

Осциллографы смешанных сигналов MSO Серии 5

Технические характеристики осциллографа смешанных сигналов

Наибольший дисплей. Наибольшее число каналов. Наилучшие впечатления.



Впечатляющие цифры

Число входных каналов

- 4, 6 или 8 входов FlexChannel™
- Каждый вход FlexChannel имеет один аналоговый канал или восемь цифровых логических входов с логическим пробником TLP058

Полоса пропускания¹

- 350 МГц, 500 МГц, 1 ГГц, 2 ГГц

Частота дискретизации (все аналоговые / цифровые каналы)

- В реальном времени: 6,25 Гвыб./с
- С интерполяцией: 500 Гвыб./с

Длина записи (все аналоговые / цифровые каналы)

- 62,5 млн точек (стандартно)
- 125 млн точек (по заказу)¹

Скорость регистрации сигналов

- более 500 000 осциллограмм/с

Разрешение по вертикали

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

Стандартные типы синхронизации

- По фронту, по длительности импульса, по импульсу малой амплитуды, по тайм-ауту, в заданном окне, по логическому условию, по условию с последующей задержкой, по времени нарастания или спада, по сигналам параллельной шины, по последовательности

Стандартные инструменты анализа

- Курсоры: с привязкой к осциллограмме, вертикальной шкале, горизонтальной шкале, вертикальной и горизонтальной шкале
- Измерения: 36
- Скорость регистрации в режиме FastFrame™: 5 000 000 осциллограмм в секунду в режиме с использованием сегментирования памяти
- Графики: зависимости от времени, гистограммы, спектрограммы
- Математическая обработка: основные арифметические действия, БПФ и расширенный редактор уравнений
- Поиск: по любому критерию запуска
- Джиттер: погрешность временного интервала (TIE) и фазовый шум

Выборочный анализ¹

- Расширенный анализ джиттера и глазковых диаграмм
- Расширенный анализ электропитания

Дополнительная система синхронизации по сигналам последовательных шин, декодирования и анализа¹

- I²C, SPI, RS-232/422/485/UART, CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, USB 2.0, Ethernet, I²S, LJ, RJ, TDM, MIL-STD-1553, ARINC 429

Генератор сигналов произвольной формы и функций¹

- Генератор сигналов до 50 МГц
- Типы сигналов: произвольной формы, синусоидальные, прямоугольные, импульсные, импульсы малой амплитуды, треугольные, уровень постоянного тока, функция Гаусса, функция Лоренца, экспоненциальное нарастание или спад, кардинальный синус Sin(x)/x, белый шум, гаверсинус, кардиоида

Цифровой вольтметр²

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

Частотомер сигналов запуска²

- 8 разрядов

Дисплей

- Цветной TFT с диагональю 15,6 дюймов (396 мм)
- Высокое разрешение (1 920 x 1 080)
- Емкостный мультисенсорный экран

Возможности подключения

- Хост-порты USB (x7), порт устройств USB, ЛВС (10/100/1000 Base-T Ethernet; совместим с LXI), порт для дисплея, DVI-D, выход видеосигнала

e*Scope^{® 3}

- Позволяет дистанционно наблюдать и управлять осциллографами через сетевое соединение с использованием стандартного веб браузера

Пробники в стандартной комплектации

- Один пассивный пробник напряжения 10 МОм с емкостью менее 4 пФ для каждого канала

Гарантия

- 3 года стандартной гарантии с дополнительными планами комплексной защиты (Total Protection Plans)

Габариты

- 309 (В) x 454 (Ш) x 204 мм (Г)
- Масса: 11,4 кг

¹ Определяется при заказе или добавлен при обновлении.

² Предоставляется бесплатно при регистрации прибора.

³ Недоступен в приборах с установленным дополнением 5-WIN, SUP5-WIN (ОС Microsoft Windows 10).

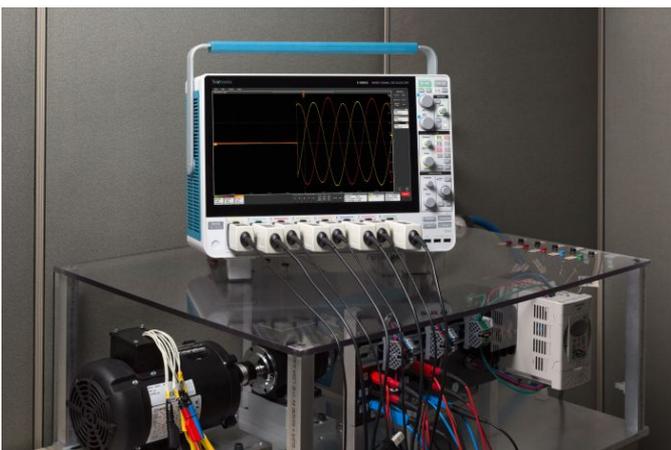
Располагая уникальным пользовательским интерфейсом с функциями масштабирования, перемещения осциллограмм и управления одним касанием на самом большом в отрасли сенсорном дисплее высокого разрешения, а также четырьмя, шестью или восемью входами FlexChannel™, позволяющими подавать один аналоговый или восемь цифровых сигналов на один канал, осциллограф смешанных сигналов серии 5 готов к решению самых сложных сегодняшних и завтрашних задач. Он устанавливает новые стандарты производительности, глубины анализа и простоты использования.

Недостаточное количество каналов больше не мешает успешной проверке и отладке!

Осциллографы смешанных сигналов серии 5 с большим дисплеем с диагональю 15,6 дюймов разрешением 1920 x 1080 могут иметь четыре, шесть или восемь входных каналов, что облегчает анализ сложных систем. Многие устройства, такие как встраиваемые системы, трехфазные силовые электронные устройства, автомобильная электроника, источники питания и силовые преобразователи постоянного тока, требуют наблюдения сигналов более чем по четырём аналоговым каналам, чтобы проверить и снять характеристики и устранить возникающие проблемы.

Большинство инженеров может вспомнить ситуации, в которых для решения особенно сложной проблемы требовалось как можно больше данных об исследуемой системе, но в их распоряжении находилось всего два или четыре аналоговых канала. Использование второго осциллографа подразумевает значительные трудности, связанные с синхронизацией запуска и отображения на двух отдельных экранах, а также сложности с документированием.

Если вы полагаете, что шести- или восьмиканальные осциллографы должны быть на 50 % или 100 % дороже четырёхканальных, то будете приятно удивлены, узнав о том, что шестиканальные модели всего на ~25 %, а восьмиканальные – на ~67 % дороже четырёхканальных. Дополнительные аналоговые каналы быстро окупаются за счет ускорения выполнения ваших текущих и перспективных проектов.



Измерения напряжения при пуске трехфазного электродвигателя.

Технология FlexChannel™ обеспечивает максимальную гибкость с максимальной наглядностью представления исследуемой системы.

Серия 5 меняет представление о том, каким должен быть осциллограф смешанных сигналов. Технология FlexChannel позволяет использовать каждый из входов прибора как один аналоговый канал или как восемь цифровых каналов. Преобразование аналогового канала в цифровые каналы выполняется путём простого подключения цифрового пробника TLP058 к любому входу. Тем самым обеспечиваются гибкие возможности конфигурирования осциллографа.

Модель с восемью каналами FlexChannel можно сконфигурировать для просмотра только восьми аналоговых сигналов или семи аналоговых и восьми цифровых, или шести аналоговых и 16 цифровых, или пяти аналоговых и 24 цифровых сигналов и т. д. Вы можете изменить конфигурацию в любой момент, просто подключая или отключая цифровые пробники TLP058, чтобы всегда иметь нужное количество цифровых каналов.

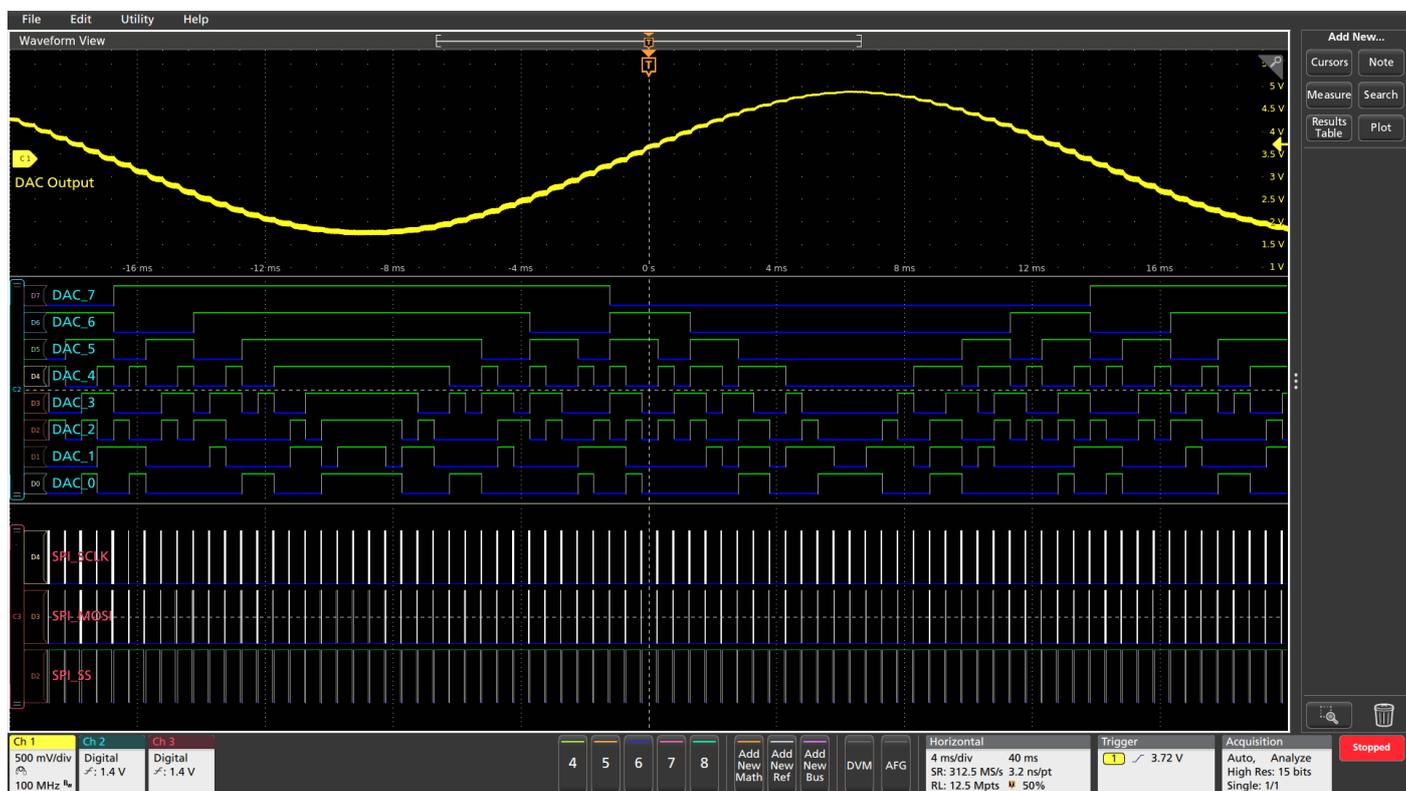


Технология FlexChannel обеспечивает максимальную гибкость. Каждый вход можно сконфигурировать как один аналоговый или восемь цифровых каналов в зависимости от типа подключаемого пробника.

Осциллографы смешанных сигналов серии 5 предлагают новый уровень интеграции цифровых каналов. Цифровые каналы имеют такую же высокую частоту дискретизации (до 6,25 Гвыб./с) для лучшего разрешения по времени и большую длину записи (до 125 млн точек) для захвата длительных фрагментов сигнала, как и аналоговые каналы. В осциллографах смешанных сигналов предыдущего поколения частота выборки и длина записи по цифровым каналам были меньше, чем по аналоговым.



Пробник TLP058 обеспечивает восемь высокопроизводительных цифровых входов. Количество подключаемых пробников TLP058 может достигать восьми, то есть осциллограф получит 64 цифровых канала.



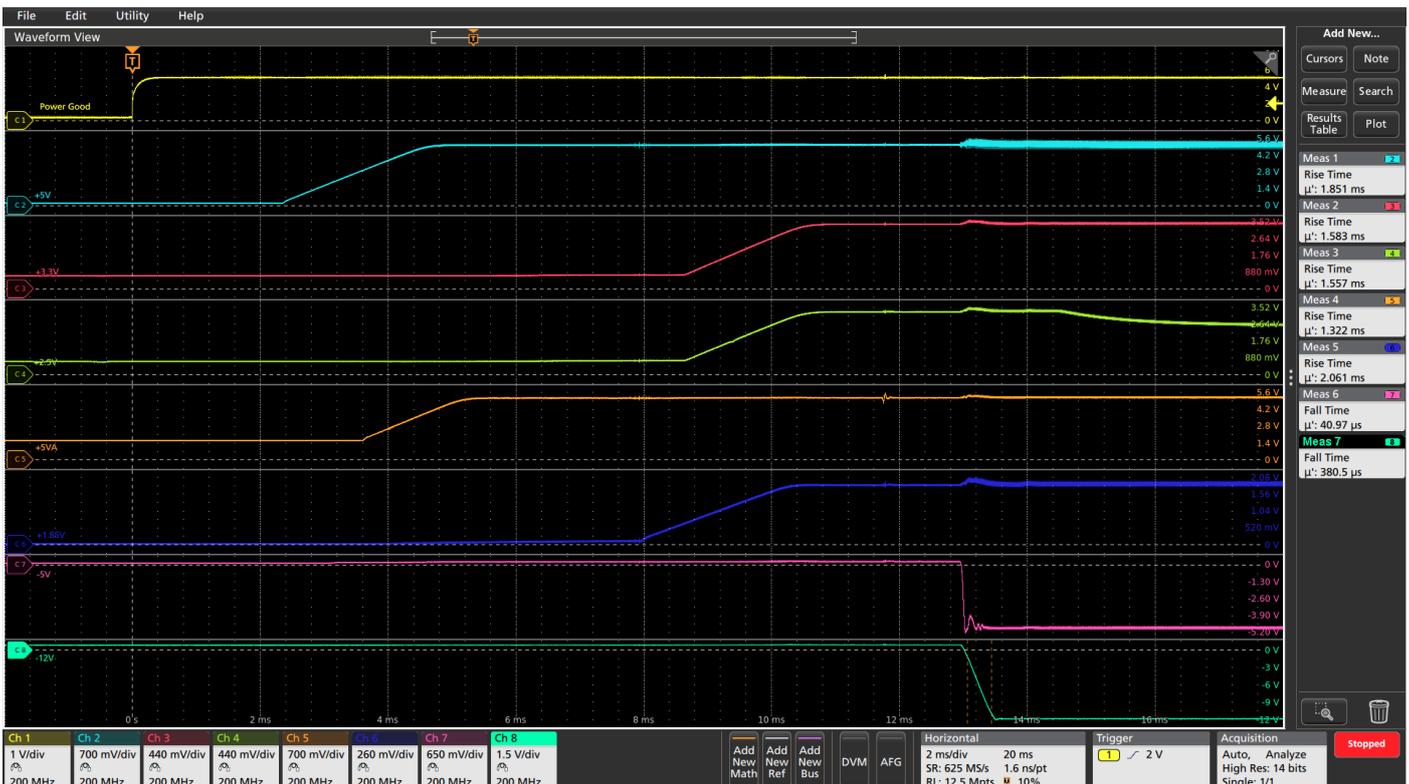
К каналу FlexChannel 2 подключен цифровой пробник TLP058, соединённый с восемью входами ЦАП. Зелёными линиями показаны логические уровни "единицы", синими – "нули". К каналу FlexChannel 3 подключен другой цифровой пробник TLP058, подающий на ЦАП сигнал шины SPI. Белые фронты указывают на то, что при растяжении сигнала или захвате его с более высокой частотой дискретизации можно получить дополнительную информацию.

Цветовая кодировка уровней логических сигналов позволяет определять, какой уровень отображается – ноль или единица – даже если на осциллограмме сигнала нет ни одного перепада в пределах экрана. Единицы отображаются зелёным цветом, а нули – синим. Уникальное устройство обнаружения нескольких переходов определяет, когда в пределах интервала выборки происходит более одного перепада. Белые фронты указывают на то, что при растяжении сигнала или захвате его с более высокой частотой дискретизации можно получить дополнительную информацию. Часто при растяжении сигнала можно обнаружить глитчи, которые раньше были не видны. Для каждого цифрового канала можно задать свое пороговое значение, что позволяет вам легко исследовать схемы на смешанной элементной базе, в отличие от других осциллографов смешанных сигналов, которые имеют одну или две общие настройки порога для всех цифровых каналов.

Беспрецедентные возможности просмотра сигналов

Самый большой в отрасли дисплей диагональю 15,6 дюймов (396 мм) обеспечивает вдвое большую полезную площадь отображения, чем дисплей диагональю 10,4 дюйма (264 мм). Он также обладает самым высоким разрешением full HD (1920 x 1080), благодаря которому на экране достаточно места для просмотра множества сигналов с одновременным отображением результатов измерений и анализа.

Область просмотра оптимизирована для обеспечения максимального вертикального пространства для осциллограмм. Ленту результатов справа можно свернуть, чтобы отобразить осциллограммы на всю ширину экрана.



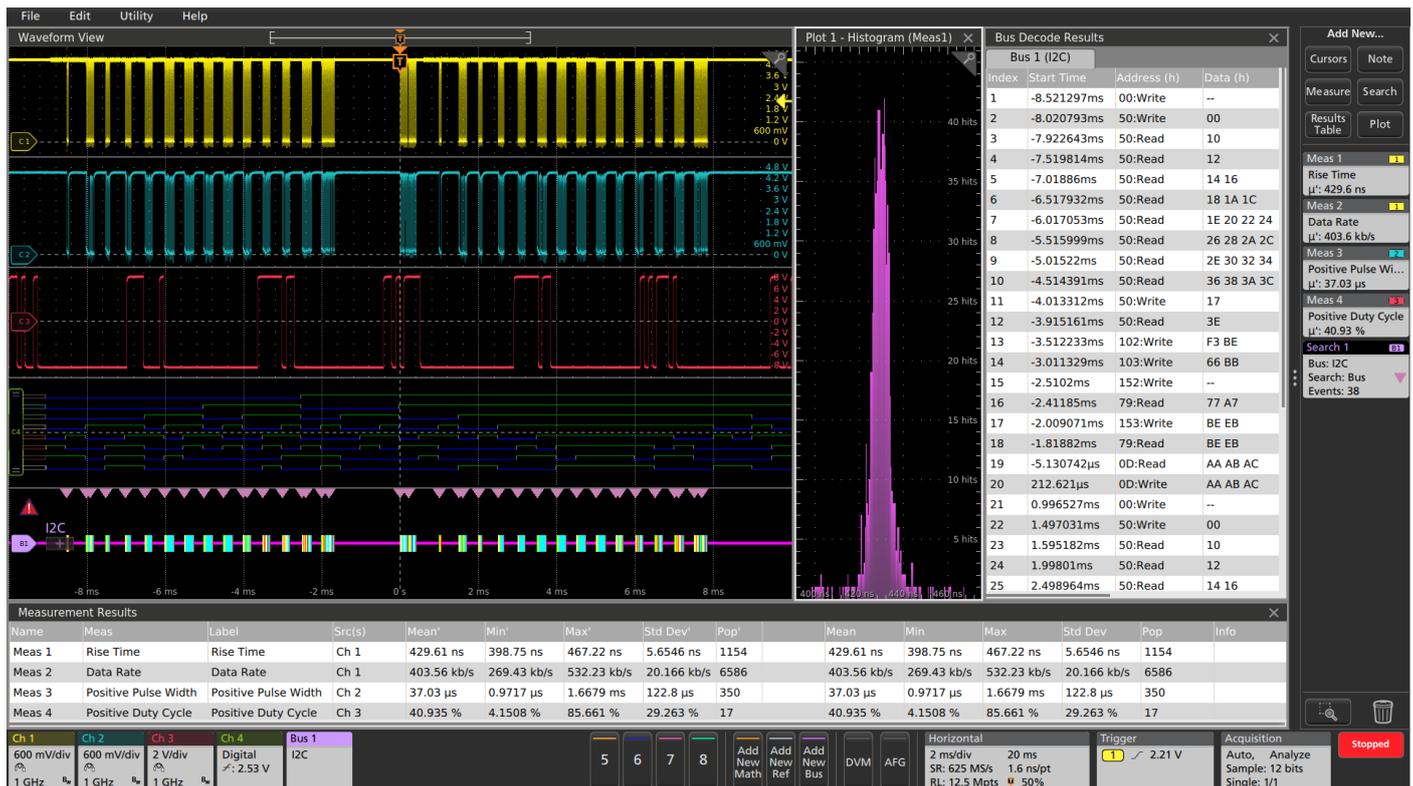
Режим отображения осциллограмм друг над другом позволяет просматривать их одновременно при максимальном использовании разрешения АЦП по каждому входу, что обеспечивает наиболее точное измерение.

Осциллографы смешанных сигналов серии 5 обладают новым революционным способом отображения осциллограмм одна над другой. Исторически сложилось так, что в осциллографах все осциллограммы накладывались на одну и ту же координатную сетку, что приводило к трудному компромиссу:

- Чтобы сделать каждую осциллограмму полностью видимой, её нужно было масштабировать и размещать по вертикали так, чтобы она не накладывалась на другие. При этом для построения каждой осциллограммы использовалась небольшая часть доступного динамического диапазона АЦП, что приводило к снижению точности измерений.
- Чтобы увеличить точность, приходилось изменять масштаб по вертикали так, чтобы осциллограмма занимала весь экран. Но тогда осциллограммы накладывались друг на друга и становились трудно различимыми для детального анализа.

Новый режим отображения осциллограмм одна над другой устраняет этот компромисс. Он автоматически добавляет и удаляет дополнительные координатные сетки при создании и удалении осциллограмм. При этом для построения осциллограммы на каждой сетке используется весь диапазон АЦП. Все осциллограммы визуально разделены между собой и каждая использует полный диапазон АЦП, что обеспечивает максимальную наглядность и точность. И всё это выполняется автоматически по мере добавления и удаления осциллограмм!

Большой дисплей осциллографа серии 5 предоставляет достаточно место для просмотра не только сигналов, но и графиков, таблиц результатов измерений, таблиц декодирования сигналов шин и т. д. Вы можете легко изменять размер и перемещать различные экранные представления в соответствии с вашими задачами.



Просмотр сигналов трех аналоговых и восьми цифровых каналов, декодированного сигнала последовательной шины, таблицы результатов декодирования последовательных пакетов, четырех измерений, гистограммы измерений, таблицы результатов измерений со статистикой и поиском по событиям последовательной шины выполняется одновременно!

Исключительно простой интерфейс пользователя позволяет сосредоточиться на решении текущей задачи

Панель настроек (Settings bar) позволяет задать основные параметры и управлять осциллограммами

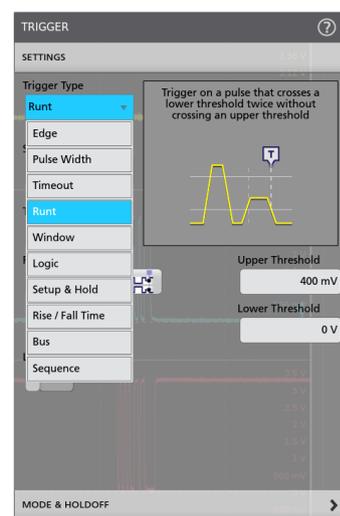
Параметры управления осциллограммами и режимами отображения выводятся в форме последовательности ярлычков в Панели настроек (Settings bar), расположенной вдоль нижней части экрана. Панель настроек (Settings bar) обеспечивает немедленный доступ к наиболее часто используемым функциям управления осциллограммами.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

- Включать каналы
- Добавлять математически заданные осциллограммы
- Добавлять опорные осциллограммы
- Добавлять осциллограммы сигналов шин
- Включать встроенный генератор сигналов произвольной формы (AFG)
- Включать встроенный цифровой вольтметр (DVM)

Панель результатов (Results Bar) измерений и анализа

Панель результатов (Results Bar) на правой стороне дисплея позволяет мгновенно, одним касанием, получить доступ к общим аналитическим инструментам, например, курсорам, измерениям, поиску и меткам таблиц декодирования сигналов шин, диаграммам и заметкам.

Показания цифрового вольтметра, ярлыки результатов измерений и поиска отображаются в Панели результатов (Results Bar) и не закрывают область отображения осциллограмм. Для увеличения области отображения осциллограмм Панель результатов (Results Bar) можно скрыть и вновь вывести на экран в любой момент времени.



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

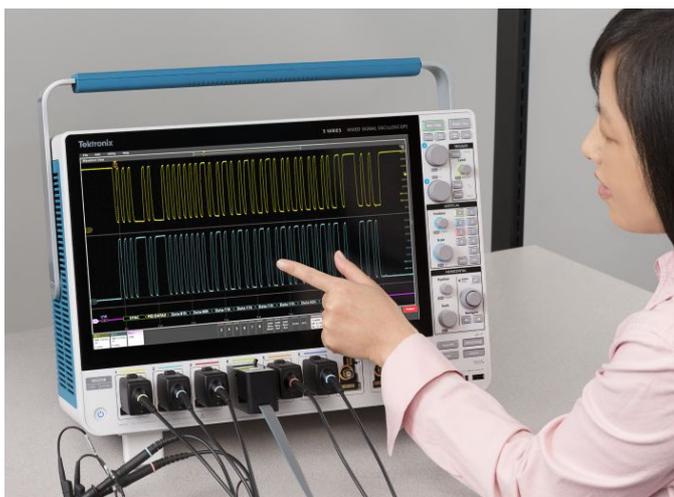
Эффективное взаимодействие благодаря сенсорному экрану

Осциллографы уже давно используют сенсорные экраны, но им отводилась второстепенная роль. Осциллограф серии 5 оборудован емкостным сенсорным экраном 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 для панорамирования при просмотре осциллограммы в увеличенном масштабе
- Изменяйте масштаб по вертикали и горизонтали, сводя или разводя пальцы
- Перетаскивайте элементы в корзину для удаления
- 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 дисплеем можно работать так же, как с экраном смартфона или планшета.

Особое внимание к органам управления на передней панели

Традиционно у осциллографов 50 % площади спереди занимает дисплей и 50 % передняя панель с органами управления. У осциллографа смешанных сигналов серии 5 дисплей занимает около 85 %. Это достигнуто за счет упрощения передней панели, которая сохраняет основные элементы управления для интуитивно простой работы, но с уменьшенным количеством кнопок меню для функций, напрямую доступных через объекты на дисплее.

Разноцветная светодиодная подсветка по контуру органов управления служит для индикации источников запуска и настройки чувствительности и положения по вертикали. Большие кнопки запуска/останова (Run/Stop) и однократного запуска (Single/Seq) расположены в правом верхнем углу и хорошо видны. На передней панели также находятся кнопки управления запуском (TRIGGER): принудительно (Force) и по перепаду (Slope), а также выбора режима (Mode). Кроме того, там расположены кнопки вызова настроек по умолчанию (Default Setup), автонастройки (Autoset) и быстрого сохранения.



Передняя панель с интуитивно понятными органами управления основными функциями оставляет достаточно места для дисплея высокого разрешения с диагональю 15,6 дюймов.

Возможность выбора ОС – Windows или закрытая программная платформа

Осциллограф смешанных сигналов серии 5 является первым прибором, предлагающим пользователю выбрать, воспользоваться или нет интерфейсом операционной системы Microsoft Windows™. За съёмной панелью внизу осциллографа имеется отсек для опционального твердотельного накопителя (SSD). Когда SSD отсутствует, прибор работает только как осциллограф, без возможности запуска и установки других программ.

Когда SSD установлен, прибор загружается в открытой конфигурации Windows 10. Вы можете свернуть приложение осциллографа и перейти на рабочий стол Windows, откуда можно устанавливать и запускать другие приложения. Вы также можете подсоединить дополнительные мониторы, чтобы расширить рабочий стол.

Независимо от того, используется Windows или нет, осциллограф работает абсолютно одинаково и назначение его органов управления не меняется.

Требуется разместить каналы с большей плотностью?

Имеется осциллограф смешанных сигналов MSO Серии 5 в плоском конструктиве —MSO58LP. Низкопрофильные осциллографы смешанных сигналов MSO Серии 5 с восемью входными каналами с полосой 1 ГГц и дополнительным входом синхросигнала в конструктиве высотой 2U с 12-битными АЦП определяют новый стандарт производительности для тех применений, где требуется достичь исключительной плотности размещения каналов.

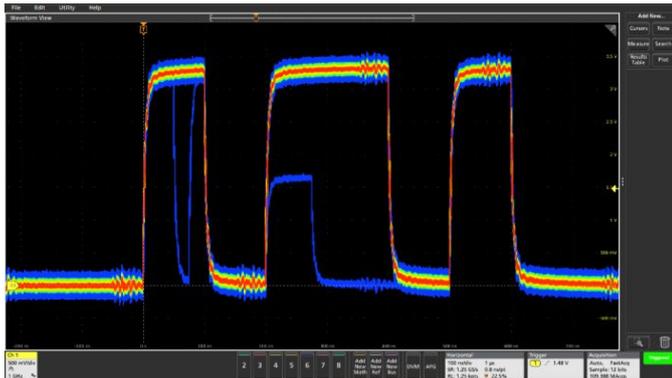


Почувствуйте разницу в производительности

Обладая аналоговой полосой пропускания до 2 ГГц, частотой дискретизации 6,25 млн выб./с, стандартной длиной записи 62,5 млн точек и 12-разрядным аналого-цифровым преобразователем (АЦП), осциллограф смешанных сигналов серии 5 имеет производительность, позволяющую регистрировать сигналы с достаточной для самого детального анализа осциллограмм.точностью.

Технология цифрового люминофора с режимом захвата FastAcq™

Для того чтобы устранить проблему, её нужно локализовать. Технология цифрового люминофора с режимом захвата FastAcq позволяет быстро оценить истинные процессы, происходящие в исследуемом устройстве. Большая скорость захвата – более 500 000 осциллограмм в секунду – обеспечивает высокую вероятность быстрого обнаружения кратковременно возникающих проблем в цифровых системах: рвантов, глитчей, нарушений синхронизации и многих других. Градация яркости для индикации частоты появления редких переходов относительно среднестатистических характеристик сигналов позволяет улучшить отображение редких событий.



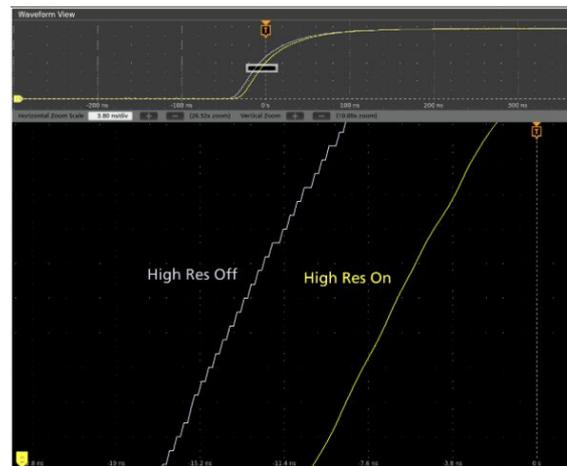
Большая скорость захвата в режиме FastAcq позволяет обнаруживать кратковременно возникающие проблемы в цифровых системах.

Лучшее среди аналогичных устройств разрешение по вертикали

Осциллографы смешанных сигналов MSO Серии 5 обеспечивают возможность регистрации интересующих сигналов с минимальным эффектом воздействия нежелательных шумов, когда требуется в зафиксированных сигналах большой амплитуды подробно рассмотреть небольшие изменения. «Сердцем» осциллографов смешанных сигналов MSO Серии 5 являются 12-битные аналого-цифровые преобразователи (АЦП), которые обеспечивают в 16 раз лучшее разрешение по вертикали по сравнению с обычными 8-битными АЦП.

В новом режиме высокого разрешения (High Res mode) используется уникальный аппаратный фильтр с импульсной характеристикой конечной длительности (КИХ) с соответствующими выбранной частоте дискретизации параметрами. КИХ-фильтр обеспечивает максимальную 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 (High Res mode) всегда обеспечивает разрешение по вертикали не менее 12 бит с возможностью увеличения разрешения по вертикали до 16 бит при частотах дискретизации до 125 Мвыб/с.

Новые малозумящие входные усилители значительно расширяют возможности детального анализа сигналов в осциллографах смешанных сигналов MSO Серии 5.



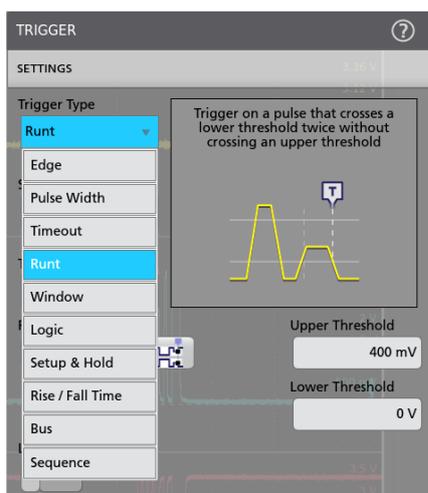
12-битные АЦП осциллографов смешанных сигналов MSO Серии 5 совместно с новым режимом высокого разрешения (High Res mode) обеспечивают лучшее разрешение среди аналогичных приборов.

Запуск

Обнаружение неисправности устройства – это лишь первый шаг. Теперь нужно захватить интересующее событие, чтобы установить причину его возникновения. Осциллограф серии 5 предлагает полный набор режимов запуска:

- Рант
- Логическое выражение
- Длительность импульса
- Окно
- Время ожидания
- Время нарастания/спада
- Время установки и удержания
- Последовательный пакет
- Параллельные данные
- Последовательность

Благодаря длине записи до 125 млн точек можно захватывать сразу несколько интересующих событий и даже тысячи последовательных пакетов, сохраняя при этом высокое разрешение, позволяющее детально рассмотреть мельчайшие подробности сигнала.



Большое число функций запуска и контекстно-зависимая справочная система в меню запуска позволяют быстро выделить интересующее событие.

Пробники для точного измерения высокоскоростных сигналов

Входящие в комплект осциллографов серии 5 пассивные пробники серии TRP обладают всеми достоинствами пробников общего назначения, такими как широкий динамический диапазон, гибкие возможности подключения и прочная конструкция, предлагая, в то же время, характеристики активных пробников. Аналоговая полоса пропускания до 1 ГГц позволяет просматривать высокочастотные составляющие спектра сигналов, а очень низкая входная емкость (3,9 пФ) минимизирует паразитное влияние на измеряемую цепь и менее критична к длинным проводам заземления.

Опциональные пробники серии TRP с малым ослаблением (2X) позволяют измерять низкие напряжения. В отличие от других пробников с малым ослаблением, пробник TRP0502 имеет широкую полосу пропускания (500 МГц) и низкую входную емкость (12,7 пФ).



В стандартную комплектацию осциллографа серии 5 входит по одному пробнику TRP0500B (для моделей с полосой пропускания 350 МГц и 500 МГц) или TRP1000 (для моделей с полосой пропускания 1 ГГц и 2 ГГц) на канал.

Интерфейс пробников TekVPI

Использование интерфейса TekVPI® для подключения пробников является стандартным способом облегчить работу. В дополнение к надежному и безопасному соединению пробники с интерфейсом TekVPI имеют индикаторы состояния и органы управления, а также кнопку вызова меню настройки пробника, расположенной непосредственно на корпусе. Эта кнопка позволяет отобразить меню пробника со всеми необходимыми настройками и средствами управления пробником на экране 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. Осциллографы смешанных сигналов MSO серии 5 способны обеспечивать до 80 Вт питания на соединителях передней панели, что достаточно для работы всех подключенных пробников с интерфейсом TekVPI без необходимости использования дополнительного источника питания для пробников.

IsoVu™ – измерительная система с гальванической развязкой

При разработке инверторного преобразователя, оптимизации источника питания, тестировании каналов связи, измерениях с помощью токовых шунтов, устранении источников электромагнитных помех и электростатических разрядов или контуров замыкания через землю наибольшую сложность для инженеров представляет борьба с синфазными помехами.

Революционная система IsoVu от Tektronix использует оптическую связь и передачу энергии по оптоволоконному кабелю для полной гальванической развязки. В сочетании с осциллографом серии 5 с интерфейсом TekVPI она является первой и единственной измерительной системой, способной точно выделять широкополосные дифференциальные сигналы на фоне высокого синфазного напряжения. Система обладает следующими характеристиками:

- Полная гальваническая развязка
- Полоса пропускания до 1 ГГц
- Коэффициент подавления синфазного сигнала 1 000 000:1 (120 дБ) на частотах до 100 МГц
- Коэффициент подавления синфазного сигнала 10 000:1 (80 дБ) в полной полосе пропускания
- Напряжение дифференциальных сигналов: более 1000 В
- Синфазное напряжение до 60 кВ



Измерительная система IsoVu™ серии T1VM компании Tektronix предлагает решение с полной гальванической развязкой для точного измерения широкополосных дифференциальных сигналов с пиковой амплитудой до $\pm 1\,000\text{ В}$ при наличии больших синфазных напряжений с максимальным в отрасли коэффициентом подавления синфазного сигнала в полосе пропускания системы.

Быстрый всесторонний анализ

Анализ основных характеристик осциллограмм

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 затухания и исследования источников шумов.

Осциллографы смешанных сигналов MSO серии 5 предоставляют исчерпывающий набор аналитических функций, включая:

- Связанные с режимом отображения или с осциллограммами курсоры;
- 36 видов автоматических 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 осциллограммой;
- Анализ БПФ;
- Расширенные математические операции с осциллограммой, включая редактирование произвольной функции с включением фильтров и переменных.
- Режим сегментирования памяти FastFrame™ позволяет 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 автоматических измерений позволяет получить характеристики источника электропитания.

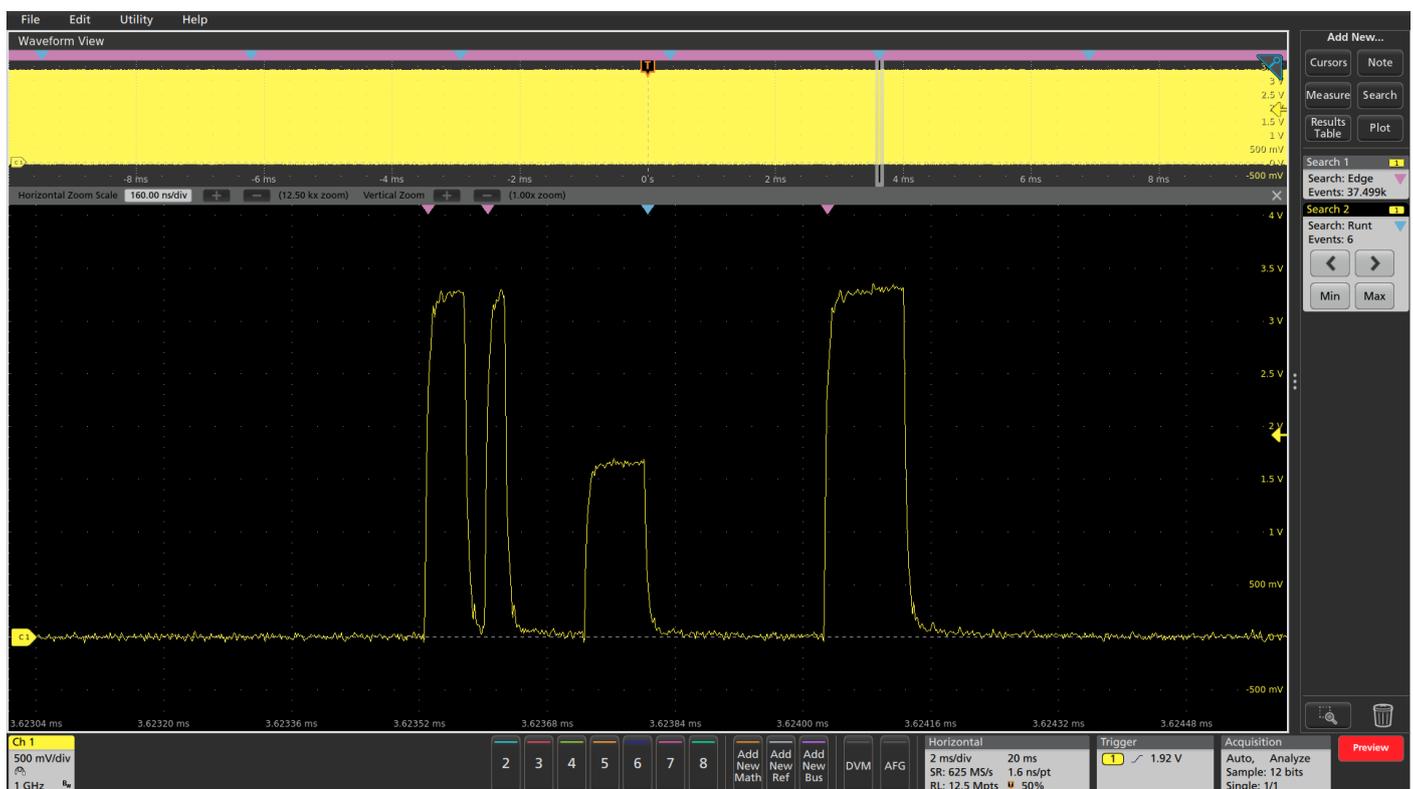
Навигация и поиск

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.

Осциллографы серии 5 предлагают наиболее совершенные в отрасли средства поиска и навигации, реализованные в виде инновационной панели управления Wave Inspector®. Эта панель помогает ускорить панорамирование и масштабирование фрагментов записи. Благодаря уникальной системе с механизмом обратной связи, вы можете перемещаться из одного конца записи в другой за считанные секунды. Перейти к интересующему фрагменту длинной записи можно также 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 на передней панели или в табличке Search на дисплее. Возможен поиск перепадов, импульсов определенной длительности, заданного времени ожидания, рантов, окна, логических комбинаций, времени установки и удержания, положительного или отрицательного перепада определенной длительности, содержимого пакетов параллельных или последовательных шин. Вы можете определить столько уникальных критериев поиска, сколько хотите.

Для быстрого перехода к минимальному и максимальному значениям в результатах поиска используют кнопки Min и Max в табличке Search.



Ранее в режиме FastAcq был обнаружен рант в цифровом потоке данных, что стало причиной дальнейших исследований. В захваченном фрагменте длительностью 20 мс Поиск 1 обнаружил около 37 500 положительных перепадов. Запущенный одновременно Поиск 2 обнаружил в нём шесть рантов.

Запуск по сигналам последовательных шин и их анализ (дополнение)

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

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.



Запуск по пакету высокоскоростной последовательной шины USB. На осциллограмме сигнала шины отображается декодированное содержимое пакета, в том числе Start (Пуск), Sync (Синхронизация), PID (Идентификатор пакета), Address (Адрес), End Point (Конечная точка), CRC (Контрольная сумма), Data values (Значения данных) и Stop (Смон), а в таблице декодирования отображается содержимое всех пакетов для всей записи.

Осциллографы смешанных сигналов MSO Серии 5 предлагают набор надежных инструментальных средств для работы с сигналами наиболее распространенных последовательных шин, используемых при разработке встроенных систем, включая I²C, SPI, RS-232/422/485/UART, CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, USB LS/FS/HS, Ethernet 10/100, шины для передачи звуковых сигналов (I²S/LJ/RJ/TDM), MIL-STD-1553 и ARINC 429.

- Синхронизация 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, разрешение 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.
- Осциллограмма 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.).

Поиск в сигналах протоколов последовательных шин позволяет отыскивать в продолжительных записях пакеты, содержимое которых соответствует заданному. Каждое обнаруженное совпадение помечается меткой. Для быстрого перемещения между метками можно использовать кнопки Previous (←) и Next (→) на передней панели (предыдущее и следующее) или в ярлыке поиска Search, отображаемом в Панели результатов (Results Bar).

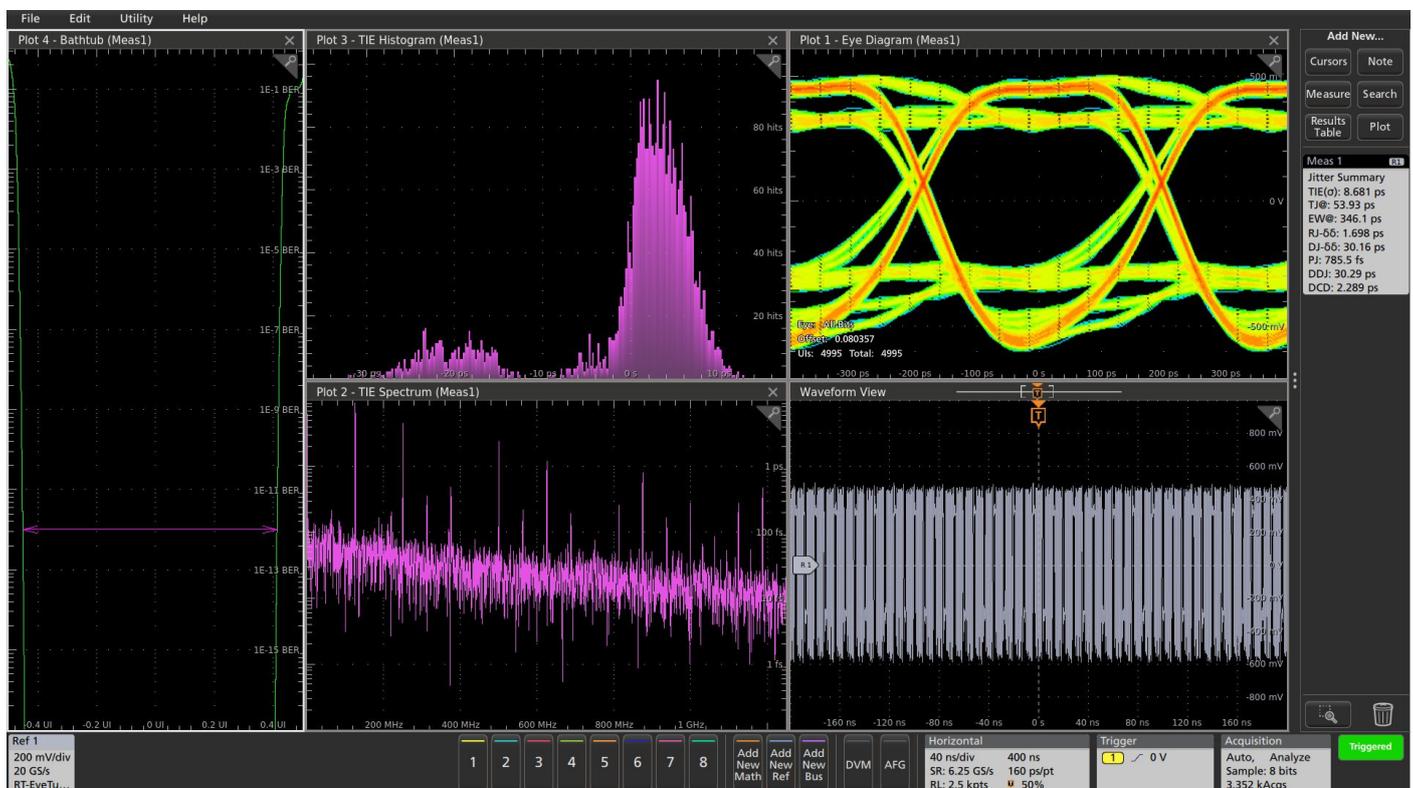
Во многих разработках все еще используются параллельные шины. Описанные выше инструменты для последовательных шин применимы и для работы с параллельными. Поддержка средств для работы с параллельными шинами входит в стандартный комплект осциллографов смешанных сигналов MSO серии 5. Параллельные шины могут передавать до 64 бит и включать комбинацию аналоговых и цифровых каналов.

Анализ джиттера

Все осциллографы серии 5 комплектуются базовой версией программного обеспечения DPOJET, предназначенной для измерения джиттера и анализа характеристик глазковых диаграмм. ПО DPOJET расширяет возможности осциллографов по измерению в смежных периодах тактового сигнала и сигналов данных в режиме однократного запуска в реальном времени. Это дает возможность измерения ключевых параметров джиттера и анализ временных характеристик, таких как ошибки временного интервала и фазовый шум, позволяющих охарактеризовать возможные проблемы в системе.

С помощью таких средств анализа, как построение графиков временных трендов и гистограмм, можно быстро и наглядно увидеть, как изменяются во времени различные параметры, а благодаря функции анализа спектра можно быстро установить точные значения частоты и амплитуды джиттера и источников модуляции.

Опция 5-DJA предлагает дополнительные возможности анализа джиттера для более полного изучения характеристик исследуемого устройства. 31 дополнительное измерение позволяет детально анализировать джиттер и глазковые диаграммы, а также применять алгоритмы разбиения, упрощая определение причин нарушения целостности сигналов при тестировании высокоскоростных последовательных шин проектируемых систем цифровой связи.



Уникальная функция Jitter Summary (Сводка параметров джиттера) в считанные секунды представляет полный обзор характеристик джиттера.

Анализ электропитания

Для осциллографов смешанных сигналов MSO серии 5 имеется дополнительный встраиваемый пакет 5-PWR/SUP5-PWR анализа электропитания, добавляющий к системе автоматических измерений прибора средства для быстрого и повторного анализа качества электроснабжения, гармоник, затухание коммутации, определения области устойчивой работы (SOA), модуляции, пульсаций, измерений характеристик амплитуды и времени, и скорости нарастания (dV/dt и dI/dt).

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



Дополнение измерений характеристик электропитания (Power Analysis measurements) позволяет отобразить множество осциллограмм и графиков.

Разработан с учетом ваших потребностей

Интерфейсы

Осциллограф серии 5 имеет несколько портов, которые могут быть использованы для соединения прибора с сетью, непосредственно с компьютером или другим контрольно-измерительным оборудованием.

- Два хост-порта USB 2.0 и один USB 3.0 на передней панели и ещё четыре хост-порта (два USB 2.0 и два USB 3.0) на задней панели обеспечивают быструю передачу снимков экрана, настроек прибора и данных осциллограмм на USB накопитель. Для упрощения ввода данных к хост-портам USB можно подключить клавиатуру и мышь.
- На задней панели расположен порт USB для дистанционного управления осциллографом с персонального компьютера.
- Стандартный порт 10/100/1000BASE-T Ethernet на задней панели прибора позволяет легко подсоединяться к сетям и обеспечивает совместимость с устройствами стандарта LXI Core 2011.
- Порты DVI-D, Display Port и VGA на задней панели прибора позволяют передавать изображения на внешний монитор или проектор.



Имеющиеся входы и выходы позволяют подключить осциллограф к любому контрольно-измерительному оборудованию.

Удаленное управление облегчает совместную работу

Требуется выполнять работу совместно с проектной группой на другом конце света?

Имеющиеся в e*Score® возможности позволяют управлять осциллографами посредством сетевого соединения с использованием обычного веб браузера. Достаточно ввести адрес IP или сетевое имя осциллографа, и в окне браузера откроется страница управления. Удаленное управление осциллографом осуществляется точно так же, как и непосредственное. Другой способ предполагает использование возможностей удаленного рабочего стола (Remote Desktop™) операционной системы Microsoft Windows для установления непосредственного соединения и удаленного управления осциллографом.

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



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

Генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций

Осциллограф смешанных сигналов серии 5 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. Память генератора сигналов произвольной формы составляет 128 000 точек. В неё можно записать сигнал с аналогового входа, из сохраненного внутреннего файла или со съёмного накопителя USB большой емкости. Осциллограф смешанных сигналов серии 5 совместим с ПО ArbExpress Tektronix, позволяющим быстро и легко создавать и редактировать сложные сигналы на внешнем компьютере.

Цифровой вольтметр и частотомер сигнала запуска

Осциллограф смешанных сигналов серии 5 содержит встроенные 4-разрядный цифровой вольтметр и 8-разрядный частотомер сигнала запуска. Сигнал с любого аналогового входа осциллографа может быть подан на вольтметр без переключения пробников. Частотомер обеспечивает очень точное измерение частоты событий запуска. Цифровой вольтметр и частотомер имеются во всех моделях и бесплатно активируются при регистрации прибора.

Дополнение расширенной безопасности

Дополнение 5-SEC расширенной безопасности позволяет включать и отключать защиту с помощью пароля для всех портов ввода-вывода прибора и обновлений встроенного программного обеспечения. Кроме того, дополнение 5-SEC обеспечивает наивысший уровень безопасности, гарантируя очистку внутренней памяти от всех данных настроек и осциллограмм в соответствии с требованиями главы 8 национальной программы мер против утечки государственной секретной информации, находящейся в распоряжении промышленности (National Industrial Security Program Operating Manual — NISPOM) DoD 5220.22-M, а также с руководством по сертификации и аккредитации засекреченных систем Службы безопасности министерства обороны (Defense Security Service Manual for the Certification and Accreditation of Classified Systems) на соответствие NISPOM. Это гарантирует безопасное перемещение прибора из режимной зоны.

Помощь в нужный момент

Осциллографы серии 5 располагают несколькими полезными возможностями, позволяющими быстро найти ответ на интересующий вас вопрос, не обращаясь к руководству пользователя и не заходя на наш сайт:

- Во многих меню используются графические изображения и пояснительный текст, обеспечивающие быстрый обзор функций.
- Во всех меню в правом верхнем углу есть кружок с вопросительным знаком, при нажатии на который вы попадаете в раздел интегрированной справочной системы, где описано это меню.
- В меню справки «Help» содержится краткое руководство по пользовательскому интерфейсу, позволяющее новичкам освоить прибор в течение нескольких минут.

The screenshot displays the TekScope software interface. A help window titled "TEKSCOPE HELP" is open, showing the "Add Measurements configuration menu overview". The help text explains how to use the "Add New... Measure" button in the Analysis controls area. The main "ADD MEASUREMENTS" panel is also visible, showing the "Standard" tab selected. The panel includes a "Source" dropdown set to "Ch 1" and an "Add" button. Below this, there are sections for "AMPLITUDE MEASUREMENTS" and "TIMING MEASUREMENTS", each with a grid of measurement options like "Period", "Frequency", "Unit Interval", "Data Rate", "Positive Pulse Width", "Negative Pulse Width", "Skew", "Delay", "Rise Time", "Fall Time", "Phase", "Rising Slew Rate", "Falling Slew Rate", "Burst Width", "Positive Duty Cycle", "Negative Duty Cycle", "Time Outside Level", and "Setup Time". The bottom of the screen shows the instrument's status bar with various settings like "Horizontal", "Trigger", and "Acquisition".

Интегрированная справочная система быстро отвечает на ваши вопросы без необходимости искать печатное руководство или заходить на наш сайт.

Технические характеристики

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

Основные характеристики моделей

Осциллограф

	MSO54	MSO56	MSO58
Входы FlexChannel™	4	6	8
Максимальное число аналоговых каналов	4	6	8
Максимальное число цифровых каналов (с дополнительными логическими пробниками)	32	48	64
Полоса пропускания (расчётное время нарастания)	350 МГц (1,15 нс), 500 МГц (800 пс), 1 ГГц (400 пс), 2 ГГц (225 пс)		
Погрешность коэффициента усиления по постоянному току	Модели с полосой пропускания 2 ГГц, вход 50 Ом: $\pm 1,2\%$ ($\pm 2,0\%$ при чувствительности ≤ 1 мВ/дел.), снижается на $0,1\%/^{\circ}\text{C}$ при температуре выше $+30^{\circ}\text{C}$ Модели с полосой пропускания 2 ГГц, вход 1 МОм: $\pm 1,0\%$ ($\pm 2,0\%$ при чувствительности ≤ 1 мВ/дел.), снижается на $0,1\%/^{\circ}\text{C}$ при температуре выше $+30^{\circ}\text{C}$ Модели с полосой пропускания до 2 ГГц, вход 50 Ом, 1 МОм: $\pm 1,0\%$ ($\pm 2,0\%$ при чувствительности ≤ 1 мВ/дел.), снижается на $0,1\%/^{\circ}\text{C}$ при температуре выше $+30^{\circ}\text{C}$		
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)	62,5 млн точек на всех аналоговых и цифровых каналах		
Длина записи (по заказу)	125 млн точек на всех аналоговых и цифровых каналах		
Скорость регистрации сигналов	$>500\,000$ осциллограмм/с		
Генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций (по заказу)	13 предварительно заданных сигналов с выходной частотой до 50 МГц		
Цифровой вольтметр	4-разрядный цифровой вольтметр (доступен без оплаты при регистрации прибора)		
Частотомер сигналов запуска	8-разрядный частотомер (доступен без оплаты при регистрации прибора)		

Система вертикального отклонения – аналоговые каналы

Выбор полосы пропускания	20 МГц, 250 МГц и полная полоса пропускания модели
Режимы входа	Связь по перем. току, связь по пост. току
Входное сопротивление	50 Ом $\pm 1\%$ 1 МОм $\pm 1\%$, 14,5 пФ $\pm 1,5$ пФ; 2 Ом $\pm 1\%$ (модели с полосой пропускания 2 ГГц) 1 МОм $\pm 1\%$, 13,0 пФ $\pm 1,5$ пФ (модели с полосой <2 ГГц)
Диапазон чувствительности по входу	
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

Система вертикального отклонения – аналоговые каналы

Максимальное входное напряжение

50 Ом: $5 V_{\text{среднекв.}}$ с пиковыми значениями не более ± 20 В (рассчитанное значение $\leq 6,25$ %)

1 МОм: $300 V_{\text{среднекв.}}$, Кат. II

Снижение на 20 дБ на декаду от 4,5 до 45 МГц;

Снижение на 14 дБ/на декаду от 45 до 450 МГц;

>450 МГц, $5,5 V_{\text{среднекв.}}$

Эффективная разрядность (ENOB — эффективное количество значащих разрядов), типовая

Модели с полосой пропускания 2 ГГц, режим высокого разрешения, 50 Ом, входной сигнал 10 МГц, размер изображения — 90 % экрана

Полоса пропускания	Эффективное количество значащих разрядов ENOB
1 ГГц	7,0
250 МГц	7,8
20 МГц	8,7

Модели с полосой пропускания до 2 ГГц, режим высокого разрешения, 50 Ом, входной сигнал 10 МГц, размер изображения — 90 % экрана

Полоса пропускания	Эффективное количество значащих разрядов ENOB
1 ГГц	7,6
500 МГц	7,9
350 МГц	8,2
250 МГц	8,1
20 МГц	8,9

Система вертикального отклонения – аналоговые каналы

Случайный шум (среднеквадр.),
типов.

Модели с полосой пропускания 2 ГГц, режим высокого разрешения (среднеквадр.)

В/дел.	50 Ом			1 МОм		
	1 ГГц	250 МГц	20 МГц	500 МГц	250 МГц	20 МГц
1 мВ/дел. ⁴	66,8 мкВ	66,8 мкВ	27,2 мкВ	208 мкВ	117 мкВ	64,6 мкВ
2 мВ/дел. ⁵	96,9 мкВ	77,5 мкВ	28,5 мкВ	224 мкВ	117 мкВ	66,7 мкВ
5 мВ/дел. ⁶	202 мкВ	108 мкВ	37,4 мкВ	238 мкВ	133 мкВ	68,7 мкВ
10 мВ/дел.	275 мкВ	147 мкВ	56,1 мкВ	277 мкВ	173 мкВ	83,6 мкВ
20 мВ/дел.	469 мкВ	251 мкВ	106 мкВ	416 мкВ	278 мкВ	125 мкВ
50 мВ/дел.	1,10 мВ	589 мкВ	253 мкВ	916 мкВ	620 мкВ	271 мкВ
100 мВ/дел.	2,75 мВ	1,47 мВ	602 мкВ	1,90 мВ	1,36 мВ	603 мкВ
1 В/дел.	18,4 мВ	10,8 мВ	4,68 мВ	20,3 мВ	14,6 мВ	6,54 мВ

Модели с полосой пропускания 1 ГГц, 500 МГц, 350 МГц, режим высокого разрешения (среднеквадр.)

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. ⁷	254 мкВ	198 мкВ	141 мкВ	118 мкВ	70,0 мкВ	189 мкВ	143 мкВ	118 мкВ	64,8 мкВ
2 мВ/дел.	255 мкВ	198 мкВ	143 мкВ	121 мкВ	70,4 мкВ	194 мкВ	145 мкВ	121 мкВ	66,0 мкВ
5 мВ/дел.	262 мкВ	202 мкВ	150 мкВ	133 мкВ	72,8 мкВ	196 мкВ	152 мкВ	130 мкВ	69,6 мкВ
10 мВ/дел.	283 мкВ	218 мкВ	169 мкВ	158 мкВ	79,8 мкВ	212 мкВ	167 мкВ	154 мкВ	78,2 мкВ
20 мВ/дел.	357 мкВ	273 мкВ	222 мкВ	223 мкВ	102 мкВ	269 мкВ	214 мкВ	223 мкВ	104 мкВ
50 мВ/дел.	677 мкВ	516 мкВ	436 мкВ	460 мкВ	196 мкВ	490 мкВ	410 мкВ	480 мкВ	207 мкВ
100 мВ/дел.	1,61 мВ	1,23 мВ	1,02 мВ	1,04 мВ	464 мкВ	1,16 мВ	964 мкВ	1,05 мВ	475 мкВ
1 В/дел.	13,0 мВ	9,88 мВ	8,41 мВ	8,94 мВ	3,77 мВ	13,6 мВ	10,6 мВ	11,1 мВ	5,47 мВ

Диапазон смещения

±5 делений

⁴ Предел полосы пропускания при 1 мВ/дел. 175 МГц на входе 50 Ом.

⁵ Полоса пропускания при 2 мВ/дел. ограничена 350 МГц на входе 50 Ом.

⁶ Полоса пропускания при 5 мВ/дел. ограничена 1,5 ГГц на входе 50 Ом.

⁷ Полоса пропускания при 500 мВ/дел. ограничена 250 МГц на входе 50 Ом.

Система вертикального отклонения – аналоговые каналы

Диапазон смещения,
минимальный

Модели с полосой
пропускания 2 ГГц

Настройка чувствительности по вертикали (В/дел.)	Вход 50 Ом
	Диапазон смещения
От 500 мкВ/дел. до 50 мВ/дел.	±1 В
От 51 мВ/дел. до 99 мВ/дел.	±(-10 * (настройка чувствительности В/дел.) + 1,5 В)
От 100 до 500 мВ/дел.	±10 В
От 501 мВ/дел. до 1 В/дел.	±(-10 * (настройка чувствительности В/дел.) + 15 В)

Настройка чувствительности по вертикали (В/дел.)	Вход 1 МОм
	Диапазон смещения
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

Модели с полосой
пропускания до 2 ГГц

Настройка чувствительности по вертикали (В/дел.)	Максимальный диапазон смещения	
	Вход 50 Ом	Вход 1 МОм
От 500 мкВ/дел. до 63 мВ/дел.	±1 В	±1 В
От 64 до 999 мВ/дел.	±10 В	±10 В
От 1 до 10 В/дел.	±10 В	±100 В

Погрешность смещения ±(0,005 * |смещение - положения| + отклонение пост. напряжения)

Развязка между каналами (от перекрестных помех), типовая ≥200 : 1 в номинальной полосе пропускания для двух любых каналов с одинаковой настройкой чувствительности по вертикали В/дел.

Отклонение по постоянному напряжению

0,1 дел. при входном сопротивлении осциллографа 50 Ом (с нагрузкой 50 Ом на соединителе BNC)

0,2 дел. при чувствительности 1 мВ/дел. и входном сопротивлении осциллографа 50 Ом со связью по постоянному току (с нагрузкой 50 Ом на соединителе BNC)

0,4 дел. при чувствительности 500 мкВ/дел. и входном сопротивлении осциллографа 50 Ом со связью по постоянному току (с нагрузкой 50 Ом на соединителе BNC)

0,2 дел. при входном сопротивлении осциллографа 1 МОм со связью по постоянному току (с согласованием 50 Ом на соединителе BNC)

0,4 дел. при чувствительности 500 мкВ/дел., входном сопротивлении осциллографа 1 МОм со связью по постоянному току (с нагрузкой 50 Ом на соединителе BNC)

Система вертикального отклонения цифровых каналов

Число каналов 8 цифровых входов (D7-D0) на один установленный пробник TLP058 (занимает один аналоговый канал)

Разрешение по вертикали 1 бит

Максимальная частота переключения входа 500 МГц

Минимальная регистрируемая длительность импульса (тип.) 1 нс

Пороги По одной настройке порога на каждый цифровой канал

Диапазон уровней порогов ±40 В

Разрешение установки порога 10 мВ

Система вертикального отклонения цифровых каналов

Погрешность установки порога	$\pm(100 \text{ мВ} + 3\% \text{ от установленного порога после калибровки})$
Гистерезис входной цепи, типов.	100 мВ на наконечнике пробника
Максимальный динамический диапазон входного сигнала (тип.)	$30 V_{\text{пик-пик}}$ для $F_{\text{вх.}} \leq 200 \text{ МГц}$, $10 V_{\text{пик-пик}}$ для $F_{\text{вх.}} > 200 \text{ МГц}$
Абсолютное максимальное входное напряжение (тип.)	$\pm 42 \text{ В пик}$
Минимальный размах напряжения (тип.)	400 мВ (от пика до пика)
Входной импеданс (тип.)	100 кОм
Входная емкость пробника, типов.	2 пФ

Система горизонтального отклонения

Диапазон скорости развертки	от 200 пс/дел. до 1 000 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 62,5 млн точек с инкрементом в одну выборку
Дополнение 5-RL-125M	125 млн точек
Максимальная длительность регистрации с наибольшей частотой дискретизации	10 мс (стандартно) или 20 мс (по дополнительному заказу)
Диапазон задержки развертки	От -10 делений до 5 000 с
Диапазон компенсации фазового сдвига	от -125 нс до +125 нс с разрешением 40 пс

Погрешность опорного синхросигнала $\pm 2,5 * 10^{-6}$ в любом интервале $\geq 1 \text{ мс}$

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

Система горизонтального отклонения

Погрешность измерения промежутков времени

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

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

(предполагается, что форма фронта формируется как отклик фильтра Гаусса)

Ниже приведена формула для вычисления погрешности 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 уровень шума на входе (вольт, среднеквадр.)

TBA = отклонение частоты опорного сигнала или погрешность опорной частоты

t_p = продолжительность измерения промежутка времени (с)

Апертурная погрешность	$\leq 0,450 \text{ пс} + (1 \times 10^{-11} \times \text{длительность измерения})_{\text{среднеквадр.}}$ для измерений длительностью не более 100 мс
Задержка между аналоговыми каналами, полная полоса пропускания (тип.)	$\leq 100 \text{ пс}$ для любых двух каналов при входном импедансе 50 Ом, связь по пост. току и одинаковая чувствительность, но не менее 10 мВ/дел.
Задержка между сигналами аналоговых и цифровых каналов FlexChannels, типовая	менее 1 нс при использовании TLP058 и TRP1000/TRP0500B без использования ограничения полосы пропускания
Задержка между сигналами любых двух цифровых каналов FlexChannels (тип.)	320 пс
Задержка между любыми двумя разрядами цифрового канала FlexChannel (тип.)	160 пс

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 0 нс до 20 с
Джиттер запуска, типовой	$\leq 5 \text{ пс}_{\text{среднеквадр.}}$ в режиме выборки при синхронизации по фронту $\leq 7 \text{ пс}_{\text{среднеквадр.}}$ при синхронизации по фронту в режиме FastAcq $\leq 40 \text{ пс}_{\text{среднеквадр.}}$ для не связанных с перепадами режимов запуска

Система запуска

Чувствительность запуска по фронту, связь по постоянному току, типовая

Тракт	Диапазон	Технические характеристики
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.	Большее из 5 мВ или 0,7 дел. для частот от 0 до меньшего из значений: 500 МГц или предел полосы пропускания прибора, и 6 мВ или 0,8 дел. для частот свыше 500 МГц до предела полосы пропускания прибора
Вход 50 Ом, модели с полосой пропускания 1 ГГц, 500 МГц, 350 МГц		Большее из 5,6 мВ или 0,7 дел. для частот от 0 до меньшего из значений: 500 МГц или предел полосы пропускания прибора, и 7 мВ или 0,8 дел. для частот свыше 500 МГц до предела полосы пропускания прибора
Вход 50 Ом, модели с полосой пропускания 2 ГГц	От 0,5 до 0,99 мВ/дел.	3,0 дел. для частот от 0 до предела полосы пропускания прибора
	От 1 до 9,98 мВ/дел.	1,5 дел. для частот от 0 до предела полосы пропускания прибора
	≥10 мВ/дел.	<1,0 дел. для частот от 0 до предела полосы пропускания прибора
Электропитание		От сети

Диапазоны уровней запуска

Источник	Диапазон
Любой канал	±5 дел. от центра экрана
Электропитание	Около 50 % от значения напряжения сети

Уровень запуска по напряжению сети фиксирован приблизительно на величине 50 % от напряжения сети.

Эта характеристика применяется к логическим и импульсным предельным значениям.

Частотомер сигналов запуска

8-разрядный (бесплатно при регистрации прибора)

Типы запуска

По фронту:	Нарастающий, спадающий или любой фронт в любом канале. Связь возможна по постоянному току, переменному току, с подавлением шума, подавлением ВЧ и НЧ
Длительность импульса:	Запуск возможен как по положительным, так и по отрицательным импульсам. На это событие может быть наложен строб по времени или по результату логической операции
Тайм-аут:	Запуск по событию, которое сохраняет высокий, низкий или любой уровень в течение определенного периода времени. Запуск может выполняться с учетом результата логического условия
Импульс малой амплитуды (рант):	Запуск по импульсу, уровень которого пересекает первый пороговый уровень, но не пересекает второй пороговый уровень до повторного пересечения первого. На это событие может быть наложен строб по времени или по результату логической операции
Окно:	Запуск по событию, при котором уровень сигнала находится внутри или за пределами интервала, заданного двумя пороговыми значениями. На это событие может быть наложен строб по времени или по результату логической операции
Логическое выражение:	Запуск при достижении логическим условием значения «истина», «ложь» или по совпадению условия с фронтом сигнала синхронизации. Указанные для всех входных каналов логические условия (И, ИЛИ, НЕ-И, НЕ-ИЛИ), определяются как логический уровень Высокий, Низкий или Безразлично. Достижение логическим условием состояния «истина» может быть дополнительно связано со временем
По условию с последующей задержкой:	Запуск по выходу сигнала за пределы заданного времени и времени задержки между тактовой частотой и данными в любом из входных каналов
Время нарастания / спада:	Запуск по фронтам импульсов, крутизна которых больше или меньше указанного значения. Фронт может быть положительным, отрицательным или любым. Запуск может выполняться с учетом результата логического условия
Последовательность:	Запуск по событию В во время X или по наступлению N событий после запуска по событию А со сбросом по событию С. Вообще, запуск по наступлению событий А и В может быть задан для любого типа синхронизации за несколькими исключениями: наложение логического условия не поддерживается, если одно из условий А или В задано как условие с последующей задержкой, то другое должно быть задано по фронту, а также сигналы шин Ethernet и высокоскоростного USB (480 Мбит/с) не поддерживаются
Параллельная шина:	Запуск по значениям данных на параллельной шине. Параллельная шина может иметь разрядность от 1 до 64 бит (от цифровых и аналоговых каналов). Поддерживаются двоичные и шестнадцатеричные системы счисления
Шины I²C (дополнение 5-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

Система запуска

Шины SPI (дополнение 5-SREMBD):	Запуск по выбору ведомого, повторному старту, времени бездействия или по данным (от 1 до 16 слов) шины SPI со скоростью до 10 Мбит/с
Шины RS-232/422/485/UART (дополнение 5-SRCOMP):	Запуск по стартовому биту, концу пакета, данным, ошибке четности со скоростью до 10 Мбит/с
Шины CAN (дополнение 5-SRAUTO):	Запуск по началу кадра, типу кадра (данные, дистанционное управление, ошибка, переполнение), идентификатору, данным, идентификатору и данным, концу кадра, неполучению подтверждения и по ошибке битстаффинга сигналов шины CAN со скоростью до 1 Мбит/с
Шины CAN FD (дополнение 5-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 битстаффинга, ошибка формата FD, любая ошибка) шин CAN FD со скоростями до 16 Мб/с
Шины LIN (дополнение 5-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
Шины FlexRay (дополнение 5-SRAUTO):	Запуск по началу кадра, бит-индикаторам (нормальный, информационный, нулевой, синхронизирующий, установочный), идентификатору кадра, счетчику циклов, полям заголовка (бит-индикаторам, идентификатору, длине 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
Шины USB 2.0 LS/FS/HS (дополнение 5-SRUSB2):	Запуск по сигналу синхронизации, сбросу, паузе, возобновлению, концу пакета, маркерному пакету (адресу), пакету данных, пакету установки соединения, специальному пакету и по ошибке шин USB со скоростью 480 Мбит/с
Шины Ethernet (дополнение 5-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
Шины звуковых сигналов I²S, LJ, RJ, TDM (дополнение 5-SRAUDIO):	Запуск по выбору слова, синхросигналу кадра или по данным. Максимальная скорость передачи данных для I ² S/LJ/RJ равна 12,5 Мбит/с. Максимальная скорость передачи данных временным уплотнением равна 25 Мбит/с
Шины MIL-STD-1553 (дополнение 5-SRAERO):	Запуск по битам синхронизации, слову команды —KC (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 широкополосной 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 (термины по ГОСТ Р 52070-2003)
Шины ARINC 429 (дополнение 5-SRAERO):	Запуск по началу слова, метке, данным, метке и данным, концу слова и по ошибке (любой ошибке, ошибке четности, ошибке слова, ошибке пропуска) на шинах ARINC 429 со скоростью до 1Мбит/с

Система захвата данных

Выборка	Захват значений выборок
Обнаружение пиковых значений	Захват глитчей длительностью от 640 нс на всех режимах развертки
Усреднение	От 2 до 10 240 осциллограмм
Огибающая	Огибающая минимумов-максимумов представляет данные, полученные в результате обнаружения пиковых значений в течение нескольких захватов.
Высокое разрешение	КИХ-фильтр поддерживает максимальную полосу пропускания, предотвращая наложение спектров и подавляя шум от усилителей осциллографа и АЦП выше полезной полосы пропускания для выбранной частоты дискретизации. В режиме High Res всегда используется не менее 12 разрядов АЦП, а при частоте дискретизации ≤125 Мвыб./с число используемых разрядов доходит до 16.
FastAcq®	FastAcq® оптимизирует анализ динамических сигналов и захват редких событий, обеспечивая скорость >500 000 осциллограмм/с.

Система захвата данных

Режим самописца	Прокрутка последовательных точек осциллограммы на дисплее движением слева направо со скоростью 40 мс/дел и медленнее в режиме автоматической синхронизации (Auto trigger).
Режим FastFrame™	Память для регистрации данных делится на сегменты. Максимальная скорость запуска >5 000 000 осциллограмм в секунду Минимальный размер фрагмента = 50 точек Максимальное число фрагментов: для фрагментов размером ≥1 000 точек максимальное число фрагментов = длина записи / размер фрагмента. Для фрагментов с 50 точками максимальное число фрагментов = 950 000

Измерение параметров сигнала

Типы курсоров	С привязкой к осциллограмме, вертикальной шкале, горизонтальной шкале, вертикальной и горизонтальной шкале	
Погрешность изменения постоянного напряжения, режим регистрации с усреднением	Тип измерения	Погрешность по постоянному напряжению (В)
	Усреднение по ≥16 сигналам	$\pm((\text{Погрешность усиления постоянного напряжения}) * \text{показание} - (\text{смещение} - \text{положение}) + \text{Погрешность смещения} + 0,1 * \text{настройка чувствительности})$
	Разность напряжений между двумя любыми средними значениями ≥16 сигналов, зарегистрированных при одинаковых настройках осциллографа и условиях окружающей среды	$\pm(\text{Погрешность усиления постоянного напряжения} * \text{показание} + 0,05 \text{ дел.})$
Автоматические измерения	36, из которых неограниченное число может одновременно отображаться индивидуально в виде табличек или вместе в таблице результатов измерений.	
Измерения амплитуды	Амплитуда, максимум, минимум, двойной размах, положительный глитч, отрицательный глитч, среднее значение, ср. кв. значение, ср. кв. значение перемен. тока, вершина, основание и площадь.	
Измерения времени	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, скважность положительных и отрицательных импульсов, время нахождения сигнала вне заданного уровня, время установки и время удержания, длительность n периодов, длительность высокого и низкого уровня сигнала.	
Измерения джиттера (станд.)	Погрешность временного интервала (TIE) и фазовый шум	
Статистическая обработка результатов	Среднее значение, минимум, максимум, стандартное отклонение, заполнение. Статистические данные по текущему захвату и всем выполненным захватам.	
Опорные уровни	Определяемые пользователем опорные уровни для автоматизированных измерений можно указывать в процентах или в физических единицах. Опорные уровни могут быть заданы глобальными для всех измерений, для каждого источника или уникальными для каждого измерения.	
Стробирование	Выделение конкретного события в захваченном сигнале для его измерения. Выполняется с помощью курсоров экрана или курсоров сигнала. Стробирование может быть задано глобальным для всех измерений или уникальным для каждого измерения.	
Графическое отображение измерений	Построение графиков временных трендов, гистограмм и спектрограмм для всех стандартных измерений.	

Измерение параметров сигнала

Анализ дрожания (дополнение 5-DJA, SUP5-DJA) добавляет следующие функции:

Измерения	Суммарный джиттер, TJ@BER, RJ- δδ, DJ- δδ, PJ, RJ, DJ, DDJ, DCD, SRJ, J2, J9, NPJ, F/2, F/4, F/8, Eye Height (высота глазковой диаграммы), Eye Height (высота глазковой диаграммы)@BER, Eye Width (ширина глазковой диаграммы), Eye Width (ширина глазковой диаграммы)@BER, Eye High (наибольшее значение глазковой диаграммы), Eye Low (наименьшее значение глазковой диаграммы), добротность Q, высокий уровень бита, низкий уровень бита, амплитуда бита, постоянное напряжение основной составляющей сигнала, переменное напряжение основной составляющей сигнала (пик-пик), дифференциальные перекрестные помехи, отношение T/nT, отклонение тактовой частоты с распределенным спектром (SSC), частота модуляции SSC
Графики результатов измерений	Глазковая диаграмма и диаграмма изменения джиттера

Дополнение 5-PWR, SUP5-PWR для анализа электропитания добавляет следующие функции:

Измерения	Анализ входного сигнала (частота, $V_{\text{среднеквадр.}}$, $I_{\text{среднеквадр.}}$, коэффициент амплитуды напряжения и тока, активная мощность, полная мощность, реактивная мощность, коэффициент мощности, угол сдвига фаз и гармоники), анализ амплитуды (амплитуда цикла, вершина цикла, основание цикла, максимум цикла, минимум цикла, размах цикла), анализ временных характеристик (период, частота, коэффициент заполнения отрицательных импульсов, коэффициент заполнения положительных импульсов, длительность отрицательного импульса, длительность положительного импульса), анализ переключения (затухание коммутации, dV/dt , dI/dt и определения области устойчивой работы) и анализ выходного сигнала (линейные пульсации и коммутационные пульсации)
Графики результатов измерений	Столбчатая диаграмма гармоник, график траектории затухания коммутации и область устойчивой работы

Математическая обработка осциллограмм

Число обрабатываемых осциллограмм	Неограниченное
Арифметические операции	Сложение, вычитание, умножение и деление осциллограмм и скалярных величин
Алгебраические выражения	Определение сложных алгебраических выражений, включающих осциллограммы, скалярные величины, определяемые пользователем переменные и результаты параметрических измерений. Выполнение математических операций с использованием сложных уравнений. Пример: $(\text{Integral}(\text{CH1}) - \text{Mean}(\text{CH1})) \times 1.414 \times \text{VAR1}$.
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
Сравнение	Результат логического сравнения >, <, ≥, ≤, =, ≠
Логическое выражение	И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ, исключающее ИЛИ и «эквивалентно».
Функции фильтрации	Настраиваемые пользователем фильтры. Пользователи указывают файл со значениями коэффициентов фильтра
Функции БПФ	Амплитуда и фаза спектра, реальный и мнимый спектр
Единицы измерения по вертикали (БПФ)	Амплитуда: линейная или логарифмическая (дБм) Фаза: градусы, радианы, групповая задержка
Функции окон БПФ	Хеннинга, прямоугольное, Хемминга, Блэкмана-Харриса, плоское Flattop2, Гаусса, Кайзера-Бесселя и ТекExp

Поиск

Число поисков	Неограниченное
Виды поиска	Поиск в длинных записях для обнаружения всех событий по заданным пользователям критериям, включая фронты, длительность импульса, тайм-аут, импульсы малой амплитуды, выход за пределы интервала, логические условия, при выполнении условия запуска с последующей задержкой, времени нарастания или спада и события в протоколах шин

Дисплей

Тип дисплея	15,6 дюймовый жидкокристаллический цветной TFT-дисплей с диагональю 395 мм
Дисплей разрешение	1 920 пикселей по горизонтали × 1 080 пикселей по вертикали (WVGA)
Режимы отображения	Наложение: обычное отображение осциллографа, когда следы луча накладываются один на другой Составной: режим отображения, при котором каждая осциллограмма помещается в собственном уровне с отображением всего диапазона АЦП, но визуалью отдельно от других осциллограмм
Масштабирование	Изменение масштаба по вертикали и горизонтали поддерживается на всех представлениях осциллограмм и графиков
Интерполяция	Sin (x)/x и линейная
Представление сигналов	Векторы, точки, переменное послесвечение, бесконечное послесвечение
Координатная сетка	Сетка, Время, Полная, Без сетки
Палитра	Нормальная или инверсная
Формат	YT, XY, XYZ

Генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций (опция)

Типы сигналов	Произвольный, синусоидальный, прямоугольный, импульсный, линейно изменяющийся, пилообразный, постоянный ток, функция Гаусса, функция Лоренца, экспоненциальные нарастание и спад, $\sin(x)/x$, случайный шум, гаверсинус, кардиосигнал
---------------	---

Синусоидальный сигнал

Диапазон частот	от 0,1 Гц до 50 МГц
Точность установки частоты	0,1 Гц
Погрешность 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
Неравномерность АЧХ, типов.	$\pm 0,5$ дБ на частоте 1 кГц $\pm 1,5$ дБ на частоте 1 кГц для амплитуды менее 20 мВ _{пик-пик}
Полный коэффициент гармоник, типов.	1 % для амплитуды не менее 200 мВ _{пик-пик} на нагрузке 50 Ом 2,5 % для амплитуды не менее 50 мВ и меньше 200 мВ _{пик-пик} на нагрузке 50 Ом
Динамический диапазон без паразитных составляющих, типов.	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
Точность установки частоты	0,1 Гц
Погрешность 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

Генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций (опция)

Диапазон значений коэффициента заполнения	от 10 до 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, типовая	10 нс Это — минимальная длительность включения или выключения.
Время нарастания/спада, типов.	5 нс (от 10 до 90 %)
Разрешение по длительности импульса	100 пс
Выброс, типов.	<6 % для скачков сигнала, больших 100 мВ _{пик-пик} Применяется к выбросу положительного (+выбросу) и отрицательного направлений (-выбросу)
Асимметрия, типов.	±1 % ±5 нс, при коэффициенте заполнения 50 %
Дрожание, типов.	<60 пс ошибка по временному интервалу TPE _{среднеквадр.} , амплитуда ≥100 мВ _{пик-пик} , заполнение 40-60 %
Линейно изменяющийся и пилообразный сигнал	
Диапазон частот	от 0,1 Гц до 500 кГц
Разрешение установки частоты	0,1 Гц
Погрешность частоты	130 x 10 ⁻⁶ (частота ≤ 10 кГц), 50 x 10 ⁻⁶ (частота > 10 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	0 % - 100 %
Разрешение симметрии	0,1 %
Диапазон уровней	±2,5 В в режиме с высоким импедансом ±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
Кардинальный синус sinc(x)	
Максимальная частота	2 МГц
Гауссовский импульс, гаверсинус и импульс Лоренца	
Максимальная частота	5 МГц
Импульс Лоренца	
Диапазон частот	от 0,1 Гц до 5 МГц
Диапазон амплитуды	от 20 мВ _{пик-пик} до 5 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 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 КБ
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

Генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций (опция)

Частота повторения	от 0,1 Гц до 25 МГц
Частота дискретизации	250 Мвыб./с
Погрешность амплитуды сигнала	$\pm[(1,5\% \text{ от установленной амплитуды от пика до пика}) + (1,5\% \text{ от установленного абс. постоянного смещения}) + 1 \text{ мВ}]$ (частота = 1 кГц)
Разрешение амплитуды сигнала	1 мВ (в режиме с высоким импедансом) 500 мкВ (нагрузка 50 Ом)
Погрешность частоты синусоидального и линейно изменяющегося сигнала	$1,3 * 10^{-4}$ (частота ≤ 10 кГц) $5,0 * 10^{-5}$ (частота > 10 кГц)
Диапазон постоянного смещения	$\pm 2,5$ В в режиме с высоким импедансом $\pm 1,25$ В на нагрузке 50 Ом
Разрешение постоянного смещения	1 мВ (в режиме с высоким импедансом) 500 мкВ (нагрузка 50 Ом)
Погрешность постоянного смещения	$\pm[(1,5\% \text{ от установленного абсолютного постоянного смещения}) + 1 \text{ мВ}]$ увеличивается на 3 мВ при повышении температуры на каждые 10 °С, начиная от +25 °С

Цифровой вольтметр (DVM)

Типы измерений	Постоянный ток, переменный ток _{среднеквадр.} + постоянный ток, переменный ток _{среднеквадр.}
Разрешение по напряжению	4 разряда
Погрешность по напряжению	
Постоянный ток:	$\pm(1,5\% * \text{показания} - \text{смещение} - \text{положение}) + (0,5\% * (\text{смещение} - \text{положение})) + (0,1 * \text{В/дел.})$ Снижение точности на 0,100 %/°С от показания - смещение - положение при температурах свыше 30 °С Сигнал ± 5 делений от центра экрана
Переменный ток:	$\pm 2\%$ (от 40 Гц до 1 кГц) при отсутствии гармонических составляющих вне диапазона от 40 Гц до 1 кГц Переменный ток, типов.: $\pm 2\%$ (в диапазоне от 20 Гц до 10 кГц) Для выполнения измерений переменного напряжения 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

Погрешность	$\pm(1 \text{ отсчёт} + \text{погрешность тактового генератора} * \text{входная частота})$ Размах сигнала должен быть не менее 8 мВ _{пик-пик} или 2 деления (выбирается большее)
Максимальная входная частота	Максимальная полоса пропускания аналогового канала Сигнал должен составлять не менее 8 мВ _{пик-пик} или 2 дел. (выбирается большее значение)
Разрешение	8 разрядов

Компьютерная платформа

Хост-процессор	Intel i5-4400E, 2,7 ГГц, 64-разрядный, двухъядерный
Внутренний накопитель	≥80 ГБ Форм-фактор: карта m.2 80 мм с интерфейсом SATA-3
Операционная система	Закрытый Linux
Твердотельный накопитель (SSD) с ОС Microsoft Windows 10 OS (дополнительно 5-WIN)	Твердотельный накопитель ≥480 ГБ. Форм-фактор: твердотельный накопитель 2,5 дюйма с интерфейсом SATA-3. Накопитель может быть установлен пользователем и содержать 64-битную ОС Windows 10 Enterprise IoT 2016 LTSC

Порты ввода/вывода

Соединитель DisplayPort	20-контактный соединитель DisplayPort						
Соединитель DVI	29-контактный соединитель DVI-I используется для вывода отображаемого на экране осциллографа на внешний монитор или проектор						
VGA	Розетка DB-15, позволяет выводить изображение с экрана осциллографа на внешний монитор или проектор.						
Сигнал компенсатора пробника, типов.							
Подключение:	Соединители расположены справа в нижней части 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	Три Хост-порта USB на передней панели прибора: два высокоскоростной USB 2.0 порты и один суперскоростной порт USB 3.0 Четыре хост-порта USB 2.0 на задней панели прибора: два высокоскоростных порта USB 2.0 и два суперскоростных порта USB 3.0 Один суперскоростной порт USB 3.0 с поддержкой USBTMC на задней панели прибора						
Порт Ethernet	10/100/1000 Мбит/с						
Вспомогательный выход	Соединитель BNC на задней панели. В настройках конфигурации выхода можно задать вывод положительного или отрицательного импульса запуска осциллографа, вывод внутренней тактовой частоты осциллографа или вывод сигнала тактовой частоты генератора сигналов произвольной формы						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Характеристика</th> <th>Пределы</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V_{вых} (ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ)</td> <td>≥2,5 В разомкнутой цепи, ≥1,0 В с нагрузкой 50 Ом к земле</td> </tr> <tr> <td>V_{вых} (НИЗКИЙ УРОВЕНЬ)</td> <td>≤0,7 В при выходном токе ≤4 мА; ≤0,25 В с нагрузкой 50 Ом к земле</td> </tr> </tbody> </table>	Характеристика	Пределы	V _{вых} (ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ)	≥2,5 В разомкнутой цепи, ≥1,0 В с нагрузкой 50 Ом к земле	V _{вых} (НИЗКИЙ УРОВЕНЬ)	≤0,7 В при выходном токе ≤4 мА; ≤0,25 В с нагрузкой 50 Ом к земле
Характеристика	Пределы						
V _{вых} (ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ)	≥2,5 В разомкнутой цепи, ≥1,0 В с нагрузкой 50 Ом к земле						
V _{вых} (НИЗКИЙ УРОВЕНЬ)	≤0,7 В при выходном токе ≤4 мА; ≤0,25 В с нагрузкой 50 Ом к земле						
Замок Кенсингтона	Гнездо на задней панели для стандартного замка Кенсингтона.						
LXI	Класс: LXI Core 2011 Версия: 1,4						

Источник питания

Электропитание	
Потребляемая мощность	400 Вт (макс.)
Напряжение питания	От 100 до 240 В ± 10 % при 50-60 Гц ± 10 % 115 В ± 10 % при 400 Гц ± 10 %

Габариты и масса

Габариты	Высота: 309 мм со сложенными ножками и ручкой в заднем положении Высота: 371 мм со сложенными ножками и ручкой в верхнем положении Ширина: 454 мм между шарнирами ручки Глубина: 205 мм от задней стороны ножек до края ручек управления Глубина: 297,2 мм со сложенными ножками и ручкой в заднем положении
Масса	До 11,4 кг
Охлаждение	Требуемая величина зазоров для надлежащего охлаждения составляет 50,8 мм с правой стороны (если смотреть спереди) и с задней стороны прибора
Конфигурация для установки в стойку	7U

Условия эксплуатации

Температура	
Рабочая	от 0 до +50 °C (от 32 до 122 °F)
Хранения	от -20 до +60 °C (от -4 до 140 °F)
Относительная влажность	
Рабочая	Относительная влажность от 5 до 90 % при температуре до +40 °C Относительная влажность от 5 до 55 % при температуре от +40 до +50 °C, без конденсации, при максимальной температуре влажного термометра +39 °C
Хранения	Относительная влажность от 5 до 90 % при температуре до +40 °C Относительная влажность от 5 до 39 % при температуре от +40 до +50 °C, без конденсации, при максимальной температуре влажного термометра +39 °C
Высота над уровнем моря	
Работа	до 3000 м
Хранение	до 12000 м

Электромагнитная совместимость, условия окружающей среды и безопасность

Нормативные документы	Маркировка CE обозначает соответствие требованиям Европейского Союза. Сертифицирован UL для США и Канады.
------------------------------	---

Программное обеспечение

Программное обеспечение

Драйвер IVI

Обеспечивает стандартный интерфейс для программирования приборов с помощью распространенных прикладных программ, таких как LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft.NET и MATLAB.

e*Scope®

Позволяет управлять осциллографом через сетевое соединение с помощью стандартного веб браузера. Достаточно ввести адрес IP или сетевое имя осциллографа, и в окне браузера откроется страница управления. Имеется возможность передавать и сохранять настройки, осциллограммы, результаты измерений и изображения на экране или непосредственно управлять прибором, изменяя настройки прямо из веб браузера.

Веб-интерфейс LXI

Позволяет подключиться к осциллографу с помощью стандартного браузера простым вводом IP адреса или сетевого имени прибора в адресную строку. Веб-интерфейс позволяет отобразить состояние и конфигурацию прибора, контролировать и изменять сетевые настройки, а также предоставляет средства для дистанционного управления осциллографом с помощью e*Scope®. Сетевое взаимодействие с помощью веб интерфейса соответствует спецификациям LXI Класс C, версия 1.4.

Информация для заказа

Используйте следующие шаги, чтобы выбрать подходящий прибор с нужными опциями.

Шаг 1

Начните выбор осциллографа смешанных сигналов серии 5, исходя из требуемого количества каналов FlexChannel. Каждый входной канал FlexChannel поддерживает 1 аналоговый или 8 цифровых входных сигналов по выбору.

Модель	Количество каналов FlexChannels
MSO54	4
MSO56	6
MSO58	8

В комплект каждого прибора входит:

- По одному пассивному пробнику для каждого канала FlexChannel:
 - пробники TPP0500B 500 МГц для моделей с полосой пропускания 350 МГц или 500 МГц
 - пробники TPP1000 1 ГГц для моделей с полосой пропускания 1 ГГц или 2 ГГц)
- Руководство по монтажу и технике безопасности (на английском, японском и упрощенном китайском языках);
- Интегрированная справочная система;
- Крышка передней панели со встроенной сумкой для принадлежностей;
- Мышь;
- Сетевой шнур;
- Сертификат о калибровке подтверждает прослеживаемость калибровки до Национальных институтов метрологии и соответствие системы менеджмента качества ISO9001;
- Трехлетняя гарантия на все детали и работы прибора. Годовая гарантия на все детали и работы для поставляемых в комплект пробников

Шаг 2

Определите конфигурацию осциллографа, выбрав нужную полосу пропускания аналоговых каналов

Выберите нужную вам сейчас полосу пропускания, заказав одну из следующих опций. Вы можете расширить её позже, купив комплект для обновления.

Полоса пропускания (опция)	Полоса пропускания
5-BW-350	350 МГц
5-BW-500	500 МГц
5-BW-1000	1 ГГц
5-BW-2000	2 ГГц

Шаг 3

Добавление функций прибора

Дополнительные функции можно заказать одновременно с заказом прибора или позднее, в форме комплекта для модернизации.

Дополнение для прибора	Встроенные функции
5-RL-125	Увеличенная длина записи до 125 млн точек на канал
5-WIN	Добавляет сменный твердотельный накопитель с лицензией ОС Microsoft Windows 10
5-AFG	Добавляет функции генератора сигналов произвольной формы и функций
5-SEC ⁸	Добавьте дополнение расширенной безопасности для получения функции стирания данных из памяти прибора и защиты с помощью пароля для всех портов USB и возможности выполнения обновлений встроенного программного обеспечения.

Шаг 4

Добавьте дополнение для синхронизации по сигналам последовательных шин с возможностями декодирования и поиска

Выберите только требуемые сегодня функции из списка дополнений для работы с последовательными шинами. Прибор можно модернизировать позднее с помощью приобретаемого комплекта для выполнения модернизации.

Дополнение для прибора	Поддерживаемые последовательные шины
5-SRAERO	Авиационно-космические (MIL-STD-1553, ARINC 429)
5-SRAUDIO	Для звуковых сигналов (I ² S, LJ, RJ, TDM)
5-SRAUTO	Автомобильные (CAN, CAN FD, LIN, FlexRay)
5-SRCOMP	Для ЭВМ (RS-232/422/485/UART)
5-SREMBD	Встраиваемые (I ² C, SPI)
5-SRENET	Ethernet (10BASE-T, 100BASE-TX)
5-SRUSB2	USB (USB2.0 LS, FS, HS) ⁹

Дифференциальная последовательная шина? Выполните шаг *Добавьте аналоговые пробники и адаптеры* для выбора дифференциальных пробников.

Шаг 5

Дополнение для подтверждения соответствия последовательных шин

Дополнительно можно заказать пакет программ для проведения испытаний на соответствие стандартам последовательных шин. Прибор можно модернизировать позднее с помощью приобретаемого комплекта для проведения модернизации.

Дополнительный пакет для прибора	поддержка работы с сигналами последовательных шин
5-CMAUTOEN	Автомобильный Ethernet (100BASE-T1). Требуется дополнение 5-WIN (твердотельный накопитель с ОС Microsoft Windows 10)

⁸ Это дополнение приобретается при заказе прибора. Дополнение недоступно при модернизации.

⁹ С высокоскоростными USB работают только модели с полосой пропускания шириной ≥ 1 ГГц

Шаг 6

Добавьте дополнительные аналитические возможности

Дополнение для прибора	Расширенный анализ
5-DJA	Расширенный анализ джиттера и глазковых диаграмм
5-PWR	Измерение характеристик и анализ электропитания
5-PS2 ¹⁰	Пакет решений для измерений и анализа электропитания (5-PWR, THDP0200, TSP0030A, 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.

Модель прибора	Можно заказать	Для добавления
MSO54	от 1 до 4 пробников TLP058	от 8 до 32 цифровых каналов
MSO56	от 1 до 6 пробников TLP058	от 8 до 48 цифровых каналов
MSO58	от 1 до 8 пробников TLP058	от 8 до 64 цифровых каналов

¹⁰ Это дополнение следует приобретать одновременно с прибором. Дополнение недоступно при модернизации.

Шаг 8

Подключение аналоговых
пробников и адаптеров

Добавьте рекомендуемые пробники и переходники

Рекомендуемые пробники / переходники	Описание
TAP1500	Активный несимметричный пробник напряжения, TekVPI®, 1,5 ГГц, напряжение дифференциального входа ± 8 В
TAP2500	Активный несимметричный пробник напряжения, TekVPI®, 2,5 ГГц, напряжение дифференциального входа ± 4 В
TCP0030A	Пробник постоянного/переменного тока, TekVPI®, 30 А, 120 МГц BW
TCP0020	Пробник постоянного/переменного тока, TekVPI®, 20 А, 50 МГц BW
TCP0150	Пробник постоянного/переменного тока, TekVPI®, 150 А, 20 МГц BW
TRCP0300	Пробник переменного тока, 30 МГц, от 250 мА до 300 А
TRCP0600	Пробник переменного тока, 30 МГц, от 500 мА до 600 А
TRCP3000	Пробник переменного тока, 16 МГц, от 500 мА до 3 000 А
TDP0500	Дифференциальный пробник напряжения, TekVPI®, 500 МГц, напряжение дифференциального входа ± 42 В
TDP1000	Дифференциальный пробник напряжения, TekVPI®, 1 ГГц, напряжение дифференциального входа ± 42 В
TDP1500	Дифференциальный пробник напряжения, TekVPI®, 1,5 ГГц, напряжение дифференциального входа $\pm 8,5$ В
TDP3500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 3,5 ГГц, напряжение дифференциального входа ± 2 В
THDP0100	Высоковольтный дифференциальный пробник, TekVPI®, ± 6 кВ, 100 МГц
THDP0200	Высоковольтный дифференциальный пробник, TekVPI®, $\pm 1,5$ кВ, 200 МГц
TMDP0200	Высоковольтный дифференциальный пробник, TekVPI®, ± 750 В, 200 МГц
TIVH02	Пробник с гальванической развязкой, 200 МГц, ± 2 500 В, TekVPI®, кабель 3 метра
TIVH02L	Пробник с гальванической развязкой, 200 МГц, ± 2 500 В, TekVPI®, кабель 10 метров
TIVH05	Пробник с гальванической развязкой, TekVPI®, 500 МГц, ± 2 500 В, кабель 3 метра
TIVH05L	Пробник с гальванической развязкой, TekVPI®, 500 МГц, ± 2 500 В, кабель 10 метров
TIVH08	Пробник с гальванической развязкой, TekVPI®, 800 МГц, ± 2 500 В, кабель 3 метра
TIVH08L	Пробник с гальванической развязкой, TekVPI®, 800 МГц, ± 2 500 В, кабель 10 метров
TIVM1	Пробник с гальванической развязкой, TekVPI®, 1 ГГц, ± 50 В, кабель 3 метра
TIVM1L	Пробник с гальванической развязкой, TekVPI®, 1 ГГц, ± 50 В, кабель 10 метров
TRP0502	Пассивный пробник напряжения, 2X, TekVPI®, 500 МГц, емкость на входе 12,7 пФ
TRP0850	Пассивный высоковольтный пробник TekVPI®, 50X, 2,5 кВ, 800 МГц
R6015A	Пассивный высоковольтный пробник, 20 кВ, 75 МГц
TPA-BNC ¹¹	Адаптер TekVPI® — TekProbe™ BNC
TEK-DPG	Генератор импульсных сигналов с фазовым сдвигом TekVPI
067-1686-xx	Приспособление для измерения фазового сдвига электропитания и калибровки

Ищете дополнительные пробники? Воспользуйтесь интерактивной системой подбора пробника на сайте www.tek.com/probes.

¹¹ Рекомендуется для подключения существующих пробников TekProbe к осциллографам смешанных сигналов MSO серии 5.

Шаг 9

Добавьте принадлежности

Добавьте принадлежности для транспортировки или монтажа

Дополнительная принадлежность	Описание
HC5	Прочный футляр для переноски
RM5	Комплект для монтажа в стойку

Шаг 10

Выберите исполнение шнура питания

Исполнение шнура питания	Описание
A0	Вилка для 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

Шаг 11

Добавьте расширенный набор услуг по обслуживанию и калибровке

Дополнительная услуга	Описание
T3	Трехлетний план Total Protection Plan включает ремонт или замену изделия в случае эксплуатационного износа, случайного повреждения, повреждения от электростатического разряда или электрической перегрузки плюс профилактическое обслуживание. Включает 5-дневный срок выполнения заявки и приоритетный доступ к службе поддержки потребителей.
T5	Пятилетний план Total Protection Plan включает ремонт или замену изделия в случае эксплуатационного износа, случайного повреждения, повреждения от электростатического разряда или электрической перегрузки плюс профилактическое обслуживание. Включает 5-дневный срок выполнения заявки и приоритетный доступ к службе поддержки потребителей.
R5	Продление стандартной гарантии до 5 лет. Распространяется на запасные части, работы 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 прослеживаемую калибровку или функциональную проверку (когда применимо) для рекомендованных калибровок. Покрытие включает начальную калибровку, а также услуги по калибровке в течение 2 лет.
C5	Услуги по калибровке в течение 5 лет. Включает прослеживаемую калибровку или функциональную проверку (когда применимо) для рекомендованных калибровок. Покрытие включает начальную калибровку, а также услуги по калибровке в течение 4 лет.
D1	Отчет с данными калибровки
D3	Отчет с данными калибровки за 3 года (с дополнительной программой C3)
D5	Отчет с данными калибровки за 5 лет (с дополнительной программой C5)



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



Продукты 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*
Центральная и Восточная Европа и Прибалтика +41 52 675 3777
Финляндия +41 52 675 3777
Гонконг 400 820 5835
Япония 81 (3) 6714 3086
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
Центральная Европа & 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 & СНГ +7 (495) 6647564
Швеция 00800 2255 4835*
Великобритания & 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, Центральная и Южная Америка, Карибы 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: +41 52 675 3777

Дополнительная информация. Компания Tektronix располагает обширной и постоянно расширяющейся коллекцией указаний по применению, технических описаний и других ресурсов в помощь инженерам, работающим над передовыми технологиями. Посетите сайт ru.tek.com.

Copyright © Tektronix, Inc. Все права защищены. Изделия 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.



06 Nov 2017 48U-60850-3

