

Лабораторная работа №5.

Синтез схемы управления автоматом для сварки.

1. Цель работы

Изучить методику синтеза схем управления автоматами на бесконтактных элементах.

2. Общие положения.

Задача управления автоматами заключается в преобразовании сигналов датчиков, несущих информацию о состоянии объекта управления, в управляющие сигналы, посредством устройств, усиливающих эти сигналы, на исполнительные устройства объекта. Природа сигналов, несущих информацию о состоянии объекта и управляющую информацию может быть различной, для решения управления не имеет большого значения, важно только является ли эти сигналы дискретными или аналоговыми. Дискретные сигналы характеризуются двумя уровнями, каждый из которых несет информацию о том, что элемент объекта управления находится или находится в одном из двух возможных состояний, т.е. по существу являются командами "включено - выключено". Аналоговые сигналы являются непрерывными и их величина пропорциональна количественной характеристике состояния управляемого объекта.

В сварочных автоматах преобладают дискретные сигналы, несущие как информацию о состоянии сварочного станка, так и управляющие его устройствами. Наибольшее распространение в сварочном оборудовании получили следующие датчики, вырабатывающие дискретные сигналы.

1. Концевые и путевые выключатели, сигнализирующие о том, что механизм станка занял определенное положение.

2. Гидравлические и пневматические реле, сигнализирующие о наличии давления в гидравлических и пневматических системах.

3. Реле максимального и минимального тока и напряжения, сигнализирующее о наличии тока или напряжения в электрических станка. Последние наиболее часто используются как реле, сигнализирующих о возбуждении или гашении дуги.

4. Кнопки управления станком.

В качестве исполнительных устройств сварочного оборудования управляемых дискретными сигналами, используется следующее:

- Асинхронные электродвигатели, а также коллекторные электродвигатели, если не требуется плавное регулирование скоростью вращения.

- Гидравлические и пневматические клапана.

- Электромагнитные муфты и электромагниты. Схемы управления автоматическим электросварочным оборудованием представляют собой конечные автоматы - устройства, возобновляющие свою работу при появлении пусковой команды, автоматически выполняющие жесткий цикл операций и прекращающие работу после однократного выполнения этого цикла, возвращая устройство в исходное состояние.

Исходным материалом для проектирования схемы управления этого типа является описание автоматического цикла работы станка со всеми оговорками, касающимися условия его работы в

автоматическом цикле. Автоматический цикл следует представить в виде циклограммы работы, которая представляет собой таблицу, строки которой изображают состояние исполнительных устройств станка, а столбцы - условия изменения состояния этих устройств (см. рис.1). Циклограмма отображает последовательность изменения состояний исполнительных устройств станка во времени в течение автоматического цикла. При составлении циклограммы следует учитывать, что изменение состояния исполнительных устройств осуществляется командами датчиков.

Следует также учитывать, что изменение состояния некоторых исполнительных устройств может иметь место только при возникновении определенной комбинации сигналов датчиков, что обычно оговорено в описании работы станка. Команда может, являться также комбинацией сигнала датчика с предшествующим состоянием исполнительного устройства. Последнее обычно имеет место, когда необходимо повысить помехоустойчивость схемы управления.

Под командой понимается момент возникновения сигнала датчика или их комбинации.

Комбинации сигналов, датчиков, необходимые для возникновения команды целесообразно описывать выражениями логической математики (булевой алгебры), которые позволяют легко синтезировать соответствующее устройство.

Главным принципом, используемым при синтезе схем управления принцип отображения циклограммы работа станка в схеме, согласно которому всякая команда приводит к необратимому внутри автоматического цикла изменению состояния схемы в точном соответствии с циклограммой. Так как сигнал команды существует очень короткое время, отображение работы станка требует наличия в схеме управления элементов дискретной памяти. В качестве таких элементов используют электромагнитные и шаговые реле и триггеры. В частных случаях при управлении по времени без датчиков, установленных на станке, в качестве элемента памяти может быть использованы ждущие мультивибраторы, используемые одновременно для отсчета соответствующего отрезка времени.

Синтез схемы управления по составленной, указанным образом циклограмме, можно осуществить тремя методами, приводящими к различным ее видам и различающимися способами отображения состояния исполнительных устройств и станке в целом в текущий момент времени.

1. Каждому исполнительному устройству станка для сварки соответствует отдельный элемент дискретной памяти в схеме управления. Синтез схемы в этом случае сводится к синтезу схем логических цепей, формирующих команду включения и выключения момента дискретной памяти. Управление исполнительным устройством при этом методе осуществляется выходным сигналом запоминающего элемента. Метод в основном используется при синтезе схем на электромагнитных реле, так как требует большого количества элементов для выполнения логических операций, просто реализуемых контактами этих реле.

2. Каждому состоянию станка в целом между командами соответствует отдельный элемент дискретной памяти. Задача синтеза при этом методе сводится к синтезу схем логических цепей, формирующих команды изменения состояния стана в целом, а также логических цепей, связывающих запоминающие элементы с исполнительными устройствами. Так как включение каждого последующего элемента памяти в этом случае означает выключение предшествующего, специальные цепи выключения элементов памяти не используются. Этот метод целесообразно использовать при числе состояний автомата, меньшем количестве исполнительных устройств, а также в случае управления процессом сварки по времени,

3. Состояние станка отображается в специальном устройстве, общем для всех состояний и исполнительных устройств. В качестве такого устройства отображения используют шаговые реле, двоичные счетчики с дешифраторами и распределители. Устройство имеет один вход, общий для всех команд изменения состояния объекта управления, которые при этом способе построения схемы управления почти всегда формируются, как комбинации сигнала датчика с сигналом предшествующего состояния обвеее, снимаемым с соответствующего выхода устройстве отображения. Количество выходов устройства отображения равно числу состояний станка. Исполнительные устройства соединяются с выходами устройства отображения посредством логических схем. Этот метод выгодно использовать при значительном числе состояний станка.

3.Пример синтеза схем управления

В качестве примера рассмотрим синтез схемы управления автомата для сварки прямолинейного шва плавящимся электродом в атмосфере защитного газа на бесконтактных элементах серии "Логика-1" каждым из указанных методом.

Исполнительными устройствами автомата являются: клапан для включения защитного газа, электродвигатель механизма подачи электродной проволоки, источник питания сварочной дуги, два клапана пневматической системы, первый из которых служит для управления механизмом зажатия свариваемых деталей, а второй - для управления механизмом подъемов опускания сварочной горелки и электродвигатель механизма перенесения сварочной горелки вдоль свариваемого стыка. Автомат должен работать следующим образом. После появления внешней команды, включения автомата, например нажатия кнопки "Пуск", должны немедленно включиться клапаны пневматической системы автомата и защитного газа и источник питания сварочной дуги. При включении этих устройств, свариваемые детали фиксируются зажимным приспособлением, а сварочная горелка приближается к свариваемому стыку. Затем после истечения первого отрезка времени, необходимого для продувки защитным газом сварочной горелки и заполнения пневматической системы станка сжатым воздухом, должен включиться электродвигатель подачи электродной проволоки. Замыкание дугового промежутка происходит через некоторое время после включения этого электродвигателя, которое зависит от выбранной скорости подачи электродной проволоки и начального расстояния между её торцом и поверхностью детали. После возбуждения дуги необходимо некоторое время для прогрева начала шва, по истечении которого может быть включен электродвигатель перемещения сварочной горелки вдоль свариваемого стыка. После окончания сварки шва, электродвигатели перемещающие сварочные головки и подача электродной проволоки должны быть выключены, а горелка должна продуваться некоторое время после выключения двигателей для обеспечения защиты металлу, в конце шва до его охлаждения. После кристаллизации шва клапаны подачи защитного газа и пневматической системы автомата могут быть выключены, а двигатель перемещения горелки должен быть снова включен, но вращаться в противоположную сторону для возвращения горелки в исходную точку.

Для исключения возникновения аварийной ситуации при отсутствии давления в питающей пневматической системе необходимо исключить возможность включения источника питания и двигателя подачи электродной проволоки при недостаточно высоком давлении в пневмосистеме.

Для обеспечения описанного автоматического цикла работы автомата, он должен быть снабжен датчиком горения дуги, датчиком наличия давления в пневматической сети и двумя конечными выключателями, срабатывающими в точках начала и окончания сварного шва.

Отсчет длительности интервалов времени, необходимых для продувки сварочной горелки, для прогрева металлов в начале шва и для охлаждения металла в конце шва должен обеспечиваться проектируемым блоком управления.

Описание требования к работе автомата могут быть представлены в виде циклограммы его работы (рис.1). Циклограмма работы автомата представляет собой таблицу, строки которой изображают состояние исполнительных устройств (включено или выключено). Изменение состояния хотя бы одного из исполнительных устройств, приводит к изменению состояния всего автомата в целом. Столбцы циклограммы изображают состояние каждого исполнительного устройства в каждом состоянии автомата.

Исполнительное устройство	Условия изменения состояния							
	1	2	3	4	5	6	7	
1. Клапаны пневмо-системы	[Hatched]							
2. Клапан защитного газа и источник питания		[Hatched]						
3. Двигатель подачи проволоки			[Hatched]					
Двигатель перемещения горелки	4 Вперед			[Hatched]				
	5 Назад					[Hatched]		
Номер состояния	0	1	2	3	4	5	6	0
Ход состояния	000	001	010	011	100	101	110	000
1-е реле времени			[Hatched]					
2-е реле времени						[Hatched]		

Рис. 1. Циклограмма работы автомата для дуговой сварки плавящимся электродом.

В процессе работы состояние автомата изменяется под действием команд, которые в рассматриваемом случае представляют собой в момент возникновения следующие сигналы:

1. Появление внешней команда включения автомата (нажатие кнопки "Пуск").
2. Появление внешней команды включения и наличия сигнала датчика давления в пневматической сети.
3. Появление сигнала окончания отсчета первого интервала времени.

4. Появление сигнала датчика горения дуги.

5. Появление сигнала первого конечного выключателя срабатывающего в момент нахождения сварочной горелки в точке окончания сварного шва.

6. Появление сигнала окончания отсчета второго интервала времени.

7. Появление сигнала второго конечного выключателя, срабатывающего в момент нахождения сварочной горелки над точкой начала шва.

Каждый из вышеперечисленных сигналов для обеспечения высокой помехоустойчивости должен возникать только при определенных состояниях автомата, предшествующих моменту изменения состояния данным сигналом. Так как выполнение этого требования заметно усложняет схему управления, его следует выполнять только для команд, которые реально могут быть искажены при работе автомата. Помехами в данном случае могут быть повторное нажатие кнопки "пуск" и случайные срабатывания конечных выключателей. Ложное срабатывание устройств отсчета времени и датчиков горения дуги и давления в пневматической сети маловероятно.

3.1. Синтез схемы блока управления автоматом методом отображения состояния каждого исполнительного устройства блока управления, заключатся в выборе необходимого количества элементов дискретной памяти и синтеза логических схем для формирования команд изменения состояния указаний элементов из сигналов датчиков. Исполнительные устройства при этом способе подключаются посредством усилителей к выходам соответствующим элементов памяти.

В данном случае необходимо использовать пять элементов памяти, в качестве которых использованы маломощные триггеры Т1 - Т6 (см. рис.2). Запись в каждый из триггеров логической единицы соответствует включению соответствующего данному триггеру исполнительного устройства запись логического нуля - его выключению. Состояние триггеров Т1 - Т5 отображает соответственно состояние клапанов пневмосистемы станка, клапана защитного газа двигателя подачи электродной проволоки, движению двигателя перемещения горелки "вперед" и движению двигателя перемещения горелки "назад".

Синтез логических схем формирования сигналов, осуществляющих запись логических нулей и единиц в триггеры, производится в соответствии с циклограммой работы автомата не учетом требований, изложенных в описании его работы (см. рис.1). В данном случае запись в триггер Т1 единицы должна производиться при нажатии кнопки КП, запускающей автомат, но эта запись должна быть исключена, если автомат уже находится в автоматическом цикле работы. Нарушение нормального цикла работы может возникнуть только в состоянии № 6 автомата, так как триггер после записи в него логической единицы перестает №6 реагировать на повторные сигналы по этому входу и ошибка может возникнуть только после записи в него логического нуля в состоянии №6, признаком которого (см. рис.1) является завись единицы в триггер Т5. Исключение возможности ошибки достигается с помощью операции логического умножения сигнала кнопки КП и сигнала, снимаемого с выхода "О" триггера Т5. Это умножение осуществляется элементом 1.

Следующей операцией, согласно циклограмме является включение клапана защитного газа и источника питания дуги, что соответствует записи в триггер Т2 логической единицы. Это может быть произведено немедленно после записи в триггер Т1 единицы при условии, что имеется сигнал датчика ПР наличия давления пневмосети питающей автомат. Поэтому формирование команды записи единицы в триггер Т2 производится логическим умножением в элементе 2 сигнала датчика ПР и сигнала, снимаемого с выхода "I" триггера Т1.

Далее, согласно циклограмме, должен быть включен двигатель подачи плавящегося электрода. Включение, должно быть, произведено после истечения интервала времени, необходимого для продувки защитным газом зоны сварки. Отсчет длительности интервала времени осуществляется с момента включения клапана защитного газа, т.е. записи в триггер Т2 единицы, с помощью одновибратора М1 запускаемого сигналом в выхода "1" триггера Т2. После выключения двигателя подачи проволоки, и возбуждения дуги должен включаться двигатель перемещения сварочной горелки вдоль стыка. Возбуждение дуги фиксируется с помощью специального реле РД, подключенного к дуговому промежутку. Команда записи единицы в триггер Т4 формируется этим реле РД.

В момент, когда горелка в процессе сварки приблизится к точке окончания сварного шва, двигатели подачи электродной проволоки и перемещения сварочной горелки должны быть выключены. Точка окончания сварного шва фиксируется конечным выключателем КВ 1. Команда записи логического нуля в триггеры Т3 и Т4 формируется схемой логического умножения &3. Согласно циклограмме, после выключения двигателей необходима выдержка времени для полной их остановки и охлаждения зоны сварки, после чего клапана пневмосистемы станка и защитного газа и источник питания дуги могут быть выключены, т.е. в триггеры Т1 и Т2 записан логический ноль, а горелка должна начать возвращаться в точку начала шва, т.е. в триггер Т5 должна быть записана логическая единица. Эта выдержка времени осуществляется одновибратором М2. После возвращения горелки в исходную точку, что фиксируется конечным выключателем КВ2, двигатель перемещения назад должен быть выключен, т.е. в триггер Т5 записан ноль. Эта команда вырабатывается схемой логического умножения &4. Схемы логического умножения &1&3&4, исключают ложное срабатывание блока управления при случайных воздействиях кнопки запуска КН и конечные выключатели КБ1 и КБ3.

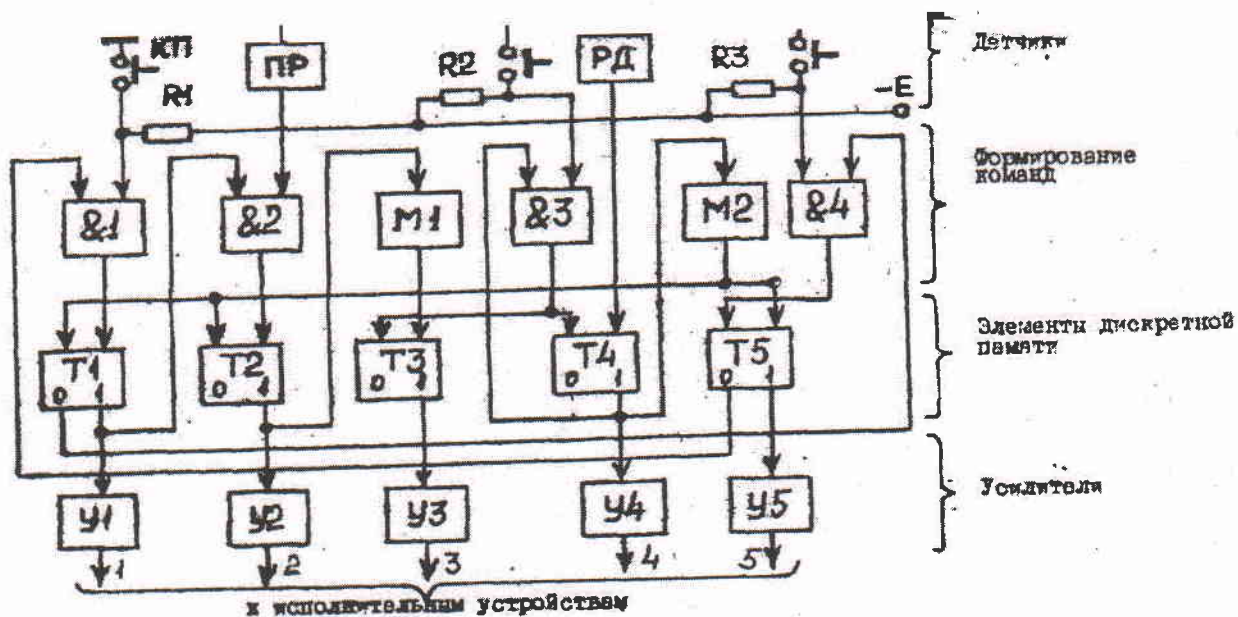


Рис. 2. Функциональная схема блока управления автоматом для дуговой сварки, синтезированная методом отображения состояния каждого исполнительного устройства.

3.2. Синтез схемы блока управления автоматом методом отображения каждого возможного состояния всего автомата заключается в выборе необходимого количества элементов дискретной памяти, синтеза схем для формирования команд изменения состояния этих элементов и синтеза логических схем формирования сигналов управления, входы которых подключают к выходам элементов памяти, а выходы посредством усилителей связаны с исполнительными устройствами.

Согласно циклограмме работы автомата, он имеет семь состояний (см. рис. 1). Учитывая, что во втором и пятом состояниях необходимо осуществлять отсчет времени, в качестве элементов памяти в этих состояниях используются одновибраторы М1 и М2 (см. рис.3); а в остальных - триггеры Т1 - Т5.

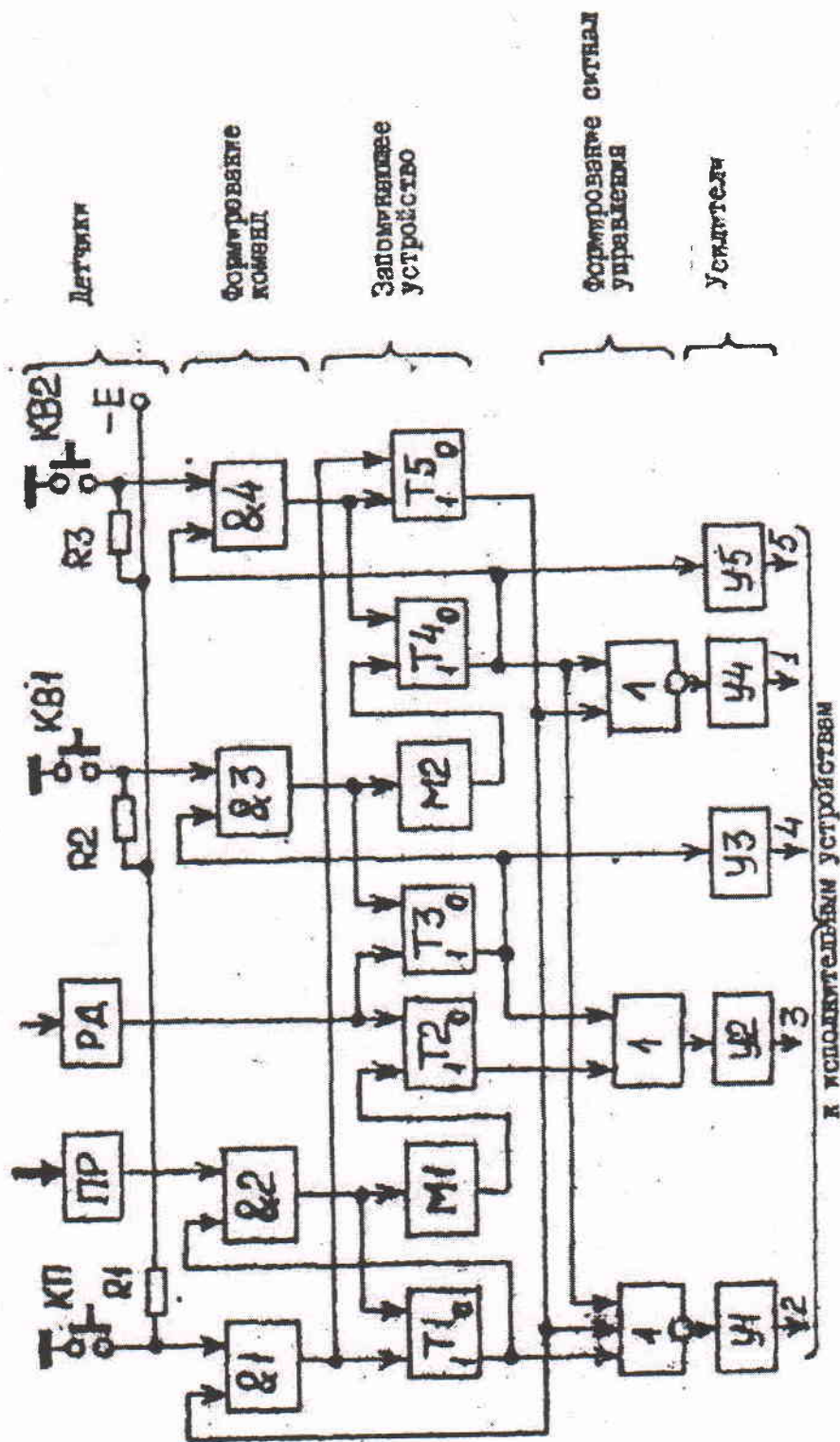


Рис. 3. Функциональная схема блока управления для дуговой сварки, синтезированная методом отображения состояний всего автомата.

Схема формирования команд изменения состояния элементов памяти состоит из устройств логического умножения & 1, & 2, & 3, & 4, обеспечивающих формирование команды из сигналов датчиков и сигналов, снимаемых с выходов "1" элементов памяти. Это обеспечивает возможность

поступления не элементы памяти в каждом из состояний автомата сигнала только от одного из датчиков, что исключает возможность ложного срабатывания блока управления. Под действием каждой команды в элемент памяти, отображающий текущее состояние автомата, записывается логический нуль, а в элемент памяти, отображающий последующее состояние - логическая единица. Таким образом, логическая единица могут быть записана в каждый момент времени только в одном из элементов. Схема формирования сигналов управления исполнительными устройствами состоит из устройств логического сложения 1-1, 1-2, 1-3. Входы этих устройств подключены к выходам элементов памяти в соответствии с циклограммой работы автомата. Клапаны пневматической системы автомата должны быть включены в состояниях №№1-5 автомата, т. е. не должны быть включены в состояниях №0 и №6. Поэтому сигнал включения этих клапанов формируется комбинированным устройством логического сложения и отрицания, входы которого подключены к выходам "1" триггеров Т4 и Т5, отображающих соответственно состояние №6 и №0 автомата. Клапан подачи защитного газа и источник питания дуги должны быть включены в №№ 2,3,4, и 5, т.е. не должны быть включены в состояниях № 0,1,6. Поэтому сигнал включения этих устройств формируется комбинировавши устройством логического сложения и отрицания 41, входы которого подключены к выходам "1" триггеров Т1, Т4, Т5, отображающих состояния №0,1 автомата. Двигатель подачи электродной проволоки должен быть включен в состояниях №№ 3 и 4 автомата. Для формирования сигнала включения этого двигателя используется устройство логического сложения 12, входы которой подключены к выходам "1" триггеров Т2 и Т3, отображающих указанные состояния автомата. Двигатель перемещения сварочной горелки должен вращаться "вперед" в состоянии № 4 и "назад" в состоянии № 6 автомате. В качестве сигналов управления этим двигателем используются сигналы, снимаемые непосредственно с выходов "1" триггеров Т3 и Т5, так как эти сигналы нужны только в одном состоянии автомата.

3.3. Синтез схемы блока управления автоматом методом отображения состояния автомата с помощью двоичного хода заключается в выборе количества элементов хода, равного количеству триггеров в двоичном счетчике, синтеза логической схемы формирования команды изменения хода, разработки дешифратора и синтеза логической схемы формирования сигналов управления исполнительными устройствами.

Необходимое количество элементов n двоичного хода и число триггеров в двоичном счетчике определяется соотношением

$$n \geq \log_2 N, \text{ где } N - \text{число состояний автомата,}$$

В данном случае счетчик должен содержать три триггера Т1, Т2, Т3 (см. рис.4).

Каждому состоянию автомата присваивается двоичный ход, который представляет собой номер состояния (записанный в двоичной системе исчисления).

Схема формирования команды изменения хода состоит из устройств логического сложения &1 - &4, одновибраторов М1 и М2, которые выполняют те же функции, что и в блоках управления синтезированных методами отображения состояния каждого исполнительного устройства и автомата в целом, а также устройства логического мышления.

Команды перехода автомата в состоянии №№ 1- 6 благодаря устройству 14 поступают на счетный вход счетчика. При поступлении каждой из команд на этот вход счетчик увеличивает двойное число, записанное в нем, на единицу, обеспечивая, таким образом, переход автомата в следующее по порядку состояние.

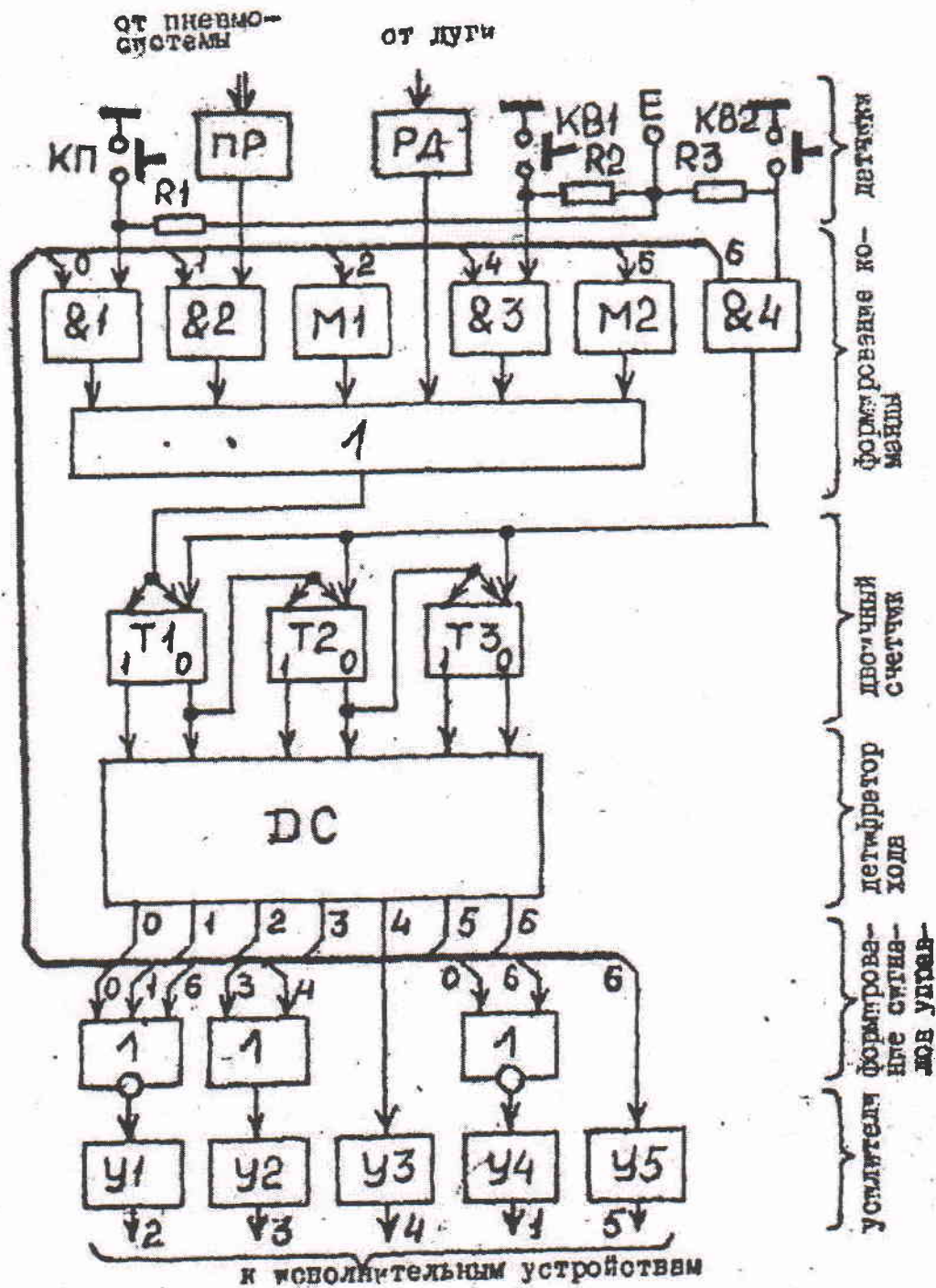


Рис. 4. Функциональная схема блока управления автоматом, синтезированная методом отображения состояния автомата с помощью двоичного кода.

Команда с выхода устройства &4 должна обеспечивать переход автомата в исходное состояние. Поэтому выход этого устройства связан с входом "0" триггера счетчика.

Двоичный ход преобразуется в сигналы состояния автомата дешифратора ДС, которые поступают в схему формирования команд изменения состояния и в схему формирования сигналов управления исполнительными устройствами, которая выполнена так же, как и в случае синтеза схемы блока управлений методом отображения состояний автомата. Временная диаграмма напряжений на выходах элементов блока управления приведена на рис.5.

4. Рабочее место.

4.1. Пользуясь одним из методов синтеза схем управления составить циклограмму работы и логическую схему блока управления одним из следующих устройств (по указания преподавателя).

1. Машины для точечной контактной сварки с приложением ковочного усилия в момент окончания импульса сварочного тока. Предусмотреть невозможность включения сварочного тока при отсутствии давления в системе водяного охлаждения.

2. Устройства для дуговой точечной сварки плавящимся электродом, состоящего из пневмоцилиндра и газового клапана для зажатия деталей, двигателя и механизма подачи плавящегося электрода, и системы подачи защитного газа в зону сварки, управляемой клапаном. При синтезе учесть необходимость пауз для продувки системы подачи защитного газа в зону сварки и для охлаждения зоны сварки после гашений дуги, а также неопределенность моментов возбуждения и гашения дуги при ее возбуждении путем, касания электродом поверхности деталей и гашении путем её естественного разрыва при прекращении подачи электродной проволоки.

4.2. Синтезированную схему блока управления собрать на элементах серии "Логика-Т" используя макет с набором элементов указанной серии и источник питания этих элементов. В качестве датчиков использовать выключателя и кнопки, смонтированные на макете, а в качестве исполнительных устройств - сигнальные лампы.

4.3. Проверить правильность синтеза и сборки схемы управления, последовательно задавая в соответствии с циклограммой и с помощью соответствующих кнопок и выключателей макета сигналы датчиков и сверяя с циклограммой по включению сигнальных ламп работу исполнительных устройств.

4.4. Составить временную диаграмму изменения напряжений на выходах элементов синтезированной схемы блока управления при последовательной подаче сигналов датчиков.

5. Оборудование и приборы

5.1. Макет с набором элементов серии «Логика- Т» , выключателями, кнопками и сигнальными лампами.

5.2. Источник питания элементов серии «Логика- Т».

5.3. Электронный осциллограф типа С8-2.

5.4. Вольтметр Ц-57.

6. Содержание отчета.

6.1. Краткое описание и циклограмма работы устройства, для которого была синтезирована схема блока управления.

6.2. Функционально-логическая схема блока управления с кратким описанием её работы.

6.3. Временные диаграммы напряжений на выходах элемента, использованных в синтезированном блоке управления.

Вопросы для самоподготовки

- 7.1. В чем заключается отличие дискретных сигналов в системах управления от аналоговых?
- 7.2. Что отображает циклограмма работы автомата?
- 7.3. В чем заключается общий принцип, используемый при синтезе функционально-логических схем блоков управления автоматами?
- 7.4. В чем состоит отличие трех методов синтеза функционально-логических схем друг от друга?
- 7.5. Какие элементы используются в качестве запоминающих устройств в бесконтактных блоках управления?
- 7.6. Какие логические операции являются элементарными?
- 7.7. Какие элементы используются для отсчета интервалов времени в бесконтактных блоках управления?
- 7.8. Чем следует руководствоваться при выборе метода синтеза функционально-логической схемы?