Изучение принципов построения и способов управления электропневматическими приводами

CAMOZZI

Комплекс лабораторных работ
Том С
(для преподавателей)

ВВЕДЕНИЕ

Целью данного сборника упражнений является ознакомление студентов с системами автоматизации технологических процессов на базе электропневмоавтоматики, изучение вопросов организации управления пневмоприводами с помощью релейно-контактных схем.

01-C Вводная часть: МАГНИТНЫЕ ЦИЛИНДРЫ

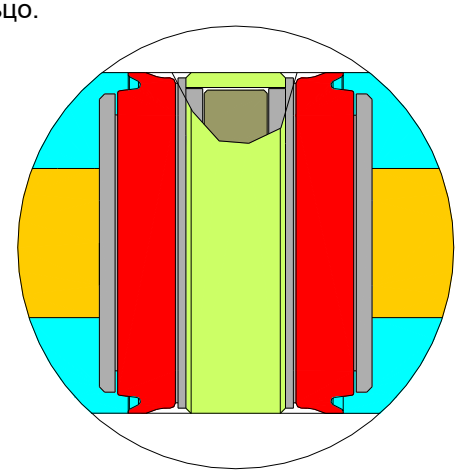
- При автоматизации технологических процессов с помощью пневмопривода используются различного типа датчики, которые устанавливаются в цепь обратной связи системы управления. Там, где для решения задачи достаточно использовать цикловой привод, обычно пневмоцилиндр оснащается двумя датчиками положения, определяющими две крайние точки движения. В пневматическом приводе очень часто используются пневмомеханические концевые путевые выключатели, а в электропневматических системах наибольшее распространение получили герконовые датчики положения и датчики Холла.

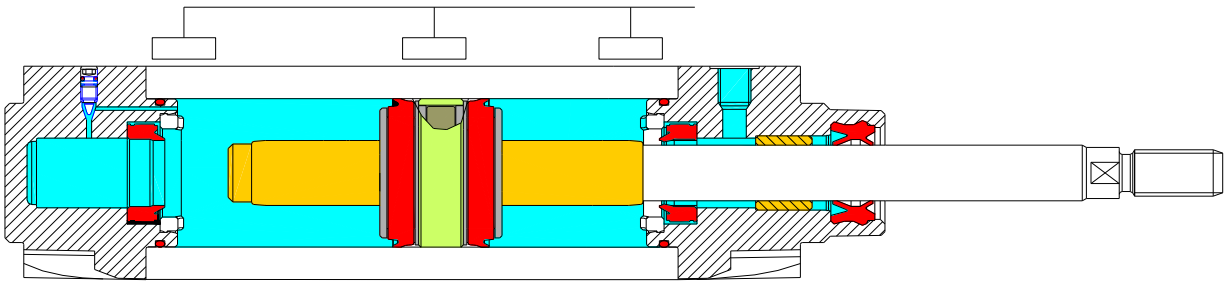
- Датчики положения позволяют вырабатывать сигналы для начала обратного хода штока цилиндра в крайней точке рабочего хода, для останова штока в промежуточном положении, для изменения скорости движения штока с объектом управления и для прочих целей.

- Пневмомеханические датчики устанавливаются в зоне рабочего хода цилиндра и могут реагировать на механическое воздействие движущегося штока или объекта управления, а для датчиков с электрическим выходным сигналом, управляющим воздействием служит постоянное магнитное поле намагниченного ферритового кольца на поршне цилиндра. Магнитные датчики устанавливаются на корпусе гильзы цилиндра круглого или профильного сечения.

- Для локализации магнитного поля и исключения ложных срабатываний датчиков все составные части цилиндра выполняются из немагнитных материалов, например, алюминия.

- На иллюстрациях показан поршень, имеющий несколько составных частей. Трущаяся пара поршень–гильза уплотняется манжетами V–образного сечения со встречным расположением. Сжатый воздух, наполняющий полость цилиндра создаёт необходимое усилие прижима манжеты к внутренней поверхности гильзы, которое исключает перетечки воздуха между полостями при движении и останове поршня. Для центрирования поршня в гильзе используется поясок с антифрикционным покрытием. Исключение металлического контакта между поршнем и гильзой повышает механический КПД и увеличивает срок службы пневмоцилиндра. Под пояском находится намагниченное ферритовое кольцо.





02-С Вводная часть: МАГНИТНЫЕ ДАТЧИКИ

- Магнитный герконовый датчик – это электромеханическое устройство, представляющее собой пару ферромагнитных контактов, запаянных в герметичную стеклянную колбу. При поднесении к геркону постоянного магнита или включении электромагнита контакты замыкаются. Замыкание контактов датчика приводит к протеканию в цепи датчика электрического тока.

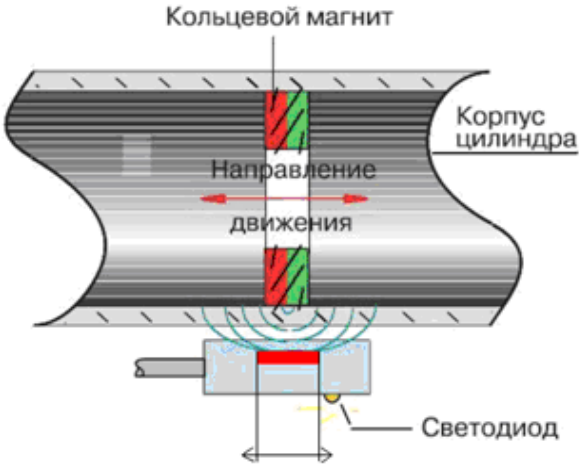
- Для разных конструкций цилиндров датчики можно закрепить в специальных пазах гильзы, на шпильках цилиндра или на корпусе цилиндра с помощью хомутов.

- Длительность электрического сигнала определяется временем нахождения магнитного кольца поршня в точке установки датчика. Если датчик установлен в промежуточной точке рабочего хода, то длительность электрического импульса определяется скоростью движения поршня и зоной срабатывания датчика.

- При необходимости позиционировать объект управления в промежуточной точке рабочего хода цилиндра, необходимо датчик устанавливать не в желаемой точке останова, а сместить на некоторое расстояние навстречу движению поршня. Это расстояние предустанова определяется произведением скорости движения поршня цилиндра на суммарное время переключения дискретного силового распределителя (от 1 до 30 мс), время коммутации реле (от 10 мкс до 100 мс), время замыкания контактов датчика (от 1 до 2 мс), время замедления штока с объектом управления до нулевой скорости (зависит от многих факторов, таких как геометрические размеры цилиндра, установившаяся скорость движения, масса подвижного объекта и других). Обычно это расстояние составляет от 1 до 10 мм и определяется опытным путем.

- В случае управления пневмоприводом с помощью ПЛК при движении поршня цилиндра на высоких скоростях (больше 0,8 м/с) есть вероятность, что электрический импульс малой длительности воспримется системой управления как помеха. Для этих целей в контроллерах предусмотрена настройка цифровых фильтров входных сигналов, позволяющая длительность полезного импульса устанавливать программно.

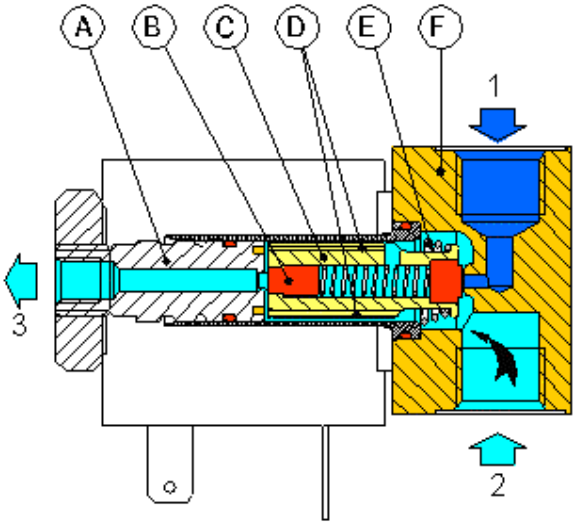
- Для корректного монтажа магнитного датчика необходимо в желаемую точку установить поршень цилиндра, а затем, перемещая магнитный датчик вдоль гильзы, определить две точки, в которых светодиод датчика загорается и гаснет. Датчик необходимо зафиксировать в центральной точке зоны срабатывания, чтобы наблюдалось устойчивое свечение светодиода. Для большинства магнитных датчиков эта зона срабатывания лежит в диапазоне 10…15 мм.



Зона срабатывания датчика

03-C Вводная часть: ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ КЛАПАННОГО ТИПА

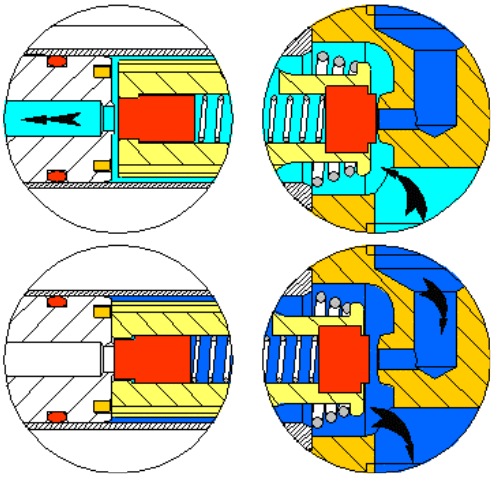
- Распределители – это устройства, предназначенные для управления потоками сжатого воздуха в пневмосистемах. Они используются для пуска, остановки и коммутации каналов движения потока воздуха от источника питания в конкретную пневмолинию и сброса отработанного воздуха в атмосферу через выхлопные каналы.
- Электромагнитные распределители клапанного типа – это устройства, в которых выходной пневматический сигнал изменяется согласно входному электрическому сигналу, поданному на катушку соленоида клапана.
- В большинстве случаев клапанные распределители используются в роли клапанов-пилотов для управления золотниковыми электропневматическими распределителями, но их также можно использовать и как силовые для управления цилиндрами небольших диаметров.
- Все электромагнитные клапанные распределители имеют одну стабильную нормально закрытую (Н.З.) или нормально открытую (Н.О.) позицию, поэтому называются **моностабильными прямого действия.** В них электромагнитная сила соленоида определяет максимальный расход воздуха в силовом канале.



- На рисунке приведен пример 3/2 Н.З. распределителя. Но при переподключении каналов течения воздуха определенным образом структуру можно трансформировать в Н.О. Распределитель называется **трехлинейным**, т.к. имеет три линии подвода и отвода сжатого воздуха:
- питание для Н.З. (или выхлоп для Н.О.) **1**
- рабочий выход **2**
- выхлоп для Н.З. (или питание для Н.О.) **3**

Распределитель является двухпозиционным, т.к. у него две рабочие позиции: в одной позиции канал **1** связан с каналом **2**, а канал **3** отсечен, в другой позиции канал **2** связан с каналом **3**, а канал **1** отсечен.
- В то же время необходимо отметить, что с целью оптимизации отношения значения расхода газа к потребляемой мощности соленоида отдельно существуют Н.О. распределители клапанного типа, внутренняя конструкция которых отлична.

- В электромагнитных 3/2 Н.З. распределителях положения открытия и закрытия достигаются с помощью соленоида, возбужденного или невозбужденного. Положения внутренних деталей следующие:



Распределитель закрыт (направления потока 2 - 3):
- Подвижный сердечник С под действием запорной пружины Е плотно прижат к седлу клапана и закрывает отверстие питающего канала 1, позволяя воздуху из выходной полости 2 выйти в атмосферу через внутренние каналы D и проточку в неподвижном сердечнике А.

Распределитель открыт (направления потока 1 - 2):
- Неподвижный сердечник А за счет электромагнитной силы притягивает подвижный сердечник С, что приводит к сжатию запорной пружины Е и высвобождению канала течения воздуха из питающей полости 1 в выходную полость 2 и отсечению полости 3 выхлопного канала.

- Время переключения электромагнитных клапанных распределителей из одной позиции в другую лежит в диапазоне от 2 до 10 мс.
- Также стоит отметить, что клапанные распределители независимо от типа управляющего сигнала традиционно изготавливают с положительным перекрытием. Это означает, что при движении сердечника всегда сначала блокируется один канал течения воздуха, а после высвобождается другой. Таким образом, даже на короткий промежуток времени всегда исключена связь канала питания с атмосферой.

05-C	**Вводная часть: ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ ЗОЛОТНИКОВОГО ТИПА**

- Электропневматический распределитель золотникового типа представляет собой сложное устройство, в управляющей части которого могут быть использованы один или два клапанных распределителя. Силовая часть организована с помощью золотника с проточками и корпуса с уплотнениями **F.** Положение золотника определяется разностью сил, действующих на его торцевые части. Эти силы могут создаваться давлением сжатого воздуха, возвратными пружинами, трением золотника о внутренние уплотнения распределителя. Количество проточек соответствует количеству рабочих выходов.

- В силовой части распределителя цифрой **1** принято обозначать пневматический канал подвода питания, цифрами **2** и **4** – рабочие выходы, цифрами **3** и **5** – выхлопные отверстия.

- Электропневматические распределители могут быть как одностороннего, так и двустороннего действия. У распределителей **одностороннего действия (моностабильных)** есть механическая или пневматическая возвратная пружина, которая при отсутствии управляющего сигнала однозначно определяет его рабочее положение.

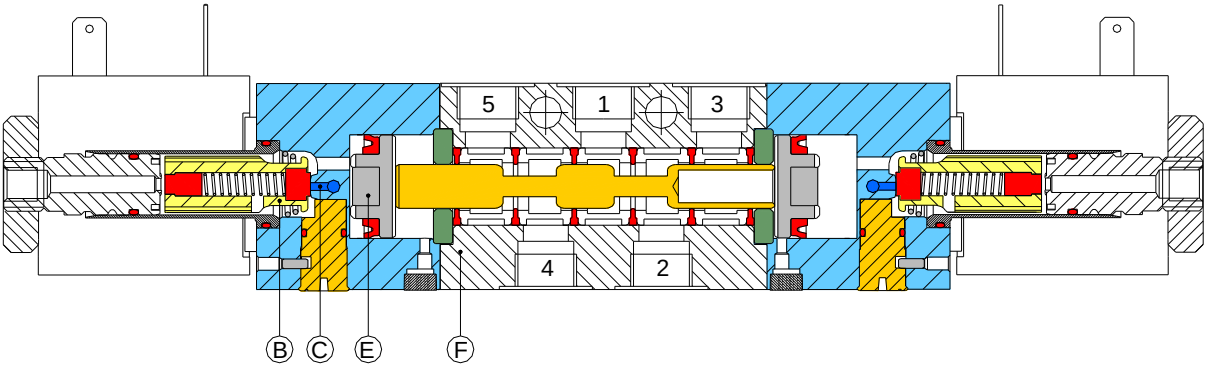
- У распределителей **двустороннего действия (бистабильных)** переключение как в левую, так и в правую рабочую позицию осуществляет сила пневматического давления, создающегося в подторцевом объеме золотника и действующего на площадь поршня золотника **E**.

- В управляющей части электропневматических распределителей используются пилотные электромагнитные клапаны структуры 3/2 Н.З. Управление электропневматическими распределителями является двухкаскадным. Первичный электрический сигнал, пришедший на катушку соленоида клапана-пилота, приводит к сжатию запорной пружины клапана-пилота, втягиванию сердечника **B** и, как следствие, наполнению сжатым воздухом через канал **C** подторцевого объема золотника. При этом сила давления создает условие для его переключения.

- Золотниковые электропневматические распределители нуждаются **в пневматическом усилении** электромагнитной силы соленоида, т.к. требуют сравнительно больших усилий для переключения и имеют большой ход запорного элемента.

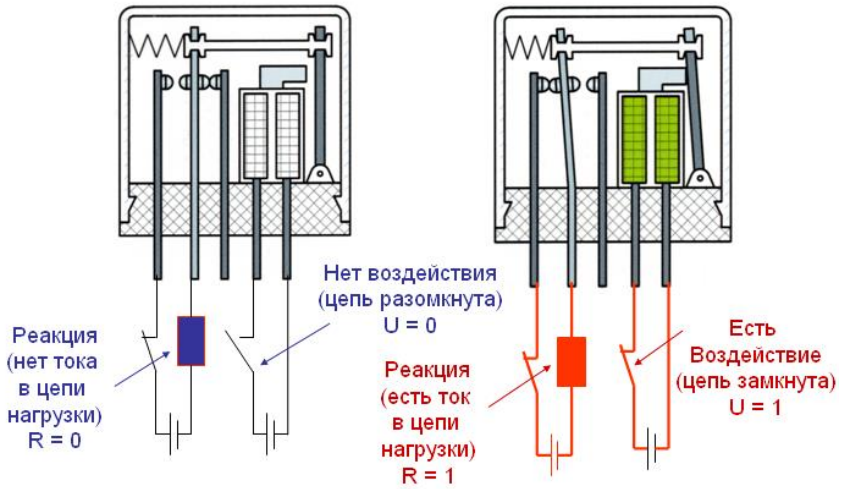
- Для переключения рабочей позиции бистабильного распределителя на катушку соленоида достаточно подать короткий электрический импульс. Длительность такого импульса составляет от 10 до 40 мс, поэтому такие распределители также называют **импульсными** или **с триггерным эффектом.**

- Для переключения моностабильного распределителя в левую рабочую позицию недостаточно подачи кратковременного импульса, т.к. при отсутствии силы давления на левую торцевую площадь золотника возвратная пружина активирует правую позицию. Таким образом, длительность электрического импульса должна соответствовать необходимому времени активации левого рабочего положения распределителя.



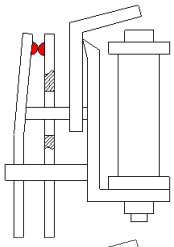
06-C Введение в тему Электропневматические системы: РЕЛЕ

- Реле – это элемент, трансформирующий электрический сигнал в магнитное притяжение якоря к катушке, приводящее к замыканию групп нормально-разомкнутых контактов и размыканию нормально-замкнутых контактов.
В контуре входной цепи реле присутствует катушка электромагнита, ключ и источник электрического питания, в контуре выходной цепи – группы подпружиненных контактов, источник питания и нагрузка.

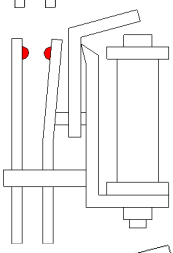


- Когда катушка не возбуждена, то есть когда реле находится в состоянии покоя, контакты могут быть:

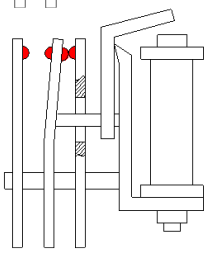
Н.З. (нормально-замкнутые)
Контакты размыкаются, когда якорь притягивается магнитным полем возбужденного соленоида, и замыкаются, как только пропадет магнитное поле.



Н.Р. (нормально-разомкнутые)
Контакты замыкаются, когда якорь притягивается магнитным полем возбужденного соленоида, и размыкаются, как только пропадет магнитное поле.



ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ (Н.Р. и Н.З.)
Один и тот же контакт служит для выполнения функций Н.З. и Н.Р. При возбуждении соленоида происходит замыкание Н.Р. и размыкание Н.З. контактов.



- На стенде контакты катушки реле обозначены «А1-А2», группы Н.З. контактов «21-22», группы Н.Р. контактов «13-14», «33-34», «43-44».

07-C Введение в тему: ТАЙМЕРЫ

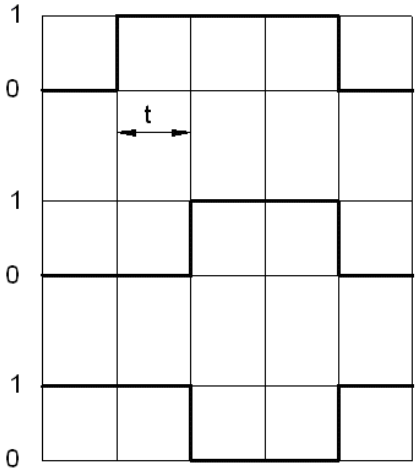
- Таймер – это устройство, позволяющее управлять длительностью сигналов, в данном случае электрических.
- Это блок, состоящий из реле и системы отсчета времени, воздействующей на размыкание Н.З. и замыкание Н.Р. контактов.
- Контакты катушки таймера на стенде обозначены «2-10», группы Н.Р. контактов «11-14» и «31-34», группы Н.З. контактов «11-12» и «31-32».

- Функции таймеров могут быть различными. Установленные на стенде таймеры функционируют согласно приведенным диаграммам:

Состояние катушки таймера

Н.Р. контакт замыкается по прошествии выставленного времени **t** с момента начала возбуждения катушки и размыкается при снятии напряжения с катушки.

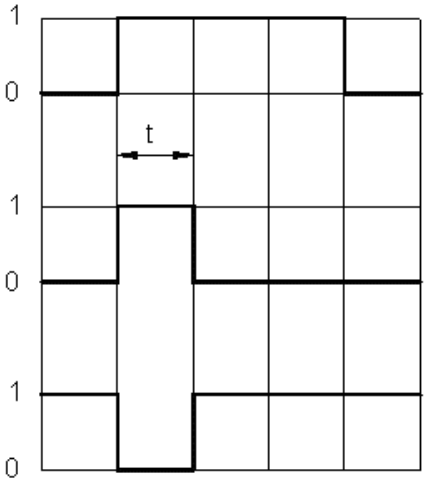
Н.З. контакт размыкается по прошествии выставленного времени **t** с момента начала возбуждения катушки и замыкается при снятии возбуждения с катушки.



Состояние катушки таймера

Н.Р. контакт замыкается в момент начала возбуждения катушки и размыкается по прошествии выставленного времени **t**.

Н.З. контакт размыкается в момент начала возбуждения катушки и замыкается по прошествии выставленного времени **t**.



- Таймеры, установленные на стенде, имеют две группы контактов, следовательно, имеется возможность одновременного программирования времени для двух независимых сигналов.

Изучение принципов построения и способов управления электропневматическими приводами с помощью релейно-контактных схем

CAMOZZI

08-C	Введение в тему: Символы на пневматических и электрических принципиальных схемах

	Источник пневматического питания	Н.Р. Н.З.	Контакт электрического датчика Н.Р.: нормально-разомкнутый (нормально-открытый) Н.З.: нормально-замкнутый (нормально-закрытый)
	Силовая линия		
	Пересечение пневматических или электрических линий		Электрический тумблер с фиксацией
	Магнитный цилиндр двустороннего действия	Н.Р. Н.З.	Контакты электрического реле Н.Р.: нормально-разомкнутый (нормально-открытый) Н.З.: нормально-замкнутый (нормально-закрытый)
	Регулятор давления со сбросом избыточного давления	Н.Р. Н.З.	Контакты электрической кнопки аварийного останова Н.Р.: нормально-разомкнутый (нормально-открытый) Н.З.: нормально-замкнутый (нормально-закрытый)
2 12 1 3	Электромагнитный распределитель прямого действия 3/2 нормально-закрытый		Катушка реле
Н.Р. Н.З.	Контакт электрической кнопки Н.Р.: нормально-разомкнутый (нормально-открытый) Н.З.: нормально-замкнутый (нормально-закрытый)		Катушка соленоида электромагнитного распределителя
	Таймер		Катушка таймера

10-C Введение в тему: Пневматические и электрические принципиальные схемы

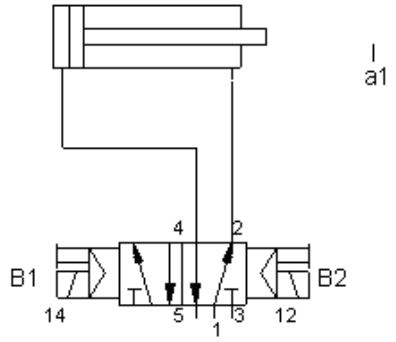
- Электропневматическая схема состоит из двух отдельных принципиальных схем:

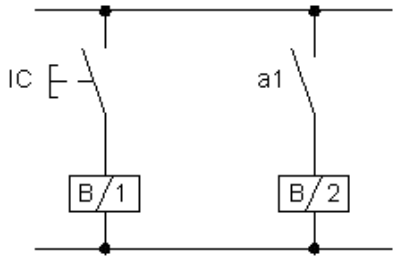
- Силовая часть привода включена в состав пневматической принципиальной схемы. Она объединяет в себе систему подготовки сжатого воздуха, электромагнитные клапанные распределители и электропневматические золотниковые распределители и пневматические цилиндры.

- Управляющая часть привода включена в состав электрической принципиальной схемы. Она объединяет в себя источники электрического напряжения, различные ключи и нагрузки. В электропневматическом приводе роль ключей могут выполнять электрические кнопки, датчики положения с электрическим выходным сигналом, контакты электромеханических и твердотельных реле или таймера. Нагрузкой в электрических цепях управления пневмоприводом может быть индуктивное сопротивление катушки соленоида, катушка реле или таймера, сопротивление сигнальной лампы.

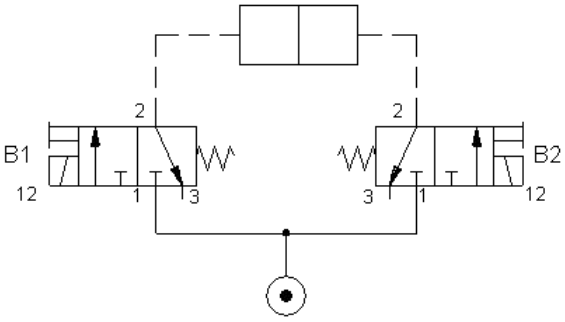
- Силовая пневматическая часть обычно изображается над управляющей электрической.
Обозначения катушек соленоидов, указывающие на их принадлежность к распределителям, датчиков положения, указывающие на их месторасположение, принято отображать и на пневматической и на электрической принципиальных схемах.

Пример:





1. На пневматической и электрической принципиальной схемах отмечены соответственно положение датчика **a1** и его состояние, а также катушки соленоидов распределителя **B1** и **B2.**
2. Также как и в двух предыдущих сборниках задач выдвижение штока будет иметь обозначение А+, а втягивание – А-.
3. Стартовое положение бистабильного электропневматического распределителя определяется сигналом управления, пришедшим последним. В данном примере речь идет о втянутом состоянии А-, в котором датчик **a1** разомкнут.
4. Как и в предыдущем сборнике упражнений предлагается воспользоваться унифицированной базой пневматических и электропневматических элементов. Так, например, для того чтобы реализовать функцию бистабильного 5/2 электропневматического распределителя, можно воспользоваться двумя 3/2 Н.З. электромагнитными распределителями, выполняющими функцию клапанов пилотов, выходы которых подключены к управляющим входам силового бистабильного 5/2 пневматического распределителя. Другие примеры унификации элементной базы приведены в таблице выше.

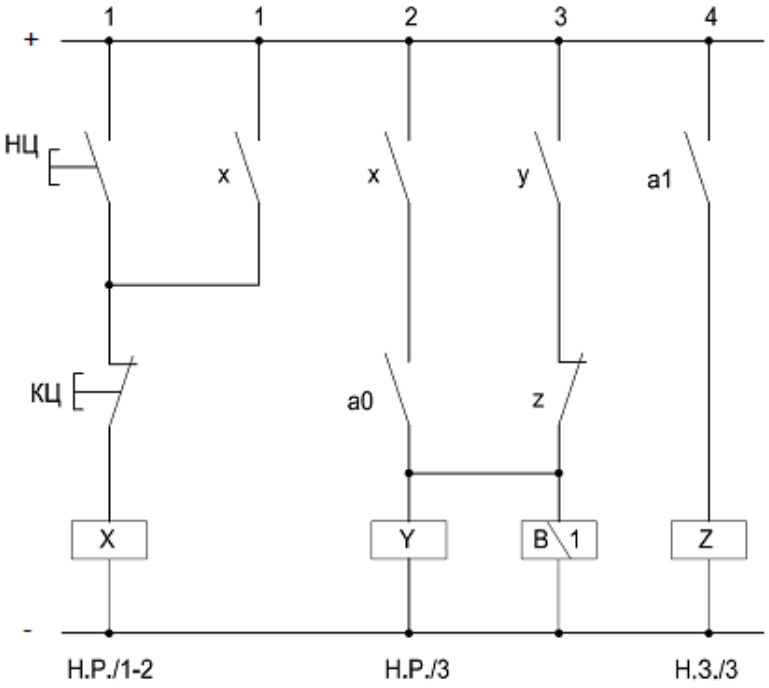


11-C Введение в тему: Пневматические и электрические принципиальные схемы

- Составляя электрическую принципиальную схему необходимо принимать во внимание следующее:
- Электрические цепи питания изображаются между двумя горизонтальными линиями (шиной питания сверху и общим проводом снизу) с точками ответвления отдельных электрических контуров. Они могут быть постоянного или переменного тока в зависимости от используемых электрических компонентов и их характеристик. Рядом с шиной питания может проставляться значение напряжения, например 24V DC.
- Каждая вертикальная линия представляет собой отдельную цепь или электрический контур. Она начинается сверху от плюса источника питания, проходит через ключ (кнопки, датчики, контакты реле и т.д.) и заканчивается внизу на катушке электромагнитного или электропневматического распределителя или реле и на минусе источника питания.
- Все контакты изображаются в фазе нормального состояния, когда нет воздействия, а электрический контур не под напряжением.
- Подразумевается, что изменение состояния подвижных контактов или ключей происходит слева направо.
- Последовательность электрических цепей также изображается слева направо, начиная с цепи, где ключ имеет ручное управление, например, кнопку запуска.
- Для упрощения чтения схем рекомендуется нумеровать каждую отдельную цепь, а всем элементам цепи присваивать обозначения. В данном сборнике задач ключам и нагрузкам присвоены следующие обозначения:

НЦ, КЦ – кнопки кратковременного воздействия для запуска и останова системы;
S – кнопка-тумблер с фиксацией;
U, V, X, Y, Z – катушки реле;
u, v, x, y, z – контакты соответствующих реле U, V, X, Y, Z;
B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8 – катушки соленоидов;
a0, a1, b0, b1, c0, c1, d0, d1 – дискретные датчики начального и конечного положений цилиндров A, B, C и D соответственно;
Тр11, Тр22 – катушки таймера;
Тр – контакт таймера.

Пример электрической схемы

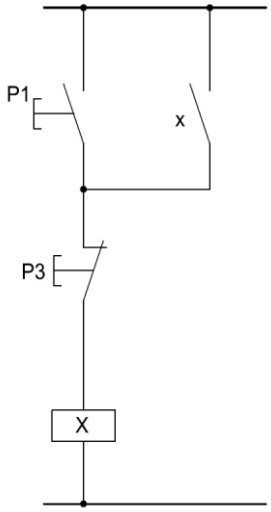


12-C Введение в тему: Электропневматические схемы С САМОБЛОКИРОВКОЙ

- Схема с самоблокировкой (с самоудержанием или с самоподхватом) – это цепь, запоминающая сигнал импульсного воздействия. Импульсный сигнал может быть образован контактом кнопки или датчика.
- Цепь состоит из следующих трех элементов:
- Н.Р. контакт включения (кнопка **P1**)
- Н.З. контакт выключения (кнопка **P3**)
- Н.Р. контакт реле **x**

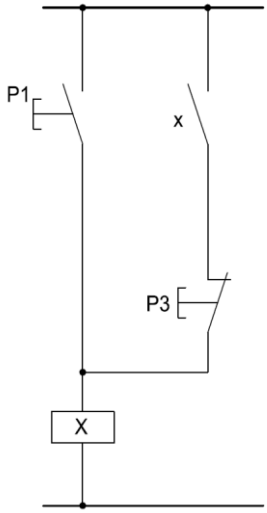
Их подключение может производиться в соответствии с одним из двух вариантов логических уравнений:

$$X = (P1 + x) \bullet \overline{P3}$$



или

$$X = P1 + x \bullet \overline{P3}$$



- Функционирование обеих цепей следующее:
- При кратковременном воздействии на кнопку **P1** возбуждается катушка реле **X**;
- Н.Р. контакт реле **x** замыкается и удерживает возбужденным реле после отпускания кнопки **P1**;
- Для отключения функции запоминания необходимо нажать на кнопку **P3**, размыкание нормально-замкнутого контакта которой приведет к размыканию цепи.

ПЕРЕЧЕНЬ УПРАЖНЕНИЙ

Упр. С01	Простейшие электропневматические схемы с прямым управлением цилиндрами одностороннего действия	16-17
Упр. С02	Непрямое управление с моностабильными и бистабильными элементами	18-19
Упр. С03	Применение различных логических схем включения с прямым управлением цилиндрами одностороннего действия.	20-21
Упр. С04	Управление цилиндром двустороннего действия при выполнении ОДИНОЧНОГО ЦИКЛА в последовательности А+/А- и В+/В- с защитой и без в начале цикла	22-23
Упр. С05	Реализация логических функций «ДА» и «НЕТ» с помощью реле	24-25
Упр. С06	Реализация логических функций «И»-«ИЛИ»-«НЕТ» с помощью реле	26-27
Упр. С07	Схемы с самоблокировкой	28-29
Упр. С08	Управление цилиндром двустороннего действия в режиме НЕПРЕРЫВНОГО ЦИКЛА с бистабильным электрическим распределителем	30-31
Упр. С09	Управление цилиндром двустороннего действия в режиме НЕПРЕРЫВНОГО ЦИКЛА с помощью МОНОСТАБИЛЬНОГО силового распределителя из положения А- в А+	32-33
Упр. С10	Управление цилиндром двустороннего действия в режиме НЕПРЕРЫВНОГО ЦИКЛА и ОДИНОЧНОГО ЦИКЛА с помощью МОНОСТАБИЛЬНОГО силового распределителя из положения А+ в А-	34-35
Упр. С11	Управление цилиндром двустороннего действия в режиме НЕПРЕРЫВНОГО ЦИКЛА и ОДИНОЧНОГО ЦИКЛА с помощью БИСТАБИЛЬНОГО и МОНОСТАБИЛЬНОГО силовых распределителей из положения А- в А+	36-37
Упр. С12	Управление цилиндром двустороннего действия в режиме АВТОМАТИЧЕСКОГО ЦИКЛА и РУЧНОГО ЦИКЛА с помощью БИСТАБИЛЬНОГО силового распределителя из положения А- в А+	38-39
Упр. С13	Предотвращение повторения цикла при работе цилиндра двустороннего действия в НЕПРЕРЫВНОМ ЦИКЛЕ и ОДИНОЧНОМ ЦИКЛЕ	40-41
Упр. С14	Управление двумя цилиндрами двустороннего действия в режиме ОДИНОЧНОГО ЦИКЛА с помощью БИСТАБИЛЬНЫХ и МОНОСТАБИЛЬНЫХ распределителей в последовательности А+/В+/А-/В- с защитой в начале цикла	42-43
Упр. С15	Работа двух цилиндров в последовательности А-/В+/А+/В- в НЕПРЕРЫВНОМ ЦИКЛЕ с моностабильными электрическими распределителями	44-46
Упр. С16	Согласованная работа двух цилиндров в рабочем цикле А+/А-В+/А+/А-/В-	47-48
Упр. С17	Управление тремя цилиндрами в последовательности А-/В+/С-/А+/В-/С+ в режимах одиночного и непрерывного циклов с возможностью выполнения операций в ручном режиме	49-51
Упр. С18	Управление тремя цилиндрами в последовательности А+/В+С-/А-/В-/С+ с определенными условиями запуска и безопасности	52-54
Упр. С19	Последовательность А+/В+/А-/В- в непрерывном цикле. При аварийной остановке цикл прекращается на достигнутой фазе с возобновлением цикла из той же фазы или из исходного положения.	55-56
Упр. С20	Последовательность А+/В+/С+/D+/А-/В-/С-/D- в непрерывном цикле. ЕМ в А+,С+ и D+ останавливает цилиндр на достигнутой фазе; в В+ продолжает цикл до С+. Возобновление цикла из исходного положения.	57-58

Упр. C21	Последовательность A+/B+/A-/B- в непрерывном цикле. Срабатывание EM останавливает текущий ход и возвращает цилиндр в исходное положение.	59-60
Упр. C22	Последовательность A+/B-/A-/B+ в непрерывном цикле. Срабатывание EM вызывает возврат цилиндров в начало хода. Одновременный возврат во 2-й фазе.	61-62
Упр. C23	Последовательность A+/B-/C+/A-/B+/C- в непрерывном цикле. Срабатывание EM вызывает в фазах 1 и 2 немедленный и одновременный возврат цилиндров; в 3-й фазе последовательность A-B+/C-	63-64
Упр. C24	Последовательность A-/B+/C+/D-/A+/B-/C-/D+ в непрерывном цикле. Срабатывание EM вызывает во время A-…A+; во время B+…B-/A+; во время C+…C-B-/A+; во время D-…C-B-/A+D+	65-66
Упр. C25	Последовательность A+/B+/C+/A-/B-/C-/в непрерывном цикле. Срабатывание EM вызывает на фазе 1 остановку хода A+; на фазе 2 остановку хода B+; на фазе 3 возврат A-C-/B-; на фазах 1 и 2 возобновление цикла с достигнутой фазы.	67-68
Упр. C26	Последовательность A+/A-B+/B- в непрерывном цикле. Срабатывание EM прерывает ход B+ с возобновлением цикла из той же фазы.	69-70
Упр. C27	Последовательность A+/A- в непрерывном цикле. Срабатывание EM прерывает ход цилиндра и оставляет свободу движения поршня. Имитация E.D. 5/3 с ОТКРЫТОЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПОЗИЦИЕЙ	71-72
Упр. C28	Последовательность A+/B+/B-/A- в непрерывном цикле. Аннулирование блокирующих сигналов. Бистабильные E.D.	73-74
Упр. C29	Контроль длительности блокирующих сигналов	75-77
Упр. C30	Управление ходами цилиндра с помощью таймера. Последовательность A+/A-	78-79
Упр. C31	Управление ходами A-/A+ цилиндра с помощью таймера	80-81
Упр. C32	Управление ходами цилиндра A-/A+ с помощью таймера с остановкой цилиндра во время положения A+	82-83
Упр. C33	Принудительное управление двумя руками	84-85

C01	Простейшие электропневматические схемы с прямым управлением цилиндрами одностороннего действия

ПРИМЕЧАНИЕ:

- В электропневматических схемах управление называется ПРЯМЫМ, когда приведение в движение пневматического цилиндра осуществляется с помощью одного электромагнитного или электропневматического распределителя, на катушку или катушки которого подается электрический сигнал.

- Электропневматический распределитель называется МОНОСТАБИЛЬНЫМ, когда при отсутствии электрического сигнала в цепи катушки соленоида механическая или пневматическая возвратная пружина активирует начальное нормальное состояние распределителя.

СХЕМА:

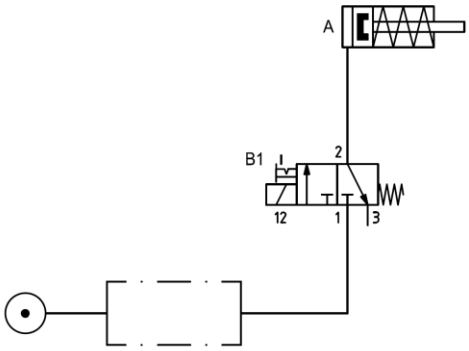
1. Выдвижение цилиндра одностороннего действия из точки A- в точку A+.
Пневматическая схема:
- В начальный момент времени цилиндр находится во втянутом состоянии, которое обеспечивается механической пружиной, находящейся в штоковой полости.
Электрическая схема:
- Электрическая кнопка **P1** имеет Н.Р. контакт. При нажатии на кнопку **P1**, электропневматический моностабильный распределитель 3/2 Н.З. переключается, и воздух наполняет бесштоковую полость цилиндра. Суммарное время выдвижения и простоя штока в выдвинутом состоянии равно времени воздействия на кнопку **P1.** При отпускании этой кнопки **P1** из бесштоковой полости воздух стравливается в атмосферу, протекая по каналам 2 – 3 распределителя, под действием механической пружины цилиндр возвращается в исходное положение.

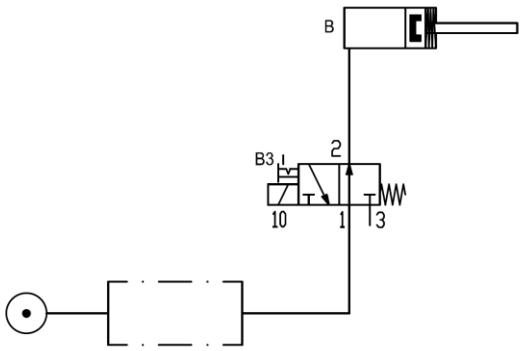
2. Втягивание цилиндра одностороннего действия из точки B+ в точку B-.
Пневматическая схема:
- Начальное выдвинутое положение цилиндра обеспечивается электропневматическим моностабильный распределитель 3/2 Н.О. Этот распределитель не входит в состав стенда, но может быть получен из электропневматического моностабильного 5/2 распределителя, для этого надо заглушить один из выходов.
Электрическая схема:
- Аналогична схеме с цилиндром **A**.

3. Втягивание цилиндра одностороннего действия из точки C+ в точку C-.
Пневматическая схема:
- Начальное выдвинутое положение цилиндра обеспечивается левой рабочей позицией моностабильного распределителя 3/2 Н.З., как следствие, высоким давлением в бесштоковой полости цилиндра.
Электрическая схема:
- Левая рабочая позиция моностабильного распределителя 3/2 Н.З. при отсутствии управляющих воздействий обеспечивается электрической кнопкой **P3**, имеющей Н.З. контакт.

4. Выдвижение цилиндра одностороннего действия из точки D- в точку D+.
Пневматическая схема:
- Начальное втянутое положение цилиндра обеспечивается левой рабочей позицией моностабильного распределителя 3/2 Н.О., как следствие, низким давлением в штоковой полости цилиндра.
Электрическая схема:
- Аналогична схеме с цилиндром **C**.

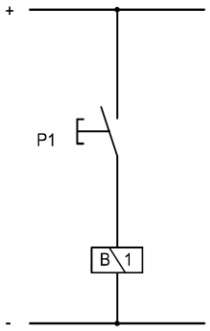
C01	Простейшие электропневматические схемы с прямым управлением цилиндрами одностороннего действия





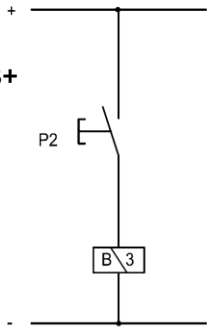
Последовательность: A+/A-

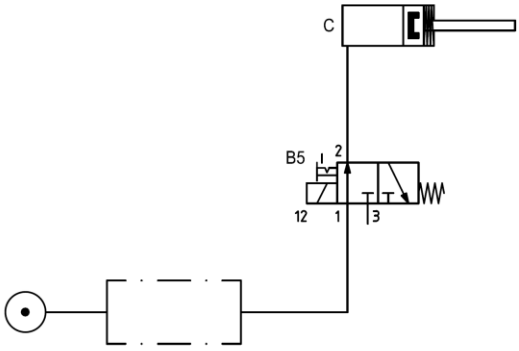
Нормально-открытый (нормально-разомкнутый) контакт, переключаемый кнопкой без фиксации

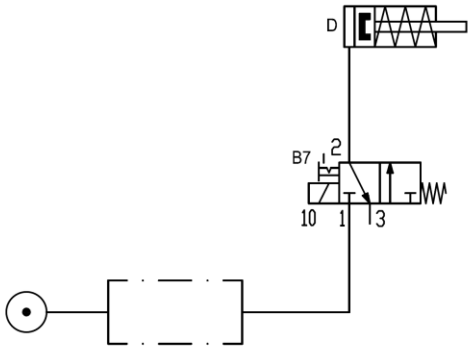


Последовательность: B-/B+

Нормально-открытый контакт, переключаемый кнопкой без фиксации

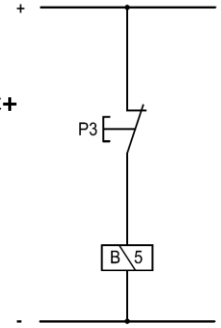






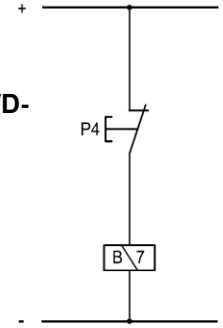
Последовательность : C-/C+

Нормально-закрытый (нормально-замкнутый) контакт, переключаемый кнопкой без фиксации



Последовательность: D+/D-

Нормально-закрытый (нормально-замкнутый) контакт, переключаемый кнопкой без фиксации



C02 Непрямое управление с моностабильными и бистабильными элементами

ПРИМЕЧАНИЕ:

- В электропневматических системах управление называется **непрямым**, когда силовой распределитель, питающий цилиндр (одностороннего или двустороннего действия), является электромагнитным или электропневматическим распределителем (3/2 или 5/2) с одним или двумя сигналами управления, поступающими на катушки соленоидов пилотных клапанов при замыкании соответствующих электрических сетей.
- Если в составе электрической схемы управления катушкой распределителя используются моностабильные элементы, например, электрические кнопки без фиксации, тогда такое устройство управления распределителем будем называть **моностабильным.**
- Управление приводом является **моностабильным**, когда силовой распределитель является моностабильным и устройство управления им является моностабильным.
- Функция распределителя с устройством управления может быть **бистабильной** в следующих двух случаях:
- бистабильный силовой распределитель и моностабильное устройство управления им.
- моностабильный силовой распределитель и бистабильное устройство управления им.

СХЕМЫ:

Последовательность А+/А-

- Пневматическая схема: Силовой распределитель – это моностабильный (из-за наличия пружины) распределитель 5/2. При подаче питания в цепь под давлением оказывается штоковая полость цилиндра.
- Электрическая схема: Контакт **P1** приводится в движение моностабильным устройством (кнопка без фиксации). При замыкании контакта возбуждается катушка **B1**, и цилиндр выполняет выдвижение из положения А- в положение А+. Для того, чтобы контакт остался в выдвинутом положении А+, оператор должен держать кнопку нажатой. При отпускании кнопки цилиндр возвращается в исходное положение и останавливается в ожидании нового нажатия.

Последовательность А-/А+

- Пневматическая схема: Моностабильный электрический распределитель 5/2 изображен с пружиной, расположенной слева, с целью избежания скрещивания линий выходных каналов 2 и 4 с полостями цилиндра. Такой же результат получается изображением цилиндра в развернутом виде. При подаче питания цилиндр будет находиться в выдвинутом положении А+.
- Электрическая схема: Контакт **P4** приводится в движение переключателем. Если переключатель имеет бистабильную функцию катушка **B1** остается возбужденной, даже когда оператор удаляется. Цилиндр выполняет рабочий ход и останавливается во втянутом положении А- до тех пор, пока переключатель не будет приведен в исходное положение.

Последовательность А+/А-

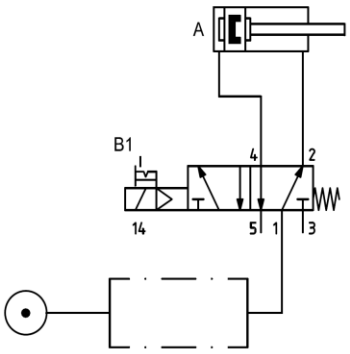
- Силовая цепь: Электропневматический распределитель 5/2 является бистабильным из-за наличия двух электромагнитных распределителей в управляющих каналах. Стартовое положение цилиндра определяется катушкой **B2**, то есть катушкой, возбуждаемой последней в предыдущем цикле.
- Электрическая схема: для управления двумя электропневматическими распределителями необходимы две цепи управления:

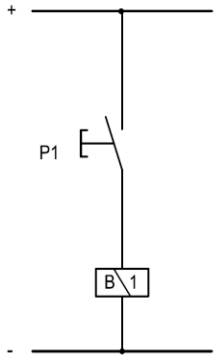
1- Для выполнения прямого хода в точку А+ с помощью короткого нажатия на **P1**. Из-за бистабильности электрического распределителя цилиндр будет выдвигаться и останется в выдвинутом состоянии до тех пор, пока не будет нажата **P2**;

2- Для выполнения обратного хода в точку А- с помощью короткого нажатия на **P2**. Из-за бистабильности электрического распределителя будет втягиваться и останется во втянутом состоянии до тех пор, пока не сработает **P1**.

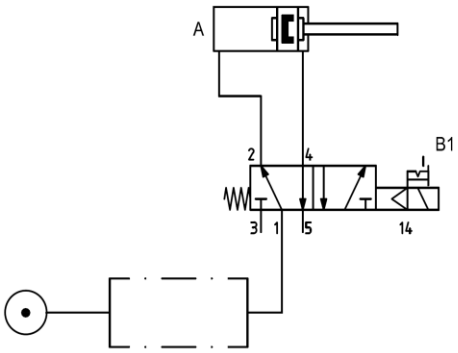
C02	Непрямое управление с моностабильными и бистабильными элементами

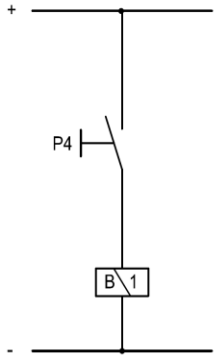
Последовательность: A+/A- Моностабильный электропневматический распределитель - Моностабильное управление



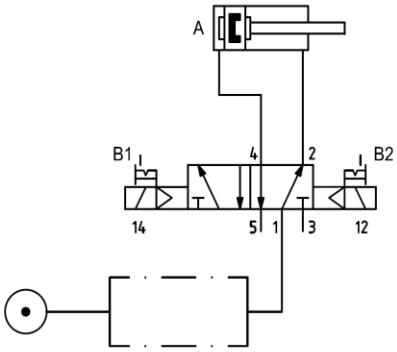


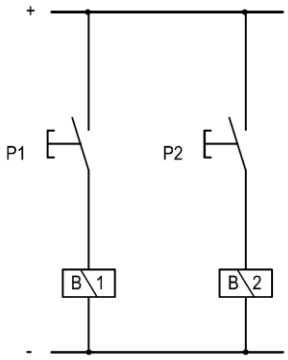
Последовательность: A-/A+ Моностабильный электропневматический распределитель - Бистабильное управление





Последовательность A+/A- Бистабильный электропневматический распределитель - Моностабильное управление





C03	Применение различных логических схем включения с прямым управлением цилиндров одностороннего действия

ПРИМЕЧАНИЕ:

- Электрический сигнал, поступающий на катушку реле или катушку моностабильного электропневматического распределителя 3/2 Н.З., в зависимости от схемы подключения может быть определен или только одним контактом или несколькими логическими положениями между несколькими независимыми контактами.
- Все примеры относятся к электрическому моностабильному управлению, при котором электропневматический распределитель управляет цилиндром одностороннего действия, выполняющего ходы А+/А-.

СХЕМЫ:

- Логическое уравнение **B1 = P1 + P2** («ИЛИ»)

- Катушка может возбуждаться с помощью контакта **P1** или **P2**, то есть по меньшей мере когда один из двух контактов замыкается и приобретает состояние «I» («логическая единица»).
- Операция логической суммы называется «ИЛИ».
- Соответствующее электрическое соединение называется ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ.

- Логическое уравнение **B1 = P1 x P2** («И»)

- Катушка возбуждается в момент, когда оба сигнала приобретают состояние «I», то есть когда нажимаются обе кнопки.
- Соответствующая логическая операция называется «И».
- Соответствующее электрическое соединение называется ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ.

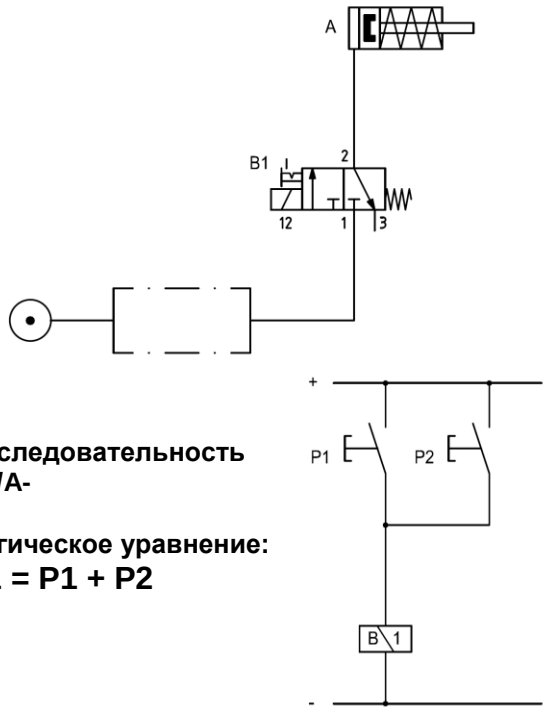
- Логическое уравнение $B1 = (P1 + P2) x \overline{\overline{P3}}$

- Контакт $\overline{\overline{P3}}$ (нормально замкнутый **P3**) означает нормально замкнутый контакт, который не нужно переключать, когда необходимо получить возбуждение катушки.
- Скобки, которые заключают операцию «ИЛИ» между **P1** и **P2,** означают, что один из двух контактов при замыкании (переходе в состояние «I») реализует логическую функцию «И» с Н.З. контактом **P3**, который не требуется переключать (отрицаемое состояние НОЛЬ «0» = состояние ОДИН «I»).

- Логическое уравнение $B1 = P1 + P2 x \overline{\overline{P3}}$

- Удаление вышеописанных скобок существенно изменяет цепь.
- Катушка может быть возбуждена в двух ситуациях:
  - только с помощью **P1**
  - с помощью **P2** и $\overline{\overline{P3}}$, которые реализуют логическую функцию «И».

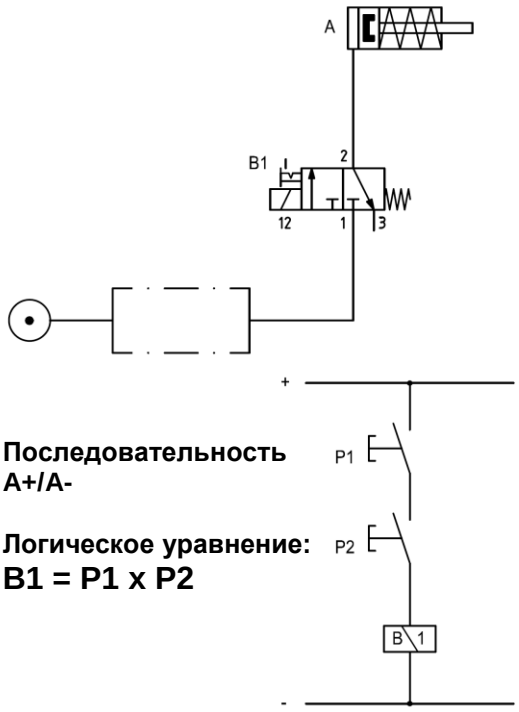
C03	Применение различных логических схем включения с прямым управлением цилиндрами одностороннего действия.



Последовательность
A+/A-

Логическое уравнение:

B1 = P1 + P2



Последовательность
A+/A-

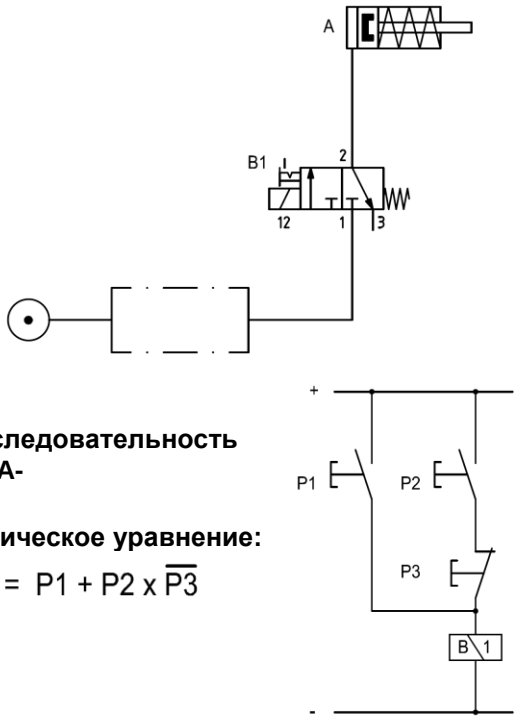
Логическое уравнение:

B1 = P1 x P2

Последовательность
A+/A-

Логическое уравнение:

$B1 = (P1 + P2) \times \overline{P3}$



Последовательность
A+/A-

Логическое уравнение:

$B1 = P1 + P2 \times \overline{P3}$

C04	Управление цилиндром двустороннего действия при выполнении ОДИНОЧНОГО ЦИКЛА в последовательности А+/А- и В+/В- с защитой и без в начале цикла

ПРИМЕЧАНИЕ:

- Рабочий цикл называется одиночным, когда при каждом нажатии на кнопку запуска цикла цилиндр выполняет рабочий ход (положительный или отрицательный) и автоматически возвращается в исходное положение в ожидании следующей команды.

- Одиночный цикл может производиться:
- Без защиты в начале цикла: цилиндр начинает движение при нажатии одной только кнопки Пуск. Команда выполняется, даже когда цилиндр не находится в исходном положении.
- С защитой в начале цикла: цилиндр начинает движение, только если нажата кнопка Пуск и если поршень пневмоцилиндра находится в крайнем втянутом положении, т.е. замкнут концевой выключатель, определяющий исходное положение.

СХЕМЫ:

Последовательность А+/А- без защиты в начале цикла.

- Имеются два элемента управления:
- Моностабильная кнопка **P1** начала цикла (**НЦ**), коммутирующая катушку **B1** в течение времени, пока оператор держит ее нажатой. Достаточно кратковременного нажатия на кнопку, так как электропневматический распределитель бистабильный.
- Датчик **a1**, коммутирует сигнал на катушке **B2** автоматически при достижении штока цилиндра крайнего правого положения в течение времени, которое требуется для изменения направления хода цилиндра.

- Логические уравнения ходов**: A+ = B1 A- = B2**
- Логические уравнения электрической цепи: **B1 = P1 B2 = a1**

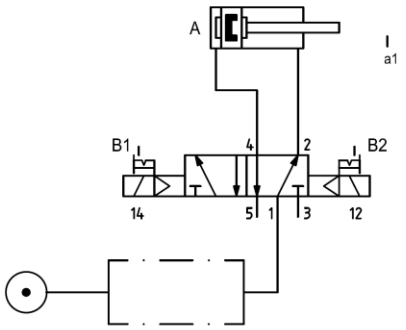
- Из уравнения катушки **B1** можно видеть, что команда **P1**:
- может стать блокирующей для **a1**, то есть, если кнопка **P1** останется нажатой, она помешает датчику **a1** выполнять свою функцию, бистабильный распределитель остается переключенным.
- может действовать во время возврата цилиндра (так как **a1** отсутствует) и запустить движение цилиндра до того, как он закончит цикл.

Последовательность В+/В- с защитой в начале цикла.

- Имеются три элемента управления: к двум вышеописанным прибавляется датчик **b0**, определяющий начальное положения штока цилиндра.
- Логические уравнения ходов**: B+ = B3 B- = B4**
- Логические уравнения электрической цепи: **B3 = P1 x b0 B4 = b1**
- Из уравнения катушки **B3** можно видеть, что:
- запуск цикла обусловлен операцией «И» между контактами **P1** и **b0**.
- предусматривается длительное нажатие на **P1**:
- Катушка **B3** не может стать блокирующей для **B4**, так как сигнал **b0** пропадает сразу после начала цикла.
- При нажатии на **P1** во время хода **B-** катушка **B3** не возбуждается, так как отсутствует сигнал **b0**.

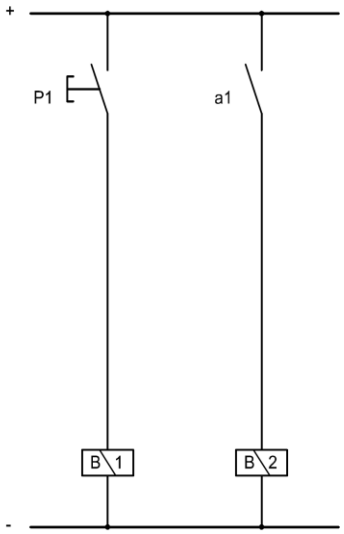
C04	Управление цилиндром двустороннего действия при выполнении ОДИНОЧНОГО ЦИКЛА в последовательности A+/A- и B+/B- с защитой и без в начале цикла

Без защиты в начале цикла

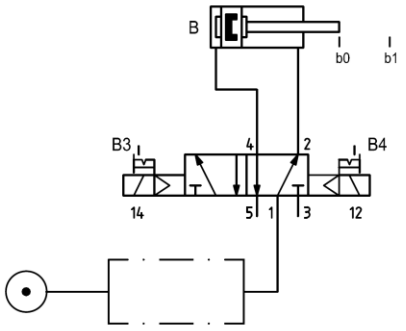


B1 = P1

B2 = a1

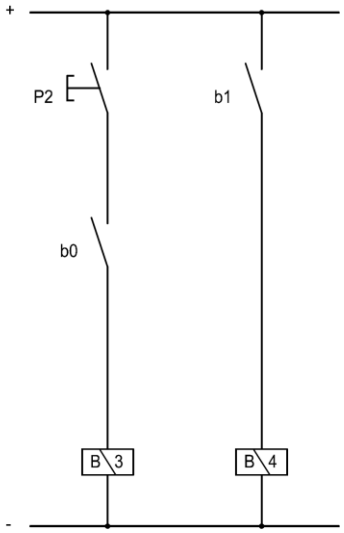


С защитой в начале цикла



B3 = P2 * b0

B4 = b1



C05	**Реализация логических функций «ДА» и «НЕТ» с помощью реле**

ПРИМЕЧАНИЕ:

- Н.Р. контакт, установленный в цепь катушки распределителя, выполняет функцию «ДА» для этой катушки, то есть при замыкании контакта катушка возбуждается.

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

- Управление катушками распределителей также возможно при использовании катушек реле и их контактов.

СХЕМЫ:

- Функция тождества = ДА
- **Без реле:** функция осуществляется Н.Р. контактом, установленным в цепь катушки распределителя **B1**, управляющего непосредственно цилиндром одностороннего действия.
- **С реле:** Н.Р. контакт устанавливается в цепь катушки реле **X**. Функция ДА осуществляется Н.Р. контактом реле, установленного в цепь катушки распределителя **B1**.

ПРИМЕЧАНИЕ:

Использование реле оправдано в следующих случаях:
- Использование контактных групп реле возможно для нескольких цепей: его можно «дублировать» имеющимися Н.Р. контактами одного и того же реле или контактами нескольких реле, соединенных параллельно между собой.
- Потребление тока катушкой **B1** выше максимального допустимого для контакта управления.

Функция отрицания = НЕТ
- **Без реле**: функция осуществляется Н.З. контактом, установленным в цепь катушки распределителя **B3**, управляющего непосредственно цилиндром одностороннего действия для его установки в выдвинутом стартовом состоянии.
- **С реле**: Н.Р. контакт устанавливается в цепь реле **Y**. Функция НЕТ осуществляется Н.З. контактом этого реле, установленного в цепь катушки распределителя **B3**.

ПРИМЕЧАНИЕ:

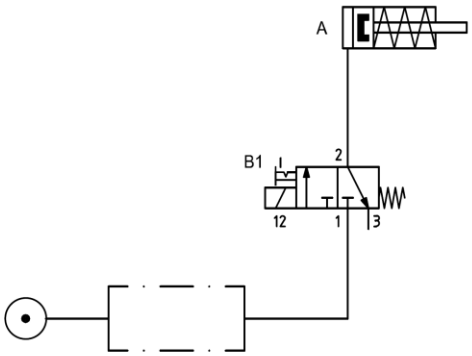
При использовании реле его контактные группы могут быть «дублированы» для использования в нескольких цепях или для выполнения одной и той же функции ДА (с помощью Н.Р. контакта реле), или для выполнения одной и той же функции НЕТ (с помощью Н.З. контакта реле).

Функция ДА - НЕТ
- **Без реле**: кнопка **P5** управляет одновременно Н.З. и Н.Р. контактами, в цепи которых включены катушки бистабильного распределителя.
и без команды: Н.З. контакт добавлен в цепь катушки **B6** для установки цилиндра двустороннего действия в стартовое втянутое состояние.
и с командой: с катушки **B6** возбуждение снимается, а катушка **B5** возбуждается для выполнения рабочего хода в точку **C+**;

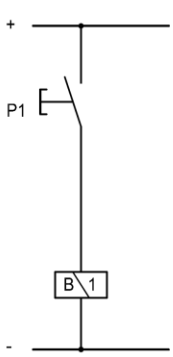
- С реле: единственный Н.Р. контакт, управляемый бистабильным устройством, например, кнопкой с фиксацией возбуждает катушку реле **Z**. Катушки распределителей **B5** и **B6** управляются Н.Р. и Н.З. контактами одного и того же реле **Z**.

C05 Реализация логических функций «ДА» и «НЕТ» с помощью реле

Функция тождества = ДА

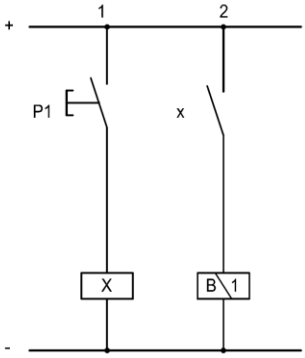


Без реле



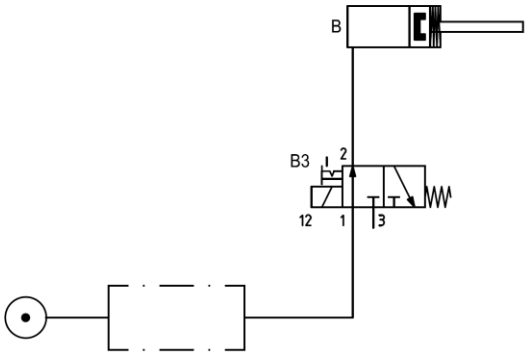
B1 = P1

С реле

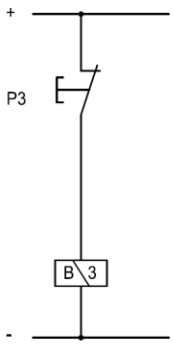


B1 = x

Функция отрицания =НЕТ

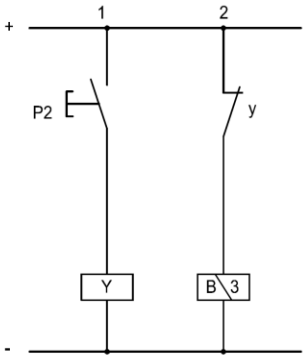


Без реле



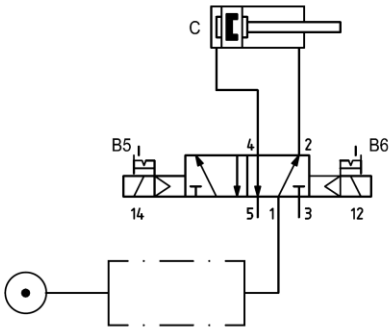
B3 = P3

С реле

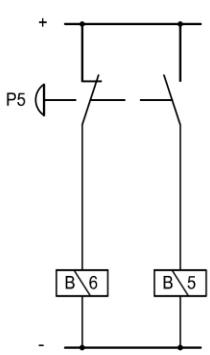


B3 = $\overline{y}$

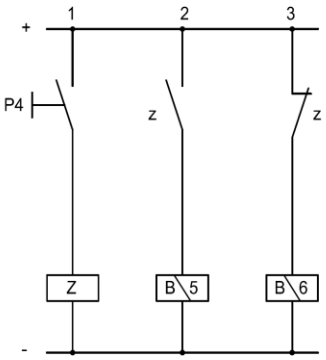
Функция ДА-НЕТ



Без реле



С реле



B5 = P5 B6 = $\overline{P5}$: B5 = z B6 = $\overline{z}$

C06	**Реализация логических функций «И»-«ИЛИ»-«НЕТ» с помощью реле**

КОММЕНТАРИЙ:

- 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 могут находиться контакты кнопок и датчиков, соединенных **последовательно** или **параллельно** с контактами реле.

СХЕМЫ:

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

- Логические уравнения отдельных цепей:

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

Функция «ИЛИ» (OR):
- Цилиндр **A** может начать движение в результате нажатия кнопки **P1** или **P2**. Катушка **B1** возбуждается при замыкании Н.Р. контактов **x** или **y**.

- Логические уравнения отдельных цепей:

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

Функция «И – ИЛИ – НЕТ» (AND-OR-NOT):
- Условия, при которых катушка **B1** может возбудиться и переместить цилиндр в точку А+, следующие:

Вариант № 1
- Кнопка **P4** (бистабильная) не нажата;
- Кнопка **P1**, функционально связана с Н.Р. контактом реле **X**, нажата.

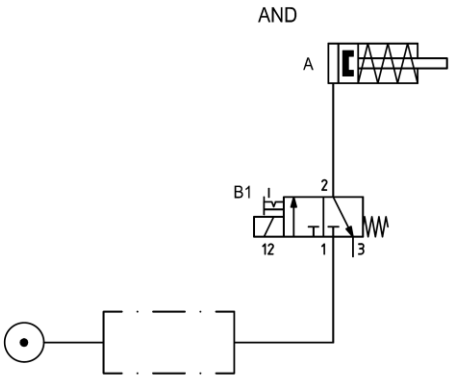
Вариант № 2
- Кнопка **P4** (бистабильная) не нажата;
- Кнопка **P2**, функционально связана с Н.Р. контактом реле **Y**, нажата;
- Кнопка **P3**, функционально связана с Н.З. контактом реле **Z**, не нажата.

- Вышеописанные условия могут быть выражены следующими логическими уравнениями:

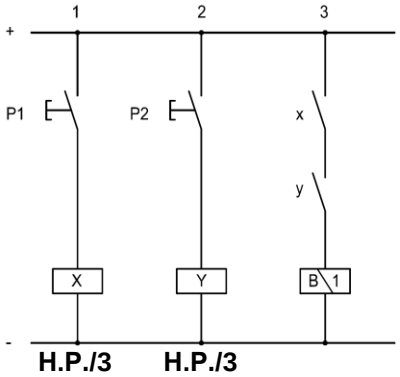
$$\mathbf{X = P1} \qquad \mathbf{Y = P2} \qquad \mathbf{Z = \overline{P3}} \qquad \mathbf{B1 = \overline{P4}(x + y \cdot \overline{z}) = \overline{P4}(P1 + P2 \cdot \overline{P3})}$$

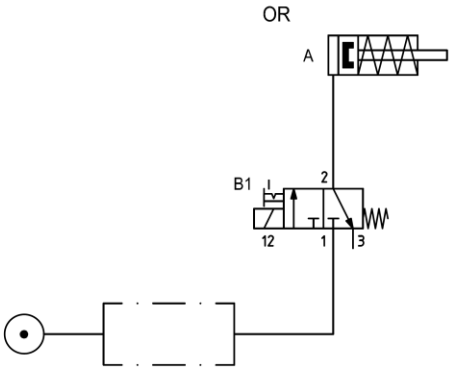
ПРИМЕЧАНИЕ:
- **X** возбуждается при наличии команды **P1**
- **Y** возбуждается при наличии команды **P2**
- **Z** возбуждается при отсутствии команды **P3**

C06	Реализация логических функций «И»-«ИЛИ»-«НЕТ» с помощью реле

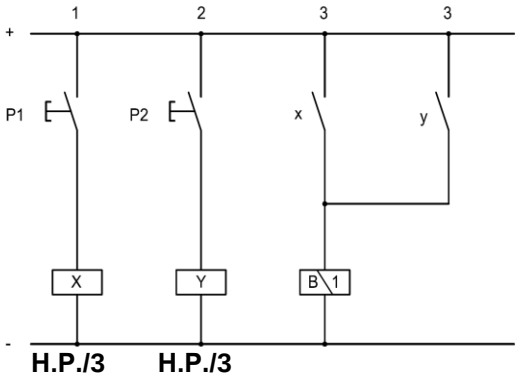


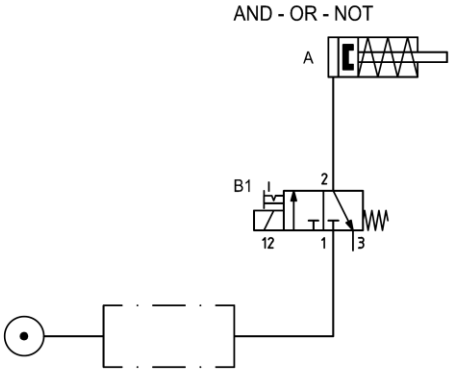
B1 = P1 * P2



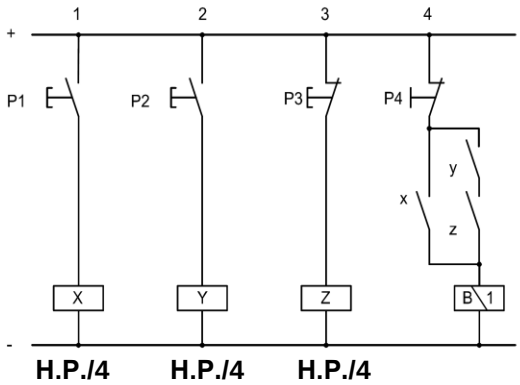


B1 = P1 + P2





B1 = $\overline{P4}$ * (P1 + P2 * $\overline{P3}$) Z = $\overline{P3}$



C07	Схемы с самоблокировкой

ПРИМЕЧАНИЕ:

- Эффект запоминания предназначен для удерживания в возбужденном состоянии катушки электропневматического распределителя или реле в течение времени, требуемого условиями цикла.

- В зависимости от способа, которым катушка распределителя присоединена к схеме с самоблокировкой, получаемый эффект может быть «с преимущественным включением» или «с преимущественным выключением».

СХЕМЫ:

Схема с самоблокировкой «с преимущественным включением», реализованная одним уравнением для двух катушек **X**, **B1**:

$$\mathbf{X = B1 = (P1 + x) \cdot \overline{P3}}$$

- с отдельными уравнениями:

$$\mathbf{X = (P1 + x) \cdot \overline{P3} \qquad B1 = P1 + x}$$

- Катушка **B1** может быть установлена перед кнопкой **P3** и параллельно с реле **X** (как в схеме) или в отдельной цепи с соединением к другому Н.Р. контакту **x**.
- Определение «с преимущественным включением» означает, что при одновременном нажатии кнопок **P1** и **P3** образуется электрическая цепь, при которой катушка **B1** возбуждается на время нажатия **P1**.

- Уравнение схемы с самоблокировкой «с преимущественным включением»:

$$\mathbf{B1 = X = P1 + x \cdot \overline{P2}}\ ,$$

где **P2** имеет Н.Р. контакт.

- При Н.З. контакте **y** реле **Y** состояние кнопки **P2** не является определяющим. Контакт **y**, соединенный последовательно с контактом **x**, все равно поддерживает условие «с преимущественным включением» схемы с самоблокировкой.
- Разница с ранее описанной цепью заключается в том, что при одновременном нажатии двух кнопок возбуждаются обе катушки, но без состояния самоблокировки **P1**, так как контакт **y** (**P2**) остается разомкнутым.

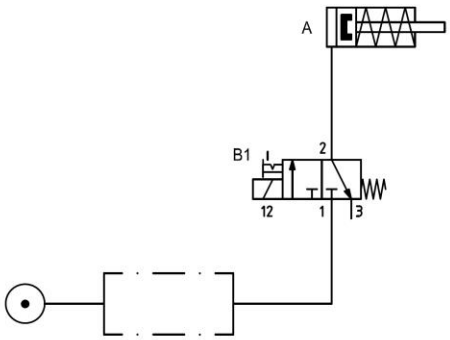
Схема с самоблокировкой «с преимущественным выключением»

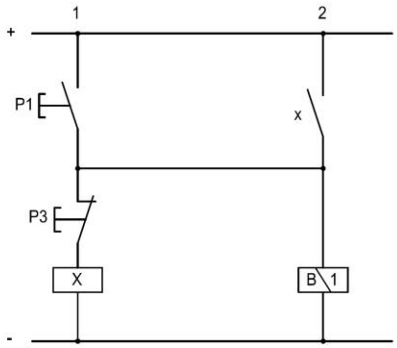
- Катушка **B1**, соединенная параллельно с катушкой **X**, установлена после контакта **y** (**P2**).
- Определение «с преимущественным выключением» означает, что при одновременном нажатии кнопок **P1** и **P2** катушка **B1** не возбуждается, так как контакт **y** размыкается.

C07 Схемы с самоблокировкой

С преимущественным включением

$B1 = X = (P1 + x) \cdot \overline{P3}$ (с P3 Н.З.)

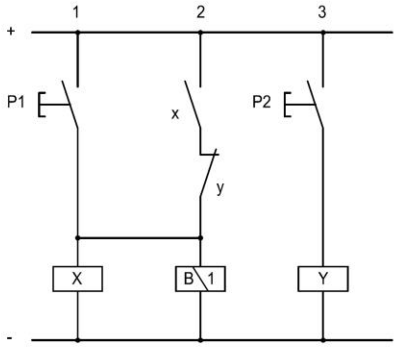




Н.Р./2

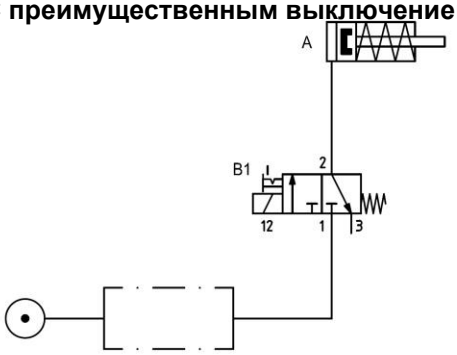
С преимущественным включением

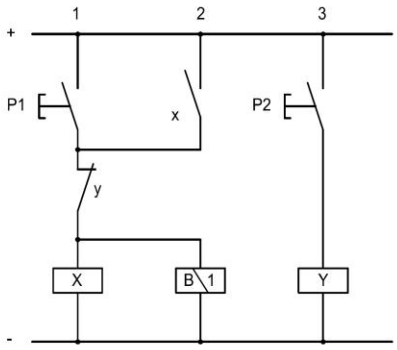
$B1 = X = P1 + x \cdot \overline{P2}$ (с P2 Н.О.)



Н.Р./2 **Н.З./2**

С преимущественным выключением





Н.Р./2 **Н.З./1**

$B1 = X = (P1 + x) \cdot \overline{P2}$ (с P2 Н.О.)

C08	**Управление цилиндром двустороннего действия в режиме НЕПРЕРЫВНОГО ЦИКЛА с бистабильным электрическим распределителем**

КОММЕНТАРИЙ:

- Непрерывным называется цикл, когда шток пневмоцилиндра совершает непрерывное возвратно-поступательное движение с рабочим ходом, ограниченным крышками цилиндра, концевыми датчиками или механическими упорами. При нажатии кнопки начала цикла **НЦ**, эффект которой «запоминается», производится автоматическое повторение цикла до тех пор, пока не будет нажата кнопка конца цикла **КЦ**.

СХЕМЫ:

A – Схема с самоблокировкой кнопки **НЦ** отделена от цепи катушки **B1**;
- Катушка **B1** срабатывает при помощи Н.Р. контакта самоблокирующегося реле **X**, соединенного последовательно с контактом датчика **a0**.
- Катушка **B2** срабатывает при замыкании контакта датчика **a1**.
- Уравнения катушек **X** и **B1** должны быть разделены также, как и соответствующие цепи.
- С разделением двух цепей самоблокировка будет производиться «с преимущественным выключением».

B – Схема с самоблокировкой «с преимущественным выключением» получается:
- параллельным соединением катушек **X** и **B1**;
- с помощью установки **B1** после кнопки **КЦ** с помощью контакта **a0**;
- Обратить внимание на разницу в написании двух уравнений **B1**.

C – Включение катушки **B1** перед кнопкой **КЦ** изменяет вид самоблокировки на условие «с преимущественным включением».
- Уравнение **B1**, написанное рядом со схемой, это упрощенное изображение вышеописанной модификации. В первом варианте уравнение будет иметь следующий вид:

$$B1 = НЦ \cdot a0 + x \cdot \overline{КЦ} \cdot a0$$

- Если **a0** вынести за скобки как общий множитель, уравнение приобретет следующий вид:

$$B1 = (НЦ + x \cdot \overline{КЦ}) \cdot a0$$

D – Другое положение контакта **КЦ**, которое не изменяет ни эффект схемы с самоблокировкой, ни уравнение цепи катушки **B1**.

ПРИМЕЧАНИЕ:

1) Все схемы действительны, только в случае, если электропневматический распределитель бистабильный;
2) Если контакт **НЦ** сработал от бистабильного устройства (переключателя), схемы с самоблокировкой не требуется. Уравнение задействованной катушки будет иметь следующий вид:

$$B1 = НЦ \cdot a0$$

C08	Управление цилиндром двустороннего действия в режиме НЕПРЕРЫВНОГО ЦИКЛА с бистабильным электрическим распределителем

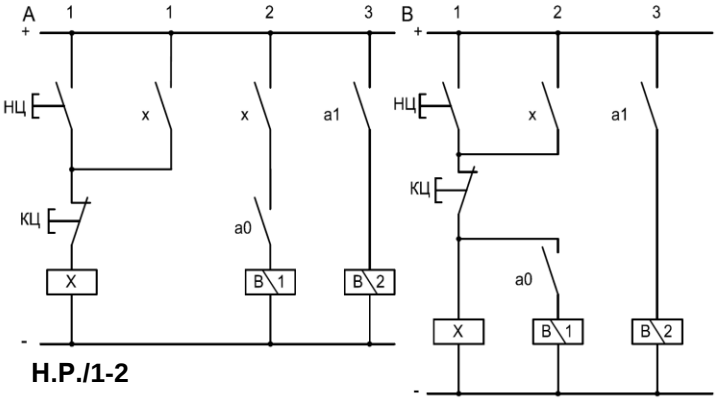
Схемы с самоблокировкой «с преимущественным выключением»

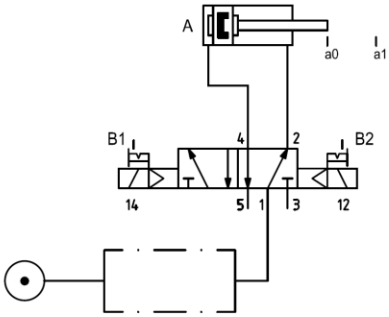
Уравнения схемы A

$X = (НЦ + x) \cdot \overline{КЦ}$
$B1 = x \cdot a0$
$B2 = a1$

Уравнения схемы B

$X = (НЦ + x) \cdot \overline{КЦ}$
$B1 = (НЦ + x) \cdot \overline{КЦ} \cdot a0$
$B2 = a1$





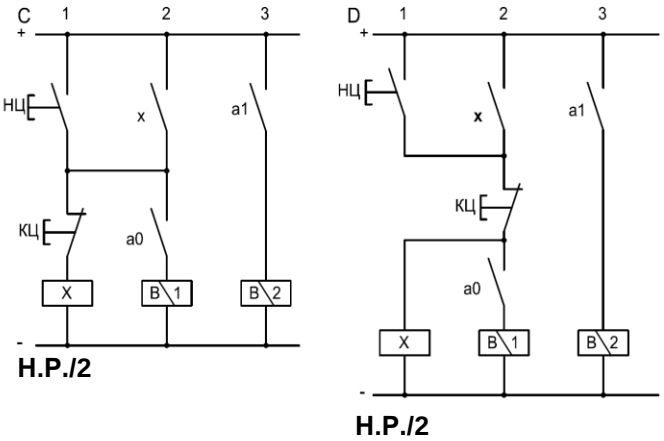
Схемы с самоблокировкой «с преимущественным включением»

Уравнения схемы C

$X = (НЦ + x) \cdot \overline{КЦ}$
$B1 = (НЦ + x) \cdot \overline{КЦ} \cdot a0$
$B2 = a1$

Уравнения схемы D

$X = НЦ + x \cdot \overline{КЦ}$
$B1 = (НЦ + x \cdot \overline{КЦ}) \cdot a0$
$B2 = a1$



C09	**Управление цилиндром двустороннего действия в режиме НЕПРЕРЫВНОГО ЦИКЛА с помощью МОНОСТАБИЛЬНОГО силового распределителя из положения А- в А+**

КОММЕНТАРИЙ:

- Для реализации непрерывного цикла, в котором используются кнопка пуска **НЦ** и моностабильный электрический распределитель 5/2, применимы две схемы с самоблокировкой для:
- запоминания сигнала **НЦ**;
- поддержания в рабочем состоянии катушки **B1** до конца рабочего хода.

- Для того чтобы две схемы с самоблокировкой были независимыми, соответствующие контакты выключения должны быть:
- для кнопки **НЦ**: Н.З. контакт кнопки **КЦ**;
- для катушки **B1**: контакт датчика **a1** Н.Р.

СХЕМЫ:

Схема с самоблокировкой «с преимущественным выключением» и с датчиком **a1** с Н.Р. контактом:

- Первое уравнение цепи электропневматического распределителя, с включенными **X** и **НЦ**:

$$\mathbf{B1 = x \cdot a0}$$

- С логической операцией x · a0 возбуждение катушки **B1** было бы ограничено несколькими мгновениями, требующимися для размыкания контакта **a0** после начала движения цилиндра. Но происходит самоблокировка катушки **B1** за счет контакта **y** реле **Y**. Следовательно, сигнал на катушке **B1** будет сохранен до тех пор, пока цилиндр не дойдет до конца рабочего хода и не произойдёт срабатывание датчика **a1**.
- Функцией данного датчика является снятие самоблокировки **B1** для:
  1) возврата цилиндра под действием пружины электропневматического распределителя, реагирующего на пропадание возбуждения катушки **B1**;
  2) автоматического запуска нового цикла после срабатывания **a0**.

- Для получения логической функции «**НЕТ»** Н.Р. контакт **a1** необходимо сделать отрицаемым с помощью Н.З. контакта реле **Z**.
- Уравнение цепи **B1** приобретает следующий вид:

$$\mathbf{B1 = Y = x \cdot a0 + y \cdot \overline{a1}}$$

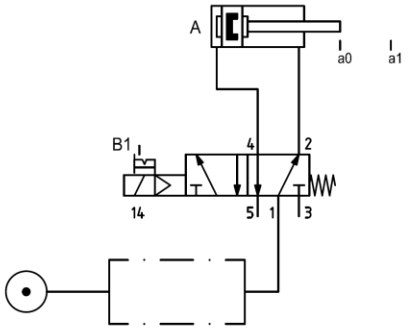
- Уравнения ходов можно написать следующим образом:

$$\mathbf{A+ = B1} \qquad \mathbf{A- = \overline{B1}}$$

Схема с самоблокировкой «с преимущественным включением» и с датчиком **a1** с Н.З. контактом:

- Запоминание сигнала **B1** происходит всегда после нажатия кнопки старт **НЦ**. Единственное различие заключается в том, что выключение **B1** может происходить только с помощью контакта **a1**.
- При параллельном соединении трех катушек схема с самоблокировкой приобретает эффект «с преимущественным включением», и изменяется уравнение катушки **B1**.

C09	Управление цилиндром двустороннего действия в режиме НЕПРЕРЫВНОГО ЦИКЛА с помощью МОНОСТАБИЛЬНОГО силового распределителя из положения А- в А+



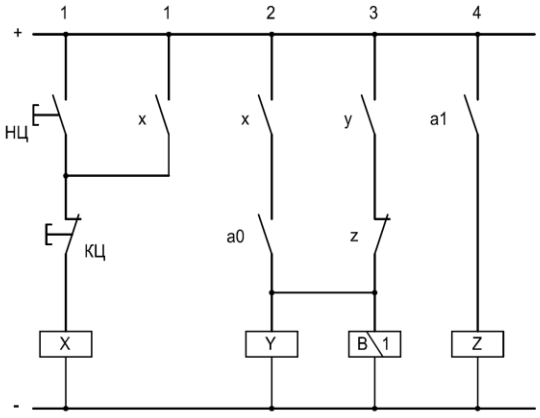
Схемы с самоблокировкой «с преимущественным выключением»:

a1 = Н.О.

Уравнения

$X = (НЦ + x) \cdot \overline{КЦ}$

$B1 = Y = x \cdot a0 + y \cdot \overline{a1}$



Н.Р./1-2 **Н.Р./3** **Н.З./3**

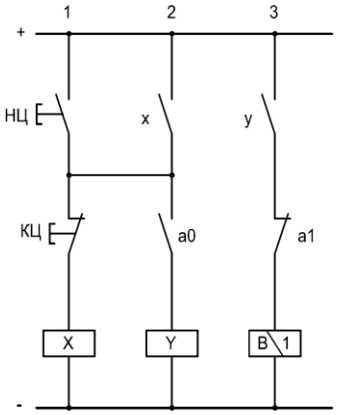
Схемы с самоблокировкой «с преимущественным включением»:

a1 = Н.З.

Уравнения

$X = (НЦ + x) \cdot \overline{КЦ}$

$B1 = Y = (НЦ + x) \cdot \overline{КЦ} \cdot a0 + y \cdot \overline{a1}$



Н.Р./2 **Н.Р./3**

C10	**Управление цилиндром двустороннего действия в режиме НЕПРЕРЫВНОГО ЦИКЛА и ОДИНОЧНОГО ЦИКЛА с помощью МОНОСТАБИЛЬНОГО силового распределителя из положения А+ в А-**

КОММЕНТАРИЙ:

- Осуществить рабочий ход цилиндра из положения **А+** в положение **А-** (втягивание штока цилиндра) можно следующим образом:
  - В силовой цепи: изменить линию питания между моностабильным распределителем и цилиндром, то есть запитать штоковую полость цилиндра с помощью выхода **2**.
  - В цепи управления: соединение между штоковой полостью цилиндра и выходом **4** сохраняется. Моностабильный распределитель должен сработать до подачи команды начала цикла.

СХЕМЫ:

Работа в непрерывном цикле:
- При подаче питания только в силовую цепь поршень будет находиться в конце отрицательного хода и воздействовать на датчик **a0**, контакт которого замкнут, но еще не активен.
- В момент подачи питания в электрическую цепь, еще до подачи команды **НЦ**, катушка **B1** сработает при помощи контакта **a0**.
- Благодаря наличию моностабильного электрического распределителя, сигнал **a0**, пропадающий, как только цилиндр начинает движение, сохраняется схемой с самоблокировкой **Z** для сохранения движения цилиндра.
- При срабатывании датчика **a1** в то же мгновение наблюдаем:
  - аннулирование самоблокировки **a0** с помощью Н.З. контакта **y**, дублирующего и отрицающего сигнал **a1**;
  -включение самоблокировки цепи **Z**, с помощью которой цилиндр остается в выдвинутом положении.

- При срабатывании **НЦ**, сохраненного самоблокировкой **X** (так как цикл непрерывный), самоблокировка **Z** аннулируется размыканием Н.З. контакта **x**. Катушка **B1** обесточивается и позволяет цилиндру выполнить рабочий ход.
- При новом срабатывании датчика **a0** повторяется вышеописанное.
- Следовательно, условий возбуждения катушки **B1**:

ДВА до начала цикла:

1) $\mathbf{a0} + \mathbf{z} \cdot \overline{\mathbf{a1}}$ - в момент подачи питания в электрическую цепь и когда цилиндр выполняет ход **А+**;
2) $\mathbf{a1} \cdot \overline{\mathbf{x}}$ - в течение времени, когда цилиндр находится в выдвинутом положении;

ОДНО во время циклов: $\mathbf{a0} + \mathbf{z} \cdot \overline{\mathbf{a1}}$

Работа в одиночном цикле:
- Наличие **a1**, соединенного последовательно с **НЦ**, необходимо для выполнения запуска цикла с защитой в начальном выдвинутом положении цилиндра.
- При подаче питания в электрическую цепь срабатывает катушка **B1**, так как Н.З. контакт **x** остается замкнутым из-за отсутствия команды **НЦ**.
- Для исключения преждевременного замыкания этого контакта, нажатие **НЦ** и **a1** фиксируется с помощью реле **X** на время хода **А-**. Датчик **a0**, присутствующий в виде Н.З. контакта **y** в цепи самоблокировки, отключает запоминание и снова замыкает Н.З. контакт **x** для нового возбуждения катушки **B1**, необходимого для установки цилиндра в исходное положение.

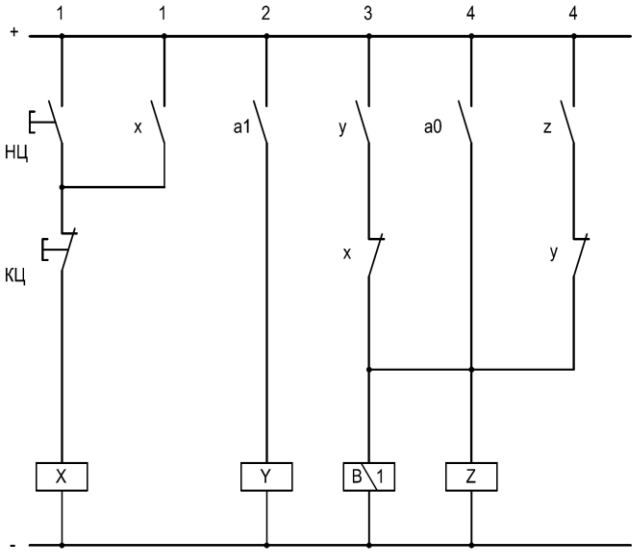
C10	Управление цилиндром двустороннего действия в режиме НЕПРЕРЫВНОГО ЦИКЛА и ОДИНОЧНОГО ЦИКЛА с помощью МОНОСТАБИЛЬНОГО силового распределителя из положения А+ в А-

Схема работы
В НЕПРЕРЫВНОМ ЦИКЛЕ

Уравнения

$X = (НЦ + x) \cdot \overline{КЦ}$

$B1 = Z = a1 \cdot \overline{x} + a0 + z \cdot \overline{a1}$



Н.Р./1
Н.З./3

Н.Р./3
Н.З./4

Н.Р./4

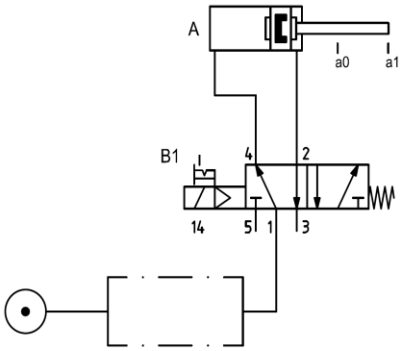
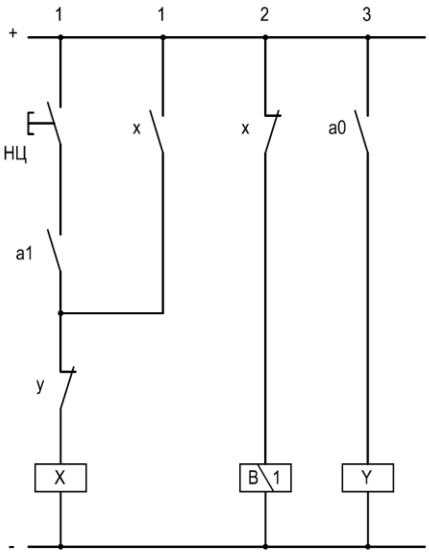


Схема работы
В ОДИНОЧНОМ ЦИКЛЕ

Уравнения

$X = (НЦ \cdot a1 + x) \cdot \overline{a0}$

$B1 = \overline{x}$



Н.Р./1
Н.З./2

Н.З./1

C11	**Управление цилиндром двустороннего действия в режиме НЕПРЕРЫВНОГО ЦИКЛА и ОДИНОЧНОГО ЦИКЛА с помощью БИСТАБИЛЬНОГО и МОНОСТАБИЛЬНОГО силовых распределителей из положения А- в А+**

КОММЕНТАРИЙ:

- В одной схеме реализованы два цикла работы (автоматический и одиночный), активизируемые двумя отдельными кнопками.
- Благодаря наличию датчика **a0** одиночный цикл всегда будет «с защитой в начале цикла».

СХЕМЫ:

С бистабильным электрическим распределителем:

- Контакты **АЦ** (автоматический цикл) и **ОЦ** (одиночный цикл) включаются кнопками с фиксацией.
- Для обеспечения автоматического цикла нажимается контакт **АЦ**.

- Катушка **B1** должна иметь «свой» контакт, то есть она не должна быть соединена параллельно с катушкой **X**, так как иначе при нажатии на кнопку **ОЦ** включилась бы цепь самоблокировки **АЦ**.

С моностабильным электрическим распределителем:

- Возбуждение катушки **B1** сохраняется на все время хода **A+**: следовательно требуется цепь самоблокировки, сохраняющая сигнал **a0** в обоих режимах цикла.

- Автоматический возврат цилиндра происходит благодаря эффекту аннулирования самоблокировки датчиком **a1**: он воспроизводится с помощью Н.З. контакта **z** с целью выполнения логической функции **НЕТ** в цепи самоблокировки.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1) В случае прекращения подачи электроэнергии:

- **С бистабильным электрическим распределителем**: если цилиндр производит рабочий ход, то он будет его продолжать до остановки в положении **A+** или **A-**.

- **С моностабильным электрическим распределителем**: если цилиндр выполняет положительный ход, он немедленно вернется в исходное положение.

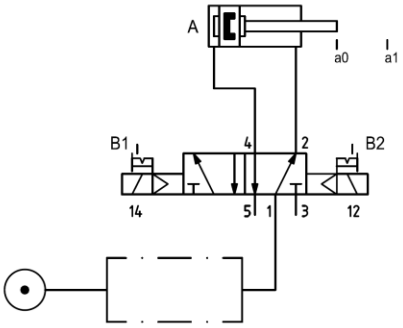
2) При возобновлении подачи электроэнергии:

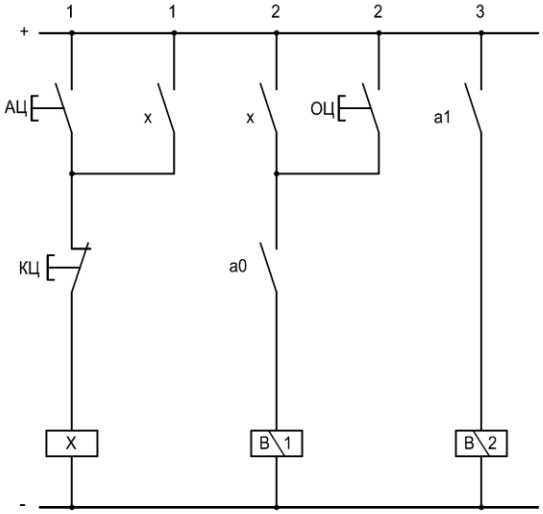
- **С бистабильным электрическим распределителем**: Цилиндр немедленно вернется в исходное положение, так как датчик **a1** подаст сигнал на катушку **B2**.

- **С моностабильным электрическим распределителем**: Никаких движений не произойдет, так как на катушке распределителя отсутствует ток.

C11	Управление цилиндром двустороннего действия в режиме НЕПРЕРЫВНОГО ЦИКЛА и ОДИНОЧНОГО ЦИКЛА с помощью БИСТАБИЛЬНОГО и МОНОСТАБИЛЬНОГО силовых распределителей из положения А- в А+

Схема работы с бистабильным распределителем





Н.Р./1-2

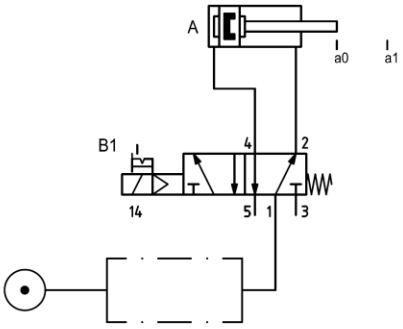
Уравнения

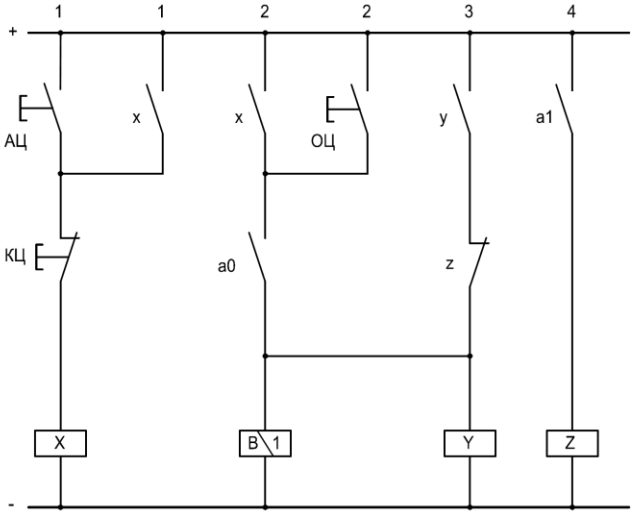
$X = (АЦ + x) \cdot \overline{КЦ}$

$B1 = (x + ОЦ) \cdot a0$

$B2 = a1$

Схема работы с моностабильным распределителем





Н.Р./1-2 **Н.Р./3** **Н.З./3**

Уравнения

$X = (АЦ + x) \cdot \overline{КЦ}$

$B1 = Y = (x + ОЦ) \cdot a0 + y \cdot \overline{a1}$

C12	**Управление цилиндром двустороннего действия в режиме АВТОМАТИЧЕСКОГО ЦИКЛА и РУЧНОГО ЦИКЛА с помощью БИСТАБИЛЬНОГО силового распределителя из положения А- в А+**

КОММЕНТАРИЙ:

- Для исключения одновременной подачи двух команд на катушки бистабильного распределителя, необходимо отключить электропитание от соответствующих электропневматических распределителей с помощью бистабильного контакта, за счет применения переключателя или цепи самоблокировки.

СХЕМЫ:

С переключателем Авт./Ручн. и ручным включением ходов А+ и А-:

- В положении «**Авт.**» устройство может работать в непрерывном цикле. Тем не менее, запуск цикла может быть произведен только нажатием оператором кнопки **НЦ**, эффект которой запоминается.
- В положении «**Ручн.**» питание будет подано только на два электропневматических распределителя с помощью кнопок **Ручн.А+** и **Ручн.А-**;
- Поскольку ручные операции выполняются только при наладке или при обслуживании оборудования, переключатель установлен всегда в положении «**Авт.**», даже когда цепь должна оставаться неподвижной.
- Два условия срабатывания показаны в соответствующих уравнениях с помощью знака **+** (**ИЛИ**) и аббревиатуры **Авт**. с отрицанием, что означает, что для включения ручного режима необходимо:
  - установить переключатель в положение «**Ручн**.»
  - для включения положительного хода нажать на кнопку **Ручн.А+**; для включения отрицательного хода – на **Ручн.А-.**
- Контакт **Ручн.А+** может быть оснащен бистабильным устройством, если цилиндр должен оставаться неподвижным в положении **А+** во время выполнения работ, потребовавших включение ручного режима.

С самоблокировкой команды «Авт.» и ручным включением хода А+ с автоматическим возвратом:

- С цепью самоблокировки операции в ручном режиме можно производить только с ходом **А+**; ход **А-** должен производиться в автоматическом режиме.
- Запоминание требуется только для команды **АЦ**, так как для выполнения команды **НЦ** используется переключатель.
- В отличии от вышеописанного случая, при каждой установке оборудования в положение покоя и отключении электроэнергии цепь самоблокировки команды **АЦ** аннулируется.
- Предохранительное разделение двух команд производится чередованием контактов **x**, из которых:
  - один выполняет функцию **ДА** и соединен последовательно с **НЦ** и **a0** для включения непрерывного цикла;
  - второй выполняет функцию **НЕТ** и соединен последовательно с **Ручн. А+** для включения ручного режима.
- Цепь катушки **B2** является независимой от других цепей, так как:
  - в непрерывном цикле: должна обеспечить автоматический возврат цилиндра при наличии **a1**;
  - в ручном режиме: должна обеспечить возврат цилиндра в исходное положение, как только оператор отпустит кнопку **Ручн.А+**, благодаря действию датчика **a1**.

C12	Управление цилиндром двустороннего действия в режиме АВТОМАТИЧЕСКОГО ЦИКЛА и РУЧНОГО ЦИКЛА с помощью БИСТАБИЛЬНОГО силового распределителя из положения А- в А+

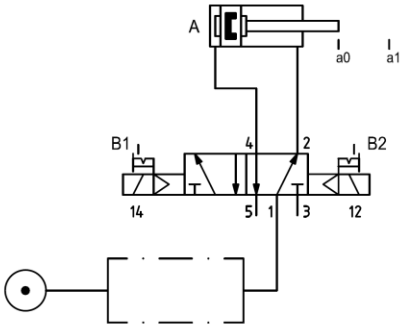
Схема работы с переключателем Авт./Ручн. и ручным включением ходов А+ и А-

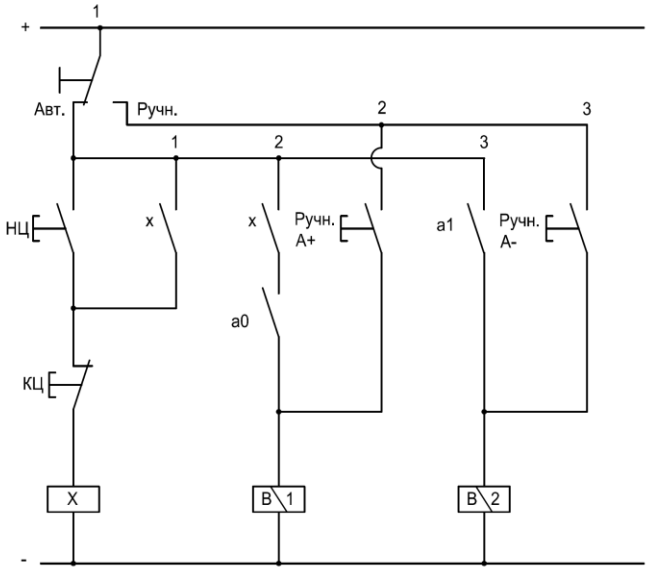
Уравнения

$X = Авт. \cdot (НЦ + x) \cdot \overline{КЦ}$

$B1 = Авт. \cdot x \cdot a0 + \overline{Авт.} \cdot Ручн.A+$

$B2 = Авт. \cdot a1 + \overline{Авт.} \cdot Ручн.A-$





Н.Р./1-2

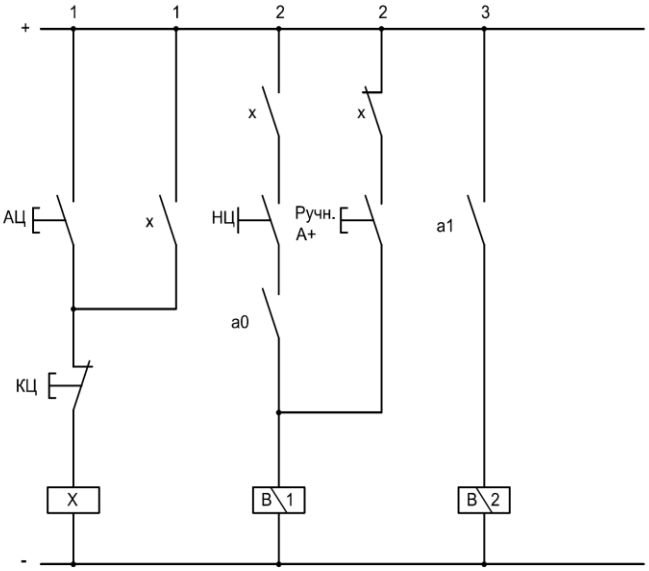
Схема работы с самоблокировкой команды Авт. и Ручным включением хода А+ с автоматическим возвратом

Уравнения

$X = (АЦ + x) \cdot \overline{КЦ}$

$B1 = x \cdot НЦ \cdot a0 + \overline{x} \cdot Ручн.A+$

$B2 = a1$



Н.Р./1-2
Н.З./2

C13	**Предотвращение повторения цикла при работе цилиндра двустороннего действия в НЕПРЕРЫВНОМ ЦИКЛЕ и ОДИНОЧНОМ ЦИКЛЕ**

КОММЕНТАРИЙ:

- В оборудовании, работающем в одиночном цикле, в случае, если кнопка старта цикла **НЦ** будет нажата и удерживаться нажатой, это вызовет:
- без датчика **a0** (определяющего начальное положение цилиндра): блокирующий эффект при обратном ходе;
- с датчиком **a0**: неконтролируемое повторение цикла.

- Предложенная цепь предотвращения повторения цикла работает в обоих вышеописанных случаях независимо от того, какой применяется распределитель - бистабильный или моностабильный.

СХЕМЫ:

- Вторая показанная схема с положением контактов, которое они приобрели в конце цикла, представляет эффект предотвращения повторения.

- Начальное возбуждение катушки **Y** датчиком **a1** продлевается с помощью замыкания Н.Р. контакта **x** и Н.Р. контакта **y**, последовательно соединенных между собой.

- Наличие в цепи катушки **B1** контакта **y**, выполняющего функцию «НЕТ», предотвращает возбуждение электропневматического распределителя и повторение цикла.

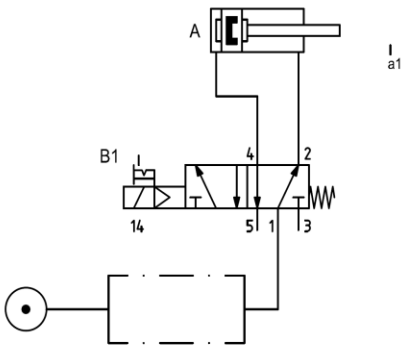
- Для выполнения нового цикла оператор должен отпустить и снова нажать кнопку **НЦ**.

ПРИМЕЧАНИЯ:

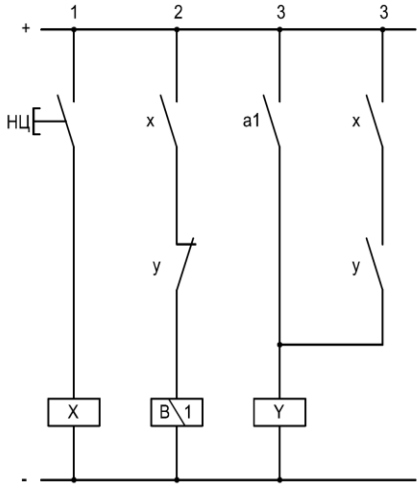
- Последовательные/параллельные соединения третьей цепи не считаются частью схемы самоблокировки, так как ни один контакт не выполняет функцию «НЕТ». Тем не менее, происходит запоминание эффекта датчика **a1** на катушку **Y**. Эффект пропадает при отпускании кнопки **НЦ**.

- Схема может быть упрощена, так чтобы орган управления мог одновременно воздействовать на два Н.О. контакта вместо контактов **x**. Для этого необходимо убрать реле **X**.

C13	Предотвращение повторения цикла при работе цилиндра двустороннего действия в НЕПРЕРЫВНОМ ЦИКЛЕ и ОДИНОЧНОМ ЦИКЛЕ

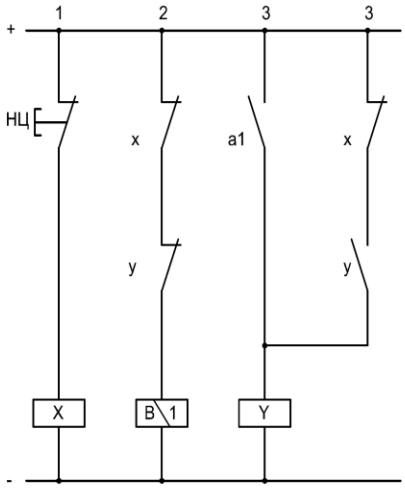


Цепь управления в положении покоя



Н.Р./2-3 **Н.З./2**
Н.Р./3

Цепь управления в конце каждого цикла и до установки в исходное положение НЦ



Н.З./2-3 **Н.З./2**
Н.Р./3

Уравнения

$Y = a1 + НЦ \cdot y$

$B1 = НЦ \cdot \overline{y}$

C14	**Управление двумя цилиндрами двустороннего действия в режиме ОДИНОЧНОГО ЦИКЛА с помощью БИСТАБИЛЬНЫХ и МОНОСТАБИЛЬНЫХ распределителей в последовательности A+/B+/A-/B- с защитой в начале цикла**

КОММЕНТАРИЙ:

Несколько цилиндров работают в одиночном цикле, когда:
1. Для запуска цикла достаточно команды **НЦ**;
2. Движения производятся в автоматическом режиме до возврата цилиндров в исходное положение.

СХЕМЫ:

Схема работы с бистабильными электрическими распределителями:

- Уравнения ходов согласно диаграмме:

A+ = НЦ **B+ = a1** **A- = b1** **B- = a0**

- Если установить датчик **b0**, не показанный ни в одном из уравнений, так как цикл непрерывный, в положение **A-** и соединить его последовательно с **НЦ**, он будет выполнять следующие предохранительные функции:
1. Завершение цикла, так как он является последним датчиком, срабатывающим в цикле;
2. Установка в начальное положение цилиндра **A**, так как датчик **a0** вызывает ход **B-**;

- Уравнения цепей катушек показаны рядом с диаграммой.

Схема работы с моностабильными электрическими распределителями:

- При наличии только двух электропневматических распределителей уравнения ходов со ссылкой на соответствующие катушки будут выглядеть следующим образом:

$\mathbf{A+ = B1}$ $\mathbf{A- = \overline{B1}}$ $\mathbf{B+ = B3}$ $\mathbf{B- = \overline{B3}}$

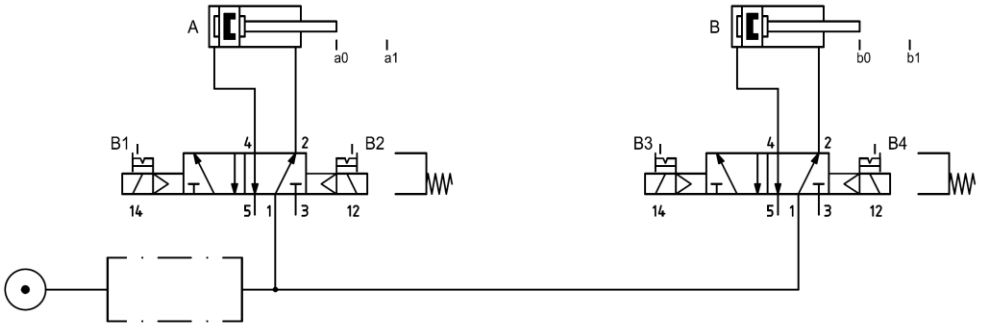
- Несмотря на то, что ни один датчик не воздействует мгновенно на катушки **B1** и **B3**, эффект **НЦ x b0** и **a1** должен быть сохранен цепями самоблокировки.

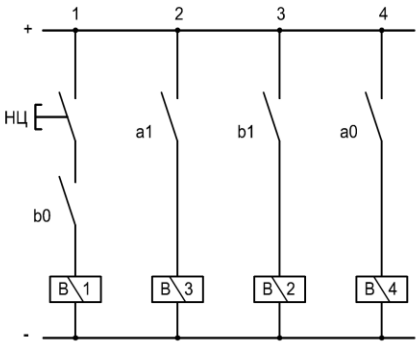
- Смотря на диаграмму, можно увидеть следующее:

- **НЦ·b0**: Воздействие **B1** пропадает в начале второй фазы при возврате в исходное состояние датчика **b0**.
- Из-за моностабильности распределителя цилиндр **A** немедленно возвратился бы в положение покоя.
- **a1**: Воздействие на **B3** пропадает в начале третьей фазы при возврате в исходное состояние датчика.
- Из-за моностабильности распределителя цилиндр **B** немедленно возвратился бы в положение покоя.
- При поиске датчиков, которые должны выполнять функцию «НЕТ» в двух цепях самоблокировки, необходимо принимать во внимание следующее:
- **НЦ·b0**: Аннулирование должно происходить в начале третьей фазы, для того чтобы позволить произвести ход $A- = \overline{B1}$; Используется воздействие датчика **b1** в отрицаемой форме.

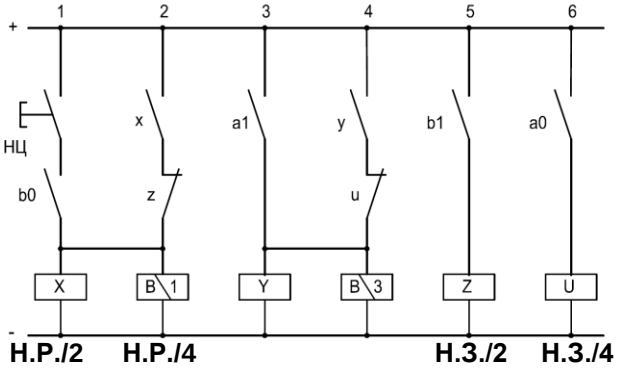
- **a1**: Аннулирование должно происходить в начале четвертой фазы, для того чтобы позволить произвести ход $B- = \overline{B3}$; Используется воздействие датчика **a0** в отрицаемой форме.

C14	Управление двумя цилиндрами двустороннего действия в режиме ОДИНОЧНОГО ЦИКЛА с помощью БИСТАБИЛЬНЫХ и МОНОСТАБИЛЬНЫХ распределителей в последовательности A+/B+/A-/B- с защитой в начале цикла

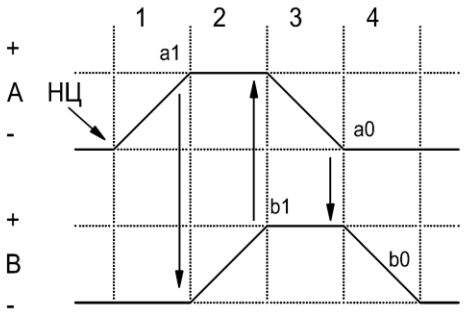




Работа с бистабильными распределителями



Работа с моностабильными распределителями



Уравнения с бистабильными распределителями:

B1 = НЦ • b0
B3 = a1
B2 = b1
B4 = a0

Уравнения с моностабильными распределителями:

$B1 = X = НЦ \cdot b0 + x \cdot \overline{b1}$

$B3 = Y = a1 + y \cdot \overline{a0}$

C15	**Работа двух цилиндров в последовательности А-/В+/А+/В- в НЕПРЕРЫВНОМ ЦИКЛЕ с моностабильными электрическими распределителями**

КОММЕНТАРИЙ:

- Решение о выборе моностабильных или бистабильных электропневматических распределителей принимается в момент написания уравнений.

- Несмотря на существенную разницу двух схем управления, организованных на базе моно- или бистабильных распределителей, функциональный результат идентичен.
- Рассматривается работа системы двух цилиндров **А** и **В**.
- Уравнения ходов, взятые из диаграмм:

$\mathbf{A- = НЦ \cdot b0}$ $\mathbf{B+ = a0}$ $\mathbf{A+ = b1}$ $\mathbf{B- = a1}$

- Отношения между ходами и сигналами на катушках соленоидов:
- с бистабильными распределителями: $\mathbf{A- = B2}$ $\mathbf{B+ = B3}$ $\mathbf{A+ = B1}$ $\mathbf{B- = B4}$, где **В1** и **В2** сигналы на катушки распределителя цилиндра **А**; **В3** и **В4** – сигналы на катушки распределителя цилиндра **В**.
- с моностабильными распределителями: $\mathbf{A- = \overline{B1}}$ $\mathbf{B+ = B3}$ $\mathbf{A+ = B1}$ $\mathbf{B- = \overline{B3}}$, где **В1** и **В3** – сигналы на катушки распределителей цилиндров **А** и **В** соответственно;

- При написании уравнений перед реализацией схемы принимается во внимание следующее:

1. Катушка **В1** возбуждается до срабатывания кнопки **НЦ** и при наличии датчика **b0**, который является последним датчиком, срабатывающим в конце каждого цикла работы системы из двух приводов.

Первичное уравнение $\mathrm{B1 = НЦ \cdot \overline{b0}}$ (цилиндр **А** устанавливается в исходное положение).

3. Первый ход $\mathbf{A- = \overline{B1}}$ производится посредством команды **НЦ**. С катушки снимается напряжение, цилиндр выполняет обратный рабочий ход и вызывает срабатывание датчика **а0**.

4. Второй ход: $\mathbf{B+ = B3 = a0}$. Из диаграммы видно, что воздействие на датчик **а0** прекращается в начале третьей фазы, в то время как цилиндр **В** должен сохранять положение **В+** до конца этой фазы. Следовательно, катушка **В3** будет оставаться возбужденной с помощью самоудерживающегося реле (**Y**), которое можно подключить параллельно с **В3**.
Начальное уравнение: $\mathbf{B3 = Y = a0 + y}$

5. Третий ход $\mathbf{A+ = B1 = b1}$. Из диаграммы видно, что воздействие на датчик **b1** прекращается в начале четвертой фазы, в то время как цилиндр **А** должен сохранять положение **А+** до конца этой фазы. Следовательно, катушка **В1** будет оставаться возбужденной с помощью самоудерживающегося реле (**Z**), которое можно подключить параллельно с **В1**.
- Конечное уравнение **В1** (см. пункт 2) изменяется следующим образом:

$\mathrm{B1 = Z = \overline{НЦ} \cdot b0 + b1 + z}$

6. Четвертый и последний ход цикла $\mathbf{B- = \overline{B3}}$. Для возможности выполнения этого хода необходимо снять возбуждение с катушки **В3** исключением цепи самоблокировки реле **Y** с помощью включения в отрицаемой форме датчика **а1** в предыдущем уравнении **В3** (см. пункт 4). Уравнение приобретает следующий вид:

$\mathbf{B3 = Y = a0 + y \cdot \overline{a1}}$

C15A	Работа двух цилиндров в последовательности A-/B+/A+/B- в НЕПРЕРЫВНОМ ЦИКЛЕ с моностабильными электрическими распределителями

Продолжение C15

7. Первый ход следующего цикла: для возможности выполнения этого хода необходимо снять возбуждение с катушки **B1** исключением цепи самоблокировки реле **Z** с помощью включения в отрицаемой форме датчика **b0** в предыдущем уравнении (см. пункт 5). Уравнение приобретает следующий вид:

$$B1 = Z = \overline{НЦ} \cdot b0 + z \cdot \overline{b0}$$

- Уравнения двух катушек будут иметь вид:

$$B1 = Z = \overline{НЦ} \cdot b0 + b1 + z \cdot \overline{b0}$$

$$B3 = Y = a0 + Y \cdot \overline{a1}$$

- Заключительные комментарии:

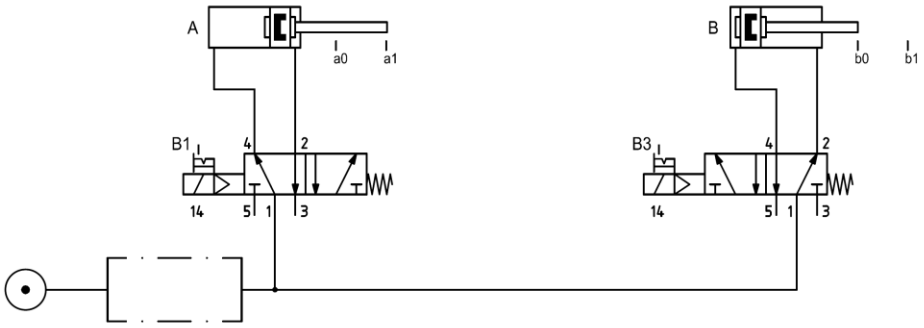
1. В уравнении катушки **B3** датчик **a0** (контакт которого будет замкнут, когда в силовую цепь не подается питание) зависит от положения Н.Р. контакта **НЦ**. Это требуется для исключения возбуждения катушки до срабатывания **НЦ**:

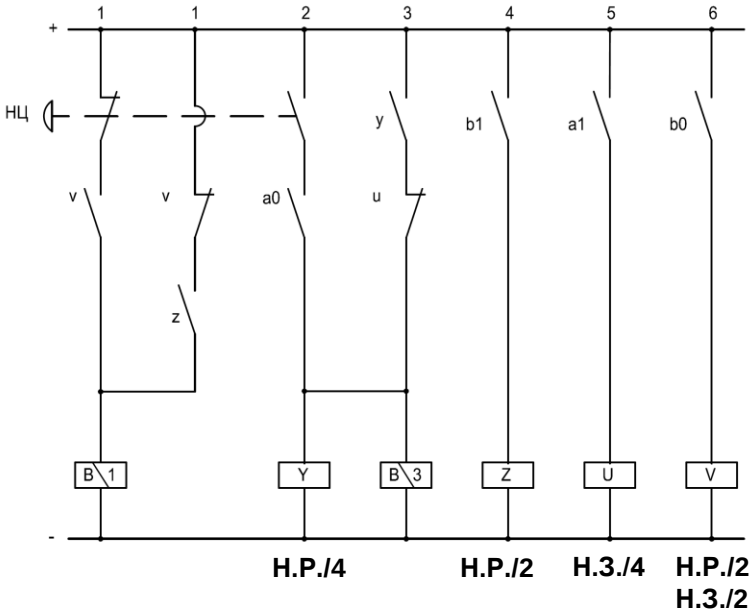
- Уравнение приобретает следующий вид: $B1 = Z = \overline{НЦ} \cdot b0 + z \cdot \overline{b0}$

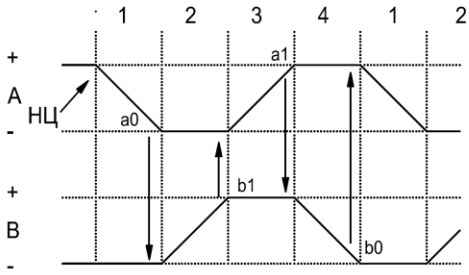
2. Для получения отрицаемой формы датчиков **a1** и **b0** они подключаются к двум разным реле (**U** и **V**), в которых используются Н.З. контакты.

3. Контакт **b0** функции «ДА» в уравнении **B1** воспроизведен Н.Р. контактом выбранного реле (**V**).

C15	Работа двух цилиндров в последовательности А-/В+/А+/В- в НЕПРЕРЫВНОМ ЦИКЛЕ с моностабильными электрическими распределителями







Уравнения:

$B1 = Z = \overline{НЦ} * b0 + b1 + z * \overline{b0}$

$B3 = Y = НЦ * a0 + y * \overline{a1}$

C16	**Согласованная работа двух цилиндров в рабочем цикле A+/A-B+/A+/A-B-**

КОММЕНТАРИЙ:

- Согласованная работа двух пневмоцилиндров заключается в следующем:
1. Рабочий цикл всей системы, включающей в себя два пневмоцилиндра **A** и **B**, представляет собой последовательность рабочих ходов **A+/A-B+/A+/A-B-.**
2.Рабочий цикл всей системы из двух пневмоприводов начинается при воздействии на кнопку Пуск **НЦ** кратковременным нажатием и не может быть остановлен до полного завершения.
2. Постоянное воздействие на кнопку **НЦ** одновременно формирует и непрерывный цикл работы системы приводов.

- Решение задачи целесообразно начать с формирования (рассмотрения) циклограммы работы системы.

СХЕМА:

- Пневматическая принципиальная схема включает в себя два цилиндра двустороннего действия и два бистабильных распределителя с катушками **B1**, **B2** и **B3**, **B4** соответственно.
- Для согласованной работы группы приводов и совершении каждым из них полного рабочего хода необходимо присутствие 4 датчиков конечного положения **a0**, **a1** и **b0**, **b1** для цилиндров **A** и **B**.
- Из рассмотрения диаграммы следует:

- Ход **A+** в 1-й фазе запускается от сигналов датчиков **a0** и **b0** и сохраненного сигнала кнопки **НЦ** (контакт реле **x**)
- Ход **A+** в 3-й фазе запускается от сигналов **a0** и **b1**
- Ход **A-** во 2-й и 4-й фазах запускается от сигнала **a1**
- Ход **B+** во 2-й фазе запускается от сигнала **a1**
- Ход **B-** в 4-й фазе запускается от сигнала **a1**

ПРИМЕЧАНИЕ:

- Воздействие двух сигналов **a1** на цилиндр **B** разделяется, так чтобы они не воздействовали одновременно на катушки **B3** и **B4**, т.к. датчики цилиндра **B** активны в разных фазах движения: во 2-й фазе срабатывает **b0**; в 4-й фазе срабатывает **b1**.

- Активация процесса выдвижения и втягивания цилиндра **B** не произойдет, если не пришла команда подтверждения о выдвинутом состоянии цилиндра **A**. Эти два сигнала, объединенные по логическому «И» с повторяющимся сигналом **a1**, вызывают срабатывание распределителя цилиндра **B** на разных фазах: во 2-й фазе - ход **B+**, и в 4-й фазе - ход **B-**.

- Детальные уравнения отдельных ходов:

1-я фаза $\mathbf{A+ = НЦ \cdot a0 \cdot b0}$

2-я фаза $\mathbf{A- = a1}$ $\qquad$ $\mathbf{B+ = a1 \cdot b0}$

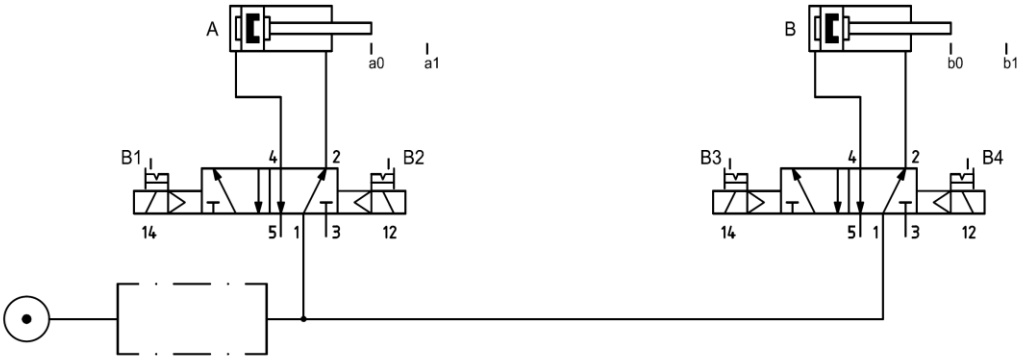
3-я фаза $\mathbf{A+ = a0 \cdot b1}$

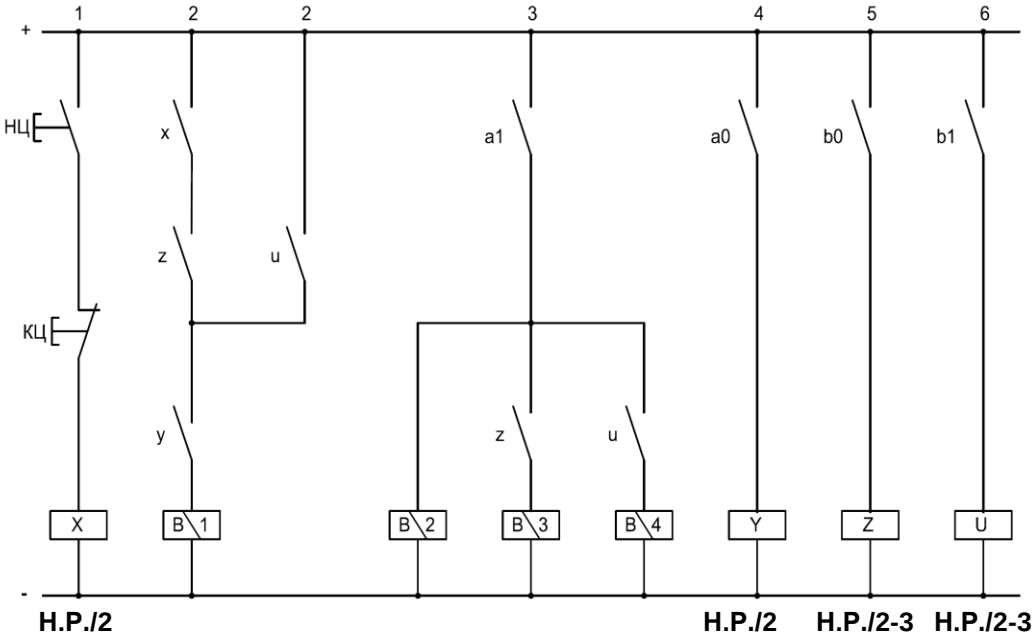
4-я фаза $\mathbf{A- = a1}$ $\qquad$ $\mathbf{B- = a1 \cdot b1}$

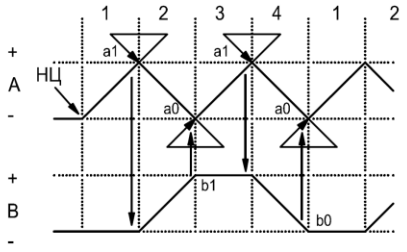
ПРИМЕЧАНИЕ:

- Наличие одного и того же сигнала в разных уравнениях (**a0**, **a1, b0** и **b1**) обычно требует дублирования с помощью реле. Исключениями могут быть:
- сигнал с датчика **a1** для выполненного, т.к. в разных фазах с другими сигналами он всегда объединяется по логическому «И»;
- сигнал с датчика **a0**, т.к. присутствует только в уравнениях выдвижения цилиндра **A** в 1-ой ИЛИ 3-ей фазе, поэтому может быть вынесен за скобку как общий множитель логического объединения (сложения) этих фаз.

C16	Согласованная работа двух цилиндров в рабочем цикле A+/A-B+/A+/A-B-







Уравнения:

B1 = (x * a0 * b0) + (a0 * b1) = (x * b0 + b1) * a0

B2 = a1

B3 = a1 * b0

B4 = a1 * b1

C17	**Управление тремя цилиндрами в последовательности A-/B+/C-/A+/B-/C+ в режимах одиночного и непрерывного циклов с возможностью выполнения операций в ручном режиме**

КОММЕНТАРИИ:

- Три режима управления могут быть совмещены в одной схеме при условии разделения соответствующих управляющих воздействий.
- Согласованная работа трех пневмоцилиндров заключается в следующем:
1. Рабочий цикл всей системы, включающей в себя три пневмоцилиндра **A**, **B** и **C** представляет собой последовательность рабочих ходов **A-/B+/C-/A+/B-/C+**.
2.Рабочий цикл всей системы из трех пневмоприводов начинается при воздействии на кнопку Пуск **НЦ** кратковременного нажатия и не может быть остановлен до полного завершения.

СХЕМА:

- Пневматическая принципиальная схема включает в себя три цилиндра двустороннего действия и три бистабильных распределителя с катушками **B1**, **B2, B3**, **B4** и **B5, B6** соответственно.
- Для согласованной работы группы приводов и совершении каждым из них полного рабочего хода необходимо присутствие 4 датчиков конечного положения **a0**, **a1**, **b0**, **b1** и **c0**, **c1** для цилиндров **A, B** и **C**.
- Из рассмотрения диаграммы следует:

- Ход **A-** в 1-й фазе запускается от сигналов датчика **c1** и сохраненного сигнала кнопки **НЦ** (контакт реле **x**)
- Ход **A+** в 4-й фазе запускается от сигналов **c0**
- Ход **B+** во 2-й фазе запускается от сигнала **a0**
- Ход **B-** в 5-й фазе запускается от сигнала **a1**
- Ход **C-** в 3-й фазе запускается от сигнала **b1**
- Ход **C+** в 6-й фазе запускается от сигнала **b0**

Y – служит для дублирования сигнала **Авт** в других цепях. Соответствующий контакт срабатывает с помощью концевого переключателя и принимает бистабильное состояние без помощи самоблокировки **Y = Авт**;

X – при наличии сигнала **Авт**, продублированного контактом **y**, принимает значение:

$$НЦ : X = y \cdot (НЦ + x) \cdot \overline{КЦ}$$

B2 – обеспечивает движение **A-** в двух режимах управления:
- в автоматическом цикле: цикл повторяется при наличии сигнала **НЦ**, дублированного на Н.Р. контакте **x**. Нажатие на кнопку **ОЦ** не даст никакого эффекта, так как Н.З. контакт **x** размыкается:

$$\mathbf{B2 = y \cdot x \cdot c1};$$

- в ручном цикле: цикл запускается при наличии сигналов **c1**, **ОЦ** и при отсутствии сигнала **НЦ**, отсекаемого Н.З. контактом **x**:

$$B2 = y \cdot \overline{x} \cdot ОЦ \cdot c1$$

B3 - обеспечивает движение **B+** в трех режимах управления:

- в одиночном / автоматическом цикле с помощью сигнала **a0**: $\mathbf{B3 = y \cdot a0}$

- в ручном режиме с помощью сигнала **Ручн** и при отсутствии сигнала **Авт**: $B3 = \overline{y} \cdot Ручн$

C17A	**Управление тремя цилиндрами в последовательности A-/B+/C-/A+/B-/C+ в режимах одиночного и непрерывного циклов с возможностью выполнения операций в ручном режиме**

Продолжение C17

B6 – обеспечивает движение **C-** в одиночном / автоматическом цикле:

- датчик **b1** присоединен к сети, так как в ручном режиме он требуется для возврата цилиндра **B**.

- Н.О. контакт **y** и Н.З. контакт **y** исключают срабатывание **b1**: на **B4** в одиночном / автоматическом цикле и на **B6** в ручном режиме: $\mathbf{B6 = b1 \cdot y}$

B1 – обеспечивает движение **A+** в одиночном / автоматическом цикле: $\mathbf{B1 = y \cdot c0}$

B4 – обеспечивает движение **B-** :

- в одиночном / автоматическом цикле с помощью сигнала **a1**: $\mathbf{B4 = y \cdot a1}$
- в ручном режиме с помощью сигнала **b1** и Н.З. контакта **y**: $\mathbf{B4 = b1 \cdot y}$

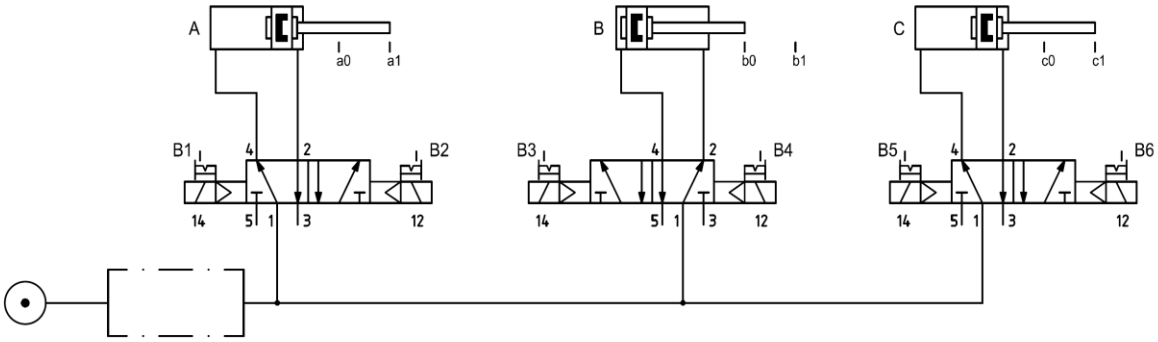
B5 - обеспечивает движение **C+** в одиночном / автоматическом цикле: $\mathbf{B5 = y \cdot b0}$

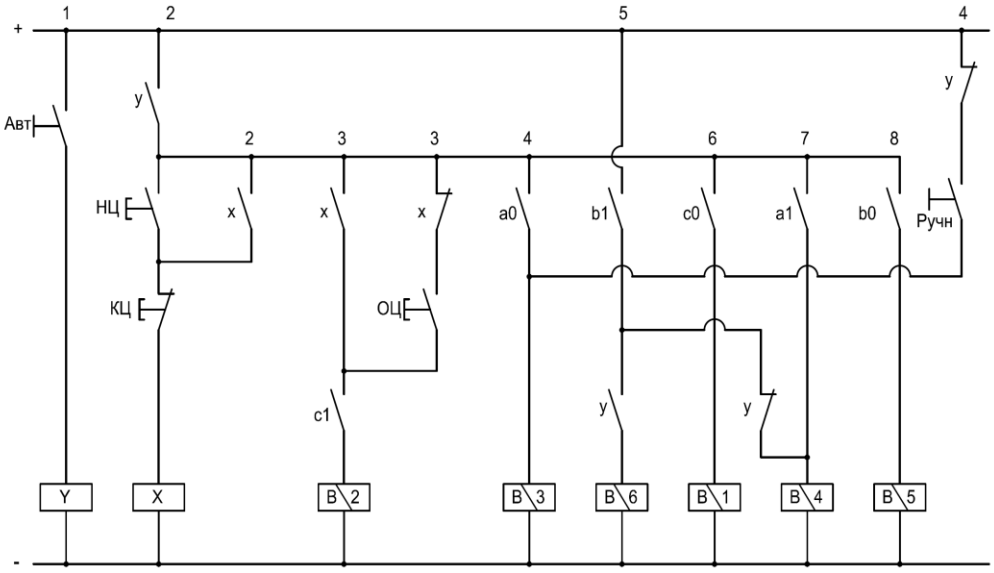
- Уравнения каждого движения записаны рядом с диаграммой. В уравнении **B2** общий множитель **НЦ - c1**.

<u>ПРИМЕЧАНИЕ:</u>

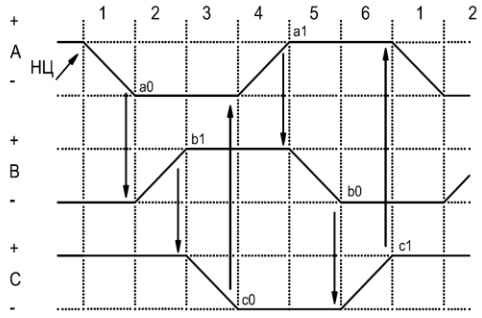
- Если пневматическая система находится под давлением, а в электрической отсутствует напряжение, штоки цилиндров могут находиться во втянутом положении.
- При подаче напряжения в электрическую сеть и переключении контакта **Авт**, а не **НЦ**, цилиндры **A** и **C** автоматически устанавливаются в положения **A+** и **C+**.
- Для управления в режиме **Ручн** необходимо использовать переключатель **Авт** и кнопку **АО**.

C17	Управление тремя цилиндрами в последовательности A-/B+/C-/A+/B-/C+ в режимах одиночного и непрерывного циклов с возможностью выполнения операций в ручном режиме





Н.Р./2-5 Н.Р./2-3
Н.З./7-9 Н.З./3



Уравнения

(X = НЦ ; Y = Авт)

B2 = Y * (x + $\overline{x}$ * ОЦ) * c1

B3 = Y * a0 + $\overline{y}$ * Ручн

B6 = b1 * y

B1 = y * c0

B4 = y * a1 + b1 * $\overline{y}$

B5 = y * b0

C18	**Управление тремя цилиндрами в последовательности A+/B+C-/A-/B-/C+ с определенными условиями запуска и безопасности**

ПРИМЕЧАНИЕ:

- Оборудование, работающее в одиночном или непрерывном цикле:
- может быть запущено из разных положений с помощью параллельного соединения контактов управления.
- Для последовательных движений могут потребоваться различные условия безопасности (в случае движений **A+**, **B-** и **C+**) или возможность подачи отдельных независимых сигналов (в случае движения **A-**).

- Согласованная работа трех пневмоцилиндров заключается в следующем:
1. Рабочий цикл всей системы, включающей в себя три пневмоцилиндра **A, B** и **C** представляет собой последовательность рабочих ходов **A+/B+C-/A-/B-/C+.**
2. Рабочий цикл всей системы из трех пневмоприводов начинается при воздействии на кнопку **P1** или **P2** кратковременного нажатия и не может быть остановлен до полного завершения.

СХЕМА:

- Пневматическая принципиальная схема включает в себя три цилиндра двустороннего действия и три бистабильных распределителя с катушками **B1**, **B2, B3**, **B4** и **B5, B6** соответственно.
- Для согласованной работы группы приводов и совершении каждым из них полного рабочего хода необходимо присутствие 6 датчиков конечного положения **a0**, **a1**, **b0**, **b1** и **c0**, **c1** для цилиндров **A, B** и **C**.
- Из рассмотрения диаграммы следует:

- Ход **A+** в 1-й фазе запускается от сигналов датчиков **c1** и обратного **b1** и сохраненного сигнала кнопки **НЦ** (контакт реле **x**)
- Ход **A-** в 3-й фазе запускается от сигналов **c0** и **b1**
- Ход **B+** и **C-** во 2-й фазе запускается от сигнала **a1**
- Ход **B-** в 4-й фазе запускается от сигнала **a0**
- Ход **C+** в 5-й фазе запускается от сигнала **b0**

B1 – уравнением этой катушки является уравнение движения: $\mathbf{A+=(P1+P2)\cdot\overline{b1}\cdot c1}$

Если не учитывается сигнал **b1**, уравнение сокращается до: $\mathrm{A+=(P1+P2)\cdot c1;}$

- $\overline{b0}$ (инвертированный сигнал) означает, что ход **A+** возможен при условии, что цилиндр **B** не находится в крайнем выдвинутом положении.

- Датчик **b1**, когда находится в положении покоя, информирует о состоянии **НОЛЬ**. Эта информация инвертируется с помощью Н.З. контакта **x** реле **X**, катушка которого возбуждается датчиком **b1**.

$B3=B6$ – две катушки соединены параллельно, так как во второй фазе происходит одновременное движение **B+** и **C-**.

- Сигнал для ходов: **a1**

B2 – для заданных условий движение **A-** может осуществляться с помощью сигналов **b1** и **c0**, в зависимости от длины хода и скорости цилиндров.

C18A	Управление тремя цилиндрами в последовательности A+/B+C-/A-/B-/C+ с определенными условиями запуска и безопасности

Продолжение C18

- Сигнал **B1** дублирован Н.Р. контактом **x**, так как он требуется в другой цепи.

- Сигнал **c0** дублирован Н.Р. контактом **y** по той же причине.

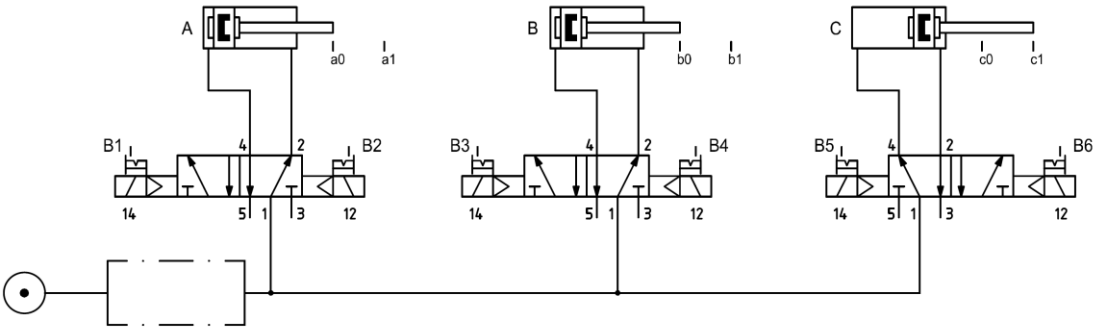
B4 - Сигнал **a0**, необходимый для продолжения работы цикла, соединяется последовательно с резервным сигналом **b1**, дублированным Н.Р. контактом **x**.

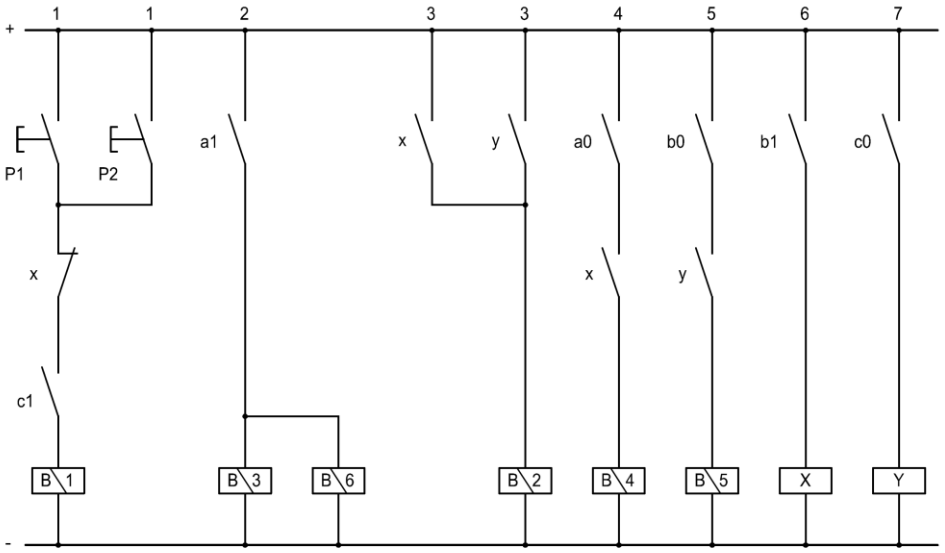
B5 – Сигнал **b0** соединяется последовательно с резервным сигналом **c0**, дублированным Н.Р. контактом **y**.

X и **Y** : служат для дублирования сигналов **b1** и **c0**, необходимых в других цепях.

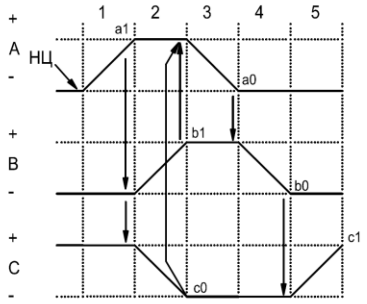
Уравнения катушек записаны рядом с диаграммой.

C18	Управление тремя цилиндрами в последовательности A+/B+C-/A-/B-/C+ с определенными условиями запуска и безопасности





Н.Р./3-4 Н.Р./3-5
Н.З./1



Уравнения

$B1 = (P1 + P2) \cdot \overline{b1} \cdot c1$

$B3 = B6 = a1$

$B2 = b1 + c0$

$B4 = a0 \cdot b1$

$B5 = b0 \cdot c0$

C19	**Последовательность A+/B+/A-/B- в непрерывном цикле. При аварийной остановке цикл прекращается на достигнутой фазе с возобновлением цикла из той же фазы или из исходного положения.**

ПРИМЕЧАНИЕ:

- Под аварией обычно понимается любая непредвиденная и опасная ситуация, требующая немедленного вмешательства (**АО**) для предотвращения опасности для людей или оборудования.
- Один из вариантов вмешательства – это дать текущему ходу дойти до конца и отключить дальнейшие движения.
- Возобновление цикла после устранения причины аварийной остановки может производиться из двух различных положений, в зависимости от того, как реализована схема.

СХЕМА:

СХЕМА A: Приведение системы в исходное состояние после аварийной остановки.
- Орган аварийной остановки **АО** состоит из Н.З. контакта, управляемого бистабильным устройством (красной кнопкой).
- От этого сигнала зависит питание всей электрической цепи. Кнопка аварийной остановки никогда не используется для обычной остановки оборудования.
- Для запуска цикла используется кнопка **НЦ**, сигнал которой запоминается с помощью Н.Р. контакта **x**, реле **X**.
- Для остановки цикла используется кнопка **КЦ**, исключающая самоблокировку и позволяющая оборудованию завершить текущий цикл.
- В случае аварийной остановки, которая может произойти на любой фазе, включая первую, от всех датчиков отключается электрическое питание.
- При возобновлении подачи питания прерванный цикл завершается и оборудование останавливается в исходном положении, так как запоминание сигнала **НЦ** было сброшено срабатыванием **АО**. Для возобновления цикла необходимо снова нажать кнопку **НЦ**.
- Катушка **B1**, вместо того, чтобы быть соединенной параллельно с реле **X** (самоблокировки с преимущественным включением), может иметь собственную цепь и быть соединенной с другим Н.Р. контактом **x** (самоблокировки с преимущественным выключением).

СХЕМА B: Возобновление цикла из исходного положения.
- Орган аварийной остановки **АО** состоит из одного Н.З. контакта и одного Н.Р. контакта, переключаемых одним бистабильным приспособлением (красной кнопкой).
- Н.Р. контакт, остающийся замкнутым во время аварийной остановки, позволяет оператору вернуть цепь в исходное положение нажатием на кнопку **Сброс**, сигнал от которой подается на реле **Y**.
- Пара контактов **y** выполняют следующую функцию:
- В нормальном рабочем режиме в 3-й и 4-й фазах своим размыканием эти контакты предотвращают подачу сигнала **b1** и затем сигнала **a0** на **B4** и **B2** с помощью контакта, включаемого вручную.

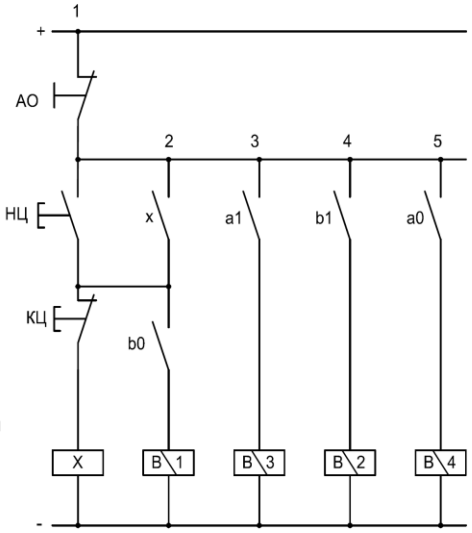
УРАВНЕНИЯ:

- **Схема A:** Кнопка **АО** прерывает рабочий цикл в момент нажатия. Непрерывность цепи обеспечивается с помощью Н.З. контакта.

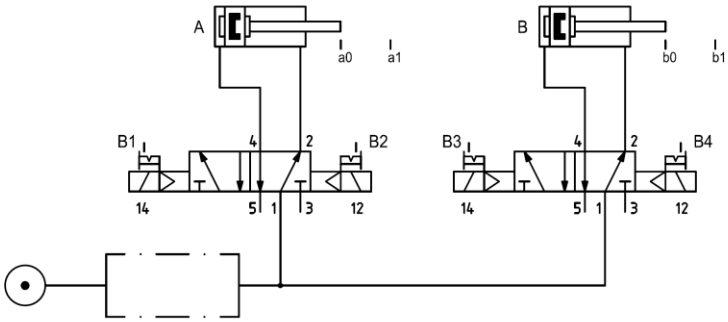
- **Схема B:** Обратный ход обеспечивается не только во время нормального цикла (уравнения такие же, как и в цикле **A**), но и во время аварийной остановки, после нажатия оператором кнопки **Сброс**. Разделение двух нажатий определяется противоположными состояниями кнопки аварийной остановки в разных цепях.

C19	**Последовательность А+/В+/А-/В- в непрерывном цикле. При аварийной остановке цикл прекращается на достигнутой фазе с возобновлением цикла из той же фазы или из исходного положения.**

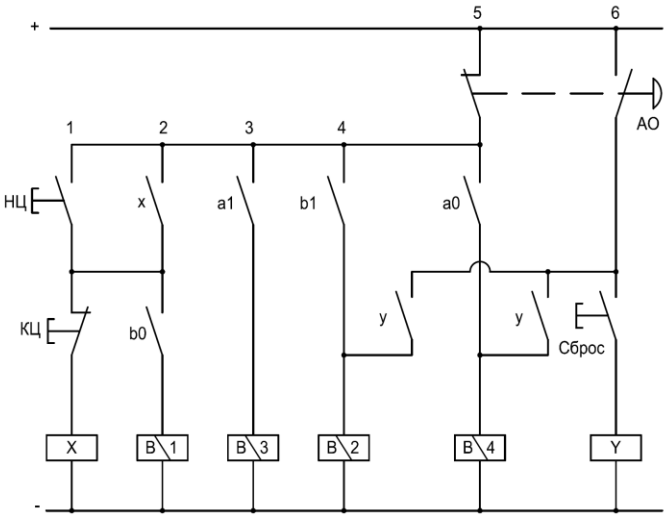
А) Схема срабатывания ЕМ, прекращающей цикл на достигнутой фазе с возобновлением цикла из той же фазы



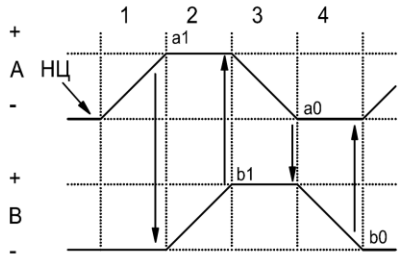
Н.Р./2



В) Схема срабатывания ЕМ, прекращающей цикл на достигнутой фазе с возобновлением цикла из исходного положения



Н.Р./2 **Н.Р./4-5**



Уравнения:

Схема А	**Схема В**
$B1 = \overline{AO} \cdot x \cdot b0$	$B1 = \overline{AO} \cdot x \cdot b0$
$B3 = \overline{AO} \cdot a1$	$B3 = \overline{AO} \cdot a1$
$B2 = \overline{AO} \cdot b1$	$B2 = \overline{AO} \cdot b1 + AO \cdot Сброс$
$B4 = \overline{AO} \cdot b0$	$B4 = \overline{AO} \cdot a0 + AO \cdot Сброс$

C20	**Последовательность A+/B+/C+/D+/A-/B-/C-/D- в непрерывном цикле. АО в A+,C+ и D+ останавливает цилиндр на достигнутой фазе; в B+ продолжает цикл до C+. Возобновление цикла из исходного положения.**

ПРИМЕЧАНИЕ:

- Внезапная остановка цилиндров в конце их рабочего хода в некотором оборудовании может быть опасной. При необходимости такую ситуацию можно исключить, оставив под напряжением датчик, вызывающий следующую фазу цикла после аварийной остановки.

СХЕМА:

- Орган аварийной остановки **АО** состоит из:
  - Н.Р. контакта, приводимого в движение моностабильным устройством только в аварийном случае.
  - схемы с самоблокировкой для того, чтобы сделать орган управления бистабильным, когда это необходимо.

- Н.З. контакт у 2-й цепи инвертирует сигнал органа аварийной остановки, то есть на другие цепи будет подано питание, только если не нажата кнопка аварийной остановки.

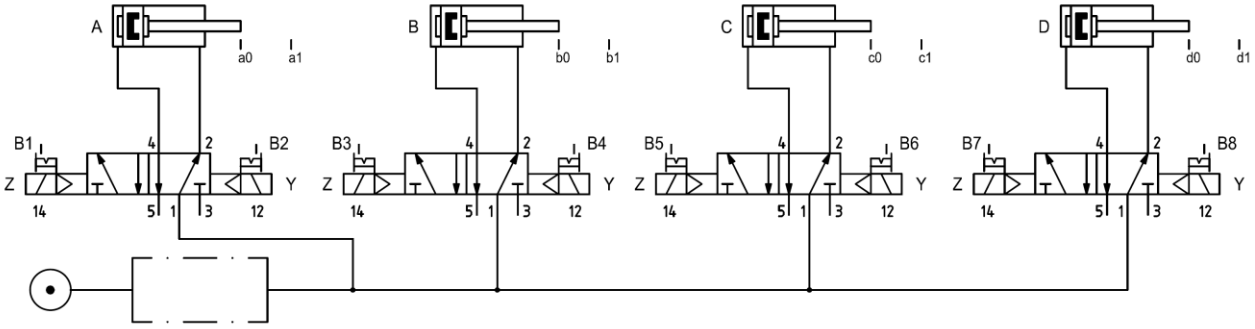
- Н.Р. контакт у 11-й цепи, замыкающийся при нажатии на кнопку аварийной остановки, служит для приведения системы в исходное положение после аварийной остановки, для этого оператору необходимо нажать на кнопку **Сброс**.

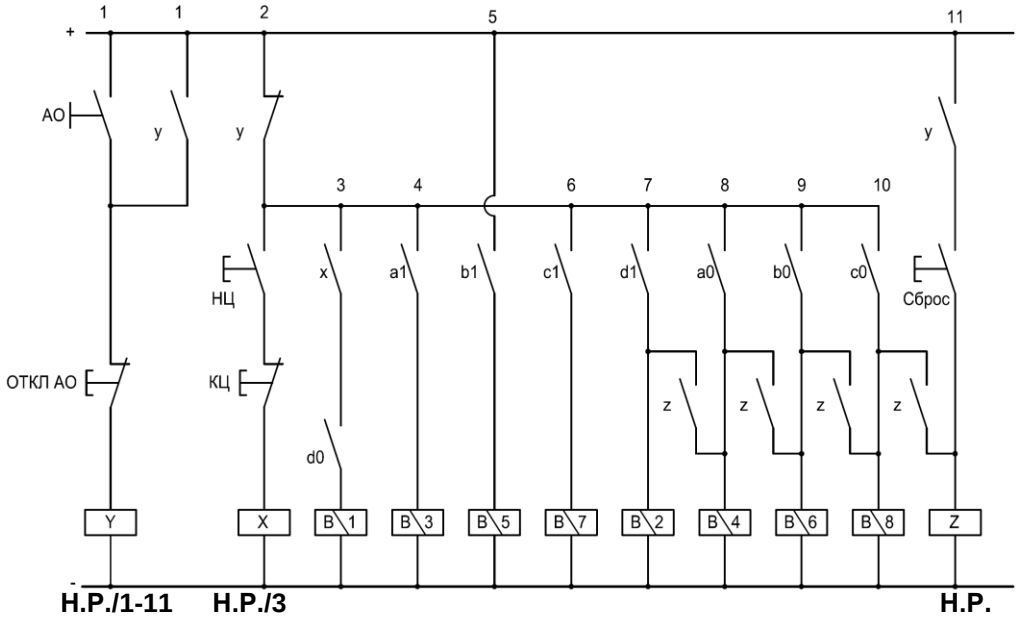
- При нажатии на кнопку аварийной остановки **АО**:
  - От всех датчиков, кроме **b1**, отключается питание.
  - Во второй фазе датчик **b1** позволяет циклу продолжаться до конца третьей фазы.

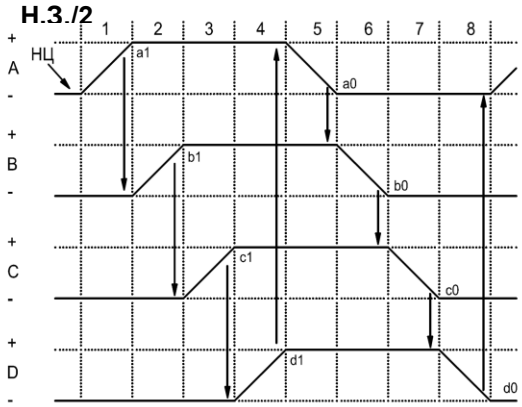
- Первые три Н.Р. контакта **z**, замыкающиеся только при наличии сигнала **Сброс**, предназначены для одновременного отключения питания от нескольких электропневматических распределителей.

- Четвертый Н.Р. контакт **z** отключает питание реле **Z** во время нормальной работы.

C20	**Последовательность A+/B+/C+/D+/A-/B-/C-/D- в непрерывном цикле. АО в A+,C+ и D+ останавливает цилиндр на достигнутой фазе; в B+ продолжает цикл до C+. Возобновление цикла из исходного положения.**







Уравнения:
самоблокировка: X для НЦ - Y для АО

$B1 = \overline{y} \cdot x \cdot d0$
$B3 = \overline{y} \cdot a1$
$B5 = b1$
$B7 = \overline{y} \cdot c1$
$B2 = \overline{y} \cdot d1 + y \cdot Сброс$
$B4 = \overline{y} \cdot a0 + y \cdot Сброс$
$B6 = \overline{y} \cdot b0 + y \cdot Сброс$
$B8 = \overline{y} \cdot c0 + y \cdot Сброс$

C21	**Последовательность A+/B+/A-/B- в непрерывном цикле. Срабатывание AO останавливает текущий ход и возвращает цилиндр в исходное положение.**

ПРИМЕЧАНИЕ:

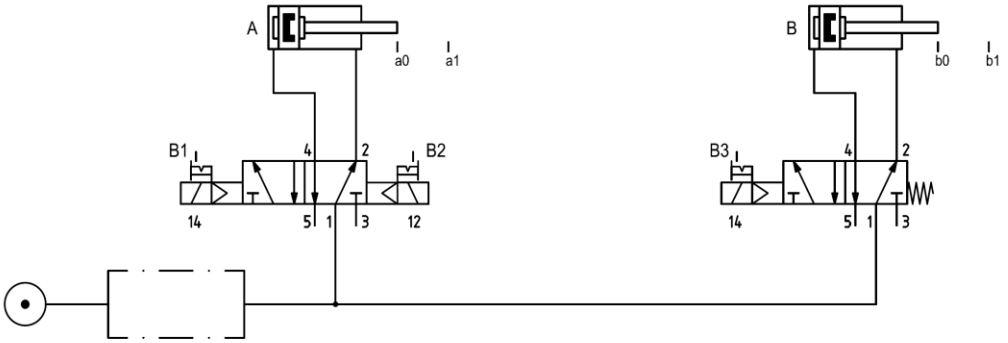
- Нажатие на кнопку аварийной остановки **AO**, вызывающее продолжение движения в течение одной или более фаз или останавливающее движение цилиндров, может в некоторых случаях создавать опасные ситуации.

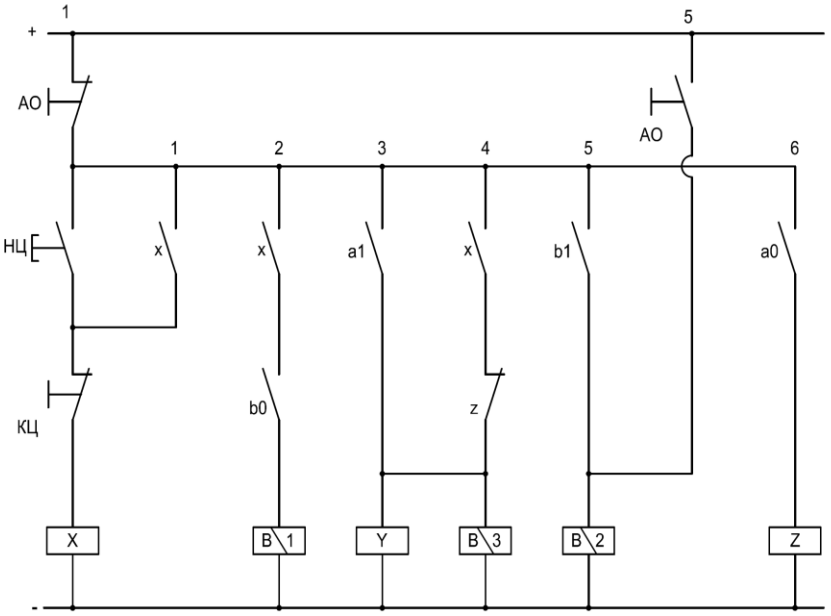
- Одно из возможных решений – это поменять направление движения цилиндра (или цилиндров, если производится несколько одновременных движений) и привести их в исходное положение, даже если цилиндры еще не закончили текущую фазу рабочего цикла.

СХЕМА:

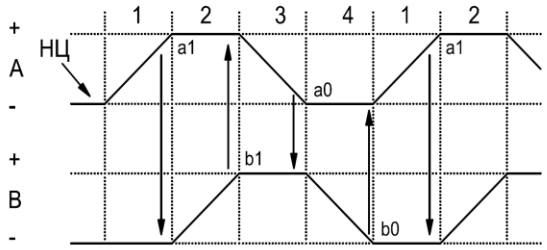
- Два контакта **AO/Н.З.** и **AO/Н.Р.**, показанные отдельно для удобства графического изображения, в реальности должны управляться единым бистабильным устройством с целью обеспечения немедленного возврата цилиндров, как только оператор нажмет на кнопку аварийной остановки.
- При срабатывании моностабильного электрического распределителя, подающего питание в цилиндр **B**, сигнал **a1**, возбуждающий катушку **B3** для выполнения хода **B+**, должен быть сохранен с целью завершения поршнем своего хода и остановки во время третьей фазы.
- Сброс самоблокировки производится с помощью Н.З. контакта **z**, размыкающегося при наличии сигнала **a0**, Н.О. контакт которого вставлен в цепь, содержащую реле **Z**.
- При наличии датчика **a0** с Н.З. контактами реле не требуется, и соответствующий контакт заменяет Н.З. контакт **z** в четвертой цепи.
- При последующих нажатиях на кнопку **AO**:
  - Во время 1-й фазы, когда цилиндр **A** движется в положительном направлении, сигнал **AO/Н.Р.** появляется в цепи **5** и воздействует на электропневматический распределитель **E.V. B2**, вызывая немедленный возврат цилиндра.
  - Во время 2-й фазы, когда цилиндр **A** остановлен в положении **A+**, а цилиндр **B** движется в положительном направлении, происходит следующее:
  - Самоблокировка **a1** сбрасывается, и пружина приводит моностабильный электрический распределитель в исходное состояние для возврата цилиндра **B**.
  - Сигнал **AO/Н.Р.** включается в цепи **5** для возврата цилиндра **A**.

C21	Последовательность A+/B+/A-/B- в непрерывном цикле. Срабатывание АО останавливает текущий ход и возвращает цилиндр в исходное положение.





Н.Р./1-2 **Н.Р./4** **Н.З./4**



Уравнения

$X = \overline{АО} \cdot (НЦ + x) \cdot \overline{КЦ}$

$B1 = x \cdot b0$

$Y = B3 = \overline{АО} \cdot a1 + \overline{АО} \cdot (y \cdot \overline{z}) = \overline{АО} \cdot (a1 + y \cdot \overline{z})$

$B2 = \overline{АО} \cdot b1 + АО$

C22	**Последовательность A+/B-/A-/B+ в непрерывном цикле. Срабатывание АО вызывает возврат цилиндров в начало хода. Одновременный возврат во 2-й фазе.**

КОММЕНТАРИЙ:

- Для осуществления данного условия орган аварийной остановки **АО** должен действовать в двух рабочих фазах следующим образом:

- 1-я фаза: цилиндр **А** заканчивает ход. Срабатывание датчика **a1** вызывает немедленный возврат цилиндра в исходное положение. Цепь, в которую вставлен контакт **a1**, должна оставаться под напряжением даже в состоянии аварийной остановки (она должна быть подключена к сети питания).

- 2-я фаза: цилиндр остановлен в положении **A+**; цилиндр В завершает свой ход. При срабатывании **b0** оба цилиндра одновременно возвращаются в исходное положение. Цепь, в которую вставлен контакт **b0**, должна оставаться под напряжением даже в состоянии аварийной остановки (она должна быть подключена к сети питания).

УРАВНЕНИЯ:

- начальное:	в цикле	в состоянии АО:	1-я фаза	2-я фаза
A+ = НЦ ● b1				
B- = a1				
A- = b0	**+**		**a1**	**+ b0**
B+ = a0				**+ b0**

- Комментарии

1 - Сигналы **a1** и **b0** имеются в обоих уравнениях и в обоих ситуациях управления.

- Для выбора срабатываний необходимо подать сигналы, противоположные команде **АО**.
- С цепями самоблокировки:

$$\text{АО};\ Y = (\text{АО} + y)\cdot\overline{\text{ОТКЛ АО}} \qquad \text{НЦ};\ X = \bar{y}\cdot(\text{НЦ} + x)\cdot\overline{\text{КЦ}}$$

Уравнения приобретают следующий вид:

$$\mathbf{A+ = x \cdot b1}$$ (**y** уже вставлен в уравнение **X**)

$$\mathbf{B- = \bar{y} \cdot a1}$$

$$\mathbf{A- = \bar{y} \cdot b0 + y \cdot a1 + y \cdot b0}$$

$$\mathbf{B+ = \bar{y} \cdot a0 + y \cdot b0}$$

2 – Если аварийная остановка **АО** срабатывает во время 2-й фазы или из-за эффекта функции ИЛИ, сигнал **a1** заменяется сигналом **b0** и вызывает немедленный возврат цилиндра А, вместо того, чтобы ждать окончания фазы и возврата вместе с цилиндром В.

- Для того, чтобы у **a1** срабатывал только на фазе 1, достаточно соединить функцию «И» с сигналом **b1**, который имеется в первой фазе и отсутствует во второй.
- Соответствующее уравнение изменяется следующим образом:

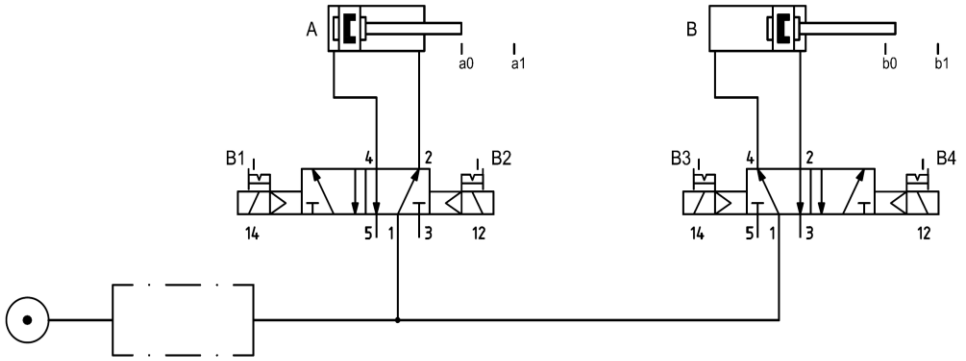
$$\mathbf{A+ = \bar{y} \cdot b0 + y \cdot a1 \cdot b1 + y \cdot b0}$$

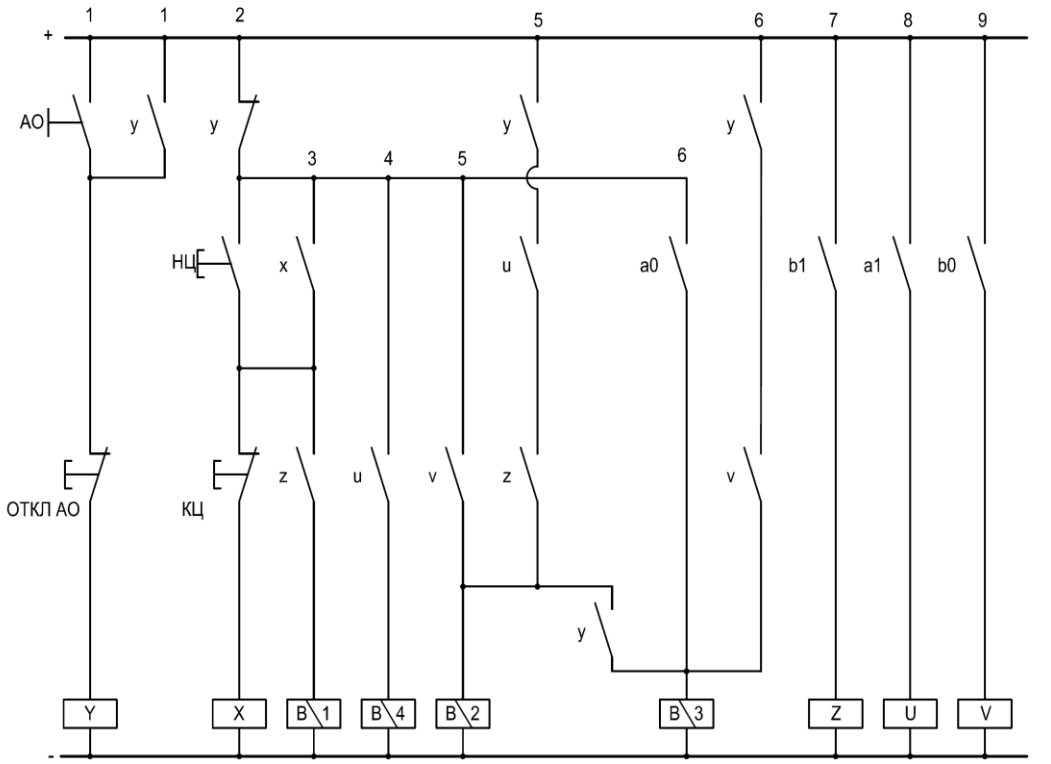
ПРИМЕЧАНИЯ:

1 – Так как сигнал **b1** присутствует в уравнениях А- и А+ , а также в обеих ситуациях управления, он будет воспроизведен реле, получающим питание от сети.

2 – Функцией Н.О. контакта у в параллельном соединении катушек **B2** и **B3** является разделение срабатываний во время нормальной работы. Действительно, одновременный возврат требуется только во время состояния аварийной остановки.

C22	Последовательность A+/B-/A-/B+ в непрерывном цикле. Срабатывание АО вызывает возврат цилиндров в начало хода. Одновременный возврат во 2-й фазе.





Уравнения

$Y = (АО + y) * \overline{ОТКЛ\ АО}$

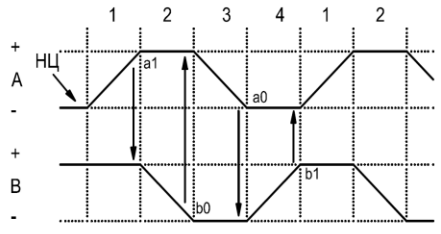
$X = \overline{y} * (НЦ + x) * \overline{КЦ}$

$B1 = x * b1$

$B4 = \overline{y} * a1$

$B2 = \overline{y} * b0 + y * a1 * b1 + y * b0$

$B3 = \overline{y} * a0 + y * b0$



C23	**Последовательность A+/B-/C+/A-/B+/C- в непрерывном цикле. Срабатывание АО вызывает в фазах 1 и 2 немедленный и одновременный возврат цилиндров; в 3-й фазе последовательность A-B+/C-**

КОММЕНТАРИЙ:

- Вместо команды **АО**, вызывающей беспорядочный возврат цилиндров в исходное положение, можно предпочесть команду, предусматривающую последовательность возвратных ходов, отличную от выполняемой при нормальном цикле.

УРАВНЕНИЯ:

- Первая запись: во время цикла в состоянии ЕМ: 1 фаза 2 фаза 3 фаза

A+ =	**НЦ · c0**							
B- =	**a1**							
C+ =	**b0**							
A- =	**c1**	**+**	**АО**	**+**	**АО**	**+**	**АО**	
B+ =	**a0**			**+**	**АО**	**+**	**АО**	
C- =	**b1**					**+**	**a0 · b1**	

КОММЕНТАРИИ:

1 - Сигнал **a0** присутствует в обоих уравнениях и в двух ситуациях управления. На соответствующий контакт питание должно подаваться постоянно, и этот контакт должен воспроизводиться.

2 - Сигнал **b1** присутствует в уравнении C- в двух ситуациях управления. На соответствующий контакт питание должно подаваться постоянно.

- С цепями самоблокировки органов управления **АО** и **НЦ**, их уравнения будут следующие:

$$Y = (\text{АО} + y)\cdot\overline{\text{ОТКЛ АО}} \qquad X = \overline{y}\cdot(\text{НЦ} + x)\cdot\overline{\text{КЦ}}$$

Вторая запись:

$\mathbf{A+ = x \cdot c0}$ (**y** уже вставлен в уравнение **X**)

$\mathbf{B- = \overline{y} \cdot a1}$

$\mathbf{C+ = \overline{y} \cdot b0}$

$\mathbf{A- = \overline{y} \cdot c1 + y}$

$\mathbf{B+ = a0 + y}$

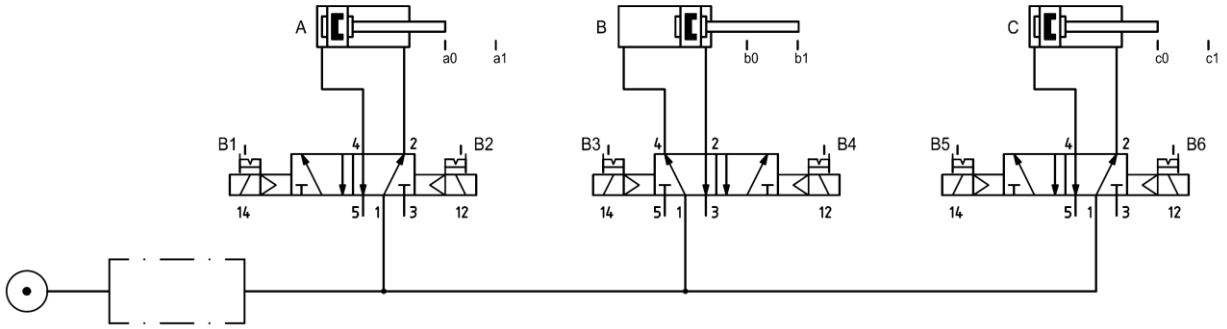
$\mathbf{C- = b1 + a0 \cdot b1}$

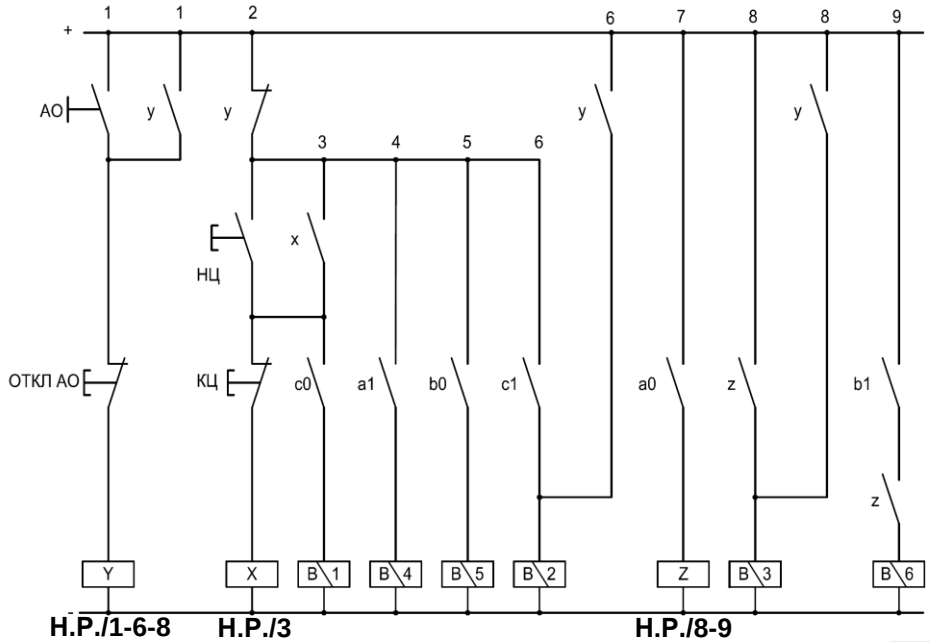
3 - Уравнение $\mathbf{C- = b1 + a0 \cdot b1}$ может быть изменено на уравнение $\mathbf{C- = a0 \cdot b1}$ (см. диаграмму).
В двух ситуациях управления ход **C-** определен:
- Во время рабочего цикла: сигналом **b1**, срабатывающим после **a0**
- В состоянии аварийной остановки: сигналом **a0 ● b1**

В обоих случаях сигнал **b1** может сработать только при наличии сигнала **a0.**

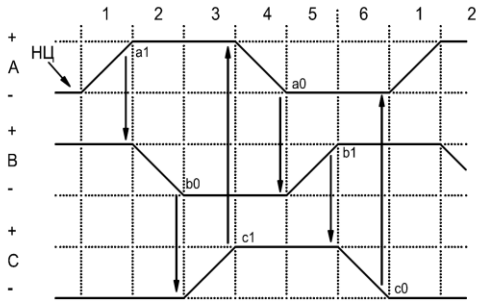
- Конечные уравнения (со ссылкой на электропневматические распределители управления) приведены рядом с диаграммой.

C23	Последовательность A+/B-/C+/A-/B+/C- в непрерывном цикле. Срабатывание АО вызывает в фазах 1 и 2 немедленный и одновременный возврат цилиндров; в 3-й фазе последовательность A-B+/C-





Н.Р./1-6-8 Н.Р./3 Н.Р./8-9
Н.З./2



Уравнения

$Y = (АО + y) * \overline{ОТКЛ\ АО}$

$X = \overline{y} * (НЦ + x) * \overline{КЦ}$

$B1 = x * c0$

$B4 = \overline{y} * a1$

$B5 = \overline{y} * b0$

$B2 = \overline{y} * c1 + y$

$B3 = a0 + y$

$B6 = a0 * b1$

C24	**Последовательность A-/B+/C+/D-/A+/B-/C-/D+ в непрерывном цикле. Срабатывание AO вызывает во время A-…A+; во время B+…B-/A+; во время C+…C-B-/A+; во время D-…C-B-/A+D+**

КОММЕНТАРИЙ:

- Нажатие на кнопку аварийной остановки **AO** вызывает последовательный возврат цилиндров в случайном порядке во время выбранной фазы. По этой причине результат нажатия на кнопку аварийной остановки можно продлить на несколько фаз и осуществить определенную последовательность возвратных ходов.

- Для рассматриваемой проблемы существуют следующие условия:
- Фаза 1 - ход A- : немедленный возврат A
- Фаза 2 - ход B+ : немедленный возврат B; по окончании хода - возврат A; последовательность: B-/A+
- Фаза 3 - ход C+ : немедленный возврат C и B, по окончании хода B - возврат A; последовательность C-B-/A+
- Фаза 4 - ход D-: в то время как цилиндр D завершает ход, цилиндры B и C должны возвратиться; по окончании хода B, одновременный возврат A и D; последовательность: B-C-/A+/D+

УРАВНЕНИЯ:

- Уравнения рабочих ходов:

$$\mathbf{A- = НЦ \cdot d1} \qquad \mathbf{B+ = a0} \qquad \mathbf{C+ = b1} \qquad \mathbf{D- = c1}$$

- Уравнения обратных ходов:

из диаграммы		из условий, поставленных проблемой							
		фаза 1		фаза 2		фаза 3		фаза 4	
A+ = d0	**+**	**EM**	**+**	**b0**	**+**	**b0**	**+**	**b0**	
B- = a1			**+**	**EM**	**+**	**EM**	**+**	**EM**	
C- = b0					**+**	**EM**	**+**	**EM**	
D+ = c0							**+**	**b0**	

КОММЕНТАРИИ:

1 - Сигнал **b0** присутствует в обоих уравнениях и в двух ситуациях управления. На соответствующий контакт питание должно подаваться постоянно, и этот контакт должен воспроизводиться.

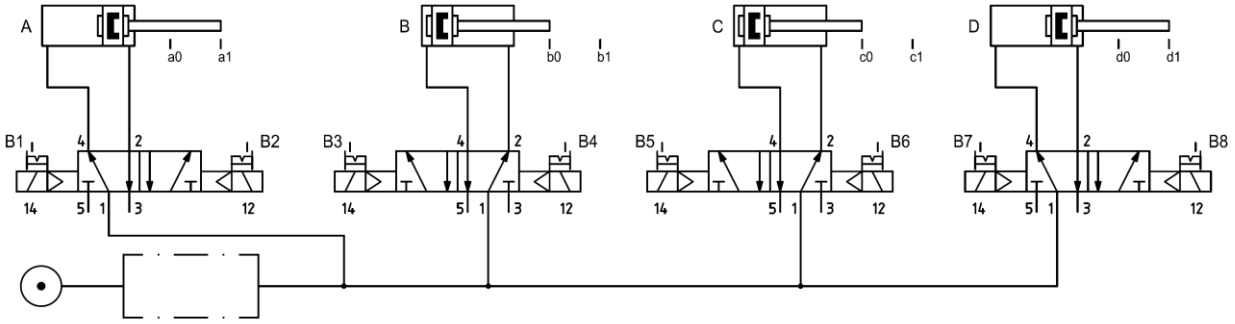
2 – Все остальные контакты должны зависеть от кнопки аварийной остановки.

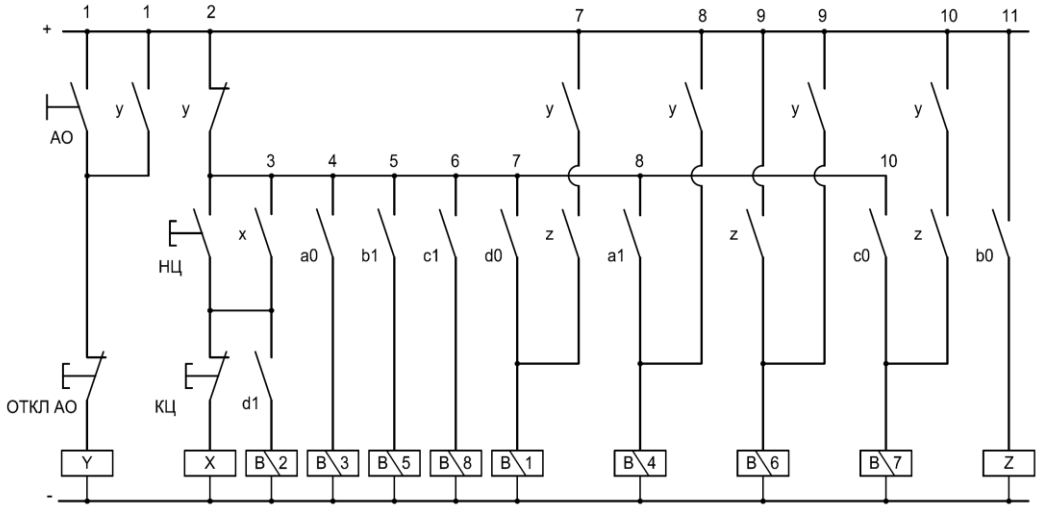
3 - Сигнал **AO**, который должен воздействовать на ход A+ в фазе 1, аннулирует срабатывание **b0** в следующих фазах.
- С логической операцией **AO ● b0** сигнал **AO** еще может работать в первой фазе, так как **b0** еще присутствует, но уже зависим в следующих фазах, где **b0** нет.

4 - Сигнал **b0**, имеющийся в уравнениях хода C- и хода D+, вызвал бы возврат цилиндра D вместе с цилиндром C во время нормального цикла. Для того чтобы его воздействие на D+ поставить в зависимость, необходима логическая операция **AO ● b0**;

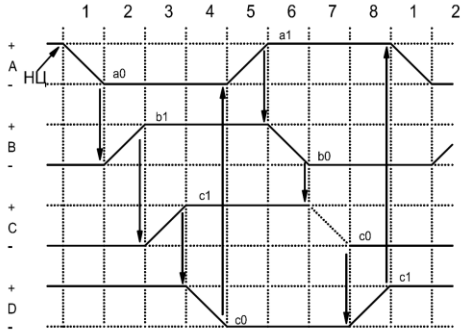
- Конечные уравнения (со ссылкой на электропневматические распределители управления) приведены рядом с диаграммой.

C24	**Последовательность A-/B+/C+/D-/A+/B-/C-/D+ в непрерывном цикле. Срабатывание АО вызывает во время A-…A+; во время B+…B-/A+; во время C+…C-B-/A+; во время D-…C-B-/A+D+**





Н.З./2 Н.Р./3 Н.Р./7-8-10
Н.Р./1-7-8-9-10



Уравнения

$Y = (AO + y) * \overline{ОТКЛ\ AO}$

$X = \overline{y} * (НЦ + x) * \overline{КЦ}$

$B2 = x * d1$

$B3 = \overline{y} * a0$

$B5 = \overline{y} * b1$

$B8 = \overline{y} * c1$

$B1 = \overline{y} * d0 + y * b0$

$B4 = \overline{y} \bullet a1 + y$

$B6 = b0 + y$

$B7 = \overline{y} \bullet c0 + y \bullet b0$

C25	**Последовательность А+/В+/С+/А-/В-/С-/в непрерывном цикле. Срабатывание АО вызывает на фазе 1 остановку хода А+; на фазе 2 остановку хода В+; на фазе 3 возврат А-С-/В-; на фазах 1 и 2 возобновление цикла с достигнутой фазы.**

КОММЕНТАРИЙ:

- Эффект команды **АО** может быть изменен в зависимости от различных опасных ситуаций, которые могут возникнуть на разных фазах цикла. Для рассматриваемой проблемы существуют следующие условия:
Фаза 1 - ход А+ : завершение хода и остановка в положении А+
Фаза 2 - ход В+ : завершение хода и остановка в положении В+
Фаза 3 - ход С+ : прерывание хода и немедленный возврат вместе с цилиндром А. Когда цилиндр С находится в положении покоя, может возвратиться также цилиндр В. Последовательность А-С-/В-
В фазах 1 и 2 возобновление цикла должно происходить из положения, определенного срабатыванием кнопки аварийной остановки.

УРАВНЕНИЯ:

В первой записи:

в цикле	при авар. остановке:	фаза 1	фаза 2	фаза 3
А+ = В1 = НЦ ●	c0			
В+ = В3 =	a1			
С+ = В5 =	b1			
А- = В2 =	c1			+ EM
В- = В4 =	a0			+ c0
С- = В6 =	b0			+ EM

КОММЕНТАРИИ:

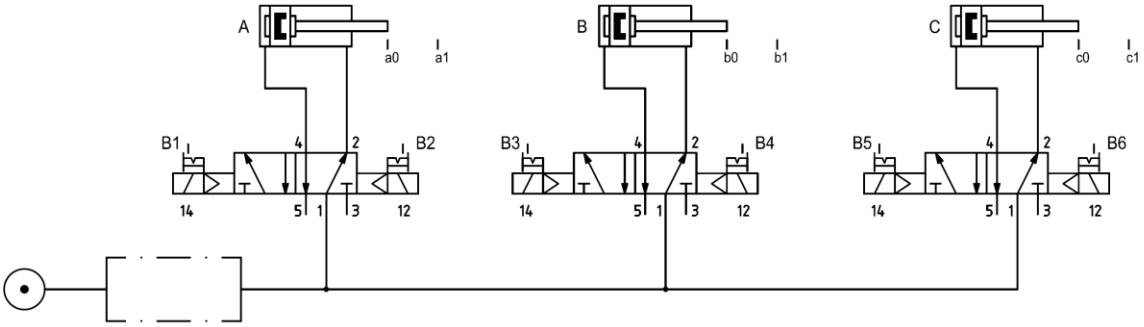
1 - Сигнал **c0** требуется в двух уравнениях и в двух ситуациях управления. На соответствующий контакт питание должно подаваться постоянно, и этот контакт должен воспроизводиться.

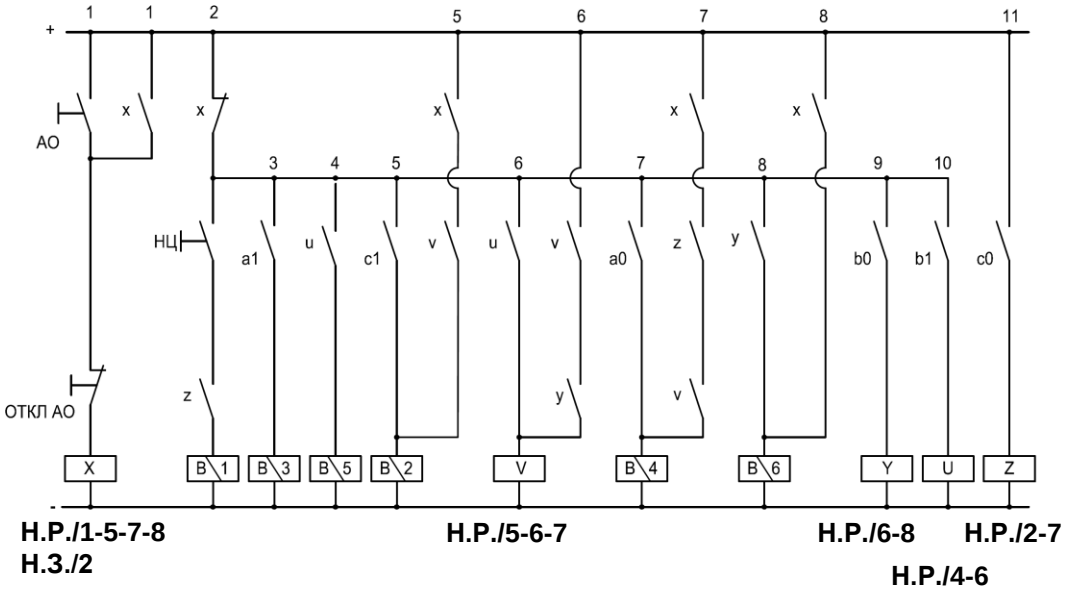
2 - Воздействие срабатывания **АО** на ход А- требуется только в третьей фазе. В случае срабатывания кнопки аварийной остановки на фазах 1 и 2 цилиндр останавливается с помощью Н.Р. контакта **v** реле, запоминающего сигнал **b1**, образованный в начале третьей фазы.
- При замыкании Н.Р. контакта **v** цилиндр А может выполнить возвратный ход только в третьей фазе вместе с цилиндром С, приводимым в движение непосредственно нажатием кнопки аварийной остановки.
- Для аннулирования самоблокировки может быть использован сигнал **b0**, воспроизведенный реле **Y**, так как b0 должен выполнять свою функцию также и в уравнении С-.

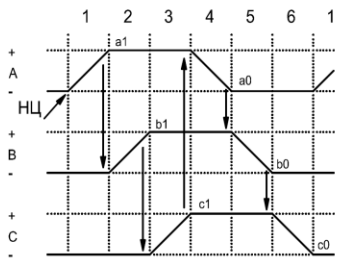
3 – В фазе 2 (в состоянии **АО**) сигнал **c0** не должен воздействовать на ход В-. Для ограничения воздействия этого сигнала только на одну фазу необходимо установить его в отношение «И» с сигналом **b1**, воспроизведенным Н.Р. контактом **u** и сохраненным реле **v** в конце второй фазы.
- С учетом того, что переключатель начала хода **НЦ** является бистабильным, и принимая во внимание все вышесказанное, конечные уравнения отдельных цепей, включая цепи самоблокировки органа управления **АО** и **b1**, написаны рядом с диаграммой.

ПРИМЕЧАНИЕ:
- В случае аварийной остановки переключатель **НЦ** устанавливается в исходное положение, только если кнопка аварийной остановки срабатывает во время 3-й фазы, в которой требуется запуск нового цикла.

C25	**Последовательность А+/В+/С+/А-/В-/С-/в непрерывном цикле. Срабатывание АО вызывает на фазе 1 остановку хода А+; на фазе 2 остановку хода В+; на фазе 3 возврат А-С-/В-; на фазах 1 и 2 возобновление цикла с достигнутой фазы.**







Уравнения

$X = (AO + x) * \overline{ОТКЛ\ AO}$

$V = \overline{x} * b1 + v * \overline{b0}$

$B1 = \overline{x} * НЦ * c0$

$B3 = \overline{x} * a1$

$B5 = \overline{x} * b1$

$B2 = \overline{x} * c1 + x * v$

$B4 = \overline{x} * a0 + x * c0 * v$

$B6 = \overline{x} * b0 + x$

Самоблокировки:
X для АО
V для b1

C26	**Последовательность А+/А-В+/В- в непрерывном цикле. Срабатывание АО прерывает ход В+ с возобновлением цикла из той же фазы.**

КОММЕНТАРИЙ:

- Срабатывание кнопки аварийной остановки **АО** показано в диаграммах. Оно происходит во второй фазе цикла, следующего за первым. В то время, как цилиндр **А** завершает свой возвратный ход, цилиндр **В** прерывает рабочий ход и возвращается в исходное положение.

- Эта ситуация остается в течение всего состояния аварийной остановки. В это же время переключатель **НЦ** устанавливается в исходное положение. С аннулированием состояния аварийной остановки цилиндр выполняет свой цикл и останавливается в ожидании новой команды начала цикла **НЦ**.

УРАВНЕНИЯ

- Уравнения, взятые из диаграммы:

$$A+ = \overline{AO} \cdot НЦ \cdot b0$$

- перед нажатием **АО**

$$A- = \overline{AO} \cdot a1 \qquad B+ = \overline{AO} \cdot a1$$
$$B- = \overline{AO} \cdot a0 \cdot b1$$

- при нажатии **АО** $\quad B- = AO$

- после нажатия **АО** и до $\quad B+ = \overline{AO} \cdot a0$
- нового запуска цикла $\quad B+ = \overline{AO} \cdot a0 \cdot b1$

КОММЕНТАРИИ:

1 - Эффект **АО** должен проявляться на фазе 2 непредсказуемого цикла.

2 – Информацию о начале этой фазы дает датчик **а1**. Кроме своих собственных функций во время ходов А- и В+ , датчик также должен «передавать» информацию в цепь памяти (так как он является датчиком мгновенного действия) для создания в случае нажатия кнопки аварийной остановки условий, предписанных заданием.

- При условии использования реле для запоминания сигнала **а1** конечные уравнения, вытекающие из приведенных выше промежуточных уравнений, изображены рядом с диаграммами.

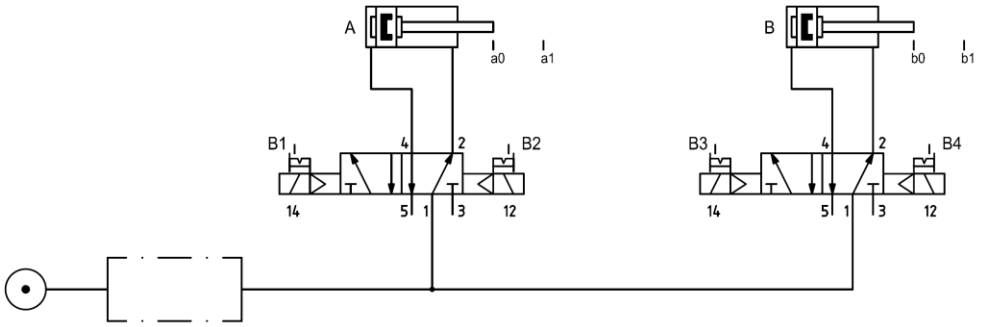
СХЕМА:

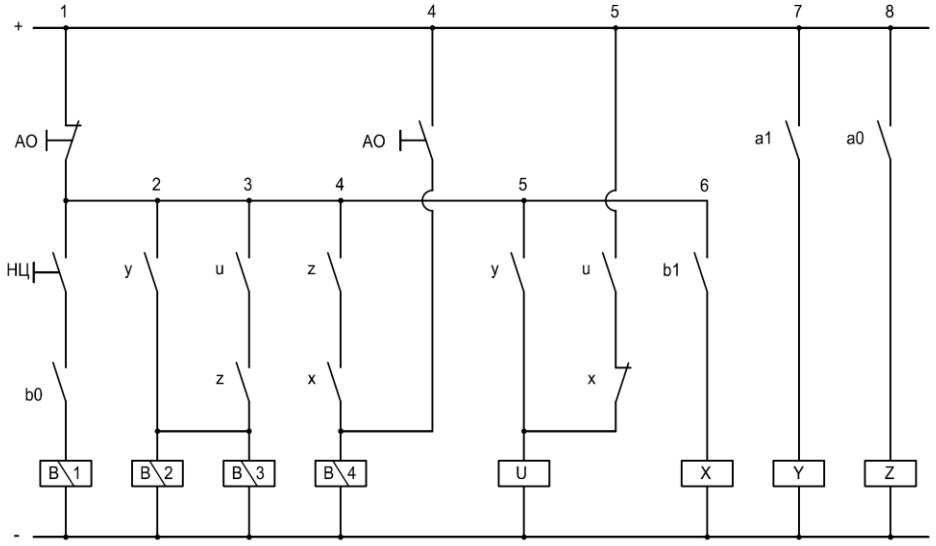
- Воспроизведение контактов **а1** и **а0** с помощью реле **Y** и **Z** может быть выполнено посредством прямого присоединения к сети, когда контакты, используемые отдельными цепями, зависят от срабатывания **АО**.

ОБОРУДОВАНИЕ:

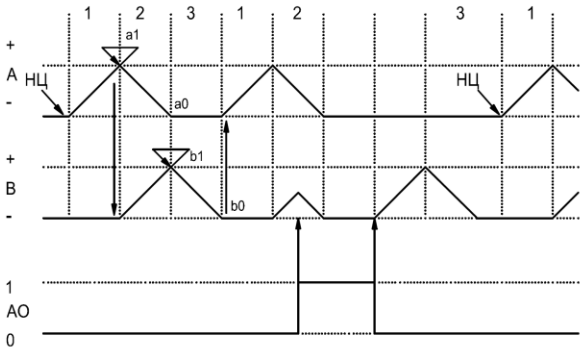
- Два контакта **АО/Н.З**. и **АО/Н.Р**. управляются единым бистабильным устройством.
- Органом управления начала цикла **НЦ** является бистабильный переключатель.

C26	Последовательность A+/A-B+/B- в непрерывном цикле. Срабатывание AO прерывает ход B+ с возобновлением цикла из той же фазы.





Н.Р./3-5 **Н.Р./4** **Н.З./5** **Н.Р./2-5** **Н.Р./3-4**



Уравнения: (самоблокировка: U для a1)

$B1 = \overline{AO} \cdot НЦ \cdot b0$

$B2 = \overline{AO} \cdot a1$

$B3 = \overline{AO} \cdot a1 + \overline{AO} \cdot u \cdot a0 = \overline{AO} \cdot (a1 + u \cdot a0)$

$U = \overline{AO} \cdot a1 + u \cdot \overline{b1}$

$B4 = \overline{AO} \cdot a0 \cdot b1 + AO$

C27	**Последовательность А+/А- в непрерывном цикле. Срабатывание АО прерывает ход цилиндра и оставляет свободу движения поршня. Имитация распределителя 5/3 с ОТКРЫТОЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПОЗИЦИЕЙ**

КОММЕНТАРИЙ

- Для данной схемы необходим электрический распределитель 5/3 с открытой центральной позицией. Центральная позиция электрического распределителя – это положение, которое принимает распределитель в отсутствие сигналов от управляющих устройств.

- В этом типе распределителей имеется пружина, приводящая золотник в центральное положение (вход закрыт, выхлопы открыты), как только прекращается пневматический или электропневматический сигнал. В ручных устройствах управления пружина не требуется, так как установка в центральное положение производится вручную.

- Данная схема работает с двумя электропневматическими распределителями, осуществляющими функцию электрического распределителя.

СХЕМЫ А и В – Пневматическая схема
- Схемы А и В имеют одинаковую пневматическую цепь. Когда пневматическая система находится под давлением, и до подачи электроэнергии в электрическую цепь ни одна из камер цилиндра не находится под давлением.
- В любой схеме с самоблокировкой функция **НЕТ** осуществляется сигналом, определяющим противоположное движение: **a0** снимает питание с катушки **B2** и запитывает **B1**; **a1** снимает питание с катушки **B1** и запитывает **B2**.
- Таким образом, автоматически создается мгновенная инверсия «питание – выхлоп» камер цилиндра, как это происходит при наличии одного электрического распределителя.
- При срабатывании аварийной остановки **АО** во время хода цилиндра ток с распределителя пропадает, поэтому к одной камере, из которой производится выхлоп, добавляется вторая вследствие приведения в исходное положение электропневматического распределителя, отключенного аварийной остановкой.
- Для возобновления цикла необходимо:
  - Вручную привести цилиндр в исходное положение;
  - Отключить кнопку аварийной остановки **АО**;
  - Нажать на кнопку начала цикла **НЦ**.

СХЕМЫ В – Электрическая цепь

- Для работы в непрерывном цикле схема идентична предыдущей. Для получения положения покоя при начале движения цилиндра со штоковой полостью под давлением в двух ситуациях запуска добавляется цепь номер 5:

  - при пуске-наладке или впоследствии во время остановок для обслуживания;
  - после срабатывания аварийной остановки.

- Оператор должен нажать на кнопку **Сброс**, эффект которой запоминается до момента, когда запустится цикл: Н.З. контакт **x** исключает самоблокировку.

C27	Последовательность А+/А- в непрерывном цикле. Срабатывание АО прерывает ход цилиндра и оставляет свободу движения поршня. Имитация распределителя 5/3 с ОТКРЫТОЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПОЗИЦИЕЙ

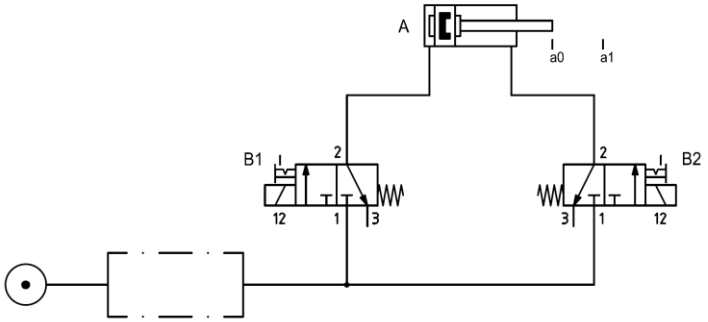
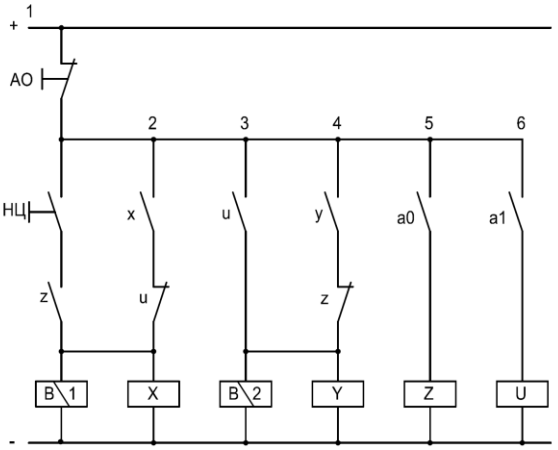


СХЕМА А :

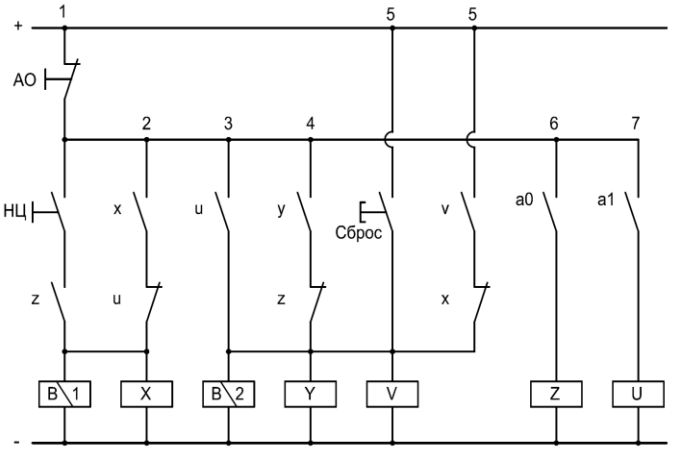
В состоянии АО поршень вручную устанавливается в исходное положение. Цилиндр возобновляет ход с втянутого положения без давления в полостях.



Н.Р./2 Н.Р./4 Н.Р./1 Н.З./4 Н.Р./3 Н.З./2

СХЕМА В :

В состоянии АО при нажатии на кнопку Сброс поршень устанавливается в исходное положение. Цилиндр возобновляет ход с втянутого положения с давлением в штоковой полости.



Н.Р./2 Н.З./5 Н.Р./4 Н.Р./5 Н.Р./1 Н.З./4 Н.Р./3 Н.З./2

C28	**Последовательность A+/B+/B-/A- в непрерывном цикле. Аннулирование блокирующих сигналов. Бистабильные распределители**

КОММЕНТАРИЙ:

- Блокирующий сигнал – это сигнал, образованный магнитным датчиком концевого выключателя, остающийся активным для предотвращения выполнения другим датчиком функции, предназначенной для продолжения ходов, предусмотренных последовательностью. 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.

ДИАГРАММА:

- 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**.

УРАВНЕНИЯ:

- в первой записи : **A+ = НЦ ● a0** **B+ = a1** **B- = b1** **A- = b0**
- Комментарии, касающиеся контроля блокирующих сигналов:

a1 – Сигналом, который определяет момент прекращения блокирующего действия, является **b1**. При выполнении своей собственной функции, воздействии на ход B-, он должен в отрицаемой форме воздействовать на **a1**.

- Так как **b1** является сигналом мгновенного типа, он сохраняется в памяти на время наличия сигнала **a1**.
- Соответствующая цепь самоблокировки, устанавливаемая параллельно катушке **B4** (определяющей ход B-), аннулируется до конца цикла. Сигналом с функцией «НЕТ» цепи самоблокировки не может быть сигнал a0.

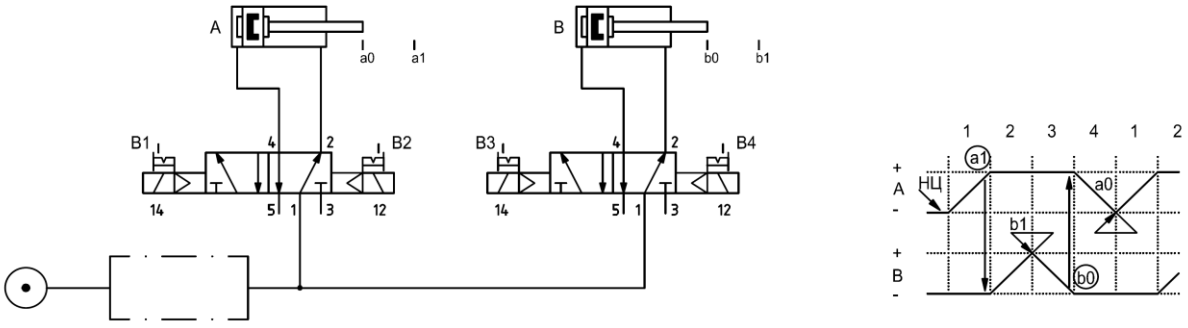
b0 – Учитывая вышесказанное, сигналом (в отрицаемой форме), устанавливаемым в логическое отношение «И» с **b0** будет сигнал **a0**. Он запоминается реле, соединенным параллельно с катушкой **B1** (возбужденной сигналом **a0**), и аннулируется сигналом **b1**.

- Конечные уравнения ходов записаны над схемой.

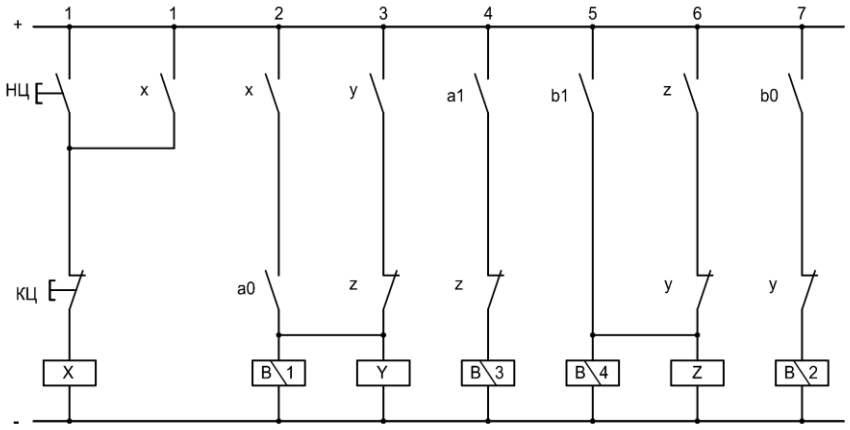
ПРИМЕЧАНИЕ:

- 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 при возбуждении соответствующих катушек электропневматических распределителей.

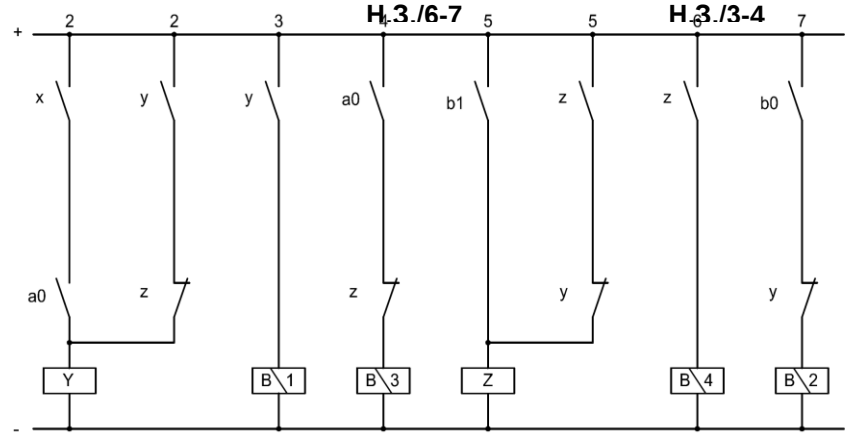
C28	Последовательность А+/В+/В-/А- в непрерывном цикле. Аннулирование блокирующих сигналов. Бистабильные распределители



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



Н.Р./1-2 **Н.Р./3** **Н.Р./6**
Н.З./6-7 **Н.З./3-4**



Н.Р./2-3 **Н.Р./5-6**
Н.З./5-7 **Н.З./2-4**

C29	Последовательность A+/A-/B+/B-/C+/D+/D-/C- в непрерывном цикле. Аннулирование блокирующих сигналов. Моностабильный распределитель цилиндра “A”

КОММЕНТАРИЙ:

- Несмотря на то, что в данном случае мы рассматриваем больше блокирующих сигналов, чем в предыдущем случае, принцип контроля остается 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.

- Такая возможность имеется, однако, только при работе с блокирующими сигналами.

УРАВНЕНИЯ:

- Первая запись уравнений ходов:

A+ = НЦ ● c0 A- = a1 B+ = a0 B- = b1 C+ = b0 D+ = c1 D- = d1 C- = d0

- Комментарии, касающиеся сигналов в каждом уравнении:

- **c0** в A+ : блокирующий для хода A-; аннулируется в конце хода A+ (сигналом **a1** с функцией НЕТ); запоминается, 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): $\mathbf{Y = a1 + (y \cdot \overline{d1})}$;
- Начальное уравнение A+ без указания запоминания **НЦ** приобретает следующий вид:

$$A+ = B1 = НЦ \cdot c0 \cdot \overline{y} \qquad (\overline{y} = Н.З.)$$

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

a0 в 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 аннулируется в конце хода B+ сигналом **b1** (с функцией НЕТ), который необходимо запомнить, так как он является мгновенным.
- Соответствующая цепь самоблокировки может быть аннулирована только сигналом **d1** в конце шестой фазы.
- Соответствующее уравнение (реле самоблокировки **b1** обозначается **Z**): $\mathbf{Z = b1 + (z \cdot \overline{d1})}$
- Начальное уравнение B+ изменяется на: $\mathbf{B+ = B3 = a0 \cdot y \cdot z}$, где:
  - **y** аннулирует срабатывание **a0** в начале цикла
  - **z** аннулирует блокирующий эффект **a0** на ход B-

b1 в B- : сигнал, воспроизведенный цепью самоблокировки **Z** для контроля блокирующего сигнала **a0**, может быть добавлен в независимую цепь уравнением B- = B4 = z (с Н.Р. контактом) или в цепь, предусматривающую параллельное соединение катушек **B4** и **Z**.
- Уравнение становится B- = B4 = b1

см. следующую страницу…

C29A	Последовательность A+/A-/B+/B-/C+/D+/D-/C- в непрерывном цикле. Аннулирование блокирующих сигналов. Моностабильный распределитель цилиндра “A”

b0 в 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.Р. 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: $\mathbf{C+ = B5 = b0 \cdot z \cdot \overline{d1}}$

ПРИМЕЧАНИЯ:

1 - Для мгновенности сигнала **d1** он удлиняется с помощью цепи самоблокировки **U**.

2 - Сигнал **d1** в отрицаемой форме уже имеется в уравнении **Z** , запоминающего сигнал **b1**, поэтому вышеприведенное уравнение можно сократить до: C+ = B5 = b0 ● z

- **c1** в D+ : блокирующий для хода D-. Он аннулируется 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: $\mathbf{U = d1 + (u \cdot \overline{c0})}$

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

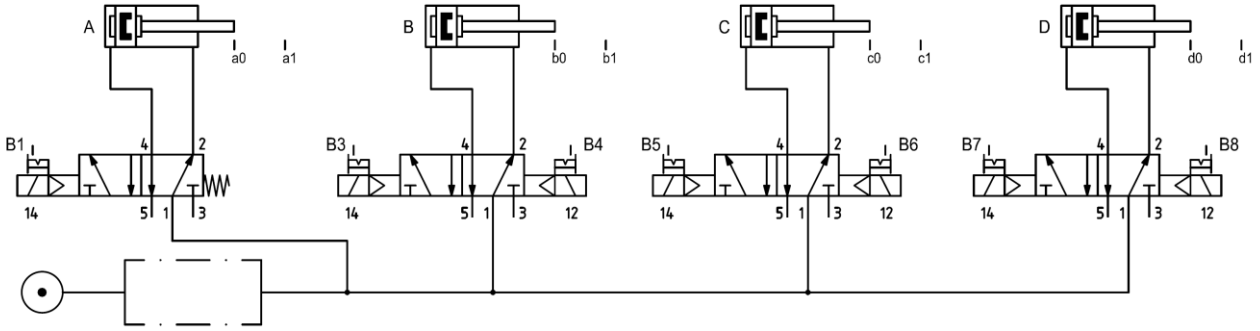
- **d1** в D- : см. информацию, касающуюся уравнения B-;
- Варианты схем: D- = B8 = u (с Н.О. контактом) или : D- = B8 = d1

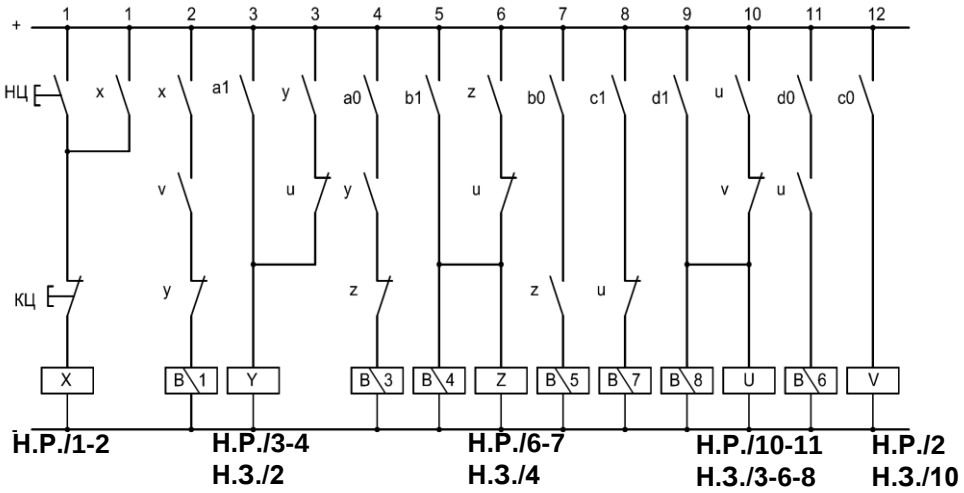
- **d0** в C- : блокирующий для хода C+. Он может быть аннулирован сигналом **d1**, еще присутствующим (так как сохранен в памяти) в начале фазы 8 и исчезающим в конце восьмой фазы под действием сигнала c0 (функция НЕТ) цепи самоблокировки.
- Уравнение становится : C- = B6 = d0 ● d1 = d0 ● u
- Варианты схем: D- = B8 = u (с Н.О. контактом) или : D- = B8 = d1 = d0 ● u

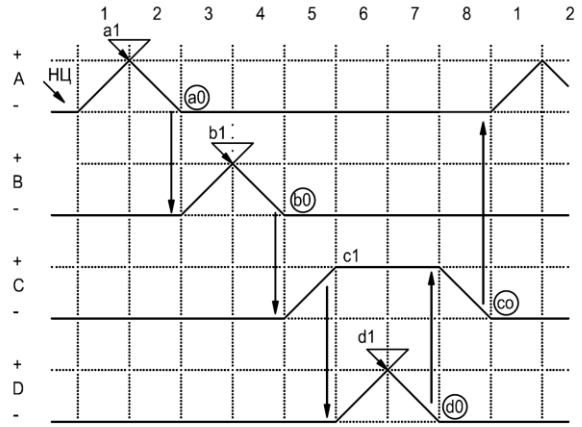
ПРИМЕЧАНИЕ:

- 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**.

C29	Последовательность A+/A-/B+/B-/C+/D+/D-/C- в непрерывном цикле. Аннулирование блокирующих сигналов. Моностабильный распределитель цилиндра “A”







Уравнения

$B1 = НЦ * c0 * \overline{[a1 + (y * \overline{d1})]}$

$B3 = a0 * y * \overline{[b1 + (z * \overline{d1})]}$

$B4 = b1$

$B5 = b0 * z$

$B7 = c1 * \overline{[d1 + (u * \overline{c0})]}$

$B8 = d1$

$B6 = d0 * u$

C30	Управление ходами цилиндра с помощью таймера в последовательности A+/A-

КОММЕНТАРИЙ:

- Управление с помощью таймера предусматривает задержку начала каждого хода цилиндра, несмотря на сигнал, подаваемый переключателем **S**.
- Необходимо выбрать тип таймера и используемые контакты.

ДИАГРАММЫ:

- Для задержки рабочего хода **A+** необходимы:

  - Таймер **Тр 11**. При его возбуждении переключателем **S** происходит задержка воздействия на его контактах.
  - Н.О. контакт, замыкающийся для запуска движения цилиндра по истечении заданной задержки.
  - Цилиндр остается в конечном положении при выдвижении штока до установки переключателя в исходное положение.

- Для задержки рабочего хода **A-** необходимы:

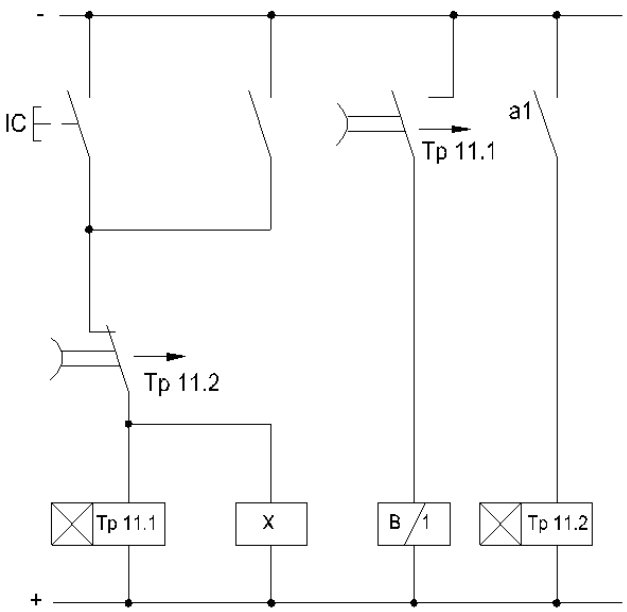
  - Таймер **Тр 22**. При возбуждении таймера переключателем **S** его контакты приводятся в исходное положение.
  - Н.Р. контакт:
    - замыкающийся сразу для запуска движения цилиндра;
    - размыкающийся под действием таймера, несмотря на команду.
  - Таймер должен учитывать время хода и время остановки.
  - Для начала нового цикла необходимо установить переключатель в исходное положение и снова его нажать.

ПРИМЕЧАНИЕ:

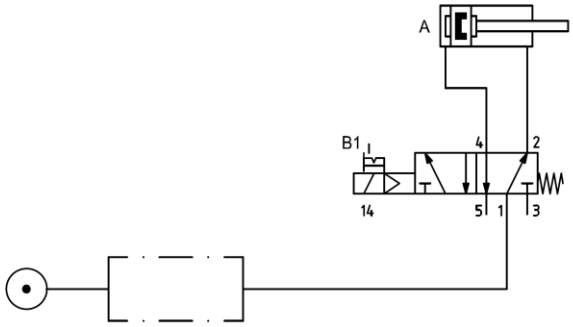
- Два управления с помощью таймеров могут производиться в одной и той же цепи. Для этого требуется сигнал **a1** концевого выключателя и два таймера **Тр 11**. Для поддержания условия одиночного цикла команда должна быть:

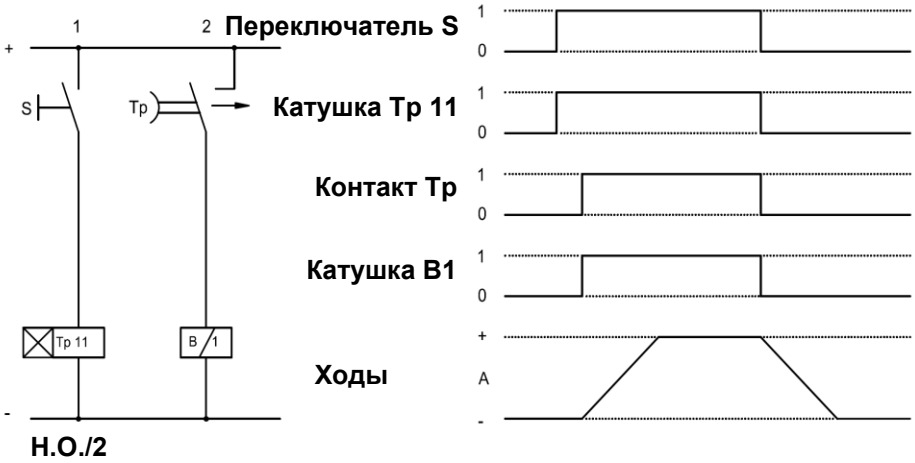
  - заменена кнопкой **P1**;
  - сохранена в памяти, так как распределитель является моностабильным.

- Таймер **Тр 11.2** выполняет функцию исключения с помощью Н.З. контакта самоблокировки после остановки в положении **A+**.



C30	Управление ходами цилиндра с помощью таймера в последовательности A+/A-





C31	Управление ходами цилиндра с помощью таймера в последовательности А-/А+

КОММЕНТАРИЙ:

- Для установки цилиндра со штоком в выдвинутом положении в конце рабочего хода и выдержки в этом положении необходимы следующие условия:
  - Питание силовой цепи;
  - Питание цепи управления;
  - Отсутствие сигнала управления;
  - Срабатывание электрического распределителя.

ДИАГРАММЫ:

- Для задержки рабочего хода **А-** необходимы следующие условия:

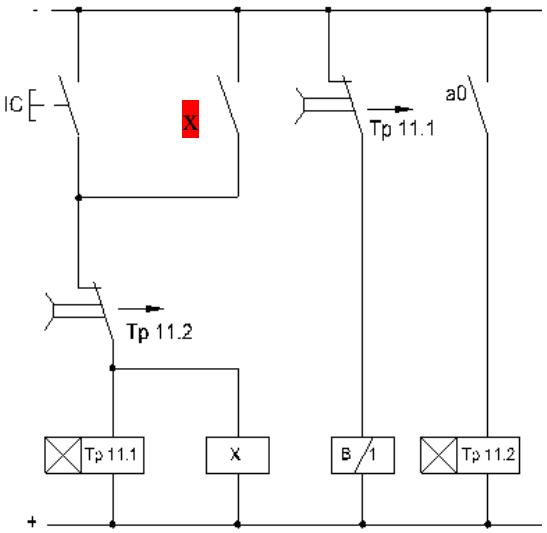
  - Таймер **Тр 11** после возбуждения с помощью переключателя **S** задерживает воздействие на свои контакты.
  - Н.З. контакт должен:
  - Оставаться замкнутым даже при наличии сигнала управления. Это необходимо для того, чтобы цилиндр
    - занял исходное положение во время хода **А+**;
    - мог выполнить ход **А-** с требуемой задержкой;
- Цилиндр остается в положении **А-** все время, пока остается активной команда.
- Для выполнения нового цикла необходимо установить в исходное положение, а затем снова переключить переключатель **S**.

Для задержки рабочего хода **А+** необходимы следующие условия:

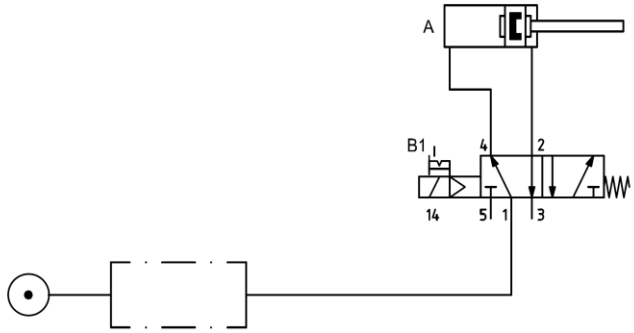
- Таймер **Тр 22**, получив питание с переключателя **S**, устанавливает свои контакты в исходное положение.
- Н.З. контакт:
  - До команды позволяет цилиндру принять положение А+.
  - При наличии команды: немедленно размыкается для позволения выполнения рабочего хода и снова замыкается по прошествии времени **t**, учитывающего необходимое время для выполнения хода и время остановки на фазе **А-**.
- Для выполнения нового цикла необходимо установить в исходное положение, а затем снова переключить переключатель **S**.

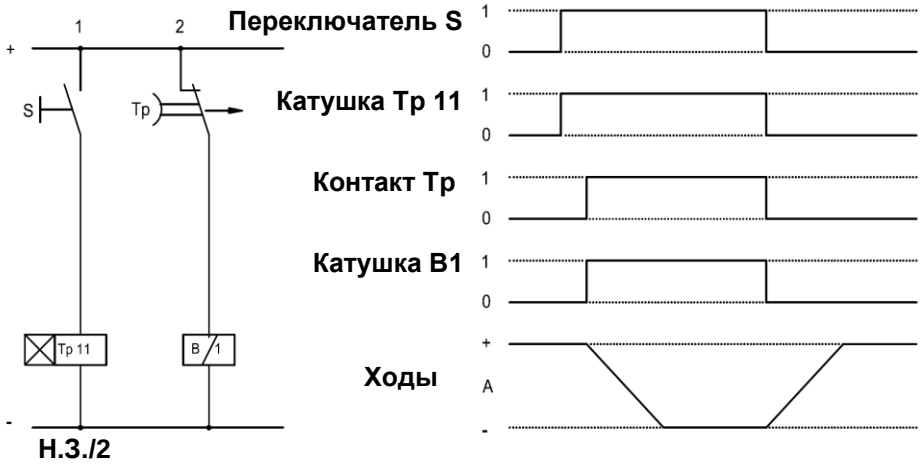
ПРИМЕЧАНИЕ:

- Два управления временем могут работать в одной и той же цепи при наличии сигнала **а0** конца рабочего хода и двух таймеров **Тр 11**.
- Для поддержания условия одиночного цикла команда:
- заменяется кнопкой **Р1** - сохраняется, так как распределитель **E.D.** является моностабильным.
- Таймер **Тр11.2** предназначен для выключения с помощью Н.З. самоудерживающегося контакта после остановки на фазе **А-**.

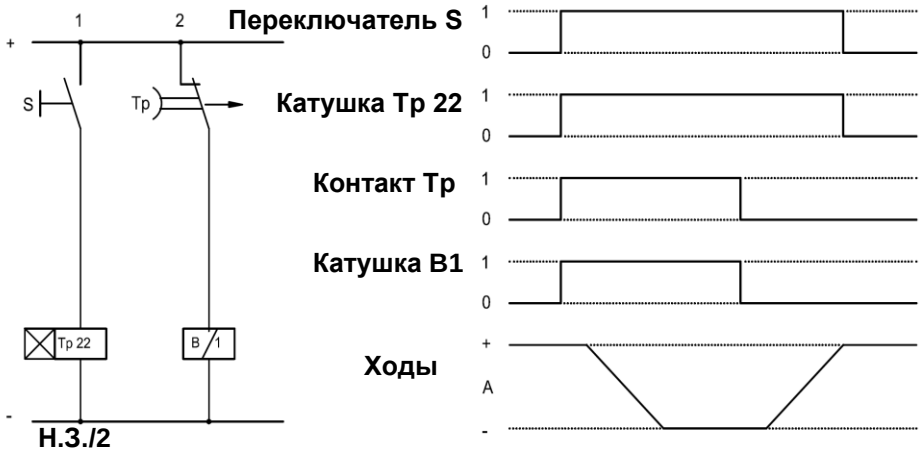


C31	Управление ходами цилиндра с помощью таймера в последовательности А-/А+





Н.3./2



Н.3./2

C32	Управление ходами цилиндра A-/A+ с помощью таймера с остановкой цилиндра во время положения A+

КОММЕНТАРИЙ:

- Отсчет таймера начинается, когда цилиндр достигает положения конца положительного хода, независимо от типа управления - полуавтоматического (одиночный цикл) или автоматического (непрерывный цикл).
- Из-за моностабильности электрического распределителя таймер выполняет свою функцию с помощью Н.З. контакта с логической функцией «НЕТ» в схеме с самоблокировкой:
- команды **НЦ**: для полуавтоматического цикла в обоих условиях начала цикла;
- на катушке **B1**: для непрерывного цикла.

СХЕМЫ:

В одиночном цикле без защиты в начале цикла:

- Параллельно между двумя катушками контакт **Тр** аннулирует самоблокировку сигнала **НЦ**, от которого зависит **B1**.

Уравнение цепи

$$X = B1 = НЦ + x \cdot \overline{Тр}$$

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

$$X = НЦ + x \cdot \overline{Тр} \qquad \mathbf{B1 = x}$$

В одиночном цикле с защитой в начале цикла:

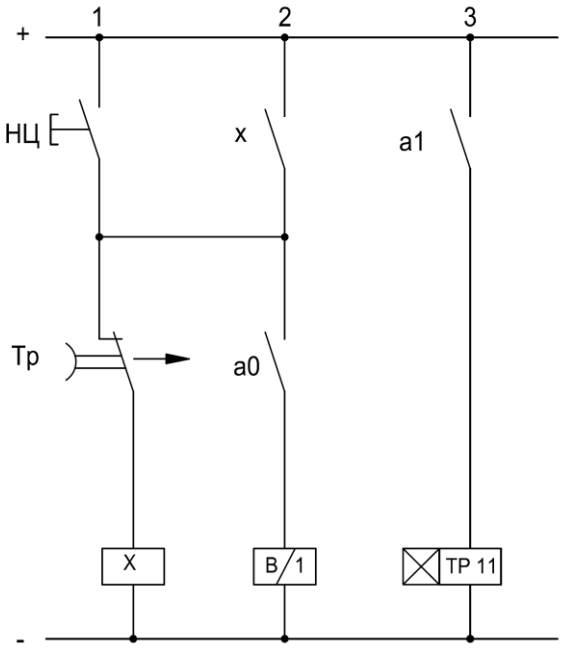
- Действие контакта **Тр** такое же, как в предыдущем случае.
- Предлагаемая схема, выражаемая следующим уравнением:

$$X = B1 = НЦ \cdot a0 + x \cdot \overline{Тр}$$ может быть реализована:

- с двумя отдельными цепями: $X = НЦ + x \cdot \overline{Тр}$

$\mathbf{B1 = x \cdot a0}$

- при перемене местами **a0** и **Тр** при условии их установки в конце параллельного соединения, как показано на иллюстрации рядом.



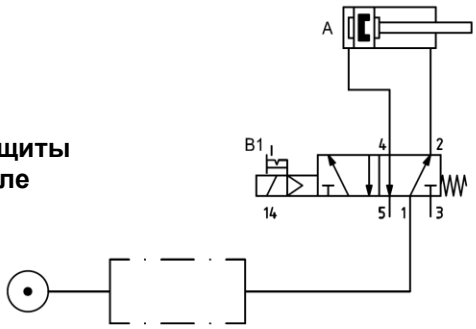
В непрерывном цикле:

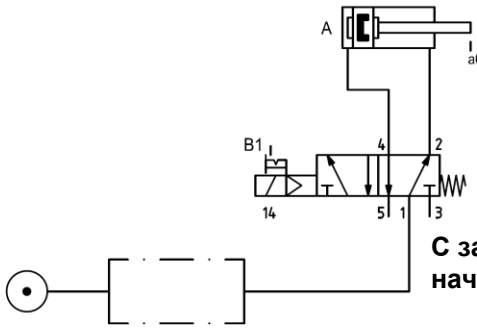
- Как сказано в комментарии, эффект таймера должен затрагивать только самоблокировку катушки **B1**, так как именно с нее снимается возбуждение в каждом цикле для выполнения обратного хода после остановки на фазе **A+**.
- Автоматический режим цикла определяется сохраненным в памяти сигналом **НЦ**, подающим питание **B1** при каждом замыкании контакта **a0** после остановки на фазе **A-**.

C32	Управление ходами цилиндра А-/А+ с помощью таймера с остановкой цилиндра во время положения А+

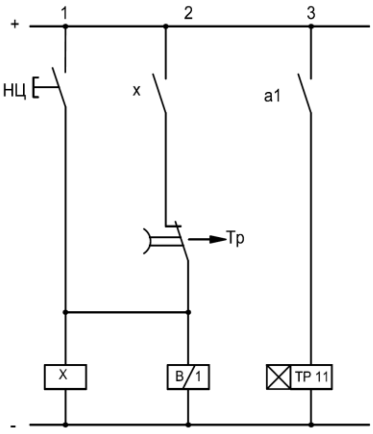
В одиночном цикле

Без защиты в начале цикла

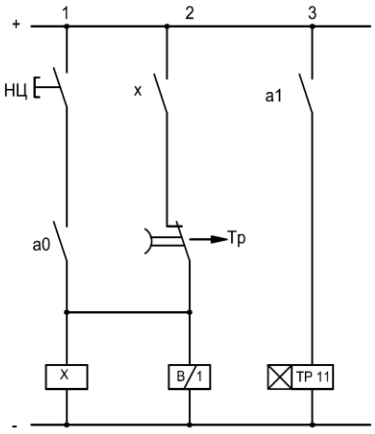




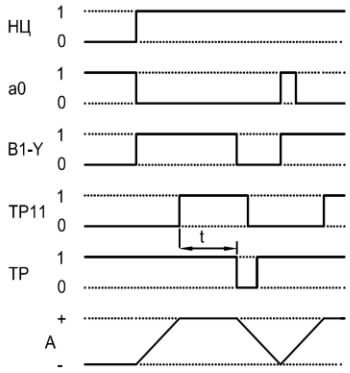
С защитой в начале цикла



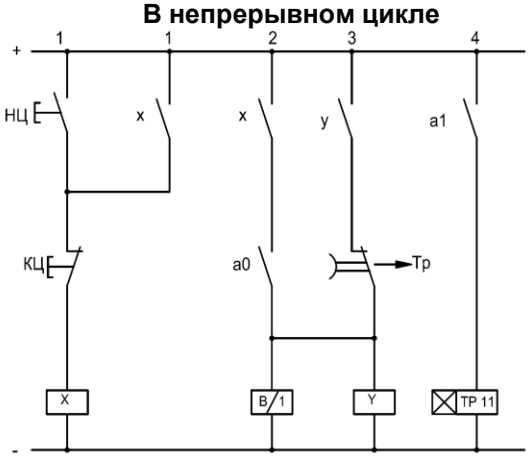
Н.Р./2 **Н.З./2**



Н.Р./2 **Н.З./2**



В непрерывном цикле



Н.Р./1-2 **Н.Р./3** **Н.З./3**

C33	**Принудительное управление цилиндром двумя руками**

КОММЕНТАРИЙ:

- Данное предохранительное приспособление вынуждает оператора таких станков как гильотина, пресс и т.п. производить их включение, используя обе руки с помощью двух кнопок, расположенных на определенном расстоянии друг от друга.
- Время между двумя нажатиями ограничено долями секунды для предотвращения возможности освобождения одной руки.
- Так как это предохранительное приспособление может быть использовано на всех рабочих фазах, цилиндр получает питание от моностабильного электрического распределителя.
- При включении цикла оператор должен удерживать кнопки нажатыми, в противном случае произойдет немедленный возврат цилиндра.

СХЕМА:

- Принцип действия предохранительного приспособления основан на последовательном соединении трех контактов цепи № 4:
  - двух Н.Р. контактов кнопок управления, воспроизведенных реле **X** и **Y**;
  - Н.З. контакта таймера с эффектом задержки размыкания.

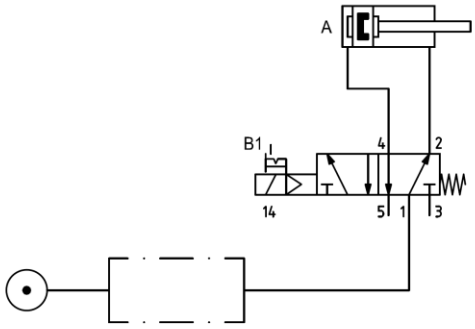
- Эта группа контактов вставлена в цепь **B1**, соединенную параллельно с реле **Z**.

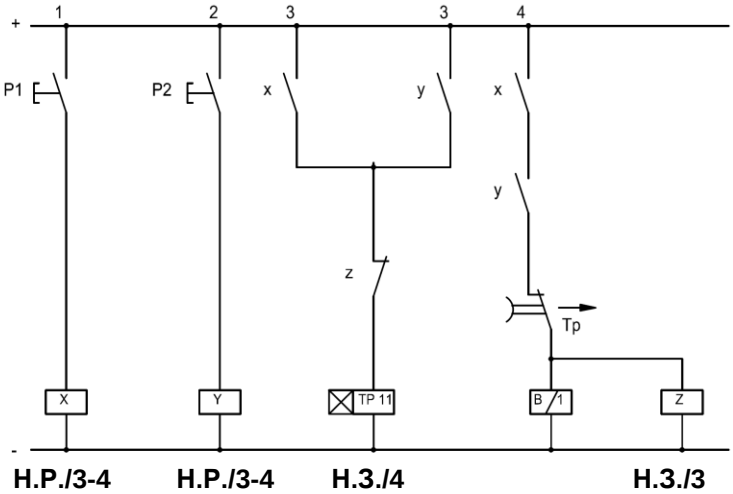
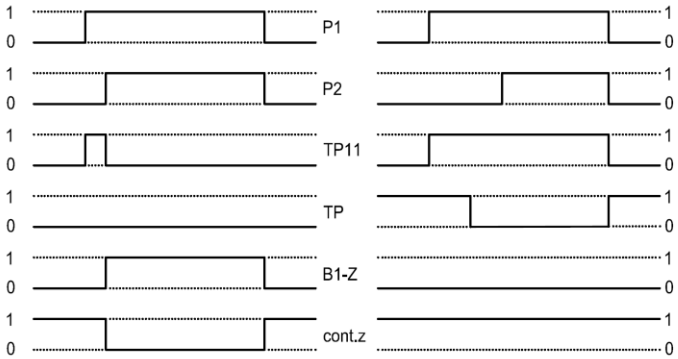
- При правильном нажатии на кнопки управления, запуск цикла происходит одновременно с размыканием Н.З. контакта **z**. Это исключает питание таймера и, таким образом, поддерживает в замкнутом состоянии Н.З. контакт **Tp** цепи №4.

- Если же нажатия производятся с нарушением заданного интервала, при размыкании Н.З. контакта **Tp** срабатывает таймер, исключая питание **B1** и **Z**.

- При правильной подаче серии команд, подача питания и счет таймера начинаются с нажатия одной из кнопок и заканчиваются при втором нажатии. Операции повторяются при каждом цикле и прерываются с началом цикла.

С33	**Принудительное управление цилиндром двумя руками**





Диаграммы управления в двух ситуациях работы:
1. Интервал 1 сек.
2. Интервал 3 сек.
Таймер установлен на 2 сек.