



Такой АЦП нужен всем!

или идеальное решение для ВУЗов

Галяс Ю.А., Поплавский В.Э., ГП ДСКБ Министерства образования и науки Украины, г. Днепропетровск

Компьютер в техническом ВУЗе, и не только в техническом, без АЦП - это просто более совершенное, нежели логарифмическая линейка или программируемый калькулятор, средство вычислительной техники. Одним словом - ЭВМ. Конечно, можно и нужно довести соотношение числа студентов к числу персональных компьютеров к уровню 1:1, организовывать локальные и глобальные сети, системы дистанционного обучения и т.п. Но этого мало. Компьютеризация образования преследует цель достижения качественно нового уровня обучения. Вот почему не менее важным следует считать оснащение каждого компьютера средствами ввода сигналов от датчиков и формирования управляющих воздействий.



Сегодня - студент, а завтра - инженер, должен быть способен использовать полученные теоретические знания в конкретных жизненных ситуациях, выделения в них задач, решения которых могут быть получены в результате проведения исследований, наблюдений и экспериментов. В ВУЗе эти способности формируются на основе развития физических представлений об окружающем мире, получаемых в процессе выполнения лабораторных и практических работ.

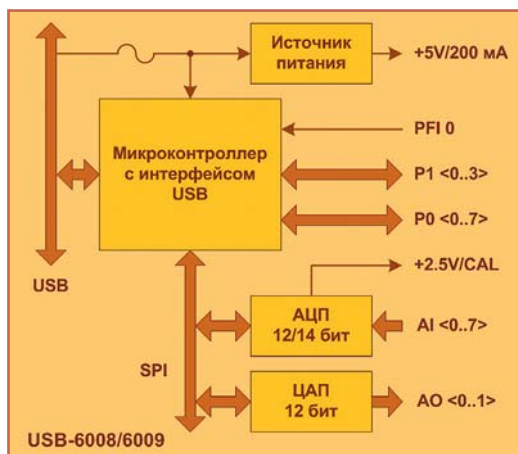
Так что, без АЦП... ну, никак. Но какой? Для каких учебных дисциплин? Число каналов, число разрядов,

уровни входных сигналов, быстродействие, интерфейс...? А может быть нужны и ЦАПы, и дискретный В/В? Ответив только на эти вопросы, т.е. сформулировав технические требования, а еще и оценив свои финансовые возможности, попробуйте найти оптимальный вариант на рынке готовых решений. Результат поиска известен заранее - отрицательный. Универсальных решений, как известно, просто не существует. Современные платы, модули и системы сбора данных - продукты наукоемкие, характеризующиеся высокими техническими параметрами и, естественно, соответствующей ценой. Для некоторых учебных задач без них не обойтись.

Но во многих случаях возможности этих устройств просто избыточны. А стоимость заставляет задуматься о возможности в ближайшем обозримом будущем реализовать современные концепции подготовки специалистов. Как быть?

Возможно, новая серия недорогих устройств сбора данных с интерфейсом USB производства компании National Instruments (США) поможет во многом решить "большой" вопрос нашей высшей школы.

Первые модели этой серии, а именно многофункциональные Low-Cost DAQ NI USB-6008 и NI USB-6009, появились во 2-м квартале этого года. А уже к началу нового учебного года в некоторых ВУЗах стран СНГ на их основе модернизированы ряд лабораторных практикумов. Работать с ними - одно удовольствие! Прислушаться к регистрации данных с помощью NI USB-6008/6009 можно уже через 15 минут после открытия

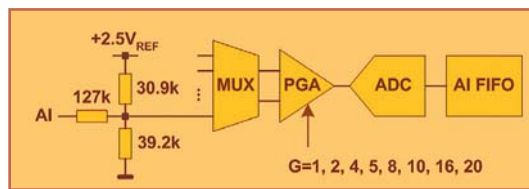


упаковки. По настоящему - Plug&Play.

В обеих моделях предусмотрены 8 аналоговых входов (AI <0..7>), 2 аналоговых выхода (АО <0..1>), 12 линий дискретного В/В (P2 <0..7> и P1 <0..3>) и 1 канал счетчика (PFI 0). Аналоговые входы могут быть сконфигурированы как 8 однопроводных (SE) или 4 дифференциальных канала (DI), а вход счетчика PFI 0 - как линия внешней синхронизации. Пользователю доступны также выход источника опорного напряжения 2.5В и источник питания +5В/200 мА.

Отличие моделей состоит в разрядности и быстродействии АЦП. Для NI USB-6008 - это 12 бит и 10 кГц, а для NI USB-6009 - 14 бит и 48 кГц.

Структура аналогового ввода в модулях, можно сказать, "классическая": мультиплексор MUX, усилитель PGA с программируемым коэффициентом усиления 1, 2, 4, 5, 8, 10, 16 или 20 при конфигурации входов в режиме DI (в режиме SE коэффициент усиления фиксирован и равен 1), АЦП ADC поразрядного уравнивания и буфер AI FIFO.



Тракт аналогового вывода содержит два независимых ЦАП, 12 бит с буферизированным выходом по напряжению 0..5В. Клеммы AO <0..1> подключены к выходным усилителям через сопротивления 50 Ом.

Двенадцать линий PO <0..7> и P1<0..3>, образующих порт дискретного В/В, могут быть программно сконфигурированы индивидуально на ввод или на вывод. При включении питания или системном сбросе все линии В/В настраиваются в режим высокоимпедансного входа. Представленные на схеме возможные варианты 1..4 подключения линий дискретного В/В реализуемы для модели NI USB-6009. В NI USB-6008 вариант 2, обеспечивающий нагрузочную способность 8.5мА, не допустим.

Источник опорного напряжения +2.5В может быть использован для тестирования модуля АЦП, а источник напряжения +5В с нагрузкой до 200мА - для питания внешних устройств.

Очень даже неплохо, что для подключения сигналов, вместо уникальных разъемов в модулях NI USB-6008/6009 использованы съемные винтовые соединители. Было бы совсем хорошо иметь ряд ответных соединителей! Удобно. Но это мелочи - главное технические характеристики. Заметим, что приводимые далее основные параметры следует рассматривать как типичные для температуры окружающей среды +25°C.

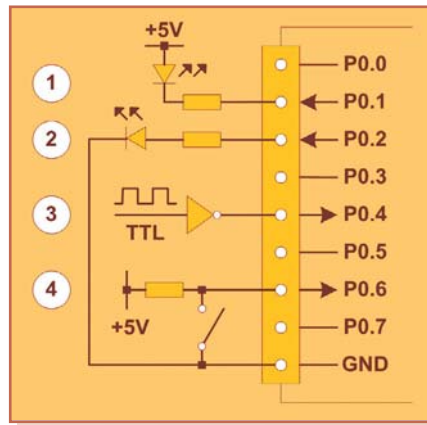
Аналоговый ввод:

- количество входов..... 8(SE)/4(DI)
- входной диапазон SE.....±10В DF.....±1В, ±1.25В, ±2В, ±2.5В, ±4В, ±5В, ±10В, ±20В
- входное сопротивление.....144 кОм
- защита от перенапряжения.... ±35В
- разрядность АЦП, бит USB-6008.....12(DF)/11(SE) USB-6009.....14(DF)/13(SE)
- абсолютная погрешность преобразования (SE)

диапазон	+25°C	0..+55°C
±10В	14.7 мВ	138 мВ

- абсолютная погрешность преобразования (DI)

диапазон	+25°C	0..+55°C
±10В	1.53 мВ	37.5 мВ
±1.25В	1.70 мВ	38.9 мВ
±2В	2.21 мВ	42.5 мВ
±2.5В	2.56 мВ	45.1 мВ
±4В	3.59 мВ	53.1 мВ
±5В	4.28 мВ	58.4 мВ
±10В	7.73 мВ	84.8 мВ
±20В	14.7 мВ	138 мВ



- частота дискретизации (макс.) *одноканальный режим* USB-6008.....10 кГц USB-6009.....48 кГц *многоканальный режим* USB-6008.....10 кГц USB-6009.....42 кГц
- разрешающая способность таймера АЦП.....41.67нс (24 МГц)
- объем FIFO-буфера.....512 байт
- запуск.....программный/внешний

Аналоговый вывод:

- количество каналов2
- разрядность ЦАП.....12 бит
- погрешность7 мВ (+25°C)
- выходной диапазон0..+5В
- нагрузочная способность.....5 мА
- выходное сопротивление.....50 Ом
- частота вывода.....150 Гц
- время установления.....1В/мкс

Дискретный В/В:

- число каналов.....12
- конфигурация канала - индивидуальная на ввод или вывод
- тип каналаTTL, LVTTTL, CMOS

Счетчик:

- число каналов1
- разрядность.....32 бит
- максимальная частота счета..5МГц

Источники напряжения:

- вывод +5В/200мА..+5В (мин.+4.85)
- вывод +2.5В.....+2.5В±0.25%
- температурный дрейф...50 ppm/°C

Интерфейс:

- USB спецификацияUSB 2.0
- скорость обмена.....12 Mbps

Модули NI USB-6008/6009 при напряжении питания +4.1..+5.25В потребляют всего 80 мА (макс. 500 мА), а в режиме "suspend" - 300..500мкА. Их габаритные размеры без клеммных соединителей - 6.35x8.51x2.31см, с соединителями - 8.18x8.51x2.31см, а вес - 84г. Модули рассчитаны на эксплуатацию в закрытом помещении при диапазоне температур окружающей среды 0..+55°C и относительной влажности 10..90%.

В заключение следует отметить, что, как и вся техника National Instruments, NI USB-6008/6009 спроектированы в соответствии с требованиями безопасности на оборудование для измерения и управления IEC/EN/UL 61010-1 и CAN/CSA-C22.2 No 61010-1.

Кроме описанных моделей универсальных микросистем сбора данных, эта серия устройств NI для интерфейса USB содержит еще две модели: USB-6501 и USB-8451. Модуль NI USB-6501 следует рассматривать как усеченный вариант USB-6008/6009. Он не содержит тракт аналогового В/В, а только дискретный В/В в объеме 24 линий, сгруппированных в три порта PO <0..7>, P1 <0..7> и P2 <0..7>. Но каждая линия может быть индивидуально настроена на ввод или вывод, а канал P2.7 может быть программно сконфигурирован в режим 32-х разрядного счетчика. В модуле предусмотрен вывод питания +5В с нагрузочной способностью 230 мА.

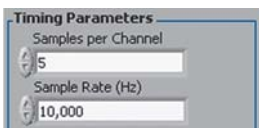
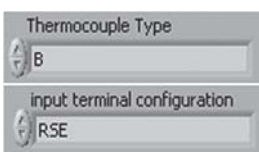
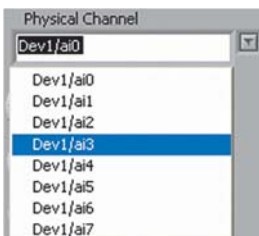
Модель NI USB-8451 представляет собой преобразователь интерфейса USB в I2C и SPI. Причем, к модулю можно подключить до 8 адресуемых по линиям CS <0..7> устройств с интерфейсом SPI. Не лишними являются и 8 линий дискретного статического В/В с параметрами, описанными выше. I2C интерфейс (сигнальные линии SDA и SCL) поддерживает тактовые частоты 32, 40, 50, 64, 80, 100, 125, 160, 200 и 250 кГц, а интерфейс SPI (SDO, SDI и SCLK) - от 48 кГц до 12 МГц. Нетрудно догадаться, зачем такой модуль нужен. Конечно же, для разработки, отладки, программирования, тестирования всевозможных электронных устройств: LCD-индикаторов, АЦП/ЦАП, датчиков и т.п. Программное обеспечение к USB-8451 включает высокоуровневые, легко используемые функции для LabVIEW, позволяющие быстро разрабатывать приложения, даже не вникая в спецификации названных интерфейсов.

А вот о том, каким программным обеспечением комплектуются модули USB-6008/6009, пойдет речь далее. Все, что нужно для написания программ на языках высокого уровня, конечно же, присутствует в универсальном программном драйвере NI DAQmx. Но, наверное, для многих потенциальных пользователей микросистем сбора данных USB-6008/6009 будут представлять интерес два продукта - NI Data Logger и Interactive Control Panel.

ОБРАЗОВАНИЕ

Регистратор (логгер) **NI Data Logger** это законченная самостоятельная программа, которая превращает PC, оснащенный устройством USB-6008/6009, в простую исследовательскую лабораторию. С ее помощью можно задать интересующие каналы, частоту дискретизации и количество отсчетов на канал, отобразить сигнал на экране монитора, а также сохранить полученные данные и изображение в файле.

Все задаваемые параметры разделены на три группы: параметры канала **Channel Parameters**, временные **Timing Parameters** и файловые **File Parameters**.



Под параметрами канала подразумеваются - имя канала **Physical Channel**, тип измерений **Acquisition Type** и режим работы **Input terminal configuration**.

Существует возможность выбрать представление данных в единицах напряжения или температуры (для термопар 8 типов B,E,J,K,N,R,S иT) и задать режим однопроводного подключения источников сигнала **RSE** (8 каналов) или **DIFF** дифференциального (4 канала).

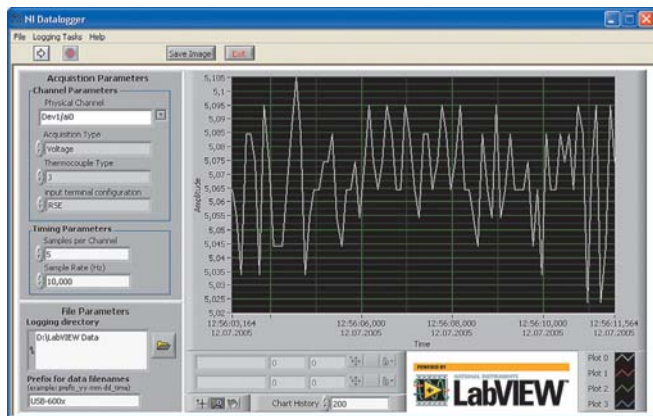
Временные параметры - это количество выборок на канал **Samples per Channel** и частота выборки (Гц) **Sample Rate**.

Если необходимо сохранить зарегистрированные в ОЗУ и отображаемые на экране данные в файле, в разделе **Logging directory** выбирается папка для сохранения, а в разделе **Prefix for...** указывается имя файла.

Программа к имени добавит дату и время сохранения. Файл создается с расширением **.xls**, а данные записываются в два столбика, что удобно для последующего построения диаграмм, например, в Excel. Активизация кнопки **Save Image** позволяет сохранить изображение окна "логгера".

Вот такая незатейливая, но очень небесполезная, программка NI Data Logger.

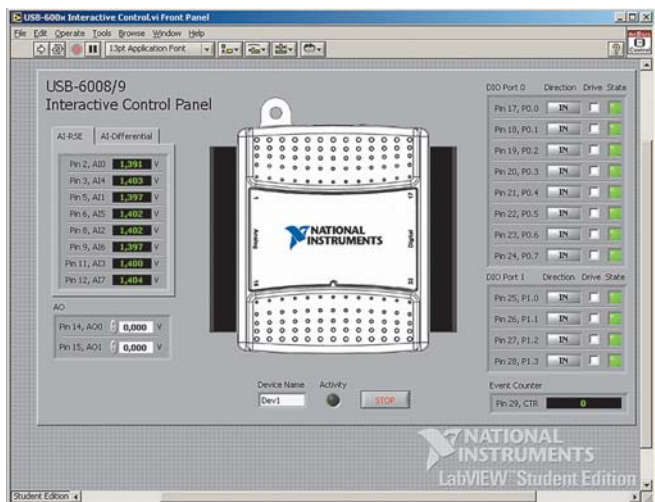
Тестовая программа **Interactive Control Panel**, пожалуй, более интересна. С ее помощью можно проверить работоспособность модуля. На экране отображаются состояния всех аналоговых и дискретных каналов В/В. Авто-



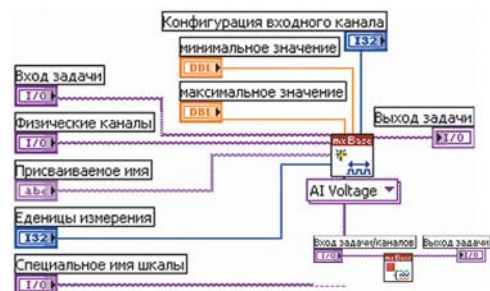
матически нельзя проконтролировать только выходы +5В и +2.5В. А интересна эта программа потому, что представлена в виде блок-диаграммы LabVIEW, т.е. в виде исход-

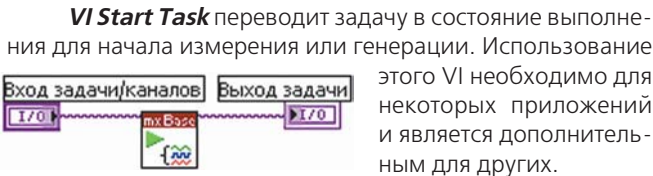
ного текста. Таким образом Interactive Control Panel является примером того, как работать с USB-6008/6009 в популярной среде графического программирования. Можно сказать, что эта программа, точнее ее диаграмма, для многих будет своего рода уроком по LabVIEW. Поэтому есть смысл рассмотреть ее основные функциональные блоки.

VI Create Task создает задачу и добавляет виртуальные каналы к этой задаче, если они определены на входе "глобальные виртуальные каналы". Если задача определена для копирования, то VI добавляет любые виртуальные каналы к копии этой задачи, а не к самой задаче. Вход "автоматическая очистка" определяет длительность пребывания этой задачи в памяти. Если на входе установлено значение "ИСТИНА", созданная задача остается в памяти до завершения работы приложения. А если на входе установлено значение "ЛОЖЬ" (по умолчанию), задача остается в памяти до выхода из LabVIEW. В итоге эта опция позволяет создавать задачу в одном приложении с последующим использованием ее в другом.



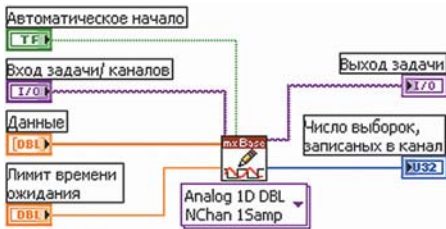
VI Create Virtual Channel создает виртуальный канал, или несколько виртуальных каналов, и добавляет их к задаче. При конфигурации этого полиморфного VI с помощью селектора выбирается тип канала ввода/вывода - аналоговый, цифровой или счетный. В некоторых случаях выбирается также и тип датчика, например, термопара или терморезистор при измерении температуры. Вход "конфигурация входного канала" определяет режим приема данных: RSE, NRSE или DIFF. Входы "минимальное значение" и "максимальное значение" определяют диапазон напряжения в вольтах. Остальные два входа "специальное имя шкалы" и "присваиваемое имя" игнорируются в DAQmx Base.



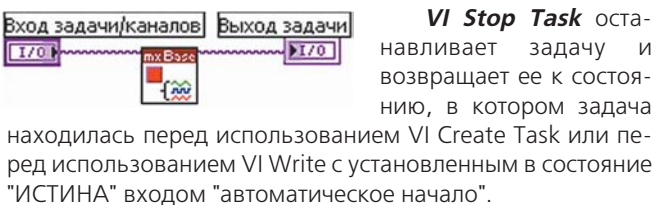


или нескольких каналов. Вход "лимит времени ожидания" определяет время, в течение которого VI будет ожидать данные. Если время заканчивается (по умолчанию 10 секунд), VI возвращает ошибку и любые данные, прочитанные прежде, будут утеряны.

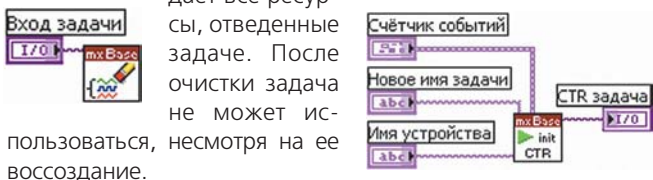
VI Write записывает выборки в задачи или каналы, определяемые пользователем. Реализация этого VI предусматривает выбор формата записываемых



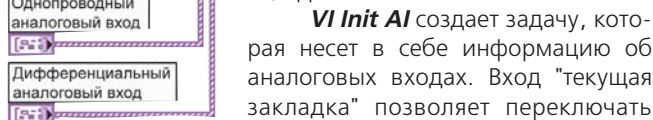
ых выборок, выбор записи единичной выборки или совокупности выборок, а также выбор записи в один или несколько каналов. Вход "лимит времени ожидания" определяет время, в течение которого VI должен записать все образцы. NI-DAQmx Base проводит проверку только в том случае, когда VI находится в ожидании перед записью данных. Всегда следует устанавливать "автоматическое начало" в состоянии "ЛОЖЬ". Число выборок, записанных в канал - это фактическое количество отсчетов, которые VI успешно записал в каждый канал этой задачи.



VI Clear Task очищает задачу. Перед очисткой этот VI останавливает задачу, если это необходимо, и освобождает все ресурсы, отведенные задаче. После очистки задача не может использоваться, несмотря на ее воссоздание.



VI Init Counter инициализирует задачу, которая обеспечивает подсчет событий на цифровом канале.



VI Init AI создает задачу, которая несет в себе информацию об аналоговых входах. Вход "текущая закладка" позволяет переключать

устройство в режим однопроводного или дифференциального ввода сигналов.

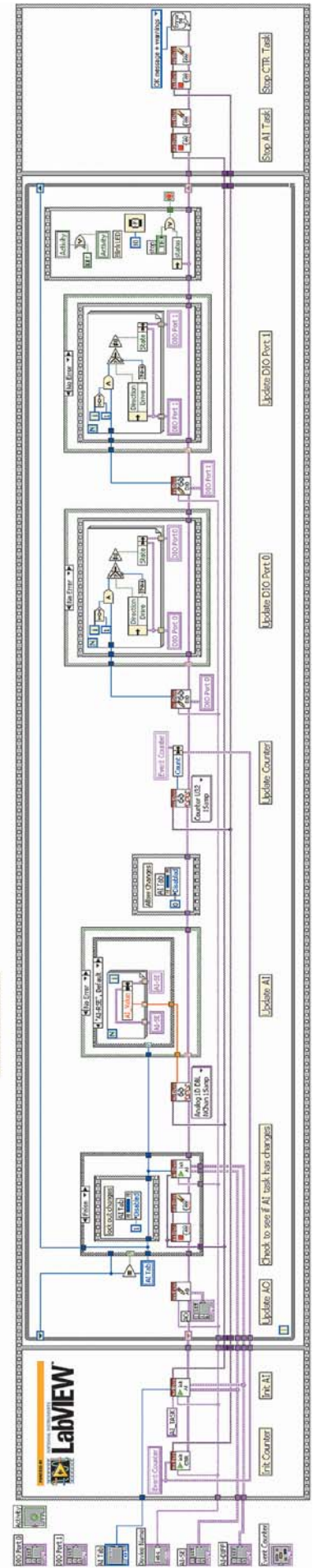


VI Update AO управляет состоянием аналоговых выходных каналов.



VI Update DIO обеспечивает взаимодействие с каналами дискретного В/В.

Освоить на примере Interactive Control Panel и модулей сбора данных NI USB-6008/6009 технологию программирования в LabVIEW совсем не сложно. Но какое мощное инструментальное средство появляется у студента, аспиранта, инженера! И какие возможности открываются для использования этих прекрасных технических средств в учебном процессе и для повышения уровня отечественной системы образования!



КОНТАКТЫ:
 т. (056) 788-3031
 e-mail: dskb@newtone.dp.ua