

Стандартные и расширенные режимы запуска в осциллографах

Джим ЧОЭЙТ (Jim CHOATE)
Роберт ЛЕСЛИ (Robert LASHLEE)

Выбор типа запуска для захвата сигнала является ключевым моментом в измерениях на осциллографе. В этой статье рассказывается о типовой архитектуре схемы запуска в осциллографах, а также о стандартных и расширенных режимах запуска, которые реализованы в современных приборах.

Типовая архитектура схемы запуска в осциллографах

На рис. 1 показана блок-диаграмма типовой архитектуры осциллографа. Чтобы понять, почему накладываются ограничения на систему запуска в осциллографах, необходимо знать последовательность прохождения в них сигнала. Входной сигнал поступает через пробник в осциллограф, где попадает на аттенюатор и предусилитель, которые используются для регулировки входного уровня сигнала при различных масштабах развертки по напряжению. Затем сигнал разделяется на две составляющие, одна из которых попадает на аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), а другая — на схему запуска. Оцифрованные данные с АЦП передаются в устройство памяти, где они складываются с данными другой части сигнала, который прошел через схему запуска и блок временной развертки. Важно заметить, что поток данных передается в цифровом формате, в то время как сигнал, прошедший через систему запуска, является аналоговым. Отсюда вытекают ограничения, накладываемые на системы запуска цифрового типа осциллографов, работающих в реальном времени. Конечным этапом является обработка сигнала центральным процессором.

Стандартные режимы запуска

Наиболее простым и популярным режимом запуска является запуск по перепаду (Edge trigger), когда запуск производится по положительному и отрицательному перепаду сигнала. Такой режим прост в настройке, но при этом сильно ограничен в связи с шумами, особенно при работе с сигналами 10 Гбит и выше, где уровни напряжения значительно меньше, чем стандартные TTL (TTL) сигналы. Также этот режим восприимчив к звону, который может привести к ложному срабатыванию.

Другая разновидность запуска по перепаду известна как запуск по длительности перепада (Edge Transition trigger). В этом режиме запуск будет производиться по определенному перепаду (положительному, отрицательному или обоим сразу), который при этом превышает по длительности заданное значение времени перехода от низкого до высокого уровня напряжения. Этот режим полезен при нахождении медленных перепадов в последовательности импульсов, которые могут влиять на синхронизацию, или быстрых перепадов, которые приводят к выбросам на фронтах импульсов и другим помехам. Этот режим имеет те же ограничения, что и режим запуска по перепаду.

Более развитый режим запуска по перепаду позволяет вводить временную задержку срабатывания (Delay trigger). В этом режиме осциллограф активизируется на первом перепаде сигнала, затем задерживает срабатывание запуска на заданное значение времени, после чего производит запуск при возникновении следующего перепада. Такой режим наиболее полезен, если используется синхронизация между каналом 1 и каналом 2 при условии, что у них независимая регулировка по напряжению.

Режим запуска по кратковременным выбросам (глитчам — Glitch) очень полезен, он позволяет находить вариации номинальной скорости передачи данных. В этом режиме используется классификатор по времени для задания максимальной длительности импульса срабатывания. Если импульс короче заданного значения, то срабатывает система запуска. Чтобы полноценно пользоваться этим режимом, необходимо оценивать такие характеристики, как минимальная длительность глитча, которая определяется пользователем, и минимальная длительность глитча, захватываемая прибором. Минимальная длительность глитча, задаваемая пользователем, — это гарантированное и минимальное время, которое можно установить в этом окне системы запуска на осциллографе. Однако прибор обычно способен находить значительно более короткие глитчи. Например, осциллографы серии Agilent 90000A имеют задаваемую пользователем длительность глитча менее 250 пс, но сам прибор может обнаруживать глитчи длительностью менее 100 пс.

Другой тип режима запуска — рант (Runt trigger) — позволяет задать максимальное время и уровень напряжения срабатывания запуска, при превышении которого производится запуск. Он может быть использован для обнаружения логических, цифровых или аналоговых сигналов, которые имеют уровень амплитуды ниже обычного порога. Типичный случай, при котором уровень амплитуды опускается ниже обычного порога, возникает, если каналы ввода/вывода настроены в неизвестных условиях, из-за чего они час-

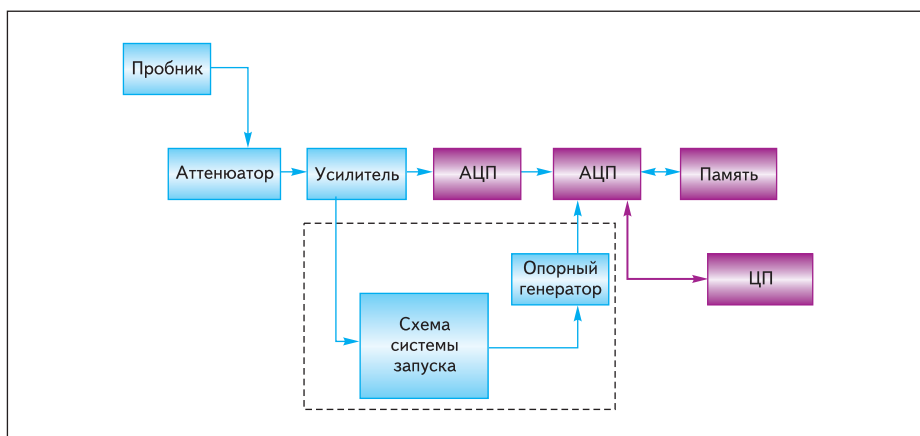


Рис. 1. Типовая архитектура осциллографа (зеленым цветом отмечены аналоговые секции, а фиолетовым — цифровые)

точно продуцируют ток на контактах, создавая тем самым импульсы, подобные глитчам, которые имеют недостаточную амплитуду, чтобы распознаваться как логический ноль или единица.

Режим запуска по длительности импульса (Pulse Width triggering) позволяет задать минимальное и максимальное значения длительности импульса для срабатывания системы запуска, но при этом еще имеет значение пороговый уровень напряжения для определения высокого или низкого уровня сигнала. Другими словами, осциллограф произведет запуск, когда измеряемый импульс будет слишком долго или слишком быстро пересекать пороговое значение напряжения. Этот режим запуска часто используется для продолжительных событий, таких как фиксация состояния шины, когда отсутствует передача, или при тестировании состояния простоя шины PCI-Express.

Режим запуска по длительности лимита времени (Timeout triggering) позволяет задать уровень напряжения, выше или ниже которого сигнал должен находиться в течение определенного времени. Пользователь может определить срабатывание запуска при условии, если сигнал высокого или низкого уровня оказывается слишком длинным или если сигнал не изменяется в течение слишком долгого времени. Этот режим запуска используется при холостом ходе, межпакетном интервале и работе с двунаправленными шинами USB.

Режим запуска по кодовой комбинации и режим запуска по кодовому слову (Pattern/State triggering) позволяет использовать четыре канала для определения логической комбинации (1с, 0с или Xс), по которой будет производиться запуск. Он дает возможность производить запуск по выбранному каналу и делать логическую оценку измеряемого сигнала. Например, работая с полным потоком данных двунаправленной USB-шины, можно попробовать использовать режим запуска по перепаду, но при этом невозможно определить восходящий (upstream) или нисходящий (downstream) это поток данных. С помощью режима запуска по кодовой комбинации и режима запуска по кодовому слову это определить возможно. Поэтому данные режимы используются для оценки трафика USB-шины, а также могут использоваться для событий, которые имеют многоканальную зависимость.

Для параллельных шин важны параметры времени установления и времени удержания. Существуют также другие шины, которые имеют требования по времени установления и времени удержания. Обычно это шина PCI-Express или другие параллельные шины. Например, синхронизация осуществляется по одному каналу, а поток данных идет по другому каналу. Для этого случая требуется определить время установления и время удержания, чтобы убедиться в правильности установки логических условий по каналу дан-

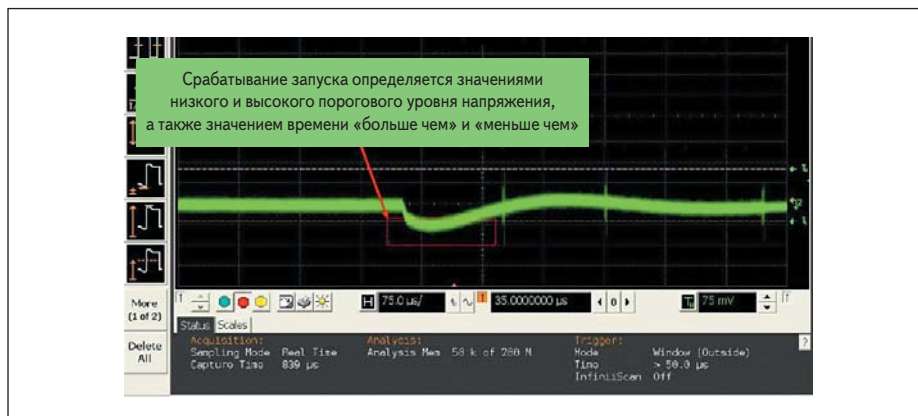


Рис. 2. Пример запуска по заданному окну при измерении спада напряжения на шине электропитания (обратите внимание на паразитный шум, который возникает позднее)

ных, прежде чем завязывать их с перепадами в канале синхронизации. Затем можно установить условия запуска режима для случаев, в которых нарушаются требования спецификации шины.

Режим запуска по нарушению параметров окна (Window triggering) позволяет задать на осциллографе окно, границы которого определяются значением низкого и высокого порогового уровня напряжения, а также значением времени «больше чем» и «меньше чем». Пользователь может задать срабатывание запуска, когда сигнал попадает в это окно, выходит за рамки окна, а также при нахождении сигнала за рамками этого окна в течение слишком длительного или слишком короткого времени. Этот режим запуска позволяет отделить шумовые составляющие, которые могут возникать в шине передачи данных. Благодаря этому возможно следить за длительными переходными процессами. На рис. 2 показан пример сигнала, по которому произошло бы срабатывание системы запуска на высокочастотных паразитных выбросах, а не на участке с плавным спадом напряжения.

Наконец, режим запуска по ТВ-сигналу имеет набор стандартов, которые можно выбирать для программирования систем запуска. При выборе определенного видео/ТВ-стандарта на осциллографе устанавливаются заранее определенные параметры запуска, которые основываются на технических характеристиках стандарта. Примеры видеостандартов: 525, 625, 480р, 576р, 720р, 1080i и 1080р, а также можно настроить параметры собственного стандарта.

Расширенные режимы запуска

Обычно стандартные режимы запуска имеют недостаточную функциональность для таких задач, как поиск неисправностей и отладка устройств. При использовании стандартных режимов запуска для этих и более сложных задач зачастую приходится работать по методу проб и ошибок, который может занять длительное время. Этот период неизбе-

жен, поскольку стандартные режимы запуска имеют ограничения из-за шумов и сложности при работе с асинхронными сигналами. Расширенные режимы запуска могут помочь уменьшить эти проблемы и серьезно сократить время поиска неисправностей и отладки разработок.

Один вариант расширенного режима запуска использует программный запуск для увеличения возможностей стандартных режимов, которые реализованы на аппаратном уровне. Режим программного запуска на осциллографах серии Agilent Infiniium 90000A получил название InfiniScan (рис. 3). Он позволяет проще анализировать сложные сигналы, используя алгоритм нахождения определенных событий. Например, пользователь может установить аппаратный запуск по перепаду, а затем применять программный запуск InfiniScan по немонокотному перепаду. При этом осциллограф сначала найдет параметры, удовлетворяющие условиям аппаратного запуска (перепад), а затем будет вести поиск немонокотного перепада.

Пользователь также может настроить зоны на экране осциллографа при применении программного запуска. Эти зоны можно использовать для активации запуска в случае их пересечения или непересечения сигналом этой зоны.

Другим вариантом расширенного запуска является многоуровневый запуск (рис. 4). Осциллограф серии Agilent Infiniium DSO/DSA



Рис. 3. Осциллограф серии Agilent Infiniium DSO/DSA

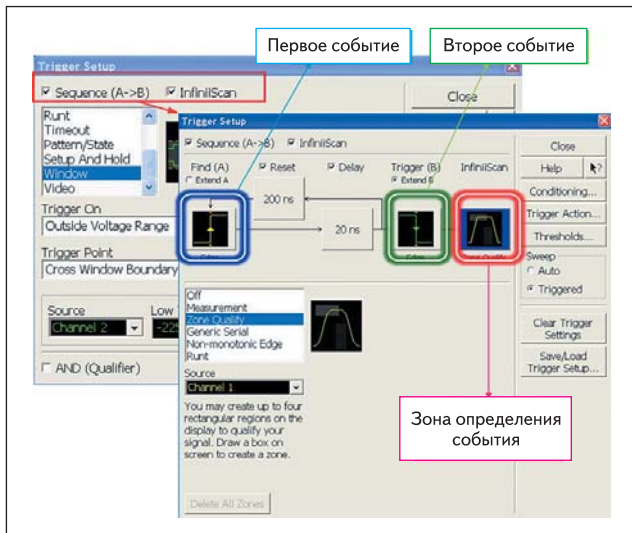


Рис. 4. Графический пользовательский интерфейс настройки многоуровневой системы запуска с режимом InfiniScan

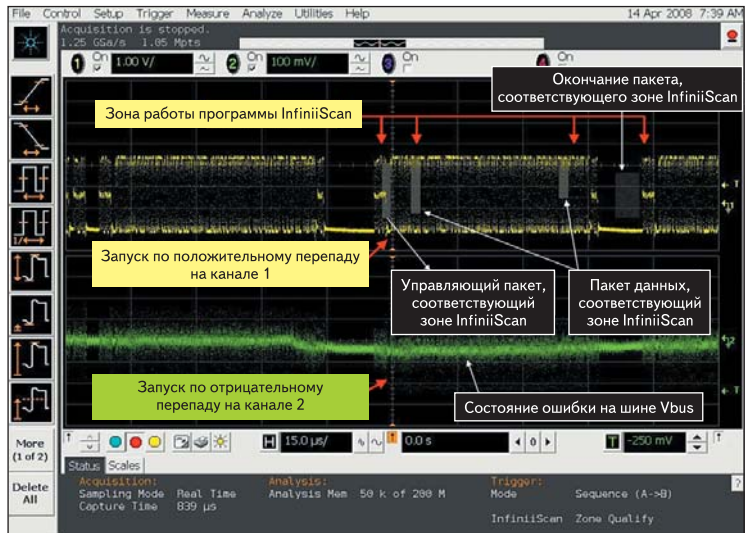


Рис. 5. Снимок экрана, на котором виден момент срабатывания системы запуска по настройкам с рис. 4

последовательный аппаратный запуск (A->B), который позволяет задать два независимых срабатывания запуска вместе с временем задержки (временем, которое необходимо выждать, прежде чем переходить от события А к событию В) и временем сброса (временем между событиями А и В, которое осциллограф должен выждать, прежде чем перейти снова к событию А, чтобы произвести повторный запуск). Дополнительно пользователь может применять режим InfiniScan вместе с последовательным аппаратным запуском

для получения наилучшей на данный момент трехуровневой системы запуска (рис. 5). Это очень хорошая возможность, позволяющая производить запуск по практически любому событию. Система последовательного запуска дает серьезные преимущества при работе со сложными или редкими сигналами.

Заключение

Во многих случаях стандартных режимов запуска бывает достаточно для нахождения

интересующих событий. Однако если приходится работать с зашумленными, сложными сигналами или если нужно найти асинхронные события, необходимо использовать расширенные режимы запуска, чтобы избежать ошибок. Нужно понимать принципы работы стандартных режимов запуска, поскольку расширенные режимы используют их как основу. Применяя стандартные и многоуровневые режимы запуска, можно находить и захватывать любое событие, которое необходимо.