

Объединенный
институт
ядерных
исследований
Дубна

965/2-80

3/3-80

10 - 12846

П.Хорват, М.Моргач, И.Турзо

СПОСОБ ОРГАНИЗАЦИИ
МНОГОКРЕЙТНЫХ СИСТЕМ КАМАК

1979

Способ организации многокрейтных систем КАМАК

Рассматривается способ образования многокрейтных систем при одновременном использовании нескольких источников управления. За основу многокрейтной системы выбран крейт стандарта EUR 6500^{EN}, что дает возможность стандартного подключения вспомогательных источников управления. Стандартом предусмотрена передача команды типа NAF, что ограничивает возможности вспомогательных источников управления. Для более эффективного их использования нужно дополнительное аппаратное обеспечение, которое позволит применять команду типа CNAF. Возможный способ создания такого обеспечения описывается в настоящей работе.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

A Way to Organize Multicrate Systems

A way to form the multicrate systems which use simultaneously some control sources is described. As a basis element of such system a crate according to the EUR 6500^{EN} specification was chosen. That selection allows the standard connection of the auxiliary control sources to system. According to the EUR 6500^{EN} standard only CAMAC command of the NAF type can be directly transmitted, that strongly limited the potential possibilities of the auxiliary control sources. For more convenient and flexible usage of these auxiliary sources some minimal hardware is added by means of one the CAMAC command type CNAF, is transmitted. A possible way to design such auxiliary hardware is discussed.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

Вопросом, как ввести больше чем один источник управления в систему КАМАК, занималась кроме других фирм фирма GEC-Elliott, в результате деятельности которой появился системный крейт КАМАК^{/1/}. Организацией "Интератоминструмент" было сделано предложение стандартизировать системный крейт^{/2/}. Комитет ESONE, который ведет надзор над развитием стандарта КАМАК, отверг попытки некоторых лабораторий принять системный крейт как спецификацию ESONE потому, что в нем магистраль крейта используется нестандартным образом.

Вопреки этому необходимость управления системами, состоящими больше чем из одной ЭВМ, привела к использованию системного крейта в разных лабораториях^{/3/}. В связи с появлением микропроцессоров и микро-ЭВМ и их внедрением в системы КАМАК потребность подключения нескольких источников управления стала еще сильнее. Комитет ESONE в связи с решением этой проблемы принял спецификацию EUR 6500^{e/4/}, которая решает вопрос распределенного* управления в крейте КАМАК. Эта спецификация не решает проблему распределенного управления многокрейтными системами. Но она позволяет, и очень просто, расширить применение крейта КАМАК со вспомогательной магистралью для управления такими системами.

В работе предлагается способ расширенного использования крейта КАМАК для управления максимально 50-ю крейтами.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Согласно основному документу КАМАК^{/5/} крейт КАМАК должен содержать контроллер крейта для управления работой модулей в крейте.

Во время адресной операции контроллер крейта выдает на магистраль сигналы N, A, F, которыми определяется команда, исполняющаяся в модуле, а также временные сигналы цикла КАМАК: B, S1, S2. Если генерируется команда передачи

* Способ управления системой, использующей несколько источников управления /источников программ/, которые могут располагаться в разных точках системы и совместная работа которых организована на приоритетной основе, будем называть распределенным управлением.

данных /чтение, запись/, то тогда контроллер принимает данные с R-шин или выдает их на W-шины соответственно. При безадресной операции контроллер выставляет на магистраль следующие сигналы: С или Z и В, S1, S2. Далее контроллер может генерировать сигнал I и следить за состоянием сигналов L, X и Q.

Основной документ ^{15/} рассчитан на использование одного контроллера, который должен занимать определенное место в крейте. Поэтому крейт КАМАК содержит только одну управляющую станцию, и только из этой станции осуществляется доступ к индивидуальным шинам N и L. Доступ к шинам чтения и записи R и W возможен с нормальных станций. Доступ ко всем шинам магистрали крейта осуществляется с управляющей и одной из нормальных станций. Контроллер крейта вставляется в разъемы именно этих станций.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ

Выше мы говорили о возможности подключения источника управления к магистрали только при помощи контроллера крейта. Если нужно подключить к магистрали добавочные источники управления, вставленные в нормальные станции, нужно выполнить следующие требования:

- 1/ вспомогательный контроллер должен обладать доступом к индивидуальным шинам N и L из нормальной станции;
- 2/ вспомогательный контроллер должен участвовать в процедуре задания приоритетов на магистрали.

Доступ к шинам N нужен для того, чтобы вспомогательный контроллер мог генерировать полную команду КАМАК. Доступ к шинам L требуется для того, чтобы вспомогательный контроллер мог реагировать на сигналы запроса LAM.

Процедуры задания приоритетов обеспечивают такой порядок, при котором в определенный момент времени только один из контроллеров управляет магистралью. Задание приоритетов осуществляется по заранее определенной схеме. Вспомогательные контроллеры должны позволять подсоединение шин L таким образом, чтобы была возможность выбора только таких запросов LAM, которые для данной конкретной установки важны. Для этой выборки можно использовать модуль задания приоритетов /LAM-Grader/ в соединении со вспомогательным контроллером /таким же образом, как и с контроллером крейта/.

ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ МАГИСТРАЛЬ

Оба вышеупомянутые требования выполняются при помощи новой магистрали, т.н. вспомогательной магистрали (Auxiliary Controller Bus), и связанных с ней сигналов /рис. 1/.

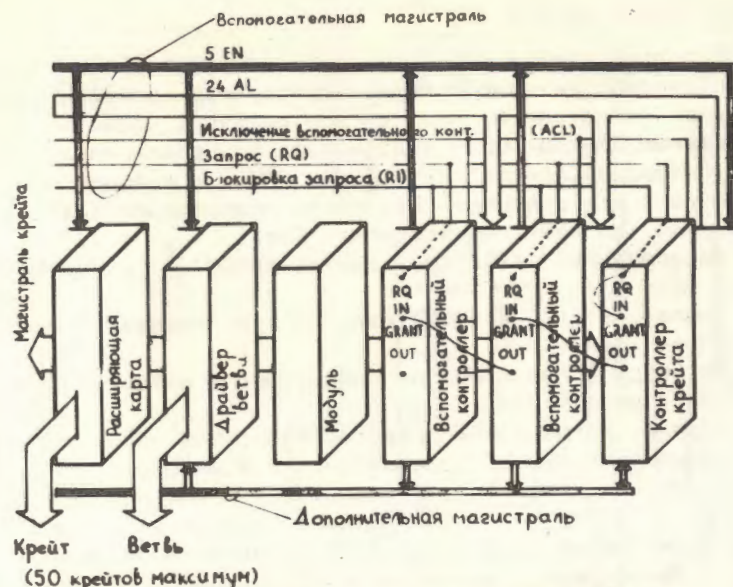


Рис. 1. Использование крейта по документу EUR 6500 EN для подключения ветви или крейта посредством РК и ДВ.

У вспомогательного контроллера доступ к вспомогательной магистрали осуществляется с помощью разъема, размещенного на задней панели над разъемом магистрали крейта, и трех коаксиальных разъемов /ЛЕМО/ на передней панели.

- Вспомогательная магистраль содержит следующие шины:
- EN1 - EN16 - 5 шин для бинарного кода номера станции (Encoded N). Этот код декодируется в контроллере крейта, образуя сигнал выборки станции.
 - AL1 - AL24 - 24 шины для ввода сигналов L1-L24 во вспомогательные контроллеры (Auxiliary LAM - AL).
 - REQUEST - шина и разъем на передней панели для передачи сигнала запроса.
 - GRANT - соединение по кабелю через разъемы GRANT IN и GRANT OUT на передних панелях всех контроллеров для разрешения управления.
 - REQUEST INHIBIT - шина для блокировки запроса.
 - ACL - шина для передачи сигнала исключения вспомогательного контроллера (Auxiliary Controller Lockout).
 - FREE LINE - свободная шина.

КОНТРОЛЛЕР КРЕЙТА

Контроллер крейта

1. Содержит интерфейс между магистралью крейта и вспомогательной магистралью, что, в свою очередь, позволяет вспомогательным контроллерам участвовать в управлении крейтом.

2. Позволяет присоединить крейт КАМАК к внешней магистрали, так как содержит интерфейс подключения к внешней магистрали. На практике это может быть:

- параллельная магистраль /ветвь КАМАК/ ^{1/} и контроллер крейта А2;
- последовательная магистраль ^{1/} и последовательный контроллер крейта L2;
- магистраль ввода-вывода процессора и интерфейс подключения к магистрали.

В случае, когда крейт представляет собой некоторого рода автономную систему, его присоединение к внешней магистрали не обязательно. Минимальное требование к контроллеру крейта заключается в том, что он должен содержать интерфейсы между магистралью крейта и вспомогательной магистралью. На рис. 2 представлена минимальная конфигурация, которая содержит:

- 1/ проводное соединение шин L1-L24 и AL1-AL24;
- 2/ декодировщик для преобразования сигналов EN1-EN16 в сигналы выборки N1-N24;
- 3/ резисторы тока смещения, поддерживающие его высокий уровень при отсутствии сигнала или в случае сигнала "0" на шинах магистрали крейта и вспомогательной магистрали.

Разъемы на передней панели контроллера крейта для сигналов REQUEST, GRANT IN, GRANT OUT не обязательны, т.к. минимальный контроллер не может генерировать сигнал запроса.

СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИОРИТЕТА

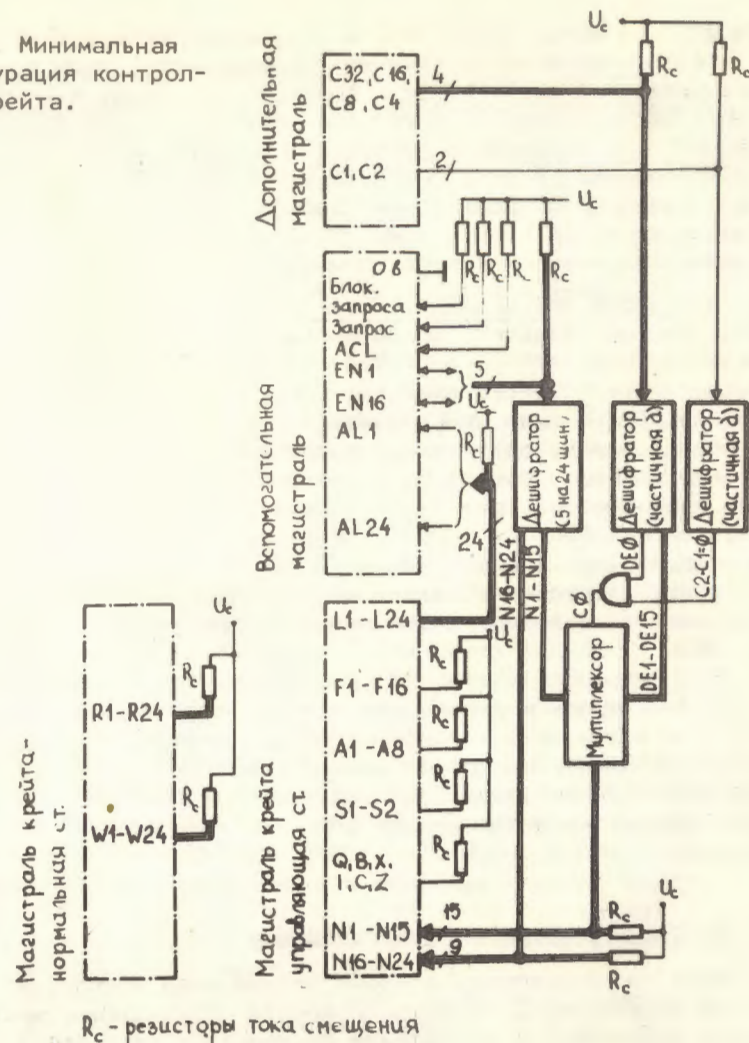
Магистраль вспомогательного контроллера позволяет применять два разных способа определения приоритета.

1. Протокол запрос/разрешение (Protocol Request/Grant).

Этот способ определения приоритета предпочтительный. Участвуют в нем следующие сигналы: REQUEST, GRANT, REQUEST INHIBIT.

В контроллере, которому заранее присужден высший приоритет, соединяем кабелем разъем REQUEST с разъемом GRANT IN. Затем разъем GRANT OUT этого контроллера соединяем кабелем с разъемом GRANT IN очередного контроллера с более низким

Рис. 2. Минимальная конфигурация контроллера крейта.



приоритетом и т.д., вплоть до контроллера с самым низким приоритетом. На рис. 1 показана ситуация, когда высшим приоритетом обладает контроллер крейта /но это не обязательно/.

Если любой контроллер генерирует сигнал REQUEST, этот сигнал поступает в контроллер с высшим приоритетом. И если, например, этот контроллер не генерирует сигнал REQUEST, то пропускает сигнал GRANT в следующие контроллеры. Первый контроллер по направлению передачи сигнала GRANT, который генерирует сигнал REQUEST, не пропускает сигнал

GRANT на выход GRANT OUT и генерирует сигнал REQUEST INHIBIT. С этого момента на протяжении операционного цикла контроллер управляет магистралью и блокирует оставшиеся контроллеры. После окончания операции снимается сигнал REQUEST INHIBIT и управление передается следующему контроллеру по требованию. Если в определенный момент приходит запрос на управление от больше чем одного контроллера, управление предоставляется тому из них, у которого высший приоритет задан подключением входов и выходов GRANT.

2. Способ определения приоритета с помощью сигнала ACL. Этот способ называют "исключением вспомогательного контроллера" (Auxiliary Controller Lockout). В одном крейте КАМАК может располагаться только единственный контроллер, генерирующий сигнал ACL. Сигнал ACL передается с помощью общей шины к контроллерам, размещенным в крейте.

Контроллер, генерирующий сигнал ACL, обладает абсолютным приоритетом. При начале работы такой контроллер выставляет сигнал ACL, и если в тот же самый момент второй контроллер находится в действии, он должен на сигнал ACL реагировать следующим образом: или подавить текущую операцию, или закончить ее до начала цикла контроллера, генерирующего ACL.

Этот способ определения приоритета введен потому, что некоторые внешние магистрали не приспособлены для выравнивания задержки между моментом начала генерации сигнала запроса (REQUEST) и поступлением сигнала "Разрешение управления" (GRANT). Например, последовательная магистраль и последовательный контроллер типа L2 не обладают такой способностью ^{17/}.

СПОСОБЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ МНОГОКРЕЙТНЫХ СИСТЕМ

Выше мы рассмотрели способы подключения нескольких источников управления к магистрали крейта. Последующие крейты можно подключить к магистрали посредством двух видов модулей:

- 1/ расширяющих карт (Extender Card) - РК,
- 2/ драйверов ветви (Branch Driver) - ДВ.

Модули обоих типов вставляются в нормальные станции. Для их исправной работы нужно обеспечить выполнение дополнительных требований:

1. Драйверы ветвей должны обладать доступом к шинам С, которые позволяют выполнять адресацию крейтов в ветви.

2. Запросы модулей LAM должны образовать запрос крейта на прерывание. Должен быть введен протокол определения приоритетов крейта.

3. Вспомогательные контроллеры должны генерировать команду КАМАК формата:

C32 C16 C8 C4 C2 C1 N16 N8 N4 N2 N1 A8 A4 A2 A1 F16 F8 F4 F2 F1

где сигналы C32=C1 представляют двоичный код крейта.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ МАГИСТРАЛЬ

Передачу адреса крейта можно обеспечить двумя путями: 1/ созданием дополнительных аппаратных средств или 2/ использованием уже существующих таким образом, чтобы при передаче адреса крейта менялось назначение некоторых шин магистрали.

Не создавая дополнительных средств передачи адреса крейта, можно передать его по стандартным шинам в отдельном цикле. Такое применение магистрали позволяет в значительной степени расширить возможности стандарта EUR 6500. Этой проблемой занимается отдельная группа при ESONE, изучающая расширенное использование магистрали. Результатом ее работы должен быть новый стандарт COMPEX ^{8,9/}, в котором предполагается для передачи адреса применять шины W магистрали крейта и для передачи данных в обоих направлениях - шины R так же, как в ветви. По сведениям из литературы ^{9/}, новый стандарт должен быть принят ESONE в течение этого или начале будущего года. Поскольку для передачи адреса будет служить слово длиной 24 бит, этот новый стандарт даст возможность прямой адресации дополнительных запоминающих устройств, размещенных в крейте.

Нужно заметить, что в случае использования стандарта COMPEX для расширения системы с помощью РК и ДВ эти устройства будут более сложными, чем будет описано ниже. Команды нужно будет передавать не прямо в соответствующие крейты, а посредством буферных регистров, размещенных в обоих упомянутых модулях /РК и ДВ/.

Адрес крейта С можно передать также с помощью дополнительной магистрали /см. рис. 1/. Вспомогательный контроллер, контроллер крейта и драйвер ветви должны содержать разъемы на передней панели для доступа к дополнительной магистрали. Дополнительная магистраль включает в себя следующие шины:

C1 ÷ C32 - 6 шин для передачи сигналов двоичного кода крейта. Эти сигналы частично декодируются в контроллере крейта, образуя номер выборки расширяющей карты. Полностью декодируется номер выборки C(∅) = ∅. В случае подключения драйвера ветви частично декодируется контроллером крейта номер выборки ветви и в драйвере ветви частично декодируется номер выборки крейта.

Способ частичного декодирования сигналов C в контроллере крейта приведен на рис. 2. Сигналы C32 ÷ C4 определяют выборку расширяющих карт DE1 ÷ DE15. При выборке внешнего крейта у одной из шин появляется нижний уровень и декодируется состояние C(∅) ≠ ∅, которое определяет подключение сигналов выборки расширяющих карт DE1 ÷ DE15 посредством мультиплексора к шинам выборки N1 ÷ N15. В случае состояния C(∅) = ∅ к шинам выборки N1 ÷ N15 подключается декодированный сигнал выборки модуля N_i. Способ использования частично декодированных состояний C приведен в таблице.

Таблица

Частично декодированные сигналы C32, C16, C8, C4

Номер выборки модуля	Номер выборки расширяющей карты	Номер выборки драйвера ветви	Двоичный код выборки драйвера ветви или расширяющей карты			
			C32	C16	C8	C4
N1	DE1		0	0	0	1
N2	DE2	BC1	0	0	1	0
N3	DE3		0	0	1	1
N4	DE4		0	1	0	0
N5	DE5	BC2	0	1	0	1
N6	DE6	BC3	0	1	1	0
N7	DE7		0	1	1	1
N8	DE8		1	0	0	0
N9	DE9	BC4	1	0	0	1
N10	DE10	BC5	1	0	1	0
N11	DE11		1	0	1	1
N12	DE12		1	1	0	0
N13	DE13	BC6	1	1	0	1
N14	DE14	BC7	1	1	1	0
N15	DE15		1	1	1	1

Расширяющие карты PK1 ÷ PK15 можно ставить только в станции с N1 по N15, драйверы ветвей DB1 ÷ DB7 - в станции N2 и N3, N4 и N5 и т.д., по N14 и N15. При максимальной конфигурации можно поместить в крейт 7 драйверов ветвей и одну расширяющую карту. Оставшиеся станции с N16 по N23 можно использовать для размещения вспомогательных контроллеров. Расширяющие карты и драйверы ветвей должны содержать на задней панели разъем для подключения вспомогательной магистрали.

Номер выборки расширяющей карты задают сигналы на шинах C32, C16, C8, C4, номер выборки ветви - сигналы C32, C16, C8. Сигнал выборки ветви появляется на шинах N в тех станциях, в которые вставлен драйвер ветви. Сигналы выборки крейтов, код которых передается по шинам C4, C2, C1, декодируется в выбранном драйвере ветви.

РАСШИРЯЮЩАЯ КАРТА И СООТВЕТСТВУЮЩИЙ КОНТРОЛЛЕР КРЕЙТА

Расширяющая карта вставляется в одну из нормальных станций и имеет доступ к магистрали крейта и шинам EN вспомогательной магистрали. Она не имеет доступа и к дополнительной магистрали, т.к. сигнал выборки карты декодируется в контроллере крейта. Посредством разъема на передней панели расширяющей карты к магистрали присоединяется контроллер внешнего крейта КАМАК, соответствующий требованиям стандарта EUR 4100e^{5/}. Расширяющая карта содержит только драйверы и приемники линий и не оказывает никакого воздействия на проходящие через нее сигналы магистрали крейта и сигналы EN1 ÷ EN16 вспомогательной магистрали. Нужно заметить, что сигналы N и L приобретают сейчас значение сигнала выборки расширяющей карты PK и запроса крейта IRQ_i на прерывание. Контроллер внешнего крейта относительно прост и описан в^{10/}.

При построении систем часто нужно решать задачу подключения еще одного крейта. С помощью расширяющих карт можно сравнительно просто решить эту задачу при минимальных изменениях в основной системе.

ДРАЙВЕР ВЕТВИ

Драйвер ветви вставляется в две нормальных станции и присоединяет магистрали основного крейта КАМАК к магистрали ветви. Драйвер должен соответствовать требованиям спецификации EUR 4600e^{6/}. Он содержит вентили для передачи команд CNAF

в ветвь, двухсторонние вентили между шинами BRW и шинами R и W магистрали крейта, логические схемы для обработки ответов ВТВ₁ и объединения их в единичный сигнал ответа.

Коды команд, направленные в ветвь из основного крейта, драйвер ветви может пропускать без изменений. Коды команд поступают в ветвь во время операционного цикла ветви, и механизм "hand shake" управляется временными сигналами основного крейта. Драйвер ветви, основанный на этом принципе, не нуждается в запоминающих регистрах для команд и данных и в программе для проверки окончания операции ветви.

В случае, когда невозможно использовать механизм "hand shake" с управлением от основного крейта, драйвер ветви должен содержать вышеупомянутые регистры и индикатор рабочего состояния.

ЛИТЕРАТУРА

1. CAMAC System Crate Catalogue, GEC-Elliot System Crate Philosophy. A. 2951-22, 1977; GEC-Elliot Process Automation Limited. New Parks Leicester LE3 1UF, England.
2. Блоки для управления многокрейтными системами КАМАК методом системного крейта. ИАИ, Варшава, 1977.
3. Колпаков И.Ф. АЭ, 1978, т.44, №4, с.331-347.
4. Multiple Controllers in a CAMAC Crate. Commission of the European Communities, EUR 6500 EN, 1978.
5. CAMAC a Modular Instrumentation System for Data Handling. ESONE Committee, EUR 4100e, 1972.
6. CAMAC Organization of the Multicrate System. ESONE Committee, EUR 4600e, 1972.
7. Specification of the CAMAC Serial Highway and Serial Crate Controller, type L2. Commission of the European Communities, EUR 6100e, 1977.
8. Parker R. Compatible Extended Use of Dataway. CERN CAMAC News, June 1978, No.14, p.3.
9. ESONE Annual General Assembly, 1978, Hamburg, Sept. 25,26, 1978, p.1-7.
10. Хорват П. и др. ОИЯИ, 10-12319, Дубна, 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел
8 октября 1979 года.