

Опции для анализа сигналов последовательных шин для осциллографов InfiniiVision серии X

Техническое описание



Поддерживаемые протоколы и основные функции

- I²C
- SPI
- RS232/UART
- CAN
- LIN
- USB 2.0 (поддержка низкой и полной скорости, только серия 4000 X)
- USB 2.0 (поддержка высокой скорости, только серия 4000 X)
- Анализ качества сигналов USB 2.0 (только серия 4000 X)
- I²S (только серии 3000 X и 4000 X)
- FlexRay (только серии 3000 X и 4000 X)
- MIL-STD 1553 (только серии 3000 X и 4000 X)
- ARINC 429 (только серии 3000 X и 4000 X)
- Аппаратное декодирование протоколов
- Одновременный анализ нескольких шин (только серии 3000 X и 4000 X)
- Автоматический поиск и навигация
- Совместимость с режимом сегментированной памяти
- Файлы масок глазковых диаграмм для тестирования сигналов последовательных шин CAN, FlexRay, MIL-STD 1553 и ARINC 429 (требуются опции DSOX2MASK/DSOX3MASK/DSOX4MASK)
- Программа для тестирования физического уровня протокола шины FlexRay (только серии 3000 X и 4000 X)

Введение

Последовательные шины получили широкое распространение при разработке современных цифровых устройств и используются для самых различных целей, включая связь между чипами на платах, управление периферийными устройствами, а также дистанционное управление и передачу данных с удаленных датчиков. Без развитой системы запуска по сигналам последовательных шин и декодирования протоколов отладка таких шин и корреляция передачи данных с другими смешанными сигналами в системе может представлять определенную сложность. Цифровые запоминающие осциллографы и осциллографы смешанных сигналов Agilent InfiniiVision серии X имеют встроенные опции запуска по сигналам последовательных шин и аппаратного декодирования протоколов, которые обеспечивают сокращение сроков разработки цифровых устройств, содержащих последовательные шины.



Аппаратное декодирование

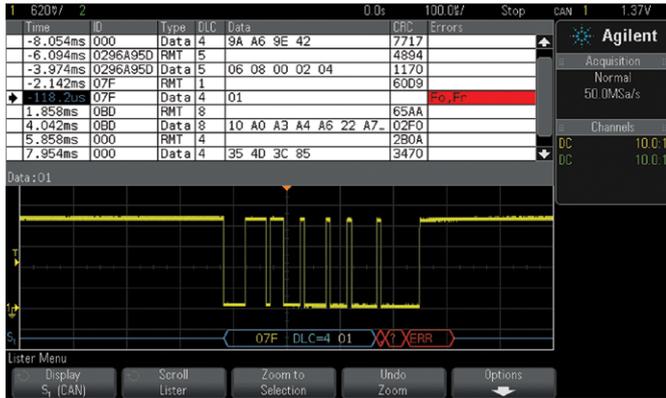


Рис. 1. Аппаратное декодирование сигналов позволяет быстро выявлять ошибки при последовательной передаче данных.

Осциллографы Agilent серии InfiniiVision являются единственными в отрасли осциллографами, которые обеспечивают аппаратное декодирование протоколов. В большинстве осциллографов других производителей используются методы программной постобработки данных для декодирования пакетов/кадров, передаваемых по последовательной шине. Применение этих методик обычно приводит к снижению скорости обновления сигналов на экране и декодирования (иногда на одно обновление требуются секунды). Это особенно заметно при использовании глубокой памяти, которая часто требуется для захвата множества пакетов сигналов последовательной шины. А при одновременном анализе сигналов нескольких последовательных шин программные методы могут вызвать еще более существенное снижение скорости декодирования.

Более высокая скорость аппаратного декодирования повышает удобство работы с осциллографом и, что еще более важно, вероятность захвата редких ошибок при последовательной передаче данных. На рисунке 1 показан пример захвата редкой случайной ошибки в кадре данных шины CAN с помощью осциллографа Agilent InfiniiVision серии X. В верхней половине дисплея осциллографа показаны декодированные данные в формате «Lister», а в нижней — коррелированные во времени осциллограмма сигнала и декодированный сигнал шины.

Автоматический поиск и навигация

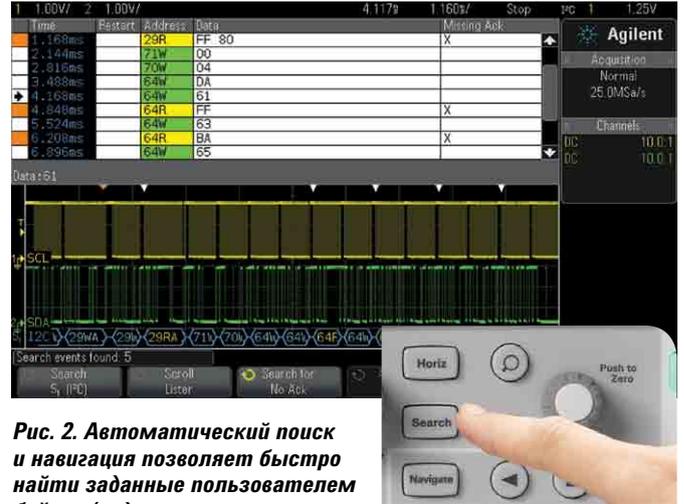


Рис. 2. Автоматический поиск и навигация позволяет быстро найти заданные пользователем байты/кадры в сигнале шины последовательной передачи данных.

После захвата длинной записи сигнала шины последовательной передачи данных с помощью глубокой памяти MegaZoom осциллографа InfiniiVision пользователь может легко выполнить операцию поиска на основе определяемых им критериев, а затем быстро переместиться к байтам/кадрам последовательных данных, которые соответствуют заданному условию поиска. На рисунке 2 показан пример результатов поиска в захваченном сигнале данных шины I²C всех событий чтения (Read) и записи (Write) при отсутствии бита подтверждения приема (NoAck). В данном случае осциллограф обнаружил пять случаев передачи данных без подтверждения приема и отметил каждое событие белым треугольником, показывающим момент времени, когда это событие произошло. С помощью клавиш на передней панели осциллографа определение местоположения и масштабирование каждого отмеченного байта/кадра осуществляется быстро и просто.

Анализ нескольких шин



Рис. 3. Режим совместного отображения «Lister» упрощает корреляцию по времени процессов в двух одновременно декодируемых последовательных шинах.

Многие современные цифровые устройства содержат различные последовательные шины. При этом иногда требуется сопоставлять данные одной шины с данными другой. Осциллографы Agilent серий InfiniiVision 3000 X и 4000 X обеспечивают аппаратное декодирование двух последовательных шин одновременно. Кроме того, эти приборы являются единственными осциллографами на рынке, которые позволяют совместно отображать захваченные с разных шин данные в окне «Lister» (см. рис. 3). В данном случае осциллограф одновременно декодировал и поочередно отобразил данные автомобильных последовательных шин CAN и LIN.

Использование сегментированной памяти для захвата множества пакетов данных последовательных шин



Рис. 4. Режим сегментированной памяти позволяет выборочно захватывать большее количество пакетов/байтов данных последовательной шины.

Опция сегментированной памяти осциллографов Agilent InfiniiVision серии X помогает более эффективно использовать память осциллографа, позволяя захватывать большее количество пакетов/кадров данных последовательной шины. Сегментированная память оптимизирует количество пакетированных кадров последовательной передачи данных, которые могут захватываться последовательно. Режим сегментированной памяти позволяет осуществлять выборочный захват только представляющих интерес кадров/байтов, пропуская (не оцифровывая) несущественные фрагменты, например, когда сигнал не меняется или отсутствует. На рисунке 4 показан пример захвата осциллографом 500 последовательных пакетов SPLIT высокоскоростной шины USB с общей продолжительностью захваченного сигнала приблизительно 200 мс. Для захвата такого большого объема данных в режиме обычной записи потребовалось бы примерно 1 Гбайт памяти.

Осциллографы Agilent InfiniiVision серии X являются единственными осциллографами на рынке, которые обеспечивают захват сегментов по 4 аналоговым каналам и коррелированных по времени сегментов по цифровым каналам (при использовании осциллографа смешанных сигналов) в сочетании с автоматическим аппаратным декодированием данных последовательных шин для каждого сегмента. Кроме того, после захвата данных в режиме сегментированной памяти можно в полном объеме использовать функции поиска и навигации осциллографа.

Тестирование глазковой диаграммы последовательной шины и импульсов на соответствие маске

При использовании опций тестирования по маске DSOX2MASK, DSOX3MASK или DSOX4MASK, которые способны выполнять каждую секунду более 200 000 (50 000 для серии 2000 X) тестов по критерию «Годен/Не годен», можно проводить испытания на соответствие маске глазковых диаграмм и импульсов для сигналов последовательной шины CAN с помощью всех осциллографов InfiniiVision серии X. Испытания на соответствие маске глазковых диаграмм сигналов последовательных шин FlexRay, MIL-STD 1553 и ARINC 429 можно проводить с использованием только осциллографов серий InfiniiVision 3000 X и 4000 X. Измерения параметров глазковой диаграммы обеспечивают всестороннюю проверку качества сигналов на основе оценки целостности передаваемых и принимаемых битов. Компания Agilent предоставляет широкий выбор файлов масок, которые можно загрузить бесплатно. Файлы масок созданы на основе опубликованных отраслевых стандартов масок и/или получены на основе характеристик физического слоя или электрических характеристик.

Для тестирования на соответствие маске сигналов последовательной шины CAN доступны следующие файлы масок:

- сигнал 125 кбит/с, длина кабеля 400 метров
- сигнал 250 кбит/с, длина кабеля 200 метров
- сигнал 500 кбит/с, длина кабеля 10 метров
- сигнал 500 кбит/с, длина кабеля 80 метров
- сигнал 800 кбит/с, длина кабеля 40 метров
- сигнал 1000 кбит/с, длина кабеля 25 метров

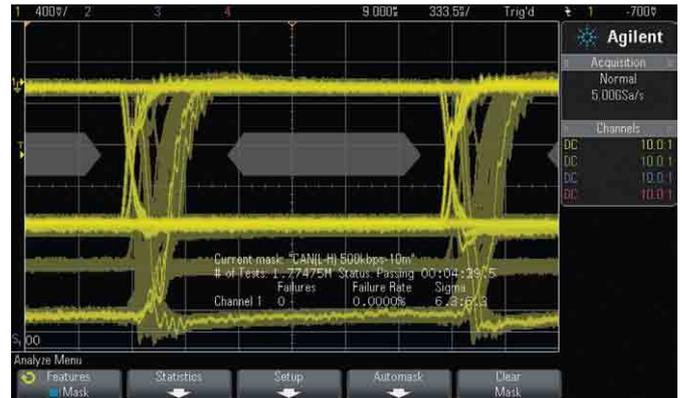


Рис. 5. Тестирование на соответствие маске сигнала шины CAN, 500 кбит/с, длина кабеля 10 метров.

Для тестирования на соответствие маске сигналов последовательной шины FlexRay доступны следующие файлы масок:

- TP1, стандартное напряжение (только сигнал 10 Мбит/с)
- TP1, повышенное напряжение (только сигнал 10 Мбит/с)
- TP11, стандартное напряжение (только сигнал 10 Мбит/с)
- TP11, повышенное напряжение (только сигнал 10 Мбит/с)
- TP4, сигнал 10 Мбит/с
- TP4, сигнал 5 Мбит/с
- TP4, сигнал 2,5 Мбит/с

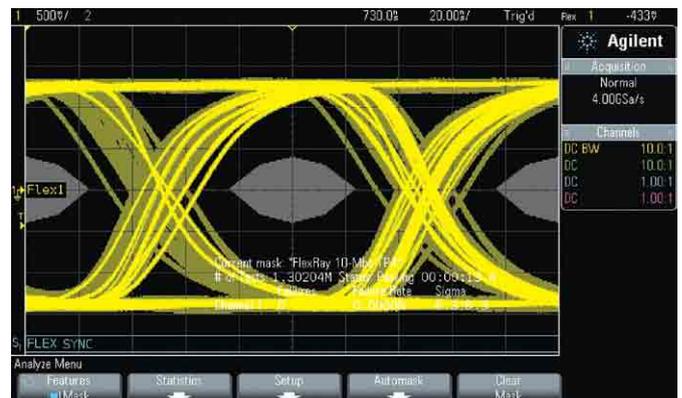


Рис. 6. Тестирование на соответствие маске глазковой диаграммы сигнала шины FlexRay TP4.

Для тестирования на соответствие маске сигналов последовательной шины MIL-STD 1553 следующие файлы масок:

- системный вход с трансформаторной связью
- системный вход с непосредственной связью
- вход контроллера шины с трансформаторной связью
- вход контроллера шины с непосредственной связью
- вход удаленного терминала с трансформаторной связью
- вход удаленного терминала с непосредственной связью

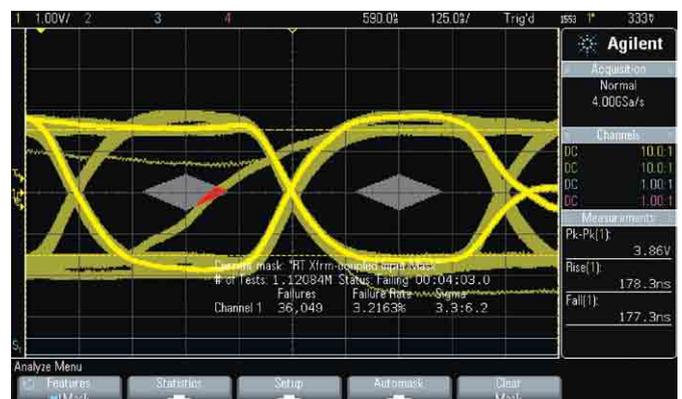


Рис. 7. Тестирование на соответствие маске сигнала шины MIL-STD 1553 (входной сигнал с трансформаторной связью от контроллера шины к удаленному терминалу) позволяет выявить смещенный бит, который нарушил пределы маски.

Тестирование глазковой диаграммы последовательной шины и импульсов на соответствие маске

Для тестирования импульсов и тестирования на соответствие маске сигналов последовательной шины ARINC 429 доступны следующие файлы масок:

- тестирование глазковой диаграммы сигнала 100 кбит/с
- тестирование импульса логической «1», сигнал 100 кбит/с
- тестирование импульса логического «0», сигнал 100 кбит/с
- тестирование нулевого уровня, сигнал 100 кбит/с
- тестирование глазковой диаграммы сигнала 12,5 кбит/с
- тестирование импульса логической «1», сигнал 12,5 кбит/с
- тестирование импульса логического «0», сигнал 12,5 кбит/с
- тестирование нулевого уровня, сигнал 12,5 кбит/с

Для получения дополнительной информации о тестировании на соответствие маске глазковых диаграмм сигналов последовательных шин CAN, FlexRay, MIL-STD 1553 и ARINC 429 ознакомьтесь с руководствами по применению, список которых приведен в конце этого документа.

Автоматическое тестирование физического уровня шины на соответствие стандарту

Для проверки качества сигналов шины USB 2.0 и соответствия их стандартам консорциума USB-IF предназначена опция DSOX4USBSQ для осциллографов серии InfiniiVision 4000 X. На рисунке 9 показан пример тестирования глазковой диаграммы сигнала последовательной шины USB 2.0 в режиме реального времени. По результатам проверки качества сигналов шины USB 2.0 данная опция позволяет создавать отчет в формате HTML. Полный перечень тестов, поддерживаемых опцией DSOX4USBSQ, приведен в ее техническом описании (публикация 5991-1762EN).

Для тестирования физического уровня дифференциальной шины FlexRay на соответствие стандарту компания Agilent предоставляет программное обеспечение для персонального компьютера, которое можно бесплатно загрузить с сайта www.agilent.com. При наличии опций тестирования шины FlexRay, сегментированной памяти и тестирования на соответствие маске для осциллографа InfiniiVision серии X становится возможным проводить автоматические испытания физического уровня шины на входе приемника или на выходе передатчика. На рисунке 10 показан пример отчета, созданного по результатам тестирования целостности сигнала со скоростью передачи данных 10 Мбит/с с выделенным импульсом логической «1». В отчете содержится всесторонний анализ сигнала на соответствие официальной спецификации по критерию «Годен/Не годен».

В таблицах на странице 15 данного документа приведен полный перечень тестов, которые могут быть выполнены с помощью программного обеспечения для тестирования физического уровня шины FlexRay на соответствие стандарту.

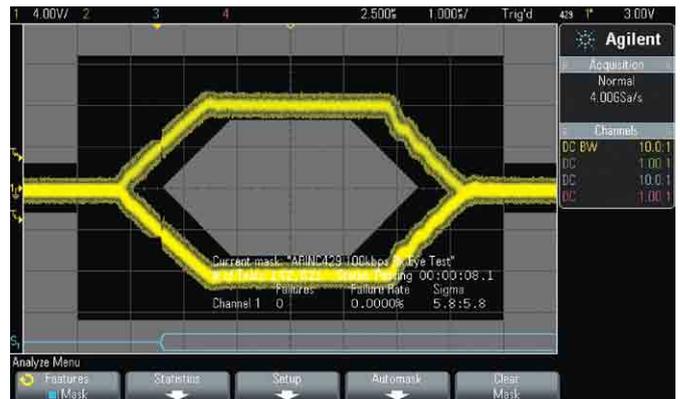


Рис. 8. Тестирование на соответствие маске глазковой диаграммы сигнала последовательной шины ARINC 429, 100 кбит/с.

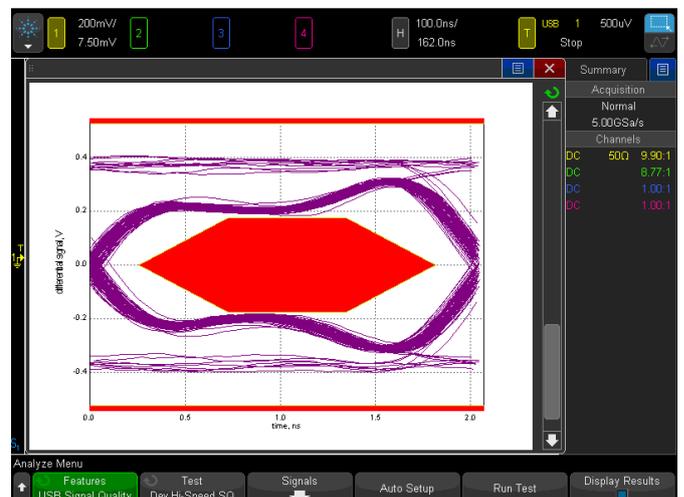


Рис. 9. Проверка с помощью глазковой диаграммы качества сигнала шины USB 2.0 и соответствия его стандартам консорциума USB-IF.

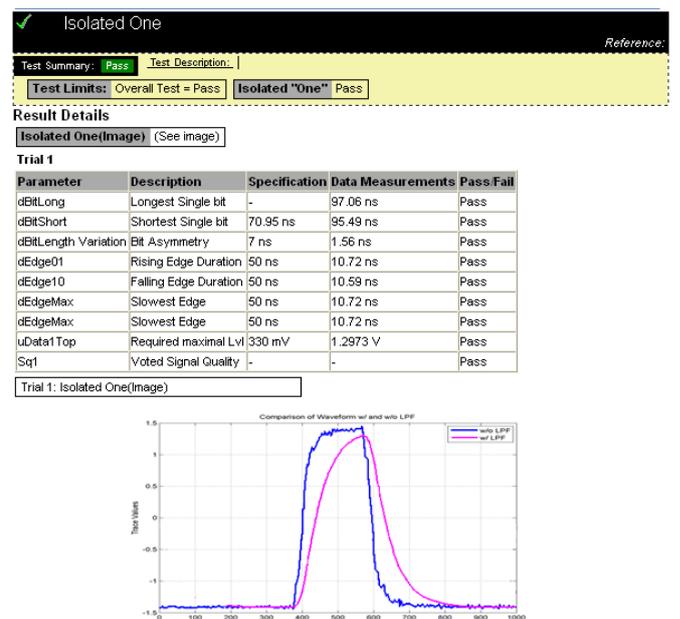


Рис. 10. Тестирование целостности сигнала шины FlexRay с выделенным импульсом логической «1».

Измерение дифференциальных сигналов последовательных шин

Некоторые современные последовательные шины, такие как USB, CAN, FlexRay, MIL-STD 1553 и ARINC 429, основаны на дифференциальном методе передачи сигналов. Для измерения параметров таких дифференциальных сигналов требуются активные дифференциальные пробники. Компания Agilent предлагает широкий выбор активных дифференциальных пробников, которые совместимы с осциллографами InfiniiVision серии X и имеют различную полосу пропускания и динамический диапазон.

Для приложений с высокоскоростной шиной USB 2.0 компания Agilent рекомендует использовать активный дифференциальный пробник N2750A с полосой пропускания 1,5 ГГц (рис. 11). Благодаря уникальной функции InfiniiMode для быстрого переключения между режимами измерения дифференциальных, несимметричных и синфазных сигналов высокоскоростной шины USB 2.0 достаточно нажать всего одну кнопку на корпусе пробника.

Для исследования дифференциальных сигналов шин CAN, MIL-STD 1553 и ARINC 429 предназначен активный дифференциальный пробник N2791A с полосой пропускания 25 МГц, показанный на рисунке 12.

Для тестирования сигналов шин CAN и FlexRay применяется активный дифференциальный пробник N2792A с полосой пропускания 200 МГц (рис. 13).

Если в процессе работы требуется подключиться к соединителю DB9-SubD шины CAN и/или FlexRay, можно воспользоваться специальной головкой пробника CAN/FlexRay DB9 (каталожный номер 0960-2926). Эта дифференциальная головка пробника (рис. 12, врезка) совместима с активными дифференциальными пробниками N2791A и N2792A и позволяет легко подключаться к шинам CAN и FlexRay.



Рис. 11. Активный дифференциальный пробник N2750A с полосой пропускания 1,5 ГГц.



Рис. 12. Активный дифференциальный пробник N2791A с полосой пропускания 25 МГц.

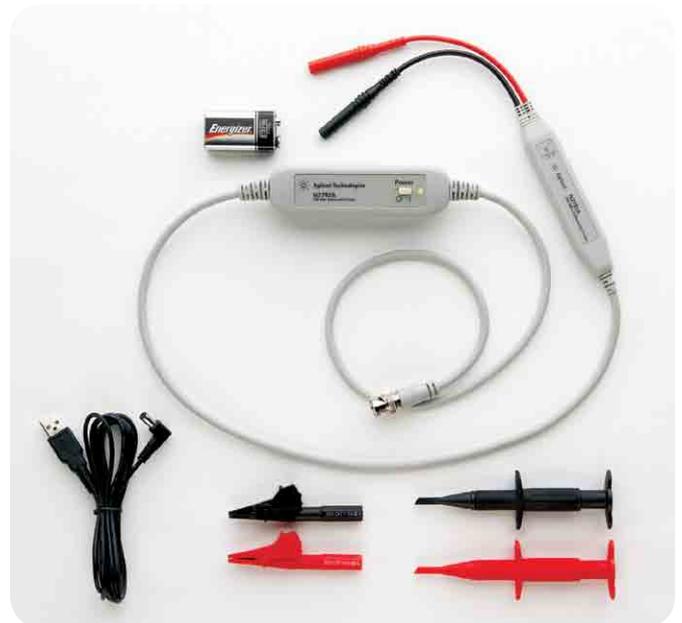
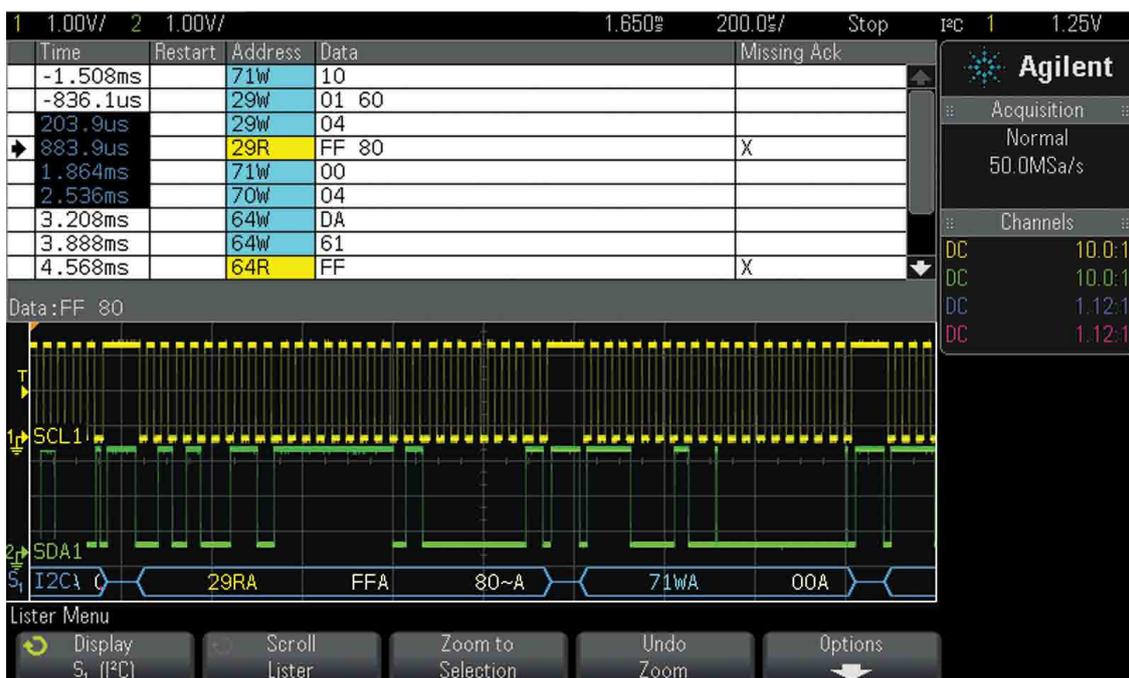


Рис. 13. Активный дифференциальный пробник N2792A с полосой пропускания 200 МГц.

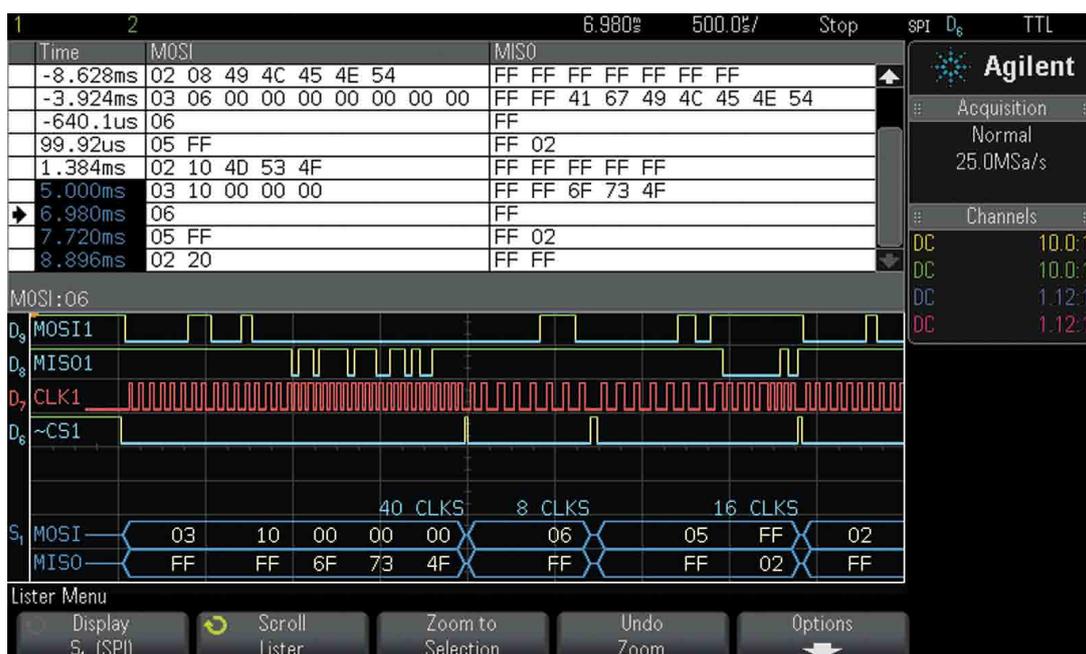
Технические характеристики

Характеристики шины I ² C (опции DSOX2EMBD, DSOX3EMBD и DSOX4EMBD)	
Входы для тактового сигнала и сигналов данных	Аналоговые каналы 1, 2, 3 и 4 Цифровые каналы D0 - D15 (только осциллографы серий 3000 X и 4000 X)
Максимальная тактовая частота и скорость передачи данных	До 3,4 Мбит/с
Запуск	Старт Стоп Отсутствие подтверждения Адрес без подтверждения Повторный старт Считывание данных EEPROM Кадр (Старт:Адрес7:Чтение:Подтверждение:Данные) Кадр (Старт:Адрес7:Запись:Подтверждение:Данные) Кадр (Старт:Адрес7:Чтение:Подтверждение:Данные:Подтверждение:Данные2) Кадр (Старт:Адрес7:Запись:Подтверждение:Данные:Подтверждение:Данные2) Запись 10 бит
Аппаратное декодирование	Данные (шестнадцатеричные числа на белом фоне) Декодирование адреса: 7 бит (включая бит чтения/записи) или 8 бит (включая бит чтения/записи) Чтение адреса (шестнадцатеричные числа с буквой «R» на желтом фоне) Запись адреса (шестнадцатеричные числа с буквой «W» на голубом фоне) Адреса повторного старта (буква «S» на зеленом фоне, затем шестнадцатеричные числа с буквами «R» или «W») Подтверждения (суффиксы «A» или «~A» на том же фоне, что и предшествующие данные или адреса) Бездействующая шина (трасса среднего уровня темно-синего цвета) Активная шина (двухуровневая трасса темно-синего цвета) Нераспознанный сигнал/ошибка (двухуровневая трасса красного цвета)
Анализ сигналов нескольких шин	Шина I ² C и одна любая другая последовательная шина, включая другую шину I ² C (только осциллографы серий 3000 X и 4000 X)



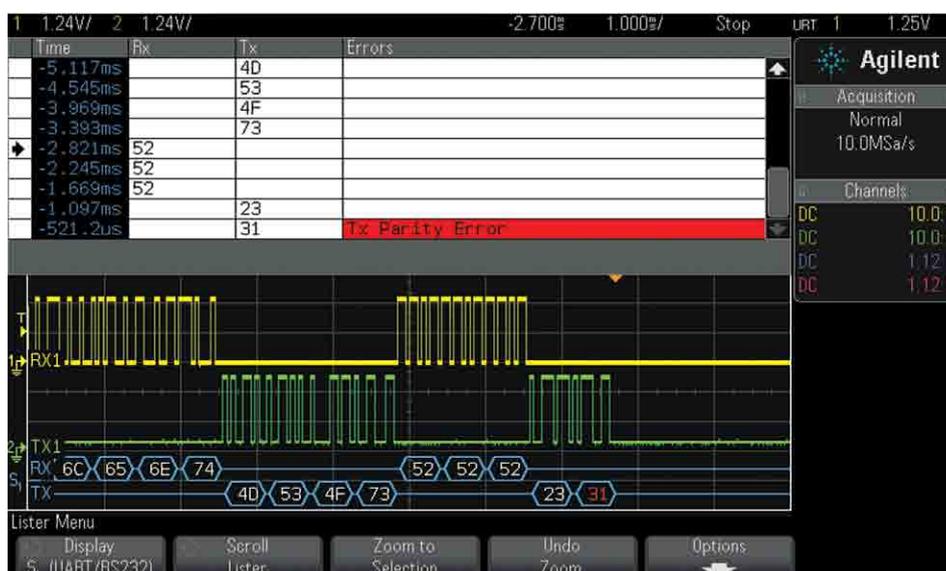
Технические характеристики

Характеристики шины SPI (опции DSOX2EMBD, DSOX3EMBD и DSOX4EMBD)	
Входы для тактового сигнала и сигналов MOSI, MISO и CS	Аналоговые каналы 1, 2, 3 и 4 Цифровые каналы D0 - D15 (только осциллографы серий 3000 X и 4000 X)
Максимальная тактовая частота и скорость передачи данных	До 25 Мбит/с
Запуск	Последовательности данных длиной от 4 до 64 бит в течение задаваемого пользователем периода цикловой синхронизации Период цикловой синхронизации может быть представлен положительным или отрицательным сигналом обращения к микросхеме (CS или \sim CS) или паузой в тактовом сигнале
Аппаратное декодирование	Количество декодируемых осциллограмм: 2 независимых сигнала (MISO и MOSI) Данные (шестнадцатеричные числа на белом фоне) Нераспознанный сигнал/ошибка (двухуровневая трасса красного цвета) Количество тактовых импульсов на пакет (надпись «XX CLKs» голубого цвета над пакетом данных) Бездействующая шина (трасса среднего уровня темно-синего цвета) Активная шина (двухуровневая трасса темно-синего цвета)
Анализ сигналов нескольких шин	Шина SPI и одна любая другая последовательная шина, включая другую шину SPI (только осциллографы серий 3000 X и 4000 X)



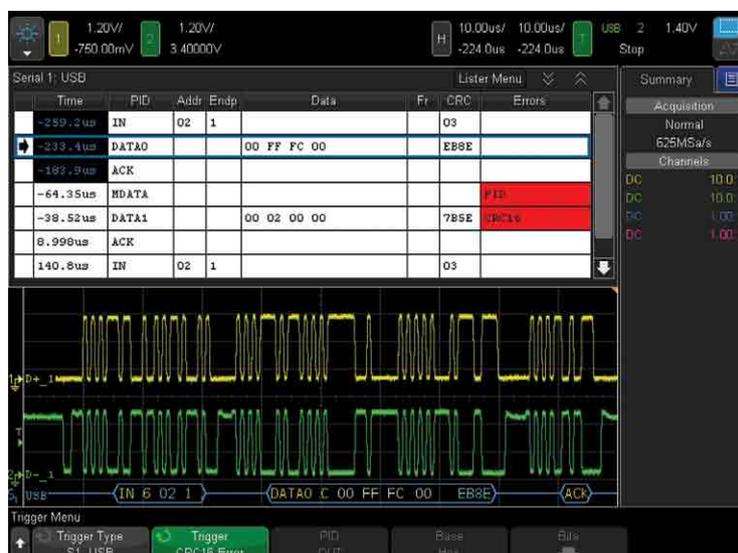
Технические характеристики

Характеристики шины RS232/UART (опции DSOX2COMP, DSOX3COMP и DSOX4COMP)	
Входы для сигналов Tx и Rx	Аналоговые каналы 1, 2, 3 и 4 Цифровые каналы D0 - D15 (только осциллографы серий 3000 X и 4000 X)
Конфигурация шины	
Скорость передачи данных	От 100 бит/с до 8 Мбит/с
Количество битов	От 5 до 9
Четность	Четный; нечетный; ни тот, ни другой
Полярность	Сигнал бездействия высокого или низкого уровня
Порядок битов	На первом месте младший значащий бит или старший значащий бит
Запуск	Стартовый бит Rx Стоповый бит Rx Данные Rx Rx 1:данные (в 9-битном формате) Rx 0:данные (в 9-битном формате) Rx X:данные (в 9-битном формате) Ошибка четности Rx или Tx Стартовый бит Tx Стоповый бит Tx Данные Tx Tx 1:данные (в 9-битном формате) Tx 0:данные (в 9-битном формате) Tx X:данные (в 9-битном формате) Пакет (n-ый кадр в пакете, определяемом временем ожидания)
Аппаратное декодирование	
Количество декодируемых трасс	Две независимых трассы (Tx и Rx)
Формат данных	Бинарный, шестнадцатеричный, символы ASCII
Отображение байтов данных	Числа (символы) на белом фоне, если нет ошибок; на красном фоне — если есть ошибки четности или ошибки шины
Трасса бездействующей шины	Трасса среднего уровня синего цвета
Трасса активной шины	Двухуровневая трасса синего цвета
Анализ сигналов нескольких шин	Шина RS232/UART и одна любая другая последовательная шина, включая другую шину RS232/UART (только осциллографы серий 3000 X и 4000 X)
Функция сумматора/счетчика	Общее количество принятых кадров Общее количество переданных кадров Общее количество кадров с ошибкой четности (в т.ч., в процентном выражении)



Характеристики низкоскоростной и полноскоростной шины USB 2.0 (опция DSOX4USBFL)

Входы для сигналов D+ и D-	Аналоговые каналы 1, 2, 3 и 4 Цифровые каналы D0 - D15
Скорость передачи данных	1,5 Мбит/с (низкая скорость), 12 Мбит/с (полная скорость)
Запуск	Начало пакета (SOP) Конец пакета (EOP) Режим ожидания — если время бездействия более 3 мс Режим возобновления — если время выхода из состояния бездействия более 10 мс Сброс — если длительность состояния SE0 более 10 мс Маркерный пакет с заданным содержанием Пакет данных с заданным содержанием Пакет квитирования установления связи с заданным содержанием Специальный пакет с заданным содержанием Все ошибки — любая из перечисленных ниже ошибок Ошибка идентификации пакета (PID) — если поле типа пакета не соответствует контрольному полю Ошибка CRC5 — если обнаружена ошибка контроля 5-разрядным циклическим избыточным кодом Ошибка CRC16 — если обнаружена ошибка контроля 16-разрядным циклическим избыточным кодом Глитч — если два перехода происходят в течение половины интервала передачи бита Ошибка вставки битов — если выявлено более 6 следующих подряд логических единиц Ошибка состояния SE1 — если состояние SE1 длится более 1 интервала передачи бита
Аппаратное декодирование	
Основные форматы	Декодирование данных в шестнадцатеричном, двоичном, десятичном или ASCII формате
Маркерные пакеты (за исключением SOF, 3 бита)	PID (желтый, состояния «OUT», «IN», «SETUP», «PING») Проверка PID (желтый при отсутствии ошибок, красный при наличии ошибок) — числовое значение Адрес (синий, 7 бит) Конечная точка (зеленый, 4 бита) CRC (синий при отсутствии ошибок, красный при наличии ошибок, 5 бит)
Маркерные пакеты (SOF, 3 бита)	PID (желтый, состояния «SOF») Проверка PID (желтый при отсутствии ошибок, красный при наличии ошибок, 5 бит) Кадр (зеленый, 11 бит) — номер кадра CRC (синий при отсутствии ошибок, красный при наличии ошибок, 5 бит)
Пакеты данных (от 3 до 1027 бит)	PID (желтый, состояния «DATA0», «DATA1», «DATA2», «MDATA») Проверка PID (желтый при отсутствии ошибок, красный при наличии ошибок, 16 бит)
Пакет квитирования установления связи (1 бит)	PID (желтый, состояния «ACK», «NAK», «STALL», «NYET», «PRE», «ERR») Проверка PID (желтый при отсутствии ошибок, красный при наличии ошибок) — числовое значение Адрес хаба (зеленый, 7 бит) Флаг SC (синий, 1 бит) Адрес порта (зеленый, 7 бит) Поля S и E (синий, 2 бита) Поле ET (зеленый, 2 бита) CRC (синий при отсутствии ошибок, красный при наличии ошибок, 5 бит)
Анализ сигналов нескольких шин	Низкоскоростная/полноскоростная шина USB 2.0 и одна любая другая последовательная шина (включая другую шину USB)



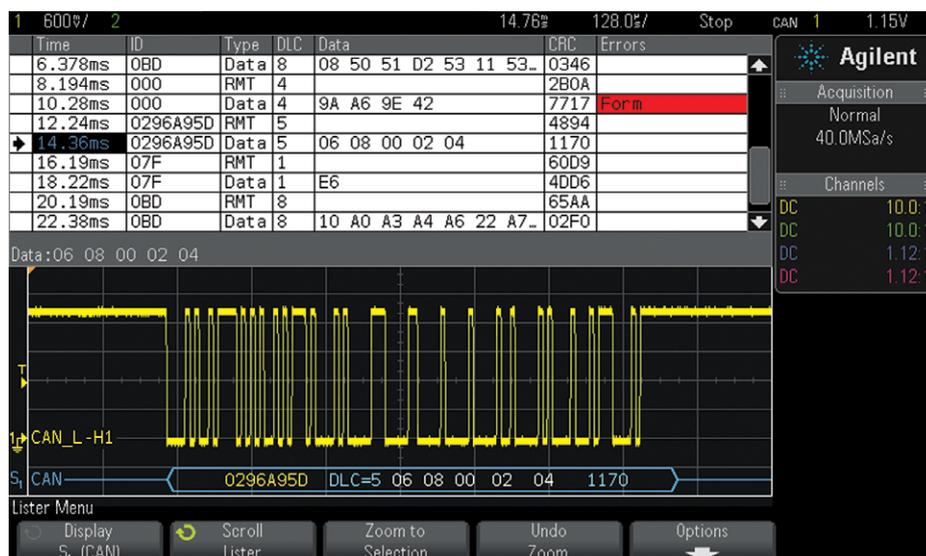
Характеристики высокоскоростной шины USB 2.0 (опция DSOX4USBH)

Входы дифференциальных сигналов USB	Аналоговые каналы 1, 2, 3 и 4 (с использованием активного дифференциального пробника)
Скорость передачи данных	480 Мбит/с (высокая скорость)
Запуск	<p>Маркерный пакет с заданным содержанием</p> <p>Пакет данных с заданным содержанием</p> <p>Пакет квитирования установления связи с заданным содержанием</p> <p>Специальный пакет с заданным содержанием</p> <p>Все ошибки — любая из перечисленных ниже ошибок</p> <p>Ошибка идентификации пакета (PID) — если поле типа пакета не соответствует контрольному полю</p> <p>Ошибка CRC5 — если обнаружена ошибка контроля 5-разрядным циклическим избыточным кодом</p> <p>Ошибка CRC16 — если обнаружена ошибка контроля 16-разрядным циклическим избыточным кодом</p> <p>Глитч — если два перехода происходят в течение половины интервала передачи бита</p>
Аппаратное декодирование	
Основные форматы	Декодирование данных в шестнадцатеричном, двоичном, десятичном или ASCII формате
Маркерные пакеты (за исключением SOF, 3 бита)	<p>PID (желтый, состояния «OUT», «IN», «SETUP», «PING»)</p> <p>Проверка PID (желтый при отсутствии ошибок, красный при наличии ошибок) — числовое значение</p> <p>Адрес (синий, 7 бит)</p> <p>Конечная точка (зеленый, 4 бита)</p> <p>CRC (синий при отсутствии ошибок, красный при наличии ошибок, 5 бит)</p>
Маркерные пакеты (SOF, 3 бита)	<p>PID (желтый, состояния «SOF»)</p> <p>Проверка PID (желтый при отсутствии ошибок, красный при наличии ошибок, 5 бит)</p> <p>Кадр (зеленый, 11 бит) — номер кадра</p> <p>CRC (синий при отсутствии ошибок, красный при наличии ошибок, 5 бит)</p>
Пакеты данных (от 3 до 1027 бит)	<p>PID (желтый, состояния «DATA0», «DATA1», «DATA2», «MDATA»)</p> <p>Проверка PID (желтый при отсутствии ошибок, красный при наличии ошибок, 16 бит)</p>
Пакет квитирования установления связи (1 бит)	<p>PID (желтый, состояния «ACK», «NAK», «STALL», «NYET», «PRE», «ERR»)</p> <p>Проверка PID (желтый при отсутствии ошибок, красный при наличии ошибок) — числовое значение</p> <p>Адрес хаба (зеленый, 7 бит)</p> <p>Флаг SC (синий, 1 бит)</p> <p>Адрес порта (зеленый, 7 бит)</p> <p>Поля S и E (синий, 2 бита)</p> <p>Поле ET (зеленый, 2 бита)</p> <p>CRC (синий при отсутствии ошибок, красный при наличии ошибок, 5 бит)</p>
Анализ сигналов нескольких шин	Не применяется



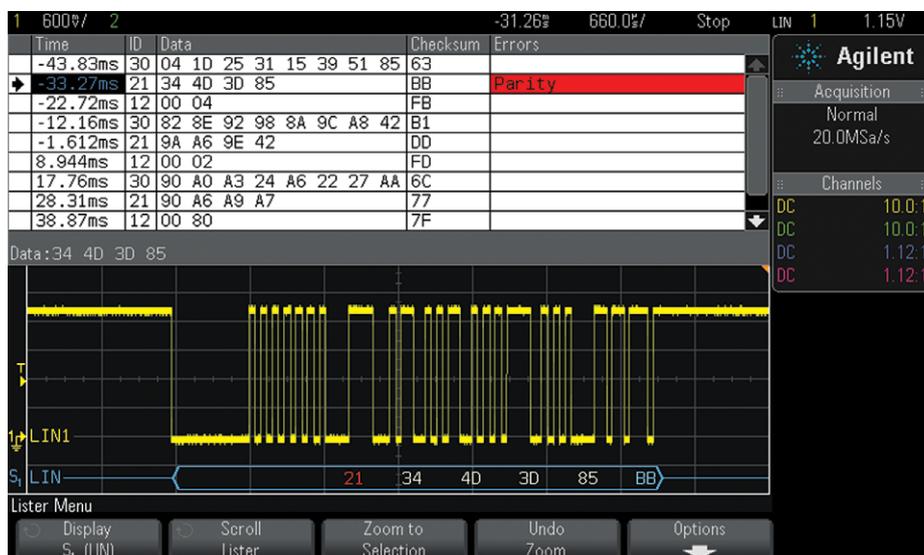
Технические характеристики

Характеристики шины CAN (опции DSOX2AUTO, DSOX3AUTO и DSOX4AUTO)	
Входы для сигналов CAN	Аналоговые каналы 1, 2, 3 и 4 Цифровые каналы D0 - D15, не дифференциальные (только осциллографы серий 3000 X и 4000 X)
Типы сигналов	Rx Tx CAN_L CAN_H Дифференциальный Diff (L-H) Дифференциальный Diff (H-L)
Скорость передачи данных	От 10 кбит/с до 5 Мбит/с
Запуск	Начало кадра (SOF) Идентификатор удаленного кадра (RMT) Идентификатор кадра данных (~RMT) Идентификатор удаленного кадра или кадра данных Идентификатор кадра данных и данные Ошибочный кадр Все ошибки (включая ошибки формата, которые не генерируют помеченные флагами ошибочные кадры) Ошибка подтверждения приема Кадры перегрузки Длина идентификатора: 11 бит или 29 бит (увеличенная)
Аппаратное декодирование	Идентификатор кадра (шестнадцатеричные числа желтого цвета) Удаленный кадр (сообщение «RMT» зеленого цвета) Код длины данных (сообщение «DLC» синего цвета) Байты данных (шестнадцатеричные числа белого цвета) CRC (шестнадцатеричные числа синего цвета при отсутствии ошибок, красного — при наличии ошибок) Ошибочный кадр (двухуровневая трасса красного цвета и сообщение «ERR» на красном фоне) Ошибка формата (двухуровневая трасса и сообщение «?» красного цвета) Кадр перегрузки (сообщение «OVRD» синего цвета) Бездействующая шина (трасса среднего уровня темно-синего цвета) Активная шина (двухуровневая трасса темно-синего цвета)
Анализ сигналов нескольких шин	Шина CAN и одна любая другая последовательная шина, включая другую шину CAN (только осциллографы серий 3000 X и 4000 X)
Функция сумматора	Общее количество кадров, общее количество кадров перегрузки, общее количество ошибочных кадров, коэффициент использования шины (загрузка шины)
Тестирование глазковой диаграммы на соответствие маске (требуется опция DSOX3MASK)	Возможность загрузки файлов масок, различающихся полярностью дифференциальных пробников, скоростью передачи данных и длиной сети



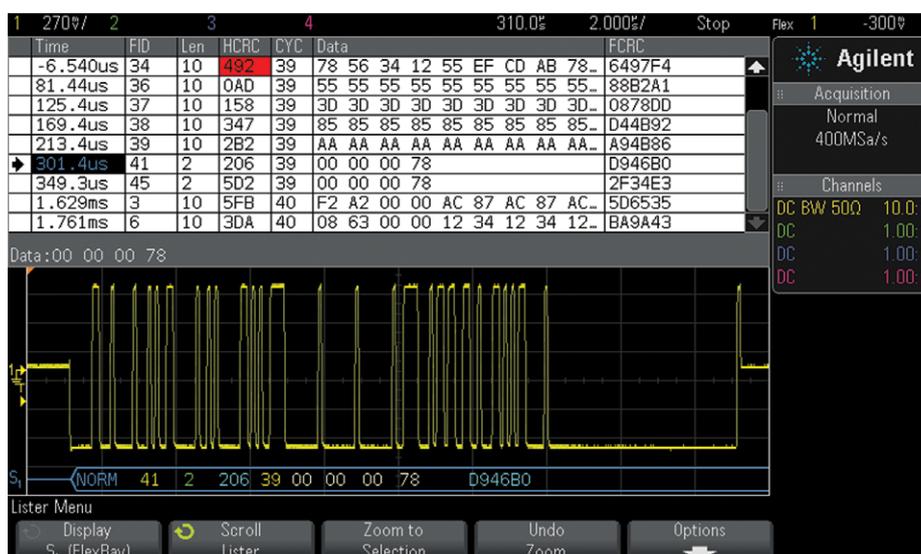
Технические характеристики

Характеристики шины LIN (опции DSOX2AUTO, DSOX3AUTO и DSOX4AUTO)	
Входы для сигналов LIN	Аналоговые каналы 1, 2, 3 и 4 Цифровые каналы D0 - D15 (только осциллографы серий 3000 X и 4000 X)
Стандарты LIN	LIN 1.3 или LIN 2.0
Скорость передачи данных	От 2400 бит/с до 625 кбит/с
Запуск	Разрыв синхронизации (Sync Break) Идентификатор кадра (шестнадцатеричные числа от 0X00 до 0X3F) Идентификатор кадра и данные
Аппаратное декодирование	Идентификатор кадра (6-разрядные шестнадцатеричные числа желтого цвета) Идентификатор кадра и дополнительные биты четности (8-разрядные шестнадцатеричные числа желтого цвета при отсутствии ошибок, красного — при наличии ошибки бита четности) Байты данных (шестнадцатеричные числа белого цвета) Контрольная сумма 2.0 (шестнадцатеричные числа белого цвета) Контрольная сумма 1.3 (шестнадцатеричные числа синего цвета при отсутствии ошибок и красного — при наличии ошибок) Ошибка синхронизации (сообщение «SYNC» красного цвета) Заголовок телеграммы макс. (сообщение «THM» красного цвета) Кадр телеграммы макс. (сообщение «TFM» красного цвета) Ошибка четности (сообщение «PAR» красного цвета) Ошибка активизации LIN 1.3 (сообщение «WUP» красного цвета) Бездействующая шина LIN 1.3 (трасса среднего уровня темно-синего цвета) Бездействующая шина LIN 2.0 (двухуровневая трасса темно-синего цвета) Активная шина (двухуровневая трасса темно-синего цвета)
Анализ сигналов нескольких шин	Шина LIN и одна любая другая последовательная шина, включая другую шину LIN (только осциллографы серий 3000 X и 4000 X)



Технические характеристики

Характеристики шины FlexRay (опции DSOX3FLEX и DSOX4FLEX)	
Входы для сигналов FlexRay	Аналоговые каналы 1, 2, 3 и 4 (с использованием дифференциального пробника)
Каналы FlexRay	A или B
Скорость передачи данных	2,5 Мбит/с, 5,0 Мбит/с, 10 Мбит/с
Запуск по кадру	<ul style="list-style-type: none"> Тип кадра: начальный (SUP), НЕ начальный (~SUP), синхронизации (SYNC), НЕ синхронизации (~SYNC), нулевой (NULL), НЕ нулевой (~NULL), нормальный (NORM), все Идентификатор кадра: от 1 до 2074 (в десятичном формате), все Цикл: <ul style="list-style-type: none"> – Базовый: от 0 до 63 (в десятичном формате), все – Повторение: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 (в десятичном формате), все
Ошибка запуска	<ul style="list-style-type: none"> • Все ошибки • Ошибка CRC заголовка • Ошибка CRC кадра
Событие запуска	<ul style="list-style-type: none"> • Активация • Последовательность начала передачи (TSS) • Последовательность начала байта (BSS) • Последовательность конца пакета или динамического слежения (FES/DTS)
Декодирование данных кадра	<ul style="list-style-type: none"> • Тип кадра (надпись NORM, SYNC, SUP или NULL синего цвета) • Идентификатор кадра (десятичное число желтого цвета) • Длина полезной нагрузки (количество слов в десятичном формате, зеленого цвета) • CRC заголовка (шестнадцатеричные числа синего цвета при отсутствии ошибок, красного — при наличии ошибок) • Номер цикла (десятичное число желтого цвета) • Байты данных (шестнадцатеричные числа белого цвета) • CRC кадра (шестнадцатеричные числа синего цвета при отсутствии ошибок, красного — при наличии ошибок)
Функция сумматора	<ul style="list-style-type: none"> • Общее количество кадров • Общее количество кадров синхронизации • Общее количество нулевых кадров
Тестирование глазковой диаграммы на соответствие маске (требуется опция DSOX3MASK и загружаемые файлы масок)	<p>Стандартное напряжение в точке TP1 (только для скорости передачи 10 Мбит/с) Повышенное напряжение в точке TP1 (только для скорости передачи 10 Мбит/с) Стандартное напряжение в точке TP11 (только для скорости передачи 10 Мбит/с) Повышенное напряжение в точке TP11 (только для скорости передачи 10 Мбит/с) Точки TP4 для скорости передачи 10 Мбит/с, TP4 для скорости передачи 5 Мбит/с и TP4 для скорости передачи 2,5 Мбит/с</p>
Анализ сигналов нескольких шин	Шина FlexRay и одна любая другая последовательная шина (включая другую шину FlexRay)

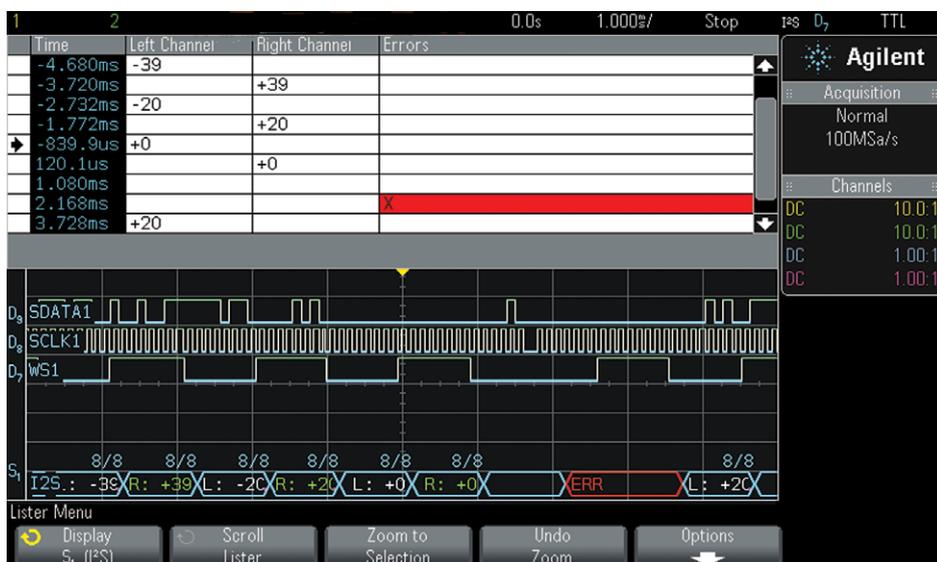


Программа для тестирования сигналов шины FlexRay на соответствие спецификации физического уровня (требуются опции DS0X3FLEX/DS0X4FLEX, DS0X3MASK/DS0X4MASK и DS0X3SGM)

Таблица 1. Тестирование входных сигналов приемника	
Тестируемые параметры	Описание теста
Тестирование глазковой диаграммы на соответствие маске:	
TP4 – Все	Тестирование по маске сигналов всех кадров
TP4 – ID	Тестирование по маске сигналов заданного кадра
Выборочное тестирование целостности сигнала по выделенной с помощью 13 МГц ФНЧ логической «1»:	
uData1Top	Заданный максимальный уровень
dBitShort	Одиночный бит минимальной длительности
dBitLengthVariation	Асимметрия бита
dEdge01	Длительность нарастающего фронта (от –300 мВ до +300 мВ)
dEdge10	Длительность спадающего фронта (от +300 мВ до –300 мВ)
dEdgeMax	Самый медленный фронт
Sq1	Качество сигнала выделенной «1»
Выборочное тестирование целостности сигнала по выделенному с помощью 13 МГц ФНЧ логическому «0»:	
uData0Top	Заданный минимальный уровень
dBitShort	Одиночный бит минимальной длительности
dBitLengthVariation	Асимметрия бита
dEdge01	Длительность нарастающего фронта (от –300 мВ до +300 мВ)
dEdge10	Длительность спадающего фронта (от +300 мВ до –300 мВ)
dEdgeMax	Самый медленный фронт
Sq0	Качество сигнала выделенного «0»
Тесты расширенной диагностики:	
gdTSSSTransmitter	Длительность последовательности начала передачи на приемнике
MCT	Среднее скорректированное время цикла
uBusRx-Data	Амплитуда импульса данных 1
-uBusRx-Data	Амплитуда импульса данных 0
uRx-Idle	Средний уровень неактивности
dBusRx01	Время нарастания с уровня Data0 до уровня Data1 (от –300 мВ до +300 мВ)
dBusRx10	Время спада с уровня Data1 до уровня Data0 (от +300 мВ до –300 мВ)

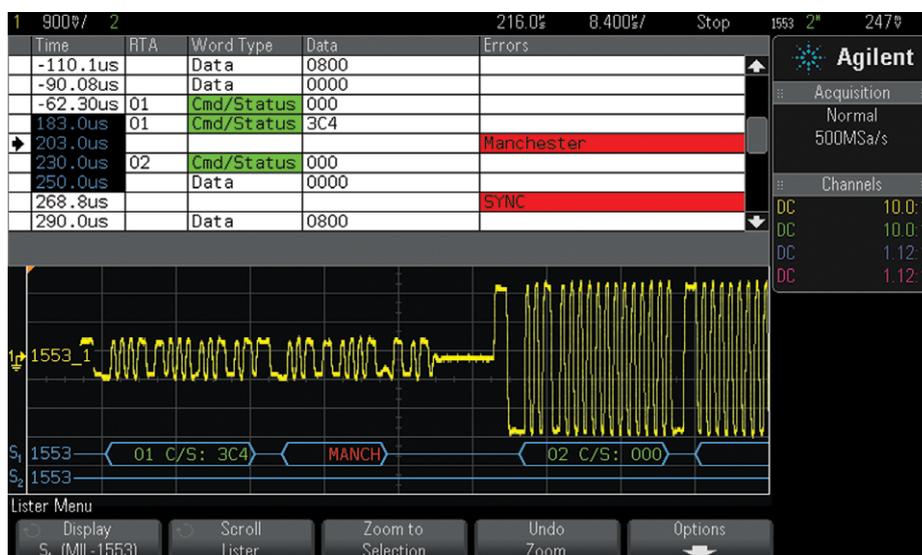
Таблица 2: Тестирование выходных сигналов передатчика	
Тестируемые параметры	Описание теста
Тестирование глазковой диаграммы на соответствие маске (только для скорости передачи 10 Мбит/с):	
TP1 – Std V	Тестирование по маске выходных сигналов передатчика шины стандартного напряжения
TP1 – Incr V	Тестирование по маске выходных сигналов передатчика шины повышенного напряжения
TP11 – Std V	Тестирование по маске выходных сигналов активной звезды стандартного напряжения
P11 – Incr V	Тестирование по маске выходных сигналов активной звезды повышенного напряжения
Тесты расширенной диагностики:	
gdTSSSTransmitter	Длительность последовательности начала передачи
uBusTx-Data	Амплитуда импульса данных 1
-uBusTx-Data	Амплитуда импульса данных 0
uRx-Idle	Средний уровень неактивности
dBusTx01	Время нарастания с уровня Data0 до уровня Data1 (от 20% до 80%)
dBusTx10	Время спада с уровня Data1 до уровня Data0 (от 80% до 20%)

Характеристики шины I ² S (опции DSOX3AUDIO и DSOX4AUDIO)	
Входы для сигналов SCLK, WS и SDATA	Аналоговые каналы 1, 2, 3 и 4 Цифровые каналы D0 - D15
Конфигурация шины	
Размер передаваемого слова	От 4 до 32 бит (выбирается пользователем)
Размер декодируемого/принимаемого слова	От 4 до 32 бит (выбирается пользователем)
Выравнивание	Стандартное, по левому краю, по правому краю
Выбор слова — нижний уровень	Левый канал или правый канал
Фронт сигнала SCLK	Положительный, отрицательный
Основание системы счисления декодированных данных	Шестнадцатеричное число (число в дополнительном двоичном коде) или десятичное число со знаком
Скорость передачи данных	От 2400 бит/с до 625 кбит/с
Запуск:	
Аудиоканал	Левый, правый или любой
Режимы запуска	= (равно заданному значению данных) ≠ (не равно заданному значению данных) < (меньше заданного значения данных) > (больше заданного значения данных) >> (в пределах диапазона заданных значений данных) <> (вне диапазона заданных значений данных) Возрастающее значение, которое пересекает заданные значения активизации запуска (<=) и запуска (>=) Убывающее значение, которое пересекает заданные значения активизации запуска (<=) и запуска (>=)
Аппаратное декодирование	
Левый канал	L: «декодированное значение» белого цвета
Правый канал	R: «декодированное значение» зеленого цвета
Ошибка	Сообщение «ERR» красного цвета (несовпадение размеров переданных и принятых слов или неверная передача входных сигналов)
Индикатор размера слова	«Количество переданных / Количество принятых» тактовых сигналов синего цвета над каждым декодированным словом
Анализ сигналов нескольких шин	Шина I ² S и одна любая другая последовательная шина (исключая другую шину I ² S)



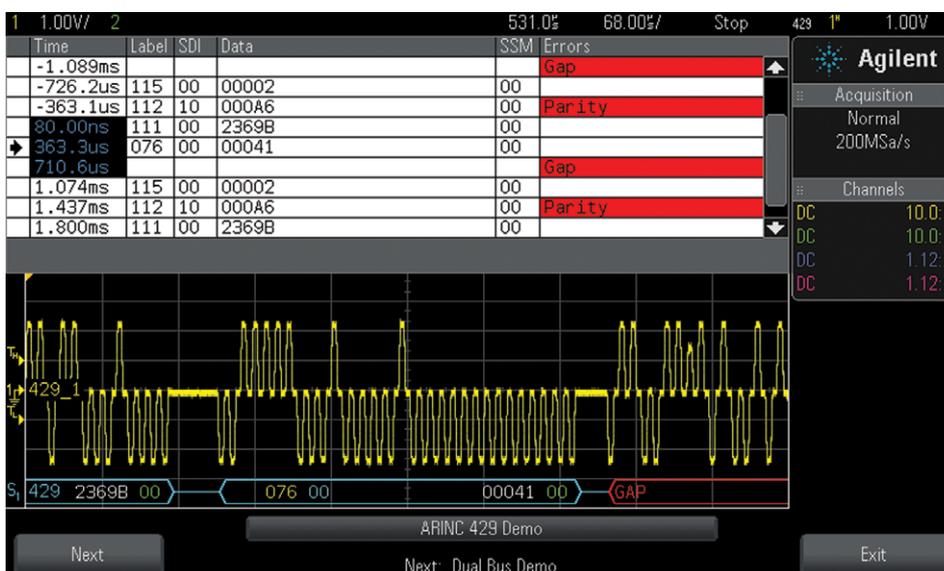
Характеристики высокоскоростной шины MIL-STD 1553 (опции DSOX3AERO и DSOX4AERO)

Входы для сигналов MIL-STD 1553	Аналоговые каналы 1, 2, 3 и 4 (с использованием активного дифференциального пробника)
Запуск	<ul style="list-style-type: none"> • Стартовое слово данных • Стоповое слово данных • Стартовое командное слово / слово состояния • Стоповое командное слово / слово состояния • Адрес удаленного терминала (шестнадцатеричное число) • Адрес удаленного терминала (шестнадцатеричное число) + 11 бит (двоичное число) • Ошибка четности • Ошибка синхронизации • Ошибка манчестерского кода
Декодирование с аппаратным ускорением и цветовой индикацией	<ul style="list-style-type: none"> • Основание системы счисления декодированных данных: шестнадцатеричное или двоичное число • Командное слово или слово состояния («C/S» зеленого цвета) • Адрес удаленного терминала (шестнадцатеричное или двоичное число зеленого цвета) • 11 бит, следующих за адресом удаленного терминала (шестнадцатеричное или двоичное число зеленого цвета) • Слово данных («D» белого цвета) • Биты слова данных (шестнадцатеричные или двоичные числа белого цвета) • Ошибка четности (весь декодированный текст красного цвета) • Ошибка синхронизации (надпись «Sync» красного цвета) • Ошибка манчестерского кода (надпись «Manch» красного цвета)
Тестирование глазковой диаграммы на соответствие маске (требуется опция DSOX3MASK и загружаемые файлы масок)	<ul style="list-style-type: none"> • Системный вход с трансформаторной связью • Системный вход с непосредственной связью • Вход контроллера шины с трансформаторной связью • Вход контроллера шины с непосредственной связью • Вход удаленного терминала с трансформаторной связью • Вход удаленного терминала с непосредственной связью
Анализ сигналов нескольких шин	Шина MIL-STD 1553 и одна любая другая последовательная шина (включая другую шину MIL-STD 1553)



Технические характеристики

Характеристики высокоскоростной шины ARINC 429 (опции DSOX3AERO и DSOX4AERO)	
Входы для сигналов ARINC 429	Аналоговые каналы 1, 2, 3 и 4 (с использованием активного дифференциального пробника)
Скорость передачи данных	Высокая: 100 кбит/с Низкая: 12,5 кбит/с
Запуск	Стартовое слово Стоповое слово Метка (восьмеричное число) Метка (восьмеричное число) + биты (двоичное число) Область меток (восьмеричное число) Ошибка четности Ошибка слова Ошибка паузы Ошибка слова или паузы Все ошибки Все биты (полезно при тестировании глазковых диаграмм) Все биты «0» Все биты «1»
Декодирование с аппаратным ускорением и цветовой индикацией	Формат слова: Метка/Идентификатор «Источник/Назначение»/Данные/«Знак/Статус матрицы» или Метка/ Данные/«Знак/Статус матрицы» или Метка/ Данные Метка (восьмеричное число желтого цвета) Идентификатор «Источник/Назначение» (двоичное число синего цвета) Данные (шестнадцатеричные или двоичные числа белого цвета) Знак/Статус матрицы (двоичное число зеленого цвета) Ошибки (текстовое сообщение красного цвета)
Функция сумматора	Общее количество слов Общее количество ошибок
Тестирование глазковой диаграммы на соответствие маске (требуется опция DSOX3MASK и загружаемые файлы масок)	Тестирование глазковой диаграммы (100 кбит/с) Тестирование по логическим единицам (100 кбит/с) Тестирование по логическим нулям (100 кбит/с) Тестирование по нулевому уровню (100 кбит/с) Тестирование глазковой диаграммы (12,5 кбит/с) Тестирование по логическим единицам (12,5 кбит/с) Тестирование по логическим нулям (12,5 кбит/с) Тестирование по нулевому уровню (12,5 кбит/с)
Анализ сигналов нескольких шин	Шина ARINC 429 и одна любая другая последовательная шина (включая другую шину ARINC 429)



Информация для заказа

Различные опции для тестирования сигналов последовательных шин совместимы с большинством моделей осциллографов Agilent серий InfiniiVision 3000 X и 4000 X. Осциллографы начального уровня серии 2000 X поддерживают только опции для шин I²C/SPI, RS232/UART и CAN/LIN. Уже находящиеся в эксплуатации осциллографы InfiniiVision серии X могут быть модернизированы с помощью этих опций.

В большинстве номеров опций цифра после «DSOX» обозначает, с какой серией осциллографов эта опция может использоваться. Например, опция DSOX2EMBD используется с осциллографами серии 2000 X, а опция DSOX3EMBD — с осциллографами серии 3000 X.

Опция (модель)	Описание
DSOX2EMBD, DSOX3EMBD или DSOX4EMBD	Запуск по сигналам и декодирование сигналов шин I ² C и SPI
DSOX2COMP, DSOX3COMP или DSOX4COMP	Запуск по сигналам и декодирование сигналов шин RS232/UART
DSOX2AUTO, DSOX3AUTO или DSOX4AUTO	Запуск по сигналам и декодирование сигналов шин CAN и LIN
DSOX3FLEX или DSOX4FLEX	Запуск по сигналам и декодирование сигналов шины FlexRay
DSOX3AERO или DSOX4AERO	Запуск по сигналам и декодирование сигналов шин MIL-STD 1553 и ARINC 429
DSOX3AUDIO или DSOX4AUDIO	Запуск по сигналам и декодирование сигналов шины I ² S
DSOX2SGM и DSOX3SGM	Сегментированная память (в стандартной комплектации для осциллографов серии 4000 X)
DSOX2MASK, DSOX3MASK или DSOX4MASK	Тестирование на соответствие маске
DSOX4USBFL	Запуск по сигналам и декодирование сигналов низкоскоростной и полноскоростной шины USB 2.0
DSOX4USBH	Запуск по сигналам и декодирование сигналов высокоскоростной шины USB 2.0
DSOX4USBSQ	Тестирование качества сигнала шины USB 2.0 (для тестирования высокоскоростной шины требуются осциллографы с полосой пропускания 1,5 ГГц)
N2791A	Дифференциальный активный пробник с полосой пропускания 25 МГц (рекомендуется для использования с приложениями шин CAN, MIL-STD 1553 и ARINC 429)
N2792A	Дифференциальный активный пробник с полосой пропускания 200 МГц (рекомендуется для использования с приложениями шины FlexRay)
N2750A	Дифференциальный активный пробник с полосой пропускания 1,5 ГГц (рекомендуется для использования с приложениями высокоскоростной шины USB 2.0)
0960-2926	Адаптер DB9 для пробников N2791A и N2792A

Для осциллографов InfiniiVision имеются дополнительные опции и принадлежности. Для получения дополнительной информации по заказу этих опций и принадлежностей ознакомьтесь с первыми четырьмя документами из приведенного ниже списка.

Рекомендуемая литература

Название публикации	Тип публикации	Номер публикации
Осциллографы Agilent серии InfiniiVision 2000 X	Техническое описание	5990-6618EN
Осциллографы Agilent серии InfiniiVision 3000 X	Техническое описание	5990-6619EN
Осциллографы Agilent серии InfiniiVision 4000 X	Техническое описание	5991-1103EN
Пробники и принадлежности для осциллографов Agilent серии InfiniiVision	Руководство по выбору	5968-8153EN
Активные дифференциальные осциллографические пробники InfiniiMode N2750A/51A/52A	Техническое описание	5991-0560EN
Опция DSOX4USBSQ для тестирования качества сигнала шины USB 2.0	Техническое описание	5991-1762EN
Использование режима сегментированной памяти для анализа сигналов последовательных шин	Руководство по применению	5990-5817EN
Определение характеристик высокоскоростной последовательной шины USB 2.0 во встроенных устройствах	Руководство по применению	5991-1148EN
Тестирование глазковой диаграммы сигналов шины CAN на соответствие маске	Руководство по применению	5991-0484EN
Тестирование глазковой диаграммы сигналов шины FlexRay на соответствие маске	Руководство по применению	5990-4923EN
Тестирование глазковой диаграммы сигналов шины MIL-STD 1553 на соответствие маске	Руководство по применению	5990-9324EN
Тестирование глазковой диаграммы сигналов шины ARINC 429 на соответствие маске	Руководство по применению	5990-9325EN

Чтобы загрузить эти документы, вставьте номер публикации в URL-адрес: <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/xxxx-xxxxEN.pdf>

Дополнительная информация о продукции

Для получения самой последней и полной информации о продукции компании Agilent Technologies и ее применении посетите наш сайт:

www.agilent.com/find/2000X-Series
www.agilent.com/find/3000X-Series
www.agilent.com/find/4000X-Series



myAgilent

www.agilent.com/find/myagilent

Персонализированное представление наиболее важной для Вас информации.



www.axiestandard.org

AXIe представляет собой открытый стандарт, основанный на AdvancedTCA, с расширениями для контрольно-измерительных приложений. Компания Agilent является одним из основателей консорциума AXIe.



www.lxistandard.org

Стандарт LXI (LAN eXtensions for Instrumentation) позволяет в полной мере использовать преимущества технологий передачи Ethernet, сетевых возможностей Internet и протоколов LAN в измерительных системах. Компания Agilent является одним из основателей консорциума LXI.

Agilent Channel Partners

www.agilent.com/find/channelpartners

Получите двойную выгоду: богатый опыт и широкий выбор продуктов Agilent в сочетании с удобствами, предлагаемыми торговыми партнерами.



Программа компании Agilent по сервисной поддержке своих приборов позволяют успешно эксплуатировать оборудование в течение всего срока службы. Для поддержания вашей конкурентоспособности мы постоянно совершенствуем инструменты и технологии, ускоряющие калибровку и ремонт, снижающие стоимость владения. Используйте информационную систему Agilent Infoline для более эффективного управления оборудованием и услугами. Мы делимся с вами опытом измерений и обслуживания, помогая создавать продукты, изменяющие наш мир.

www.agilent.com/find/advantageservices



www.agilent.com/quality

Microsoft® является зарегистрированной торговой маркой Microsoft Corporation.

www.agilent.com
www.agilent.com/find/2000X-Series
www.agilent.com/find/3000X-Series
www.agilent.com/find/4000X-Series

Для получения дополнительной информации о продукции Agilent, ее применении, а также о предоставляемых услугах обращайтесь, пожалуйста,

в Российское представительство компании Agilent Technologies:

Россия, 115054, Москва, Космодамианская набережная, д. 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 797 3954
8 800 500 9286 (звонок по России бесплатный)

Факс: +7 (495) 797 3902

e-mail: tmo_russia@agilent.com

www.agilent.ru

Сервисный центр Agilent Technologies:

ООО «Аджилент Текнолоджиз»

Россия, 115054, Москва, Космодамианская набережная, д. 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 797 3900

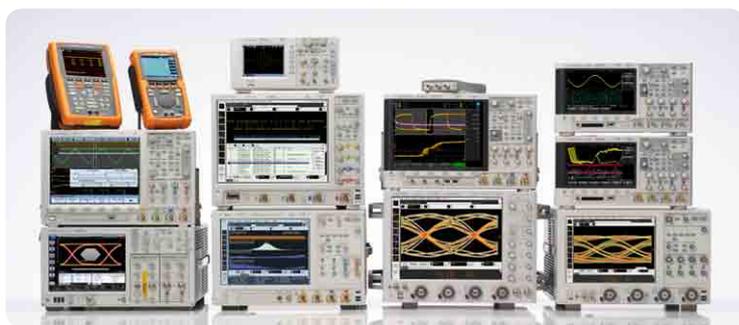
e-mail: russia.ssu@agilent.com

Полный список представительств Agilent Technologies в других странах приведен на сайте:

www.agilent.com/find/contactus

Технические характеристики и описания приборов могут изменяться без предварительного уведомления.

© Agilent Technologies, Inc. 2012, 2013
Отпечатано в России, 19 февраля 2013 г.
5990-6677RURU



Осциллографы Agilent Technologies

Различное конструктивное исполнение | Верхняя граница полосы пропускания от 20 МГц до 90 ГГц и более

Лучшие в отрасли характеристики | Приложения с широкими возможностями



Agilent Technologies