

Осциллографы InfiniiVision 4000A/G серии X

Обзор продукции

Осциллографы InfiniiVision 4000 серии X с полосой пропускания от 200 МГц до 1,5 ГГц с высокотехнологичным оборудованием на большом экране. Благодаря единственной в отрасли бескомпромиссной частоте обновления осциллограмм 1 000 000 осциллограмм/секунду вы можете быть уверены, что сможете уловить даже самые редкие глюки в вашей конструкции.



Найдите нас на сайте www.keysight.com.



Оглавление

Универсальность раскрыта, возможности расширены	3
Обзор осциллографов Keysight InfiniiVision серии X.....	4
Продвинутая производительность	6
Интуитивное удобство использования.....	13
Универсальная функциональность	15
Другие ключевые инструменты для повышения производительности	21
Анализ частотных характеристик (стандарт для моделей G, опция для моделей A)	23
Испытайте серию 4000G X	33
Настройка осциллографа InfiniiVision4000 серии X	35
InfiniiVision4000 X-Series Характеристики производительности	38
Связанная литература	47
Обновления только после приобретения лицензии	48
Модернизация пропускной способности центра обслуживания Return-to-Keysight.....	49
Уверенная поддержка со стороны Keysight Services.....	50
Рекомендуемые услуги	51
Осциллографы Keysight	52

Универсальность раскрыта, возможности расширены

Серия InfiniiVision 4000 X состоит из моделей **A** и **G**. Несмотря на различия между моделями, они имеют общую основу, состоящую из ведущих в отрасли функций, таких как самая высокая скорость обновления осциллограмм без компромиссов и самая простая в мире возможность запуска - зональный триггер. Помимо этих общих характеристик, обе модели серии 4000 X сочетают в себе **передовые** характеристики, **интуитивное** удобство использования и **универсальную** функциональность.

Расширенный

Компания Keysight разработала фундаментальные функции, которые должны быть стандартными для всех осциллографов, включая зональный триггер, сегментированную память и быструю, бескомпромиссную скорость обновления осциллограмм.

Помимо этих основных функций, отличающих InfiniiVision от конкурентов, новейшая модель InfiniiVision 4000G X-Series идет дальше и включает в стандартную конфигурацию более продвинутые функции: генераторы сигналов двойной формы, тестирование по маске, анализ частотных характеристик, гистограммы и аппаратные возможности последовательного декодирования.

Интуитивно понятный

Обладая таким же удобным интерфейсом и большим экраном, как и модели 4000A серии X, модели **G** обеспечивают оптимальную эффективность тестирования благодаря простой настройке и навигации. Встроенные функции помощи и запуска зон еще больше упрощают процесс анализа. Кроме того, ключевые опции программного обеспечения теперь входят в стандартный комплект поставки осциллографа, что делает процесс покупки еще проще.

Универсальный

Встроенные инструменты, опции для лицензионного обновления, а также широкий ассортимент пробников и аксессуаров делают осциллографы серии 4000 X- идеальным решением как для общей отладки, так и для более специфических отраслевых приложений, таких как анализ электропитания, автомобильные системы и разработка полупроводников. Встроенные в осциллограф анализатор частотных характеристик, счетчик, генератор сигналов и другие инструменты позволяют погрузиться глубже и быстрее.

4000 X-Series - универсальность раскрыта, возможности расширены

- **Расширенный**
 - Единственная в отрасли бескомпромиссная частота обновления 1 000 000 осциллограмм в секунду
 - Зональный триггер, сегментированная память, БПФ, математика
 - Стандартно для моделей **G**: двойной WaveGen, тестирование маски, FRA, гистограммы, некоторые последовательные декодирования
- **Интуитивно понятный**
 - Большой сенсорный экран с простым в использовании интерфейсом и встроенной справкой, зональный триггер
 - Стандартные опции в простой комплектации с Модели **G**
- **Универсальный**
 - 7 инструментов, объединенных в 1
 - От общей отладки до анализа специфики отрасли
 - Возможность обновления лицензии
 - Широкий ассортимент датчиков и принадлежностей



Рисунок 1. Технология интеллектуальной памяти MegaZoom IV обеспечивает скорость, удобство использования и интеграцию.



Рисунок 2. Воспользуйтесь пакетом программного обеспечения Ultimate Bundle, который позволяет использовать BCE программные приложения (включая последовательное декодирование) по одной низкой цене (D4000BDLB).

Обзор осциллографов Keysight InfiniiVision серии X

	InfiniiVision1000 X-серии	InfiniiVision2000 X-серии	InfiniiVision3000G X-серии	InfiniiVision4000A/G-серии X	InfiniiVision6000 X-серии
Аналоговые каналы	2 и 4	2 и 4	2 и 4	2 и 4	2 или 4
Пропускная способность (с возможностью обновления)	50, 70, 100, 200 МГц	70, 100, 200 МГц	100, 200, 350, 500 МГц, 1 ГГц	200, 350, 500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц	16 (модели MSO или обновление)
Цифровые каналы	Внешний триггер может использоваться в качестве 3-го цифрового канала для 2-канальной модели	8 (модели MSO или обновление) ¹	16 (модели MSO или обновление)	16 (модели MSO или обновление)	1, 2,5, 4, 6 ГГц
Максимальная частота дискретизации	2 ГСА/с	2 ГСА/с	5 ГСА/с	5 ГСА/с	20 ГСА/с
Максимальная глубина памяти	До 2 Mpts в стандартном исполнении	1 Мпт/канал	4 Mpts	4 Mpts	4 Mpts
Частота обновления формы волны	До 200 000 wfms/sec	> 200,000 wfms/sec	> 1,000,000 wfms/sec	> 1,000,000 wfms/sec	> 450,000 wfms/sec
Дисплей	7-дюймовый дисплей	8,5-дюймовый дисплей	8,5-дюймовый емкостный сенсорный дисплей	12,1-дюймовый емкостный сенсорный дисплей	12,1-дюймовый емкостный сенсорный дисплей с поддержкой жестов
Зональный сенсорный триггер	Нет	Нет	Стандарт	Стандарт	Стандарт
Голосовое управление	Нет	Нет	Нет	Нет	Стандарт
Генератор сигналов произвольной формы WaveGen 20 МГц	Только одноканальная функция (стандарт для моделей G)	Только одноканальная функция (опция)	Одноканальный AWG (стандарт)	Двухканальный AWG (стандарт для моделей G)	Двухканальный AWG (опция)
Встроенный цифровой вольтметр (стандарт)	Да	Да	Да	Да	Да
Встроенный аппаратный счетчик (стандарт)	Пятиразрядный счетчик частоты	5-разрядный счетчик частоты (8 разрядов с внешним опорным генератором 10 МГц)	8-разрядный счетчик частоты или суммирующий счетчик	Пятиразрядный счетчик частоты	10-разрядный счетчик частоты, периода или суммирующего устройства
Анализ последовательных протоколов	I ⁽²⁾ C, UART (стандарт для всех моделей) SPI, CAN/LIN (стандарт для моделей DSO)	Да (опционально: CAN, LIN, I ² C, SPI, RS232/UART) ¹	Да (стандарт: I ⁽²⁾ C, SPI, RS232/422/485/ UART, I ⁽²⁾ S, USB PD, опционально: ARINC 429, CAN/CAN-dbc/CAN-FD/LIN/LIN symbolic, SENT, FlexRay, LIN, MIL-STD-1553, USB 2.0, CXPI, Манчестер/HP3)	Да (стандарт для моделей G: I ⁽²⁾ C, SPI, RS232/422/485/ UART, I ⁽²⁾ S, USB PD, дополнительно: ARINC 429, CAN/CAN-dbc/CAN-FD/LIN/LIN symbolic, SENT, FlexRay, LIN, MIL-STD-1553, USB 2.0, CXPI, Манчестер/HP3)	Да (опционально: I ⁽²⁾ C, SPI, UART/RS232, CAN/CAN-dbc/CAN-FD/LIN/LIN символические, SENT, FlexRay, I ⁽²⁾ S, MIL-STD1553, CXPI, ARINC429, USB 2.0, Манчестер/HP3, USB PD)
Сегментированная память	Стандарт на модель DSO	Стандарт	Стандарт	Стандарт	Стандарт
Тестирование масок/лимитов	Стандарт на модель DSO	Вариант	Стандарт	Стандартная комплектация для моделей G	Вариант

Гистограммы	Нет	Нет	Стандарт	Стандартная комплектация для моделей G	Стандарт
Анализ мощности	Нет	Нет	Стандарт	Вариант	Вариант
Анализ частотных характеристик	Стандартная комплектация для моделей G	Нет	Стандарт	Стандартная комплектация для моделей G	Вариант
Тест качества сигнала USB 2.0	Нет	Нет	Нет	Вариант	Вариант
Анализ HDTV	Нет	Нет	Стандарт	Стандартная комплектация для моделей G	Вариант
Расширенная математика формы волны	Нет	Стандарт	Стандарт	Стандарт	Стандарт
Возможность подключения	Стандартный USB 2.0, LAN	Стандартный USB 2.0 (опция LAN/видео) (опция GPIB)	Стандартный USB2.0 (опция LAN/видео) (опция GPIB)	Стандартный USB2.0, LAN, видеовыход (опция GPIB)	Стандартный USB2.0, LAN, видеовыход (опция GPIB)



Нужна более широкая полоса пропускания, частота дискретизации или возможности анализа, чем те, что предлагает серия 4000 X? Рассмотрите InfiniiVision 6000 X-Series:

- Полоса пропускания от 1 до 6 ГГц
- Частота дискретизации 20 ГГц/с
- Сверхнизкий уровень шума при 1 мВ/дел
- 12,1-дюймовый мультисенсорный емкостный дисплей с поддержкой жестов
- Стандартная цветовая оценка, гистограмма и улучшенное БПФ
- Дополнительный анализ джиттера и глазковой диаграммы в реальном времени

Более подробную информацию см. на сайте www.keysight.com/find/6000X-Series.

Продвинутая производительность

Скорость обновления 1 миллион осциллограмм в секунду

Если вы не видите проблему, вы не сможете ее устранить. Благодаря лучшей в отрасли частоте обновления миллион осциллограмм в секунду осциллограф InfiniiVision 4000 серии X позволяет с высокой вероятностью фиксировать случайные и нечастые события, которые вы могли бы пропустить на осциллографе с меньшей частотой обновления осциллограмм.

Благодаря технологии интеллектуальной памяти MegaZoom IV осциллограф InfiniiVision 4000 X-Series не только позволяет увидеть больше осциллограмм, но и обладает бескомпромиссной способностью находить самые сложные проблемы в вашей конструкции. В отличие от других осциллографов, бескомпромиссная способность означает:

- Всегда быстрая, отзывчивая работа
- Отсутствие замедления при включенных логических каналах
- Нет замедления при включенном декодировании протокола
- Отсутствие замедления при включенных математических функциях
- Замедления при включенных измерениях нет

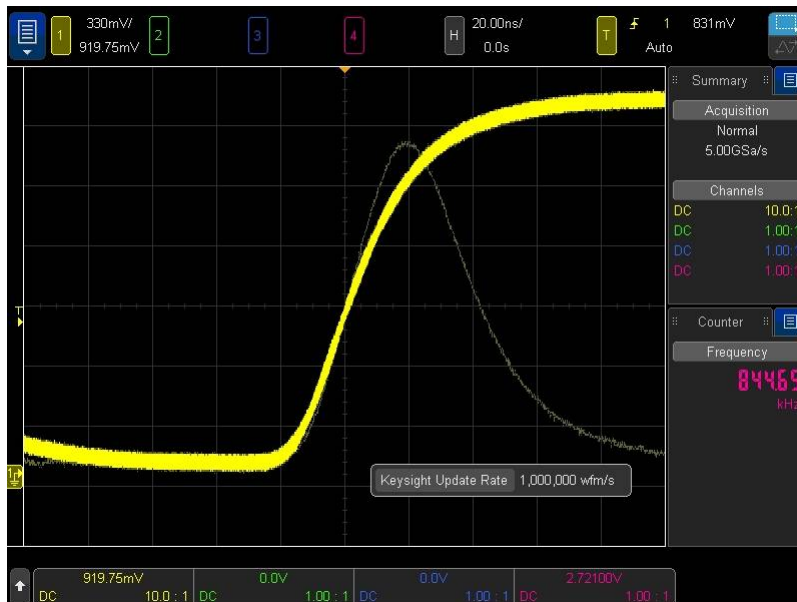


Рисунок 3. Прибор серии 4000G X фиксирует глюк, возникающий один раз за миллион циклов осциллограммы.

Что такое частота обновления осциллограмм и почему она важна?

По мере того как осциллографы получают данные, обрабатывают их и выводят на экран, неизбежно возникает "мертвое время", или время, в течение которого осциллографы полностью пропускают сигналы. Как правило, чем выше скорость обновления осциллограмм, тем меньше мертвое время. Чем короче мертвое время, тем больше вероятность того, что осциллограф зафиксирует аномалии и нечастые события. Поэтому очень важно выбрать осциллограф с высокой частотой обновления осциллограмм.

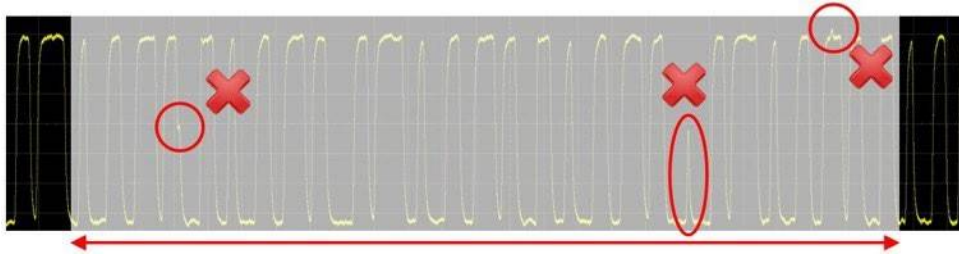


Рисунок 4. Осциллограф другого производителя с частотой 50 000 осциллограмм в секунду. Длительное мертвое время (серая область) снижает шансы на захват нечастых событий.

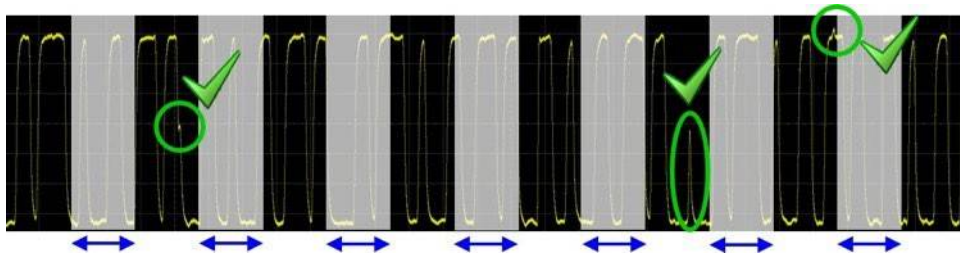


Рисунок 5. InfiniiVision 4000 X-Series с частотой 1 000 000 осциллограмм/секунду. Короткое мертвое время (серые области) увеличивает шансы на захват нечастых событий.

Компания Keysight достигла этой лучшей в отрасли бескомпромиссной скорости обновления осциллограмм благодаря технологии интеллектуальной памяти MegaZoom IV

Традиционно процессорная обработка была основным узким местом, влияющим на скорость обновления осциллограмм и скорость отклика. Обычно центральный процессор обрабатывает интерполяцию, построение логических каналов, декодирование последовательных шин, измерения и многое другое, и при включении этих функций скорость обновления осциллограмм резко падает.

InfiniiVision 4000 X-Series требует минимальной поддержки со стороны центрального процессора, так как большинство основных операций выполняет фирменная технология Keysight - интеллектуальный ASIC памяти MegaZoom IV. MegaZoom включает в себя аппаратные последовательные декодеры и аппаратные возможности тестирования пределов масок, строит графики аналоговых и цифровых данных непосредственно на дисплее, поддерживает работу с графическим интерфейсом пользователя и интегрирует дополнительные инструменты, такие как двухканальный генератор функций и сигналов произвольной формы WaveGen.

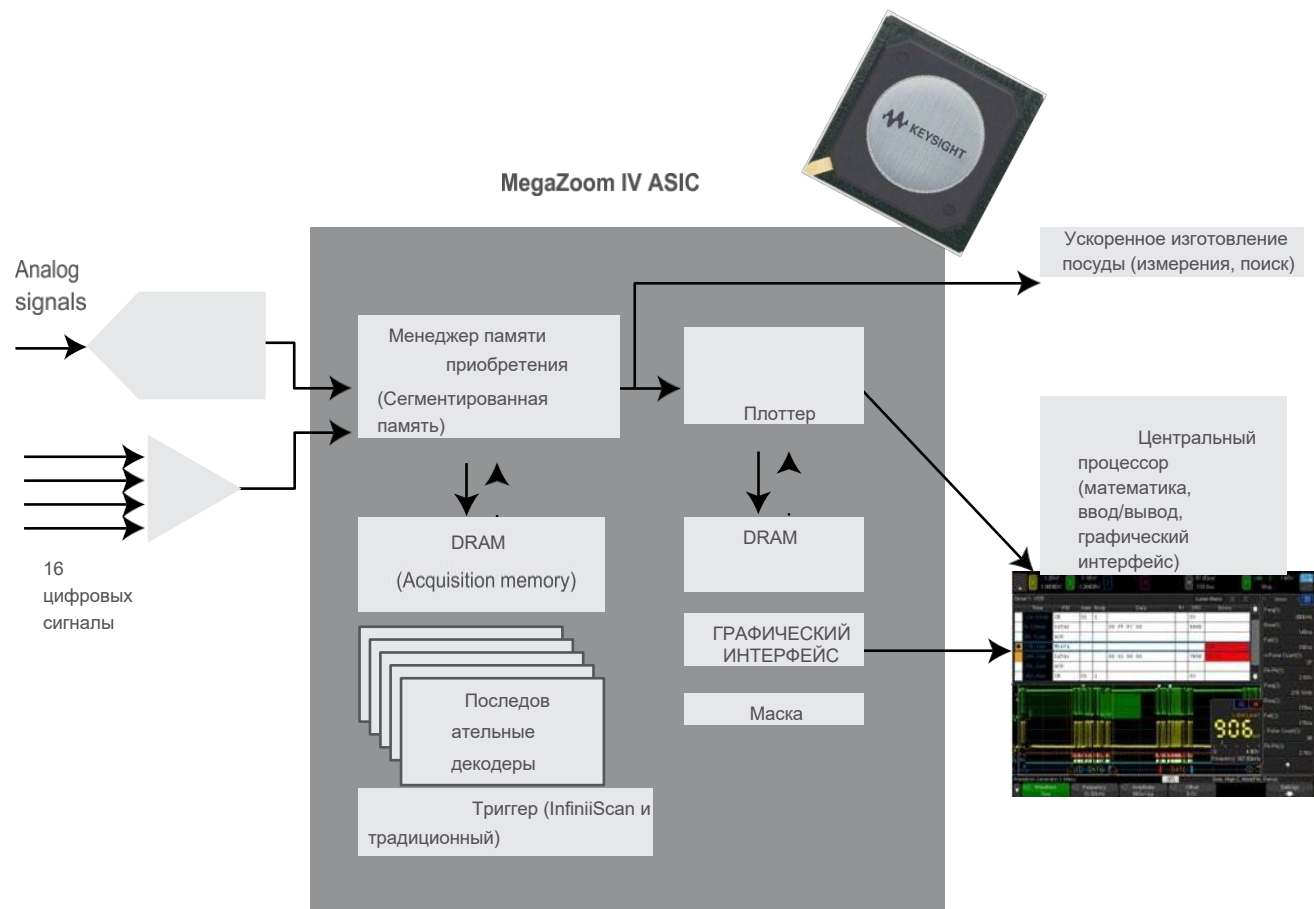


Рисунок 6. Бескомпромиссная отзывчивость, скорость и частота обновления осциллограмм в осциллографах серии 4000 X обеспечивается благодаря интеллектуальной ASIC памяти MegaZoom IV. Центральный процессор не используется для основных операций с осциллограммами.

Сегментированная память: Интеллектуальный и эффективный способ захвата осциллограмм

Объем памяти для сбора данных - важная характеристика осциллографа, поскольку он определяет количество данных, которое можно собрать за один сбор. В целом, более длинная память лучше. Однако объема памяти не всегда хватает для захвата всех необходимых сигналов, особенно при захвате нечастых аномалий, всплесков данных или нескольких пакетов последовательной шины. Сегментированная память позволяет выборочно захватывать и сохранять важную активность сигнала, не захватывая неважные сигналы в режиме простоя, с временной меткой каждого сегмента относительно первого события запуска. Сегментированная память входит в стандартную комплектацию моделей **A** и **G** серии 4000 X.

На рисунке 7 показано, как сегментированная память успешно фиксирует 1000 событий за 3,27274 секунды. Традиционная архитектура памяти потребовала бы 2,7 Гб памяти для достижения того же результата.

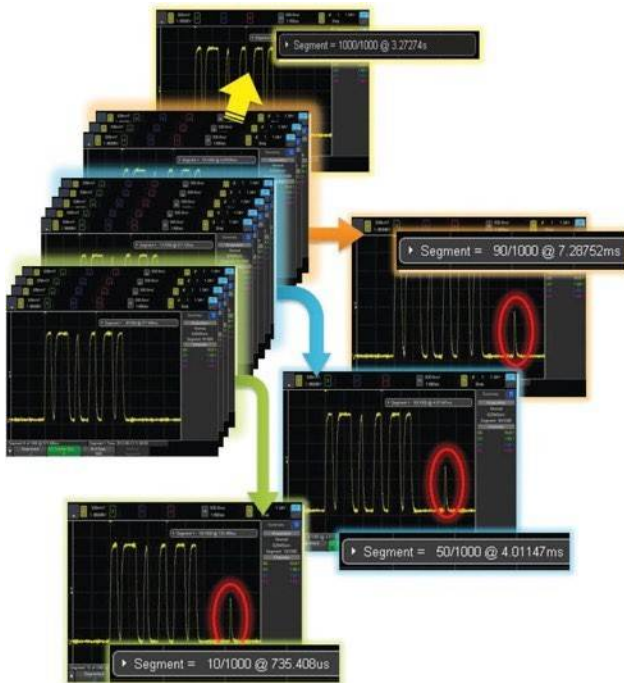


Рисунок 7. Сегментированная память эффективно управляет памятью для захвата до 1 000 интересных вас сегментов, что делает осциллограф эффективным осциллографом со сверхглубокой памятью, который может легко фиксировать нечастые события и аномалии.

Сегментированная память+ последовательное декодирование

Сегментированная память работает в сочетании с декодированием последовательного протокола. Например, если установить условие срабатывания на "Ошибка последовательной шины CAN", сегментированная память захватывает и сохраняет только пакеты ошибок CAN и сшивает каждый сегмент для удобного просмотра. Вы можете быстро сравнить временные метки в списке событий, чтобы обнаружить временные интервалы между ошибками.

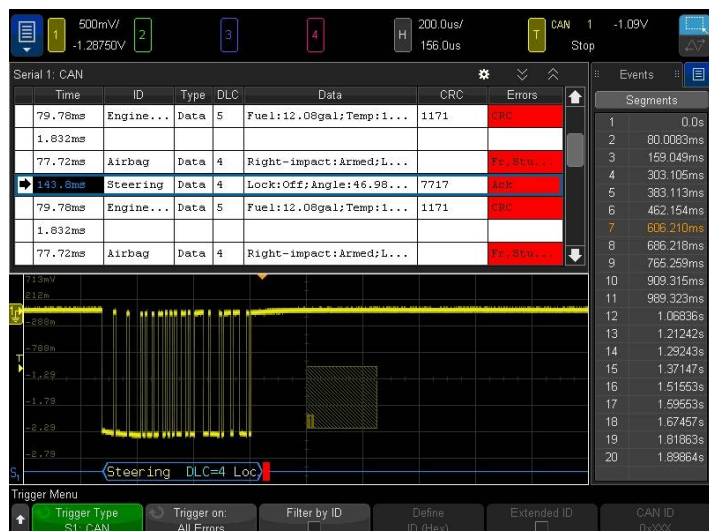


Рисунок 8. Использование сегментированной памяти в сочетании с последовательным декодированием позволяет получить максимальное представление о последовательной шине.

Тестирование масок и пределов измерений (стандарт для моделей G, опция для моделей A)

Независимо от того, проводите ли вы испытания на соответствие стандарту "прошел/не прошел" на производстве или проверяете редкие аномалии сигнала, тестирование по маске и пределу измерений может стать ценным инструментом повышения производительности. Приборы серии 4000 X оснащены мощной аппаратной системой тестирования по маске и могут выполнять до 270 000 тестов в секунду. Вы можете выбрать несколько критериев тестирования, включая возможность выполнения тестов в течение определенного количества захватов, определенного времени или до обнаружения сбоя.

С помощью функции тестирования пределов измерений можно выполнить тестирование на прохождение/непрохождение на основе заданных пользователем максимальных и минимальных пределов для любого параметрического измерения, которое было выбрано и включено. Также доступна функция остановки при отказе.

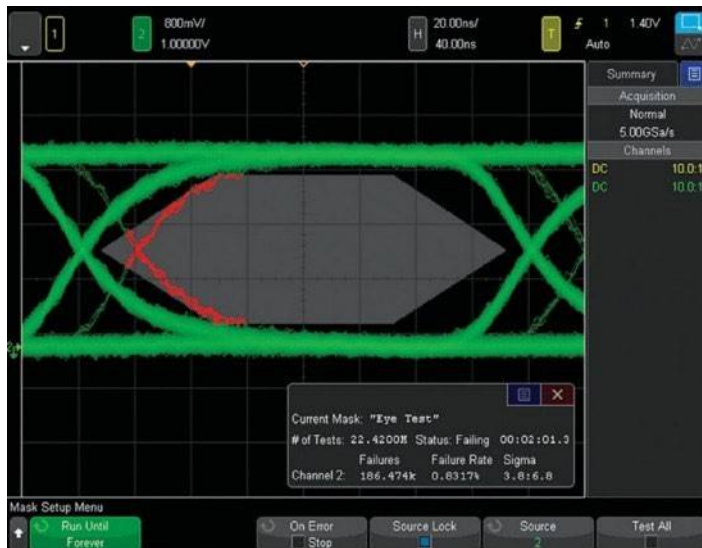


Рисунок 9. При тестировании маски были оценены > 22 M волновых форм всего за 2 минуты.

Поиск и навигация

Функция поиска и навигации по параметрам и последовательным шинам входит в стандартную комплектацию осциллографов серии 4000 X. При захвате длинных и сложных осциллограмм с помощью глубокой памяти осциллографа вручную прокручивать сохраненные данные осциллограмм для поиска интересных событий может быть медленно и обременительно. С помощью функции автоматического поиска и навигации можно легко задать конкретные критерии поиска, а затем быстро перейти к "найденным и отмеченным" событиям. Доступные критерии поиска включают фронты, ширину импульсов (с учетом времени), время нарастания/спада (с учетом времени), бегущие импульсы (с учетом времени и уровня), частотные пики (функция БПФ, с учетом порога и размаха), а также кадры, пакеты и ошибки последовательной шины.



Рисунок 10а. Осциллограф серии 4000 X был настроен на захват сигналов данных с различными фронтами времени нарастания. Используя возможности поиска и навигации, осциллограф смог найти, отметить (белые треугольники) и быстро перейти к 16 случаям "несоответствующего" времени нарастания

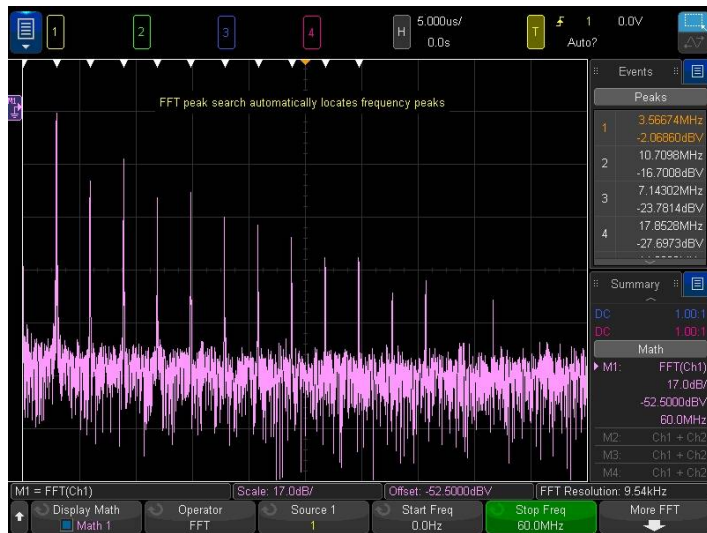


Рисунок 10b. Прибор серии 4000 X был настроен на захват тактовых сигналов для БПФ-анализа. Используя возможности поиска и навигации, сканер нашел, отметил (белые треугольники) и быстро перешел к первым 11 встречам частотных пиков. Можно отсортировать их в порядке возрастания частоты или амплитуды.



Рисунок 11. Используя функцию поиска условий ошибки, 4000 X-Series быстро нашел 5 мест с отсутствующим подтверждением в последовательной шине I²C. Функция навигации перемещается между ошибками и автоматически масштабирует изображение, чтобы показать пакет ошибок.

Интуитивное удобство использования

Большой 12,1-дюймовый дисплей

С самого начала разработки продукта мы проектировали каждый аспект этого осциллографа с учетом сенсорного интерфейса. Крупные, легко осязаемые объекты на 12,1-дюймовом дисплее с емкостной сенсорной технологией обеспечивают быстрое и естественное управление, как на ваших любимых планшетных устройствах.



Рисунок 12. 12,1-дюймовый дисплей и емкостной сенсорный экран с крупными сенсорными объектами.

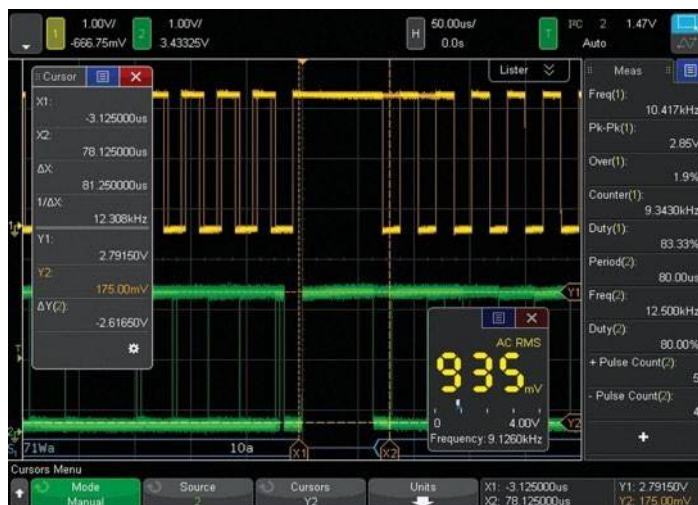


Рисунок 13. Перетаскивая нужную док-панель в любую открытую область, можно одновременно видеть 10 измерений, информацию курсора и показания DVM.



Рисунок 14. Используйте выпадающее меню Keysight для работы в стиле Window.

Зональный сенсорный триггер

Одна из самых сложных задач при работе с осциллографом - настройка расширенного триггера для выделения интересующего сигнала. Хотя расширенные триггеры являются мощными функциями, зональный сенсорный триггер представляет собой готовое решение для триггера.

Вы просто наблюдаете за интересующим вас сигналом на дисплее и рисуете вокруг него зону (коробку) с помощью пальцев или мыши. То, на что раньше уходили часы работы, теперь занимает всего несколько секунд. Если вы хотите переместить зоны в другое место, просто перетащите их. Прибор серии 4000 X можно настроить таким образом, чтобы он легко срабатывал на одну или две зоны одновременно с условиями "должно пересекаться" или "не должно интересоваться".

Зональный триггер не снижает скорость обновления осциллограмм: даже при включенных дополнительных функциях осциллограф серии 4000 X будет поддерживать сверхскоростную скорость 200 000 осциллограмм в секунду и более. Другими словами, осциллограф, который видит все, может легко срабатывать на все.

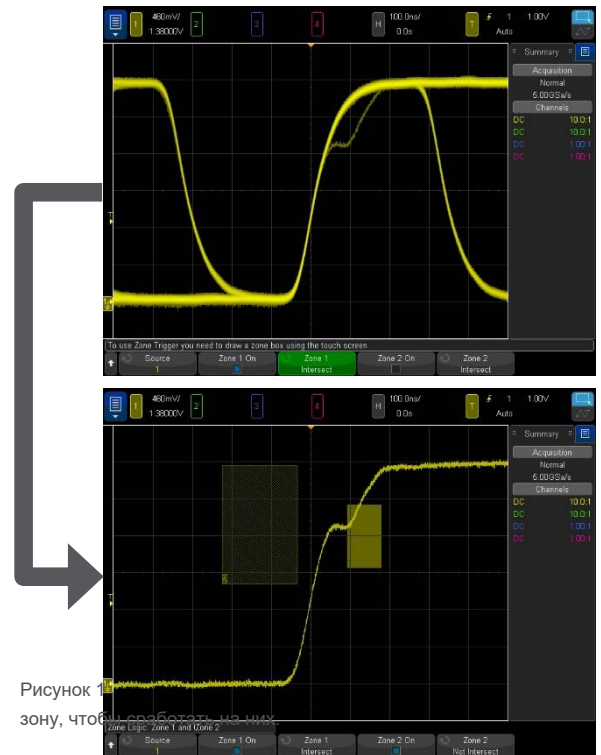


Рисунок 15. Используйте зону, чтобы сработать на нее.

Зональный сенсорный триггер + память сегментов: Совершенно новые ощущения

Сочетание единственного в отрасли аппаратного триггера касания зоны с сегментной памятью 4000 X-Series упрощает и расширяет возможности отладки. На рисунке 16 прибор 4000 X-Series выделил и зафиксировал 1000 метастабильных сигналов, отобразив в сегментной памяти критические битовые ошибки за 32-секундный промежуток времени при частоте дискретизации 5 GS/s. Память сегментов также позволяет наложить все сегменты друг на друга, чтобы определить наихудший сигнал.

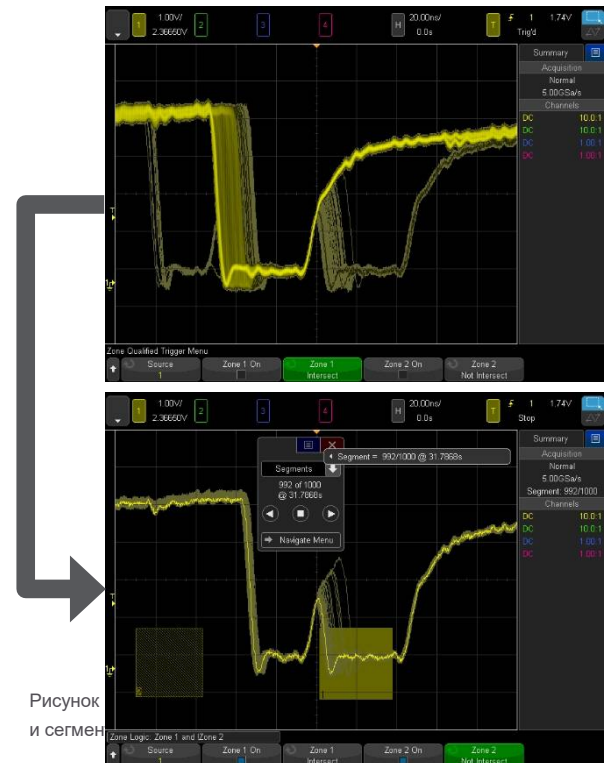


Рисунок
и сегмент

Универсальная функциональность

Защита инвестиций благодаря полностью модернизируемому инструменту 7-в-1

Осциллограф InfiniiVision 4000 X-Series пересматривает представление об осциллографах благодаря беспрецедентной интеграции. Этот прибор 7 в 1 обеспечивает:

- Осциллограф
- 16 цифровых каналов
- Анализатор последовательных протоколов
- Двухканальный генератор сигналов WaveGen 20 МГц с функциями и произвольными формами.
- Трехразрядный вольтметр
- Анализ частотных характеристик (графики Боде)
- 8-разрядный аппаратный счетчик с суммирующим устройством



Рисунок 17. Серия 4000 X обеспечивает возможности семи приборов, легко интегрированных в один.

Многодоменный анализ: Корреляция во времени аналоговых, цифровых сигналов и сигналов в частотной области

Просмотр частотного содержимого осциллограмм значительно упрощается благодаря сенсорному экрану. Выпадающие клавиатуры позволяют легко вводить значения старта, остановки, диапазона и центральной частоты. А новая функция решения проблем под названием "gated FFT" позволяет коррелировать по времени аналоговую, цифровую и частотную области для облегчения анализа и отладки. Кроме того, появились новые возможности поиска пиков, удержания максимальных и минимальных значений и усреднения БПФ для увеличения динамического диапазона.

Когда функция БПФ включена, осциллограф переходит в режим масштабирования. Анализ БПФ, показанный в увеличенном (нижнем) окне, получен за период времени, указанный в поле масштабирования в основном (верхнем) окне. В режиме БПФ с привязкой касайтесь и щелкайте по полю масштабирования в процессе съемки, чтобы изучить, как БПФ-анализ изменяется со временем, соотнося радиочастотное явление с аналоговым и цифровым.



Рисунок 18. БПФ с пропусками успешно коррелирует скачки FSK-модуляции с аналоговой и I^2C управляющей командой.

Осциллограф смешанных сигналов (MSO): Встроенные 16 цифровых каналов

Благодаря дополнительным 16 встроенным цифровым каналам вы теперь можете использовать до 20 каналов триггера, сбора и просмотра с временной корреляцией на одном приборе. Это особенно важно для современных встраиваемых систем со сложными цифровыми схемами управления. Вы можете приобрести 2- или 4-канальный DSO и в любой момент включить 16 цифровых каналов, уже имеющихся в приборе, чтобы превратить его в MSO, используя обновление лицензии на программное обеспечение. (DSOXPREFMSO)

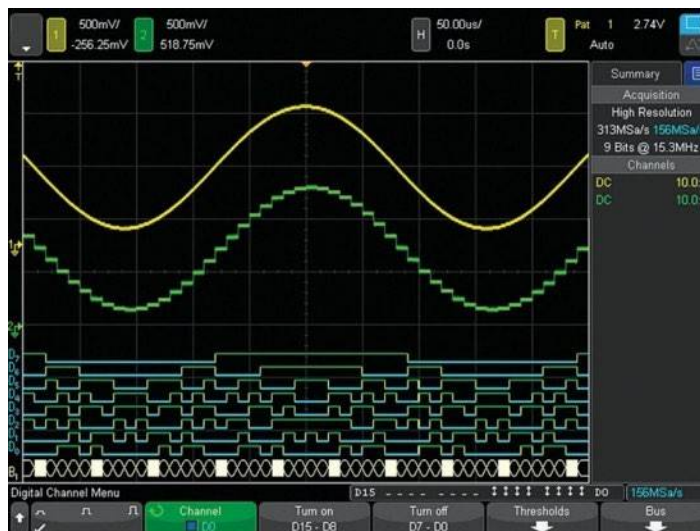


Рисунок 19. Цифровые каналы захватываются и отображаются с временной корреляцией с аналоговыми каналами в MSO или модернизированных DSO.

Анализ последовательного протокола: аппаратное декодирование последовательного протокола и триггерная обработка

Осциллографы Keysight InfiniiVision Series, включая серию 4000 X, являются единственными осциллографами, использующими аппаратное декодирование последовательных протоколов. Осциллографы других производителей используют программные методы постобработки для декодирования последовательных пакетов/кадров, поэтому имеют низкую скорость захвата осциллограмм и декодирования и могут пропустить критические события и ошибки из-за длительного времени ожидания. Более быстрое декодирование с помощью аппаратной технологии повышает вероятность захвата нечастых ошибок последовательной передачи данных.

После захвата данных последовательной шины можно легко выполнить операцию поиска по определенным критериям, а затем быстро перейти к байтам/кадрам последовательных данных, которые удовлетворяют критериям поиска. Приборы серии 4000 X могут декодировать две последовательные шины одновременно с помощью аппаратного декодирования и отображать захваченные данные в виде чередующихся по времени "списков".

Декодирование последовательного протокола может использоваться одновременно с сегментированной памятью и зональным сенсорным триггером. Серия 4000 X поддерживает: SENT, I⁽²⁾C, SPI, USB 2.0, RS232/UART, CAN, CANFD, LIN, FlexRay, CXPI, MIL-STE 1553, ARINC 429, I⁽²⁾S, определяемый пользователем Manchester, определяемый пользователем NRZ, и USB-PD. (См. стр. 23). Обратите внимание, что I⁽²⁾C, SPI, RS232/UART, I⁽²⁾S и USB-PD входят в стандартную комплектацию моделей 4000G серии X.



Рисунок 20. Двойная последовательная шина CAN и LIN с декодированием и чередующимся отображением "списка".



Рисунок 21. Триггер USB 2.0, декодирование и отображение "списка".

Двухканальный генератор сигналов WaveGen 20 МГц (стандарт для моделей G, опция для моделей A)

Приборы серии 4000 X оснащены двухканальным встроенным 20-МГц генератором функций и сигналов произвольной формы (DSOX4WAVEGEN2). Он входит в стандартную комплектацию моделей **G** и предлагается в качестве опции для моделей **A**. Встроенный генератор обеспечивает вывод на тестируемое устройство синусоидальных, квадратных, темповых, импульсных, постоянных, шумовых, синусоидальных кардинальных (sinc), экспоненциальных нарастающих, экспоненциальных спадов, сердечных, гауссовых импульсов и сигналов произвольной формы (AWG). Также доступна возможность модуляции сигнала.

Благодаря функции AWG можно сохранять осциллограммы из аналоговых каналов или эталонной памяти в произвольную память и выводить из WaveGen. Легко создавайте и редактируйте осциллограммы с помощью встроенного редактора или программного обеспечения BenchLink Waveform Builder Basic компании Keysight:

www.keysight.com/find/33503

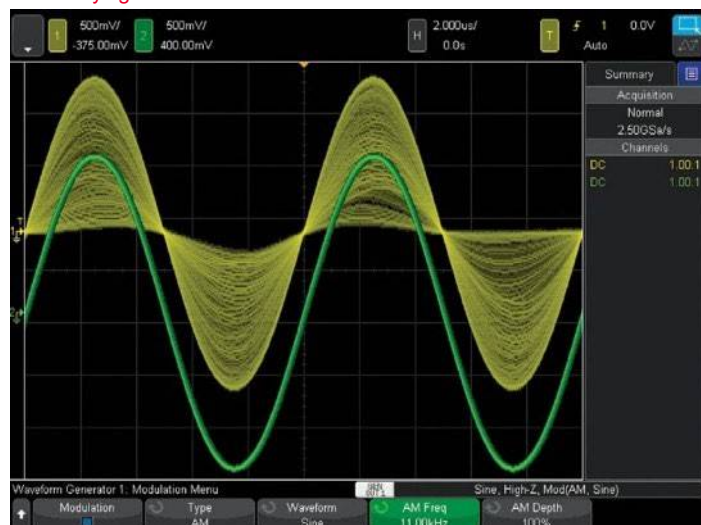


Рисунок 22. Выходной синусоидальный сигнал WaveGen с добавленной AM-модуляцией и без нее.

С помощью двух каналов можно генерировать дифференциальные сигналы: выводить произвольные тактовые сигналы и сигналы данных для имитации последовательных шин, создавать сложные модуляции (больше, чем стандартная функция модуляции), выводить IQ-сигналы и многое другое. Оба канала также можно отслеживать вместе (идентичная частота, амплитуда, смещение и рабочий цикл).

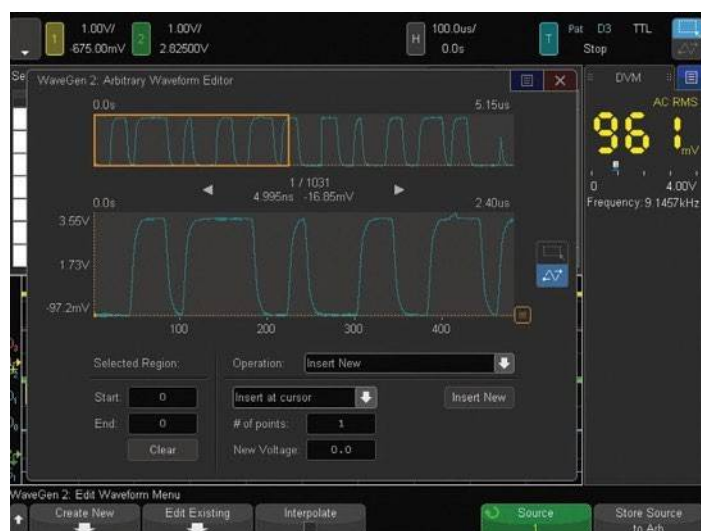


Рисунок 23. Экран редактирования произвольной формы волны WaveGen.



Рисунок 24. Двухканальный выход WaveGen дифференциальных произвольных сигналов. Общий режим показан в виде математики.

Трехразрядный вольтметр

Осциллографы серии 4000 X имеют стандартный встроенный 3-разрядный вольтметр (DVM) и 5-разрядный счетчик частоты (8-разрядный с внешним эталоном) внутри осциллографа. Вольтметр работает через те же щупы, что и каналы осциллографа. Однако измерения DVM отвязаны от системы запуска осциллографа, так что захват осциллограмм DVM и запуска осциллографа может осуществляться при одном и том же подключении. Результаты измерений вольтметром всегда отображаются на дисплее, что позволяет всегда держать эти быстрые измерения характеристик под рукой.



Рисунок 25. DVM 3-разрядные измерения напряжения и 5-разрядные измерения частоты всегда под рукой.

Другие ключевые инструменты для повышения производительности

Измерение и анализ мощности

При работе с импульсными источниками питания и силовыми устройствами пакет программного обеспечения Power (D4000PWRB) обеспечивает полный набор измерений и анализа мощности в осциллографе.

Чтобы узнать больше о тестировании источников питания, посетите сайт www.keysight.com/find/D4000PWRB



Рисунок 26. Измерение качества электроэнергии, одно из многих в приложении для измерения мощности.

Триггер и анализ HDTV-видео (стандарт для моделей G, опция для моделей A)

Отлаживаете ли вы бытовую электронику с помощью HDTV или определяете характеристики конструкции, Enhanced Video Analysis (опционально) обеспечивает поддержку различных стандартов HDTV для запуска и анализа.



Рисунок 27. Срабатывание при анализе сигнала HDTV 1080p.

Анализ качества сигнала USB 2.0

В дополнение к триггеру и декодированию низкоскоростных, полноскоростных и высокоскоростных сигналов USB 2.0 (для высокоскоростного триггера и декодирования требуется модель 1.0 или 1.5 ГГц), дополнительный пакет программного обеспечения USB (D4000USBB) также поддерживает тестирование качества сигнала USB 2.0 (для высокоскоростных тестов требуется модель 1.5 ГГц). Тест качества сигнала USB 2.0 с генерацией отчета в формате HTML о прохождении/непрохождении включает тестирование маски глазной диаграммы, анализ джиттера, ширины бита EOP, скорости передачи сигнала, монотонности фронта и времени нарастания/спада; все это основано на официальных алгоритмах USB-IF, встроенных в осциллограф.

Чтобы узнать больше о тестировании качества USB-сигнала, посетите сайт www.keysight.com/find/D4000USBB

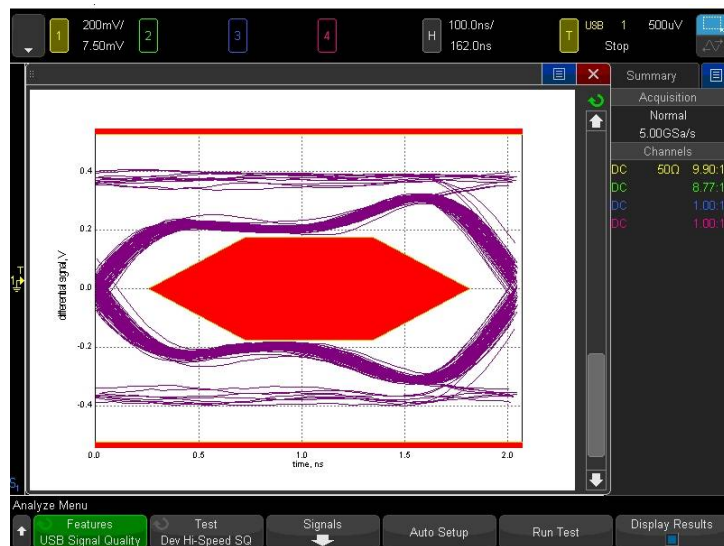


Рисунок 28. Выполните автоматическое тестирование качества сигнала для низкоскоростного, полноскоростного и высокоскоростного сигналов USB 2.0.

Анализ частотных характеристик (стандарт для моделей G, опция для моделей A)

Анализ частотной характеристики (АЧХ) - это часто критически важное измерение, используемое для определения частотной характеристики (коэффициента усиления и фазы в зависимости от частоты) различных современных электронных конструкций, включая пассивные фильтры, схемы усилителей и сети отрицательной обратной связи импульсных источников питания (петлевая характеристика). В осциллографах InfiniiVision 4000 серии X используется встроенный в осциллограф генератор сигналов (WaveGen) для возбуждения тестируемой схемы на различных частотах и захвата входных и выходных сигналов с помощью двух каналов осциллографа. На каждой тестовой частоте осциллограф измеряет, вычисляет и строит графики коэффициента усиления ($20\log V_{out}/V_{in}$) и фазы в логарифмическом масштабе.



Набор для обучения построению бодовых диаграмм DSOXBODE (опционально)

Набор для обучения построению бode-графиков DSOXBODE состоит из печатной платы с последовательным R-L-C входом BNC, который подключается непосредственно к выходу генератора функций WaveGen осциллографа. На плате имеются четко обозначенные контрольные точки для прощупывания VIN и BPFOUT (выход полосового фильтра) или LPFOUT (выход фильтра низких частот). Кроме того, в комплект входит исчерпывающий учебник и руководство к лабораторным работам, которые могут скачать студенты и преподаватели инженерных специальностей. Учебный комплект DSOXBODE Bode plot совместим со всеми осциллографами InfiniiVision 4000 X-Series, лицензированными с любой опцией программного обеспечения.



Другие ключевые инструменты производительности (продолжение)

Расширенный математический анализ предоставляет множество дополнительных математических функций и входит в стандартную комплектацию серии 4000 X. Кроме того, математические функции можно вложить друг в друга, чтобы получить дополнительные сведения о ваших конструкциях. Можно создать до четырех математических функций, при этом одновременно отображается одна результирующая математическая функция.

Операторы

- Сложение, вычитание, умножение, деление

Преобразования

- Дифференцировать, интегрировать
- БПФ
- $A \times B +$
- Квадрат, квадратный корень
- Абсолютное значение
- Обыкновенный логарифм, натуральный логарифм
- Экспоненциальный, экспоненциальный с основанием 10

Фильтры

- Фильтр низких частот, фильтр высоких частот
- Усредненное значение, сглаживание, огибающая

Визуализации

- Увеличить
- Максимальное удержание, минимальное удержание
- Тенденция измерения
- Диаграмма синхронизации логической шины, диаграмма состояния логической шины

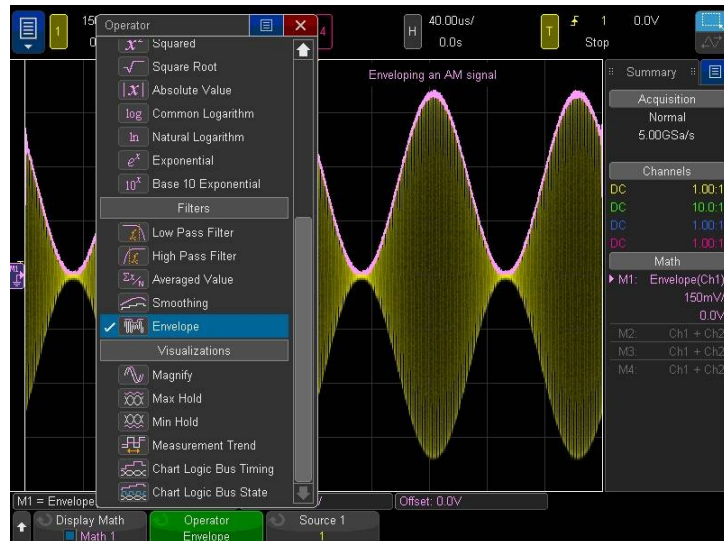


Рисунок 30. В стандартную комплектацию серии 4000 X входит множество расширенных математических функций.

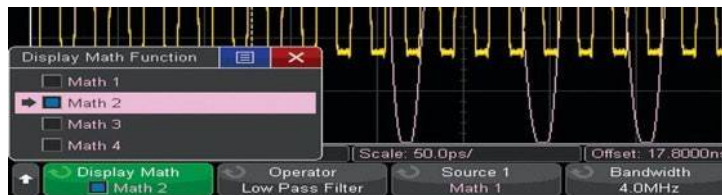


Рисунок 31. Можно создать четыре математические функции и вложить их в одну результирующую математическую функцию.

36 автоматических измерений

Автоматические измерения - важнейший инструмент осциллографа. Для проведения быстрых и эффективных измерений осциллограф серии 4000 X предоставляет 36 мощных автоматических измерений и может отображать до 10 измерений одновременно. Измерения можно регулировать с помощью автовыбора, главного окна, окна масштабирования или курсоров.

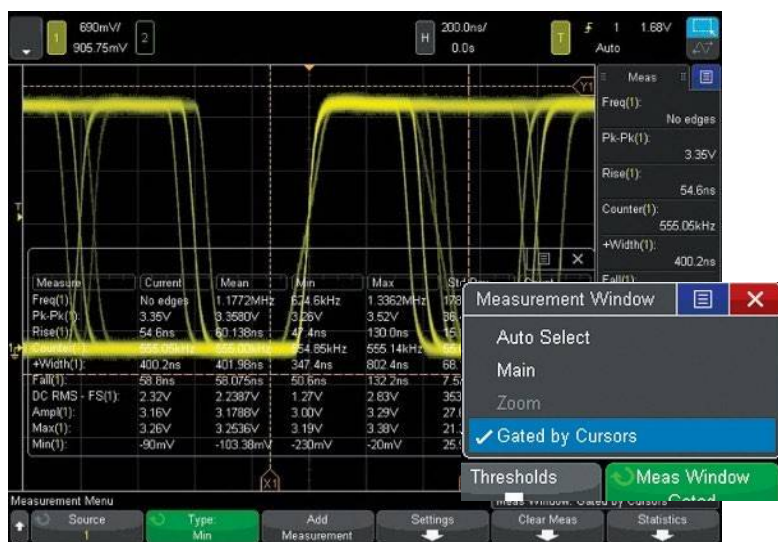


Рисунок 32. Одновременное отображение до 10 автоматических измерений. Измерения можно регулировать курсорами.

Другие ключевые инструменты производительности (продолжение)

Эталонные формы сигналов

Сохраните до четырех осциллограмм в энергонезависимой памяти эталонных осциллограмм. Сравнивайте эталонные осциллограммы с живыми осциллограммами и выполняйте пост-анализ и измерения на сохраненных данных. Вы также можете сохранить осциллограммы на съемном USB-накопителе в формате *.h5 и позже вызвать их обратно в память опорных осциллограмм осциллографа. Сохраняйте и/или передавайте осциллограммы на ПК в виде пар XY-данных в формате значений, разделенных запятыми (*.csv), или сохраняйте растровые изображения и передавайте их на ПК для документирования в различных форматах изображений.

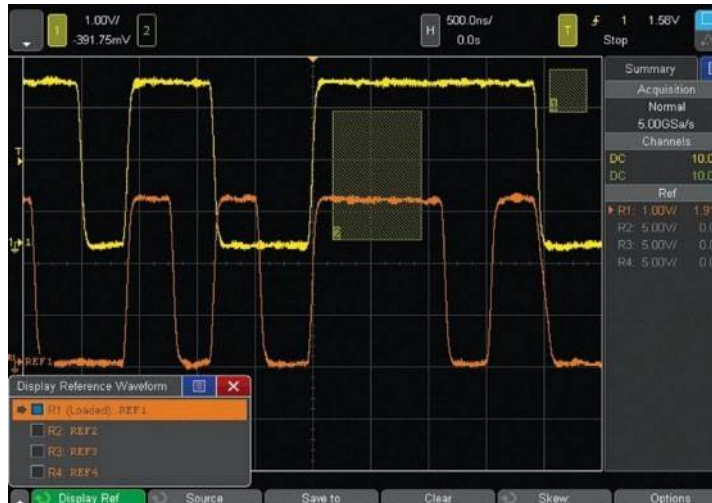


Рисунок 33. Сохранение и вызов до четырех опорных осциллограмм.

Мощные решения и совместимость датчиков

Получите максимальную отдачу от своего оптического прицела 4000 X-Series, используя полное семейство инновационных пробников и аксессуаров Keysight для ваших задач. Приборы серии 4000 X поддерживают до четырех активных пробников одновременно благодаря полноценному интерфейсу AutoProbe.¹

В стандартную комплектацию всех сканеров серии 4000 X входит пассивный пробник с полосой пропускания 700 МГц и входным сопротивлением 10 МΩ на каждый канал, что обеспечивает полосу пропускания системы 700 МГц при использовании совместно с моделями серии 4000 X на частоте 1 ГГц. Также доступны дифференциальный пробник DP0012A и односторонний активный пробник N2795A/96A для измерений с высокой точностью сигнала без высокой цены. Для измерений сверхнизких токов высокочувствительные токовые пробники серии N2820A являются лучшим решением в отрасли. Для измерений шин питания используется пробник шин питания N7020A, обеспечивающий непревзойденную точность измерений.

Самую свежую и полную информацию о зондах и принадлежностях Keysight можно найти на нашем веб-сайте www.keysight.com/find/scope_probes или в листе данных InfiniiVision Probes and Accessories с литературным номером Keysight 5968-8153EN.z

¹. Могут действовать некоторые ограничения. Для получения дополнительной информации обратитесь в компанию Keysight.

Другие ключевые инструменты производительности (продолжение)



Рисунок 34. N7020A Power Rail Probe - это единственный в отрасли пробник, разработанный для решения самых сложных проблем целостности питания.

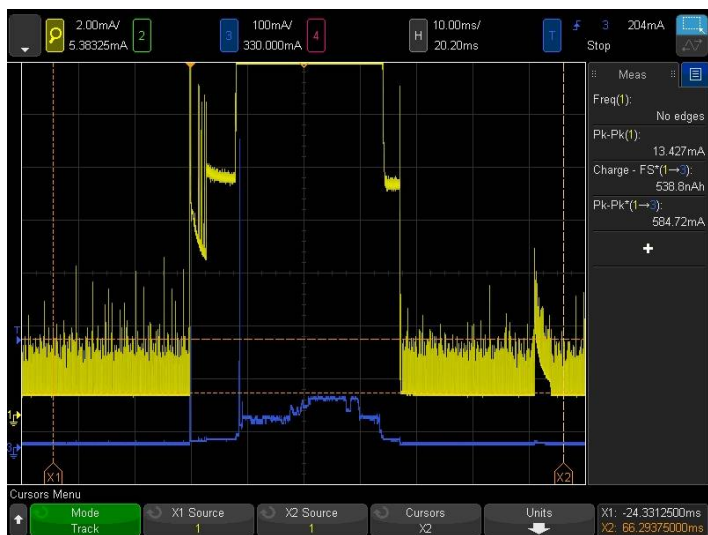


Рисунок 35. Высокочувствительный токовый пробник серии 4000 X и N2820A одновременно измеряют ток > 500 mA и < 1 mA.

Локализованная передняя панель, графический интерфейс и справка

Управляйте осциллографом на наиболее привычном для вас языке. Графический интерфейс пользователя, встроенная справочная система, наклейки на передней панели и руководство пользователя доступны на 11 языках. Во время работы доступ к встроенной справочной системе можно получить, просто нажав и удерживая любую кнопку.

Другие ключевые инструменты производительности (продолжение)

Возможность подключения и совместимость с LXI

Стандартные высокоскоростные порты USB 2.0 (два на передней панели, один на задней) и устройства (один на задней) упрощают подключение к ПК. Управляйте сканером с компьютера и сохраняйте/восстанавливайте сохраненные осциллограммы и файлы настроек через стандартную локальную сеть (расширенная функция LXI IPv6). Подключите проектор или внешний монитор через выход VGA, стандартный для серии 4000 X, для обмена и представления информации на экране. Внешний интерфейс GPIB-to-LAN можно приобрести в [компании ICS](#).

Программное обеспечение BV0004B для управления и автоматизации осциллографа на базе ПК (входит в стандартную комплектацию Рис. 36. BV0004B BenchVue при покупке каждого осциллографа InfiniiVision серии X) позволяет контролировать и визуализировать осциллограф серии **4000A X** и проводить несколько измерений одновременно. С его помощью можно создавать автоматизированные тестовые последовательности так же легко, как и с помощью передней панели. Сэкономьте время благодаря возможности экспертной обработки данных измерений в Excel, Word и MATLAB в три щелчка мыши. Контролируйте и управляйте прибором серии 4000A X- с помощью мобильного устройства из любого места. Упростите тестирование с помощью программного обеспечения BenchVue.

Примечание BenchVue не будет поддерживать модели **4000G X-Series** до весны 2024 года.

Подробнее на сайте www.keysight.com/find/BenchVue



Рисунок 36. BV0004B BenchVue

Другие ключевые инструменты производительности (продолжение)

Виртуальная передняя панель

Инновационный емкостной сенсорный экран серии 4000 X идеально сочетается с новейшими планшетными технологиями. Помимо традиционного удаленного управления с виртуальной передней панели через веб-браузер вашего любимого ПК, осциллографы серии 4000 X поддерживают удаленное управление осциллографом с планшетных устройств (и смартфонов с достаточным разрешением). Виртуальная передняя панель планшета идентична сенсорному графическому интерфейсу серии 4000 X, поэтому вы можете касаться иконок, рисовать зоны срабатывания и перетаскивать слайд-панели, как будто вы сидите перед настоящим осциллографом.



Рисунок 37. Управление виртуальной передней панелью планшета.

Документация и электронная почта

Аннотирование становится простой задачей. Вызовите меню аннотации и начните редактировать ее с помощью клавиатуры, а затем перетащите ее в нужное место.



Рисунок 38 (а). Аннотация и клавиатура.

Другие ключевые инструменты производительности (продолжение)

Быстрая электронная почта позволяет мгновенно отправлять нужные данные на почтовый ящик. Отправьте снимок экрана, данные осциллограммы или даже текстовый отчет о качестве сигнала USB. Это избавляет от необходимости подключать ПК к осциллографу.

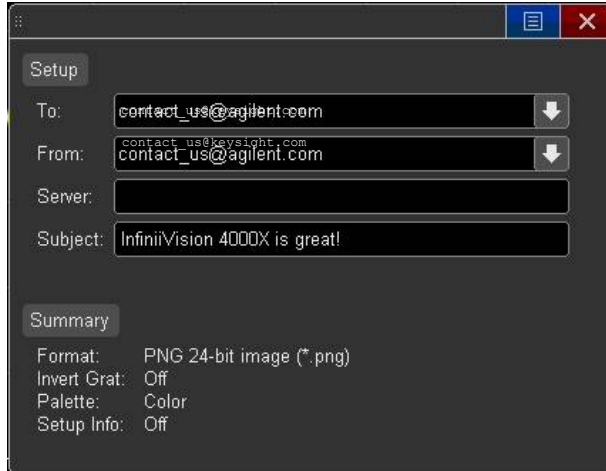


Рисунок 38 (b). Экран настройки электронной почты.

Программное обеспечение для автономного анализа осциллограмм Infiniium

Программное обеспечение для анализа осциллограмм Infiniium Offline от Keysight на базе ПК (D9010BSEO) позволяет выполнять дополнительные задачи по анализу и документированию сигналов вдали от осциллографа.

Захват осциллограмм, сохранение в файл и вызов осциллограмм в Infiniium Offline. Приложение поддерживает множество популярных форматов осциллограмм от различных производителей осциллографов и включает следующие функции: навигация, просмотр, измерения, анализ, окна просмотра, документация и дополнительные обновления анализа.

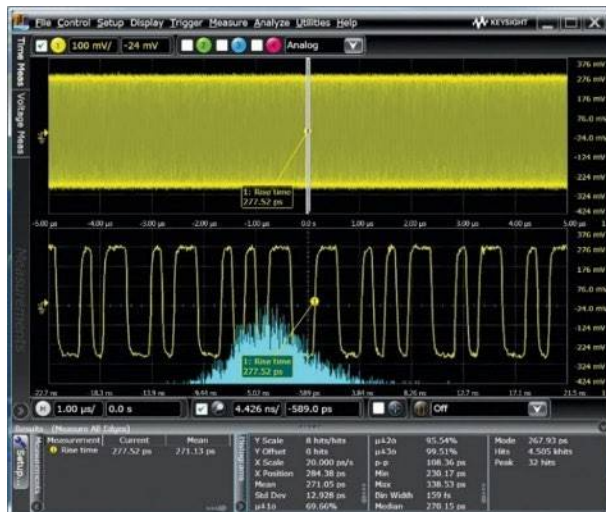


Рисунок 39. Infiniium Offline позволяет выполнять различные виды расширенного анализа сигналов, обеспечивая при этом обширное, но интуитивно понятное документирование осциллограмм.

Другие ключевые инструменты производительности (продолжение)

Безопасное стирание

Функция безопасного стирания входит в стандартную комплектацию всех моделей серии 4000 X. Одним нажатием кнопки внутренняя энергонезависимая память очищается от всех настроек, эталонных осциллограмм и предпочтений пользователя, обеспечивая высочайший уровень безопасности в соответствии с требованиями главы 8 Национального руководства по эксплуатации программы промышленной безопасности (NISPOМ).

Режим высокого разрешения для просмотра деталей сигнала

Чтобы повысить уверенность в своих разработках, иногда требуется рассмотреть больше деталей сигнала, чем можно увидеть со стандартным 8-битным вертикальным разрешением серии 4000 X.

Режим высокого разрешения обеспечивает дополнительное разрешение и понимание сигнала, не требуя повторения сигнала. Используя усреднение в реальном времени, режим высокого разрешения уменьшает случайный шум и эффективно увеличивает вертикальное разрешение до 12 бит. Например, в этом режиме достигается шумовой фон 113 мкВ_{рмс} при 1 мВ/дел при настройке 100 мкс/дел.

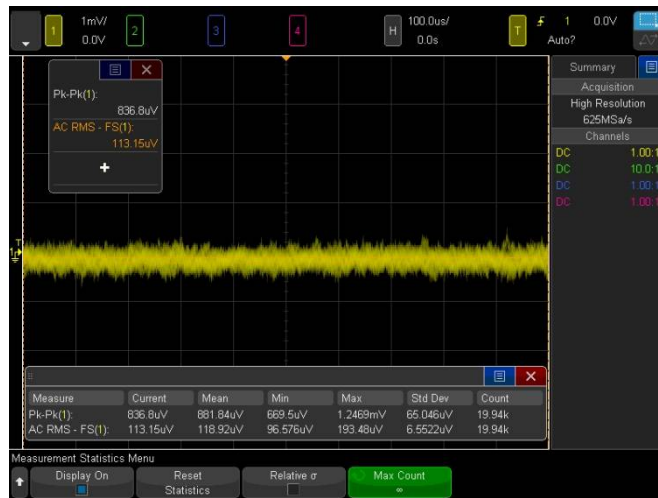


Рисунок 40. Получение шумового пола 113 мкВ/мс при 1 мВ/дел в режиме высокого разрешения.

Другие ключевые инструменты производительности (продолжение)



Рисунок 41. Широкий набор расширенных режимов параметрического триггера.

Замораживание дисплея

Возможно, вам нужно поделиться с другими найденным редким событием. С помощью функции "стоп-кадр" вы можете сохранить информацию об интенсивности на экране, пока осциллограф остановлен или перед сохранением снимка экрана.



Рисунок 42. Функция "замораживания экрана" сохраняет информацию о градации интенсивности, останавливая получение осциллограмм.

Испытайте серию 4000G X

"Создан для прикосновений". Емкостной сенсорный экран с диагональю 12,1 дюйма переосмыслит ваши ощущения от работы с осциллографом. Осциллографом нужно управлять так, как это было задумано, с помощью интерфейса, разработанного для сенсорного управления.

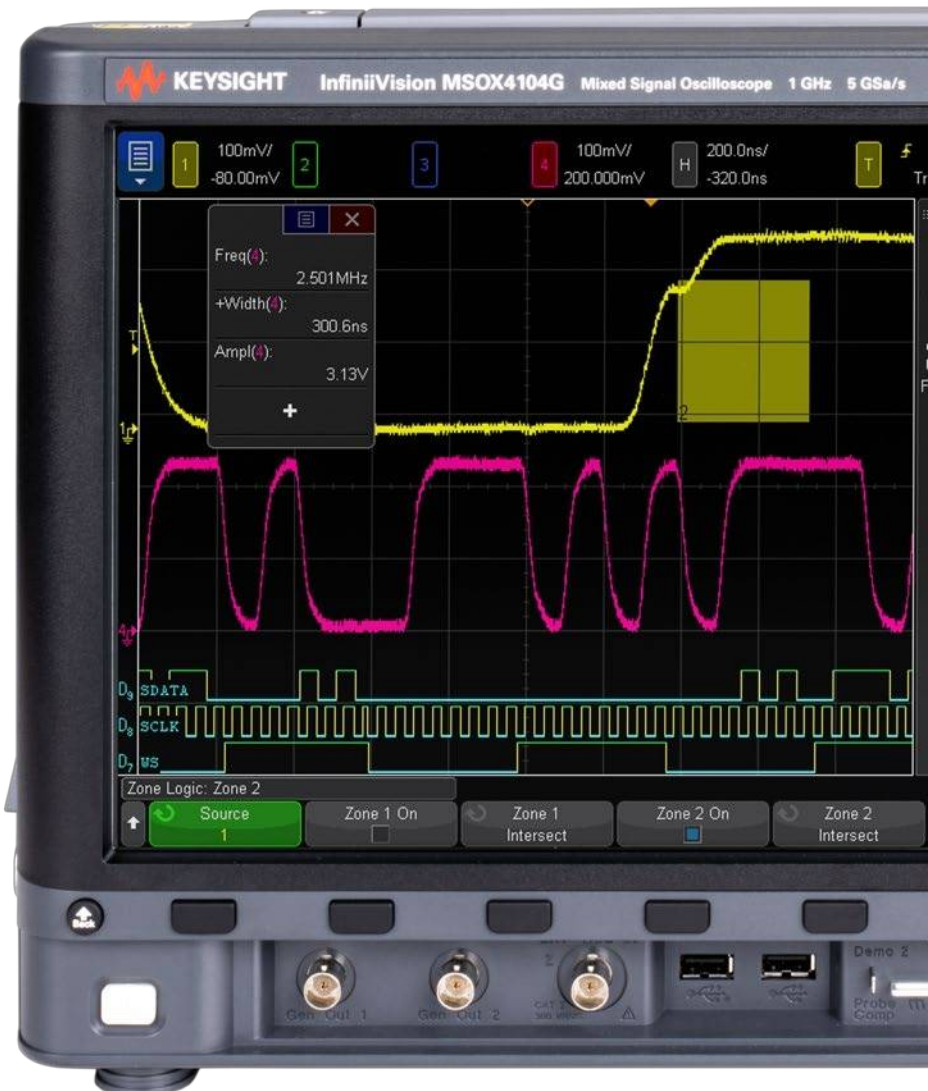
Зона сенсорного срабатывания. Если вы видите, вы можете сработать на нем, просто нарисовав коробку.

Приборы "7 в 1" позволяют по-новому оценить возможности интеграции: каналы осциллографа, цифровые каналы, анализ последовательных протоколов, двухканальный WaveGen, FRA, счетчик и DVM. Все функции полностью обновляются, включая полосу пропускания.

Лучшее в отрасли покрытие последовательного протокола, включая триггер и декодирование USB 2.0.

Двухканальный функциональный/арбитражный генератор WaveGen позволяет генерировать дифференциальные, тактовые и информационные, двухканальные модулирующие и IQ-сигналы. Также предусмотрена модуляция любого сигнала.

Обновляемая полоса пропускания 1,5 ГГц расширяет сферу применения, включая высокоскоростное тестирование целостности сигнала USB 2.0.



Для большего удобства использования поддерживаются клавиатура и мышь USB.

Лучшая в отрасли бескомпромиссная частота обновления 1 миллион осциллограмм в секунду сводит к минимуму время простоя для максимальной вероятности фиксации нечастых событий и аномалий.



Встроенный DVM. Асинхронный из 4 аналоговых триггерных осциллограмм.

Стыковочные панели с емкостным сенсорным экраном добавляют новое измерение удобства использования. Сводка настроек, автоматические измерения, информация о курсоре, DVM и панель навигации в любой комбинации в любом месте экрана.

Стандартная расширенная математика и четыре каскадируемые математические функции позволяют выполнять даже самый сложный анализ сигналов.

Одновременное отображение до 10 измерений без ущерба для другой ключевой информации. 35 автоматических измерений могут быть отмечены курсорами.

Не любите сенсорные экраны? При желании можно отключить сенсорный экран с помощью кнопки на передней панели.

Независимые ручки на каждый канал для быстрого управления. Все ручки на передней панели нажимаются для доступа к общим элементам управления.

Стандартная сегментированная память на основе технологии интеллектуальной памяти MegaZoom IV обеспечивает интеллектуальный захват только интересующего сигнала.

Одновременно поддерживаются четыре AutoProbe (активные или токовые датчики) для сложных приложений.

Настройка осциллографа InfiniiVision 4000 серии X

Шаг 1. Выберите пропускную способность и количество каналов

Осциллографы InfiniiVision 4000 серии X									
		4022A/G	4024A/G	4032A/G	4034A/G	4052A/G	4054A/G	4104A/G	4154A/G
Полоса пропускания ¹ (-3 дБ)		200 МГц		350 МГц		500 МГц		1 ГГц	1,5 ГГц
Расчетное время нарастания (от 10 до 90%)		≤ 1,75 нс		≤ 1 нс		≤ 700 пс		≤ 450 пс	≤ 300 пс
Входные каналы	DSOX	2	4	2	4	2	4	4	4
	MSOX	2+ 16	4+ 16	2+ 16	4+ 16	2+ 16	4+ 16	4+ 16	4+ 16

Шаг 2. Выберите обновления оборудования

Обновление оборудования	Описание	Номер модели для заказа
WaveGen	Встроенный двухканальный генератор сигналов 20 МГц - входит в стандартную комплектацию моделей 4000G серии X	DSOX4WAVEGEN2
Опция повышенной безопасности	Отключите энергонезависимую память, USB, LAN и/или обновление прошивки	DSOX4SECA
GPIO-to-LAN	Внешний интерфейс GPIO-to-LAN доступен от ICS	

Шаг 3. Выберите лицензионное программное обеспечение

Лицензионное программное обеспечение	Описание	Номер модели для заказа
Пакет встроенного программного обеспечения (Стандартно для моделей G, опция для моделей A)	^{12C} , SPI, UART (RS232/422/485), ^{12S} и последовательный триггер и декодирование USB PD, а также тестирование пределов измерений, тестирование пределов масок, анализ частотных характеристик (графики Боде) и расширенный видеоанализ.	D4000GENB
Пакет программного обеспечения для автомобильной промышленности	CAN (символьный с файлом .dbc), CAN FD (символьный с файлом .dbc), LIN (символьный с файлом .ldf), FlexRay, SENT, CXPI, PSIF (определяемый пользователем Манчестер) и определяемый пользователем NRZ последовательный триггер и декодирование, плюс тестирование пределов измерений, тестирование пределов масок (CAN/CAN). Файлы масок FD доступны для скачивания) и анализ частотных характеристик (графики Боде).	D4000AUTB
Пакет программного обеспечения Aero	Последовательный триггер и декодирование MIL-STD 1553 и ARINC 429, а также тестирование пределов измерений, тестирование пределов масок (стандартные файлы масок доступны для загрузки), анализ частотных характеристик (графики Боде) и расширенный видеоанализ.	D4000AERB
Пакет программного обеспечения USB ¹²	Низко-, полно- и высокоскоростной USB 2.0, триггер и декодирование USB PD, а также тестирование качества сигнала USB 2.0, анализ джиттера и "глазков" в реальном времени, тестирование пределов измерений, тестирование пределов масок и анализ частотных характеристик (графики Боде).	D4000USBB
Пакет программного обеспечения Power	Качество электроэнергии, гармоники тока, потери при переключении, переходные характеристики, время включения/выключения, пульсации на выходе, КПД, петлевая характеристика, PSRR и т.д., а также тестирование пределов измерения, тестирование пределов маски и анализ частотных характеристик (графики Боде), последовательный порт USB PD. запуск и декодирование	D4000PWRB

1. Например, если вы выбрали 1 ГГц 4+16 каналов, номер модели будет MSOX4104A.

2. Триггер и декодирование высокоскоростного сигнала USB 2.0 только в моделях ≥ 1,0 ГГц.

Пакет программного обеспечения Ultimate Bundle	I ² C, SPI, UART, I ² S, CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, CXPI, PSI5 (определяемый пользователем Манчестер), определяемый пользователем NRZ, USB 2.0 с низкой, полной и высокой скоростью ¹ , USB PD, MIL-STD 1553 и ARINC 429 последовательный триггер и декодирование, плюс USB 2.0 тест качества сигнала ² , анализ мощности, тестирование пределов измерений, тестирование пределов масок, анализ частотной характеристики (графики Бode), расширенный анализ видео.	D4000BDLB
--	--	-----------

Шаг 4. Выберите зонды - Полный список совместимых зондов можно найти на сайте www.keysight.com/find/scope_probes

Зонды	4000 X-серия
N2894A пассивный зонд 700 МГц, 10:1, 10 МΩ	Входит в стандартный комплект. 1 на канал
N2756A 16 цифровых каналов MSO кабель	Входит в комплект моделей MSOX и DSOXPERFMSO
10076B высоковольтный пассивный зонд 250 МГц 4 кВ	Дополнительно
N2795A активный односторонний зонд 1-ГГц 1-pF 1-MΩ с AutoProbe	Дополнительно
N2796A активный односторонний зонд 2 ГГц 1-pF 1-MΩ с AutoProbe	Дополнительно
N2750A Дифференциальный пробник InfiniiMode 1,5 ГГц 700-фФ 200-кΩ с AutoProbe	Дополнительно
N2797A активный зонд для экстремальных температур 1,5 ГГц 1-pF 1-MΩ с AutoProbe	Дополнительно
N2790A дифференциальный активный зонд 100 МГц, ± 1,4 кВ с AutoProbe	Дополнительно
N2791A дифференциальный активный пробник 25 МГц, ± 700 В	Дополнительно
N2818A дифференциальный активный пробник 200 МГц, ± 20 В	Дополнительно
N2819A дифференциальный активный пробник 800 МГц, ± 15 В	Дополнительно
1147B Токовый пробник переменного/постоянного тока 50 МГц 15 А с AutoProbe	Дополнительно
N2893A Токовый пробник переменного/постоянного тока 100 МГц 15 А с AutoProbe	Дополнительно
N2820A 2-канальный высокочувствительный токовый пробник от 50 мкА до 5 А	Дополнительно
N7020A пробник шины питания 2 ГГц, 1:1, 50 кОм, диапазон смещения ± 2 В	Дополнительно
N2805A высоковольтный дифференциальный пробник, 200 МГц, ± 100 В (DC+ пик AC), 50:1, 4-МΩ пФ	Дополнительно
N2804A высоковольтный дифференциальный пробник, 300 МГц, ± 300 В (DC+ пик AC), 100:1, 4-МΩ пФ	Дополнительно
N7040A 23 МГц, 3 кА, датчик переменного тока	Дополнительно
N7041A 30 МГц, 600 А, датчик переменного тока	Дополнительно
N7042A 30 МГц, 300 А, датчик переменного тока	Дополнительно
N7026A Высокочувствительный токовый пробник 150 МГц, 40 апк, AC/DC с функцией AutoProbe	Дополнительно

1. Триггер и декодирование высокоскоростного сигнала USB 2.0 только в моделях ≥ 1,0 ГГц.
2. Высокоскоростные тесты качества сигнала USB 2.0 поддерживаются только в моделях с частотой 1,5 ГГц.

Шаг 5. Выберите аксессуары

Рекомендуемые аксессуары и программное обеспечение для ПК	4000 X-серия
Учебный комплект для построения диаграммы Боде	DSOXBODE
Комплект для крепления в стойку (для моделей 4000A серии X)	N2763A
Комплект для крепления в стойку (для моделей 4000G серии X)	N2763B
Мягкий футляр для переноски	N2733B
Печатная версия руководства	N6455A

Шаг 6. Планы калибровки и дополнительное программное обеспечение для повышения производительности

Калибровка		
D/MSOX4000-A6J	Калибровка ANSI Z540-1-1994 - Модели серии 4000A X	Дополнительно
D/MSOX4000-AMG	Калибровка + погрешности + защитный бандаж (аккредитованный) модели 4000A серии X	Дополнительно
D/MSOX4000G-1A7	Калибровка + погрешности + защитный бандаж (не аккредитован) модели серии 4000G X-	Дополнительно
D/MSOX4000-AMG	Калибровка + погрешности + защитный бандаж (аккредитованный) модели 4000G серии X	Дополнительно
BV0004B1	Прикладное программное обеспечение для осциллографа ¹ BenchVue1	Стандарт1
33503A	Программное обеспечение BenchLink Waveform Builder Pro и Basic для ПК	Дополнительно
D9010BSEO	Программное обеспечение для автономного анализа осциллограмм Infiniium	Дополнительно
D9010UDAA	Программное обеспечение для приложений, определяемых пользователем (UDA)	Дополнительно
89601B (версия 20.20 и выше)	Программное обеспечение для векторного анализатора сигналов (VSA)	Дополнительно

1. BenchVue в настоящее время не поддерживается на моделях **4000G**

Характеристики производительности InfiniiVision 4000 X-серии

Осциллографы DSO и MSO 4000A/G серии X

Обзор технических характеристик серии 4000 X									
		4022A/G	4024A/G	4032A/G	4034A/G	4052A/G	4054A/G	4104A/G	4154A/G
Полоса пропускания ¹ (-3 дБ)		200 МГц		350 МГц		500 МГц		1 ГГц	
Всекаанальная пропускная способность в режиме реального времени		200 МГц		350 МГц		500 МГц		1 ГГц	
Расчетное время нарастания (от 10 до 90%)		≤ 1,75 нс		≤ 1 нс		≤ 700 пс		≤ 450 пс	
Входные каналы	DSOX	2	4	2	4	2	4	4	4
	MSOX	2+ 16	4+ 16	2+ 16	4+ 16	2+ 16	4+ 16	4+ 16	4+ 16
Максимальная частота дискретизации	5 ГСa/c полуканал, 2,5 ГСa/c весь канал								
Максимальная глубина памяти	4 Mpts половинные каналы, 2 Mpts все каналы								
Размер и тип дисплея	12,1-дюймовый емкостный сенсорный дисплей высокой четкости								
Частота обновления формы волны	> 1 миллион волновых форм в секунду								
Полоса пропускания системы со стандартным пассивным датчиком N2894A		200 МГц	200 МГц	350 МГц	350 МГц	500 МГц	500 МГц	700 МГц	700 МГц
Аналоговые каналы системы									
Ограничения пропускной способности оборудования		Приблизительно 20 МГц (выбирается)							
Входная муфта		ПЕРЕМЕННЫЙ, ПОСТОЯННЫЙ ТОК							
Входной импеданс		Выбираемые: 1 МΩ ± 1% (16 pF), 50 Ω ± 1,5%.							
Диапазон входной чувствительности		200 МГц ~ Модели 500 МГц: От 1 мВ/дел до 5 ^{В/дел3} (1 МΩ и 50 Ω) Модели 1 и 1,5 ГГц: 1 мВ/дел - 5 ^{В/дел3} (1 МΩ), 1 мВ/дел - 1 В/дел (50 Ω)							
Вертикальное разрешение		8 бит (разрешение измерения составляет 12 бит с усреднением)							
Максимальное входное напряжение	1 МΩ	135 В _{рмз} Технология пробников позволяет тестировать более высокие напряжения. Например, входящий в комплект поставки пробник N2894A 10:1 поддерживает тестирование при напряжении до 300 В _{рмс} . Используйте этот прибор только для измерений в рамках указанной категории измерений (не рассчитана CAT II, III, IV). Не допускается переходное перенапряжение							
	50 Ω	50 Ω: ≤ 5 V _{rms} max							
	Триггерный вход	300 В _{рмс} , только изолированные от сети напряжения (Категория измерений не допускается)							
Точность вертикального усиления по постоянному току ¹		± 2,0% полной шкалы ²							
Точность вертикального смещения по постоянному току		± 0,1 div ± 2 мВ ± 1% от настройки смещения							
Межкаанальная изоляция	200 МГц ~ 1 ГГц	≥ 40 дБ от постоянного тока до максимальной заданной полосы пропускания каждого режима							
	1,5 ГГц	≥ 40 дБ от постоянного тока до 1 ГГц, ≥ 35 дБ от 1 до 1,5 ГГц.							
Диапазон смещения		± 5 В (< 10 мВ/дел), ± 20 В (от 10 до 200 мВ/дел), ± 75 В (> 200 мВ/дел)							

1. Обозначает гарантированные характеристики, все остальные - типовые. Технические характеристики действительны после 30-минутного прогрева и ± 10 °C после калибровки встроенного ПО.
2. Полоса пропускания в реальном времени 1,5 ГГц в полуканальном режиме или в полноканальном режиме эквивалентного времени.
3. 1 мВ/дел и 2 мВ/дел - это увеличение настройки 4 мВ/дел. Для расчетов вертикальной точности используйте полную шкалу 32 мВ для настройки чувствительности 1 мВ/дел и 2 мВ/дел.

Цифровые каналы вертикальной системы									
Цифровые входные каналы		16 цифровых (от D0 до D15. Pod 1: D7~ D0, Pod 2: D15~ D8)							
Пороги		Порог на стручок							
Выбор порога		TTL (+1,4 В), 5 В CMOS (+2,5 В), ECL (-1,3 В), определяемые пользователем (выбираются с помощью подкачки)							
Определяемый пользователем пороговый диапазон		± 8,0 В с шагом 10 мВ							
Максимальное входное напряжение		± 40 В пик							
Точность порога ¹		± (100 мВ+ 3% от порогового значения)							
Максимальный входной динамический диапазон		± 10 В около порога							
Минимальный размах напряжения		500 мВпп							
Входной импеданс		100 кΩ± 2% на кончике зонда							
Входная емкость		~8 пФ							
Вертикальное разрешение		1 бит							
Аналоговые каналы горизонтальной системы		4022A/G	4024A/G	4032A/G	4034A/G	4052A/G	4054A/G	4104A/G	4154A/G
Диапазон временной базы		От 2 нс/дел до 50 с/дел				От 1 нс/дел до 50 с/дел		От 500 пс/дел до 50 с/дел	
Точность временной ^{базы1}		± 10 стр.							
Диапазон времени задержки базового времени	Предварительный триггер	Большее из 1 ширины экрана или 200 мкс (400 мкс в режиме чередования)							
	Посттриггер	1 - 500 с							
Диапазон выравнивания между каналами		± 100 нс							
Δ Точность времени (при использовании курсоров)		± 0,001% чтения± 0,16% ширины экрана± 30pS							
Режимы		Главный, масштаб, поворот, XY							
XY		Только для каналов 1 и 2. Z Бланкирование по входу Ext Trigger, порог 1,4 В							
		Полоса пропускания: Максимальная полоса пропускания. Фазовая ошибка на частоте 1 МГц: < 0,5 градуса Временная база: от 200 нс/дел до50 мс/дел							
Цифровые каналы горизонтальной системы									
Минимальная обнаруживаемая ширина импульса		2 нс							
Переком между каналами		2 нс (обычно); 3 нс (максимально)							
Система приобретения		4022A/G	4024A/G	4032A/G	4034A/G	4052A/G	4054A/G	4104A/G	4154A/G
Максимальная частота дискретизации аналоговых каналов		Чередование 5 ГГц/с по половине канала, 2,5 ГГц/с по всем каналам							
Эквивалентная частота дискретизации аналоговых каналов		Н/Д						128 ГГц/с	
Максимальная длина записи аналоговых каналов		4 Мпт в половину канала с чередованием, 2 Мпт во все каналы							
Максимальная частота дискретизации цифровых каналов		1,25 ГГц/с							

1. Обозначает гарантированные характеристики, все остальные - типовые. Характеристики действительны после 30-минутного прогрева из 10 °С от калибровки встроенного ПО.

Система приобретения		4022A/G	4024A/G	4032A/G	4034A/G	4052A/G	4054A/G	4104A/G	4154A/G
Режимы	Нормальный	Режим по умолчанию							
	Обнаружение пика	Захват глюков шириной до 200 пс при любых настройках временной базы							
	Усреднение	Возможность выбора из 2, 4, 8, 16, 64, ... до 65 536							
	Высокое разрешение	Усреднение в реальном времени по коробкам уменьшает случайные шумы и эффективно увеличивает вертикальное разрешение • 12 бит: ≥ 50 мкс/дел • 11 бит: ≥ 20 мкс/дел. • 10 бит: ≥ 10 мкс/дел • 9 бит: ≥ 5 мкс/дел							
	Сегментированный	Сегментированная память оптимизирует доступную память для потоков данных, которые имеют длительное время ожидания между действиями. Максимальное количество сегментов = 1000. Время повторного включения = 1 мкс (минимальное время междусобытиями триггера). Время повторного включения при использовании триггера касания зоны = 65 мкс или быстрее (обычно).							
	Рулон	Отображает форму волны, перемещающуюся по экрану справа налево. Доступно при временной баз60 мс/дел или медленнее							
	Дигитайзер	Позволяет независимо выбирать частоту дискретизации и глубину памяти							
	Эквивалентное время	Только модели с частотой 1 ГГц и 1,5 ГГц. Тонкое разрешение интерполятора 7,8 пс обеспечивает максимальную эффективную частоту дискретизации 128 Гса/с							
Триггерная система									
Источники триггера		Аналоговый канал (1 ~ 4), цифровой канал (D0 ~ D15), линия, внешний канал, WaveGen (1, 2 или ModFM/FSK)							
Режимы триггера	Нормальный	Для срабатывания осциллографа требуется событие запуска							
	Авто	Срабатывает автоматически при отсутствии события срабатывания							
	Одиночка	Кнопка на передней панели, которая срабатывает только один раз по событию триггера. Нажмите кнопку [Single] еще раз, чтобы осциллограф нашел другое событие срабатывания, или нажмите кнопку [Run] на передней панели для непрерывного срабатывания в автоматическом или обычном режиме.							
	Force	Кнопка на передней панели, вызывающая срабатывание							
Триггерная муфта	DC	Триггер, соединенный с постоянным током							
	AC	Триггер с подключением к сети переменного тока, частота среза: < 10 Гц (внутренний); < 50 Гц (внешний)							
	ВЧ-отказ	Отказ от высоких частот, частота среза ~ 50 кГц.							
	Отказ от LF	Отказ от низкочастотного диапазона, частота среза ~ 50 кГц							
	Отказ от шума	Добавляет гистерезис в схему триггера. Выбирается OFF или ON, уменьшает чувствительность в 2 раза							
Диапазон удержания спускового крючка		От 40 нс до 10,00 с							
Чувствительность триггера (внутренняя)	200 МГц ~ 1 ГГц	< 10 мВ/дел: большее из 1 div или 5 мВ; ≥ 10 мВ/дел: 0,6 di							
	1,5 ГГц	От постоянного тока до 1 ГГц: < 10 мВ/дел: Большее из 1 div или 5 мВ; ≥ 10 мВ/div: 0.6 div							
		От 1 до 1,5 ГГц: < 10 мВ/дел: Большее из 1,5 div или 5 мВ; ≥ 10 мВ/div: 1,0 div							
Чувствительность триггера (внешний)	± 1.6 V	40 мВп от постоянного тока до 100 МГц, 70 мВп от 100 до 200 МГц							
	± 8 V	200 мВп от постоянного тока до 100 МГц, 350 мВп от 100 до 200 МГц							
Диапазон уровней срабатывания	Любой канал	± 6 div от центрального экрана							
	Внешний	Диапазон 8 В =± Диапазон 8 В, 1,6 В =± 1,6 В							

1. Обозначает гарантированные характеристики, все остальные - типовые. Характеристики действительны после 30-минутного прогрева из ± 10 °C от калибровки встроенного ПО.

Выбор типа триггера	
Зона (классификатор зоны HW)	Срабатывание по заданным пользователем зонам, нарисованным на дисплее. Применяется к одному аналоговому каналу за раз. Укажите зоны как "должны пересекаться" или "не должны пересекаться". До двух зон. Скорость обновления > 200 000 вфм/с. Поддерживаемые режимы: нормальный, обнаружение пика, высокое разрешение. Также работает одновременно с последовательным декодированием и тестом предельной маски.
Край	Срабатывание по нарастающему, спадающему, чередующемуся или любому из фронтов аналоговых каналов, цифровых каналов или внешнего сигнала. Срабатывание по нарастанию или спаду линейного сигнала.
Край за краем (триггер В)	Срабатывание по выбранному фронту, ожидание в течение заданного времени, затем срабатывание по заданному отсчету другого выбранного фронта. Минимум 4 нс
Ширина импульса	Срабатывание по импульсу на выбранном канале, длительность которого меньше значения, больше значения или находится внутри временного диапазона - Установка минимальной длительности: 2 нс (500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц), 4 нс (350 МГц), 6 нс (200 МГц) - Установка максимальной продолжительности: 10 с - Минимальный диапазон: 10 нс
Узор	Срабатывает, когда заданная схема высоких, низких и безразличных уровней на любой комбинации аналоговых, цифровых или триггерных каналов [введена выведена]. Паттерн должен стабилизироваться в течение минимум 2 нс, чтобы считаться действительным условием срабатывания. - Установка минимальной длительности: 2 нс (500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц), 4 нс (350 МГц), 6 нс (200 МГц) - Установка максимальной продолжительности: 10 с
Или	Срабатывание по любому выбранному фронту сигнала от доступных источников (только аналоговые и цифровые каналы до 500 МГц)
Время нарастания/спада	Срабатывание при нарушении скорости нарастания или спада фронта импульса (< или >) на основе выбираемого пользователем порога. Выберите из (<или >), а настройки времени находятся в диапазоне от - Минимум: 1 нс (модели 500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц), 2 нс (модель 350 МГц), 3 нс (модель 200 МГц) - Максимум: 10 с
N-й фронт импульса	Срабатывание по N-му (от 1 до 65535) фронту импульсного всплеска. Укажите время простоя (от 10 нс до 10 с) для формирования кадра
Runt	Срабатывание при положительном импульсе, не превышающем порог высокого уровня. Срабатывание по отрицательному рунтовому импульсу, который не превышает порог низкого уровня. Срабатывание по рунтовому импульсу любой полярности на основе двух пороговых настроек. Срабатывание по бегущему импульсу также может быть определено по времени (< или >) с минимальным значением времени 2 ~ 6 нс и максимальным значением времени 0 с. Минимальная установка времени: 2 нс (500 МГц, 1 ГГц, 1,5 ГГц), 4 нс (350 МГц), 6 нс (200 МГц)
Установка и удержание	Срабатывание по нарушениям установки/удержания. Время установки может быть установлено в диапазоне от -7 до 10 с. Время удержания может быть установлено в диапазоне от 0 с до 0 нс. Минимальное окно (время установки+ время удержания) должно быть 3 нс или больше.
Видео	Срабатывание по всем линиям или отдельным линиям, четным/нечетным или всем полям композитного видеосигнала, а также по стандартам вещания (NTSC, PAL, SECAM, PAM-M)
Улучшенное видео (HDTV) (опция)	Триггер на линиях и полях расширенного и HDTV стандартов (480p/60, 567p/50, 720p/60, 720p/50, 1080p/24, 1080p/25, 1080p/30, 1080p/50, 1080p/60, 1080i/50, 1080i/60)
ARINC429 (опция)	Триггер и декодирование данных ARINC429. Срабатывание при старте/стопе слова, метке, метке + биты, диапазоне метеоусловиях ошибки (четность, слово, пробел, слово или пробел, все), всех битах (глаз), всех 0 битах, всех 1 битах
CAN (опция)	Срабатывание по сигналам CAN (сеть контроллеров) версии 2.0A, 2.0B и CAN-FD (гибкая скорость передачи данных). Срабатывание по началу кадра (SOF), концу кадра (EOF), ID кадра данных, ID кадра данных и данных (не-FD), ID кадра данных и данных (FD), ID удаленного кадра, ID удаленного кадра или кадра данных, кадр ошибки, ошибка подтверждения, ошибка от, ошибка stuff, ошибка CRC, ошибка спецификации (ask или form или stuff или CRC), все ошибки, бит BRS (FD), бит разделителя CRC (FD), бит ESI активный (FD), бит ESI пассивный (FD), кадр перегрузки..., сообщение, сообщение и сигнал (не FD), сообщение и сигнал (FD) только первые 8 байт
FlexRay (опция)	Срабатывание по идентификатору кадра или определенному состоянию ошибки, а также фильтрация по базе цикла и циклу повторения. Также может срабатывать по определенным событиям, таким как BSS, TSS, FES и пробуждение.
I ² C (опция)	Срабатывание по условию старта/стопа или по заданному пользователем кадру со значениями адреса и/или данных. Также срабатывает при пропуске подтверждения, адресе без подтверждения, перезапуске, чтении EEPROM и 10-битной записи.
I ² S (опция)	Триггер на 2's complement данных аудио левого или правого канала (≠, <, >, > <, < >, возрастающее значение или уменьшающееся значение)

Выбор типа триггера		
LIN (опция)	Срабатывание при разрыве синхронизации LIN (локальной сети), синхронизации кадра ID, кадра ID и данных, ошибке четности или ошибке контрольной суммы	
CXPI (опция)	Срабатывание при начале кадра (SOF), конце кадра (EOF), PTYPE, ID кадра, ID кадра данных и информации, ID кадра данных и информации (длинный кадр), ошибка поля CRC, ошибка четности, ошибка межбайтового пространства, ошибка межкадрового пространства, ошибка кадрирования, ошибка длины данных, ошибка выборки, все ошибки, кадр сна, импульс пробуждения.	
MIL-STD1553 (опция)	Срабатывание по сигналам MIL-STD 1553 на запуск/остановку слова данных, запуск/остановку команды/статуса, RTA, RTA + 11 бит и условия ошибок (четность, синхронизация, Манчестер).	
SPI (опция)	Срабатывание по шаблону данных SPI (последовательного периферийного интерфейса) в течение определенного периода кадрирования. Поддерживает кадрирование с положительным и отрицательным выбором микросхемы, а также кадрирование в режиме тактового генератора и заданное пользователем количество битов в кадре. Поддерживаемых MOSI и MISO	
UART/RS232/422/485(опция)	Срабатывание по стартовому биту Rx или Tx, стоповому биту, содержимому данных или ошибке четности	
USB (опция)	Срабатывание на начало пакета (SOP), конец пакета (EOP), пакеты (маркер, данные, квитирование или специальные) и ошибки (PID, CRC5, CRC16, глюк, $\text{bit}^{\text{stuff}}$, SE1 ¹). Поддержка низкоскоростного, полноскоростного и высокоскоростного интерфейсов USB 2.0 (высокоскоростной поддерживается только в моделях с частотой 1 ГГц и 1,5 ГГц).	
ОТПРАВКА (опция)	Срабатывание на шине SENT. начало сообщения быстрого канала, начало сообщения медленного канала, SC быстрого канала и данные, ID сообщения медленного канала, ID сообщения медленного канала и данные, нарушение допуска, ошибка CRC быстрого канала, ошибка CRC медленного канала, все ошибки CRC, ошибка периода импульсов, ошибка последовательных синхроимпульсов (1/64)	
Определяемый пользователем Манчестер/NRZ (опция)	Срабатывание при начале кадра (SOF), значении шины и манчестерских ошибках	
USB PD (опция)	Срабатывание на преамбулу, EDP, упорядоченные наборы, ошибки преамбулы, ошибки CRC, содержимое заголовка (управляющие сообщения, сообщения данных, расширенные сообщения и значение в HEX).	
Измерение формы волны и курсоры		
Точность/курсоры по вертикали постоянного тока ²		Точность одиночного курсора: $\pm$ [точность вертикального усиления постоянного тока + точность вертикального смещения постоянного тока + 0,21%полной шкалы] Точность двойного курсора: + [точность вертикального усиления постоянного тока+ 0,42% полной шкалы] ³
Курсоры		2 пары курсоров XY Автоматическое измерение положения, ΔX , $1/\Delta X$, ΔY и $\Delta Y/\Delta X$
Автоматические измерения		Измерения постоянно обновляются со статистикой. Курсоры отслеживают последнее выбранное измерение. Выберите до четырех измерений из списка ниже:
	Вертикаль "Y в X"	Пик-пик, максимум, минимум, амплитуда, вершина, основание, перегрузка, предварительная перегрузка, среднее значение по N циклам, среднее значение по всему экрану, среднеквадратичное значение постоянного тока по N циклам, среднеквадратичное значение постоянного тока по всему экрану, среднеквадратичное значение переменного тока по N циклам, среднеквадратичное значение переменного тока по всему экрану (стандартное отклонение), отношение (RMS1/RMS2)
	Время на краю	Период, частота, счетчик, ширина +, ширина -, ширина всплеска, рабочий цикл, скорость передачи данных, время нарастания, время спада, задержка, фаза, X при минимальном Y, X при максимальном Y
	Граф	Счет положительных импульсов, счет отрицательных импульсов, счет нарастающих фронтов, счет спадающих фронтов
	Смешанная скорость нарастания	Область - N циклов, область - полный экран
Автоматическая регистрация измерений		Доступно через BenchVue

1. Приостановка, возобновление работы, сброс, ошибка "bit stuff" и ошибка SE1 относятся только к низкоскоростному и полноскоростному интерфейсам USB 2.0.
2. 1 мВ/дел и 2 мВ/дел - это увеличение настройки 4 мВ/дел. Для расчетов вертикальной точности используйте полную шкалу 32 мВ для настройки чувствительности 1 мВ/дел и 2 мВ/дел.
3. Обозначает гарантированные характеристики, все остальные - типовые. Технические характеристики действительны после 30-минутного прогрева и $\pm 10^\circ\text{C}$ от температуры калибровки встроенного ПО

Измерение формы волны и курсоры		
Счетчик		Встроенный счетчик частоты
	Источник	Любой аналоговый или цифровой канал
	Разрешение	5 цифр. До 8 цифр с внешним опорным входом 10 МГц
	Максимальная частота	Полоса пропускания осциллографа
Возможность проверки предельного уровня маски		Возможность тестирования пределов маски, обеспечивающая простое и быстрое сравнение прохождения/непрохождения тестируемого сигнала с предопределенным шаблоном маски или шаблоном автомаски. Предопределенные шаблоны масок или изменения шаблона автомаски могут быть сделаны с помощью простого текстового редактора. > 270 000 тестов масок в секунду (скорость обновления осциллограмм)
Проверка пределов измерения (опция)		Обеспечивает анализ прохождения/непрохождения выбранных параметрических измерений на основе заданных пользователем максимальных и минимальных пределов с возможностью выбора остановки при отказе
Математика формы волны		
Количество математических функций	Четыре (отображаются по одному)	
Арифметика	Сложение, вычитание, умножение, деление, дифференцирование, интегрирование, БПФ, $A_x + B$, квадрат, квадратный корень, абсолютный, общий лог, натуральный лог, экспоненциальный, экспоненциальный по основанию 10, фильтр LP, фильтр HP, усредненное значение, сглаживание, огибающая, увеличение, максимальное удержание, минимальное удержание, тренд измерения, график логической шины (синхронизация или состояние), график последовательного сигнала (CAN, CAN FD, LIN SENT).	
БПФ	Разрешение до 64 кпт. Типы окон БПФ: Ханнинг, плоская вершина, прямоугольное, Блэкман-Харрис, Бартлетт	
Характеристики дисплея		
Дисплей	12,1-дюймовый цветной TFT ЖК-дисплей с емкостным сенсорным управлением и поддержкой жестов	
Разрешение	Формат 800 (В) x 600 (В) пикселей (площадь экрана)	
Graticules	8 вертикальных делений на 10 горизонтальных делений с регуляторами интенсивности	
Формат	YT, XY и Roll	
Максимальная частота обновления осциллограмм	> 1 000 000 вфм/с	
Настойчивость	Выключено, бесконечно, переменная длительность (от 100 мс до 60 с)	
Градация интенсивности	64 уровня интенсивности	
Возможность подключения		
Высокоскоростной порт USB 2.0	Высокоскоростные хост-порты USB 2.0 x3, два на передней и один на реальной панели. Поддержка устройств памяти, принтеров, клавиатур и мышей	
Порт высокоскоростных устройств USB 2.0	Один высокоскоростной порт USB 2.0 на задней панели. Совместимость с классом USB Test and Measurement Class (USBTMC)	
Порт LAN	Порт 10/100Base-T на задней панели. Расширенная функция LXI IPv6	
Пульт дистанционного управления через Интернет	Веб-интерфейс VNC (через основные веб-браузеры)	
Порт видеовыхода	Выход SVGA на задней панели. Подключение осциллографа к внешнему монитору или проектору	
Порт GPIB	Внешний интерфейс GPIB-to-LAN можно приобрести в компании ICS .	
Выход/вход 10 МГц	Разъем BNC на задней панели. Поддерживаемые режимы: Выкл, выход 10 МГц или режим опорного сигнала (вход 10 МГц).	

Выход триггера	Разъем BNC на задней панели. Поддерживаемые режимы: триггеры, маска, синхроимпульс генератора сигналов 1 и синхроимпульс генератора сигналов 2
Двухканальный встроенный генератор сигналов WaveGen с функцией/генератор сигналов произвольной формы (характеристики являются типовыми)	
Выходы WaveGen	Два (разъемы BNC на передней панели) Оба выхода генератора сигналов могут отслеживаться по частоте, амплитуде или полностью. Выход генератора может быть инвертирован для создания дифференциального сигнала.
Волновые формы	Синус, квадрат, темп, импульс, постоянный ток, шум, синусоидальный кардинал (sinc), экспоненциальный рост, экспоненциальный спад, кардиосигнал, гауссовский импульс и произвольный.
Модуляция	Модуляция доступна только на канале 1. Модуляция недоступна, если включен режим слежения. Типы модуляции: AM, FM, FSK Формы несущей волны: Синус, рампа, синусоидальный кардинал, экспоненциальный подъем, экспоненциальный спад и кардиосигнал. Источник модуляции: Внутренний (без возможности внешней модуляции) AM: Модуляция: Синус, квадрат, рампа Частота модуляции: от 1 Гц до 20 кГц Глубина: от 0% до 100% FM: Модуляция: Синусоидальная, квадратная, рамповая Частота модуляции: от 1 Гц до 20 кГц Минимальная несущая частота: 10 Гц Отклонение: 1 Гц к несущей частоте или $\pm 12\%$ несущая частота), в зависимости от того, что меньше FSK: Модуляция: 50% рабочий цикл квадратной волны Частота FSK: 1 Гц - 20 кГц Частота передачи: 2 x частота FSK до 10 МГц

1. Только следующая комбинация форм волн может быть частотно-следающей или полностью следающей:
- 1) Синусоидальный, темповый, синусоидальный кардинальный, кардинальный и гауссовский импульсы.
 - 2) Квадратная волна и импульс
 - 3) Экспоненциальный рост и экспоненциальный спад.
 - 4) Произвольный

Двухканальный встроенный генератор сигналов WaveGen (характеристики типичны)

Синус	Диапазончастот	0,1 Гц - 20 МГц
	Плоскостность амплитуды	± 0,5 дБ (относительно 1 кГц)
	Гармонические искажения	-40 дБк
	Помехи (негармонические сигналы)	-40 дБк
	Суммарные гармонические искажения	1%
Квадратная волна/импульс	Диапазончастот	0,1 Гц - 10 МГц
	Рабочий цикл	От 20 до 80%
	Разрешение рабочего цикла	Большее из 1% или 10 нс
	Время нарастания/спада	19 нс (от 10 до 90%)
	Превышение	< 2%
	Асимметрия (при 50% постоянного тока)	± 1%± 5нс
	Джиттер (среднеквадратичное значение TIE)	500 пс
Рампа/треугольная волна	Диапазончастот	0,1 Гц - 200 кГц
	Линейность	1%
	Переменная симметрия	От 0 до 100%
	Разрешение симметрии	1%
Импульс	Диапазончастот	0,1 Гц - 10 МГц
	Ширина импульса	Минимум 20 нс
	Импульс с разрешением	10 нс
	Время кромки	Фиксировано на 19 нс (не изменяется)
	Превышение	< 2%
Шум	Пропускная способность	Типичная частота 20 МГц
Синус кардинальный (Sinc)	Диапазончастот	0,1 Гц - 1,0 МГц
Экспоненциальный рост/спад	Диапазончастот	0,1 Гц - 5,0 МГц
Сердце	Диапазончастот	От 0,1 Гц до 200,0 кГц
Гауссовский импульс	Диапазончастот	0,1 Гц - 5,0 МГц
Произвольный	Длина волны	От 1 до 8 192 очков
	Амплитудное разрешение	10 бит (включая бит знака)
	Скорость повторения	0,1 Гц - 12 МГц
	Частота дискретизации	100 мса/с
	Полоса пропускания фильтра	20 МГц
Частота	Точность измерения синусоиды и темпа	130 ppm (частота < 10 кГц)
		50 ppm (частота > 10 кГц)
	Точность измерения квадратных волн и импульсов	[50+ frequency/200] ppm (частота < 25 кГц)
		50 ppm (частота ≥ 25 кГц)
	Разрешение	0,1 Гц или 4 разряда, в зависимости от того, что больше
Амплитуда	Диапазон: Минимум	20 мВ _{пп} , если offset ≤ 0,5 В _{пп} в ^{H-Z}
		10 мВ _{пп} , если offset ≤ 0,5 V _{pp} в 50 Ω
	Диапазон: Максимальный	10 V _{pp} , кроме, 9 V _{pp} , если Sinc или Cardiac, 7,5 V _{pp} , если Gaussian импульс Hi-Z; 5 V _{pp} /4,5 V _{pp} в 50 Ω.
	Разрешение	100 мкВ или 3 цифры, в зависимости от того, что больше
	Точность	1,5% (частота = 1 кГц)

1. Полное разрешение на выходе недоступно из-за внутренней ступени аттенюатора.
 2. Синусовый сердечный и гауссовый импульс: ± 1,25 В в Hi-Z; ± 625 мВ в 50 Ω.

Двухканальный встроенный генератор сигналов WaveGen (характеристики типичны)		
Смещение постоянного тока	Диапазон	± 5 В на Hi-Z, кроме ± 4 В, если синусоидальная волна, ± 2,5 В, если синусоидальный, сердечныйили гауссовский импульс на Hi-Z.
		± 2,5 В на Hi-Z, кроме± 2 В, еслисинусоидальная± 1,25 В, если синхронная, сердечный, или гауссовский импульс в 50 Ω
	Разрешение	Большее из 250 мкВ или 3 цифр
	Точность (режимы формы волны)	± 1,5% от настройки смещения± 1% от амплитуды± 1 мВ
	Точность (режим постоянного тока)	± 1,5% от настройки смещения± 3 мВ
Основной выход	Импеданс	50 Ом типичный
	Изоляция	Не доступно, основной выход BNC заземлен
	Защита	Перегрузка автоматически отключает выход
Выход триггера	Выход триггера доступен на триггерном выходе BNC	
Цифровой вольтметр (характеристики типичны)		
Источник	Только аналоговые каналы (1-4)	
Функции	ACrms, DC, DCrms, частота	
Разрешение	ACV/DCV: 3 цифры	
	Частота счетчика: 5,5 разрядов	
Скоростьизмерения	100 раз/секунду	
Авторынжирование	Автоматическая регулировка вертикального усиления для максимального увеличения динамического диапазона измерений	
Измеритель дальности	Графическое отображение последнего измерения, а также экстремумов за предыдущие 3 секунды	
Общие и экологические характеристики		
Потребление электроэнергии по линии электропередачи	Максимальная мощность 120 Вт	
Диапазон напряжения питания	100-120 В, 50/60/400 Гц; 100-240 В, 50/60 Гц	
Экологический рейтинг	От 0 до 50 °C, 3000 м макс, Максимальная относительная влажность (без конденсации): 95%RH до 40 °C В диапазоне от 40 °C до 50 °C максимальное значение % относительной влажности соответствует линии постоянной точки росы.	
Электромагнитная совместимость	Соответствует директиве по электромагнитной совместимости (2004/108/EC), соответствует или превосходит IEC 61326-1:2005/EN	
	61326-1:2006 Группа 1 Класс A	
	CISPR 11/EN 55011	
	IEC 61000-4-2/EN 61000-4-2	
	IEC 61000-4-3/EN 61000-4-3	
	IEC 61000-4-4/EN 61000-4-4	
	IEC 61000-4-5/EN 61000-4-5	
	IEC 61000-4-6/EN 61000-4-6	
	IEC 61000-4-11/EN 61000-4-11	
	Канада: ICES-001:2004	
Безопасность	Австралия/Новая Зеландия: AS/NZS	
	CAN/CSA-C22.2 № 61010-1-12, UPD1: 2015, UPD2: 2016, AMD1: 2018, CAN/CSA-C22.2 № 61010-2-030:18	
	UL Std. No. 61010-1 3 rd Ed. (2018); UL Std. No. 61010-2-030-2 nd Ed. (2018)	
Вибрация	Соответствует стандартам IEC60068-2-6 и MIL-PRF-28800; класс 3.	

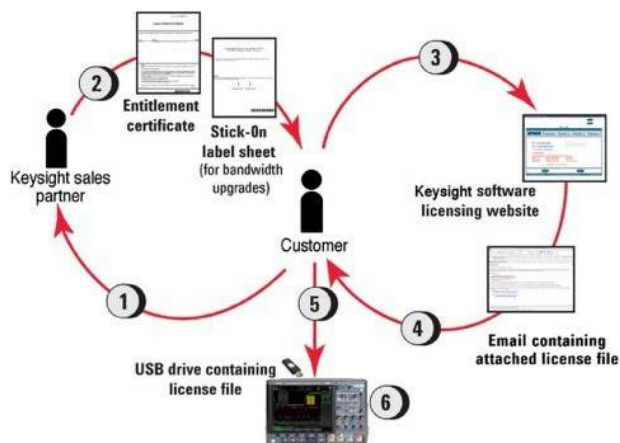
Общие и экологические характеристики	
Шок	Соответствует стандартам IEC 60068-2-27 и MIL-PRF-28800; класс 3 - случайный; (рабочее усилие 30 g, ½ синуса. Длительность 11 мс, 3 толчка на ось вдоль главной оси, всего 18 толчков)
Размеры (Ш x В x Г)	454 мм x 275 мм x 156 мм
Вес	Нетто: 6,3 кг (13,9 фунтов), транспортировка: 11,4 кг (25 фунтов)
Кенсингтонский замок	Слот безопасности на задней панели подключается к стандартному замку типа Kensington
Энергонезависимая память	
Отображение формы опорного сигнала	4 внутренних формы волны или USB-накопитель
Сохраняйте форматы	Настройка (*.scp), 8- или 24-битное растровое изображение (*.bmp), 24-битное изображение PNG (*.png), данные CSV (*.csv), данные ASCII XY (*.csv), двоичные данные (*.bin), данные листинга (*.csv), данные опорной осциллограммы (*.h5), данные многоканальной осциллограммы (*.h5), маска (*.mask), данные произвольной осциллограммы (*.csv), данные гармоник мощности (*.csv), качество сигнала USB (*.html & *.bmp)
Максимальный размер флэш-накопителя USB	Поддерживает стандартные флэш-накопители
Установки без USB-накопителя	10 внутренних настроек
Настройка с помощью USB-накопителя	Ограничено размером USB-накопителя
Входит в стандартную комплектацию осциллографа	
Калибровка	Мягкая копия сертификата калибровки (CoC) с результатами измерений, которые можно загрузить с сайта https://service.keysight.com/infoline/public/details.aspx?i=DOC , интервал калибровки 2 года
Зонды	Один на канал N2894A Пассивный зонд 700 МГц (затухание 10:1) N2756A Кабель для 16 цифровых каналов MSO (1 на осциллограф, входит во все модели MSO и DSOXPERFMSO)
Локализованный интерфейс	Английский, китайский (упрощенный и традиционный), французский, немецкий, итальянский, японский, корейский, португальский, русский и Локализованные на испанском языке надписи на передней панели, интерфейс и встроенная справочная система
Шнур питания	Локализованный шнур питания
Защита передней панели	Крышка передней панели

Процедуры MET/CAL можно найти на сайте Cal Lab Solutions:
<http://www.callabsolutions.com/products/Keysight>.

Связанная литература

Название публикации	Номер публикации
Пакет программного обеспечения Power - Лист данных	5992-3925EN
Пакет программного обеспечения для автомобильной промышленности - паспорт	5992-3912EN
Пакет встраиваемого программного обеспечения - паспорт	5992-3924EN
Программный пакет Aero - паспорт	5992-3910EN
Пакет программного обеспечения USB - Лист данных	5992-3920EN
Пакет программного обеспечения Ultimate Bundle - Лист данных	5992-3918EN

Обновления только после приобретения лицензии



Модернизация оборудования		
Номер модели	Описание	Тип
DSOX4WAVEGEN2 (Стандартная комплектация для моделей G, опция для моделей A)	Встроенная функция 20 МГц/модернизация генератора сигналов AWG	Только лицензия
DSOXPERFMSO	Модернизация MSO: Добавьте 16 цифровых каналов синхронизации	Лицензия+ N2756A MSO кабель поставляется отдельно.
DSOX4SECA	Опция повышенной безопасности	Только лицензия

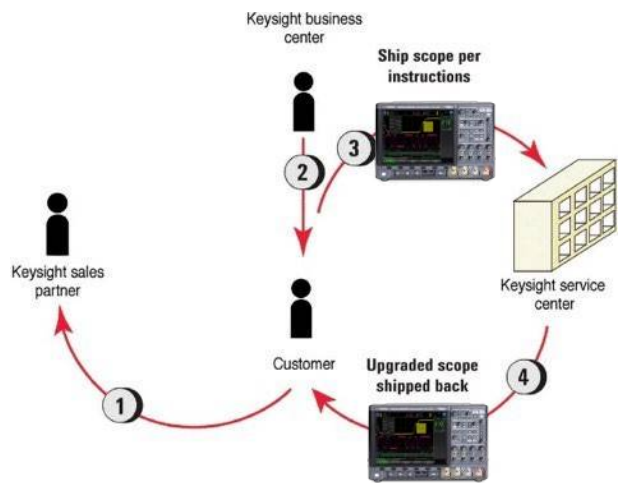
Название публикации	Номер публикации
D4000GENB	Стандартный для моделей G, опция для моделей A - Пакет встроенного программного обеспечения: I2C, SPI, UART (RS232/422/485), I2S и последовательный триггер и декодирование USB PD, а также тестирование пределов измерений, тестирование пределов масок, анализ частотных характеристик (графики Боде) и расширенный видеоанализ
D4000AUTB	Пакет автомобильного программного обеспечения: CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, SENT, CXPI, PSI5 (Манчестер, определяемый пользователем) и определяемый пользователем последовательный триггер и декодирование NRZ, а также тестирование пределов измерений, тестирование пределов масок и анализ частотных характеристик (графики Боде).
D4000AERB	Пакет программного обеспечения Aego: Последовательный триггер и декодирование MIL-STD 1553 и ARINC 429, а также тестирование пределов измерений, тестирование пределов маски, анализ частотных характеристик (графики Боде) и расширенный видеоанализ
D4000USB1, 2	Пакет программного обеспечения для USB: Низко-, полно- и высокоскоростной USB 2.0, триггер и декодирование USB PD, а также тестирование качества сигнала USB 2.0, тестирование пределов измерений, тестирование пределов масок и анализ частотных характеристик (графики Боде).
D4000PWRB	Пакет программного обеспечения по электропитанию: Качество электроэнергии, гармоники тока, потери на переключение, время включения/выключения, переходные характеристики, петлевая характеристика, PSRR и многое другое, а также тестирование пределов измерений, тестирование списка масок, анализ частотных характеристик (графики Боде) и последовательный триггер и декодирование USB PD
D4000BDLB	Программный пакет Ultimate Bundle: I2C, SPI, UART, I2S, CAN, CAN FD, LIN, FlexRay, CXPI, PSI5 (определяемый пользователем Манчестер), определяемый пользователем NRZ, USB 2.0 low-, full-, & hi-speed, USB PD, MIL-STD 1553, и ARINC 429 последовательный триггер и декодирование, плюс USB Тест качества сигнала 2.02, анализ мощности, тестирование пределов измерений, тестирование пределов маски, анализ частотных характеристик (графики Боде), расширенный видеоанализ

Описание процесса	
1	Разместите заказ на лицензионное обновление у торгового партнера Keysight.
2	Для пакетов программного обеспечения вы получите бумажный или электронный сертификат права в формате .pdf. Только для обновления пропускной способности вы получите наклеенный документ на этикетке с указанием обновленной спецификации полосы пропускания в дополнение к бумажному сертификату права.
3	Сертификат на право использования, содержащий инструкции и номер сертификата, необходимые для генерации файла лицензии для конкретно осциллографа серии 4000 X с номером модели и серийным номером.
4	Получите лицензионный файл и инструкции по установке по электронной почте.
5	Скопируйте файл лицензии (расширение .lic) из электронной почты на USB-накопитель и следуйте инструкциям в электронной почте для установки приобретенного обновления полосы пропускания или измерительного приложения на осциллограф.
6	Только для расширения полосы пропускания прикрепите наклейки с информацией о расширении полосы пропускания на переднюю и заднюю панели осциллографа. Номер модели и серийный номер осциллографа не изменяются.

1. Высокоскоростной триггер и декодирование USB 2.0 поддерживаются только в моделях ≥ 1 ГГц.

2. Высокоскоростные тесты качества сигнала USB 2.0 поддерживаются только в моделях с частотой 1,5 ГГц.

Модернизация пропускной способности центра обслуживания Return-to-Keysight



Модели для повышения пропускной способности 4000 серии X		
Номер модели	Описание	Тип
DSOX4B2T32U	200 МГц~ 350 МГц , 2 ch	Сервисный центр
DSOX4B2T34U	200 МГц~ 350 МГц , 4 ч.	Сервисный центр
DSOX4B5T104U	500 МГц~ 1 ГГц , 4 ч.	Сервисный центр
DSOX4B1T154U	1 ГГц~ 1,5 ГГц , 4 ч.	Сервисный центр
DSOX4B2T52U	200 МГц~ 500 МГц , 2 ch	Сервисный центр
DSOX4B2T54U	200 МГц~ 500 МГц , 4 ч.	Сервисный центр
DSOX4B2T104U	200 МГц~ 1 ГГц , 4 ч.	Сервисный центр
DSOX4B2T154U	200 МГц~ 1,5 ГГц , 4 ч.	Сервисный центр
DSOX4B3T104U	350 МГц~ 1 ГГц , 4 ч.	Сервисный центр
DSOX4B3T154U	350 МГц~ 1,5 ГГц , 4 ч.	Сервисный центр
DSOX4B5T154U	500 МГц~ 1,5 ГГц , 4 ч.	Сервисный центр

Описание процесса	
1	Разместите заказ на продукт для повышения пропускной способности с возвратом в сервисный центр Keysight у торгового партнера Keysight. Расходы на установку, калибровку и транспортировку в сервисном центре дополняют стоимость продукта для повышения пропускной способности.
2	Бизнес-центр Keysight свяжется с вами по поводу процесса и сроков установки в сервисном центре. Продолжайте использовать осциллограф до тех пор, пока вами не свяжутся позже, когда детали будут доступны в сервисном центре.
3	Отправьте осциллограф в соответствии с прилагаемыми инструкциями в сервисный центр.
4	Сервисный центр отправляет обратно модернизированный осциллограф с наклеенными этикетками на передней и задней панелях с указанием расширенной полосы пропускания технические характеристики. Номер модели и серийный номер осциллографа не изменяются.

Уверенная поддержка со стороны Keysight Services

Предотвратите задержки, вызванные техническими вопросами, или простой системы из-за обслуживания и ремонта приборов с помощью Keysight Services. Служба Keysight Services готова оказать вам поддержку в проведении испытаний, предоставив квалифицированную техническую поддержку, ремонт и калибровку приборов, поддержку программного обеспечения, обучение, альтернативные варианты программ приобретения и многое другое.

Соглашение KeysightCare обеспечивает специализированную, проактивную поддержку приборов, программного обеспечения и решений через единый контактный центр. KeysightCare охватывает обширную группу приборов, прикладного программного обеспечения и решений и обеспечивает оптимальное время работы, более быстрое реагирование, быстрый доступ к экспертам и быстрое решение проблем.

Услуги Keysight

Предложение	Преимущества
KeysightCare 	KeysightCare обеспечивает расширенную поддержку приборов и программного обеспечения Keysight, предоставляя доступ к экспертам технической поддержки, которые отвечают в течение определенного времени и гарантируют соблюдение сроков выполнения ремонта и калибровки (TAT). KeysightCare предлагает несколько уровней соглашения об обслуживании, включая KeysightCare Assured, Enhanced и Application Software Support. Подробности см. в техническом описании KeysightCare .
KeysightCare Assured	KeysightCare Assured выходит за рамки базовой гарантии, предоставляя услуги по ремонту, включающие в себя постоянный TAT и неограниченный доступ к техническим экспертам.
KeysightCare Enhanced	KeysightCare Enhanced включает все преимущества KeysightCare Assured плюс точные и надежные услуги по калибровке, ускоренное и постоянное TAT и техническое реагирование Keysight.
Портал поддержки Keysight центр знаний	Все уровни KeysightCare включают доступ к portalу поддержки Keysight, на котором можно управлять ресурсами поддержки и обслуживания, связанными с вашими активами, такими как запросы на обслуживание и статус, а также просматривать Центр знаний.
Образовательные услуги	Укрепите уверенность в себе и приобретите новые навыки для выполнения точных измерений с помощью гибких образовательных услуг, разработанных экспертами Keysight. В том числе помощь в начале работы.
Альтернативные варианты приобретения	
KeysightAccess	Сократите бюджетные трудности с помощью подписки, позволяющей получать приборы, программное обеспечение и техническую поддержку, необходимые для проведения испытаний.

Рекомендуемые услуги

Максимально увеличьте время работы испытательной системы, обеспечив техническую поддержку, ремонт и калибровку с гарантированным временем реагирования и выполнения заказа. Годовая программа KeysightCare Assured включена в стоимость каждого нового прибора. Получите многолетнюю программу KeysightCare заранее, чтобы избавиться от необходимости долгой и утомительной бумажной работы и ежегодных запросов на выделение средств на техническое обслуживание. Кроме того, вы получаете преимущества гарантированного обслуживания в течение 2, 3 или 5 лет.

Сервис	Функция
KeysightCare Enhanced*	Включает техническую поддержку, гарантию и калибровку
R-55B-001-1	KeysightCare Enhanced - обновление на 1 год
R-55B-001-2	KeysightCare Enhanced - продление до 2 лет
R-55B-001-3	KeysightCare Enhanced - продление до 3 лет (рекомендуется)
R-55B-001-5	KeysightCare Enhanced - продление до 5 лет (рекомендуется)
KeysightCare Assured	Включает техническую поддержку и гарантию
R-55A-001-2	KeysightCare Assured - продление до 2 лет
R-55A-001-3	KeysightCare Assured - продление до 3 лет
R-55A-001-5	KeysightCare Assured - продление до 5 лет
Помощь на начальном этапе	
PS-S40-01	В комплекте - основы работы с приборами и стартер по эксплуатации
PS-S40-04	Рекомендуется - Основы работы с приборами и стартер
PS-S40-02	Факультативные, технологические и измерительные науки стандартное обучение

* Доступно в некоторых странах. Подробную информацию см. в [техническом паспорте](#). R-55B-001-2/3/5 необходимо заказывать вместе с R-55B-001-1.

Осциллографы Keysight

Различные форм-факторы от 50 МГц до >110 ГГц | Лучшие в отрасли технические характеристики | Мощные приложения.



Для заказа оборудования:
<https://ntc-spektr.ru/>
+7 (495) 481-23-04

Узнать больше можно на сайте: www.keysight.com

Для получения дополнительной информации о продуктах, приложениях и услугах компании Keysight Technologies обращайтесь в местное представительство Keysight. Полный список доступен по адресу: www.keysight.com/find/contactus



Найдите нас на сайте www.keysight.com.

Данная информация может быть изменена без предварительного уведомления. © Keysight Technologies, 2018 - 2025. Опубликовано в США, 7 января 2025, 5991-1103EN

Страница
53