

Архангельск (8182)63-90-72
Астана (7172)727-132
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Казахстан (772)734-952-31

Сургут (3462)77-98-35
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93

<https://tektronix.nt-rt.ru> || txk@nt-rt.ru

Комбинированные осциллографы (MDO) серии 3

Комбинированные осциллографы

*Огромный экран. Исключительная универсальность.
Потрясающее впечатление.*



Основные технические характеристики

- Модели с 2 и 4 аналоговыми каналами
- Модели с полосой пропускания 1 ГГц, 500 МГц, 350 МГц, 200 МГц и 100 МГц
- Полоса пропускания может быть расширена (до 1 ГГц)
- Частота дискретизации до 5 Гвыб./с
- Длина записи 10 млн. точек по всем каналам
- Максимальная скорость захвата сигнала >280 000 осциллограмм в секунду
- Пассивные пробники с входной емкостью 3,9 пФ и аналоговой полосой пропускания 250 МГц или 500 МГц в стандартной комплектации
- Анализатор спектра (опция)
 - Диапазон частот: от 9 кГц до 1 ГГц или до 3 ГГц
 - Сверхширокая полоса захвата до 3 ГГц
- Генерация сигналов произвольной формы и стандартных функций (опция)
 - 13 предварительно заданных форм сигнала
 - Генерация сигналов с частотой до 50 МГц
 - Длина записи сигнала произвольной формы 128 000 точек
 - Частота дискретизации генератора сигналов произвольной формы 250 Мвыб./с
- Цифровые каналы (опция)
 - 16 цифровых каналов
 - длина записи 10 млн. точек по всем каналам
 - разрешение по времени 121,2 пс
- Запуск, декодирование и поиск для сигналов последовательных шин (опция)
 - Поддерживаются стандарты последовательных шин I²C, SPI, RS-232/422/485/UART, USB 2.0, CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, MIL-STD-1553, ARINC429 и аудиошины
- Цифровой вольтметр / частотомер (бесплатно при регистрации прибора)
 - Измерение ср.кв. перем. и пост. напряжения, ср.кв. перем. напряжения с постоянной составляющей с разрешением 4 разряда
 - Измерение частоты с разрешением 5 разрядов

Области применения

• Встраиваемые системы и интернет вещей

Осциллограф MDO серии 3 поддерживает работу с сигналами широкого набора последовательных шин, за счет чего позволяет быстро обнаруживать и решать проблемы, возникающие при отладке встраиваемых систем со смешанными сигналами.

• Измерение параметров силовых цепей

Надежные и воспроизводимые измерения напряжения, тока и мощности с помощью широкого набора пробников и автоматические процедуры анализа качества питающих напряжений, коммутационных потерь, гармонических составляющих, пульсаций, модуляции и области безопасной работы.

• Обучение

Одновременное управление несколькими приборами на одном стенде как правило затруднительно. Комбинированный осциллограф серии 3 объединяет возможности аналоговых, цифровых и РЧ измерений с источником сигналов в одном компактном (глубина 149 мм) приборе. Компактный прибор с множеством встроенных функций – неоценимое подспорье не только при обучении основам электроники, но и при проведении сложных лабораторных экспериментов. Используя опции обновления, можно расширять функциональные возможности осциллографа в соответствии с вашими требованиями и бюджетом.

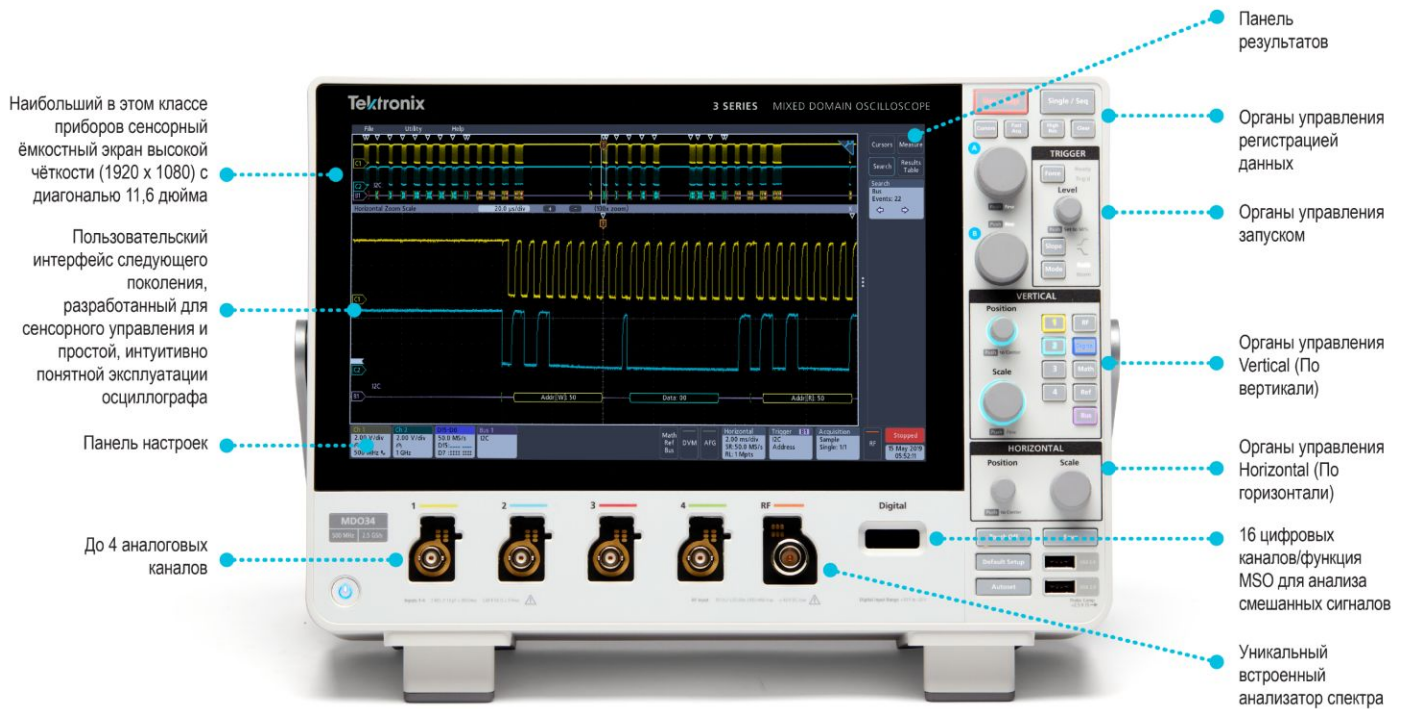
• Производственное тестирование и диагностика

На производственном участке не всегда можно разместить все требуемые приборы. Уникальный комбинированный осциллограф серии 3, объединяющий функции нескольких приборов в одном корпусе, занимает минимум места. Такое интегрированное решение снижает эксплуатационные расходы, связанные с использованием нескольких отдельных приборов для производственного тестирования и диагностики.

• Монтаж и техническое обслуживание

При работе на удаленных объектах очень важно иметь под рукой необходимый прибор. Комбинированный осциллограф серии 3 объединяет функции анализа аналоговых и цифровых сигналов, а также спектра, в легком (5,3 кг) портативном приборе, представляя собой идеальное решение для ограниченного пространства и универсального применения.

Общий вид передней панели MDO Серии 3



Осциллографы нового поколения

				
	MDO серии 3	MSO серии 4	MSO серии 5	MSO серии 6
Верхняя граница полосы пропускания	до 1 ГГц	до 1,5 ГГц	до 2 ГГц	до 8 ГГц
Разрешение по вертикали	8 бит	12 бит	12 бит	12 бит
Экран	11,6" HD	13,3" HD	15,6" HD	15,6" HD
Входы	TekVPI	FlexChannel / TekVPI	FlexChannel / TekVPI	FlexChannel / TekVPI
Расширенные функции анализа			Соответствие стандарту / джиттер / OC Windows	Соответствие стандарту / джиттер / OC Windows

Исключительно простой в использовании пользовательский интерфейс позволяет сосредоточиться на решаемой задаче.

Лента настроек для управления основными параметрами прибора и представлением осциллограмм

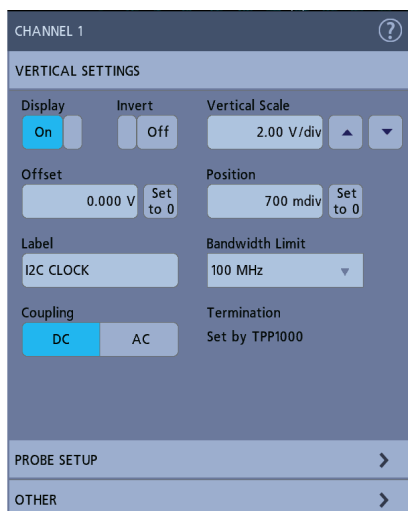
Рабочие параметры прибора и характеристики осциллограмм отображаются в виде «табличек» на ленте настроек в нижней части экрана. Лента настроек обеспечивает мгновенный доступ к наиболее распространённым задачам управления осциллограммами. Одним касанием вы можете:

- Включать каналы
- Добавлять математические функции
- Добавлять сохранённые осциллограммы
- Добавлять осциллограммы сигналов шин
- Включать 16 цифровых каналов
- Включать анализатор спектра
- Включать встроенный генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций
- Включать встроенный цифровой вольтметр

Лента результатов измерений и анализа

Лента результатов в правой части дисплея обеспечивает доступ в одно касание к наиболее распространённым средствам анализа, таким как курсоры, измерения, функции поиска, таблицы декодирования сигналов шин.

Таблички курсоров, результатов измерений и поиска отображаются в ленте результатов без ущерба для области просмотра осциллограммы. Чтобы расширить область просмотра осциллограммы, ленту результатов можно свернуть, а затем снова развернуть.



Доступ к меню настройки осуществляется простым двойным нажатием на интересующий вас элемент на экране. Здесь показано меню настройки канала, открытое двойным нажатием на табличку Channel. Меню исчезает при нажатии на другой участок экрана.

Эффективное взаимодействие благодаря сенсорному экрану

Осциллографы уже давно используют сенсорные экраны, но им отводилась второстепенная роль. Комбинированный осциллограф серии 3 оборудован емкостным сенсорным экраном с диагональю 11,6 дюйма и полностью новым интерфейсом пользователя, ориентированным на управление касанием.

Он поддерживает все привычные жесты, используемые в сенсорных интерфейсах смартфонов и планшетов.

- Перетаскивайте осциллограммы влево-вправо или вверх-вниз по экрану или используйте панорамирование при просмотре осциллограммы в увеличенном масштабе
- Изменяйте масштаб по вертикали и горизонтали, сводя или разводя пальцы
- Чтобы открыть ленту результатов, нужно провести пальцем по экрану справа налево, а чтобы получить доступ к меню в верхнем левом углу дисплея – провести сверху вниз

Все органы управления на передней панели представляют собой знакомые ручки и кнопки, который имеют плавный ход и четкий отклик. Вы также можете подключить клавиатуру и мышь, обеспечив себе ещё один способ взаимодействия с прибором.



С емкостным сенсорным экраном можно работать так же, как с экраном смартфона или планшета.

Разнообразные возможности захвата и анализа сигналов

Осциллограф серии 3 – это прибор высокого класса с разнообразными функциями для ускорения каждого этапа отладки, от быстрого обнаружения и захвата аномалий до поиска в записи осциллограммы интересующих событий, анализа характеристик событий и поведения исследуемого устройства.

Технология цифрового люминофора с режимом захвата FastAcq™

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

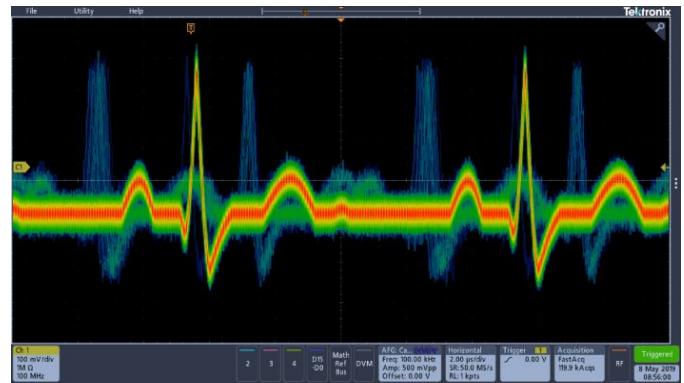
Технология цифрового люминофора позволяет быстро оценить истинные процессы, происходящие в исследуемом устройстве. Большая скорость захвата в режиме FastAcq – более 280 000 осциллограмм в секунду – обеспечивает высокую вероятность быстрого обнаружения кратковременно возникающих проблем в цифровых системах: рантов, глитчей, нарушений синхронизации и многих других.

Градация яркости для индикации частоты появления редких переходов относительно среднестатистических характеристик сигналов позволяет улучшить отображение редких событий. В режиме захвата FastAcq для отображения осциллограмм применяются четыре цветовые палитры.

- *Температурная палитра* использует цветовое кодирование для индикации часто появляющихся событий с помощью теплых цветов (красный и желтый) и редко появляющихся событий – с помощью холодных цветов (синий и зеленый).
- *Спектральная палитра* использует цветовое кодирование для индикации часто появляющихся событий с помощью холодных цветов, например синего цвета, и редко появляющихся событий – с помощью теплых цветов, например красного цвета.
- *Нормальная палитра* использует стандартный цвет канала (например, желтый для первого канала) с градацией яркости для индикации частоты появления событий, причем более высокая яркость соответствует часто появляющимся событиям.
- *Инвертированная палитра* использует стандартный цвет канала с градацией яркости для индикации частоты появления событий, причем более высокая яркость соответствует редко появляющимся событиям.

За счет этого сразу выделяются часто появляющиеся события или, в случае непериодических аномалий, редко появляющиеся события.

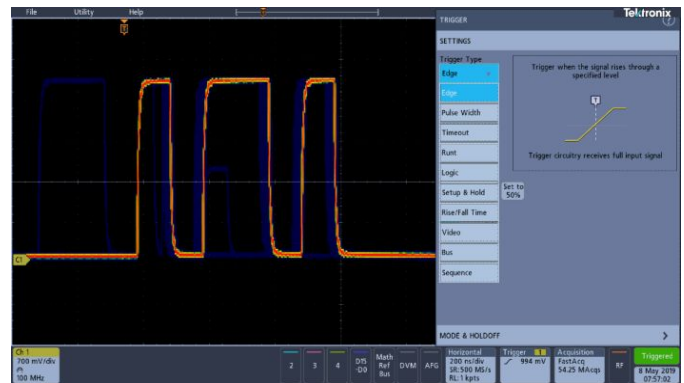
Возможность выбора бесконечного или регулируемого времени послесвечения позволяет задавать время наблюдения осциллограмм на дисплее и помогает определять частоту появления аномалии.



Технология цифрового люминофора с режимом захвата FastAcq поддерживают скорость захвата более 280 000 осциллограмм в секунду и отображение градаций яркости в режиме реального времени.

Система запуска

Обнаружение неисправности устройства – это лишь первый шаг. Теперь нужно захватить интересующее событие, чтобы установить причину его возникновения. В осциллографе MDO серии 3 предусмотрено более 125 комбинаций запуска, обеспечивающих полный набор вариантов для ускорения поиска интересующего события. Запуск может осуществляться по ранту, логической комбинации, длительности импульса/глитча, нарушению времени установки и времени удержания, последовательным пакетам и данным параллельной шины. Благодаря длине записи до 10 млн. точек, можно захватывать сразу несколько интересующих событий и даже тысячи последовательных пакетов с сохранением высокого разрешения, позволяющего детально рассматривать мельчайшие подробности сигнала.



Более 125 комбинаций запуска облегчают захват интересующего события

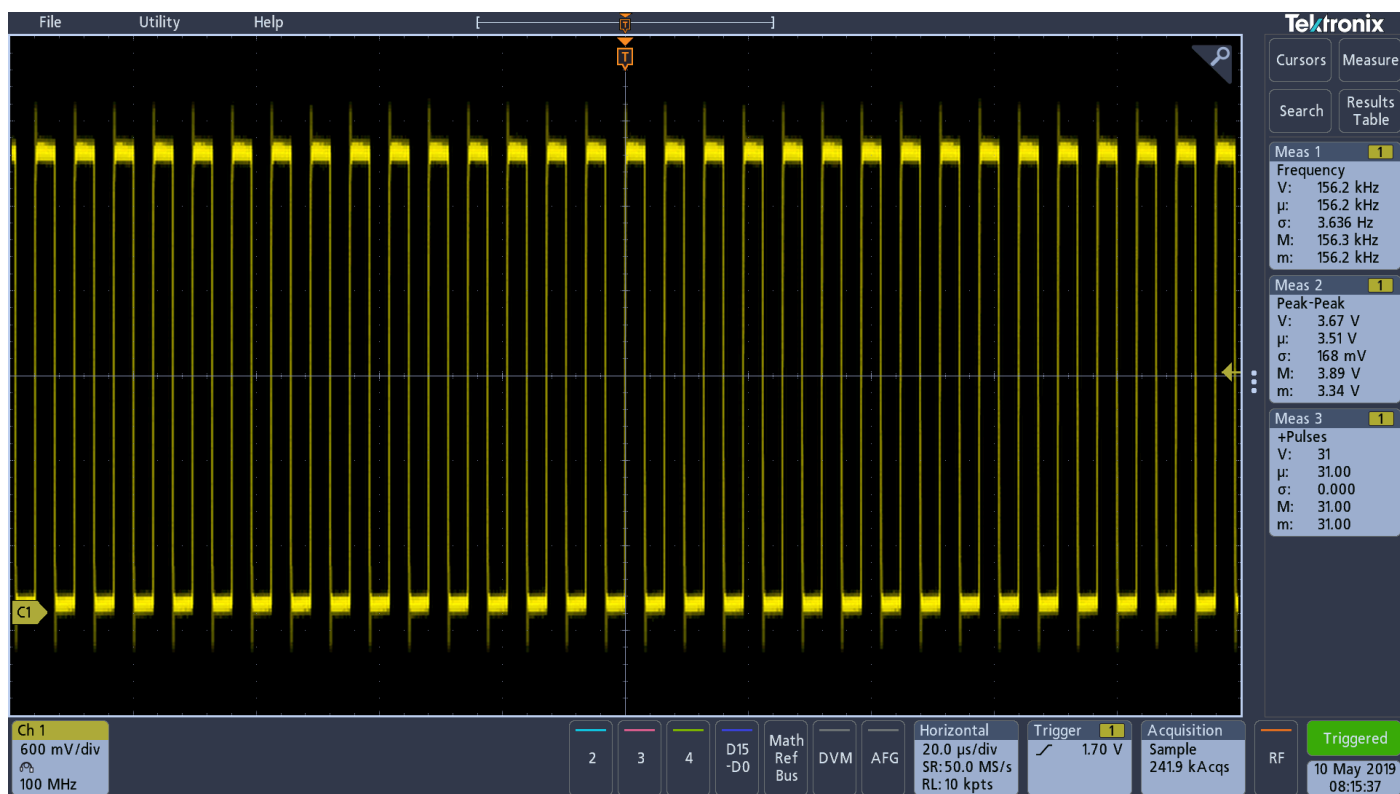
Базовый анализ осциллограмм и автоматизированные измерения

Чтобы проверить соответствие технических характеристик прототипа его программной модели и убедиться в его способности решать поставленные перед ним задачи, необходим тщательный анализ – от простой проверки времени нарастания и длительности импульсов до сложного анализа вносимого затухания, анализа сигналов тактовых частот и исследования источников шумов.

Комбинированные осциллографы серии 3 предлагают всеобъемлющий набор стандартных средств анализа, включая:

- Привязанные к сигналу и экрану курсоры
- Автоматизированные измерения
- Базовый набор математических функций
- Базовый анализ БПФ
- Расширенный набор математических функций, включая редактор уравнений

Таблицы результатов измерений предоставляют полную статистическую информацию по результатам измерений.



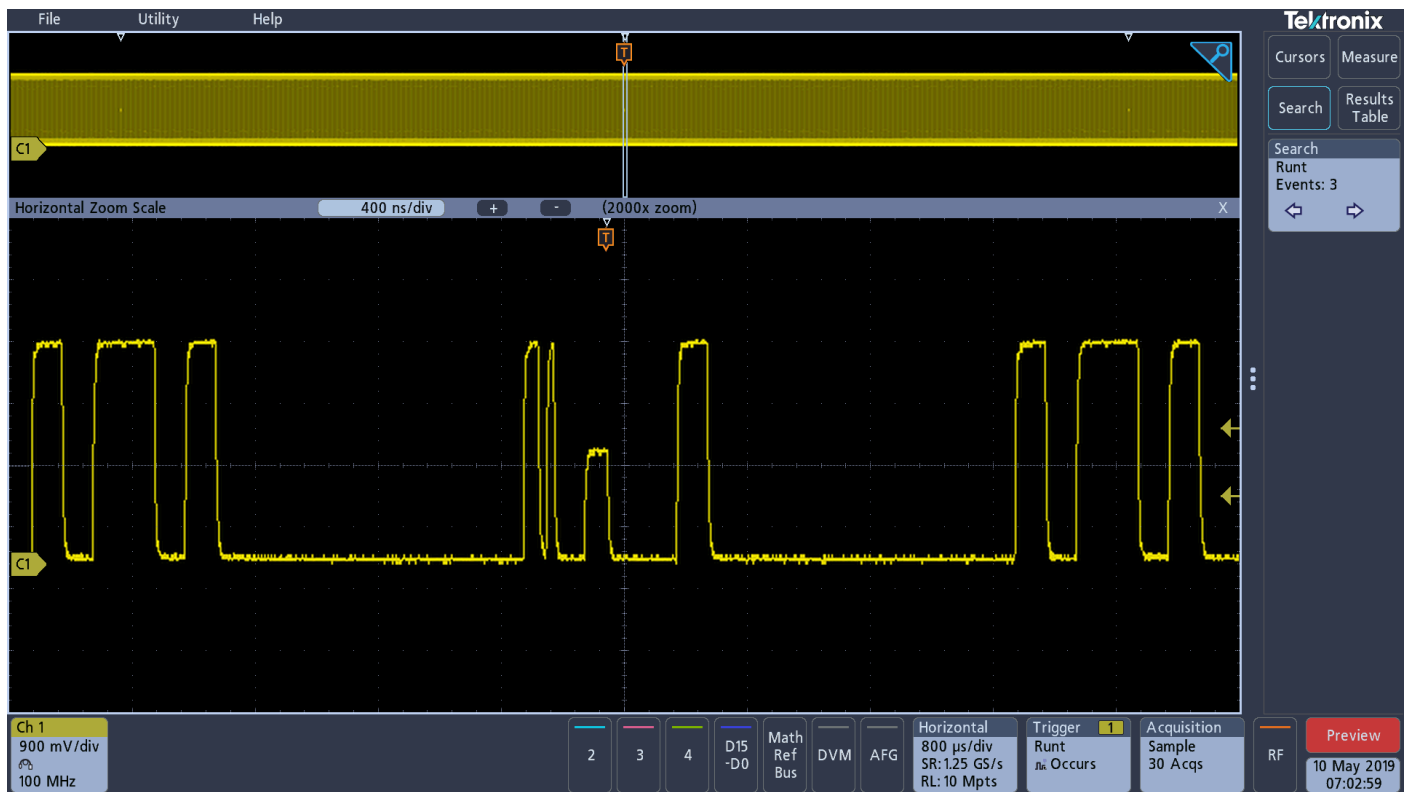
Автоматизированные измерения частоты, амплитуды от пика до пика и числа положительных импульсов со статистическими данными.

Простая навигация и поиск

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

Комбинированные осциллографы серии 3 предлагают наиболее совершенные в отрасли средства поиска и навигации, реализованные с помощью инновационного сенсорного интерфейса. Этот интерфейс помогает ускорить панорамирование и масштабирование фрагментов записи. Перейти к интересующему фрагменту длинной записи можно с помощью простых интуитивных жестов, «прокручивая» запись пальцем и сводя или разводя пальцы.

Функция Search (Поиск) позволяет автоматически просматривать длинные захваченные фрагменты и выполнять поиск определенных пользователем событий. Все появления заданного события помечаются поисковыми метками, между которыми можно перемещаться с помощью кнопок Previous (Назад) (←) и Next (Вперед) (→), находящихся в табличке Search на дисплее. Возможен поиск перепадов, импульсов определенной длительности, заданного времени ожидания, рантов, логических комбинаций, времени установки и удержания, положительного или отрицательного перепада определенной длительности, содержимого пакетов параллельных или последовательных шин.



Режим FastAcq помогает обнаружить рант в цифровом потоке данных для дальнейших исследований. В этом случае после запуска поиска было обнаружено и помечено три ранта в захваченной записи 10 млн. точек.

Расширенный анализ источников питания (опция)

Постоянно растущие требования к увеличению времени работы от батарей и поиск экологичных решений с меньшим энергопотреблением заставляют разработчиков источников питания измерять и минимизировать коммутационные потери. Кроме того, для удовлетворения требований международных и национальных стандартов на системы питания, необходимо измерять напряжения источников питания, чистоту выходного спектра и уровень гармоник в цепях питания. Традиционно сложилось так, что измерение этих и многих других параметров с помощью осциллографа отнимало много времени и представляло собой кропотливый ручной процесс. Дополнительные средства анализа источников питания, предлагаемые осциллографами MDO серии 3, существенно упрощают эти операции, позволяя быстро и точно измерять качество источников питания, коммутационные потери, уровень гармоник, область безопасной работы (ОБР), модуляцию, пульсации и скорость нарастания тока и напряжения (di/dt , dV/dt). Полностью встроенные в осциллограф средства анализа источников питания позволяют выполнять автоматические измерения с высокой воспроизводимостью при нажатии одной кнопки. Вы можете оценить опцию анализа источников питания, воспользовавшись 30-дневной бесплатной лицензией. Действие этой лицензии начинается с момента первого включения прибора.



Таблица измерений качества источников питания. Функции автоматического измерения параметров питания позволяют быстро и точно анализировать общие характеристики источников питания.

Уникальный встроенный анализатор спектра (опция)

Комбинированный осциллограф MDO – единственный на рынке осциллограф со встроенным аппаратно-реализованным анализатором спектра. Диапазон частот этого анализатора спектра – от 9 кГц до 1 ГГц или до 3 ГГц (с опциями 3-SA1 или 3-SA3 соответственно), что позволяет анализировать спектр сигналов большинства стандартов беспроводной связи.

Быстрый и точный анализ спектра

При использовании входа анализатора спектра с разъемом N-типа, экран комбинированного осциллографа серии 3 переходит в режим полноэкранного отображения сигналов в частотной области.

Все основные параметры спектра, такие как центральная частота, полоса обзора, опорный уровень и полоса разрешения, легко и быстро настраиваются с помощью сенсорного экрана.



Отображение спектра комбинированным осциллографом серии 3

Удобные интеллектуальные маркеры

В обычных анализаторах спектра включение и размещение достаточно большого количества маркеров для обозначения всех интересующих пиков может стать довольно трудоёмкой и утомительной задачей. Комбинированные осциллографы серии 3 повышают эффективность этого процесса за счет автоматической расстановки маркеров на пиках и отображения значений частоты и амплитуды для каждого пика. Критерии поиска пиков могут настраиваться пользователем.

Маркер, обозначающий самый высокий пик, называется опорным (контрольным) маркером и выделяется красным цветом. Отображаемые возле маркеров параметры пика могут выводиться либо в виде абсолютных значений (режим «Absolute»), либо в виде относительных (режим «Delta»). В режиме «Delta» отображаются значения частоты и амплитуды пика относительно опорного маркера.

Для измерения непиковых участков спектра можно воспользоваться двумя ручными курсорами. При включении ручных курсоров один из них выполняет роль опорного маркера, позволяя проводить измерения в любой части спектра. В зависимости от выбранного режима («Absolute» или «Delta»), помимо значений частоты и амплитуды показания ручных курсоров представляют плотность шума и фазовый шум. С помощью функции «Reference Marker to Center» («Опорный маркер в центр») можно мгновенно перемещать частоту, обозначенную опорным маркером, в положение центральной частоты.

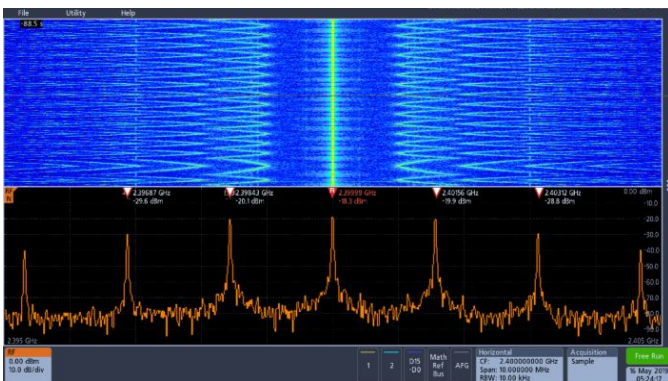


Автоматические маркеры пиковых значений позволяют наглядно представлять важную информацию. На рисунке показаны пять самых высоких амплитудных пиков. Они автоматически обозначены маркерами, поскольку превышают пороговые значения и величину показателя отклонения; для каждого маркера приведены значения пиковой амплитуды и частоты.

Спектрограмма

Комбинированные осциллографы серии 3 позволяют отображать спектры в виде спектрограммы, которая является идеальным средством для отслеживания медленно изменяющихся событий в РЧ сигналах. По оси X откладываются значения частоты (как на обычном графике представления спектра), по оси Y – время, а цветом обозначается амплитуда.

Слои спектрограммы формируются следующим образом. Берётся один захваченный спектр и «ставится на ребро», чтобы создать ряд высотой в один пиксель. Каждому пикселю ряда присваивается значение цвета, которое зависит от амплитуды каждой частотной составляющей спектра. Холодные цвета (синий, зелёный) соответствуют малым значениям амплитуды, а тёплые (жёлтый, красный) – более высоким. При каждом следующем захвате в нижней части спектрограммы появляется новый слой, а предшествующие слои сдвигаются на один ряд вверх. После прекращения сбора данных пользователь может прокрутить всю спектрограмму в обратном направлении и посмотреть любой отдельный спектр.



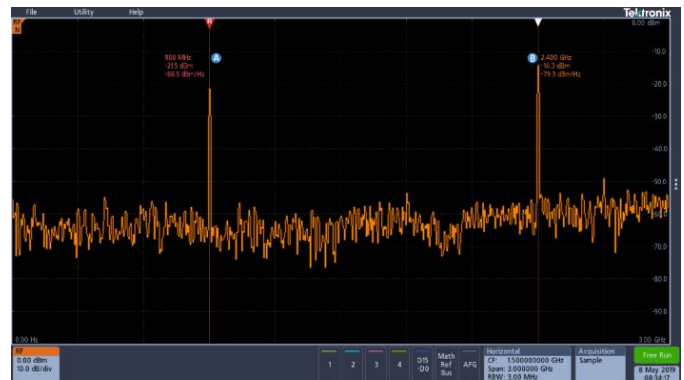
В режиме спектрограммы отображаются медленно изменяющиеся события в РЧ сигналах. На данном рисунке показан сигнал с несколькими пиками. Изменения во времени значений частоты и амплитуды этих пиков легко отслеживаются на спектрограмме.

Сверхширокая полоса захвата

Современные средства беспроводной связи развиваются очень быстро. В них часто используются технологии пакетной передачи данных и сложные схемы цифровой модуляции. Эти виды модуляции имеют очень широкую полосу частот. Традиционные анализаторы спектра последовательного (сканирующие) или параллельного (дискретные) типа плохо приспособлены для исследования таких сигналов, так как они могут видеть лишь узкую часть спектра в каждый момент времени.

Ширина спектра, захватываемого за один цикл сбора данных, называется полосой захвата. Традиционные анализаторы спектра сканируют полосу захвата в установленных пределах для построения нужного изображения. В результате, пока анализатор захватывает и обрабатывает один участок спектра, представляющее интерес событие может произойти в другой части спектра. Большая часть анализаторов спектра, доступных сегодня на рынке, имеют полосу захвата 10 МГц, иногда с помощью дорогостоящих опций она может быть расширена до 20, 40 или даже 160 МГц.

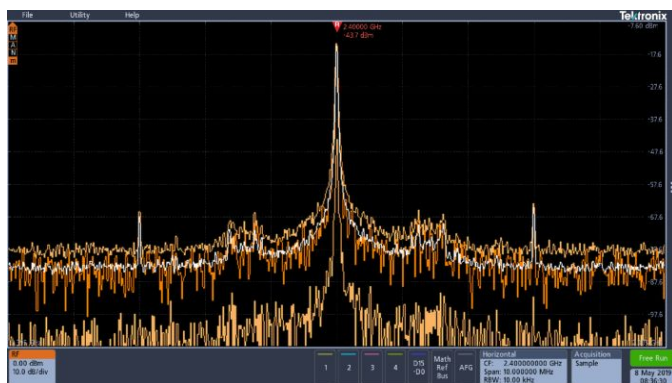
В соответствии с требованиями современных РЧ приложений по ширине полосы частот, осциллографы MDO серии 3 обеспечивают полосу захвата до 3 ГГц. Спектр генерируется из данных, полученных за один захват, таким образом обеспечивается гарантия того, что вы увидите все события, которые искали в частотной области.



Отображение спектров сигналов пакетной передачи данных, полученных за один захват, на входе и выходе преобразователя протокола Zigbee (900 МГц) в протокол Bluetooth (2,4 ГГц).

Трассы спектра

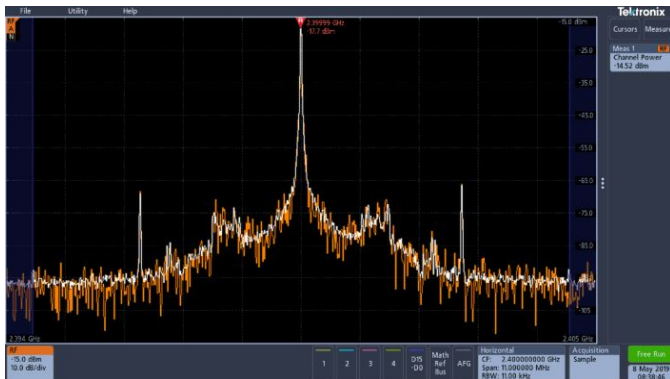
Осциллографы серии 3 обеспечивают четыре режима отображения спектра (типа трасс) сигналов, включая нормальный, усреднение, удержание максимума и удержание минимума.



Используемые типы трасс спектра: нормальный, усреднение, удержание максимума, удержание минимума

РЧ измерения

Комбинированные осциллографы серии 3 позволяют проводить три вида автоматизированных РЧ измерений: измерение мощности сигнала в канале, коэффициента мощности соседнего канала и ширины занимаемой полосы частот. При активации какого-либо из этих режимов измерений, осциллограф автоматически включает режим отображения спектра и метод детектирования «Усреднение» («Average») для оптимизации результатов измерений.



Автоматизированное измерение мощности в канале

Снятие РЧ сигналов для измерения спектра

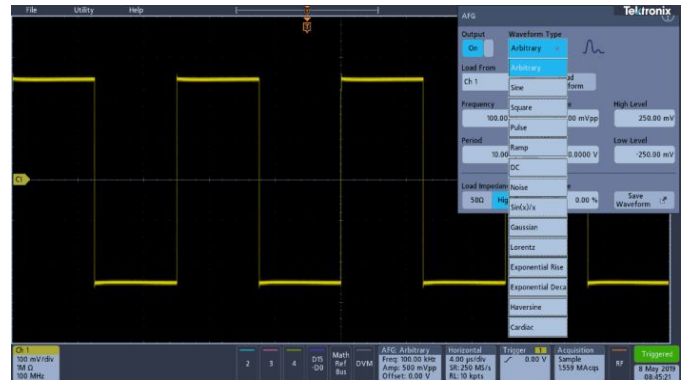
Варианты подачи сигналов на вход анализаторов спектра обычно ограничены характеристиками кабельных соединений или антенн. Помимо стандартного разъема N-типа, осциллограф серии 3 позволяет использовать пробник TekVPI с входным сопротивлением 50 Ом через адаптер TPA-N-VPI. Это обеспечивает дополнительную гибкость при поиске источников помех и облегчает анализ спектра за счет возможности поиска и просмотра сигналов на входе анализатора спектра.

Кроме того, для исследования сигналов малой амплитуды используется дополнительный предусилитель. Предусилитель TPA-N-PRE имеет номинальный коэффициент усиления 10 дБ в полосе частот от 9 кГц до 3 ГГц.

Генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций (опция)

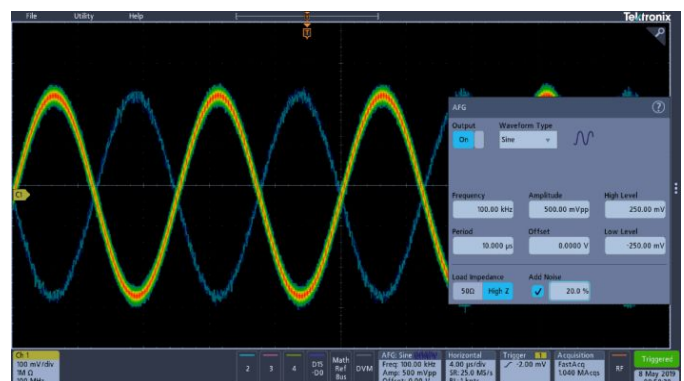
Комбинированный осциллограф 3 содержит опциональный встроенный генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций, который идеально подходит для имитации сигналов датчика в процессе отладки или для добавления шума к полезным сигналам при моделировании неблагоприятных условий.

Встроенный генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций выдает сигналы с частотой до 50 МГц, в частности синусоидальные, прямоугольные, пилообразные и импульсные сигналы, постоянный ток, шум, сигналы функций кардинального синуса (Sinc), Гаусса и Лоренца, экспоненциального подъема и спада, гаверсинуса и кардиосигнал.



Выбор типа сигнала во встроенном генераторе сигналов произвольной формы и стандартных функций.

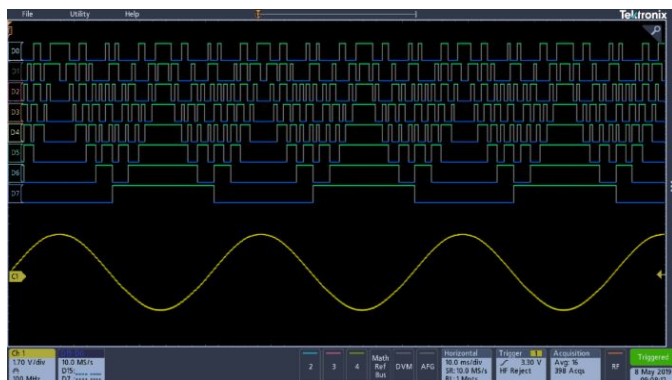
Память генератора сигналов произвольной формы составляет до 128 000 точек. В нее можно записать сигнал с аналогового входа, из сохраненного внутреннего файла, со съемного накопителя USB большой емкости или с внешнего компьютера. Чтобы генератор выдавал требуемый сигнал, файл с сигналом нужно передать в редактируемую память комбинированного осциллографа серии 3 через интерфейс USB, LAN или с использованием съемного накопителя USB.



Гибкая настройка генератора сигналов произвольной формы. В данном случае к синусоидальному сигналу добавлено 20 % шума.

Число цифровых каналов (опция)

Логический анализатор (опция 3-MSO) обеспечивает 16 цифровых каналов, интегрированных в интерфейс пользователя осциллографа. Это упрощает работу и облегчает решение проблем при работе с сигналами разных областей.



Осциллограф серии 3 с опцией 3-MSO используется для одновременного отображения аналоговых и цифровых сигналов на входе и выходе исследуемого ЦАП.

Цветовое кодирование осциллограмм

Осциллографы поддерживают цветовое кодирование логических уровней цифровых сигналов, выделяя единицы зеленым цветом, а нули – синим. Цветовое кодирование также используется в мониторе цифровых каналов. Монитор отображает уровень сигнала (высокий или низкий) или неустановившееся состояние сигнала, что позволяет определять активность канала без анализа ненужных цифровых сигналов.

Встроенная схема обнаружения многократных переходов окрашивает фронт сигнала белым цветом при наличии в этой точке множества переходов. Белые фронты указывают на то, что при растяжении сигнала или захвате его с более высокой частотой дискретизации можно получить дополнительную информацию. В большинстве случаев растяжение позволяет увидеть импульсы, незаметные при прежних настройках развертки. Если белые фронты сохраняются и после максимального растяжения, то повышение частоты дискретизации при следующем захвате позволит выявить высокочастотную информацию, недоступную при предыдущих настройках.

Из нескольких цифровых каналов можно сформировать группу и ввести с экранной клавиатуры метки для каждого канала. Сигналы можно объединять в группу, просто размещая их на экране один рядом с другим.



Цветовое кодирование цифровых сигналов позволяет объединять их в группы, просто размещая их на экране один рядом с другим. Помеченные цифровые каналы можно перемещать единой группой.

Когда группа сформирована, все каналы группы можно перемещать по экрану одновременно. Это существенно сокращает время настройки, которое увеличивается при отдельном перемещении каждого канала.

Режим быстрого захвата MagniVu™

В основном режиме захвата цифровых сигналов комбинированные осциллографы серии 3 могут записывать до 10 млн. точек со скоростью 500 Мвыб./с (разрешение 2 нс). Комбинированные осциллографы серии 3 имеют также режим захвата со сверхвысоким разрешением по времени, получивший название MagniVu, который позволяет записывать в память прибора 10 000 точек с частотой дискретизации до 8,25 Гвыб./с (разрешение 121,2 пс). Обе осциллограммы – основная и MagniVu – захватываются при каждом запуске, при этом можно переключаться между ними и выводить их на экран в режиме остановленной или живой развертки. MagniVu обладает значительно лучшим разрешением по времени, чем другие системы захвата аналоговых моделей осциллографов других производителей, обеспечивая уверенность при выполнении точных измерений временных соотношений цифровых сигналов.

Пробник для цифровых каналов P6316

Этот уникальный пробник имеет две группы по восемь каналов каждая, что упрощает подключение к исследуемому устройству. Пробник P6316 может подключаться к группам штыревых контактов 8x2 (шаг 2,54 мм), расположенным на печатных платах. Можно использовать прилагаемый комплект гибких проводников и зажимов для подключения к элементам поверхностного монтажа или контрольным точкам. Пробник P6316 обладает превосходными электрическими характеристиками – входной емкостью всего 8 пФ и входным сопротивлением 101 кОм.



Пробник для цифровых каналов R6316 имеет две группы по восемь контактов каждая, что упрощает подключение к исследуемому устройству.

Запуск по сигналам последовательных шин и их анализ (опция)

Сигнал последовательной шины содержит, как правило, адрес, управляющую информацию, данные и тактовую частоту, что затрудняет интерпретацию изображения на экране осциллографа и выделение интересующих событий. Автоматический запуск, декодирование и поиск событий и условий в сигналах, передаваемых по последовательной шине, создают надежный набор средств отладки последовательных шин. Вы можете оценить возможности запуска по сигналам последовательных шин и их анализа, воспользовавшись 30-дневной бесплатной лицензией. Действие этой лицензии начинается с момента первого включения прибора.



Запуск по конкретному пакету данных, передаваемому по шине I²C. Желтая осциллограмма представляет собой сигнал тактовой частоты, а синяя – данные. Осциллограмма сигнала шины показывает декодированное содержимое пакета, включая Старт, Адрес, Чтение/Запись, Данные и Стоп.

Запуск по сигналам последовательных шин

В комбинированных осциллографах серии 3 поддерживается запуск по содержимому пакета, например, по началу, по конкретным адресам или данным, по уникальным идентификаторам и т. п., таких популярных последовательных интерфейсов как I²C, SPI, RS-232/422/485/UART, USB2.0, CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, MIL-STD-1553, ARINC429 и I²S/LJ/RJ/TDM.

Представление шины

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

Декодирование сигналов шин

Устали от постоянного поиска тактовых частот, нулей и единиц? Надоело объединять биты в байты и вычислять шестнадцатеричные значения? Так поручите эту работу осциллографу! После того как вы определите шину, комбинированные осциллографы серии 3 будут декодировать каждый пакет в этой шине и отображать его значение в шестнадцатеричном, двоичном, десятичном (только USB, CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, MIL-STD-1553 и ARINC429), десятичном со знаком (только I²S/LJ/RJ/TDM) или ASCII (только USB, MIL-STD-1553 и RS-232/422/485/UART) формате.

Стандарты последовательных шин, поддерживаемые комбинированным осциллографом серии 3

Стандарт		Запуск, декодирование, поиск	Закажите опцию
Встраиваемые системы	I ² C	Да	3-SREMBD
	SPI	Да	3-SREMBD
Компьютерная техника	RS232/422/485, UART	Да	3-SRCOMP
USB	USB низко-, полно-, высокоскоростной	Да (запуск только для низко- и полноскоростных шин; декодирование высокоскоростных шин только в моделях с полосой пропускания 1 ГГц)	3-SRUSB2
Автомобильная электроника	CAN, CAN FD	Да	3-SRAUTO
	LIN	Да	3-SRAUTO
	FlexRay	Да	3-SRAUTO
Военное и аэрокосмическое оборудование	MIL-STD-1553, ARINC429	Да	3-SRAERO
Аудиошины	I ² S	Да	3-SRAUDIO
	LJ, RJ	Да	3-SRAUDIO
	TDM	Да	3-SRAUDIO

Таблица событий

Кроме отображения декодированных пакетных данных на самой осциллограмме, захваченные в память прибора пакеты можно представлять в табличной форме подобно тому, как они представляются в листинге программы. Пакеты снабжаются метками времени и разбиваются на столбцы для каждого отдельного типа сигнала (адрес, данные и т. п.). Содержимое таблицы событий можно сохранять в формате .CSV.

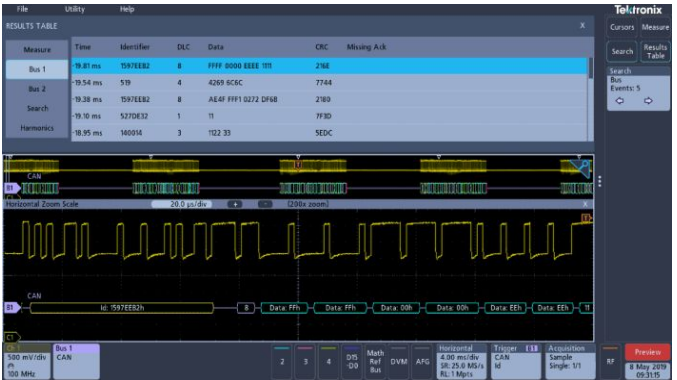


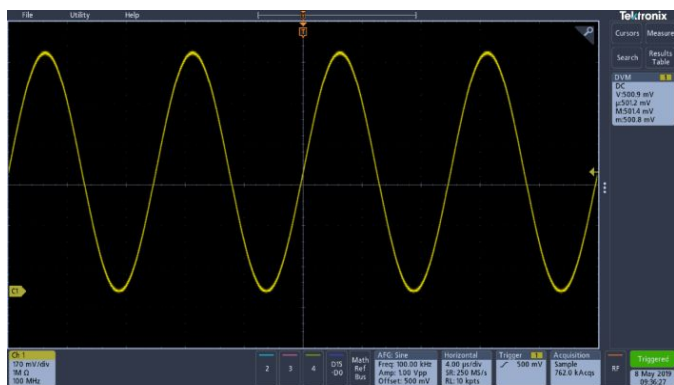
Таблица событий отображает декодированные идентификатор, код длины данных (DLC), данные и контрольную сумму (CRC) для каждого пакета шины CAN в течение длительного захвата.

Поиск (запуск по сигналам последовательных шин)

Запуск по сигналам последовательных шин очень полезен для выделения интересующих событий. Вы захватили такое событие и хотите его проанализировать, что делать дальше? Раньше для поиска причины возникновения того или иного события вам приходилось вручную просматривать осциллограммы, подсчитывая и преобразуя биты. Теперь у вас есть осциллограф, позволяющий автоматически просматривать захваченные данные и выполнять поиск по указанным критериям, в том числе и по содержанию пакетов последовательных данных. Каждое обнаруженное событие снабжается меткой. Для быстрого перемещения между метками можно использовать экранные кнопки **Previous (Назад)** (←) и **Next (Вперед)** (→).

Цифровой вольтметр и частотомер (бесплатно при регистрации прибора)

Осциллограф MDO серии 3 содержит встроенные 4-разрядный цифровой вольтметр и 5-разрядный частотомер. Сигнал с любого аналогового входа осциллографа может быть подан на вольтметр без переключения пробников. Цифровой вольтметр и частотомер имеются во всех моделях MDO серии 3 и активируются при регистрации прибора.



Измерение постоянного тока встроенным вольтметром

Платформа MDO серии 3

Большой сенсорный экран высокого разрешения

Комбинированные осциллографы серии 3 имеют широкий экран с диагональю 11,6 дюймов (295 мм) и высоким разрешением (1920 x 1080) для детального изучения сложных сигналов.

Интерфейсы

Комбинированный осциллограф серии 3 имеет несколько портов, которые могут быть использованы для соединения прибора с сетью, непосредственно с компьютером или с другим контрольно-измерительным оборудованием.

- Передний и задний хост-порты USB позволяют легко передавать снимки экрана, настройки прибора и данные сигнала в съемный накопитель USB. Мышь или клавиатура USB может быть подсоединена к хост-порту USB и использована для ввода данных.
- На задней панели расположен порт USB для дистанционного управления осциллографом с персонального компьютера.
- Стандартный порт 10/100 Ethernet на задней панели прибора позволяет легко подсоединяться к сетям, распечатывать результаты с помощью сетевого принтера и обеспечивает совместимость с устройствами стандарта LXI Core 2011.
- Видеоport HDMI на задней панели прибора позволяет передавать изображения на внешний монитор или проектор.

Интерфейсы передачи данных и дистанционного управления прибором

Для экспорта данных и результатов измерений достаточно подключить осциллограф к компьютеру кабелем USB. Всё необходимое программное обеспечение – OpenChoice® Desktop и панели инструментов Microsoft Excel и Word – обеспечивает быстрое и простое взаимодействие с ПК, работающим под управлением Windows.

Для упрощения работы можно использовать ПО OpenChoice Desktop, которое обеспечивает взаимодействие осциллографа с компьютером через порт USB или LAN для передачи настроек, осциллограмм и снимков экрана.

Встроенное ПО e*Scope® позволяет легко управлять осциллографом по сети через стандартный обозреватель интернета. Просто введите IP адрес или сетевое имя осциллографа, и в обозревателе откроется страница управления. Передайте и сохраните настройки, осциллограммы, измерения и снимки экрана или оперативно измените настройки осциллографа непосредственно на странице управления.

Небольшие размеры

Осциллограф выполнен легким и компактным, что облегчает его перемещение из одной лаборатории в другую. Глубина осциллографа равна 149 мм, поэтому он занимает мало места на испытательном стенде. Комбинированный осциллограф серии 3 оснащен всеми необходимыми средствами для выполнения повседневных работ по отладке устройств и систем.



Компактный осциллограф MDO серии 3 занимает мало места на испытательном стенде или рабочем столе и одновременно позволяет выполнять необходимые работы по отладке устройств и систем.

Пробники для точного измерения высокоскоростных сигналов

Комбинированные осциллографы серии 3 в стандартной комплектации поставляются с пассивными пробниками, оснащенными интерфейсом TekVPI.

Стандартные пассивные пробники напряжения

В комплект поставки комбинированного осциллографа серии 3 входят пассивные пробники напряжения с минимальной в отрасли входной емкостью, не превышающей 3,9 пФ. Включенные в комплект поставки пробники серии TRP практически не оказывают влияния на исследуемые устройства и с высокой точностью подают на осциллограф сигналы для захвата и анализа. В следующей таблице приведены пробники серии TRP для каждой модели осциллографов MDO серии 3.

Модели серии 3: MDO32, MDO34	Поставляемый пробник
100 МГц, 200 МГц	TRP0250: пассивный пробник напряжения 10х, 250 МГц. Один на аналоговый канал
350 МГц, 500 МГц, 1 ГГц	TRP0500В: пассивный пробник напряжения 10х, 500 МГц. Один на аналоговый канал

Интерфейс пробников TekVPI®

Интерфейс подключения пробников TekVPI существенно упрощает работу. Пробники TekVPI® оборудованы индикаторами состояния и органами управления, в том числе кнопкой вызова меню настройки пробников, расположенной непосредственно на корпусе. Эта кнопка позволяет отобразить на экране осциллографа меню пробника со всеми необходимыми настройками и средствами управления пробником. Интерфейс TekVPI обеспечивает прямое подключение токовых пробников без применения отдельного источника питания. Поддерживается дистанционное управление пробниками через интерфейс USB, GPIB или LAN, что позволяет гибко использовать их в составе автоматизированных контрольно-измерительных систем. От внутреннего источника питания на разъемы интерфейса TekVPI® может быть подана мощность до 25 Вт.



Интерфейс TekVPI® упрощает подключение пробников к осциллографу.

Технические характеристики

Приведенные характеристики являются типовыми, если не указано иное. Приведенные характеристики относятся ко всем моделям, если не указано иное.

	MDO32 и MDO34									
Аналоговая полоса пропускания	100 МГц	100 МГц	200 МГц	200 МГц	350 МГц	350 МГц	500 МГц	500 МГц	1 ГГц	1 ГГц
Число аналоговых каналов	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Время нарастания (тип., расчет.) <i>(скорость развертки 10 мВ/дел. при входной нагрузке 50 Ом)</i>	4 нс	4 нс	2 нс	2 нс	1,14 нс	1,14 нс	800 пс	800 пс	400 пс	400 пс
Частота дискретизации (1 канал)	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	5 Гвыб./с	5 Гвыб./с
Частота дискретизации (2 канала)	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	5 Гвыб./с	5 Гвыб./с
Частота дискретизации (4 канала)	–	2,5 Гвыб./с	–	2,5 Гвыб./с	–	2,5 Гвыб./с	–	2,5 Гвыб./с	–	2,5 Гвыб./с
Длина записи (1 канал)	10 Мвыб.	10 Мвыб.	10 Мвыб.	10 Мвыб.	10 Мвыб.	10 Мвыб.	10 Мвыб.	10 Мвыб.	10 Мвыб.	10 Мвыб.
Длина записи (2 канала)	10 Мвыб.	10 Мвыб.	10 Мвыб.	10 Мвыб.	10 Мвыб.	10 Мвыб.	10 Мвыб.	10 Мвыб.	10 Мвыб.	10 Мвыб.
Длина записи (4 канала)	–	10 Мвыб.	–	10 Мвыб.	–	10 Мвыб.	–	10 Мвыб.	–	10 Мвыб.
Число цифровых каналов с опцией 3-MSO	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Число выходных каналов генератора сигналов произвольной формы и стандартных функций с опцией 3-AFG	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Число каналов анализатора спектра	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Диапазон частот анализатора спектра с опцией 3-SA1	9 кГц – 1,0 ГГц	9 кГц – 1,0 ГГц	9 кГц – 1,0 ГГц	9 кГц – 1,0 ГГц	9 кГц – 1,0 ГГц	9 кГц – 1,0 ГГц	9 кГц – 1,0 ГГц	9 кГц – 1,0 ГГц	9 кГц – 1,0 ГГц	9 кГц – 1,0 ГГц
Диапазон частот анализатора спектра с опцией 3-SA31	9 кГц – 3,0 ГГц	9 кГц – 3,0 ГГц	9 кГц – 3,0 ГГц	9 кГц – 3,0 ГГц	9 кГц – 3,0 ГГц	9 кГц – 3,0 ГГц	9 кГц – 3,0 ГГц	9 кГц – 3,0 ГГц	9 кГц – 3,0 ГГц	9 кГц – 3,0 ГГц

Осциллограф

Система вертикального отклонения аналоговых каналов

Аппаратное ограничение полосы пропускания	
Для моделей с полосой пропускания ≥ 350 МГц	20 МГц или 250 МГц
Для моделей с полосой пропускания 100 МГц и 200 МГц	20 МГц
Режим связи по входу	перем. ток, пост. ток
Входное сопротивление	1 МОм $\pm 1\%$, 50 Ом $\pm 1\%$

Система вертикального отклонения аналоговых каналов

Чувствительность по вертикали				
1 МОм	От 1 мВ/дел. до 10 В/дел.			
50 Ом	От 1 мВ/дел. до 1 В/дел.			
Разрешение по вертикали				
8 бит (11 бит в режиме высокого разрешения)				
Максимальное входное напряжение				
1 МОм	300 В _{ср. кв.} (КАТ. II) с пиковыми значениями ≤ ±425 В			
50 Ом	5 В _{ср. кв.} с пиковыми значениями ≤ ±20 В			
Погрешность усиления постоянного напряжения				
±1,5% при чувствительности не менее 5 мВ/дел., увеличивается со скоростью 0,10%/°С при температуре выше 30 °С				
±2,0% при чувствительности 2 мВ/дел., увеличивается со скоростью 0,10 %/°С при температуре выше 30 °С				
±2,5% при чувствительности 1 мВ/дел., увеличивается со скоростью 0,10 %/°С при температуре выше 30 °С				
±3,0% при переменном коэффициенте усиления, увеличивается со скоростью 0,10 %/°С при температуре выше 30 °С				
Развязка между каналами (тип.)				
Для двух любых каналов с одинаковой чувствительностью по вертикали – ≥100:1 на частоте ≤100 МГц и ≥30:1 на частоте от 100 МГц до верхней границы полосы пропускания				
Случайный шум, режим выборки, оконечная нагрузка 50 Ом, полная полоса пропускания (тип.)		1 мВ/дел.	100 мВ/дел.	1 мВ/дел.
	1 ГГц	-	1,98 мВ	17,07 мВ
	500 МГц	-	1,54 мВ	13,47 мВ
	350 МГц	-	1,7 мВ	12,7 мВ
	200 МГц	111 мкВ	1,6 мВ	15,19 мВ
	100 МГц	98 мкВ	1,38 мВ	15,87 мВ
Диапазон смещения	Чувствительность по вертикали (В/дел.)	Диапазон смещения		
		Входное сопротивление 1 МОм	Входное сопротивление 50 Ом	
	от 1 мВ/дел. до 50 мВ/дел.	±1 В	±1 В	
	от 50,5 мВ/дел до 99,5 мВ/дел.	±0,5 В	±0,5 В	
	от 100 мВ/дел. до 500 мВ/дел.	±10 В	±10 В	
	от 505 мВ/дел. до 995 мВ/дел.	±5 В	±5 В	
	от 1 мВ/дел. до 10 В/дел.	±100 В	±5 В	

Система горизонтального отклонения аналоговых каналов

Диапазон скорости развертки	
Модели с полосой пропускания 1 ГГц	от 400 пс/дел. до 1000 с/дел.
Модели с полосой пропускания ≤500 МГц	от 1 нс/дел. до 1000 с/дел.
Максимальная продолжительность захвата при максимальной частоте дискретизации (все каналы/ половина каналов)	
Модели с полосой пропускания 1 ГГц	4/2 мс
Модели с полосой пропускания ≤500 МГц	4/4 мс
Диапазон задержки развертки	
от -10 делений до 5000 с	

Система горизонтального отклонения аналоговых каналов

Диапазон компенсации сдвига фаз между каналами	±125 нс
Погрешность генератора развертки	±10 x 10 ⁻⁶ в любом интервале ≥1 мс

Система запуска

Режимы запуска	Автоматический, ждущий, однократный
Режим входа запуска	Связь по постоянному току, по переменному току, ФВЧ (подавление частоты >50 кГц), ФНЧ (подавление частоты <50 кГц), подавление шума (снижение чувствительности)
Диапазон удержания запуска	от 20 нс до 8 с

Чувствительность запуска (тип.)	По перепаду импульса, связь по пост. току								
<table><tr><th>Источник сигнала запуска</th><th>Чувствительность</th></tr><tr><td>Вход любого аналогового канала</td><td>0,75 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1,3 деления при номинальной полосе (от 1 мВ/дел. до 4,98 мВ/дел.) ≥ 5 мВ/дел.: 0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе</td></tr><tr><td>Вспомогательный вход (внешний); доступен только в 2-канальных приборах</td><td>200 мВ от 0 до 50 МГц, увеличивается до 500 мВ при 200 МГц</td></tr><tr><td>Сеть питания</td><td>Постоянная</td></tr></table>		Источник сигнала запуска	Чувствительность	Вход любого аналогового канала	0,75 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1,3 деления при номинальной полосе (от 1 мВ/дел. до 4,98 мВ/дел.) ≥ 5 мВ/дел.: 0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе	Вспомогательный вход (внешний); доступен только в 2-канальных приборах	200 мВ от 0 до 50 МГц, увеличивается до 500 мВ при 200 МГц	Сеть питания	Постоянная
Источник сигнала запуска	Чувствительность								
Вход любого аналогового канала	0,75 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1,3 деления при номинальной полосе (от 1 мВ/дел. до 4,98 мВ/дел.) ≥ 5 мВ/дел.: 0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе								
Вспомогательный вход (внешний); доступен только в 2-канальных приборах	200 мВ от 0 до 50 МГц, увеличивается до 500 мВ при 200 МГц								
Сеть питания	Постоянная								

Диапазоны уровней запуска	
Любой входной канал	±8 делений от центра экрана, ±8 делений от 0 В, если выбран вход с ФНЧ
Вспомогательный вход (внешний)	±8 В
Сеть питания	Фиксированный уровень, приблизительно 50 % от напряжения сети
Индикация частоты сигнала запуска	Шестиразрядный частотомер для сигнала запуска.

Типы запуска									
По перепаду	По положительному, отрицательному или любому перепаду сигнала в любом канале. Возможна связь по постоянному току, переменному току, ФНЧ, ФВЧ и подавление шума.								
Последовательность (В-триггер)	Задержка запуска по времени: от 9,2 нс до 8 с. Или задержка запуска по событиям: от 1 до 4 000 000 событий. Задержка запуска по событиям отсутствует при выборе любого перепада ("Either").								
Длительность импульса	Запуск по положительным или отрицательным импульсам, длительность которых >, <, = или ≠ указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона.								
Время ожидания	Запуск, если в течение указанного периода времени (от 4 нс до 8 с) не обнаружено ни одного события изменения уровня.								
Рант	Запуск по импульсу, который пересек один порог, но не пересек второй порог перед повторным пересечением первого.								
По логическому выражению	Запуск в том случае, если некоторое логическое выражение состояния каналов принимает значение «Ложь» или сохраняет значение «Истина» в течение указанного времени. Любой из входов можно использовать в качестве источника тактового сигнала, по перепаду которого проверяется логическое выражение. Логические значения (И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ), указанные для всех входных каналов, определяются как Высокое, Низкое или Безразлично.								
Установка и удержание	Запуск по нарушениям времени установки и времени удержания между сигналом тактовой частоты и появлением данных на любом из входных каналов.								
<table><tr><th>Запуск по времени установки и времени удержания</th><th>Описание</th></tr><tr><td>Диапазон времени установки</td><td>от -0,5 нс до 1,024 мс</td></tr><tr><td>Диапазон времени удержания</td><td>от 1,0 нс до 1,024 мс</td></tr><tr><td>Диапазон суммы времен установки и удержания</td><td>от 0,5 нс до 2,048 мс</td></tr></table>		Запуск по времени установки и времени удержания	Описание	Диапазон времени установки	от -0,5 нс до 1,024 мс	Диапазон времени удержания	от 1,0 нс до 1,024 мс	Диапазон суммы времен установки и удержания	от 0,5 нс до 2,048 мс
Запуск по времени установки и времени удержания	Описание								
Диапазон времени установки	от -0,5 нс до 1,024 мс								
Диапазон времени удержания	от 1,0 нс до 1,024 мс								
Диапазон суммы времен установки и удержания	от 0,5 нс до 2,048 мс								

Система запуска

Время нарастания/спада	Запуск по перепадам импульсов, крутизна которых больше или меньше указанного значения. Перепад может быть положительным, отрицательным или любым в диапазоне от 4,0 нс до 8 с.
Видеосигнал	Запуск по всем строкам, нечетным, четным или всем полям видеосигналов стандартов NTSC, PAL и SECAM. Запуск по видеосигналам 480p/60, 576p/50, 720p/30, 720p/50, 720p/60, 875i/60, 1080i/50, 1080i/60, 1080p/24, 1080p/24sF, 1080p/25, 1080p/30, 1080p/50, 1080p/60 и по специальным видеосигналам с двух- и трехуровневой синхронизацией.
Параллельная шина (при наличии опции 3-MSO)	Запуск по значениям данных на параллельной шине. Размер данных, передаваемых по параллельной шине, равен от 1 до 20 битов (от цифровых и аналоговых каналов). Поддерживаются двоичные и шестнадцатеричные числа.

Система захвата данных

Режимы захвата данных	
Выборка	Захват значений выборок
Обнаружение пиковых значений	Захват глитчей длительностью 1,5 нс (модели с полосой пропускания 1 ГГц), 2,0 нс (модели с полосой пропускания 500 МГц), 3,0 нс (модели с полосой пропускания 350 МГц), 5,0 нс (модели с полосой пропускания 200 МГц), 7,0 нс (модели с полосой пропускания 100 МГц) при всех скоростях развертки.
Усреднение	Усреднение от 2 до 512 осциллограмм.
Огибающая	Огибающая минимумов-максимумов представляет данные, полученные в результате обнаружения пиковых значений в течение нескольких захватов. Число сигналов в огибающей выбирается от 1 до 2000 и до бесконечности.
Высокое разрешение	Усреднение серии захватов в реальном времени уменьшает случайный шум и повышает разрешение по вертикали.
Прокрутка	Прокрутка осциллограммы по экрану справа налево со скоростью развертки, меньшей или равной 40 мс/дел.
FastAcq®	Режим захвата FastAcq оптимизирует прибор для анализа динамических сигналов и захвата редких событий. В моделях с полосой пропускания 1 ГГц захватывается >280 000 осциллограмм/с, в моделях с полосой пропускания от 100 МГц до 500 МГц – >235 000 осциллограмм/с.

Измерение параметров сигнала

Курсоры	Осциллограмма и экран
Автоматизированные измерения (во временной области)	Измеряется 30 параметров, до четырех из которых можно вывести на экран одновременно. Возможно измерение следующих параметров: период, частота, задержка, время нарастания, время спада, скважность положительных импульсов, скважность отрицательных импульсов, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, длительность пакета, фаза, положительный глитч, отрицательный глитч, значение от пика до пика, амплитуда, высокий уровень, низкий уровень, максимум, минимум, среднее значение, среднее по периоду, среднеквадратическое значение, среднеквадратическое по периоду, число положительных импульсов, число отрицательных импульсов, число положительных фронтов, число отрицательных фронтов, площадь и площадь периода.
Автоматические измерения (в частотной области)	3 вида, результаты одного из которых могут быть отображены на экране. Возможно измерение следующих параметров: мощности сигнала в канале, коэффициента развязки соседних каналов по мощности и занимаемой полосы частот.
Статистическая обработка результатов	Среднее значение, минимум, максимум, стандартное отклонение.
Опорные уровни	Определяемые пользователем опорные уровни для автоматизированных измерений можно указывать в процентах или в физических единицах.
Стробирование	Выделение конкретного события в захваченном сигнале для его измерения. Выполняется с помощью курсоров экрана или курсоров сигнала.

Математическая обработка осциллограмм

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

Действие, выполняемое при обнаружении события

События	Действия не выполняются при появлении запуска или после заданного числа захватов (от 1 до 1 000 000)
Действия	Прекращение захвата, запоминание осциллограммы в файле, сохранение снимка экрана, распечатка снимка экрана, выдача импульса с вспомогательного выхода AUX OUT, сигнал удаленного интерфейса SRQ, передача уведомлений по электронной почте и выдача визуального уведомления.
Повторение	Повторение действия при обработке события (от 1 до 1 000 000 и бесконечности)

Измерение параметров источников питания (опция)

Измерения показателей качества источника питания	$V_{\text{ср. кв.}}$, $V_{\text{пик-фактора}}$, частота, $I_{\text{ср. кв.}}$, $I_{\text{пик-фактора}}$, активная мощность, полная мощность, реактивная мощность, коэффициент мощности, сдвиг фазы.
Измерение коммутационных потерь	
Потери мощности	$T_{\text{вкл.}}$, $T_{\text{выкл.}}$, проводимость, полн.
Потери энергии	$T_{\text{вкл.}}$, $T_{\text{выкл.}}$, проводимость, полн.
Гармонические составляющие	THD-F, THD-R, среднеквадратическое значение. Графическое и табличное представление гармоник. Тестирование согласно IEC61000-3-2, Класс А и MIL-STD-1399, раздел 300А
Измерение пульсаций	$V_{\text{пульсаций}}$ и $I_{\text{пульсаций}}$
Анализ модуляции	Графическое представление модуляции длительности положительного импульса, длительности отрицательного импульса, периода, частоты, скважности положительных и отрицательных импульсов.
Область безопасной работы	Графическое представление и тестирование по маске области безопасной работы импульсных силовых приборов.
измерения dV/dt и dI/dt	Измерение скорости нарастания напряжения и тока с помощью курсоров.

Анализатор спектра

(требуется опция 3-SA1 или 3-SA3)

Полоса захвата	Все модели: 1 ГГц с опцией 3-SA1 или 3 ГГц с опцией 3-SA
Полоса обзора	Все модели: от 9 кГц до 1 ГГц с опцией 3-SA1 или до 3 ГГц с опцией 3-SA
Полоса разрешения	от 20 Гц до 150 МГц, настройка с кратностью шага 1-2-3-5
Опорные уровни	от -140 до +20 дБм, шаг 5 дБм
Вертикальная шкала	Цена деления вертикальной шкалы от 1 дБ/дел. до 20 дБ/дел. с кратностью шага 1-2-5
Положение по вертикали	от -100 дел. до +100 дел. (отображается в дБ)
Единицы измерения по вертикали	дБм, дБмВ, дБмкВ, дБмкВт, дБмА, дБмкА
Отображаемый средний уровень шума (DANL)	
9 кГц – 50 кГц	< -109 дБм/Гц (< -113 дБм/Гц, тип.)
50 кГц – 5 МГц	< -126 дБм/Гц (< -130 дБм/Гц, тип.)
5 МГц – 2 ГГц	< -136 дБм/Гц (< -140 дБм/Гц, тип.)
2 ГГц – 3,0 ГГц	< -126 дБм/Гц (< -130 дБм/Гц, тип.)
Отображаемый средний уровень шума при подключенном предусилителе TPA-N-PRE	
от 9 кГц до 50 кГц	< -117 дБм/Гц (< -121 дБм/Гц, тип.)
от 50 кГц до 5 МГц	< -136 дБм/Гц (< -140 дБм/Гц, тип.)
от 5 МГц до 2 ГГц	< -146 дБм/Гц (< -150 дБм/Гц, тип.)
от 2 ГГц до 3 ГГц	< -136 дБм/Гц (< -140 дБм/Гц, тип.)
Паразитные составляющие	
Гармонические искажения 2-го порядка (> 100 МГц)	< -55 дБн (< -60 дБн, тип.)
Гармонические искажения 3-го порядка (> 100 МГц)	< -53 дБн (< -58 дБн, тип.)
Интермодуляционные искажения 2-го порядка (> 15 МГц)	< -55 дБн (< -60 дБн, тип.)
Интермодуляционные искажения 3-го порядка (> 15 МГц)	< -55 дБн (< -60 дБн, тип.)
Остаточные паразитные составляющие	
На частоте 2,5 ГГц	< -62 дБм (< -73 дБм, тип.)
На частоте 1,25 ГГц	< -76 дБм (< -82 дБм, тип.)
Перекрыстные помехи в анализаторе спектра от каналов осциллографа	
частота на входе ≤800 МГц:	< -60 дБ относительно опорного уровня (тип.)
частота на входе от >800 МГц до 2 ГГц:	< -40 дБ относительно опорного уровня (тип.)

**Фазовый шум на частоте 1 ГГц
(немодулированный сигнал)**

10 кГц	< -81 дБн/Гц (< -85 дБн/Гц, тип.)
100 кГц	< -97 дБн/Гц (< -101 дБн/Гц, тип.)
1 МГц	< -118 дБн/Гц (< -122 дБн/Гц, тип.)

Погрешность измерения уровня	Опорный уровень от 10 дБм до -15 дБм. Входной уровень изменяется от опорного уровня на 40 дБм в сторону уменьшения. Спецификации без учета погрешности рассогласования.
от +18 °С до +28 °С	от 9 кГц до 1,5 ГГц < ±1 дБм (<±0,4 дБм тип.) от 1,5 ГГц до 2,5 ГГц < ±1,3 дБм (<±0,6 дБм тип.) от 2,5 ГГц до 3 ГГц < ±1,5 дБм (<±0,7 дБм тип.)
Выход за пределы рабочего диапазона	< ±2,0 дБм

Погрешность измерения уровня при подключенном предусилителе TPA-N-PRE	Режим предусилителя установлен на "Auto" (Автом.). От установленного опорного уровня 10 дБм до -40 дБм. Входной уровень изменяется от опорного уровня на 30 дБм в сторону уменьшения. Спецификации без учета погрешности рассогласования.
от +18 °С до +28 °С	< ±1,5 дБм (тип.) при любом состоянии предусилителя
Выход за пределы рабочего диапазона	< ±2,3 дБм (тип.) при любом состоянии предусилителя

Погрешность измерения частоты	$\pm((\text{погрешность опорной частоты}) \times [\text{частота маркера}]) + (\text{полоса обзора}/750 + 2) \text{ Гц}$; погрешность опорной частоты = 10×10^{-6} (10 Гц/МГц)
--------------------------------------	---

Максимальный рабочий уровень входного сигнала

Средняя долговременная мощность	+20 дБм (0,1 Вт)
Максимальный безопасный уровень постоянного напряжения	±40 В пост.тока
Максимальная безопасная мощность (немодулир. сигнал)	+33 дБм (0,1 Вт)
Максимальная безопасная мощность (импульс)	+45 дБм (32 Вт) при длительности импульса <10 мкс, скважности <1 % и опорном уровне ≥ +10 дБм

Максимальный рабочий входной уровень при подключенном предусилителе TPA-N-PRE

Средняя долговременная мощность	+20 дБм (0,1 Вт)
Максимальный безопасный уровень постоянного напряжения	±20 В пост.тока
Максимальная безопасная мощность (немодулир. сигнал)	+30 дБм (1 Вт)
Максимальная безопасная мощность (импульс)	+45 дБм (32 Вт) при длительности импульса <10 мкс, скважности <1 %, опорном уровне ≥ +10 дБм

Типы трасс в частотной области	нормальный, усреднение, удержание максимума, удержание минимума
---------------------------------------	---

Методы обнаружения	положительный пик, отрицательный пик, усреднение, выборка
---------------------------	---

Автоматические маркеры	Идентификация от 1 до 11 пиков на основе значений регулируемого пользователем порога и размаха.
-------------------------------	---

Ручные маркеры	Два ручных маркера используются для индикации частоты, амплитуды, плотности шума и фазового шума	
Маркеры	Считывание показаний в режиме "Absolute" или "Delta"	
Окна БПФ	Окно БПФ	Коэффициент
	Кайзера	2,23
	Прямоугольное	0,89
	Хемминга	1,30
	Хеннинга	1,44
	Блэкмана-Харриса	1,90
	С плоской вершиной	3,77

Генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций

(требуется опция 3-AFG)

Сигналы	Синусоидальный, прямоугольный, импульсный, пилообразный, треугольный, кардинальный синус (Sinc), функция Гаусса, функция Лоренца, экспоненциальное нарастание и спад, гаверсинус, кардиосигнал и произвольный сигнал.
Синусоидальный	
Диапазон частот	от 0,1 Гц до 50 МГц
Диапазон амплитуды	от 20 мВ _{пик-пик} до 5,0 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 (тип.)	±0,5 дБ на частоте 1 кГц (±1,5 дБ для амплитуды <20 мВ _{пик-пик})
Полный коэффициент гармоник (тип.)	1 %, нагрузка 50 Ом
	2 % для амплитуды < 50 мВ и частоты > 10 МГц
	3 % для амплитуды < 20 мВ и частоты > 10 МГц
Динамический диапазон без паразитных составляющих (SFDR), (тип.)	-40 дБн (В _{пик-пик} ≥ 0,1 В); -30 дБн (В _{пик-пик} ≤ 0,1 В), нагрузка 50 Ом
Прямоугольный/импульсный сигнал	
Диапазон частот	от 0,1 Гц до 25 МГц
Диапазон амплитуды	от 20 мВ _{пик-пик} до 5,0 В _{пик-пик} в режиме с высоким импедансом; от 10 мВ _{пик-пик} до 2,5 В _{пик-пик} на нагрузке 50 Ом
Коэффициент заполнения	от 10% до 90% или мин. длительность импульса 10 нс, выбирается большее
Разрешение коэффициента заполнения	0,1%
Минимальная длительность импульса (тип.)	10 нс
Время нарастания/спада (тип.)	5 нс (от 10% до 90%)
Разрешение длительности импульса	100 пс
Глитч (тип.)	< 4% для скачков сигнала, больших 100 мВ
Асимметрия	±1% ±5 нс, при коэффициенте заполнения 50%
Джиттер (ср. кв. TIE, тип.)	< 500 пс
Пилообразный/треугольный	
Диапазон частот	от 0,1 Гц до 500 кГц
Диапазон амплитуды	от 20 мВ _{пик-пик} до 5,0 В _{пик-пик} в режиме с высоким импедансом; от 10 мВ _{пик-пик} до 2,5 В _{пик-пик} на нагрузке 50 Ом
Коэффициент симметрии	от 0% до 100%
Разрешение симметрии	0,1%
Постоянный ток	
Диапазон уровней (тип.)	±2,5 В в режиме с высоким импедансом; ±1,25 В на нагрузке 50 Ом
Случайный шум	
Диапазон 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
Разрешение амплитуды	от 0% до 100%, шаг 1%
sin(x)/x (sinc)	
Диапазон частот (тип.)	от 0,1 Гц до 2 МГц
Диапазон амплитуды	от 20 мВ _{пик-пик} до 3,0 В _{пик-пик} в режиме с высоким импедансом; от 10 мВ _{пик-пик} до 1,5 В _{пик-пик} на нагрузке 50 Ом

Функция Гаусса

Диапазон частот (тип.)	от 0,1 Гц до 5 МГц
Диапазон амплитуды	от 20 мВ _{пик-пик} до 2,5 В _{пик-пик} в режиме с высоким импедансом; от 10 мВ _{пик-пик} до 1,25 В _{пик-пик} на нагрузке 50 Ом

Функция Лоренца

Диапазон частот (тип.)	от 0,1 Гц до 5 МГц
Диапазон 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

Экспоненциальное нарастание/спад

Диапазон частот (тип.)	от 0,1 Гц до 5 МГц
Диапазон амплитуды	от 20 мВ _{пик-пик} до 2,5 В _{пик-пик} в режиме с высоким импедансом; от 10 мВ _{пик-пик} до 1,25 В _{пик-пик} на нагрузке 50 Ом

Функция гаверсинуса

Диапазон частот (тип.)	от 0,1 Гц до 5 МГц
Диапазон амплитуды	от 20 мВ _{пик-пик} до 2,5 В _{пик-пик} в режиме с высоким импедансом; от 10 мВ _{пик-пик} до 1,25 В _{пик-пик} на нагрузке 50 Ом

Кардиосигнал (тип.)

Диапазон частот	от 0,1 Гц до 500 кГц
Диапазон 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

Сигнал произвольной формы

Объем памяти	от 1 до 128 000 точек
Диапазон 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
Частота повторения	от 0,1 Гц до 25 МГц
Частота дискретизации	250 Мвыб/с

Погрешность частоты

Синусоидальный и пилообразный сигналы	130 x 10 ⁻⁶ (частота < 10 кГц)
	50 x 10 ⁻⁶ (частота ≥ 10 кГц)
Прямоугольный и импульсный сигналы	130 x 10 ⁻⁶ (частота < 10 кГц)
	50 x 10 ⁻⁶ (частота ≥ 10 кГц)
Разрешение	0,1 Гц или 4 разряда; выбирается большее

Погрешность амплитуды сигнала

±[(1,5% от установленной амплитуды от пика до пика) + (1,5% от установленного постоянного смещения) + 1 мВ] (частота = 1 кГц)

Постоянное смещение

Диапазон постоянного смещения	±2,5 В в режиме с высоким импедансом;
	±1,25 В на нагрузке 50 Ом
Разрешение постоянного смещения	1 мВ в режиме с высоким импедансом;
	500 мкВ на нагрузке 50 Ом
Погрешность постоянного смещения	±[(1,5% от установленного абсолютного постоянного смещения) + 1 мВ] увеличивается на 3 мВ при повышении температуры на каждые 10 °С, начиная от +25 °С

Логический анализатор

(требуется опция 3-MSO)

Система вертикального отклонения цифровых каналов

Число входных каналов	16 цифровых каналов (D15 – D0)
Пороги	Общая настройка для группы из 8 каналов
Выбор значений порогов	ТТЛ, КМОП, ЭСЛ, псевдо-ЭСЛ, определяется пользователем
Диапазон значений порогов, настраиваемых пользователем	от -15 В до +25 В
Максимальное входное напряжение	от -20 до +30 В
Погрешность установки порога	$\pm(130\text{ мВ} + 3\% \text{ от установленного порога})$
Максимальный динамический диапазон входного сигнала	50 В _{пик-пик} (зависит от установленного порога)
Минимальный размах напряжения	500 мВ
Входное сопротивление	101 кОм
Входная емкость пробника	8 пФ
Разрешение по вертикали	1 бит

Система горизонтального отклонения цифровых каналов

Максимальная частота дискретизации (основной режим)	500 Мвыб./с (разрешение 2 нс)
Максимальная длина записи (основной режим)	10 млн. точек
Максимальная частота дискретизации (режим MagniVu)	8,25 Гвыб./с (разрешение 121,2 пс)
Максимальная длина записи (режим MagniVu)	10 000 точек с центрированием относительно точки запуска
Минимальная обнаруживаемая длительность импульса (тип.)	2 нс
Сдвиг фаз между каналами (тип.)	500 пс
Максимальная частота переключения входа	250 МГц (Максимальная частота синусоидального сигнала, точно воспроизводимого в виде меандра. Необходим короткий удлинитель земли в каждом канале. Это максимальная частота при минимальной амплитуде сигнала. При больших амплитудах можно получить большую частоту переключения.)

Анализатор протоколов последовательных шин

Поддерживается автоматический запуск, декодирование и поиск для последовательных шин I²C, SPI, RS-232/422/485/UART, USB2.0, CAN, CAN FD (ISO и не ISO), LIN, FlexRay, MIL-STD-1553, ARINC429 и аудиошин.

Информацию о продуктах, поддерживающих стандарты последовательных шин, см. в [техническом описании «Анализ и запуск по сигналам последовательных шин»](#).

Типы запуска

I²C (опция)	Запуск по старту, повторному старту, стопу, пропущенному ACK, адресу (7 или 10 бит), данным или адресу и данным на шинах I ² C со скоростью до 10 Мбит/с.
SPI (опция)	Запуск по SS, началу кадра, MOSI, MISO или MOSI и MISO при передаче данных по шинам SPI со скоростью до 50,0 Мбит/с.
RS-232/422/485/UART (опция)	Запуск по стартовому биту передачи, стартовому биту приема, концу передаваемого пакета, концу принимаемого пакета, передаваемым данным, принимаемым данным, ошибке четности передачи и ошибке четности приема при скорости до 10 Мбит/с.
USB: низкоскоростная шина (опция)	Запуск по сигналу синхронизации, началу кадра, сбросу, паузе, возобновлению, концу пакета, маркерному пакету (адресу), пакету данных, пакету установки соединения, специальному пакету и по ошибке. Запуск по маркерному пакету – любой тип маркера, SOF, OUT, IN, SETUP; адрес можно указать для типов маркера: любой маркер, OUT, IN и SETUP. Можно определить запуск по адресу, который $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона. Номер кадра для маркера SOF можно вводить в двоичном, шестнадцатеричном, беззнаковом десятичном и безразличном формате. Запуск по пакету данных – любой тип данных, DATA0, DATA1; можно определить запуск по данным, которые $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ указанному значению или попадают в пределы или за пределы указанного диапазона. Запуск по пакету установки соединения – любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL. Запуск по специальному пакету – любой специальный тип, зарезервированный. Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, вставка битов.
USB: полноскоростная шина (опция)	Запуск по сигналу синхронизации, сбросу, паузе, возобновлению, концу пакета, маркерному пакету (адресу), пакету данных, пакету установки соединения, специальному пакету и по ошибке. Запуск по маркерному пакету – любой тип маркера, SOF, OUT, IN, SETUP; адрес можно указать для типов маркера: любой маркер, OUT, IN и SETUP. Можно определить запуск по адресу, который $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона. Номер кадра для маркера SOF можно вводить в двоичном, шестнадцатеричном, беззнаковом десятичном и безразличном формате. Запуск по пакету данных – любой тип данных, DATA0, DATA1; можно определить запуск по данным, которые $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ указанному значению или попадают в пределы или за пределы указанного диапазона. Запуск по пакету установки соединения – любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL. Запуск по специальному пакету – любой специальный тип, PRE, зарезервированный. Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, вставка битов.
CAN, CAN FD (опция)	Запуск по началу кадра, типу кадра (данные, дистанционное управление, ошибка, перегрузка), идентификатору (стандартный или расширенный), данным, идентификатору и данным, концу кадра, пропущенному ACK или по ошибке вставки битов в сигналах шины CAN со скоростью до 1 Мбит/с или в сигналах шины CAN FD со скоростью до 7 Мбит/с (ISO и не ISO). Можно настроить запуск так, чтобы он выполнялся при соблюдении условия $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$ или $\neq$ для некоторого указанного значения. По умолчанию настраиваемая пользователем точка выборки устанавливается равной 50 %.
LIN (опция)	Запуск по синхросигналу, идентификатору, данным, идентификатору и данным, кадру активного режима, кадру неактивного режима и по ошибкам, таким как ошибки синхронизации, четности или контрольной суммы, при передаче данных со скоростью до 100 кбит/с (по определению LIN, 20 кбит/с).
FlexRay (опция)	Запуск по началу кадра, типу кадра (нормальный, информационный, нулевой, синхронизирующий, стартовый), идентификатору, числу циклов, полю завершения заголовка, данным, идентификатору и данным, концу кадра или по ошибкам, таким как ошибка CRC заголовка, CRC трейлера, нулевого кадра, кадра синхронизации или стартового кадра при передаче данных со скоростью до 10 Мбит/с.

MIL-STD-1553 (опция)	Запуск по синхросигналу, типу слова (команда, статус, данные), командному слову (заданные отдельно RT адрес, T/R, субадрес/режим, счётчик слов данных/код режима, чётность), слову статуса (заданные отдельно RT адрес, ошибка сообщения, оборудование, бит запроса на обслуживание, приём широковещательной команды, занятость, флаг подсистемы, принятие запроса динамического управления шиной (DBCA), флаг терминала, чётность), слову данных (задаваемое пользователем 16-битное значение), ошибке (синхросигнала, чётности, манчестерского кода, связности данных), времени ожидания (мин. время от 2 до 100 мкс, макс. время от 2 до 100 мкс; запуск осуществляется, если время меньше минимального, больше максимального, попадает или не попадает в диапазон). Можно определить запуск по RT адресу, который $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона.
ARINC429 (опция)	Запуск по началу/концу слова, метке, данным, метке и данным, ошибке (любая ошибка, ошибка чётности, ошибка слова, ошибка интервала).
I ² S/LJ/RJ/TDM (опция)	Запуск по выбранному слову, по синхросигналу кадра или по данным. Можно настроить запуск так, чтобы он выполнялся при соблюдении условия $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$ или $\neq$ для некоторого указанного значения или при попадании значения в пределы или за пределы указанного диапазона. Максимальная скорость передачи данных для I ² S/LJ/RJ – 12,5 Мбит/с. Максимальная скорость передачи данных для TDM – 25 Мбит/с.

Цифровой вольтметр

(бесплатно при регистрации прибора)

Источники сигналов	канал 1, канал 2, канал 3 и канал 4
Типы измерений	Среднеквадратическое значение переменной составляющей, постоянная составляющая, сумма постоянной составляющей и среднеквадратического значения переменной составляющей (показания в вольтах или амперах); частота
Разрешение	Напряжение: 4 разряда Частота: 5 разрядов
Погрешность частоты	$\pm(10 \text{ мГц}/\text{Гц} + 1 \text{ отсчет})$
Скорость измерений	100 изм./с; измерения на экране обновляются 4 раза в секунду
Автоматический выбор параметров системы вертикального отклонения	Автоматическая настройка параметров по вертикали для максимального динамического диапазона измерений; доступна для любого источника, не связанного с системой запуска
Графическое представление результатов измерения	Графическое отображение минимального, максимального и текущего значений и прокрутка значений в 5-секундном интервале

Общие технические характеристики

Характеристики экрана

Тип экрана	Цветной емкостной сенсорный ЖК экран со светодиодной подсветкой, диагональ 11,6 дюйма (295 мм)
Разрешение экрана	1920 пикселей по горизонтали × 1080 пикселей по вертикали (HD)
Интерполяция	sin x/x
Представление сигналов	Векторы, точки, переменное послесвечение, бесконечное послесвечение
Цветовые палитры для режима захвата FastAcq	Температурная, спектральная, нормальная, инвертированная
Координатная сетка	Полная, сетка, сплошная, перекрестие, рамка, IRE и mB

Характеристики экрана

Формат	УТ, ХУ и одновременно ХУ/УТ
Максимальная скорость захвата сигнала	> 280 000 осц./с в режиме FastAcq для моделей с полосой пропускания 1 ГГц > 230 000 осц./с в режиме FastAcq для моделей с полосой пропускания от 100 МГц до 500 МГц > 50 000 осц./с в режиме захвата с цифровым люминофором для всех моделей

Порты ввода/вывода

Высокоскоростной хост-порт USB 2.0	Поддерживает USB накопители и клавиатуру. Два порта расположены на передней панели прибора и один – на задней.
Порт ведомого устройства USB 2.0	Расположен на задней панели. Поддерживает управление осциллографом через интерфейс USBTMC или GPIB (с переходником TEK-USB-488).
Печать	
Порт LAN	Розетка RJ-45, поддерживает стандарт 10/100 Base-T
Порт HDMI	19-контактный разъем HDMI
Вспомогательный вход (тип.)	(только для 2-канальных моделей)
Разъём BNC на передней панели	Входное сопротивление 1 МОм
Максимальное входное напряжение	300 В _{ср.кв.} (КАТ II) с пиковыми значениями ≤ ±425 В
Напряжение и частота на выходе компенсатора пробника	Контакты на передней панели
Амплитуда	от 0 до 2,5 В
Частота	1 кГц
Дополнительный выход	Разъём BNC на задней панели $V_{\text{вых}}$ (высокий уровень): ≥2,25 В без нагрузки, ≥1,0 В с нагрузкой 50 Ом $V_{\text{вых}}$ (низкий уровень): ≤0,7 В при выходном токе ≤4 мА; ≤0,25 В с нагрузкой 50 Ом Выход можно настроить на выдачу импульсного сигнала при запуске осциллографа, сигнала запуска от внутреннего генератора сигналов произвольной формы и стандартных функций, а также сигнала события
Замок Кенсингтона	Гнездо на задней панели для стандартного замка Кенсингтона.

LXI (расширение LAN для измерительных приборов)

Класс	LXI Core 2011
Версия	V1.4

Программное обеспечение

ПО OpenChoice® Desktop	Обеспечивает быстрое и простое взаимодействие осциллографа с компьютерами, работающими под управлением Windows, через интерфейс USB или LAN. Позволяет передавать и сохранять настройки, осциллограммы, результаты измерений и снимки экрана. В состав этого ПО входят панели инструментов Word и Excel, позволяющие автоматизировать захват и передачу данных и снимков экрана в Word и Excel для быстрого составления отчетов и дальнейшего анализа.
Драйвер IVI	Обеспечивает стандартный интерфейс программирования приборов для распространенных программных пакетов, таких как LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft.NET и MATLAB.
Веб-интерфейс e*Scope®	Позволяет управлять осциллографом по сети через стандартный обозреватель интернета. Просто введите IP адрес или сетевое имя осциллографа, и в обозревателе откроется страница управления. Передайте и сохраните настройки, осциллограммы, измерения и снимки экрана или оперативно измените настройки осциллографа непосредственно на странице управления.
Веб-интерфейс LXI Core 2011	Обеспечивает подключение к осциллографу через стандартный браузер путем ввода IP адреса или сетевого имени осциллографа в адресную строку браузера. Веб-интерфейс позволяет контролировать состояние и конфигурацию прибора, проверять и изменять настройки сети, а также управлять осциллографом с помощью ПО e*Scope®. Алгоритм работы интерфейса соответствует спецификациям LXI Core 2011, версия 1.4.

Источник питания

Напряжение источника питания	от 100 В до 240 В $\pm 10\%$
Частота источника питания	от 50 до 60 Гц при напряжении от 100 до 240 В 400 Гц $\pm 10\%$ при напряжении 115 В
Потребляемая мощность	не более 130 Вт

Габариты и масса

Размеры	
Высота	252 мм
Ширина	370 мм
Глубина	148,6 мм
Масса	
Нетто	MDO34 1 ГГц: 5,31 кг MDO32 1 ГГц: 5,26 кг
Брутто	7,89 кг
Конфигурация для установки в стойку	6U
Зазор для охлаждения	51 мм с правой и с задней сторон прибора

Электромагнитная совместимость и безопасность

Температура	
При работе	от 0 °C до +55 °C
При хранении	от -40 °C до +71 °C
Относительная влажность	
При работе	от 5% до 90% при температуре до +40 °C от 5% до 60% при температуре от +40 °C до +55 °C, без образования конденсата, ограничена максимальной влажностью при температуре по влажному термометру +39 °C
При хранении	от 5% до 90% при температуре до +40 °C, от 5% до 60% при температуре от +40 °C до +55 °C от 5% до 40% при температуре от +55 °C до +70 °C, без образования конденсата, ограничена максимальной влажностью при температуре по влажному термометру +39 °C
Высота над уровнем моря	
При работе	3000 м
При хранении	12 000 м
Нормативные документы	
Электромагнитная совместимость	Директива совета ЕС 2004/108/EC
Безопасность	UL61010-1:2004, CAN/CSA-C22.2 No. 61010.1: 2004, Директива по низковольтному оборудованию 2006/95/EC и EN61010-1:2001, МЭК 61010-1:2001, ANSI 61010-1-2004, ISA 82.02.01
Случайная вибрация	
При хранении:	2,46 g _{ср.кв.} от 5 до 500 Гц, 10 минут по каждой оси, 3 оси, всего 30 минут
При работе:	0,31 g _{ср.кв.} от 5 до 500 Гц, 10 минут по каждой оси, 3 оси, всего 30 минут Соответствует требованиям IEC 60068 2-27 и MIL-PRF-28800, класс 3
Удары	
При работе:	Полусинусоидальные импульсы, 50 g, длительность 11 мс, по 3 удара в направлении каждой оси (до 18 ударов) Соответствует требованиям IEC 60068 2-27 и MIL-PRF-28800, класс 3
При хранении	Полусинусоидальные импульсы, 50 g, длительность 11 мс, по 3 удара в направлении каждой оси (до 18 ударов) Превышает требования MIL-PRF-28800F
Акустический шум	
Уровень звуковой мощности	от 38 дБА до 40 дБА в соответствии с ISO 9296

Шаг 1. Выберите базовую модель комбинированного осциллографа серии 3

Комбинированные осциллографы (MDO) серии 3

MDO32	Комбинированный осциллограф с двумя аналоговыми каналами, одним дополнительным входом запуска, одним входом анализатора спектра и одним входом логического анализатора.
MDO34	Комбинированный осциллограф с четырьмя аналоговыми каналами, одним входом анализатора спектра и одним входом логического анализатора.

Принадлежности в комплекте поставки

Пробники

Для моделей с полосой пропускания 350 МГц, 500 МГц и 1 ГГц	TPP0500B, 500 МГц, 10X, 3,9 пФ. Один пассивный пробник напряжения на аналоговый канал
Для моделей с полосой пропускания 100 МГц и 200 МГц	TPP0250, 250 МГц, 10X, 3,9 пФ. Один пассивный пробник напряжения на аналоговый канал
Любая модель с опцией 3-MSO	Один 16-канальный логический пробник P6316 и принадлежности

Принадлежности

071-3608-00	Инструкции по монтажу и технике безопасности, печатное Руководство (на английском, японском и упрощенном китайском языках)
016-2144-xx	Сумка с принадлежностями
—	Кабель питания
—	
—	Калибровочный сертификат подтверждает прослеживаемость калибровки до Национальных институтов метрологии и соответствие системе качества ISO9001

Гарантия

Трехлетняя гарантия на все детали и работу (только для осциллографа). Гарантия 1 год на все детали и работу, включая пробники.

Шаг 2. Сконфигурируйте ваш комбинированный осциллограф серии 3, добавив опции

Опции прибора

Все осциллографы серии 3 могут быть оснащены на заводе следующими опциями:

3-AFG	Генератор для создания 13 стандартных сигналов и произвольных сигналов.
3-MSO	16 цифровых каналов; в комплекте с цифровым пробником P6316 и принадлежностями.
3-SA1	Анализатор спектра, диапазон частот от 9 кГц до 1 ГГц, полоса захвата до 1 ГГц.
3-SA3	Анализатор спектра, диапазон частот от 9 кГц до 3 ГГц, полоса захвата до 3 ГГц.
3-SEC	Повышает уровень защиты прибора за счет использования пароля для включения и выключения всех портов и обновления встроенного ПО.

Полоса пропускания (опция)

3-BW-100	Полоса пропускания аналоговых каналов 100 МГц
3-BW-200	Полоса пропускания аналоговых каналов 200 МГц
3-BW-350	Полоса пропускания аналоговых каналов 350 МГц
3-BW-500	Полоса пропускания аналоговых каналов 500 МГц
3-BW-1000	Полоса пропускания аналоговых каналов 1 ГГц

Кабель питания и разъемы

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

Локализованный интерфейс пользователя и справочная система

Интерфейс пользователя доступен на одиннадцати языках.

Справочная система на одиннадцати языках интегрирована в прибор и доступна в виде файла pdf на сайте компании Tektronix.

Все приборы поставляются с Руководством по установке и технике безопасности на английском, японском и упрощенном китайском языках, за исключением приборов, заказанных с опцией L99, для которых не предусмотрено печатное Руководство.

Опция L99	Без руководства
-----------	-----------------

Сервисные опции

Опция C3	Услуги по калибровке в течение 3 лет
Опция C5	Услуги по калибровке в течение 5 лет
Опция D1	Протокол с данными калибровки
Опция D3	Протокол с данными калибровки за 3 года (с опцией C3)
Опция D5	Протокол с данными калибровки за 5 лет (с опцией C5)
Опция R5	Ремонт в течение 5 лет (включая гарантийное обслуживание)
Опция T3	План полной защиты инвестиций на три года. Включает в себя ремонт и замену в случае износа, случайного повреждения, в том числе вызванного электростатическим разрядом или перенапряжением, а также профилактическое техобслуживание, пятидневный срок ремонта и приоритетный доступ к поддержке клиентов.
Опция T5	План полной защиты инвестиций на пять лет. Включает в себя ремонт и замену в случае износа, случайного повреждения, в том числе вызванного электростатическим разрядом или перенапряжением, а также профилактическое техобслуживание, пятидневный срок ремонта и приоритетный доступ к поддержке клиентов.

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

Шаг 3. Выберите опции запуска и анализа

Опции запуска и анализа

3-BND	Пакет приложений (все опции анализа и запуска по сигналам последовательных шин, а также опция анализа источников питания).
3-SRAERO	Анализ и запуск по сигналам последовательных шин аэрокосмических систем (MIL-STD-1553, ARINC429).
3-SRAUDIO	Анализ и запуск по сигналам последовательных аудиошин (I2S, LJ, RJ, TDM).
3-SRAUTO	Анализ и запуск по сигналам автомобильных последовательных шин (CAN, CAN FD, LIN, FlexRay).
3-SRCOMP	Анализ и запуск по сигналам последовательных шин компьютеров (RS-232/422/485/UART)
3-SREMBD	Анализ и запуск по сигналам последовательных шин встраиваемых систем (I2C, SPI).
3-SRUSB2	Анализ и запуск по сигналам последовательных шин USB (USB 2.0 низко-, полно- и высокоскоростных).
3-PWR	Измерения и анализ цепей питания.

Рекомендуемые принадлежности

Пробники

TRP0250:	Пассивный пробник напряжения TekVPI®, 250 МГц, 10X
TRP0500B	Пассивный пробник напряжения TekVPI®, 500 МГц, 10X
TRP0502	Пассивный пробник напряжения TekVPI®, 500 МГц, 2X
TRP0850	Пассивный высоковольтный пробник TekVPI®, 2,5 кВ, 800 МГц, 50X
TRP1000	Пассивный пробник напряжения TekVPI®, 1 ГГц, 10X, кабель 1,3 м
TDP0500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 500 МГц, дифференциальное входное напряжение ± 42 В
TDP1000	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 1 ГГц, дифференциальное входное напряжение ± 42 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
TIVM1	Пробник с гальванической развязкой, 1 ГГц, ± 50 В, TekVPI, кабель 10 м
P6246	Активный дифференциальный пробник, 400 МГц (TekProbe, уровень II)
P6427	Активный дифференциальный пробник, 1 ГГц (TekProbe, уровень II)
P5100	Высоковольтный пробник, 2,5 кВ, 100X (TekProbe, уровень II)
TCP0020	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI®, 20 А, 50 МГц
TCP0030A	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI®, 30 А, 120 МГц
TCP0150	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI®, 150 А, 20 МГц
A621	Пробник переменного тока 2000 А с разъемом BNC
A622	Пробник постоянного/переменного тока 100 А с разъемом BNC
ТСРА300	Пробник постоянного тока и постоянного/переменного тока до 100 МГц (требуется пробников TCP305A, TCP312A или TCP303)
ТСРА400	Пробник постоянного тока и постоянного/переменного тока до 50 МГц (требуется пробника TCP404XL)
TCP303	Пробник постоянного/переменного тока 150 А, 15 МГц, для ТСРА300
TCP305	Пробник постоянного/переменного тока 50 А, 50 МГц, для ТСРА300
TCP312	Пробник постоянного/переменного тока 30 А, 100 МГц, для ТСРА300
TCP404XL	Пробник постоянного/переменного тока 500 А, 2 МГц, для ТСРА400
ADA400A	Дифференциальный усилитель с высоким коэффициентом усиления 100x, 10x, 1x, 0, 1x
P6316	16-канальный логический пробник

Принадлежности

TPA-N-PRE	Предусилитель, ном. усиление 12 дБ, от 9 кГц до 6 ГГц
TPA-N-VPI	Переходник с N на TekVPI
119-4146-00	Комплект пробников для измерения поля в ближней зоне, от 100 кГц до 1 ГГц
119-6609-00	Гибкая несимметричная вибраторная антенна
077-1500-xx	Руководство по обслуживанию, загружается с сайта Tektronix (только на английском языке)
TPA-BNC	Переходник с TekVPI® на TekProbe™ BNC
TEK-DPG	Генератор импульсов с компенсацией фазовых сдвигов TekVPI
067-1686-xx	Приспособление для компенсации фазовых сдвигов и калибровки пробников
TEK-USB-488	Переходник с GPIB на USB
RM3	Комплект для монтажа в стойку
HC3	Футляр для переноски
SC3	Мягкая сумка для переноски (с передней защитной крышкой)

Другие РЧ пробники

101A	Комплект пробников ЭМП
150A	Усилитель пробника ЭМП
110A	Кабель пробника
0309-0001	Переходник пробника на разъем SMA
0309-0006	Переходник пробника на разъем BNC

Модернизация прибора после покупки

Обновления прибора

Для осциллографов MDO серии 3 предусмотрено несколько вариантов добавления функциональных возможностей после покупки. Ниже перечислены возможные обновления и метод обновления для каждого прибора.

Опции прибора после покупки	Ниже перечислены продукты, которые продаются отдельно и могут быть приобретены в любое время для расширения функциональных возможностей осциллографа MDO серии 3. Для использования ключей опций требуется информация о модели прибора и его серийном номере. Ключ задается на основе комбинации модели и серийного номера. Одноразовое долговременное обновление любой модели выполняется с помощью программного ключа для требуемой опции.
SUP3 AFG	Добавление генератора сигналов произвольной формы и стандартных функций к любому осциллографу MDO серии 3.
SUP3 MSO	Добавление 16 цифровых каналов; в комплекте с цифровым пробником P6316 и принадлежностями.
SUP3 SA1	Добавление анализатора спектра с диапазоном частот от 9 кГц до 1 ГГц и полосой захвата до 1 ГГц.
SUP3 SA3	Добавление анализатора спектра с диапазоном частот от 9 кГц до 3 ГГц и полосой захвата до 3 ГГц.
SUP3 SEC	Повышение уровня защиты прибора за счет использования пароля для включения и выключения всех портов и обновления встроенного ПО.
SUP3 BND	Добавление пакета приложений (все опции анализа и запуска по сигналам последовательных шин, а также опция анализа источников питания).
SUP3 SRAERO	Добавление анализа и запуска по сигналам последовательных шин аэрокосмических систем (MIL-STD-1553, ARINC429).
SUP3 SRAUDIO	Добавление анализа и запуска по сигналам последовательных аудиошин (I2S, LJ, RJ, TDM).
SUP3 SRAUTO	Добавление анализа и запуска по сигналам автомобильных последовательных шин (CAN, CAN FD, LIN, FlexRay).
SUP3 SRCOMP	Добавление анализа и запуска по сигналам последовательных шин компьютеров (RS-232/422/485/UART).

SUP3 SREMBD	Добавление анализа и запуска по сигналам последовательных шин встраиваемых систем (I2C, SPI).
SUP3 SRUSB2	Добавление анализа и запуска по сигналам последовательных шин USB (USB 2.0 низко-, полно- и высокоскоростных).
SUP3 PWR	Добавление измерений и анализа цепей питания.
SUP3 T3	План полной защиты инвестиций на три года. Включает в себя ремонт и замену в случае износа, случайного повреждения, в том числе вызванного электростатическим разрядом или перенапряжением, а также профилактическое техобслуживание, пятидневный срок ремонта и приоритетный доступ к поддержке клиентов.
SUP3 T5	План полной защиты инвестиций на пять лет. Включает в себя ремонт и замену в случае износа, случайного повреждения, в том числе вызванного электростатическим разрядом или перенапряжением, а также профилактическое техобслуживание, пятидневный срок ремонта и приоритетный доступ к поддержке клиентов.
Опции для расширения полосы пропускания прибора	Полоса пропускания осциллографа MDO серии 3 может быть увеличена после покупки прибора. Каждая опция обновления позволяет увеличивать аналоговую полосу пропускания и диапазон частот анализатора спектра. Опции для увеличения полосы пропускания приобретаются с учетом текущей и требуемой полос пропускания. Ключ задается на основе комбинации модели и серийного номера. По месту эксплуатации полоса пропускания может быть увеличена до 500 МГц. Для увеличения полосы пропускания прибора до 1 ГГц обратитесь в сервисный центр компании Tektronix.

Обновляемая модель	Полоса пропускания перед обновлением	Полоса пропускания после обновления	Заказать опцию
MDO32	100 МГц	200 МГц	SUP3 BW1T22
	100 МГц	350 МГц	SUP3 BW1T32
	100 МГц	500 МГц	SUP3 BW1T52
	100 МГц	1 ГГц	SUP3 BW1T102
	200 МГц	350 МГц	SUP3 BW2T32
	200 МГц	500 МГц	SUP3 BW2T52
	200 МГц	1 ГГц	SUP3 BW2T102
	350 МГц	500 МГц	SUP3 BW3T52
	350 МГц	1 ГГц	SUP3 BW3T102
	500 МГц	1 ГГц	SUP3 BW5T102
MDO34	100 МГц	200 МГц	SUP3 BW1T24
	100 МГц	350 МГц	SUP3 BW1T34
	100 МГц	500 МГц	SUP3 BW1T54
	100 МГц	1 ГГц	SUP3 BW1T104
	200 МГц	350 МГц	SUP3 BW2T34
	200 МГц	500 МГц	SUP3 BW2T54
	200 МГц	1 ГГц	SUP3 BW2T104
	350 МГц	500 МГц	SUP3 BW3T54
	350 МГц	1 ГГц	SUP3 BW3T104
	500 МГц	1 ГГц	SUP3 BW5T104



Архангельск (8182)63-90-72	Ижевск (3412)26-03-58	Магнитогорск (3519)55-03-13	Пермь (342)205-81-47	Сургут (3462)77-98-35
Астана (7172)727-132	Иркутск (395)279-98-46	Москва (495)268-04-70	Ростов-на-Дону (863)308-18-15	Тверь (4822)63-31-35
Астрахань (8512)99-46-04	Казань (843)206-01-48	Мурманск (8152)20-53-41	Рязань (4912)46-61-64	Томск (3822)98-41-53
Барнаул (3852)73-04-60	Калининград (4012)72-03-81	Набережные Челны (8552)20-53-41	Самара (846)206-03-16	Тула (4872)74-02-29
Белгород (4722)40-23-64	Калуга (4842)92-23-67	Нижний Новгород (831)429-08-12	Санкт-Петербург (812)309-46-40	Тюмень (3452)66-21-18
Брянск (4832)59-03-52	Кемерово (3842)65-04-62	Новокузнецк (3843)20-46-81	Саратов (845)249-38-78	Ульяновск (8422)24-23-59
Владивосток (423)249-28-31	Киров (8332)68-02-04	Новосибирск (383)227-86-73	Севастополь (8692)22-31-93	Уфа (347)229-48-12
Волгоград (844)278-03-48	Краснодар (861)203-40-90	Омск (3812)21-46-40	Симферополь (3652)67-13-56	Хабаровск (4212)92-98-04
Вологда (8172)26-41-59	Красноярск (391)204-63-61	Орел (4862)44-53-42	Смоленск (4812)29-41-54	Челябинск (351)202-03-61
Воронеж (473)204-51-73	Курск (4712)77-13-04	Оренбург (3532)37-68-04	Сочи (862)225-72-31	Череповец (8202)49-02-64
Екатеринбург (343)384-55-89	Липецк (4742)52-20-81	Пенза (8412)22-31-16	Ставрополь (8652)20-65-13	Ярославль (4852)69-52-93
Иваново (4932)77-34-06	Киргизия (996)312-96-26-47	Россия (495)268-04-70	Казахстан (772)734-952-31	