

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев О. З. и др. Измерительная магистрально-модульная система, связанная с ЭВМ ИР2116В.— *Автометрия*, 1973, № 2.
2. Аксенов Г. А. и др. Программируемые контроллеры в системах управления физическим экспериментом.— Материалы доклада на 2-м Всесоюз. симпозиуме по программируемым модульным системам. Дубна, июль 1978.
3. Касперович А. Н., Солоненко В. И. Крейт-контроллер к ЭВМ «Электроника-60».— В кн.: Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ. (Тезисы докладов Всесоюз. конф.) Новосибирск, изд. ИАиЭ СО АН СССР, 1979.

Поступила в редакцию 17 октября 1979 г.

УДК 681.3:

А. М. ЩЕРБАЧЕНКО, Ю. П. ЮРЛОВ
(Новосибирск)

КОНТРОЛЛЕР ДЛЯ СВЯЗИ ЭКВМ «ЭЛЕКТРОНИКА ТЗ-16» С КРЕЙТОМ КАМАК

Электронные клавишные вычислительные машины (ЭКВМ) находят все большее применение для автоматизации процессов измерения и управления. Они позволяют создавать и в дальнейшем развивать дешевые и простые в эксплуатации системы сбора и обработки данных, системы управления различными технологическими процессами.

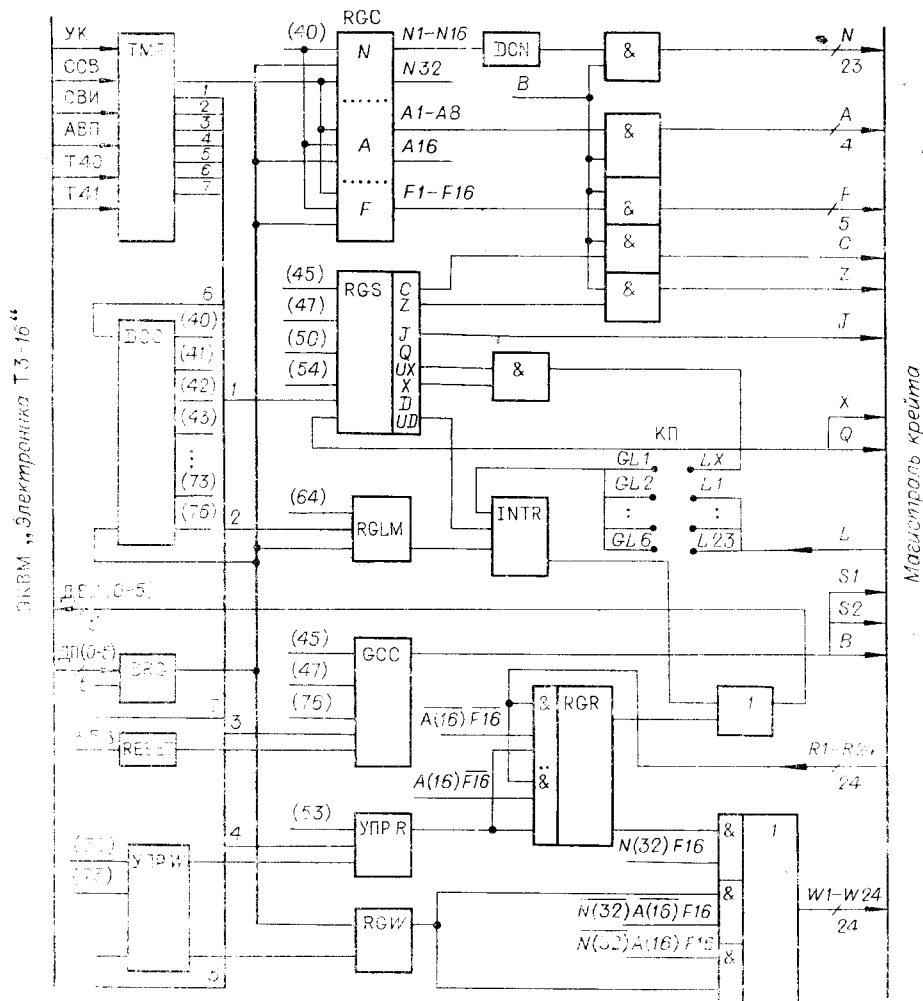
Низкая стоимость, простота программирования и ввода рабочей программы, возможность оперировать словами большой разрядности делают предпочтительным использование специализированных ЭКВМ в таких системах в тех случаях, когда последние не нуждаются в быстрой реакции и запоминающих возможностях мини-ЭВМ или по экономическим соображениям разработка систем не допускает затрат, связанных с применением мини-ЭВМ.

В настоящей статье предлагается один из подходов к построению крейт-контроллера (КК), предназначенного для включения специализированных ЭКВМ «Электроника ТЗ-16 (ТЗ-16М)» [1] в системы сбора, обработки данных и управления, отвечающие принципам КАМАК [2].

Крейт-контроллер, разработанный в Институте автоматики и электрометрии СО АН СССР, обеспечивает формирование и исполнение команд КАМАК в модулях одного крейта; пересылку числовой информации из одного модуля КАМАК в другой без запоминания ее во внутренних регистрах ЭКВМ; осуществление операции потетрадного вывода двоичных чисел, полученных в ЭКВМ программным путем; выполнение прерываний по запросам из модулей КАМАК.

Функциональная схема КК представлена на рисунке. Она включает в себя следующие узлы: таймер (TMR), буферный регистр (BRG), регистр управления (RGC) с полями N , A , F , дешифратор команд (DCC), сервисный регистр (RGS), регистр чтения (RGR), регистр записи (RGW), генератор КАМАК-цикла (GCC), дешифратор номера станции (DCN), ключи, схемы, управляющие чтением (УПРЧ) и записью (УПРЗ), регистр маски (RGLM), управление прерываниями (INTR), коммутационное поле запросов (КП), схему начального сброса (RESET).

Связь крейт-контроллера с ЭКВМ осуществляется в режимах УК, ВЫВОД ДАННЫХ и ВВОД ДАННЫХ. В соответствии с этими режима-



ми таймер TMR, синхронизирующий работу ЭКВМ и крейт-контроллера, вырабатывает три последовательности импульсов для управления работой устройств последнего.

В режиме УК происходит прием команд обращения к контроллеру. При этом в буферный регистр КК записывается код клавиши, следующей за командой <УК>. В зависимости от выбранной команды обращения код клавиши поступает в дешифратор команд DCC, регистры записи RGW или маски RGLM.

Список и формат команд обращения к контроллеру выбраны так, чтобы обеспечить единство системы по используемому языку программирования. Такое единство достигается за счет применения клавишного языка ЭКВМ «Электроника ТЗ-16» для кодирований КАМАК-операций и команд обращения к крейт-контроллеру. Принятый формат команд позволяет программисту без каких-либо предварительных форматирований строить команды обращения к модулям КАМАК, размещенным в одном крейте.

Все такие команды построены с использованием двух машинных команд, первой из которых должна быть <УК>. Для удобства изложения назовем сочетание <УК> <КЛАВИША> словом. Команды обращения к КК могут быть одно-, двух-, четырех- и семисловными. Первое слово каждой из команд используется для связи ЭКВМ с конкретным устройством

Таблица 1

Код	Команды обращения к крейт-контроллеру	Последовательность клавиш	
		Первое слово	Последующие слова
	Однословные команды		
74	Сброс регистров КК	⟨УК⟩⟨E ^x ⟩	
	Запись в разряды RGS:		
45	C=1	⟨УК⟩⟨ЦП⟩	
47	Z=1	⟨УК⟩⟨ПУСК⟩	
50	VD=1	⟨УК⟩⟨ЕСЛИ x=y⟩	
67	VD=0	⟨УК⟩⟨ПАУЗА⟩	
54	VX=1	⟨УК⟩⟨УСТ МЕТКИ⟩	
60	VX=0	⟨УК⟩⟨H+⟩	
65	J=1	⟨УК⟩⟨LN x⟩	
55	J=0	⟨УК⟩⟨ly⟩	
52	Запись X-регистра в RGW	⟨УК⟩⟨ЕСЛИ x<y⟩	
53	Запись RGR в X-регистр	⟨УК⟩⟨ЕСЛИ x>y⟩	
	Чтение разрядов RGS:		
71	X	⟨УК⟩⟨TG x⟩	
42	Q	⟨УК⟩⟨УК⟩	
43	J	⟨УК⟩⟨ЕСЛИ МЕТКА⟩	
51	D	⟨УК⟩⟨ШАГ ПРОГРАММЫ⟩	
76	Генерация КАМАК-цикла	⟨УК⟩⟨v ^x ⟩	
	Контроль RGC:		
61	поля N	⟨УК⟩⟨ИН⟩	
62	поля A	⟨УК⟩⟨К ПОЛЯР⟩	
63	поля F	⟨УК⟩⟨H-⟩	
64	Контроль RGLM	⟨УК⟩⟨ЦЧ x⟩	
	Двухсловные команды		
56	Запись в регистр RGLM	⟨УК⟩⟨л⟩	⟨УК⟩⟨КЛАВИША 1⟩
	Четырехсловные команды		
40	Запись NAF в RGC	⟨УК⟩⟨y→()⟩	⟨УК⟩⟨КЛАВИША 1⟩— —⟨УК⟩⟨КЛАВИША 3⟩
	Семисловные команды		
73	Разрешение вывода в режиме УК	⟨УК⟩⟨cos x⟩	⟨УК⟩⟨КЛАВИША 1⟩— —⟨УК⟩⟨КЛАВИША 6⟩

вом к КК, иницируя схему управления этого устройства. Список команд обращения к крейт-контроллеру приведен в табл. 1.

Однословные команды используются для сброса всех регистров контроллера в исходное состояние, генерации КАМАК-цикла, записи данных в регистры контроллера, чтения данных из этих регистров, а также для контроля регистров управления и маски.

Двухсловные команды предназначены для записи кода клавиши второго слова команды в регистр маски запросов RGLM.

Четырехсловные команды позволяют формировать команды КАМАК в регистре управления контроллера RGC. Второе, третье, четвертое слова несут информацию для записи в поля RGC кодов, соответствующих номеру модуля N, субадресу A и операции F.

Семисловные команды введены в контроллер для того, чтобы обеспечить запись по тетрадам в регистр RGW 24-разрядного двоичного числа, полученного программным преобразованием двоично-десятичного числа в ЭКВМ. Запись в RGW осуществляется при работе КК в режиме УК.

Первым словом в семисловной команде является команда $\langle \text{УК} \rangle \langle \cos x \rangle$, которая иницирует управляющее устройство схемы реализации данной команды в КК. Последующие шесть слов несут информацию о тетрадах двоичного числа и последовательно записываются в регистр записи RGW крейт-контроллера.

В режиме ВЫВОД ДАННЫХ 10-разрядное двоично-десятичное число с фиксированной запятой, содержащееся в X-регистре машины, записывается в регистр записи RGW через буферный регистр крейт-контроллера. Этот режим иницируется командой $\langle \text{УК} \rangle \langle \text{ЕСЛИ } x < y \rangle$. Время вывода определяется возможностями машины при выводе из X-регистра числа с фиксированной запятой и составляет 400 мкс на десятичный разряд.

В режиме ВВОД ДАННЫХ, иницируемом командой $\langle \text{УК} \rangle \langle \text{ЕСЛИ } x > y \rangle$, осуществляется ввод содержимого 10-разрядного двоично-десятичного регистра чтения RGR контроллера последовательно по тетрадам в X-регистр машины, а также ввод кода команды ПУСК в машину после окончания ввода числовой информации. Кроме того, режим ВВОД ДАННЫХ иницируется внутренними сигналами контроллера всякий раз после окончания режимов УК, ВЫВОД ДАННЫХ, а также при выполнении команд чтения разрядов сервисного регистра контроллера. Время ввода полностью определяется возможностями машины в режиме ввода в X-регистр числовых данных с фиксированной запятой и составляет 100 мкс на десятичный разряд.

Подготовка крейт-контроллера к работе при включении питания проводится сигналами схемы RESET или командой $\langle \text{УК} \rangle \langle E^x \rangle$. Для задания команд КАМАК управляющая информация загружается в регистр управления (RGC) с полями N — номера станции, A — субадреса и F — кода операции. Запись иницируется командой $\langle \text{УК} \rangle \langle y \rightarrow () \rangle$. Значения N , A , F задаются тремя словами, следующими за командой $\langle \text{УК} \rangle \langle y \rightarrow () \rangle$. Так как команды ЭКВМ «Электроника ТЗ-16 (ТЗ-16М)» кодируются в двоично-восьмеричном коде, пользователю при работе с контроллером необходимо иметь таблицу соответствия между двоично-восьмеричным кодом и его десятичным значением. Эта таблица составляется один раз и используется каждый раз для кодирования значений N , A , F .

Особенностями разработанного контроллера является то, что он позволяет вести обмен 10-разрядными двоично-десятичными числами между X-регистром ЭКВМ и регистрами RGW и RGR, а также обмен данными между модулями КАМАК без записи информации во внутренние регистры машины.

Для реализации этих возможностей поле субадреса A регистра управления RGC содержит дополнительный разряд $A(16)$. В том случае когда разряд $A(16) = 0$, проводится операция пересылок данных с шестью младшими, а при $A(16) = 1$ — с четырьмя старшими двоично-десятичными разрядами регистров записи RGW и чтения RGR.

Поле адреса номера станции также содержит дополнительный разряд $N(32)$. Если $N(32) = 0$, контроллер осуществляет обмен данными между модулями КАМАК, при котором передача данных возможна только через X-регистр ЭКВМ. При $N(32) = 1$ данные из RGR могут быть переданы на W -шины без записи их в X-регистр машины. Выполнение команд КАМАК осуществляется после подачи из машины однословной команды $\langle \text{УК} \rangle \langle \sqrt{x} \rangle$, иницирующей КАМАК-цикл. КАМАК-цикл генерируется также при включении питания, выполнении операций Z , C и нажатии кнопки « Z », расположенной на передней панели КК.

Сервисный регистр контроллера содержит разряды Z , C , Q , J , X ; VX — разрешение X ; VD — разрешение прерывания; бестриггерный разряд D — наличие запроса на прерывание. Запись информации в сервисный регистр и чтение ее проводятся однословными командами в соответствии с данными табл. 1. Действия, выполняемые в крейт-контроллере

Таблица 2

при различных состояниях разрядов сервисного регистра, показаны в табл. 2. Сигналы запросов на обслуживание, формируемых модулями КАМАК и КК, объединяются в шесть групп $GL1 - GL6$ произвольным образом с помощью коммутационного поля запросов КИ. Запросы на обслуживание $GL1 - GL6$ охвачены схемой приоритета, причем запрос $GL1$ имеет наибольший приоритет, а $GL6$ — наименьший. Запросы от модулей могут быть запрещены или разрешены управляющими сигналами регистра маски КК. Единичное состояние разряда X сервисного регистра соответствует запросу на обслуживание в одной из шести групп. Разрядом VX

Название разряда	Состояние разряда	Действия, выполняемые в крейт-контроллере
Z	0 1	В соответствии с [1]
C	0 1	
J	0 1	
X	0 1	
Q	0 1	
VX	0 1	
VD	0 1	Состояние разряда соответствует состоянию X во время исполнявшегося последним КАМАК-цикла
D	0 1	
	0 1	
	0 1	Состояние разряда соответствует состоянию Q во время исполнявшегося последним КАМАК-цикла
	0 1	
	0 1	Прерывание по X запрещено Прерывание по X разрешено
	0 1	
	0 1	Прерывание по L запрещено Прерывание по L разрешено
	0 1	
	0 1	Запрос на прерывание отсутствует Запрос на прерывание имеется
	0 1	

прерывание по X может быть замаскировано. Установка разряда VD сервисного регистра КК в нулевое состояние командой $\langle УК \rangle \langle ПАУЗА \rangle$ запрещает прерывание от всего крейта. Наличие хотя бы одного запроса в крейте независимо от того, разрешено прерывание или нет, может быть прочитано в разряде D сервисного регистра командой $\langle УК \rangle \langle ШАГ ПРОГРАММЫ \rangle$. По сигналу D , объединяющему сигналы замаскированных групповых запросов, в машину посылается код команды $\langle СТОП \rangle$. После этого КК формирует и посылает в ЭКВМ коды команд перехода на подпрограмму $\langle БП \rangle$, $\langle ШП \rangle$, $\langle КЛ1 \rangle$, $\langle КЛ2 \rangle$, $\langle КЛ3 \rangle$ и $\langle ПУСК \rangle$. Эти команды переводят машину в режим выполнения подпрограммы, соответствующей номеру группы прерываний. Команды $\langle БП \rangle$, $\langle ШП \rangle$, $\langle КЛ1 \rangle$, $\langle КЛ2 \rangle$, $\langle КЛ3 \rangle$ для каждого группового запроса в КК задаются аппаратно.

Для определения модуля, выставившего запрос в группе, крейт-контроллер командой $A(0)F(8)$ опрашивает те модули, которые объединены в данной группе запросов. Если разряд Q сервисного регистра после опроса принимает значение 1, то опрашиваемый модуль выставил запрос; в противном случае запрос отсутствует. Для опроса разряда Q используется специальная команда $\langle УК \rangle \langle УК \rangle$.

Разработанный контроллер применяется для управления модулями КАМАК в прецизионном фотопостроителе для записи синтезированных оптических элементов с осевой симметрией, управляемом от ЭКВМ «Электроника ТЗ-16М» [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Малогабаритная специализированная вычислительная машина «Электроника ТЗ-16». М., ЦНИИЭлектроника, 1975.
2. EUR 4100e. SAMAC. A Modular Instrumentation System for Data Handling. Revised Description and Specification.— ESONE Committee, 1972.
3. Ведерников В. М. и др. Киноформы. Прецизионный фотопостроитель для синтеза оптических элементов.— Препринт № 93. Новосибирск, изд. ИАПЭ СО АН СССР, 1979.

Поступила в редакцию 19 июня 1979 г.