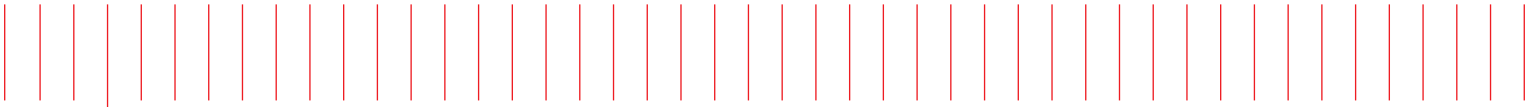


Keysight Technologies

Захват событий большой продолжительности или большого объёма данных

Рекомендации
по применению





Введение

Четыре подхода, обеспечивающих безразрывный сбор данных непрерывных сигналов и сигналов с запуском

Многочисленные сценарии испытаний требуют непрерывного сбора цифровых данных продолжительностью в минуты, часы или сутки. Во всех случаях данные накапливаются в памяти или на диске для детальной обработки и анализа результатов в процессе сбора или после его окончания.

Существуют различные варианты конфигураций, обеспечивающих непрерывный сбор данных одновременно с обработкой и анализом захваченных данных. Оптимальная конфигурация системы зависит от особенностей применения, а именно: от числа сигналов, диапазона частот, ширины полосы сигнала, требуемой частоты дискретизации, разрешающей способности, предполагаемой продолжительности сбора данных и многого другого.

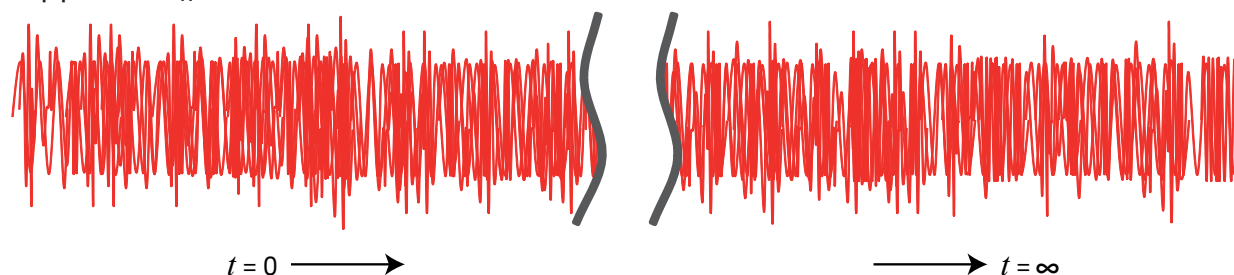
Заключительная часть данных рекомендаций по применению посвящена описанию четырёх системных конфигураций, поддерживающих непрерывный сбор данных, потенциально возможных "узких" мест в этих конфигурациях и возможных решений по их устранению. Боковые врезки в тексте данной брошюры содержат описание цифровых преобразователей и дигитайзеров компании Keysight, которые могут быть использованы при разработке эффективных технических решений для непрерывного сбора данных.

Непрерывный захват данных для детального анализа

Имеются два типа непрерывного сбора данных. Во-первых, это захват одиночного непрерывного потока данных, обычно называемого потоковой передачей данных. Другой представляет собой непрерывный захват серии непрерывных пакетов данных (рисунок 1). При сборе данных первого типа для начала сеанса захвата данных требуется всего одно событие запуска, либо его не требуется вовсе. Захват потока оцифрованных данных востребован в таких приложениях, как микроволновая астрофизика, исследование атмосферы, исследование плазмы, радиоконтроль, программно определяемая радиосвязь, радиотехническая разведка (SIGINT) и разведка средств связи (COMINT).

Сбор данных второго типа опирается на многократные события запуска, которые определяют начало каждого пакета. Здесь могут быть пропуски неопределённой длительности между концом одного события и началом следующего. Последовательность смежных событий может повторяться бесконечно, при этом система записи захватывает каждый пакет данных, не пропуская ни один из них. Примерами применения могут служить анализ управления пучком частиц в циклотронных ускорителях, обработка медицинских и биомолекулярных изображений, радиоконтроль, анализ сигналов импульсных РЛС и телеметрических систем.

Непрерывный поток данных



Последовательность смежных пакетов данных/событий

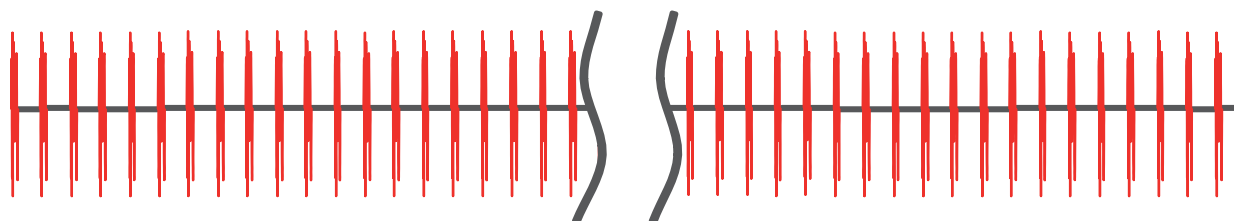


Рисунок 1. Эти примеры показывают различие между непрерывным потоком данных и последовательностью смежных пакетов данных.

Анализ возможных конфигураций

Четыре системные конфигурации особенно эффективны для захвата, обработки и анализа потоковых данных. Выбор оптимального варианта зависит от конкретного применения, включая:

- число сигналов или каналов данных, подлежащих сбору;
- требуемый диапазон частот и полосу частот сигнала;
- требуемую частоту дискретизации и разрешение;
- требуемые виды обработки и анализа;
- предполагаемую длительность сбора данных;
- тип сигнала, подлежащего захвату.

В следующем подразделе описаны четыре конфигурации, их слабые и сильные стороны и потенциально возможные проблематичные места.

Когда речь идёт о выборе конфигурации продукта, требующей высокоскоростного АЦП или быстродействующей измерительной системы, компромиссы неизбежны. При конфигурировании системы для непрерывной записи данных приходится выбирать между четырьмя основными факторами: совокупностью рабочих характеристик, сложностью системы, системным программным обеспечением и общей стоимостью. В технических решениях для непрерывного сбора данных могут быть использованы различные модульные дигитайзеры на основе шины PCI компании Keysight. В данных рекомендациях по применению представлены структурные схемы, поддерживающие четыре метода записи данных.

- Запись данных в управляющий (главный) компьютер (например, в системный регистрирующий ПК)
- Запись данных с выхода дигитайзера непосредственно в дисковый накопитель
- Запись данных в дисковый массив через контроллер дискового массива типа RAID
- Запись данных в процессор цифровой обработки сигналов (DSP) через объединительную плату

К сожалению, выбор системной конфигурации не всегда однозначен. Однако, существует несколько легко доступных решений, которые могут указать на узкие места в любой из этих конфигураций.

Анализ возможных конфигураций

Конфигурация 1. Запись в управляющий ПК

Самый простой и наиболее распространённый метод; наиболее эффективен при невысоких требованиях: незначительное число каналов, более низкие частоты или полосы, продолжительность записи, измеряемая секундами или минутами.

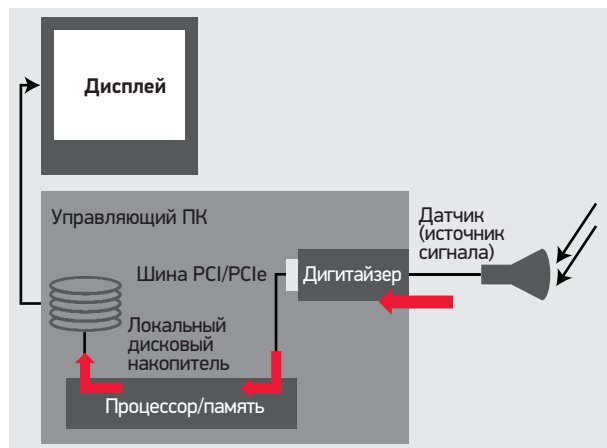


Рисунок 2. Запись в управляющий ПК — простейший метод, даже если требуется несколько дигитайзеров.

Базовая структурная схема показана на рисунке 2. Каждый интересующий сигнал захватывается дигитайзером, подключённым к шине PCI или PCI Express® (PCIe®) или к объединительной плате. Данные с дигитайзера поступают непосредственно в управляющий ПК и запоминаются в памяти и/или дисковом накопителе.

Основное достоинство этого метода - в его простоте: он использует стандартные, имеющиеся в наличии или продаже дигитайзеры, ПК и накопители на жёстких магнитных дисках. В результате это даёт явные преимущества в стоимости по сравнению с тремя другими, описанными ниже методами.

Одной из потенциально слабых сторон этого метода является уровень совокупных рабочих характеристик системы в целом. Любые недостатки в характеристиках, такие как меньшая производительность процессора, меньшая скорость вращения дискового накопителя или скорость передачи данных ограничивают возможности системы при захвате данных. Эти проблемы становятся ещё более ощутимыми с увеличением числа дигитайзеров. Другим источником возможных проблем является операционная система ПК. Некоторые из них генерируют прерывания, которые могут блокировать передачу данных на несколько десятков секунд.

Подробнее о методах уменьшения объёма и буферизации данных можно прочесть на страницах 7-9.

Конфигурация 2. Запись непосредственно в дисковый накопитель

Чтобы получить предельно высокие характеристики, дигитайзеры Keysight Acqiris U1080A обходят узкие места объединительной платы и обеспечивают прямое оптическое соединение с внешними дисковыми накопителями (рисунок 3).

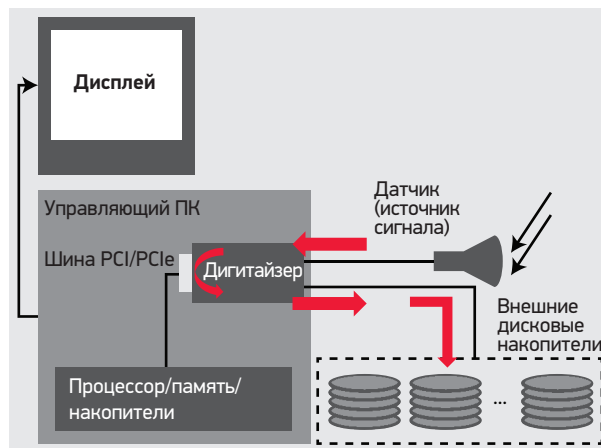


Рисунок 3. Прямая запись во внешний дисковый накопитель обеспечивает максимальную производительность при работе с потоковыми данными.

На сегодняшний день это второй наиболее часто используемый среди заказчиков компании Keysight метод, обеспечивающий непрерывный захват данных.

Основное достоинство этой конфигурации - в её производительности. Самая высокая производительность достигается, когда каждый дигитайзер подключён к своему собственному отдельному дисковому накопителю. Если несколько дигитайзеров совместно используют один накопитель, эффективная ширина полосы уменьшается прямо пропорционально числу дигитайзеров.

Эта конфигурация имеет два заслуживающих внимания недостатка: цена и сложность. Оба эти недостатка становятся критичными, если требуется сбор данных большого числа сигналов большой продолжительности. Однако, этот метод является прекрасным решением в приложениях с высокими требованиями. Эта конфигурация нуждается в прикладном программном обеспечении, которое способно обращаться к дисковому накопителю, обрабатывать данные и обеспечивать возможности анализа. Поставщики могут создавать заказное программное обеспечение, удовлетворяющее этим требованиям, путём организации прямых каналов связи с системой запоминающих устройств.

Подробнее о методах выбора наиболее подходящей шины данных можно прочесть на странице 10.

Анализ возможных конфигураций (продолжение)

Конфигурация 3. Запись в управляющий ПК

Добавление стандартного контроллера дискового массива типа RAID обеспечивает относительно высокую производительность при более низкой цене и меньшей сложности, чем конфигурация 2. В конфигурации 3 дигитайзер и контроллер дискового массива типа RAID находятся на объединительной плате, и оцифрованные данные накапливаются в дисковом массиве типа RAID (рисунок 4).

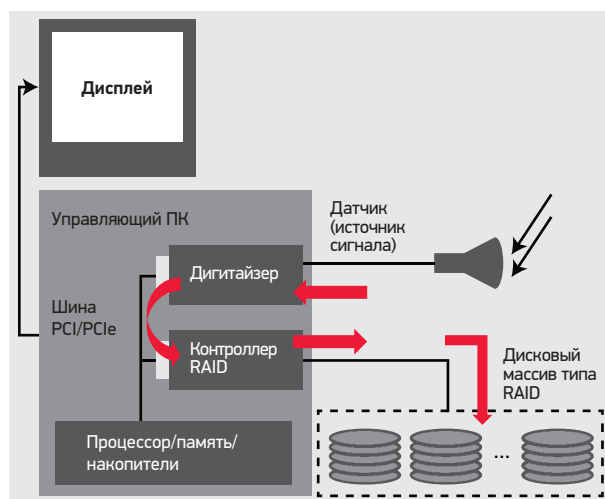


Рисунок 4. Запись в дисковый массив типа RAID может обеспечить огромную ёмкость, когда должен быть собран большой объём данных.

Наилучшая возможная производительность достигается, если дисковый массив сконфигурирован как RAID 0, когда данные распределяются по всем дисковым накопителям массива на уровне блоков. Этот метод имеет нулевую избыточность, что связано с рисками, но обеспечивает высокую производительность. Полоса частот зависит от числа накопителей в массиве.

В этой конфигурации возможными узкими местами являются характеристики контроллера дискового массива типа RAID и дисковых накопителей, входящих в массив RAID. Как и в конфигурации 1, скоростные свойства шины или объединительной платы являются ещё одним фактором, ограничивающим максимальный уровень производительности.

Подробнее о методах уменьшения объёма и буферизации данных можно прочесть на страницах 7-9.

Конфигурация 4. Запись в процессор цифровой обработки сигналов

Характеристики системы могут быть улучшены добавлением платы цифровой обработки сигналов (ЦОС) (рисунок 5). Высокпроизводительная плата ЦОС, которая располагается на объединительной плате, может выполнять предварительную обработку данных, сокращая тем самым объём данных, передаваемых в управляющий ПК системы.

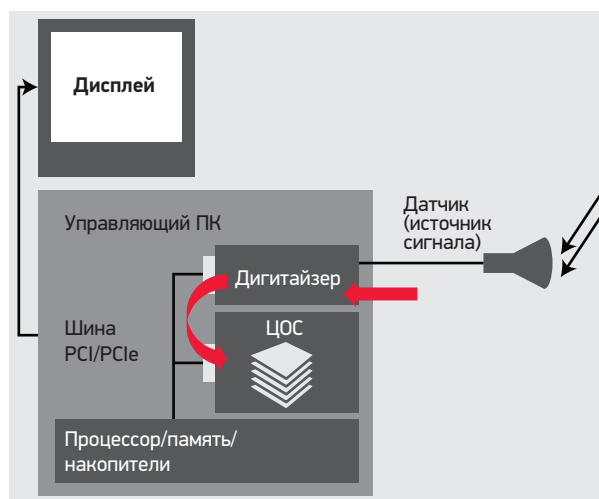


Рисунок 5. Плата ЦОС может повысить производительность непрерывного сбора данных путем уменьшения объёма данных, передаваемых в управляющий ПК.

Такой метод имеет одну существенную сложность. Дигитайзер, плата ЦОС и центральный процессор ПК должны быть способны совместно использовать данные через канал прямого доступа к памяти (DMA). Без поддержки DMA общая производительность системы будет недостаточной для эффективного захвата данных. Даже при поддержке DMA скорость шины или объединительной платы является дополнительным фактором, ограничивающим максимальный уровень производительности (как и в конфигурациях 1 и 3).

Подробнее о методах уменьшения объёма и буферизации данных можно прочесть на страницах 7-9.

Выявление и обход наиболее распространённых узких мест

Недостатки четырех рекомендованных выше конфигураций сводятся к оценке трёх постоянных параметров: объём данных, производительность системы и скоростные характеристики объединительной платы. На решение этих проблем могут быть направлены три технических приёма: применение методов уменьшения объёма данных, использование буферов данных и выбор наиболее подходящей для данного применения шины данных.

Методы уменьшения объёма данных

Если объём необработанных данных является слишком большим для имеющейся в наличии системы, можно предварительно обработать эти данные, прежде чем передавать их в накопитель информации. Для этого можно использовать либо плату цифровой обработки сигнала (ЦОС), устанавливаемую на объединительной плате (конфигурация 4), либо программируемую логическую интегральную схему (ПЛИС), встроенную в дигитайзер, что имеет место во многих дигитайзерах Keysight Acqiris.

Уменьшение объёма данных – это обширная тема, которая включает в себя такие методы, как стробирование, обнаружение пика, цифровое преобразование с понижением частоты, усреднение и быстрое преобразование Фурье (БПФ). Стробирование и обнаружение пика уменьшают объём данных путём выбора точек, удовлетворяющих определённому критерию. Как следует из названия, обнаружение пика пропускает только те точки, которые либо превышают установленный пользователем порог, либо удовлетворяют алгоритму локализации пика на основе гистерезиса. Цифровое преобразование с понижением частоты уменьшает необходимую ширину полосы передачи путём применения техники децимации, что позволяет разделить сигналы промежуточной частоты (ПЧ) на их комплексные компоненты в модуляционной полосе. Усреднение и БПФ уменьшают объём данных с помощью вычислений. Это даёт промежуточный результат, который может быть в дальнейшем обработан и проанализирован для получения желаемого конечного результата.

В контексте непрерывного сбора данных наиболее подходящим методом, возможно, является стробирование, — особенно если интересующие сигналы имеют вид чётко определённых пакетов. Как говорит само название, измерительная система начинает сбор данных (то есть, открывает селектор) только тогда, когда выполняются определённые условия, такие как уровень запуска и направление перепада. В модульном дигитайзере компании Keysight селектор остаётся открытым либо в течение заданного времени, либо пока не будет достигнут установленный пользователем порог срабатывания. Система будет захватывать блоки данных конечной длины, пока не будет выполнено дополнительное условие (например, число блоков, интервал времени). Данные от связанных последовательностей стробированных измерений могут быть обработаны по алгоритмам усреднения, обнаружения пика, БПФ и другим для получения требуемого конечного результата. Этот метод особенно полезен в конфигурациях 1, 3 и 4. Он менее применим к конфигурации 2, в которой особое значение придаётся быстрдействию, и которая обычно используется там, где требуется сбор необработанных данных.

Дигитайзер сигналов ПЧ в стандарте PXIe M9202A

Модуль M9202A — одногнездовой, высотой 3U, аналогового сигнала до 1 ГГц. Модуль M9202A использует ПЛИС Xilinx Virtex-6, с помощью которой можно реализовывать различные микропрограммные опции. Опция DDC, в дополнение к основным возможностям дигитайзера, реализует алгоритм цифрового преобразования с понижением частоты (DDC) в реальном времени в полосе от 300 до 700 МГц. Это позволяет улучшить аналоговые характеристики и сократить поток данных через шину PXIe на объединительной плате.



www.keysight.com/find/M9202A

Выявление и обход наиболее распространённых узких мест (продолжение)

Использование буферов данных

Буферизация — общепринятое решение в тех случаях, когда скорость потока данных достаточно высока и превышает возможности среды передачи и среды накопления данных. При сборе данных непрерывного пакетного сигнала самым эффективным подходом является буферизация внутри дигитайзера. Как результат, многие дигитайзеры компании Keysight поддерживают две технологии: непрерывная последовательная запись (SSR) и многобуферный сбор с одновременным выводом считываемых данных (SAR).

Непрерывную последовательную запись иногда называют режимом “пинг-понг”, поскольку при этом происходит автоматическое переключение потока данных между двумя банками памяти внутри дигитайзера. В дигитайзерах Keysight Acqiris U1082A или U1084A для выполнения этой операции может быть запрограммирована встроенная ПЛИС. В режиме “пинг-понг” сигнал (или последовательность сигналов) записывается в один банк памяти, в то время как данные другого банка считываются через шину в управляющий ПК при постоянно поддерживаемой высокой скорости выдачи сигналов запуска и передачи данных. Микропрограмма непрерывной последовательной записи (SSR) обеспечивает также режим стробирования данных для исключения нежелательных данных, уменьшения объёма данных (как описано выше) и дальнейшего увеличения скорости передачи данных (рисунок 6).

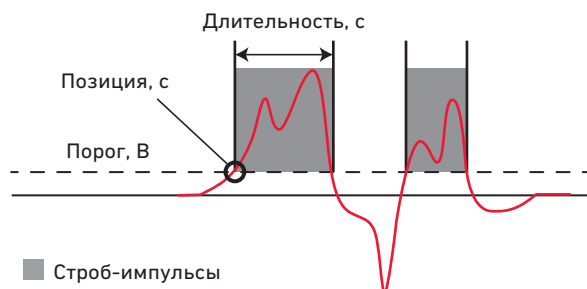
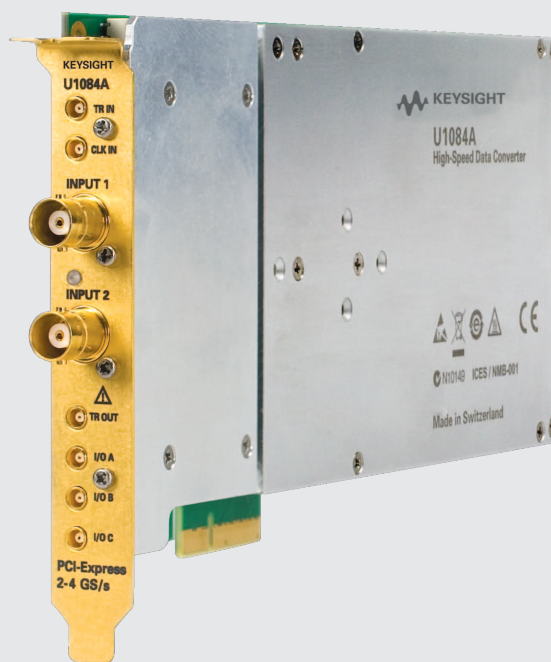


Рисунок 6. Установка порога стробирования данных повышает пропускную способность за счёт передачи только тех данных, которые представляют интерес.

Высокоскоростной дигитайзер с шиной PCIe и встроенной обработкой сигнала U1084A

Этот модуль с разрешением 8 бит по одному или двум каналам поставляется в нескольких вариантах: с полосой 1,5 ГГц при частотах дискретизации от 2 до 4 Гвыб/с и от 1 до 2 Гвыб/с, либо с полосой 500 МГц при частоте дискретизации от 0,5 до 1 Гвыб/с. Установленная на плате быстродействующая ПЛИС выполняет обработку данных в реальном времени. Микропрограммные опции, которые поддерживают высокоскоростное преобразование в цифровую форму, одновременный сбор и вывод данных, усреднение и обнаружение пика, могут быть легко загружены в ПЛИС под программным управлением. Комбинация двух любых микропрограммных опций может быть загружена одновременно. Затем возможно “горячее” переключение между этими двумя опциями.



www.keysight.com/find/U1084A

Выявление и обход наиболее распространённых узких мест (продолжение)

Использование буферов данных (продолжение)

При многобуферном сборе данных с одновременным выводом считываемых данных (SAR), данные накапливаются в стандартной памяти дигитайзера (объёмом, например, 256 Квыб), которая может быть разделена на сегменты. Данные, собранные в одном сегменте, считываются и выводятся через шину, в то время как другой сегмент заполняется новыми данными (рисунок 6). Это не только резко увеличивает пропускную способность передачи данных, но и обеспечивает увеличение максимальной частоты запуска для сбора без потери данных.

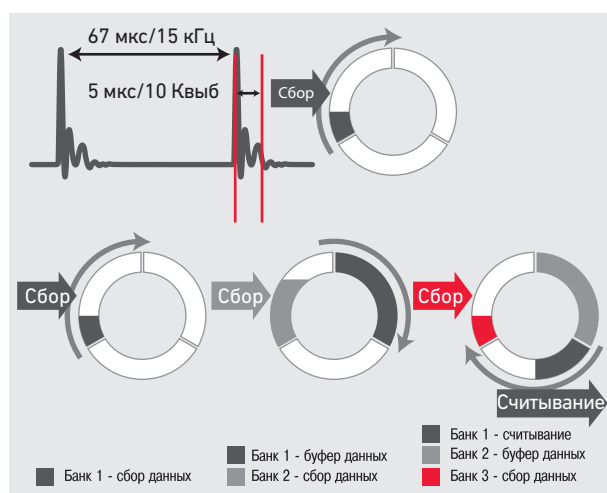


Рисунок 7. В этом примере дигитайзер работает с частотой дискретизации 2 Гвыб/с, и событие длительностью 5 мкс записывается в сегмент памяти объёмом 10 Квыб. Это событие имеет частоту повторения 15 кГц, и дигитайзер может собирать данные непрерывно, захватывая все события.

SAR подобен методу “первым вошёл — первым вышел” (FIFO). Разница только в том, что FIFO работает со своими индивидуальными выборками, а SAR — с буферизованными наборами выборок.

Высокоскоростной дигитайзер с шиной PCIe и встроенной обработкой сигнала U1084A

Этот модуль с разрешением 8 бит по одному или двум каналам поставляется в вариантах с полосами 1 ГГц или 500 МГц при частоте дискретизации от 1 до 2 Гвыб/с, и с полосой 150 МГц при частоте дискретизации от 0,5 до 1 Гвыб/с. Установленная на плате быстродействующая ПЛИС выполняет обработку данных в реальном времени. Микропрограммная опция поддерживает базирующуюся на SAR буферизацию данных.



www.keysight.com/find/U1071A

Выявление и обход наиболее распространённых узких мест (продолжение)

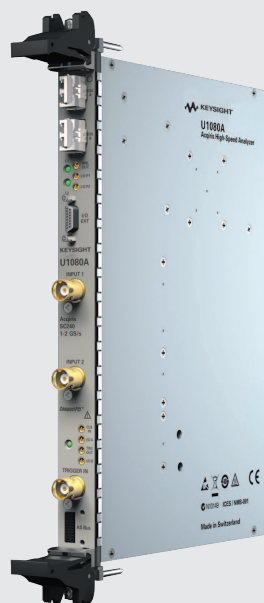
Выбор наиболее подходящей шины данных

В большинстве ответственных применений требуется комбинация большого числа каналов, широкой полосы частот пропускания, большой длительности записи и потенциально большой объём данных. В этих случаях решением может стать потоковый захват данных с прямой записью в дисковый накопитель через высокоскоростную объединительную плату или по оптическим линиям связи.

Дигитайзер Keysight Acqiris U1080A с шиной PCI имеет на передней панели соединитель оптической линии передачи данных, который может быть подключён к внешнему дисковому накопителю через оптическую линию связи. Когда используются эти оптические линии передачи данных, микропрограмма модуля U1080A обеспечивает потоковый режим записи всех собираемых данных без “мёртвого” времени и потери данных при скоростях передачи до 2 Гбайт/с, используя протокол Serial FDPD.

Высокоскоростной дигитайзер с шиной PCI и встроенной ПЛИС обработки данных U1080A

Этот модуль обеспечивает разрешение 8 бит по одному или двум каналам, полюсу частот 1 ГГц при частоте дискретизации от 1 до 2 Гвыб/с и по отдельному заказу поставляется с оптическими соединителями для поточной передачи данных. Встроенная быстродействующая ПЛИС реконфигурируется для синхронного анализа данных в реальном времени.

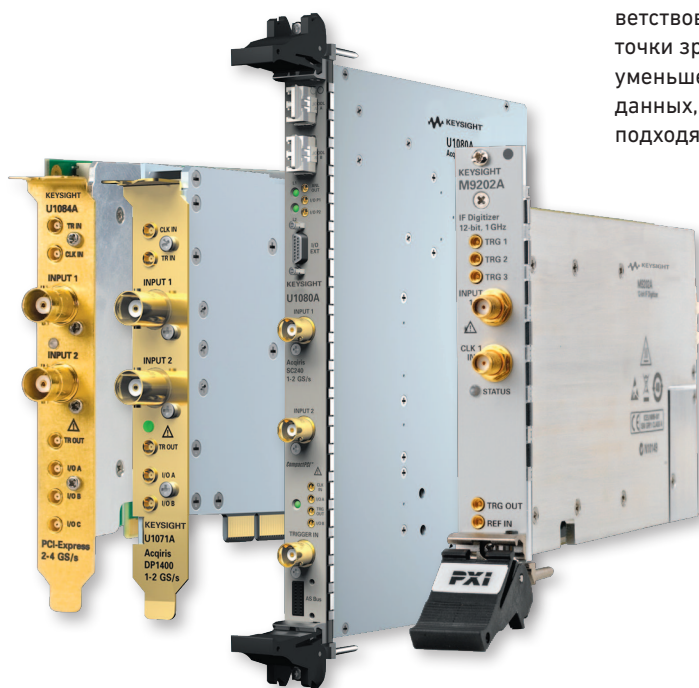


www.keysight.com/find/U1080A

Заключение

Описанные здесь конфигурации систем и средства преодоления “узких мест” могут помочь успешно выполнять непрерывный сбор данных непрерывных сигналов или сигналов с запуском, поступающих от одного или более дигитайзеров. Подробный анализ конкретной прикладной задачи, требований к ней и доступных технических средств могут указать путь к созданию хорошо проработанного и соответствующего поставленной задаче технического решения.

Альтернативный подход заключается в том, чтобы учесть максимальные требования по всем параметрам — числу сигналов, диапазону частот, частоте дискретизации, длительности записи и так далее — и использовать эти значения с запасом для будущих нужд. Следующим шагом должно быть создание конфигурации высокопроизводительной системы, которая может быть легко усовершенствована или расширена добавлением, например, более быстрых дигитайзеров или дисковых накопителей большого объема. В конечном счёте, даже такая система, возможно, не в полной мере будет соответствовать Вашим требованиям к измерениям. С этой точки зрения, упомянутые ранее технические приёмы — уменьшение объема данных, использование буферов данных, обход объединительной платы, выбор более подходящей шины — могут оказаться полезны.



www.keysight.com/find/digitizers

Соответствующая информация

Более подробная информация доступна на сайте компании Keysight по ссылке: www.keysight.com/find/digitizers. Несколько ключевых изделий, особенно подходящих для решений в приложениях, требующих непрерывной записи данных, указаны ниже.

- Keysight M9202A: 12-bit PXIe IF digitizers (Keysight M9202A: дигитайзеры сигналов ПЧ с разрешением 12 бит в формате PXIe). Номер публикации 5990-6302EN
<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5990-6302EN.pdf>
- Keysight U1071A: Acqiris 8-bit high-speed PCI digitizer (Keysight U1071A: высокоскоростной дигитайзер с разрешением 8 бит и шиной PCI). Номер публикации 5989-7100EN
<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5989-7100EN.pdf>
- Keysight U1080A: Acqiris 8-bit high-speed с PCI digitizer with on-board signal processing (высокоскоростной дигитайзер с разрешением 8 бит, шиной cPCI и встроенной обработкой сигнала). Номер публикации 5989-7122EN
<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5989-7122EN.pdf>
- Keysight U1082A: Acqiris 8-bit high-speed PCI digitizers with on-board signal processing (высокоскоростной дигитайзер с разрешением 8 бит, шиной PCI и встроенной обработкой сигнала). Номер публикации 5989-7124EN
<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5989-7124EN.pdf>
- Keysight U1084A: Acqiris 8-bit high-speed PCIe digitizer with on-board signal processing (высокоскоростной дигитайзер с разрешением 8 бит, шиной PCIe и встроенной обработкой сигнала). Номер публикации 5990-4316EN
<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5990-4316EN.pdf>
- Leverage the Genius Inside Wrap your OEM products around Keysight's high-speed digitizer technology (использование внутренних возможностей объедините OEM-изделия вокруг технологии высокоскоростных дигитайзеров компании Keysight). Номер публикации 5990-7626EN
<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5990-7626EN.pdf>

Ссылки на web-сайте компании Keysight

- www.keysight.com/find/m9202a
- www.keysight.com/find/u1071a
- www.keysight.com/find/u1080a
- www.keysight.com/find/u1082a
- www.keysight.com/find/u1084a

	myKeysight www.keysight.com/find/mykeysight Персонализированное представление наиболее важной для Вас информации.	Российское отделение Keysight Technologies
	www.axistandard.org AXIe представляет собой открытый стандарт, основанный на AdvancedTCA, с расширениями для контрольно-измерительных приложений. Компания Keysight входит в число основателей консорциума AXIe.	115054, Москва, Космодамианская наб., 52, стр. 3
	www.lxistandard.org LXI представляет собой сетевой интерфейс, пришедший на смену интерфейсу GPIB и обеспечивающий более быстрый и эффективный обмен данными. Компания Keysight входит в число основателей консорциума LXI.	Тел.: +7 (495) 7973954 8 800 500 9286 (Звонок по России бесплатный)
	http://www.pxisa.org PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) – это формат модульного высокопроизводительного вычислительного и контрольно-измерительного оборудования, предназначенного для работы в жестких производственных условиях.	Факс: +7 (495) 7973902 e-mail: tmo_russia@keysight.com www.keysight.ru
	Трехлетняя гарантия www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty Keysight обеспечивает высочайшее качество продукции и снижение общей стоимости владения. Единственный производитель контрольно-измерительного оборудования, который предлагает стандартную трехлетнюю гарантию на все свое оборудование.	Сервисный Центр Keysight Technologies в России 115054, Москва, Космодамианская наб., 52, стр. 3
	Планы Технической Поддержки Keysight www.keysight.com/find/AssurancePlans До пяти лет поддержки без непредвиденных расходов гарантируют, что ваше оборудование будет работать в соответствии с заявленной производителем спецификацией, а вы будете уверены в точности своих измерений.	Тел.: +7 (495) 7973930 Факс: +7 (495) 7973901 e-mail: tmo_russia@keysight.com (BP-09-23-14)
	www.keysight.com/quality Система управления качеством Keysight Electronic Measurement Group сертифицирована DEKRA по ISO 9001:2008 Торговые партнеры компании Keysight www.keysight.com/find/channelpartners Получите двойную выгоду: богатый опыт и широкий выбор продуктов Keysight в сочетании с удобствами, предлагаемыми торговыми партнерами.	

www.keysight.com/find/modular
www.keysight.com/find/digitizers