



Оливер Ровини, Артур Пини, Грег Тэйт

Современные дигитайзеры. Справочное пособие

Часть 2

Мы продолжаем публикацию справочного пособия по модульным дигитайзерам компании Spectrum. Перед вами его вторая часть, в которой рассмотрены режимы работы дигитайзера, характеристики и особенности построения внешних интерфейсов, а также приведены рекомендации по применению дигитайзера для захвата и обработки различных источников сигналов.

ДИГИТАЙЗЕР: ПРАВИЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВХОДНОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ

Модульные дигитайзеры и аналогичные измерительные приборы, такие как показанная на рис. 12 модель серии M4i от компании Spectrum Instrumentation, должны уметь обрабатывать широкий спектр характеристик аналогового сигнала при фиксированном входном диапазоне внутреннего аналого-цифрового преобразователя (АЦП).

Входные каскады дигитайзера должны минимизировать влияние на исследуемое устройство и при этом обеспечить надлежащее сопряжение с ним. Кроме того, для уменьшения воздействия широкополосного шума может потребоваться фильтрация входного сигнала. Все эти функции организуются соответствующими схемотехническими решениями, которые реализованы в цепях между входом дигитайзера и внутренним АЦП. Пользователи дигитайзера должны понимать определённые ограничения и компромиссы, на которые приходится идти для эффективного использования данных инструментов.

Блок-схема выбранного для примера модульного дигитайзера серии Spectrum M4i.44xx представлена на рис. 13. Каж-

дый входной канал имеет свой собственный тракт (выделен зелёным цветом), настраиваемый независимо от остальных. Более подробно на рисунке представлена структура одного канала, остальные реализованы аналогично. Входные цепи обеспечивают необходимое согласование с источником сигнала, выбор входного диапазона и фильтрацию, с некоторым ограничением полосы пропускания.

Функции входного интерфейса дигитайзера

Для достижения максимальной универсальности применения модульного дигитайзера необходимо, чтобы в его входных интерфейсных цепях были реализованы следующие функциональные возможности:

1. Выбор входной нагрузки для согласования комплексных сопротивлений (импедансов) и минимизации влияния на источники сигнала с высоким входным сопротивлением.
2. Выбор режимов согласования для сигналов переменного (AC) или постоянного (DC) тока.
3. Фильтрация сигнала для минимизации шума и уменьшения влияния гармонических составляющих при их наличии.
4. Множество входных диапазонов, дающих возможность измерения входных

сигналов в широком спектре амплитуд с одновременной минимизацией шума и искажений. Тем самым обеспечивается целостность обрабатываемого сигнала.

5. Внутренняя калибровка для повышения точности преобразования.

Согласование сопротивления входной цепи

Входное сопротивление измерительного прибора должно быть согласовано с выходным сопротивлением источника сигнала. Это значительно уменьшает возможные потери сигнала вследствие отражений.

Типовое значение входного сопротивления для большинства измерителей

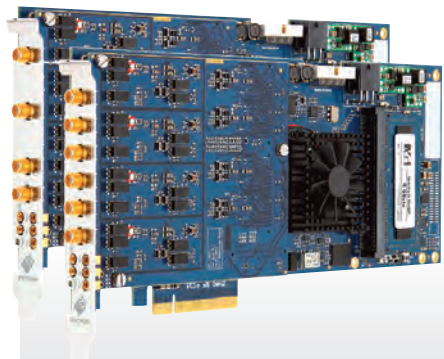


Рис. 12. Высокоскоростной дигитайзер Spectrum M4i.44xx, 2- и 4-канальные версии с разрешением 14 или 16 бит

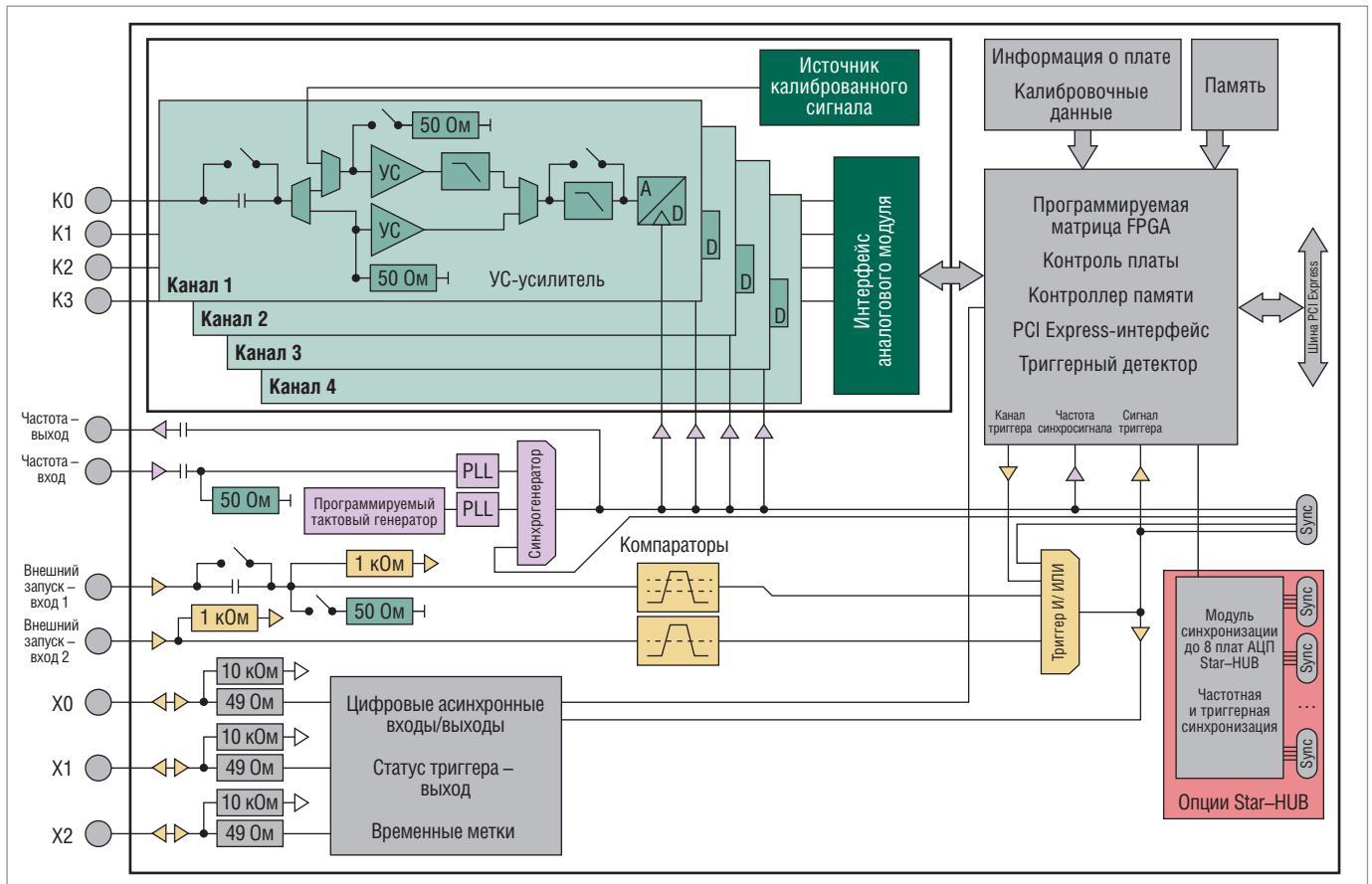


Рис. 13. Блок-схема модульного дигитайзера Spectrum M4i.44xx с шиной PCI Express и разрешением 14–16 бит. Входные каскады выделены зелёным цветом

радиочастоты (RF) составляет 50 Ом. При этом показателями качества сигнала являются значения возвратных потерь или коэффициент стоячей волны по напряжению (VSWR). Любой из этих показателей определяется степенью согласованности импедансов.

Если источник сигнала имеет высокий выходной импеданс, то он должным образом согласуется с входным сопротивлением дигитайзера 1 МОм и тем самым уменьшает нагрузку цепей схемы.

Сопротивление терминального окончания 1 МОм также позволяет использовать на входе высокоимпедансные осциллографические пробники, которые ещё больше увеличивают нагрузочное сопротивление.

Согласование сопротивлений с отдельными стандартными оконечными устройствами, например, 600 Ом для аудио, может быть реализовано в виде комбинации терминального окончания дигитайзера 1 МОм с дополнительным внешним сопротивлением 600 Ом.

Некоторые модульные дигитайзеры других производителей поддерживают терминальное окончание только 50 Ом. Как следствие, в инженерном проектировании при выборе входного импеданса необходим компромисс между удоб-

ством применения и сохранением целостности сигнала.

Если необходимо устройство с высоким входным сопротивлением или с двумя значениями – высокоомным и 50 Ом, нужно убедиться, что производитель преобразователя действительно обеспечивает эту возможность выбора необходимого входного терминального окончания для поддержания самого высокого уровня целостности обрабатываемого сигнала.

Входные цепи

Входные цепи в измерительном приборе предполагают возможность подключения внешних источников сигналов переменного (AC) или постоянного (DC) тока. Цепь DC передаёт весь сигнал, включая любое смещение уровня сигнала (ненулевые средние значения). Цепь AC устраняет любое среднее значение устойчивого состояния (смещения).

Цепь AC применяется, например, для измерений уровня пульсаций на выходе источника питания постоянного тока. Без AC-цепи выход постоянного тока DC потребует сильного ослабления сигнала, что усложнит точное измерение значения пульсации.

С AC-цепью, обладающей высокой входной чувствительностью, может быть получен значительно более точный результат измерения шумовых составляющих сигнала. Ключевой особенностью цепи AC является низкое граничное значение частотной характеристики, которое составляет менее –3 дБ. Это определяет, насколько сигнал низкой частоты будет ослаблен цепью AC.

С ней также связано время восстановления, являющееся интервалом, необходимым для изменения уровня входного сигнала после изменения текущего уровня его DC-составляющей. Обычно чем ниже частота среза, тем большей ёмкости требуется конденсатору во входном фильтре, и время установления сигнала увеличивается.

Некоторые модульные дигитайзеры предлагают только AC- или DC- входы без возможности выбора.

Это ещё один технический компромисс для уменьшения сложности прибора, потому что дигитайзеру с фиксированной связью не требуется работать с такими компонентами, как реле или переключатели. Однако приемлема ли фиксированная или необходима выбираемая связь, должно определять ваше приложение. Выбираемая связь предлагает больше гибкости в случае изменения требований пользовательского приложения к дигитайзеру.

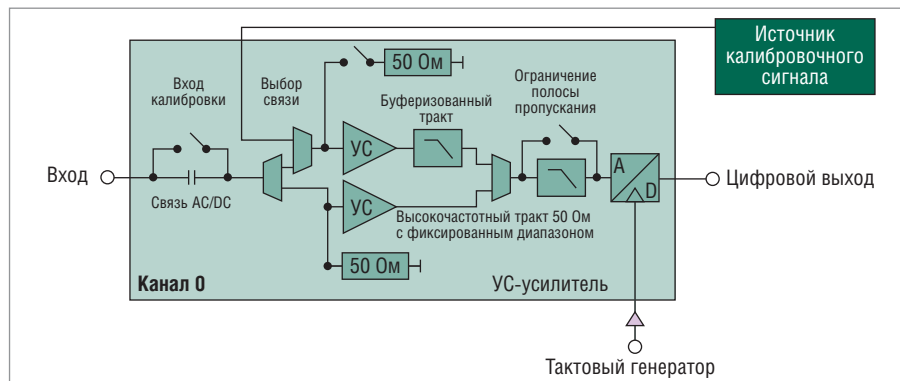


Рис. 14. Блок-схема модульного дигитайзера Spectrum M4i.44xx PCI Express с разрешением 14–16 бит

Диапазоны входного напряжения

Обычно АЦП дигитайзеров имеют фиксированный входной диапазон. Простейший интерфейс дигитайзера предполагает единственный вход с постоянным входным диапазоном, соответствующим диапазону АЦП. Несмотря на простоту, наличие одного входного диапазона не очень удобно и практично в измерительном приборе при большом разнообразии уровней изменяемых сигналов. Чтобы нормализовать колебания входного сигнала, привести его в соответствие входному диапазону АЦП, требуется применить внешний аттенюатор или, наоборот, усилитель. Аттенюатор — это простой делитель напряжения, как правило, резистивный, который уменьшает амплитуду входного сигнала. Если он изготовлен из хороших прецизионных компонентов, то обычно существенно не ухудшает качество и целостность исследуемого сигнала.

Одной из проблем применения аттенюатора в сигнальной цепи является то, что при этом амплитуда внутренних шумов самого инструмента измерения масштабируется в соответствии с коэффициентом ослабления полезного сигнала. Так, если у вас есть дигитайзер с собственным среднеквадратическим уровнем шума 58 мкВ и вы используете аттенюатор 10:1, то получаете значение уровня шума, приведённое к входному сигналу 580 мкВ. Уровень шума — это относительный процент ослабленного аттенюатором полного спектра сигнала.

Усилители — другая история. Даже разработанные должным образом, они обычно добавляют шум в сигнальный тракт. Правда, это несколько компенсируется тем, что собственный шум цифровых преобразователей становится меньше относительно усиленного входного сигнала. Усилители также могут вносить искажения в форму сигнала. Другое ограничение усилителей — это

зависимость коэффициента усиления (gain–bandwidth, GBW) от частоты сигнала. При повышении коэффициента усиления пропускная способность усилителя пропорционально уменьшается. Особенно это заметно в высокочувствительных диапазонах вблизи границ полосы пропускания.

Выбор диапазона входного напряжения является важнейшим моментом в проектировании модульного дигитайзера, так как имеет большое значение для сохранения целостности сигнала. Одновременно это даёт большую гибкость пользователю для оптимального выбора входного диапазона дигитайзера в соответствии с амплитудой сигнала. Для достижения данного компромисса производители используют разнообразные подходы. Они варьируются от предложения применения одного-единственного фиксированного входного диапазона, что перекладывает часть работы на плечи пользователя, который должен сам побеспокоиться о корректном усилении — нормализации сигнала, до предложения организации нескольких входных сигнальных путей (трактов).

Решение с несколькими входными путями в сочетании с буферизованным сигнальным трактом является универсальным для входных диапазонов и терминальных окончаний на высокочастотном тракте (ВЧ) 50 Ом, который обеспечивает высочайшую пропускную способность и наилучшую целостность сигнала в сочетании с минимальным ко-

личеством входных диапазонов и постоянным входным сопротивлением 50 Ом.

На рис. 14 показана архитектура модульного дигитайзера Spectrum M4i.44xx, который включает в себя двойной входной тракт. Путь ВЧ оптимизирован для обеспечения наибольшей полосы пропускания с наилучшей точностью сигнала. Буферизованный путь обеспечивает необходимую универсальность и гибкость и предлагает более широкий спектр диапазонов входного напряжения. Пользователи сами могут выбрать необходимый входной путь, соответствующий измерительным требованиям.

В табл. 3 приводятся сравнительные характеристики для каждого сигнального пути в модели M4i.445x, версии 14 бит, 500 Мсэмпл/с. На рис. 15 показано сравнение канала ВЧ и буферизованного канала в 256 точках отсчётов в диапазоне дигитайзера 500 мВ. Здесь мы видим пошаговую картинку по каждому тракту. Обратите внимание на то, что последовательные точки отсчёта были выбраны для каждого пути без наложения друг на друга и на то, что полный размах (peak-to-peak) напряжения шума по буферизованному пути выше, чем по ВЧ-тракту.

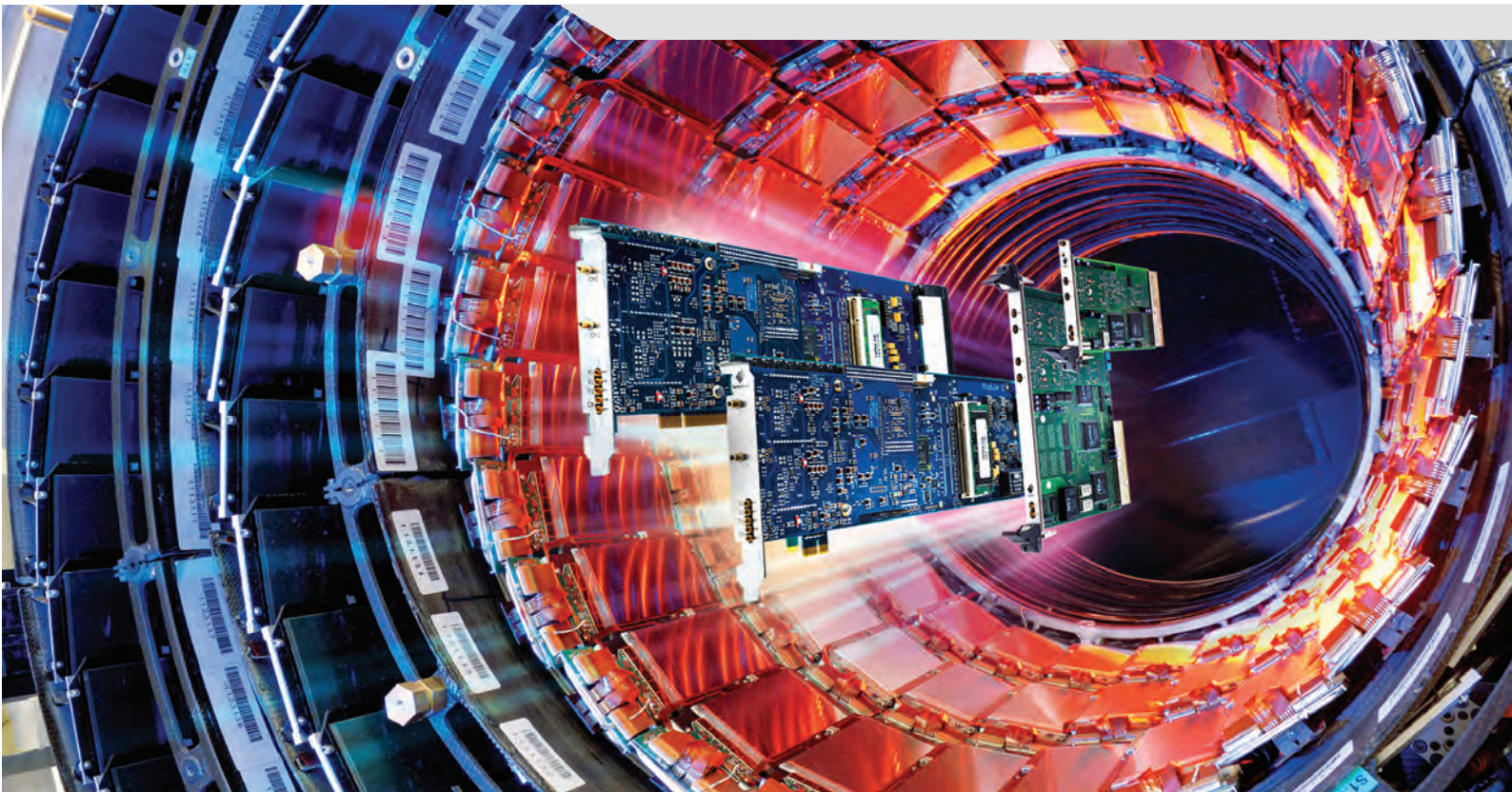
Схемотехнический дизайн ВЧ-тракта оптимизирован для минимизации шума и, несмотря на то что имеет вдвое большую пропускную способность, чем буферизованный тракт, он обеспечивает намного меньший уровень шума. Ценой этого является сокращение количества доступных входных диапазонов и необходимость использования 50-омных терминальных согласований.

Обратите внимание, что если вы выбираете модульный преобразователь, который предлагает только эквивалент буферизованного тракта, то получаете сигнал с более высоким уровнем шума. Если посмотреть гистограммы волны одной и той же формы, показанные на рис. 16, мы видим, что разброс относительно среднего значения для ВЧ-тракта меньше, чем для буферизованного пути. Это

Сравнение характеристик высокочастотного и буферизованного трактов 14-битового дигитайзера серии M4i.445x

Таблица 3

Характеристика	Высокочастотный тракт	Буферизованный тракт
Сопротивление аналогового входа	50 Ом	1 МОм и 25 пФ, или 50 Ом
Диапазон входных напряжений	±500 мВ, ±1 В, ±2 В, ±5 В	±200 мВ, ±500 мВ, ±1 В, ±2 В, ±5 В, ±10 В
Входная связь	AC/DC	AC/DC
Максимальная полоса пропускания	250 МГц	125 МГц
Среднеквадратический уровень шума (без сигнала) на ±500 мВ	< 58 мкВ	< 70 мкВ



Для широкого спектра решений по сбору данных и генерации сигналов

PCI/PCI-X и PCI Express

- Свыше 200 моделей плат
- До 16 синхронных каналов
- Разрешение от 8 до 16 бит
- Частота опроса до 1 ГГц
- Встроенная память до 4 Гбайт
- Тактирование и многомодульная синхронизация

6U CompactPCI

- Около 80 вариантов модулей
- До 16 каналов
- Разрешение до 16 бит
- Частота опроса до 500 МГц

3U PXI

- Более 45 моделей
- Соответствие стандарту PXI
- Межмодульная синхронизация
- Тактирование 10 МГц
- Память до 512 Мбайт

Программное обеспечение



- Собственное ПО SBench 6
- Поддержка ОС Windows, Linux
- Разработка систем сбора и записи данных по ТЗ заказчика
- Индивидуальное консультирование по выбору оборудования для конкретных применений

LXI-системы сбора сигналов



- Более 60 моделей
- Соответствие стандарту LXI
- Число каналов 2-48
- Частота опроса до 500 МГц
- Разрешение от 8 до 16 бит
- Полоса частот от 100 кГц до 250 МГц



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ SPECTRUM

МОСКВА	Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ	Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
АЛМА-АТА	Тел.: (727) 329-5121; 320-1959 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com
ВОЛГОГРАД	Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ	Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
КАЗАНЬ	Тел.: (843) 203-6020 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru
КИЕВ	Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com
КРАСНОДАР	Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Н. НОВГОРОД	n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru
НОВОСИБИРСК	Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ОМСК	Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru
САМАРА	Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru
УФА	Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЧЕЛЯБИНСК	Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

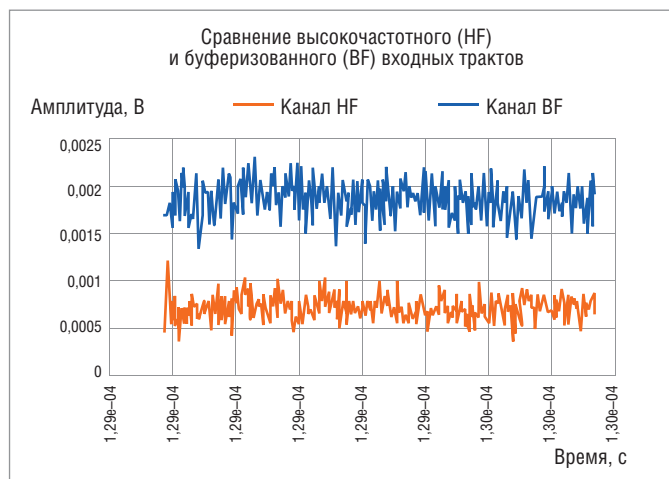


Рис. 15. Различие пропускной способности высокочастотного и буферизованного сигнальных трактов

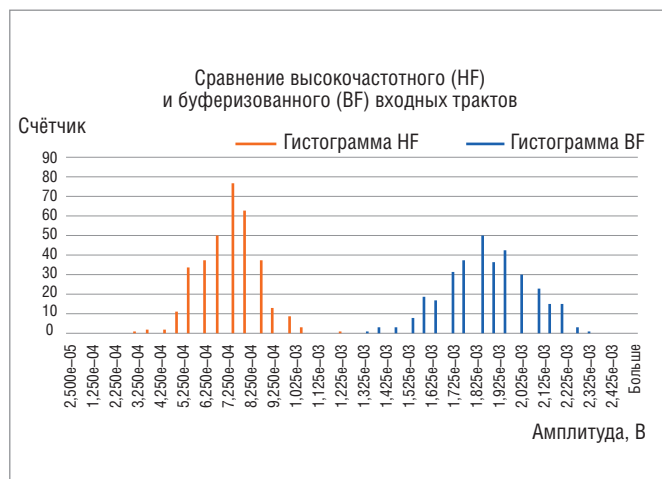


Рис. 16. Гистограмма значений данных для высокочастотного и буферизованного сигнальных трактов

означает, что ВЧ-тракт вносит меньше колебаний или шума. Мерой этого является стандартное отклонение. В рассматриваемом примере стандартное отклонение пути ВЧ составляет 0,125 мВ, в то время как для буферизованного — 0,183 мВ. Этим объясняется различие в уровне шума между показанными двумя сигнальными трактами (ВЧ и буферизованным) для одного и того же входного сигнала. Нужно отметить, что оба сигнала также содержат шумовые компоненты, как от источника сигнала, так и от самого дигитайзера.

Преимущества сохранения более высокой целостности сигнала ВЧ можно увидеть также в спектре частот синусоидальной волны, полученного дигитайзером при сравнении входного сигнала в обоих трактах.

На рис. 17 показаны сигналы, полученные в результате быстрого преобразования Фурье (FFT) через каждый входной путь. Курсорами отмечены пиковые значения спектра и самый высокий ложный пик. ВЧ-путь обеспечивает свободный динамический диапазон 80,9 дБ, а буферизованный — 60,7 дБ. Также обратите внимание на то, что в случае ВЧ-пути сигнала мы получаем меньший базовый уровень шума.

Независимо от того, какой сигнальный тракт вы выбираете для своего применения, есть некоторые общие правила, которые помогут обеспечить лучшую целостность обрабатываемого сигнала. Первое — необходимо использовать наиболее подходящий входной диапазон. Если сигнал имеет стабильную амплитуду, то выбирайте входной диапазон, при котором амплитуда сигнала будет составлять по крайней мере 90% от входного диапазона. Не перегружайте АЦП. Если вы превысите полную шкалу диапазона,

то результатом этого будут искажения или отсечка сигнала, которые приведут к появлению нежелательных гармоник и ухудшат целостность сигнала.

Фильтры, ограничивающие пропускную способность, если они используются в вашем дигитайзере, помогут уменьшить уровень шумов. Для ограничения полосы пропускания во входных цепях дигитайзеров Spectrum применяется подключаемый низкочастотный аналоговый фильтр 20 МГц. Если входной сигнал не содержит частот выше указанного значения, то путём ограничения шума выше 20 МГц с помощью фильтра можно значительно улучшить соотношение сигнал—шум в вашем приложении.

Встроенная калибровка

Все каналы модульного дигитайзера Spectrum перед отправкой заказчику проходят обязательную калибровку на производстве. Так как плата модульного дигитайзера применяется в составе пер-

сонального компьютера (ПК), где могут быть различные отклонения технических характеристик, например, температуры или значений питающих напряжений, драйвер для преобразователя обеспечивает программные возможности поддержки автоматического встроенного смещения, калибровки и усиления на всех входных диапазонах для буферизованных входов. Каждая карта модульного дигитайзера имеет в своём составе высокоточный встроенный калибровочный источник сигнала. Эта замечательная особенность гарантирует поддержание дигитайзера в полностью откалиброванном состоянии, независимо от изменений в характеристиках его окружения и собственного старения. Хорошей практикой является калибровка платы в начале работы после подачи питания и нормализации рабочей температуры. Обычно эта процедура производится через 10–15 минут после включения.

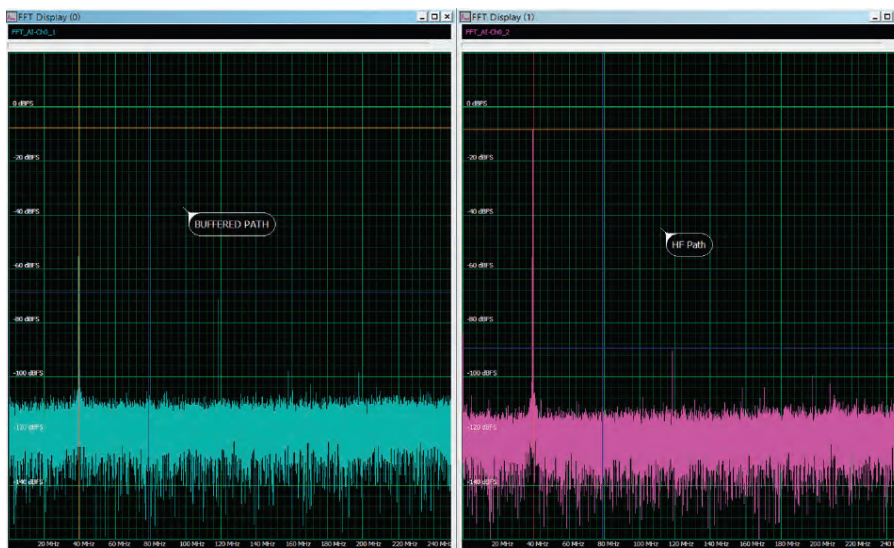


Рис. 17. Сравнение частотного спектра для буферизованного (слева) и высокочастотного (справа) трактов

COM Express ADLINK

ДОБАВЬ МОЩНОСТИ СВОИМ РЕШЕНИЯМ

COM 
Express



NEW



Express-SL/SLE

Модули COM Express™ тип 6 с процессорами 6-го поколения Intel® Core™, Xeon и Celeron (Skylake)

NEW



Express-BL

Модули COM Express™ тип 6 с процессорами 5-го поколения Intel® Core™ и Xeon™ (Broadwell)

NEW



Express-SL

Модули COM Express™ тип 6 Compact с процессорами Intel® Atom™ x5 E8000, Pentium™ N3710 и Celeron™ N3160/N3060/N3010 серии SoC (Braswell)

NEW



Express-HR

Модули COM Express™ тип 6 с процессорами 6-го поколения Intel® Core™ i7/i5/i3 и Celeron™ 3955U (Skylake)



cExpress-BT2

Модули COM Express™ тип 2 с процессорами Intel® Atom™ или Intel® Celeron™ SoC (Bay Trail)



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADLINK

МОСКВА Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
АЛМА-АТА Тел.: (727) 329-5121; 320-1959 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com
ВОЛГОГРАД Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
КАЗАНЬ Тел.: (843) 203-6020 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru
КИЕВ Тел.: +38 (044) 206-2343; 206-2478 • info@prosoft-ua.com • www.prosoft-ua.com
КРАСНОДАР Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Н. НОВГОРОД n.novgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru
НОВОСИБИРСК Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ОМСК Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru
САМАРА Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru
УФА Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЧЕЛЯБИНСК Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru

Заключение

Входные цепи модульного дигитайзера должны обеспечивать все необходимые возможности для получения точных и повторяемых измерений. Многочисленный выбор входных диапазонов, входные цепи для AC- и DC-сигналов, фильтрация и встроенная калибровка — все эти функции помогают обеспечить максимальную целостность сигнала и точность преобразования. Хорошо разработанный согласованный вход дигитайзера позволяет пользователю корректно нормализовать входной сигнал, максимально приводя его в соответствие диапазону преобразования АЦП и при этом исключая перегрузку. Только в данном случае дигитайзер может обеспечить наилучшую точность измерения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОБНИКОВ И ДАТЧИКОВ С МОДУЛЬНЫМИ ДИГИТАЙЗЕРАМИ

Входные пробники применяются для преобразования уровней входного сигнала, изменения импедансных уровней. Они также обеспечивают более удобные методы подключения. Преобразователи или датчики преобразуют физические величины в соответствующие им электрические сигналы. Далее приведены примеры для токовых датчиков, акселерометров и фотоумножителей. Все типы этих входных устройств поддерживаются дигитайзерами Spectrum. Следующий раздел статьи посвящён применению пробников и датчиков с дигитайзерами Spectrum.

Пробники

Большинство пассивных осциллографических пробников совместимо с входами вашего дигитайзера. Но обязательно необходимо знать, как пробники влияют на исследуемую схему и как необходимо масштабировать полученные данные с учётом применения пробника. Первая часть указаний по применению будет относиться к пробникам, их работе и к тому, как они влияют на результаты измерений.

Прямое соединение

Сначала рассмотрим, что произойдёт, если вы подключите вход дигитайзера с сопротивлением 1 МОм с помощью коаксиального кабеля к точке измерения, как показано на рис. 18.

Ёмкость входа дигитайзера порядка 35 пФ. При этом ёмкость коаксиального кабеля будет в диапазоне 10–30 пФ на фут. Это означает, что общая ёмкость всей схемы составит около 95 пФ.

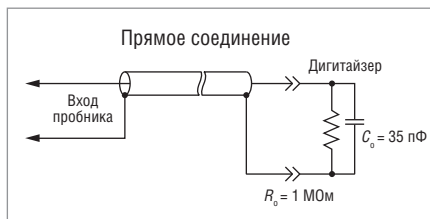


Рис. 18. Упрощённая схема прямого соединения с использованием коаксиального кабеля

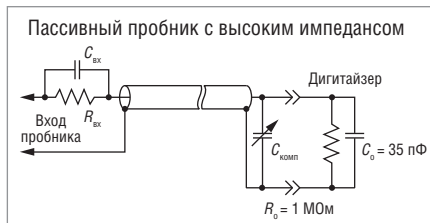


Рис. 19. Упрощённая схема высокоимпедансного пассивного пробника с коэффициентом деления 10:1

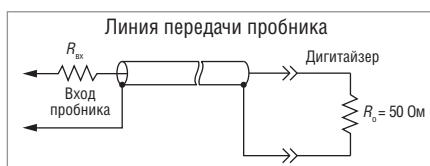


Рис. 20. Упрощённая схема линии передачи пробника, подключённого к аналоговому каналу дигитайзера с терминирующим сопротивлением 50 Ом

Рассчитаем реактивную ёмкость (X_C) для значения 95 пФ на частоте 10 МГц: $X_C = 1/(2\pi fC)$.

При частоте 10 МГц и 95 пФ общей ёмкости получаем величину ёмкостного сопротивления 168 Ом, которое может значительно ослабить величину измеряемого сигнала. Таким образом, при применении простого экранированного кабеля для подключения дигитайзера к устройству получаем неприятный эффект влияния на схему ёмкости кабеля.

Высокоомные пассивные пробники

Пассивный пробник с высоким входным импедансом использует ёмкостно-компенсированный делитель напряжения с коэффициентом деления амплитуды, обычно равным 10:1. Как показано на рис. 19, результат применения такого компенсирующего делителя — это входная ёмкость минимум 10 пФ и увеличение нагрузочного сопротивления пробника приблизительно в 10 раз.

Входную ёмкость можно ещё снизить, если увеличить коэффициент деления пробника, но это приведёт к уменьшению полезного сигнала на входе дигитайзера и создаст дополнительные трудности при измерении сигналов малых уровней. На практике коэффициент деления аттенюатора 10:1 обычно обеспечивает хоро-

ший компромисс между амплитудой сигнала и сопротивлением нагрузки.

Полоса пропускания этого типа пробников может быть до 500 МГц. Однако на высоких частотах даже такое достаточно небольшое значение ёмкости зонда может оказаться чрезмерным. На частоте 500 МГц ёмкость пробника 10 пФ представляет собой сопротивление приблизительно 32 Ом, которое сильно ослабит сигнал и будет влиять на измеряемую цепь во всех схемах, кроме самых низкоимпедансных. На низких частотах этих проблем меньше.

Пробник также ослабляет уровень входного напряжения в 10 раз, и это надо соответственно учитывать при анализе измеренных дигитайзером значений. В следующем разделе статьи мы обсудим эти моменты.

Линии передачи низкоёмкостных пробников

Измерения высокочастотных сигналов требуют применения пробников с очень низкой ёмкостью.

Входная ёмкость пробника может быть значительно снижена, если рассматривать коаксиальный кабель как часть линии передачи сигнала. Если вход дигитайзера имеет терминирующее сопротивление 50 Ом, то сопротивление пробника в конце кабеля тоже является постоянной величиной 50 Ом, независимо от частоты.

Этот очень низкий импеданс нагрузки может быть повышен с помощью делителя напряжения: подключённый последовательно резистор 450 Ом будет делить амплитуду в десять раз, и в результате получим относительно постоянное сопротивление нагрузки 500 Ом. Пробник линии передачи (Transmission Line Probe) с малой ёмкостью, показанный на рис. 20, использует линию передачи с терминированным окончанием.

Входная ёмкость линии передачи пробника, такой как рассматриваемая, довольно низкая, обычно составляет доли пФ. Ограничивающим фактором в применении этого пробника является его низкое входное сопротивление. Для пробника с коэффициентом деления 10:1 входное сопротивление составляет только 500 Ом и может достаточно сильно нагружать цепи. Подобные пробники находят применение в высокочастотных проектах, где схемы обычно работают на общее сопротивление 50 Ом, включающее в себя суммарный импеданс всех компонентов схемы, находящихся между источником входного сигнала и дигитайзером.

Активные пробники

Активный пробник использует компенсированный делитель напряжения на входе усилителя. Буферизованный выход усилителя работает на терминированный (согласованный по волновому сопротивлению) коаксиальный кабель, как это реализовано в низкоёмкостном пассивном пробнике. Эта схема позволяет изолировать пробник от ёмкостной нагрузки кабеля и входных цепей дигитайзера. Такие пробники обычно питаются от осциллографов и работают совместно с ними. Для их использования с дигитайзером необходимо обеспечить внешний источник питания и при необходимости контрольный интерфейс.

Выбор пассивного пробника

Высокоимпедансные пассивные пробники доступны в нескольких вариантах, отличающихся коэффициентом ослабления. Общеупотребительными являются значения коэффициента деления аттенюатора 10:1 и 100:1. Для работы с входом дигитайзера, терминированным 1 МОм, они обеспечивают входное сопротивление 10 МОм или 100 МОм соответственно. Дигитайзеры с разрешением от 14 до 16 бит хорошо согласуются с пробниками 100:1, так как имеют достаточный динамический диапазон для обработки небольших сигналов после их ослабления пробником.

Пробники должны соответствовать входной ёмкости дигитайзера. Для канала дигитайзера с входной ёмкостью 35 пФ необходимо выбрать пробник с достаточным для этого диапазоном компенсации ёмкости.

Большинство высокоимпедансных пробников имеют разъёмы типа BNC. Хорошо, если и дигитайзер имеет BNC-входы, но конструктивно для размещения разъёмов BNC необходимо много пространства, а передняя панель прибора часто очень мала. В этом случае вам может потребоваться дополнитель-

ный адаптер. Например, если в самом дигитайзере применяются соединители типа SMA, то для соединения с пробником будет необходим адаптер-переходник SMA в BNC.

Низкоёмкостные пассивные пробники работают на входную нагрузку дигитайзера 50 Ом. Поскольку эти пробники обычно поддерживают ширину полосы пропускания в диапазоне порядка гигагерц и более, то они обычно используют коннекторы SMA.

Датчики

Сенсоры, или датчики – это элементы, чувствительные к различным физическим воздействиям и преобразующие их в уровень напряжения, пропорциональный значению измеряемого свойства. Типичным примером является датчик тока. Он формирует выходной сигнал с величиной напряжения, пропорциональной измеряемому току. В табл. 4 представлены несколько типичных примеров датчиков, измеряемые ими физические величины, а также единицы измерения.

Интерфейс датчика

Для корректного применения сенсора или датчика с дигитайзером необходимо знать их параметры: выходной диапазон, выходное сопротивление, полосу пропускания и чувствительность. Выходной диапазон датчика должен быть в пределах диапазона входных напряжений дигитайзера, в противном случае для приведения его к соответствующим значениям диапазона дигитайзера потребуются аттенюаторы или усилители. Большинство датчиков разработано для работы с фиксированным импедансом. Дигитайзеры, как и другие измерительные приборы, как правило, имеют входное сопротивление 1 МОм или 50 МОм.

Большинство широкополосных датчиков согласуется с нагрузкой 50 Ом.

Таблица 4

Отдельные примеры распространённых сенсоров и датчиков

Тип сенсора/датчика	Измеряемое физическое свойство	Типичные единицы измерения
Токовый датчик (токовый пробник, шунт, трансформатор)	Ток	А
Акселерометр	Ускорение	г/с
Датчик усилия	Сила	Н или кгс
Датчик давления	Давление	Па или фунт/кв. фут (psi)
Микрофон	Уровень звукового давления	Па
Термометр (термопара, термистор или резистивный температурный детектор – RTD)	Температура	°С или F
Тахометр, оптический звукоцифратор	Скорость вращения	об/мин (RPM)
Оптический датчик (фотодиод, фототранзистор, фотоумножитель)	Освещённость	лк
Магнитное поле (датчик Холла)	Магнитная индукция	Тл
Детектор частиц (электронный умножитель, детектор радиации)	Уровень радиации	мкР/ч

Менее широкополосные датчики могут требовать 1 МОм нагрузки. Некоторые специализированные датчики могут быть предназначены для работы с другими импедансами нагрузок, например, 75 или 600 Ом. В этих случаях потребуется обеспечить дополнительное согласование сопротивлений, а также соответствующую корректировку чувствительности датчика.

Чтобы избежать уменьшения эффективной полосы пропускания всей системы датчик–дигитайзер, полоса пропускания дигитайзера должна быть значительно шире полосы пропускания датчика. Соотношение полос пропускания дигитайзера и датчика больше 7:1 даст ошибку при измерении амплитуды сигнала 1% или меньше.

Чувствительность – отношение изменения сигнала на выходе измерительного прибора к вызывающему его изменению измеряемой величины. Например, чувствительность акселерометра может быть определена как 10 мВ/г. Это означает, что для измеряемой физической величины в 1g (ускорение свободного падения) преобразователь выдаст сигнал 10 мВ. Представление о чувствительности датчика очень важно для калибровки показаний дигитайзера непосредственно в единицах измерения физических величин, отличных от электрической амплитуды.

Большинство преобразователей (датчиков) требуют применения отдельного источника питания, который работает как внешний по отношению к дигитайзеру.

Примеры применений пробников и датчиков

Пассивные зонды с изменяемым масштабом

Пассивные пробники с аттенюатором, коэффициент деления которых отличается от значения 1:1, также ослабляют уровни напряжения на входе дигитайзера. Вы можете компенсировать это ослабление масштабированием входного сигнала. Если для контроля, сбора и анализа сигнала вы используете программное обеспечение Spectrum SBench 6, то данную функцию можно легко реализовать в настройке аналогового канала, как показано на рис. 21.

Прежде всего дважды щёлкните мышью по значку канала, к которому подключён пробник в списке аналоговых входов в левой части экрана. Окно выбранного канала появится наверху списка, как показано на рисунке.

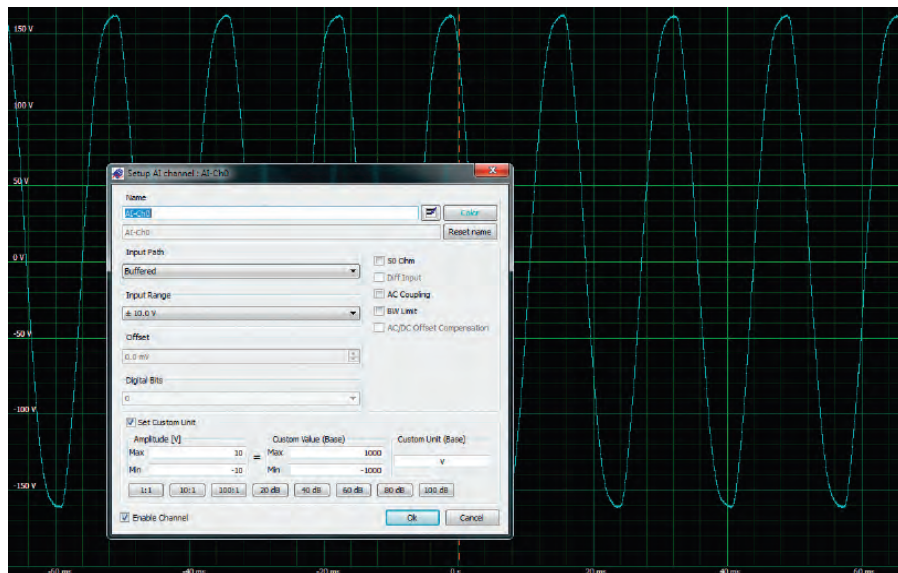


Рис. 21. Пример задания пользовательского масштаба данных, полученных от пробника на входе дигитайзера в Spectrum SBench 6, для корректного отображения данных от пробника с аттенуатором 100:1

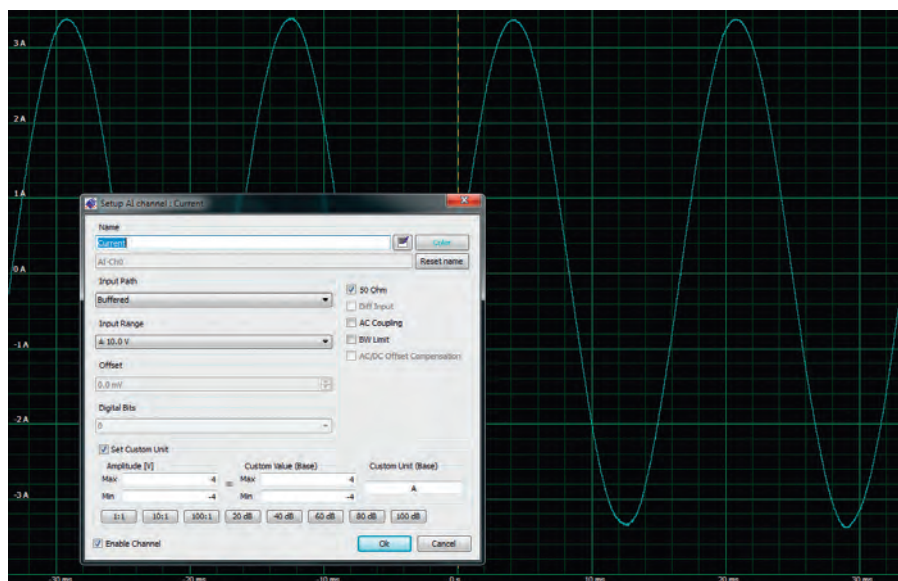


Рис. 22. Всплывающее окно настройки канала дигитайзера SBench 6. Настройка изменения масштаба выхода токового датчика для чтения полной шкалы ± 4 mA

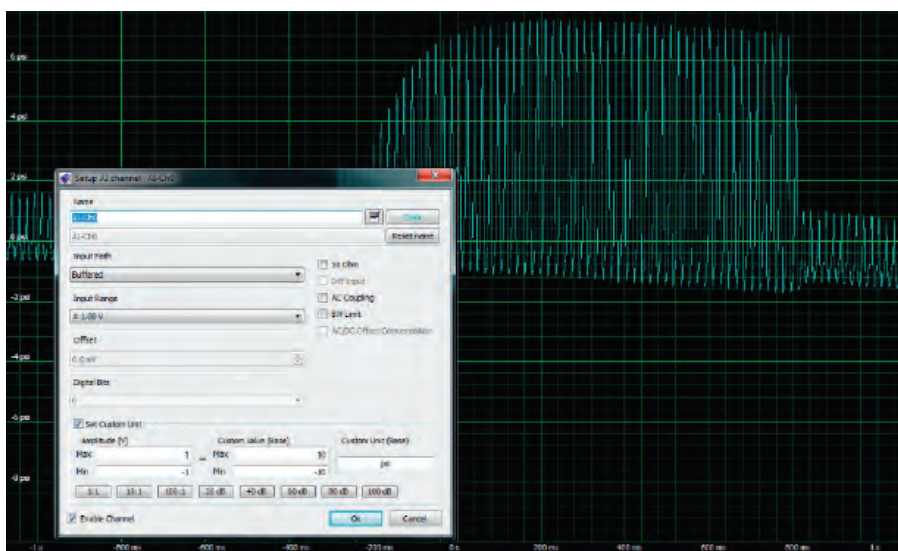


Рис. 23. Масштабирование в программе SBench 6 для чтения сигнала датчика давления в фунтах на квадратный дюйм

Далее нажмите на флажок Set Custom Unit (установить собственные единицы) и выберите необходимое затухание пробника (в примере выбран коэффициент 100:1). Обратите внимание на то, что значение максимальной амплитуды 10 В теперь отображается как 1000 В.

Если для контроля и управления дигитайзером вы применяете стороннее или пользовательское программное обеспечение, то должны будете сделать соответствующую корректировку вертикального масштабирования.

Применение токового пробника с дигитайзером

Автономные токовые зонды имеют свой собственный источник питания и возможность управления установкой текущего диапазона, а также смещения и размагничивания de-Gaussing (размагничивание датчика пробника). Большинство таких пробников работает с терминальным окончанием 50 Ом. Чувствительность в приведённом примере составляет 1 мВ на mA. Таким образом, полная шкала диапазона ± 200 мВ в дигитайзере будет представлена в значении токового диапазона ± 200 mA.

Дигитайзер Spectrum был настроен на применение с 50-омным терминальным окончанием и диапазоном полной шкалы ± 4 В. Так же, как было сделано в случае пассивного зонда в предыдущем примере, дважды щёлкните по выбранному каналу, к которому подключён токовый зонд, в соответствии со списком на левой стороне экрана. Окно выбранного канала появится наверху списка, как показано на рис. 22.

Далее нажмите на флажок Set Custom Unit в меню. Поле Amplitude [V] отобразит максимальные и минимальные значения для диапазона дигитайзера, в нашем случае это +4 и -4 В соответственно. Затем введите необходимый диапазон максимального и минимального тока в поле Custom Value, который составляет в этом примере +4 и -4. После этого задайте значение единицы измерения тока (A – в амперах) в поле Custom Unit. Шкала дигитайзера для выбранного канала будет читаться в амперах. Сетка позади поля Setup отражает вертикальную шкалу, откалиброванную в единицах тока.

Применение датчика давления с дигитайзером

Пьезоэлектрические преобразователи – это семейство устройств, основанных на эффекте генерации электрического напряжения в результате сжатия кристаллического или керамического элемента.

В акселерометрах масса какого-либо вещества воздействует на пьезоэлектрический элемент, а действующее на элемент усилие пропорционально ускорению. Тензодатчик измеряет силу, которая приложена непосредственно к элементу. Датчики давления используют диафрагму (мембрану), контактирующую с пьезоэлектрическим элементом, и приложенная сила пропорциональна давлению, действующему на диафрагму. Все эти преобразователи обычно требуют внешнего источника питания, и большинство из них работает с терминальным окончанием величиной 1 МОм. На рис. 23 показан дигитайзер, масштабированный для пьезоэлектрического измерительного преобразователя давления.

Чувствительность датчика давления составляет 100 мВ на psi (фунт на квадратный дюйм). Дважды нажмите на нужный канал в SBench 6 для его настройки. Проверьте установку Setup Custom Unit. Для чтения параметров измеряемого сигнала в единицах psi введите максимальный и минимальный пределы диапазона: соответственно +10 и -10, что определяет полную шкалу входного диапазона ± 1 В. Далее задайте опцию Custom Unit как psi. В итоге вертикальная шкала будет отображать измеренные величины в единицах psi. Если по вертикальной оси графика вместо отсчётов в psi-единицах требуется получить значения в Па, полный диапазон шкалы дигитайзера ± 1 В будет эквивалентен диапазону давления $\pm 68,947$ Па. Этот диапазон может быть задан в поле SBench 6 Custom Value вместе с требуемой пользовательской единицей измерения в Па.

Заключение

С соответствующим масштабированием осциллографические пробники и другие датчики могут использоваться с любым модульным дигитайзером, при этом данные могут быть считаны в нужных пользователю физических единицах.

РЕЖИМЫ СБОРА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В МОДУЛЬНОМ ДИГАЙЗЕРЕ

Модульные дигитайзеры Spectrum Instrumentation серии M4i предлагают реализацию большого количества разнообразных функций, от основной — многоканальный сбор первичной информации, до высокоскоростной передачи полученных данных в компьютер для дальнейшего анализа и обработки. Они имеют несколько режимов работы, оптимизирующих использование встроенной

памяти и уменьшающих мёртвые зоны между циклами сбора информации. Это особенно важно при работе с сигналами с коротким циклом готовности в приложениях эхолокации, включая радары, гидролокаторы, лазерные локаторы и ультразвуковые медицинские аппараты, и в приложениях сбора текущих данных, таких как времяпролётный спектрометр или других, на основе анализа событий типа воздействие—реакция.

Основные конфигурации сбора

Типовые модульные дигитайзеры, как правило, предлагают два режима работы. В стандартном режиме при сборе информации память используется в качестве кольцевого буфера, точно так же, как в осциллографе. Данные записываются в кольцевую память дигитайзера до наступления триггерного события. Значения записываются после запуска триггера. Результаты до и после срабатывания триггера заносятся в зарегистрированные данные. Этот режим применяется прежде всего со специализированным программным обеспечением дигитайзера, которое используется для просмотра, регистрации и последующей обработки захваченных сигналов в реальном времени, для проверки настроек дигитайзера и предварительной обработки данных.

Другой режим, FIFO (First-In-First-Out) — это потоковый режим, предназначенный для непрерывной передачи данных между дигитайзером и внешним хост-компьютером. Рассматриваемый в этой статье дигитайзер Spectrum M4i.4451-x8 функционирует на шине PCI Express x8 Gen 2 со скоростью обмена до 3,4 Гбайт/с. Управление потоком данных осуществляется автоматически драйвером, обрабатывающим аппаратные прерывания.

Основное различие между стандартным и FIFO-режимом заключается в том, что стандартный режим ограничивается применением только встроенной памяти. В режиме FIFO нет подобного ограничения, так как он предназначен для непрерывной передачи данных по шине в память компьютера или на жёсткий диск, и поэтому может работать гораздо дольше. Здесь полная установленная память используется в качестве буфера, обеспечивая надёжную потоковую передачу данных.

Множество режимов записи

Каждый из режимов, стандартный и FIFO, предлагает три разных метода записи, которые обеспечивают более эф-

фективное использование памяти в измерительных приложениях для сигналов с коротким рабочим циклом. Данные приложения имеют короткую продолжительность рабочих событий с полезной информацией, после которых следуют длительные интервалы покоя.

Методы сбора, оптимизированные для захвата этого типа сигнала, применяются в режимах многократной записи информации Multiple Recording (сегментами), Gated Mode (стробирование) и ABA (двойная метка времени). Все эти режимы сегментируют память и осуществляют многократный сбор данных в неё.

Режим двойной метки времени ABA уменьшает частоту дискретизации между пусками преобразования, тем самым экономит память и обеспечивает передачу собранных данных во время покоя между пусками.

Давайте посмотрим, как работают эти уникальные режимы сбора. На рис. 24 представлена работа дигитайзера в данных режимах.

Режим считывания Multiple (сегментированный) показан на рис. 24а, он позволяет записать несколько триггерных событий с чрезвычайно коротким временем перезапуска. Память сбора информации разделена на несколько отрезков равного размера. Один такой отрезок-сегмент заполняется для каждого события пуска. Между сегментами сбор данных не производится. Пользователь может сам запрограммировать необходимые интервалы до и после запуска преобразования в пределах сегмента. Количество полученных сегментов ограничено только объёмом используемой памяти и не ограничено при использовании режима FIFO. Значимые данные, связанные с многократными пусками преобразования, хранятся в памяти сбора в смежных сегментах. Данные, связанные с простым между событиями, не фиксируются.

Каждое событие имеет временную метку, таким образом, известно его точное временное местоположение. На рис. 24б показано графическое представление работы метки времени для режима записи Multiple Recording. Временные метки хранятся в отдельной памяти FIFO, находящейся на плате дигитайзера. Они при необходимости могут быть считаны как данные.

Выборка данных в режиме Gated (стробирование) показана на рис. 24в, здесь для разрешения и остановки процесса отбора данных используется сигнал стробирования (разрешения), кото-

рый может быть получен от другого канала или от входа внешнего запуска. Информация записывается в память, только когда разрешение активно. Как и в режиме Multiple, пользователь может программировать временные интервалы до и после пуска. В режиме Gated метки времени отмечают открытие и закрытие ворот преобразования, не включая интервалы до и после окончания запуска. Количество собранных сегментов данных лимитируется объёмом памяти сбора, а при использовании режима FIFO ограничивается только объёмом основной памяти сервера.

Режим АВА, представленный на рис. 24г, — это режим двойной метки времени, сочетающий быстрый сбор данных по триггерным событиям (интервал В на оси) с небольшой частотой выборки (интервал А на оси) между событиями. Режим АВА работает подобно медленному регистратору данных в комбинации с быстрым преобразователем-

дигитайзером. Точные позиции событий пуска и останова отмечены метками времени, как в режиме Multiple.

Режимы Multiple и Gated имеют следующие общие преимущества.

1. В режимах Multiple и Gated заметно уменьшено время перезапуска (время инициализации), или триггерное Dead Time. Время перезапуска в дигитайзере Spectrum M4i.44xx, представленное в примерах, составляет 40 выборок, плюс длительность для подготовки нового старта преобразования. На самой высокой частоте дискретизации длительность инициализации дигитайзера не более 80 нс. Модели Spectrum с более медленной частотой выборки, например, серии M2i, имеют ещё меньшее время подготовки повторного пуска, равное 4 выборкам. Небольшое значение среднего времени, необходимого для начала цикла захвата сигнала, означает, что вы минимизируете вероятность потери данных даже в высоко-

скоростных применениях. В табл. 5 приведено минимальное время инициализации для рассматриваемых дигитайзеров Spectrum.

2. Сегментация памяти сбора информации обеспечивает более эффективное её использование благодаря записи на полной частоте дискретизации только участков с активным сигналом.
3. Хранение результатов только значимых измерительных событий с исключением данных мёртвых зон обеспечивает минимизацию количества передаваемых данных и позволяет вести непрерывный сбор информации и обработку сегментированных сигналов.
4. Временная метка, полученная от каждого инициирующего события, позволяет определять разницу во времени между событиями. Когда событие представляет аномалию сигнала, временные метки дают информацию о частоте её возникновения.
5. Метки времени могут быть синхронизированы с внешним опорным сигналом, например, с радиочасами или синхрогенератором стандарта IRIG-B для получения событий с привязкой к всеобщему скоординированному времени (UTC).
6. Все сегменты могут быть просмотрены одновременно, и отдельные сегменты могут индивидуально масштабироваться для раскрытия мелких деталей в каждом измерении.

Режим АВА использует низкую частоту дискретизации для обработки сигнала между триггерными событиями (до и после моментов срабатывания), в то время как более высокая частота дискретизации применяется, чтобы показать сигнальные компоненты в окне самого триггерного события с большим временным разрешением.

Здесь память не используется так же эффективно, как в режимах Multiple или Gated, но зато этот режим предлагает возможность непрерывного просмотра событий, происходящих между срабатываниями, с использованием метки времени на медленных и быстрых данных, синхронизированной с разрешением на одну выборку.

Примеры применений

В первом примере, показанном на рис. 25, представлен режим сбора данных Multiple для акустического выхода ультразвукового дальномера. Это устройство излучает пакетные сигналы частотой 40 кГц и определяет интервалы времени до получения отражённого эхо-сиг-

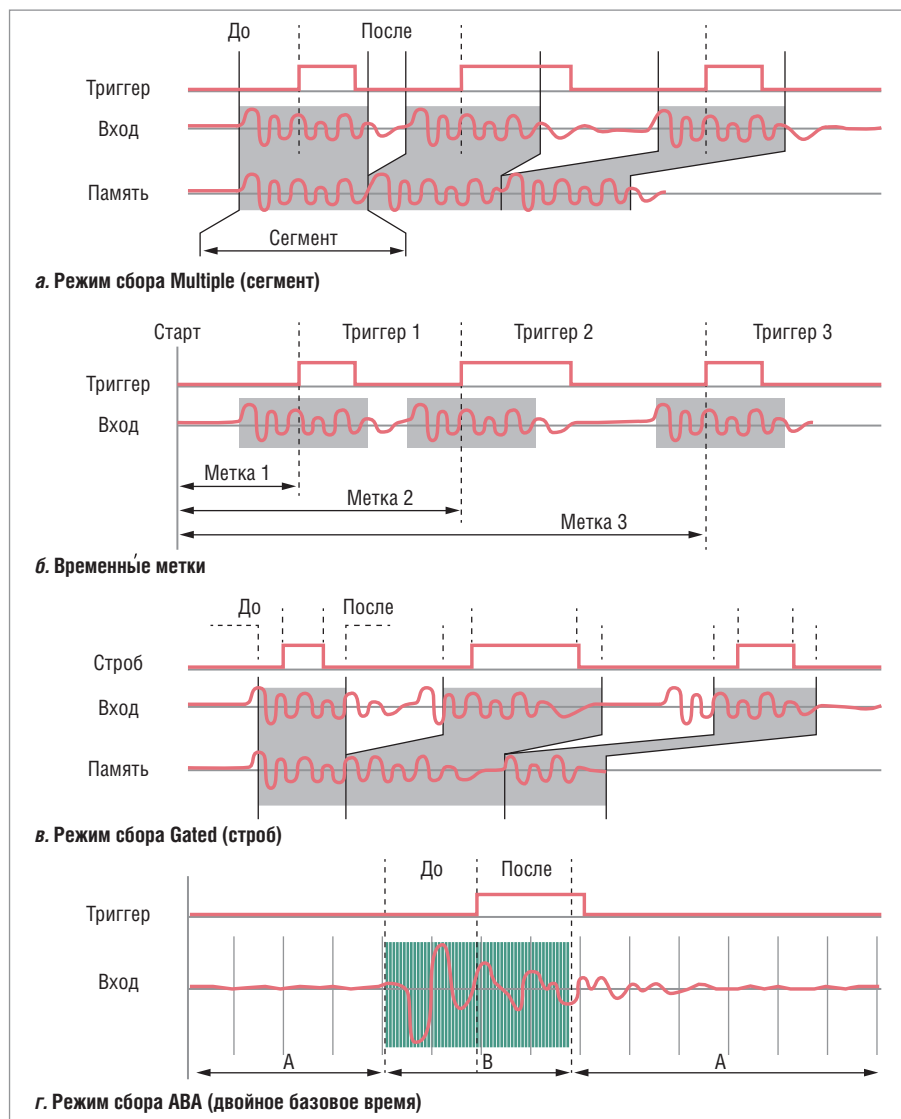


Рис. 24. Обобщённая иллюстрация режимов сбора Multiple, Gated, АВА и связанных с ними временных меток

Промышленные коммутаторы Advantech

Основа сети умного предприятия

-40...+75°C



Автоматическое построение топологии

Централизованное управление

Резервное копирование настроек и прошивки

Управление через Web-интерфейс

Автоматическое присвоение IP-адреса

Быстрый ввод в эксплуатацию

Простота настройки

Управляемые коммутаторы серии EKI-7710

- Высокая производительность: до 10 портов Gigabit Ethernet
- Кольцевое резервирование X-Ring Pro (время восстановления <20 мс)
- Полный набор функций II уровня OSI
- Модификации с PoE 802.2at 30 Вт/порт
- Устойчивость к ЭМИ, помехам, механическим воздействиям
- Широкий диапазон рабочих температур: -40...+75°C



EKI-7710G-2CPI
• 8×GbE + 2×SFP Combo
• 8×PoE 30 Вт/порт



EKI-5726FI
• 16×GbE + 2×SFP
• Мониторинг Modbus/TCP



EKI-3525
• Неуправляемый коммутатор
• 5×100Base-TX

ADVANTECH

Enabling an Intelligent Planet

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADVANTECH

PROSOFT® 25 ЛЕТ

МОСКВА Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Тел.: (343) 376-2820 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru



Таблица 5

Длительность времени инициализации дигитайзеров Spectrum

Плата	Частота дискретизации	Каналы	Разрешение	Количество выборок за минимальное время обработки	Минимальное время обработки
M4i.2230-x8	5 Гсэмпл/с	1	8 бит	320	64 нс
M4i.4451-x8	500 Гсэмпл/с	4	14 бит	40	80 нс
M4i.4411-x8	130 Мсэмпл/с	4	16 бит	40	300 нс
M2i.4932-expr	30 Мсэмпл/с	8	16 бит	4	132 нс
M2i.4642-expr	1 Мсэмпл/с	8	16 бит	4	4 мкс
M2i.4711-expr	100 ксэмпл/с	16	16 бит	4	40 мкс

нала. Пакеты излучаются группами по пять в течение 15 мкс, а ожидание эха происходит в паузе 450 мс между соседними пакетами.

Акустический сигнал принимается с помощью измерительного микрофона с полосой пропускания 100 кГц. Настройки параметров сбора показаны на рисунке слева. Каждый сектор состоит из периода в 32 ксэмпл, где 1 ксэмпл выделен для допусковой области и 31 ксэмпл на останов цикла и запись. Не отображаемая частота дискретизации составляет 7,8 Мсэмпл/с. Верхняя осциллограмма — это предварительный просмотр всего процесса сбора данных. На ней видны многочисленные пакеты и интервалы обработки. Центральная осциллограмма представлена в увеличенном масштабе и показывает одновременно пять сегментов. Начало каждого сегмента отмечено меткой времени. Нижняя осциллограмма — это масштабированное изображение первого пакета. Здесь вы видите его отдельные фрагменты. Программное обеспечение, отображающее эти данные, может показать все сегменты неразрывно, как они сохранены в памяти, но представление, включающее зафиксированные интервалы между ними, обычно более полезно.

Благодаря сохранению только сегментов, ассоциированных с триггерным событием, дигитайзер исключает более чем 3,5 Мсэмпл данных, представляющих собой запись времени ожидания — dead time.

Если данные между полученными сегментами имеют какое-либо значение, то режим АВА должен использоваться, как показано на рис. 26. В этом режиме информация записывается на двух различных частотах дискретизации. Режим АВА генерирует два канала данных для каждого входа. Основной канал данных, называемый В, содержит многократные записи входного сигнала с одним сегментом данных для каждого обнаруженного триггерного события. Сбор данных по каналу В выполняется с выбранной частотой дискретизации. Второй канал

сбора данных, называемый А, работает непрерывно на пониженной относительно В частоте выборки и обрабатывает более медленный продолжительный сигнал. Временная синхронизация между данными каналов А и В основана на временных метках. Результирующее отображение информации охватывает полное время работы канала с медленной тактовой частотой (канал А), в то время как на каждое триггерное событие генерируется сегмент В, выборка которого

происходит на более высокой скорости и предоставляет более подробную информацию об интересующей области.

Верхняя осциллограмма на рис. 26 отображает предварительный просмотр всего цикла сбора информации.

В центре представлено окно единственного сегмента данных, зарегистрированного на установленной частоте дискретизации (частота выборки канала В). Метка времени показывает время триггерного пуска. Осциллограмма в нижней части окна отображает непрерывные данные А, полученные при частоте дискретизации, равной одной шестнадцатой от значения частоты дискретизации канала В. Обратите внимание на то, что непрерывная запись показывает информацию между импульсами, которая была не очевидна на рис. 26, где использовался режим записи Multiple Recording.

Следующий пример демонстрирует режим сбора Gated (стробирование). В этом

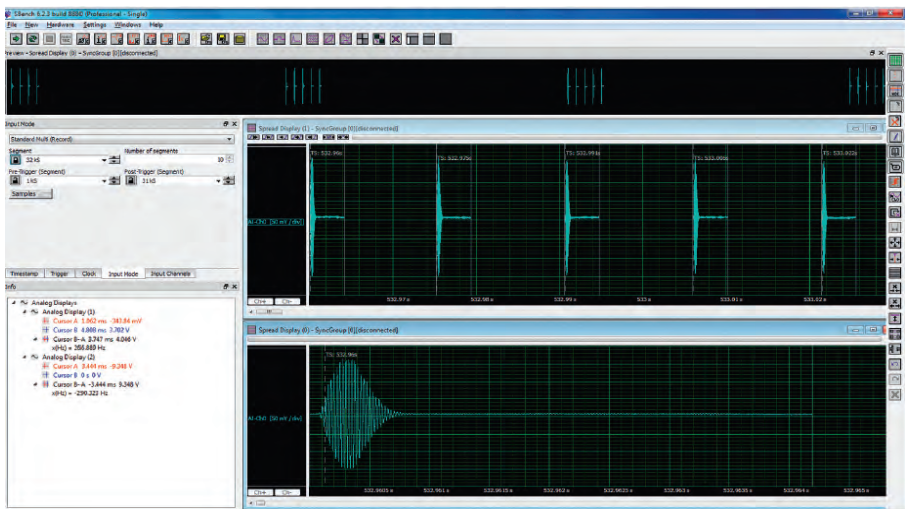


Рис. 25. Захват дигитайзером в режиме Multiple сигнала акустического выхода ультразвукового дальномера частотой 40 кГц

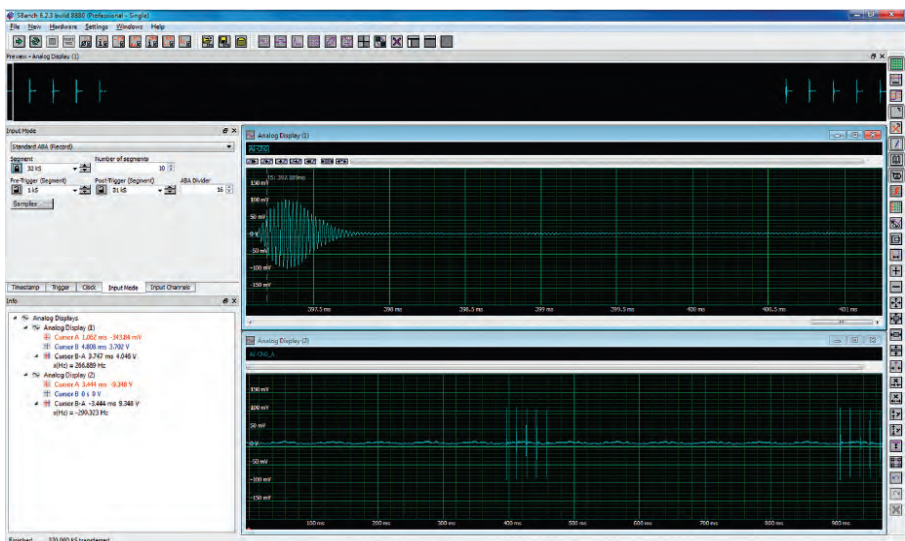


Рис. 26. Захват дигитайзером сигнала ультразвукового дальномера, аналогичного показанному на рис. 25, в режиме АВА с удвоенным базовым временем

режиме данные считываются под управлением внешнего сигнала запуска, который заменяет стандартный пусковой триггерный сигнал. Информация записывается, когда сигнал в окне соответствует предварительно установленным настройкам порога срабатывания. Поскольку ширина окна может неточно соответствовать продолжительности сигнала, то пользователь может добавить в настройках дополнительные области сбора до и после пуска. Количество сегментов-окон ограничено только объёмом доступной памяти для сбора информации и не ограничено при использовании режима FIFO. На рис. 27 приведён пример сбора информации в режиме Gated для анализа имитации лазерного сигнала. Отмечен сигнал строба, по которому лазер запускается. Стробирующий сигнал был применён ко второму каналу дигитайзера, и этот канал был настроен как триггерный источник пуска. Пороговый

триггерный уровень сигнала запуска установлен на значение 150 мВ. Конечная информация результатов сбора данных показана на экране и включает в себя отображение лазерного импульса и сигнала строба. Обратите внимание на то, что в область окна до и после 128 выборок добавлены дополнительные выборы.

Как и в предыдущих случаях, верхняя осциллограмма отображает режим предварительного просмотра. Показаны несколько запусков с частотой 10 Гц. Временные метки, в применении к режиму сбора Gated, связаны с краями (фронтом и срезом) окна запуска и останова сбора данных. Это видно в увеличенном масштабе изображения сегмента. Продолжительность сегмента равна сумме длительности окна сбора и 128 выборок до и после этого окна.

Использование режима сбора Gated позволяет произвести захват восемна-

дцати импульсов (с общей длительностью 1,8 с), при этом задействуется только 8000 сэмплов выделенной памяти.

Время перезапуска

Ни один из представленных примеров не требовал быстрого рестарта цикла преобразования. Режимы Multiple и Gated полностью контролируются аппаратными средствами. Для них характерно очень маленькое время между окончанием одного цикла и готовностью к новому преобразованию. Рассмотрим синусоидальный сигнал с периодом 88 нс, показанный на рис. 28. Он оцифрован в режиме Multiple Recording. Временные метки для всех десяти сегментов отображают изменения периодического синусоидального сигнала. Это означает, что ни один период сигнала длительностью 88 нс не был потерян. Следует помнить, что время перезапуска зависит от длительности периода дискретизации и времени задержки, необходимого для подготовки нового пуска. Частота обновления равна $1/88$ нс, или 11,36 МГц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение рассмотренных специальных режимов сбора информации Multiple Recording, Gated и АВА значительно уменьшает объём памяти, необходимый для захвата и анализа сигналов, отличающихся небольшим рабочим циклом. Поскольку обрабатываются лишь значимые события, повышается эффективность работы. Обычно это выражается в снижении времени, затрачиваемого на передачу данных и измерение. Интеллектуальные режимы сбора позволяют гарантировать, что наиболее важные события не будут пропущены. Короткое время готовности к триггерному событию и оптимизированная эффективность сбора информации позволяют захватывать сложные пакеты сигналов даже для очень быстрых процессов. Это делает модульные дигитайзеры предпочтительными инструментами для широкого спектра измерительных приложений в области эхолокации и исследованиях сигналов типа воздействие—реакция. ●

Продолжение статьи читайте в следующем номере журнала.

**Авторизованный перевод
Игоря Грузинского, сотрудника
фирмы ПРОСОФТ
Телефон: (495) 234-0636
E-mail: info@prosoft.ru**

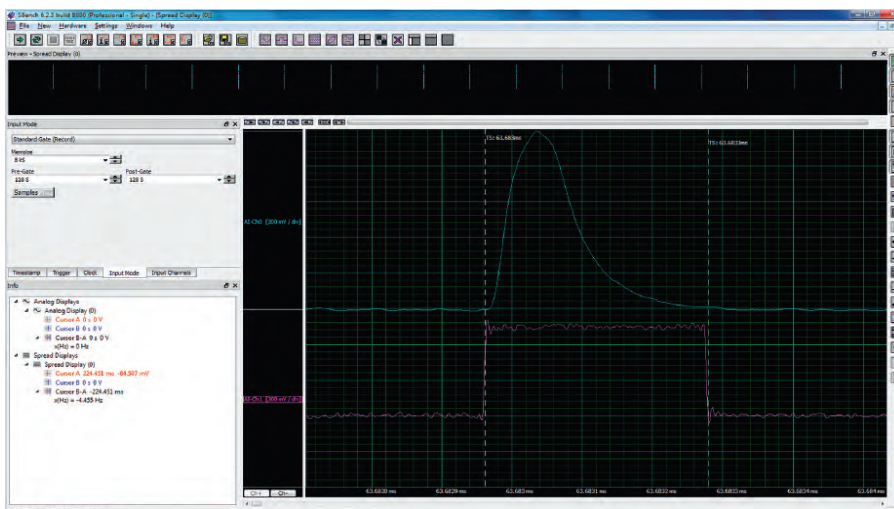


Рис. 27. Пример захвата в режиме Gate имитации лазерного импульса

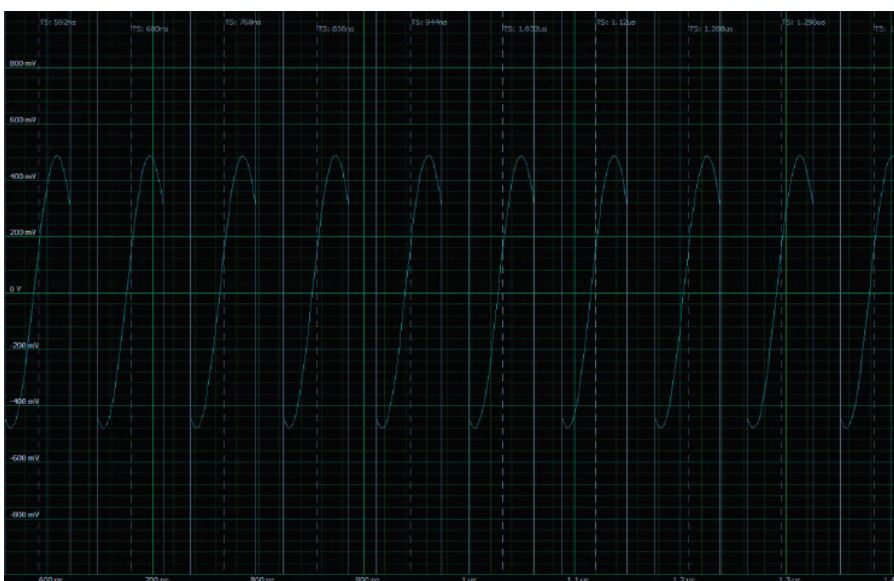


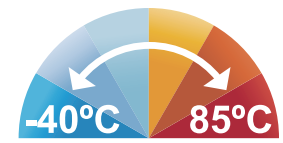
Рис. 28. Тест времени инициализации дигитайзера в режиме Multiple (показан при захвате каждого цикла синусоиды с периодом 88 нс)



Серия для экстремальных условий эксплуатации

Новые решения для широкого температурного диапазона

Серия IEI для экстремальных условий эксплуатации предназначена для работы при высоких или низких температурах, в условиях теплового удара, высокой влажности или запуска на морозе. Эта продукция в промышленном исполнении обеспечивает надёжную производительность и предлагает высочайший уровень отказоустойчивости системы, поскольку отказы часто приводят к высоким затратам. Устройства IEI серии для экстремальных условий эксплуатации выпускаются в разных форм-факторах с широким набором функций для удовлетворения требований конкретных приложений заказчиков.



Экстремальные условия эксплуатации



■ Горнодобывающая промышленность

В жёстких условиях применения в горнодобывающей промышленности очень нужна продукция для работы в широком диапазоне температур и влажности. Материнские платы IEI поддерживают работу в широком диапазоне температур и оснащены двумя независимыми дисплейными выходами.

■ Киоск

Киоски, как правило, находятся в суровых условиях воздействия жары и пыли, это системы, которые предоставляют клиентам информацию и возможности интерактивного взаимодействия. Продукция IEI имеет степень защиты IP, безвентиляторный дизайн, возможности работы в широком диапазоне температур, набор опций ввода/вывода для подключения нескольких дисплеев и обеспечения мониторинга в реальном времени 24/7.



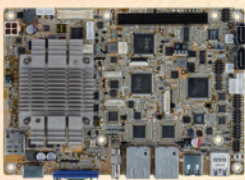
■ Энергетика

Промышленные рабочие станции для энергетики обычно работают в жёстких условиях на открытом месте и далеко от служб поддержки. Серия IEI для экстремальных условий эксплуатации имеет безвентиляторное охлаждение, позволяющее избежать перегрева, и обеспечивает эффективность и надёжность работы. Поддержка двух портов LAN и возможностей расширения также обеспечивает стабильное Интернет-соединение для системы удалённого мониторинга и управления.



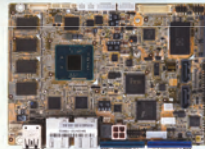


Материнские платы для широкого диапазона температур



NANO-BTW2

- Одноплатный компьютер формата EPIC с процессором 22 нм Intel® Atom™ или Celeron® (система на кристалле)
- Поддержка двух независимых дисплеев с LVDS, VGA и HDMI
- До 8 Гбайт памяти DDR3L SDRAM 1,35 В, 1333/1066 МГц
- Диапазон температур -40...+85°C



WAFER-BTW2

- Одноплатный компьютер 3,5" с процессором 22 нм Intel® Atom™ (система на кристалле)
- Поддержка двух независимых дисплеев
- 2/4 Гбайт памяти DDR3L 1066/1333 МГц на плате
- Диапазон температур -40...+85°C



iQ7-BTW2

- Контакты разъёма Qseven согласно Qseven Specification Revision 2.0
- Процессор 22 нм Intel® Atom™ (система на кристалле)
- 2 Гбайт памяти DDR3L 1066/1333 МГц (4 Гбайт опционально)
- Диапазон температур -40...+85°C



ICE-BT-T10W2

- Плата COM Express с процессором 22 нм Intel® Atom™ (система на кристалле)
- Контакты разъёма Type 10 согласно COM.0 R2.1
- 2 Гбайт памяти DDR3L 1066/1333 МГц
- Диапазон температур -40...+85°C

Встраиваемые системы для широкого диапазона температур



IVS-300

- Безвентиляторная система с процессором Intel® Skylake ULT/Baytrail
- 4 разъёма PoE стандарта IEEE802.3af
- 2 отсека для дисков 2,5" с возможностью «горячей» замены
- 2 порта RS-232, 1 изолированный RS-422/485
- Порты: 4×DVI/DO, 1×HDMI (запираемый), 1×VGA



TANK-610-BW

- Безвентиляторная система с процессором Intel® Celeron® N3160
- COM-порты: 6×RS-232 и 2×RS-232/422/485
- Поддержка двух независимых дисплеев VGA и HDMI
- Диски: msata и 1×2,5" SATA



IDS-300

- Безвентиляторная система с процессором Intel® Celeron® N3160
- 2 полноразмерных слота расширения PCIe Mini
- Порты: 4×USB 3.0, 3×HDMI, 2×GbE LAN



uIBX-250

- Безвентиляторная система с процессором Intel® Celeron® N3160
- Поддержка двух дисплеев
- Полноразмерный слот расширения PCIe Mini
- Порты: 2×RS-232/422/485, 4×USB 3.0, 2×GbE LAN

www.ieiworld.com



IEI Integration Corp.

No. 29, Zhongxing Rd., Xizhi Dist., New Taipei City 221, Taiwan
 TEL : +886-2-86916798 / +886-2-26902098 FAX : +886-2-66160028
 sales@ieiworld.com www.ieiworld.com

