



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

Факультет «Автоматизация, мехатроника и управление»

Кафедра «Гидравлика, гидропневмоавтоматика и тепловые процессы»

**Методические указания
к выполнению практических работ по дисциплине
«Средства электроавтоматики энергетических установок»**

Ростов-на-Дону
2021 г.

Составители: Дымочкин Д.Д.
Грищенко В.И.

Приведены краткая теория, порядок выполнения и контрольные вопросы для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Средства электроавтоматики энергетических установок» для студентов направления «Высокотехнологические плазменные и энергетические установки», квалификация – бакалавр.

Практическая работа №1

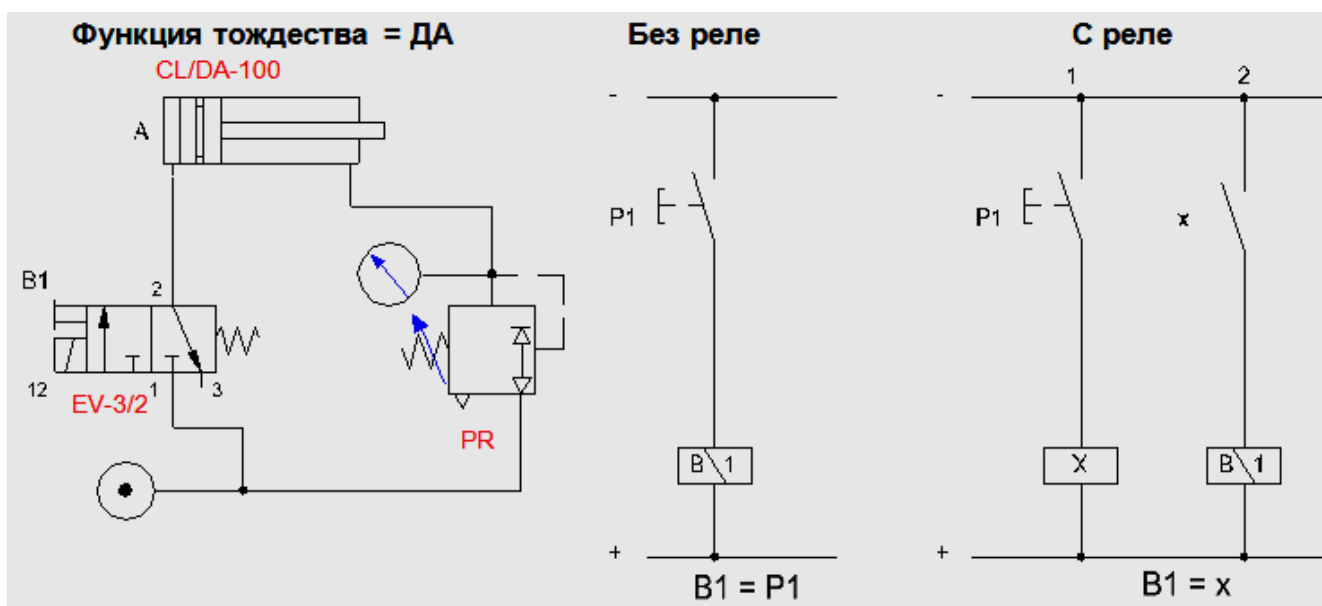
«Реализация логических функций с помощью реле»

Цель работы: Изучить схемотехнические решения выполнения простейших логических условий с помощью средств электроавтоматики.

Краткая теория.

Н.О. контакт, установленный в цепь катушки распределителя, выполняет функцию «ДА» для этой катушки.

Н.З. контакт, установленный в цепь катушки распределителя, выполняет функцию «НЕТ» для этой катушки, то есть при размыкании контакта возбуждение с катушки снимается.

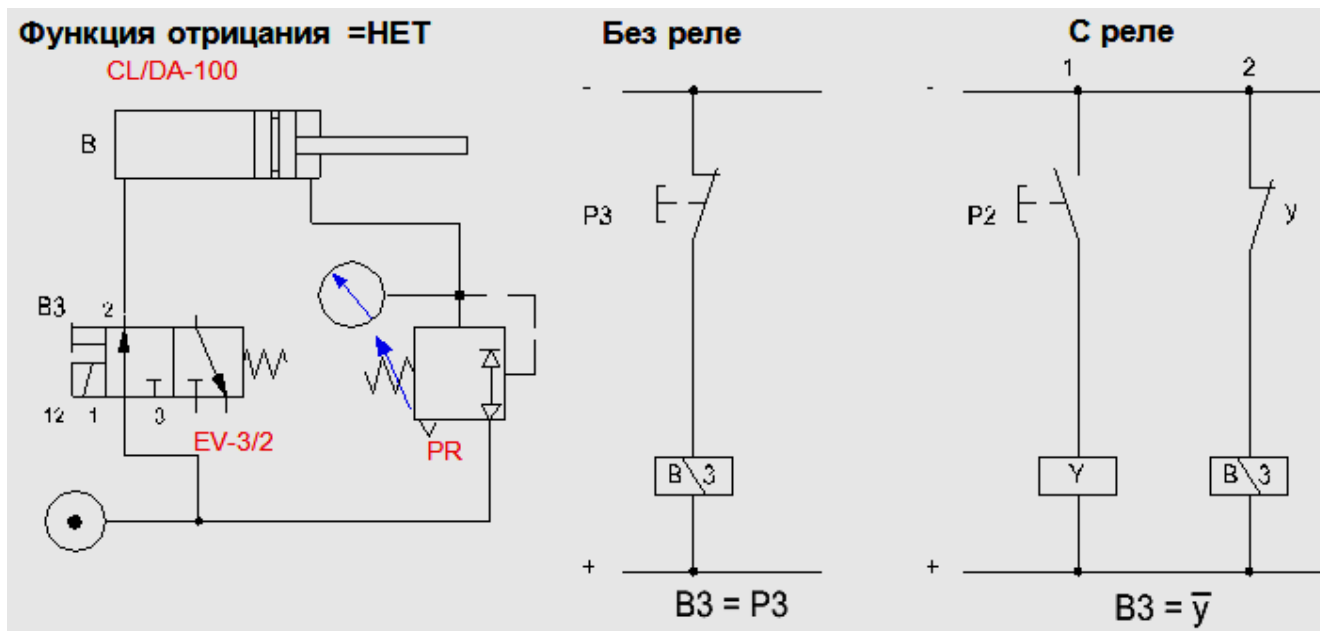


Без реле: функция осуществляется Н.О. контактом, установленным в цепь катушки распределителя В1, управляющего непосредственно цилиндром одностороннего действия.

С реле: Н.О. контакт устанавливается в цепь катушки реле Х. Функция ДА осуществляется Н.О. контактом реле, установленным в цепь катушки распределителя В1.

Использование реле оправдано в следующих случаях:

- Использование контактных групп реле возможно для нескольких цепей: его можно «дублировать» имеющимися Н.О. контактами одного и того же реле или контактами нескольких реле, соединенных параллельно между собой.
- Потребление тока катушкой В1 выше максимального допустимого для контакта управления.



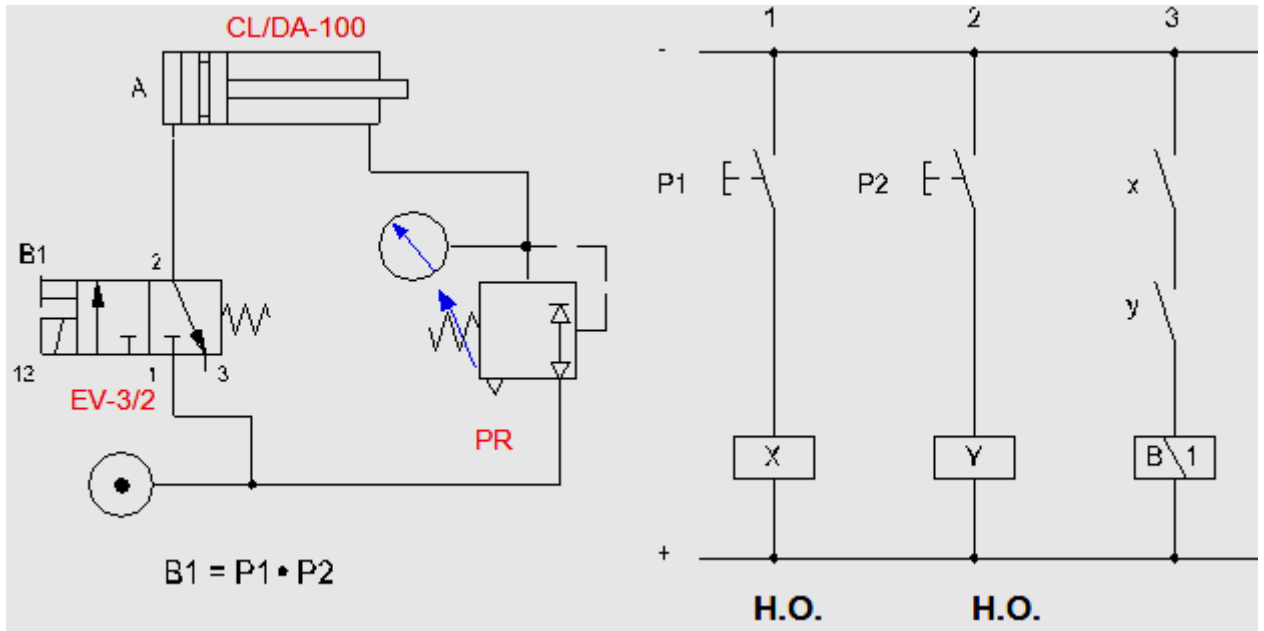
- Без реле: функция осуществляется Н.З. контактом, установленным в цепь катушки распределителя ВЗ, управляющего непосредственно цилиндром одностороннего действия для его установки в выдвинутом стартовом состоянии.
- С реле: Н.О. контакт устанавливается в цепь реле Y. Функция НЕТ осуществляется Н.З. контактом этого реле, установленного в цепь катушки распределителя ВЗ.

При использовании реле его контактные группы могут быть «дублированы» для использования в нескольких цепях или для выполнения одной и той же функции ДА (с помощью Н.О. контакта реле), или для выполнения одной и той же функции НЕТ (с помощью Н.З. контакта реле).

Образование двух или более независимых сигналов может быть выполнено:

- Прямым образом: последовательным или параллельным соединением соответствующих контактов;
- Непрямым образом: с помощью контактов реле, в свою очередь последовательно или параллельно соединенных и установленных в цепях электропневматического распределителя.
- В цепи электропневматического моностабильного распределителя E.V. могут находиться контакты кнопок и датчиков, соединенных последовательно или параллельно с контактами реле.

Логическая функция «И»

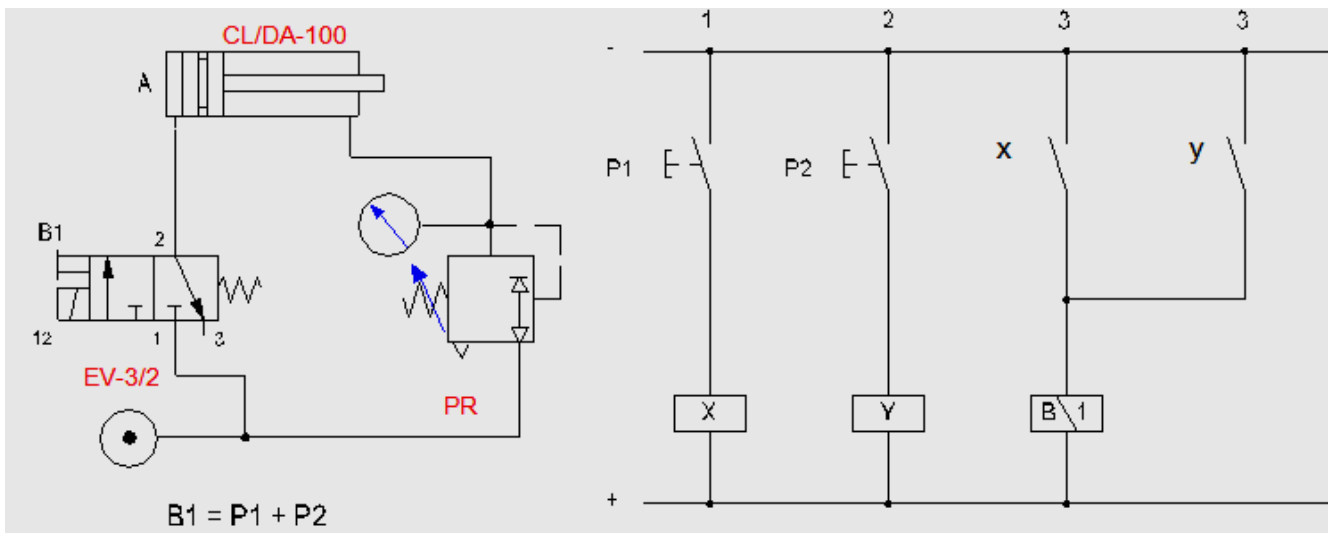


- Цилиндр **A** может начать движение только при наличии сигналов **P1** и **P2**. Их срабатывание, тем не менее, является косвенным, так как катушка **B1** возбуждается в результате последовательного соединения контактов реле **x**, **y** (нормально открытых).

Логические уравнения отдельных цепей:

$$\mathbf{X} = \mathbf{P1} \qquad \mathbf{Y} = \mathbf{P2} \qquad \mathbf{B1} = \mathbf{x} \cdot \mathbf{y} = \mathbf{P1} \cdot \mathbf{P2}$$

Логическая функция «ИЛИ»

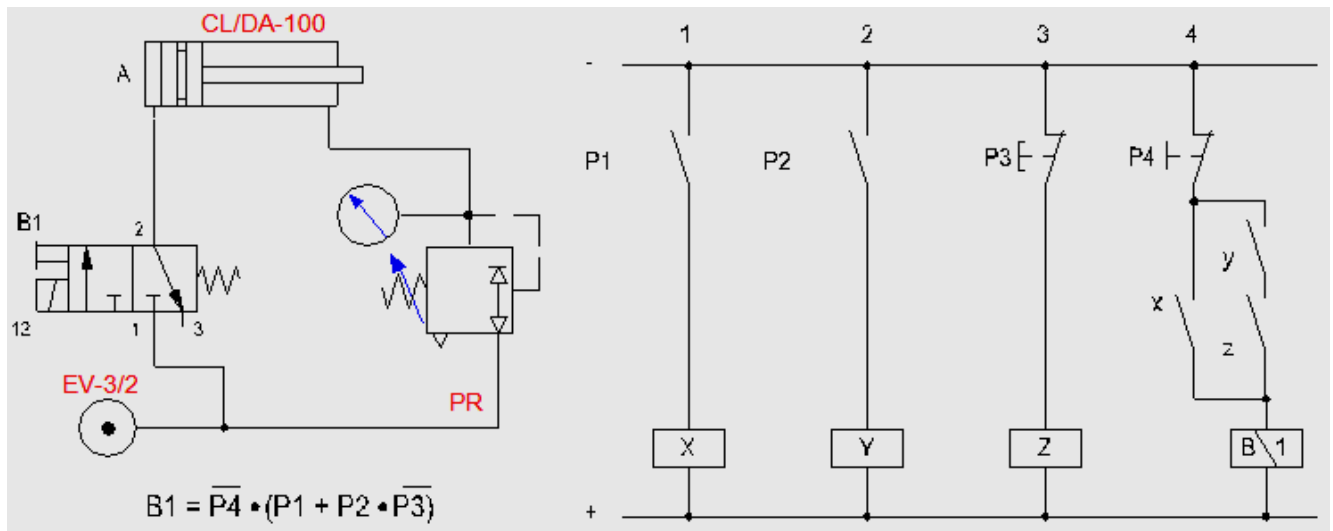


ЦилиндрА может начать движение в результате нажатия кнопкиР1илиР2. КатушкаВ1возбуждается при замыканииН.О. контактовхилиу.

Логические уравнения отдельных цепей:

$$\mathbf{X} = \mathbf{P1} \qquad \mathbf{Y} = \mathbf{P2} \qquad \mathbf{B1} = \mathbf{x} + \mathbf{y} = \mathbf{P1} + \mathbf{P2}$$

Логическая функция «И-ИЛИ-НЕТ»



Условия, при которых катушка **B1** может возбудиться и переместить цилиндр в точку **A+**, следующие:

Вариант № 1 - Кнопка **P4** (бистабильная) не нажата;

- Кнопка **P1**, функционально связана с Н.О.контактом реле **X**, нажата.

Вариант № 2 - Кнопка **P4** (бистабильная) не нажата;

- Кнопка **P2**, функционально связана с Н.О.контактом реле **Y**, нажата;
- Кнопка **P3**, функционально связана с Н.З.контактом реле **Z**, не нажата.

Вышеописанные условия могут быть выражены следующими логическими уравнениями:

$$X = P1 \quad Y = P2 \quad Z = \overline{P3} \quad B1 = \overline{P4}(x + y \cdot \overline{z}) = \overline{P4}(P1 + P2 \cdot \overline{P3})$$

Порядок выполнения работы.

1. Получите задание у преподавателя в виде словесного описания работы пневмопривода;
2. По словесному описанию составьте схему пневматическую принципиальную;
3. Составьте логическое выражение для каждого электромагнита распределителя;
4. Составьте схемы электрические принципиальные, реализующие данные логические выражения прямым и непрямым способом.
5. Проверьте работоспособность схемы на стенде.

Контрольные вопросы.

Нарисуйте схемы, реализующие логические функции «И», «ИЛИ», «НЕТ»; объясните, как они работают, и приведите логические выражения. Поясните, что такое прямой и не прямой способ реализации логической функции? В каком случае следует использовать не прямой способ?

Лабораторная работа №2

«Разработка системы управления бистабильными устройствами управления потоком методом блокирующих сигналов»

Цель работы: Изучить возможности управления последовательностью выполнения операций циклового привода с использованием средств электроавтоматики.

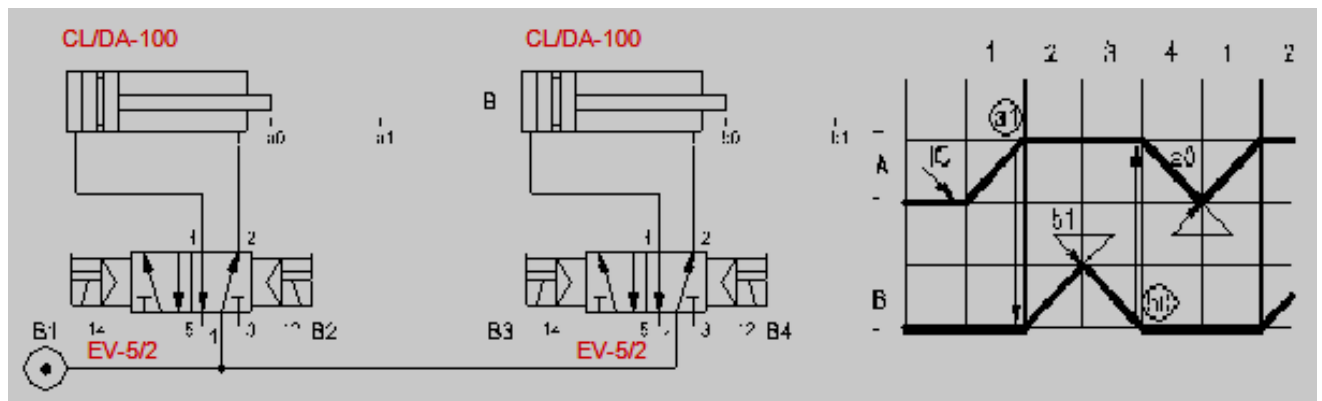
Краткая теория.

Блокирующий сигнал – это сигнал, образованный сработавшим магнитным датчиком концевого выключателя, остающийся активным на последующем этапе цикла и препятствующий выполнению другим датчиком функции, предусмотренной заданной последовательностью выполнения операций. Если блокирующий сигнал является последним сигналом, образованным в цикле, он запрещает повторение цикла.

Учитывая, что не все концевые выключатели могут образовывать блокирующие сигналы, их длительностью можно управлять с помощью их последовательного соединения с другими датчиками, которые кроме собственной функции, выполняют также функцию прерывания (функция НЕТ = Н.З. контакт в положении покоя) в нужный момент блокирующего эффекта подключенного сигнала.

Сигнал, образованный неблокирующим датчиком, должен быть «длительного» типа. Если это сигнал «мгновенного» типа, необходимо его сохранить в памяти на требуемое время.

Например, рассмотрим следующую **диаграмму работы** привода:



В диаграмме показаны следующие блокирующие сигналы:

a1: определяет ход **B+**, но не позволяет выполнять обратный ход, так как поддерживает возбуждение катушки **B3**, предотвращая возврат цилиндра катушкой **B4**.

b0: определяет ход **A-** и завершение цикла, но не позволяет начало нового цикла, поддерживая возбуждение катушки **B2**, и препятствуя действию катушки **B1**.

Для сигнала **a1** сигналом, который определяет момент прекращения блокирующего действия, должен являться **b1**. При выполнении своей собственной функции, (включения хода **B-**) он должен в отрицательной форме воздействовать на **a1**.

Так как **b1** является сигналом мгновенного типа, он должен сохраниться в памяти на время наличия сигнала **a1**.

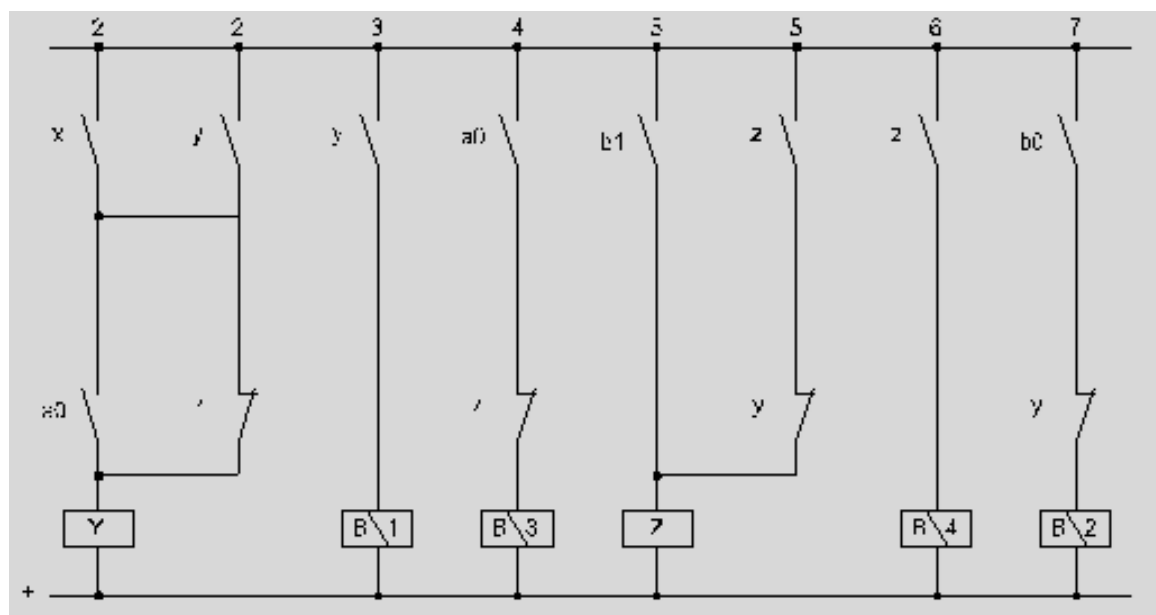
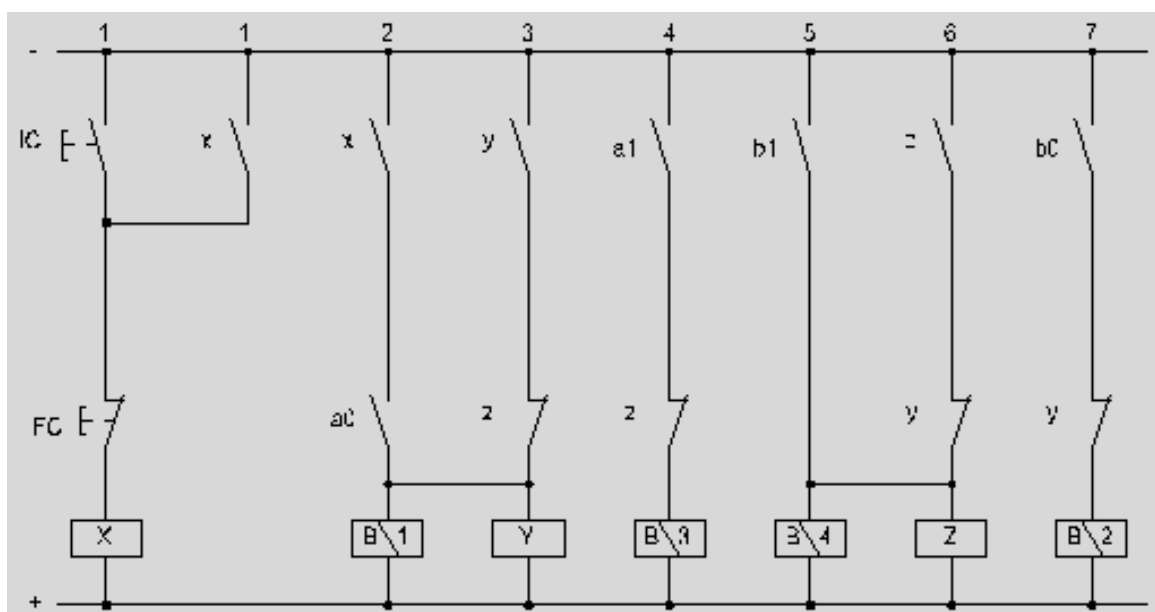
В то же время, цепь самоблокировки, устанавливаемая параллельно катушке **В4** (определяющей ход В-), должна быть сброшена до конца цикла. Сигналом с функцией «НЕТ» цепи самоблокировки не может быть сигнал **а0**.

Соответственно, сигналом (в отрицательной форме), устанавливаемым в логическое отношение «И» с **b0** будет сигнал **а0**. Он должен запоминаться реле, соединенным параллельно с катушкой **В1** (возбужденной сигналом **а0**), и сбрасываться сигналом **b1**.

В итоге получим следующие логические выражения:

$$B1 = IC \cdot a0 \quad B3 = a1 \cdot [b1 + (z \cdot \overline{a0})] \quad B4 = b1 \quad B2 = b0 \cdot [a0 + (y \cdot \overline{b1})]$$

Данные логические выражения реализованы в следующих схемах:



Во второй схеме, используемой для очень быстрых последовательностей, питание реле самоблокировки отделяется от питания электропневматических распределителей.

Таким образом, сначала достигается сохранение мгновенных сигналов (необходимых для продолжения цикла) а затем возбуждение соответствующих распределителей.

Порядок выполнения работы.

1. Получите задание у преподавателя в виде словесного описания работы пневмопривода;
2. По словесному описанию составьте схему пневматическую принципиальную;
3. Составьте диаграмму работы привода и определите блокирующие сигналы;
4. Определите сигналы, которые должны выключать блокирующие сигналы, и их вид («длительный» или «мгновенный»);
5. Составьте логические выражения для каждого электромагнита;
6. Составьте схемы электрические принципиальные, реализующие данные логические выражения прямым или непрямым способом.
7. Проверьте работоспособность схемы на стенде.

Контрольные вопросы.

Что такое блокирующий сигнал? К чему приводит блокирующий сигнал, если он действует в конце цикла? Каким условиям должен удовлетворять сигнал, используемый для выключения блокирующего сигнала? Каковы особенности схемы, используемой для быстрых последовательностей?

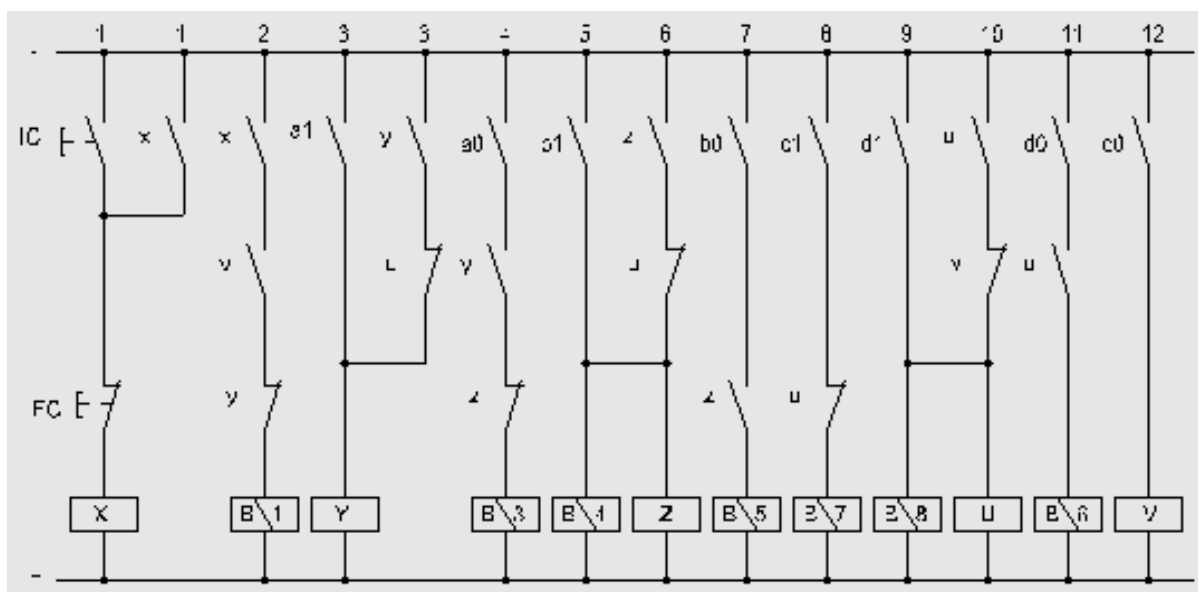
Лабораторная работа №3

«Разработка системы управления моностабильными устройствами управления потоками»

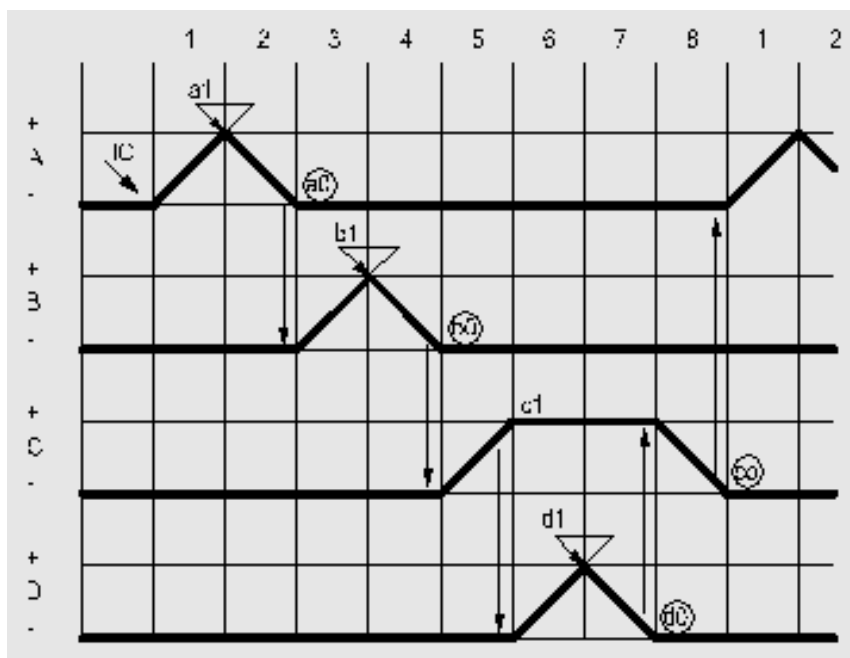
Цель работы: Изучить особенности управления последовательностью выполнения операций циклового привода с использованием средств электроавтоматики.

Краткая теория.

Цикловой пневматический привод содержит 4 пневмоцилиндра:



Задана следующая диаграмма работы привода:



В данном случае мы рассматриваем больше блокирующих сигналов, чем в предыдущей работе, но принцип контроля остаётся тем же. Отличие состоит в том, что в данной схеме некоторые датчики могут вызывать движения, выходящие за рамки цикла.

Из диаграммы видна возможность следующих ходов:

- **B+**, так как контакт **a0** замкнут;
- **C+**, так как контакт **b0** замкнут.

Сигнал **c0** в **A+** является блокирующим для хода **A-**, должен сбрасываться в конце хода **A+** (сигналом **a1** с функцией НЕТ с запоминанием, так как является мгновенным).

Соответствующая цепь самоблокировки должна оставаться включенной до тех пор, пока присутствует **c0**, то есть до конца четвертой фазы. Имеющийся неблокирующий сигнал для функции НЕТ: **d1**

Соответствующее уравнение (реле самоблокировки **a1** обозначается **Y**):

$$Y = a1 + (y \cdot \overline{d1}) ;$$

Начальное уравнение **A+** приобретает следующий вид:

$$A+ = B1 = IC \cdot c0 \cdot \overline{y} \quad (\overline{y} = NC)$$

Из-за наличия моностабильного электрического распределителя ход **A-** производится в момент, когда пропадает возбуждение катушки **B1** по причине эффекта НЕТ сигнала **a1**, воспроизведенного **y**. Уравнение хода:

$$A- = B1$$

Сигнал **a0**, вызывающий ход **B+**, должен контролироваться по двум причинам:

- Он присутствует в начале цикла. Чтобы его воздействие на ход началось на третьей фазе, необходимо его поставить в зависимость от сигнала **a1**, дублированного **y** (с функцией ДА).
- Он является блокирующим для хода **B-**. Сигнал должен сброситься в конце хода **B+** сигналом **b1** (с функцией НЕТ), который необходимо запомнить, так как он является мгновенным.
- Соответствующая цепь самоблокировки может быть сброшена только сигналом **d1** в конце шестой фазы.

Соответствующее уравнение (реле самоблокировки **b1** обозначается **Z**):

$$Z = b1 + (z \cdot \overline{d1})$$

Уравнение для **B+**:

$$B+ = B3 = a0 \cdot y \cdot z, \text{ где:}$$

- **y** сбрасывает **a0** в начале цикла;
- **z** сбрасывает блокирующий эффект **a0** на ход **B-**

Сигнал, воспроизведенный цепью самоблокировки **Z** для контроля блокирующего сигнала **a0**, может быть добавлен в независимую цепь уравнения $B- = B4 = z$ (с Н.О. контактом) или в цепь, предусматривающую параллельное соединение катушек **B4** и **Z**.

Уравнение имеет вид:

$$B- = B4 = b1$$

Сигнал **b0**, вызывающий ход C+ должен контролироваться по двум причинам:

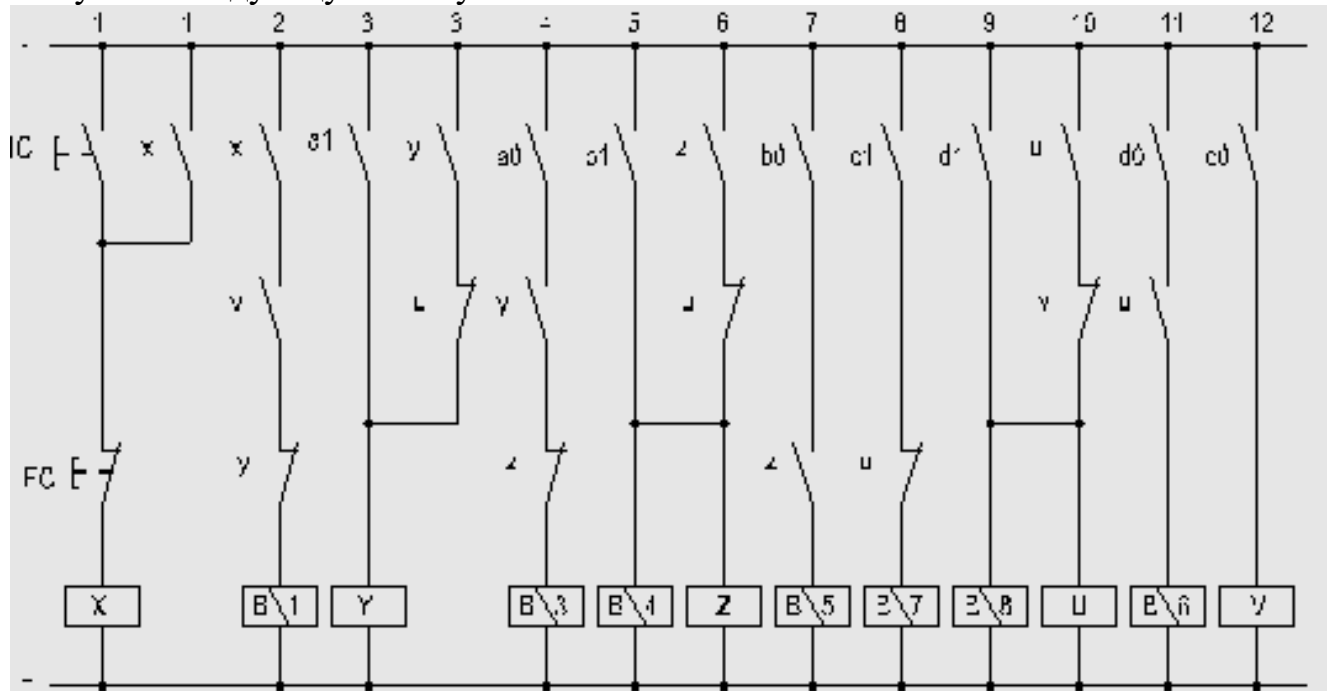
- он присутствует в начале цикла. Чтобы его воздействие на ход началось на пятой фазе, необходимо его поставить в зависимость от сигнала **b1**, уже сохраненного реле **Z**, Н.О. контакт которого используется.

- он является блокирующим для хода C-. В отличие от предыдущих ходов (A+/A- и B+/B-) цилиндр C остается неподвижным в течение двух фаз (6 и 7), в течение которых срабатывает **d1**, использующийся в качестве функции НЕТ.

Учитывая вышеизложенное уравнение хода становится:

$$C+ = B5 = b0 \cdot z \cdot \overline{d1}$$

Получаем следующую схему:



Из-за мгновенности сигнала **d1** он удлиняется с помощью цепи самоблокировки **U**.

Сигнал **d1** в отрицательной форме уже имеется в уравнении **Z**, запоминающего сигнал **b1**, поэтому вышеприведенное уравнение можно сократить до: $C+ = b0 \cdot z$

Сигнал **c1**, вызывающий ход **D+**, блокирующий для хода **D-**. Он должен сброситься в конце хода **D+** сигналом **d1**, выполняющим функцию НЕТ, уже воспроизведенным реле **U**. В конце хода других неблокирующих сигналов не имеется, поэтому единственным сигналом будет **c0**. Блокирующий эффект сигнала не может проявиться, так как он отсутствует во время двух ходов цилиндра **D**.

Соответствующее уравнение: $U = d1 + (u \cdot \overline{c0})$

Уравнение хода становится: $D+ = B7 = c1 \cdot \overline{u}$

Сигнал **d0** блокирующий для хода C+. Он может быть сброшен сигналом **d1**, еще присутствующим (так как сохранен в памяти) в начале фазы 8 и исчезающим в конце восьмой фазы под действием сигнала **c0** (функция НЕТ) цепи самоблокировки.

Уравнение становится: $C- = B6 = d0 \cdot d1 = d0 \cdot u$

Варианты схем: $D- = B8 = u$ (с Н.О. контактом) или: $D- = B8 = d1 = d0 \cdot u$

Сигнал **c0** должен быть воспроизведен для выполнения двух разных функций в двух уравнениях: функции ДА в цепи катушки **B1** и функции НЕТ в цепи реле **U**.

Порядок выполнения работы.

1. Получите задание у преподавателя в виде словесного описания работы пневмопривода;
2. По словесному описанию составьте схему пневматическую принципиальную;
3. Составьте диаграмму работы привода, определите блокирующие сигналы и сигналы, которые могут вызывать ложное срабатывание;
4. Определите сигналы, которые должны выключать блокирующие сигналы, и их вид («длительный» или «мгновенный») и сигналы, которые должны блокировать ложное срабатывание;
5. Составьте логические выражения для каждого электромагнита;
6. Составьте схемы электрические принципиальные, реализующие данные логические выражения прямым или непрямым способом.
7. Проверьте работоспособность схемы на стенде.

Контрольные вопросы.

Что такое блокирующий сигнал? К чему приводит блокирующий сигнал, если он действует в конце цикла? Каким условиям должен удовлетворять сигнал, используемый для выключения блокирующего сигнала? Каковы особенности схемы, используемой для быстрых последовательностей?

Лабораторная работа №4

«Изучение схем управления с использованием реле времени»

Цель работы: Изучить способы реализации временных задержек при управлении цикловыми приводами.

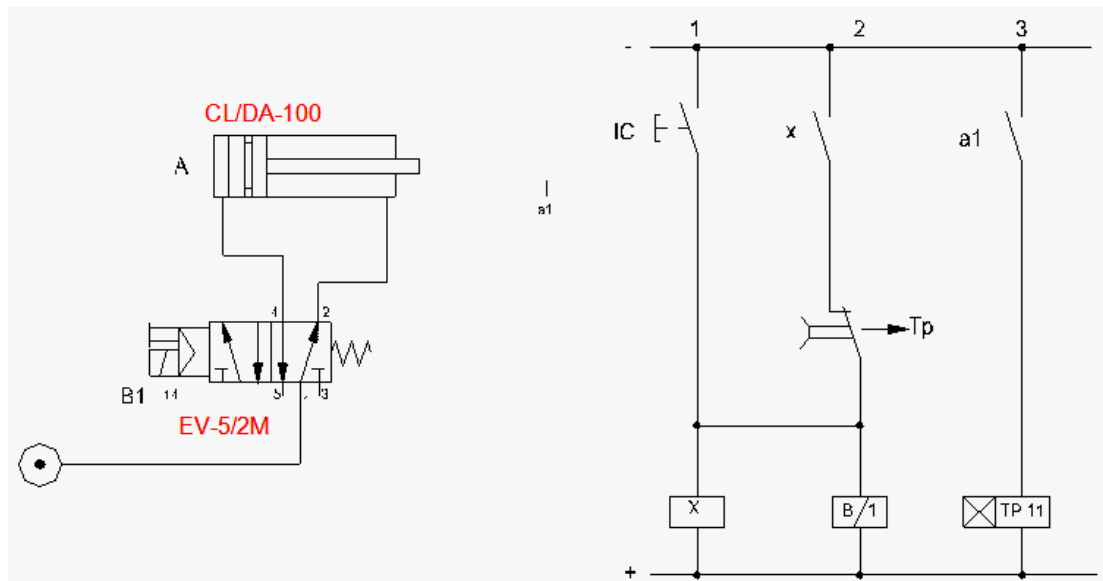
Краткая теория.

Для реализации выдержек времени в цикловых приводах используются реле времени (таймеры). Рассмотрим применения таймера на примере привода с одним цилиндром, работающим по следующему циклу: выдвижение штока цилиндра – выдержка времени – втягивание штока.

Отсчет таймера начинается, когда цилиндр достигает положения конца положительного хода, независимо от типа управления - полуавтоматического (одиночный цикл) или автоматического (непрерывный цикл).

При использовании моностабильного распределителя таймер выполняет свою функцию с помощью Н.З. контакта с логической функцией «НЕТ» в схеме с самоблокировкой.

Схема одиночного цикла без защиты от непредвиденного срабатывания:



Параллельно двум катушкам контакт таймера **Tr** сбрасывает самоблокировку сигнала **IC** (пуск), от которого зависит **B1**.

Уравнение цепи:

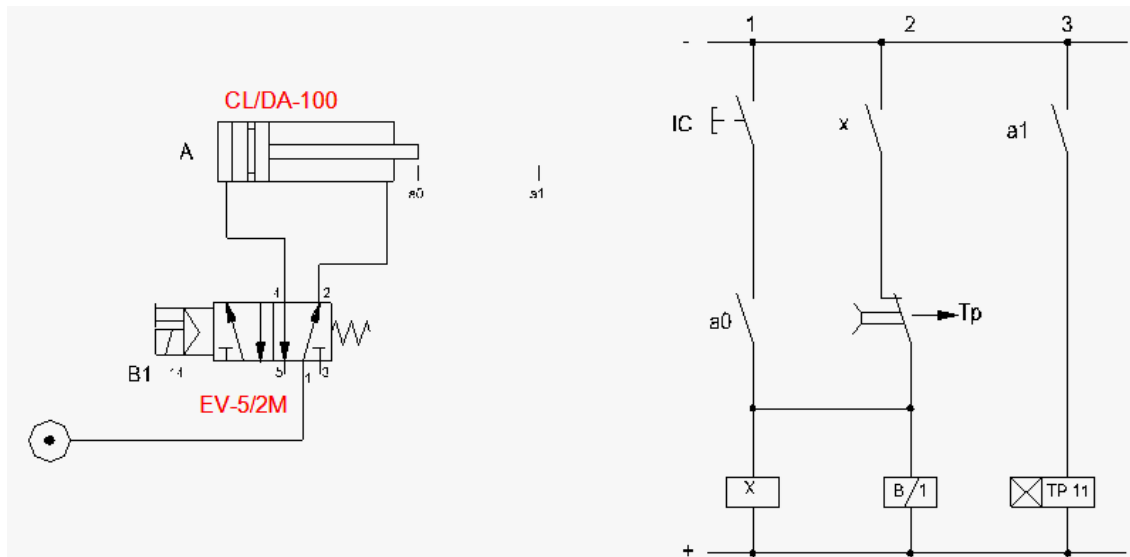
$$X = B1 = IC + x \cdot \overline{Tr}$$

может быть написано и реализовано другим способом, с дополнительной цепью:

$$X = IC + x \cdot \overline{Tr}$$

$$B1 = x$$

Схема одиночного цикла без защиты от непредвиденного срабатывания:

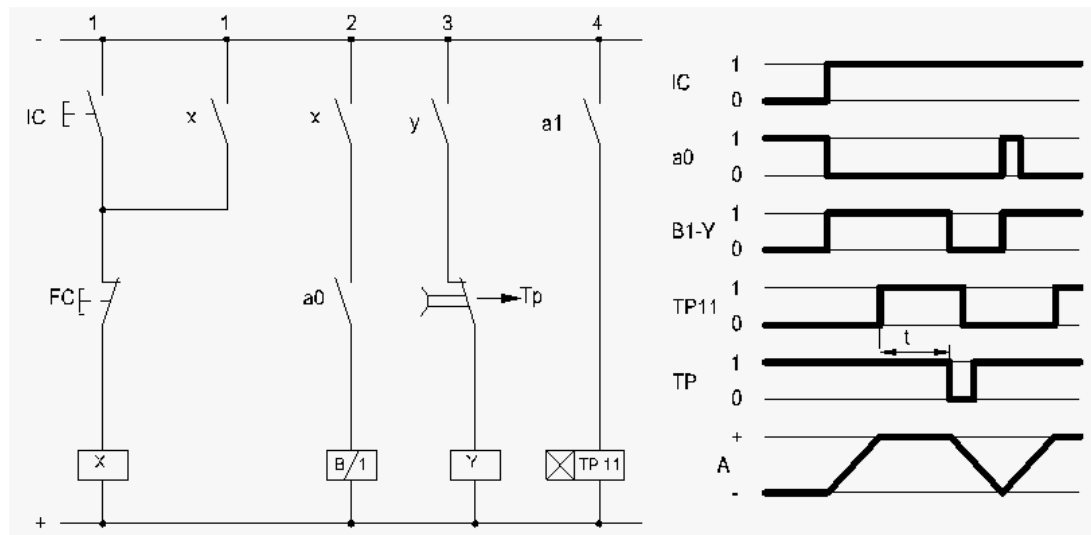


Действие контакта **Tr** такое же, как в предыдущем случае.
Предлагаемая схема, выражаемая следующим уравнением:

$$X = B1 = IC = \cdot a0 + x \cdot \overline{Tr}$$

Возможна также реализация с двумя отдельными цепями: $X = IC + x \cdot \overline{Tr}$; $B1 = x \cdot a0$ и при перемене местами **a0** и **Tr** при условии их установки в конце параллельного соединения.

Схема непрерывного цикла:



Эффект таймера должен затрагивать только самоблокировку катушки **B1**, так как именно с нее снимается возбуждение в каждом цикле для выполнения обратного хода после остановки на фазе **A+**.

Автоматический режим цикла определяется сохраненным в памяти сигналом **IC** (пуск), подающим питание **B1** при каждом замыкании контакта **a0** после остановки на фазе **A-**.

Порядок выполнения работы.

1. Получите задание у преподавателя в виде словесного описания работы пневмопривода;
2. По словесному описанию составьте схему пневматическую принципиальную;
3. Составьте диаграмму работы привода;
4. Составьте логические выражения для каждого электромагнита;
5. Составьте схемы электрические принципиальные, реализующие данные логические выражения прямым или непрямым способом.
6. Проверьте работоспособность схемы на стенде.

Контрольные вопросы.

Что такое реле времени (таймер)? Как реле времени изображается на схеме электрической принципиальной? Какие типовые режимы работы таймеры Вы знаете? Приведите временные диаграммы, описывающие работу таймера в этих режимах.