока, функция Гаусса, функция Лоренца, нарастающая/спадающая экспонента, $\text{sin}(x)/x$, случайный шум, гаверсинус, кардиосигналы
---------------------	--

Синусоидальный сигнал

Диапазон частот	от 0,1 Гц до 50 МГц
Разрешение установки частоты	0,1 Гц
Точность частоты	130 ppm (частота ≤10 кГц), 50 ppm (частота >10 кГц)

	Это относится только к синусоидальным, линейно изменяющимся, прямоугольным и импульсным сигналам.
Диапазон значений амплитуды	от 20 мВ _{пик-пик} до 5 В _{пик-пик} в режиме с высоким импедансом; от 10 мВ _{пик-пик} до 2,5 В _{пик-пик} на нагрузке 50 Ом
Неравномерность АЧХ, типич.	±0,5 дБ на частоте 1 кГц ±1,5 дБ на частоте 1 кГц для амплитуды менее 20 мВ _{пик-пик}
Полный коэффициент гармоник, типич.	1 % для амплитуды не менее 200 мВ _{пик-пик} на нагрузке 50 Ом 2,5 % для амплитуды >50 мВ И <200 мВ _{пик-пик} на нагрузке 50 Ом
	Это действительно только для синусоидальных сигналов.
Динамический диапазон без паразитных составляющих, типич.	40 дБ ($\geq 0,1$ В _{пик-пик}); 30 дБ ($\geq 0,02$ В _{пик-пик}), нагрузка 50 Ом

Прямоугольный и импульсный сигнал

Диапазон частот	от 0,1 Гц до 25 МГц
Разрешение установки частоты	0,1 Гц
Точность частоты	130 ppm (частота ≤ 10 кГц), 50 ppm (частота > 10 кГц)
Диапазон значений амплитуды	от 20 мВ _{пик-пик} до 5 В _{пик-пик} в режиме с высоким импедансом; от 10 мВ _{пик-пик} до 2,5 В _{пик-пик} при нагрузке 50 Ом
Диапазон значений коэффициента заполнения	10–90% или мин. длительность импульса 10 нс, выбирается большее Значение минимальной длительности импульса применяется как к самому импульсу, так и к промежутку между импульсами, поэтому максимальное значение коэффициента заполнения ограничивается на высоких частотах, чтобы промежуток между импульсами был не менее 10 нс
Разрешение коэффициента заполнения	0,1 %
Минимальная длительность импульса, типичная	10 нс. Это минимальная длительность включения или выключения.
Время нарастания/ спада, типичное	5,5 нс, от 10 % до 90 %
Разрешение по длительности импульса	100 пс
Выброс, типичное значение	< 4 % для скачков сигнала, превышающих 100 мВ _{пик-пик} Применяется к выбросу положительного (+выбросу) и отрицательного (-выбросу) направлений

Асимметрия, типичная	$\pm 1\% \pm 5$ нс, при коеф. заполнения 50 %
Джиттер, типичный	<60 пс ошибка по временному интервалу TIE _{среднеквадр.} , амплитуда ≥ 100 мВ _{пик-пик} , коэффициент заполнения 40–60 %

Линейно изменяющийся и треугольный сигнал

Диапазон частот	от 0,1 Гц до 500 кГц
Разрешение установки частоты	0,1 Гц
Точность частоты	130 ppm (частота ≤ 10 кГц), 50 ppm (частота > 10 кГц)
Диапазон значений амплитуды	от 20 мВ _{пик-пик} до 5 В _{пик-пик} в режиме с высоким импедансом; от 10 мВ _{пик-пик} до 2,5 В _{пик-пик} при нагрузке 50 Ом
Коэффициент симметрии	0–100 %
Разрешение симметрии	0,1 %

Диапазон уровней постоянного напряжения	$\pm 2,5$ В в режиме с высоким импедансом $\pm 1,25$ В на нагрузке 50 Ом
--	---

Диапазон амплитуды случайного шума	от 20 мВ _{пик-пик} до 5 В _{пик-пик} в режиме с высоким импедансом от 10 мВ _{пик-пик} до 2,5 В _{пик-пик} на нагрузке 50 Ом
---	--

Sin(x)/x

Максимальная частота	2 МГц
-----------------------------	-------

Импульс Гаусса, гаверсинус, импульс Лоренца

Максимальная частота	5 МГц
-----------------------------	-------

Импульс Лоренца

Диапазон частот	от 0,1 Гц до 5 МГц
Диапазон значений амплитуды	от 20 мВ _{пик-пик} до 2,4 В _{пик-пик} в режиме с высоким импедансом от 10 мВ _{пик-пик} до 1,2 В _{пик-пик} на нагрузке 50 Ом

Кардиосигнал

Диапазон частот	от 0,1 Гц до 500 кГц
------------------------	----------------------

Диапазон значений амплитуды	от 20 мВпик-пик до 5 Впик-пик в режиме с высоким импедансом от 10 мВпик-пик до 2,5 Впик-пик на нагрузке 50 Ом
------------------------------------	--

Сигнал произвольной формы

Объем памяти	от 1 до 128 КБ
Диапазон значений амплитуды	от 20 мВпик-пик до 5 Впик-пик в режиме с высоким импедансом от 10 мВпик-пик до 2,5 Впик-пик на нагрузке 50 Ом
Частота повторения	от 0,1 Гц до 25 МГц
Частота дискретизации	250 Мвыб/с

Точность амплитуды сигнала $\pm[(1,5\% \text{ значения амплитуды размаха}) + (1,5\% \text{ значения абсолютного смещения по постоянному току}) + 1 \text{ мВ}]$ (на частоте 1 кГц)

Разрешение амплитуды сигнала	1 мВ (в режиме с высоким импедансом) 500 мкВ (при нагрузке 50 Ом)
-------------------------------------	--

Погрешность частоты синусоидального и линейно изменяющегося сигнала	$1,3 \times 10^{-4}$ (частота ≤ 10 кГц) $5,0 \times 10^{-5}$ (частота > 10 кГц)
--	---

Диапазон смещения по постоянному току	$\pm 2,5$ В в режиме с высоким импедансом $\pm 1,25$ В на нагрузке 50 Ом
--	---

Разрешение смещения по постоянному току	1 мВ (в режиме с высоким импедансом) 500 мкВ (при нагрузке 50 Ом)
--	--

Точность смещения по постоянному току	$\pm[(1,5\% \text{ значения абсолютного смещения напряжения}) + 1 \text{ мВ}]$ При температуре воздуха, превышающей 25 °C, необходимо добавлять 3 мВ погрешности при каждом изменении температуры на 10 °C
--	---

Цифровой вольтметр (DVM)

Типы измерений	Пост. ток, перем. ток _{ср.кв.} +ПОСТ. ток, перем. ток _{ср.кв.} ,
-----------------------	--

Разрешение по напряжению	4 разряда
---------------------------------	-----------

Точность измерений напряжения

Напряжение постоянного тока:	$\pm(1,5 \% * \text{показание} - \text{смещение} - \text{положение}) + (0,5 \% * (\text{смещение} - \text{положение})) + (0,1 * \text{В/дел.})$ Снижение точности на 0,100 %/°C от показание – смещение – положение при температурах выше 30 °C Сигнал ±5 делений от центра экрана
Напряжение переменного тока:	±2 % (от 40 Гц до 1 кГц) при отсутствии гармонических составляющих вне диапазона от 40 Гц до 1 кГц Напряжение перем. ток, типичное значение: ± 2% (от 20 Гц до 10 кГц) Для выполнения измерений переменного тока настройки вертикального отклонения входного канала должны допускать отображение размаха входного сигнала $V_{\text{пик-пик}}$ в 4–10 делениях сетки, а осциллограмма сигнала должна полностью помещаться на экране

Частотомер сигналов запуска

Разрешение	8 разрядов
-------------------	------------

Погрешность	±(1 отсчет + погрешность тактового генератора * входная частота)
	Размах сигнала должен быть не менее 8 мВпик-пик или 2 деления (выбирается большее).

Максимальная входная частота	от 10 Гц до макс. частоты полосы аналогового канала
	Размах сигнала должен быть не менее 8 мВпик-пик или 2 деления (выбирается большее).

Процессорная система

Хост-процессор	ARM 1,5 ГГц, 32-битный, двухъядерный процессор
-----------------------	--

Операционная система	Закрытый Linux
-----------------------------	----------------

Внутренний накопитель	64 ГБ eMMC
------------------------------	------------

Порты ввода-вывода

Видеопорт HDMI	29-контактный разъем HDMI Поддерживаемое разрешение: 1920 x 1080 при 60 Гц (единств.). Монитор необходимо подключить до включения питания на приборе
-----------------------	---

Сигнал компенсатора пробника, типич.

Подключение:	Разъемы расположены внизу на правой боковой панели прибора
Амплитуда:	от 0 до 2,5 В
Частота:	1 кГц
Импеданс источника:	1 кОм

Вход внешнего опорного сигнала	Система синхронизации позволяет синхронизировать фазу с внешним опорным сигналом частотой 10 МГц (± 4 ppm).						
Интерфейс USB (хост-порты, порты устройств)	Хост-порты USB на передней панели: Три высокоскоростных порта USB 2.0. Хост-порты USB на задней панели: Два высокоскоростных порта USB 2.0, Порт USB устройства на задней панели: Один высокоскоростной порт USB 2.0 устройства с поддержкой USBTMC						
Интерфейс Ethernet	10/100/1000 Мбит/с						
Вспомогательный выход	Соединитель BNC на задней панели. В настройках конфигурации выхода можно задать вывод положительного или отрицательного импульса при запуске осциллографа, вывод внутреннего опорного тактового сигнала осциллографа или вывод импульсного сигнала синхронизации генератора сигналов произвольной формы						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Характеристика</th><th>Пределы</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vвых (ВыСОКИЙ УРОВЕНЬ)</td><td>$\geq 2,5$ В при разомкнутой цепи; $\geq 1,0$ В при заземлении через нагрузку 50 Ом</td></tr> <tr> <td>Vвых (LO)</td><td>$\leq 0,7$ В при выходном токе ≤ 4 мА; $\leq 0,25$ В при заземлении через нагрузку 50 Ом</td></tr> </tbody> </table>		Характеристика	Пределы	Vвых (ВыСОКИЙ УРОВЕНЬ)	$\geq 2,5$ В при разомкнутой цепи; $\geq 1,0$ В при заземлении через нагрузку 50 Ом	Vвых (LO)	$\leq 0,7$ В при выходном токе ≤ 4 мА; $\leq 0,25$ В при заземлении через нагрузку 50 Ом
Характеристика	Пределы						
Vвых (ВыСОКИЙ УРОВЕНЬ)	$\geq 2,5$ В при разомкнутой цепи; $\geq 1,0$ В при заземлении через нагрузку 50 Ом						
Vвых (LO)	$\leq 0,7$ В при выходном токе ≤ 4 мА; $\leq 0,25$ В при заземлении через нагрузку 50 Ом						
Замок Kensington	Слот на задней панели для стандартного замка Kensington						
LXI	Класс: LXI Core 2016 Версия: 1.5						

Источник питания

Электропитание

Потребляемая мощность	400 Вт макс.
Напряжение источника питания	100–240 В $\pm 10\%$ при 50–60 Гц 115 В $\pm 10\%$ при 400 Гц

Физические характеристики

Габаритные размеры	Высота: 286,99 мм (11,299 дюйма) со сложенными ножками и ручкой в заднем положении Высота: 351 мм (13,8 дюйма) со сложенными ножками и ручкой в верхнем положении Ширина: 405 мм (15,9 дюйма) между шарнирами ручки
---------------------------	---

Глубина: 155 мм (6,1 дюйма) от задней стороны ножек до передней части ручек управления, ручка в верхнем положении

Глубина: 265 мм (10,4 дюйма) со сложенными ножками и ручкой в заднем положении

Масса	<7,6 кг (16,8 фунта)
--------------	----------------------

Охлаждение	Требуемая величина зазоров для надлежащего охлаждения составляет 50,8 мм (2,0 дюйма) со стороны правой панели (если смотреть спереди) и со стороны задней панели прибора
-------------------	--

Конфигурация для установки	7U (с дополнительным комплектом для установки в стойку RM4) в стойку
-----------------------------------	--

Условия эксплуатации

Температура

Рабочая	от +0 °C до +50 °C (от 32 °F до 122 °F)
Хранения	от -30 °C до +70 °C (от -22 °F до 158 °F)

Влажность

Рабочая	Относительная влажность (OB) от 5 до 90 % при температуре до +40 °C
	Относительная влажность от 5 до 50 % при температуре от +40 до +50 °C, без конденсации, при максимальной температуре влажного термометра +39 °C
Хранения	Относительная влажность (OB) от 5 до 90 % при температуре до +40 °C
	Относительная влажность от 5 до 50 % при температуре от +40 до +50 °C, без конденсации, при максимальной температуре влажного термометра +39 °C

Высота над уровнем моря

Рабочая	До 3000 метров (9843 фута)
Хранения	До 12 000 метров (39 370 футов)

Требования по электромагнитной совместимости, безопасности, и условиям окружающей среды

Нормативные документы	Маркировка CE для ЕС, сертификаты CSA для США и Канады Соответствие требованиям директивы RoHS
------------------------------	---

Программное обеспечение

Программное обеспечение

Драйвер IVI	Обеспечивает стандартный интерфейс программирования приборов для распространенных программных пакетов, таких как LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft.NET и MATLAB. Поддерживает языки программирования Python, C/C++/C# и многие другие через интерфейс VISA.
--------------------	--

e*Scope®	Позволяет управлять осциллографом через сетевое соединение с помощью стандартного веб-браузера. Просто введите IP-адрес или сетевое имя осциллографа, и в окне браузера откроется страница управления. Имеется возможность передавать и сохранять настройки, осцилограммы, результаты измерений и изображения на экране или непосредственно управлять прибором, изменяя настройки прямо из веб-браузера.
TekDrive	Можно выгружать, сохранять, упорядочивать, загружать и передавать файлы любого типа, а также выполнять их поиск с любого подсоединеного устройства. TekDrive встраивается в MSO Серии 4 на этапе изготовления как инструмент для быстрой передачи и извлечения файлов, исключающий необходимость в USB-накопителе. Теперь анализировать и изучать стандартные файлы в форматах .wfm, .isf, .tss и .csv можно непосредственно в браузере. Для получения дополнительной информации посетите веб-сайт www.tek.com/software/tekdrive .
Веб-интерфейс LXI	Позволяет подключиться к осциллографу с помощью стандартного браузера простым вводом IP-адреса или сетевого имени осциллографа в адресную строку. Веб-интерфейс позволяет отображать состояние и конфигурацию прибора, контролировать и изменять сетевые настройки, а также предоставляет средства для дистанционного управления осциллографом с помощью e*Scope.
Примеры программирования	Программирование приборов Серий 4/5/6 максимально упрощено. В руководстве по программированию и на веб-сайте GitHub описывается множество команд и примеров, которые помогут пользователю научиться удаленно автоматизировать работу прибора. См. HTTPS://GITHUB.COM/TEKTRONIX/PROGRAMMATIC-CONTROL-EXAMPLES .

Информация для заказа

Выполните следующие шаги, чтобы выбрать прибор и опции, соответствующие вашим потребностям для измерений.

Шаг 1

Начните с выбора модели, исходя из требуемого количества каналов FlexChannel. Каждый вход FlexChannel поддерживает 1 аналоговый или 8 цифровых входных сигналов по выбору.

Модель	Число входов FlexChannel
MSO44	4
MSO46	6

В комплект поставки каждой модели входит:

Один пассивный аналоговый пробник на каждый канал:

- Пробники TPP0250 с полосой 250 МГц для моделей приборов с полосой пропускания 200 МГц
- Пробники TPP0500B с полосой 500 МГц для моделей приборов с полосой пропускания 350 МГц и 500 МГц
- Пробники TPP1000 с полосой 1 ГГц для моделей приборов с полосой пропускания 1 ГГц и 1,5 ГГц

Руководство по монтажу и технике безопасности (на английском, японском и упрощенном китайском языке)

Встроенная справочная система

Сетевой шнур

Калибровочный сертификат, подтверждающий прослеживаемость калибровки до Национальных институтов метрологии и соответствие системе качества ISO9001/ISO17025

Гарантия на три года на все детали и работы для прибора.

Годовая гарантия на все детали и работы для поставляемых в комплекте пробников

Шаг 2

Определите конфигурацию осциллографа, выбрав требуемую полосу пропускания для аналоговых каналов

Из следующего перечня опций выберите полосу пропускания, необходимую для решения текущих задач. Расширить ее можно позже при помощи приобретаемой опции обновления.

Опции для расширения полосы пропускания	Полоса пропускания
4-BW-200	200 МГц
4-BW-350	350 МГц
4-BW-500	500 МГц
Продолжение таблицы...	

Опции для расширения полосы пропускания	Полоса пропускания
4-BW-1000	1 ГГц
4-BW-1500	1,5 ГГц

Шаг 3

Добавление функций прибора путем добавления пакета опций Предлагаются три класса пакетов опций (Starter, Pro, Ultimate), которые обеспечивают широкий выбор вариантов в зависимости от бюджета и областей применения. Для получения подробной информации о текущем содержимом каждого пакета посетите наш веб-сайт и ознакомьтесь с брошюрой о пакете программного обеспечения по адресу www.tek.com/document/brochure/software-bundles-for-the-4-5-and-6-series-mso-oscilloscopes.

1. Пакет Starter (Начальный) включает в себя наиболее распространенные функции декодирования последовательных шин, анализа протоколов и аппаратного расширения.
2. Пакеты Pro предназначены для конкретных приложений (последовательный запуск и декодирование, целостность системы питания, целостность сигнала, автомобильная промышленность, военная и аэрокосмическая промышленность и государственное управление) и включают все варианты из пакета Starter.
3. Пакет Ultimate (Полный) включает все опции из пакета Starter, а также все опции из всех пакетов Pro.

Каждый приобретенный пакет может иметь два срока действия:

1. В подписку на 1 год входят все функции и бесплатные обновления приобретенного пакета на один год, после чего функции отключаются. Для выбранного пакета можно приобрести дополнительную подписку на 1 год.
2. Бессрочная подписка обеспечивает постоянную поддержку всех функций приобретенного пакета. В бессрочную подписку входит 1 год бесплатного обновления набора функций пакета. По истечении года набор функций «замораживается» в состоянии на момент последнего обновления.

Лицензия на 1 год	Бессрочная лицензия	Описание пакета
4-STARTER-1Y	4-STARTER-PER	Входит анализ последовательных шин I2C, SPI, RS-232/422/UART и их запуск, AFG (генератор сигналов произвольной формы/стандартных функций)
4-PRO-SERIAL-1Y	4-PRO-SERIAL-PER	Входит пакет 4-STARTER плюс 62,5 Мвыб/канал длины записи и дополнительно выбранные опции анализа последовательных шин
4-PRO-POWER-1Y	4-PRO-POWER-PER	Входит пакет 4-STARTER плюс 62,5 Мвыб/канал длины записи и выбранные опции анализа источника питания
4-PRO-AUTO-1Y	4-PRO-AUTO-PER	Входит пакет 4-STARTER плюс 62,5 Мвыб/канал длины записи и выбранные опции анализа автомобильных сетей
4-PRO-MILGOV-1Y	4-PRO-MILGOV-PER	Входит пакет 4-STARTER плюс 62,5 Мвыб/канал длины записи и дополнительно выбранные опции анализа последовательных шин
4-ULTIMATE-1Y	4-ULTIMATE-PER	Входит пакет 4-STARTER, все опции пакетов 4-PRO плюс 62,5 Мвыб/канал длины записи, а также осцилограммы и запуск зависимости РЧ-сигнала от времени, расширенная полоса пропускания для сбора данных в режиме спектра и опции запуска по видеосигналу

Шаг 4

Расширьте число функций прибора Дополнительные функции можно заказать одновременно с заказом прибора или позже в виде пакета обновления.

Опция прибора	Встроенные функциональные возможности
4-RL-1	Увеличение длины записи до 62,5 млн точек/канал
4-AFG	Добавление генератора сигналов произвольной формы и стандартных функций
4-SEC ⁷	Повышение уровня защиты за счет исключения прибора из классификации и защиты паролем включения/отключения всех портов USB, а также обновлений микропрограммы.

Шаг 5

Добавьте опции запуска по сигналам последовательных шин с возможностями декодирования и поиска

Выберите только требуемые сегодня функции из списка опций для работы с последовательнымишинами. Добавить их можно позже при помощи приобретаемого пакета обновления.

Опции для прибора	Поддерживаемые последовательные шины
4-SRAERO	Аэрокосмические системы (MIL-STD-1553, ARINC 429)
4-SRAUDIO	Аудиосистемы (I ² S, LJ, RJ, TDM)
4-SRAUTO	Автомобильные системы (CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, а также декодирование символов CAN)
4-SRAUTOSEN	Автомобильные датчики (SENT)
4-SRCOMP	Компьютерные системы (RS-232/422/485/UART)
4-SRCXPI	CXPI (только декодирование и поиск)
4-SREMBD	Встроенные системы (I ² C, SPI)
4-SRENET	Ethernet (10BASE-T, 100BASE-TX)
4-SRESPI	eSPI (только декодирование и поиск)
4-SREtherCAT	EtherCAT (только декодирование и поиск)
4-SRI3C	MIPI I3C
4-SRMANCH	Манчестерский код (только декодирование и поиск)
4-SRMDIO	MDIO (только декодирование и поиск)
4-SRNrz	NRZ (только декодирование и поиск)
4-SRNEWIRE	Двунаправленная шина (1-Wire — только декодирование и поиск)
4-SRPM	Управление электропитанием (SPMI)
4-SRPSI5	PSI5 (только декодирование и поиск)
4-SRSMBUS	SMBus (только декодирование и поиск)
4-SRSPACEWIRE	Spacewire (только декодирование и поиск)
4-SRSRDLC	Протокол управления синхронным каналом передачи данных (только декодирование и поиск)
4-SRID	SVID (только декодирование и поиск)
4-SRUSB2	USB (USB2.0 LS, FS, HS)

Продолжение таблицы...

⁷ Эту опцию следует приобретать одновременно с прибором. Она не предоставляется в качестве обновления.

Опции для прибора	Поддерживаемые последовательные шины
4-SREUSB2	eUSB2.0 (только декодирование и поиск)

Приходится работать с дифференциальными сигналами последовательных шин? Выполните шаг *Добавьте аналоговые пробники и адаптеры* для выбора дифференциальных пробников.

Шаг 6

Добавьте дополнительные аналитические возможности

Опция прибора	Расширенный анализ
4-3PHASE	Анализ электрических параметров трехфазных систем
4-PWR	Расширенные измерения и анализ характеристик систем питания (включает все измерения 4-PWR-BAS, а также опции FRA и Magnetics)
4-MTM	Тестирование по маске и предельным значениям
4-VID	Запуск по видеосигналам NTSC, PAL и SECAM
4-PWR-BAS ⁸	Измерения и анализ характеристик систем питания
4-SV-RFVT	Анализ изменения характеристик РЧ-сигналов со временем в режиме спектра и запуск по событиям
4-SV-BW-1	Расширение полосы захвата сигнала в режиме спектра до 500 МГц
4-PS2	Пакет решений для измерений и анализа систем питания (4-PWR-BAS, THDP0200, TCP0030A, 067-1686-xx [компенсатор фазового сдвига])

Шаг 7

Добавьте цифровые пробники

Конфигурацию каждого входа FlexChannel можно настроить для восьми цифровых каналов, просто подключив логический пробник TLP058 ко входу FlexChannel. Пробники TLP058 можно заказать вместе с прибором или приобрести дополнительно.

Для данного прибора	Заказ	Добавить
MSO44	От 1 до 4 пробников TLP058	От 8 до 32 цифровых каналов
MSO46	От 1 до 6 пробников TLP058	От 8 до 48 цифровых каналов

Шаг 8

Добавьте аналоговые пробники и адаптеры

Добавьте рекомендуемые пробники и переходники

Рекомендуемые пробники и переходники	Описание
TAP1500	Активный несимметричный пробник напряжения TekVPI® 1,5 ГГц, входное напряжение ±8 В

Продолжение таблицы...

⁸ Данная опция несовместима с опцией 4-PS2

Рекомендуемые пробники и переходники	Описание
TAP2500	Активный несимметричный пробник напряжения TekVPI® 2,5 ГГц, входное напряжение ± 4 В
TCP0030A	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI®, 30 А, полоса 120 МГц
TCP0020	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI®, 20 А, полоса 50 МГц
TCP0030A	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI®, 30 А, полоса 120 МГц
TCP0150	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI®, 150 А, полоса 20 МГц
TRCP0300	Пробник переменного тока от 250 мА до 300 А, 30 МГц
TRCP0600	Пробник переменного тока от 500 мА до 600 А, 30 МГц
TRCP3000	Пробник переменного тока от 500 мА до 3 000 А, 16 МГц
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
THDP0100	Высоковольтный дифференциальный пробник TekVPI®, 100 МГц, ± 6 кВ
THDP0200	Высоковольтный дифференциальный пробник TekVPI®, 200 МГц, $\pm 1,5$ кВ
TMDP0200	Высоковольтный дифференциальный пробник TekVPI®, 200 МГц, ± 750 В
TPR1000	Несимметричный пробник TekVPI® Power-Rail, 1 ГГц; включает один комплект дополнительных принадлежностей TPR4KIT
TIVP02	Пробник с гальванической развязкой; 200 МГц, от ± 5 В до ± 2500 В, в зависимости от наконечника; кабель 2 метра
TIVP02L	Пробник с гальванической развязкой; 200 МГц, от ± 5 В до ± 2500 В, в зависимости от наконечника; кабель 10 метра
TIVP05	Пробник с гальванической развязкой; 500 МГц, от ± 5 В до ± 2500 В, в зависимости от наконечника; кабель 2 метра
TIVP05L	Пробник с гальванической развязкой; 500 МГц, от ± 5 В до ± 2500 В, в зависимости от наконечника; кабель 10 метра
TIVP1	Пробник с гальванической развязкой; 1 ГГц, от ± 5 В до ± 2500 В, в зависимости от наконечника; кабель 2 метра
TIVP1L	Пробник с гальванической развязкой; 1 ГГц, от ± 5 В до ± 2500 В, в зависимости от наконечника; кабель 10 метра
TPP0502	Пассивный пробник напряжения TekVPI®, 500 МГц, 2X, входная емкость 12,7 пФ
TPP0850	Пассивный высоковольтный пробник напряжения 50X TekVPI®, 2,5 кВ, 800 МГц
TPP1000	Пассивный пробник напряжения 10X TekVPI®, 1 ГГц, кабель 1,3 м, входная емкость 3,9 пФ
P6015A	Высоковольтный пассивный пробник на 75 МГц, 20 кВ
TPA-BNC ⁹	Адаптер BNC с TekVPI® на TekProbe™

Продолжение таблицы...

Рекомендуемые пробники и переходники	Описание
TEK-DPG	Генератор импульсных сигналов с фазовым сдвигом TekVPI
067-1686-xx	Приспособление для компенсации временного запаздывания и калибровки при измерениях характеристик систем питания

Требуются другие пробники? Используйте интерактивную систему выбора пробника на сайте www.tek.com/probes.

Шаг 9

Добавьте принадлежности

Добавьте принадлежности для транспортировки или монтажа

Дополнительные принадлежности	Описание
HC4	Жесткий кейс для транспортировки с защитной крышкой со стороны лицевой панели прибора
RM4	Комплект для монтажа в стойку
SC4	Сумка для транспортировки с защитной крышкой со стороны лицевой панели прибора
Адаптер GPIB—Ethernet	Модель 4865B (GPIB—Ethernet для интерфейса прибора) заказывается непосредственно у компании ICS Electronics www.icselect.com/gpib_instrument_iffc.html

Шаг 10

Выберите вариант шнура питания

Вариант шнура питания	Описание
A0	Вилка питания для сетей Северной Америки (115 В, 60 Гц)
A1	Универсальная сетевая вилка для Европы (220 В, 50 Гц)
A2	Сетевая вилка для Великобритании (240 В, 50 Гц)
A3	Сетевая вилка для Австралии (240 В, 50 Гц)
A5	Сетевая вилка для Швейцарии (220 В, 50 Гц)
A6	Сетевая вилка для Японии (100 В, 50/60 Гц)
A10	Сетевая вилка для Китая (50 Гц)
A11	Сетевая вилка для Индии (50 Гц)
A12	Сетевая вилка для Бразилии (60 Гц)
A99	Шнур электропитания отсутствует

⁹ рекомендуется для подключения имеющихся пробников TekProbe к MSO серии 4.

Шаг 11

Добавьте опции расширенного обслуживания и калибровки

Опция обслуживания	Описание
T3	Трехлетний комплексный план защиты включает ремонт или замену прибора в случае эксплуатационного износа, случайного повреждения, повреждения от электростатического разряда или электрической перегрузки.
R3	Продление стандартной гарантии до 3 лет. Распространяется на запасные части, трудозатраты и доставку в пределах страны в течение 2 дней. Гарантирует более короткие сроки ремонта по сравнению с ремонтом без заключения договора. При каждом ремонте выполняется калибровка и обновление ПО. Обслуживание без хлопот — достаточно одного звонка, чтобы начать ремонт.
C3	Услуги по калибровке в течение 3 лет. Включает отслеживаемую калибровку или функциональную проверку в соответствующих случаях для рекомендованных калибровок. Покрытие включает первичную калибровку, а также услуги по калибровке в течение 2 лет.
T5	Пятилетний комплексный план защиты включает ремонт или замену прибора в случае эксплуатационного износа, случайного повреждения, повреждения от электростатического разряда или электрической перегрузки.
R5	Продление стандартной гарантии до 5 лет. Распространяется на запасные части, трудозатраты и доставку в пределах страны в течение 2 дней. Гарантирует более короткие сроки ремонта по сравнению с ремонтом без заключения договора. При каждом ремонте выполняется калибровка и обновление ПО. Обслуживание без хлопот — достаточно одного звонка, чтобы начать ремонт.
C5	Услуги по калибровке в течение 5 лет. Включает отслеживаемую калибровку или функциональную проверку в соответствующих случаях для рекомендованных калибровок. Покрытие включает первичную калибровку, а также услуги по калибровке в течение 4 лет.
D1	Отчет с данными калибровки
D3	Отчет с данными калибровки за 3 года (с опцией C3)
D5	Отчет с данными калибровки за 5 лет (с опцией C5)

Расширение и обновление функций после покупки прибора

Возможности последующего расширения и обновления функций

Функции прибора можно в любой момент расширить или обновить после покупки осциллографа. Лицензии на определенный прибор привязывают соответствующую опцию к этому прибору без определения срока использования. Плавающие лицензии позволяют легко передавать право на пользование соответствующей опцией между совместимыми приборами.

Функция обновления	Обновление лицензии на определенный прибор	Обновление плавающей лицензии	Описание
Добавление функций прибора	SUP4-AFG	SUP4-AFG-FL	Добавление генератора сигналов произвольной формы и стандартных функций
	SUP4-RL-1	SUP4-RL-1-FL	Увеличение длины записи до 62,5 млн точек/канал
Добавление анализа протокола	SUP4-SRAERO	SUP4-SRAERO-FL	Запуск по сигналам последовательных шин и анализ для аэрокосмической промышленности (MIL-STD-1553, ARINC 429)
	SUP4-SRAUDIO	SUP4-SRAUDIO-FL	Запуск и анализ сигналов последовательных аудиошин (I^2S , LJ, RJ, TDM)
	SUP4-SRAUTO	SUP4-SRAUTO-FL	Запуск по сигналам последовательных шин и анализ автомобильных систем (CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, а также декодирование символов CAN)
	SUP4-SRAUTOSEN	SUP4-SRAUTOSEN-FL	Запуск по сигналам последовательных шин и анализ автомобильных датчиков (SENT)
	SUP4-SRCOMP	SUP4-SRCOMP-FL	Запуск по сигналам последовательных шин и анализ компьютерных систем (RS-232/422/485/UART)
	SUP4-SRCXPI	SUP4-SRCXPI-FL	Декодирование и анализ сигналов последовательных шин CXPI
	SUP4-SREMBD	SUP4-SREMBD-FL	Запуск и анализ сигналов последовательных шин встроенных систем (I^2C , SPI)
	SUP4-SRENETH	SUP4-SRENETH-FL	Запуск по сигналам последовательных шин Ethernet и анализ систем (10Base-T, 100Base-TX)
	SUP4-SRESPI	SUP4-SRESPI-FL	Декодирование и анализ сигналов последовательных шин eSPI
	SUP4-SREtherCAT	SUP4-SREtherCAT-FL	Декодирование и анализ сигналов последовательных шин EtherCAT
	SUP4-SRI3C	SUP4-SRI3C-FL	Запуск и анализ сигналов последовательных шин MIPI I3C
	SUP4-SRMANCH	SUP4-SRMANCH-FL	Манчестерский код (только декодирование и поиск)
	SUP4-SRMDIO	SUP4-SRMDIO-FL	Декодирование и анализ сигналов последовательного интерфейса управления данными ввода/вывода (MDIO)
	SUP4-SRNZRZ	SUP4-SRNZRZ-FL	Анализ сигналов последовательных шин NRZ

Продолжение таблицы...

Функция обновления	Обновление лицензии на определенный прибор	Обновление плавающей лицензии	Описание
	SUP4-SRONEWIRE	SUP4-SRONEWIRE-FL	Декодирование и анализ сигналов последовательных двунаправленных шин (1-Wire)
	SUP4-SRPM	SUP4-SRPM-FL	Запуск по сигналам последовательных шин и анализ управления электропитанием (SPMI)
	SUP4-SRPSI5	SUP4-SRPSI5-FL	Анализ сигналов последовательных шин PSI5
	SUP4-SRSMBUS	SUP4-SRSMBUS-FL	Декодирование и анализ сигналов последовательных шин SMBus
	SUP4-SRSPACEWIRE	SUP4-SRSPACEWIRE-FL	Анализ сигналов последовательных каналов Spacewire
	SUP4-SRSRDLC	SUP4-SRSRDLC-FL	Управление синхронным каналом данных
	SUP4-SRVID	SUP4-SRVID-FL	Декодирование и анализ сигналов последовательных шин Serial Voltage Identification (SVID)
	SUP4-SRUSB2	SUP4-SRUSB2-FL	Запуск по сигналам последовательных шин и анализ систем сшинами USB 2.0 (низкоскоростными, полноскоростными и высокоскоростными)
	SUP4-SREUSB2	SUP4-SREUSB2-FL	Декодирование и анализ сигналов последовательных шин USB 2.0 (eUSB 2.0) встроенных систем
Добавление расширенного анализа	SUP4-3PHASE	SUP4-3PHASE-FL	Анализ электрических параметров трехфазных систем
	SUP4-MTM	SUP4-MTM-FL	Тестирование по маске и предельным значениям
	SUP4-PS2	Неприменимо	Пакет решений для измерений и анализа систем питания (4-PWR, THDP0200, TCP0030A, 067-1686-xx [компенсатор фазового сдвига])
	SUP4-PWR-BAS	SUP4-PWR-BAS-FL	Измерения и анализ характеристик систем питания
	SUP4-PWR	SUP4-PWR-FL	Расширенные измерения и анализ систем питания (включая все измерения SUP4-PWR-BAS)
	SUP4-SV-BW-1	SUP4-SV-BW-1-FL	Расширение полосы захвата сигнала в режиме спектра до 500 МГц
	SUP4-SV-RFVT	SUP4-SV-RFVT-FL	Анализ изменения характеристик РЧ-сигналов со временем в режиме спектра и запуск по событиям
	SUP4-VID	SUP4-VID-FL	Запуск по видеосигналам NTSC, PAL и SECAM
Добавление цифрового вольтметра	SUP4-DVM	Неприменимо	Добавление цифрового вольтметра / частотометра сигналов запуска (Предоставляется бесплатно при регистрации прибора на www.tek.com/register4mso)

Расширение полосы пропускания после покупки прибора

Возможности последующего расширения полосы пропускания

Аналоговую полосу пропускания прибора можно в любой момент расширить после покупки осциллографа. Выбор опции расширения полосы пропускания зависит от следующих параметров: требуемое число входов FlexChannel, текущая и требуемая полоса пропускания.

Любую модель осциллографа MSO Серии 4 можно обновить для расширения полосы пропускания в полевых условиях.

Модель осциллографа, имеющегося в собственности	Расширение полосы пропускания	Опция обновления	Описание опции обновления
MSO44	SUP4-BW4	4-BW2T3-4	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 200 МГц до 350 МГц для модели с (4) каналами FlexChannel; узел заблокирован
	SUP4-BW4	4-BW2T5-4	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 200 МГц до 500 МГц для модели с (4) каналами FlexChannel; узел заблокирован
	SUP4-BW4	4-BW2T10-4	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 200 МГц до 1 ГГц для модели с (4) каналами FlexChannel; узел заблокирован
	SUP4-BW4	4-BW2T15-4	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 200 МГц до 1,5 ГГц для модели с (4) каналами FlexChannel; узел заблокирован
	SUP4-BW4	4-BW3T5-4	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 350 МГц до 500 МГц для модели с (4) каналами FlexChannel; узел заблокирован
	SUP4-BW4	4-BW3T10-4	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 350 МГц до 1 ГГц для модели с (4) каналами FlexChannel; узел заблокирован
	SUP4-BW4	4-BW3T15-4	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с

Продолжение таблицы...

Модель осциллографа, имеющегося в собственности	Расширение полосы пропускания	Опция обновления	Описание опции обновления
			350 МГц до 1,5 ГГц для модели с (4) каналами FlexChannel; узел заблокирован
	SUP4-BW4	4-BW5T10-4	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 500 МГц до 1 ГГц для модели с (4) каналами FlexChannel; узел заблокирован
	SUP4-BW4	4-BW5T15-4	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 500 МГц до 1,5 ГГц для модели с (4) каналами FlexChannel; узел заблокирован
	SUP4-BW4	4-BW10T15-4	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 1 ГГц до 1,5 ГГц для модели с (4) каналами FlexChannel; узел заблокирован
MSO46	SUP4-BW6	4-BW2T3-6	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 200 МГц до 350 МГц для модели с (6) каналами FlexChannel; узел заблокирован
	SUP4-BW6	4-BW2T5-6	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 200 МГц до 500 МГц для модели с (6) каналами FlexChannel; узел заблокирован
	SUP4-BW6	4-BW2T10-6	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 200 МГц до 1 ГГц для модели с (6) каналами FlexChannel; узел заблокирован
	SUP4-BW6	4-BW2T15-6	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 200 МГц до 1,5 ГГц для модели с (6) каналами FlexChannel; узел заблокирован

Продолжение таблицы...

Модель осциллографа, имеющегося в собственности	Расширение полосы пропускания	Опция обновления	Описание опции обновления
	SUP4-BW6	4-BW3T5-6	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 350 МГц до 500 МГц для модели с (6) каналами FlexChannel; узел заблокирован
	SUP4-BW6	4-BW3T10-6	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 350 МГц до 1 ГГц для модели с (6) каналами FlexChannel; узел заблокирован
	SUP4-BW6	4-BW3T15-6	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 350 МГц до 1,5 ГГц для модели с (6) каналами FlexChannel; узел заблокирован
	SUP4-BW6	4-BW5T10-6	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 500 МГц до 1 ГГц для модели с (6) каналами FlexChannel; узел заблокирован
	SUP4-BW6	4-BW5T15-6	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 500 МГц до 1,5 ГГц для модели с (6) каналами FlexChannel; узел заблокирован
	SUP4-BW6	4-BW10T15-6	Лицензия; расширение полосы пропускания для MSO Серии 4; расширение полосы пропускания с 1 ГГц до 1,5 ГГц для модели с (6) каналами FlexChannel; узел заблокирован



Компания Tektronix имеет сертификаты ISO 9001 и ISO 14001 от SRI Quality System Registrar.



Приборы соответствуют требованиям стандартов IEEE 488.1-1987, RS-232-C, а также стандартам и техническим условиям компании Tektronix.



Оцениваемая сфера товарного производства: планирование, разработка и производство электронных контрольно-измерительных приборов.

Юго-Восточная Азия/Австралия (65) 6356 3900

Бельгия 00800 2255 4835*

Страны Центральной и Восточной Европы и Прибалтике
+41 52 675 3777

Финляндия +41 52 675 3777

Гонконг 400 820 5835

Япония 81 (120) 441 046

Ближний Восток, Азия и Северная Америка +41 52 675 3777

КНР 400 820 5835

Республика Корея +822 6917 5084, 822 6917 5080

Испания 00800 2255 4835*

Тайвань 886 (2) 2656 6688

Австрия 00800 2255 4835*

Бразилия +55 (11) 3759 7627

Страны Центральной Европы и Греция +41 52 675 3777

Франция 00800 2255 4835*

Индия 000 800 650 1835

Люксембург +41 52 675 3777

Нидерланды 00800 2255 4835*

Польша +41 52 675 3777

Россия и СНГ +7 (495) 6647564

Швеция 00800 2255 4835*

Великобритания и Ирландия 00800 2255 4835*

Балканские страны, Израиль, ЮАР и другие страны ISE

+41 52 675 3777

Канада 1 800 833 9200

Дания +45 80 88 1401

Германия 00800 2255 4835*

Италия 00800 2255 4835*

Мексика, страны Центральной, Южной Америки и Карибского бассейна 52 (55) 56 04 50 90

Норвегия 800 16098

Португалия 80 08 12370

ЮАР +41 52 675 3777

Швейцария 00800 2255 4835*

США 1 800 833 9200

* Европейский бесплатный номер. Если он недоступен, звоните по номеру: +41 52 675 3777

Дополнительная информация. Компания Tektronix располагает обширным и постоянно расширяющимся набором руководств по применению, технических описаний и других ресурсов в помощь инженерам, работающим над передовыми технологиями. Посетите сайт www.tek.com.

Авторское право: © Tektronix, Inc. Все права защищены. Приборы Tektronix защищены патентами США и других стран, выданными и находящимися на рассмотрении. Информация в этой публикации заменяет все опубликованные ранее материалы. Компания оставляет за собой право изменения цены и технических характеристик. TEKTRONIX и TEK являются зарегистрированными товарными знаками Tektronix, Inc. Все другие торговые марки являются знаками обслуживания, товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками соответствующих компаний.

3 Mar 2022 48U-61558-11
www.tek.com

Tektronix®