

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

102/2-81

12/1-81

P10-80-622

Э.М.Глейбман, И.А.Голутвин, В.В.Тарасов

ПРОГРАММНО УПРАВЛЯЕМОЕ УСТРОЙСТВО
СИНХРОНИЗАЦИИ
СЛОЖНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Направлено в ПТЭ

1980

Устройство синхронизации является одной из составных частей любой сложной физической установки. Оно предназначено для формирования и выдачи в определенной временной последовательности командных импульсов, обеспечивающих запуск различных систем и узлов установки.

Устройство синхронизации ускорителя, особенно экспериментального, обычно содержит большое число независимых каналов управления, перестраиваемых в широком диапазоне. От точности задания, воспроизводства и стабильности сигналов запуска каналов во многом зависит качество работы всего ускорителя в целом.

Структурно устройство синхронизации состоит из трех основных узлов: схемы регулируемой задержки, схемы формирования стартового сигнала и пульта управления.

В последнее время в схемах регулируемой задержки вместо аналогового используется более точный и простой цифровой метод задания задержки, при котором высокая точность и стабильность достигаются за счет использования цифровых пересчетных схем, тактируемых генератором с кварцевой стабилизацией частоты, а воспроизводимость значения задержки обуславливается цифровым ее заданием. Большое количество модулей регулируемой задержки для различных применений разработано в стандарте КАМАК^{1-3/}.

Схема формирования стартового сигнала, как правило, строится с учетом конкретных особенностей установки. Для синхронизации с ускорителем в нее обычно входит блок "привязки" к нулю переменного напряжения, блок задания общей частоты работы установки и т.п.

Пульт управления включает клавиатуру для управления значениями задержки в каналах и индикацию этих значений в цифровом виде.

Обычно при построении устройства синхронизации используются блоки стандарта "Вишня", модули АСВТ, а также специально разработанные электронные блоки. Модули стандарта КАМАК, являясь основным конструктивом большинства современных электронных разработок в физических лабораториях, мало используются в аппаратуре синхронизации. Сильная зависимость этих модулей от ЭВМ, выражающаяся в необходимости задания адресов, команд и данных в двоичном виде, а также отсутствие на передних панелях модулей индикации делает их неудобными в применении без ЭВМ. Использование ЭВМ на линии с устройством синхронизации не всегда

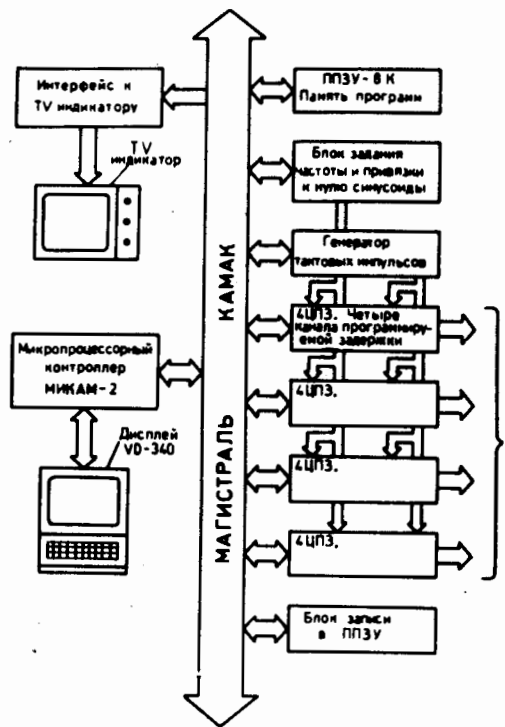


Рис.1. Блок-схема программно управляемого устройства синхронизации ускорителя.

- управление задержками в каналах;
- установку и контроль максимальной и минимальной границ изменения значения задержки в канале;
- индикацию состояния задержек в каналах;
- управление запуском ускорителя;
- запись и воспроизводство стандартных режимов;
- другие сервисные функции.

Программная система устройства хранится в блоке постоянной памяти PROM-8К^{4/} и занимает объем 4 Кбайта.

Устройство применяется в системе синхронизации линейного индукционного ускорителя "СИЛУНД-2"^{5/}.

ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА

Программно управляемое устройство синхронизации /рис.1/ содержит 16 независимых каналов регулируемых задержек, перестраиваемых в диапазоне от 0 до 9,9999 нс с шагом 100 нс. Управле-

экономически оправданно, хотя наличие некоторой вычислительной мощности в таких устройствах, безусловно, может придавать им новые полезные свойства.

Появление микропроцессорных КАМАК-контроллеров, обладающих встроенной вычислительной мощностью, создало предпосылки для использования аппаратуры стандарта КАМАК в устройстве синхронизации.

Настоящая работа посвящена описанию программно управляемого устройства синхронизации ускорителя, выполненного в стандарте КАМАК с использованием микропроцессорного контроллера "МИКАМ-2"^{4/}.

Устройство позволяет осуществлять:

ние каналами осуществляется простыми командами с терминала /дисплея или телетайпа/. Индикация текущего состояния каналов производится на экране телевизионного индикатора.

В качестве регулируемой задержки в устройстве синхронизации используются четыре модуля КАМАК типа 4ЦПЗ^{6/}, каждый из которых имеет четыре независимых канала цифровой программируемой задержки. Число и тип используемых в устройстве модулей задержки обусловлены особенностями синхронизации линейного ускорителя "СИЛУНД-2".

Для снижения нестабильности временного положения выходных импульсов между каналами все модули 4ЦПЗ тактируются общим генератором с кварцевой стабилизацией частоты.

Установка значения задержки в канале производится записью пяти десятичных цифр, перекрывающих диапазон от 00000 до 99999, дискрет изменения задержки, соответствующий единице младшего разряда, при частоте тактового генератора 10 МГц равен 100 нс. Специальными командами возможна установка и снятие запрета на выработку выходных сигналов в каналах.

Формирование стартового сигнала, общего для всех каналов регулируемых задержек, производится в блоке задания частоты. Частота стартовых сигналов может изменяться, принимая фиксированные значения от 0,5 до 100 Гц. Стартовые сигналы синхронизованы нулем синусоиды сетевого напряжения. С целью снижения тепловых и радиационных нагрузок систем ускорителя, особенно на повышенных частотах, в устройстве реализован режим прерывистой работы. В этом режиме происходит чередование серий импульсов с паузами, превышающими длительность серии импульсов в 10 раз. Количество импульсов в серии задается оператором. При значениях частот стартовых сигналов более 50 Гц работа устройства возможна только в прерывистом режиме.

При изменении значения задержки в канале может возникнуть ситуация, в которой запись нового значения в модуль 4ЦПЗ произойдет в момент отработки ранее установленного значения, т.е. в промежуток времени, меньший чем 9,9999 мс, после стартового сигнала. Такое состояние может привести к сбою в работе регулируемой задержки и повлиять на работу ускорителя. Для исключения этого в устройстве предусмотрены специальные аппаратные и программные средства, блокирующие работу контроллера на это время.

В реальных условиях работы величины устанавливаемых задержек в некоторых каналах не должны выходить за определенный допустимый диапазон изменения. Несоблюдение этого условия может привести к нарушению работы ускорителя и даже выходу из строя его отдельных систем. В устройстве реализована команда, устанавливающая максимальную и минимальную допустимые границы изменения величины задержки в канале. Любое изменение величины

Статусная таблица
синхронизатора

ИМЯ	Z	L1	L2	A/P	
00	МОДУЛ.	20000	20001	1.9999	A
01	ФОКУС.	1.9730	1.9872	1.9729	A
02	ИНЖЕК.	20016	20100	1.9900	A
03	РАЗИНЖ	1.1450	20000	0.9000	A
04	РАЗИНД	1.9770	20000	1.6000	A
05	РАЗ-П1	1.0100	20000	0.5000	A
06	РАЗ-П1	1.6500	20000	0.5000	A
07	РАЗ-П2	0.9700	20000	0.5000	A
08	РАЗ-П2	1.6700	20000	0.5000	A
09	C1-70	20000	99999	00000	A
10	OSA	20000	99999	00000	A
11	ТЕКТР.	2.1000	99999	00000	A
12	СВОБОД	20000	99999	00000	P
13	СВОБОД	20000	99999	00000	P
14	СВОБОД	20000	99999	00000	P
15	СВОБОД	20000	99999	00000	P

РАБОТА F = 100 Гц; N = 5

Рис.2. Изображение на экране
телевизионного индикатора.

черно-белого телевизора "Юность-401", связанного с крейтом через интерфейс /8/.

Формат выводимого на экран телевизора изображения приведен на рис.2.

Статусная таблица, представленная на индикаторе, имеет шестнадцать строк по числу используемых в устройстве каналов. Каждому каналу может быть присвоено логическое имя, несущее определенный физический смысл. Например, модулятор, фокусировка и т.п. В имени канала могут быть использованы любые символы русского или латинского алфавитов, цифры и знаки. Логическое имя канала заносится в статусную таблицу рядом с соответствующим номером канала. В следующем столбце таблицы указаны текущие значения задержек по каналам. Величина значения задержки указана полностью, точкой отделяется целая часть значения в миллисекундах от дробной. В двух следующих столбцах помещаются значения максимальных (L1) и минимальных (L2) допустимых границ изменения величин задержек в каналах.

В последнем столбце содержится информация о состоянии каналов. Внизу статусной таблицы указывается текущее состояние ускорителя: работа /останов/, частота стартовых сигналов, число импульсов в серии.

задержки происходит только после проверки соответствия нового значения допустимому диапазону изменения.

Важной сервисной функцией устройства является возможность записи и быстрого воспроизводства стандартных режимов. Для этого в состав устройства входит блок записи /7/, имеющий на передней панели разъем для подключения интегральной схемы ППЗУ.

Специальными командами оператор может записать в ППЗУ до 4-х стандартных режимов или вывести их поочередно из ППЗУ на телевизионный индикатор. Затем, после анализа, выбранный режим может быть установлен в устройстве.

Телевизионный индикатор выполнен на основе бытового

ОПИСАНИЕ КОМАНД УСТРОЙСТВА

Управление работой программно управляемого устройства синхронизации осуществляется простыми командами с телетайпа или дисплея. Команды в основном состоят из одной буквы, задающей действие, или из буквы и десятичного числа. Число определяет номер канала и может принимать значение от нуля до пятидесяти. Действия почти всех команд одновременно с их выполнением отображаются на экране телевизионного индикатора.

КОМАНДЫ УПРАВЛЕНИЯ УСКОРИТЕЛЕМ

1. Команда "R"-работа

Команда разрешает выработку стартовых сигналов. Выполняется в состоянии "останов" при обязательной установке значения частоты стартовых сигналов. На телевизионном индикаторе надпись "останов" сменяется надписью "работа".

2. Команда "H"-останов

Команда запрещает выработку стартовых сигналов. Надпись "работа" на телевизионном индикаторе сменяется надписью "останов".

3. Команда "F"- задание частоты работы ускорителя

Команда позволяет задавать фиксированные значения частоты повторения стартовых сигналов в диапазоне от 0,5 до 100 Гц. При значении частоты более 50 Гц возможен только режим прерывистой работы. В этом случае на терминал выдается символ "N", требующий обязательного указания числа импульсов в серии. Если это число не будет указано, команда не выполняется. Число "N" может принимать значения от 0 до 99.

Команда "F" переводит устройство в состояние "останов", поэтому после задания нового значения частоты необходимо подать команду "R".

4. Команда "Q" - одноразовый запуск

Выполняется в состоянии "останов". Командой производится выдача одного стартового импульса.

КОМАНДЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАДЕРЖКАМИ В КАНАЛАХ

1. Команда "Z" - установка значения задержки в канале

Формат: Z номер канала_

По номеру канала, указанному в команде, на терминал выдается текущее значение задержки канала и устанавливается новое значение задержки. Если заданное оператором число по величине находится в допустимом диапазоне изменения задержки данного канала, то это значение записывается в выбранный канал и в соответствующую строку статусной таблицы, а на терминал выдается текущее значение задержки следующего канала. В противном случае команда не выполняется и на терминал выдается сообщение "LIMIT".

Выполнение команды прекращается либо при нажатии клавиши "CR", либо при изменении значения задержки пятнадцатого канала.

2. Команда "A" - установка состояния канала

Формат: A номер канала_

Команда устанавливает либо снимает запрет на выработку выходного сигнала в канале, т.е. переводит канал в активное (A) или пассивное (P) состояние.

Оператор может изменить состояние канала путем нажатия соответствующей клавиши "A" или "P" на терминале. Одновременно с этим происходит изменение символа в соответствующей строке статусной таблицы, а на терминал выдается информация о состоянии следующего канала. Выполнение команды прекращается нажатием клавиши "CR" на терминале либо после изменения состояния пятнадцатого канала.

3. Команда "M" - модификация значения задержки в канале

Формат: M номер канала +/- / приращение значения задержки _...

Команда позволяет к имеющейся величине задержки в канале циклически прибавлять /вычитать/ величину приращения.

Всякий раз модифицированное значение задержки перед тем, как быть записанным в канал, проверяется по величине на соответствие допустимому диапазону изменения задержки в данном канале. При выходе задержки за допустимые границы этого диапазона команда не выполняется, а на терминал выдается сообщение "LIMIT". Модифицированное значение задержки в процессе выполнения команды отслеживается на экране телевизионного индикатора. Выполнение команды заканчивается при нажатии клавиши "CR".

4. Команда "L" - установка допустимого диапазона изменения значения задержки в канале

Формат: L номер канала_

По номеру канала, указанному в команде, устанавливаются максимальная и минимальная границы изменения величины задержки в канале.

На терминал выдается текущее значение максимальной (L1) и минимальной (L2) границ изменения задержки, после чего оператор может указать новое значение L1 и L2. Если какое-то из этих значений нужно оставить без изменения, нажимается клавиша "_". При установке допустимого диапазона изменения задержки обязательно соблюдение условия $L1 > L2$. В противном случае команда не выполняется. По выполнении команды новые значения максимальной и минимальной границ выводятся на телевизионный индикатор. Выполнение команды может быть закончено нажатием клавиши "CR" либо установкой нового допустимого диапазона изменения задержки пятнадцатого канала.

СЕРВИСНЫЕ КОМАНДЫ

1. Команда "N" - присвоение имени каналу

Формат: N номер канала_

Каналу с номером, указанным в команде, присваивается логическое имя. В имени могут быть использованы любые шесть символов русского или латинского алфавитов, цифры и знаки.

По команде на терминал выдается текущее имя канала, после чего оператор может его изменить. Если имя содержит меньше шести символов, то при нажатии клавиши "_" ввод символов прекращается и на терминал выдается логическое имя следующего канала. Выполнение команды можно закончить нажатием клавиши "CR" либо установкой нового имени в пятнадцатом канале.

2. Команда "X" - определение значения задержки между двумя каналами

Формат: Xi-j_

Команда позволяет определять величину задержки между двумя любыми (i,j) каналами, которая выдается на терминал с соответствующим знаком. Знак минус означает, что задержка в канале j больше, чем в канале i.

3. Команда "W" - запись стандартного режима

Содержимое статусной таблицы, представленное на телевизионном индикаторе, записывается в ПЗУ, предварительно установ-

ленное в разъем на передней панели блока записи. Запись стандартного режима производится в ближайший свободный участок ППЗУ.

4. Команда "S" - ввод стандартного режима

Данная команда осуществляет последовательный вывод на телевизионный индикатор стандартных режимов статусной таблицы, хранящихся в ППЗУ. Всего из одного ППЗУ может быть выдано четыре стандартных режима. Выполнение команды заканчивается нажатием на термине клавиши "CR".

5. Команда "I" - установка режима

Выбранный стандартный режим записывается в рабочую область памяти контроллера, а значения столбцов Z и A/P статусной таблицы заносятся в каналы.

6. Команда "T" - выход в монитор

По команде "T" производится выход в монитор контроллера для использования его функций /9/ в отладке устройства, проверке и т.п. Возврат в программную систему возможен по команде G 8000 "CR".

- ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт эксплуатации программно управляемого устройства синхронизации показывает, что применение аппаратуры стандарта КАМАК для построения устройства синхронизации ускорителя целесообразно как с точки зрения логической и конструктивной совместимости с остальными системами ускорителя, так и с точки зрения возможного развития устройства. Введение микропроцессорного контроллера в состав аппаратуры синхронизации позволяет упростить управление ускорителем за счет использования новых сервисных функций и удобной индикации. Применение ППЗУ для хранения рабочих программ и таблиц стандартных режимов обеспечивает высокую стартовую готовность устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беспалова Т.В. и др. ОИЯИ, 9-9041, Дубна, 1975.
2. Ватенина З.П., Волкова И.Н., Чадович Н.И. Методика и схемы временной задержки импульсных сигналов. "Сов. радио" М., 1971.

3. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-8754, Дубна, 1975.
4. Глейбман Э.М., Тарасов В.В. ОИЯИ, P10-12461, Дубна, 1979.
5. Горинев Б.Г. и др. ОИЯИ, 9-12148, Дубна, 1979.
6. Лебедев Н.И. ОИЯИ, 9-12326, Дубна, 1979.
7. Глейбман Э.М., Каржавин В.Ю. ОИЯИ, P10-80-223, Дубна, 1980.
8. Андрушкевич Н.Г. и др. Микропроцессорные системы накопления и обработки данных. Сборник аннотаций. В кн.: X Международный симпозиум по ядерной электронике. Дрезден, 1980.
9. Гласнек К.-П., Глейбман Э.М. ОИЯИ, P10-12700, Дубна, 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел
23 сентября 1980 года.