

ЛОГИЧЕСКИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ «И» И «ИЛИ»

Студент гр.10305121 Стрижак А.Д.

Научный руководитель – профессор Якимович А.М.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

С функциональной точки зрения логический блок может состоять из одной или нескольких контактных пар. Элементарные логические функции, формирующие блоки: И, ИЛИ, НЕ. Эти логические функции могут быть реализованы как на пневматических, так и на электрических элементах. Пневматические распределители с пневмоуправлением (ППР) предназначен для управления исполнительными элементами пневмоавтоматики, например, ПД и, в том числе, используется для создания систем пневмологики.

Два таких ППР могут быть применены для управления цилиндрами двустороннего действия. ППР (рисунок 1) имеет одно отверстие для подвода воздуха, один канал управления, одно выходное отверстие и отверстие сброса воздуха. При подаче управляющего сигнала через канал в пневмоцилиндр управления, золотник перемещается вправо, перекрывая канал, соединяя отверстие с отверстием выхлопа и атмосферой.

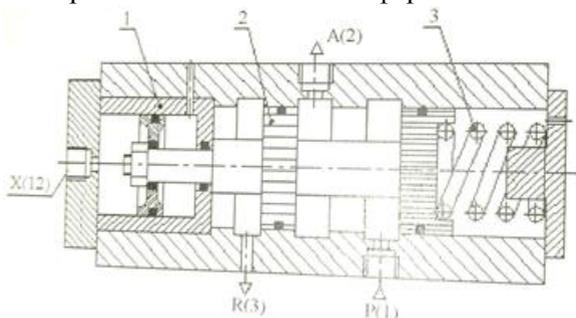


Рисунок 1 – Золотниковый 3/2 распределитель с пневмоуправлением

Пневматические трехлинейные распределители высокого давления с пневмоуправлением, кроме функции аппаратуры распределения направляющих потоков, могут так же выполнять функцию логических ячеек для реализации логических операций. При распределении потоков магистральный поток обычно подаётся на одну линию входа, а вторая линия соединяется с нагрузкой, которая при переключении ППР соединяется с атмосферой через третью линию. При использовании ППР в качестве логической ячейки, он как бы «переворачивается» (рисунок 2): две линии используются для входа двух пневматических сигналов, а третья линия соединена с выходом. Совокупность логических операций, выполняемых с помощью 3/2-пневмораспределителя, определяется соответствующей коммутацией линий X_1 , X_2 одного или двух ППР.

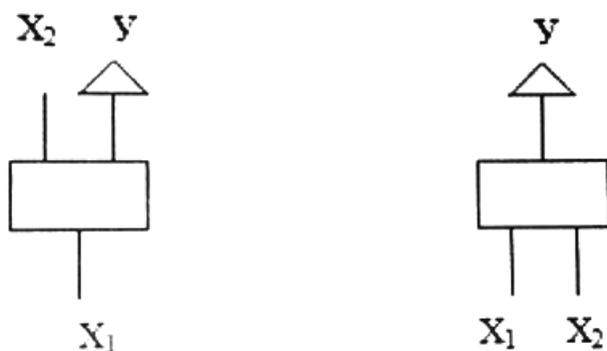


Рисунок 2 – Структура распределения сигналов

Логические операции также могут выполняться с помощью специально сконструированных пневмоэлементов. Элемент «И» (рисунок 3) имеет два входных канала, и один выходной. Сжатый воздух проходит через элемент на выход из канала в случае подачи сигнала на оба АУ входа 1 и 1; при этом запорный элемент находится в среднем положении и пропускает последний из поданных сигналов от каналов 1 и 1(3). При подаче одного входного сигнала, например, сигнала по каналу 1 проход воздуха на выход из канала 2 блокируется прижатием подвижного элемента к седлу

клапана. Аналогично работает элемент и при подаче сигнала по каналу 1 (рисунок 3).

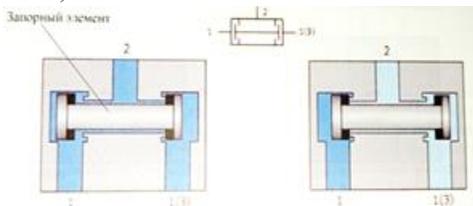


Рисунок 3 – Схема логического элемента «И»

На рисунке 4 приведена принципиальная схема управления пневмоцилиндром с помощью пневмоэлемента «И». В случае подачи сжатого воздуха на вход, подвижный запорный элемент перекрывает вход, позволяя воздуху свободно проходить на выход. При подаче сигнала по каналу сжатый воздух запирает канал 1 и поступает в канал 2. При обратном течении сжатого воздуха, то есть когда воздух, например, из полости пневмоцилиндра выпускается в атмосферу, подвижный запорный элемент остается в положении последнего переключения.

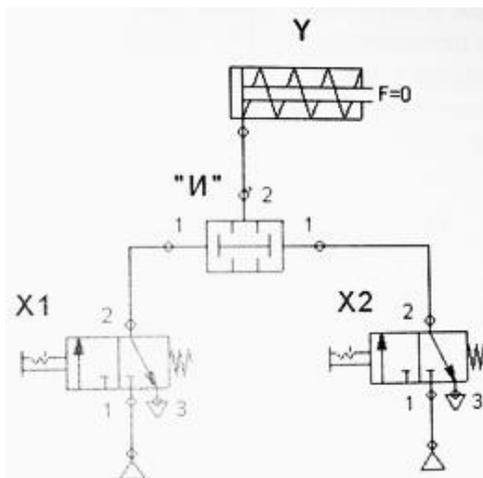


Рисунок 4 – Принципиальная схема управления пневмоцилиндром с помощью пневмоэлемента «И»

Если в схеме требуется 2 и более выходных логических сигналов управления, то следует установить несколько элементов «ИЛИ» (рисунок 5). На рисунке 6 представлена принципиальная схема управления пневмоцилиндром с помощью логического элемента «ИЛИ».

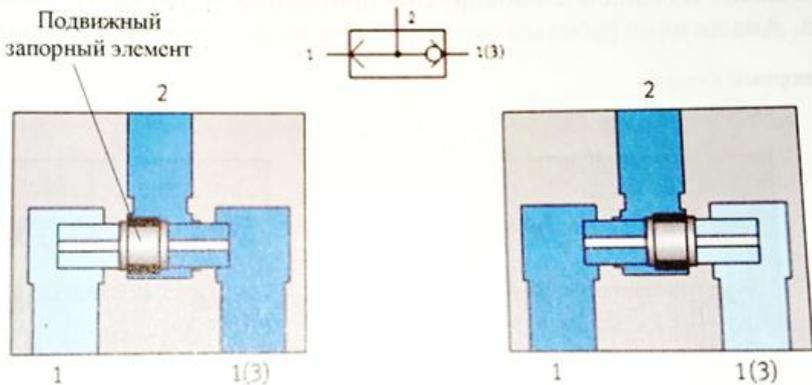


Рисунок 5 – Схема логического элемента «ИЛИ»

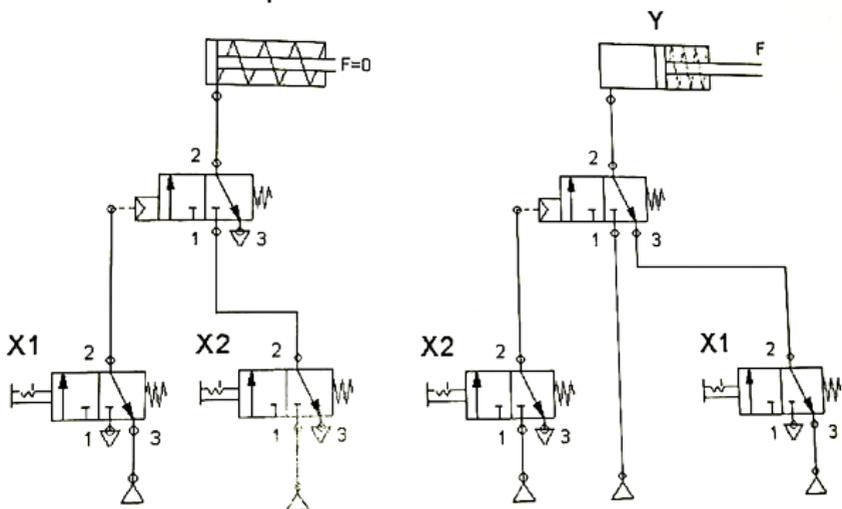


Рисунок 6 – Принципиальная схема управления пневмоцилиндром с помощью логического элемента «ИЛИ»

По условиям работы дискретные системы управления (ДСУ) делятся на одноктактные и многотактные (цикловые). К **одноктактным** относятся ДСУ, в которых комбинации выходных сигналов управляющей части определяются только состоянием входных сигналов в данный момент времени и не зависят от предыдущих их состояний. В **многотактных** ДСУ комбинации выходных сигналов зависят не только от состояния входных сигналов в данный момент времени, но и от предшествующих состояний входов и выходов. Информация о предшествующих состояниях вводится с помощью триггеров.

Задача структурного синтеза ДСУ – определить достаточный и необходимый набор логических элементов, обеспечивающий соответствие входных и выходных сигналов заданным условиям работы системы. Процедура определения минимально необходимого количества логических элементов и их взаимосвязей носит название «процедура минимизации». Синтез подразделен на несколько этапов, и, в какой-то мере, формализован, хотя в некоторых случаях легче строить систему управления исходя из определенных логических соображений, и она иногда получается лучше, чем, если бы был использован сугубо формальный метод. Однако здесь требуется уже определенный опыт и талант конструктора. Во всяком случае, каким методом решать задачу, зависит от разработчика.

Методы минимизации подробно описаны в литературе по автоматике. Это и симплекс метод, метод с использованием карт Карно, графоаналитические методы, и прочие. При синтезе одноктактных ДСУ довольно широкое распространение получил табличный метод. Суть его заключается в том, что в соответствии с условиями работы, по словесному описанию составляют таблицу состояний (таблицу истинности). Затем составляют уравнения, устанавливающие зависимость выходных сигналов Y_1, Y_2, \dots, Y_n от входных X_1, X_2, \dots, X_n . Эти уравнения могут быть записаны в совершенно дизъюнктивной нормальной форме (СДНФ) или в совершенно конъюнктивной нормальной форме (СКНФ). Ограничимся рассмотрением первой формы. СДНФ – это

логическая сумма всех конституент единицы. Конституент единицы – это логическое произведение всех входных сигналов, при котором данный выходной сигнал принимает действительное значение, то есть равен 1. В соответствии с определением СДНФ:

$$Y = X_1\overline{X_2}X_3 + \overline{X_1}X_2\overline{X_3}.$$

В данном уравнении, «X» без верхней черты означает, что сигнал «действительный», а с чертой, - что сигнал «ложный», то есть равен нулю.

Следующим этапом анализа является минимизация полученного уравнения с целью сведения числа логических элементов к минимуму. Для этого путем анализа в полученном уравнении и в таблице выявляются состояния, «соседние» по отношению к членам СДНФ. Состояния считаются **соседними**, если они отличаются значением только одной переменной. В логическом уравнении соседних состояний нет, и поэтому это уравнение не подлежит минимизации.

Проанализируем состояние двух независимых переменных, приведенных в таблице 1. Логическое уравнение СДНФ будет иметь следующий вид:

$$Y = X_1\overline{X_2} + \overline{X_1}X_2 + \overline{X_1}\overline{X_2}.$$

В этом уравнении четыре оператора «НЕ», три оператора «И», два оператора «ИЛИ», то есть система управления должна содержать в сумме девять логических операторов, что не всегда приемлемо. Однако первые и третьи состояния – «соседние», так как отличаются только первой переменной. Уравнение подлежит минимизации.

Таблица 1

X1	1	1	0	0
X2	1	0	1	0
Y	0	1	1	1

В данном случае действует следующее правило. Чтобы **минимизировать** уравнение для данного выхода «Y», к имеющимся членам **СДНФ, необходимо** дополнительно дописать «соседние»

состояния, а затем «склеить» на **основании** соответствующего закона алгебры логики. Для уравнения это выглядит следующим образом:

$$Y = X_1 \overline{X_2} + \overline{X_1} X_2 + \overline{X_1} \overline{X_2} = X_1 \overline{X_2} + \overline{X_1} \overline{X_2} + \overline{X_1} X_2 + \overline{X_1} \overline{X_2} = \overline{X_2} (X_1 + \overline{X_1}) + \overline{X_1} (X_2 + \overline{X_2}) = \overline{X_2} + \overline{X_1}.$$

В полученном минимизированном уравнении используются всего 3 логических оператора. После применения правила де-Моргана, уравнение принимает вид:

$$\overline{X_2} + \overline{X_1} = \overline{X_2 X_1}.$$

Таким образом, после процедуры минимизации вместо девяти логических операторов используются только два «И» и «НЕ».

Важной составляющей табличной минимизации является использование также «условных» состояний. **Условные состояния** – это состояния входов, при которых значение данного выхода не играет роли в соответствии с анализом работы проектируемой системы. Оно может быть любым из двух возможных, либо обязательным, то есть $X=1$, либо ложным, то есть $X=0$. Эти состояния в соответствующей графе таблицы состояний обозначаются прочерком. Важно и то, что при составлении таблицы состояний должен рассматриваться весь набор сочетаний независимых переменных, без ограничения его лишь перечнем обязательных и ложных состояний. Именно последнее обстоятельство и является характерной ошибкой при минимизации.

Например, пусть проектируемая система определяется тремя входами X_1, X_2, X_3 , и одним выходом Y . Общее число сочетаний входных сигналов «К» определяется для двоичной системы как $K = 2^3 = 8$. Состояния работы данной системы определены в таблице 2.

Таблица 2

X1	0	0	0	0	1	1	1	1
X2	0	0	1	1	0	0	1	1
X3	0	1	0	1	0	1	0	1
Y	0	0	0	1	0	–	1	–

Логическое уравнение в СДНФ запишется в следующем виде:

$$Y = \overline{X_1} X_2 X_3 + X_1 X_2 \overline{X_3}.$$

По состоянию обязательных сигналов уравнение минимизации не подлежит (нет соседних членов). Для его реализации требуются два оператора «НЕ», четыре «И», один «ИЛИ» - всего семь. Использование дистрибутивного закона сократит их число до шести.

$$Y = X_2(\overline{X_1}X_3 + X_1\overline{X_3}).$$

И это окончательно, если не использовать условные состояния.

В процессе анализа условных состояний, их можно рассматривать как обязательные, поскольку по определению состояние выхода не имеет значения и поэтому можно учитывать появившиеся «соседние» состояния. Из таблицы 2 видно, что первое условное состояние, а именно $X_1 X_2 X_3$, отличается от обязательных двумя переменными и, соответственно, не является соседним ни для одного из обязательных. Зато второе условное состояние, то есть $X_1 X_2 X_3$, «соседнее» по отношению к обоим обязательным, и их можно «склеивать». Далее уравнение, с учетом появившихся возможностей преобразуется и принимает вид:

$$Y = \overline{X_1}X_2X_3 + X_1X_2\overline{X_3} = (\overline{X_1}X_2X_3 + X_1X_2X_3) + (X_1X_2\overline{X_3} + X_1X_2X_3) = X_2X_3(\overline{X_1} + X_1) + X_1X_2(\overline{X_3} + X_3).$$

В полученном выражении, в соответствии с законом дополнительности, $\overline{X_1} + X_1 = 1$; $\overline{X_3} + X_3 = 1$. После дальнейших преобразований уравнение (1.37) окончательно принимает вид

$$X_2X_3 + X_1X_2 = X_2(X_1 + X_3)$$

Таким образом, с учетом условных состояний, число операторов минимизировано до двух. Это операторы «И» и «ИЛИ».