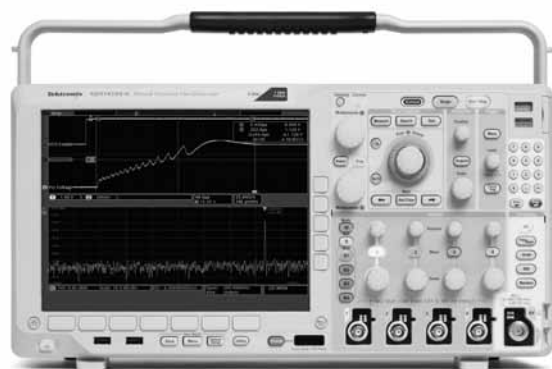


Комбинированные осциллографы

Серия MDO4000



Возможности и преимущества

Основные технические характеристики

- 4 аналоговых канала
- модели с полосой пропускания 500 МГц и 1 ГГц
- 16 цифровых каналов
- режим высокоскоростного захвата MagniVu™ обеспечивает разрешение по времени 60,6 пс
- 1 радиочастотный канал
- модели с диапазонами частот от 50 кГц до 3 ГГц или 6 ГГц
- сверхширокая полоса захвата — более 1 ГГц
- Пассивные пробники с входной ёмкостью 3,9 пФ и полосой пропускания 500 МГц или 1 ГГц в стандартной комплектации

Комбинированный анализ

- Коррелированный по времени захват аналоговых, цифровых и радиочастотных (РЧ) сигналов с помощью одного прибора
- Панель управления Wave Inspector® обеспечивает простую навигацию по коррелированным по времени данным как во временной, так и в частотной области
- Построение зависимости амплитуды, частоты и фазы от времени для сигналов, полученных с РЧ входа
- Возможность выбора пользователем времени расчёта спектра (функция «Spectrum Time») позволяет наблюдать и анализировать изменение спектра во времени — даже в сохранённом сигнале

Простота использования

- Яркий цветной дисплей XGA с диагональю 10,4 дюйма (264 мм)
- Малые габаритные размеры и небольшой вес — всего 147 мм в глубину при массе 5 кг

Анализ спектра

- Специализированные органы управления на передней панели для самых распространённых задач
- Автоматический пиковый маркер для определения частоты и амплитуды пиков спектра
- Ручные маркеры обеспечивают измерение не пиковых параметров сигнала
- Используемые типы трасс: нормальная, усреднение, удержание максимума, удержание минимума
- Типы детекторов: положительный пик, отрицательный пик, усреднение, выборка
- Режим спектрограмм облегчает визуальный контроль и анализ медленно изменяющихся событий
- Автоматические измерения мощности сигнала в канале, коэффициента развязки соседних каналов по мощности и ширины занимаемой полосы частот (OBW)
- Запуск по уровню мощности в РЧ канале
- Возможность проведения анализа автономно или по запуску

Возможности подключения

- Два хост-порта USB 2.0 на передней и два на задней панели облегчают и ускоряют сохранение данных, распечатку и подключение USB клавиатуры
- Порт USB 2.0 (клиент) на задней панели упрощает подключение к ПК и обеспечивает прямую распечатку на принтере, совместимом с технологией PictBridge®
- Встроенный порт Ethernet 10/100/1000 Base-T для подключения к локальным сетям и видеовыход для вывода изображения с экрана осциллографа на монитор или проектор

Дополнительные возможности по запуску и анализу сигналов последовательных шин

- Функции запуска, декодирования и поиска в сигналах последовательных шин I2C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 и I2S/LJ/RJ/TDM

Дополнительное программное обеспечение

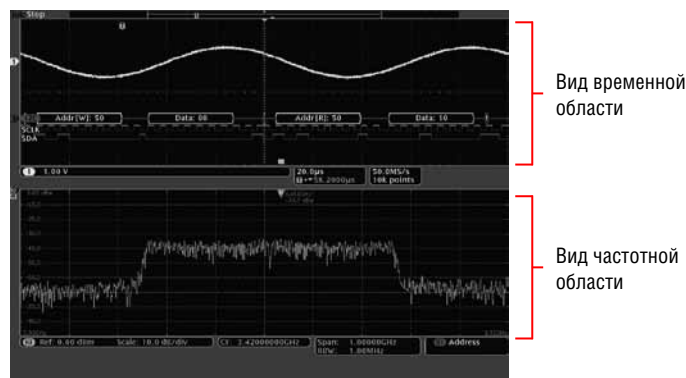
- Расширенный запуск по РЧ сигналам
- Анализ мощности
- Тестирование по пределам и по маскам
- Анализ сигналов HDTV и нестандартных видеосигналов

Представляем комбинированный осциллограф

Комбинированные осциллографы серии MDO4000 — это первые и единственные в мире осциллографы со встроенным анализатором спектра. Впервые пользователь имеет возможность захватывать коррелированные по времени аналоговые, цифровые и радиочастотные сигналы, что позволяет получить полное представление о функционировании тестируемого устройства. Теперь можно рассматривать сигналы одновременно во временной и частотной областях. Возможность постоянно отслеживать спектр РЧ сигнала позволяет контролировать его изменения как во времени, так и в зависимости от состояния тестируемого устройства. С помощью комбинированного осциллографа MDO4000 самые сложные проблемы разработки электронных устройств будут решены быстро и эффективно.

Новые приборы построены на базе ставших отраслевым стандартом осциллографов серии MSO4000B. Теперь, чтобы исследовать сигнал в частотной области, вы можете использовать самый популярный инструмент — осциллограф, вместо того, чтобы искать и заново осваивать анализатор спектра. При этом функциональные возможности осциллографов серии MDO не ограничены простым отслеживанием сигналов в частотной области, что позволяет делать и обычные анализаторы спектра. Бесспорным преимуществом новых приборов является их способность соотносить явления в частотной области с вызывающими их событиями во временной области. Если в осциллографе задействованы одновременно радиочастотный и любой из аналоговых или цифровых каналов, дисплей прибора делится на две части. Верхняя часть служит для традиционного представления сигналов во временной области. В нижней части отображается сигнал с РЧ входа в частотной области. Особо подчеркнём, что представление сигнала в частотной области является не обычным быстрым преобразованием Фурье (БПФ) сигналов с аналоговых или цифровых каналов прибора, а полноценным спектром сигнала, полученного с РЧ входа.

Спектр, отображаемый в частотной области, соответствует периоду времени, обозначенному короткой оранжевой полосой, которая расположена во временной области и называется «временем спектра» (Spectrum Time, ST). Осциллограф серии MDO4000 позволяет перемещать индикатор ST по захваченному сигналу, в результате чего имеется возможность исследовать изменение спектра РЧ сигнала во времени. Следует отметить, что использование ST возможно как на «живом», так и на сохранённом сигнале.



Верхняя часть дисплея осциллографа серии MDO4000 служит для отображения во временной области сигналов, поступающих на аналоговые и цифровые каналы, в то время как нижняя часть дисплея может использоваться для представления в частотной области сигнала с РЧ входа. Оранжевая полоса — индикатор «Spectrum Time» — указывает на период времени, используемый для расчёта РЧ спектра.

На рисунках 1–4 показано выполнение простой повседневной прикладной задачи — настройка и регулировка генератора, управляемого напряжением (ГУН) и системы с фазовой автоматической подстройкой частоты (ФАПЧ). Эта задача позволяет проиллюстрировать возможности осциллографов серии MDO4000 по корреляции событий во временной и частотной областях. Благодаря широкой полосе захвата и возможности перемещения индикатора ST по сигналу, комбинированный осциллограф за один захват собирает столько же данных, сколько их содержится примерно в 1 500 настроек и сигналов, захватываемых обычным анализатором спектра. С помощью новых приборов впервые обеспечивается чрезвычайно простое сопоставление событий в частотной и временной областях, наблюдение их взаимодействий или измерение временных задержек между ними, что позволяет быстро разобраться в нюансах функционирования разрабатываемого устройства.

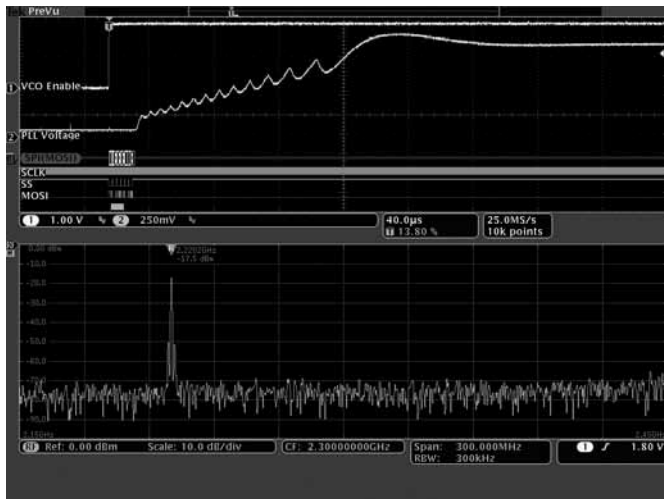


Рис. 1. Представление во временной и частотной областях сигнала включения ГУН/ФАПЧ. На канал 1 (жёлтая осциллограмма) подан сигнал, запускающий ГУН. Осциллограмма канала 2 (голубая) отображает сигнал напряжения ФАПЧ. Сигнал шины SPI, по которой производится программирование ГУН/ФАПЧ на нужную частоту, поступает на три цифровых канала и автоматически декодируется. Обратите внимание, что индикатор ST расположен после момента запуска ГУН и совпадает по времени с командами шины SPI, задающими нужную частоту ГУН/ФАПЧ.

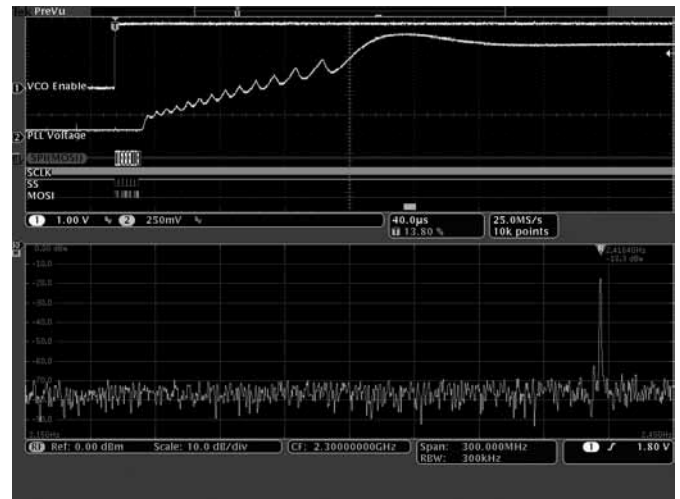


Рис. 3. Индикатор ST перемещён ещё на 120 мкс вправо. В этой точке спектр сигнала свидетельствует о том, что ГУН/ФАПЧ фактически «проскочил» заданное значение частоты, величина которой теперь равна 2,4164 ГГц.

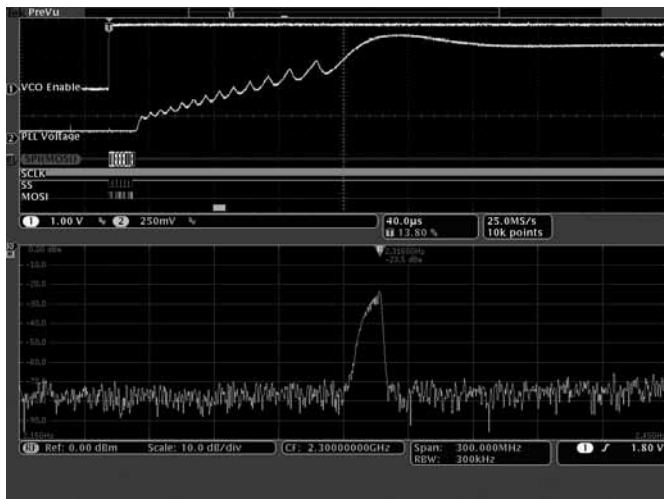


Рис. 2. Индикатор «Spectrum Time» перемещён примерно на 60 мкс вправо. В этой точке спектр сигнала свидетельствует о том, что ГУН/ФАПЧ находится в процессе настройки на заданную частоту (2,400 ГГц). В данный момент частота равна 2,3168 ГГц..

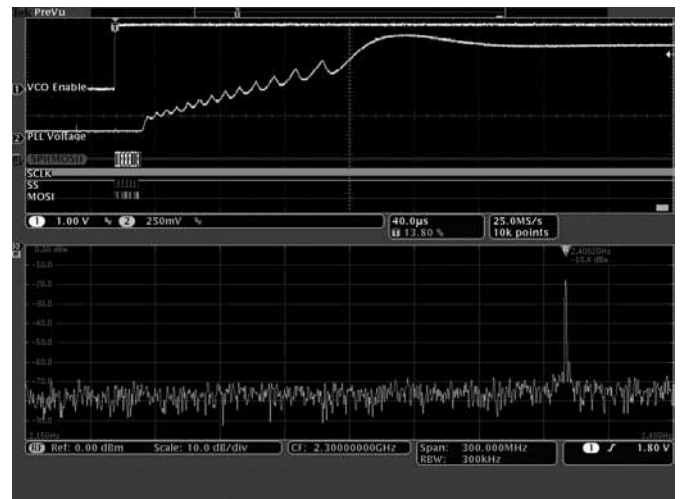
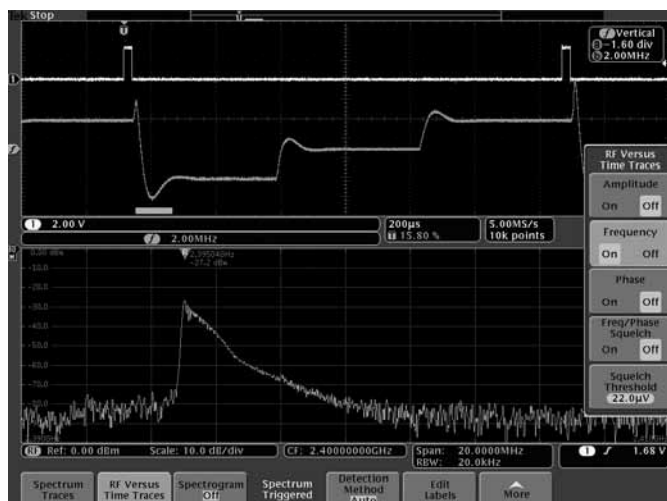


Рис. 4. В конечном итоге примерно через 340 мкс после запуска ГУН система ГУН/ФАПЧ настраивается на требуемое значение частоты 2,400 ГГц.



Оранжевая осциллограмма, отображаемая во временной области, представляет собой график зависимости частоты от времени для сигнала, подаваемого на РЧ вход. Обратите внимание, что индикатор ST расположен в области перехода с высшей частоты на низшую, таким образом, энергия распределена между несколькими частотами. С помощью графика зависимости частоты от времени можно легко отслеживать различные скачки частоты, что упрощает описание поведения устройства при переключении между частотами.

Визуализация РЧ сигнала

Окно временной области дисплея осциллографа серии MDO4000 обеспечивает отображение трёх осциллограмм, которые получаются из основных I и Q параметров сигнала, подаваемого на РЧ вход:

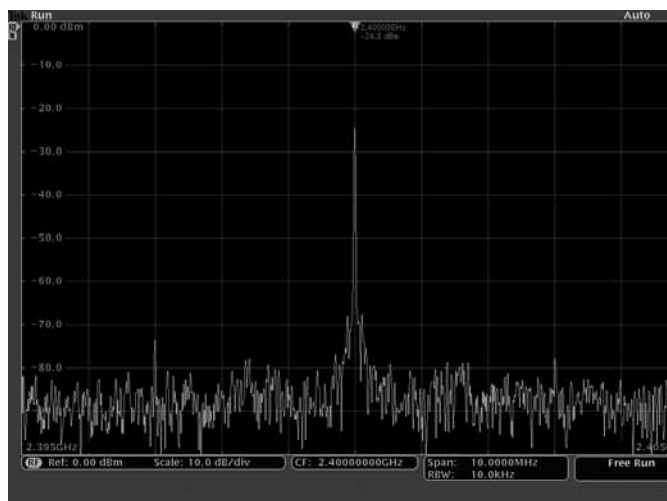
- амплитуда — график зависимости мгновенных значений амплитуды подаваемого на РЧ вход сигнала от времени;
- частота — график зависимости от времени мгновенных значений частоты РЧ сигнала относительно центральной частоты;
- фаза — график зависимости от времени мгновенных значений фазы РЧ сигнала относительно центральной частоты.

Все три осциллограммы могут отображаться на дисплее одновременно, причём каждая из них может быть включена или выключена независимо от других осциллограмм. Представление РЧ осциллограмм во временной области помогает лучше понять поведение изменяющегося во времени радиочастотного сигнала.

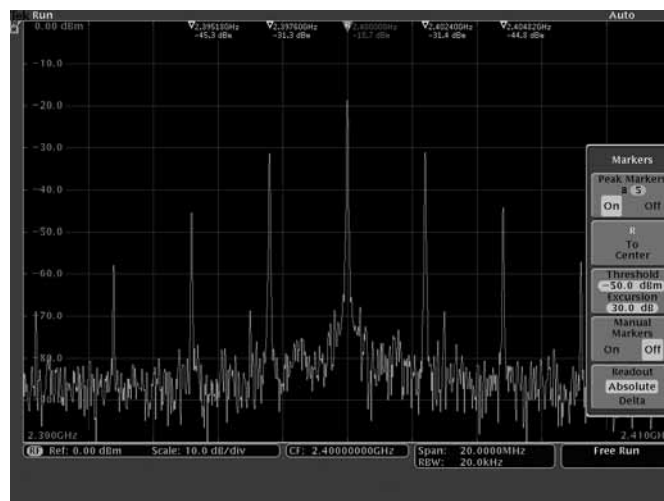
Расширенные возможности запуска

Для работы с быстро изменяющимися во времени сигналами, свойственными современным РЧ приложениям, осциллографы серии MDO4000 оснащены системой запуска, которая полностью интегрирована с РЧ, аналоговыми и цифровыми каналами. Это означает, что одно событие запуска позволяет согласовать сбор данных сразу по всем каналам, в результате чего можно захватить спектр точно в тот момент времени, в который произошло интересное событие во временной области. Приборы оснащены полным набором режимов запуска во временной области, включая запуск по фронту, последовательности, длительности импульса, времени ожидания, вырожденным импульсам (рантам), логическим состояниям, нарушению времени установки/удержания, времени нарастания/спада, видеосигналу, а также различными типами запуска по пакетам последовательных и параллельных шин. Кроме того, можно настроить запуск по уровню мощности на РЧ входе. В качестве примера можно привести осуществление запуска по событию включения РЧ передатчика.

Дополнительный модуль MDO4TRIG обеспечивает расширенные возможности запуска по РЧ сигналам. Этот модуль позволяет использовать уровень мощности на РЧ входе в качестве источника для различных типов запуска: по последовательности, длительности импульса, времени ожидания, вырожденным импульсам (рантам) и логическим состояниям. Так, в частности, можно осуществлять запуск по РЧ импульсу определённой длительности или использовать РЧ канал в качестве входа для запуска по логическим состояниям, что позволяет запускать осциллограф только тогда, когда и РЧ, и остальные сигналы активны.



Отображение частотной области на экране MDO4000.



Автоматические маркеры пиковых значений позволяют быстро обозначать важную информацию. На рисунке показаны пять самых высоких амплитудных пиков, превышающих пороговые значения и величину показателя отклонения и автоматически обозначенные маркерами.



Основные параметры спектра могут быть быстро настроены с помощью специализированных органов управления на передней панели.

Быстрый и точный анализ спектра

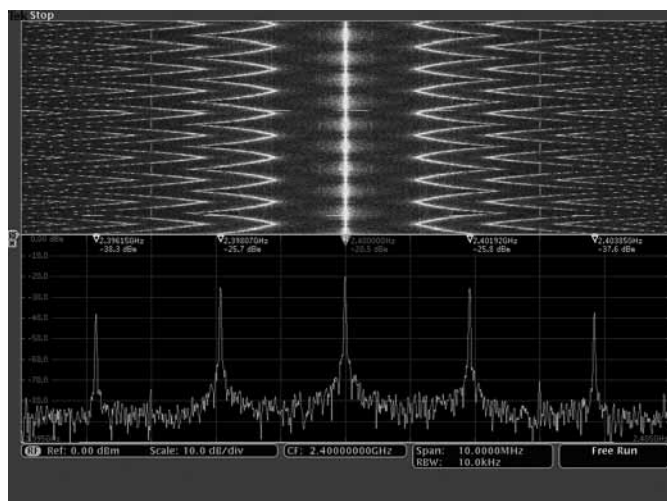
При использовании только радиочастотного входа дисплей осциллографа серии MDO4000 переходит в режим полноэкранного отображения частотной области. Все основные параметры спектра, такие как центральная частота, полоса обзора, опорный уровень и полоса разрешения, могут быть легко и быстро настроены с помощью специализированных кнопок меню и цифровой клавиатуры на передней панели.

Удобные интеллектуальные маркеры

В традиционных анализаторах спектра включение и размещение достаточно большого количества маркеров для обозначения всех представляющих интерес пиков может стать довольно трудоёмкой и утомительной задачей. Осциллографы серии MDO4000 делают этот процесс намного более эффективным благодаря возможности автоматической расстановки маркеров на пики и отображения значений частоты и амплитуды для каждого пика. Критерии, используемые для определения, что является пиком, могут настраиваться пользователем.

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

Для проведения измерений не пиковых участков спектра можно воспользоваться двумя ручными маркерами. При их включении один из ручных маркеров выполняет роль опорного маркера, что позволяет проводить измерения в любой части спектра. В зависимости от выбранного режима («Absolute» или «Delta»), помимо значений частоты и амплитуды показания ручных маркеров могут также включать значения плотности шумов и фазовых шумов. С помощью функции «Reference Marker to Center» («Опорный маркер в центр») можно мгновенно переместить частоту, обозначенную опорным маркером, в положение центральной частоты.



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

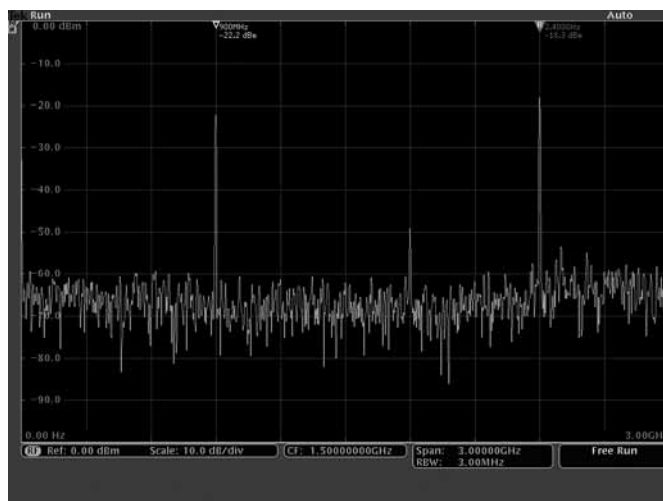
Спектрограмма

Осциллографы серии MDO4000 позволяют отображать спектры в виде спектрограммы, которая является идеальным средством для отслеживания медленно изменяющихся событий в РЧ сигналах. По оси X откладываются значения частоты (как на обычном графике представления спектра), по оси Y — время, а цветом обозначается амплитуда.

Слои спектрограммы формируются следующим образом. Берётся один захваченный спектр и «ставится на ребро», образуя ряд высотой один пиксель. Каждому пикселю ряда присваивается значение цвета, которое зависит от величины амплитуды каждой частотной составляющей спектра. Холодные цвета (синий, зелёный) соответствуют малым значениям амплитуды, а тёплые (жёлтый, красный) — более высоким. Каждый следующий захват добавляет новый слой в нижней части спектрограммы, при этом предшествующие слои сдвигаются на один ряд вверх. Когда сбор данных прекращается, пользователь может прокрутить обратно всю спектрограмму и посмотреть любой отдельный спектр.

Режим работы: с запуском или автономный?

Когда временная и частотная области отображаются на экране одновременно, захват спектра всегда осуществляется с запуском по событию синхронизации, при этом спектр коррелирован по времени с осциллограммами во временной области. Однако если на дисплее отображается только частотная область, РЧ вход может быть настроен на работу в автономном режиме. Этот режим полезен в случаях, когда данные в частотной области непрерывны и не связаны с событиями во временной области.

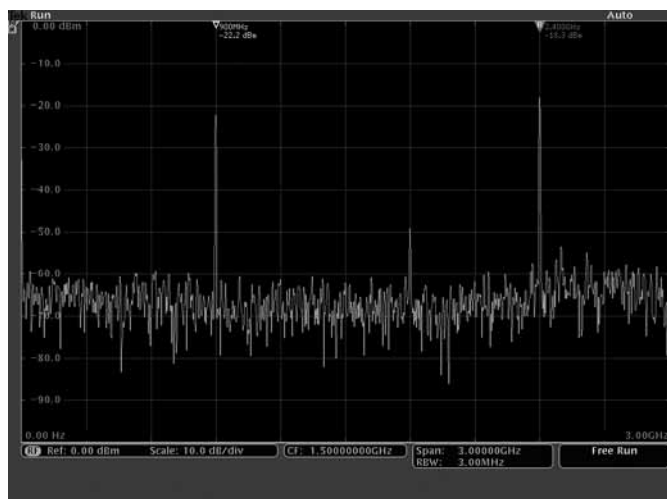


Отображение спектров сигналов пакетной передачи данных от устройства Zigbee на частоте 900 МГц и устройства Bluetooth на частоте 2,4 ГГц, полученных за один захват.

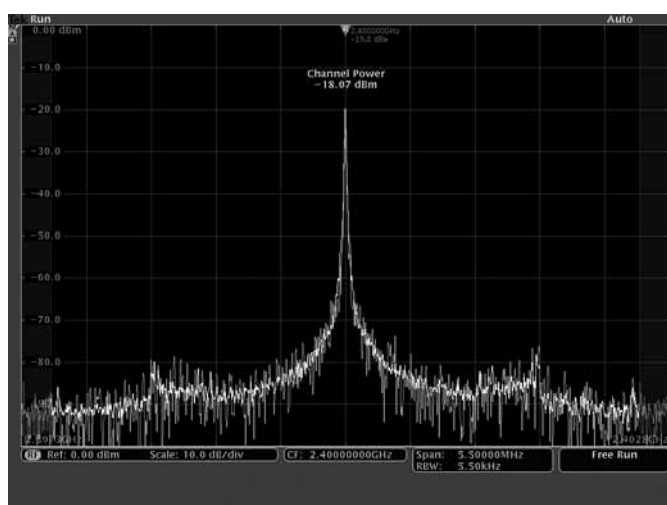
Сверхширокая полоса захвата

Современные средства беспроводной связи меняются очень быстро. В них зачастую используются технологии, которые включают в себя пакетную передачу данных, а также сложные схемы цифровой модуляции. Эти виды модуляции имеют очень широкий диапазон частот. Традиционные анализаторы спектра последовательного (сканирующие) или параллельного (дискретные) типа плохо приспособлены для исследования таких сигналов, так как они могут видеть лишь узкую часть спектра в каждый момент времени. Ширина спектра, захватываемого за один цикл сбора данных, называется полосой захвата. Традиционные анализаторы спектра сканируют полосу захвата в пределах установленного диапазона для построения нужного изображения. В результате, пока анализатор захватывает и обрабатывает один участок спектра, представляющее интерес событие может произойти в другой части спектра. Большая часть анализаторов спектра, доступных сегодня на рынке, имеют полосу захвата 10 МГц, иногда с помощью дорогостоящих опций она может быть расширена до 20, 40 или даже 140 МГц.

Чтобы соответствовать требованиям современных РЧ приложений по ширине полосы частот, осциллографы серии MDO4000 обеспечивают полосу захвата более 1 ГГц. При установке значения полосы обзора 1 ГГц и менее сканирование всего диапазона не требуется. Спектр генерируется из данных, полученных за один захват, таким образом обеспечивается гарантия того, что вы увидите все события, которые искали в частотной области.



Используемые типы трасс спектра: нормальная, усреднение, удержание максимума, удержание минимума.



Автоматическое измерение мощности в канале.

Трассы спектра

Приборы серии MDO4000 обеспечивают четыре режима отображения спектра (типа трасс) сигналов с РЧ входа: нормальный, усреднение, удержание максимума, удержание минимума. Метод детектирования может быть установлен независимо для каждого типа трассы. Кроме того, можно оставить осциллограф работать в режиме «Auto», который используется по умолчанию и позволяет автоматически устанавливать тип детектирования, оптимальный для текущей конфигурации. Доступны следующие типы детекторов: положительный пик, отрицательный пик, усреднение и выборка.



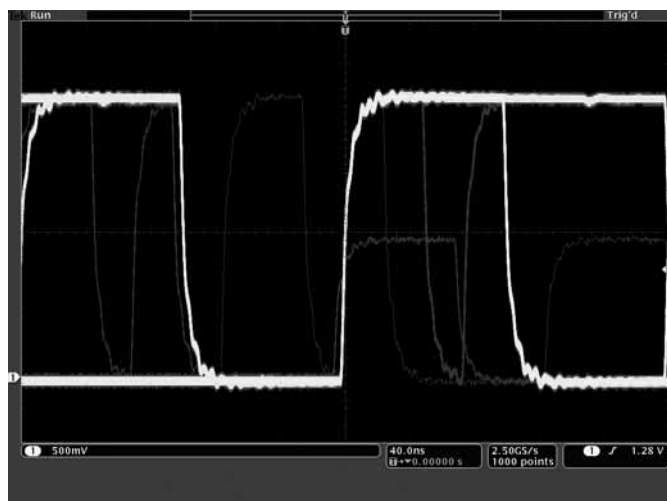
Дополнительный адаптер TPA-N-VPI обеспечивает подключение любого активного 50-омного пробника TekVPI к РЧ входу.

РЧ измерения

Осциллографы серии MDO4000 позволяют проводить три вида РЧ измерений: мощности сигнала в канале, коэффициента развязки соседних каналов по мощности и ширины занимаемой полосы частот. При активации какого-либо из этих режимов измерений осциллограф автоматически включает режим отображения спектра и метод детектирования «Усреднение» («Average») для оптимизации результатов измерений.

Возможности подачи РЧ сигналов на вход

Возможности подачи сигналов на РЧ вход в анализаторах спектра обычно ограничены возможностью подключения кабелей или антенн. В осциллографах серии MDO4000, благодаря дополнительному адаптеру TPA-N-VPI, для этих целей может использоваться любой активный пробник TekVPI с входным сопротивлением 50 Ом. Это обеспечивает дополнительную гибкость при поиске источников помех и позволяет облегчить анализ спектра благодаря возможности поиска и просмотра сигналов на РЧ входе.



Обнаружение — Высокая скорость захвата сигналов (свыше 50 000 осциллограмм в секунду) максимально повышает вероятность обнаружения кратковременных глитчей и других редко происходящих событий.

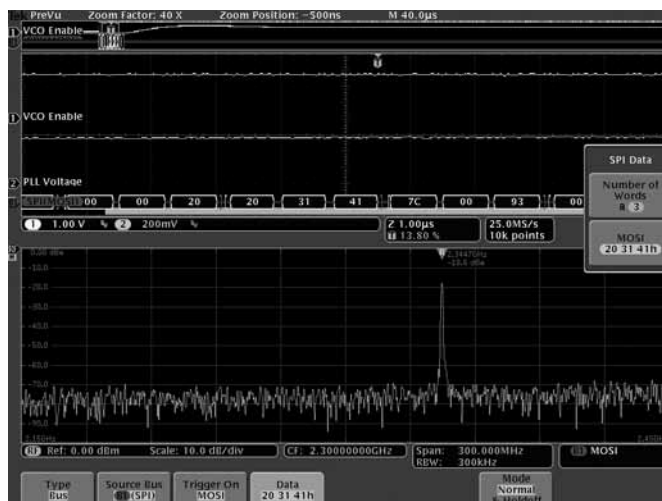
Созданы на базе отмеченных наградами осциллографов смешанных сигналов серии MSO4000B

Осциллографы серии MDO4000 обеспечивают тот же полный спектр возможностей, что и их прототип — осциллографы смешанных сигналов серии MSO4000B. Широкий набор функций позволяет ускорить проведение всех этапов отладки — от быстрого обнаружения аномалии и её захвата до поиска событий в записанных сигналах и анализа их характеристик и поведения разрабатываемого устройства.

Обнаружение

Для того чтобы устранить неполадку, сначала нужно узнать, что она существует. Каждому инженеру-конструктору приходится тратить массу времени на поиск неисправностей в разрабатываемом устройстве, что, при отсутствии подходящих средств отладки, превращается в весьма утомительный и трудоёмкий процесс.

Осциллографы серии MDO4000 предлагают самый полный в отрасли набор средств для отображения сигналов, который позволяет быстрее и глубже проникнуть в природу процессов, протекающих в устройстве. Высокая скорость захвата сигналов — более 50 000 осциллограмм в секунду — позволяет наблюдать глитчи и другие редкие импульсные помехи, что способствует определению истинных причин сбоев, возникающих при работе устройства. Дисплей с цифровым люминофором с градацией яркости даёт возможность отображать динамику изменения сигнала, так как участки осциллограммы, где сигнал появляется чаще, имеют бо́льшую яркость, что позволяет визуально оценивать частоту появления аномалий.



Захват — Запуск по определённому пакету данных, передаваемому по шине SPI. Полный набор функций запуска, включая запуск по содержимому пакета последовательных данных, гарантирует быстрый захват представляющего интерес события.

Захват

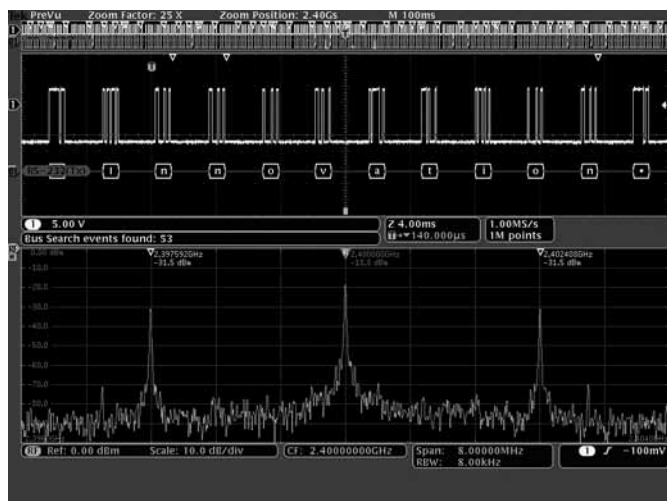
Обнаружение неисправностей устройства — это лишь первый шаг. Теперь нужно захватить интересное событие, чтобы можно было установить причину его возникновения.

Точный захват любого сигнала обеспечивается правильным подбором пробников. Осциллографы серии MDO4000 комплектуются четырьмя пробниками с малой входной ёмкостью. Эти первые в отрасли пассивные пробники напряжения с высоким импедансом имеют входную ёмкость менее 4 пФ, что позволяет уменьшить воздействие на измеряемую цепь. При этом они сочетают высокую производительность, свойственную активным пробникам, с гибкостью пассивных.

Осциллографы серии MDO4000 предлагают полный набор функций запуска, включая запуск по вырожденным импульсам (рантам), времени ожидания, логическим состояниям, длительности импульса/глитча, нарушению времени установки/удержания, последовательным пакетам и параллельным данным, что помогает быстро обнаружить интересное событие. Благодаря длине записи до 20 млн. точек, за один захват можно зафиксировать сразу много событий — вплоть до нескольких тысяч последовательных пакетов данных. При этом сохраняется высокое разрешение, позволяющее детально рассмотреть мельчайшие подробности сигнала.

Осциллографы серии MDO4000 имеют широкие функциональные возможности — от запуска по определённому содержимому пакета данных до автоматического декодирования данных различных форматов. При этом они обеспечивают поддержку самого широкого в своем классе набора последовательных шин: I2C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553 и I2S/LJ/RJ/TDM. Способность одновременного декодирования до четырёх последовательных и/или параллельных шин позволяет быстро распознавать проблемы на системном уровне.

Для более эффективного выявления и устранения неполадок во взаимосвязях на системном уровне в сложных встроенных системах, осциллографы серии MDO4000 имеют 16 цифровых каналов. Режим высокоскоростного захвата MagniVu™ позволяет отображать мельчайшие подробности сигнала вокруг точки запуска (с разрешением до 60,6 пс). Режим MagniVu особенно полезен для точного измерения временных интервалов, что необходимо при определении времени установки и удержания, задержки тактовой частоты, фазовых сдвигов и характеристик глитчей.

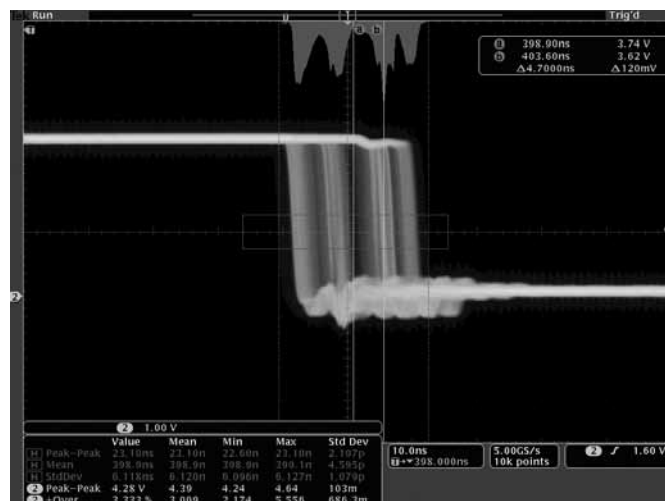


Поиск — Декодирование сигнала шины RS-232 с отображением результатов поиска данных, имеющих значение «n», с помощью функции Wave Inspector. Панель управления Wave Inspector обеспечивает непревзойденную эффективность при навигации и просмотре данных.

Поиск

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

Осциллографы серии MDO4000 предлагают самые совершенные в отрасли средства поиска и навигации, реализованные в виде инновационной панели управления Wave Inspector®. С помощью этих органов управления можно ускорить процессы панорамирования и изменения масштаба фрагментов записи. Благодаря уникальной системе с механизмом обратной связи, пользователь имеет возможность перемещаться из одного конца записи в другой за считанные секунды. С помощью специальных пользовательских меток можно обозначить на осциллограмме любой участок, а потом вернуться к нему для дальнейшего изучения. Кроме того, пользователь имеет возможность проводить автоматический поиск по заданным им критериям. Wave Inspector мгновенно просматривает всю запись, включая аналоговые и цифровые данные, а также данные последовательных шин. При этом он автоматически отмечает каждый момент наступления заданного события. В дальнейшем пользователь может быстро перемещаться между событиями по этим меткам.



Анализ — Гистограмма сигнала, построенная по спаду импульса, позволяет оценить зависимость положения перепада от времени (джиттер). На экране отображаются числовые значения результатов измерений, полученные на основе гистограммы. Полный набор встроенных средств анализа ускоряет проверку характеристик тестируемого устройства.

Анализ

Для того чтобы проверить, насколько параметры опытного образца разрабатываемого устройства соответствуют модели и удовлетворяют ли они поставленным в проекте целям, необходимо всесторонне проанализировать все характеристики устройства. Этот анализ может потребовать самых разнообразных измерений — от простого определения времени нарастания и длительности импульсов до сложного анализа вносимого затухания (потерь мощности) и исследования источников шумов.

Осциллографы серии MDO4000 оснащены полным набором встроенных средств анализа, в том числе привязанные к сигналу и экрану курсоры, 44 вида автоматических измерений, расширенный набор математических функций, включая редактор уравнений, а также функцию построения гистограмм, быстрое преобразование Фурье и диаграммы трендов для визуальной оценки изменения результатов измерений во времени. Кроме того, приборы комплектуются специализированными прикладными программами для анализа сигналов последовательных шин, проектирования источников питания, тестирования по пределам и маскам и разработки видеоустройств. Для более глубокого анализа может быть использована программное обеспечение LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition компании National Instruments, которая включает более 200 встроенных функций, в том числе анализ в частотной и временной области, регистрацию данных и создание отчетов в задаваемом пользователем формате.

Технические характеристики

Параметр	MDO4054-3	MDO4104-3	MDO4054-6	MDO4104-6
Число аналоговых каналов	4			
Полоса пропускания	500 МГц	1 ГГц	500 МГц	1 ГГц
Частота дискретизации (1-2 канала)	2,5 Гвыб./с	5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	5 Гвыб./с
Частота дискретизации (3-4 канала)	2,5 Гвыб./с			
Число цифровых каналов	16			
РЧ канал	1			
Диапазон частот	50 кГц ... 3 ГГц		50 кГц ... 6 ГГц	
Полоса захвата в реальном времени	более 1 ГГц			
Полоса обзора	1 кГц ... 3/6 ГГц в последовательности 1-2-5			
Полоса разрешения	20 Гц ... 10 МГц в последовательности 1-2-3-5			
Опорный уровень	–140 дБм ... +30 дБм, шагами по 5 дБм			
Вертикальная шкала	1 дБ/дел. ... 20 дБ/дел. в последовательности 1-2-5			
Вертикальное положение	от –10 дел. до + 10 дел.			
Единицы измерения по вертикали	дБм, дБмВ, дБмкВ, дБмкВт, дБмА, дБмкА			
Средний уровень собственных шумов	50 кГц ... 5 МГц: менее –130 дБм/Гц (менее –134 дБм/Гц тип.) 5 МГц ... 3 ГГц: менее –148 дБм/Гц (менее –152 дБм/Гц тип.) 3 ГГц ... 6 ГГц: менее –140 дБм/Гц (менее –143 дБм/Гц тип.)			
Паразитные составляющие				
Гармонические искажения 2-го и 3-го порядка (> 30 МГц)	< –55 дБн (< –60 дБн тип.)			
Интермодуляционные искажения 2-го порядка	< –55 дБн (< –60 дБн тип.)			
Интермодуляционные искажения 3-го порядка	< –60 дБн (< –63 дБн тип.)			
Другие искажения	< –55 дБн (< –60 дБн тип.)			
Подавление помех от зеркального канала и ПЧ	< –50 дБн (< –55 дБн тип.)			
Остаточные составляющие	< –78 дБм			
Перекрёстные помехи в РЧ канале от осциллографических каналов	частота на входе ≤1 ГГц: < –68 дБ от опорного уровня частота на входе от 1 ГГц до 2 ГГц: < –48 дБ от опорного уровня			
Фазовые шумы на частоте 2 ГГц, при отстройке 10 кГц 100 кГц 1 МГц	< –90 дБн/Гц, < –95 дБн/Гц (тип.) < –95 дБн/Гц, < –98 дБн/Гц (тип.) < –113 дБн/Гц, < –118 дБн/Гц (тип.)			
Погрешность измерения уровня (уровень входного сигнала от +10 дБм до –50 дБм)	при температуре 20 ... 30°С: менее ±1 дБ (±0,5 дБ тип.) вне рабочего диапазона: менее ±1,5 дБ			
Остаточная частотная модуляция	≤100 Гц от пика до пика на 100 мс			
Максимальный рабочий входной уровень				
Средняя непрерывная мощность	+30 дБм (1 Вт)			
Максимальный безопасный уровень постоянного напряжения	±40 В постоянного напряжения			
Максимальная безопасная мощность (незатухающие колебания)	+33 дБм (2 Вт)			
Максимальная безопасная мощность (импульс)	+45 дБм (32 Вт) (длительность импульса <10 мс, скважность <1%, опорный уровень ≥ +10 дБм)			
Запуск по уровню мощности				
Частотный диапазон	1 МГц ... 3 ГГц		1 МГц ... 6 ГГц	
Диапазон амплитуды	+30 дБм ... –40 дБм			
Пределы, при ЦЧ* от 1 МГц до 3,25 ГГц при ЦЧ* более 3,25 ГГц	–35 дБ от опорного уровня –15 дБ от опорного уровня			
Минимальная длительность импульса	время включения 10 мкс при установленном минимальном времени выключения 10 мкс			
Временной сдвиг между РЧ и аналоговыми каналами	< 5 нс			
Типы трасс в частотной области	нормальный, усреднение, удержание максимума, удержание минимума			
Типы трасс во временной области	амплитуда/время, частота/время, фаза/время			
Типы детекторов	положительный пик, отрицательный пик, усреднение, выборка			
Автоматические маркеры	распознавание от 1 до 11 пиков на основе задаваемых пользователем пороговых значений и отклонения			
Ручные маркеры	два ручных маркера для индикации частоты, амплитуды, плотности шумов и фазовых шумов			
Режимы отображения показаний маркеров	абсолютный и относительный			

* ЦЧ — центральная частота

Продолжительность захвата РЧ сигнала

Полоса обзора	Максимальное время захвата
более 2 ГГц	2,5 мс
от 1 ГГц до 2 ГГц	5 мс
от 800 МГц до 1 ГГц	10 мс
от 500 МГц до 800 МГц	12,5 мс
от 400 МГц до 500 МГц	20 мс
от 250 МГц до 400 МГц	25 мс
от 200 МГц до 250 МГц	40 мс
от 160 МГц до 200 МГц	50 мс
от 125 МГц до 160 МГц	62,5 мс
менее 125 МГц	79 мс

Окна БПФ

Окно БПФ	Коэффициент
Кайзера	2,23
Прямоугольное	0,89
Хэмминга	1,30
Хеннинга	1,44
Блекмана-Харриса	1,90
Окно с плоской вершиной	3,77

Система вертикального отклонения аналоговых каналов

Параметр	MDO4054-X	MDO4104-X
Число входных каналов	4	
Аналоговая полоса пропускания (−3 дБ), 5 мВ/дел. – 1 В/дел.	500 МГц	1 ГГц
Расчетное время нарастания, 5 мВ/дел. (тип.)	700 пс	350 пс
Аппаратное ограничение полосы пропускания	20 МГц или 250 МГц	
Режим входа	открытый (DC), закрытый (AC)	
Входное сопротивление	1 МОм ±1%, 50 Ом ±1%	
Диапазон входной чувствительности, 1 МОм	от 1 мВ/дел. до 10 В/дел.	
Диапазон входной чувствительности, 50 Ом	от 1 мВ/дел. до 1 В/дел.	
Вертикальное разрешение	8 бит (11 бит в режиме высокого разрешения)	
Максимальное входное напряжение, 1 МОм	300 В _{сжз} (Кат II) с пиковыми значениями ≤ ±425 В	
Максимальное входное напряжение, 50 Ом	5 В _{сжз} с пиковыми значениями ≤ ±20 В	
Погрешность усиления постоянного напряжения	±1,5%, с ухудшением на 0,1%/°C при температуре более 30°C	
Развязка между каналами	≥100:1 на частоте ≤100 МГц, ≥30:1 на частоте от 100 МГц до верхней границы полосы пропускания, для двух любых каналов с одинаковой чувствительностью	

Диапазон смещения

Диапазон	1 МОм	50 Ом
от 1 мВ/дел. до 50 мВ/дел.	±1 В	±1 В
от 50,5 мВ/дел. до 99,5 мВ/дел.	±0,5 В	±0,5 В
от 100 мВ/дел. до 500 мВ/дел.	±10 В	±10 В
от 505 мВ/дел. до 995 мВ/дел.	±5 В	±5 В
от 1 В/дел. до 5 В/дел.	±100 В	±5 В
от 5,05 В/дел. до 10 В/дел.	±50 В	–

Система вертикального отклонения цифровых каналов

Параметр	Все модели MDO4000
Число входных каналов	16 (от D15 до D0)
Пороговые напряжения	отдельная настройка для каждого канала
Выбор значений порогов	ТТЛ, КМОП, ЭСЛ, псевдо-ЭСЛ, задаваемый пользователем
Диапазон значений порогов, настраиваемых пользователем	±40 В
Максимальное входное напряжение	±42 В _{пик-пик}
Погрешность установки порога	±(100 мВ +3% от установленного значения)
Максимальный динамический диапазон входного сигнала	30 В _{пик-пик} (≤200 МГц) 10 В _{пик-пик} (>200 МГц)
Минимальный размах напряжения	400 мВ
Входное сопротивление	100 кОм
Входная ёмкость пробника	3 пФ
Вертикальное разрешение	1 бит

Система горизонтальной развертки аналоговых каналов

Параметр	MDO4054-X	MDO4104-X
Максимальная длина записи (все каналы)	20 млн. точек	
Максимальная продолжительность захвата с максимальной частотой дискретизации (все каналы/половина каналов)	8/8 мс	8/4 мс
Диапазон скорости развертки	от 1 нс/дел. до 1000 с/дел.	от 400 пс/дел. до 1000 с/дел.
Диапазон задержки развертки	от -10 делений до 5000 с	
Диапазон компенсации сдвига фаз между каналами	±125 нс	
Погрешность развертки	±5·10 ⁻⁶ в любом интервале ≥1 мс	

Система горизонтальной развертки цифровых каналов

Параметр	Все модели MDO4000
Максимальная частота дискретизации (основной режим)	500 Мвыб./с (разрешение 2 нс)
Максимальная длина записи (основной режим)	20 млн. точек
Максимальная частота дискретизации (MagniVu)	16,5 Гвыб./с (разрешение 60,6 пс)
Максимальная длина записи (MagniVu)	10 тыс. точек, центральная точка соответствует моменту запуска
Минимальная распознаваемая длительность импульса (тип.)	1 нс
Сдвиг фаз между каналами (тип.)	200 пс
Максимальная частота переключения входа	500 МГц Максимальная частота синусоидального сигнала, которая может быть правильно воспроизведена в виде логического меандра. Требуется короткий провод заземления для каждого канала. Это максимальная частота при минимальной амплитуде сигнала. При больших амплитудах можно получить большую частоту переключения.

Система запуска

Параметр	Описание
Основные режимы запуска	автоматический, нормальный и однократный
Тип входа запуска	открытый, закрытый, подавление ВЧ (подавление частот >50 кГц), подавление НЧ (подавление частот <50 кГц), подавление шума (снижает чувствительность)
Диапазон задержки запуска	от 20 нс до 8 с

Чувствительность системы запуска

Параметр	Описание
Внутренний запуск, открытый вход	
вход 1 МОм (все модели)	в диапазоне от 1 мВ/дел. до 4,98 мВ/дел.: 0,75 деления на частоте от 0 Гц до 50 МГц, увеличивается до 1,3 деления при повышении частоты до верхнего предела номинальной полосы пропускания
вход 50 Ом (MDO4054-X)	в диапазоне более 5 мВ/дел.: 0,4 деления на частоте от 0 Гц до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при повышении частоты до верхнего предела номинальной полосы пропускания
вход 50 Ом (MDO4104-X)	0,4 деления на частоте от 0 Гц до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при повышении частоты до верхнего предела номинальной полосы пропускания

Диапазон уровней запуска

Параметр	Описание
Любой канал	±8 делений от центра экрана
Сеть переменного тока	фиксирован на уровне 50% от величины напряжения сети

Измерение частоты сигнала запуска

Отображение значения частоты сигнала запуска с 6-разрядным разрешением.

Режимы запуска

Режим	Описание
Фронт	Положительный или отрицательный фронт на любом канале. Тип входа: открытый, закрытый, с подавлением ВЧ, НЧ или шума.
Последовательность (В-триггер)	Задержка запуска на время — от 4 нс до 8 с. Задержка запуска до некоторого события — от 1 до 4 000 000 событий.
Длительность импульса	Запуск по положительным или отрицательным импульсам, длительность которых $>$, $<$, $=$ или $\neq$ заданному значению (от 4 нс до 8 с).
Время ожидания	Запуск в случае, если в течение заданного периода времени (от 4 нс до 8 с) не будет обнаружено ни одного импульса.
Вырожденный импульс (рант)	Запуск по импульсу, который пересёк один порог, но не пересёк второй порог перед повторным пересечением первого.
Логическое выражение	Запуск происходит в том случае, если заданное логическое состояние каналов становится ложным или остается истинным в течение заданного периода времени (от 4 нс до 8 с). Сигнал на любом из входов можно использовать в качестве сигнала тактовой частоты, по фронтам которого выполняется проверка логического состояния. Логические значения (И, ИЛИ, НЕ-И, НЕ-ИЛИ), указанные для всех аналоговых и цифровых входных каналов, определяются как «Высокое», «Низкое» или «Безразлично».
Установка и удержание	Запуск по нарушению и времени установки, и времени удержания между сигналом тактовой частоты и сигналом данных на любом из входных каналов.
Длительность фронта (время нарастания/спада)	Запуск происходит в том случае, если длительность фронта оказывается больше или меньше заданной величины. Фронт может быть задан или положительный (нарастающий), или отрицательный (спадающий), или любой.
Видеосигнал	Запуск по всем строкам, нечётным, чётным или всем полукадрам видеосигналов NTSC, PAL и SECAM.
Расширенные функции запуска по видеосигналу (опция)	Запуск по видеосигналам 480p/60, 576p/50, 720p/30, 720p/50, 720p/60, 875i/60, 1080i/50, 1080i/60, 1080p/24, 1080p/24sF, 1080p/25, 1080p/30, 1080p/50, 1080p/60 и по специальным видеосигналам с двух- и трехуровневой синхронизацией.
I ² C (опция)	Запуск по старту, повторному старту, стопу, пропущенному подтверждению, адресу (7- или 10-битному), данным или адресу и данным на шинах I ² C со скоростью передачи до 10 Мбит/с.
SPI (опция)	Запуск по активному SS, MOSI, MISO или MOSI и MISO на шинах SPI со скоростью передачи до 50,0 Мбит/с.
USB (опция)	Низкоскоростная шина: запуск по сигналу синхронизации, сбросу, ожиданию, возобновлению, концу пакета, маркерному пакету (адресу), пакету данных, пакету установки соединения, специальному пакету и по ошибке. Запуск по маркерному пакету: любой тип маркера, SOF, OUT, IN, SETUP. Адрес можно указать для типа маркеров: любой маркер, OUT, IN и SETUP. Можно определить запуск по адресу, который $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ заданному значению или попадает в пределы или за пределы заданного диапазона. Номер кадра для маркера SOF можно вводить в двоичном, шестнадцатеричном, беззнаковом десятичном или любом формате. Запуск по пакету данных: любой тип данных, DATA0, DATA1; можно определить запуск по данным, которые $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ заданному значению, либо попадают в пределы или выходят за пределы заданного диапазона. Запуск по пакету установки соединения: любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL. Запуск по специальному пакету: любой тип специального пакета, зарезервированный. Запуск по ошибке: проверка PID, CRC5 или CRC16, вставка битов.
	Полноскоростная шина: запуск по сигналу синхронизации, сбросу, ожиданию, возобновлению, концу пакета, маркерному пакету (адресу), пакету данных, пакету установки соединения, специальному пакету и по ошибке. Запуск по маркерному пакету: любой тип маркера, SOF, OUT, IN, SETUP. Адрес можно указать для типа маркеров: любой маркер, OUT, IN и SETUP. Можно определить запуск по адресу, который $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ заданному значению или попадает в пределы или за пределы заданного диапазона. Номер кадра для маркера SOF можно вводить в двоичном, шестнадцатеричном, беззнаковом десятичном или любом формате. Запуск по пакету данных: любой тип данных, DATA0, DATA1, DATA2, DATAM; можно определить запуск по данным, которые $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ заданному значению, либо попадают в пределы или выходят за пределы заданного диапазона. Запуск по пакету установки соединения: любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL, NYET. Запуск по специальному пакету: любой тип специального пакета, PRE, зарезервированный. Запуск по ошибке: проверка PID, CRC5 или CRC16, вставка битов.
	Высокоскоростная шина: запуск по сигналу синхронизации, сбросу, ожиданию, возобновлению, концу пакета, маркерному пакету (адресу), пакету данных, пакету установки соединения, специальному пакету и по ошибке. Запуск по маркерному пакету: любой тип маркера, SOF, OUT, IN, SETUP. Адрес можно указать для типа маркеров: любой маркер, OUT, IN и SETUP. Можно определить запуск по адресу, который $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ заданному значению или попадает в пределы или за пределы заданного диапазона. Номер кадра для маркера SOF можно вводить в двоичном, шестнадцатеричном, беззнаковом десятичном или любом формате. Запуск по пакету данных: любой тип данных, DATA0, DATA1, DATA2, DATAM; можно определить запуск по данным, которые $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ заданному значению, либо попадают в пределы или выходят за пределы заданного диапазона. Запуск по пакету установки соединения: любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL, NYET. Запуск по специальному пакету: любой тип специального пакета, ERR, SPLIT, PING, зарезервированный. Можно указать компоненты пакета SPLIT, включая: адрес концентратора; пуск/завершение: безразлично, пуск (SSPLIT), завершение (CSPLIT); адрес порта; начальные и конечные биты: безразлично, управление/массив/прерывание (полноскоростное и низкоскоростное устройство), изохронный (промежуточный пакет, последний пакет, стартовый пакет, все данные); тип конечной точки: безразлично, управление, изохронный, массив данных, прерывание. Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, любая.
Поддержка высокоскоростной шины доступна только в моделях MDO4104-3 и MDO4104-6.	

Режимы запуска (продолжение)

Режим	Описание
Ethernet (опция)	10BASE-T: запуск по разделителю начала фрейма, MAC адресу, управляющей информации MAC Q-Tag, длине/типу MAC, заголовку IP, заголовку TCP, данным клиента TCP/IPv4/MAC, концу пакета, ошибке FCS (CRC). MAC адрес: запуск по 48-битному адресу источника или адресу приемника. Управляющая информация MAC Q-Tag: запуск по 32-битному значению Q-Tag. Длина/тип MAC: запуск по величине, которая $\leq$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ указанному 16-битному значению, либо попадает в пределы или выходит за пределы указанного диапазона. Заголовок IP: запуск по 8-битному значению IP протокола, адресу источника, адресу приемника. Заголовок TCP: запуск по порту источника, порту приемника, номеру последовательности и номеру Ack. Данные клиента TCP/IPv4/MAC: запуск по величине, которая $\leq$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ указанному значению, либо попадает в пределы или выходит за пределы указанного диапазона. Можно указывать число байтов для запуска в пределах от 1 до 16. Варианты смещения байта: безразлично, 0-1499.
	100BASE-TX: запуск по разделителю начала фрейма, MAC адресу, управляющей информации MAC Q-Tag, длине/типу MAC, заголовку IP, заголовку TCP, данным клиента TCP/IPv4/MAC, концу пакета, ошибке FCS (CRC). MAC адрес: запуск по 48-битному адресу источника или адресу приемника. Управляющая информация MAC Q-Tag: запуск по 32-битному значению Q-Tag. Длина/тип MAC: запуск по величине, которая $\leq$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ указанному 16-битному значению, либо попадает в пределы или выходит за пределы указанного диапазона. Заголовок IP: запуск по 8-битному значению IP протокола, адресу источника, адресу приемника. Заголовок TCP: запуск по порту источника, порту приемника, номеру последовательности и номеру Ack. Данные клиента TCP/IPv4/MAC: запуск по величине, которая $\leq$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ указанному значению, либо попадает в пределы или выходит за пределы указанного диапазона. Можно указывать число байтов для запуска в пределах от 1 до 16. Варианты смещения байта: безразлично, 0-1499.
CAN (опция)	Запуск по началу кадра, типу кадра (данные, удаленный запрос, ошибка, перегрузка), идентификатору (стандартный или расширенный), данным, идентификатору и данным, концу кадра, пропущенному подтверждению или ошибке заполнения битов в сигналах шины CAN со скоростью передачи до 1 Мбит/с. Запуск можно настроить так, чтобы он происходил в том случае, если данные окажутся $\leq$, $=$, $>$, $\geq$ или $\neq$ заданному значению. По умолчанию настраиваемая пользователем точка выборки устанавливается на 50%.
LIN (опция)	Запуск по синхроимпульсу, идентификатору, данным, идентификатору и данным, кадру активизации, кадру дежурного режима, а также по ошибкам синхронизации, четности или контрольной суммы на скоростях до 100 кбит/с (по определению шины LIN, 20 кбит/с).
FlexRay (опция)	Запуск по началу кадра, типу кадра (нормальный, информационный, нулевой, синхронизирующий, стартовый), идентификатору, числу циклов, полю завершения заголовка, данным, идентификатору и данным, концу кадра или по ошибкам, таким как ошибка CRC заголовка, CRC трейлера, нулевого кадра, кадра синхронизации или стартового кадра на скоростях до 100 Мбит/с.
RS-232/422/485/UART (опция)	Запуск по стартовому биту передачи, стартовому биту приёма, концу передаваемого пакета, концу принимаемого пакета, передаваемым данным, принимаемым данным, ошибке четности передачи и ошибке четности приема на скоростях до 10 Мбит/с.
MIL-STD-1553 (опция)	Запуск по синхросигналу, типу слова¹ (командное, статуса, данных), командному слову¹ (задаётся отдельно RT адрес, T/R, субадрес/режим, счётчик слов данных/код режима, чётность), слову статуса¹ (задаётся отдельно RT адрес, ошибка сообщения, оборудование, бит запроса на обслуживание, приём циркулярной команды, занято, флаг подсистемы, динамический контроль шины, флаг терминала, чётность), слову данных (задаваемое пользователем 16-битное значение), ошибке (синхросигнала, чётности, кода манчестера, связности данных), времени ожидания (минимальное время от 4 мкс до 100 мкс, максимальное время от 12 мкс до 100 мкс; запуск осуществляется, если время меньше минимального, больше максимального, попадает или не попадает в диапазон). RT адрес можно настроить так, чтобы запуск происходил в том случае, если его значение $\leq$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ заданному значению, либо попадает в пределы или выходит за пределы заданного диапазона.
I ² S/LJ/RJ/TDM (опция)	Запуск по выбору слова, по синхросигналу кадра или по данным. Кроме того, можно настроить запуск так, чтобы он срабатывал при соблюдении условия $\leq$, $=$, $>$, $\geq$ или $\neq$ для некоторого указанного значения или при попадании значения в пределы или за пределы указанного диапазона. Максимальная скорость передачи данных для I²S/LJ/RJ равна 12,5 Мбит/с. Максимальная скорость передачи данных для TDM равна 25 Мбит/с.
Параллельная шина	Запуск по значениям данных на параллельной шине. Параллельная шина может иметь разрядность от 1 до 20 бит. Поддерживаются данные в двоичном и шестнадцатеричном форматах.

¹ При выборе режима запуска по командному слову запуск осуществляется по командному слову и по неопределённому командному слову или слову статуса. При выборе режима запуска по слову статуса запуск осуществляется по слову статуса и по неопределённому командному слову или слову статуса.

Режимы регистрации данных

Режим	Описание
Выборка	Захват дискретизированного сигнала
Пик-детектор	Захват глитчей длительностью от 800 пс (модели с полосой 1 ГГц) или от 1,6 нс (модели с полосой 500 МГц) на всех режимах развертки.
Усреднение	Усреднение по заданному количеству осциллограмм (от 2 до 512)
Огибающая	Огибающая минимумов-максимумов, отображающая данные, полученные в результате обнаружения пиковых значений в течение нескольких захватов.
Высокое разрешение	Усреднение с узкополосным фильтром в реальном времени позволяет снизить случайный шум и повысить вертикальное разрешение.
Прокрутка	Прокрутка осциллограммы по экрану справа налево со скоростью развертки меньше или равной 40 мс/дел.

Измерение параметров сигналов

Измерение	Описание
Курсоры	Осциллограмма и экран.
Автоматические измерения (временная область)	29 видов, четыре из которых можно вывести на экран одновременно. Возможно измерение следующих параметров: период, частота, задержка, длительность переднего и заднего фронта, скважность положительных импульсов, скважность отрицательных импульсов, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, длительность пакета, фаза, положительный выброс, отрицательный выброс, двойной размах, амплитуда, высокий уровень, низкий уровень, максимальное, минимальное и среднее значения, циклическое среднее, среднеквадратическое значение, циклическое среднеквадратическое значение, число положительных импульсов, число отрицательных импульсов, число фронтов, число спадов, площадь и циклическая площадь.
Автоматические измерения (частотная область)	3 вида, один которых может быть отображён на экране одновременно. Возможно измерение следующих параметров: мощности сигнала в канале, коэффициента развязки соседних каналов по мощности (ACPR) и ширины занимаемой полосы частот (OBW).
Статистика измерений	Среднее значение, минимум, максимум, стандартное отклонение.
Опорные уровни	Определяемые пользователем опорные уровни для автоматических измерений могут быть заданы в процентах или в единицах измеряемой величины.
Стробирование	Выделяет конкретное появление события в захваченном сигнале для выполнения его измерения. Выполняется с помощью курсоров экрана или курсоров сигнала.
Гистограммы сигналов	Гистограмма представляет собой массив значений, представляющих собой общее число попаданий в заданную пользователем область экрана. Гистограмма выводится в виде графика распределения числа попаданий, а также в виде массива числовых значений, которые могут быть измерены. Источники данных: Канал 1, Канал 2, Канал 3, Канал 4, Опорный сигнал 1, Опорный сигнал 2, Опорный сигнал 3, Опорный сигнал 4, математические функции. Типы – вертикальная, горизонтальная.
Параметры гистограммы	Число сигналов, попадание в заданные пределы, количество пиков, медиана, максимум, минимум, размах (пик-пик), среднее, стандартное отклонение, сигма1, сигма2, сигма3.

Математическая обработка сигналов

Параметр	Описание
Арифметические операции	Сложение, вычитание, умножение и деление сигналов.
Математические операции	Интегрирование, дифференцирование, быстрое преобразование Фурье (БПФ).
Быстрое преобразование Фурье	Спектральная амплитуда. Вертикальная шкала БПФ: линейная (СКЗ) или в дБВ (СКЗ). Выбор окна БПФ: прямоугольное, Хемминга, Хеннинга или Блэкмана-Харриса.
Математические операции над спектром	Сложение и вычитание трасс в частотной области.
Расширенные математические функции	Определение расширенных алгебраических выражений, включающих осциллограммы, опорные осциллограммы, математические функции. Позволяет включать в математические выражения математические функции (БПФ, интегрирование, дифференцирование, логарифм, экспонента, корень квадратный, модуль, синус, косинус, тангенс, радианы, градусы), скалярные значения, до двух определяемых пользователем переменных и результаты параметрических измерений (период, частота, задержка, положительный фронт, отрицательный фронт, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, длительность пакета, скважность положительных импульсов, скважность отрицательных импульсов, положительный выброс, отрицательный выброс, двойной размах, амплитуда, среднеквадратическое значение, циклическое среднеквадратическое, высокий уровень, низкий уровень, максимум, минимум, среднее значение, циклическое среднее, площадь, циклическая площадь и графики тренда), например, $(\text{Intg}(\text{Ch1} - \text{Mean}(\text{Ch1})) \times 1,414 \times \text{VAR1})$.

Измерения мощности (опция)

Измерение	Описание
Измерения качества электроэнергии	Среднеквадратическое напряжение, коэффициент амплитуды напряжения, частота, среднеквадратический ток, коэффициент амплитуды тока, активная мощность, полная мощность, реактивная мощность, коэффициент мощности, сдвиг фазы.
Коммутационные потери	Потери мощности: $T_{вкл}$, $T_{откл}$, проводимость, общие. Потери энергии: $T_{вкл}$, $T_{откл}$, проводимость, общие.
Гармонические составляющие	Полный коэффициент гармоник (THD-F, THD-R), среднеквадратическое значение. Графическое и табличное представление гармоник. Тестирование на соответствие IEC61000-3-2 Класс А и MIL-STD-1399, раздел 300А.
Пульсации	Напряжение пульсаций и ток пульсаций.
Анализ модуляции	Графическое представление типов модуляции длительности положительного импульса, длительности отрицательного импульса, периода, частоты, скважности положительных и отрицательных импульсов.
Область безопасной работы	Графическое представление и тестирование по маске области безопасной работы импульсных источников питания.
dV/dt и dI/dt	Измерение скорости нарастания напряжения и тока с помощью курсоров.
Тестирование сигналов по пределам и маскам	

Параметр	Описание
Прилагаемые стандартные маски	ITU-T, ANSI T1.102, USB.
Источник сигнала	Тестирование по пределам: любой из Кан1 - Кан4 или любой из R1 - R4. Тестирование по маске: любой из Кан1 - Кан4.
Создание маски	Тестирование по пределам: вертикальный допуск от 0 до 1 деления с шагом 0,001 деления; горизонтальный допуск от 0 до 0,5 деления с шагом 0,001 деления. Загрузка стандартной маски из внутренней памяти. Загрузка специальной маски из текстового файла, включающего до 8 сегментов.
Масштабирование маски	Привязка к источнику включена (маска масштабируется автоматически при изменении настроек канала источника). Привязка к источнику выключена (маска не масштабируется при изменении настроек канала источника).
Критерии останова теста	Минимальное число осциллограмм: от 1 до 1 000 000; бесконечно. Минимальное прошедшее время: от 1 секунды до 48 часов; бесконечно.
Превышение порога	От 1 до 1 000 000
Действия при отказе	Прекратить захват, сохранить снимок экрана в файл, сохранить осциллограмму в файл, распечатать снимок экрана, выдать сигнал запуска, подать сигнал SRQ на удалённый интерфейс.
Действия при завершении теста	Выдать сигнал запуска, подать сигнал SRQ на удалённый интерфейс.
Отображение результатов	Состояние теста, общее число осциллограмм, число нарушений, частота появления нарушений, общее число тестов, число неудачных тестов, интенсивность отказов, прошедшее время, общее число попаданий в каждый сегмент маски.

Программное обеспечение

ПО	Описание
NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition	Полностью интерактивная измерительная среда, оптимизированная для осциллографов серии MDO4000, позволяет мгновенно захватывать, генерировать, анализировать, сравнивать, импортировать и сохранять результаты измерений и сигналы с помощью интуитивно понятного пользовательского интерфейса; не требует никакого программирования. Версия ПО, входящая в стандартную комплектацию осциллографов серии MDO4000, поддерживает захват, управление, просмотр и экспорт живых сигналов. Полная версия (SIGEXPT) включает дополнительную обработку сигналов, расширенные средства анализа, смешанные сигналы, свипирование, проверку граничных условий и определяемые пользователем пошаговые режимы. Для каждого прибора доступна 30-дневная пробная версия этого ПО.
OpenChoice® Desktop	Обеспечивает быстрое и простое взаимодействие осциллографов серии MDO4000 с компьютерами, работающими под управлением Windows, через интерфейсы USB или LAN. Позволяет передавать и сохранять настройки, осциллограммы, результаты измерений и снимки экрана. В состав ПО входят панели инструментов Word и Excel, позволяющие автоматизировать захват и передачу данных и снимков экрана в Word и Excel для составления отчетов и дальнейшего анализа.
Драйвер IVI	Предоставляет стандартный интерфейс программирования приборов для распространённых приложений: LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft.NET и MATLAB.
e*Scope® ПО для дистанционного управления на базе веб-страницы	Позволяет управлять осциллографами серии MDO4000 по локальной сети через стандартный обозреватель интернета. Просто введите IP адрес или сетевое имя осциллографа, и в обозревателе откроется страница управления.
Веб-интерфейс LXI, класс C	Обеспечивает подключение к осциллографу MDO4000 через стандартный обозреватель путем ввода IP адреса осциллографа в адресную строку браузера. Веб-интерфейс позволяет контролировать состояние и конфигурацию прибора, проверять и изменять сетевые настройки и управлять прибором с помощью ПО для дистанционного управления на базе веб-страницы e*Scope. Алгоритм работы интерфейса соответствует спецификации стандарта LXI, класс C.

Характеристики дисплея

Параметр	Описание
Тип дисплея	Цветной жидкокристаллический TFT дисплей с диагональю 10,4 дюйма (264 мм).
Разрешение	1024 × 768 пикселей (XGA).
Представление сигналов	векторы, точки, переменное послесвечение, бесконечное послесвечение.
Координатная сетка	полная, сетка, сплошная, перекрестие, рамка, IRE и mV.
Формат	YT и одновременно XY/YT.
Скорость захвата сигналов	>50 000 осциллограмм в секунду (макс.).

Порты ввода/вывода

Порт	Описание
Высокоскоростной порт USB 2.0 (хост)	Поддерживает USB накопители, принтеры и клавиатуру. Два порта на передней панели и два — на задней панели прибора.
Высокоскоростной порт USB 2.0 (клиент)	Поддерживает управление осциллографом через интерфейс USBTMC или GPIB (с TEK-USB-488), а также прямую распечатку на всех принтерах, совместимых с технологией PictBridge. Расположен на задней панели.
Сетевой порт LAN	Разъём RJ-45, поддерживает стандарт 10/100/1000Base-T
Выход видеосигнала XGA	Разъём DB-15, позволяет выводить изображение с экрана осциллографа на внешний монитор или проектор.
Выход компенсатора пробника	Контакты на передней панели, амплитуда 2,5 В, частота 1 кГц
Вспомогательный выход	Разъём BNC на задней панели. $V_{\text{вых}}$ (высокий): $\geq 2,5$ В без нагрузки, $\geq 1,0$ В с нагрузкой на землю 50 Ом. $V_{\text{вых}}$ (низкий): $\leq 0,7$ В при выходном токе ≤ 4 мА; $\leq 0,25$ В с нагрузкой на землю 50 Ом. Выход можно настроить на вывод импульсного сигнала при запуске осциллографа, вывод внутренней тактовой частоты осциллографа или вывод сигнала при тестировании по пределам и маске.
Вход внешнего опорного сигнала	Генератор тактовой частоты может синхронизироваться с внешним опорным генератором частотой 10 МГц (10 МГц ± 1 %)
Замок Kensington	Слот на задней панели под стандартный замок Кенсингтона.
Крепление VESA	Стандартные точки крепления VESA 100 мм (MIS-D 100) на задней панели прибора.

LXI (Расширение LAN для измерительных приборов)

Параметр	Описание
Класс	LXI Класс C
Версия	V1.3

Питание прибора

Параметр	Описание
Напряжение питания	от 100 до 240 В $\pm 10\%$
Частота	от 45 до 66 Гц (85...264 В) от 360 до 440 Гц (100...132 В)
Потребляемая мощность	225 Вт (макс.)

Физические характеристики

Габаритные размеры, мм	
Высота	229
Ширина	439
Глубина	147
Масса, кг	
Нетто	5,0
Брутто	10,7
Конфигурация при монтаже в стойку	5 U
Зазоры для охлаждения	по 51 мм слева и сзади

Условия окружающей среды

Параметр	Описание
Температура	
рабочая	от 0°C до +50°C
при хранении	от -20°C до +60°C
Относительная влажность	
рабочая	высокая: от 10 до 60% при температуре 40 ... 50°C низкая: от 10 до 90% при температуре 0 ... 40°C
при хранении	высокая: от 5 до 60% при температуре 40 ... 60°C низкая: от 5 до 90% при температуре 0 ... 40°C
Высота над уровнем моря	
рабочая	до 3000 м
при хранении	до 9144 м
Нормативные документы	
электромагнитная совместимость	Директива совета ЕС 2004/108/EC
безопасность	UL61010-1, второе издание; CSA61010-1, второе издание; EN61010-1:2001; IEC 61010-1:2001

Информация для заказа

Серия MDO4000

Модель	Описание
MDO4054-3	Комбинированный осциллограф, 4 аналоговых канала, 500 МГц, 16 цифровых каналов, 1 РЧ вход, 3 ГГц
MDO4054-6	Комбинированный осциллограф, 4 аналоговых канала, 500 МГц, 16 цифровых каналов, 1 РЧ вход, 6 ГГц
MDO4104-3	Комбинированный осциллограф, 4 аналоговых канала, 1 ГГц, 16 цифровых каналов, 1 РЧ вход, 3 ГГц
MDO4104-6	Комбинированный осциллограф, 4 аналоговых канала, 1 ГГц, 16 цифровых каналов, 1 РЧ вход, 6 ГГц

В комплект поставки всех моделей входит: один пассивный пробник на каждый аналоговый канал (TPP0500, 500 МГц, 10X, 3,9 пФ для моделей с полосой пропускания 500 МГц; TPP1000, 1 ГГц, 10X, 3,9 пФ для моделей с полосой пропускания 1 ГГц), 16-канальный логический пробник P6616, комплект принадлежностей (020-2662-xx) для логического пробника, передняя крышка (200-5130-xx), адаптер N-BNC (103-0045-00), руководство пользователя (071-2918-xx), компакт-диск с документацией (063-4367-xx), ПО OpenChoice® Desktop, ПО NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition, калибровочный сертификат, кабель питания, сумка с принадлежностями (016-2030-xx), трехлетняя гарантия.

Примечание. При заказе следует указывать тип кабеля питания и язык руководства пользователя.

Прикладные программные модули

Прикладные программные модули поставляются вместе с лицензиями, которые могут свободно переноситься с модуля в осциллограф и обратно. Лицензия может быть привязана к модулю, при этом он может устанавливаться в разные приборы. Кроме того, лицензия может быть привязана к осциллографу, что позволяет извлекать модуль из прибора для обеспечения его сохранности. Возможность привязки лицензии к осциллографу и извлечения модуля позволяет использовать до четырёх приложений одновременно.

Модуль	Описание
DPO4AERO	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин для аэрокосмической промышленности. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам MIL-STD-1553, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление в виде шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала: любой канал 1-4, математическая функция, любой из опорных сигналов R1-R4. Рекомендуемые пробники: дифференциальный или несимметричный (требуется только один несимметричный сигнал).
DPO4AUDIO	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных аудиошин. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по аудиошинам I ² S, LJ, RJ и TDM, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление в виде шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала: любой канал 1-4 и D0-D15. Рекомендуемые пробники: для I ² S, LJ, RJ, TDM — несимметричный.
DPO4AUTO	Модуль анализа и запуска по сигналам автомобильных последовательных шин. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам CAN и LIN, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление в виде шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала: LIN — любой канал 1-4 и D0-D15; CAN — любой канал 1-4 (D0-D15, только несимметричный пробник). Рекомендуемые пробники: LIN — несимметричный; CAN — несимметричный или дифференциальный.
DPO4AUTOMAX	Модуль расширенного анализа и запуска по сигналам последовательных автомобильных шин. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам CAN, LIN и FlexRay, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представления сигналов, представление в виде шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени, а также ПО для анализа глазковых диаграмм. Входы сигнала: LIN — любой канал 1-4 и D0-D15; CAN — любой канал 1-4 (D0-D15, только несимметричный пробник), FlexRay — любой канал 1-4 (D0-D15, только несимметричный пробник). Рекомендуемые пробники: LIN — несимметричный; CAN, FlexRay — несимметричный или дифференциальный.
DPO4COMP	Модуль анализа и запуска по сигналам компьютерных последовательных шин. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам RS-232/422/485/UART, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление в виде шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала: любой канал 1-4 (D0-D15, только несимметричный пробник). Рекомендуемые пробники: RS-232/UART — несимметричный; RS-422/485 — дифференциальный.
DPO4EMBD	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательных шин встраиваемых систем. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам I ² C и SPI, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление в виде шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала: I ² C, SPI — любой канал 1-4 и D0-D15. Рекомендуемые пробники: I ² C, SPI — несимметричный.
DPO4ENET	Модуль анализа и запуска по сигналам шины Ethernet. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по шинам 10BASE-T и 100BASE-TX, а также предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление в виде шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени. Входы сигнала: любой канал 1-4 для несимметричного пробника; любой канал 1-4, математический, любой из опорных сигналов R1-R4 — для дифференциального пробника. Рекомендуемые пробники: 10BASE-T — несимметричный или дифференциальный; 100BASE-TX — дифференциальный.
DPO4USB	Модуль анализа и запуска по сигналам последовательной шины USB. Позволяет осуществлять запуск по пакетам, передаваемым по низкоскоростным, полноскоростным и высокоскоростным шинам USB. Кроме того, предоставляет средства анализа, такие как цифровое представление сигналов, представление в виде шины, декодирование пакетов, поиск и таблицы декодирования пакетов с метками времени для низкоскоростных, полноскоростных и высокоскоростных шин USB. Входы сигнала: низкоскоростные и полноскоростные шины — любой канал 1-4 (D0-D15 только с несимметричным пробником); низкоскоростные, полноскоростные и высокоскоростные шины — любой канал 1-4, математический, любой из опорных сигналов R1-R4. Рекомендуемые пробники: низкоскоростные и полноскоростные шины — несимметричный или дифференциальный; высокоскоростные шины — дифференциальный. Высокоскоростные шины USB поддерживаются только моделями MDO4104-X.
DPO4PWR	Модуль анализа мощности. Позволяет быстро и точно анализировать качество электроэнергии, коммутационные потери, гармонические составляющие, область безопасной работы, модуляцию, пульсации и скорость нарастания тока и напряжения (di/dt, dv/dt).
DPO4LMT	Модуль тестирования по пределам и маскам. Позволяет выполнять тестирование сигнала по допускам, полученным на основе образцовой («золотой») версии того же сигнала, а также проводить с помощью масок тестирование сигналов на соответствие телекоммуникационным и компьютерным стандартам.
DPO4VID	Модуль запуска по сигналам HDTV и специальным (нестандартным) видеосигналам.
MDO4TRIG	Модуль расширенного запуска по уровню мощности на РЧ входе. Позволяет использовать уровень мощности на РЧ входе в качестве источника для следующих типов запуска: по длительности импульса, вырожденным импульсам (ранту), времени ожидания, логическим состояниям и последовательности.

Опции прибора

Варианты вилки кабеля питания

Опции	Описание
Опция A1	Универсальная европейская

Язык руководства пользователя^{*2}

Опции	Описание
Опция L10	русский

^{*2} Данная опция включает переведенную на соответствующий язык накладку для передней панели.

Сервисные опции^{*3}

Опции	Описание
Опция C3	Услуги по калибровке в течение 3 лет
Опция C5	Услуги по калибровке в течение 5 лет
Опция D1	Отчет с калибровочными данными
Опция D3	Отчет с калибровочными данными в течение 3 лет (с опцией C3)
Опция D5	Отчет с калибровочными данными в течение 5 лет (с опцией C5)
Опция G3	Полное обслуживание в течение 3 лет (включает предоставление подменного прибора на время ремонта, регулярную калибровку и т.д.)
Опция G5	Полное обслуживание в течение 5 лет (включает предоставление подменного прибора на время ремонта, регулярную калибровку и т.д.)
Опция R5	Ремонт в течение 5 лет (включая гарантию)

^{*3} Гарантийные обязательства и сервисные предложения не распространяются на пробники и принадлежности. Гарантийные обязательства и условия калибровки пробников и принадлежностей приведены в соответствующих технических описаниях.

Рекомендуемые пробники

Пробник	Описание
TRP0500	Пассивный пробник напряжения TekVPI®, 500 МГц, 10X, входная емкость 3,9 пФ
TRP0502	Пассивный пробник напряжения TekVPI®, 500 МГц, 2X, входная емкость 3,9 пФ
TRP0850	Высоковольтный пассивный пробник TekVPI®, 800 МГц, 50X, 2,5 кВ
TRP1000	Пассивный пробник напряжения TekVPI®, 1 ГГц, 10X, входная емкость 3,9 пФ
TAP1500	Активный несимметричный пробник напряжения TekVPI®, 1,5 ГГц
TAP2500	Активный несимметричный пробник напряжения TekVPI®, 2,5 ГГц
TAP3500	Активный несимметричный пробник напряжения TekVPI®, 3,5 ГГц
TDP0500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 500 МГц, входное напряжение ±42 В
TDP1000	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 1 ГГц, входное напряжение ±42 В
TDP1500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 1,5 ГГц, входное напряжение ±8,5 В
TDP3500	Дифференциальный пробник напряжения TekVPI®, 3,5 ГГц, входное напряжение ±2 В
TCP0030	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI®, 120 МГц, 30 А
TCP0150	Пробник постоянного/переменного тока TekVPI®, 20 МГц, 150 А
P5200A	Высоковольтный дифференциальный пробник, 1,3 кВ, 50 МГц
P5202A ^{*4}	Высоковольтный дифференциальный пробник, 640 В, 100 МГц
P5205A ^{*4}	Высоковольтный дифференциальный пробник, 1,3 кВ, 200 МГц
P5210A ^{*4}	Высоковольтный дифференциальный пробник, 5,6 кВ, 50 МГц
P5100A	Высоковольтный пассивный пробник с делителем 100X, 2,5 кВ

^{*4} Необходим переходник с TekVPI® на TekProbe BNC (TPA-BNC).

Рекомендуемые принадлежности

Принадлежность	Описание
119-4146-00	Комплект пробника поля в ближней зоне, 100 кГц – 1 ГГц
119-6609-00	Гибкая несимметричная вибраторная антенна
TPA-N-VPI	Адаптер N-TekVPI (переходник для подключения пробников TekVPI к РЧ входу)
077-0585-xx	Сервисное руководство (только на английском языке)
SIGEXPT	Программное обеспечение NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition (полная версия)
FPGAView-xx	ПО для отладки ПЛИС Altera и Xilinx.
TPA-BNC	Переходник с TekVPI на TekProbe BNC
TEK-USB-488	Переходник с GPIB на USB
ACD4000B	Мягкая сумка для переноски
HCTEK54	Жёсткий кейс для транспортировки (необходима опция ACD4000B)
RMD5000	Комплект для монтажа в стойку
TEK-DPG	Генератор импульсов с компенсацией фазовых сдвигов
067-1686-xx	Приспособление для компенсации фазовых сдвигов и калибровки пробников

Гарантия
Три года на детали и работу, за исключением пробников

Mixed Domain Oscilloscopes

MDO4000 Series Datasheet



Features & Benefits

Key Performance Specifications

- 4 Analog Channels
 - 500 MHz or 1 GHz Bandwidth Models
- 16 Digital Channels
 - MagniVu™ High-speed Acquisition provides 60.6 ps Fine Timing Resolution
- 1 RF Channel
 - 50 kHz - 3 GHz or 50 kHz - 6 GHz Frequency Range Models
 - Ultra-wide Capture Bandwidth ≥ 1 GHz
- Standard Passive Voltage Probes 3.9 pF Capacitive Loading and 500 MHz or 1 GHz Analog Bandwidth

Mixed Domain Analysis

- Time-correlated Analog, Digital, and RF Signal Acquisitions in a Single Instrument
- Wave Inspector® Controls provide Easy Navigation of Time-correlated Data from both the Time and Frequency Domains
- Amplitude, Frequency, and Phase vs. Time Waveforms derived from RF Input
- Selectable Spectrum Time to Discover and Analyze how RF Spectrum Changes over Time – Even on a Stopped Acquisition

Spectral Analysis

- Dedicated Front-panel Controls for Commonly Performed Tasks
- Automated Peak Markers Identify Frequency and Amplitude of Spectrum Peaks
- Manual Markers enable Non-peak Measurements
- Trace Types Include: Normal, Average, Max Hold, and Min Hold
- Detection Types Include: +Peak, -Peak, Average, and Sample
- Spectrogram Display enables Easy Observation and Insight into Slowly Changing RF Phenomena
- Automated Measurements Include: Channel Power, Adjacent Channel Power Ratio (ACPR), and Occupied Bandwidth (OBW)
- Trigger on RF Power Level
- Triggered or Free Run Spectral Analysis

Ease of Use Features

- 10.4 in. (264 mm) Bright XGA Color Display
- Small Footprint and Lightweight – Only 5.8 in. (147 mm) Deep and 11 lb. (5 kg)

Connectivity

- Two USB 2.0 Host Ports on the Front Panel and Two on the Rear Panel for Quick and Easy Data Storage, Printing, and Connecting a USB Keyboard
- USB 2.0 Device Port on Rear Panel for Easy Connection to a PC or Direct Printing to a PictBridge®-compatible Printer
- Integrated 10/100/1000BASE-T Ethernet Port for Network Connection and Video Out Port to Export the Oscilloscope Display to a Monitor or Projector

Optional Serial Triggering and Analysis

- Serial Protocol Trigger, Decode, and Search for I²C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553, and I²S/LJ/RJ/TDM

Optional Application Support

- Advanced RF Triggering
- Power Analysis
- Limit and Mask Testing
- HDTV and Custom Video Analysis

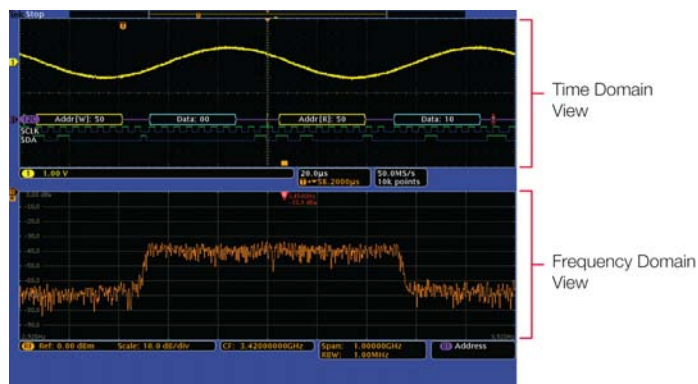
Introducing the Mixed Domain Oscilloscope

Introducing the world's first and only oscilloscope with a built-in spectrum analyzer. For the first time ever, you can capture time-correlated analog, digital, and RF signals for a complete system view of your device. See both the time and frequency domain in a single glance. View the RF spectrum at any point in time to see how it changes over time or with device state. Solve the most complicated design issues, quickly and efficiently, with an oscilloscope as integrated as your design.

Based on the industry-standard MSO4000B Oscilloscope Series, you can now use your tool of choice, the oscilloscope, to look at the frequency domain rather than having to find and re-learn a spectrum analyzer. However, the power of the MDO goes well beyond simply observing the frequency domain as you would on a spectrum analyzer. The real power is in its ability to correlate events in the frequency domain with the time domain phenomena that caused them.

When both the RF channel and any analog or digital channels are on, the oscilloscope display is split into two views. The upper half of the display is a traditional oscilloscope view of the Time Domain. The lower half of the display is a Frequency Domain view of the RF input. Note that the Frequency Domain view is not simply an FFT of the analog or digital channels in the instrument, but is the spectrum acquired from the RF input.

The spectrum shown in the Frequency Domain view is taken from the period of time indicated by the short orange bar in the time domain view – known as the Spectrum Time. With the MDO4000 Series, Spectrum Time can be moved through the acquisition to investigate how the RF spectrum changes over time. And this can be done while the oscilloscope is live and running or on a stopped acquisition.



The upper half of the MDO4000 Series display shows the Time Domain view of the analog and digital channels, while the lower half shows the Frequency Domain view of the RF channel. The orange bar – Spectrum Time – shows the period of time used to calculate the RF spectrum.

Figures 1 through 4 show a simple everyday application – tuning of a VCO/PLL. This application illustrates the powerful connection between the time domain and the frequency domain that the MDO4000 Series provides. With its wide capture bandwidth and ability to move Spectrum Time throughout the acquisition, this single capture includes the same spectral content as approximately 1,500 unique test setups and acquisitions on a traditional spectrum analyzer. For the first time ever, correlating events, observing interactions, or measuring timing latencies between the two domains is exceptionally easy, giving you quick insight to your design's operation.

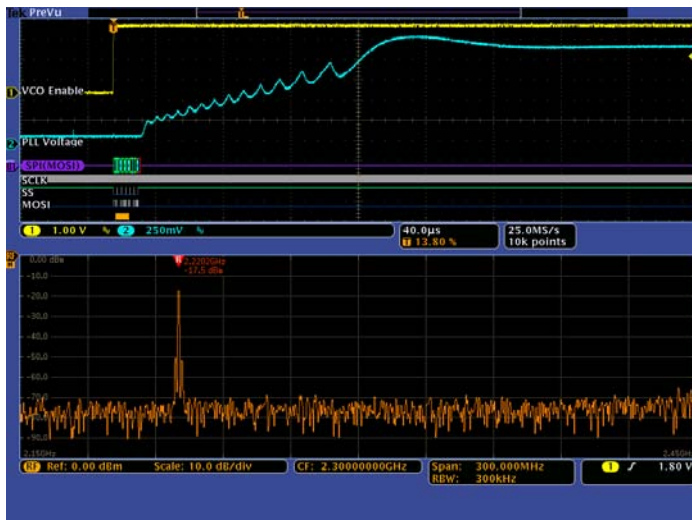


Figure 1 – Time and Frequency Domain view showing the turn-on of a VCO/PLL. Channel 1 (yellow) is probing a control signal that enables the VCO. Channel 2 (cyan) is probing the PLL voltage. The SPI bus which is programming the VCO/PLL with the desired frequency is probed with three digital channels and automatically decoded. Notice Spectrum Time is placed after the VCO was enabled and coincident with the command on the SPI bus telling the VCO/PLL the desired frequency.

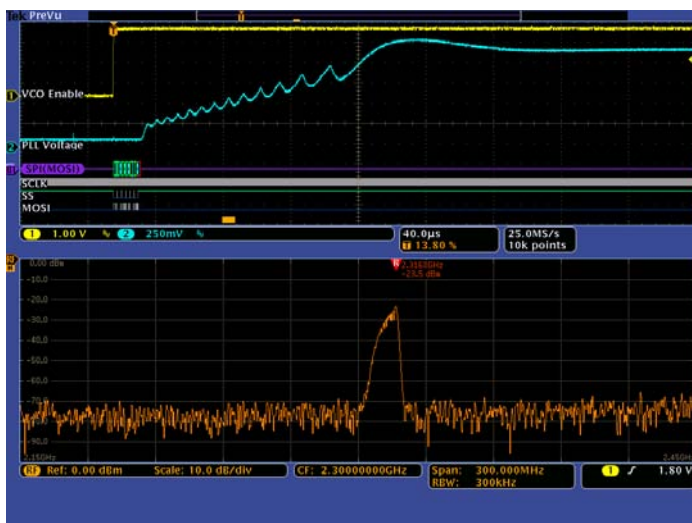


Figure 2 – Spectrum Time is moved about 60 μ s to the right. At this point, the spectrum shows that the VCO/PLL is in the process of tuning to the correct frequency (2.400 GHz). It has made it up to 2.3168 GHz.

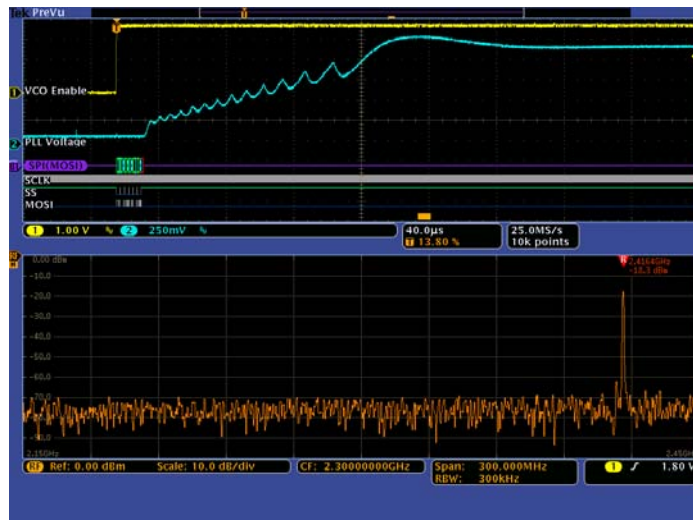


Figure 3 – Spectrum Time is moved another 120 μ s to the right. At this point the spectrum shows that the VCO/PLL has actually overshoot the correct frequency and gone all the way to 2.4164 GHz.

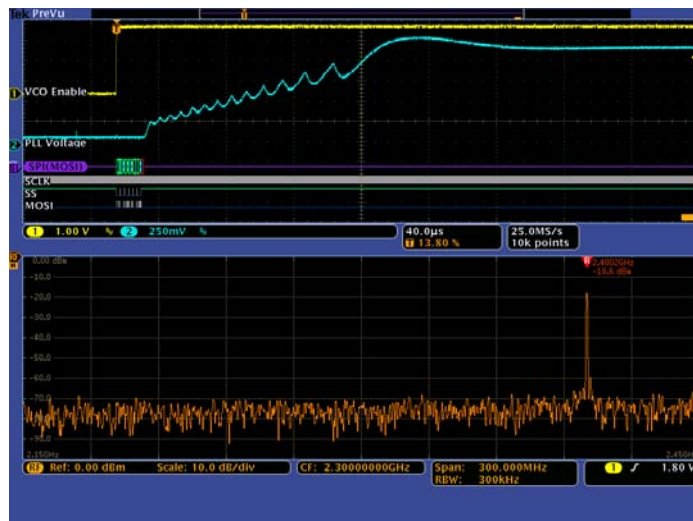
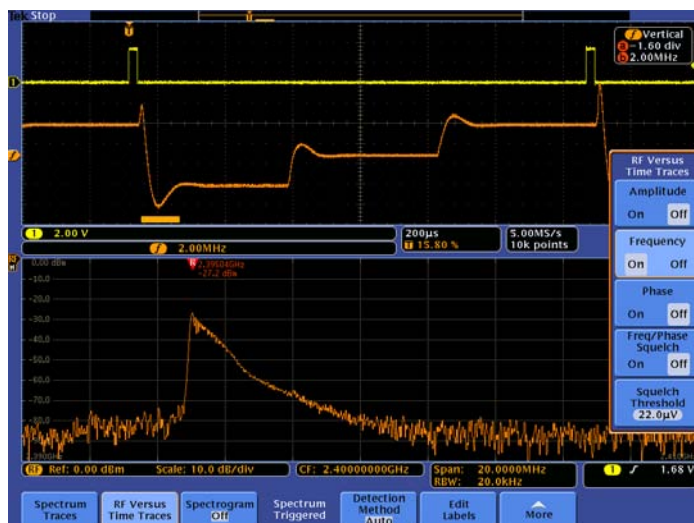


Figure 4 – The VCO/PLL eventually settles on the correct 2.400 GHz frequency about 340 μ s after the VCO was enabled.



The orange waveform in the Time Domain view is the frequency vs. time trace derived from the RF input signal. Notice that Spectrum Time is positioned during a transition from the highest frequency to the lowest frequency, so the energy is spread across a number of frequencies. With the frequency vs. time trace, you can easily see the different frequency hops, simplifying characterization of how the device switches between frequencies.

Visualizing Changes in Your RF Signal

The time domain graticule on the MDO4000 Series display provides support for three RF time domain traces that are derived from the underlying I and Q data of the RF input including:

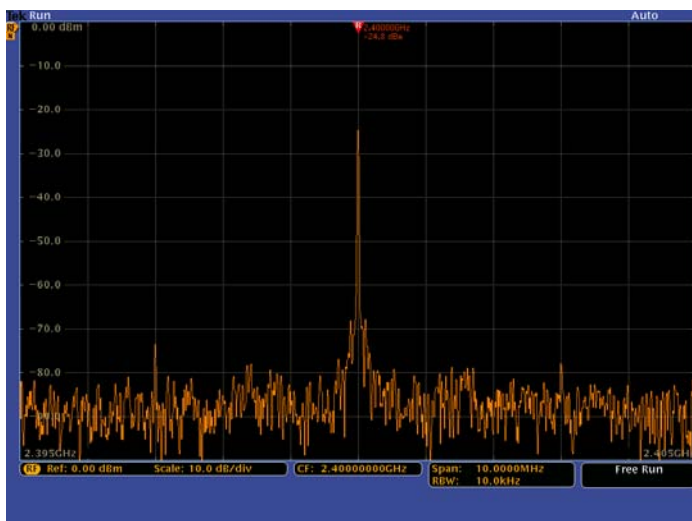
- Amplitude – The instantaneous amplitude of the RF input vs. time
- Frequency – The instantaneous frequency of the RF input, relative to the center frequency vs. time
- Phase – The instantaneous phase of the RF input, relative to the center frequency vs. time

Each of these traces may be turned on and off independently, and all three may be displayed simultaneously. RF time domain traces make it easy to understand what's happening with a time-varying RF signal.

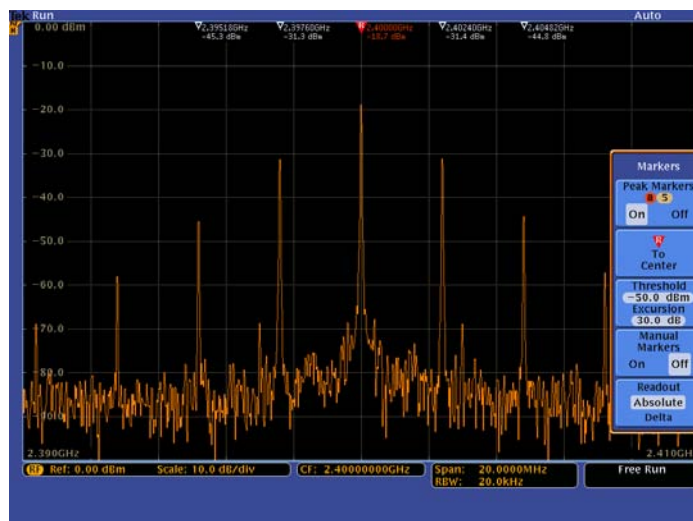
Advanced Triggering

In order to deal with the time-varying nature of modern RF applications, the MDO4000 Series provides a triggered acquisition system that is fully integrated with the RF, analog, and digital channels. This means that a single trigger event coordinates acquisition across all channels, allowing you to capture a spectrum at the precise point in time where an interesting time domain event is occurring. A comprehensive set of time domain triggers are available, including Edge, Sequence, Pulse Width, Timeout, Runt, Logic, Setup/Hold Violation, Rise/Fall Time, Video, and a variety of parallel and serial bus packet triggers. In addition, you can trigger on the power level of the RF input. For example, you can trigger on your RF transmitter turning on.

The optional MDO4TRIG application module provides advanced RF triggering. This module enables the RF input power level to be used as a source for Sequence, Pulse Width, Timeout, Runt, and Logic trigger types. For example, you can trigger on a RF pulse of a specific length or use the RF channel as an input to a logic trigger, enabling the oscilloscope to trigger only when the RF is on while other signals are active.



MDO4000 Frequency Domain display.



Automated peak markers identify critical information at a glance. As shown here, the five highest amplitude peaks that meet the threshold and excursion criteria are automatically marked.

Key spectral parameters such as Center Frequency, Span, Reference Level, and Resolution Bandwidth are all adjusted quickly and easily using the dedicated front-panel menus and keypad.

Intelligent, Efficient Markers

In a traditional spectrum analyzer, it can be a very tedious task to turn on and place enough markers to identify all your peaks of interest. The MDO4000 Series makes this process far more efficient by automatically placing markers on peaks that indicate both the frequency and the amplitude of each peak. The criteria used to determine what a peak is can be adjusted by the user.

The highest amplitude peak is referred to as the reference marker and is shown in red. Marker readouts can be switched between Absolute and Delta readouts. When Delta is selected, marker readouts show each peak's delta frequency and delta amplitude from the reference marker.

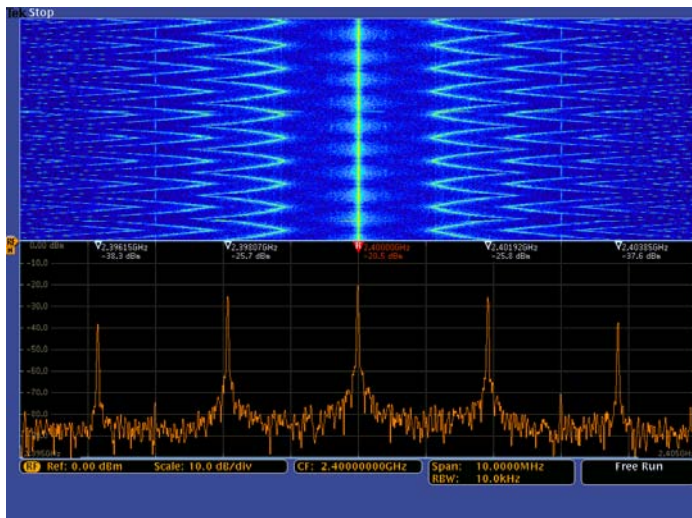
Two manual markers are also available for measuring non-peak portions of the spectrum. When enabled, the reference marker is attached to one of the manual markers, enabling delta measurements from anywhere in the spectrum. In addition to frequency and amplitude, manual marker readouts also include noise density and phase noise readouts depending on whether Absolute or Delta readouts are selected. A "Reference Marker to Center" function instantly moves the frequency indicated by the reference marker to center frequency.



Key spectral parameters are adjusted quickly with the dedicated front-panel menus and keypad.

Fast and Accurate Spectral Analysis

When using the RF input by itself, the MDO4000 Series display becomes a full-screen Frequency Domain view.



Spectrogram display illustrates slowly moving RF phenomena. As shown here, a signal that has multiple peaks is being monitored. As the peaks change in both frequency and amplitude over time, the changes are easily seen in the Spectrogram display.

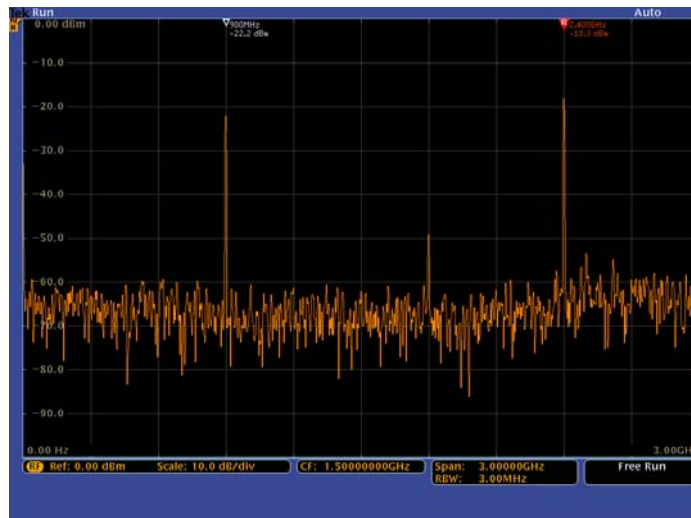
Spectrogram

The MDO4000 Series includes a spectrogram display which is ideal for monitoring slowly changing RF phenomena. The x-axis represents frequency, just like a typical spectrum display. However, the y-axis represents time, and color is used to indicate amplitude.

Spectrogram slices are generated by taking each spectrum and “flipping it up on its edge” so that it’s one pixel row tall, and then assigning colors to each pixel based on the amplitude at that frequency. Cold colors (blue, green) are low amplitude and hotter colors (yellow, red) are higher amplitude. Each new acquisition adds another slice at the bottom of the spectrogram and the history moves up one row. When acquisitions are stopped, you can scroll back through the spectrogram to look at any individual spectrum slice.

Triggered vs. Free Run Operation

When both the time and frequency domains are displayed, the spectrum shown is always triggered by the system trigger event and is time correlated with the active time-domain traces. However, when only the frequency domain is displayed, the RF input can be set to Free Run. This is useful when the frequency domain data is continuous and unrelated to events occurring in the time domain.



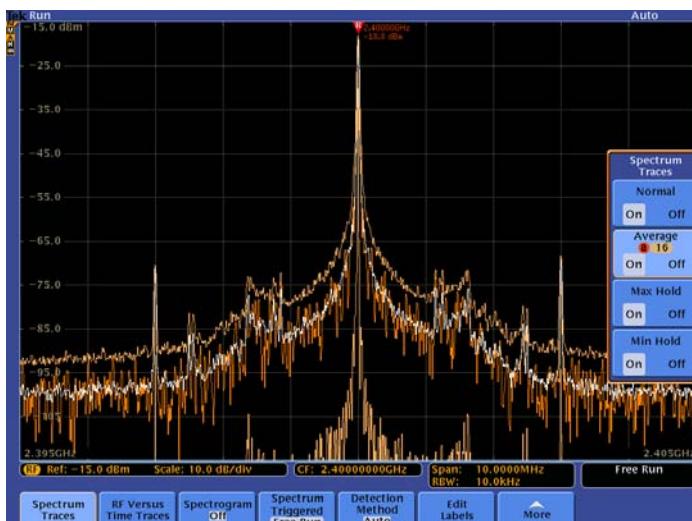
Spectral display of a bursted communication both into a device through Zigbee at 900 MHz and out of the device through Bluetooth at 2.4 GHz, captured with a single acquisition.

Ultra-wide Capture Bandwidth

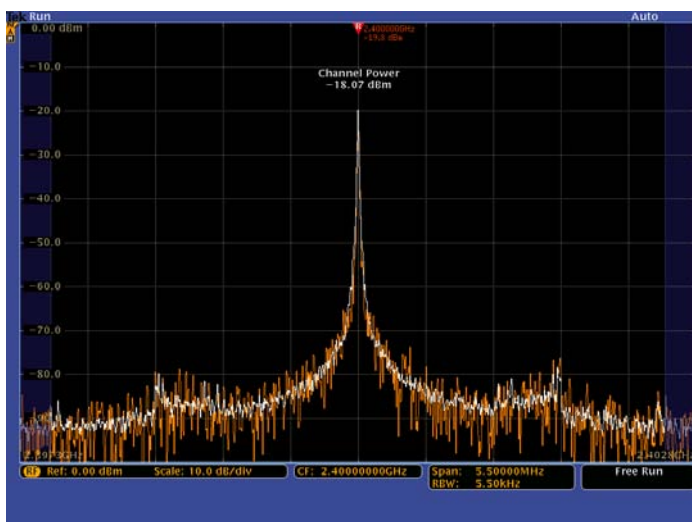
Today’s wireless communications vary significantly with time, using sophisticated digital modulation schemes and, often, transmission techniques that involve bursting the output. These modulation schemes can have very wide bandwidth as well. Traditional swept or stepped spectrum analyzers are ill equipped to view these types of signals as they are only able to look at a small portion of the spectrum at any one time.

The amount of spectrum acquired in one acquisition is called the capture bandwidth. Traditional spectrum analyzers sweep or step the capture bandwidth through the desired span to build the requested image. As a result, while the spectrum analyzer is acquiring one portion of the spectrum, the event you care about may be happening in another portion of the spectrum. Most spectrum analyzers on the market today have 10 MHz capture bandwidths, sometimes with expensive options to extend that to 20, 40, or even 140 MHz in some cases.

In order to address the bandwidth requirements of modern RF, the MDO4000 Series provides ≥ 1 GHz of capture bandwidth. At span settings of 1 GHz and below, there is no requirement to sweep the display. The spectrum is generated from a single acquisition, thus guaranteeing you’ll see the events you’re looking for in the frequency domain.



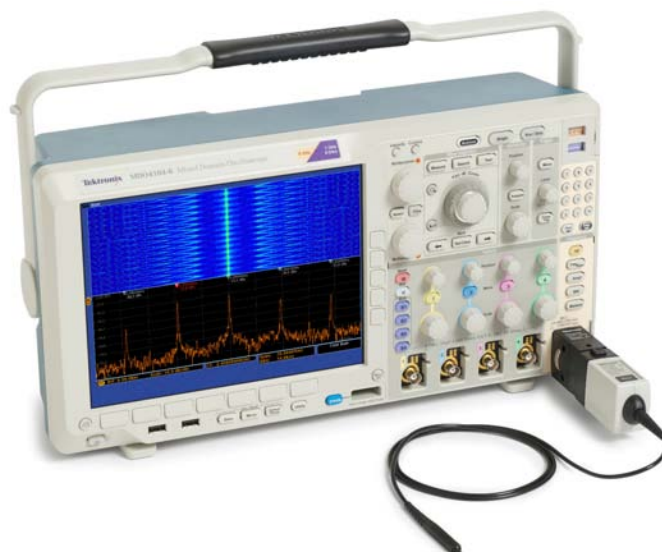
Normal, Average, Max Hold, and Min Hold spectrum traces.



Automated Channel Power measurement.

Spectrum Traces

The MDO4000 Series offers four different traces or views of the RF input including Normal, Average, Max Hold, and Min Hold. You can set the



The optional TPA-N-VPI adapter enables any active, 50 Ω TekVPI probe to be connected to the RF input.

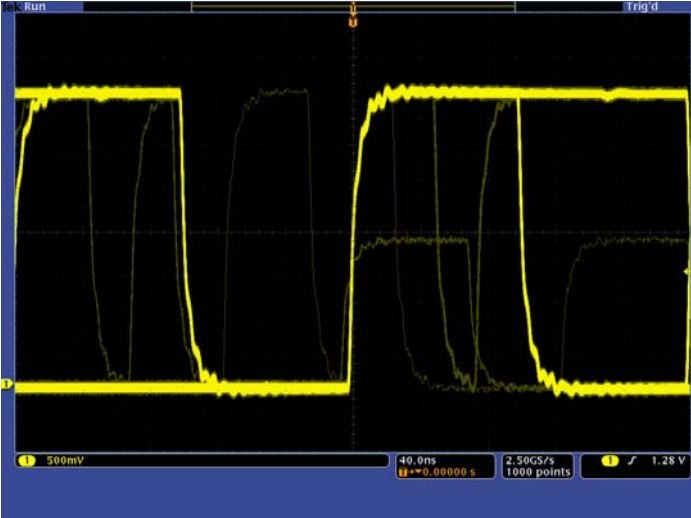
detection method used for each trace type independently or you can leave the oscilloscope in the default Auto mode that sets the detection type optimally for the current configuration. Detection types include +Peak, -Peak, Average, and Sample.

RF Measurements

The MDO4000 Series includes three automated RF measurements – Channel Power, Adjacent Channel Power Ratio, and Occupied Bandwidth. When one of these RF measurements is activated, the oscilloscope automatically turns on the Average spectrum trace and sets the detection method to Average for optimal measurement results.

RF Probing

Signal input methods on spectrum analyzers are typically limited to cabled connections or antennas. But with the optional TPA-N-VPI adapter, any active, 50 Ω TekVPI probe can be used with the RF input on the MDO4000 Series. This enables additional flexibility when hunting for noise sources and enables easier spectral analysis by using true signal browsing on an RF input.



Discover – Fast waveform capture rate - over 50,000 wfms/s - maximizes the probability of capturing elusive glitches and other infrequent events.

Built-on the Award Winning MSO4000B Series of Mixed Signal Oscilloscopes

The MDO4000 Series provides you with the same comprehensive set of features available in the MSO4000B Mixed Signal Oscilloscope Series. This robust set of tools will help you speed through every stage of debugging your design – from quickly discovering an anomaly and capturing it, to searching your waveform record for the event and analyzing its characteristics and your device's behavior.

Discover

To debug a design problem, first you must know it exists. Every design engineer spends time looking for problems in their design, a time-consuming and frustrating task without the right debug tools. The MDO4000 Series offers the industry's most complete visualization of signals, providing fast insight into the real operation of your device. A fast waveform capture rate – greater than 50,000 waveforms per second – enables you to see glitches and other infrequent transients within seconds, revealing the true nature of device faults. A digital phosphor display with intensity grading shows the history of a signal's activity by intensifying areas of the signal that occur more frequently, providing a visual display of just how often anomalies occur.



Capture – Triggering on a specific transmit data packet going across a SPI bus. A complete set of triggers, including triggers for specific serial packet content, ensures you quickly capture your event of interest.

Capture

Discovering a device fault is only the first step. Next, you must capture the event of interest to identify root cause. Accurately capturing any signal of interest begins with proper probing. The MDO4000 Series includes four low-capacitance probes for accurate signal capture. These industry-first high-impedance passive voltage probes have less than 4 pF of capacitive loading to minimize the affect of the probe on your circuit's operation, offering the performance of an active probe with the flexibility of a passive probe. The MDO4000 Series provides a complete set of triggers – including Runt, Timeout, Logic, Pulse Width/Glitch, Setup/Hold Violation, Serial Packet, and Parallel Data – to help quickly find your event. With up to a 20M point record length, you can capture many events of interest, even thousands of serial packets, in a single acquisition for further analysis while maintaining high resolution to zoom in on fine signal details. From triggering on specific packet content to automatic decode in multiple data formats, the MDO4000 Series provides integrated support for the industry's broadest range of serial buses – I²C, SPI, USB, Ethernet, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, MIL-STD-1553, and I²S/LJ/RJ/TDM. The ability to decode up to four serial and/or parallel buses simultaneously means you gain insight into system-level problems quickly. To further help troubleshoot system-level interactions in complex embedded systems, the MDO4000 Series offers 16 digital channels. The MagniVu™ high-speed acquisition on these channels enables you to acquire fine signal detail (up to 60.6 ps resolution) around the trigger point for precision measurements. MagniVu is essential for making accurate timing measurements for setup and hold, clock delay, signal skew, and glitch characterization.

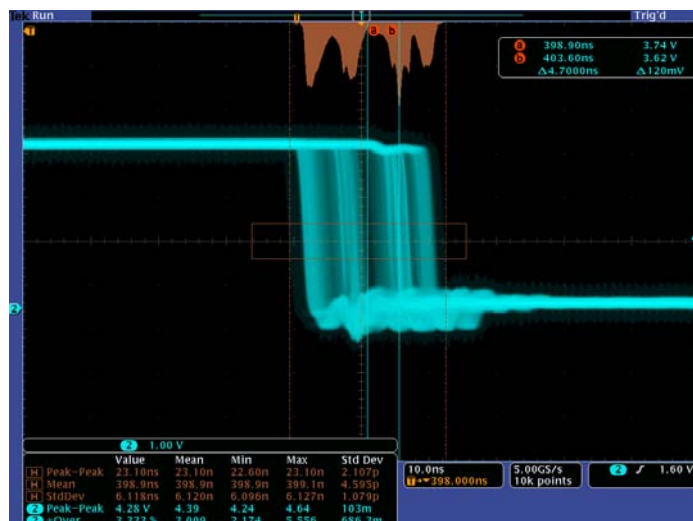


Search – RS-232 decode showing results from a Wave Inspector® search for data value "n". Wave Inspector controls provide unprecedented efficiency in viewing and navigating waveform data.

Search

Finding your event of interest in a long waveform record can be time consuming without the right search tools. With today's record lengths pushing beyond a million data points, locating your event can mean scrolling through thousands of screens of signal activity.

The MDO4000 Series offers the industry's most comprehensive search and waveform navigation with its innovative Wave Inspector® controls. These controls speed panning and zooming through your record. With a unique force-feedback system, you can move from one end of your record to the other in just seconds. User marks allow you to mark any location that you may want to reference later for further investigation. Or, automatically search your record for criteria you define. Wave Inspector will instantly search your entire record, including analog, digital, and serial bus data. Along the way it will automatically mark every occurrence of your defined event so you can quickly move between each occurrence.



Analyze – Waveform histogram of a falling edge showing the distribution of edge position (jitter) over time. Included are numeric measurements made on the waveform histogram data. A comprehensive set of integrated analysis tools speeds verification of your design's performance.

Analyze

Verifying that your prototype's performance matches simulations and meets the project's design goals requires analyzing its behavior. Tasks can range from simple checks of rise times and pulse widths to sophisticated power loss analysis and investigation of noise sources.

The MDO4000 Series offers a comprehensive set of integrated analysis tools including waveform- and screen-based cursors, 44 automated measurements, and advanced waveform math including arbitrary equation editing, waveform histograms, FFT analysis, and trend plots for visually determining how a measurement is changing over time. Specialized application support for serial bus analysis, power supply design, limit and mask testing, and video design and development is also available.

For extended analysis, National Instrument's LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition provides over 200 built-in functions including time and frequency domain analysis, data logging, and customizable reports.

Specifications

Characteristic	MDO4054-3	MDO4104-3	MDO4054-6	MDO4104-6
Analog Channels	4			
Bandwidth	500 MHz	1 GHz	500 MHz	1 GHz
Sample Rate (1-2 ch)	2.5 GS/s	5 GS/s	2.5 GS/s	5 GS/s
Sample Rate (3-4 ch)	2.5 GS/s			
Digital Channels	16			
RF Channels	1			
Frequency Range	50 kHz - 3 GHz		50 kHz - 6 GHz	
Real-time Capture Bandwidth	≥1 GHz			
Span	1 kHz - 3/6 GHz in a 1-2-5 sequence			
Resolution Bandwidth	20 Hz - 10 MHz in a 1-2-3-5 sequence			
Reference Level	−140 dBm to +30 dBm in steps of 5 dBm			
Vertical Scale	1 dB/div to 20 dB/div in a 1-2-5 sequence			
Vertical Position	−10 divs to +10 divs			
Vertical Units	dBm, dBmV, dBμV, dBμW, dBmA, dBμA			
Displayed Average Noise Level (DANL)	50 kHz - 5 MHz: < −130 dBm/Hz (< −134 dBm/Hz typical) 5 MHz - 3 GHz: < −148 dBm/Hz (< −152 dBm/Hz typical) 3 GHz - 6 GHz: < −140 dBm/Hz (< −143 dBm/Hz typical)			
Spurious Response				
2nd and 3rd Harmonic Distortion (>30 MHz)	< −55 dBc (< −60 dBc typical)			
2nd Order Intermodulation Distortion	< −55 dBc (< −60 dBc typical)			
3rd Order Intermodulation Distortion	< −60 dBc (< −63 dBc typical)			
Other A/D Spurs	< −55 dBc (< −60 dBc typical)			
Image and IF Rejection	< −50 dBc (< −55 dBc typical)			
Residual Response	< −78 dBm			
Crosstalk to RF Channel from Scope Channels	≤1 GHz input frequencies: < −68 dB from ref level >1 GHz - 2 GHz input frequencies: < −48 dB from ref level			
Phase Noise at 2 GHz CW	10 kHz: < −90 dBc/Hz, < −95 dBc/Hz (typical) 100 kHz: < −95 dBc/Hz, < −98 dBc/Hz (typical) 1 MHz: < −113 dBc/Hz, < −118 dBc/Hz (typical)			
Level Measurement Uncertainty (Input level +10 dBm to −50 dBm)	20 °C - 30 °C: < ±1 dB (< ±0.5 dB typical) Over operating range: < ±1.5 dB			
Residual FM	≤100 Hz peak-to-peak in 100 ms			
Maximum Operating Input Level				
Average Continuous Power	+30 dBm (1 W)			
DC Maximum Before Damage	±40 V DC			
Maximum Power Before Damage (CW)	+33 dBm (2 W)			
Maximum Power Before Damage (Pulse)	+45 dBm (32 W) (<10 μs pulse width, <1% duty cycle, and reference level of ≥ +10 dBm)			
Power Level Trigger				
Frequency Range	1 MHz - 3 GHz		1 MHz - 6 GHz	
Amplitude Range	+30 dBm to −40 dBm			
Limits	With CF 1 MHz - 3.25 GHz: −35 dB from ref level With CF >3.25 GHz: −15 dB from ref level			
Minimum Pulse Duration	10 μs On Time with a minimum settling Off Time of 10 μs			
RF to Analog Channel Skew	<5 ns			

Characteristic	MDO4054-3	MDO4104-3	MDO4054-6	MDO4104-6
Frequency Domain Trace Types	Normal, Average, Max Hold, Min Hold			
Time Domain Trace Types	Amplitude vs. Time, Frequency vs. Time, Phase vs. Time			
Detection Methods	+Peak, -Peak, Average, Sample			
Automatic Markers	1-11 peaks identified based on user-adjustable threshold and excursion values			
Manual Markers	Two manual markers indicating frequency, amplitude, noise density, and phase noise			
Marker Readouts	Absolute or Delta			

RF Acquisition Length

Span	Maximum RF Acquisition Time
>2 GHz	2.5 ms
>1 GHz - 2 GHz	5 ms
>800 MHz - 1 GHz	10 ms
>500 MHz - 800 MHz	12.5 ms
>400 MHz - 500 MHz	20 ms
>250 MHz - 400 MHz	25 ms
>200 MHz - 250 MHz	40 ms
>160 MHz - 200 MHz	50 ms
>125 MHz - 160 MHz	62.5 ms
<125 MHz	79 ms

FFT Windows

FFT Window	Factor
Kaiser	2.23
Rectangular	0.89
Hamming	1.30
Hanning	1.44
Blackman-Harris	1.90
Flat-Top	3.77

Datasheet

Vertical System Analog Channels

Characteristic	MDO4054-X	MDO4104-X
Input Channels	4	
Analog Bandwidth (–3 dB) 5 mV/div - 1 V/div	500 MHz	1 GHz
Calculated Rise Time 5 mV/div (typical)	700 ps	350 ps
Hardware Bandwidth Limits	20 MHz or 250 MHz	
Input Coupling	AC, DC	
Input Impedance	1 M Ω $\pm$ 1%, 50 Ω $\pm$ 1%	
Input Sensitivity, 1 M Ω	1 mV/div to 10 V/div	
Input Sensitivity, 50 Ω	1 mV/div to 1 V/div	
Vertical Resolution	8 bits (11 bits with Hi Res)	
Max Input Voltage, 1 M Ω	300 V _{RMS} CAT II with peaks $\leq$ $\pm$ 425 V	
Max Input Voltage, 50 Ω	5 V _{RMS} with peaks $<$ $\pm$ 20 V	
DC Gain Accuracy	$\pm$ 1.5%, derated at 0.10%/°C above 30 °C	
Channel-to-Channel Isolation	$\geq$ 100:1 at $\leq$ 100 MHz and $\geq$ 30:1 at $>$ 100 MHz up to the rated bandwidth for any two channels having equal volts/div settings	

Offset Range

Range	1 M Ω	50 Ω
1 mV/div to 50 mV/div	$\pm$ 1 V	$\pm$ 1 V
50.5 mV/div to 99.5 mV/div	$\pm$ 0.5 V	$\pm$ 0.5 V
100 mV/div to 500 mV/div	$\pm$ 10 V	$\pm$ 10 V
505 mV/div to 995 mV/div	$\pm$ 5 V	$\pm$ 5 V
1 V/div to 5 V/div	$\pm$ 100 V	$\pm$ 5 V
5.05 V/div to 10 V/div	$\pm$ 50 V	NA

Vertical System Digital Channels

Characteristic	All MDO4000 Models
Input Channels	16 Digital (D15 - D0)
Thresholds	Per-channel Thresholds
Threshold Selections	TTL, CMOS, ECL, PECL, User Defined
User-defined Threshold Range	$\pm$ 40 V
Maximum Input Voltage	$\pm$ 42 V _{peak}
Threshold Accuracy	$\pm$ (100 mV + 3% of threshold setting)
Input Dynamic Range	30 V _{p-p} $\leq$ 200 MHz 10 V _{p-p} $>$ 200 MHz
Minimum Voltage Swing	400 mV
Input Impedance	100 k Ω
Probe Loading	3 pF
Vertical Resolution	1 bit

Horizontal System Analog Channels

Characteristic	MDO4054-X	MDO4104-X
Maximum Record Length (All channels)	20M points	
Maximum Duration at Highest Sample Rate (All/Half channels)	8/8 ms	8/4 ms
Time Base Range	1 ns to 1,000 s	400 ps to 1,000 s
Time Base Delay Time Range	–10 divisions to 5000 s	
Channel-to-Channel Deskew Range	$\pm$ 125 ns	
Time Base Accuracy	$\pm$ 5 ppm over any $\geq$ 1 ms interval	

Horizontal System Digital Channels

Characteristic	All MDO4000 Models
Maximum Sample Rate (Main)	500 MS/s (2 ns resolution)
Maximum Record Length (Main)	20M points
Maximum Sample Rate (MagniVu)	16.5 GS/s (60.6 ps resolution)
Maximum Record Length (MagniVu)	10k points centered around the trigger
Minimum Detectable Pulse Width (Typical)	1 ns
Channel-to-Channel Skew (Typical)	200 ps
Maximum Input Toggle Rate	500 MHz
	Maximum frequency sine wave that can accurately be reproduced as a logic square wave. Requires the use of a short ground extender on each channel.
	This is the maximum frequency at the minimum swing amplitude. Higher toggle rates can be achieved with higher amplitudes.

Trigger System

Characteristic	Description
Main Trigger Modes	Auto, Normal, and Single
Trigger Coupling	DC, AC, HF reject (attenuates >50 kHz), LF reject (attenuates <50 kHz), noise reject (reduces sensitivity)
Trigger Holdoff Range	20 ns to 8 s

Trigger Sensitivity

Characteristic	Description
Internal DC Coupled	
1 M Ω Path (All models)	For 1 mV/div to 4.98 mV/div; 0.75 div from DC to 50 MHz, increasing to 1.3 div at rated bandwidth
50 Ω Path (MDO4054-X)	For ≥ 5 mV/div; 0.4 div from DC to 50 MHz, increasing to 1 div at rated bandwidth
50 Ω Path (MDO4104-X)	0.4 div from DC to 50 MHz, increasing to 1 div at rated bandwidth

Trigger Level Range

Characteristic	Description
Any Channel	± 8 divisions from center of screen
Line	Fixed at about 50% of line voltage

Trigger Frequency Readout

Provides 6-digit frequency readout of triggerable events.

Trigger Modes

Mode	Description
Edge	Positive or negative slope on any channel. Coupling includes DC, AC, HF reject, LF reject, and noise reject
Sequence (B-trigger)	Trigger Delay by Time – 4 ns to 8 s. Or Trigger Delay by Events – 1 to 4,000,000 events
Pulse Width	Trigger on width of positive or negative pulses that are >, <, =, or $\neq$ a specified period of time (4 ns to 8 s)
Timeout	Trigger when no pulse is detected within a specified time (4 ns to 8 s)
Runt	Trigger on a pulse that crosses one threshold but fails to cross a second threshold before crossing the first again
Logic	Trigger when any logical pattern of channels goes false or stays true for specified period of time (4 ns to 8 s). Any input can be used as a clock to look for the pattern on a clock edge. Pattern (AND, OR, NAND, NOR) specified for all analog and digital input channels defined as High, Low, or Don't Care
Setup and Hold	Trigger on violations of both setup time and hold time between clock and data present on one or more of any of the analog and digital input channels
Rise/Fall Time	Trigger on pulse edge rates that are faster or slower than specified. Slope may be positive, negative, or either
Video	Trigger on all lines, odd, even, or all fields on NTSC, PAL, and SECAM video signals
Extended Video (Optional)	Trigger on 480p/60, 576p/50, 720p/30, 720p/50, 720p/60, 875i/60, 1080i/50, 1080i/60, 1080p/24, 1080p/24sF, 1080p/25, 1080p/30, 1080p/50, 1080p/60, and custom bi-level and tri-level sync video standards
I ² C (Optional)	Trigger on Start, Repeated Start, Stop, Missing ACK, Address (7 or 10 bit), Data, or Address and Data on I ² C buses up to 10 Mb/s
SPI (Optional)	Trigger on SS active, MOSI, MISO, or MOSI and MISO on SPI buses up to 50 Mb/s

Datasheet

Mode	Description
USB (Optional)	Low-speed: Trigger on Sync, Reset, Suspend, Resume, End of Packet, Token (Address) Packet, Data Packet, Handshake Packet, Special Packet, Error. Token packet trigger – Any token type, SOF, OUT, IN, SETUP; Address can be specified for Any Token, OUT, IN, and SETUP token types. Address can be further specified to trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular value, or inside or outside of a range. Frame number can be specified for SOF token using binary, hex, unsigned decimal and don't care digits. Data packet trigger – Any data type, DATA0, DATA1; Data can be further specified to trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular data value, or inside or outside of a range. Handshake packet trigger – Any handshake type, ACK, NAK, STALL. Special packet trigger – Any special type, Reserved. Error trigger – PID Check, CRC5 or CRC16, Bit Stuffing.
	Full-speed: Trigger on Sync, Reset, Suspend, Resume, End of Packet, Token (Address) Packet, Data Packet, Handshake Packet, Special Packet, Error. Token packet trigger – Any token type, SOF, OUT, IN, SETUP; Address can be specified for Any Token, OUT, IN, and SETUP token types. Address can be further specified to trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular value, or inside or outside of a range. Frame number can be specified for SOF token using binary, hex, unsigned decimal and don't care digits. Data packet trigger – Any data type, DATA0, DATA1; Data can be further specified to trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular data value, or inside or outside of a range. Handshake packet trigger – Any handshake type, ACK, NAK, STALL. Special packet trigger – Any special type, PRE, Reserved. Error trigger – PID Check, CRC5 or CRC16, Bit Stuffing.
	High-speed: Trigger on Sync, Reset, Suspend, Resume, End of Packet, Token (Address) Packet, Data Packet, Handshake Packet, Special Packet, Error. Token packet trigger – Any token type, SOF, OUT, IN, SETUP; Address can be specified for Any Token, OUT, IN, and SETUP token types. Address can be further specified to trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular value, or inside or outside of a range. Frame number can be specified for SOF token using binary, hex, unsigned decimal and don't care digits. Data packet trigger – Any data type, DATA0, DATA1, DATA2, MDATA; Data can be further specified to trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular data value, or inside or outside of a range. Handshake packet trigger – Any handshake type, ACK, NAK, STALL, NYET. Special packet trigger – Any special type, ERR, SPLIT, PING, Reserved. SPLIT packet components that can be specified include: - Hub Address - Start/Complete – Don't Care, Start (SSPLIT), Complete (CSPLIT) - Port Address - Start and End bits – Don't Care, Control/Bulk/Interrupt (Full-speed Device, Low-speed Device), Isochronous (Data is Middle, Data is End, Data is Start, Data is All) - Endpoint Type – Don't Care, Control, Isochronous, Bulk, Interrupt Error trigger – PID Check, CRC5, or CRC16.
	High-speed support only available on MDO4104-3 and MDO4104-6 models.
Ethernet (Optional)	10BASE-T: Trigger on Start Frame Delimiter, MAC Addresses, MAC Q-Tag Control Information, MAC Length/Type, IP Header, TCP Header, TCP/IPV4/MAC Client Data, End of Packet, FCS (CRC) Error. MAC Addresses – Trigger on Source and Destination 48-bit address values. MAC Q-Tag Control Information – Trigger on Q-Tag 32-bit value. MAC Length/Type – Trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular 16-bit value, or inside or outside of a range. IP Header – Trigger on IP Protocol 8-bit value, Source Address, Destination Address. TCP Header – Trigger on Source Port, Destination Port, Sequence Number, and Ack Number. TCP/IPV4/MAC Client Data – Trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular data value, or inside or outside of a range. Selectable number of bytes to trigger on from 1-16. Byte offset options of Don't Care, 0-1499.
	100BASE-TX: Trigger on Start Frame Delimiter, MAC Addresses, MAC Q-Tag Control Information, MAC Length/Type, IP Header, TCP Header, TCP/IPV4/MAC Client Data, End of Packet, FCS (CRC) Error, Idle. MAC Addresses – Trigger on Source and Destination 48-bit address values. MAC Q-Tag Control Information – Trigger on Q-Tag 32-bit value. MAC Length/Type – Trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular 16-bit value, or inside or outside of a range. IP Header – Trigger on IP Protocol 8-bit value, Source Address, Destination Address. TCP Header – Trigger on Source Port, Destination Port, Sequence Number, and Ack Number. TCP/IPV4/MAC Client Data – Trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, $\neq$ a particular data value, or inside or outside of a range. Selectable number of bytes to trigger on from 1-16. Byte offset options of Don't Care, 0-1499.
CAN (Optional)	Trigger on Start of Frame, Frame Type (data, remote, error, overload), Identifier (standard or extended), Data, Identifier and Data, End of Frame, Missing ACK, or Bit Stuffing Error on CAN signals up to 1 Mb/s. Data can be further specified to trigger on $\leq$, $<$, $=$, $>$, $\geq$, or $\neq$ a specific data value. User-adjustable sample point is set to 50% by default
LIN (Optional)	Trigger on Sync, Identifier, Data, Identifier and Data, Wakeup Frame, Sleep Frame, Errors such as Sync, Parity, or Checksum Errors up to 100 Kb/s (by LIN definition, 20 Kb/s)
FlexRay (Optional)	Trigger on Start of Frame, Type of Frame (Normal, Payload, Null, Sync, Startup), Identifier, Cycle Count, Complete Header Field, Data, Identifier and Data, End of Frame or Errors such as Header CRC, Trailer CRC, Null Frame, Sync Frame, or Startup Frame Errors up to 100 Mb/s
RS-232/422/485/UART (Optional)	Trigger on Tx Start Bit, Rx Start Bit, Tx End of Packet, Rx End of Packet, Tx Data, Rx Data, Tx Parity Error, and Rx Parity Error up to 10 Mb/s

Mode	Description
MIL-STD-1553 (Optional)	Trigger on Sync, Word Type* ¹ (Command, Status, Data), Command Word* ¹ (set RT Address, T/R, Sub-address/Mode, Data Word Count/Mode Code, and Parity individually), Status Word* ¹ (set RT Address, Message Error, Instrumentation, Service Request Bit, Broadcast Command Received, Busy, Subsystem Flag, Dynamic Bus Control Acceptance (DBCA), Terminal Flag, and Parity individually), Data Word (user-specified 16-bit data value), Error (Sync, Parity, Manchester, Non-contiguous data), Idle Time (minimum time selectable from 4 μ s to 100 μ s; maximum time selectable from 12 μ s to 100 μ s; trigger on < minimum, > maximum, inside range, outside range). RT Address can be further specified to trigger on =, $\neq$, <, >, $\leq$, $\geq$ a particular value, or inside or outside of a range.
I ² S/LJ/RJ/TDM (Optional)	Trigger on Word Select, Frame Sync, or Data. Data can be further specified to trigger on $\leq$, <, =, >, $\geq$, $\neq$ a specific data value, or inside or outside of a range Maximum data rate for I ² S/LJ/RJ is 12.5 Mb/s Maximum data rate for TDM is 25 Mb/s
Parallel	Trigger on a parallel bus data value. Parallel bus can be from 1 to 20 bits in size. Binary and Hex radices are supported

*¹ Trigger selection of Command Word will trigger on Command and ambiguous Command/Status words. Trigger selection of Status Word will trigger on Status and ambiguous Command/Status words.

Acquisition Modes

Mode	Description
Sample	Acquire sampled values
Peak Detect	Captures glitches as narrow as 800 ps (1 GHz models) or 1.6 ns (500 MHz models) at all sweep speeds
Averaging	From 2 to 512 waveforms included in average
Envelope	Min-Max envelope reflecting Peak Detect data over multiple acquisitions
Hi Res	Real-time boxcar averaging reduces random noise and increases vertical resolution
Roll	Scrolls waveforms right to left across the screen at sweep speeds slower than or equal to 40 ms/div

Waveform Measurements

Measurement	Description
Cursors	Waveform and Screen
Automatic Measurements – Time Domain	29, of which up to eight can be displayed on-screen at any one time. Measurements include: Period, Frequency, Delay, Rise Time, Fall Time, Positive Duty Cycle, Negative Duty Cycle, Positive Pulse Width, Negative Pulse Width, Burst Width, Phase, Positive Overshoot, Negative Overshoot, Peak-to-Peak, Amplitude, High, Low, Max, Min, Mean, Cycle Mean, RMS, Cycle RMS, Positive Pulse Count, Negative Pulse Count, Rising Edge Count, Falling Edge Count, Area and Cycle Area
Automatic Measurements – Frequency Domain	3, of which one can be displayed on-screen at any one time. Measurements include Channel Power, Adjacent Channel Power Ratio (ACPR), and Occupied Bandwidth (OBW)
Measurement Statistics	Mean, Min, Max, Standard Deviation
Reference Levels	User-definable reference levels for automatic measurements can be specified in either percent or units
Gating	Isolate the specific occurrence within an acquisition to take measurements on, using either the screen or waveform cursors
Waveform Histogram	A waveform histogram provides an array of data values representing the total number of hits inside of a user-defined region of the display. A waveform histogram is both a visual graph of the hit distribution as well as a numeric array of values that can be measured. Sources – Channel 1, Channel 2, Channel 3, Channel 4, Ref 1, Ref 2, Ref 3, Ref 4, Math Types – Vertical, Horizontal
Waveform Histogram Measurements	Waveform Count, Hits in Box, Peak Hits, Median, Max, Min, Peak-to-Peak, Mean, Standard Deviation, Sigma 1, Sigma 2, Sigma 3

Datasheet

Waveform Math

Characteristic	Description
Arithmetic	Add, subtract, multiply, and divide waveforms
Math Functions	Integrate, Differentiate, FFT
FFT	Spectral magnitude FFT Vertical Scale: Linear RMS or dBV RMS FFT Window Settings: Rectangular, Hamming, Hanning, Blackman Harris
Spectrum Math	Add or subtract frequency domain traces
Advanced Math	Define extensive algebraic expressions including waveforms, reference waveforms, math functions. Perform math on math using complex equations (FFT, Intg, Diff, Log, Exp, Sqrt, Abs, Sine, Cosine, Tangent, Rad, Deg), scalars, up to two user-adjustable variables and results of parametric measurements (Period, Freq, Delay, Rise, Fall, PosWidth, NegWidth, BurstWidth, Phase, PosDutyCycle, NegDutyCycle, PosOverShoot, NegOverShoot, PeakPeak, Amplitude, RMS, CycleRMS, High, Low, Max, Min, Mean, CycleMean, Area, CycleArea, and trend plots) e.g. $(\text{Intg}(\text{Ch1} - \text{Mean}(\text{Ch1})) \times 1.414 \times \text{VAR1})$

Power Measurements (Optional)

Measurement	Description
Power Quality Measurements	V_{RMS} , $V_{\text{Crest Factor}}$, Frequency, I_{RMS} , $I_{\text{Crest Factor}}$, True Power, Apparent Power, Reactive Power, Power Factor, Phase Angle
Switching Loss Measurements	Power Loss: T_{on} , T_{off} , Conduction, Total Energy Loss: T_{on} , T_{off} , Conduction, Total
Harmonics	THD-F, THD-R, RMS measurements Graphical and table displays of harmonics Test to IEC61000-3-2 Class A and MIL-STD-1399 Section 300A
Ripple Measurements	V_{ripple} and I_{ripple}
Modulation Analysis	Graphical display of +Pulse Width, -Pulse Width, Period, Frequency, +Duty Cycle, and -Duty Cycle modulation types
Safe Operating Area	Graphical display and mask testing of switching device safe operating area measurements
dV/dt and dI/dt Measurements	Cursor measurements of slew rate

Limit/Mask Testing (Optional)

Characteristic	Description
Included Standard Masks	ITU-T, ANSI T1.102, USB
Test Source	Limit Test: Any Ch1 - Ch4 or any R1 - R4 Mask Test: Any Ch1 - Ch4
Mask Creation	Limit test vertical tolerance from 0 to 1 division in 1 m division increments; Limit test horizontal tolerance from 0 to 500 m division in 1 m division increments Load standard mask from internal memory Load custom mask from text file with up to 8 segments
Mask Scaling	Lock to Source ON (mask automatically re-scales with source-channel settings changes) Lock to Source OFF (mask does not re-scale with source-channel settings changes)
Test Criteria Run Until	Minimum number of waveforms (from 1 to 1,000,000; Infinity) Minimum elapsed time (from 1 second to 48 hours; Infinity)
Violation Threshold	From 1 to 1,000,000
Actions on Test Failure	Stop acquisition, save screen image to file, save waveform to file, print screen image, trigger out pulse, set remote interface SRQ
Actions on Test Complete	Trigger out pulse, set remote interface SRQ
Results Display	Test status, total waveforms, number of violations, violation rate, total tests, failed tests, test failure rate, elapsed time, total hits for each mask segment

Software

Software	Description
NI LabVIEW SignalExpress Tektronix Edition	A fully interactive measurement software environment optimized for the MDO4000 Series, enables you to instantly acquire, generate, analyze, compare, import, and save measurement data and signals using an intuitive drag-and-drop user interface that does not require any programming. Standard MDO4000 Series support for acquiring, controlling, viewing, and exporting your live signal data is permanently available through the software. The full version (SIGEXPTE) adds additional signal processing, advanced analysis, mixed signal, sweeping, limit testing, and user-defined step capabilities and is available for a 30-day trial period standard with each instrument.
OpenChoice® Desktop	Enables fast and easy communication between a Windows PC and the MDO4000 Series, using USB or LAN. Transfer and save settings, waveforms, measurements, and screen images. Included Word and Excel toolbars automate the transfer of acquisition data and screen images from the oscilloscope into Word and Excel for quick reporting or further analysis.
IVI Driver	Provides a standard instrument programming interface for common applications such as LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft .NET and MATLAB.
e*Scope® Web-based Remote Control	Enables control of the MDO4000 Series over a network connection through a standard web browser. Simply enter the IP address or network name of the oscilloscope and a web page will be served to the browser.
LXI Class C Web Interface	Connect to the MDO4000 Series through a standard web browser by simply entering the oscilloscope's IP address or network name in the address bar of the browser. The web interface enables viewing of instrument status and configuration, status and modification of network settings, and instrument control through the e*scope web-based remote control. All web interaction conforms to LXI Class C specification.

Display Characteristics

Characteristic	Description
Display Type	10.4 in. (264 mm) liquid-crystal TFT color display
Display Resolution	1,024 horizontal × 768 vertical pixels (XGA)
Waveform Styles	Vectors, Dots, Variable Persistence, Infinite Persistence
Graticules	Full, Grid, Solid, Cross Hair, Frame, IRE, and mV
Format	YT and simultaneous XY/YT
Waveform Capture Rate	>50,000 wfms/s maximum

Input/Output Ports

Port	Description
USB 2.0 High-speed Host Port	Supports USB mass storage devices, printers and keyboard. Two ports on front and two ports on rear of instrument
USB 2.0 Device Port	Rear-panel connector allows for communication/control of oscilloscope through USBTMC or GPIB (with a TEK-USB-488), and direct printing to all PictBridge-compatible printers
LAN Port	RJ-45 connector, supports 10/100/1000 Mb/s
XGA Video Port	DB-15 female connector, connect to show the oscilloscope display on an external monitor or projector
Probe Compensator Output	Front-panel pins Amplitude: 2.5 V Frequency: 1 kHz
Auxiliary Out	Rear-panel BNC connector $V_{OUT} (Hi)$: ≥ 2.5 V open circuit, ≥ 1.0 V 50 Ω to ground $V_{OUT} (Lo)$: ≤ 0.7 V into a load of ≤ 4 mA; ≤ 0.25 V 50 Ω to ground Output can be configured to provide a pulse out signal when the oscilloscope triggers, the internal oscilloscope reference clock out, or an event out for limit/mask testing
External Reference In	Time-base system can phase lock to an external 10 MHz reference (10 MHz $\pm 1\%$)
Kensington Lock	Rear-panel security slot connects to standard Kensington lock
VESA Mount	Standard (MIS-D 100) 100 mm VESA mounting points on rear of instrument

LAN eXtensions for Instrumentation (LXI)

Characteristic	Description
Class	LXI Class C
Version	V1.3

Power Source

Characteristic	Description
Power Source Voltage	100 to 240 V $\pm 10\%$
Power Source Frequency	45 to 66 Hz (85 to 264 V) 360 to 440 Hz (100 to 132 V)
Power Consumption	225 W maximum

Physical Characteristics

Dimensions	mm	in.
Height	229	9.0
Width	439	17.3
Depth	147	5.8
Weight	kg	lb.
Net	5	11
Shipping	10.7	23.6
Rackmount Configuration	5U	
Cooling Clearance	2 in. (51 mm) required on left side and rear of instrument	

Environmental

Characteristic	Description
Temperature	
Operating	0 °C to +50 °C
Nonoperating	–20 °C to +60 °C
Humidity	
Operating	High: 40 °C to 50 °C, 10% to 60% Relative Humidity Low: 0 °C to 40 °C, 10% to 90% Relative Humidity
Nonoperating	High: 40 °C to 60 °C, 5% to 60% Relative Humidity Low: 0 °C to 40 °C, 5% to 90% Relative Humidity
Altitude	
Operating	9,843 ft. (3,000 m)
Nonoperating	30,000 ft. (9,144 m)
Regulatory	
Electromagnetic Compatibility	EC Council Directive 2004/108/EC
Safety	UL61010-1, Second Edition; CSA61010-1 Second Edition, EN61010-1:2001; IEC 61010-1:2001

Ordering Information

MDO4000 Family

Model	Description
MDO4054-3	Mixed Domain Oscilloscope with (4) 500 MHz analog channels, (16) digital channels, and (1) 3 GHz RF input
MDO4054-6	Mixed Domain Oscilloscope with (4) 500 MHz analog channels, (16) digital channels, and (1) 6 GHz RF input
MDO4104-3	Mixed Domain Oscilloscope with (4) 1 GHz analog channels, (16) digital channels, and (1) 3 GHz RF input
MDO4104-6	Mixed Domain Oscilloscope with (4) 1 GHz analog channels, (16) digital channels, and (1) 6 GHz RF input

All Models Include: One passive voltage probe per analog channel (TPP0500 500 MHz, 10X, 3.9 pF for 500 MHz models; TPP1000 1 GHz, 10X, 3.9 pF for 1 GHz models), P6616 16-channel Logic Probe, Logic Probe Accessory Kit (020-2662-xx), Front Cover (200-5130-xx), N-to-BNC Adapter (103-0045-00), User Manual (071-2918-xx), Documentation CD (063-4367-xx), OpenChoice® Desktop Software, NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition Software, Calibration Certificates document measurement traceability to National Metrology Institute(s) – the Quality System this product is manufactured in is ISO9001 registered, power cord, accessory bag (016-2030-xx) and a three-year warranty. Please specify power plug and manual language version when ordering.

Application Modules

Application modules have licenses which can be transferred between an application module and an oscilloscope. The license may be contained in the module; allowing the module to be moved from one instrument to another. Or, the license can be contained in the oscilloscope; allowing the module to be removed and stored for safekeeping. Transferring the license to an oscilloscope and removing the module permits the use of more than 4 applications simultaneously.

Module	Description
DPO4AERO	Aerospace Serial Triggering and Analysis Module. Enables triggering on packet-level information on MIL-STD-1553 buses as well as analytical tools such as digital views of the signal, bus views, packet decoding, search tools, and packet decode tables with time-stamp information. Signal Inputs – Any Ch1 - Ch4, Math, Ref1 - Ref4 Recommended Probing – Differential or single ended (only one single-ended signal required)
DPO4AUDIO	Audio Serial Triggering and Analysis Module. Enables triggering on packet-level information on I ² S, LJ, RJ, and TDM audio buses as well as analytical tools such as digital views of the signal, bus views, packet decoding, search tools, and packet decode tables with time-stamp information. Signal Inputs – Any Ch1 - Ch4, D0 - D15 Recommended Probing – I ² S, LJ, RJ, TDM: Single ended
DPO4AUTO	Automotive Serial Triggering and Analysis Module. Enables triggering on packet-level information on CAN and LIN buses as well as analytical tools such as digital views of the signal, bus views, packet decoding, search tools, and packet decode tables with time-stamp information. Signal Inputs – LIN: Any Ch1 - Ch4, D0 - D15; CAN: Any Ch1 - Ch4, (D0 - D15; single-ended probing only) Recommended Probing – LIN: Single ended; CAN: Single ended or differential
DPO4AUTOMAX	Extended Automotive Serial Triggering and Analysis Module. Enables triggering on packet-level information on CAN, LIN, and FlexRay buses as well as analytical tools such as digital views of the signal, bus views, packet decoding, search tools, packet decode tables with time-stamp information, and eye diagram analysis software. Signal Inputs – LIN: Any Ch1 - Ch4, D0 - D15; CAN: Any Ch1 - Ch4, (D0 - D15; single-ended probing only); FlexRay: Any Ch1 - Ch4, (D0 - D15; single-ended probing only) Recommended Probing – LIN: Single ended; CAN, FlexRay: Single ended or differential
DPO4COMP	Computer Serial Triggering and Analysis Module. Enables triggering on packet-level information on RS-232/422/485/UART buses as well as analytical tools such as digital views of the signal, bus views, packet decoding, search tools, and packet decode tables with time-stamp information. Signal Inputs – Any Ch1 - Ch4, (D0 - D15; single-ended probing only) Recommended Probing – RS-232/UART: Single ended; RS-422/485: Differential

Module	Description
DPO4EMBD	Embedded Serial Triggering and Analysis Module. Enables triggering on packet-level information on I ² C and SPI buses as well as analytical tools such as digital views of the signal, bus views, packet decoding, search tools, and packet decode tables with time-stamp information. Signal Inputs – I ² C: Any Ch1 - Ch4, D0 - D15; SPI: Any Ch1 - Ch4, D0 - D15 Recommended Probing – I ² C, SPI: Single ended
DPO4ENET	Ethernet Serial Triggering and Analysis Module. Enables triggering on packet-level information on 10BASE-T and 100BASE-TX buses as well as analytical tools such as digital views of the signal, bus views, packet decoding, search tools, and packet decode tables with time-stamp information. Signal Inputs – Any Ch1 - Ch4 for single-ended probing; Any Ch1 - Ch4, Math, Ref1 - Ref4 for differential probing Recommended Probing – 10BASE-T: Single ended or differential; 100BASE-TX: Differential
DPO4USB	USB Serial Triggering and Analysis Module. Enables triggering on packet-level content for low-speed, full-speed, and high-speed USB serial buses. Also enables analytical tools such as digital views of the signal, bus views, packet decoding, search tools, and packet decode tables with time-stamp information for low-speed, full-speed, and high-speed USB serial buses. Signal Inputs – Low-speed and Full-speed: Any Ch1 - Ch4, (D0 - D15; for single-ended probing only); Low-speed, Full-speed, and High-speed: Any Ch1 - Ch4, Math, Ref1 - Ref4 Recommended Probing – Low-speed and Full-speed: Single ended or differential; High-speed: Differential USB high-speed supported only on MDO4104-X models
DPO4PWR	Power Analysis Application Module. Enables quick and accurate analysis of power quality, switching loss, harmonics, safe operating area (SOA), modulation, ripple, and slew rate (dI/dt, dV/dt)
DPO4LMT	Limit and Mask Testing Application Module. Enables testing against limit templates generated from "golden" waveforms and mask testing using custom or standard telecommunications or computer masks
DPO4VID	HDTV and Custom (nonstandard) Video Triggering Module
MDO4TRIG	Advanced RF Power Level Triggering Module. Enables the power level on the RF input to be used as a source in the following trigger types: Pulse Width, Runt, Timeout, Logic, and Sequence

Instrument Options

Power Plug Options

Option	Description
Opt. A0	North America
Opt. A1	Universal Euro
Opt. A2	United Kingdom
Opt. A3	Australia
Opt. A5	Switzerland
Opt. A6	Japan
Opt. A10	China
Opt. A11	India
Opt. A12	Brazil
Opt. A99	No power cord or AC adapter

Language Options*2

Option	Description
Opt. L0	English manual
Opt. L1	French manual
Opt. L2	Italian manual
Opt. L3	German manual
Opt. L4	Spanish manual
Opt. L5	Japanese manual
Opt. L6	Portuguese manual
Opt. L7	Simplified Chinese manual
Opt. L8	Traditional Chinese manual
Opt. L9	Korean manual
Opt. L10	Russian manual
Opt. L99	No manual

*2 Language options include a translated front-panel overlay for the selected language(s).

Service Options*3

Option	Description
Opt. C3	Calibration Service 3 years
Opt. C5	Calibration Service 5 years
Opt. D1	Calibration Data Report
Opt. D3	Calibration Data Report 3 years (with Opt. C3)
Opt. D5	Calibration Data Report 5 Years (with Opt. C5)
Opt. G3	Complete Care 3 Years (includes loaner, scheduled calibration and more)
Opt. G5	Complete Care 5 Years (includes loaner, scheduled calibration and more)
Opt. R5	Repair Service 5 years (including warranty)
Opt. SILV900	Standard Warranty Extended to 5 Years

*3 Probes and accessories are not covered by the oscilloscope warranty and service offerings. Refer to the datasheet of each probe and accessory model for its unique warranty and calibration terms.

Recommended Probes

Tektronix offers over 100 different probes to meet your application needs. For a comprehensive listing of available probes, please visit www.tektronix.com/probes.

Probe	Description
TPP0500	500 MHz, 10X TekVPI® passive voltage probe with 3.9 pF input capacitance
TPP0502	500 MHz, 2X TekVPI passive voltage probe with 3.9 pF input capacitance
TPP0850	2.5 kV, 800 MHz, 50X TekVPI passive high-voltage probe
TPP1000	1 GHz, 10X TekVPI passive voltage probe with 3.9 pF input capacitance
TAP1500	1.5 GHz TekVPI active single-ended voltage probe
TAP2500	2.5 GHz TekVPI active single-ended voltage probe
TAP3500	3.5 GHz TekVPI active single-ended voltage probe
TDP0500	500 MHz TekVPI differential voltage probe with ±42 V differential input voltage
TDP1000	1 GHz TekVPI differential voltage probe with ±42 V differential input voltage
TDP1500	1.5 GHz TekVPI differential voltage probe with ±8.5 V differential input voltage
TDP3500	3.5 GHz TekVPI differential voltage probe with ±2 V differential input voltage
TCP0030	120 MHz TekVPI 30 Ampere AC/DC current probe
TCP0150	20 MHz TekVPI 150 Ampere AC/DC current probe
P5200A	1.3 kV, 50 MHz high-voltage differential probe
TMDP0200	750 V, 200 MHz TekVPI high-voltage differential probe
THDP0200	1.5 kV, 200 MHz TekVPI high-voltage differential probe
THDP0100	6.0 kV, 100 MHz TekVPI high-voltage differential probe

Recommended Accessories

Accessory	Description
119-4146-00	Near Field Probe Set, 100 kHz - 1 GHz
119-6609-00	Flexible Monopole Antenna
TPA-N-VPI	N-to-TekVPI Adapter
077-0585-xx	Service Manual (English only)
SIGEXPTPE	NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition Software (Full Version)
TPA-BNC	TekVPI-to-TekProbe BNC Adapter
TEK-USB-488	GPIO-to-USB Adapter
ACD4000B	Soft Transit Case
HCTEK54	Hard Transit Case (Requires ACD4000B)
RMD5000	Rackmount Kit
TEK-DPG	Deskew Pulse Generator
067-1686-xx	Deskew Fixture

Warranty

Three-year warranty covering all parts and labor, excluding probes.



Tektronix is registered to ISO 9001 and ISO 14001 by SRI Quality System Registrar.



Product(s) complies with IEEE Standard 488.1-1987, RS-232-C, and with Tektronix Standard Codes and Formats.

Contact Tektronix:

- ASEAN / Australasia (65) 6356 3900
- Austria 00800 2255 4835*
- Balkans, Israel, South Africa and other ISE Countries +41 52 675 3777
- Belgium 00800 2255 4835*
- Brazil +55 (11) 3759 7627
- Canada 1 800 833 9200
- Central East Europe and the Baltics +41 52 675 3777
- Central Europe & Greece +41 52 675 3777
- Denmark +45 80 88 1401
- Finland +41 52 675 3777
- France 00800 2255 4835*
- Germany 00800 2255 4835*
- Hong Kong 400 820 5835
- India 000 800 650 1835
- Italy 00800 2255 4835*
- Japan 81 (3) 6714 3010
- Luxembourg +41 52 675 3777
- Mexico, Central/South America & Caribbean 52 (55) 56 04 50 90
- Middle East, Asia, and North Africa +41 52 675 3777
- The Netherlands 00800 2255 4835*
- Norway 800 16098
- People's Republic of China 400 820 5835
- Poland +41 52 675 3777
- Portugal 80 08 12370
- Republic of Korea 001 800 8255 2835
- Russia & CIS +7 (495) 7484900
- South Africa +41 52 675 3777
- Spain 00800 2255 4835*
- Sweden 00800 2255 4835*
- Switzerland 00800 2255 4835*
- Taiwan 886 (2) 2722 9622
- United Kingdom & Ireland 00800 2255 4835*
- USA 1 800 833 9200

* European toll-free number. If not accessible, call: +41 52 675 3777

Updated 10 February 2011

For Further Information. Tektronix maintains a comprehensive, constantly expanding collection of application notes, technical briefs and other resources to help engineers working on the cutting edge of technology. Please visit www.tektronix.com



Copyright © Tektronix, Inc. All rights reserved. Tektronix products are covered by U.S. and foreign patents, issued and pending. Information in this publication supersedes that in all previously published material. Specification and price change privileges reserved. TEKTRONIX and TEK are registered trademarks of Tektronix, Inc. All other trade names referenced are the service marks, trademarks, or registered trademarks of their respective companies.

