

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

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

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

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

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

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

Осциллографы с масштабируемой архитектурой

Серия DPO70000SX

Осциллограф серии DPO70000SX выполняет захват и анализ сверхширокополосных сигналов в режиме реального времени в диапазоне частот до 70 ГГц. Архитектура AT1 позволяет достичь минимального уровня собственных шумов и высочайшей целостности сигнала при захвате в режиме реального времени.

- Высокое качество сигнала и превосходное отношение сигнал/шум
- Стабильная и точная синхронизация каналов для высококачественного анализа сигналов
- Компактный и масштабируемый прибор для создания гибких конфигурируемых систем

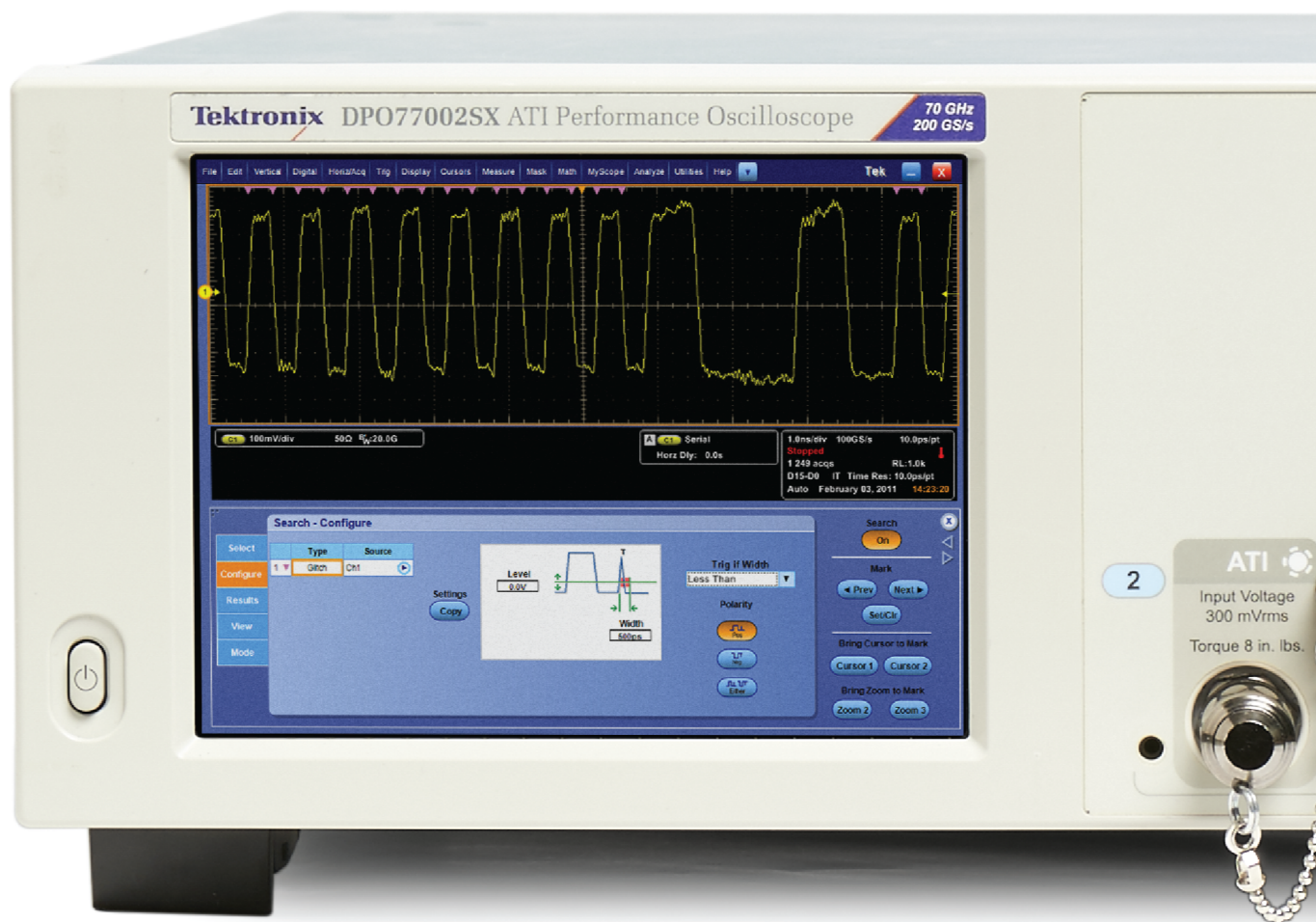
Введение

Осциллографы серии DPO70000SX обладают наилучшими характеристиками в режиме реального времени в сверхширокой полосе частот.

- Для захвата сигналов с частотой до 70 ГГц в режиме реального времени с минимальным уровнем шума используется запатентованная Tektronix технология AT1
- Компактный корпус высотой 5¼ дюймов (3U) можно использовать для создания масштабируемых многоканальных систем
- Точность измерений и масштабирование обеспечиваются с помощью шины межприборной синхронизации UltraSync
- Улучшенный запуск по перепаду в полосе >25 ГГц, новая уникальная функция запуска по огибающей

В когерентных оптических линиях дальней связи, высокоскоростных каналах 400 Гбит/с и в широкополосной радиосвязи важно захватывать сигналы с высокой точностью и низким уровнем шума. В самой передовой модели DPO77002SX используется архитектура AT1 (асинхронное чередование во времени), обеспечивающая сбор данных в режиме реального времени в полосе 70 ГГц с частотой дискретизации 200 Гвыб./с (разрешение 5 пс). Эта симметричная архитектура, запатентованная Tektronix, обеспечивает значительное снижение шума по сравнению с известными методами чередования полос пропускания. Осциллографы серии DPO70000SX обладают минимальным в отрасли уровнем собственных шумов, высочайшим качеством и функциями для расширенного анализа модуляции сложных оптических сигналов, анализа джиттера и шума в высокоскоростных последовательных интерфейсах и анализа частоты, фазы и модуляции широкополосных РЧ сигналов.





Производительные осциллографы DPO70000SXc технологией ATI

- Аналоговая полоса пропускания 70 ГГц, 59 ГГц или 50 ГГц
- Архитектура ATI с низким уровнем шума
- Частота дискретизации в реальном времени 200 Гвыб/с, 5 пс/точка

Осциллографы с цифровым люминофором DPO70000SX

- Аналоговая полоса пропускания 33 ГГц или 23 ГГц
- Частота дискретизации в реальном времени 100 Гвыб/с, 10 пс/точка



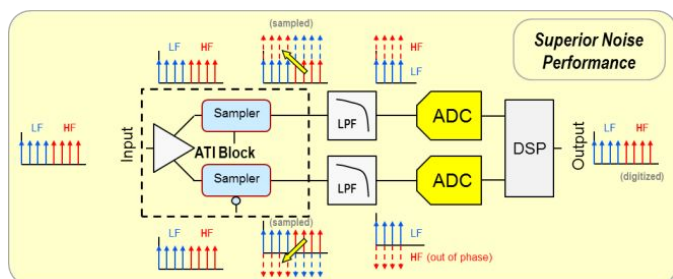
Области применения

- Когерентная оптическая модуляция
- Исследования и оборона
- Передача данных

Архитектура АТІ обеспечивает минимальный уровень шума

В современных осциллографах реального времени преобразование сверхширокополосных сигналов в цифровую форму выполняется посредством распределения входного сигнала между двумя трактами АЦП и последующей обработки цифровым сигнальным процессором для реконструкции исходного сигнала. В отличие от известных схем, запатентованная компанией Tektronix уникальная архитектура АТІ основана на симметричном методе, при котором полный сигнал подается в оба тракта АЦП, что способствует снижению собственного шума прибора.

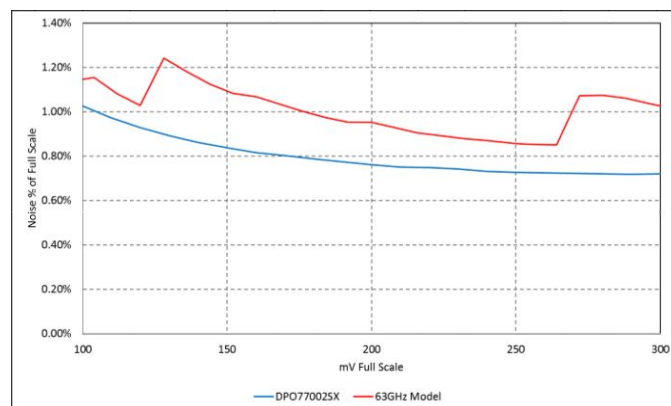
На структурной схеме показано, что входной сигнал подается на специализированную ИС АТІ, в которой он дискретизируется и поочередно подается в каждый тракт АЦП. Тактовый сигнал с частотой 75 ГГц эффективно выполняет операцию "свертки" входного сигнала до частоты 37,5 ГГц перед его преобразованием в цифровую форму. Каждый тракт АЦП работает с частотой дискретизации 100 Гвыб./с, а полоса спектра после свертки не превышает 40 ГГц, чтобы выполнить условие теоремы Котельникова. Чередование фазы дискретизатора приводит к инверсии фазы сигнала в одном тракте АЦП, что обеспечивает точную реконструкцию конечного оцифрованного сигнала.



При наличии двух копий оцифрованного полного сигнала можно выполнить обратную свертку спектра сигнала с использованием процедуры цифровой обработки, аналогичной дискретизации, и объединить эти копии для реконструкции входного сигнала. При объединении двух копий сигнала выполняется эффективное усреднение, чтобы уменьшить случайный шум. Инверсия фазы в процессе дискретизации приводит к непосредственному взаимному подавлению компонент ПЧ, что упрощает реконструкцию и калибровку сигнала.

Таким образом архитектура АТІ увеличивает отношение сигнал/шум прибора по сравнению с известными методами цифрового чередования полос пропускания. При чередовании полос пропускания входной сигнал непосредственно делится на верхнюю и нижнюю полосы частот. Такое деление сигнала приводит к необходимости понижающего преобразования верхней полосы частот перед АЦП, в то время как нижняя полоса частот непосредственно подается на АЦП. Асимметричный подход затрудняет реконструкцию и калибровку сигнала и приводит к появлению фазовых или частотных искажений. При таком делении сигнала невозможно уменьшить шум. Эти проблемы исключаются при применении уникальной симметричной архитектуры, которую использует технология АТІ.

Результат сравнения флуктуационного шума осциллографа Tektronix DPO77002SX и осциллографа с полосой пропускания 63 ГГц другого производителя, настроенных на полосу сигнала 60 ГГц, показывает эффективность технологии АТІ для сбора данных с минимальным шумом.

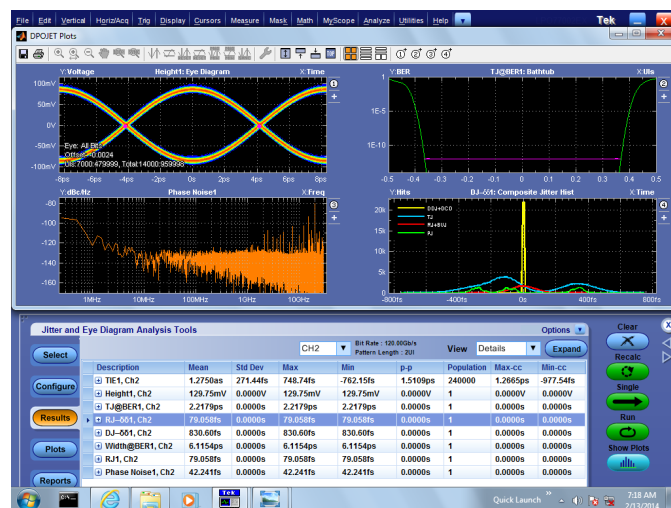


Сравнение модели DPO77002SX с осциллографом с полосой пропускания 63 ГГц другого производителя: Зависимость флуктуационного шума в % от полного диапазона в мВ при центрировании трассы, полосе пропускания 60 ГГц и максимальной частоте дискретизации 200 Гвыб./с или 160 Гвыб./с.

Уровень собственного шума и джиттера

Абсолютно новый генератор тактовых сигналов имеет чрезвычайно низкий джиттер (65 фс_{ср.кв.}), который в сочетании с очень низким уровнем шума, обеспечиваемым технологией АТІ, позволяет минимизировать общий уровень собственного шума и джиттера в модели DPO77002SX. При полном диапазоне 300 мВ уровень собственного шума и джиттера равен 123 фс_{ср.кв.}, что даже меньше, чем у приборов с меньшей полосой пропускания.

На рисунке показан анализ джиттера синусоидального сигнала частотой 60 ГГц, поданного на вход АТІ. Мы видим незакрытый глаз со случайным джиттером <80 фс_{ср.кв.}.



Компактный осциллограф с высочайшими характеристиками

Модели серии DPO70000SX весьма компактны, что позволяет повысить эффективность использования рабочего пространства и расширить возможности размещения. С помощью осциллографов серии SX можно собирать данные в режиме реального времени в сверхширокой полосе частот, при этом можно использовать большие внешние мониторы, применять различные средства автоматизации и дистанционно анализировать собранные данные.

Компактные автономные осциллографы серии DPO70000SX не только выполняют те же функции, что и настольные осциллографы серии DPO70000DX, но и имеют в два раза меньшую высоту за счет использования внешнего дисплея, клавиатуры и мыши. На осциллографах серии SX можно запускать приложения расширенного анализа и, как и настольные приборы, они выполняют автоматические измерения с использованием встроенной системы управления или внешнего компьютера.

Осциллограф DPO77002SX 70 ГГц, использующий технологию AT1, может работать в одноканальном режиме с полосой пропускания 70 ГГц и частотой дискретизации 200 Гвыб./с или двухканальном режиме с полосой пропускания 33 ГГц и частотой дискретизации 100 Гвыб./с по каждому каналу. Прибор оснащен малошумящим входом AT1 с разъемом 1,85 мм для подачи сигналов с частотой до 70 ГГц, а также универсальными входами TekConnect для подачи сигналов с частотой до 33 ГГц с помощью пробников или понижающих преобразователей.



Модель DPO73304SX имеет конфигурацию с 2 каналами с полосой 33 ГГц и частотой дискретизации 100 Гвыб./с или конфигурацию с 4 каналами с полосой 23 ГГц и частотой дискретизации 50 Гвыб./с для захвата данных в режиме реального времени. По этим характеристикам данная модель соответствует настольной модели DPO73304DX, но выгодно отличается от нее компактностью.

Все модели серии DPO70000SX обладают великолепными характеристиками запуска, характерными для осциллографов реального времени, в частности, возможностью запуска по перепаду в полосе >25 ГГц и по глитчу длительностью <40 пс. Новая функция запуска по окну использует для запуска огибающую пакетов РЧ сигнала с возможностью указания длительности огибающей. Превосходные характеристики таймера, измеряющего длительность импульсов, обеспечивают высокоточное выделение битов указанной ширины в высокоскоростных потоках последовательных данных и обнаружение рантов в псевдослучайных сигналах. Осциллографы серии DPO70000SX имеют дополнительный вход внешнего запуска по перепаду с малым джиттером, который предусматривает использование принадлежностей TekConnect для согласования разнообразных сигналов.

Удобство и простота использования

Высота в два раза меньше, чем у настольных моделей

Приборы серии DPO70000SX имеют высоту 5¼" (3U), что позволяет оптимально использовать рабочее пространство и легко изменять конфигурацию контрольно-измерительного оборудования. Два прибора DPO70000SX, установленные в стойку, имеют высоту, меньшую высоты аналогичных настольных приборов, а по характеристикам превосходят их.

Полнофункциональный осциллограф

Компактные модели серии SX представляют собой полнофункциональные высококачественные осциллографы. Они могут непосредственно работать с приложениями Tektronix для расширенного анализа джиттера, шума, оптической модуляции или спектрального анализа без использования отдельного компьютера.



Конфигурация 2 x 70 ГГц, 4 x 33 ГГц с монитором и дополнительной передней панелью

Привычные органы управления в любом удобном месте

С помощью дополнительной передней панели DPO7AFP пользователь может управлять осциллографом, не используя переднюю панель прибора.



Панель DPO7AFP снабжена теми же органами управления, которые имеются в настольных приборах серий DPO/DSA/MSO/7000/70000, и выполнена в виде отдельного периферийного устройства с интерфейсом USB. Если передняя панель осциллографа недоступна, то им можно управлять с дополнительной панели.



Доступ к осциллографу через удаленный рабочий стол

Доступ к осциллографам серии DPO7000SX, как и ко всем современным настольным моделям осциллографов серий DPO/MSO70000, может осуществляться по сети с помощью приложения Windows® Remote Desktop (удаленный рабочий стол). Используйте это приложение для доступа к осциллографу из любой лаборатории в любой точке мира.

Прецизионная синхронизация многоприборных систем

Приборы серии DPO7000SX оснащены шиной межприборной синхронизации UltraSync. Эта шина используется для синхронизации тактовой частоты, запуска и пуска-останова измерений нескольких приборов подобно тому, как это выполняется в моноблочных приборах. В комплект поставки прибора входят кабели UltraSync длиной 1 м и 2 м для создания необходимой конфигурации измерительной системы и обеспечения надежной синхронизации приборов в системе.



- 12.5 GHz Sample Clock Reference
- Coordinated Trigger
- High speed data path

Шина UltraSync состоит из трех компонентов, необходимых для точной синхронизации приборов:

- Опорный генератор с частотой 12,5 ГГц, работающий в ведущем устройстве и выдающий тактовый сигнал каждому ведомому устройству для синхронизации выборок в процессе аналого-цифрового преобразования.



UltraSync connection on instrument with Master role

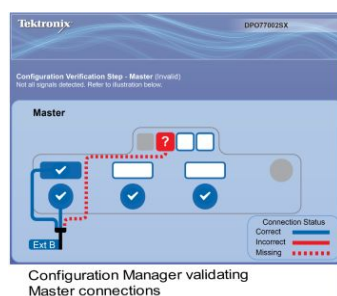


UltraSync connection on instrument with Extension role

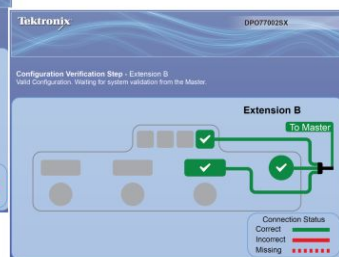
- Шина запуска для управления пуском-остановом всех приборов системы и подачей сигнала запуска от ведущего или ведомого устройства.
- Управление и передача данных от ведомых устройств ведущему осуществляется по шине PCIe, Gen 2, x4 со скоростью обмена до 2 Гбит/с.

В многоприборной конфигурации один осциллограф серии DPO7000SX играет роль ведущего устройства, а другие осциллографы работают как ведомые. Любая модель серии DPO7000SX может работать автономно, а в многоприборной конфигурации использоваться в качестве ведущего или ведомого устройства. Конфигурирование осуществляется посредством соединения приборов кабелями UltraSync без использования дополнительных элементов. Многоприборная конфигурация может быть в любой момент отключена, чтобы обеспечить автономную работу приборов. Для этого не требуется контроллер или другие принадлежности. И наоборот, автономные приборы могут быть легко объединены в многоприборную конфигурацию посредством соединения ведущего и ведомых устройств кабелями UltraSync.

При запуске многоприборной конфигурации приложение Configuration Manager проверяет соединения между ведущим и ведомыми устройствами и выдает графическую информацию при отсутствии или неправильном соединении приборов. После проверки система отображает пользовательский интерфейс TekScope, выполняющий сбор сигналов от ведущего и ведомых устройств для их отображения и анализа с помощью встроенных функций и набора приложений расширенного анализа.



Configuration Manager validating Master connections



Configuration Manager validating Extension connections

Масштабируемые и гибкие конфигурации

Многоприборные конфигурации осциллографов серии DPO7000SX обеспечивают не только улучшение характеристик, но и увеличение числа каналов. Конфигурация "ведущий-ведомый" предоставляет дополнительные входные каналы, синхронизированные с той же точностью, что и внутренние каналы, и управляемые одним пользовательским интерфейсом, таким как панель управления прибора или программный интерфейс автоматизированной измерительной системы.

Масштабируемая архитектура позволяет пользователям приобретать приборы с характеристиками, соответствующими не только современным требованиям – сбор данных по 4 каналам с полосой пропускания 33 ГГц и частотой дискретизации 100 Гвыб./с, но и требованиям систем следующих поколений – сбор данных по 2 каналам с полосой пропускания 70 ГГц и частотой дискретизации 200 Гвыб./с. Для получения 4 каналов с полосой пропускания 70 ГГц и частотой дискретизации 200 Гвыб./с можно объединить два прибора. Осциллографы четырёхприборной конфигурации в любое время могут быть разделены на пары или на автономные приборы для удовлетворения текущих требований тестирования.

Модель DPO77002SX имеет преимущества при использовании в одноканальной конфигурации с полосой пропускания 70 ГГц и частотой дискретизации 200 Гвыб./с, в частности для анализа РЧ сигналов или исследования импульсных лазеров. В этом случае, приобретая один прибор для одноканальных измерений с полосой пропускания 70 ГГц, пользователь получает возможность использовать 2 канала с полосой пропускания 33 ГГц. Дополнительные приборы для увеличения числа каналов можно купить позже и подсоединить их с помощью шины UltraSync.

Поддерживаются следующие многоприборные конфигурации:

2 DPO77002SX: 2 канала 70 ГГц, 200 Гвыб./с или 4 канала 33 ГГц, 100 Гвыб./с

4 DPO77002SX: 4 канала 70 ГГц, 200 Гвыб./с или 4¹ канала 33 ГГц, 100 Гвыб./с

2 DPO75902SX: 2 канала 59 ГГц, 200 Гвыб./с или 4 канала 33 ГГц, 100 Гвыб./с

4 DPO75902SX: 4 канала 59 ГГц, 200 Гвыб./с или 4¹ канала 33 ГГц, 100 Гвыб./с

2 DPO75002SX: 2 канала 50 ГГц, 200 Гвыб./с или 4 канала 33 ГГц, 100 Гвыб./с

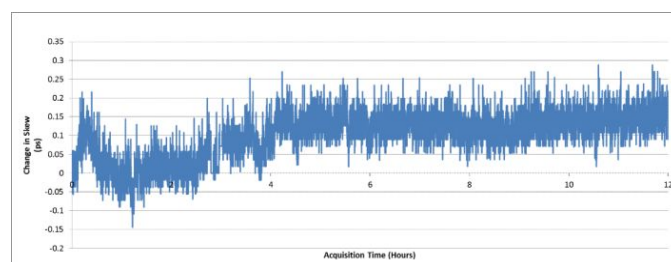
4 DPO75002SX: 4 канала 50 ГГц, 200 Гвыб./с или 4¹ канала 33 ГГц, 100 Гвыб./с

2 DPO73304SX: 4 канала 33 ГГц, 100 Гвыб./с или 4¹ канала 23 ГГц, 50 Гвыб./с

2 DPO73304SX: 4 канала 33 ГГц, 100 Гвыб./с или 4¹ канала 23 ГГц, 50 Гвыб./с

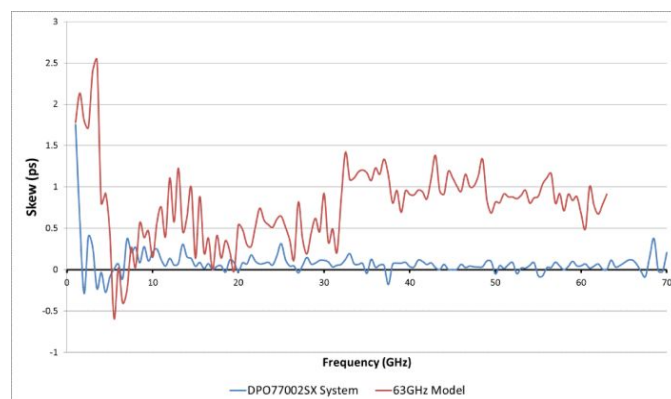
Стабильный фазовый сдвиг между каналами

Технология UltraSync обеспечивает высокоточную синхронизацию приборов в многоприборной конфигурации. Фазовый сдвиг между каналами практически не зависит от времени и температуры. Значение фазового сдвига составляет ≤ 250 фс_{ср.кв.}. На приведенной ниже зависимости фазового сдвига от времени, полученной с помощью осциллографа серии DPO77002SX, видно, что в процессе прогрева прибора (около 1 часа) амплитуда фазового сдвига равна 400 фс, а после прогрева – 350 фс. Эта кривая также демонстрирует исключительную стабильность фазового сдвига при сборе данных в течение 12 часов.



Зависимость фазового сдвига между каналами от времени в системе с осциллографом серии DPO77002SX.

Не менее важна зависимость фазового сдвига между двумя каналами от частоты (влияние групповой задержки). На приведенном ниже графике такие зависимости сравниваются для двухприборной системы DPO77004SX 70 ГГц и двухканальной одноприборной системы с полосой пропускания 63 ГГц другого производителя. Мы видим существенное уменьшение фазового сдвига между двумя каналами при использовании технологии UltraSync по сравнению с двухканальной одноприборной системой 63 ГГц другого производителя.



Сравнение зависимости фазового сдвига между двумя каналами от частоты в двухприборной системе DPO77002SX и двухканальной одноприборной системе с полосой пропускания 63 ГГц другого производителя.

¹ На экране отображается не более 4 каналов. Для доступа к дополнительным каналам используется программный интерфейс.

Короткий сигнальный тракт

Минимизация длины сигнального тракта очень важна при работе со сверхширокополосными сигналами на частоте порядка 70 ГГц. Компактность осциллографа серии DPO70000SX облегчает его размещение как можно ближе к тестируемому устройству. Опции дополнительной передней панели и удаленного рабочего стола обеспечивают высокую гибкость за счет исключения необходимости непосредственного доступа к передней панели прибора. При работе с разнообразными конфигурациями тестируемых устройств осциллографы серии SX предоставляют более широкий диапазон опций, чем традиционные настольные приборы.

Для уменьшения длины тракта входного сигнала в многоприборных конфигурациях один из двух приборов может быть перевернут. Расположение входа АТ1 внизу в центре блока обеспечивает в такой конфигурации минимальное расстояние между входными разъемами.

Приборы можно устанавливать под разными углами с учетом размещения тестируемого устройства, например под углом 90° при работе с объединительной платой и платами расширения или один напротив другого вокруг небольшого тестируемого устройства. При таком расположении можно получить сигнальный тракт минимальной длины и значительно увеличить отношение сигнал/шум. С помощью приложения SDLA можно компенсировать влияние элементов сигнального тракта, таких как кабели и адаптеры, чтобы повысить достоверность результатов анализа.

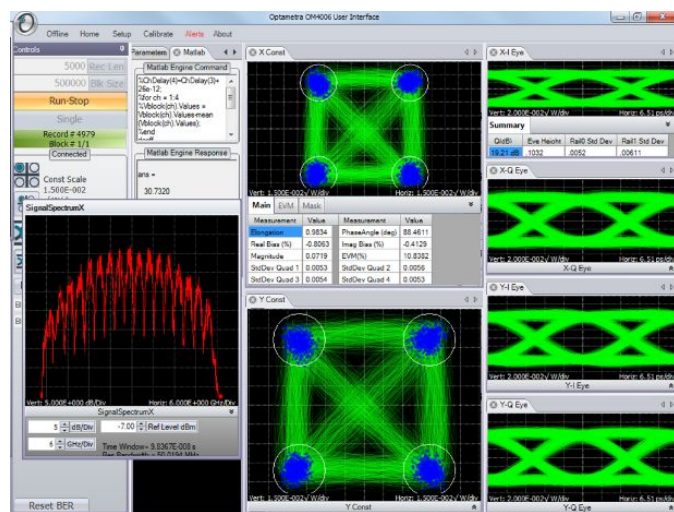
Области применения

Анализ модуляции когерентных оптических сигналов

Осциллографы серии DPO70000SX идеально подходят для анализа модуляции когерентных оптических сигналов различных форматов, передаваемых со скоростью до 400 Гбит/с или даже до 1 Тбит/с. Уникальная архитектура позволяет модернизировать прибор, добавляя каналы или расширяя полосу пропускания, чтобы эффективно тестировать системы передачи данных со скоростью 100 Гбит/с и в дальнейшем 400 Гбит/с и 1 Тбит/с. Низкопрофильный корпус осциллографа серии DPO70000SX позволяет размещать оптический приемник на минимальном расстоянии от входа прибора, что способствует уменьшению потерь сигнала в системе измерения когерентных оптических сигналов.



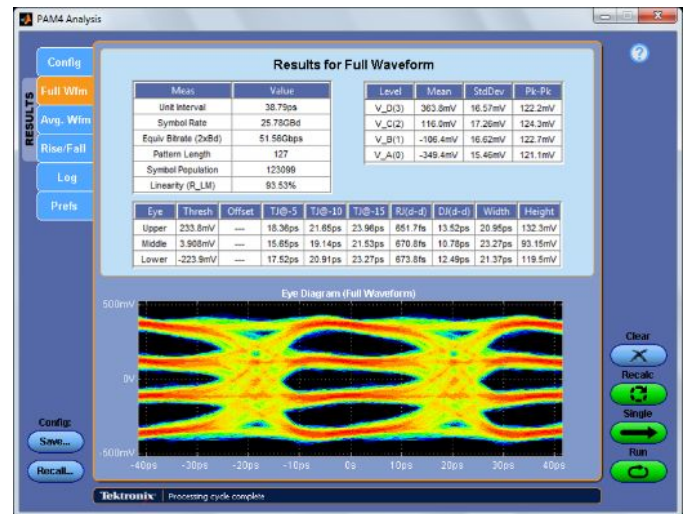
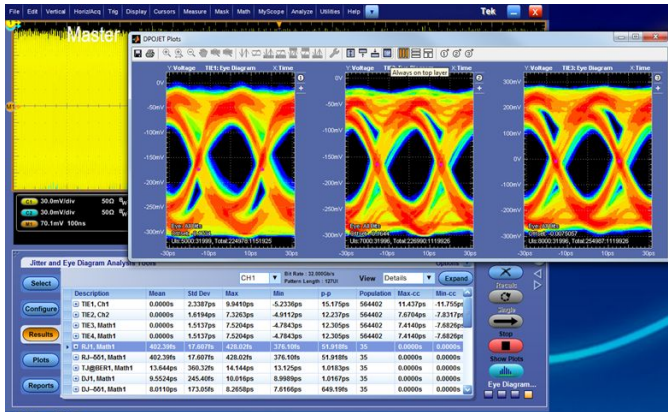
Повышение точности анализа модуляции обусловлено снижением амплитуды вектора ошибки (EVM) в приборе. Осциллограф серии DPO70000SX с технологией АТ1 обеспечивает минимальный в отрасли уровень собственных шумов, повышая качество измерений. Кроме того, эта система имеет 4 канала с полной полосой пропускания 70 ГГц при частоте дискретизации 200 Гвыб/с по каждому каналу, обеспечивая непревзойденные возможности анализа сигналов. Используя оптический приемник OM4524, инженеры, занимающиеся исследованиями и разработкой оптических систем, могут выполнять анализ и визуализацию цифровых сигналов с нестандартной модуляцией, применяя собственное аналитическое программное обеспечение для повышения эффективности ПО Matlab™.



- Полоса пропускания 70 ГГц по четырем каналам для систем передачи данных со скоростью 1 Тбит/с
- Минимальный в отрасли уровень шума позволяет уменьшить амплитуду вектора ошибки (EVM)
- Частота дискретизации 200 Гвыб/с по четырем каналам для слежения за фазой
- Небольшие размеры с возможностью добавления каналов и расширения полосы пропускания
- Настраиваемая цифровая обработка сигналов для расширенного анализа

Измерения сигналов с кодированием PAM4 и NRZ

Приборы серии DPO70000SX оснащены средствами проверки многих современных систем передачи данных 25/28 G, а также вновь появляющихся систем с постоянно растущей пропускной способностью (см. следующую таблицу). Осциллографы серии DPO70000SX с полосой пропускания 50 ГГц и 70 ГГц, использующие архитектуру ATI для уменьшения шума и дополненные инструментами анализа каналов последовательной передачи данных (SDLA) и ПО DPOJET для анализа джиттера и шума, позволяют компенсировать паразитные эффекты и точнее анализировать глазковые диаграммы для множества основных стандартов.



- Встроенная функция восстановления тактовой частоты для сигналов PAM4 и NRZ, передаваемых со скоростью до 140 Гбит/с
- Высокое разрешение по времени при частоте дискретизации до 200 Гвыб/с в каждом дифференциальном канале
- Исследование перепадов сигналов с использованием аппаратной системы запуска с полосой пропускания 25 ГГц

Анализ РЧ сигналов

Осциллограф серии DPO70000SX, обладающий минимальным уровнем шума и плоской АЧХ в полосе до 70 ГГц, предоставляет новые возможности для измерения и анализа широкополосных РЧ сигналов.

ПО векторного анализа сигналов SignalVu – При векторном анализе РЧ и модулирующих сигналов ПО SignalVu позволяет одновременно выполнять измерения в нескольких областях – частотной, временной, фазовой и модуляционной. Выполняемые SignalVu измерения полностью коррелированы по времени с захватом и запуском осциллографа. События во временной области, например команды для РЧ тракта, могут использоваться для запуска, в то время как РЧ сигнал отображается в виде спектра.

Помимо анализа спектра возможно построение спектрограмм, отображающих изменение частоты и амплитуды во времени. Коррелированные по времени измерения можно выполнять в частотной, фазовой, амплитудной или модуляционной областях. Это идеально подходит для анализа сигналов со скачкообразной перестройкой частоты, импульсных характеристик, переключения модуляции, времени установления сигнала, изменения полосы и перемежающихся сигналов.

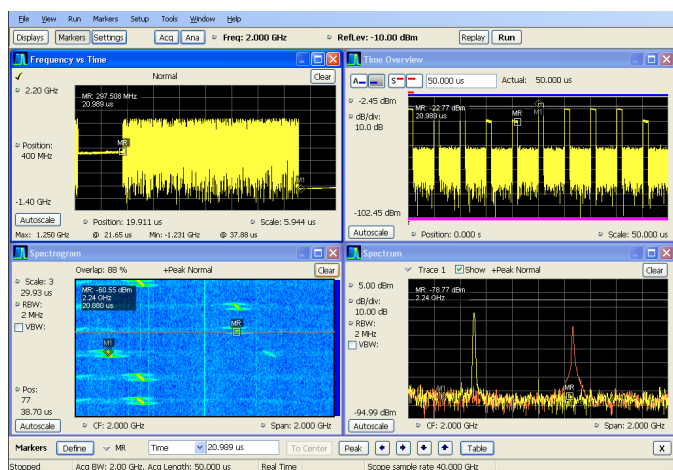
ПО SignalVu может обрабатывать РЧ, I и Q, а также дифференциальные I и Q сигналы с нескольких входов осциллографа. Математические функции, выполняемые осциллографом, также используются и в ПО SignalVu, чтобы пользователи могли задавать специальную фильтрацию перед векторным анализом сигналов.

Datcom Standards	Recommended Bandwidth	Tektronix Scope Model
Ethernet		
-10GBASE KRn	25GHz	DPO72504DX
-100GBASE KR-4, CR-4	50GHz	DP575004SX
-25 Gb Phy KR, CR for 100G	40GHz	DP575004SX
Fibre Channel		
-16Gb	30GHz	DP575004SX
-32Gb	45GHz	DP575004SX
Infiniband		
-EDR 25Gb	40GHz	DP575004SX
OIF-CEI 3.0		
-CEI-25G	40GHz	DP575004SX
OIF-CEI 3.1		
-CEI-56G (PAM4)	40GHz	DP575004SX
-CEI-56G (NRZ)	40GHz	DP575004SX

В сетях 400 G скорости передачи данных достигают 56 Гбит/с на один последовательный канал. При такой скорости традиционное кодирование NRZ становится неэффективным, поэтому вместо него применяется 4-уровневая импульсная модуляция (PAM4), обеспечивающая более узкую полосу сигнала. Для точной проверки сигналов PAM4 великолепно подходят осциллографы серии DPO70000SX, обладающие минимальным в отрасли шумом и максимальным эффективным числом разрядов за счет применения технологии ATI. Опция PAM4 в приборе DPO70000SX осуществляет программное восстановление тактовой частоты, построение многоуровневых глазковых диаграмм и составление таблиц отчетов на основе выполненных измерений, как показано ниже.

Среда Microsoft Windows упрощает анализ в нескольких областях благодаря неограниченному числу коррелированных по времени окон анализа для получения более глубокого представления о поведении сигнала. С пользовательским интерфейсом, настроенным в соответствии с вашими предпочтениями (клавиатура, передняя панель, сенсорный экран и мышь), ПО SignalVu могут легко использовать как начинающие, так и опытные инженеры.

Коррелированные по времени представления сигналов в нескольких областях позволят на новом уровне решать проблемы проектирования устройств и систем, что невозможно при использовании обычных анализаторов спектра. Скачкообразную перестройку частоты узкополосного сигнала можно наблюдать с помощью спектрограммы (внизу слева), характеристики перестройки можно точно измерять с использованием зависимости частоты от времени (вверху слева). На двух представлениях справа показаны временные и частотные характеристики сигнала при скачкообразном изменении частоты.

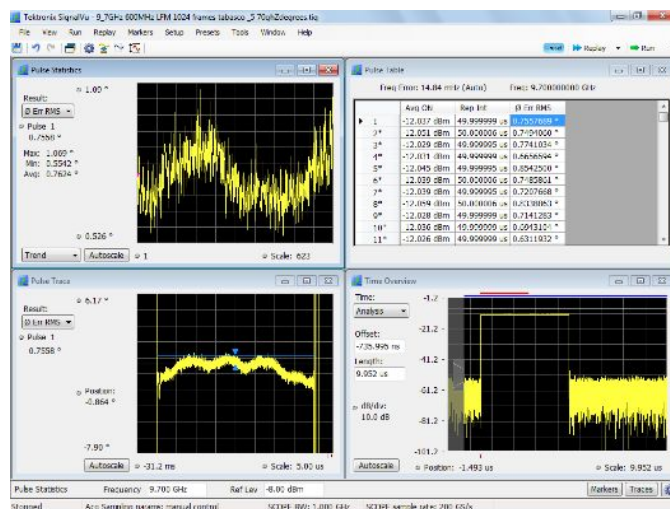


Анализ радиолокационных и других ВЧ сигналов –

Маломощные широкополосные осциллографы серии DPO70000SX идеально подходят для анализа ВЧ сигналов с использованием БПФ. Осциллограф серии DPO70000SX с опциональным аналитическим ПО SignalVu может выполнять БПФ на частотах до 70 ГГц. Масштабируемая архитектура позволяет инженерам использовать как одноканальный прибор с единственным РЧ входом, так и многоприборную систему для тестирования сложных РЧ систем.

Осциллограф серии DPO70000SX позволяет выполнять следующие измерения:

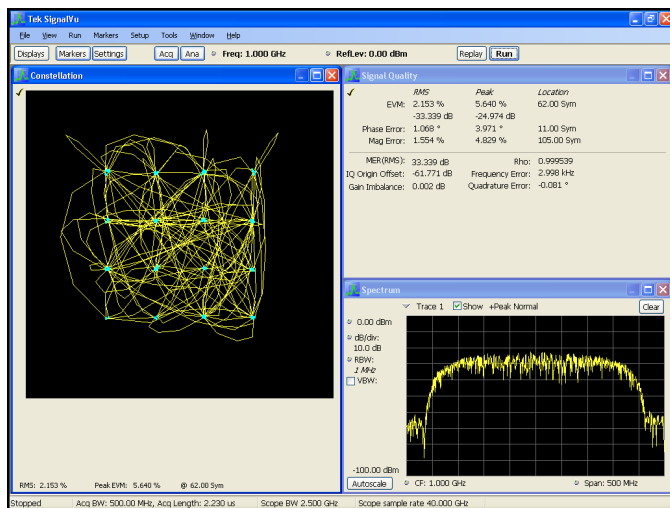
- Измерение нелинейности радиолокационных сигналов ЛЧМ (см. рис. ниже)
- Измерения сигналов стандарта IEEE802.11ad e.g. (несущая частота 60,48 ГГц)
- Отладка и мониторинг систем спутниковой связи, включая диапазон К (20-40 ГГц)



После захвата сигнала с низким уровнем шума осциллографом серии DPO70000SX с полосой пропускания 70 ГГц, для демодуляции сигнала, отображения констелляционной диаграммы, амплитуды вектора ошибки (EVM) и выполнения других измерений можно использовать ПО SignalVu. SignalVu обеспечивает возможность подробного анализа в нескольких областях (дополнительные опции), например анализ импульсных сигналов РЛС и времени установления, анализ цифровой модуляции и гибкий анализ OFDM для новейших стандартов модуляции, а также измерения аудиосигналов и АМ/ЧМ/ФМ сигналов в уменьшенной полосе частот.

- Минимальный в отрасли уровень шума позволяет уменьшить амплитуду вектора ошибки (EVM) прибора
- Полоса пропускания 70 ГГц обеспечивает широкий динамический диапазон и высокую линейность сигналов ЛЧМ
- Встроенные функции БПФ и построения фазовой диаграммы ускоряют и повышают точность измерений в частотной области

Опции для работы с широкополосными сигналами – ПО векторного анализа сигналов SignalVu предлагает опции для различных приложений: измерение характеристик широкополосных РЛС, анализ сигналов в широкополосных каналах спутниковой связи, управление частотным ресурсом. ПО векторного анализа сигналов SignalVu, базовая версия (опция SVE), обеспечивает основные измерительные возможности и необходима для анализа импульсных сигналов (опция SVP), измерения времени установления (опция SVT), анализа цифровой модуляции (опция SVM), гибкого анализа OFDM (опция SVO) и измерения параметров аудиосигналов и АМ/ЧМ/ФМ сигналов (опция SVA). ПО SignalVu позволяет непосредственно исследовать сигналы широкополосных спутниковых каналов связи и радиорелейных линий.

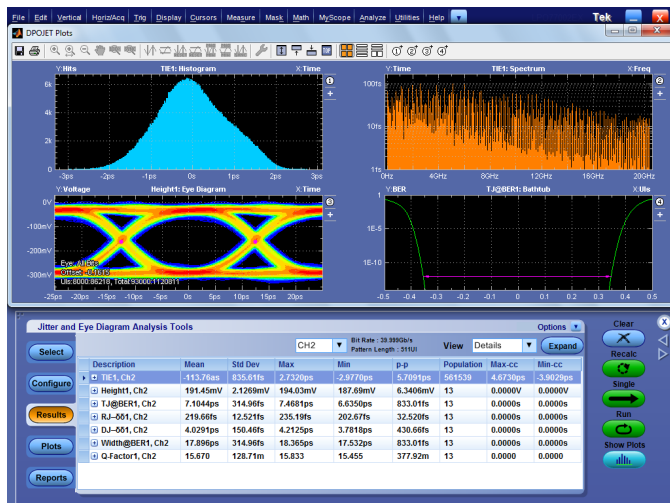


Общий анализ цифровой модуляции (опция SVM) используется для демодуляции сигнала магистрального канала с 16QAM, передаваемого со скоростью 312,5 Мсимв./с.

Расширенные функции анализа

ПО DPOJET для исчерпывающего анализа шума и джиттера

ПО DPOJET обеспечивает наивысшую чувствительность и точность при работе с осциллографами реального времени. С помощью этого ПО можно детально анализировать джиттер, глазковые диаграммы и применять алгоритмы разбиения, упрощая определение причин появления джиттера и нарушения целостности сигналов при тестировании высокоскоростных последовательных шин проектируемых систем цифровой связи.



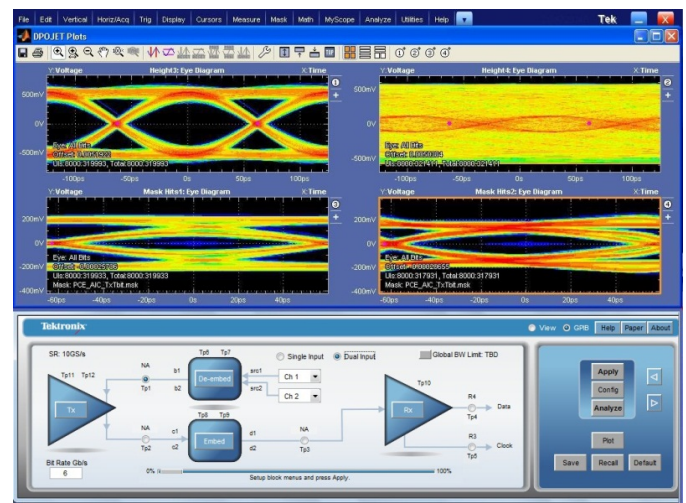
ПО DPOJET для анализа джиттера и построения глазковых диаграмм упрощает обнаружение причин нарушения целостности сигнала и возникновения джиттера.

Анализ шума с помощью ПО DPOJET (опция DJAN)

Базовый анализ джиттера, расширенный анализ джиттера и специальные расширения – В стандартный комплект поставки осциллографов серии DPO70000SX входит базовая версия ПО DPOJET, расширенная версия ПО DPOJET доступна в виде опции. Кроме того, имеются специализированные измерительные приложения, расширяющие возможности ПО DPOJET и позволяющие выполнять большое число тестов в соответствии с отраслевыми стандартами.

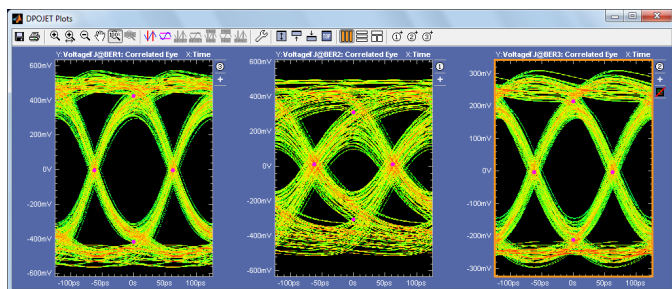
Компенсация искажений, вносимых в сигнал измерительной схемой, с помощью SDLA и специальная фильтрация

Повышение скоростей передачи сигналов и уменьшение размеров устройств приводит к появлению проблем при проектировании новых систем передачи данных со скоростями несколько гигабит в секунду и тестировании таких систем. Для решения этих проблем, в процессе проектирования применяют расширенные методы коррекции в передатчике и приемнике. В компактных тестируемых устройствах доступ к контрольным точкам затруднен, что приводит к снижению точности из-за неидеальных условий измерений. При этом возникают потери и отражения захваченного сигнала, связанные с неоднородностью импеданса сигнального тракта. При проектировании более сложных систем требуется выполнять расширенные измерения. Дело в том, что захваченный сигнал искажается при прохождении через кабели, пробники и тестовые оснастки. SDLA Visualizer позволяет подавить в сигнале паразитные эффекты (отражения, вносимые потери и перекрестные помехи), создаваемые измерительной цепью (кабели, пробники и тестовые оснастки), с учетом выходного импеданса передатчика и входного импеданса приемника. Устранение этих эффектов повышает качество измерений и улучшает выполнение теста типа "годен-не годе".



Коррекция сигнального тракта – Дополнительное приложение для анализа канала последовательной передачи данных (SDLA64) предоставляет возможность эмуляции на основе S-параметров с компенсацией или исключением потерь передатчика или приемника и искажений, вносимых оснасткой и измерительными схемами, а также позволяет раскрывать закрытые за счет канальных эффектов глазковые диаграммы с помощью таких методов компенсации потерь приемника, как CTLE, DFE, FFE. Для исследования поведения интегральных приемников, реализованных по различным технологиям, можно использовать модели IBIS-AMI.

На приведенных ниже глазковых диаграммах показан коррелированный глаз сигнала перед каналом, после прохождения канала и после коррекции канала. Глаз, закрытый за счет влияния канала на сигнал, эффективно открывают с помощью SDLA, при этом ширина глаза ~ 3 пс (глазковые диаграммы справа и слева).



Специальные фильтры – Фильтры, разработанные пользователем, и фильтры, входящие в стандартный комплект осциллографов серии DPO7000SX, обеспечивают выделение или удаление компонент исследуемого сигнала (шума или определенных гармоник). Эти настраиваемые КИХ-фильтры можно использовать при обработке сигнала, например, для компенсации предискажений или исключения влияния соединительных кабелей и тестовой оснастки.

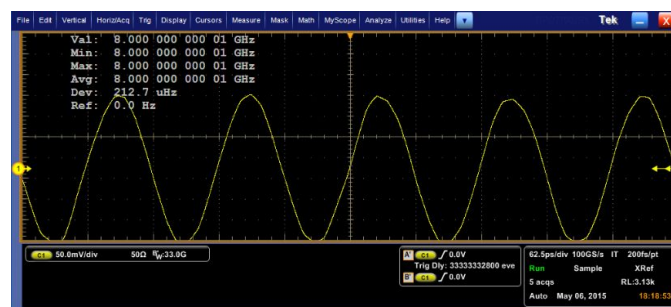
Встроенные средства анализа – Осциллограф серии DPO7000SX имеет широкий спектр встроенных функций для визуализации и измерения характеристик сигнала. Графическая панель предоставляет выбор из 54 встроенных автоматических измерений, которые сгруппированы по категориям: амплитуда, время, гистограммы и коммуникации. В распоряжении пользователя также статистическая обработка данных, в которую входят усреднение, минимум, максимум, стандартное отклонение и заполнение.

Для математической обработки осциллограмм можно задавать различные выражения, результаты расчетов в выбранных единицах выводятся на экран. Стандартные математические функции можно вызвать нажатием всего одной кнопки на панели прибора. В более сложных случаях можно создавать собственные алгебраические выражения, определяя действия над осциллограммами (как реальными, полученными со входа прибора, так и опорными или считанными из памяти), математическими функциями, значениями измерений, коэффициентами и настраиваемыми пользователем переменными. Все это доступно с помощью простого в использовании редактора.

Большой объем памяти позволяет маркировать события на протяжении многих периодов и анализировать длительные фрагменты записанных сигналов. Кроме того, панель инструментов Excel позволяет передавать захваченные данные для обработки в Microsoft Excel, а панель Word – создавать на внешнем компьютере формализованные отчеты о выполненных осциллограммами DPO7000SX измерениях.

Частотомер/таймер

Частотомер/таймер с высоким разрешением – опциональная функция, реализованная в осциллографах серии DPO7000SX за счет использования новой системы запуска. Прецизионный 13-разрядный частотомер работает в диапазоне частот до 25 ГГц с разрешением до 12 разрядов в секунду. Погрешность частотомера при использовании встроенного тактового генератора не превышает 1×10^{-6} . Повышение точности обеспечивает внешний прецизионный источник тактовой частоты. Частотомер выполняет измерения с помощью системы запуска, поэтому он непрерывно измеряет каждый период сигнала в процессе запуска, а не конечные блоки захватываемых данных.



Это обеспечивает точность и стабильность измерений. На экране захвата показана измеренная девиация частоты 212 мкГц прецизионного источника с частотой 8 ГГц. Как показано на рисунке, генератор сигналов настроен на частоту 8,00000000001 ГГц, которая точно измеряется осциллографом.

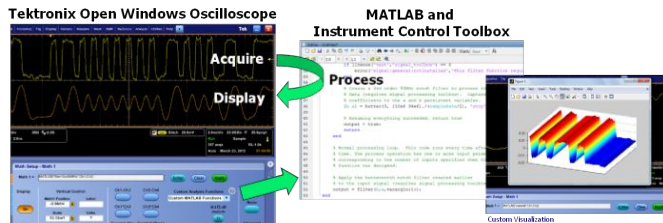
С помощью таймера можно выполнять точные измерения с разрешением 200 фс между событиями запуска, например время между появлениями событий А и В, таких как глитч, рант, перепад и др. Таймер можно использовать для измерения задержек распространения сигналов или анализа частот появления аномалий.

Отметим три важных различия между предложенным частотомером/таймером и традиционными частотомерами/таймерами:

- Аналоговая полоса пропускания > 25 ГГц
- Большой выбор широкополосных осциллографических пробников, обеспечивающих высочайшее качество передачи сигналов тестируемого устройства
- Возможность просмотра сигналов на экране, чтобы гарантировать измерение нужного сигнала и правильную установку уровней запуска для захвата

Специальные математические функции для анализа осциллограмм с помощью ПО MATLAB

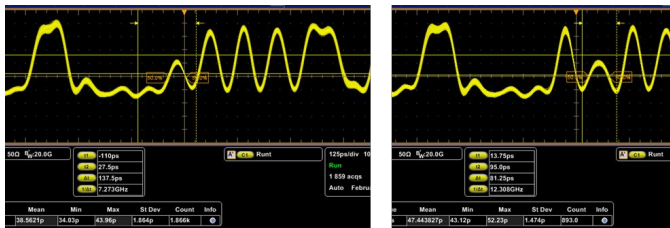
Пользователи приборов Tektronix могут использовать специальные математические функции с ПО MATLAB, чтобы создавать сценарии для обработки осциллограмм в реальном времени и отображения результатов обработки на экране осциллографа. Программные опции также могут использовать ПО MATLAB для специального анализа сигналов и визуализации результатов анализа.



Система запуска Pinpoint®

Если вы пытаетесь найти аномалии или хотите локализовать часть сложного сигнала для дальнейшего анализа, то воспользуйтесь системой запуска Pinpoint® компании Tektronix. Система Pinpoint® предоставляет полный набор различных типов запуска по двум событиям А и В для поиска нужных событий. Pinpoint® обеспечивает сброс системы запуска после определенного периода времени, состояния или перехода, что дает возможность захвата событий даже в самых сложных сигналах.

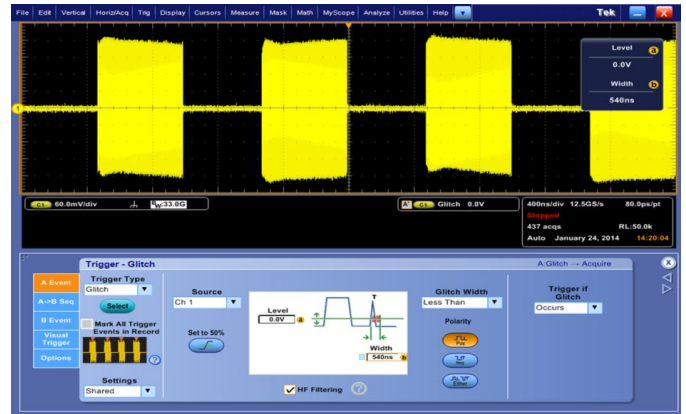
Осциллограф серии DPO70000SX обладает расширенной системой запуска, имеющейся в осциллографах реального времени. На рисунке показан запуск по ранту длительностью <50 пс (запуск по вырожденному импульсу, который пересек один порог, но не пересек второй порог перед повторным пересечением первого) при передаче сигналов со скоростью 25,78 Гбод (Ethernet 100 Гбит). Широкая полоса пропускания и чрезвычайно высокая точность запуска обеспечивают надёжный захват искажений сигнала и эффективное обнаружение сбоев.



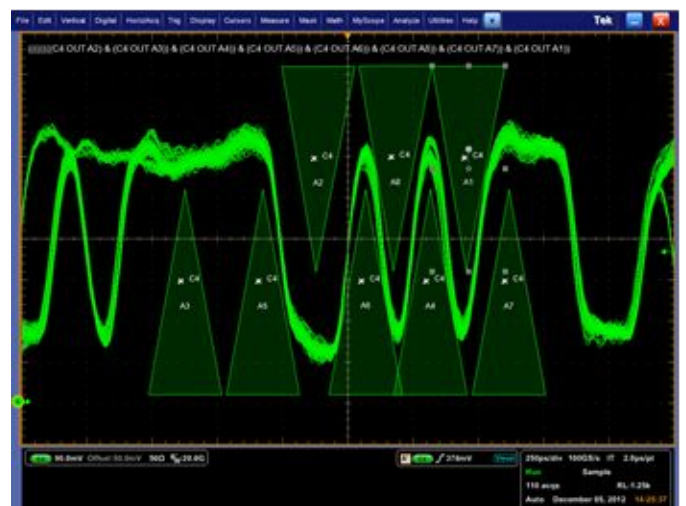
На следующем рисунке показано, как, выделяя импульсы длительностью >40 пс и <60 пс, можно надёжно захватывать импульсы длительностью 50 пс в последовательности PRBS11 со скоростью передачи данных 20 Гбит/с.



В осциллографе серии DPO70000SX используется уникальный режим запуска по огибающей модулированной несущей. Запуск по перепаду, длительности и таймауту можно применять к обнаруженной огибающей для стабилизации запуска по модулированным пакетам или различения пакетов заданной длительности. При частоте несущей от 500 МГц до 20 ГГц можно работать с широким кругом приложений. На рисунке показан запуск по пакету заданной длительности.



Визуальный запуск расширяет возможности системы Pinpoint, добавляя еще один способ запуска для того, чтобы обнаружить важные события в разнообразных сложных сигналах. Визуальный запуск работает совместно с системой Pinpoint, сканируя все захваченные осциллограммы и сравнивая их с представленной на экране областью (геометрическое совпадение). Визуальный запуск позволяет с помощью мыши или сенсорного экрана создать до восьми зон запуска. Условия запуска можно задавать с помощью фигур различной формы (треугольники, прямоугольники, шестиугольники и трапеции). Созданные формы можно редактировать в интерактивном режиме для получения оптимальных условий запуска.



Захват сигналов

Вход АТІ

Входной канал АТІ модели DPO70002SX с полосой пропускания 70 ГГц имеет стандартный разъем 1,85 мм, рассчитанный на частоту до 67 ГГц, но имеющий типовую полосу пропускания 70 ГГц. Прибор комплектуется высококачественным адаптером розетка-розетка 1,85 мм, установленным на входном разъеме АТІ (вилка) для механической защиты и возможности выбора типа соединителя. В комплект осциллографа также входят антистатический браслет, динамометрический ключ и набор дополнительных ключей для правильной сборки компонентов сигнального тракта, чтобы гарантировать точность измерений. Разъемы 1,85 мм совместимы с разъемами 2,4 мм (50 ГГц).

Входы TekConnect®

Модели серии DPO70000SX оснащены входным интерфейсом TekConnect, обеспечивающим непревзойденную гибкость за счет широкого выбора средств доступа к измеряемым сигналам и их преобразования. Адаптер TCA-292D TekConnect с полосой пропускания 33 ГГц обеспечивает соединение коаксиальных кабелей с волновым сопротивлением 50 Ом с разъемом 2,92 мм.

Пробники и коаксиальный входной канал

При отладке электронных схем самой сложной проблемой часто является доступ к нужным сигналам. Компания Tektronix предлагает большой выбор пробников, включая TriMode® P7600 и P7500, полоса частот которых соответствует полосе пропускания осциллографов серии DPO70000SX. Предлагаемые пробники совместимы с входом TekConnect, которым оснащены все модели DPO70000SX.

Эти пробники позволяют переключаться между дифференциальным, несимметричным и синфазным режимами измерения без изменения способа подключения к тестируемому устройству. Пробники серии P7600, обладая всеми удобствами пробников TriMode, отличаются пониженным шумом и полосой пропускания 33 ГГц. При наличии коаксиальных адаптеров пробники функционируют как дифференциальный входной канал осциллографа, что позволяет удвоить число дифференциальных сигналов, одновременно измеряемых одним осциллографом.

В серию P7500 входят пробники с полосой пропускания от 4 до 25 ГГц и несколько видов недорогих припаиваемых наконечников с быстроразъемным подключением к пробнику, позволяющим легко и быстро переключаться между контрольными точками.

Дополнительный вход запуска с улучшенными характеристиками

Осциллографы серии DPO70000SX имеют дополнительный вход внешнего запуска (TekConnect), предназначенный для улучшенного запуска по перепаду без использования сигнального канала. Он обладает полосой пропускания >10 ГГц с джиттером <1,5 пс_{ср.кв.}.

Компенсация фазовых сдвигов между каналами

Все модели серии DPO70000SX имеют на передней панели дифференциальные выходы, выдающие сигналы с крутыми фронтами <1,6 пс для синхронизации коаксиальных каналов. В комплект поставки прибора входят принадлежности для компенсации фазовых сдвигов между каналами с использованием встроенного источника. Дополнительные принадлежности, приобретаемые отдельно, повышают точность компенсации фазовых сдвигов, вносимых пробниками.

Настольное или стоечное исполнение

Осциллографы серии DPO70000SX могут работать на столе или устанавливаться в стойку, для чего комплектуются различными крепежными компонентами.

Гибкость конфигурации обеспечивается с помощью кабелей UltraSync длиной 1 м и 2 м. Стандартный кабель длиной 1 м используется для конфигураций с 2 или 4 устройствами при стандартном расположении приборов в стойке. С помощью кабелей длиной 2 м можно создавать конфигурации, в которых приборы расположены под углом 90° или один напротив другого вокруг тестируемого устройства. При необходимости в одной конфигурации можно использовать кабели разной длины, чтобы компенсировать фазовые искажения в системе для точной синхронизации каналов.

Углубления в корпусах приборов предназначены для взаимного механического зацепления приборов в целях повышения их устойчивости. Используя углубления, один из двух приборов можно устанавливать перевернутым относительно другого, а также создавать конфигурации приборов с оптическим приемником OM4000. В корпусах приборов также выполнены резьбовые отверстия для боковых кронштейнов (приобретаются пользователем), используемых для крепления приборов в специальных конфигурациях.

Монтаж прибора в стойку

Для установки осциллографов серии DPO70000SX в стойку предусмотрен лоток, крепящийся непосредственно к прибору. Лоток занимает высоту 1U в дополнение к высоте осциллографа 3U и образует канал для охлаждения прибора. Для переноски и установки прибора в стойку используются прочные ручки.

Комплект для монтажа в стойку позволяет устанавливать приборы в вертикальном или перевернутом положении, чтобы минимизировать длину входного кабеля, так же как и при установке приборов на стенде.

С лицевой стороны стоечного лотка имеется место для размещения твердотельного накопителя (SSD) для облегчения доступа к сохраненным данным.

Технические характеристики²

Основные характеристики моделей

	DPO77002SX/DPS77004SX		DPO75902SX/DPS75904SX		DPO75002SX/DPS75004SX	
	Канал AT1	Каналы TekConnect	Канал AT1	Каналы TekConnect	Канал AT1	Каналы TekConnect
Полоса пропускания аналоговых каналов	DPO77002SX 67 ГГц (1 канал) 70 ГГц (1 канал) (тип.) DPS77004SX 67 ГГц (2 канала) 70 ГГц (2 канала) (тип.)	DPO77002SX 33 ГГц (2 канала) DPS77004SX 33 ГГц (4 канала)	DPO75902SX 59 ГГц (1 канал) DPS75904SX 59 ГГц (2 канала)	DPO75902SX 33 ГГц (2 канала) DPS75904SX 33 ГГц (4 канала)	DPO75002SX 50 ГГц (1 канал) DPS75004SX 50 ГГц (2 канала)	DPO75002SX 33 ГГц (2 канала) DPS75004SX 33 ГГц (4 канала)
Частота дискретизации на один канал	200 Гвыб./с	100 Гвыб./с	200 Гвыб./с	100 Гвыб./с	200 Гвыб./с	100 Гвыб./с
Время нарастания (тип.)	от 10% до 90%: 5,6 пс; от 20% до 80%: 4,3 пс	от 10% до 90%: 13 пс; от 20% до 80%: 9 пс	от 10% до 90%: 6,8 пс; от 20% до 80%: 5,2 пс	от 10% до 90%: 13 пс; от 20% до 80%: 9 пс	от 10% до 90%: 7,8 пс; от 20% до 80%: 6 пс	от 10% до 90%: 13 пс; от 20% до 80%: 9 пс
Вертикальный шум (% от полного диапазона), расширение полосы пропускания вкл., макс. частота дискретизации (тип.)	0,83% от полного диапазона	0,71% от полного диапазона	0,83% от полного диапазона	0,71% от полного диапазона	0,83% от полного диапазона	0,71% от полного диапазона
	0,75% от полного диапазона, смещение 0 В (300 мВ _{п.д.})	0,56% от полного диапазона, смещение 0 В (500 мВ _{п.д.})	0,75% от полного диапазона, смещение 0 В (300 мВ _{п.д.})	0,56% от полного диапазона, смещение 0 В (500 мВ _{п.д.})	0,75% от полного диапазона, смещение 0 В (300 мВ _{п.д.})	0,56% от полного диапазона, смещение 0 В (500 мВ _{п.д.})
Длина записи на канал (стандартная конфигурация)	62,5 млн. точек	62,5 млн. точек	62,5 млн. точек	62,5 млн. точек	62,5 млн. точек	62,5 млн. точек
Длина записи на канал (с опцией 10XL)	125 млн. точек	125 млн. точек	125 млн. точек	125 млн. точек	125 млн. точек	125 млн. точек
Длина записи на канал (с опцией 20XL)	250 млн. точек	250 млн. точек	250 млн. точек	250 млн. точек	250 млн. точек	250 млн. точек
Длина записи на канал (с опцией 50XL)	1 млрд. точек	1 млрд. точек	1 млрд. точек	1 млрд. точек	1 млрд. точек	1 млрд. точек
Разрешение по времени	5 пс (200 Гвыб./с)	10 пс (100 Гвыб./с)	5 пс (200 Гвыб./с)	10 пс (100 Гвыб./с)	5 пс (200 Гвыб./с)	10 пс (100 Гвыб./с)
Продолжительность захвата с макс. частотой дискретизации (стандартная конфигурация)	313 мкс	625 мкс	313 мкс	625 мкс	313 мкс	625 мкс
Продолжительность захвата с макс. частотой дискретизации (с опцией 10XL)	625 мкс	1,25 мс	625 мкс	1,25 мс	625 мкс	1,25 мс
Продолжительность захвата с макс. частотой дискретизации (с опцией 20XL)	1,25 мс	2,5 мс	1,25 мс	2,5 мс	1,25 мс	2,5 мс
Продолжительность захвата с макс. частотой дискретизации (с опцией 50XL)	5,0 мс	10 мс	5,0 мс	10 мс	5,0 мс	10 мс

² Приведенные характеристики являются типовыми, если не указано иное.

Основные характеристики моделей

	DPO73304SX/DPS73308SX	DPO72304SX
	Каналы TekConnect	Каналы TekConnect
Полоса пропускания аналоговых каналов	DPO73304SX 33 ГГц (2 канала), 23 ГГц (4 канала) DPS73308SX 33 ГГц (4 канала), ³ 23 ГГц (8 каналов)	DPO72304SX 23 ГГц (4 канала)
Частота дискретизации на один канал	DPO73304SX 100 Гвыб./с (2 канала), 50 Гвыб./с (4 канала) DPS73308SX 100 Гвыб./с (4 канала), 50 Гвыб./с ³ (4 канала)	100 Гвыб./с (2 канала), 50 Гвыб./с (4 канала)
Время нарастания (тип.)	от 10% до 90%: 13 пс; от 20% до 80%: 9 пс	от 10% до 90%: 17 пс; от 20% до 80%: 13 пс
Вертикальный шум (% от полного диапазона), расширение полосы пропускания вкл., макс. частота дискретизации (тип.)	0,71% от полного диапазона	0,71% от полного диапазона
	0,56% от полного диапазона, смещение 0 В (500 мВ _{п.д.})	0,56% от полного диапазона, смещение 0 В (500 мВ _{п.д.})
Длина записи на канал (стандартная конфигурация)	62,5 млн. точек	62,5 млн. точек
Длина записи на канал (с опцией 10XL)	125 млн. точек	125 млн. точек
Длина записи на канал (с опцией 20XL)	250 млн. точек	250 млн. точек
Длина записи на канал (с опцией 50XL)	DPO73304SX 1 млрд. точек по 2 каналам, 500 млн. точек по 4 каналам DPS73304SX 1 млрд. точек по 2 каналам каждого прибора, 500 млн. точек по 4 каналам каждого прибора	1 млрд. точек по 2 каналам, 500 млн. точек по 4 каналам
Разрешение по времени	10 пс (100 Гвыб./с)	10 пс (100 Гвыб./с)
Продолжительность захвата с макс. частотой дискретизации (стандартная конфигурация)	625 мкс	625 мкс
Продолжительность захвата с макс. частотой дискретизации (с опцией 10XL)	1,25 мс	1,25 мс
Продолжительность захвата с макс. частотой дискретизации (с опцией 20XL)	2,5 мс	2,5 мс
Продолжительность захвата с макс. частотой дискретизации (с опцией 50XL)	10 мс	10 мс

³ На экране отображается не более 4 каналов. Для доступа к дополнительным каналам используется программный интерфейс.

Система вертикального отклонения – аналоговые каналы

Режимы входа

Каналы TekConnect:	Два режима: связь по пост.току, 50 Ом относительно программируемого напряжения, заземление. На согласованную нагрузку может быть подано постоянное напряжение: $\leq 1,2 V_{п.д.}$: от -3,5 до +3,5 В $> 1,2 V_{п.д.}$: 0 В
Канал ATi:	Связь по пост. току, 50 Ом

Входное сопротивление

$\leq 1,2 V_{п.д.}$	50 Ом $\pm 3\%$ при температуре от +18 до +28 °C 50 Ом $\pm 4\%$ при температуре от +5 до +45 °C
$> 1,2 V_{п.д.}$	50 Ом $\pm 4,4\%$ при температуре от +5 до +45 °C

Диапазон чувствительности

Каналы TekConnect	от 62,5 мВ _{п.д.} до 6 В _{п.д.}
Канал ATi	от 100 мВ _{п.д.} до 300 мВ _{п.д.}

Максимальное входное напряжение

Каналы TekConnect:	$\leq 1,2 V_{п.д.}$: $\pm 1,5$ В относительно внешнего смещения (30 мА макс.) ± 5 В максимальное входное напряжение $> 1,2 V_{п.д.}$: ± 8 В. Ограничено максимальным током для напряжения Vterm и рассеиваемой мощностью аттенюатора при максимальной температуре.
Канал ATi:	$\pm 0,75 V_{пик}$
Дополнительный канал:	$\pm 5,0 V_{пик}$

Диапазон входного напряжения
VTerm, каналы TekConnect

$\leq 1,2 V_{п.д.}$:	от -3,5 до +3,5 В
$> 1,2 V_{п.д.}$:	0 В

Частотная характеристика

Все режимы, расширение
полосы пропускания вкл., от
+18 до +28 °C (тип.)

Канал TekConnect:	Шаг настройки каналов TekConnect: 77,5 мВ_{п.д.}, 151 мВ_{п.д.}, 302 мВ_{п.д.}, 605 мВ_{п.д.}, 1210 мВ_{п.д.}, 1620 мВ_{п.д.}, 3240 мВ_{п.д.} $\pm 0,5$ дБ, от 0 до 50 % номинальной полосы пропускания $\pm 1,5$ дБ, от 50 до 80 % номинальной полосы пропускания Другие настройки усиления: $\pm 1,0$ дБ, от 0 до 50 % номинальной полосы пропускания $\pm 2,0$ дБ, от 50 до 80 % номинальной полосы пропускания
Канал ATi:	Чувствительность (В/дел.) $\pm 0,5$ дБ (от 0 до 20 ГГц) $\pm 0,75$ дБ, от 20 ГГц до 30 ГГц $\pm 1,25$ дБ, от 30 ГГц до 68,5 ГГц ± 2 дБ, от 68,5 ГГц до 69,5 ГГц +2 / -3 дБ на частоте 70 ГГц

Система вертикального отклонения – аналоговые каналы

Ограничение полосы пропускания	В зависимости от модели: от 1 ГГц до 70 ГГц с шагом 1 ГГц или 500 МГц; при частоте среза выше 35 ГГц – с шагом 5 ГГц Для каналов, не поддерживающих технологию ATI, возможно только одно значение, устанавливаемое аппаратно – 33 ГГц. Для канала ATI ограничение полосы пропускания устанавливается программно.													
Разрешение по вертикали	8 бит (11 бит с усреднением)													
Погрешность усиления постоянного напряжения	± 2%													
Эффективная разрядность (тип.) Среднее значение от 0 до верхней границы полосы пропускания.	<table><tr><td>Канал ATI, 70 ГГц</td><td>4,6 бит при 250 мВ (п.д.), 200 Гвыб./с</td></tr><tr><td>Канал ATI, 59 ГГц</td><td>4,8 бит при 250 мВ (п.д.), 200 Гвыб./с</td></tr><tr><td>Канал ATI, 50 ГГц</td><td>5,0 бит при 250 мВ (п.д.), 200 Гвыб./с</td></tr><tr><td>Каналы TekConnect, 33 ГГц</td><td>5,0 бит при 500 мВ (п.д.), 100 Гвыб./с</td></tr><tr><td>Каналы TekConnect, 23 ГГц</td><td>5,4 бит при 500 мВ (п.д.), 100 Гвыб./с</td></tr></table>		Канал ATI, 70 ГГц	4,6 бит при 250 мВ (п.д.), 200 Гвыб./с	Канал ATI, 59 ГГц	4,8 бит при 250 мВ (п.д.), 200 Гвыб./с	Канал ATI, 50 ГГц	5,0 бит при 250 мВ (п.д.), 200 Гвыб./с	Каналы TekConnect, 33 ГГц	5,0 бит при 500 мВ (п.д.), 100 Гвыб./с	Каналы TekConnect, 23 ГГц	5,4 бит при 500 мВ (п.д.), 100 Гвыб./с		
Канал ATI, 70 ГГц	4,6 бит при 250 мВ (п.д.), 200 Гвыб./с													
Канал ATI, 59 ГГц	4,8 бит при 250 мВ (п.д.), 200 Гвыб./с													
Канал ATI, 50 ГГц	5,0 бит при 250 мВ (п.д.), 200 Гвыб./с													
Каналы TekConnect, 33 ГГц	5,0 бит при 500 мВ (п.д.), 100 Гвыб./с													
Каналы TekConnect, 23 ГГц	5,4 бит при 500 мВ (п.д.), 100 Гвыб./с													
Диапазон смещения	<table><tr><td rowspan="3">Каналы TekConnect</td><td>Полный диапазон напряжения</td><td>Диапазон смещения</td></tr><tr><td>от 62,5 мВ_{п.д.} до 1,2 В_{п.д.}</td><td>±3,4 В</td></tr><tr><td>от >1,2 В_{п.д.} до 6 В_{п.д.}</td><td>±6 В</td></tr><tr><td rowspan="2">Канал ATI</td><td>Полный диапазон напряжения</td><td>Диапазон смещения</td></tr><tr><td>от 100 мВ_{п.д.} до 300 мВ_{п.д.}</td><td>±300 мВ - (10 дел. × В/дел.)</td></tr></table>		Каналы TekConnect	Полный диапазон напряжения	Диапазон смещения	от 62,5 мВ _{п.д.} до 1,2 В _{п.д.}	±3,4 В	от >1,2 В _{п.д.} до 6 В _{п.д.}	±6 В	Канал ATI	Полный диапазон напряжения	Диапазон смещения	от 100 мВ _{п.д.} до 300 мВ _{п.д.}	±300 мВ - (10 дел. × В/дел.)
Каналы TekConnect	Полный диапазон напряжения	Диапазон смещения												
	от 62,5 мВ _{п.д.} до 1,2 В _{п.д.}	±3,4 В												
	от >1,2 В _{п.д.} до 6 В _{п.д.}	±6 В												
Канал ATI	Полный диапазон напряжения	Диапазон смещения												
	от 100 мВ _{п.д.} до 300 мВ _{п.д.}	±300 мВ - (10 дел. × В/дел.)												
Погрешность смещения	<table><tr><td>Полный диапазон напряжения</td><td>Погрешность смещения</td></tr><tr><td>от 62,5 мВ_{п.д.} до 1,2 В_{п.д.} (каналы TekConnect)</td><td>±(0,4% точное смещение + 0,2% точное смещение – Vterm + 2,5 мВ + 1% от полного диапазона)</td></tr><tr><td>>1,2 В_{п.д.} до 6 В_{п.д.} (каналы TekConnect)</td><td>±(0,6% точное смещение + 13,4 мВ + 1% от полного диапазона)</td></tr><tr><td>от 100 мВ_{п.д.} до 300 мВ_{п.д.} (канал ATI)</td><td>±(0,35% точное смещение + 2 мВ + 1% от полного диапазона)</td></tr></table>		Полный диапазон напряжения	Погрешность смещения	от 62,5 мВ _{п.д.} до 1,2 В _{п.д.} (каналы TekConnect)	±(0,4% точное смещение + 0,2% точное смещение – Vterm + 2,5 мВ + 1% от полного диапазона)	>1,2 В _{п.д.} до 6 В _{п.д.} (каналы TekConnect)	±(0,6% точное смещение + 13,4 мВ + 1% от полного диапазона)	от 100 мВ _{п.д.} до 300 мВ _{п.д.} (канал ATI)	±(0,35% точное смещение + 2 мВ + 1% от полного диапазона)				
Полный диапазон напряжения	Погрешность смещения													
от 62,5 мВ _{п.д.} до 1,2 В _{п.д.} (каналы TekConnect)	±(0,4% точное смещение + 0,2% точное смещение – Vterm + 2,5 мВ + 1% от полного диапазона)													
>1,2 В _{п.д.} до 6 В _{п.д.} (каналы TekConnect)	±(0,6% точное смещение + 13,4 мВ + 1% от полного диапазона)													
от 100 мВ _{п.д.} до 300 мВ _{п.д.} (канал ATI)	±(0,35% точное смещение + 2 мВ + 1% от полного диапазона)													
Диапазон смещения	± 5 делений													

Система вертикального отклонения – аналоговые каналы

Развязка между каналами (тип.)

Диапазон входных частот (до верхней границы полосы пропускания). Два канала имеют одинаковые полосу пропускания и усиление. Полоса пропускания конкретного прибора ограничена предельным значением.

Модели с входом ATi		
Рассматриваемые каналы	Диапазон частот прибора	Развязка между каналами
Каналы ATi (развязка между любыми двумя [или более] каналами ATi в отдельных приборах), требуется шина UltraSync	от 0 до 70 ГГц	70 дБ
Каналы TekConnect в приборе с входом ATi (развязка между каналами 1 и 3)	от 0 до 33 ГГц	60 дБ
Каналы TekConnect и канал ATi (развязка между каналами 1 или 3 и каналом 2)	от 0 до 4 ГГц	55 дБ
	от 4 ГГц до 10 ГГц	45 дБ
	от 10 ГГц до 20 ГГц	35 дБ
	от 20 ГГц до 30 ГГц	30 дБ
	от 30 ГГц до 33 ГГц	27 дБ
Канал ATi и каналы TekConnect (не ATi) (развязка между каналом 2 и каналом 1 или 3)	от 0 до 3 ГГц	55 дБ
	от 3 ГГц до 12 ГГц	40 дБ
	от 12 ГГц до 33 ГГц	30 дБ
	от 33 ГГц до 70 ГГц	60 дБ

Модели с каналами TekConnect (не ATi)		
Рассматриваемые каналы	Диапазон частот прибора	Развязка между каналами
Развязка между каналами 1 или 2 и каналами 3 или 4	от 0 до 33 ГГц	60 дБ
Развязка между каналами 1 и 2 или каналами 3 и 4	от 0 до 2 ГГц	60 дБ
	от 2 ГГц до 10 ГГц	42 дБ
	от 10 ГГц до 20 ГГц	35 дБ
	от 20 ГГц до 33 ГГц	30 дБ

Система горизонтального отклонения

Погрешность генератора развертки	$\pm 0,8 \times 10^{-6} \pm 0,3 \times 10^{-6}$ (старение в год) по истечении первого года эксплуатации при температуре +23 °C ± 5 °C после 30-минутного прогрева. Тип. значение $\pm 0,1 \times 10^{-6}$ от начальной погрешности после настройки.
Диапазон задержки развертки	От –5000 с до 1000 с
Джиттер тактового сигнала (тип.)	
Канал AT1	Длительность <10 мкс: <65 фс _{ср.кв.}
Входные каналы	Длительность <10 мкс: <100 фс _{ср.кв.}
Джиттер системы запуска (тип.)	10 фс при оптимизации запуска.

Система горизонтального отклонения

Скорость развертки

Канал АТІ (только для частоты дискретизации 200 Гвыб./с)	Макс. значение в режиме реального времени: 500 мкс/дел. (длина записи 1 млрд. точек, опция 50XL)
	Мин. значение в режиме реального времени: 25 пс/дел.
	Макс. значение в режиме интерполяции: 250 мкс/дел. (длина записи 1 млрд. точек, опция 50XL)
	Мин. значение в режиме интерполяции: 500 фс/дел.
Каналы TekConnect ⁴ (при макс. частоте дискретизации 100 Гвыб./с)	Макс. значение в режиме реального времени: 1 мс/дел. (длина записи 1 млрд. точек, опция 50XL)
	Мин. значение в режиме реального времени: 50 пс/дел.
	Макс. значение в режиме интерполяции: 10 мкс/дел. (длина записи 1 млрд. точек, опция 50XL)
	Мин. значение в режиме интерполяции: 500 фс/дел.
Задержка между каналами, расширение полосы пропускания (тип.)	≤ 500 фс между любыми двумя каналами в одном приборе для любого коэффициента усиления при температуре +25 °C ±5 °C перед настройкой пользователем. Минимальное разрешение ручной настройки 10 фс. Уменьшается линейно до ≤1,5 пс при температуре +5 °C и +45 °C
Стабильность фазового сдвига между каналами при использовании технологии UltraSync (тип.)	≤ 250 фс _{ср.кв.} между двумя каналами двух приборов при любом усилении и температуре +25 °C ±5 °C. Уменьшается линейно до ≤ 3 пс при +5 °C и +45 °C.
Диапазон компенсации сдвига фаз между каналами	±75 нс

Система захвата данных

Режимы захвата данных

Выборка	Захват и отображение выборочных значений
Усреднение	Усредняется от 2 до 10 000 осциллограмм
Огибающая	Построение огибающей мин.-макс. по числу сигналов от 1 до 2 ^{х9}
Высокое разрешение	Усреднение серии захватов в режиме реального времени уменьшает случайный шум и повышает разрешение
Пиковый детектор	Захват коротких глитчей на всех частотах дискретизации в реальном времени. Длительность глитчей: 1 нс при ≤125 Мвыб./с; 1/частота дискретизации при ≥250 Мвыб./с
FastAcq [®] (только для каналов TekConnect)	Режим FastAcq [®] оптимизирует анализ динамических сигналов и захват редких событий, обеспечивая скорость >300 000 осциллограмм в секунду по всем каналам TekConnect одновременно (только для автономной конфигурации)
Режим FastFrame [™]	Память сигнала разбивается на сегменты; максимальная скорость захвата >310 000 осциллограмм в секунду. Регистрируется время возникновения каждого события. Средство поиска фреймов помогает визуально идентифицировать переходные процессы. Только каналы TekConnect, только автономная конфигурация
Режим прокрутки	Последовательная прокрутка осциллограммы справа налево. Частота дискретизации до 10 Мвыб./с для максимальной длины записи 40 Мвыб. Только каналы TekConnect, только автономная конфигурация.
База данных осциллограмм	Пополняемая база данных сигналов позволяет строить трехмерную диаграмму с осями: амплитуда, время, количество. Только каналы TekConnect, только автономная конфигурация

⁴ Частота дискретизации в каналах TekConnect может быть уменьшена до 3,125 выб./с, при этом макс. значение в режиме реального времени составляет 6,55 мс/дел., длина записи 205 млн. точек (требуемая длина записи 250 млн. точек или больше, опция 20XL)

Система запуска Pinpoint®

Чувствительность запуска (тип.)

Внутренний запуск, связь по пост. току

Запуск по событию А, запуск по событию В	$\leq 5\%$ от полного диапазона, от 0 до 50 МГц $\leq 7,5\%$ от полного диапазона, 5 ГГц $\leq 10\%$ от полного диапазона, 10 ГГц $\leq 15\%$ от полного диапазона, 15 ГГц $\leq 35\%$ от полного диапазона, 20 ГГц $\leq 50\%$ от полного диапазона, 25 ГГц
--	---

Внешний запуск
(дополнительный вход
50 Ом)

Дополнительный вход	100 мВ _{пик-пик} от 0 до 1 ГГц 175 мВ _{пик-пик} 4 ГГц 225 мВ _{пик-пик} 8 ГГц 325 мВ _{пик-пик} 10 ГГц 800 мВ _{пик-пик} 12 ГГц
---------------------	---

Чувствительность запуска по перепаду, кроме связи по пост. току (тип.)

Все источники, положительный или отрицательный перепад, для чувствительности ≥ 10 мВ/дел. и ≤ 1 В/дел.

Тип входа запуска	Чувствительность
Подавление шума	15 % от полного диапазона, от 0 до 50 МГц 22,5 %, 5 ГГц 30 % от полного диапазона, 10 ГГц 45 % от полного диапазона, 15 ГГц 100 % от полного диапазона, 20 ГГц
Связь по перем. току	Те же пределы, что и при связи по пост. току на частотах > 100 Гц, ослабление сигнала на частотах < 100 Гц
ФНЧ	Те же пределы, что и при связи по пост. току на частотах < 20 кГц, ослабление сигнала на частотах > 20 кГц
ФВЧ	Те же пределы, что и при связи по пост. току на частотах > 200 Гц, ослабление сигнала на частотах < 200 Гц
Связь по РЧ	Минимальный гистерезис / высокая чувствительность Запуск по событию А в канале TekConnect 2,5 % от полного диапазона, от 0 до 50 МГц 2,5 % от полного диапазона, 5 ГГц 2,5 % от полного диапазона, 10 ГГц 5 % от полного диапазона, 15 ГГц 7,5 % от полного диапазона, 20 ГГц 12,5 % от полного диапазона, 25 ГГц Запуск по событию В в канале TekConnect 2,5 % от полного диапазона, от 0 до 50 МГц 2,5 % от полного диапазона, 5 ГГц 2,5 % от полного диапазона, 10 ГГц 5 % от полного диапазона, 15 ГГц 7,5 % от полного диапазона, 20 ГГц 20 % от полного диапазона, 25 ГГц Запуск по событию А в канале ATi 2,5 % от полного диапазона, от 0 до 50 МГц 2,5 % от полного диапазона, 5 ГГц 2,5 % от полного диапазона, 10 ГГц 5 % от полного диапазона, 15 ГГц 10 % от полного диапазона, 20 ГГц 22,5 % от полного диапазона, 25 ГГц Запуск по событию В в канале ATi 2,5 % от полного диапазона, от 0 до 50 МГц 2,5 % от полного диапазона, 5 ГГц 2,5 % от полного диапазона, 10 ГГц 5 % от полного диапазона, 15 ГГц 10 % от полного диапазона, 20 ГГц 22,5 % от полного диапазона, 25 ГГц

Система запуска Pinpoint®

Режимы запуска по событию А и событию В с задержкой

Отдельный прибор	DPO73304SX DPO72304SX	DPO77002SX DPO75902SX DPO75002SX	
Тип запуска	Канал TekConnect	Канал AT1	Канал TekConnect
По перепаду	X	X	X
По глитчу	X	X	X
По длительности импульса	X	X	X
По ранту	X	X	X
По окну	X	X	X
По времени ожидания	X	X	X
По периоду/частоте	X	X	X
По огибающей	X	X	X
По переходу	X	X	X
По кодовой последовательности	X		X
По времени установки/удержания	X		X
По сигналу низкоскоростной последовательной шины	X	X	X
По логическому состоянию	X		

Многоприборная конфигурация	DPO73304SX DPO72304SX	DPO77002SX DPO75902SX DPO75002SX	
Тип запуска	Канал TekConnect	Канал AT1	Канал TekConnect
По перепаду	X	X	X
По глитчу	X	X	X
По длительности импульса	X	X	X

Основные режимы запуска	Автоматический, обычный и однократный								
Последовательность запуска	Основная, задержка по времени, задержка по событиям, сброс по времени, сброс по состоянию, сброс по переходу. Все последовательности могут включать отдельную задержку горизонтальной развертки после запуска для позиционирования окна захвата во времени								
Режим входа запуска	Связь по пост. току, связь по перем. току (подавление в полосе <100 Гц) ФНЧ (подавление в полосе >20 кГц), ФВЧ (подавление в полосе <200 кГц), Подавление шума (снижение чувствительности) связь по РЧ (повышение чувствительности запуска и расширение полосы пропускания на максимальных рабочих частотах)								
Диапазон задержки запуска по событию А	от 250 нс до 12 с + случайная задержка								
Диапазон уровней запуска	<table><tr><th>Источник сигнала запуска</th><th>Диапазон</th></tr><tr><td>Канал 1, 2, 3 или 4</td><td>Полный диапазон</td></tr><tr><td>Дополнительный вход</td><td>±3,65 В</td></tr><tr><td>Сеть питания</td><td>Фиксированное значение 0 В</td></tr></table>	Источник сигнала запуска	Диапазон	Канал 1, 2, 3 или 4	Полный диапазон	Дополнительный вход	±3,65 В	Сеть питания	Фиксированное значение 0 В
Источник сигнала запуска	Диапазон								
Канал 1, 2, 3 или 4	Полный диапазон								
Дополнительный вход	±3,65 В								
Сеть питания	Фиксированное значение 0 В								

Система запуска Pinpoint®

Расширенные режимы запуска	Выбираются пользователем; возможна коррекция задержки между каналом запуска и каналом захвата данных (поддерживаются все типы запуска Pinpoint для событий А и В, за исключением запуска по шаблону); недоступно в режиме FastAcq.
-----------------------------------	--

Запуск по сети питания	Запуск по сигналу сети питания. Фиксированное значение 0 В.
-------------------------------	---

Визуальный запуск	Необходима опция VET
Макс. кол-во областей	8
Формы области	Прямоугольная, треугольная, трапецидальная, шестиугольная, определяемая пользователем (может иметь >40 вершин)
Совместимость	Визуальный запуск совместим со всеми видами запуска и со всеми последовательностями запуска

Типы запуска	Тип запуска	Описание
	По перепаду	По положительному или отрицательному перепаду в любом канале или на дополнительном входе передней панели. Возможна связь по постоянному току, переменному току, ФНЧ, ФВЧ, подавление шума и связь по РЧ
	По частоте/периоду	Запуск по событию, которое дважды пересекает порог при перепаде одного типа в выбранном интервале времени или за его пределами. Перепад может быть положительным, отрицательным или произвольным.
	По глитчу	Запуск по глитчам или подавление глитчей положительной, отрицательной или любой полярности. Минимальная длительность распознаваемого глитча 40 пс (тип.) с временем готовности запуска 50 пс (интервал <5 нс), и 75 пс (интервал >5 нс).
	По логическому выражению	Запуск в том случае, если некоторое логическое выражение состояния каналов принимает значение «Ложь» или сохраняет значение «Истина» в течение указанного времени. Логическая комбинация (И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ), заданная для четырех каналов.
	По ранту	Запуск по импульсу, который пересек один порог, но не пересек второй порог перед повторным пересечением первого. События могут квалифицироваться по времени или логическому состоянию. Минимальная длительность глитчей 40 пс (тип.) со временем готовности запуска 50 пс.
	По времени установки/удержания	Запуск по нарушению времени установки и времени удержания между тактовой частотой и данными в любых двух входных каналах.
	По логическому состоянию	Любая логическая комбинация каналов (1, 2, 3), тактируемых перепадом в канале 4. Запуск по положительному или отрицательному перепаду тактового сигнала.
	По времени ожидания	Запуск по событию, которое сохраняет высокий, низкий или любой уровень в течение указанного периода. Возможен выбор интервала от 300 пс.
	По переходу	Запуск по перепадам импульсов, крутизна которых больше или меньше указанного значения. Перепад может быть положительным, отрицательным или произвольным.
	По длительности импульса	Запуск по длительности положительных или отрицательных импульсов в пределах или за пределами выбранного интервала (от 40 пс).
	По окну	Запуск по событию, которое находится в пределах или выходит из окна, ограниченного двумя настраиваемыми порогами. События могут квалифицироваться по времени или по логическому состоянию.
	Визуальный запуск	Запуск происходит, когда выполняется заданное визуальное условие.
	По огибающей	Применим для запуска по перепаду, глитчу, длительности импульса или ранту огибающей модулированной несущей. Частота несущей от 250 МГц до 15 ГГц Мин. ширина пакета <20 нс, макс. интервал между пакетами <20 нс.

Режимы запуска

Режимы запуска	Описание
Задержка запуска по событиям	от 1 до 2 млрд. событий.
Задержка запуска по времени	от 3,2 нс до 3 млн. секунд
Сканирование события В (B Event Scan)	Функция B Event Scan (сканирование события В) осуществляет последовательный запуск по событиям А и В, при котором будет захватываться пакет данных интересующего события, определенного в меню настройки этой функции. Захваченные данные могут быть просканированы последовательным или случайным образом, кроме того, запуск может производиться по одному из двух удовлетворяющих условиям запуска событий В. По пакетам данных, захваченных с помощью этой функции, можно построить глазковую диаграмму.

Анализ осциллограмм

Поиск и маркировка событий

Поиск и маркировка событий

Поиск перепадов, глитчей или импульсов заданной длительности. Все обнаруженные события, соответствующие критерию поиска, маркируются и помещаются в таблицу событий. Поиск положительных, отрицательных или обоих перепадов в любом канале.

После обнаружения интересующего события, другие похожие события можно найти с помощью функции "маркировки всех событий запуска в записи" в окнах управления запуском Pinpoint.

Таблица событий содержит сводку всех обнаруженных событий. Каждое событие маркируется по времени относительно момента запуска. Пользователь может прервать захват при обнаружении события.

Измерение параметров сигнала

Измерение параметров сигнала

Автоматические измерения

54 вида, 8 из которых могут отображаться на экране одновременно; статистическая обработка измерений, определяемые пользователем опорные уровни, измерение в интервалах, выделяющих специальные события

Приложение DPOJET для анализа джиттера и глазковых диаграмм расширяет ряд автоматических измерений.

Параметры, относящиеся к амплитуде

Амплитуда, высокий/низкий уровень, максимум, минимум, от пика до пика, среднее значение, среднее значение за период, среднеквадратическое значение, среднеквадратическое значение за период, положительный/отрицательный выброс

Параметры, относящиеся ко времени

Время нарастания, время спада, длительность положительного и отрицательного импульса, скважность положительных и отрицательных импульсов, период, частота, задержка

Комбинация

Область, область периода, фаза, ширина пакета

Параметры, относящиеся к гистограмме

Счетчик сигналов, попадание в заданные пределы, попадание в пиковое значение, медиана, максимум, минимум, от пика до пика, среднее (μ), стандартное отклонение (сигма), $\mu+1$ сигма, $\mu+2$ сигма, $\mu+3$ сигма

Обработка сигналов/математические функции

Алгебраические операции

Создание сложных алгебраических выражений, которые могут включать сигналы, скалярные величины, определяемые пользователем переменные и результаты параметрических измерений, например, Интеграл (Кан.1 – Среднее (Кан.1)) x 1,414 x Перем.1)

Арифметические операции

Сложение, вычитание, умножение и деление осциллограмм и скалярных величин

Функции фильтрации

Определяемые пользователем фильтры. Пользователь выбирает файл с необходимыми коэффициентами фильтра. Образцы файлов входят в комплект поставки

Операции в частотной области

Амплитуда и фаза спектра, реальный и мнимый спектр

Функция маскирования

Функция, создающая базу данных сигналов в виде пиксельной карты на основе захваченных сигналов. Можно определить счетчик выборок

Математические функции

Среднее, обратное значение, интеграл, производная, корень квадратный, экспонента, lg, ln, абсолютное значение, округление вверх, округление вниз, минимум, максимум, sin, cos, tg, arcsin, arccos, arctg, sh, ch, th

Сравнение

Результат логического сравнения >, <, ≥, ≤, ==, !=

Единицы измерения по вертикальной шкале

Амплитуда: линейная, дБ, дБм Фаза: градусы, радианы, групповая задержка Шкала IRE и мВ

Анализ осциллограмм

Оконные функции	Прямоугольник, Хэмминг, Хеннинг, Кайзер-Бессель, Блекман-Харрис, Гаусс, Flattop2, Тек Exponential
Пользовательские функции, задаваемые с помощью встраиваемого математического интерфейса	Интерфейс позволяет пользователям создавать свои собственные математические функции в MATLAB или Visual Studio

Характеристики дисплея

Палитра	Обычная, зеленая, серая, температурная, спектральная и определяемая пользователем
Формат отображения	YT, XY, XYZ
Разрешение дисплея	1024 пикселей по горизонтали × 768 пикселей по вертикали (XGA)
Тип дисплея	Дисплей с цветной ЖК матрицей и емкостным сенсорным экраном, диагональ 165 мм (6,5 дюйма)
Число делений по горизонтали	10
Число делений по вертикали	10
Представление сигналов	Векторы, точки, переменное послесвечение, бесконечное послесвечение.

Компьютер и периферийные устройства

Операционная система	Microsoft Windows 7 Ultimate, 64-разрядная
Процессор	Intel Core I7-4970S, 3,2 ГГц, четырехядерный
Оперативная память	32 ГБ
Твердотельный накопитель	Съемный, ≥900 ГБ
Мышь	Оптическая мышь с колесиком, USB интерфейс
Клавиатура	Порт USB

Порты ввода/вывода

Диапазон напряжений и характеристики дополнительного входа запуска	50 Ом, ±5 В (пост. напряжение + пиковое перем. напряжение)
Функции и полярность логических сигналов дополнительного выхода	Состояние выхода по умолчанию соответствует запуску по низкому уровню события А (отрицательный перепад при появлении события запуска А). Этот выход можно запрограммировать на запуск по высокому уровню события А и низкому или высокому уровню события В.
Амплитуда сигнала и смещение для выхода с крутыми фронтами	Дифференциальный сигнал 1200 мВ на нагрузке 100 Ом с синфазным напряжением -300 мВ.
Частота внешнего опорного сигнала	10 МГц, 100 МГц, 12,5 ГГц Прибор поддерживает частоту 10 МГц или 100 МГц. Частота 12,5 ГГц поддерживается на отдельном входе SMA.
Вход тактовой частоты 12,5 ГГц	1,3 В _{пик-пик} (6 дБм)
Выход тактового сигнала 12,5 ГГц В, С, D (шина UltraSync)	1,3 В _{пик-пик} (6 дБм)

Техническое описание

Порты ввода/вывода

Выходное напряжение встроенного опорного генератора (тип.)	
Vout пик-пик, 10 МГц	> 800 мВ пик-пик на нагрузке 50 Ом > 1,6 В пик-пик на нагрузке 1 МОм (внутренняя связь по перем. току).
Порты ввода/вывода	
Видеопорт DVI-D	Гнездо цифрового видеоинтерфейса DVI-D
Порт VGA	Гнездо видеоадаптера (VGA)
DisplayPort	Два разъёма (основной и дополнительный) для подключения цифровых дисплеев
PCIe	Порты PCIe для многоприборных систем
Порт запуска	Шина синхронизации UltraSync
Порты клавиатуры и мыши	Разъёмы PS-2, подсоединения клавиатуры и мыши должны выполняться только при отключенном питании прибора
Порты LAN	Два разъёма RJ-45 (LAN1, LAN2), поддержка 10 Base-T, 100 Base-T и Gigabit Ethernet
Гнезда для аудиосигналов	Гнезда мини-jack – вход микрофона и линейный выход
Порты USB	4 разъёма USB 2.0 на передней панели 4 разъёма USB 3.0/USB 2.0 на задней панели Один разъём USB на задней панели

Система хранения данных

Время хранения данных в энергонезависимой памяти (тип.)	>20 лет
Твердотельный накопитель	Осциллограммы и настройки хранятся на твердотельном накопителе. Твердотельный накопитель ≥900 ГБ (съёмный).

Источник питания

Потребляемая мощность	<980 Вт, один прибор, макс. ≤780 Вт, один прибор (тип.)
Напряжение и частота источника питания	от 100 В до 240 В _{ср.кв.} , 50/60 Гц 115 В ±10%, 400 Гц КАТ II

Mechanical specifications

Размеры	
Модели DPO70000SX	Высота 157 мм Ширина 452 мм Глубина 553 мм
Модели DPO70000SX, исполнение для монтажа в стойку	Высота 177 мм Ширина 440 мм Глубина 523 мм (от монтажной скобы до задней части прибора)
Масса	
Модели DPO70000SX	19 кг, только осциллограф

Mechanical specifications

Охлаждение													
Требуемые зазоры	<table><tr><th colspan="2">Принудительная вентиляция без воздушного фильтра</th></tr><tr><td>С верхней стороны</td><td>0 мм</td></tr><tr><td>С нижней стороны</td><td>минимум 6,35 мм или 0 мм при опоре на выдвинутые ножки или переворачивании блока</td></tr><tr><td>С левой стороны</td><td>76 мм</td></tr><tr><td>С правой стороны</td><td>76 мм</td></tr><tr><td>С задней стороны</td><td>0 мм по задним ножкам</td></tr></table>	Принудительная вентиляция без воздушного фильтра		С верхней стороны	0 мм	С нижней стороны	минимум 6,35 мм или 0 мм при опоре на выдвинутые ножки или переворачивании блока	С левой стороны	76 мм	С правой стороны	76 мм	С задней стороны	0 мм по задним ножкам
Принудительная вентиляция без воздушного фильтра													
С верхней стороны	0 мм												
С нижней стороны	минимум 6,35 мм или 0 мм при опоре на выдвинутые ножки или переворачивании блока												
С левой стороны	76 мм												
С правой стороны	76 мм												
С задней стороны	0 мм по задним ножкам												

Условия окружающей среды

Температура	
Рабочая	от +5 до +45 °C
Хранение	от -20 до +60 °C
Относительная влажность	
Рабочая	При температуре до +32 °C: отн. влажность от 8 до 80% При температуре от +32 до +45 °C: отн. влажность от 5% до 45%, без образования конденсата, ограничена максимальной влажностью при температуре по влажному термометру +29,4 °C (отн. влажность линейно уменьшается до 32% при +45 °C)
Хранение	от 5 до 95 % при температуре до +30 °C При температуре от > +30 до +60 °C: отн. влажность от 5% до 45%, без образования конденсата, ограничена максимальной влажностью при температуре по влажному термометру +29,4 °C (отн. влажность линейно уменьшается до 11% при +60 °C)
Высота над уровнем моря	
В рабочем состоянии	до 3 000 м
При хранении	до 12 000 м

Тестирование на соответствие требованиям USGB

Тестирование на соответствие требованиям USGCB	Компания Tektronix протестировала осциллографы серии DPO70000SX на соответствие требованиям безопасности для продуктов Информационных Технологий, указанных в рекомендациях USGCB для Windows 7 и Internet Explorer
--	---

Нормативные документы

Нормативные документы	
Электромагнитная совместимость	2004/108/EC; EN 61326-2-1
Сертификация	UL 61010-1, CSA 61010-1-04, Директива по низковольтному оборудованию 2006/95/EC, EN61010-1, IEC 61010-1

Информация для заказа

Модели

DPO77002SX	Высококачественный осциллограф с технологией ATi, 70 ГГц
DPO75902SX	Высококачественный осциллограф с технологией ATi, 59 ГГц
DPO75002SX	Высококачественный осциллограф с технологией ATi, 50 ГГц
DPO73304SX	Осциллограф с цифровым люминофором, 33 ГГц
DPO72304SX	Осциллограф с цифровым люминофором, 23 ГГц

Системы

Следующие системы DPS предусматривают единую номенклатуру при заказе двух приборов с кабелем UltraSync длиной 1 м. В этих системах используются те же опции, что и в базовых моделях, заказанная опция будет включена в комплект каждого прибора. В автономном режиме оба прибора имеют одинаковые опции, определяемые конфигурацией системы.

DPS77004SX	Высококачественный осциллограф с технологией ATi, 70 ГГц: 2 x 70 ГГц, 200 Гвыб./с или 4 x 33 ГГц, 100 Гвыб./с
DPS75904SX	Высококачественный осциллограф с технологией ATi, 59 ГГц: 2 x 59 ГГц, 200 Гвыб./с или 4 x 33 ГГц, 100 Гвыб./с
DPS75004SX	Высококачественный осциллограф с технологией ATi, 50 ГГц: 2 x 50 ГГц, 200 Гвыб./с или 4 x 33 ГГц, 100 Гвыб./с
DPS73308SX	Осциллограф с цифровым люминофором, 33 ГГц: 4 x 33 ГГц, 100 Гвыб./с или 4 x 23 ГГц, 50 Гвыб./с

Принадлежности в комплекте поставки

Принадлежности для осциллографа с входом ATi

Принадлежность	Номер по каталогу Tektronix
Адаптер компенсации фазовых сдвигов (вилка 1,85 мм – розетка 2,92 мм)	103-0488-00
Защитный переходник для разъёма ATi (1,85 мм)	103-0474-00
Защитная заглушка для разъёма ATi	016-2101-00
Динамометрический ключ	067-2787-00
Дополнительный ключ	003-1942-00

Принадлежности для прибора

Принадлежность	Номер по каталогу Tektronix
Руководство пользователя (при заказе прибора указывайте язык руководства)	071-3357-xx
Защитная крышка передней панели	200-5337-00
Защитная заглушка хост-порта PCIe	200-5344-00
Заглушка для второго порта Ethernet	200-5389-00
Нагрузка 50 Ом для выхода сигнала с крутыми фронтами (2 шт.)	015-1022-01
ТСА-292D (5 шт.) (3 шт. в приборах с входом ATi)	090-0044-00
Клавиатура, совместимая с Windows	119-7275-xx
Мышь, совместимая с Windows	119-7054-xx
Антистатический браслет	006-3415-05
Кабель с компенсацией фазовых искажений (вилка 2,92 мм – вилка 2,92 мм)	174-6793-00
Сумка для принадлежностей	016-2045-00
Рекомендации по применению	071-2989-04
Свидетельство соответствия требованиям "Директивы об ограничении использования некоторых вредных веществ в электрическом и электронном оборудовании" (RoHS)	071-2185-04
Свидетельство о калибровке	001-1179-00

Принадлежность	Номер по каталогу Tektronix
Папка для свидетельства о калибровке	006-8018-01
Шнур питания	

Гарантийные обязательства

Годовая гарантия на все детали и работу.

Опции прибора

Увеличение длины записи

Опция 10XL	125 млн. точек на канал
Опция 20XL	250 млн. точек на канал
Опция 50XL	500 млн. точек на канал по 4 каналам, 1 млрд. точек на канал по 2 каналам

Опции запуска и контроля предельных значений

Опция	Описание
Опция VET	Визуальный запуск
Опция LT	Тестирование по предельным значениям

Опции расширенного анализа

Опция	Описание
Опция DJA	Анализ джиттера и построение глазковых диаграмм, расширенный вариант ПО DPOJET
Опция DJAN	ПО DPOJET для анализа шума, джиттера и построения глазковых диаграмм (требуется опция DJA)
Опция SDLA64	Анализ каналов последовательной передачи данных
Опция PAM4	ПО для анализа сигналов передатчика PAM4

Анализ модуляции и спектра

Опция	Описание
Опция SVE	ПО векторного анализа сигналов SignalVu®, базовая версия
Опция SVA	Анализ аудиосигналов и модулированных сигналов AM/ЧМ/ФМ (необходима опция SVE)
Опция SVM	Общий анализ модуляции (необходима опция SVE)
Опция SVO	Гибкий анализ OFDM (необходима опция SVE)
Опция SVP	Расширенный анализ сигналов (включая импульсные измерения), (необходима опция SVE)
Опция SVT	Измерения времени установления частоты и фазы (необходима опция SVE)
Опция SV23	Измерение сигналов WLAN 802.11a/b/g/l/p (необходима опция SVE)
Опция SV24	Приложение для измерения сигналов WLAN 802.11n (необходима опция SV23)
Опция SV25	Приложение для измерения сигналов WLAN 802.11ac (необходима опция SV24)
Опция SV27	Базовые измерения сигналов передатчика Bluetooth с помощью ПО SignalVu
Опция SV28	Измерения РЧ сигналов нисходящего канала LTE с помощью ПО SignalVu (необходима опция SVE)

Опции памяти

Опция	Описание
Опция SSD	Дополнительный съемный диск (твердотельный накопитель)

Опции плавающих лицензий

Плавающие лицензии предлагают альтернативный метод управления вашими приборами Tektronix. Плавающие лицензии позволяют с помощью лицензионного ключа переносить опции между любыми осциллографами серий MSO/DPO70000, DPO7000 и MSO/DPO5000. Плавающие лицензии предлагаются для перечисленных ниже опций с лицензионным ключом.

Опция	Описание
DPOFL-XL010	Увеличение длины записи до 125 млн. точек на канал
DPOFL-XL020	Увеличение длины записи до 250 млн. точек на канал
DPOFL-XL050	Увеличение длины записи до 500 млн. точек на канал
DPOFL-DJA	Анализ джиттера и построение глазковых диаграмм, расширенный вариант ПО DPOJET
DPOFL-DJAN	ПО DPOJET для анализа шума, джиттера и построения глазковых диаграмм
DPOFL-SDLA64	Анализ каналов последовательной передачи данных
DPOFL-VET	Визуальный запуск
DPOFL-LT	Тестирование по предельным значениям
DPOFL-SVE	ПО векторного анализа сигналов SignalVu®, базовая версия
DPOFL-SVA	Анализ аудиосигналов и модулированных сигналов AM/ЧМ/ФМ (необходима опция SVE)
DPOFL-SVM	Общий анализ модуляции (необходима опция SVE)
DPOFL-SVO	Гибкий анализ OFDM (необходима опция SVE)
DPOFL-SVP	Расширенный анализ сигналов (включая импульсные измерения), (необходима опция SVE)
DPOFL-SVT	Измерения времени установления частоты и фазы (необходима опция SVE)
DPOFL-SV23	Измерение сигналов WLAN 802.11a/b/g/j/p (необходима опция SVE)
DPOFL SV24	Приложение для измерения сигналов WLAN 802.11n (необходима опция SV23)
DPOFL SV25	Приложение для измерения сигналов WLAN 802.11ac (необходима опция SV24)
DPOFL SV27	Базовые измерения сигналов передатчика Bluetooth с помощью ПО SignalVu
DPOFL SV28	Измерения РЧ сигналов нисходящего канала LTE с помощью ПО SignalVu (необходима опция SVE)

Опции обновления

Осциллографы серии DPO70000SX можно легко модернизировать по месту эксплуатации. Для модернизации осциллографов DPO70000SX укажите в коде заказа DPO-UP и требуемую опцию обновления из перечисленных ниже. Код заказа обновления состоит из условного обозначения модели осциллографа и окончания, указанного в таблице, например, DPO-UP DJAN.

Увеличение объёма памяти для осциллографов серии DPO70000SX

XL510	От стандартной конфигурации до конфигурации с опцией 10XL
XL520	От стандартной конфигурации до конфигурации с опцией 20XL
XL550	От стандартной конфигурации до конфигурации с опцией 50XL
XL1020	От конфигурации с опцией 10XL до конфигурации с опцией 20XL
XL1050	От конфигурации с опцией 10XL до конфигурации с опцией 50XL
XL2050	От конфигурации с опцией 20XL до конфигурации с опцией 50XL

Обновление поиска и запуска для осциллографов серии DPO70000SX

VETU	Визуальный запуск
LT	Тестирование по предельным значениям

Расширение возможностей анализа для DPO70000SX

DJAU	Анализ джиттера и построение глазковых диаграмм, расширенный вариант ПО DPOJET
DJAN	ПО DPOJET для анализа шума, джиттера и построения глазковых диаграмм (требуется опция DJA)
SDLA64	Анализ каналов последовательной передачи данных

Расширение возможностей анализа модуляции и спектра для осциллографов серии DPO70000SX

Опция	Описание
SVEU	ПО векторного анализа сигналов SignalVu®, базовая версия
SVA	Анализ аудиосигналов и модулированных сигналов AM/ЧМ/ФМ (необходима опция SVE, SVEH или SVEU)
SVM	Общий анализ модуляции (необходима опция SVE, SVEH или SVEU)
SVO	Гибкий анализ OFDM (необходима опция SVE, SVEH или SVEU)
SVP	Расширенный анализ сигналов (включая импульсные измерения), (необходима опция SVE, SVEH или SVEU)
SVT	Измерения времени установления частоты и фазы (необходима опция SVE, SVEH или SVEU)
SV23	Измерение сигналов WLAN 802.11a/b/g/j/p (опция SVE, SVEH или SVEU)
SV24	Приложение для измерения сигналов WLAN 802.11n (необходима опция SV23)
SV25	Приложение для измерения сигналов WLAN 802.11ac (необходима опция SV24)
SV27	Базовые измерения сигналов передатчика Bluetooth с помощью ПО SignalVu
SV28	Измерения РЧ сигналов нисходящего канала LTE с помощью ПО SignalVu (необходима опция SVE)

Прочие обновления для DPO70000SX

IF	Модернизация изделия
SSD	Запасной твердотельный накопитель

Опции для защиты инвестиций

По мере разработки новых стандартов и повышения скорости передачи сигналов, вы можете модернизировать осциллографы серии DPO70000SX в соответствии с вашими потребностями. Вы можете расширить полосу пропускания прибора, которым пользуетесь сегодня. Воспользуйтесь всеми преимуществами осциллографа серии DPO70000SX, выполнив его обновление до необходимого уровня. Обращайтесь в представительство компании Tektronix для ознакомления со всем спектром возможностей, доступных осциллографам серии DPO70000SX, чтобы быть уверенным в том, что в них предусмотрены функции, необходимые для вашего следующего проекта.

Кабель питания

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

Сервисные опции

Опция C3	Услуги по калибровке в течение 3 лет
Опция C5	Услуги по калибровке в течение 5 лет
Опция D1	Протокол с данными калибровки
Опция D3	Протокол с данными калибровки за 3 года (с опцией C3)
Опция D5	Протокол с данными калибровки за 5 лет (с опцией C5)
Опция G3	Полное обслуживание в течение 3 лет (включая замену на время ремонта, плановую калибровку и многое другое)
Опция G5	Полное обслуживание в течение 5 лет (включая замену на время ремонта, плановую калибровку и многое другое)

Техническое описание

Опция IF	Модернизация прибора
Опция R3	Ремонт в течение 3 лет (включая гарантийное обслуживание)
Опция R5	Ремонт в течение 5 лет (включая гарантийное обслуживание)

Рекомендуемые принадлежности

Пробники

P7633	Малошумящий пробник TriMode®, 33 ГГц
P7630	Малошумящий пробник TriMode®, 30 ГГц
P7625	Малошумящий пробник TriMode®, 25 ГГц
P7520A	Пробник TriMode®, 25 ГГц
P7313SMA	Дифференциальный пробник TriMode® SMA, 13 ГГц
P6251	Дифференциальный пробник 1 ГГц, 42 В (необходим адаптер TCA-BNC)
Серия ТСРА300/ТСРА400	Серия токовых пробников
P5200/P5205/P5210	Серия высоковольтных дифференциальных пробников
067-2431-xx	Приспособление для компенсации фазовых сдвигов, разъёмы SMA или наконечники под пайку (до 30 ГГц)
067-0484-xx	Приспособление для компенсации фазовых сдвигов и калибровки аналогового пробника (4 ГГц)
067-1586-xx	Приспособление для компенсации фазовых сдвигов аналогового пробника (>4 ГГц)
067-1686-xx	Приспособление для компенсации фазовых сдвигов пробников при измерении источников питания

Адаптеры

TCA-1MEG	Буферный усилитель с высоким входным сопротивлением TekConnect®. Включает пассивный пробник P6139A
TCA-292D	Переходник с TekConnect® на разъём 2,92 мм (с полосой пропускания 33 ГГц)
TCA-BNC	Переходник с TekConnect® на BNC
TCA-N	Переходник с TekConnect® на разъём N-типа
TCA-VPI50	Переходник с 50 Ом TekVPI на разъём TekConnect
TCA75	Прецизионный 8 ГГц переходник TekConnect® с 75 Ом на 50 Ом с входным разъёмом BNC 75 Ом

Прочее

016-2095-xx	Комплект для монтажа в стойку
016-2102-xx	Комплект для монтажа твердотельного накопителя (в передней части лотка для монтажа в стойку)
077-0076-xx	Руководство по обслуживанию на жестком диске в формате pdf
016-2104-00	Кейс для транспортировки (из углеволокна)
K4000	Тележка для осциллографа
DPO7AFP	Дополнительная передняя панель
DPO7USYNC 1M	Кабель UltraSync длиной 1 м
DPO7USYNC 2M	Кабель UltraSync длиной 2 м



Приборы серии DPO7000SX – самые высокопроизводительные осциллографы реального времени компании Tektronix.

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

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

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

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

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