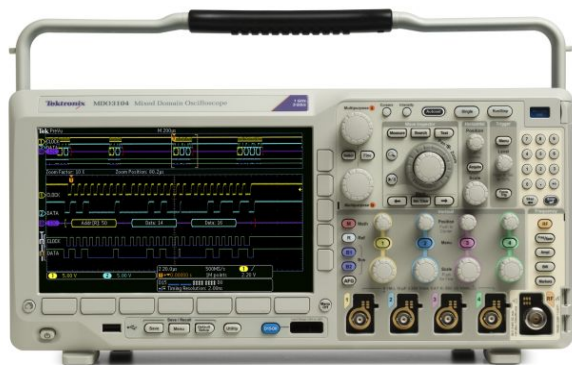


# Комбинированные осциллографы

## Комбинированные осциллографы серии MDO3000



Комбинированный осциллограф серии MDO3000 – это прибор, который может быть очень полезен при проектировании и отладке современных комплексных электронных систем. Этот осциллограф объединяет в себе шесть приборов: анализатор спектра, генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций, логический анализатор, анализатор протоколов и цифровой вольтметр/частотомер. Осциллограф серии MDO3000 можно конфигурировать под собственные задачи и обновлять. Предусмотрена возможность добавления функций и выбора характеристик, которые необходимы в данный момент или могут понадобиться позже.

### Основные технические характеристики

- Осциллограф
  - Модели с 2 и 4 аналоговыми каналами
  - Модели с полосой пропускания 1 ГГц, 500 МГц, 350 МГц, 200 МГц и 100 МГц
  - Полоса пропускания может быть расширена (до 1 ГГц)
  - Частота дискретизации до 5 Гвыб./с
  - Длина записи 10 млн. точек во всех каналах
  - Максимальная скорость захвата сигнала >280 000 осциллограмм в секунду
  - Стандартные пассивные пробники напряжения с входной емкостью 3,9 пФ и аналоговой полосой пропускания 1 ГГц, 500 МГц или 250 МГц
- Анализатор спектра
  - Диапазон частот
    - В стандартной конфигурации: от 9 кГц до верхней границы полосы пропускания осциллографа
    - Опция: от 9 кГц до 3 ГГц
  - Сверхширокая полоса захвата до 3 ГГц

- Генерация сигналов произвольной формы и стандартных функций (опционально)
  - 13 предварительно заданных форм сигнала
  - генерация сигналов с частотой 50 МГц
  - Длина записи 128 000 точек
  - Частота дискретизации генератора сигналов произвольной формы 250 Мвыб./с
- Логический анализатор (опциональный)
  - 16 цифровых каналов
  - Длина записи 10 млн. точек по всем каналам
  - Разрешение по времени 121,2 пс
- Анализатор протоколов (опциональный)
  - Поддерживаются стандарты последовательных шин: I<sup>2</sup>C, SPI, RS-232/422/485/UART, USB 2.0, CAN, LIN, FlexRay, MIL-STD-1553 и аудиошины
- Цифровой вольтметр (бесплатно при регистрации прибора)
  - Измерения ср.кв. перем. и пост. напряжения, ср.кв. перем. напряжения с постоянной составляющей с разрешением 4 разряда
  - Измерения частоты с разрешением 5 разрядов

### Возможности и преимущества

- Высокая скорость захвата сигналов в режиме FastAcq™ позволяет быстро находить трудноуловимые аномалии сигналов
- Панель управления Wave Inspector® облегчает навигацию и автоматизирует поиск данных сигнала
- 33 автоматизированных измерения и гистограммы сигнала для упрощенного анализа сигнала
- Интерфейс пробников TekVPI® поддерживает активные, дифференциальные и токовые пробники с автоматическим выбором диапазона и единиц измерения
- Широкоэкранный цветной дисплей с диагональю 9 дюймов (229 мм)
- Небольшие размеры и масса – всего 147 мм в глубину и масса 4,2 кг

- Анализ спектра
  - Специализированные органы управления на передней панели для самых распространённых задач
  - Автоматические пиковые маркеры для определения частоты и амплитуды пиков спектра
  - Ручные маркеры для измерения непиковых параметров сигнала
  - Используемые типы трасс: нормальная, усреднение, удержание максимума, удержание минимума
  - Режим отображения спектрограмм облегчает визуальный контроль и анализ медленно изменяющихся событий
  - Автоматизированные измерения: измерение мощности сигнала в канале, коэффициента развязки соседних каналов по мощности и занимаемой полосы частот
- Генерация сигналов произвольной формы и стандартных функций
  - Генерация заданных сигналов для быстрой имитации устройств при разработке систем
  - Захват сигналов по аналоговым или цифровым входам, передача захваченных сигналов в память для редактирования и выдача отредактированных сигналов
  - Добавление шума к любому сигналу для тестирования в неблагоприятных условиях
- Разработка и тестирование систем со смешанными сигналами
  - Автоматический запуск, декодирование и поиск сигналов параллельных шин
  - Многоканальный запуск по времени установки и удержания
  - Режим высокоскоростного захвата MagniVu™ обеспечивает разрешение по времени 121,2 пс для цифровых каналов
- Анализ протоколов
  - Запуск, декодирование и автоматический поиск содержимого пакетов наиболее распространённых стандартов последовательных шин при разработке встраиваемых систем.
  - Экспорт таблиц декодирования протоколов, используемых при документировании результатов
- Цифровой вольтметр и частотомер
  - Быстрая визуальная проверка измеренных значений напряжения и частоты
  - Графическое представление информации о стабильности измерения
- Возможность полного обновления
  - Добавление функциональных возможностей, увеличение полосы пропускания осциллографа или диапазона частот анализатора спектра в соответствии с вашими требованиями или бюджетом.

### Дополнительное программное обеспечение

- Анализ источников питания
- Контроль предельных значений и тестирование по маске

## Требуются лучшие характеристики?

Требуется увеличить диапазон частот анализатора спектра?  
Требуется одновременно анализировать аналоговые, цифровые и РЧ сигналы?

Требуется увеличить длину записи или размеры дисплея?

Оцените возможность применения осциллографа серии MDO4000В  
[www.tektronix.com/MDO4000](http://www.tektronix.com/MDO4000)



- ▶ Встроенный анализатор спектра с диапазоном частот до 3 ГГц или до 6 ГГц
- ▶ Одновременный захват аналоговых, цифровых и РЧ сигналов
- ▶ Длина записи 20 млн. точек
- ▶ Дисплей XGA с диагональю 10,4 дюйма

## Осциллограф

Осциллограф серии MDO3000 – это осциллограф высокого класса с разнообразными функциями для ускорения каждого этапа отладки – от быстрого обнаружения и захвата аномалий до поиска в записи осциллограммы интересных событий, анализа характеристик событий и поведения исследуемого устройства.

### Технология цифрового люминофора с режимом захвата FastAcq™

Для того чтобы устранить проблему, нужно ее локализовать. Каждому инженеру-конструктору приходится тратить время на поиск проблем в разрабатываемом устройстве, что, при отсутствии необходимых инструментов, превращается в весьма утомительный и трудоемкий процесс.

Технология цифрового люминофора позволяет быстро оценить истинные процессы, происходящие в исследуемом устройстве. Большая скорость захвата в режиме FastAcq – более 280 000 осциллограмм в секунду – обеспечивает высокую вероятность быстрого обнаружения кратковременно возникающих проблем в цифровых системах: рвантов, глитчей, нарушений синхронизации и многих других.

Градация яркости для индикации частоты появления редких переходов относительно среднестатистических характеристик сигналов позволяет улучшить отображение редких событий. В режиме захвата FastAcq для отображения осциллограмм применяются четыре цветные палитры.

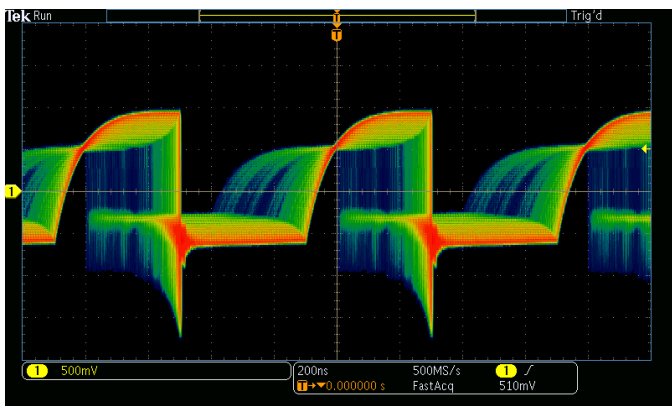
- *Температурная палитра* использует цветное кодирование для индикации часто появляющихся событий с помощью теплых

цветов (красный и желтый) и редко появляющихся событий – с помощью холодных цветов (синий и зеленый).

- **Спектральная палитра** использует цветовое кодирование для индикации часто появляющихся событий с помощью холодных цветов, например синего цвета, и редко появляющихся событий – с помощью теплых цветов, например красного цвета.
- **Нормальная палитра** использует стандартный цвет канала (например, желтый для первого канала) с градацией яркости для индикации частоты появления событий, причем более высокая яркость соответствует часто появляющимся событиям.
- **Инvertированная палитра** использует стандартный цвет канала с градацией яркости для индикации частоты появления событий, причем более высокая яркость соответствует редко появляющимся событиям.

За счет этого сразу выделяются часто появляющиеся события или, в случае непериодических аномалий, редко появляющиеся события.

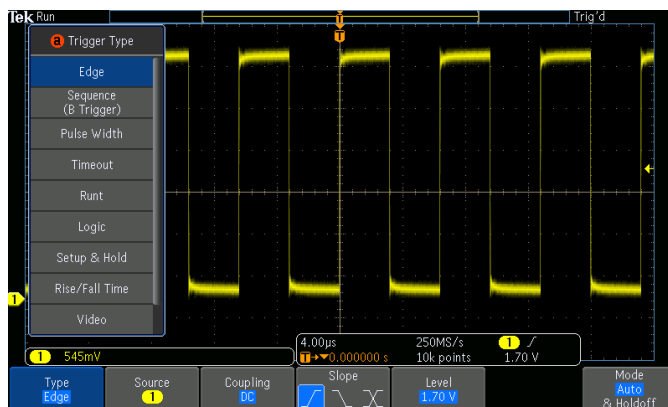
Возможность выбора бесконечного или регулируемого времени послесвечения позволяет задавать время наблюдения осциллограмм на дисплее и помогает определять частоту появления аномалии.



Технология цифрового люминофора с режимом захвата FastAcq поддерживают скорость захвата более 280 000 осциллограмм в секунду и отображение градаций яркости в режиме реального времени.

## Запуск

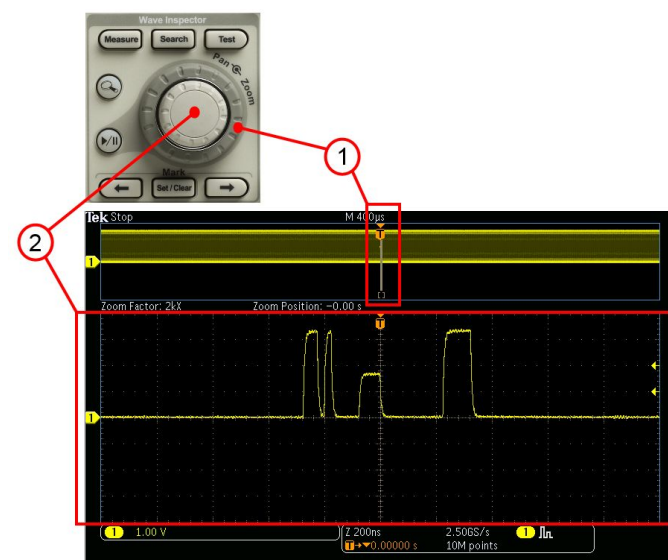
Обнаружение неисправности устройства – это лишь первый шаг. Теперь нужно захватить интересное событие, чтобы установить причину его возникновения. В осциллографе серии MDO3000 предусмотрено более 125 комбинаций запуска, обеспечивающих полный набор вариантов для ускорения поиска интересующего события. Запуск может осуществляться по ранту, логической комбинации, длительности импульса/глитча, нарушению времени установки и времени удержания, последовательным пакетам и данным параллельной шины. Благодаря длине записи до 10 млн. точек, можно захватывать сразу несколько интересующих событий и даже тысячи последовательных пакетов с сохранением высокого разрешения, позволяющего детально рассматривать мельчайшие подробности сигнала.



Более 125 комбинаций запуска облегчают захват интересующего события

## Панель управления Wave Inspector® для навигации и автоматического поиска

Большая длина записи позволяет при одном захвате получать тысячи экранов информации. С помощью панели управления Wave Inspector, представляющей лучшее в отрасли средство навигации и автоматического поиска, интересные события можно находить за считанные секунды.



Панель управления Wave Inspector обеспечивает непревзойденную эффективность просмотра, навигации и анализа данных. Поворачивая внешнюю ручку панорамирования (1), можно пролистать все точки записи. Перемещение из начала в конец займет считанные секунды. А если вы увидели нечто интересное и хотите подробнее это рассмотреть? Просто поверните внутреннюю ручку масштабирования (2).

## Масштабирование/панорамирование (Zoom/Pan)

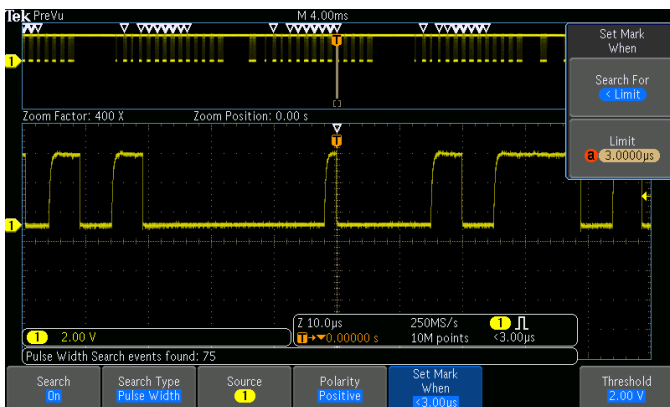
Специальная сдвоенная поворотная ручка на передней панели позволяет интуитивно управлять масштабированием и панорамированием. Внутренняя ручка управляет коэффициентом увеличения (или масштабированием); при ее повороте по часовой стрелке выполняется растяжение сигнала с постепенным переходом к более высоким коэффициентам увеличения, а при повороте против часовой стрелки коэффициент увеличения постепенно уменьшается до отключения масштабирования. Вам больше не придется открывать несколько меню для настройки масштаба изображения. Внешняя ручка перемещает окно обзора по сигналу, позволяя быстро достичь нужного фрагмента осциллограммы. Кроме того, внешняя ручка оснащена механизмом обратной связи, который позволяет контролировать скорость панорамирования осциллограммы. Чем больше вы поворачиваете внешнюю ручку, тем быстрее перемещается окно просмотра. Направление панорамирования изменяется простым поворотом ручки в другую сторону.

## Пользовательские метки

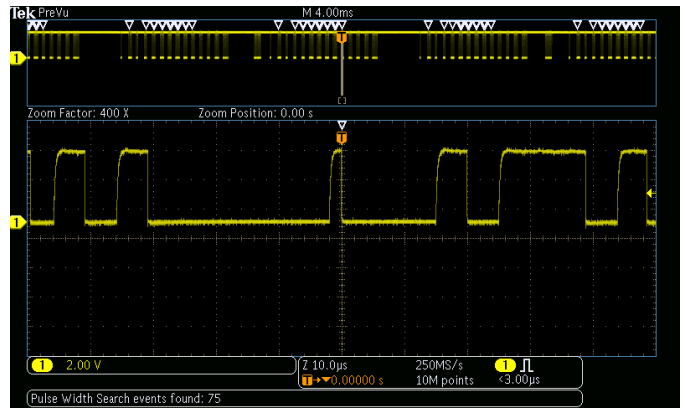
Нажмите кнопку **Set Mark** (Установить метку) на передней панели, чтобы отметить одно или несколько мест на осциллограмме. Для быстрой навигации между метками достаточно нажать кнопки **Previous** (Назад) (←) и **Next** (Вперед) (→) на передней панели.

## Поиск по меткам

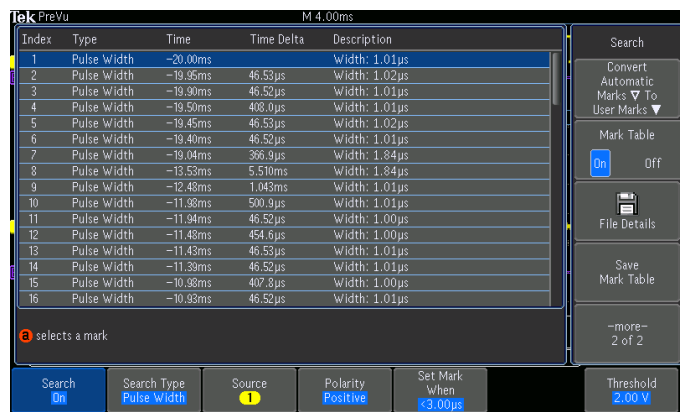
Кнопка **Search** (Поиск) позволяет автоматически просматривать длинные захваченные фрагменты и выполнять поиск определенных пользователем событий. Все появления заданного события помечаются поисковыми метками, между которыми можно перемещаться с помощью кнопок передней панели **Previous** (Назад) (←) и **Next** (Вперед) (→). Возможен поиск фронтов, импульсов/глитчей определенной длительности, заданного времени ожидания, рантов, логических комбинаций, времени установки и удержания, переднего/заднего фронта определенной длительности для параллельных шин и содержимого пакетов шин I<sup>2</sup>C, SPI, RS-232/422/485/UART, USB 2.0, CAN, LIN, FlexRay, MIL-STD-1553 и пакета аудиоданных. События, найденные при автоматическом поиске, отображаются в виде таблицы событий с метками поиска. Каждое событие снабжено меткой времени для облегчения измерений временных параметров между событиями.



Первый этап поиска: Определение события для поиска.



Второй этап поиска: Панель управления Wave Inspector позволяет автоматически просматривать запись и помечать найденные события белыми треугольниками. Теперь можно перемещаться между событиями с помощью кнопок Previous (Назад) и Next (Вперед).

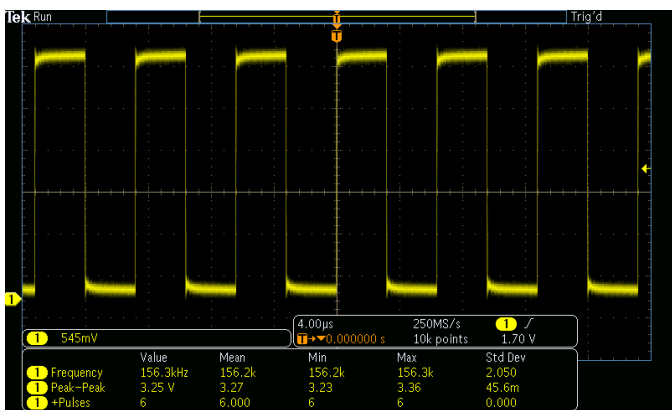


Третий этап поиска: События, найденные при автоматическом поиске, отображаются в виде таблицы событий с метками поиска. Каждое событие снабжено меткой времени для облегчения измерений временных параметров между событиями.

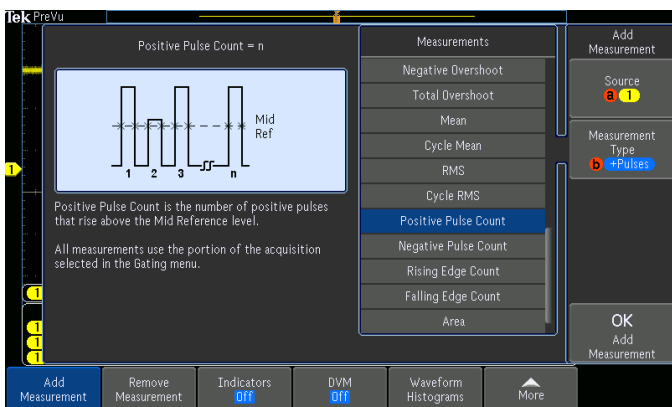
## Анализ осциллограмм

Для того чтобы проверить соответствие технических характеристик прототипа его программной модели и убедиться в том, что он способен решать поставленные перед ним задачи, необходимо проанализировать все режимы работы. Эта задача может потребовать самых разнообразных измерений – от простой проверки времени нарастания и длительности импульсов до сложного анализа вносимого затухания и исследования источников шумов.

Осциллограф предлагает всеобъемлющий набор встроенных средств анализа, включая привязанные к сигналу и экрану курсоры, автоматизированные измерения, расширенный набор математических функций, в том числе редактор уравнений, построение гистограмм, быстрое преобразование Фурье и диаграммы трендов для визуального определения изменений результатов со временем.



На основе результатов автоматизированных измерений можно получать статистические представления характеристик сигнала с высокой воспроизводимостью.



Каждое измерение снабжено текстом и символом для объяснения того, как выполнено измерение.

Гистограммы сигнала дают визуальное представление об изменении сигналов во времени. Горизонтальные гистограммы сигнала полезны для анализа джиттера в синхросигнале и распределения джиттера. Вертикальные гистограммы используются для анализа шума в синхросигнале и распределения шума. На основе измерений, полученных с помощью гистограмм, получают аналитическую информацию о распределении гистограммы сигнала, позволяющую точно определять ширину распределения, среднеквадратическое отклонение, среднее значение и другие значения.



Гистограмма сигнала, построенная по положительному перепаду импульса, помогает оценить распределение положения перепада (джиттер) во времени. На экране отображаются числовые значения результатов измерений, полученные на основе гистограммы.

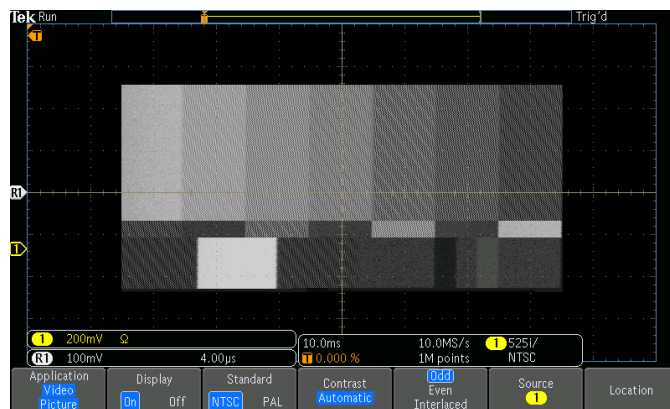
### Проектирование и разработка видеоустройств

Многие инженеры, работающие с видеооборудованием, предпочитают аналоговые осциллографы, считая, что градации яркости на дисплее ЭЛТ дают единственную возможность заметить некоторые мелкие детали видеосигнала. Высокая скорость захвата осциллографов серии MDO3000 в сочетании с градациями яркости сигнала предоставляет столь же информативное изображение, как и на экране аналогового осциллографа, и в то же время позволяет разглядеть значительно больше деталей и воспользоваться всеми преимуществами цифровых осциллографов.

Такие стандартные функции, как разметка шкалы в IRE и мВ, запуск по полям, полярность видеосигнала, запуск по специальному видеосигналу и сигналу высокой четкости, интеллектуальная автонастройка для обнаружения видеосигналов, превращают осциллографы в самые простые в обращении приборы для видеоприменений. При широкой полосе пропускания и согласованной работе входа на линию 75 Ом (нет в моделях с полосой пропускания 1 ГГц), осциллограф предоставляет широкие возможности для анализа аналоговых и цифровых видеосигналов. Предусмотрен режим просмотра видеоизображения для видеосигнала стандарта NTSC или PAL.



Просмотр видеосигнала стандарта NTSC. Изображение с градацией яркости на экране осциллографа серии MDO3000 представляет время, амплитуду и распределение во времени.



Просмотр изображения испытательной таблицы NTSC "цветные полосы". В режиме просмотра видеоизображений предусмотрены автоматическая и ручная регулировка яркости и контрастности.

### Анализ источников питания (опционально)

Постоянно растущие требования к увеличению времени работы от батарей и поиск экологичных решений с меньшим энергопотреблением заставляют разработчиков источников питания измерять и минимизировать коммутационные потери. Кроме того, для удовлетворения требований международных и национальных стандартов на системы питания, необходимо измерять напряжения источников питания, чистоту выходного спектра и уровень гармоник в цепях питания. Традиционно сложилось так, что измерение этих и многих других параметров с помощью осциллографа отнимало много времени и представляло собой кропотливый ручной процесс. Дополнительные средства анализа источников питания, предлагаемые осциллографами серии MDO3000, существенно упрощают эти операции, позволяя быстро и точно измерять качество источников питания, коммутационные потери, уровень гармоник, область безопасной работы (ОБР), модуляцию, пульсации и скорость нарастания тока и напряжения (di/dt, dv/dt). Полностью встроенные в осциллограф средства анализа источников питания позволяют выполнять автоматизированные измерения с высокой воспроизводимостью при нажатии одной кнопки.

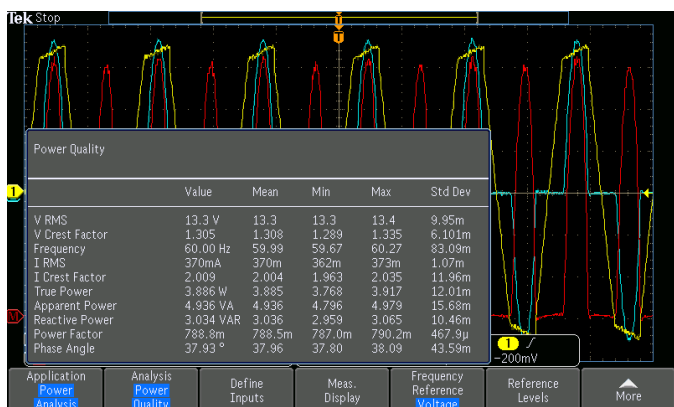
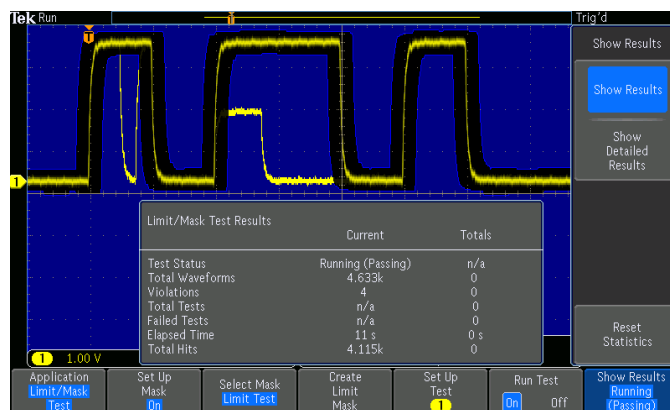


Таблица измерений качества источников питания. Функции автоматизированного измерения параметров питания позволяют быстро и точно анализировать общие характеристики источников питания.

### Тестирование по маске и контроль предельных значений (опционально)

Распространенной задачей в процессе разработки систем является контроль параметров определенных сигналов в этой системе. Один из методов, известный как контроль предельных значений, заключается в сравнении исследуемого сигнала с эталоном этого сигнала с определенными пользователем вертикальными и горизонтальными допусками. Другой распространенный метод, известный как тестирование по маске, заключается в сравнении исследуемого сигнала с шаблоном и выявлении мест несовпадений. Осциллографы серии MDO3000 поддерживают оба метода, что полезно для длительного мониторинга сигналов, измерения характеристик сигналов в процессе разработки и для тестирования устройств на производственных линиях. Тест можно привести в соответствие с вашими требованиями, указав его длительность в единицах времени или в числе осциллограмм, определив порог сравнения, который должен быть превышен для признания теста неудачным, указав число попаданий в маску со статистической информацией и определив действия, которые надо выполнять при выходе за пределы, неудачном тестировании и по завершении теста. Как бы вы ни определяли маску – по известному эталонному сигналу или по специальному или стандартному шаблону – никогда еще тесты "годен - не годен" при поиске аномалий сигнала, таких как глитчи, не выполнялись столь просто.



Режим контроля предельных значений, показывающий маску, созданную на основе эталонного сигнала, и результаты сравнения с реальным сигналом. Выводится также статистическая информация о тестировании.

### Стандартные пассивные пробники напряжения

В комплект поставки осциллографа серии MDO3000 входят пассивные пробники напряжения с минимальной в отрасли входной емкостью, не превышающей 3,9 пФ. Включенные в комплект поставки пробники серии TPP практически не оказывают влияния на исследуемые устройства и с высокой точностью подают на осциллограф сигналы для захвата и анализа. В следующей таблице приведены пробники серии TPP для каждой модели осциллографов серии MDO3000.

Модель MDO3000	Поставляемый пробник
MDO3012, MDO3014, MDO3022, MDO3024	TRP0250: Пассивный пробник напряжения 10х, 250 МГц Один на аналоговый канал
MDO3032, MDO3034, MDO3052, MDO3054	TRP0500В: Пассивный пробник напряжения 10х, 500 МГц Один на аналоговый канал
MDO3102, MDO3104	TRP1000 Пассивный пробник напряжения 10х, 1 ГГц Один на аналоговый канал

### Интерфейс пробников TekVPI®

Интерфейс подключения пробников TekVPI® существенно упрощает работу. Пробники TekVPI® оборудованы индикаторами состояния и органами управления, в том числе кнопкой вызова меню настройки пробников, расположенной непосредственно на корпусе. Эта кнопка позволяет отобразить на экране осциллографа меню пробника со всеми необходимыми настройками и средствами управления пробником. Интерфейс TekVPI® обеспечивает прямое подключение токовых пробников без применения отдельного источника питания. Поддерживается дистанционное управление пробниками через интерфейс USB, GPIB или Ethernet, что позволяет гибко использовать их в составе автоматизированных контрольно-измерительных систем. От внутреннего источника питания на разъемы на передней панели интерфейса TekVPI® может быть подана мощность до 25 Вт.



Интерфейс TekVPI® упрощает подключение пробников к осциллографу.

### Интерфейсы передачи данных и дистанционного управления прибором

Для экспорта данных и результатов измерений достаточно подключить осциллограф к компьютеру кабелем USB. Все необходимое программное обеспечение – OpenChoice® Desktop и панели инструментов Microsoft Excel и Word – входят в стандартный комплект поставки и обеспечивают быстрое и простое взаимодействие с ПК, работающим под управлением Windows.

Для упрощения работы можно использовать входящее в комплект поставки ПО OpenChoice Desktop, которое обеспечивает взаимодействие осциллографа с компьютером через порт USB или LAN для передачи настроек, осциллограмм и снимков экрана.

Встроенное ПО e\*Score® позволяет легко управлять осциллографом по сети через стандартный обозреватель интернета. Просто введите IP адрес или сетевое имя осциллографа, и в обозревателе откроется страница управления. Эта страница предоставляет непосредственную возможность передачи и сохранения настроек, осциллограмм, результатов измерений и снимков экрана или оперативного изменения настроек осциллографа.



Изображение дисплея осциллографа MDO3000 отображается в обозревателе с помощью ПО e\*Score. Это ПО можно использовать для быстрого документирования проведенных измерений в виде снимков экрана, осциллограмм или настроек, которые могут понадобиться позже.

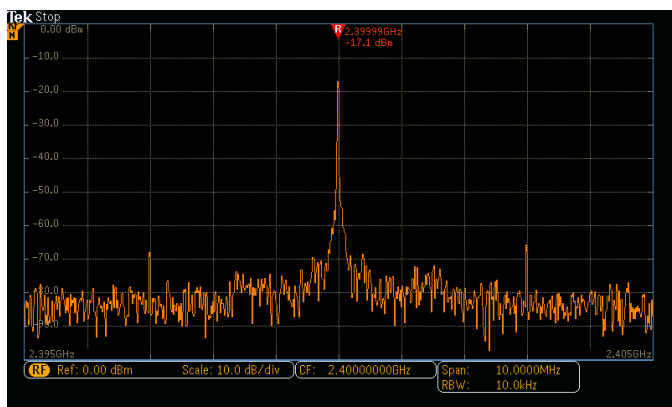
### Анализатор спектра

Осциллограф серии MDO3000 – это первый осциллограф в своем классе, выполняющий функции анализатора спектра. Каждый осциллограф этой серии содержит анализатор спектра, работающий в диапазоне частот от 9 кГц до верхней границы полосы пропускания данной модели. Диапазон частот анализатора спектра любой модели можно расширить до 3 ГГц (опция MDO3SA), чтобы выполнять анализ спектра сигналов большинства стандартов беспроводной связи.

### Быстрый и точный анализ спектра

При использовании входа анализатора спектра, дисплей осциллографа серии MDO3000 переходит в режим полноэкранного отображения сигналов в частотной области.

Все основные параметры спектра, такие как центральная частота, полоса обзора, опорный уровень и полоса разрешения, настраиваются легко и быстро с помощью специальных кнопок меню на передней панели и клавиатуры.



Отображение сигналов в частотной области на экране осциллографа MDO3000.



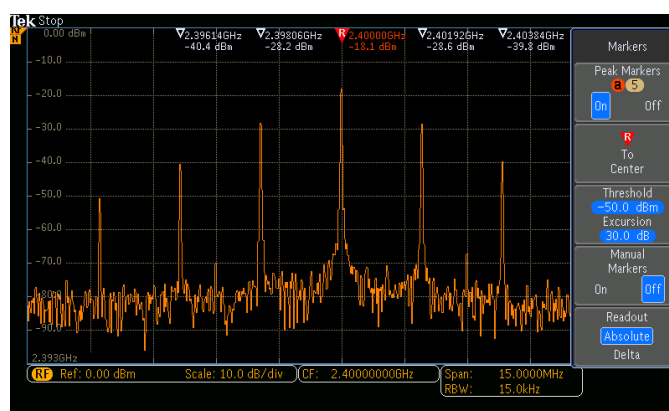
Основные параметры спектра быстро настраиваются с помощью специальных меню на передней панели и клавиатуры.

### Удобные интеллектуальные маркеры

В обычных анализаторах спектра включение и размещение достаточно большого количества маркеров для обозначения всех интересующих пиков может стать довольно трудоёмкой и утомительной задачей. Осциллографы серии MDO3000 повышают эффективность этого процесса за счет автоматической расстановки маркеров на пиках и отображения значений частоты и амплитуды для каждого пика. Критерии поиска пиков могут настраиваться пользователем.

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

Для измерения непиковых участков спектра можно воспользоваться двумя ручными маркерами. При включении ручных маркеров один из них выполняет роль опорного маркера, позволяя проводить измерения в любой части спектра. В зависимости от выбранного режима («Absolute» или «Delta»), помимо значений частоты и амплитуды показания ручных маркеров представляют плотность шума и фазовый шум. С помощью функции «Reference Marker to Center» («Опорный маркер в центр») можно мгновенно перемещать частоту, обозначенную опорным маркером, в положение центральной частоты.



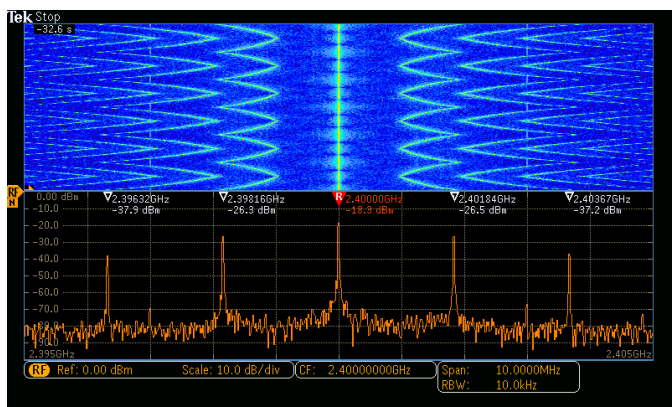
Автоматические маркеры пиковых значений позволяют наглядно представлять важную информацию. На рисунке показаны пять самых высоких амплитудных пиков. Они автоматически обозначены маркерами, поскольку превышают пороговые значения и величину показателя отклонения; для каждого маркера приведены значения пиковой амплитуды и частоты.

### Спектрограмма

Осциллографы серии MDO3000 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», чтобы создать ряд высотой в 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. При каждом следующем захвате в нижней части спектрограммы появляется новый слой, а предыдущие слои сдвигаются на один ряд вверх. После прекращения сбора данных пользователь может прокрутить всю спектрограмму в обратном направлении и посмотреть любой отдельный спектр.





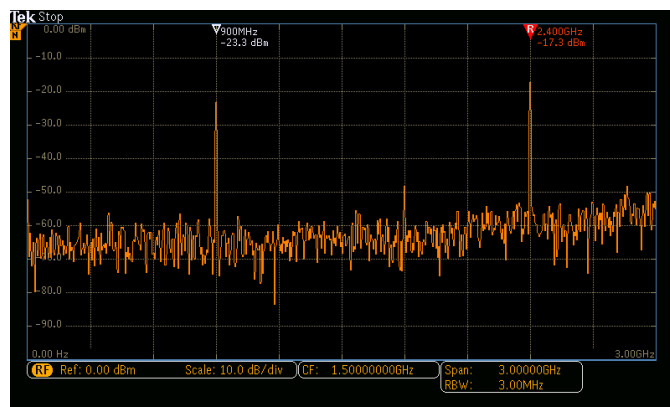
В режиме спектрограммы отображаются медленно изменяющиеся события в РЧ сигналах. На данном рисунке показан сигнал с несколькими пиками. Изменения во времени значений частоты и амплитуды этих пиков легко отслеживаются на спектрограмме.

### Сверхширокая полоса захвата

Современные средства беспроводной связи развиваются очень быстро. В них часто используются технологии пакетной передачи данных и сложные схемы цифровой модуляции. Эти виды модуляции имеют очень широкую полосу 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 установленных пределах 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.

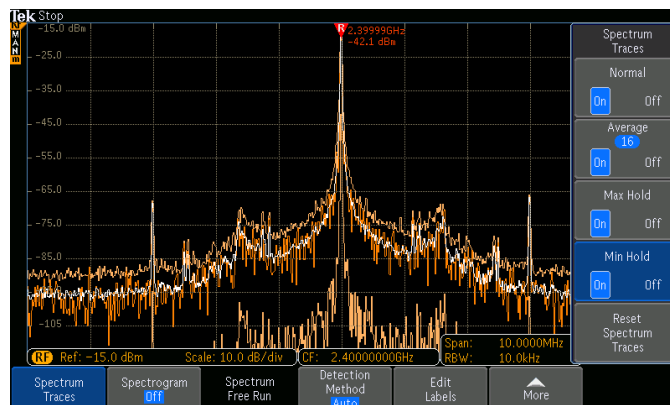
В соответствии с требованиями современных РЧ приложений по ширине полосы частот, осциллографы серии MDO3000 обеспечивают полосу захвата до 3 ГГц. Спектр генерируется из данных, полученных за один захват, таким образом обеспечивается гарантия того, что вы увидите все события, которые искали в частотной области.



Отображение спектров сигналов пакетной передачи данных, полученных за один захват, на входе и выходе преобразователя протокола Zigbee (900 МГц) в протокол Bluetooth (2,4 ГГц).

### Трассы спектра

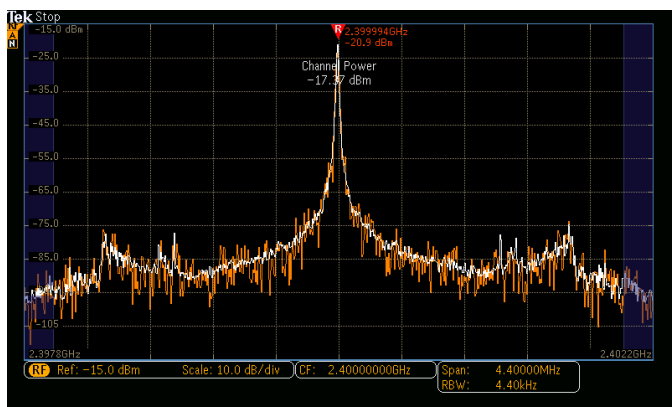
Приборы серии MDO3000 обеспечивают четыре режима отображения спектра (типа трасс) сигналов, включая нормальный, усреднение, удержание максимума и удержание минимума.



Используемые типы трасс спектра: нормальный, усреднение, удержание максимума, удержание минимума

### РЧ измерения

Осциллографы серии MDO3000 позволяют проводить три вида автоматизированных РЧ измерений: измерение мощности сигнала в канале, коэффициента мощности соседнего канала 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.



Автоматизированное измерение мощности в канале

### Расширенный анализ РЧ сигналов

Осциллограф MDO3000 позволяет сохранять сигналы с квадратурной модуляцией, захваченные анализатором спектра, в файле с расширением .TIQ. Эти файлы могут быть импортированы в ПО SignalVu-PC компании Tektronix для анализа импульсных сигналов или общего анализа модуляции, а также в ПО RSAVu для анализа сигналов беспроводной связи.

### Снятие РЧ сигналов для измерения спектра

Варианты подачи сигналов на вход анализаторов спектра обычно ограничены характеристиками кабельных соединений или антенн. Применение дополнительного адаптера TPA-N-VPI в осциллографах серии MDO3000 позволяет использовать любой активный пробник TekVPI с входным сопротивлением 50 Ом. Это обеспечивает дополнительную гибкость при поиске источников помех и облегчает анализ спектра за счет возможности поиска и просмотра сигналов на входе анализатора спектра.

Кроме того, дополнительный предусилитель используется для исследования сигналов малой амплитуды. Предусилитель TPA-N-PRE имеет номинальный коэффициент усиления 10 дБ в полосе частот от 9 кГц до 3 ГГц.



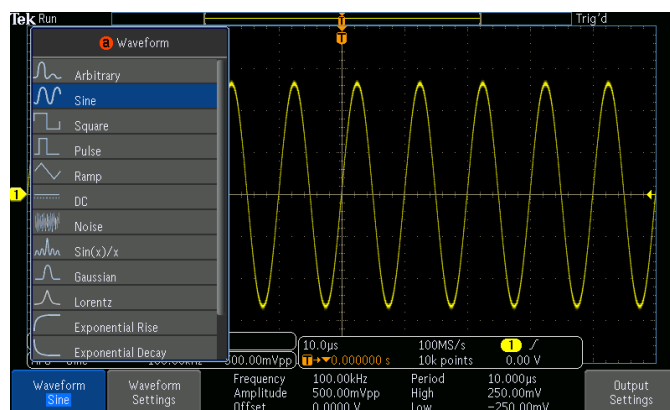
С помощью опционального адаптера TPA-N-VPI любой активный пробник TekVPI с входным сопротивлением 50 Ом может быть подсоединен к РЧ входу.

### Генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций (опциональный)

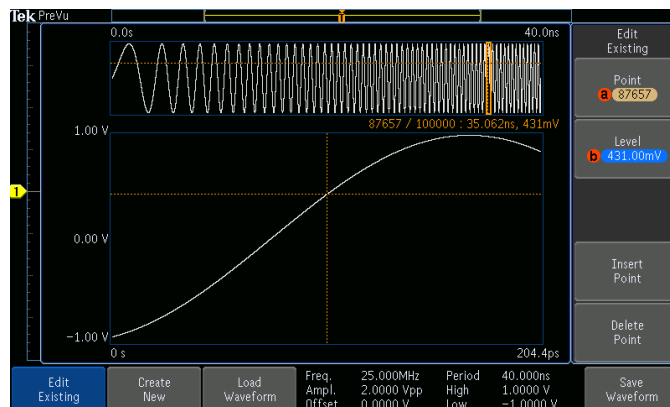
Осциллограф серии MDO3000 содержит опциональный встроенный генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций (опция MDO3AFG), идеальный для имитации сигналов датчика в процессе отладки и для добавления шума к полезным сигналам для моделирования неблагоприятных условий.

Встроенный генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций выдает сигналы с частотой до 50 МГц, в частности синусоидальные, прямоугольные, пилообразные и импульсные сигналы, постоянный ток, шум, сигналы функций кардинального синуса (Sinc), Гаусса и Лоренца, экспоненциального подъема и спада, гаверсинуса и кардиосигнал.

Память генератора сигналов произвольной формы составляет до 128 000 точек. В нее можно записать сигнал с аналогового входа, из сохраненного внутреннего файла, со съемного накопителя USB большой емкости или с внешнего компьютера. Будучи записанным в редактируемую память генератора, сигнал может быть модифицирован с помощью экранного редактора, а затем подан на выход генератора. Осциллограф серии MDO3000 совместим с ПО ArgExpress Tektronix, позволяющим быстро и легко создавать и редактировать сложные сигналы на внешнем компьютере. Чтобы генератор выдавал требуемый сигнал, файл с сигналом нужно передать в редактируемую память осциллографа серии MDO3000 через интерфейс USB, LAN или с использованием съемного накопителя USB большой емкости.



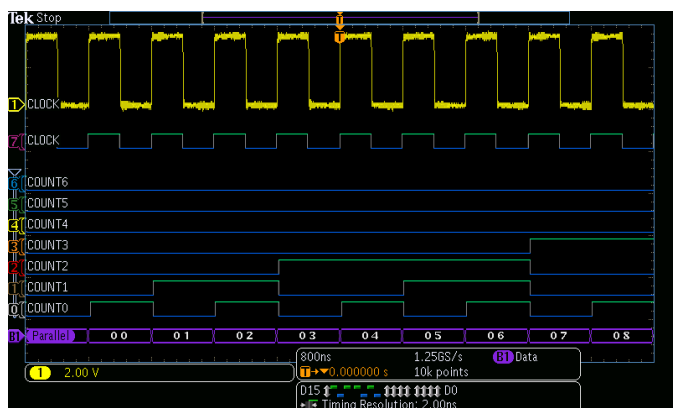
Выбор типа сигнала во встроенном генераторе сигналов произвольной формы и стандартных функций.



Редактор для поточечного редактирования сигналов произвольной формы

## Логический анализатор (опциональный)

Логический анализатор (опция MDO3MSO) обеспечивает 16 цифровых каналов, интегрированных в интерфейс пользователя осциллографа. Это упрощает работу и облегчает решение проблем при работе с сигналами разных областей.



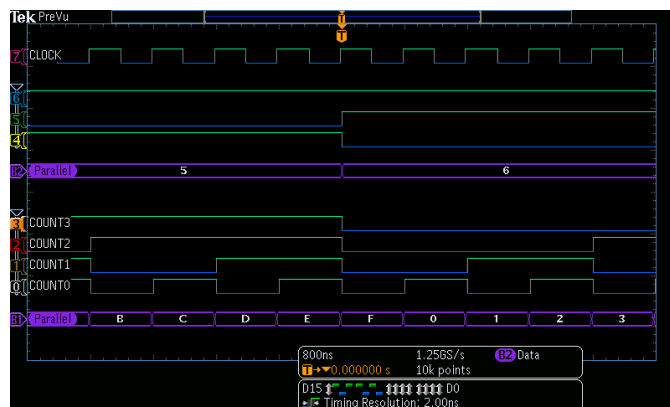
Осциллограф серии MDO3000 с опцией MDO3MSO имеет 16 интегрированных цифровых каналов, позволяющих просматривать и анализировать коррелированные по времени аналоговые и цифровые сигналы.

## Цветовое кодирование осциллограмм

Осциллографы поддерживают цветовое кодирование логических уровней цифровых сигналов, выделяя единицы зеленым цветом, а нули – синим. Цветовое кодирование также используется в мониторе цифровых каналов. Монитор отображает уровень сигнала (высокий или низкий) или неустановившееся состояние сигнала, что позволяет определять активность канала без анализа ненужных цифровых сигналов.

Встроенная схема обнаружения многократных переходов окрашивает фронт сигнала белым цветом при наличии в этой точке множества переходов. Белые фронты указывают на то, что при растяжении сигнала или захвате его с более высокой частотой дискретизации можно получить дополнительную информацию. В большинстве случаев растяжение позволяет увидеть импульсы, незаметные при прежних настройках развертки. Если белые фронты сохраняются и после максимального растяжения, то повышение частоты дискретизации при следующем захвате позволит выявить высокочастотную информацию, недоступную при предыдущих настройках.

Из нескольких цифровых каналов можно сформировать группу и ввести с USB клавиатуры метки для каждого канала. Сигналы можно объединять в группу, просто размещая их на экране один рядом с другим.

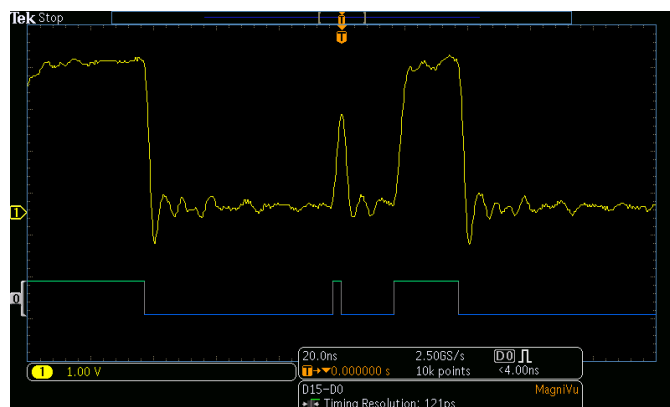


Цветовое кодирование цифровых сигналов позволяет объединять их в группы, просто размещая их на экране один рядом с другим. Помеченные цифровые каналы можно перемещать единой группой.

Когда группа сформирована, все каналы группы можно перемещать по экрану одновременно. Это существенно сокращает время настройки, которое увеличивается при отдельном перемещении каждого канала.

## Режим быстрого захвата MagniVu®

В основном режиме захвата цифровых сигналов осциллографы серии MDO3000 могут записывать до 10 млн. точек со скоростью 500 Мвыб./с (разрешение 2 нс). Осциллографы серии MDO3000 имеют также режим захвата со сверхвысоким разрешением по времени, получивший название MagniVu, который позволяет записывать в память прибора 10 000 точек с частотой дискретизации до 8,25 Гвыб./с (разрешение 121,2 пс). Обе осциллограммы – основная и MagniVu – захватываются при каждом запуске, при этом можно переключаться между ними и выводить их на экран в режиме остановленной или живой развертки. MagniVu обладает значительно лучшим разрешением по времени, чем другие системы захвата аналогичных моделей осциллографов других производителей, обеспечивая уверенность при выполнении точных измерений временных соотношений цифровых сигналов.



Режим захвата MagniVu обеспечивает разрешение по времени 121,2 пс, позволяя выполнять точные измерения временных характеристик цифровых сигналов.

## Пробник для цифровых каналов P6316

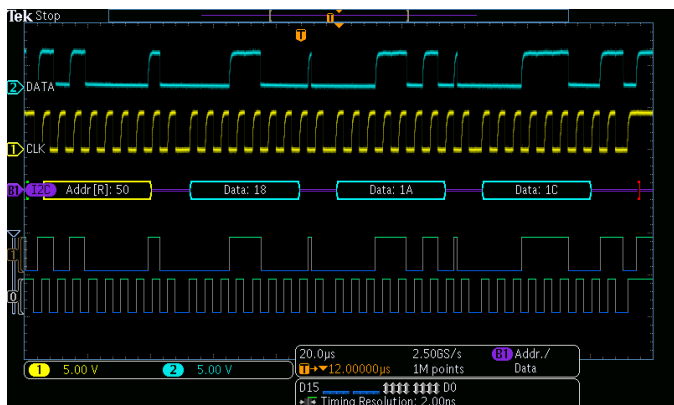
Этот уникальный пробник имеет две группы по восемь каналов каждая, что упрощает подключение к исследуемому устройству. Пробник P6316 может подключаться к группам штыревых контактов 8x2 (шаг 2,54 мм), расположенным на печатных платах. Можно использовать прилагаемый комплект гибких проводников и зажимов для подключения к элементам поверхностного монтажа или контрольным точкам. Пробник P6316 обладает превосходными электрическими характеристиками – входной емкостью всего 8 пФ и входным сопротивлением 101 кОм.



Пробник для цифровых каналов P6316 имеет две группы по восемь контактов каждая, что упрощает подключение к исследуемому устройству.

## Запуск по сигналам последовательных шин и их анализ (опционально)

Сигнал последовательной шины содержит, как правило, адрес, управляющую информацию, данные и тактовую частоту, что затрудняет интерпретацию изображения на экране осциллографа и выделение интересных событий. Автоматический запуск, декодирование и поиск событий и условий в сигналах, передаваемых по последовательной шине, создают надежный набор средств отладки последовательных шин.



Запуск по конкретному пакету данных, проходящему по шине I<sup>2</sup>C. Желтая осциллограмма представляет собой сигнал тактовой частоты, а синяя – данные. Осциллограмма сигнала шины показывает декодированное содержимое пакета, включая Старт, Адрес, Чтение/Запись, Данные и Стоп.

## Запуск по сигналам последовательных шин

В осциллографах серии MDO3000 поддерживается запуск по содержимому пакета, например, по началу, по конкретным адресам или данным, по уникальным идентификаторам и т. п., таких популярных последовательных интерфейсов как I<sup>2</sup>C, SPI, RS-232/422/485/UART, USB2.0, CAN, LIN, FlexRay, MIL-STD-1553 и I<sup>2</sup>S/LJ/RJ/TDM.

## Представление шины

Высокоуровневое комбинированное представление отдельных составляющих сигнала шины (тактовой частоты, данных, выбора кристалла и т. п.) упрощает поиск начала и конца пакетов и идентификацию их компонентов, таких как адрес, данные, идентификатор, контрольная сумма и т. п.

## Декодирование сигналов шин

Устали от постоянного поиска тактовых частот, нулей и единиц? Надоело объединять биты в байты и вычислять шестнадцатеричные значения? Так поручите эту работу осциллографу! После того как вы определите шину, осциллографы серии MDO3000 будут декодировать каждый пакет в этой шине и отображать его значение в шестнадцатеричном, двоичном, десятичном (только USB, Ethernet, MIL-STD-1553, LIN и FlexRay), десятичном со знаком (только I<sup>2</sup>S/LJ/ RJ/TDM) или ASCII (только USB, Ethernet и RS-232/422/485/UART) формате.

## Стандарты последовательных шин, поддерживаемые осциллографом MDO3000

Стандарт	Запуск, декодирование, поиск	Закажите опцию	
Встраиваемые системы	I <sup>2</sup> C	MDO3EMBD	
	SPI	MDO3EMBD	
Компьютер	RS232/422/485, UART	MDO3COMP	
USB	USB LS, FS, HS	Да (запуск только для низко- и полноскоростных шин; декодирование высокоскоростных шин только в моделях с полосой пропускания 1 ГГц)	MDO3USB
Автомобилестроение	CAN	Да	MDO3AUTO
	LIN	Да	MDO3AUTO
	FlexRay	Да	MDO3FLEX
Военная и аэрокосмическая промышленность	MIL-STD-1553	Да	MDO3AERO
Аудиоаппаратура	I <sup>2</sup> S	Да	MDO3AUDIO
	LJ, RJ	Да	MDO3AUDIO
	TDM	Да	MDO3AUDIO

## Таблица событий

Кроме отображения декодированных пакетных данных на самой осциллограмме, можно представлять захваченные в память прибора пакеты в табличной форме подобно тому, как они представляются в листинге программы. При этом пакеты снабжаются метками времени и разбиваются на столбцы для каждого отдельного типа сигнала (адрес, данные и т. п.). Содержимое таблицы событий можно сохранять в формате .CSV.

Time	Identifier	DLC	Data	CRC	Missing Ack
-488.3µs	101	2	0103	5620	
-354.0µs	10000001	5	1122 3344 55	6465	
-130.0µs	12345678	8	1122 3344 5566 7788	4C2	
138.2µs	159/EEB2	8	FFFF 0000 EEEE 1111	216E	
414.4µs	519	4	4269 060C	7744	
572.6µs	159/EEB2	8	AE4F FFF1 0272 DF68	2180	
848.8µs	5270E32	1	11	7F30	
1.005ms	140014	3	1122 33	5EDC	
1.195ms	160016	5	1122 3344 55	3911	
1.417ms	18181818	7	F1F2 F3F4 F5F6 F7	5F98	
1.682ms	0	8	0000 0000 0000 0000	304F	
1.982ms	757	0	Remote Frame	2088	
2.080ms	14554455	0	Remote Frame	3536	
2.216ms	57	6	4568 0605 2273	7095	
2.410ms	159/EE43	8	DE55 0BFA 5045 408C	1080	
2.677ms	13	2	1122	6148	

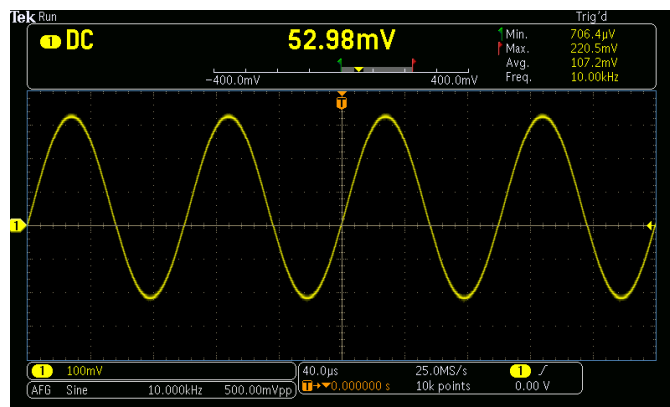
Таблица событий отображает декодированные идентификатор, код длины данных (DLC), данные и контрольную сумму (CRC) для каждого пакета шины CAN в течение длительного захвата.

## Поиск (запуск по сигналам последовательных шин)

Запуск по сигналам последовательных шин очень полезен для выделения интересующих событий. Вы захватили такое событие и хотите его проанализировать, что делать дальше? Раньше для поиска причины возникновения того или иного события вам пришлось бы вручную просматривать осциллограммы, подсчитывая и преобразуя биты. Теперь у вас есть осциллограф, позволяющий автоматически просматривать захваченные данные и выполнять поиск по указанным критериям, в том числе и по содержанию пакетов последовательных данных. Каждое обнаруженное событие снабжается меткой. Для быстрой навигации между метками достаточно нажать кнопки **Previous (Назад)** (←) и **Next (Вперед)** (→) на передней панели.

## Цифровой вольтметр и частотомер

Осциллограф MDO3000 содержит встроенные 4-разрядный цифровой вольтметр и 5-разрядный частотомер. Сигнал с любого аналогового входа осциллографа может быть подан на вольтметр без переключения пробников. Результаты измерения динамически отображаются на дисплее в цифровой и графической форме. На дисплее также отображаются минимальное, максимальное и среднее измеренные значения и диапазон значений, измеренных в течение предыдущего 5-секундного интервала. Цифровой вольтметр и частотомер имеются во всех моделях серии MDO3000 и активируются при регистрации прибора.



Результаты измерения в течение 5-секундного интервала представлены с указанием минимального, максимального и среднего значений постоянного напряжения. Показана также частота сигнала.

## Пробник идеально подходит для использования с контрольно-измерительным оборудованием



Осциллограф серии MDO3000 разработан с учетом множества особенностей контрольно-измерительного оборудования. Применение осциллографа серии MDO3000, имеющего небольшой корпус и выполняющего функции шести приборов, позволяет повысить эффективность отладки разрабатываемых систем и устройств, не требуя дополнительного места на рабочем столе.

## Большой дисплей высокого разрешения

Осциллографы серии MDO3000 имеют широкоэкранный дисплей с диагональю 9 дюймов (229 мм) и высоким разрешением (800 × 480 WVGA) для детального изучения сложных сигналов.

### Интерфейсы

Осциллограф MDO3000 имеет несколько портов, которые могут быть использованы для соединения прибора с сетью, непосредственно с компьютером или другим контрольно-испытательным оборудованием.

- Хост-порты USB позволяют легко передавать снимки экрана, настройки прибора и данные сигнала в съемный накопитель USB большой емкости. Клавиатура USB может быть подсоединена к хост-порту USB и использована для ввода данных.
- Порт устройства USB используется для дистанционного управления осциллографом от компьютера или для непосредственной печати результатов измерений с помощью принтера, совместимого с технологией PictBridge®.
- Стандартный порт 10/100 Ethernet на задней панели прибора позволяет легко подсоединяться к сетям, обеспечивает возможность печати с помощью сетевого принтера и печати сообщений электронной почты и совместимость с устройствами стандарта LXI Core 2011.
- Выходной видеопорт на задней панели прибора позволяет передавать изображения на внешний монитор или проектор.

### Небольшие размеры

Осциллограф выполнен легким и компактным, что облегчает его перемещение из одной лаборатории в другую. Глубина осциллографа равна 147 мм, поэтому он занимает мало места на испытательном стенде. Осциллограф серии MDO3000 оснащен всеми необходимыми средствами для выполнения повседневных работ по отладке устройств и систем.



Компактный осциллограф серии MDO3000 занимает мало места на испытательном стенде или рабочем столе и одновременно позволяет выполнять необходимые работы по отладке устройств и систем.