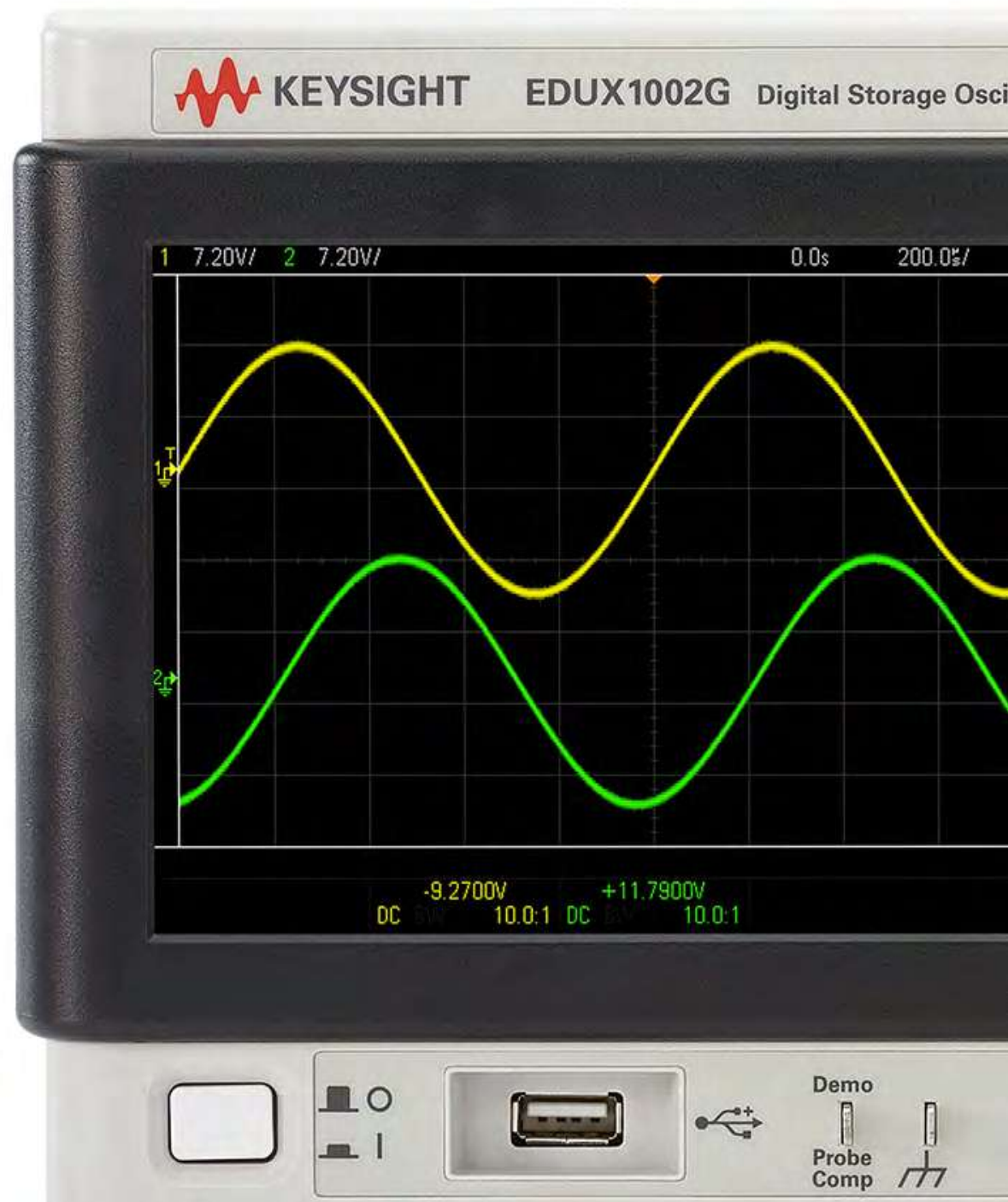
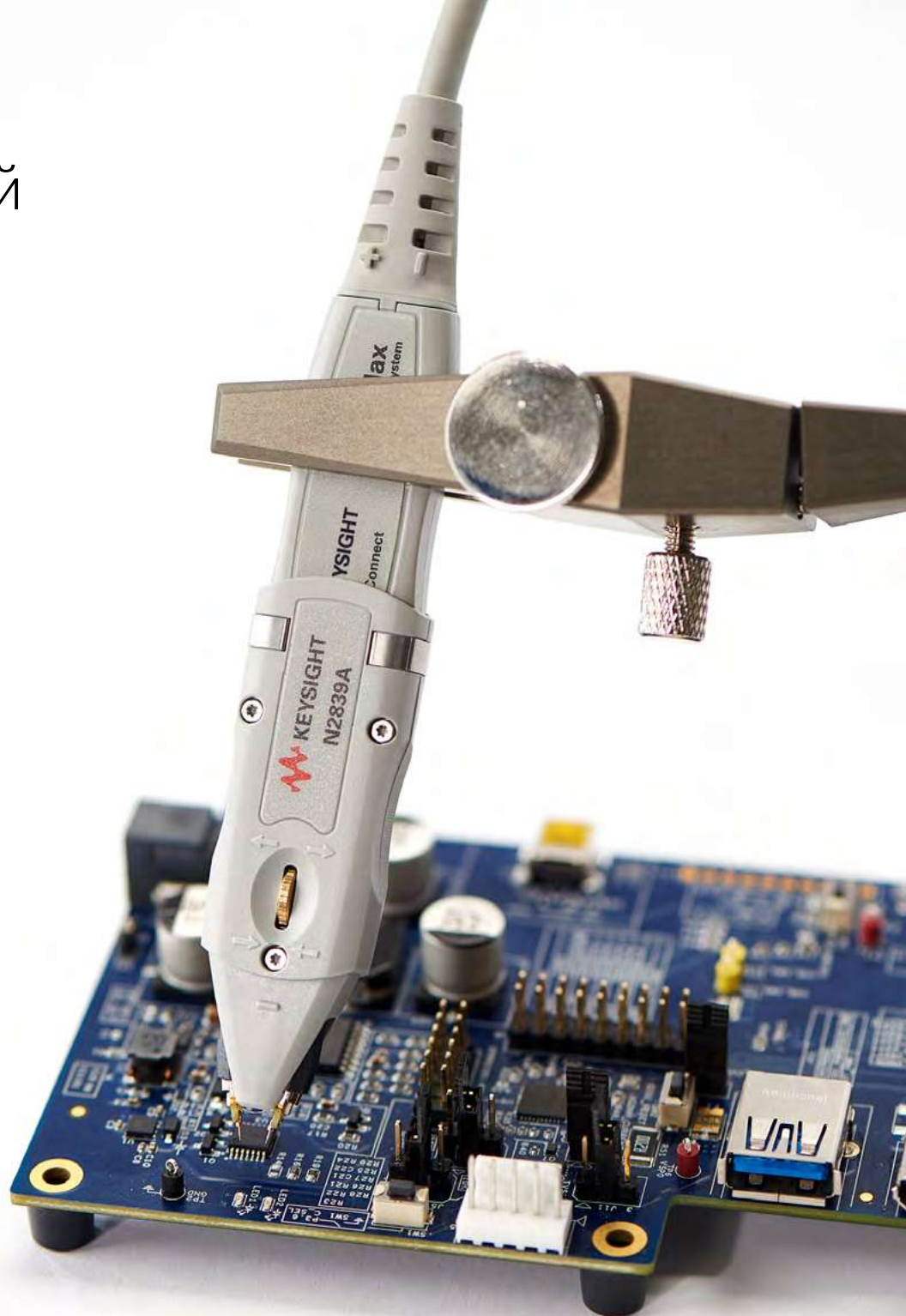


6 советов  
по эффективной  
работе с  
осциллографом



# 6 советов по эффективной работе с осциллографом



СОВЕТ

1

Начинайте работу с базовых настроек запуска

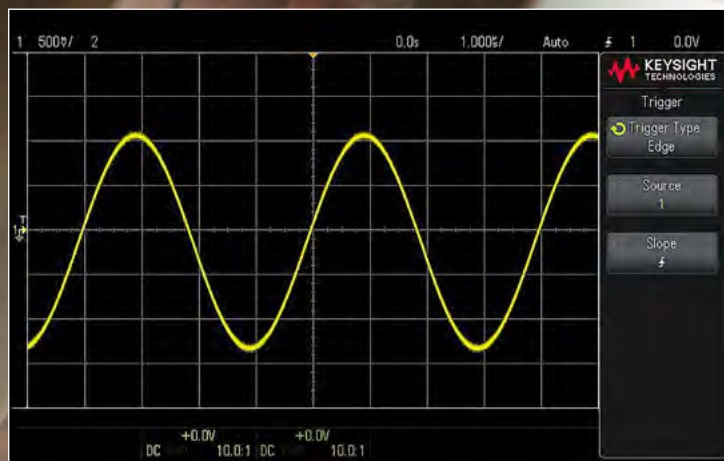
## Фотофиниш при обработке сигналов

Одним из наиболее важных аспектов, в котором необходимо разобраться, чтобы использовать прибор наиболее эффективно, является запуск осциллографа. Это особенно важно при выполнении измерений множества используемых сегодня все более сложных цифровых сигналов.

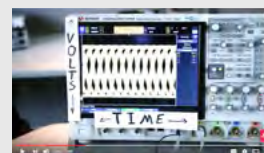
Представим себе, что запуск осциллографа — это своего рода фотофиниш на скачках. Хотя он не носит повторяющегося характера, срабатывание фотозатвора должно быть синхронизировано с моментом касания головы первой лошади финишной черты. **Визуализация сигналов на экране осциллографа без срабатывания системы запуска сродни беспорядочному фотографированию на скачках.** От старта до финиша вы увидите много лошадей, но получить по-настоящему нужную информацию вам не удастся.

При использовании настроек запуска по умолчанию осциллограф работает по нарастающему фронту сигнала. Эта временная точка представлена в центре экрана.

Выбор канала для запуска, настройка напряжения уровня срабатывания, установка типа фронта, по которому будет происходить срабатывание (нарастающий, спадающий), а также управление положением сигнала по горизонтали и вертикали — настройка всех этих параметров обеспечит получение «фотографий» именно того события, которого вы ждете.



Узнайте больше



Стать профессионалом за 2 минуты:  
Основы запуска осциллографа

Рекомендации по применению:  
Оценка основных характеристик осциллографа



СОВЕТ

2

Правильно выбранный пробник — это важно!

## Правильный выбор пробников осциллографа

Пробники служат для подключения осциллографа к тестируемому устройству (ТУ) и имеют первостепенное значение для обеспечения целостности сигнала. Существуют сотни различных пробников для осциллографов. Как среди них выбрать нужный? Однозначного ответа на этот вопрос нет, поскольку все они имеют разные параметры. Давайте рассмотрим некоторые характеристики пробников, которые стоит учитывать при выборе оптимального решения.

### Полоса пропускания

Полоса пропускания пробника определяет максимальную частоту сигнала, которую пробник может передать на осциллограф. Максимальная частота пробника должна быть как минимум в **3-5 раз выше** частоты исследуемого сигнала.

### Коэффициент ослабления

Пробники характеризуются различными (иногда с возможностью переключения) коэффициентами ослабления, которые влияют на то, как сигналы подаются на осциллограф. При большем коэффициенте ослабления регистрируются более высокие значения напряжения, но при этом шумы внутренних усилителей осциллографа становятся более выраженными. Малые коэффициенты ослабления подразумевают меньшее количество регистрируемых осциллографом шумов, но большую системную нагрузку, ведущую к искажению сигнала.



*Правильно выбранный пробник — это важно!  
Совет 2 (продолжение):*

## Влияние пробника

Ни один пробник не может идеально передать сигнал, потому что при подключении к схеме он становится ее частью. Это называется подключением нагрузки. Подключение ненужной нагрузки к измерительной системе может привести к искажению результатов измерения и даже изменить форму сигнала на экране осциллографа!

**Подключение резистивной нагрузки:** для снижения амплитуды до менее чем 10 % желательно, чтобы величина сопротивления пробника более чем в 10 раз превышала величину сопротивления источника.

**Подключение емкостной нагрузки:** убедитесь в том, что указанная величина емкости пробника соответствует расчетным параметрам.

**Подключение индуктивной нагрузки:** уменьшите индуктивную нагрузку (проявляющуюся как «звон» в сигнале) за счет использования с пробником проводов минимальной длины.

## Сравнение пассивных и активных пробников

**Пассивные пробники** обычно недороги, просты в использовании и имеют прочную конструкцию. Пробники этого типа характеризуются универсальностью и точностью измерений. Пассивные пробники, как правило, создают относительно высокую емкостную нагрузку и низкую резистивную нагрузку. Они рекомендуются к использованию для измерения сигналов в полосе частот до 600 МГц. В случае превышения указанной частоты необходимо использовать активные пробники.

**Активные пробники** используют активные компоненты для усиления или формирования сигнала и для работы требуют наличия питания. Они поддерживают значительно более высокие частоты сигналов. По сравнению с пассивными, активные пробники существенно дороже и имеют более тонкую конструкцию. Как правило, активные пробники создают меньшую нагрузку, чем пассивные.

Пассивные пробники отлично подходят для выполнения качественных измерений, таких как проверка тактовых частот, поиск ошибок и т. д. Активные пробники, напротив, отличаются превосходными показателями в количественных измерениях, например, пульсаций выходного сигнала или времени нарастания. **Несмотря на более высокую стоимость активных пробников по сравнению с пассивными, для обеспечения точности измерений именно они могут сыграть решающую роль.**



### Узнайте больше

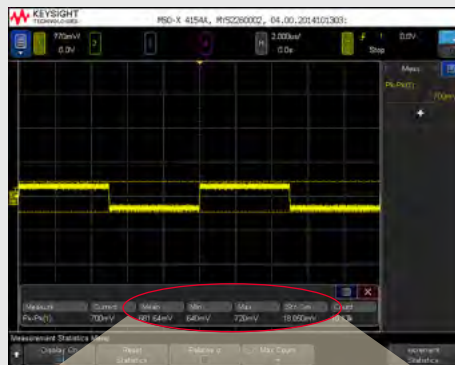


Публикация в блоге: Краткое руководство по выполнению точных осциллографических измерений

Рекомендации по применению: Восемь советов для повышения качества осциллографических измерений



Верная величина масштабирования сигнала играет ключевую роль. Частота дискретизации и разрядность АЦП осциллографа влияет на точность измерений, при этом оптимизировать измерения можно за счет правильного масштабирования сигналов.



Тактовый сигнал 100 кГц



Увеличение масштаба по напряжению (значения в вольтах на одно деление)

На обоих представленных здесь экранах отображен один и тот же сигнал, но с разным масштабом: выполненные измерения дают в результате существенным образом отличающиеся результаты.

## Горизонтальное масштабирование

**Горизонтальное масштабирование является важным параметром, который следует учитывать при выполнении динамических измерений.** С изменением горизонтальной развертки (единиц времени на одно деление) измеряемого сигнала также меняется общее время обнаружения сигнала. В свою очередь, время захвата сигнала влияет на частоту дискретизации осциллографа. Эта зависимость описывается уравнением следующего вида:

$$\text{Частота дискретизации} = \frac{\text{глубина памяти}}{\text{время сбора данных}}$$

Глубина памяти является фиксированной величиной, а время сбора данных фиксируется регулировкой времени на одно деление в настройках осциллографа. По мере увеличения времени сбора данных частота дискретизации должна уменьшаться для сохранения собранных данных в памяти осциллографа. Для динамических измерений (частоты, длительности импульса, нарастающего фронта и т. д.) настройка соответствующей частоты дискретизации играет важную роль.

## Вертикальное масштабирование

Точно так же, как горизонтальное масштабирование имеет важное значение для выполнения измерений, зависящих от времени, **вертикальное масштабирование важно для амплитудных измерений** (размах сигнала, СКЗ, максимум, минимум и т. д.). За счет простого увеличения величины вертикального масштабирования сигнала можно получить существенно более точные результаты измерения при значительно меньшей величине среднеквадратичного отклонения. Почему вертикальное масштабирование влияет на результаты измерения? Точно так же, как на измерения по горизонтальной оси (зависящие от времени) влияет частота дискретизации, на измерения по вертикальной оси (зависящие от амплитуды) влияет разрядность АЦП.

### Узнайте больше



Веб-семинар: Как выполнять высокоточные осциллографические измерения (6:24)

Статья на сайте [electronicdesign.com](http://electronicdesign.com): Как выполнять высокоточные осциллографические измерения



Нормальный режим сбора данных

Идеально подходит для выполнения повседневных задач по отладке.

Режим сбора данных с усреднением

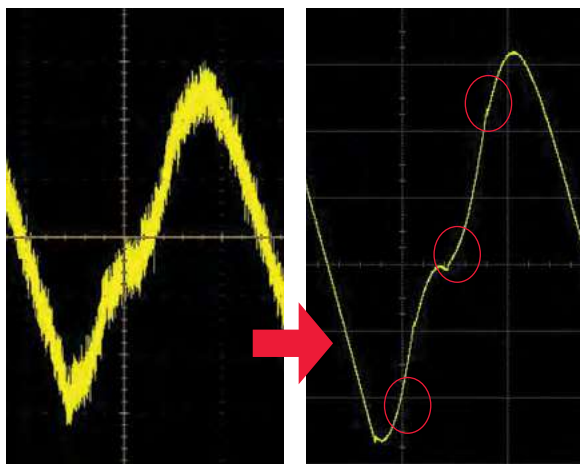
Целесообразно использовать для удаления случайных помех из периодических стабильных сигналов.

Режим высокого разрешения

Рекомендуется использовать для максимально возможного увеличения разрешенности разрешения при выполнении отладки периодических и непериодических сигналов.

Режим сбора данных с обнаружением пиков сигнала

Позволяет проанализировать любые точки необычно высокого или низкого уровня, которые, как правило, не видны.



На экране справа представлен режим с усреднением, при этом детализация изображения значительно более подробна.

## Режимы сбора данных осциллографа

Чтобы быть уверенным в показаниях осциллографа, нужно понимать сильные и слабые стороны разных режимов сбора данных: нормального, с усреднением, с высоким разрешением и обнаружением пиков сигнала. Режимы сбора данных представляют собой точно настроенные алгоритмы генерации выборки. Меняя частоту дискретизации аналого-цифрового преобразователя (АЦП) осциллографа и выборочно нанося на графике или объединяя точки выборки, можно наблюдать различные особенности сигнала.

### Нормальный режим сбора данных

**В осциллографах нормальный режим сбора данных установлен по умолчанию.** АЦП формирует выборку сигнала, а осциллограф прореживает ее до нужного числа точек и строит график. Для выполнения повседневных задач по отладке лучше всего использовать нормальный режим сбора данных, так как он обеспечивает общее воспроизведение сигнала на хорошем уровне. Это — безопасный режим, в отношении использования которого нет существенных оговорок.

### Режим сбора данных с усреднением

**В режиме сбора данных с усреднением производится многократный захват сигналов и их совместное усреднение.** Основным преимуществом режима сбора данных с усреднением является то, что он усредняет случайные помехи и удаляет их из сигнала, позволяя наблюдать интересующий сигнал. Режим сбора данных с усреднением следует использовать только с периодическими сигналами и при стабильном запуске развертки осциллографа. Режим сбора данных с усреднением отлично подходит для визуализации и определения характеристик стабильных периодических сигналов.



Используйте верный режим сбора данных.  
Совет 4 (продолжение):

## Режим высокого разрешения

Режим высокого разрешения представляет собой еще одну форму усреднения. Однако вместо усреднения по сигналам он производит **усреднение по точкам**. Фактически АЦП производит выборку сигнала с запасом и совместно усредняет значения по соседним точкам. В этом режиме используется алгоритм усреднения в масштабе реального времени с узкополосной фильтрацией, который позволяет уменьшить случайные помехи. Он также может сформировать большее число разрядов разрешения.

Режим высокого разрешения не столь эффективен в ослаблении случайных помех, как режим сбора данных с усреднением, который обсуждался выше, однако у него есть ряд важных преимуществ. Ввиду того, что режим высокого разрешения не зависит от кратности захвата сигналов, его можно использовать при работе с непериодическими сигналами и при нестабильных запусках сигнала. Благодаря этому для целей стандартной отладки режим высокого разрешения имеет значительное преимущество перед режимом сбора данных с усреднением.

## Режим сбора данных с обнаружением пиков сигнала

Функции режима сбора данных с обнаружением пиков сигнала аналогичны функциям режима высокого разрешения. АЦП производит выборку сигнала с запасом и выборочно определяет, какие точки будут отображаться. Однако вместо совместного усреднения этих точек **в режиме с обнаружением пиков сигнала выбираются высшая и низшая точки, которые и наносятся на график**. Эта функция дает возможность проанализировать любые точки необычно высокого или низкого уровня, которые в противном случае были бы не видны. Режим сбора данных с обнаружением пиков сигналов лучше всего использовать для обнаружения импульсных помех или визуализации очень коротких импульсов.

### Узнайте больше



Стать профессионалом за 2 минуты:  
Нестандартные режимы сбора данных

Веб-семинар: Как выполнять высокочастотные осциллографические измерения (23:50)



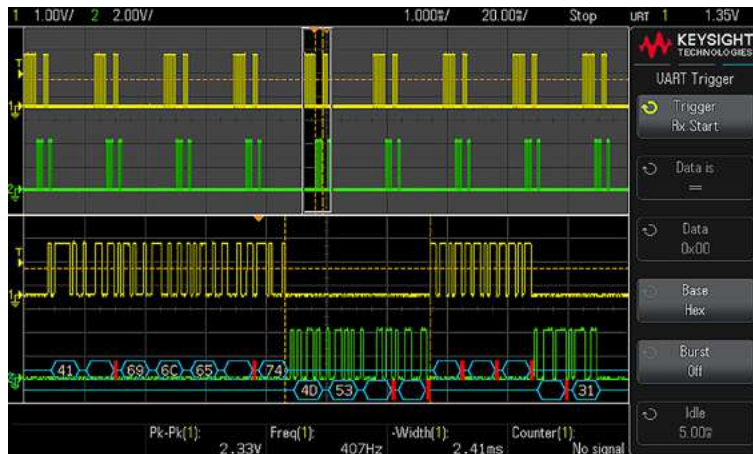
Keysight  
Oscilloscopes  
Webinar Series

В **СОВЕТЕ 1** речь шла о базовых параметрах запуска, однако для запуска существует гораздо более широкий выбор настроек.

Запуск по времени нарастания или спада	Целесообразно использовать при наличии рассогласования импеданса или подключении к измерительной системе нагрузки, в результате чего излишне увеличивается длительность фронтов.
Запуск по времени настройки и удержания	Обычно используется для запуска при нарушениях интервалов настройки и удержания.
Запуск по встроенным протоколам	Исключительно полезная функция при работе с последовательными шинами.

### Запуск по времени нарастания или спада

Для запуска по времени нарастания или спада выполняется поиск перехода нарастающего или спадающего фронта с одного уровня на другой в течение времени, превышающего или не превышающего определенный интервал. Срабатывание происходит по сигналам, изменяющим состояние слишком быстро или слишком медленно. Данную функцию запуска целесообразно использовать для проверки наличия рассогласования импеданса или подключения к измерительной системе добавочной нагрузки, в результате чего излишне увеличивается длительность фронтов.



### Запуск по времени настройки и удержания

Запуск по времени настройки и удержания используется для любого тактового сигнала и сигнала передачи данных. В одном канале осциллографа выполняется измерение тактового сигнала, а в другом — сигнала передачи данных. Время настройки — это время, в течение которого перед фронтом тактового сигнала должен присутствовать определенный уровень сигнала передачи данных. Время удержания — это время, в течение которого определенный уровень сигнала передачи данных должен присутствовать за фронтом тактового сигнала.

Это важная функция запуска, так как в конструкциях на основе цифровых схем настройка состояния линии передачи данных («0» или «1») должна производиться в течение определенного времени до появления фронта тактового сигнала. Задайте условия запуска в соответствии с указанными требованиями к настройкам и удержанию для отладки.

### Запуск по протоколам

Сегодня во многих осциллографах предусмотрена функция запуска по протоколам передачи данных. Это исключительно полезная функция при работе с последовательными шинами. Для всех этих шин предусмотрена последовательность различных запускающих сигналов (состояние «Старт» (Start), состояние «Стоп» (Stop), «Отсутствие подтверждения» (Missing Ack), «Адрес без подтверждения» (Address with no Ack) и ряд других).

Аэрокосмическая и оборонная промышленность  
 Автомобильная промышленность  
 Компьютерные технологии

ARINC 429, MIL-STD 1553 и т. д.  
 CAN, I<sup>2</sup>C, SPI и т. д.  
 USB и т. д.

Для целей отладки можно начать с запуска по состоянию «Старт», что обеспечит стабильную визуализацию проходящих пакетов данных и возможность анализа работы системы. В случае получения системных ошибок или при желании подтвердить функциональность всех каналов можно даже перейти в режим **запуска только при наличии ошибок**. Это позволит сконцентрироваться только на тех проблемных участках и не тратить время на обработку сотен пакетов, не содержащих ошибок. Если в осциллографе установлена сегментированная память, ее можно включить для непосредственной фиксации ошибок в течение очень продолжительного времени.

>

Узнайте больше

Блог: Расширенные параметры запуска

Блог: Расширенные параметры запуска

Веб-семинар: Расширенные параметры запуска (14:30)

Веб-семинар: Расширенные параметры запуска (14:30)

## Используйте встроенные декодеры протоколов последовательных шин

## Декодирование протокола

В зависимости от типа тестируемого устройства может возникнуть необходимость провести тестирование отдельных последовательных шин (таких как CAN и LIN, предназначенных для использования в автомобильной промышленности, а также I<sup>2</sup>C и RS-232 для встроенных систем). Осциллографы позволяют определить аналоговые величины этих сигналов посредством выполнения измерений на физическом уровне.

Как описано в совете 5, запуск по протоколам позволяет зафиксировать на шине частный случай или событие, что является крайне полезным. Однако кодирование данных на многих последовательных шинах, которые используются сегодня, производится в шестнадцатеричном формате, что может представлять сложности для понимания. Встроенный декодер протоколов транслирует эти события в более полезный формат.

## Аппаратное декодирование

Аппаратное декодирование обеспечивает обновление трассировочной таблицы декодирования в масштабе реального времени. Благодаря этому возрастает вероятность фиксирования и отображения осциллографом редко встречающихся в последовательных шинах ошибок связи, таких как ошибки в согласующих разрядах, отклонение формы кривой, ошибки подтверждения, ошибки циклического избыточного кода и кадры с ошибками.



```
201 DLC=8 0B A8 00 00 27 10 00 00 3084
```

Развернутый вид трассировочной таблицы шестнадцатеричного декодирования.

```
Brake_Torque DLC=8 Total_Torque:131.0640
```

Развернутый вид трассировочной таблицы символического декодирования.

**Пример:** Выше представлен пример запуска осциллографа и декодирования данных CAN-шины в шестнадцатеричном формате, кадр 0x201. На экране также представлены два подмножества: одно после символического декодирования, а второе в собственном шестнадцатеричном формате.

В данном примере запуск осциллографа выполнен по кадру 0x201 (HEX), что коррелирует с 010 000 0001 (Binary). Декодер переводит зафиксированные данные в формат полезной информации, например, "Speed = 852.52 rpm" («Скорость = 852,52 об/мин»), вместо закодированных числовых значений.

## Узнайте больше



Стать профессионалом за 2 минуты: Декодирование протокола

Веб-семинар: Отладка последовательных шин



Keysight Oscilloscopes Webcast Series



Хотите узнать больше?

## Изучите Базу знаний по осциллографии

Изучите материалы Базы знаний по осциллографии компании Keysight. Здесь вы найдете все необходимое: основные сведения по осциллографам, советы по использованию измерительных функций, а также сможете пообщаться с экспертами Keysight.



## Начните с недорогого осциллографа

Осциллографы Keysight InfiniiVision 1000 серии X — это высокое качество и признанные в отрасли технологии по невероятно низким ценам. Откройте для себя все возможности профессиональных измерительных приборов и приобщитесь к богатому опыту признанного лидера в области метрологии.

