

О. В. Каравичев, А. В. Веселовский
(Институт ядерных исследований РАН, Москва)
С. В. Забелина
(АО фирма "СКАН", Санкт-Петербург)

СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА УСКОРИТЕЛЯХ НА ОСНОВЕ МОДУЛЕЙ VMEBUS

In the Institute of Nuclear Research of RAS the device modules was designed for automation physics experiments and quick data collection. It contains controller and RAM.

The similar organization of data collection allows to read accumulated information from physics device and to process data in real time in accelerator work pause.

Введение

В Институте ядерных исследований РАН разрабатываются системы сбора данных для автоматизации ядерно-физических экспериментов. Проведен анализ требований к таким системам для различных экспериментов: измерений на пучке тормозного излучения синхротрона С-3, 5 [1]; исследований редких распадов заряженных π - и K -мезонов на канале вторичных частиц ускорителя У-70 ИФВЭ [2]; изучения поляризованных явлений в нуклон-нуклонных столкновениях при промежуточных энергиях на ММФ [3]. Общие требования к системам автоматизации экспериментов — это: прием данных при предельных нагрузках детектирующей аппаратуры; работа в условиях загрузки детекторов фоновыми событиями (необходимость фильтрации событий для выделения полезной информации); набор большой статистики в условиях работы на импульсном пучке; предварительная обработка и прием данных в компьютер за время паузы между сбросами ускорителя.

Преыдушие системы для автоматизации ядерно-физических экспериментов использовали для обработки и хранения данных ЭВМ СМ1420, которая ограничивала быстродействие системы. В связи с этим встала задача ее модификации.

В настоящее время большая часть регистрирующей аппаратуры в вышеперечисленных экспериментах выполнена в стандарте САМАС, причем в сложных экспериментах используются каналы нескольких ветвей EUR 4600 [2,4]. Каждая ветвь представляет собой логически завершенную подсистему, данные из которой параллельно принимаются и обрабатываются отдельным комплектом модулей VME, состоящим из контроллера ветви (КВ), двухпортовой памяти (ОЗУ) и процессора VME.

1. Система приема данных

Электроника приема данных представляет собой параллельную ветвь в стандарте САМАС с АЦП, ВЦП, блоками выработки триггерного сигнала, счетчиками и выходными регистрами. Для приема и предварительной обработки данных используется система из нескольких комплектов VME, оснащенных интеллектуальными КВ, ОЗУ и сателлитными процессорами (SAT), осуществляющими также начальную загрузку и калибровку модулей ветви. Считыва-

ние данных производится параллельно под управлением КВ, который может работать как в микропрограммном режиме, так и в программном с помощью SAT.

Центральный процессор (далее Host) оснащен полным комплектом периферийных устройств: "винчестер", гибкие диски, стриммер, магнитные ленты, графика. В качестве Host может использоваться ЭВМ типа БЕСТА на базе микропроцессора Motorola 68030. Host обеспечивает начальную загрузку в Sat-процессоры, поддержку файловой системы (доступ к дискам Host), запуск программ сбора данных в Sat, а также прием информации с ветви и запись ее на диск и ленту. Каждый Sat-процессор принимает и предварительно обрабатывает данные со своей ветви и передает их в упакованном виде на Host.

В Sat может быть дополнительно запущена программа ON LINE. Эта программа производит частичную обработку принимаемых событий и позволяет осуществлять оперативный контроль за правильностью работы детекторов. В процессе работы программа ONLINE накапливает гистограммы, которые передаются на Host для визуализации.

2. Логика приема

Сигнал начала сброса ускорителя транслируется на Host. По этому сигналу прерывается обработка данных, регистрируется время прихода сигнала запуска и посылается на Sat команда считывания калибровочных спектров. Получив команду на считывание сигналов, Sat инициализирует электронику САМАС, посылает команду запуска калибровочных спектров и считывает данные с ветви. Если информация правильна (осуществляется контроль за количеством прочитанных слов), то в HOST посылается сигнал завершения, а калибровочные спектры записываются в соответствующем формате в программируемые контроллеры считывания АЦП.

По истечении контрольного времени Host проверяет наличие сигнала завершения Sat. Если сигнал к этому времени отсутствует, обслуживание данного сброса прекращается, на пульт оператора подается соответствующее сообщение и Host переходит в режим ожидания начала следующего сброса. Сбор тестовой информации считается законченным, когда Host получит подтверждение от всех Sat. После этого посылается сигнал начала приема физических событий. По этому сигналу контроллер ветви переключается на работу в микропрограммном режиме и пересылает массив данных без участия Sat. После снятия сигнала BUSY Host посылает сигнал завершения приема и приступает к обработке событий. На этом этапе формируется каталог событий, сравнивается количество принятых событий с количеством, полученным Host со счетчика событий, и производится программная фильтрация данных с каждой ветви. Цель фильтрации — отбраковка событий, не удовлетворяющих физическим критериям. Программная фильтрация приводит к существенному увеличению количества полезных событий, принимаемых за сброс.

3. Монитор системы

Для управления задачами, данными и вычислительными процессами используется специализированная управляющая программа — монитор (в дальнейшем MON/S). MON/S является резидентной системой, ориентированной на взаимодействие с экспериментом через терминал. MON/S размещается в старших адресах ОЗУ Sat.

Состав функций MON/S определяется проблемной ориентацией программного обеспечения. По своей организации MON/S является новой версией программы MFL и выполняет функции операционной системы: связь с экспе-

риментатором через терминал, управление операциями ввода—вывода, управление программными запросами, загрузка, запуск, перезапуск и выполнение программ, удобный доступ к системным программам.

MON/S имеет ряд дополнительных функциональных возможностей: управление по командам, набираемым на функциональной клавиатуре, и отображение на экране в эхо-режиме, реализация универсальных программ начальной загрузки и обмена данными между процессорами, программа MON/S выполнена в позиционно-независимых кодах, что позволяет осуществлять ее динамическое размещение в любых свободных адресах ОЗУ Sat.

Начальный запуск MON/S производится автоматически после загрузки с линии связи. Перезапуск MON/S производится по команде терминала OG. В число управляющих программ включены: программа инициализации системы КАМАК, программа идентификации источника запроса на обслуживание и программа обработки прерываний.

4. Контроллер ветви KB

Контроллер ветви KB выполнен в конструктиве VME 6U. На передней панели располагаются: многоконтактный разъем для подключения канала САМАС Branch (EUR—4600) и связи с двухпортовым ОЗУ: разъемы LEMO внешних сигналов Start и BUSY. KB обеспечивает управление до 7 крейтов САМАС по программному каналу от процессоров VME. Встроенный микропроцессор с ЗУ микрокоманд позволяет считывать массивы данных со скоростью 1 Мбайт/с. Основные характеристики KB: VME исполнитель A16/D16; мода адресации короткая непри-вилегированная; прерывание D8; программный и микропрограммный режимы работы; автоинкрементный режим записи данных в двухпортовое ОЗУ со скоростью 1 Мбайт/с.

Блок-схема KB состоит из дешифратора команд; узла управления каналом ветви, обеспечивающего обмен управляющими сигналами в цикле ветви; приемников/передатчиков для обмена данными между каналами ветви и VME; схемы прерываний; набора регистров. В случае управления по программному каналу VME в регистр управления и состояния ПУС (CSR) записывается код F1...F16, производится начальный сброс. Затем в регистр адреса САМАС PA записывается значение адреса CNA, по которому производится обращение к функциональному модулю САМАС. И, наконец, обращаясь к регистру данных САМАС PD, мы иницируем цикл ветви.

В этом режиме производится начальная загрузка, калибровка и тестирование регистрирующей аппаратуры. После подготовки аппаратуры KB переключается в микропрограммный режим и ожидает сигнала Start.

В режиме микропрограммного управления считыванием данных блок микропрограммного управления БМУ определяет последовательность выполнения микрокоманд. Сигналы с выхода БМУ поступают на адрес ЗУ микрокоманд (ЗУМК), которое является дешифратором кода операции. После того, как команда выбрана из памяти, она загружается в конвейерный регистр, регистр CNA и БМУ для определения следующего адреса. В ЗУМК хранятся данные по синхронизации работы KB, страничной адресации ЗУ, адресам опрашиваемых модулей САМАС. Таким образом, размещение программы сбора данных в ЗУМК позволяет гибко менять ее при изменениях условий эксперимента.

Для записи данных в ЗУМК используются регистры адреса ОЗУ микрокоманд (РА ОЗУ) и два регистра данных (РД1 ОЗУ и РД2 ОЗУ).

После завершения цикла чтения данные из ветви записываются в двухпортовое ОЗУ. Команды чтения повторяются до тех пор, пока не завершится опрос последнего модуля, адрес которого записан в ЗУМК. Если в опрашиваемых модулях отсутствует полезная информация ($Q = 0$), KB определяет адрес

перехода к считыванию следующего модуля $N_i + 1$ или к считыванию модулей из следующего крейта $C_i + 1$.

После записи последнего принимаемого события в ОЗУ КВ генерирует еще два служебных слова: маркер окончания текущего события M и содержимое счетчика числа событий. После этого микропрограмма переходит в исходный режим ожидания внешнего пуска. Время цикла работы с ветвью зависит от длины ветви и загрузки контроллеров крейтов на внутренние обмены, что примерно составляет 2 мкс на передачу 16-разрядного слова. После записи в ОЗУ последнего служебного слова КВ снимает внешний сигнал BUSY и генерирует прерывание в канал VME, по которому SAT начинает обработку принятого в ОЗУ массива данных.

Описанная в данной работе система сбора данных в экспериментах на ускорителях на основе модулей VME с Host процессором Motorola 68030 позволяет сохранить существующую регистрирующую аппаратуру в стандарте САМАС и на порядок повысить быстродействие системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вербицкий С.С. и др.* Спектрометр фотонейтронов на линии с ЭВМ: Препринт ИЯИ АН СССР. 1986. N476.

2. *Веселовский А.В. и др.* Методика регистрации данных и управления установкой "ИСТРА-М": Матер. XIV Междунар. симпозиума по ядерной электронике. Варшава, 1990.

3. *Алехин А.А. и др.* Комплекс аппаратуры сбора данных в экспериментах на ММФ, Матер. V Междунар. школы-семинара по автоматизации в ядерной физике. Сочи, 1992.

4. САМАС Organization of Multy-Crate Sysytems. EUR 4600e.

Рукопись поступила 25.10.93