УДК 621.301

Д.М. БЕЗНОСЕНКО
Горно-электромеханический факультет,
студент группы ЭРм–95, ассистент профессора

АЛГОРИТМ И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Виртуальные измерительные приборы находят широкое применение практически во всех областях человеческой деятельности. Главными преимуществами подобных систем являются гибкость и универсальность. В настоящее время подобные приборы используются в лаборатории кафедры электротехники и электромеханики СПГГИ(ТУ) в составе лабораторного стенда СМВС-1. Переходные процессы в тиристорном приводе отображаются на экране монитора персональной ЭВМ. Устройством, согласующим ЭВМ со стендом, является многофункциональный прибор NVL 33, предназначенный для работы в составе ПЭВМ типа IBM PC. Устройство NVL 33 выполняет следующие функции: аналого-цифровое преобразование; цифроаналоговое преобразование; цифровой ввод-вывод; подсчет числа внешних импульсов; формирование интервалов времени. К программированию АЦП относятся следующие операции: управление входным коммутатором; управление коэффициентом усиления; запуск АЦП; ожидание готовности после цикла преобразования АЦП; считывание кода АЦП. Для наблюдения сигнала в режиме реального времени необходима высокая вычислительная мощность компьютера. Для решения этой проблемы используются цифровые сигнальные процессоры (DSP). Несмотря на определенные ограничения, они по-прежнему остаются одним из наиболее перспективных средств обработки сигналов.

Computer-aided Virtual instruments have found wide application in all fields of human activities. The principle advantages of the similar systems are their flexibility and universality. At present the given instruments are used in the laboratories of the StPSMI(TU) electrical engineering and electromechanics department as a part of the laboratory unit SMVS-1. the transition processes in a thyristor drive are displayed on the PC monitor. The device that matches the computer and the laboratory unit is a multi-functional instrument NVL-33 designed for operating as a part of a personal computer of the IBM PC type. The NVL–33 device performs the following functions, VIZ analog-to-digital conversion, digital-to-analog conversion, digital- input-output, outer pulses number count, time interval formation. The following operations refer to the analog digital converter programming: input commutator control; gain factor control; analog-digital converter (ADC) triggering; readiness expectation after the conversion cycle by the ADC; ADC code read-out. A high computer processing power is needed to observe an on-line operation signal. To solve this problem digital signal processors (DSP) are used. In spite of specific limitations they remain to be one of the most promising hardware components to handle signal as in former times.

Виртуальные измерительные приборы находят широкое применение практически во всех областях человеческой деятельности. Везде, где возникает потребность в универсальных и точных измерительных приборах, системы на базе персональных ЭВМ и плат АЦП успешно конкурируют с традиционными осциллографами, амперметрами и вольтметрами. Главными преимуществами подобных систем являются, прежде всего, гибкость и универсальность. Технические характеристики измерительного комплекса зависят только от типа выбранной платы АЦП, при этом точность измерений будет одинакова как на стационарном ПК, так и на ноутбуке в полевых условиях.

В настоящее время подобные приборы используются в лаборатории кафедры электротехники и электромеханики СПГТИ(ТУ) в составе лабораторного стенда СМВС-1. Стенд состоит из приборной стойки управления с размещенным в ней преобразователем КЕМЕК и электромеханического агрегата, состоящего из двух встречновключенных высокомоментных электродвигателей постоянного тока типа 1ПИ 12.11-11 202 МОН, один из которых исследуемый, а другой нагрузочный. Питание стенда осуществляется от трехфазной сети 380 В 50 Гц.

Переходные процессы в тиристорном приводе отображаются на экране монитора персональной ЭВМ. Согласующим устройством ЭВМ со стендом является многофункциональное устройство NVL33, предназначенное для работы в составе ПЭВМ типа IBM PC.

Устройство NVL33 выполняет следующие функции: аналого-цифровое преобразование; цифроаналоговое преобразование; цифровой ввод-вывод; подсчет числа внешних импульсов; формирование интервалов времени.

Функционально устройство NVL33 разделяется на следующие логические части:

• Блок сопряжения с шиной IBM PC AT обеспечивает согласование шины данных IBM PC AT и внутренней шины данных устройства NVL33; дешифрирует адресные комбинации для фиксации адресов логических частей устройства NVL33 в адресном пространстве ввода-вывода IBM PC AT; формирует сигналы запросов на прерывание по линии IRQ на системной шине IBM PC AT; согласовывает запросы и подтверждения прямого доступа.

• Блок аналогового ввода обеспечивает согласование внешнего измеряемого напряжения с входным сигналом АЦП, преобразование этого сигнала в цифровой код и передачу кода на шину данных NVL33. Этот блок состоит из аналогового коммутатора, буферного дифференциального усилителя, схемы выборки-хранения, интегрального АЦП, источника опорного напряжения и схемы синхронизации.

• Блок аналогового вывода обеспечивает преобразование цифровых кодов, передаваемых по шине данных NVL33 в аналоговое напряжение. Он состоит из буферного регистра входного кода, интегрального ЦАПа, преобразователя ток – напряжение и источника опорного напряжения.

• Блок цифрового ввода-вывода обеспечивает прием на шину данных NVL33 и буферизированную передачу цифровых сигналов разрядностью до 8 бит.

В устройстве NVL33 используется программируемый интегральный таймер типа К580ВИ53. Два канала этого таймера используются в схеме запуска АЦП, а третий доступен пользователю.

Программно устройство NVL33 представляется в виде ряда адресов регистров в адресном пространстве ввода-вывода IBM PC. Абсолютный адрес каждого регистра NVL33 складывается из двух составляющих – базового адреса и адреса смещения. С помощью перемычек на плате NVL33 базовый адрес может принимать следующие значения – 200 *h*, 220 *h*, 300 *h*. Это позволяет устанавливать NVL33 на любое «свободное» адресное место в IBM PC или же устанавливать до трех устройств в одну IBM PC.

Прием байта из буфера цифрового порта осуществляется операцией чтения байта по адресу BASE + 10 *h*, где BASE – базовый адрес (устанавливается при поставке 300 *h*), 10 *h* – смещение. Таким образом, адрес регистра порта цифрового ввода равен 300 *h* + 10 *h* = 310 *h*. Запись байта в буфер порта цифрового вывода осуществляется операцией записи байта по адресу BASE + 10 *h*. (Информация в этом буфере будет храниться до следующей операции записи по указанному адресу.)

После включения питания выходной буфер устанавливается в третье состояние и находится в таковом до первой операции вывода байта.

К программированию АЦП относятся следующие операции: управление входным коммутатором; управление коэффициентом усиления; запуск АЦП; ожидание готовности после цикла преобразования АЦП; считывание кода АЦП.

Программное управление входным коммутатором осуществляется путем записи в регистр номера канала по адресу BASE + 04 *h* байта с кодом номера канала, напряжение на входе которого надо измерить. При использовании дифференциального режима работы входного усилителя программные номера каналов начинаются с 8. Так, например, если вы используете дифференциальный режим и измеряемый сигнал подключен к контактам 7-26 (канал 1), то в регистр номера канала необходимо записать число 9.

Программное управление коэффициентом усиления осуществляется путем записи числа, определяющего коэффициент усиления, по адресу BASE + 18 *h*. При этом коэффициент усиления определяется по формуле

$$K = 2n, \qquad (1)$$

где K – коэффициент усиления; n – число, записанное по адресу BASE + 18 *h* K, n может принимать значения 0-3.

В устройстве NVL33 возможны три режима запуска АЦП:

1. Программно – при этом каждая операция записи любого числа по адресу BASE + 00 *h* вызывает запуск АЦП.

2. Внешний запуск – переход состояния контакта 19 на внешнем разъеме устройства из лог.0 в лог.1 вызывает старт АЦП.

Минимальная длительность импульса на входе внешнего запуска составляет 200 нс. Лог.1 на входе внешнего запуска блокирует таймерные запуски. «Брошенный в воздухе» вход внешнего запуска соответствует состоянию лог.0.

3. Таймерный запуск – такой запуск АЦП предподчительней в том случае, когда необходимо выдерживать с высокой точностью интервалы между запусками (период квантования по времени).

Два канала программируемого интегрального таймера К580ВИ53, включенные последовательно, формируют импульсы запуска. На счетный вход канала 0 (адрес BASE + 14 *h*) подается импульсы с частотой 2 МГц, а выход канала 0 соединен со счетным входом канала 1 (адрес BASE + 15 *h*). Выход канала 1 соединен со схемой запуска АЦП. Для того чтобы сформировать периоды между запусками с заданной длительностью, необходимо запрограммировать каналы 0 и 1 таймера для работы в режиме 2. При этом длительность интервала между запусками (в микросекундах) определяется следующим образом:

$$T = N_0 N_1 / 2, \qquad (2)$$

где N_0 – число, записанное в канал 0 таймера; N_1 – число, записанное в канал 1 таймера.

Код АЦП – 12-разрядный. Он размещается с нулевого по 11-й разряд шины данных. В разрядах 12-15 фиксируется состояние линий цифрового ввода, выведенных на дополнительный разъем устройства NVL33. Если эти линии не используются, их необходимо принудительно обнулять после приема кода АЦП. «Вес» младшего разряда кода АЦП равен (10,24 * 2)/4096 и составляет 5,0 мВ. При этом в идеальном случае таблица преобразования имеет следующий вид:

Входное напряжение	Код АЦП
+FSR/2 – 3/2LSB (10,235 В)	От 011...110 до 011...111
+FSR/2 – 5/2LSB (10,2275 В)	От 011...101 до 011...110
+FSR/2 – 7/2LSB (10,2225 В)	От 011...100 до 011...101
GND + 3/2LSB (0,0075 В)	От 000...001 до 000...010
GND + 1/2LSB (0,0035 В)	От 000...000 до 000...001
GND – 1/2LSB (-0,0035 В)	От 111...111 до 000...000
GND – 3/2LSB (-0,0075 В)	От 111...110 до 111...111
-FSR/2 + 5/2LSB (-10,2275 В)	От 100...010 до 100...011
-FSR/2 + 3/2LSB (-10,2325 В)	От 100...001 до 100...010
-FSR/2 + 1/2LSB (-10.2375 В)	От 100...000 до 100...001

Примечание. FSR – значение полной шкалы устройства – 10,24 В; LSB – «вес» младшего разряда – 5,0 мВ.

Для наблюдения сигнала в режиме реального времени необходима высокая вычислительная мощность компьютера, поскольку поток данных от АЦП весьма интенсивен, а частота обновления информации на экране монитора во многом зависит от быстродействия ПК. Если плата АЦП не оснащена устройством, осуществляющим предварительную обработку и коммутацию цифрового потока, то данные функции приходится выполнять центральному процессору ПК, что приводит к его практически полной загрузке.

При повышении тактовой частоты АЦП и его разрядности с возросшим потоком с трудом справляются даже современные высокопроизводительные универсальные процессоры. Для решения этой проблемы используются цифровые сигнальные процессоры (DSP). Программируемая логика позволяет работать с высокоскоростными потоками, но, поскольку ее управление реализовано аппаратно, реконфигурация системы становится весьма трудоемкой.

Цифровые сигнальные процессоры, несмотря на определенные ограничения, попрежнему остаются одним из наиболее перспективных средств обработки сигналов. В этой связи использование DSP в платах АЦП, безусловно, является следующим шагом в развитии современных систем аналогового ввода.

Научный руководитель профессор, д.т.н. *А.Е.Козярук*

УДК 621.316.9:621.366.925:621.315.3

Ю.М.БОРОДЯНСКИЙ
Горно-электромеханический факультет,
студент группы ЭР–97–2, ассистент профессора

ВЫБОР УСТАВОК ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ С ИЗОЛИРОВАННЫМИ ПРОВОДАМИ

Анализ научно-технических достижений в области передачи и распределения электрической энергии среднего напряжения показал, что одним из основных способов повышения надежности и экономичности воздушных линий 6(10) кВ является замена в них неизолированных проводов на защищенные и установка соответствующих устройств защиты от перенапряжений и перегрузок по току. При этом уменьшаются вероятность возникновения многофазных КЗ и однофазных замыканий на землю. Однако под действием термических и грозовых воздействий изоляция может разрушаться, а провода оплавляться, что потребует значительных затрат на восстановление электроснабжения. Поэтому при применении защищенных проводов необходимо повышение чувствительности, быстродействия и надежности средств релейной защиты и сетевой автоматики распределительных сетей, что достигается использованием цифровых реле.

Токовая отсечка, построенная на электромеханических реле, может использоваться при определенных условиях в качестве дополнительной защиты совместно с максимальной токовой защитой (МТЗ). Отсечка действует без выдержки времени ($t_{р.з}$ = 0) и предохраняет только часть зоны, защищаемой МТЗ, вместе с тем она быстро отключает самые большие и опасные для изолированных проводов токи КЗ (вблизи питающей электроподстанции).

Наиболее перспективными с точки зрения защиты воздушных линий с защищенными проводами от двух- и трехфазных КЗ являются цифровые (микропроцессорные) реле защиты электроустановок. Цифровые реле обладают широкими функциональными возможностями при малой массе и габаритах, имеют высокую точность и производят непрерывную диагностику и самодиагностику.