

Ю. М. КРЕНДЕЛЬ
(Новосибирск)

ОБ ОДНОМ ПРИНЦИПЕ ПОСТРОЕНИЯ КРЕЙТ-КОНТРОЛЛЕРОВ КАМАК

1. Развитие структурной и функциональной организации крейт-контроллеров КАМАК, обеспечивающих возможность ЭВМ осуществлять управление КАМАК-оборудованием, в большой степени определялось архитектурой управляющих ЭВМ и главным образом организацией их связи с внешними устройствами.

Контроллеры первых разработок не могли обеспечить высокую скорость «общения» ЭВМ с КАМАК-оборудованием (см., например, [1—3]). Причина этого заключалась в особенностях работы процессора ЭВМ с внешними устройствами (наличие специальных команд для обращения к внешним устройствам, на выполнение которых тратится значительное время; невозможность подключения к ЭВМ большого числа внешних устройств; отсутствие развитой системы прерывания и т. д.). Характерным для этих контроллеров является наличие регистров N , A и F , которые загружаются с помощью команд ввода-вывода ЭВМ перед генерацией каждой новой командной операции в магистрали крейта КАМАК.

Прогресс в развитии архитектуры мини- и микро-ЭВМ и, в частности, появление структуры с общей шиной, позволившей процессору ЭВМ обращаться к внешним устройствам так же, как и к памяти, привел к созданию контроллеров иной структуры, крайний вариант которой характеризуется полным отсутствием регистров N , A и F [4, 5]. Операции на магистрали крейта КАМАК в таком контроллере генерируются при обращении процессора ЭВМ к ячейкам памяти, лежащим в выделенном адресном пространстве. Это адресное пространство, называемое КАМАК-адресами, должно занимать массив памяти объемом $16 K$ слов и более в зависимости от однокрейтного или многокрейтного исполнения системы. При этом процессором реализуется прямая адресация к функциональным узлам модулей КАМАК.

Исключение ряда подготовительных операций перед исполнением команд КАМАК позволяет здесь при взаимодействии ЭВМ с КАМАК-оборудованием достичь быстродействия, близкого к скорости обращения ЭВМ к памяти. (Цикл обращения к памяти в пространстве КАМАК-адресов должен удлиниться на время исполнения операции на магистрали крейта КАМАК.) Положительным обстоятельством такой структуры контроллера является также то, что над содержимым функциональных узлов модулей КАМАК можно проводить операции, определенные системой команд процессора для работы с памятью.

Подобная структура контроллера обладает, однако, существенным недостатком: слишком неэкономным расходом оперативной памяти ЭВМ. Попытка уйти от этого приводит к частичному возвращению к регистровому принципу построения контроллеров (например, вводом в структуру регистра F) и, по сути дела, не решает проблемы сокращения расходуемого объема памяти при сохранении удовлетворительного быстродействия [6, 7, 8].

Здесь предлагается принцип организации структуры контроллера крейта КАМАК, который позволяет решить указанную проблему. Этот принцип основан на очевидном утверждении о том, что число команд КАМАК, реализуемых в любом модуле КАМАК, значительно меньше максимально возможного числа ($2^9 = 512$), а следовательно, и общее число команд, реально реализуемых в любом крейте КАМАК с фиксированным набором модулей КАМАК, значительно меньше $2^{14} = 16 K$ (команда КАМАК представляется в ЭВМ 14-разрядным двоичным кодом). Следовательно, реально используется лишь сравнительно небольшое число адресов из пространства КАМАК-адреса, и с любым крейтом можно связать набор его КАМАК-команд.

Предлагаемый принцип состоит в следующем. В структуру контроллера вводится массив памяти, объем N которого определяется числом КАМАК-команд его крейта. В ячейки памяти данного массива записывается набор КАМАК-команд крейта, при этом каждая КАМАК-команда представляется в массиве 14-разрядным словом, имеющим, например, следующий формат:

14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
F_{16}	F_8	F_4	F_2	F_1	N_{16}	N_8	N_4	N_2	N_1	A_8	A_4	A_2	A_1

Ячейкам памяти массива (КАМАК-командам) присваиваются последовательные адреса, начиная с любого адреса (из адресного пространства памяти ЭВМ), удобного для работы с данным массивом. Теперь обращение процессора ЭВМ к ячейкам па-

мяти из сформированного таким образом массива КАМАК-команд должно вызывать генерацию КАМАК-операций на магистрали крейта в полном соответствии с содержанием этих ячеек. По существу, здесь реализуется косвенная адресация к функциональным узлам модулей КАМАК. Заметим, что массив КАМАК-команд будет занимать в оперативной памяти ЭВМ объем $N \ll 16 K$ слов.

Указанный принцип позволяет легко организовать управление от ЭВМ многокрейтовой системой. Для этого в контроллере каждого крейта системы должен быть организован свой массив КАМАК-команд, причем адресные пространства этих массивов не должны пересекаться.

Массивы КАМАК-команд могут быть организованы на полупроводниковых запоминающих устройствах (ЗУ) различных типов (ОЗУ, ПЗУ или ППЗУ) в зависимости от конкретного назначения систем. В случае использования ОЗУ загрузка массивов КАМАК-команд проводится всякий раз непосредственно перед началом работы системы, при этом дополнительного расходования оперативной памяти ЭВМ можно избежать с помощью простых схемных решений.

В случае использования ПЗУ или ППЗУ формирование массивов КАМАК-команд в полупроводниковом ЗУ проводится на специальных программаторах перед установкой ЗУ в контроллере.

Анализ ряда работающих систем КАМАК показал, что достаточным для организации массивов КАМАК-команд является объем ЗУ в 256 14-разрядных слов.

Следует заметить, что применение данного принципа может быть целесообразным не только при построении контроллеров к ЭВМ с общей шиной, но и к ЭВМ с иной архитектурой, каналы ввода-вывода которых позволяют подключать не менее 256 внешних устройств.

2. Изложенный принцип был использован автором при разработке крейт-контроллера КАМАК, обеспечивающего управление КАМАК-оборудованием от микроЭВМ, базирующейся на микропроцессорном комплекте К580.

Массив КАМАК-команд объемом 256 14-разрядных слов реализован в контроллере на схемах статических ОЗУ 155РУ5. Вместе с тем в контроллере располагается ПЗУ такой же емкости, реализованное на схемах 556РТ4. Адресные пространства ОЗУ и ПЗУ совпадают, однако выбором соответствующего режима работы контроллера для генерации КАМАК-операций используется обращение только к одному из ЗУ. КАМАК-команды записаны в ЗУ в формате, указанном выше. Подробное описание структуры и функционирования данного контроллера излагается в работе [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Никитюк Н. М., Смирнов В. А. Контроллер для связи ЭВМ ТРА-1 с крейтом в стандарте КАМАК.— Препринт № Р10—6485. Дубна: изд. ОИЯИ, 1972.
2. Зунг Н. В. и др. Контроллер крейта в стандарте КАМАК для связи электроно-вычислительной машины ТРА-И по программному каналу.— ИТЭ, 1976, т. 2, № 2.
3. Золотухин Ю. Н., Ян А. П. Контроллер крейта, работающий с ЭВМ «Электроника-100».— Автометрия, 1976, № 1.
4. Немеш Т. Автономный крейт-контроллер типа ККИ-661.— Препринт № 10—12106. Дубна: изд. ОИЯИ, 1979.
5. Золотухин Ю. Н., Крендель Ю. М., Якушев В. С., Ян А. П. Автономная система на базе микропроцессора в стандарте КАМАК.— Препринт № 118. Новосибирск: изд. ИАиЭ СО АН СССР, 1980.
6. Астахов А. Я., Никитюк Н. М. Контроллер для связи ЭВМ ТРА-1 с крейтом в стандарте КАМАК.— Препринт № 10—7842. Дубна: изд. ОИЯИ, 1974.
7. Касперович А. Н., Солоненко В. И. Крейт-контроллер к ЭВМ «Электроника-60».— В кн.: Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ. Новосибирск: изд. ИАиЭ СО АН СССР, 1979.
8. Беттге М. и др. Набор блоков в стандарте КАМАК для построения микропроцессорных автономных систем.— Препринт № Р11-80-422. Дубна: изд. ОИЯИ, 1980.
9. Головин В. Ф. и др. Базовый микропроцессорный комплекс в стандарте КАМАК.— Препринт № 141. Новосибирск: изд. ИАиЭ СО АН СССР, 1981.

Поступило в редакцию 15 декабря 1980 г.