|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  | | --- | | **Логические элементы в электрических схемах** | |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Логические элементы в электрических схемахЛогические элементы — устройства, осуществляющие определенную связь между входными и выходными величинами. Элементарный логический элемент имеет два входа и один выход. Сигналы на них дискретны, т. е. принимают одно из двух возможных значений — 1 или 0. За единицу иногда принимают наличие напряжения, а за нуль — отсутствие его. Работа таких устройств анализируется с помощью понятий булевой алгебры — алгебры логики.  Устройства, оперирующие дискретными сигналами, называют дискретными. Работа таких устройств анализируется с помощью понятий булевой алгебры — алгебры логики.  **Основные положения алгебры логики**  Логической переменной называют входную величину, которая может принимать только два противоположных значения: х = 1 или х = 0. Логической функцией называют зависимость выходной величины от входных, и сам выходной сигнал, который тоже может принимать только два значения: у = 1 или у = 0. Логическая операция — это действие, которое совершает логический элемент с логическими переменными в соответствии с логической функцией. Значения 1 и 0 взаимно противоположны (инверсны): 1 = 0, 0 = 1. Черточкой обозначается отрицание (инверсия).  Принимается, что 0 • 0 = 0, 0 + 0 = 0, 1 - 0 = 0, 1 + 0 = 1, 1 • 1 = = 1, 1 + 1 = 1.  При преобразовании формул алгебры логики сначала выполняют операции инверсии, затем умножения, сложения и затем все остальные.  Смотрите также по этой теме: [Законы алгебры контактных схем](http://electricalschool.info/spravochnik/poleznoe/1609-zakony-algebry-kontaktnykh-skhem.html)  Основные логические операции рассмотрены здесь: [Логические устройства](http://electricalschool.info/electronica/1152-logicheskie-ustrojjstva.html)  **Логические элементы в виде релейно-контактных схем**  Логические элементы могут быть представлены в виде релейно-контактной схемы (рис. 1).  Основные логические элементы (а) и релейно-контактный эквивалент (б)  Рис. 1. Основные логические элементы (а) и релейно-контактный эквивалент (б)  Если считать, что замкнутые контакты соответствуют единичному сигналу, а разомкнутые — нулевому, то элемент И можно представить соединенных контакта х1 и х2 и реле у. Если оба контакта замкнуты, то по катушке пойдет ток, реле сработает и его контакты замкнутся.  Элемент ИЛИ можно представить как два замыкающих контакта, соединенных параллельно. При замыкании или первого или второго из них реле срабатывает и замыкает свои контакты, через которые пойдет сигнал.  Элемент НЕ можно представить как один замыкающий контакт х и один размыкающий у. Если сигнал на вход не подавать (х = 0), то реле не срабатывает и контакты у остаются замкнутыми, ток через них проходит. Если же замкнуть контакты х, реле сработает и разомкнет свои контакты, тогда сигнал на выходе будет равен нулю.  На рис. 2 изображена схема, выполняющая операцию ИЛИ — НЕ. Если ни на один из входов не подавать сигнал, то транзистор останется закрытым, ток через него не потечет, а напряжение на выходе будет равно ЭДС источника Uy = Uc, т. е. у= 1.  Схема логического элемента ИЛИ — НЕ, выполняющего логические операции  Рис. 2. Схема логического элемента ИЛИ — НЕ, выполняющего логические операции  Если хотя бы на один из входов подать напряжение, то сопротивление транзистора упадет от ∞ до 0 и по цепи эмиттер — коллектор потечет ток. Падение напряжения на транзисторе станет равным нулю (Uy = 0). Это означает, что сигнала на выходе нет, т. е. у = 0. Для нормальной работы элемента необходимо создавать смещение потенциала базы относительно общей точки, это достигается специальным источником Uсм и резистором Rсм. Резистор R6 ограничивает ток база — эмиттер.  Логические элементы, построенные на электромагнитных реле, транзисторах, магнитных сердечниках, электронной лампе, пневматических реле, имеют слишком большие размеры, поэтому сейчас применяют интегральные микросхемы. Логические операции в них происходят на уровне кристаллов.  **Примеры использования логических элементов в схемах**  Рассмотрим несколько узлов электрических схем, наиболее часто встречающихся в электроприводе. На рис. 3, а показан узел питания катушки контактора К.  Узлы схем с логическими элементами: 1 - 8 — номера входа и выхода  Рис. 3. Узлы схем с логическими элементами: 1 - 8 — номера входа и выхода  При нажатии кнопки КнП ток проходит по линии и срабатывает контактор. Его главные контакты (на схеме не показаны) подключают двигатель к сети, а контакты К, замыкаясь, шунтируют кнопку КнП. Теперь ток будет протекать по этим контактам, а кнопку КнП можно отпустить. Под действием пружины она размыкает свои контакты, но катушка будет продолжать питаться через контакты К. При нажатии кнопки КнС линия разрывается и контактор отпускается.  Этот узел можно выполнить на логических элементах. В схему входят катушка контактора К, кнопки КнП и КнС, два логических элемента ИЛИ — НЕ и усилитель. Исходное состояние х1 = 0 и х2 = 0, тогда на выходе элемента 1 получим у1 = х1 + х2 = 0 + 0 = 1. На выходе элемента 2 — у5 = х3 + х4 = 1 + 0 = 0, т. е. катушка обесточена, реле не срабатывает.  Если нажать КнП, то y1 = x1 + х2 = 1 + 0 = 0. На выходе элемента 2 у5 = x3 + х4 = 0 + 0 = 1. По катушке проходит ток и контактор срабатывает. Сигнал у2 подается на вход х2 но у1 от этого не меняется, так как у1 = x1 + х2 = 1 + 1 = 0. Таким образом, катушка контактора находится под током.  Если нажать кнопку КнС, то на вход второго элемента будет подаваться сигнал х4 = 1, тогда у2 = х3 + х4 = 0 + 1 = 0 и контактор отпускается.  Рассмотренная схема способна "запоминать" команды: сигнал у2 остается неизменным, даже если отпустить кнопку.  Такую же функцию памяти можно осуществить с помощью триггера. Если на вход подать сигнал х1 = 1, то на выходе появится сигнал у = 1 и будет оставаться неизменным до тех пор, пока не нажмем кнопку КнС. Тогда триггер переключается и на выходе появляется сигнал у = 0. Он будет оставаться без изменения до тех пор, пока снова не нажмем кнопку КнП.  На рис. 3, б показан узел электрической блокировки двух реле РВ (вперед) и РН (назад), исключающий их одновременное срабатывание, так как это приведет к короткому замыканию. Действительно, при нажатой кнопке КнВ срабатывает реле PB, а его блок-контакты размыкаются и катушка РН не сможет оказаться под током, даже если нажать кнопку КнН. Отметим, что шунтирование замыкающих контактов кнопок здесь не предусмотрено, т. е. узел памяти отсутствует.  В схеме с логическими элементами при нажатии кнопки КнВ на первом элементе получим х1 = 1, у2 = х1 = 0. На втором элементе y7 = х5 + х6 = y2 + х6= 0 + 0 = 1  Реле РВ срабатывает и сигнал y7 подается на вход элемента 4 (y7 — х8 = 1). На входе элемента 3 сигнал отсутствует (х2 = 0), тогда у4 = х2 = 1. На четвертом элементе: y10 = х8 + х9 = х8 + y4 = 1 + 1 = 0, т. е. реле РН сработать не может, даже если нажать кнопку КнН. Тогда получим такой же результат: у10 = х8 + х9 = = х8 + y4 = 1 + 0 = 0.  На рис. 3, в показан узел отпускания реле в случае нажатия кнопки КнС или размыкания контактов конечного выключателя ВК. В схеме с логическими элементами в исходном положении у3 = х1 + х2 = 0 + 0 = 1, т. е. катушка реле находится под током. При нажатии кнопки КнС получим y3 = x1 + х2 = 1 + 0 = 0 и реле отпускается.  На рис. 3, г показан узел включения реле в случае нажатия кнопки КнП при замкнутом контакте ВК. В схеме с логическими элементами в нормальном состоянии контактов получим у7 = х6 = у6 = х4 = у3 = х1х2 = 0 • 0 = 0. Если нажата только кнопка КнП, то у7 = х1х2 = 1 • 0 = 0. Если замкнут только контакт ВК, то у7 = = х1х2 = 0 • 1 = 0. При замыкании КнП и ВК получим у7 = х1х2 = 1 • 1 = 1. Это означает, что реле срабатывает.  На рис. 3, д показана схема управления двумя реле Р1 и Р2. При подаче напряжения на цепь срабатывает реле времени РВ, его контакты в линии 3 размыкаются мгновенно. Схема готова к работе. При нажатии кнопки КнП срабатывает реле Р1, его контакты замыкаются, шунтирут кнопку. Другие контакты в линии 2 размыкаются, а в линии 3 замыкаются. Реле РВ отпускается и его контакты с выдержкой времени замыкаются, срабатывает реле Р2. Таким образом, после нажатия кнопки КнП реле Р1 срабатывает сразу, а Р2 — через некоторое время.  В схеме с логическими элементами узел "Память" построен на триггере. Пусть на выходе у него сигнал отсутствует (у3 = 0), реле Р1 и Р2 обесточены. Нажимаем кнопку КнП, появляется сигнал на выходе триггера. Срабатывает реле Р1 и начинает отсчет времени элемент ЭВ.  Когда появится сигнал у5 = 1, срабатывает реле Р2. При нажатии кнопки КнС триггер переключается и тогда у3 = 0. Реле Р1 и Р2 отпускаются.  Типовые узлы с логическими элементами широко применяют в более сложных схемах, причем такие схемы гораздо проще, чем схемы на релейно-контакторной аппаратуре. |

===========================================

|  |  |
| --- | --- |
| **Законы алгебры контактных схем** |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Законы алгебры контактных схемАналитическая запись структуры и условий работы релейных схем дает возможность производить аналитические равносильные преобразования схем, т. е. путем преобразования структурных формул находить схемы, аналогичные по своему действию. Особенно полно методы преобразования разработаны для структурных формул, выражающих контактные схемы.  Для контактных схем используется математический аппарат алгебры логики, точнее — одной из наиболее простых ее разновидностей, называющейся исчислением высказываний или **булевой алгеброй** (по фамилии математика прошлого века Дж. Буля).  Исчисление высказываний первоначально разрабатывалось для исследования зависимости (истинности или ложности сложных суждений от истинности или ложности составляющих их простых суждений. По существу исчисление высказываний представляет собой алгебру двух чисел, т. е. такую алгебру, в которой каждый отдельный аргумент и любая функция могут иметь одно из двух значений.  Этим и определяется возможность использования булевой алгебры для преобразования контактных схем, так как каждый из входящих в структурную формулу аргументов (контактов) может принимать всего два значения, т. е. может быть замкнутым или разомкнутым, и вся функция, представленная структурной формулой, может выражать или замкнутую, или разомкнутую цепь.  Структурные формулы, выражающие релейные схемы в целом, т. е. содержащие символы реагирующих орланов, нельзя рассматривать как функции двух значений, выражающих только замкнутую или разомкнутую цепи. Поэтому при оперировании такими функциями возникает ряд новых зависимостей, выходящих за пределы булевой алгебры.  В булевой алгебре существуют четыре пары основных законов: два переместительных, два сочетательных, два распределительных и два законна инверсии. Эти законы устанавливают равносильность различных выражений, т. е. рассматривают такие выражения, которые можно взаимно заменить подобно замене для тождеств в обычной алгебре. В качестве символа равносильности примем символ, одинаковый с символом равенства в обычной алгебре (=).  Справедливость законов булевой алгебры для контактных схем будем устанавливать путем рассмотрения схем, соответствующих левым и правым частям равносильных выражений.  **Переместительные законы**  Относительно сложения: х + у = у + х  Соответствующие этим выражениям схемы представлены на рис. 1,а.  Левая и правая схемы представляют нормально разомкнутые цепи, каждая из которых при срабатыванию любого из элементов (X или Y) замыкается, т. е. эти схемы равносильны. Относительно умножения: х ·у = у ·х.  Соответствующие этим выражениям схемы представлены на рис. 1,б, их равносильность также очевидна.  Переместительные законы  Рис. 1  **Сочетательные законы**  Относительно сложения: (x + y) + z = x + (y + z)  Относительно умножения: (x ·y) ·z = x ·(y ·z)  Соответствующие этим выражениям пары равносильных схем представлены на рис. 2,а, б  Сочетательные законы  Рис. 2  **Распределительные законы**  Умножения относительно сложения: (х + у) +z = х + (y + z)  Сложения относительно умножения. x ·y + z = (x + z) ·(y +z )  Соответствующие этим выражениям схемы представлены на рис. 3,а, б.  Распределительные законы  Рис. 3.  В равносильности этих схем можно легко убедиться, рассмотрев различные комбинации срабатывания контактов.  **Законы инверсии**  Относительно сложения: х + у = х·у  Черта над левой частью выражения является знаком отрицания или инверсии. Этот знак указывает на то, что вся функция имеет обратное значение но отношению к выражению, стоящему под знаком отрицания. Начертить схему, соответствующую всей инверсной функции, не представляется возможным. Однако может быть начерчена схема, соответствующая выражению, стоящему под знаком отрицания. Таким образом, формула может быть иллюстрирована схемами, представленными на рис. 4,а.  Законы инверсии  Рис. 4.  Левая схема соответствует выражению х + у, а правая — х ·у  Эти две схемы противоположны друг другу по действию, а именно: если левая схема при невозбужденных элементах X, Y представляет собой разомкнутую цепь, то правая — замкнутую. Если в левой схеме при срабатывании любого из элементов цепь замыкается, то в правой, наоборот, размыкается.  Так как в соответствии с определением знака отрицания функция х + у противоположна функции х + у, то очевидно, что х + у = х·у.  Относительно умножения: х · у = х + у  Соответствующие схемы представлены на рис. 4,б.  Переместительные и сочетательные и законы и распределительный закон умножения относительно сложения (соответствуют аналогичным законам обычной алгебры). Поэтому в случае преобразования структурных формул в отношении порядка сложения и умножения членов, вынесения членов за скобки и раскрытия скобок можно следовать правилам, установленным для обращения с обычными алгебраическими выражениями. Распределительный закон сложения относительно умножения и законы инверсии являются специфическими для булевой алгебры. |

=================================================

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  | | --- | | **Логические устройства** | |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Логические устройстваДля описания законов функционирования цифровых схем используется алгебра логики или булева алгебра. В основу алгебры логики положено понятие «событие», которое может наступить, либо не наступить. Наступившее событие считается истинным и выражается **уровнем логической «1»**, не наступившее событие считается ложным и выражается **уровнем логического «0»**.  На событие влияют переменные, причем влияют по определенному закону. Этот закон называется **логической функцией**, а переменные – **аргументами**. Т.о. логической функцией является функция у = f(x1, x2,… xn), принимающая значения «0» либо «1». Переменные x1, x2,… xn также имеют значения «0» либо «1».  Устройства, предназначенные для формирования функций алгебры логики, называются логическими устройствами. Логическое устройство имеет сколь угодное количество входов и только один выход (рис. 1).  Логическое устройство  Рисунок 1 – Логическое устройство  Например, в состав электронного кодового замка входит логическое устройство, для которого событие (y) – это открытие замка. Для того чтобы событие произошло (y=1), т.е. замок открылся, необходимо определить переменные – десять кнопок кодонабирателя с цифрами. Определенные кнопки должны быть нажаты, т.е. принять значение «1» и при этом нажаты в определенной последовательности – логическая функция.  Любую логическую функцию удобно представить в виде таблицы состояний (таблицы истинности), где записываются возможные комбинации переменных (аргументов) и соответствующее им значение функции.  Логические устройства строятся на логических элементах, которые реализуют определённую функцию. Базовыми логическими функциями являются логическое сложение, логическое умножение и логическое отрицание.  1) **ИЛИ (OR) - логическое сложение или дизъюнкция** (от англ. disjunction - разъединение) - на выходе этого элемента появится логическая единица тогда, когда хотя бы на одном из входов появится единица. Логический ноль на выходе будет только тогда, когда на всех входах будет сигнал логического нуля.  Эту операцию можно реализовать с помощью контактной цепи с двумя параллельно включенными контактами. «1» на выходе такой цепи появится в том случае, если хотя бы один из контактов замкнут.  2) **И (AND) - логическое умножение или конъюнкция** (от англ. conjunction — соединение, & - амперсанд) - на выходе этого элемента сигнал логической единицы появляется только тогда, когда на всех входах будет присутствовать логическая единица. Если хотя бы на одном входе будет ноль, то и на выходе тоже будет ноль.  Эта операция может быть реализована контактной цепью, состоящей из последовательно включённых контактов.  3) **НЕ (NOT) - логическое отрицание или инверсия**, обозначается черточкой над переменной - операция выполняется над одной переменной x и значение у противоположно этой переменной.  Операция НЕ может быть осуществлена с помощью нормально замкнутого контакта электромагнитного реле: нет напряжения на обмотке реле (x = 0) – контакт замкнут и на выходе «1» (у = 1). При наличии напряжения на обмотке реле (х = 1) контакт разомкнут и на выходе «0» (у = 0).  Базовые логические функции и их реализация  Рисунок 2 – Базовые логические функции и их реализация  В логических устройствах используются различные логические элементы. Особое значение имеют две универсальные логические операции, каждая из которых способна самостоятельно образовать любую логическую функцию.  4) **И-НЕ - функция Шеффера**.  5) **ИЛИ-НЕ - функция Пирса**.  Универсальные логические функции и их реализация  Рисунок 3 – Универсальные логические функции и их реализация  **Пример:** Схема охранной сигнализации на логических элементах. Генератор Г вырабатывает сигнал сирены, подавая его на усилительный каскад через логический элемент «И» на микросхеме DD2. При замкнутых состояниях охранных ключей S1 – S4 на входах элемента DD1 действует уровень «0» - на нижнем входе элемента «И» DD2 уровень «0», значит на затворе транзистора VT также «0».  В случае размыкания хотя бы одного из ключа, например S1, на вход элемента DD1 через резистор R1 поступит напряжение уровня «1», что приведёт к появлению «1» на втором входе элемента «И» DD1. Это позволит сигналу с генератора Г поступать на затвор транзистора, в нагрузке которого стоит динамик.  Схема охранной сигнализации  Рисунок 4 – Схема охранной сигнализации |

=========================================================