

**А. М. ИЗБИНСКИЙ, Л. З. ПОСОШЕНКО, А. И. СМУРЫГОВ,
В. П. СОСНИН, В. А. ТИМОФЕЕВ, А. Б. ФУРЩИК**

(Москва)

КАНАЛ ПЕРЕДАЧИ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО СТЕКЛОВОЛОКОННОМУ КАБЕЛЮ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТА

Успехи работ по созданию стекловолокна и волоконно-оптических линий связи, достигнутые в последнее время, позволяют говорить о практической возможности использования такой связи. Ее принципиальные достоинства: высокие помехозащищенность и надежность, возможность интеграции большого числа каналов, широкополосность, отсутствие электромагнитного излучения, гальваническая развязка входа и выхода, малая масса.

В настоящее время имеются возможности для создания внутри-объектных линий связи длиной до сотен метров, которые могут быть использованы для обмена информацией между отдельными ЭВМ, для управления удаленными объектами и периферийными устройствами сбора и обработки информации в системах автоматизации научных исследований и т. п.

Цель настоящей работы состояла в создании на основе волоконно-оптической линии связи системы управления крейтом САМАС с помощью ЭВМ, удаленной от него на значительное расстояние. В качестве управляющей ЭВМ использовался УВК М400 с унифицированным интерфейсом «Общая шина».

Для экономии машинного времени и повышения производительности системы в целом она организована таким образом, чтобы отдельные части программы могли выполняться автоматически, без обращения к ЭВМ. Обмен информацией между крейтом и ЭВМ нужен только в том случае, когда необходимо принять какое-либо решение, связанное с ходом эксперимента, возникающими в системе запросами обслуживания или анализом получаемых данных. Обязательным условием при разработке системы являлось максимальное использование уже имеющейся аппаратуры и пригодность использования одного и того же математического обеспечения для ближнего и дальнего крейтов. Передача информации осуществляется последовательным кодом по двум однонаправленным оптическим каналам, сопряженным на концах с модулями связи (МС1 и МС2).

Все оборудование системы делится на две группы.

К первой группе относится оборудование, находящееся вблизи управляющей ЭВМ. Оно включает собственно ЭВМ (УВК М400) и крейт, содержащий крейт-контроллер (КК М400) [1], модуль связи (МС1) и рабочие модули, расширяющие возможности ЭВМ. При необходимости в этом же крейте могут быть размещены модули управления второй экспериментальной установкой, расположенной возле ЭВМ, или несколько модулей связи с дальними экспериментальными установками. Это обеспечит радиальное подключение к ЭВМ нескольких удаленных экспериментальных установок и организацию дальней многокрейтной системы.

Во вторую группу, расположенную в непосредственной близости от экспериментальной установки, входят собственно экспериментальная установка (ЭУ), крейт, содержащий автономный программируемый контроллер (КАП) [2], постоянные запоминающие устройства (ПЗУ), модуль связи (МС2) и рабочие модули (РМ) управления, контроля и регистрации параметров эксперимента. Использование в дальних

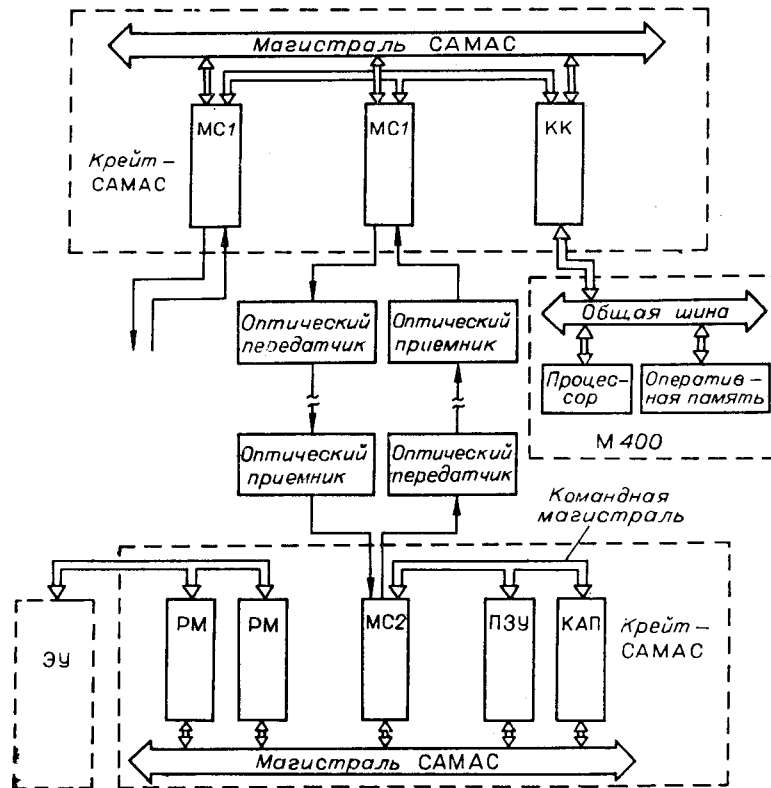


Рис. 1.

крейтах КАП и ПЗУ позволяет заранее запрограммировать эксперимент и ввести в управление элементы микропрограммирования, сохранив в то же время гибкость при принятии решений, которую дает ЭВМ.

Блок-схема системы управления одним дальним крейтом приведена на рис. 1.

При организации дальних многокрейтных систем на базе одного крейт-контроллера возможны два варианта связи с управляющей ЭВМ.

Для радиального подключения к ЭВМ нескольких несложных ЭУ, размещенных в пространстве и управляемых с помощью КАП и модулей, размещенных в отдельных крейтах, можно разделить между этими крейтами все 23 станции, находящиеся под управлением одного КК М400. При этом программа не различает принадлежности модулей к определенному крейту, а обращается к ним, как к частям одного и того же крейта. Это дает возможность использовать математическое обеспечение, применяемое для управления одним крейтом.

В том случае, если требуется иметь в дальних крейтах многокрейтной системы, управляемой через один КК М400, возможность доступа ко всем станциям, необходимо формирование предварительной команды выбора крейта. Она должна содержать номер станции, на которой установлен модуль МС1, передающий команды в соответствующий крейт. Такая организация ведет к усложнению программы управления экспериментом и требует некоторой доработки имеющихся для КК М400 программ.

Рассмотрим подробнее работу канала передачи цифровой информации между крейтами. Временная диаграмма выполнения команды чтения представлена на рис. 2. При выборе модуля из дальнего крейта САМАС-команды и данные, поступающие от УВК М400 через КК М400

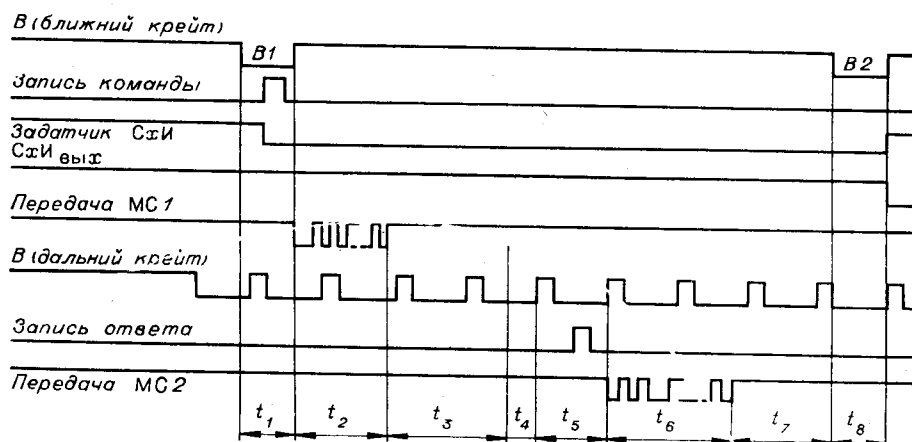


Рис. 2.

в магистраль, за время цикла $B1$ записываются в модуль МС1. После завершения цикла поступившие данные в последовательном коде выдаются на линию связи. По окончании приема данных модулем МС2 в нем производится синхронизация с началом цикла САМАС (B), генерируемого непрерывно в КАП, и параллельный вывод команды и данных на магистраль крайта. Установленные на магистрали команды и данные используются для управления работой КАП или рабочими модулями. При этом для выполнения команд чтения и управления требуется один цикл, а для команд записи — два цикла САМАС. За это время ответные сигналы рабочего модуля записываются в регистр модуля МС2 и запускается ответная передача к модулю МС1. По окончании приема ответа модуль МС1 выдает в КК М400 сигнал пуска цикла САМАС ($B2$). В этом цикле на магистраль выводятся данные ответа (X, Q, R). Выполнение САМАС-команды чтения на этом заканчивается и КК М400 выдает сигнал $SxI_{\text{вых}}$, разрешающий М400 переход к выполнению следующей инструкции.

Быстродействие характеризуется следующими временными интервалами (см. рис. 2): t_1 — обращение к модулю (1 мкс); t_2 — передача команды (1,6 мкс); t_3 — время распространения сигнала по линии связи; t_4 — время синхронизации (не более 1,4 мкс); t_5 — выполнение команды (1,4 мкс); t_6 — передача ответа (4,4 мкс); t_7 — время распространения сигнала по линии связи; t_8 — вывод ответа на магистраль крайта (1 мкс).

Таким образом, суммарное время выполнения команды чтения составляет $10,8 \text{ мкс} + 2t_p$.

При передаче от МС1 к МС2 длительность посылки команд записи ($F16=1, F8=0$) и безадресных команд составляет 44 бит. В остальных случаях — 16 бит. Посылка ответа на команды чтения ($F16=0, F8=0$) от МС2 к МС1 — 44 бит. Ответы на остальные команды содержат по 12 бит.

Итак, при скорости передачи 10 Мбит/с суммарное время выполнения команды (без учета времени распространения сигналов) для команд записи-чтения составляет около 10 мкс, а для управляющих команд — 7 мкс.

В случае возникновения в дальнем крайте сигналов запроса модуль МС2 организует их приоритетную передачу по линии связи в МС1 с последующей стандартной обработкой этого сигнала в КК М400.

Для экономии оборудования в модулях МС1 и МС2 регистры, предназначенные для записи, передачи и чтения команд управления

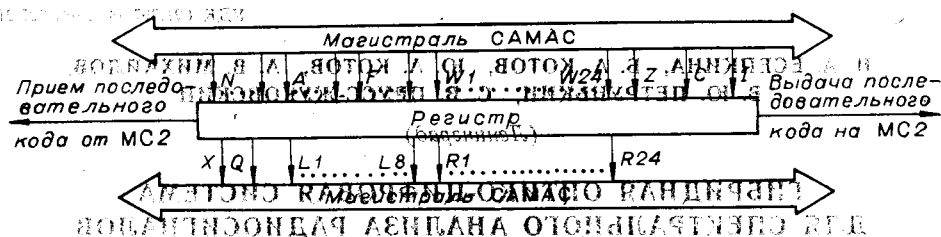


Рис. 3.

и данных, совмещены в 44-разрядный сдвиговый регистр. При этом в зависимости от того, какую функцию в настоящее время выполняет регистр, большинство его разрядов имеет по два назначения. Изложенное выше показано на примере регистра МС1 на рис. 3. Для передачи по линии использован бифазный код, или, иначе, двойная относительная фазовая модуляция. Она характеризуется сменой фазы сигнала в начале каждого бит-периода и сменой фазы в середине того бит-периода, в котором передается «1». Этот код не содержит постоянной составляющей и позволяет легко, чисто цифровыми методами, выделять на приемном конце синхронизирующий сигнал. Эффективность кода составляет 1 нбит/с/Гц и не требует

Модули МС1 и МС2 выполнены на микросхемах серий 131 и 155. Ширина модулей — 1 мм. Водяконно-оптическая линия связи включает следующие узлы и элементы: передатчик сдв-механизмом юстировки, оптический кабель, приемник с механизмом юстировки и блоки питания. Передатчик представляет собой быстродействующий усилитель, нагрузкой которого является светонезлучающий диод, обеспечивающий передачу постоянного сигнала в течение произвольного времени, достаточного для быстрого действия и мощности излучения. На входе усилителя установлена быстродействующая ТТЛ-микросхема серии 131.

В качестве оптического кабеля используется волоконно-оптический кабель с покрытием, имеющее допустимый уровень затухания сигнала и механическую прочность, позволяющие организовывать линии связи средней протяженности. Приемником является высокочувствительный и быстродействующий усилитель с преобразователем на входе. В качестве входного элемента приемника используется p-i-n-фотодиод, обеспечивающий передачу постоянного уровня сигнала в течение произвольного отрезка времени, высокую температурную стабильность и быстродействие. На выходе усилителя установлено пороговое устройство, использующее туннельный и обращенный диоды микросхем серии 131 для формирования выходного сигнала в уровнях ТТЛ-логики, входы и выходы которого

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимофеев В. А., Панкрац Е. В., Снегирев А. А. Кредит-контроллер для связи с ЭВМ М-400. — В кн.: Автоматизация научных исследований в химии и химической технологии. (Материалы IX Всесоюзной школы по автоматизации.) Баку, Изд-во ЭЛМ, 1977.
2. Винниченко В. С., Олейников А. Я., Панкрац Е. В., Посошенко Л. З., Смурыгов А. И., Тимофеев В. А. Автономное управление экспериментальным оборудованием, выполненным в стандарте КАМАК. — В кн.: Структура, технические средства и организация систем автоматизации научных исследований. (Материалы X Всесоюзной школы по автоматизации научных исследований.) Ленинград, Изд. ЛИЯФ, 1977.

Поступила в редакцию 10 июня 1977 г.