

# ВИРТУАЛЬНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ GAGE ПРИХОДЯТ В РОССИЮ

Шумский И.А., к.т.н.

Основанная в 1987 году канадская компания Gage Applied, Inc. производит контрольно-измерительную технику на базе персонального компьютера (ПК) и программное обеспечение, широко используемые во всем мире в электронике, телекоммуникации, медицине, военной и аэрокосмической области, производстве и металлургии, научных исследованиях и образовании.

Gage был первой компанией, предложившей в 1995 году высокоскоростные компьютерные измерительные инструменты на базе PCI-шины. За последние 13 лет Gage стал мировым лидером на рынке измерительных систем на платформе ПК класса «high end», когда качество и возможности для потребителя важнее цены, а продукция с маркой Gage фактически стала промышленным стандартом. Инструменты Gage использовались при разработке американского многоразового космического корабля Space Shuttle. Клиентами Gage являются ведущие американские и международные корпорации, а также правительственные и научные организации: ВМС США, Национальное агентство по авионавигации и космическим исследованиям



Рис. 1. Плата CS82G

(NASA), компании Lockheed, Sony, Honeywell, IBM, Seagate, General Motors, Siemens и многие другие. Более 85% своей продукции Gage экспортирует за рубеж — в более чем 20 стран мира.

В 2000 году компания вошла в качестве самостоятельного подразделения в состав американской корпорации Tektronix, Inc. — одного из ведущих производителей контрольно-измерительной техники.

Российский рынок виртуальных инструментов — т.е. компьютерных плат и устройств, реализующих измерительные приборы на базе персонального компьютера — довольно молод и относительно не заполнен. Поэтому российским инженерам, разработчикам и ученым, вероятно, будет интересно познакомиться с продукцией одного из

ведущих мировых производителей виртуальных приборов.

В общем ассортименте контрольно-измерительной продукции Gage можно выделить 4 направления: программное обеспечение, инструменты, сверхбыстрые ЦАП/АЦП и заказные измерительные системы.



Рис. 2. Плата CS1602

Наибольший интерес в спектре продукции Gage вызывают платы АЦП, в которых Gage принадлежит пальма мирового первенства. Именно фирма Gage разработала одну из наиболее быстрых в мире плат АЦП — CompuScore 82G с полосой пропускания до 500 МГц.

Эта двухканальная 8-битовая полноразмерная PCI-плата характеризуется 2-мя монолитными АЦП со скоростью оцифровки входного сигнала до 1 миллиарда выборок в секунду. В одноканальном режиме АЦП могут работать в попеременном режиме, реализуя скорость оцифровки входного сигнала до 2 миллиардов выборок в секунду.

О техническом уровне изделия говорит технология 10-слойного печатного монтажа основной и выносной платы (конструктивно высокочастотный аналоговый тракт отделен от цифровой части и вынесен на отдельную навесную плату). Одновременно это позволило максимально разделить аналоговую и цифровую «землю», что способствует минимизации цифрового шума.

Плата снабжена аналоговыми компараторами, реализующими запуск, как по входному сигналу, так и по внешнему запускающему сигналу, а также от команды, поступающей от ПО.

Плата может поставляться со встроенной памятью от 2 до 8 Мбайт. Ее построение в виде циклического буфера позволяет реализовывать как «послезпись», так и «предзапись» относительно события запуска. Объем памяти может поровну разделяться между двумя каналами, а в одноканальном режиме полностью приходится на один канал. Входной импеданс выбирается программно: 1 МОм/25 пФ или 50 Ом. Кроме того, под заказ могут поставляться

платы с 50-омным входом внешней тактовой частоты (синусоидальный сигнал от 10 МГц до 1 ГГц).

Следует отметить, что 8 Мбайт встроенной памяти на плате АЦП — это далеко не предел. Так, плата CompuScore 8500 имеет объем установленной памяти до 2 Гбайт при полосе пропускания и скорости оцифровки до 250 МГц и 500 МГц соответственно.

После вхождения в состав корпорации Tektronix инженеры-разработчики компании Gage обрели «второе дыхание». На основе запатентованной фирмой Tektronix технологии FISO (Fast In Slow Out — быстрый вход, медленный выход) на базе приборов с зарядовой связью (ПЗС) разработана плата CompuScore 85G с впечатляющей скоростью оцифровки входного сигнала — до 5 млрд. выборок в секунду. В основе ее работы лежит три основных принципа:

- хранение сигнала в быстрой «аналоговой памяти» на основе ПЗС;
- воспроизведение сохраненного сигнала с медленной скоростью (порядка 1 МГц);
- использование медленных обычных 9-битных АЦП, преобразующих аналоговый сигнал в цифровой код, с дальнейшей коррекцией ошибок с потерей одного бита разрешения.

Реализация этой простой идеи потребовала десятилетий кропотливых исследований и усовершенствований.

Использование в плате 85G аналоговой памяти ограничивает ее объем

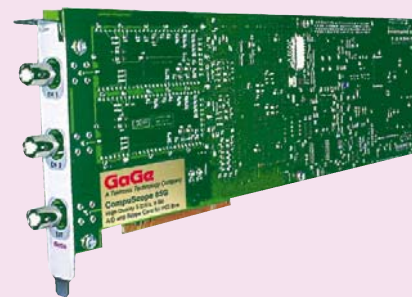


Рис. 3. Плата CS85G

количеством зарядовых ячеек в специализированной СБИС FISO: оно составляет «всего» 10 тысяч точек на каждый канал.

Работа с такой быстродействующей системой налагает довольно высокие требования на компьютер, к которому подключена эта плата. Так,

например, при длине записи более 500 точек ПК с конфигурацией PIII-600-256М обеспечит обновление экрана со скоростью 2 Гц.

Во всех платах CompuScore, за исключением 82G и 85G, доступна многократная запись данных в буфер. Этот режим позволяет плате осуществлять сбор данных по заданному условию запуска и последовательно заполнять стековую память на плате или отправлять данные в буферную память компьютера. По окончании формирования сегмента схема запуска в течение 16 тактов частоты оцифровки автоматически переходит в ждущее состояние для запуска по следующему событию синхронизации.

Всего в этом режиме возможно накопление в сегментах памяти до 65536 разовых записей (плата CS 8500). Программное обеспечение «GageScore» позволяет работать с каждым сегментом как с отдельной осциллограммой, этот режим также поддерживается драйверами. Данная функция полезна, например, для захвата последовательной серии быстрых событий, когда времени недостаточно, чтобы перегрузить данные в память ПК. Этот режим может также использоваться для оптимизации сбора и хранения данных, когда интересны только определенные части поступающего сигнала, и сбор данных в течение остального времени не нужен. Примеры этих ситуаций — исследование/регистрация радиолокационных импульсов, ультразвуковых колебаний, электрических разрядов, сигналы формирования изображения, физика частиц и пр.

Плата АЦП серии CS 1602 характеризуется двумя дифференциальными

входами, которые позволяют в полной мере использовать 16-битовое разрешение этой платы. Дифференциальная входная схема (коэффициент подавления общего сигнала — 80 дБ) автоматически исключает шум, обычно наводимый нулевым (земляным) контуром.

Реализация 16-битового разрешения обеспечивается уникальной архитектурой CS1602. Входной сигнал подвергается восьмикратному квантованию, а результирующие данные направляются в

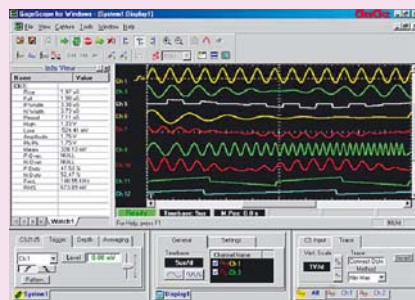


Рис. 4. Рабочее окно программы GageScore

прореживающий фильтр и схему коррекции ошибок, которая улучшает разрешение и динамический диапазон за счет исключения высокочастотного шума и обеспечивает младшие биты цифрового выхода.

Данная серия получила развитие в плате CS 1610, в которой при разрешении 16 бит достигнута скорость аналого-цифрового преобразования до 10 миллионов выборок в секунду на канал, объем буферной памяти — до 1 Гбайт.

Сводные параметры PCI-плат АЦП приведены в таблице 1.

Все приборы семейства CompuScore могут работать под управлением специа-

лизированного программного обеспечения «GageScore», которое дает возможность пользователю контролировать все параметры плат АЦП, а также просматривать и анализировать захваченные устройством данные, используя мощь персонального компьютера и программных пакетов Windows. Интерфейс GageScore предусматривает специальное информационное окно, в котором отображаются результаты автоматических измерений. Кроме того, возможна трансляция результатов в известные пакеты анализа данных, например, «MATLAB». Реализованный в GS режим улучшенного разрешения на базе технологии многократного квантования и встроенного модуля обработки сигнала позволяет повысить эффективное разрешение до 24 бит.

Динамическое отображение сигнала со скоростью обновления до 30 Гц, возможность отображения до 60 каналов, многооконный режим, регулируемая персистенция (инерция отображения) делают работу с GageScore удобной и эффективной.

Помимо стандартного пакета пользователю доступны мощные дополнительные модули, позволяющие более детально обрабатывать и анализировать данные измерений:

- модуль БПФ (быстрое преобразование Фурье) для исследования спектров сигналов (до 1 млн. точек);
- математический модуль, реализующий функции дифференцирования, интегрирования, автокорреляции и пр.;
- модуль автоматических измерений, позволяющий отображать десятки различных параметров входного сигнала: амплитуда, частота, время нарастания/спада, ширина импульса и т.д.;

Таблица 1

Параметры	CS85G	CS82G	CS1602	CS8500	CS12100	CS1250	CS14100	CS1450
Число входных каналов	2	2	2 дифф. 80дБ CMRR 60Hz	1	2	2	2	2
Макс. кол-во плат в ПК	—	8	16	8	8	8	8	8
Макс. число каналов в системе	—	16	32	8	16	16	16	16
Макс. частота дискретизации на 1 канале	5 Гвыб/с	2 Гвыб/с	2,5 Мвыб/с	500 Мвыб/с	100 Мвыб/с	50 Мвыб/с	100 Мвыб/с	50 Мвыб/с
Макс. частота дискретизации на 2 каналах	5 Гвыб/с	1 Гвыб/с	опция — до 10 Мвыб/с	—	50 Мвыб/с	25 Мвыб/с	50 Мвыб/с	25 Мвыб/с
Разрешение по вертикали	8 бит	8 бит	16 бит	8 бит	12 бит	12 бит	14 бит	14 бит
Полоса пропускания	500 МГц	500 МГц	4 МГц	250 МГц (при 50 Ом) 100 МГц (при 1 МОм)	50 МГц	25 МГц	50 МГц	25 МГц
Диапазоны входных напряжений	20 мВ...20 В	100 мВ...10 В	500 мВ...10 В	100 мВ...5 В	100 мВ...5 В	100 мВ...5 В	100 мВ...5 В	100 мВ...5 В
Входное сопротивление	1 МОм/15 пФ или 50 Ом	1 МОм/25 пФ или 50 Ом	1 МОм/35 пФ или 50 Ом	1 МОм/25 пФ или 50 Ом	1 МОм/25 пФ или 50 Ом	1 МОм/25 пФ или 50 Ом	1 МОм/40 пФ или 50 Ом	1 МОм/40 пФ или 50 Ом
Соотношение сигнал/шум	38 дБ	45 дБ	75 дБ	40,5 дБ	60 дБ	60 дБ	63 дБ	63 дБ
Эффективное разрешение, бит	6,02	7,18	12,16	7,01	9,67	9,67	9,67	9,67
Автокалибровка	нет	нет	да	нет	да	да	да	да
Глубина памяти, байт	2М, 4М, 8М	2М, 4М, 8М	1М, 4М, 8М, 64М, 256М, 512М, 1Г	2М, 8М, 16М, 128М, 512М, 1Г, 2Г	1М, 4М, 8М, 64М, 256М, 512М, 1Г	1М, 4М, 8М, 64М, 256М, 512М, 1Г	1М, 8М, 128М, 512М, 1Г	1М, 8М, 128М, 512М, 1Г
Предзапись	да	да	да	да	да	да	да	да
Многократная запись	нет	нет	да	да	да	да	да	да

• модуль усреднения дает возможность избавиться сигнал от случайного шума и ряд других.

Не менее интересны решения Gage в области плат ЦАП. Семейство CompuGen 1100 представляет из себя ISA-платы для ПК, реализующие функции генератора сигналов произвольной формы, параметры которых (включая коэффициент усиления, выходной фильтр и т.п.) задаются с помощью специализированного программного обеспечения. Форма сигнала может быть задана следующими способами:

- математическое выражение (формула);
- выбор из библиотеки ранее сохраненных сигналов на диске в виде файлов;
- выбор стандартной формы из библиотеки стандартных форм;
- использование в качестве образца сигнала, полученного с платы виртуального осциллографа CompuScore.

Прибор CompuGen 1100 способен генерировать аналоговые сигналы с максимальной скоростью цифро-аналогового преобразования до 80 млн. точек в секунду с 12-битовым разрешением по вертикали.

Одна из наиболее сильных сторон плат ЦАП семейства CompuGen, делающей ее одной из самых мощных карт ЦАП для ПК в мире, является наличие быстросрабатывающей буферной памяти большого объема, позволяющей хранить до 16 миллионов точек. Другая полезная особенность CompuGen 1100 — возможность организации памяти в виде кольца, что позволяет эффективно использовать встроенную память и качественно воспроизводить повторяющиеся сигналы. Переход от последней точки одного периода к первой точке следующего происходит за время одного тактового импульса, что позволяет получить гладкий, «бесшовный» выходной повторяющийся сигнал.

Платы CompuGen 1100 имеют 2-х уровневую интеграцию с осциллографическими платами CompuScore. Во-первых, они могут воспроизводить сигнальные файлы, полученные в результате работы осциллографической платы. Во-вторых, с помощью программного обеспечения можно организовать совместную работу плат ЦАП и АЦП, реализуя таким образом сложную измерительную систему. Одновременная работа нескольких карт CompuGen 1100 позволяет также, например, моделировать напряжения и токи в трехфазной сети с учетом фазового сдвига.

Ассортимент продукции Gage не ограничивается только аналоговой техникой. Для тестирования и разработки цифровой аппаратуры предлагаются платы цифрового ввода и вывода. Плата CompuScore 3200 представляет из себя 32-канальный цифровой логический анализатор, позволяющий осуществлять сбор цифровых данных КМОП, TTL и ЭСЛ-уровня с частотой до 100 МГц. Плата может поставляться как с обыч-

ными, так и с дифференциальными входами. Использование нескольких плат CS3200 позволяет работать с 64, 96 или 128 разрядными цифровыми потоками. Традиционным для продукции Gage является наличие на плате большой буферной памяти (до 2 Гб), кольцевая организация которой позволяет реализовать режимы предзаписи и послезаписи. Также поддерживается режим многократной записи в буферную память аналогично платам АЦП, что позволяет более успешно работать с данными, которые характеризуются высокой частотой запускающих импульсов и поэтому могут не успевать транслироваться в основную память ПК.

Плата цифрового вывода CompuGen 3250 — представляет собой 32-канальный генератор цифровых последовательностей. Запуск генератора может осуществляться не только по команде, поступившей от управляющей программы, но и по внешнему входу, в котором аппаратно реализован режим



Рис. 5. Внешний вид Mainframe 7000

быстро перезапуска. При этом после срабатывания внешнего запуска плата переходит в режим ожидания автоматически, без дополнительной команды, что позволяет создавать тестирующие системы, работающие под управлением Windows в режиме реального времени (которая, как известно, таковой не является). Большой объем памяти (до 8 Мбайт 32 разрядных слов) и тактовая частота до 50 МГц делают эту плату незаменимой для тестирования и моделирования работы цифровых устройств.

Обе платы работают под управлением специализированного ПО для цифрового ввода-вывода GageBit, являющегося в настоящее время одним из наиболее мощных программных пакетов этого класса. Простой интерфейс и легкость управления сочетаются с чрезвычайной гибкостью в создании «паттернов» (образцов для захвата или генерации цифровых потоков). При этом пользователь может применять как уже существующие образцы, так и модифицировать и создавать новые, используя логические функции и маски или просто устанавливая мышкой импульсы в требуемое место. Главное достоинство GageBit — одновременная работа с цифровым входом и выходом. Встроенная функция позволяет сравнивать входные

и выходные векторы сигналов и надежно контролировать работу тестируемых устройств.

Несомненным достоинством решений от Gage является высокий уровень поддержки пользователей. Программное обеспечение может поставляться вместе с пакетами для самостоятельного программирования (Software Development Kit — SDK), позволяющими работать в средах DOS, C/C++ (Win 95/98/NT/2000), MATLAB, LabVIEW.

Так как предлагаемые Gage контрольно-измерительные инструменты представляют собой компьютерные платы, то вполне естественно, что фирма предлагает и законченные решения для измерительных систем, так называемые мэйнфреймы (mainframe), т.е. рабочие станции с процессорной платой, конфигурируемые необходимыми виртуальными инструментами, программным обеспечением и компьютерными аксессуарами под нужды заказчика. Примером такой станции является Mainframe 7000, представляющей собой портативный компьютерный блок со встроенным цветным ЖКИ монитором (12,1), клавиатурой, координатно-указательным устройством типа TouchPad, материнской платой на основе процессора P-III-600 МГц и имеющей 3 полно-размерных PCI-слота и 1 ISA-слот. Блок снабжен высококачественным 300-ваттным блоком питания, который позволяет достичь для установленной в него платы CompuScore отношения сигнал/шум 75 дБ.

Более сложную и мощную измерительную систему можно получить с помощью рабочих станций серии Mainframe 2000. Эти блоки могут монтироваться в стандартную 19-дюймовую стойку и содержат до 20 слотов расширения для измерительных карт. Станция имеет встроенную SVGA-видеокарту, до 2 Гбайт системной памяти, 6 Гбайт жесткий диск и 3,5" дискетод.

Таким образом у российских инженеров и ученых появилась уникальная возможность оснастить свои лаборатории мощными современными измерительными системами на базе виртуальных приборов мирового класса, обладающих впечатляющими параметрами и возможностями, которые помогут решить разнообразные задачи в области неразрушающего контроля, физики высоких энергий, лазерной техники, СВЧ и телекоммуникаций, электрооптики, аэрокосмической и военной технологии, микроэлектроники и других областях науки и техники.

*This article is a brief review of recently appeared in the Russian market products of the Gage Applied, Inc. — worldwide known manufacturer of virtual instrumentation and software.*