

ВОЗМОЖНОСТИ РАСШИРЕННОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ В ВИРТУАЛЬНЫХ ОСЦИЛЛОГРАФАХ **АКТАКОМ**

ADVANCED TRIGGER OPTIONS IN АКТАКОМ PC-BASED OSCILLOSCOPES

Афонский А.А. (A. Afonskiy), доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана, Суханов Е.В. (E. Sukhanov), инженер

Осциллограф — важнейший инструмент радиоинженера, позволяющий получить максимум информации о сигнале одновременно, ведь, кроме своей основной функции — визуализации сигнала, осциллограф может выполнять также функции вольтметра, частотомера, анализатора спектра... Тем не менее основная задача, для которой применяется осциллограф — это отладка аппаратуры, поиск и анализ сбоев и различных аномалий, то есть событий заведомо редких. Отсюда вытекает актуальный вопрос: как «выловить» на экране осциллографа редкое событие, отличающееся от обычного потока данных?

Для аналоговых осциллографов существовал только один способ: использовать возможность послесвечения, чтобы на фоне яркой осциллограммы «нормального» сигнала заметить одиночный сбой [1, стр. 384].



Рис. 1. Виртуальный осциллограф АКТАКОМ АСК-3102

Способ довольно примитивный, но слишком удобный, но для цифровых запоминающих осциллографов (ЦЗО) он вовсе не пригоден.

Дело в том, что если аналоговый осциллограф показывает сигнал непрерывно (потери на время обратного хода луча пренебрежимо малы), то для ЦЗО «мертвое время» — время между двумя последовательными сборами осциллограмм, нужное на обработку, пересылку и отображение оцифрованного сигнала — зачастую превышает 99% [1, стр. 405]. Вероятность того, что и так редкое событие попадёт в редко снимаемые осциллограммы, становится совсем мизерной, а время необходимых для гарантированных результатов наблюдений устремляется в бесконечность.

Мощные дорогостоящие модели ЦЗО по праву гордятся минимальными результатами своего «мертвого времени», но и эти выдающиеся достижения очень далеки от параметров рядовых аналоговых приборов.

К счастью, цифровым осциллографам нет необходимости ввязываться в это безнадежное для них соревнование с аналоговыми собратьями. У ЦЗО есть другие возможности решить ту же задачу, причём с большим удобством для пользователя. Это, конечно, возможности цифрового анализа условий синхронизации, позволяющие собирать осциллограммы не наугад, а точно в нужный момент.

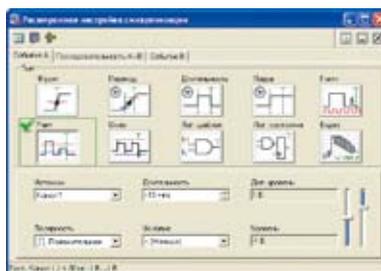


Рис. 2. Окно настроек расширенных режимов синхронизации виртуальных цифровых осциллографов АКТАКОМ

Рассмотрим возможности специальных режимов синхронизации недавно появившегося в линейке цифровых запоминающих осциллографов АКТАКОМ — АСК-3102 с опцией 1Т. Модель этого осциллографа относится к классу виртуальных приборов, т.е. работает на базе персонального компьютера. Эта модель осциллографа является развитием базовой модели осциллографа АСК-3102, но в модели АСК-3102 1Т используется более мощная аппаратная платформа и более развитое программное обеспечение, хотя внешние параметры относительно базовой модели не изменились.

Основные параметры этой модели осциллографа: 2-х независимых каналов, дискретизация 10 ГГц в эквивалентном режиме и 100 МГц в режиме реального времени, разрешение по вертикали 8 бит, коэффициент вертикального отклонения 10 мВ/дел ... 10 В/дел, коэффициент развертки 1 мкс/дел ... 0,1 с/дел, максимальное входное напряжение ±50 В, входное сопротивление 1 МОм

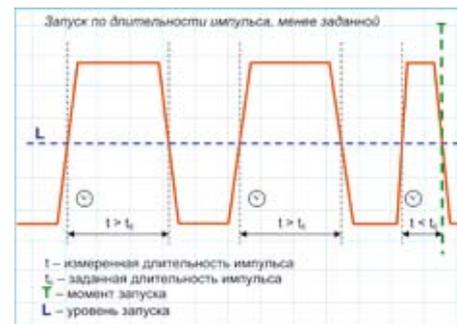


Рис. 3. Алгоритм запуска по длительности импульса, менее заданной

или 50 Ом, режим самописца, входы внешней синхронизации, встроенный калибратор, интерфейс USB 2.0, программное обеспечение АКТАКОМ Oscilloscope Pro для Win XP, питание от USB или сетевого адаптера +6/~220 В / 50 Гц, размеры 150×85×32 мм, вес 0,5 кг.

Управление приборами осуществляется из приложения АКТАКОМ Oscilloscope Pro. Как выглядит окно настройки синхронизации в этой программе, показано на рисунке 2.

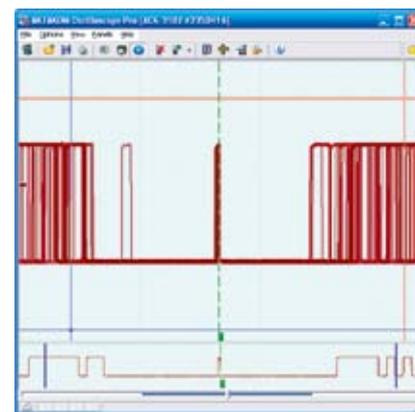


Рис. 4. Результат обнаружения аномалий в потоке импульса с использованием установок синхронизации по длительности виртуальным цифровым осциллографом АКТАКОМ АСК-3102 1Т

Начнём рассмотрение с режимов, основанных на анализе характерных длительностей сигнала. К ним относятся синхронизация по длительности, по глитчу и по паузе.

Синхронизация по длительности — запуск по импульсам меньше или больше указанного значения; равным или не равным указанному значению длительности;

попадающим в указанный диапазон длительности или находящимся вне него. Синхронизация по длительности и глитчу может выявить ошибки в проектировании и функционировании электронной системы, связанные с появлением в каналах передачи сигналов системы импульсов нештатной длительности и/или формы. Это может происходить при дрейбзге ключа, разсинхронизации тактовых импульсов относительно данных, при наводках от соседних шин, просадках недостаточно мощной шины земли при большом кол-ве одновременно сработавших ключей и т.п.

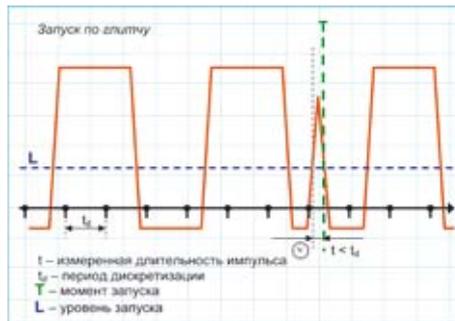


Рис. 5. Алгоритм режима синхронизации по глитчу

Запуск по длительности может осуществляться как по положительным, так и по отрицательным импульсам. Длительность импульса измеряется на заданном пользователем уровне.

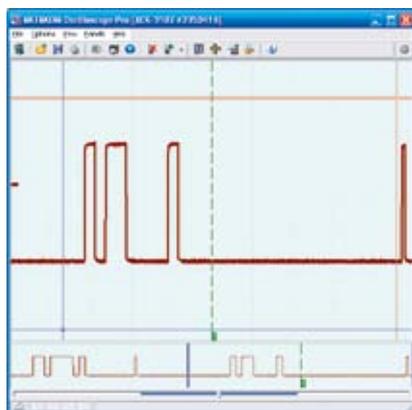


Рис. 6. Режим синхронизации по глитчу для виртуального цифрового осциллографа АКТАКОМ

Этот режим синхронизации хорош для обнаружения аномалий в потоке импульсов, длительность которых не

должна выходить из известных пределов. Указав условием запуск по импульсам с длительностью меньше или больше указанных границ, мы увидим на экране искомые сбои или убедимся в их отсутствии (если система запуска перестанет срабатывать).

На рисунке 4 показан пример обнаружения короткого сбойного импульса на цифровой линии.

Особым случаем запуска по длительности является запуск по глитчу. Глитч — это, в общем случае, короткая импульсная помеха неконтролируемых параметров.

Синхронизация по глитчу — запуск по импульсам длительностью меньше заданного периода дискретизации. В виртуальных осциллографах АКТАКОМ АСК-3102 с опцией 1Т максимальная частота дискретизации в реальном времени 100 МГц, таким образом, синхронизация в этом режиме возможна с импульсами минимальной длительностью менее 10 нс. Запуск может осуществляться как по положительным, так и по отрицательным импульсам.

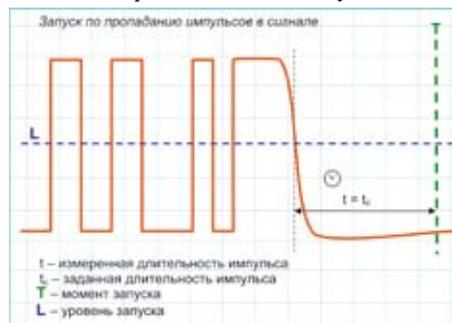


Рис. 7. Алгоритм запуска по пропаданию импульсов в сигнале (по паузе)

Характерная особенность этого режима синхронизации в том, что импульс, по которому происходит запуск, не будет виден на осциллограмме, поскольку он настолько короток, что полностью попадает между двумя соседними выборками. Длительность импульса (глитча) синхронизации менее 10 нс и этот импульс не отображается на экране виртуального осциллографа, но формирует устойчивую картинку на экране (рис. 6).

Синхронизация по паузе — запуск осуществляется, если за указанный пе-

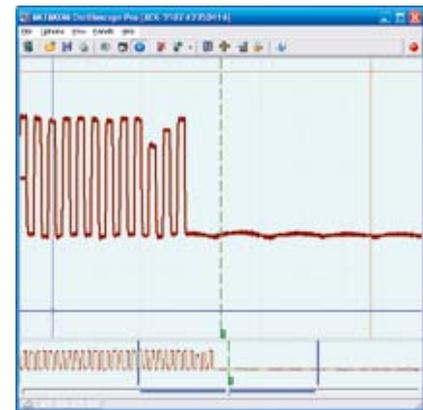


Рис. 8. Режим синхронизации по паузе (timeout) для виртуального цифрового осциллографа АКТАКОМ АСК-3102 1Т

риод времени не обнаружено пересечения входного сигнала с заданным уровнем напряжения в заданном направлении. Отсчет паузы начинается с пересечения входным сигналом с заданным уровнем напряжения в заданном направлении (рис. 7).

Режим синхронизации по паузе (или по таймауту, как его ещё называют) позволяет легко синхронизироваться по событию окончания пачки импульсов или просто по обрыву в цепи. Именно этот случай показан на рис. 8. Этот тип синхронизации отлично подходит для установления причин зависания электронной системы: отсутствие сигнала на выходе системы, регистрируемое по первому каналу осциллографа. При этом по второму каналу можно зарегистрировать команду, вызвавшую зависание системы (рис. 8).



Рис. 9. Алгоритм Запуска по фронту заданной длительности

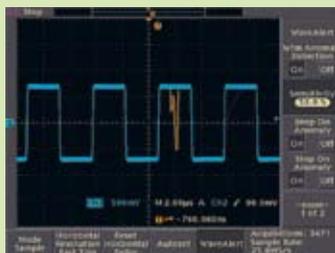
Современные версии виртуального цифрового осциллографа АКТАКОМ АСК-3102 1Т содержат два встроенных компаратора в канале запуска синхронизации. Это существенно расширяет возможности исследования сигнала для пользователя. Наличие двух амплитудных уровней синхронизации, позволяет задать не точку, а область запуска на вертикальной шкале осциллографа, и, тем самым, определить более сложные, чем при одноуровневом компараторе аномалии в сигнале. Рассмотрим их далее более подробно.

Синхронизация по переходу — запуск по времени нарастания, времени

ГЛИТЧ — ИМПУЛЬСНАЯ ПОМЕХА РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Глитчи часто являются причиной сбоя работы логических систем. Типичными случаями проявления глитчей являются:

- Отражения — происходят в несогласованных линиях, при этом часть сигнала отражается от приемного устройства обратно в линию после некоторой задержки.
- Наводка — появление наведенного сигнала в слишком близко расположенной соседней шине
- Скачок по земле — локальный временный сдвиг уровня «земли» (следовательно, и порогового напряжения), вызванный токовым выбросом в «земляную» шину вследствие либо одновременного срабатывания многих вентилях, подключенных в одну «земляную» шину, либо срабатывания вентиля на индуктивную нагрузку.



спада или по обоим. Запуск по входному сигналу, проходящему между двумя порогоми за время больше или меньше указанного значения; в пределах или вне заданного интервала времени (рис. 9).

Этот режим даёт возможность задавать поиск по указанной крутизне фронта. На рисунке 10 иллюстрируется обнаружение участка с чрезмерно «длинным» фронтом. Такие сигналы с «заваленными» фронтами могут вызывать нечеткое срабатывание электронных ключей, ошибки времени срабатывания ключа (возникает проблема гонки фронтов), некорректную длительность цифровых сигналов, вырабатываемых после прохождения таким сигналом цифрового ключа и т.п. Их своевременное обнаружение существенно упростит разработку цифрового устройства и облегчит диагностику неисправности.



Рис. 10. Режим поиска импульса с заданной длительностью фронта виртуального цифрового осциллографа АКТАКОМ АСК-3102 1Т

Другая возможность, которую даёт использование двух уровней запуска — это синхронизация по импульсам с амплитудой ниже нормы. Обычная одноуровневая синхронизация не позволяет отлавливать такие аномальные импульсы в общем потоке данных с нормальными в основном амплитудами.

Синхронизация по ранту — запуск по амплитуде импульса, пересекающей первый пороговый уровень, но не пересекающей второй пороговый уровень до повторного пересечения первого. Возможен запуск по положительным и отрицательным импульсам.

Осциллограммы на рисунке 11 показывают аномально низкий импульс в



Рис. 11. Алгоритм синхронизации по ранту

потоке нормальных цифровых данных. Такие аномальные импульсы могут быть глитчами (см. выше), однако не исключены случаи, когда их могут вызывать неправильно спроектированные цепи питания того или иного цифрового ключа.



Рис. 12. Пример осциллограммы синхронизации по ранту для виртуального осциллографа АКТАКОМ АСК-3102 1Т

Противоположную задачу — запуск по импульсам с амплитудой выше нормы — решает режим синхронизации по окну.

Синхронизация по окну — запуск выполняется при входе сигнала в пороговое окно или выходе из него. Вход в окно — ситуация, когда входной сигнал поднимается выше нижнего порогового уровня или опускается ниже верхнего порогового уровня. Выход из окна — ситуация, когда входной сигнал поднимается выше верхнего порогового уровня или опускается ниже нижнего порогового уровня.

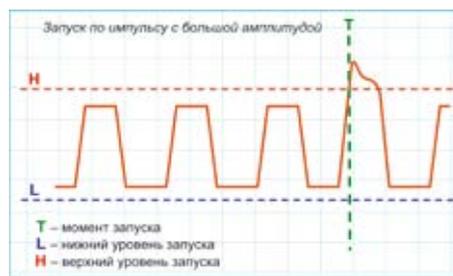


Рис. 13. Алгоритм синхронизации по окну

Следующий рисунок показывает обнаружение запредельного выброса в исследуемом сигнале.

В большинстве случаев, синхронизация по окну может быть заменена простой синхронизацией по фронту, но оказывается полезна, когда заранее неизвестно с какой стороны сигнал может войти или выйти в/из заданной области амплитуд.

Последняя группа режимов, которую мы рассмотрим, это запуски по логическим функциям от состояний каналов осциллографа. Фактически, здесь режимы запуска прибора соответствуют наиболее простым режимам запуска логического анализатора.

Синхронизация по логическому шаблону — запуск осуществляется, когда сигнал, подаваемый на логические входы, приводит к изменению состояния выбранной функции на «истина» или «ложь».

Данный режим позволяет «отлавливать» в тестируемом сигнале с параллельным кодом определенные кодовые комбинации (например интересующий пользователя двоичный адрес, или содержимое, адресуемое в какой-либо регистр, размером до 3 бит максимум).

Для отладки тактируемых схем будет удобен другой режим.

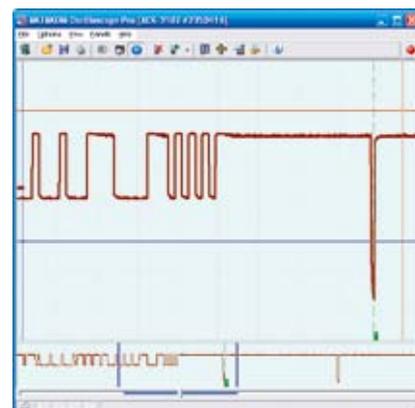


Рис. 14. Пример запуска по отрицательному импульсу, выходящему за пределы окна для виртуального осциллографа АКТАКОМ АСК-3102 1Т

Синхронизация по логическому состоянию — запуск осуществляется, если все сигналы, подаваемые на логические входы выбранной логической функции, приводят к изменению ее состояния на «истина» или на «ложь» при изменении состояния тактового входа или постоянном уровне тактового входа (тактирование по уровню).

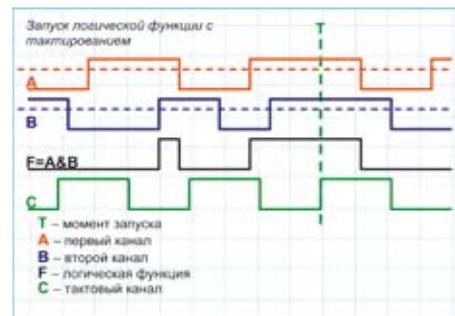


Рис. 15. Алгоритм синхронизации по логическому состоянию

Данный режим отличается от запуска по шаблону тем, что кодовая комбинация определяется только максимум по двум входам (а не по трем, как в предыдущем режиме), и запуск осуществляется синхронно с приходящим на синхровход осциллографа тактовым импульсом системы.

Для логической синхронизации в осциллографе АКТАКОМ АСК-3102 1Т могут использоваться два обычных входных канала плюс дополнительно канал внешней синхронизации. Такая

трёхканальная схема позволяет, кроме обычных логических функций «И», «ИЛИ», «Исключающее ИЛИ», задавать и такую редко реализуемую функцию, как мажоритар: результат функции считается истинным, когда, по крайней мере, на двух входных каналах наблюдается состояние «Истина».



Рис. 16. Пример синхронизации по схеме «И» двух входных каналов в осциллографе АСК-3102 1Т

Рисунок 16 показывает синхронизацию по схеме «И» двух входных каналов.

Но отдельными типами запуска возможности расширенной синхронизации в АКТАКОМ Oscilloscope Pro не исчерпываются. Пользователь может воспользоваться комбинированными режимами запуска типа А-И. Можно сформировать последовательное комбинированное событие из 2-х различных событий запуска и при достижении второго события выполнять запуск развертки.

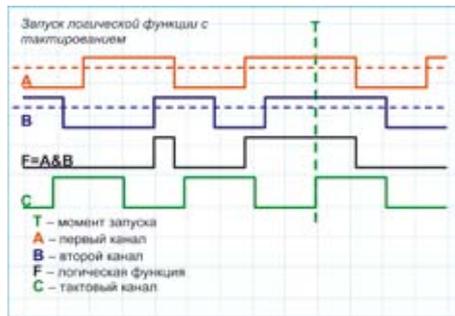


Рис. 17. Алгоритм Запуск по логической функции с тактированием

Для этого следует сначала настроить нужные условия для события А, которое будет начинать последовательность, затем — для события В, которое и послужит конечным сигналом синхронизации.

Дополнительно можно указать время задержки, которое должно пройти между событиями, или количество событий В, которые должны произойти перед запуском развертки.

На следующем рисунке показан запуск по третьему импульсу на канале 2, после обнаружения фронта на канале 1 и задержки в 10 мкс.

«А-В развертка» — мощный инструмент разработчика для отладки слож-



Рис. 18. Пример запуска синхронизации по третьему импульсу на канале 2, после обнаружения фронта на канале 1 и задержки в 10 мкс

ных систем, т.к. позволяет анализировать и выделять в потоке практически любые элементы длинных пачек последовательных цифровых кодов.

Таким образом, новая модель цифрового запоминающего осциллографа АКТАКОМ АСК-3102 1Т значительно расширяет возможности инженера-исследователя по сравнению с другими аналогичными виртуальными приборами и успешно заменяет крупногабаритные настольные приборы, при детальном изучении параметров электронных сигналов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афонский А.А., Дьяконов В.П. Измерительные приборы и массовые электронные измерения. Под ред. проф. В. П. Дьяконова. М.: СОЛОН-Пресс. 2007.
2. Афонский А.А., Суханов Е.В. «Осциллографы Вашей мини USB-лаборатории АКТАКОМ». Журнал контрольно-измерительные приборы и системы 2008, № 1, стр. 13.
3. Афонский А.А., Суханов Е.В. «LabVIEW в USB лабораториях». Журнал контрольно-измерительные приборы и системы 2005, № 6, стр. 29.
4. Афонский А.А., Дьяконов В.П. Цифровые анализаторы спектра сигналов и логики. Под ред. проф. В. П. Дьяконова. М.: СОЛОН-Пресс. 2009.

Oscilloscope is the most important instrument for radio engineers allowing to obtain maximum information about the signal with only one tool. In addition to its main function — signal visualization — modern oscilloscope can also function as a voltmeter, frequency meter, spectrum analyzer... Oscilloscope became essential for equipment debugging, search and analysis of different errors and anomalies, and search for highly unlikely events. In this article readers will get to know about capabilities and special operation modes of digital storage oscilloscope АКТАКОМ АСК-3102 with 1Т option.

НОВОСТИ на www.kipis.ru

ROHDE&SCHWARZ ПРЕДЛАГАЕТ РАБОЧИЕ ЭТАЛОНЫ

По заказу одного из крупных российских Центров метрологии и стандартизации Московским представительством компании Rohde&Schwarz и ФГУП «ВНИИФТРИ» были проведены работы по исследованию долговременной стабильности, отбору образцов и специальной аттестации измерителей мощности NRP-Z51 на Государственном эталоне единицы мощности СВЧ. По результатам данной работы были подтверждены высокие метрологические характеристики и стабильность термоэлектрических преобразователей NRP-Z51/Z55/Z56, а также внесен в Государственный реестр средств измерений единичный экземпляр рабочего эталона мощности и ослабления СВЧ 1-ого разряда.



Эталон создан на базе датчика мощности NRP-Z51 и анализатора сигналов и спектра FSV-30 в диапазоне частот до 18 ГГц с погрешностью измерения мощности не более 1,5% в трактах типа III (метрический) и N (дюймовый), погрешностью измерения ослабления (0,01-0,02) дБ/10 дБ в динамическом диапазоне до 100 дБ.



Данный комплекс может применяться для поверки и калибровки: ваттметров СВЧ поглощаемой и проходящей мощности — рабочих эталонов второго разряда и рабочих средств измерений мощности СВЧ; измерителей отношения мощностей и масштабных преобразователей (аттенюаторов); генераторов измерительных.

В планах Московского представительства Rohde&Schwarz продолжение работ по внесению в Государственный реестр рабочих эталонов: аттенюаторов, калибраторов мощности, измерителей модуляции и т.д.

www.rohde-schwarz.ru