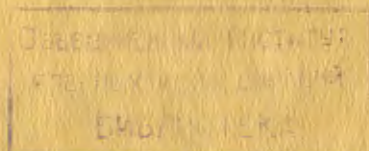


сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

10-81-691

А.Н.Синаев, И.Н.Чурин

КОНТРОЛЛЕРЫ КРЕЙТА
ДЛЯ РАБОТЫ С ЭВМ СМ-3, СМ-4
И "ЭЛЕКТРОНИКА-60"



1981

1. СТРУКТУРА КОНТРОЛЛЕРОВ

Малые ЭВМ, организованные по принципу общей шины, широко используются в практике современного физического эксперимента. Это обусловило разработку аппаратных и программных средств связи таких ЭВМ с аппаратурой в стандарте КАМАК. К указанным ЭВМ относятся производимые в СССР малые ЭВМ СМ-3, СМ-4 и микро-ЭВМ "Электроника-60"^{1,2}. Они имеют сходную архитектуру, однако существует ряд различий между шинами СМ ЭВМ и микро-ЭВМ. Это приводит к необходимости иметь для шины каждого типа отдельные контроллеры крейта, различающиеся узлами подключения к ЭВМ^{3,7}.

Любой контроллер крейта является интерфейсом между магистралью этого крейта и каналом ввода-вывода ЭВМ. Поэтому в каждом из них можно выделить две части: интерфейс магистрали КАМАК и интерфейс ЭВМ. Интерфейс магистрали, как правило, не зависит от типа ЭВМ, так как он осуществляет связь с модулем крейта через стандартную магистраль. Интерфейс ЭВМ зависит от разновидности ее системы ввода-вывода и способа передачи данных - по программному каналу или по каналу прямого доступа. Можно считать целесообразным разделение контроллера на две указанные части не только логически, но и конструктивно, то есть выполнять их в виде двух блоков единичной ширины. Такое решение было принято нами при разработке контроллеров для ЭВМ с общей шиной. При этом достигаются следующие преимущества по сравнению с размещением контроллера в одном блоке двойной ширины:

- получает дальнейшее развитие принцип модульности, что позволяет использовать единый интерфейс магистрали при создании контроллеров для разных ЭВМ;
- унифицируется межплатная связь в контроллере, так как она может выполняться через многоконтактные разъемы, установленные на задних панелях обоих блоков;
- улучшаются технологические и эксплуатационные характеристики контроллера, его легче изготовлять, настраивать и ремонтировать, что положительно сказывается на надежности.

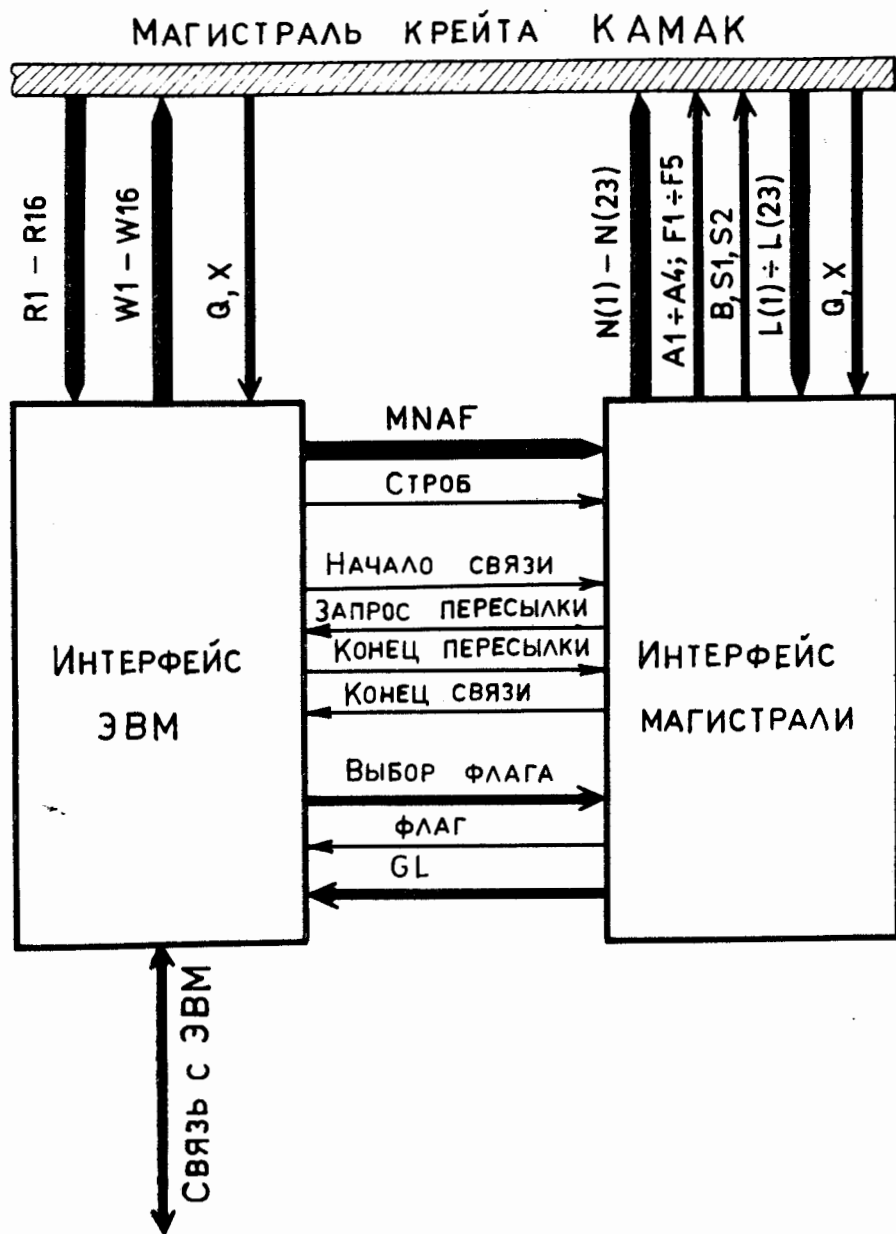


Рис.1. Структура контроллера, состоящего из интерфейса ЭВМ и интерфейса магистралей.

Блок-схема контроллера, состоящего из двух блоков, приведена на рис.1. Интерфейс магистралей устанавливается на 25-й станции и имеет доступ к линиям N, A, F, Z, C, I, B, S1, S2, L, X и Q. Интерфейс ЭВМ устанавливается на 24-й станции крейта и взаимодействует с линиями магистралей R и W, а также имеет доступ к линиям X и Q. По командам чтения данные с шин R записываются в буферный регистр R, а по командам записи выводятся из регистра W на шины W. К указанным регистрам подключаются линии данных канала ввода-вывода ЭВМ.

Рассмотрим протокол обмена между каналом ввода-вывода ЭВМ и магистралью КАМАК, осуществляемый с помощью описываемого контроллера /рис.1,2/. Инициатива начала обмена принадлежит

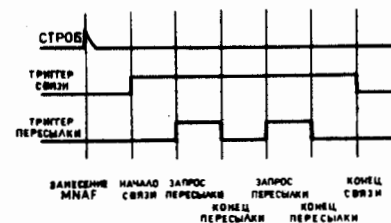


Рис.2. Временная диаграмма работы триггера связи и триггера пересылки.

ЭВМ. Через программный канал она посылает команду MNAF, которая по строб-импульсу передается интерфейсом ЭВМ в интерфейс магистралей /M обозначает режим обмена/. Далее ЭВМ подает команду начала связи, по которой триггер связи в интерфейсе ЭВМ устанавливается в "1", и сигнал об этом по линии "Начало связи" поступает в интерфейс магистралей. Начиная с этого момента передача массива данных происходит под управлением интерфейса магистралей. В случае команды чтения генерируется первый цикл КАМАК с заданной MNAF, и адресованный модуль выдает на линии R данные, записываемые в регистр R интерфейса ЭВМ. Интерфейс магистралей сообщает интерфейсу ЭВМ о готовности данных сигналом "Запрос пересылки", по которому триггер пересылки в интерфейсе ЭВМ устанавливается в "1". Если интерфейс ЭВМ предназначен для работы по программному каналу, то он сообщает ЭВМ о необходимости выполнения пересылки слова и ожидает, когда ЭВМ сделает это. Если интерфейс предназначен для работы по каналу прямого доступа /КПД/, то он выполняет пересылку слова в ОЗУ ЭВМ автономно, не нарушая работы процессора.

После окончания передачи слова в интерфейсе ЭВМ сбрасывается триггер пересылки и тем самым подается сигнал "Конец пересылки" в интерфейс магистрали, который разрешает ему продолжить работу. Интерфейс магистрали анализирует состояние крейта. Если обмен массивом не закончен, то выполняется следующий цикл магистрали и описанная процедура пересылки повторяется. Если обнаружен признак конца массива, то интерфейс магистрали посылает сигнал "Конец связи", по которому триггер связи устанавливается в "0". ЭВМ может обнаружить окончание обмена путем программной проверки состояния триггера связи или по прерыванию, если оно разрешено.

В случае команды записи взаимодействие блоков контроллера происходит аналогично, с той лишь разницей, что после установки триггера связи в "1" интерфейс магистрали сначала подает сигнал "Запрос пересылки" в интерфейс ЭВМ, а цикл КАМАК генерирует после занесения слова записи из ЭВМ в регистр W.

Таким образом, при любом виде обмена данными триггер связи находится в состоянии "1" в течение всего времени обмена массивом, а триггер пересылки - только во время пересылки каждого слова массива.

Пять линий выбора флага обеспечивают выбор одного из 32 сигналов. В их число включены 23 сигнала L, поступающих с магистрали крейта, внешний сигнал L, а также их логические комбинации и некоторые другие сигналы. Выбранный сигнал по линии "Флаг" поступает в ЭВМ. Кроме флага существует возможность ввода в ЭВМ трех сигналов GL, выбранных с помощью переключателей.

Далее описываются универсальный интерфейс магистрали КК 007 и три интерфейса ЭВМ с общей шиной: КЭ 001, КЭ 002 и КЭ 003. Интерфейс магистрали совместно с интерфейсами ЭВМ образует следующие контроллеры:

- а/ с интерфейсом КЭ 001 - контроллер крейта ЭВМ СМ-3 или СМ-4 для работы по каналу прямого доступа к памяти;
- б/ с интерфейсом КЭ 002 - контроллер крейта микро-ЭВМ "Электроника-60" для работы по каналу прямого доступа к памяти;
- в/ с интерфейсом КЭ 003 - контроллер крейта микро-ЭВМ "Электроника-60" для работы по программному каналу.

Следует отметить, что описанный протокол обмена между интерфейсом ЭВМ и интерфейсом магистрали не зависит от типа канала ввода-вывода, поэтому предложенную структуру контроллера можно использовать для мини- и микро-ЭВМ, содержащих не только общую шину, но и радиальные каналы ввода-вывода.

2. ИНТЕРФЕЙС МАГИСТРАЛИ КК 007

Блок предназначен для генерации команд КАМАК, организации обмена массивами данных в стандартных режимах и для обработки сигналов L, X и Q.

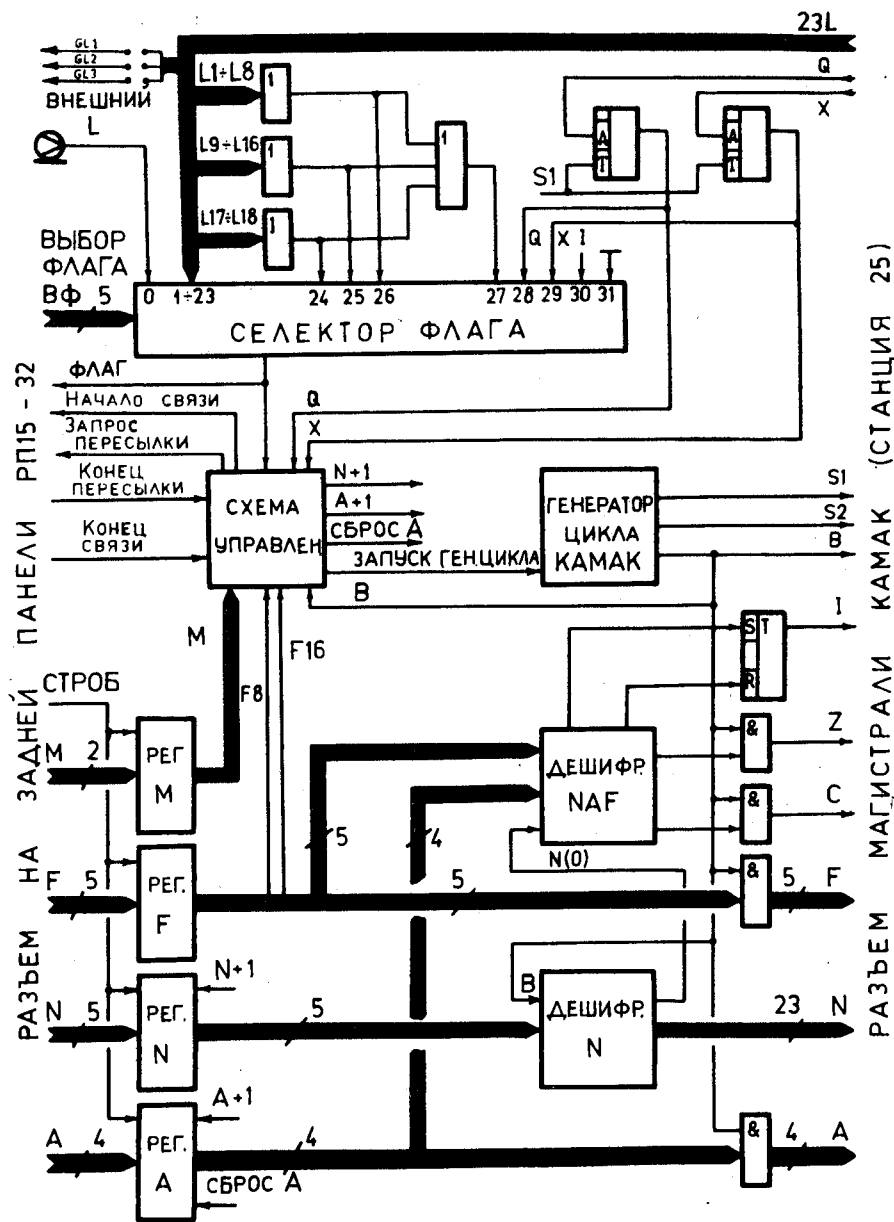


Рис. 3. Блок-схема интерфейса магистрали КК 007.

Блок КК 007 содержит /рис.3/ регистры М, N, А, F, дешифратор номеров станций N, дешифратор команд NAF, адресованных самому контроллеру, генератор цикла КАМАК, 32-входовый селектор флага и схему управления. Запись команды MNAF в интерфейс магистрали производится строб-импульсом по команде от ЭВМ.

Дешифратор NAF декодирует следующие команды:

N(O)A(O)F(26) - генерация Z;

N(O)A(1)F(26) - генерация C;

N(O)A(2)F(26) - установка I;

N(O)A(2)F(24) - снятие I.

Выбор флага осуществляется по пяти линиям ВФ в двоичном коде согласно следующему распределению:

ВФ(0) - внешний сигнал L0;

ВФ(1)÷ВФ(23) - L1÷L23;

ВФ(24) - логическое "ИЛИ" L0÷L7;

ВФ(25) - логическое "ИЛИ" L8÷L15;

ВФ(26) - логическое "ИЛИ" L16÷L23;

ВФ(27) - логическое "ИЛИ" L0÷L23;

ВФ(28) - Q;

ВФ(29) - X;

ВФ(30) - I;

ВФ(31) - логическая "И".

Схема управления предусматривает два варианта начала обмена:

а/ при одновременном наличии как сигнала начала связи /триггер связи находится в состоянии "1"/, так и флага;

б/ сразу после подачи от ЭВМ сигнала начала связи /в этом случае должна быть подана комбинация ВФ=31/.

При дальнейшем рассмотрении будем подразумевать, что обмен начинается сразу после подачи сигнала начала связи.

Предусмотрены три режима обмена данными между магистралью КАМАК и ЭВМ /M = 0, 2, 3/. Режим M=0 означает обмен одним словом, после чего интерфейс магистрали подает сигнал "Конец связи". Режим M=2 - обмен массивом по постоянному адресу в режиме ULS. Каждое последующее слово массива передается при поступлении по линии флага очередного сигнала L, а окончание обмена массивом производится, если в цикле КАМАК, вызванном поступившим сигналом L, обнаруживается Q=0. Режим M=3 означает обмен массивом при последовательном изменении адресов /режим АСА/. Для этого в интерфейсе предусмотрено увеличение на 1 содержимого регистров А и N и сброс регистра А. Передача каждого последующего слова начинается сразу после окончания приема предыдущего без ожидания прихода сигнала L. Окончание работы режима определяется по счетчику переданных слов, находящемуся в интерфейсе ЭВМ или организованному программно.

Выполнение команд чтения (F8=0, F16=0) и команд записи (F8=0, F16=1) различается тем, что в первом случае в начале обмена словом сначала выполняется цикл КАМАК, а затем пересылка слова, а во втором - наоборот.

Интерфейс магистрали обеспечивает также выполнение команд, не связанных с использованием шин чтения или записи (F8=1) в режиме M=0. В этом случае пуск цикла КАМАК производится по строб-импульсу записи команды MNAF в регистры интерфейса магистрали; подачи сигнала начала связи или флага не требуется.

Принцип действия схемы управления показан на рис.4. Генератор с частотой 10 МГц подает импульсы на вход "41" 3-разрядного двоичного реверсивного счетчика и на вход разблокировки дешифратора "3 на 8".

На вход "1" реверсивного счетчика поступают импульсы, переводящие счетчик в предыдущее состояние. Момент прихода импульса "1" находится в середине временного интервала между двумя импульсами "41". Импульсы "1" появляются на входе счетчика до тех пор, пока не будет выполнено условие перехода схемы управления в следующее состояние.

Выходы дешифратора T0-T7 соответствуют восьми возможным состояниям схемы управления:

T0 - тест связи, тест флага;

T1 - пуск цикла чтения в крейте;

T2 - тест окончания цикла КАМАК;

T3 - запрос пересылки;

T4 - тест окончания пересылки;

T5 - пуск цикла записи в крейте;

T6 - тест окончания цикла КАМАК;

T7 - управляющая операция.

В исходном состоянии T0 в каждом такте генератора проверяются линии "Триггер связи" и "Флаг". Если связи нет или отсутствует флаг, то на входе "1" появляется импульс, возвращающий схему в исходное состояние. Как только оба условия выполнены, поступление импульсов на вход "1" прекращается и схема управления переходит в состояние T1. Если в регистр MNAF записана команда чтения, то появляется сигнал пуска цикла КАМАК, если же записана команда записи, то цикл не запускается. Далее схема управления переходит в состояние T2, в котором проверяется наличие цикла магистрали. При отсутствии цикла магистрали схема управления переходит в состояние T3, а при его наличии этот переход произойдет после окончания цикла, то есть после снятия сигнала В с магистрали, когда на вход "1" перестанут поступать импульсы. В состоянии T3 при Q=1 генерируется импульс "Запрос пересылки", передаваемый в интерфейс ЭВМ. Перейдя в состояние T4, схема управления остается в нем до тех пор, пока не окончится пересылка слова, после чего она перейдет в состояние T5. В этом состоянии, если в регистр MNAF записана команда записи, появляется сигнал пуска цикла КАМАК и схема управления, перейдя в состояние T6, ожидает его окон-

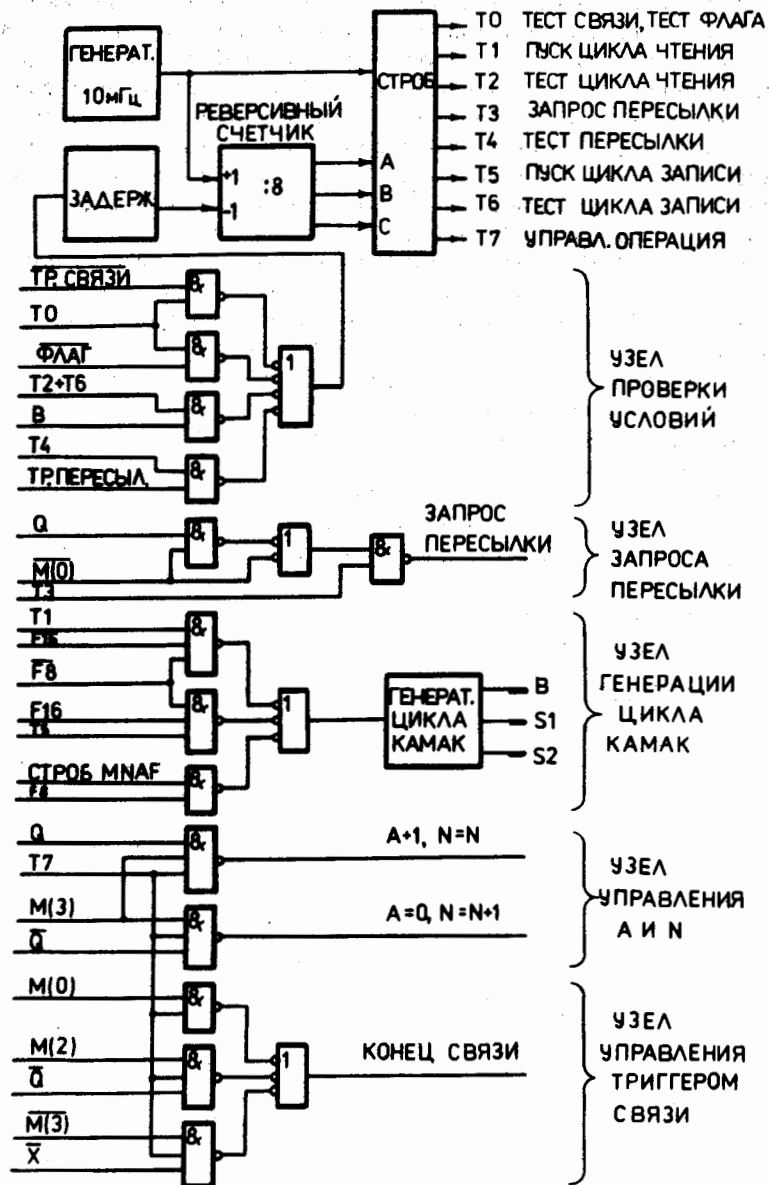


Рис. 4. Принцип действия схемы управления блока КК 007.

чания. В состоянии T7 в зависимости от наличия сигналов M, X и Q генерируются управляющие импульсы. Поступающий в интерфейс ЭВМ импульс "Конец связи" генерируется в случае M=0 безусловно, а в случае M=2 лишь при появлении Q=0 или X=0. В случае M=3 при Q=1 генерируются импульсы "A=A+1"; "N=N", а при Q=0 - импульсы "A=0"; "N=N+1". После T7 схема управления переходит в исходное состояние T0, и вся последовательность действий повторяется.

Через установленный на задней панели разъем РР15-32 блок соединяется с интерфейсом ЭВМ. Распределение контактов разъема следующее:

| | | | |
|-------|--------------------|-------|-----------------------|
| 1-4 | - субадрес А; | 22-26 | - выбор флага ВФ; |
| 5-9 | - номер станции N; | 28 | - флаг; |
| 10-14 | - функция F; | 29 | - "Конец пересылки"; |
| 15-16 | - режим обмена M; | 30 | - "Запрос пересылки"; |
| 17 | - строб MNAF; | 31 | - "Конец связи"; |
| 18-20 | - GL1-GL3; | 32 | - общий. |
| 21 | - "Начало связи"; | | |

На передней панели имеется коаксиальный разъем для ввода в блок КК 007 одного внешнего сигнала L.

Блок потребляет ток 0,6 А по цепи +6В.

3. ИНТЕРФЕЙС ЭВМ СМ-3 и СМ-4 ДЛЯ РАБОТЫ ПО КАНАЛУ ПРЯМОГО ДОСТУПА КЭ 001

Интерфейс КЭ 001 совместно с блоком КК 007 образует контроллер крейта КАМАК, осуществляющий обмен массивами данных между модулями крейта и общей шиной СМ ЭВМ в режиме прямого доступа к памяти. Обмен инициируется программой от ЭВМ, пересылка каждого слова выполняется аппаратными средствами. Конец обмена определяется по прерыванию, если оно разрешено, или путем программной проверки соответствующего разряда регистра управления и статуса. Быстродействие контроллера в режиме передачи массива данных составляет 5-7 мкс/слово.

Блок-схема КЭ 001 показана на рис. 5. Связь с общей шиной осуществляется через двунаправленные буферы ввода-вывода данных и ввода-вывода адреса и через однонаправленные буферы ввода и вывода управляющих сигналов. Обозначения сигналов общей шины соответствуют описанным в [1].

Для ЭВМ программно доступны находящиеся в контроллере четыре 16-разрядных регистра: регистр управления и статуса /PUC/, счетчик адреса /CA/, счетчик слов /CC/ и находящийся в интерфейсе магистрали регистр MNAF. Они занимают на поле адресов ввода-вывода четыре последовательно расположенных адреса,

Таблица 1

Регистр управления и статуса блока КЭ 001

| № разряда | Назначение | Смена состояния разряда |
|-----------|--|--|
| 0 | "1" - импульс начала связи | по команде "Запись РУС" |
| 1 | Направление работы КПД: "0" - запись в ОЗУ ЭВМ; "1" - чтение из ОЗУ ЭВМ | по команде "Запись РУС" |
| 2,3 | "1" - наличие сигналов GL1 и GL2 | при изменении сигнала |
| 4,5 | Расширение памяти при работе с СМ-4 /разряды памяти A16 и A17/ | по команде "Запись РУС" |
| 6 | "1" - разрешение прерывания после окончания связи | по команде "Запись РУС" |
| 7 | Состояние триггера связи: "0" - связь осуществляется; "1" - связь окончена | при изменении состояния триггера |
| 8-12 | Линии выбора флага | по команде "Запись РУС" |
| 13 | "1" - импульс окончания связи | по команде "Запись РУС" |
| 14 | "1" - ошибка при обращении к памяти | установка - при появлении сигнала ошибки; сброс - по команде "Запись РУС" /состояние "0"/ |
| 15 | "1" - наличие выбранного флага | при изменении флага |

Примечание: В разрядах 0 и 13 всегда считывается "0".

досчитал до нуля или узел управления ошибкой обнаружил ошибку при обращении к памяти; по инициативе ЭВМ, когда она подает сигнал общего сброса "Подг." или сигнал "Останов связи" путем записи "1" в 13-й разряд РУС. По окончании обмена, если разрешено прерывание /в 6-м разряде РУС записана "1"/, узел управления прерыванием посылает вектор V в ЭВМ. Если же прерывание запрещено, то окончание обмена можно обнаружить программно, проверяя 7-й разряд РУС.

Триггер пересылки управляет передачей каждого слова массива. По сигналу "Запрос пересылки" от блока КК 007 он устанавливается в "1" и запускает узел требования работы КПД, который выполняет на общей шине весь требуемый протокол обмена сигналами для перевода ЭВМ в режим прямого доступа к памяти. После того как ЭВМ разрешила работу КПД, вступает в действие узел управления общей шиной. При этом со счетчика адреса на шину подается адрес, и в случае вывода данных из ОЗУ они пересылаются в регистр W, а в случае ввода данные из регистра R пересылаются в ОЗУ. После окончания пересылки очередного слова триггер пересылки сбрасывается узлом управления общей шиной, о чем сообщается по линии "Конец пересылки" в интерфейс магистрали.

На передней панели блока КЭ 001 установлены два одинаковых разъема РР15-50 для подключения к общей шине со следующим распределением контактов:

| | | | |
|------------------|-----------|------------|------------|
| 1 - общий; | 36 - У0; | 41 - ПРЕР; | 46 - ПВБ; |
| 2÷17 - А00÷А15; | 37 - У1; | 42 - ЗП5; | 47 - ЗАН; |
| 18÷33 - Д00÷Д15; | 38 - СХ3; | 43 - РП5; | 48 - ПОДГ; |
| 34 - А16; | 39 - СХ4; | 44 - ЗПД; | 49 - АСП; |
| 35 - А17; | 40 - КО; | 45 - РПД; | 50 - АИП. |

Связь с блоком КК 007 производится через разъемы РР15-32 путем соединения одноименных контактов разъемов.

Блок потребляет ток 1,8 А по цепи +6 В.

4. ИНТЕРФЕЙС МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА-60" ДЛЯ РАБОТЫ ПО КАНАЛУ ПРЯМОГО ДОСТУПА КЭ 002

Интерфейс КЭ 002 совместно с блоком КК 007 образует контроллер крейта КАМАК, осуществляющий обмен массивами данных между модулями крейта и шиной микро-ЭВМ "Электроника-60" в режиме прямого доступа к памяти. Обмен инициируется программой от ЭВМ, пересылка каждого слова выполняется аппаратными средствами. Конец обмена определяется по прерыванию, если оно разрешено, или путем программной проверки соответствующего разряда регистра управления и статуса. Быстродействие контроллера в режиме передачи массива данных составляет 5-7 мкс/слово.

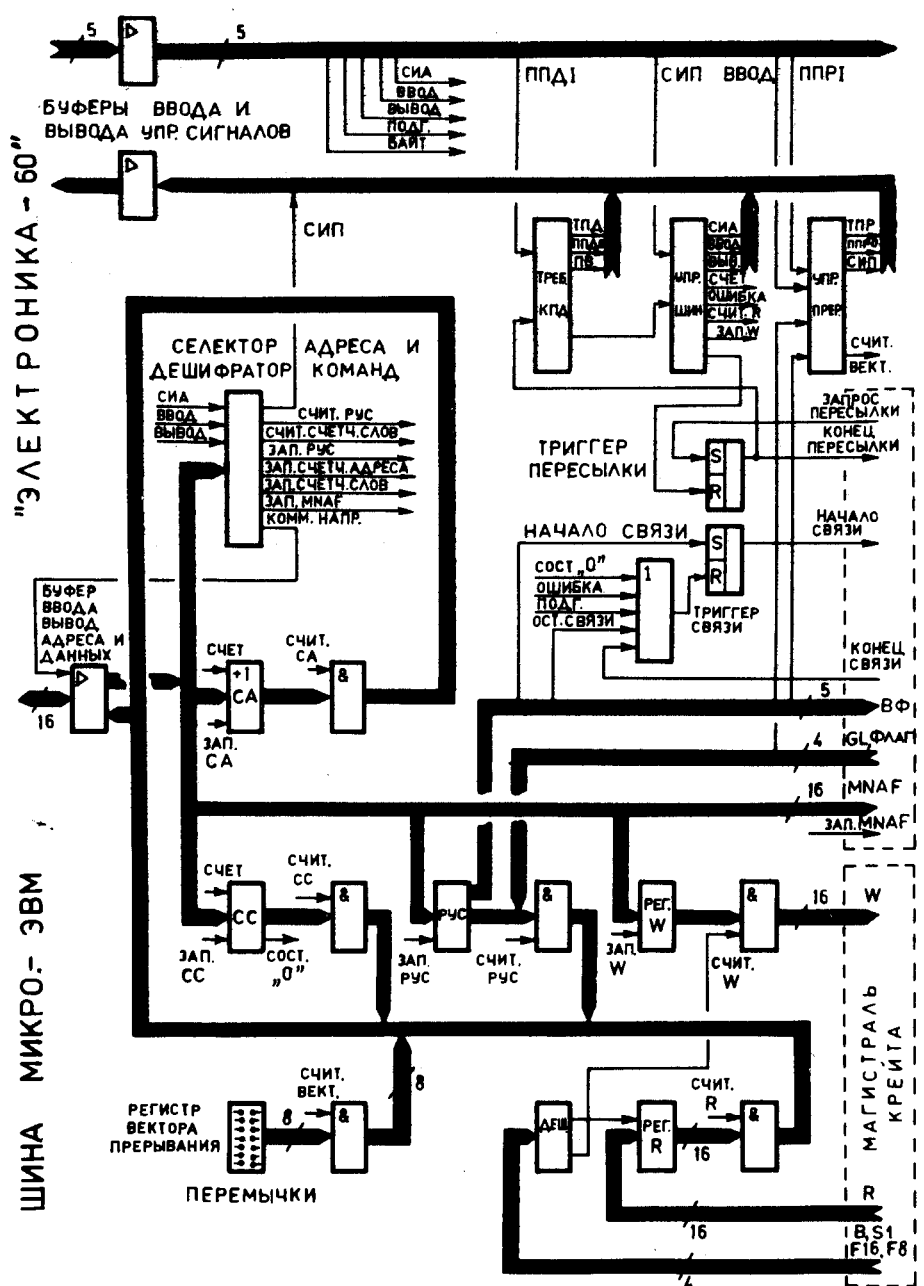


Рис.6. Блок-схема интерфейса микро-ЭВМ "Электроника-60" для работы по каналу прямого доступа КЭ 002.

Блок-схема КЭ 002 приведена на рис.6. В основном она аналогична блок-схеме КЭ 001. Различия заключаются в узлах подключения к шине ЭВМ. В КЭ 002 в соответствии со структурой шины микро-ЭВМ совмещены буферы адреса и данных и введен дополнительный стробируемый буфер вывода со счетчика адреса /СА/ на шины адреса и данных микро-ЭВМ "Электроника-60". Кроме того, имеются различия в узлах требования работы КПД, управления шиной ЭВМ и управления прерыванием. Эти различия обусловлены другим набором управляющих сигналов на шине микро-ЭВМ.

Назначение разрядов РУС в КЭ 002 совпадает с КЭ 001, за исключением разрядов 4 и 5, которые не используются.

На передней панели блока КЭ 002 установлены два одинаковых разъема РП15-50 для подключения к шине микро-ЭВМ со следующим распределением контактов:

- | | | |
|-------------------|-------------|------------|
| 1 - общий; | 23 - СБРОС; | 29 - ВУ; |
| 2÷17 - ДА00÷ДА15; | 26 - ВВОД; | 31 - ТПД; |
| 18 - ТПР; | 27 - ВЫВОД; | 32 - ППД1; |
| 19 - ППР1; | 28 - БАЙТ; | 34 - ПВ. |

Блок потребляет ток 1,6 А по цепи +6 В.

5. ИНТЕРФЕЙС МИКРО-ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА-60" ДЛЯ РАБОТЫ ПО ПРОГРАММНОМУ КАНАЛУ КЭ 003

Интерфейс КЭ 003 совместно с блоком КК 007 образует контроллер крейта КАМАК, осуществляющий обмен массивами данных между модулями крейта и шиной микро-ЭВМ "Электроника-60" по программному каналу. Момент готовности контроллера к пересылке каждого слова, а также момент окончания связи определяются по прерываниям, если они разрешены, или путем программной проверки соответствующих разрядов регистра управления и статуса. Быстродействие контроллера в режиме передачи массива данных составляет 20-30 мкс/слово.

Блок-схема КЭ 003 показана на рис.7. Связь с шиной микро-ЭВМ осуществляется через двунаправленный буфер ввода-вывода адреса и данных и через однонаправленные буферы ввода и вывода управляющих сигналов.

Для ЭВМ программно доступны находящиеся в контроллере четыре 16-разрядных регистра. Они занимают на поле адресов ввода-вывода два последовательно расположенных адреса, которые задаются с помощью переключателей на плате начиная с адреса 166000. По первому адресу находится регистр управления и статуса /РУС/, а по второму - регистр чтения R, регистр записи W и расположенный в интерфейсе магистрали регистр MNAF. Регистры R и W доступны в том случае, если идет обмен массивом /триггер связи

Таблица 2

Регистр управления и статуса блока КЭ 003

| № разряда | Назначение | Смена состояния разряда |
|-----------|--|----------------------------------|
| 0 | "1" - импульс начала связи | по команде "Запись РУС" |
| 1,2,3 | "1" - наличие сигналов GL1, GL2, GL3 | при изменении сигнала |
| 4 | не используется | - |
| 5 | "1" - разрешение прерывания по запросу пересылки слова | по команде "Запись РУС" |
| 6 | "1" - разрешение прерывания после окончания связи | по команде "Запись РУС" |
| 7 | Состояние триггера связи: "0" - осуществляется связь; "1" - связь окончена | при изменении состояния триггера |
| 8-12 | Линии выбора флага | по команде "Запись РУС" |
| 13 | "1" - импульс окончания связи | по команде "Запись РУС" |
| 14 | Состояние триггера пересылки: "0" - пересылка слова закончена; "1" - запрос на пересылку слова | при изменении состояния триггера |
| 15 | "1" - наличие выбранного флага | при изменении флага |

Примечание. В разрядах 0,4 и 13 всегда считывается "0".

14-й разряд РУС. ЭВМ выполняет требуемую пересылку слова данных под управлением программы. После записи слова в регистр W или чтения слова из регистра R триггер пересылки сбрасывается в "0" сигналом от дешифратора команд.

На передней панели блока КЭ 003 установлены два одинаковых разъема РП15-50 для подключения к шине микро-ЭВМ со следующим распределением контактов:

1 - общий; 19 - ППР1; 27 - ВЫВОД;
2÷17 - ДА00÷ДА15; 23 - СБРОС; 28 - БАЙТ;
18 - ТПР; 26 - ВВОД; 29 - ВУ.

Связь с блоком КК 007 осуществляется через разъем РП15-32 путем соединения одноименных контактов разъемов.

Блок потребляет ток 1,1 А по цепи +6 В.

В заключение авторы благодарят В.А.Баранова, Нгуен Мань Занга и В.А.Саенко за полезные обсуждения и помощь при испытаниях блоков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малые ЭВМ и их применение /под ред. Б.Н.Наумова/. "Статистика", М., 1980.
2. Борисенко В.Д., Плотников В.В., Талов И.Л. Электронная промышленность, 1980, №10, с.20.
3. Iselin F. et al. CC11 CAMAC Crate PDP11 Interface Type 116, CERN-NP CAMAC Note, No.43-00, Geneva, 1972.
4. Мячев А.А. Организация управляющих вычислительных комплексов. "Энергия", М., 1980.
5. Елизаров О.И., Жуков Г.П., Мячев А.А. ОИЯИ, 11-8396, Дубна, 1974.
6. Елкин Ю.В. В кн.: Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ /тезисы докладов VI Всесоюзной конференции/. Институт автоматки и электрометрии СО АН СССР, Новосибирск, 1981, с.67.
7. Нифонтов В.И., Орешков А.Д., Уваров Н.П. В кн.: Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ /тезисы докладов VI Всесоюзной конференции/. Институт автоматки и электрометрии СО АН СССР, Новосибирск, 1981, с.5.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 ноября 1981 года.