

Минобрнауки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Вологодский государственный университет»

(ВоГУ)

Машиностроительный техникум

В.А. Кулигин

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Учебное пособие

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГУ

Вологда
2016

ББК
УДК

Рецензенты:

А.С. Степанов, кандидат технических наук,
заведующий кафедрой «Технология машиностроения» ВоГУ;
А.В. Козырева, преподаватель высшей категории машиностроительного
техникума ВоГУ.

Кулигин В.А.

Автоматизация производства: учебное пособие //

В.А. Кулигин. – Вологда: ВоГУ, 2016. – 72с.

Учебное пособие по дисциплине «Автоматизация производства» составлено в соответствии с учебными программами по теме 1.5 «Автоматизация производства» в ПМ.02 «Организация и выполнение работ по эксплуатации промышленного оборудования» для специальности 15.02.01 – Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям). Учебное пособие включает такие разделы как: введение в автоматизацию производства; алгоритмы; автоматические системы; датчики; устройства обработки информации. В учебном пособии рассмотрены цели и задачи автоматизации, какие автоматические системы применяются на производстве, классификация алгоритмов автоматических систем, периферийные устройства и устройства обработки информации. В учебном пособии приводятся иллюстрации схемы и диаграммы,

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Введение в автоматизацию производства	5
1.1 Автоматизация и ее роль на производстве	5
1.2 Автоматизация технологических процессов	6
1.3 Контрольные вопросы	8
2 Алгоритмы	9
2.1 Общие сведения	9
2.2 Линейные алгоритмы	10
2.3 Алгоритмы ветвления	12
2.4 Циклические алгоритмы	15
2.5 Вспомогательные алгоритмы	17
2.6 Контрольные вопросы	19
3 Автоматические системы	20
3.1 Общие сведения	20
3.2 Система автоматического контроля	20
3.3 Система автоматического управления	24
3.4 Система автоматического регулирования	29
3.5 Контрольные вопросы	33
4 Датчики	34
4.1 Общие сведения	34
4.2 Механические	36
4.3 Резистивные	38
4.5 Индуктивные	40
4.6 Оптические	41
4.7 Звуковые	43
4.8 Контрольные вопросы	44
5 Устройства обработки информации	46
5.1 Общие сведения	46
5.2 Логические элементы	48
5.3 Шифраторы и дешифраторы	48
5.4 Триггеры	52
5.5 Счетчики	55
5.6 Компараторы	60
5.7 Генераторы прямоугольных импульсов	61
5.8 Драйверы двигателей	63
5.9 Контрольные вопросы	66
6 Словарь	68

ВВЕДЕНИЕ

«Автоматизация производства» – это профессиональная дисциплина, входящая в ПМ.02 «Организация и выполнение работ по эксплуатации промышленного оборудования».

Дисциплины направлены на формирование общих и профессиональных компетенций, в том числе организовывать и проводить работы по техническому обслуживанию и ремонту металлорежущего оборудования, автомобильного транспорта, автоматизированных систем, организовывать безопасное ведение работ.

В процессе изучения дисциплин «Автоматизация производства» студентам следует выполнить ряд лабораторно-практических работ. В процессе их выполнения студенты должны усвоить теоретические знания и знания техники безопасности при работе с электрическими приборами и машинами, а также приобрести навыки работы с автоматизированными системами и компонентами, входящими в их состав.

Учебное пособие имеет своей целью ознакомление студентов со структурой устройств входящих в автоматизированные систему, классификацию и принципы работы. При этом решаются следующие задачи: обобщение теоретических знаний по дисциплине, формирование специальных умений и навыков при работе с электрическими приборами, машинами и электронными компонентами. Особое внимание уделяется формированию компетенции, которая позволит студентам в будущем организовать собственную деятельность и выбрать типовые методы выполнения профессиональных задач, связанных с вопросами эксплуатации автоматических систем.

1. ВВЕДЕНИЕ В АВТОМАТИЗАЦИЮ ПРОИЗВОДСТВА

1.1 Автоматизация и ее роль на производстве

Автоматизация – это применение в производстве технических средств, методов и систем управления, освобождающих человека от непосредственного участия в производственных процессах.

В качестве иллюстрации того, как автоматизация влияет на человека и как на нее реагирует человек можно следующим рассказом:

«Вспоминается рассказ одного нашего инженера, побывавшего в Японии в командировке еще в 80-е гг. XX в. Случилось так, что первый свой визит на один из крупнейших заводов он совершил в позднее время. В сопровождении японского коллеги они подошли к дверям цеха и, когда хозяин гостеприимно распахнул их перед гостем, последний замер на месте в мистическом ужасе: в полной темноте в огромном помещении ворочалось, шуршало, вздыхало, посвистывало, подмигивало огромное механическое чудовище. С минуту гость стоял в оцепенении. Наконец, на его вопросительный взгляд японец пояснил, кланяясь и улыбаясь:

— Это гибкое автоматизированное производство. За ним наблюдает вон тот оператор.

Вдали на возвышении ярко светилось окно, в котором угадывалась фигура человека.

— А почему в полной темноте-то? — спросил гость.

— А зачем роботам свет? Они прекрасно «видят» все, что им нужно, — опять с улыбкой ответил хозяин».

Автоматизация способна затронуть любую сферу человеческой деятельности, связанную с повседневной деятельностью и производством. В данном случае мы будем рассматривать автоматизацию производственных процессов, а так же процессов, которые напрямую с производством не связаны, но обеспечивают его работу.

Производство можно подразделить на несколько категорий:

- 1) Добывающее производство, обеспечивающее добычу сырья из природных запасов (разработка недр, рыболовство и т.д.);
- 2) Сельскохозяйственное производство, связанное с воспроизводством животных и растительных продуктов с участием самой природы (растениеводство, животноводство и т.д.);
- 3) Обрабатывающая промышленность, занимающаяся переработкой сырья в нужные человеку изделия;
- 4) Транспортные и торговые услуги, суть которых можно свести к перемещению сырья и продукции от производителя к потребителю.

Соответственно процессы добычи, производства, создания, обработки, преобразования и перемещения сырья и готовой продукции можно назвать производственными процессами.

Автоматизация производственных процессов стала закономерным этапом в развитии человеческого общества. Численность населения возросла, в результате потребность в материальных благах тоже выросла. Следовательно, появилась потребность в однотипных изделиях. Однотипные изделия в свою очередь собираются по определенному маршруту. Так как однотипные изделия состоят из однотипных деталей, то и маршруты обработки этих деталей совпадают. Следовательно, автоматизации можно подвергнуть как процессы сборки, так и процессы обработки деталей.

1.2 Автоматизация технологических процессов

Автоматизация технологических процессов – это применение технических средств, методов и систем управления для сбора, обработки, анализа и выдачи информации о технологических параметрах и воздействия по результатам анализа на технологический процесс.

В нашем современном мире практически все, что делает человек, может быть выполнено машиной автоматически, все зависит только от экономической целесообразности и достигаемой точности.

На рисунке 1.1 представлена классификация технологических процессов при прохождении, через которые получается готовое изделие.

При получении заготовок могут применяться различные виды операция. Среди этих операций можно выделить следующие стадии:

- 1) Плавление рабочего материала;
- 2) Добавление легирующих элементов или смешивание с другим материалом;
- 3) Помещение в рабочее пространство (форму);
- 4) Остывание заготовок;
- 5) Резка заготовок;

Все из представленных операций легко могут быть автоматизированы с применением различных технических средств. Также автоматизация получения заготовок наиболее рациональна, так как такое производство является вредным для здоровья из-за высоких температур и вредных веществ применяемых в виде легирующих элементов.

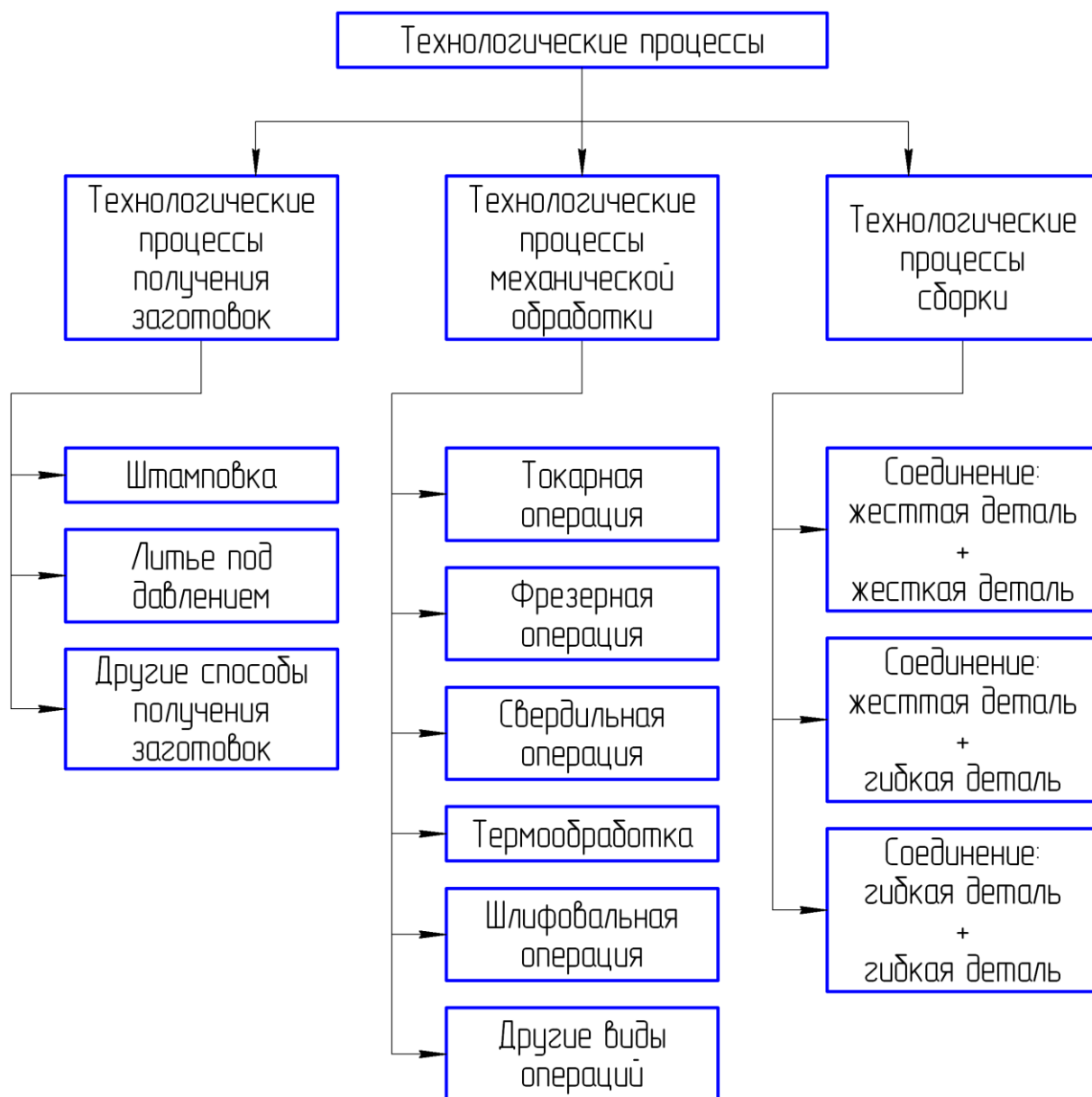


Рисунок 1.1 – Классификация технологических процессов

При механической обработке заготовки проходят несколько стадий, на каждой из которых применяется одна из операций представленная на схеме. Каждая из этих операций легко поддается автоматизации, так как в любой момент можно определить расположение оборудования, инструмента и заготовки. Каждый из этих элементов обладает своими геометрическими параметрами, изменение которых поддаются математическому определению. Следовательно, операции механической обработки можно и нужно автоматизировать.

Сборочные операции условно можно разделить на три вида:

- 1) Сборка жестких деталей между собой;
- 2) Сборка жесткой детали с гибкой деталью;
- 3) Сборка гибких деталей.

При сборке жестких деталей проблем с автоматизацией не возникает, так как геометрические размеры каждой детали известны.

При соединении жесткой и гибкой детали, например, соединение цилиндрической детали и резиновой втулки, обычно не возникает проблем с автоматизацией. Автоматизация таких операций связана с некоторыми трудностями из-за механических свойств гибких деталей.

При соединении двух гибких деталей, например прокладка гибких трубок или проводов, возникают трудности с определением положения собираемых деталей в любой момент времени, законы изменения их положения практически не поддаются подсчету. Такие операции выполняются людьми.

Как видно не все операции, через которые проходит материал, до того как станет деталью или готовым изделием поддаются автоматизации, из-за индивидуальных особенностей каждого материала.

1.3 контрольные вопросы

- 1) Что такое автоматизация?
- 2) В чем заключается роль автоматизации производства?
- 3) Как влияет автоматизация на жизнь человека?
- 4) Какие стадии проходит материал, до того как станет готовой деталью или изделием?
- 5) Какие операции легко поддаются автоматизации и почему?
- 6) Какие операции плохо поддаются автоматизации и почему?
- 7) Какие операции не поддаются автоматизации и почему?

2. АЛГОРИТМЫ

2.1 Общие сведения

Алгоритм – это последовательность команд, задачей которых является осуществление какого-либо процесса.

На рисунке 2.1 представлена классификация алгоритмов. Как видно их схемы существует четыре варианта совершения команд для получения определенного результата. Такие алгоритмы являются простыми, и встречаются только в отдельно взятых операциях.

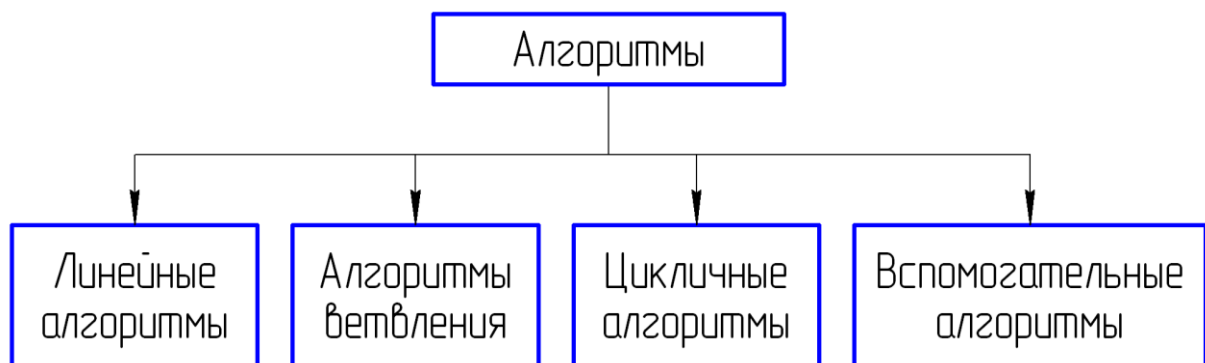


Рисунок 2.1 – Классификация алгоритмов

На производстве при сборке или металлообработке такие алгоритмы практически не встречаются в чистом виде. В большинстве случаев происходит сочетание нескольких алгоритмов с большим количеством команд, так как производство это трудоемкий процесс в котором из куска металла получают сначала готовую деталь, а потом соединяют ее с другими деталями, получая готовые изделия.

Каждый алгоритм можно записать несколькими способами, каждый из которых предназначен для определенного пользователя. В первом случае в качестве пользователя выступает машина, а во втором случае человек. Для наглядности восприятия алгоритма человеком его изображают в виде блок-схемы.

Блок-схема – это графическое изображение алгоритма, в котором каждая команда изображается в отдельных блоках, соединенных между собой стрелочками.

Каждый отдельный блок в зависимости от его функции может иметь одно или два направления. Направление или очередность команд определяются направлением стрелочек.

В каждом блоке располагается отдельная команда, которая должна быть выполнена на данном этапе. Команды бывают двух видов: пассивные и активные команды.

Пассивная команда – это команды, которые не приводят к совершению какой либо полезной работы или перемещения рабочих органов. К таким командам относятся команды, отвечающие за начало и конец операций.

Активная команда – это команды, при совершении которых происходит перемещение рабочих органов или совершается другая полезная работа.

Для машин блок-схемы не несут никакой информации, так как они не смогут понять, что на нем изображено. Для того чтобы машина поняла смысл, заложенный алгоритма заложенный в блок-схему, ее необходимо записать понятной машине языком. В результате получается программа.

Программа – это блок-схема, записанная машинным языком.

Существует много языков программирования, но общим для них всех является написание команд в виде строк, с использованием специальных слов, которые отвечают за функции сток, например, перейти на строчку №XXX или выполнить другое действие.

2.2 Линейный алгоритм.

Линейный алгоритм – это алгоритм, в котором все команды выполняются одна за другой без возможности пропустить или повторить одну или несколько команд несколько раз.

Линейный алгоритм являются самым простым алгоритмом, в котором команды поступают одна за другой. Ход таких алгоритмов не зависит от внешних параметров или факторов. Их структура представляет собой линию, на которой располагаются все команды. Чтобы процесс был выполнен, должны быть совершены все элементы алгоритма.

Примером линейного алгоритма является процесс обработки детали на металлорежущем станке.

На рисунке 2.2а представлена блок-схема линейного алгоритма для обработки ступенчатого вала, а на рисунке 2.2б представлена наглядная демонстрация этого процесса обработки вала.

Для того чтобы произвести обработку, какой либо поверхности необходимо совершить ряд последовательных действий, которые не могут быть переставлены местами или производиться одновременно.

Блок-схема линейного алгоритма для управления токарной операцией состоящая из девяти блоков с пятью активными командами и начинается с «Исходных данных», в качестве которых на данной операции выступает: диаметр ступени вала, длина обработки, глубина резания и другие параметры.

Далее следует команда «Начало операции», после которой следуют активные команды. Первой активной командой является команда «Зажать заготовку». Под этим можно понимать установку заготовки в патрон и ее последующая фиксация. При завершении первой команды происходит активация привода станка, заготовка начинает вращаться и к ней подводится инструмент (команда «2»). Инструмент подводится к детали, но процесс снятия стружки еще не начинается.

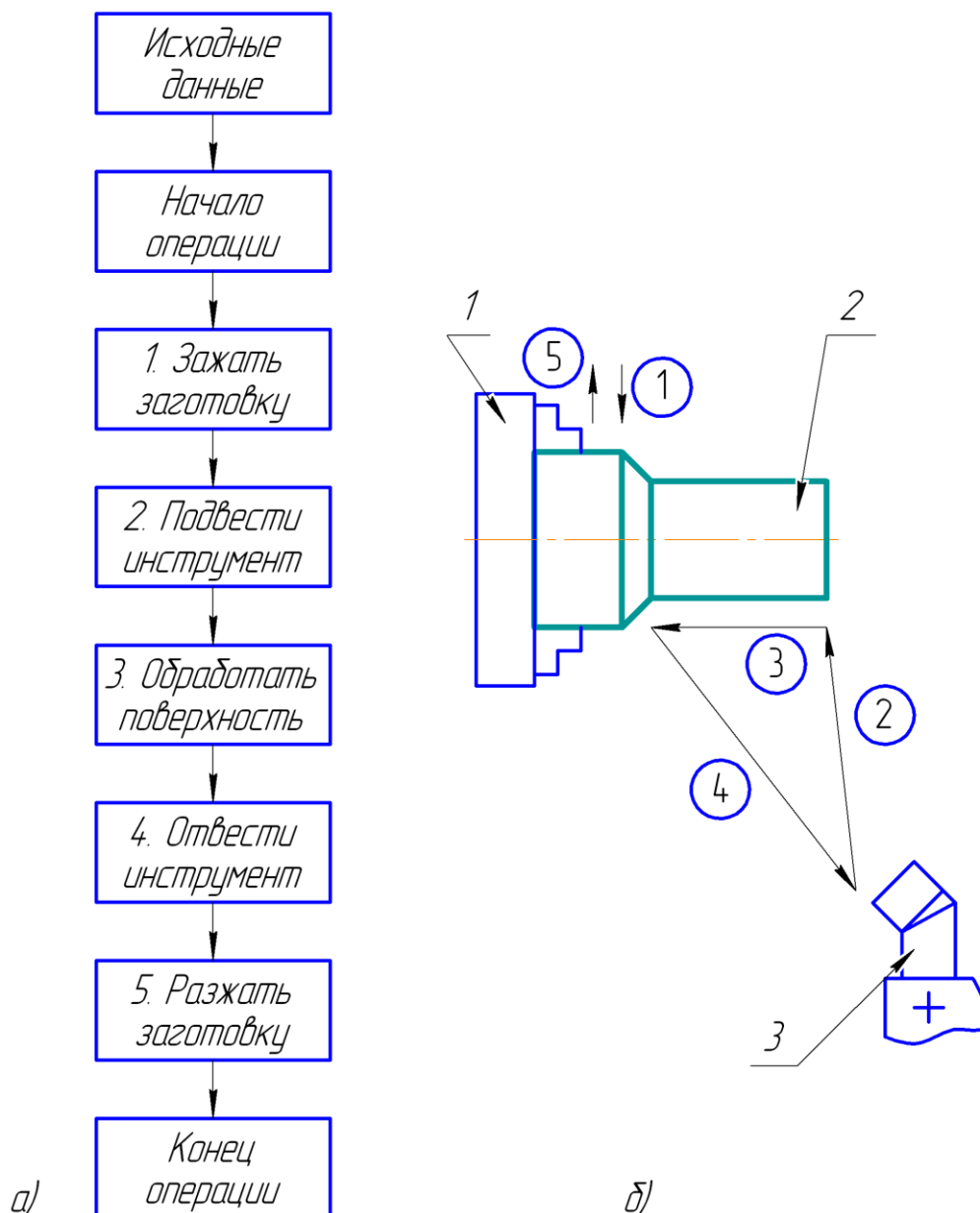


Рисунок 2.2 – Линейный алгоритм. а) блок-схема; б) эскиз токарной операции: 1 – зажимное приспособление; 2 – ступенчатый вал; 3 – инструмент.

После того так инструмент окажется в нужной точке, поступит следующая стадия (команда «3») «Обработать поверхность», на которой инструмент реализует исходные данные по геометрии ступени вала. После того как ступень будет обработана, инструмент вернется в исходное состояние (команда «4»).

Последней пятой командой будет «Разжать заготовку», результатом которой будет удаление детали из зажимного устройства и передача ее на следующие операции, если они требуются.

Как видно из предложенной последовательности команд все они выполняются именно в такой последовательности, и каждая из них не может быть реализована, пока не завершилась предыдущая команда.

Для линейного алгоритма характерна строгая последовательность команд, которые должны быть выполнены. Если предыдущий пункт не выполнен, то следующий не может быть начат. Если какой то из пунктов не будет выполнен, то переход к следующему может привести к или аварийному состоянию или процесс не будет выполнен.

В первом случае, если исключить команду «зажать заготовку», то на последующем этапе, когда последует команда «Обработать поверхность», заготовку вырвет из зажимного приспособления. Такой вариант является аварийным, так как может произойти выход из строя, как зажимного приспособления, так и инструмента.

Во втором случае, если команда «Подвести инструмент» была не выполнена, то на этапе «Обработать поверхность» инструмент пройдет по незапланированной траектории, но она не совпадет с траекторией указанной в программе. В результате команда будет завершена успешно, но операция не будет завершена успешно. Такой сбой не приведет к материальным потерям, но даст о себе знать на следующих этапах алгоритма.

2.3 Алгоритм ветвления

Алгоритм ветвления – это алгоритм, в котором предусмотрено появление условия с вариантами ответа «Да» или «Нет».

Ни один автоматизированный процесс механической обработки не может быть реализован без алгоритма ветвления. Это обусловлено тем, что машина должна быть уверена, что все компоненты исправны и находятся в нужных позициях. Следовательно, возникают различного рода условия, ответом на которые служит отклик датчиков, которые информируют машину о состоянии и нахождения того или иного элемента (инструмент, заготовка и другое звено). Программа может постоянно просить информацию у датчиков, или с какой то периодичностью, всё зависит от расположения условий в блок-схеме и следующих за ним команд при одном из ответов «Да» или «Нет».

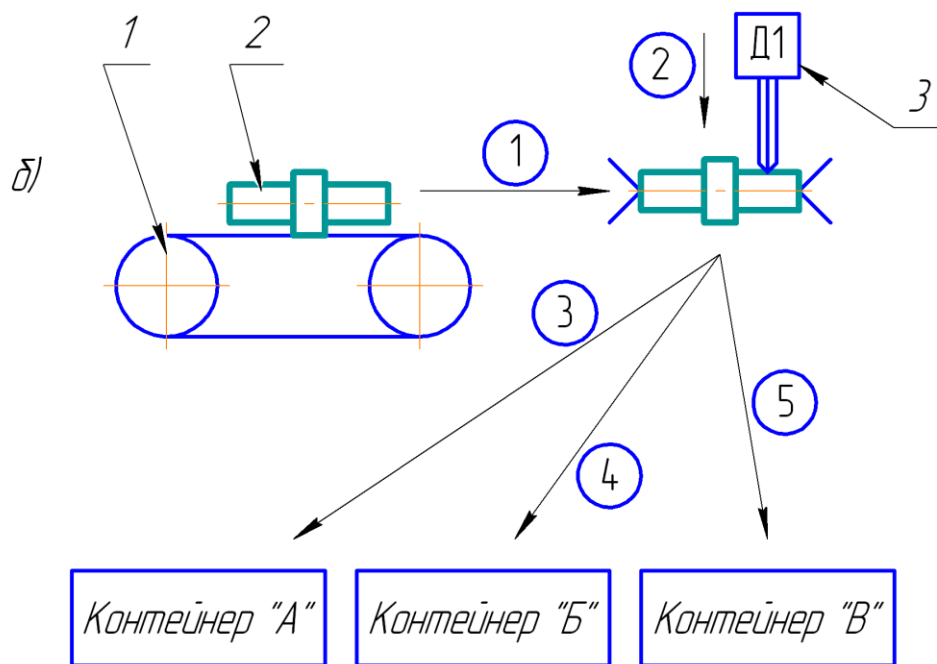
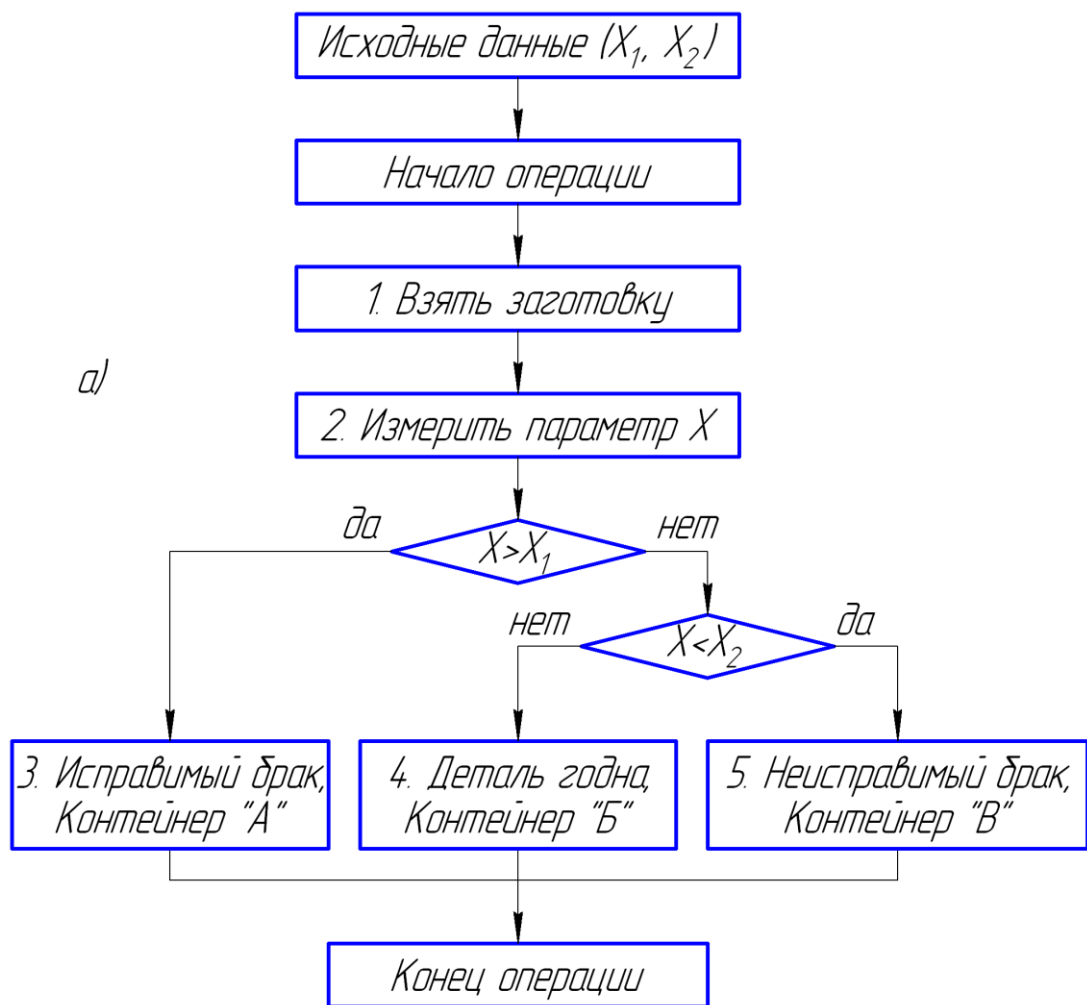


Рисунок 2.3 – Алгоритм ветвления. А) блок-схема; Б) эскиз контрольно измерительной операции: 1 – конвейер; 2 – ступенчатый вал; 3 – измерительный инструмент с датчиком.

Для понимания сути условий рассмотрим пример сортировки деталей после механической обработки. На рисунке 2.3а представлена блок-схема алгоритма с тремя ветвями для совершения операции определения годности детали, а на рисунке 2.3б представлена наглядная демонстрация этого процесса. Как известно при обработке какой-либо поверхности деталь может попасть в одну из трех областей: «исправимый брак», «годная деталь» и «неисправимый брак». Поэтому предложенный алгоритм реализует процесс определения годности обработанной детали.

Алгоритм ветвления начинается с «Исходных данных» в качестве которых на данной операции выступает поле допуска со значениями «X1» и «X2». Далее начинается сам процесс измерения. На первом этапе с конвейера берется обработанная деталь и зажимается в измерительном приспособлении (команда «1»).

Далее к контролируемой поверхности подводится измерительный прибор «Д1» с датчиком (команда «2») и производится последовательное двойное сравнение параметра «X» с параметрами «X1» и «X2». Если «X>X1», то деталь блок-схема направляет программу на команду «3» и отправляет деталь в контейнер «А», что означает что деталь имеет «исправимый брак». После чего операция завершается.

Если условие «X>X1» не выполняется, то в работу включается второе условие «X<X2». В этом случае так же существует два варианта ответа «да» или «нет». Если «X<X2», то блок-схема направляет программу на команду «5» в контейнер «В», то есть деталь имеет «неисправимый брак».

Если ни одно из условий «X>X1» и «X<X2» не выполняется, то блок-схема направляет программу на команду «4» и направляет деталь в контейнер «Б», следовательно деталь соответствует чертежу и является годной. После чего операция так же завершается.

В результате, как видно из блок-схемы, не все команды представленные в блок-схеме могут быть выполнены в отличие от линейного алгоритма. Часть команд в зависимости от истинности условий не будет участвовать в процессе. Алгоритмы ветвления могут содержать любое количество условий, которые будут направлять программу по одному из предложенных путей.

Алгоритмы с ветвлением делают линейный алгоритм более гибким и универсальным, так как ветвление может начаться на первой же активной команде, что позволит исключить ошибки и в случае необходимости остановить процесс. Например, если от датчика, отвечающего за зажим заготовки, не придет сигнал о том, что заготовка установлена и зажата, то процесс обработки не запустится до тех пор, пока проблема не будет устранена.

В линейном алгоритме без условия (подтверждения) что деталь установлена и зажата, команда о подводе инструмента может быть подана, так как в программу не заложена эта функция. Программа отправит на зажимное приспособление команду о фиксации заготовки и перейдет к следующей

команде не получив подтверждения об успешности предыдущей команды. Если операция завершилось неудачно (зажимное устройство не сработало), то программа об этом не узнает и будет «думать», что всё идет в штатном режиме. Поэтому применение условий в автоматизации производства является необходимым условием.

2.4 Алгоритм цикла

Циклический алгоритм – это алгоритм ветвления, в котором как минимум одно условие, которое возвращает программу на несколько шагов назад по программе.

На рисунке 2.4а представлена блок-схема циклического алгоритма, а на рисунке 2.4б представлена наглядная демонстрация этого процесса. Как известно во время сборки, каких либо узлов, используются крепежные элементы, в качестве которых выступают: болты, гайки, шпильки и другие детали. Но вовремя сборки крепежный элемент применяется не один раз, а несколько, следовательно, возникает потребность многократного повторения одной операции, для того чтобы сборка была закончена – возникает цикл повторяющихся операций.

В качестве примера можно рассмотреть процесс соединения двух пластин («А» и «Б») представленный на рисунке 2.4б. Как видно из рисунка, пластины имеют по два крепежных отверстия, следовательно, процесс сборки необходимо провести два раза.

Циклический алгоритм так же начинается с исходных данных, в которые закладывается информация о том, какие крепежные элементы используются, какие отверстия участвуют в сборочном процессе и другая информация.

Операция начинается с первой команды, во время выполнения которой необходимо взять две соединяемые пластины. Далее в работу включается вторая команда, которая отвечает за процесс соединения пластин крепежными элементами: болт, гайка и две шайбы.

После завершения первой сборочной операции, программа спрашивает «есть свободные отверстия?», как и в любом условии, существует два варианта ответа «да» и «нет». Если от датчиков (на рисунке не показаны) приходит ответ «да», то программа возвращает сборочный процесс на один шаг назад на вторую команду. Вторая команда выполняется повторно, следовательно, процесс повторяется.

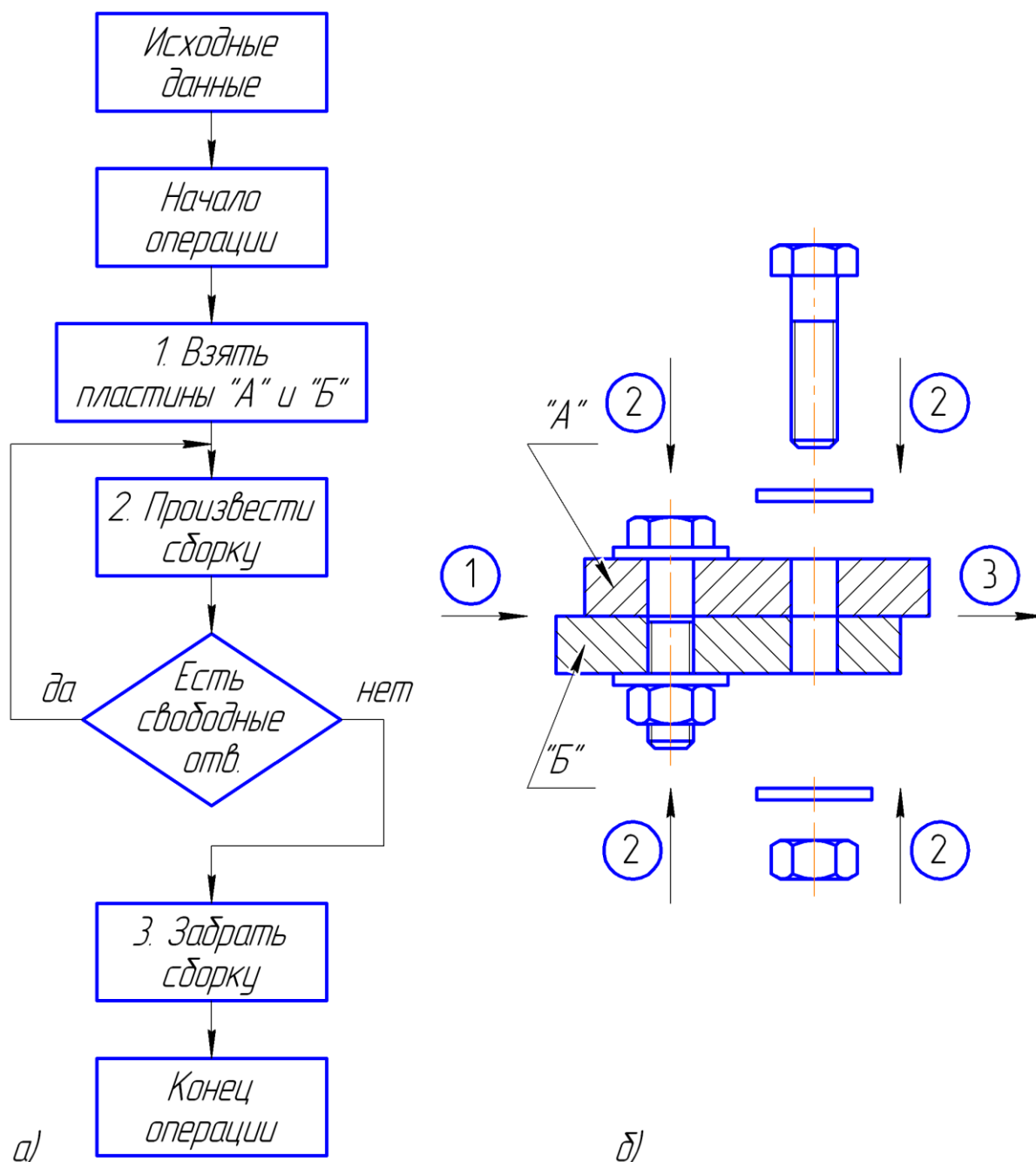


Рисунок 2.4 – Алгоритм с циклом. А) блок-схема; Б) эскиз сборочной операции

Далее программа снова спрашивает «есть свободные отверстия?», но так как по условию необходимо было произвести две сборочные операции, то от датчиков придет ответ «нет». После этого в работу включится третья команда, при которой сборка перейдет на следующий этап, а данный алгоритм завершится.

В данном примере был рассмотрен простой цикл, состоящий из одного повторения, но очень часто повторений бывает несколько. Помимо простых циклов могут быть и сложные циклы, где в одном цикле может находиться другой цикл. Примером сложного цикла будет сборка нескольких узлов, где

сборка одного узла будет выступать как отдельный цикл, в котором будет находиться цикл сборки крепежными элементами.

Если основной задачей алгоритмов ветвления является поддержание надежности и работа без сбоев, то алгоритмы с циклом ставят перед собой задачу качества и точности завершения каждого процесс сборки или механической обработки. Следовательно, делают процесс автоматизации еще более гибким и универсальным.

Сложные автоматизированные циклы можно встретить обычно в серийном и массовом производстве, где собирается или обрабатывается большая партия деталей.

2.5 Вспомогательный алгоритм

Вспомогательный алгоритм – это алгоритм, который состоит из многократно повторяющихся взаимосвязанных операций. Такие алгоритмы в прямом виде не записываются в основной программе, но в программе присутствует ссылка на них.

В реальной жизни человек действует по вспомогательному алгоритму не задумываясь, том, что он делает и как, например, когда идет по дороге или пьет чай. Эти действия имеют строго определенный порядок сложных команд с участием большого числа взаимосвязанных механизмов. И при этом последовательность команд не может быть нарушена. Эти процессы имеют высокую повторяемость, и они доведены до автоматизма и не требуют концентрации сознания человека на них. В автоматизации так же присутствуют процессы, которые можно отнести в ранг «вспомогательных алгоритмов»

В качестве самого простого вспомогательного алгоритма рассмотрим процесс соединения двух пластин крепежными элементами, представленный на рисунке 2.4. Как видно из блок-схемы вторая команда «Произвести сборку» повторяется несколько раз. Эта операция состоит из большого числа ходов, которые занесены во вспомогательный алгоритм, приведенный на рисунке 2.5, на котором представлена блок-схема вспомогательного алгоритма и его наглядная демонстрация.

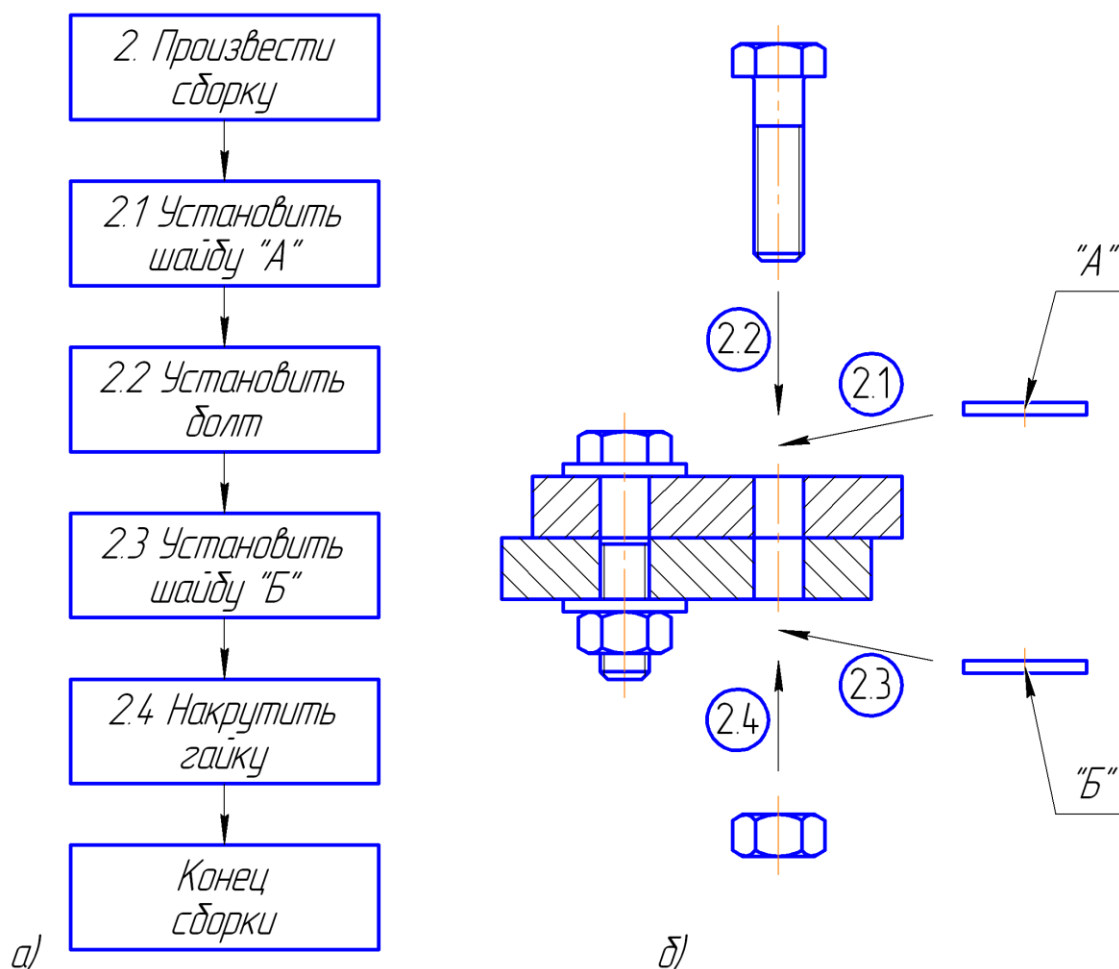


Рисунок 2.5 – Вспомогательный алгоритм. А) блок-схема; Б) эскиз сборочной операции

Вспомогательный алгоритм второй команды можно условно разбить на четыре этапа (2.1 – 2.4). В данном алгоритме прослеживается четкая линейность алгоритма: сначала устанавливается шайба «А», затем болт, после этого с обратной стороны устанавливается шайба «Б» и в завершении все фиксируется гайкой. В таком алгоритме нельзя поменять местами этапы сборочного процесса, так как это приведет к нарушению технологии.

Вспомогательные алгоритмы не всегда являются линейными, если взять в качестве примера приведенный вспомогательный алгоритм, то в расширенном варианте в нем могут присутствовать условия, отвечающие за наличие деталей для сборки. В результате линейный алгоритм превращается в алгоритм ветвления.

При совершении ограниченного числа повторений, например, один или два раза произвести процесс сборки, то ощутимого эффекта от вспомогательной программы можно не увидеть. Но если на одной сборочной операции процесс сборки необходимо выполнить многократно или его последовательность повторяется и в других сборочных операциях, то здесь вспомогательные алгоритмы являются незаменимым звеном в блок-схемах.

Так же вспомогательные алгоритмы могут не являться частью активных процессов, но без их наличия процессы не могут функционировать в штатном режиме. В данном случае вспомогательные алгоритмы участвуют в диагностике оборудования перед началом его работы.

2.6 Контрольные вопросы

- 1) Что такое алгоритм?
- 2) На какие группы можно разделить алгоритмы?
- 3) Что такое линейный алгоритм?
- 4) Что такое алгоритм ветвления?
- 5) Что такое циклический алгоритм?
- 6) Что такое вспомогательный алгоритм?
- 7) В чем отличие циклического алгоритма от алгоритма ветвления?

3. АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

3.1 Общие сведения

Приведенные ранее алгоритмы не являются отдельными составляющими, и на производстве не могут существовать независимо друг от друга. Все эти алгоритмы входят в состав автоматических систем, которые отвечают за работу тех или иных механизмов, в результате чего образуется сложная замкнутая структура.

Если алгоритм состоит из команд, которые отдаются тому или иному исполнительному механизму, то автоматические системы объединяют в себя не только сам алгоритм, но и исполнительные механизмы, датчики, устройства ввода и вывода информации и другие компоненты.

Классификация автоматизированных систем представлена на рисунке 3.1. Каждая из представленных автоматических систем имеет свои возможности и сферу применения. Реализация на производстве каждой из представленных систем зависит от многих параметров: характеристика оборудования, уровень достигаемой точности и других параметров. Эти системы могут работать как отдельно, так и дублировать друг друга.

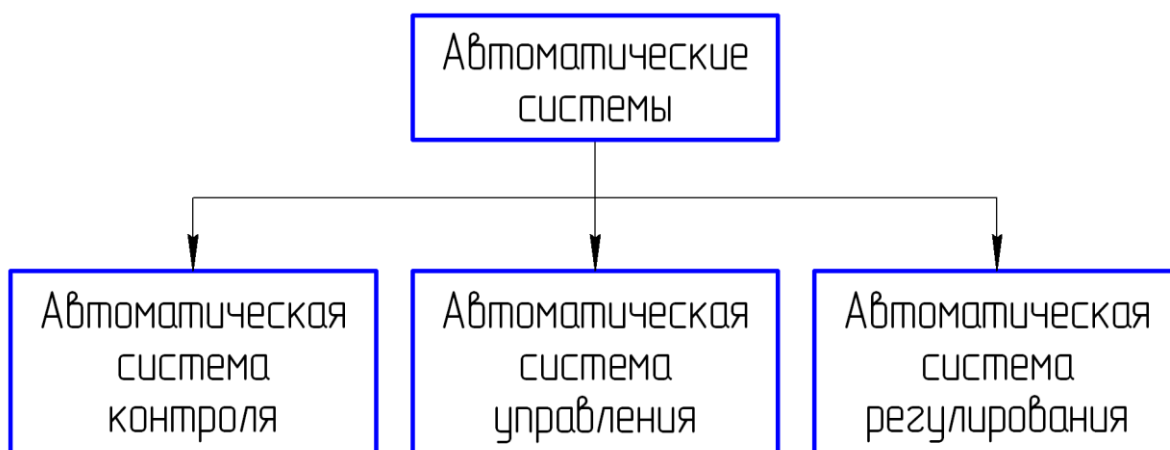


Рисунок 3.1 – Классификация автоматических систем

3.2 Система автоматического контроля

Система автоматического контроля – это система односторонней передачи информации, которая является посредником между элементом, за которым происходит наблюдение и оператором.

Система автоматического контроля выполняет такие операции как: сбор, обработку и анализ информации о происходящих процессах, предоставление полученной информации оператору в удобном для восприятия виде.

Данная система не принимает участия в происходящем технологическом процессе, а лишь наблюдает за процессом и информирует о его прохождении.

Система контроля не может ни как воздействовать на процесс, за которым происходит наблюдение.

Помимо контроля происходящего процесса, система может производить процесс диагностики механизмов до введения их в активное состояние.

Для понимания работы системы автоматического контроля рассмотрим алгоритм диагностики металлорежущего станка перед началом работы. На рисунке 3.2а представлена блок-схема процесса диагностики, а на рисунке 3.2б показано расположение узлов и датчиков, которые подвергаются контролю при диагностике.

При диагностике оборудования принимают участие вспомогательные алгоритмы, которые запускаются перед началом работы оборудования или по требованию оператора. Как правило, диагностика системы сопровождается с реализацией алгоритма с применением условий, на которые должен быть получен ответ «Да» или «Нет».

После запуска диагностики алгоритм начинает выполнять первую команду «Деталь установлена?», после этого следует отправка сигнала на датчик «Д1», который установлен в зажимном механизме. Если деталь установлена и зажата, то от датчика придет ответ «Да». В результате алгоритм отправит команду на включения зеленой лампы индикатора на панели приборов. Если условие не выполняется, то датчик отправит ответ «нет» и загорится красная лампа.

Вне зависимости от выполнения условия о наличии детали программа по блок-схеме приступит к выполнению второй команды «Уровень СОЖ оптимален?». Сигнал поступит на датчик «Д2», который так же приведет к отправке одного из ответов «Да» или «Нет». В результате на панели также вспыхнет одна из индикаторных ламп.

Далее последует третья команда «Инструмент установлен?» с последующей отправкой запроса на датчик «Д3». После получения ответа и соответствующей индикации алгоритм диагностики завершится.

По результатам диагностики оператор будет принимать решение об активации процесса или нет.

Как правило, диагностика оборудования не ограничивается только этими тремя пунктами, так как необходимо проверить много параметров, без которых качество и успех операции механической обработки не может быть достигнут.

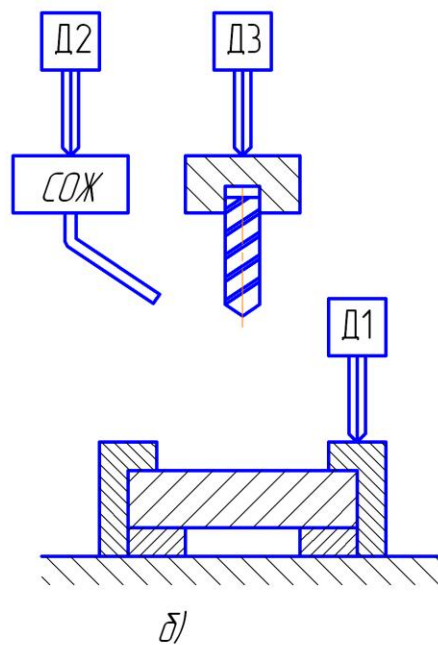
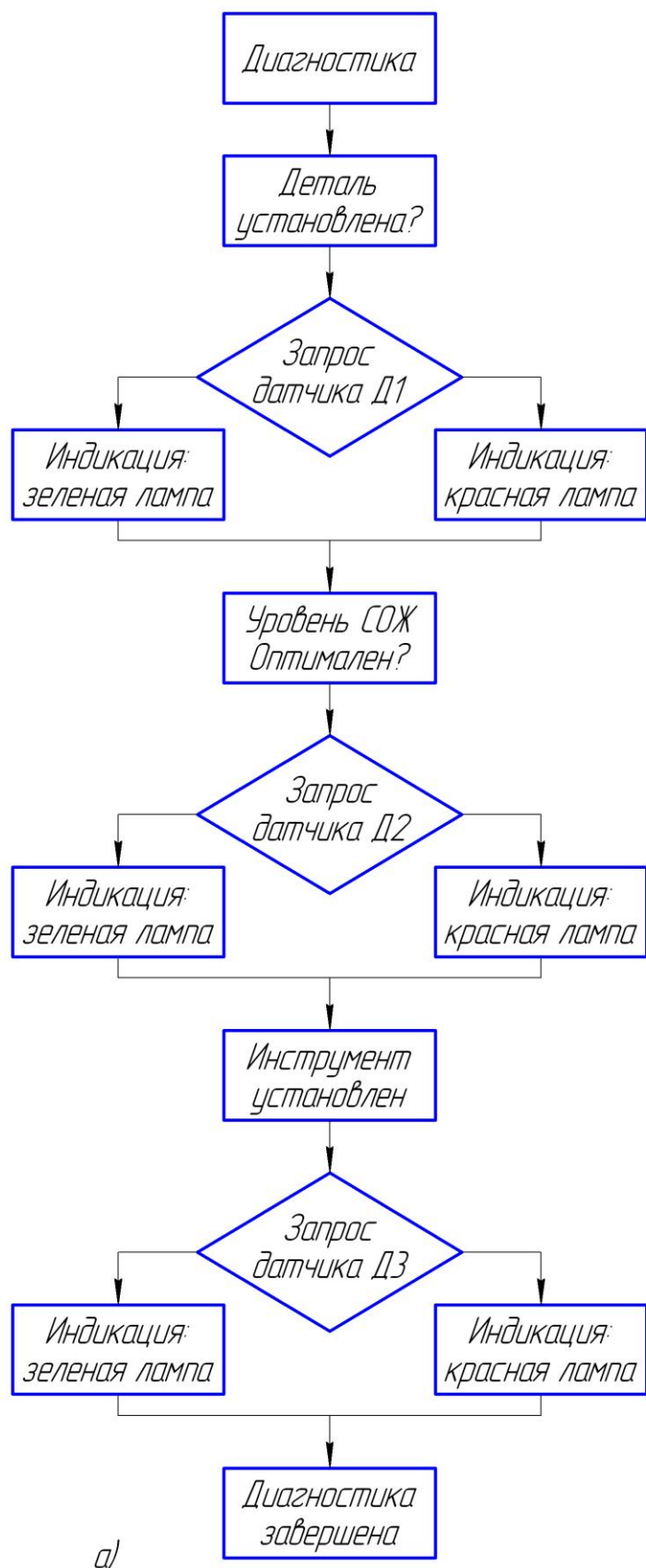


Рисунок 3.2 – Диагностика оборудования перед началом работы

Как видно из алгоритма, нет ни одной команды, которая хоть как-то повлияла бы на внесение изменений в состояние оборудования. Такой алгоритм напоминает собой линейный алгоритм, но с возможностью выбора в какой последовательности производить диагностику оборудования, ибо в данном случае последовательность может не играть роли.

Структура системы автоматического контроля представлена на рисунке 3.3 где: ОВ – орган воздействия; Д – датчик; УОИ – устройство обработки информации; УВ – устройство ввода данных; И – устройства вывода информации (индикации); Y – физическое воздействие; X_N – информация, снимаемая датчиком; X_0 – номинальное значение измеряемого параметра.

Так же на схеме присутствует элемент «Деталь», но так как система контроля может следить не только за состоянием материальных объектов, но и за физическими величинами, то в данном случае, под «деталью» можно понимать такие параметры как: влажность, температура, давление и другие параметры.

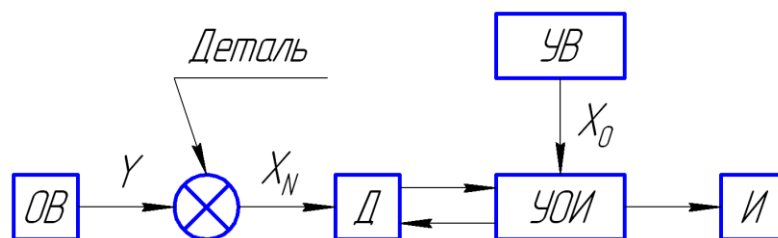


Рисунок 3.3 – Структура системы автоматического контроля

Под органом воздействия можно понимать элементы, которые оказывают, какое либо влияние на «деталь». Если под «деталью» понимается материальный объект, например, ступенчатый вал, то органом воздействия будет резец, сверло, фреза или другой инструмент. Если под «деталью» понимается физическая величина, то органом воздействия будет нагревательный элемент, клапан в пневмо-гидро системе или другие элементы.

Под устройствами обработки информации понимаются электронные приборы, которые отвечают за то, как будет обрабатываться информация, в какой последовательности, с какой скоростью и куда будет поступать результат обработки.

Под устройствами ввода информации понимаются устройства ввода, например, клавиатура, но и устройства настрой, например, регуляторы (переменные резисторы).

Под устройствами вывода информации (индикации) понимаются всё то, что может предоставлять информацию в форме удобной для восприятия человеком: мониторы, принтеры и измерительные приборы. Так же к этим устройствам относятся системы звукового оповещения, например, сигнализация.

Стрелочками на схеме показано направление передачи сигнала или информации.

Среди представленных элементов схемы к системе автоматического контроля относятся датчики, устройства обработки информации, устройства ввода данных и устройства вывода информации (индикации). Так как система контроля не может влиять на процесс, за которым наблюдает, то связи с органами воздействия у системы нет, следовательно, они не входят в структуру системы контроля.

В качестве примера самого простого применения системы автоматического контроля может служить градусник установленный в помещении. В этом случае органом воздействия будет солнце или нагревательный элемент, «деталью» в данной системе будет выступать температура воздуха, а градусник (электронный или ртутный) будет включать в себя всю систему контроля. Если разобрать ртутный градусник на составляющие то ртуть выступает как датчик температуры, трубка по которой движется ртуть будет устройством обработки информации, шкала будет выступать в роли устройств ввода информации, а высота, на которую поднимется столбик ртути, будет устройством вывода информации (индикации).

3.3 Система автоматического управления

Система автоматического управления – это система автоматического контроля, которая предназначена для управления процессами, за которыми производится наблюдение.

Управление – это формирование воздействий, на объект в соответствии с заданным алгоритмом.

Выполнение любого технологического процесса не может ограничиваться только снятием обработкой информации, так же необходимо добиваться поставленной цели. Поскольку в процессе обработки металла и другого вида воздействия, может происходить отклонение физических параметров от номинального значения в ту или иную сторону, то необходимо своевременно вносить изменения для сохранения параметров в поле допустимых значений. Поэтому задачей системы автоматического управления является автоматическое воздействие на технологический процесс с целью сохранения поставленной цели.

Рассмотрим пример алгоритма, по которому работает система автоматического управления на примере обработки ступени вала. На рисунке 3.4 представлен алгоритм автоматического управления токарной операцией, а на рисунке 3.5 представлен эскиз токарной операции с расположением устройств контроля и манипуляции рабочими органами.

Как известно, для того чтобы процесс получения готовой детали или изделия был успешен необходимо достижение определенной точности, то есть деталь должна соответствовать чертежу. Для того чтобы деталь

соответствовала чертежу необходимо, чтобы размеры детали совпадали с размерами на чертеже, следовательно, размер детали должен стремиться к номинальному размеру, указанному на чертеже.

Номинальное значение – это значение, которое задается при проектировании какого-либо устройства.

Но так как в силу неконтролируемых факторов, например износ режущей кромки, размер детали не всегда будет равен номинальному значению, то на более ответственные размеры приводится максимальное и минимальное значение называемое полем допуска.

Поле допуска – это область окружающая номинальное значение, при которой сохраняется требуемая точность.

В данном случае в качестве исходных данных для сохранения требуемой точности токарной операции вводятся максимальный диаметр d_{MAX} и минимальный диаметр d_{MIN} детали, в пределах которых система будет поддерживать полученный диаметр.

Так как при снятии металла инструмент изнашивается, следовательно, при обработке внешний диаметр ступени будет увеличиваться. В таком случае система изначально настраивается на минимальное значение диаметра d_{MIN} , который при обработке будет стремиться к максимальному значению d_{MAX} . Случай, когда на режущей кромке может образовываться наклеп, в данном случае не рассматривается.

Первой активной командой после исходных данных будет «Установить новую заготовку», при которой осуществляется подача и закрепление заготовки. Далее к обрабатываемой поверхности подводится инструмент, и начинается процесс снятия металла. После обработки инструмент возвращается в исходное положение.

После того как инструмент вернулся в исходное состояние, алгоритм активирует команду «Определить диаметр». Для этого к обработанной поверхности подводится измерительный инструмент с датчиком. На датчик приходит запрос о значении полученного диаметра. Измерительный инструмент проходит вдоль обработанной ступени и отправляет полученные значения на устройство обработки информации.

Далее происходит процесс сравнения полученного значения с максимальным значением d_{MAX} . Если условие $d > d_{MAX}$ является не выполненным, то деталь признается годной и программа посылает команду «Забрать заготовку». Деталь освобождается и передается далее по технологическому процессу. После этого в зажимное устройство устанавливается новая деталь и процесс повторяется.

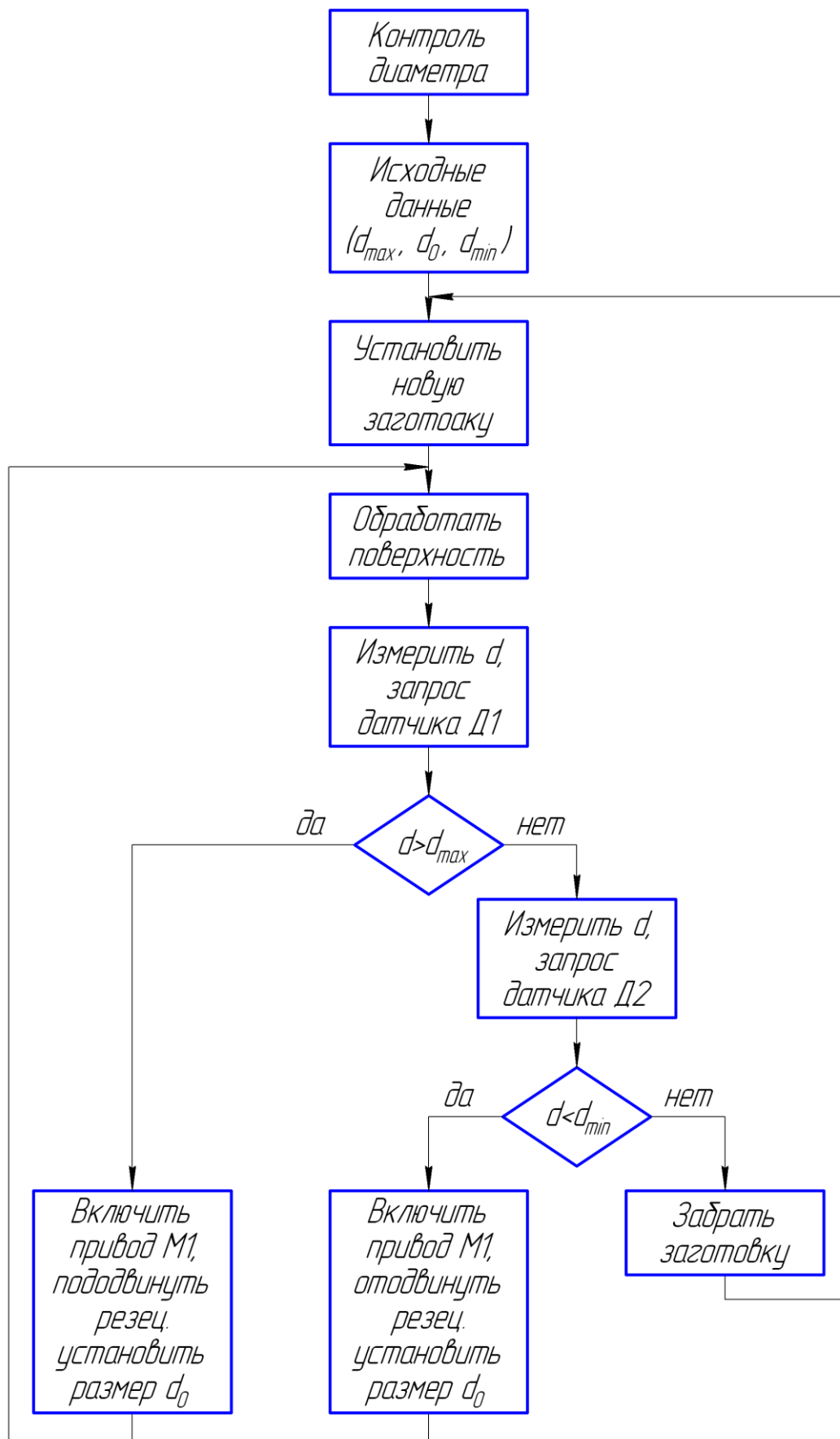


Рисунок 3.4 – Алгоритм системы автоматического управления

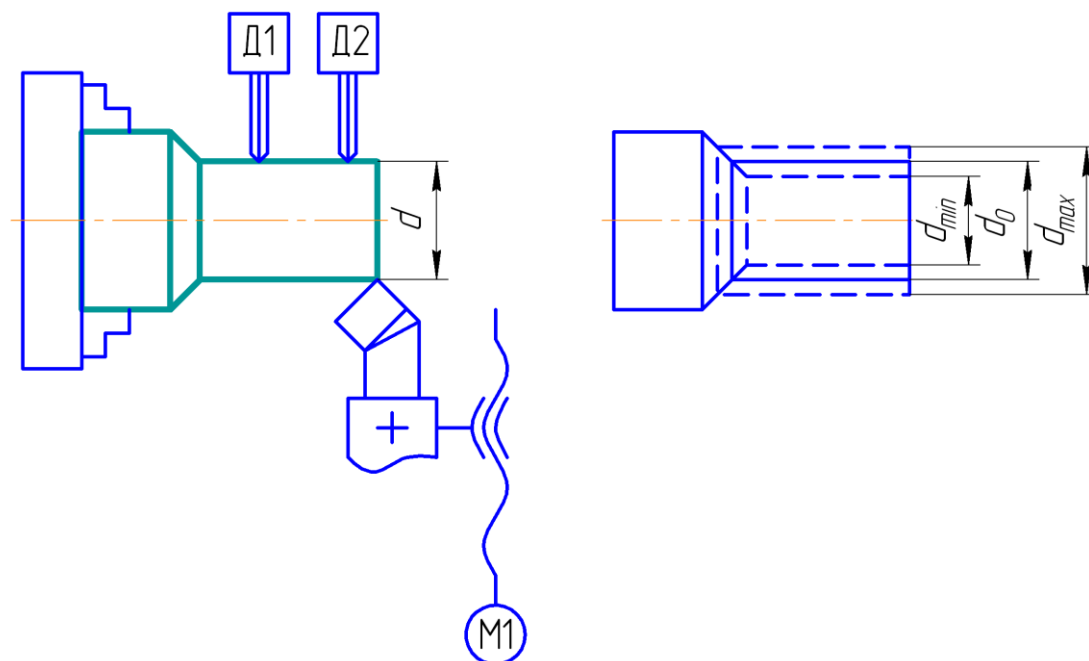


Рисунок 3.5 – Эскиз токарной операции

В том случае если условие $d > d_{MAX}$ выполняется, то программа отправляет команду «Включить привод M1». При этом корректируется положение инструмента, то есть он смещается в сторону детали и останавливается на значении d_{MIN} . далее вновь следует команда «Обработка поверхности», инструмент повторно подводится к заготовке и совершает обработку поверхности с последующим замером полученного значения.

Как видно из блок-схемы процесс обработки чередуется с процессом измерения, в результате которого происходит автоматическое принятие решения о годности детали в процессе токарной операции.

В данном примере не рассматривались моменты, когда может происходить разрушение режущего инструмента, наклеп на режущей кромке, максимальный износ режущего инструмента и другие негативные факторы. Контроль выше упомянутых факторов приведет к полноценному поддержанию обрабатываемого размера в поле допуска номинального значения.

В тех случаях, когда повторная обработка или операция на полученной детали не предоставляется возможной, то система так же внесет коррективы при обработке последующих деталей.

Система автоматического управления может работать сразу с большим количеством параметров, это достигается тем, что процессы обработки и измерения результатов происходят не одновременно, а последовательно. В результате получается возможность задания неограниченного числа условий. Каждое из условия будет последовательно определяться, и анализироваться системой.

Структура системы автоматического контроля представлена на рисунке 3.6 где: ОВ – орган воздействия; Д – датчик; УОИ – устройство обработки информации; УВ – устройство ввода данных; И – устройства вывода информации (индикации); УК – устройства коммутации; П – устройства преобразования электрического сигнала в другой вид сигнала; Y – физическое воздействие; X_N – информация, снимаемая датчиком; $\tilde{O}_{MAX}$ и $\tilde{O}_{MIN}$ – максимальное и минимальное значение измеряемого параметра.

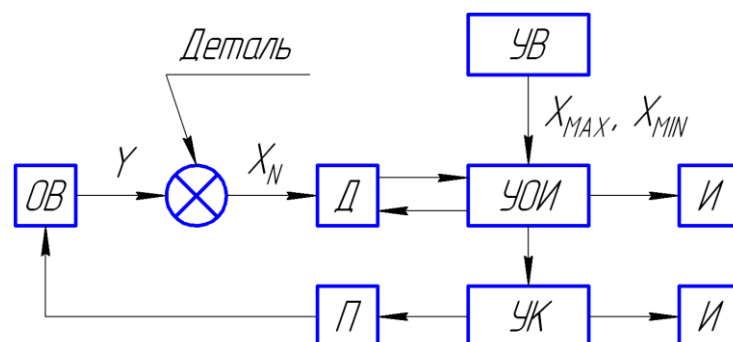


Рисунок 3.6 – Структура системы автоматического контроля

Под устройствами преобразования электрического сигнала в другой вид сигнала понимаются исполнительные механизмы, в качестве которых могут выступать пневмо-гидро-электроприводы

Под устройствами коммутации понимаются элементы, через которые осуществляется передача информации на исполнительные механизмы. В качестве устройств коммутации могут выступать различного рода электромагнитные реле, твердотельные переключатели (симисторы и тиристоры), электромагнитные пневматические и гидравлические переключатели. Последние предназначены для прямого взаимодействия с пневмо и гидросистемами через электронные компоненты.

Как видно из структуры, когда система автоматического контроля зафиксировала отклонение от нормы, она проинформирует об этом оператора, а так же передаст управляющий сигнал на устройства коммутации. Устройства коммутации активируют исполнительные механизмы, тем самым установят обратную связь с объектом, за которым наблюдают.

Однако главной задачей системы управления является ведение технологического процесса, и формируемые ею воздействия на исполнительные механизмы определяются, в первую очередь, алгоритмом этого процесса, а параллельно проводится контроль всех прочих параметров.

Параллельное выполнение этих задач оказывается возможным потому, что любая операция технологического процесса всегда продолжается какое-то время, значительно большее времени опроса одного датчика. За время выполнения одной операции можно собрать информацию о многих параметрах и при отклонении каких-либо из них от нормы выдать управляющие сигналы на соответствующие исполнительные механизмы.

3.4 Система автоматического регулирования

Система автоматического регулирования – это система автоматического контроля, которая предназначена для автоматического поддержания определенного параметра на требуемом уровне.

Отличительной особенностью системы автоматического регулирования по отношению к системе автоматического контроля является ее работа лишь с одним технологическим параметром и соответственно с одним исполнительным механизмом, воздействующим на этот параметр.

Например, если идет отслеживания освещенности, то система автоматического управления будет включать или выключать свет в зависимости от освещенности, а система автоматического регулирования будет изменять интенсивность светового потока в зависимости от освещенности.

Задача системы автоматического регулирования – поддержание постоянного значения регулируемого параметра или его изменение по заданному закону.

Работа систем автоматического регулирования основана на двух основных принципах регулирования:

- 1) по отклонению регулируемого параметра от заданного значения или закона;
- 2) по компенсации внешних возмущающих воздействий на технологический процесс.

Рассмотрим алгоритм работы системы автоматического регулирования представленный на рисунке 3.7. В качестве наблюдаемого процесса выбран процесс поддержания температуры жидкости находящейся в баке, эскиз операции представлен на рисунке 3.8. Так же в процессе наблюдения за температурой жидкости происходит смена жидкости благодаря кранам К1 и К2.

Как и любая операция, алгоритм, поддержания температуры жидкости на определенном уровне, начинается с ввода номинального значения температуры $\dot{O}_0$. После этого следует команда на включение нагревателя, который поднимает температуру жидкости до требуемого значения номинального значения. Далее происходит открытие кранов К1 и К2, которые производят смену жидкости находящейся в баке.

По алгоритму следует команда «измерить Т», с запросом датчика Д1. Этот датчик отвечает за отслеживание температуры жидкости выше номинального значения. Если датчик дает положительный ответ на запрос, то далее следует команда на выключение нагревателя и ожидание в размере одной секунды до следующего отправления запроса на датчик Д1.

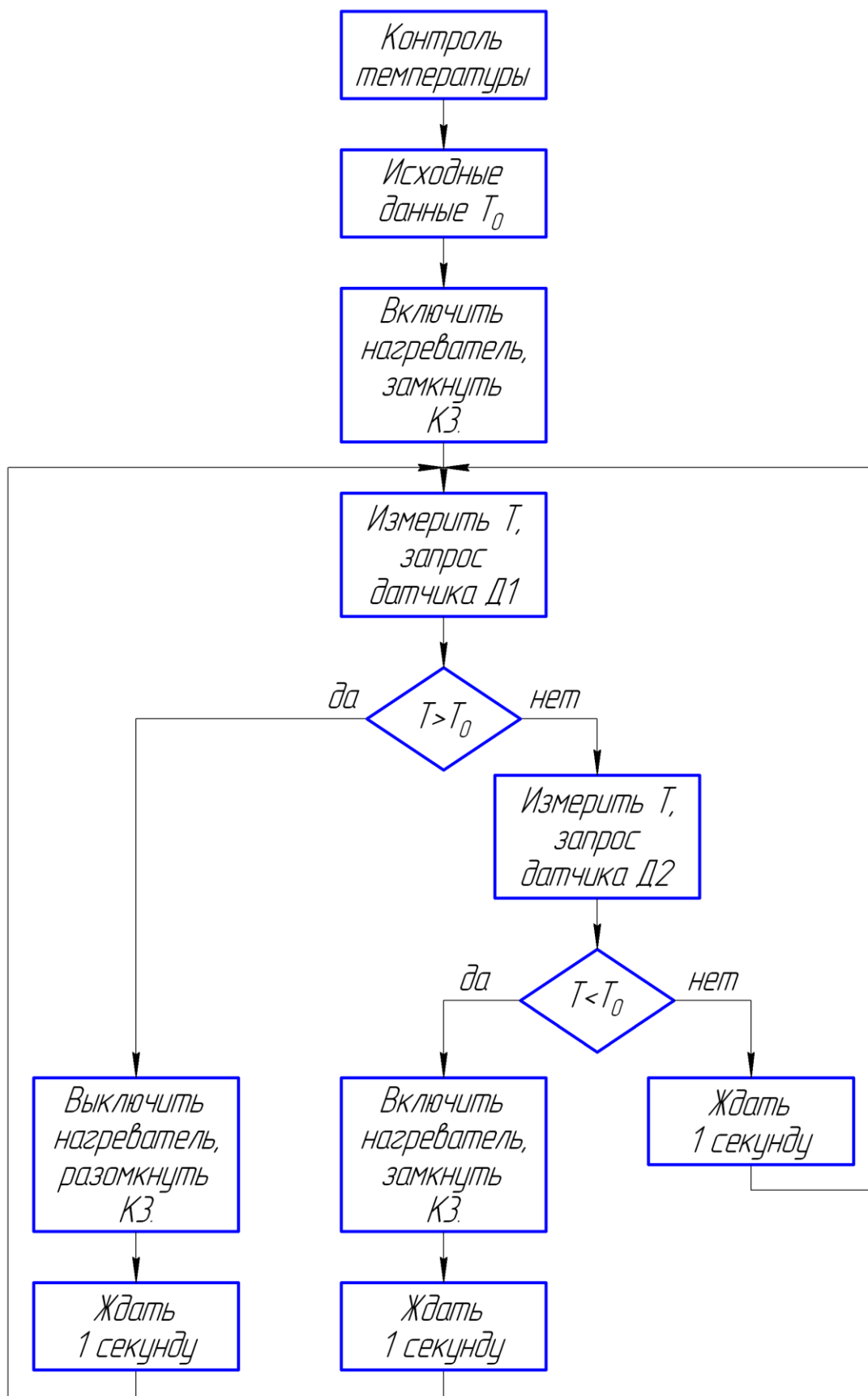


Рисунок 3.7 – Алгоритм системы автоматического регулирования

Так продолжается до тех пор пока от датчика не придет отрицательный ответ. Как только это произошло, следует команда «измерить Т», с запросом датчика Д2. Этот датчик отвечает за отслеживание температуры жидкости ниже номинального значения. Если датчик дает положительный ответ на запрос, то далее следует команда на включение нагревателя и ожидание в размере одной секунды до следующего отправления запроса на датчик Д1, для возобновления цикла определения температуры.

Если датчик Д2 дает отрицательный ответ, то система ждет одну секунду и вновь запускает цикл определения температуры.

Как видно из предложенного алгоритма, система не ждет завершения операции как система автоматического управления, чтобы определить требуемые параметры, а сразу вносит коррективы в совершаемый технологический процесс.

Такие системы не могут самостоятельно завершить процесс регулирования наблюдаемого параметра. Команда на выключение процесса приходит обычно от оператора.

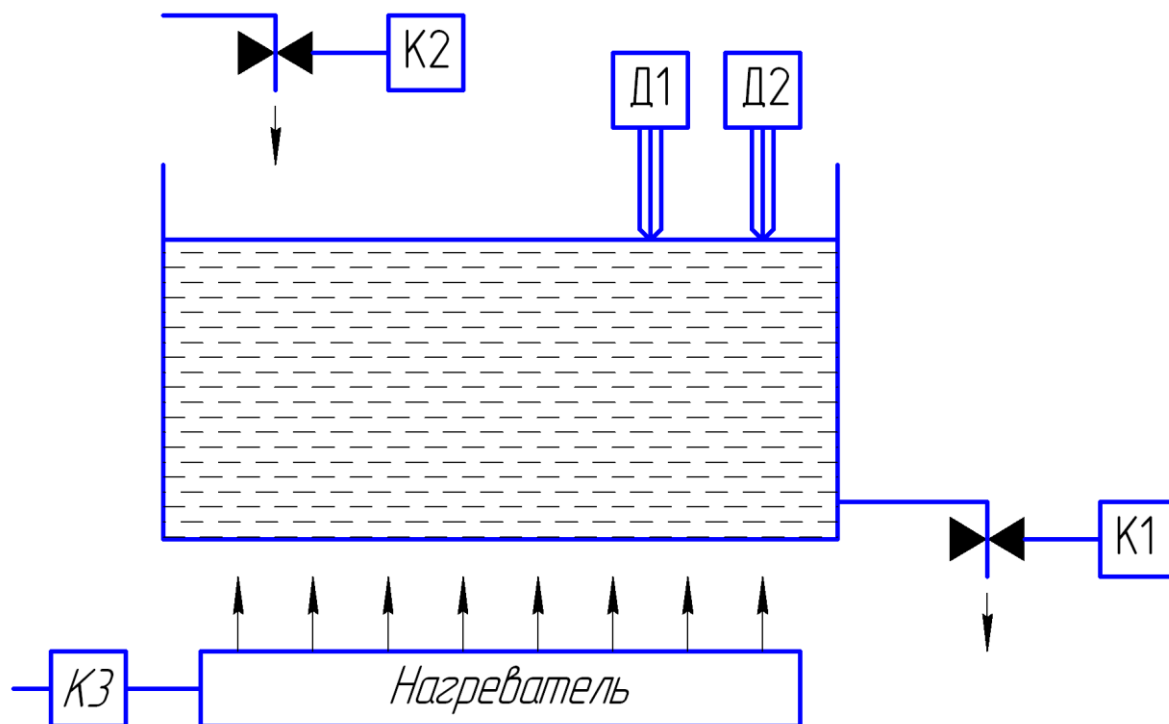


Рисунок 3.8 – Эскиз операции нагрева воды

Структура системы автоматического регулирования представлена на рисунке 3.9, где: ОВ – орган воздействия; Д – датчик; УОИ – устройство обработки информации; УВ – устройство ввода данных; И – устройства вывода информации (индикации); УК – устройства коммутации; П – устройства преобразования электрического сигнала в другой вид сигнала; У – физическое воздействие; X_N – информация, снимаемая датчиком; X_0 – номинальное значение измеряемого параметра.

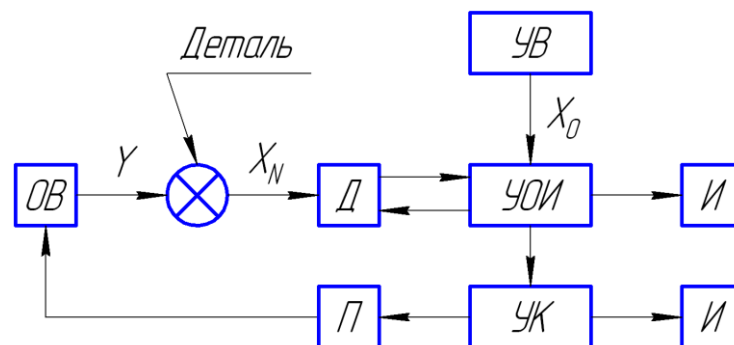


Рисунок 3.9 – Структура системы автоматического регулирования

Структура системы автоматического регулирования практически ни чем не отличается от системы автоматического управления, отличием является только количество одновременно отслеживаемых параметров и активацией тех или иных устройств при истинности отслеживаемых параметров. Также от устройства ввода информации приходит только одно номинальное значение, за которым необходимо следить. Проще говоря, система регулирования следит за отклонением контролируемого параметра от номинального значения и незамедлительно вносит коррективы для уменьшения отклонения.

Достоинство регулирования по отклонению заключается в том, что регулируемый параметр всегда находится под контролем автоматической системы.

Любая система автоматического регулирования должна поддерживать регулируемый параметр с максимальной точностью, то есть с наименьшим отклонением от заданного значения. Это достигается обычно за счет повышения чувствительности устройства сравнения. Однако чрезмерное повышение чувствительности может привести к потере устойчивости системы. Под устойчивостью системы понимают способность системы самостоятельно возвращаться в состояние равновесия после прекращения воздействия, вызвавшего нарушение равновесия.

Такие автоматические системы регулирования находят широкое применение в тех случаях, когда любое незначительное колебание контролируемого параметра может оказать негативное влияние на последующие процессы, и где необходимо незамедлительно вносить поправки. Основное направление, в котором не обойтись без систем автоматического регулирования является роботостроение и системы автопилотирования. В этих сферах любое промедление грозит серьезными последствиями. Например, при обучении человекоподобного робота реагированию на внезапные удары, система автоматического регулирования должна сохранить робота в равновесии в вертикальном положении. Это как раз те системы, которые отвечают за сохранение равновесия у человека, когда тот оступился.

В системах автопилотирования также требуется скорость реагирования на внезапные появления препятствий, погодные условия, поведение других

участников движения и другие факторы. В настоящее время такие системы еще находятся в стадии тестирования и выявления других факторов, на которые следует обратить внимание. Ибо с такими задачами способна справиться только система автоматического регулирования.

3.5 Контрольные вопросы

- 1) Какие бывают автоматические системы?
- 2) Что такое системы автоматического контроля?
- 3) Что такое системы автоматического управления?
- 4) Что такое системы автоматического регулирования?
- 5) В чем отличие системы автоматического контроля от системы автоматического управления?
- 6) В чем отличие системы автоматического регулирования от системы автоматического управления?
- 7) Для выполнения какой работы целесообразней использовать каждую из систем?

4 ДАТЧИКИ

4.1 Общие сведения

Датчик – это устройство, которое преобразует внешнее воздействие в электрический сигнал понятный машине.

Ни одна автоматизированная система не обходится без участия датчиков. Это связано с тем, что датчики являются органами чувств у механизмов. Они заменяют им глаза, уши, органы осязания и другие органы чувств.

Датчики можно классифицировать по различным критериям, одним из которых выступает исполнительный механизм. Классификация по исполнительному механизму представлена на рисунке 4.1. в данном учебном пособии мы не будем рассматривать все виды датчиков, но познакомимся с наиболее часто применяемыми датчиками.

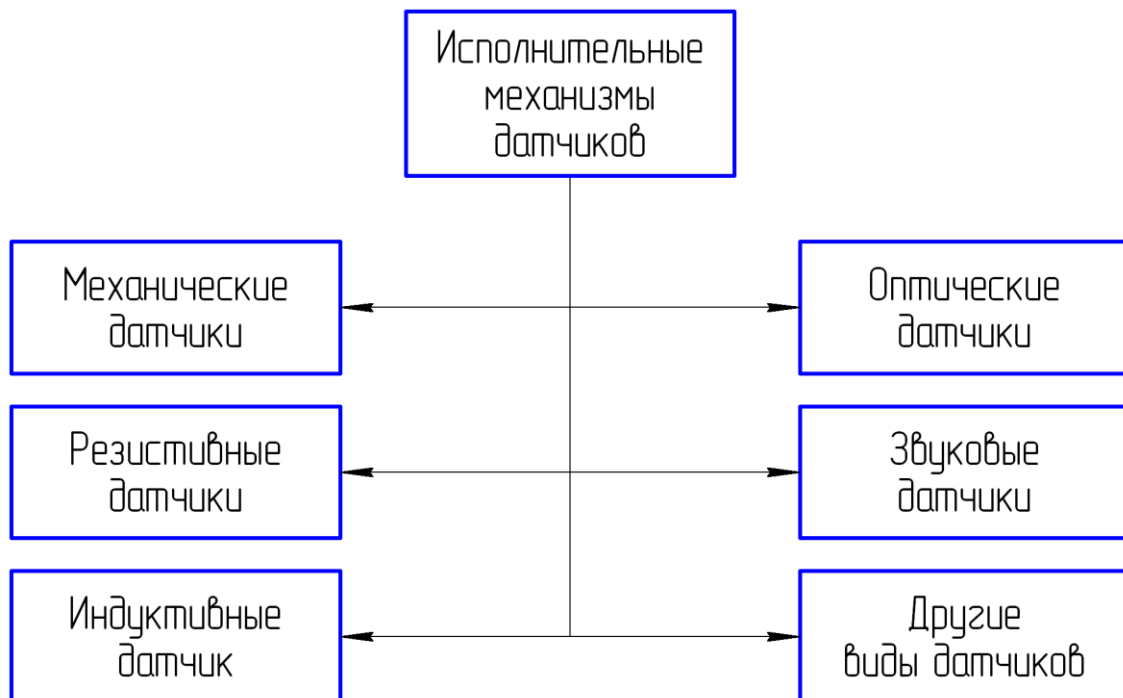


Рисунок 4.1 – Классификация по видам исполнительных механизмов

Датчики в отличие от органов чувств человека не являются универсальными, например, глаза человека могут реагировать на свет, видеть и определять скорость или цвет предмета. Датчики лишены такой возможности, но зато их универсальность компенсируется их более высокой чувствительностью к определенному параметру. Поскольку каждый отдельный датчик отвечает за восприятие определенного раздражающего фактора, поэтому они могут реагировать на очень слабое внешнее воздействие и оставить незамеченным другие факторы, даже если они имеют схожую природу, например, они могут увидеть, что стало светло, но не увидеть цвет

источника света. Поэтому в настоящее время существует широкая номенклатура датчиков.

Практически все автоматические системы используют датчики, формирующие на выходе электрические сигналы. Это связано с тем, что:

- 1) электрические сигналы могут быть легко переданы на значительные расстояния, а датчики могут располагаться в любых труднодоступных местах технологического оборудования;
- 2) электрические сигналы могут быть легко усилены в тысячи раз, т. е. в тысячи раз может быть повышена при необходимости чувствительность аппаратуры измерения значений технологических параметров;
- 3) электрические сигналы обладают малой инерционностью, что позволяет следить за быстро изменяющимися во времени параметрами и обеспечивать высокую скорость работы автоматических систем в реальном времени;
- 4) электрические сигналы наиболее удобны для работы с большинством широко распространенных технических средств: усилителями, коммутаторами, электрическими двигателями, электромагнитными реле и другими, в том числе с ЭВМ.

Основными характеристиками датчиков, определяющими их пригодность для тех или иных целей, являются:

- 1) функция преобразования;
- 2) чувствительность;
- 3) погрешность;
- 4) нелинейность;
- 5) инерционность

Функция преобразования – это зависимость между выходной величиной датчика и преобразуемым параметром. Ее представляют либо формулой, либо графиком.

График этой зависимости – прямая линия, поэтому такую функцию преобразования называют линейной. У большинства датчиков в широком диапазоне изменения входных параметров функция преобразования нелинейная.

Чувствительность датчика – это величина, показывающая, как изменяется выходной сигнал датчика при изменении входного параметра на единицу.

Погрешность – это отклонение реального значения выходной величины от идеального (действительного), которое должно быть на выходе датчика при данном значении входного параметра.

Нелинейность – это отклонение функции преобразования датчика от линейной функции. Если нелинейность велика, то для уменьшения связанной с ней погрешности в ЭВМ, обрабатывающую сигнал датчика, вводят специальную таблицу поправок (градировочную кривую).

Инерционность – это способность датчика преобразовывать быстроизменяющийся входной параметр. Если датчик не успевает за

изменением преобразуемого параметра, то появляется дополнительная погрешность, называемая динамической.

4.2 Механические датчики

Механические датчики являются одними из самых простых и широко применяемых видов датчиков. Некоторые представители данного вида датчиков представлены на рисунке 4.2, на котором представлена упрощенная их конструкция.

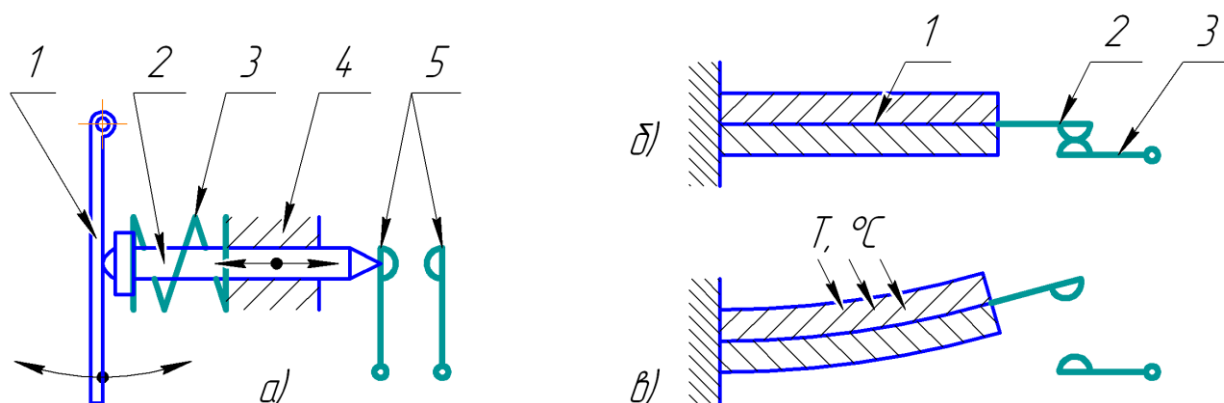


Рисунок 4.2 – Виды механических датчиков: а) датчик соприкосновения: 1 – чувствительный элемент, 2 – линейный преобразователь, 3 – пружина, 4 – корпус, 5 – контакты, б) и в) биметаллический датчик: 1 – биметаллическая пружина, 2 – подвижный контакт, 3 – неподвижный контакт

Датчик соприкосновения (см. рис. 4.2а) предназначен для регистрации удара или контакта, с какой либо поверхностью. Для этого он снабжается специальным чувствительным элементом (усом). Датчик соприкосновения внешне напоминает кнопочный переключатель, только в данном случае чувствительный элемент адаптирован не к пальцу человека, а к типу поверхности, с которой будет происходить контакт.

Такие датчики широко применяются в механических исполнительных механизмах и не требуют тонкой настройки. Их основная задача ограничивать продольное или поворотное перемещение механических деталей или сообщать системе, что один из органов управления прибыл в назначенное место, например, произошел захват предмета детали.

Если датчик соприкосновения работает, как датчик удара то его основной задачей является информирование системы о том, что механизм находится в аварийном состоянии и дальнейшее перемещение приведет к поломке каких либо узлов. Такие датчики находятся с внешней стороны мобильных роботов и информируют о контакте посторонним предметом, в результате чего система предпримет определенные меры. Здесь они выступают как конечные выключатели. Датчики удара позволяют предотвращать поломку механических исполнительных механизмов.

На рисунке 4.3 представлены два варианта применения датчиков соприкосновения. На рисунке 4.3а на механизм продольного перемещения с двух сторон установлены два механических датчика Д1 и Д2, которые ограничивают линейное перемещение рабочего органа.

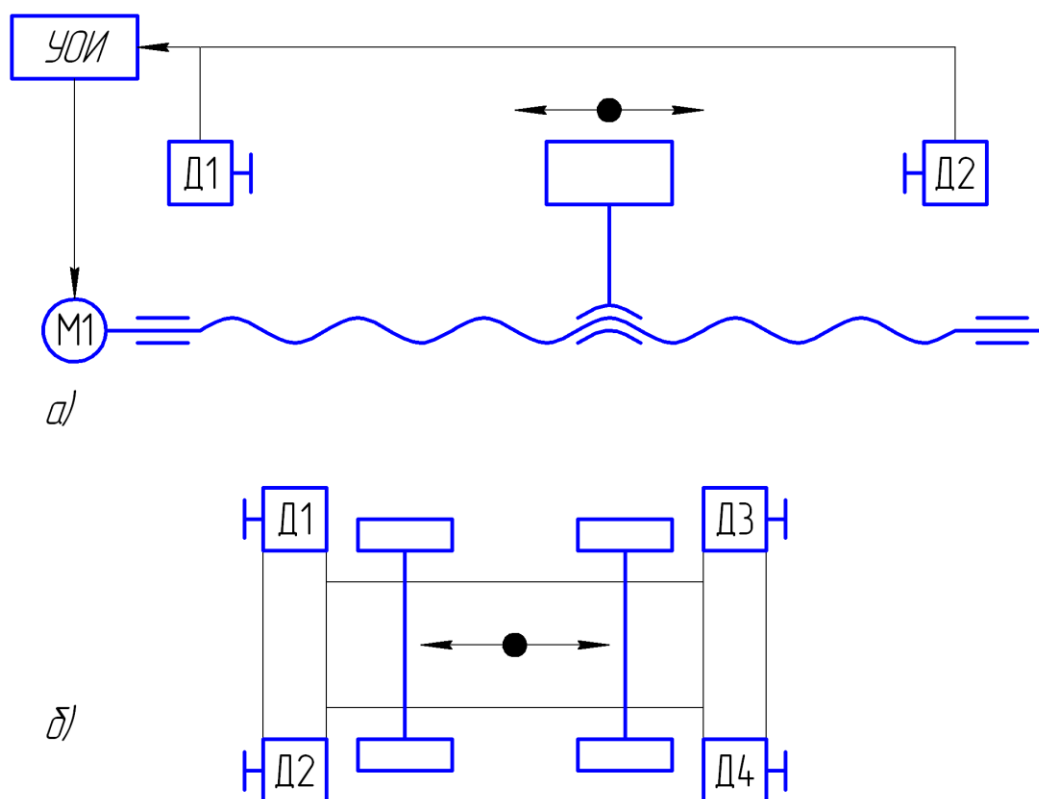


Рисунок 4.3 – Применение механических датчиков: а) механизм продольного перемещения; б) рама мобильного робота

Как только рабочий орган доходит до них, они передают информацию на устройство обработки информации, которое останавливает двигатель М1. Здесь датчики Д1 и Д2 работают как конечные выключатели.

На рисунке 4.3б механические датчики соприкосновения Д1...Д4 установлены на мобильную платформу, на которой они располагаются по четырем углам. Здесь их основная задача остановить движение платформы, когда она подойдет к препятствию или врежется в него. В данном случае они работают не как конечные выключатели, а как датчики удара.

Биметаллические датчики (см. рис. 4.2б и 4.2в) предназначены для регистрации температуры. Такие датчики не способны отслеживать изменение температуры, но они информируют о том, что температура достигла определенного значения, на фиксации которого они настроены. Чувствительным элементом в таких датчиках является биметаллическая пластина, которая состоит из двух металлов спаянных вместе по всей длине. Каждый из металлов имеет свой коэффициент линейного расширения под воздействием температуры, поэтому при нагреве пластина начнет изгибаться в направлении того металла, у которого значение коэффициента меньше. В

результате контакты 2 и 3 могут соприкоснуться или разжаться в зависимости от конструкции.

Так же такие датчики могут реагировать на электрический ток, который протекает через них. Так как ток обладает и тепловой природой, то при длительном протекании предельного, но не опасного тока какое либо оборудование может перегреться и выйти из строя, например электродвигатель. Такие датчики можно встретить в конструкции автовыключателей.

4.3 Резистивные датчики

Резистивные датчики способны работать с широким фронтом измеряемых параметров.

Тензодатчики (см. рис. 4.4а) представляют собой тонкую пластину, состоящую из двух слоев гибкого материала, между которыми расположена резистивная спиральная нить. Такие датчики применяются для определения деформации, какой либо детали. Для того чтобы тензодатчик смог зафиксировать изменение в состоянии детали, его необходимо приклеить на ее поверхность таким образом, чтобы направление нитей датчика совпадало с направлением деформации. Достоинством таких датчиков является их высокая чувствительность к малейшим изменениям формы деталей.

Датчики углового (линейного) положения (см. рис. 4.4б) представляют собой переменный резистор. Рычаг резистивные датчики положения контактирует с подвижным элементом какого-либо механизма и определяет угловое или линейное его перемещение в любой момент времени. Такие датчики имеют два или 3 контакта, один из которых соединяется с рычагом, в результате изменения сопротивления определяется положение рычага. Такие датчики часто работают в паре с механическими датчиками. Достоинством таких датчиков является их простота и надежность.

На рисунке 4.5 представлено применение резистивных датчиков углового положения Д1...Д3 в руке робота-манипулятора, где они располагаются в поворотных механизмах. Здесь датчики очень часто работают в паре с электродвигателями, где необходимо поддерживать обратную связь. Автоматическая система отправляет сигнал на привод и тут же запрашивает датчик, о расположении звена, повернулся ли он на положенный угол или нет. Так устройство обработки информации знает о расположении звеньев манипулятора в любой момент времени.

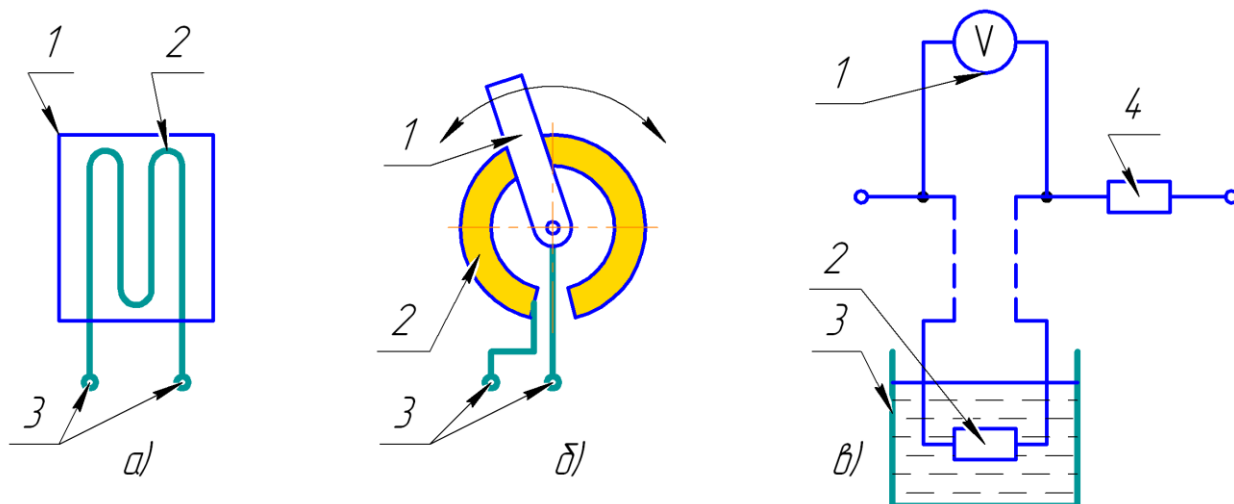


Рисунок 4.4 – Виды резистивных датчиков. А) тензодатчики: 1 – тонкая неметаллическая пленка, 2 – резистивный слой, 3 – контакты, Б) датчик углового (линейного) положения: 1 – рычаг, 2 – резистивный слой, 3 – контакты, В) датчик температуры: 1 – измерительный прибор, 2 – терморезистор, 3 – емкость; 4 – балластный резистор

На рисунке 4.4в представлен вариант применения резистивного датчика для определения температуры. Здесь в качестве датчика применяется терморезистор, следовательно, в качестве резистивного слоя применяются материалы очень чувствительные к перепадам температур.

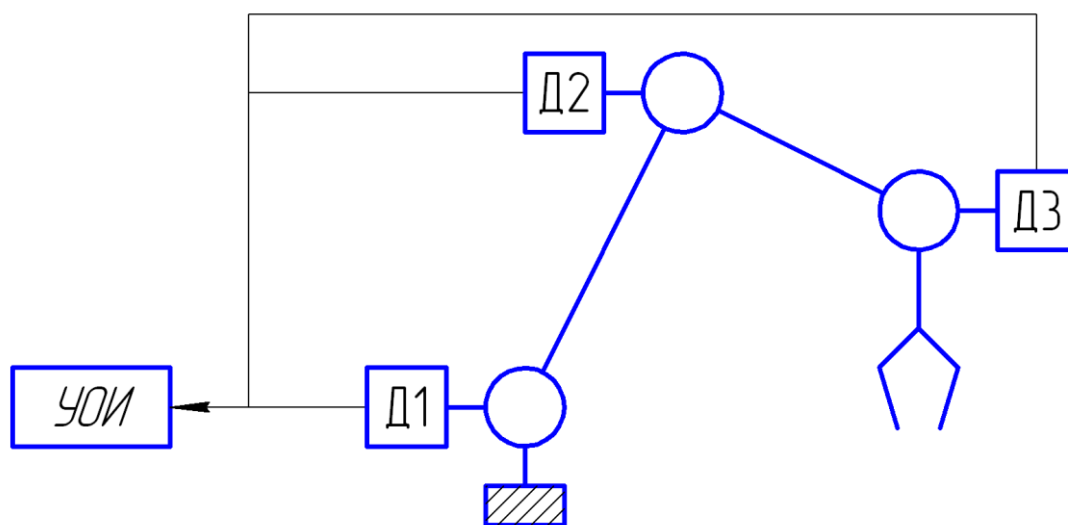


Рисунок 4.5 – Применение резистивных датчиков углового положения в руке робота-манипулятора

Сопротивление терморезистора в момент его расположения в рабочей среде не всегда представляется возможным, поэтому его обычно подключают последовательно с балластным резистором. Вместе с ним она образуют делитель напряжения. В результате любое изменения сопротивления приведет к изменению сопротивления напряжения, через которое определяется температура.

4.4 Индуктивные датчики

Индуктивные датчики работают с предметами, которые сами создают магнитное поле или способны его усиливать и передавать. На рисунке 4.6 представлены два вида индуктивных датчиков.

На рисунке 4.6а представлен датчик Холла, который работает совместно с триггерным кольцом. Датчик холла в своей конструкции имеет чувствительный к магнитному полю электронный элемент и постоянный магнит. Триггерное кольцо представляет собой диск на внешне поверхности, которого есть выступы из металла или металлические вставки. В момент, когда выступ кольца оказывается рядом с датчиком, магнитное поле усиливается через металл и попадает на чувствительный элемент, в результате на выходе формируется электрический сигнал. Если перед датчиком располагается впадина диска, то усиления магнитного поля не наблюдается, следовательно, на выходе никакого сигнала не будет.

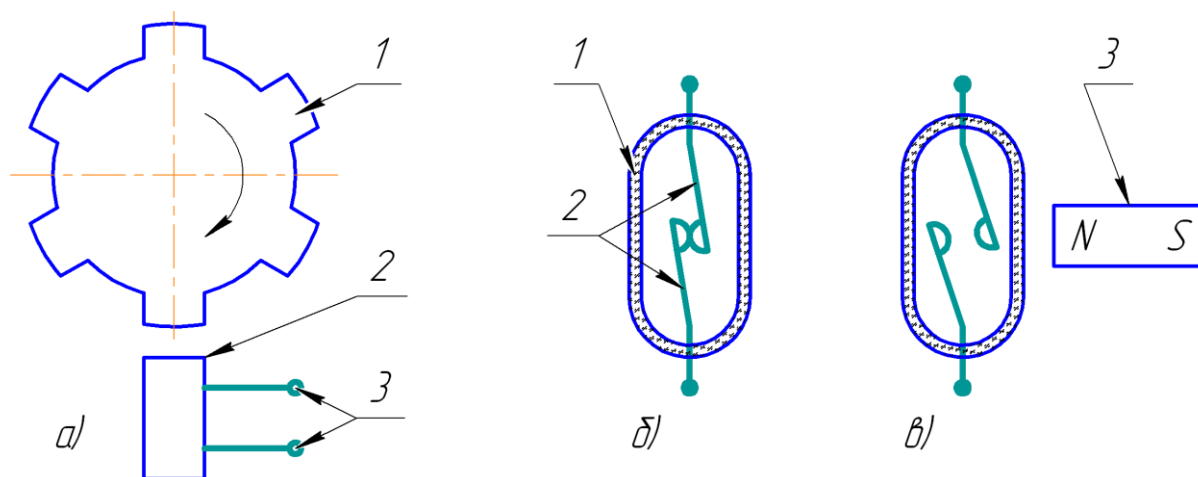


Рисунок 4.6 – Индуктивные датчики: а) датчик Холла: 1 – триггерное кольцо; 2 – датчик холла; 3 – контакты; б) и в) геркон: 1 – стеклянная герметичная трубка; 2 – гибкие внутренние контакты; 3 – магнит.

На рисунке 4.6б и 4.6в представлена работа геркона. Такой датчик представляет собой герметичную трубку, в которой располагаются два или три контакта. Как только в непосредственной близости от датчика появляется источник магнитного поля, гибкие контакты, расположенные внутри, замыкаются или размыкаются. При этом направление магнитного поля не влияет на работу внутренних контактов. На магнитное поле земли такие датчики не реагируют. Достоинством такого датчика является то, что они могут работать практически в любой среде, так как герметичная втулка предотвращает попадание внутрь посторонних предметов или влаги.

На рисунке 4.7 представлен вариант применения герконов, где они располагаются по бокам вращающейся платформы, на которой располагается постоянный магнит. В отличие от подвижных звеньев робота-манипулятора

звеньев, здесь не требуется определение точного углового положения. В данном варианте платформа перемещается между семи фиксированными позициями, и как только магнит окажется в нужном положении, но устройство обработки информации поступит сигнал, который потом будет перенаправлен на привод, вращающий платформу, в результате платформа остановится.

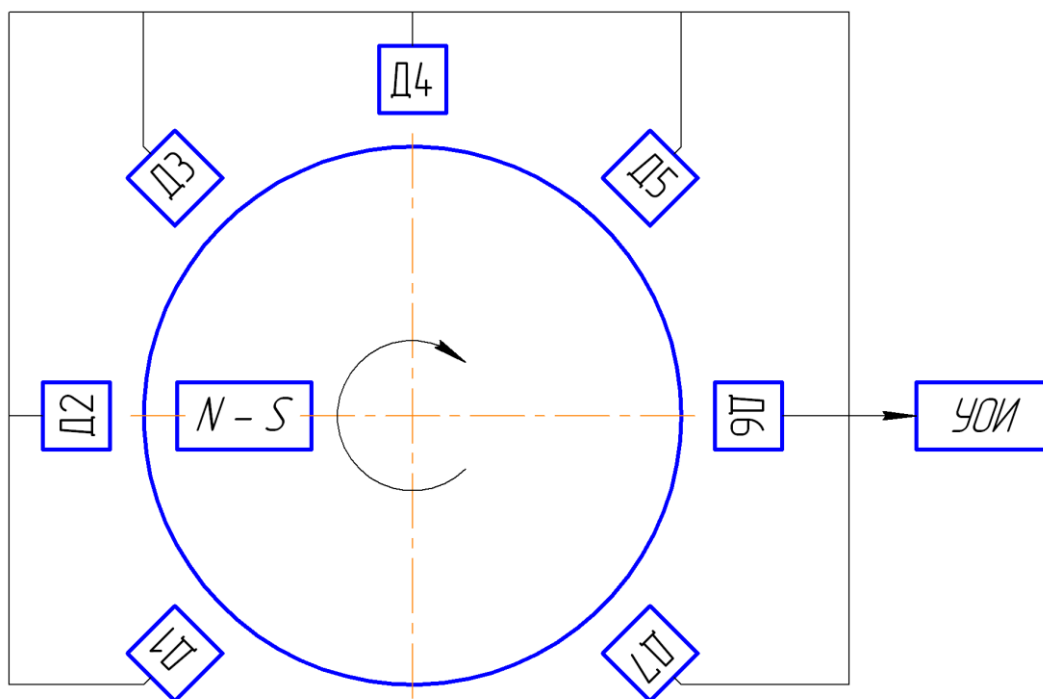


Рисунок 4.7 – Применение геркона в механизмах угловой ориентации с фиксированными позициями

В такой конструкции вместо герконов могут быть использованы датчики Холла. Так же герконы и датчики холла можно применять в качестве конечных выключателей в механизмах продольного перемещения вместо механических датчиков соприкосновения.

Датчик холла и геркон являются бесконтактными датчиками, то есть они ни как не соприкасаются с предметом, на который реагируют.

4.5 Оптические

Оптические датчики работают со светом, который может излучаться от естественных и искусственных источников. Так же они могут работать с видимым и невидимым диапазоном излучения электромагнитных волн, например, инфракрасное излучение. В большинстве случаев оптические датчики являются сдвоенными, то есть датчик состоит из источника света и из приемника света.

На рисунке 4.8 представлен принцип работы оптических датчиков. На рисунках 4.8а и 4.8б представлен принцип работы инфракрасного барьера. В данном варианте источник (светодиод) и приемник света (фотодиод)

располагаются напротив друг друга, образуя барьер. Как только в зазор между ними попадает непрозрачный предмет, свет перестает поступать на приемник, в результате на устройство обработки информации поступает сигнал о появлении постороннего предмета.

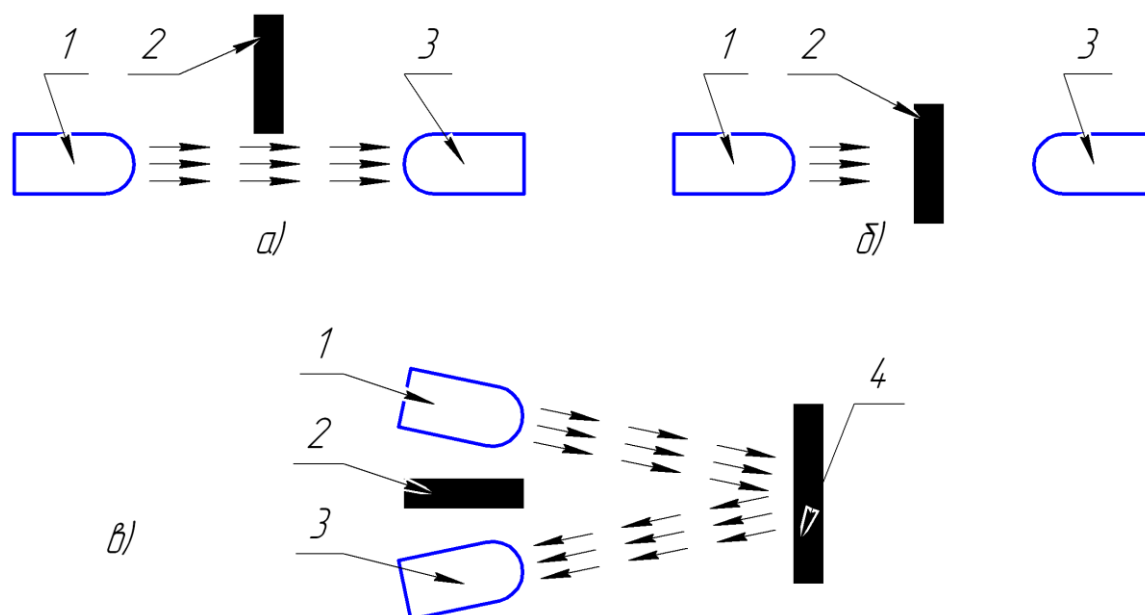


Рисунок 4.8 – Оптические датчики: а) инфракрасный барьер: 1 – источник света; 2 – непрозрачный посторонний предмет; 3 – приемник света; в) датчик приближения: 1 – источник света; 2 – перегородка; 3 – приемник света; 4 – посторонний предмет.

На рисунке 4.8в представлен принцип работы оптического датчика приближения. В таком датчике источник и приемник света располагаются в одном корпусе и разделяются непрозрачной перегородкой. Как только вблизи датчика оказывается посторонний предмет, свет отразится от него и попадет на приемки, в результате на устройство обработки информации поступит сигнал о появлении постороннего предмета.

Вариант расположения источника и приемника света на рисунке 4.8в, так же может применяться для распознавания датчиком цвета предмета, это обусловлено тем, что каждый цвет имеет свою отражательную способность. Такой вариант используется при движении мобильного робота по некоторой линии, с двух сторон которой располагается такая же линия, но противоположного цвета (черный и белый цвет).

На рисунке 4.9 представлен вариант применения оптического датчика на производстве. В качестве примера выбран ленточный конвейер, по которому перемещаются детали. На краю конвейера устанавливается инфракрасный барьер, который отслеживает появление деталей. Так как на конвейере детали могут располагаться в произвольном порядке и ориентацией, то наилучшим способом отслеживать их появления является работа датчика на просвет.

Конвейер вращается и перемещает детали. Как только в промежуток между источником и приемником света попадает предмет, конвейер

автоматически останавливается. После этого к детали подходит захватное устройство и забирает ее. После того как деталь покинула ленту, конвейер вновь начинает вращаться.

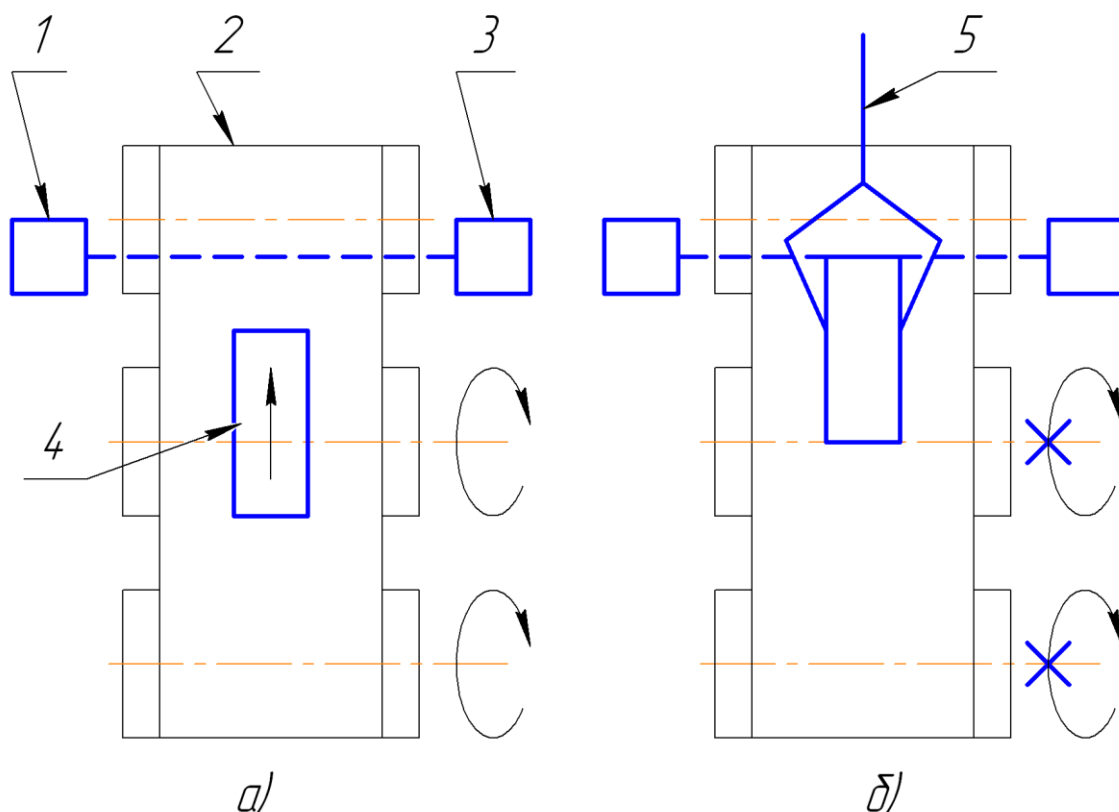


Рисунок 4.9 – Применение оптического датчика на конвейере: 1 – источник света; 2 – ленточный конвейер; 3 – приемник света; 4 – деталь; 5 – захватное устройство.

4.6 Звуковые датчики

Принцип работы звуковых датчиков такой же, как у оптических датчиков, только в это раз в место электромагнитных волн используются звуковые волны, частоты которых не воспринимаемы человеком.

На рисунке 4.10 представлена работа датчика звука. Как и в случае с оптическим датчиком, этот датчик так же является парным, только в этом случае источником звука является динамик, а приемником звука является микрофон. Обычно такие датчики работают на отражении звуковых волн от предмета.

Если непрерывно излучать звуковые волны, то датчик будет регистрировать, что рядом располагается предмет вне зависимости движется он на встречу или отдаляется. Если звуковые волны отправлять с определенной задержкой и потом сравнивать интервал отправки волн с интервалом их возвращения, то можно определять скорость приближения предмета. Так же если предмет неподвижен, то можно по времени возвращения волн определить расстояние до него.

Применение датчиков звука на близких расстояниях более эффективно, чем использование оптических датчиков. Для определения расстояния оптическим датчиком, в качестве источника света используется лазер. Но в отличие от датчиков звука, оптические датчики на основе лазера не рекомендуется направлять на человека, так как свет от лазера может попасть в глаза и привести к потере зрения, если его мощность превысит 5мВт. Звуковые датчики таким недостатком не обладают.

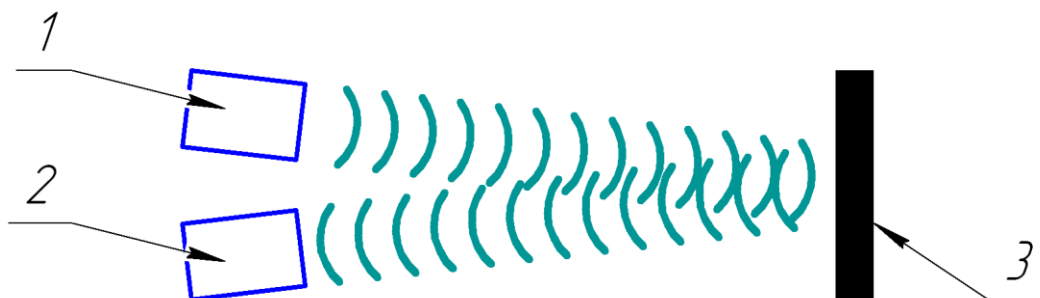


Рисунок 4.10 – Работа звукового датчика: 1 – источник звуковых волн (динамик); 2 – приемник звуковых волн (микрофон); 3 – посторонний предмет.

Датчики звука широко применяются в мобильных роботах в качестве бесконтактных датчиков определения расстояния и появления на пути их следования посторонних предметов. Это связано с тем, что звук распространяется во всех направлениях в отличие от света, излучаемого светодиодами. Так же оптические датчики могут среагировать на свет от других источников освещения, которые устанавливаются в производственных помещениях. Так же при работе со звуком нет необходимости концентрироваться на цвет отражающего предмета, до которого определяется расстояние, они его будут хорошо «видеть» на любом расстоянии. Оптические датчики на одном и том же расстоянии до предмета в зависимости от его окраски, могут, зарегистрировать его или нет, например, предмет белого цвета будет раньше замечен, черный предмет.

4.7 Контрольные вопросы

- 1) Что такое датчик?
- 2) Как можно классифицировать датчики по механизму работы?
- 3) Какие датчики могут применяться для определения положения подвижных частей механизмов
- 4) Какие датчики могут применяться для определения расстояния и скорости?
- 5) Какие датчики применяются для определения деформации?
- 6) Какие датчики применяются для определения температуры?
- 7) Какие датчики могут реагировать на металл?
- 8) Какие датчики могут работать в любой среде и в любых условиях?
- 9) Что общего между оптическими и звуковыми датчиками?

10) Для чего в оптических датчиках между источником и приемником устанавливают перегородку?

5. УСТРОЙСТВА ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

5.1 Общие сведения

Устройства обработки информации это те устройства, которые принимают информацию с датчиков и устройств ввода информации, обрабатывают, передают команды исполнительным механизмам и индицируют результат оператору.

На рисунке 5.1 представлена классификация функциональных элементов, которые входят в состав устройств обработки информации. Которые в свою очередь собираются на микросхемах с применением обвязочных элементов (резисторы, транзисторы и другие элементы).

Микросхема – это устройство, состоящее из электрических элементов электрически соединенных между собой, но имеющих разные функциональные назначения, объединенных под одним неразъемным корпусом.

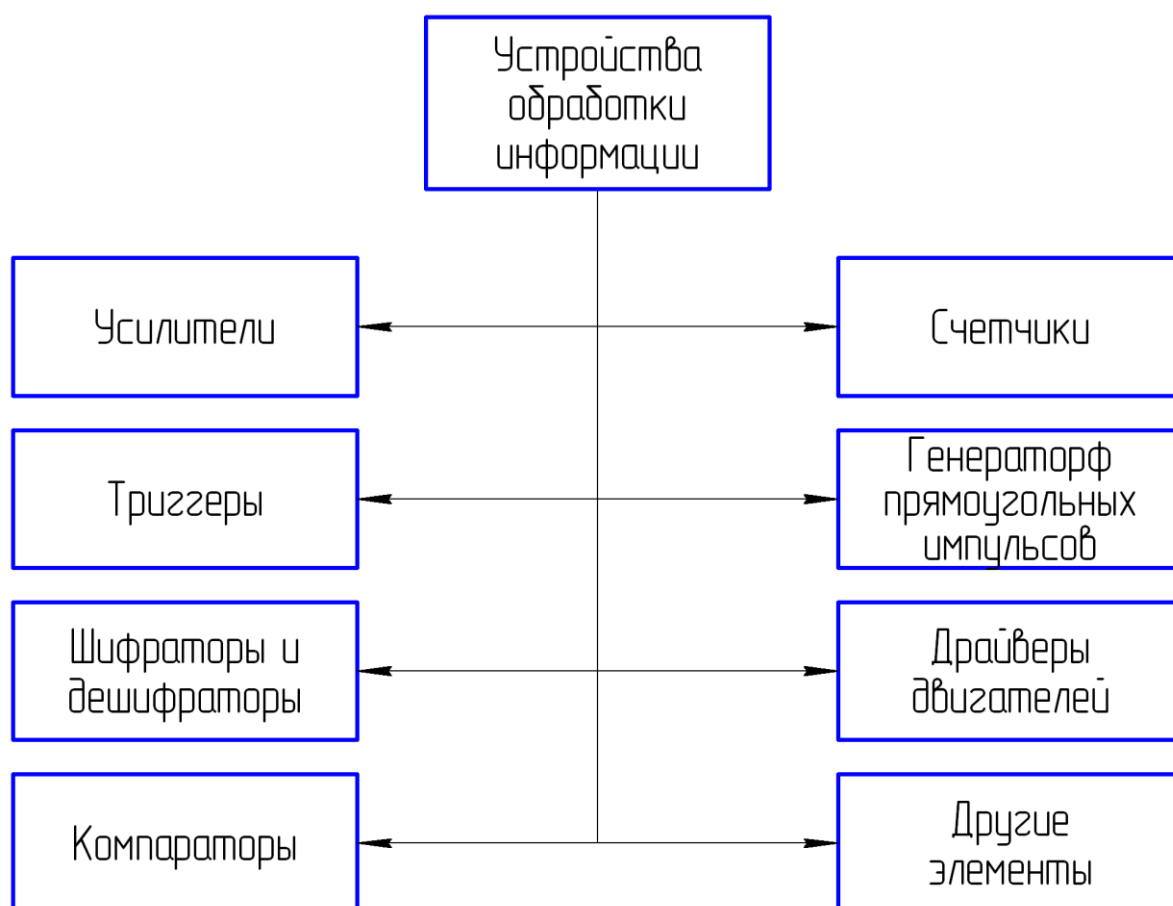


Рисунок 5.1 – Классификация устройств обработки информации

Микросхемы находят широкое применение во многих сферах человеческой деятельности. Микросхемы предназначены для обработки и хранения различного рода информации.

Главным преимуществом микросхем является то, что они способны объединять под одним корпусом огромное количество полупроводниковых элементов при этом занимать небольшое пространство. Основными причинами появления микросхем служат уплотнение полупроводниковых элементов и повторяемость набора элементов, и их схемы соединения.

Вся информация, которая поступает на обработку, приходит в виде определенных сигналов, которые определяют вид первых принимающих устройств.

Сигнал – это изменяющаяся физическая величина, значения которой содержат полезную информацию.

Виды сигналов представлены на рисунке 5.2.

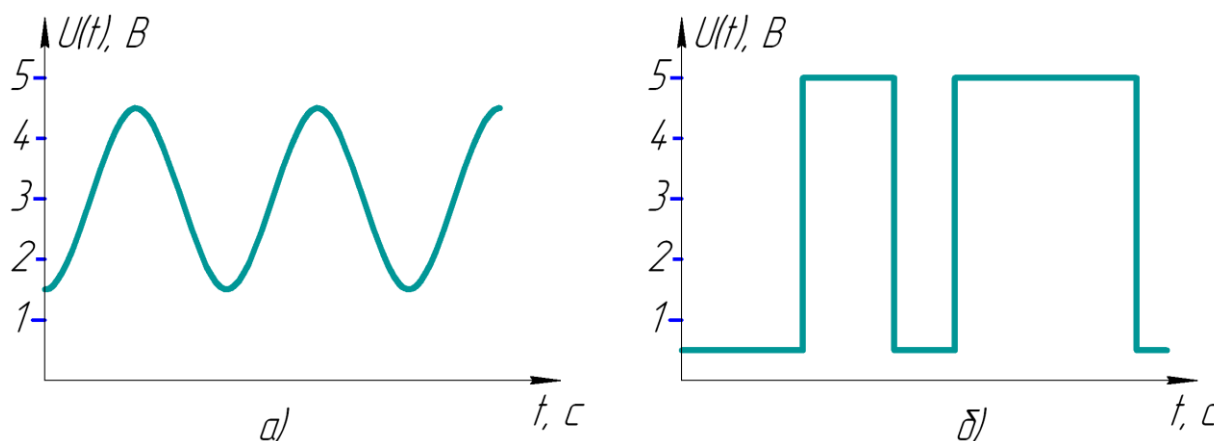


Рисунок 5.2 – Виды электрических сигналов: а) аналоговый сигнал; б) цифровой сигнал.

Аналоговый сигнал – это сигнал, который непрерывно изменяется во времени и имеет широкий диапазон своего изменения.

Цифровой сигнал – это сигнал, который может принимать одно из устойчивых состояний: высокий или низкий уровень сигнала.

Сигнал высокого уровня – это сигнал, величина напряжения, которого близка к напряжению питания микросхемы. В информатике такой сигнал имеет уровень логической единицы (лог. 1).

Сигнал низкого уровня – это сигнал, величина напряжения которого близка и равна нулю. В информатике такой сигнал имеет уровень логического нуля (лог. 0).

Следовательно, по виду обрабатываемой информации микросхемы можно разделить на две большие группы: *цифровые* и *аналоговые*.

Цифровая микросхема – это микросхема, которая предназначена для обработки цифрового сигнала. Цифровые микросхемы работают с двоичным кодом.

Аналоговые микросхемы – это микросхемы, которые предназначены для обработки аналогового сигнала. Аналоговые микросхемы могут преобразовывать аналоговый сигнал в цифровой сигнал и наоборот.

5.2 Логические элементы

Основой все микросхем являются логические элементы, которые благодаря функциям алгебры логики могут выполнять определенную функцию при обработке поступающей информации.

Логический элемент – это такой элемент, который может выполнять одну из функций алгебры логики с использованием двоичного кода.

В настоящее время в промышленности создаются логические элементы, выполняющие семь различных функций, которые представлены на рисунке 5.3. Некоторые из функций используются широко, а некоторые имеют специфические особенности логики и применяются только в конкретной сфере, для решения конкретных задач. Среди функций логических элементов можно выделить

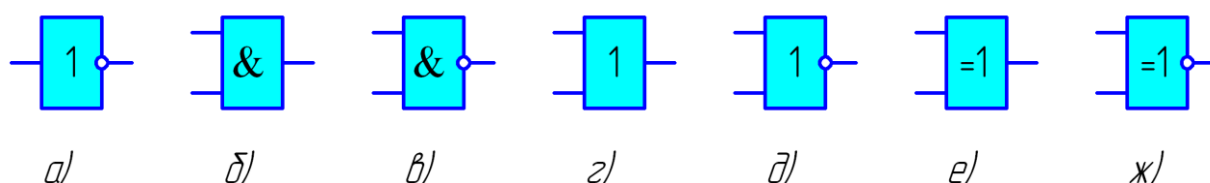


Рисунок 5.3 – Логические элементы микросхем. а – НЕ; б – И; в – И-НЕ; г – ИЛИ; д – ИЛИ-НЕ; е – ИСКЛЮЧАЮЩИЕ ИЛИ; ж - ИСКЛЮЧАЮЩИЕ ИЛИ-НЕ

Как видно из рисунка 5.3 каждый логический элемент имеет один и не несколько входов и один выход. Обычно у одного логического элемента в зависимости от назначения может быть от одного до восьми входов. На входы подается некоторый сигнал с логическим уровнем «1» или «0». На выходе, в зависимости от функции, по которой работает логический элемент, так же будет логический уровень «0» или «1». Сигнал, который поступает на вход, обозначается буквой *Х*, если входов несколько, то добавляется индекс. Выходной сигнал обозначается буквой *Y*.

5.3 Шифраторы и дешифраторы

Шифратор – это устройство, которое преобразует входной информационный сигнал в двоичный код.

Дешифратор – это устройство, которое преобразует двоичный код в выходной информационный сигнал.

Шифраторы и дешифраторы находят широкое применение в устройствах автоматики, управления и передачи информации. Главным преимуществом связки шифратор-дешифратор является передача сигнала по меньшему количеству информационных каналов, за счет кодирования сигнала.

Шифраторы по структуре можно разделить на полные и не полные шифраторы. Полным шифратором считаются шифраторы, у которых N-

информационных выходов и 2^N входов. У не полного шифратора число входов меньше 2^N .

По виду выходного сигнала дешифраторы можно разделить на две группы: логические и дисплейные. К логическим дешифраторам относятся дешифраторы, которые в зависимости от входного двоичного кода активируют один из выходов. Дисплейные дешифраторы преобразуют входной двоичный код в наглядный вид в виде букв, цифр и символов, отображаемых на дисплеях.

На производстве шифраторы и дешифраторы применяются для передачи информации на большие расстояния, для экономии количества токопроводящих жил. Дешифраторы применяются для углового или линейного позиционирования рабочих органов. А также в счетных устройствах и в других направлениях.

Структура полного восьмеричного шифратора $8 \rightarrow 3$ представлена на рисунке 5.4. Такой шифратор имеет восемь входов $0 \dots 7$ и три выхода $Y_1 \dots Y_3$. Структура шифратора состоит из трех логических элементов функции ИЛИ, которые соединяют информационные входы $\tilde{O}_1 \dots \tilde{O}_8$ с выходами $Y_1 \dots Y_3$. Шифратор имеет функцию $8 \rightarrow 3$ и является полным так как содержит три выхода ($N = 3$) и восемь входов ($2^N = 8$).

Вход $\tilde{O}_1$ не имеет контакта с логическими элементами, поэтому на выходах $Y_1 \dots Y_3$, при подаче на вход $\tilde{O}_1$ сигнала высокого уровня ($\tilde{O}_1 = 1$), появится низкий уровень ($Y_1 = Y_2 = Y_3 = 0$).

Вход $\tilde{O}_2$ соединяется с первым логическим элементом, поэтому при подаче на него сигнала высокого уровня ($\tilde{O}_2 = 1$), на одном выходе появится высокий уровень ($Y_1 = 1$), а на двух других сохранится низкий уровень ($Y_2 = Y_3 = 0$). Это произойдет потому что на входы других логических элементов поступит сигнал низкого уровня.

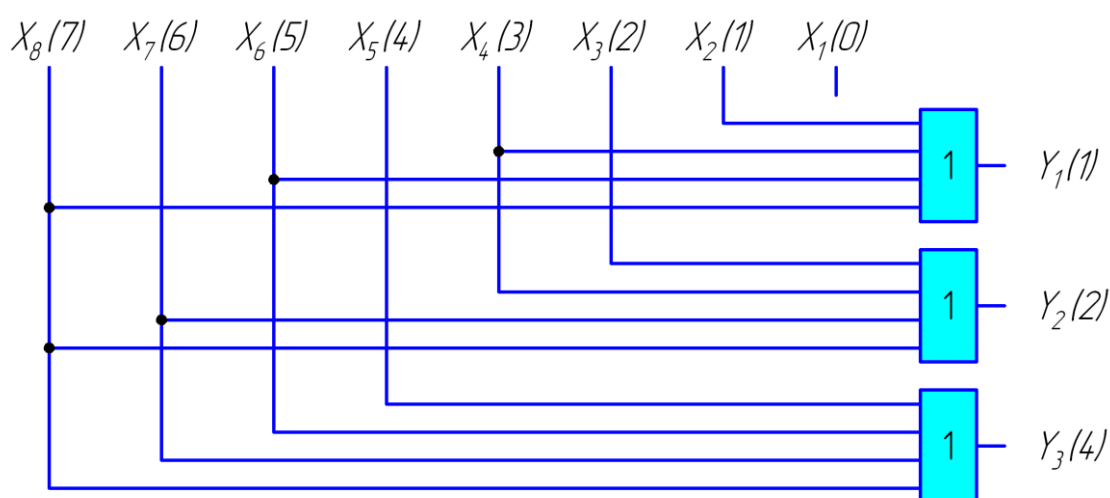


Рисунок 5.4 – Структура полного шифратора $8 \rightarrow 3$

При подаче сигнала высокого уровня на вход $\tilde{O}_3$, на входах Y_1 и Y_2 также появятся сигналы высокого уровня, а на выходе Y_3 сохранится сигнал низкого уровня.

По такой же схеме будут работать и другие входы $\tilde{O}_3 \dots \tilde{O}_8$, но выходной сигнал будет зависеть от комбинации соединений входов с логическими элементами ИЛИ. В результате получается схема шифрования восьмеричного сигнала в трехзначный двоичный код.

Десятичные дешифраторы применяются для преобразования четырехзначного двоичного кода в десятичный сигнал, обычно такие дешифраторы ставятся совместно с неполными десятичными шифраторами.

Часто дешифрация двоичного кода в десятичный сигнал не является удобной для восприятия информации. Это объясняется тем, что при нарастании разрядности отображаемого числа появляется вероятность ошибочного определения переданного числа человеком, а так же информационная панель требует наличия большого пространства. В связи с этим широкое распространение получили семисегментные индикаторы. Семисегментные индикаторы дают возможность отображать арабские цифры, что в свою очередь способствует быстрому определению переданного числа.

Информационная часть семисегментного индикатора представлена на рисунке 5.5б. Как видно индикатор состоит из семи независимых ячеек. Каждая ячейка обозначается своей латинской буквой $a \dots g$. На рисунке 5.5а представлена схема преобразования десятичного сигнала в семисегментный код. В качестве исходного сигнала поступающего на семисегментный дешифратор берется сигнал, поступающий от выходов $Y_1 \dots Y_{10}$ десятичного дешифратора. Для преобразования десятичного сигнала в семисегментный код применяются логические элементы с функцией ИЛИ-НЕ. Такая схема преобразования справедлива для семисегментного индикатора с общим катодом. Если индикатор с общим анодом, то логические элементы должны быть с функцией ИЛИ.

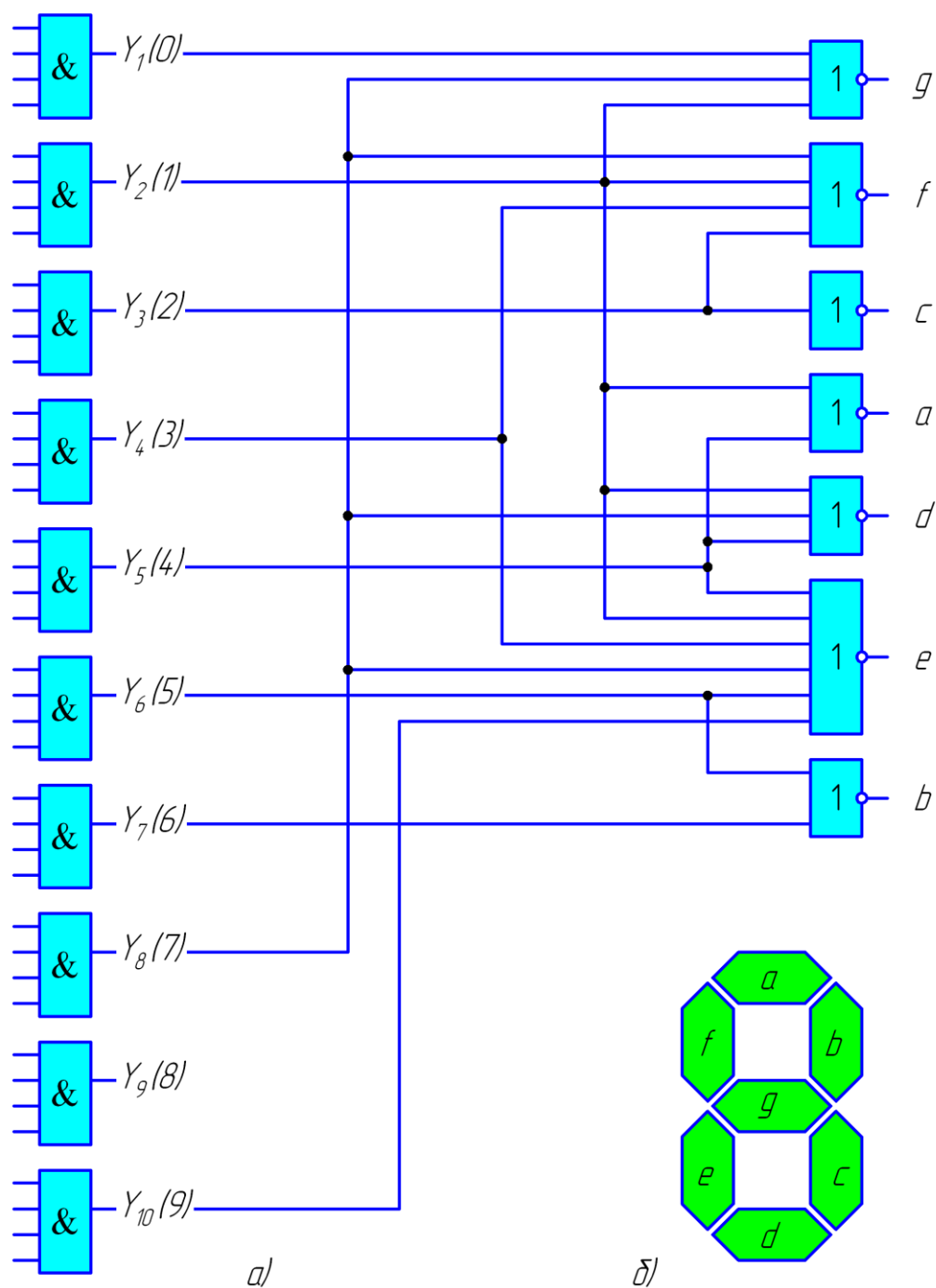


Рисунок 5.5 – Схема семисегментный дешифратор

Семисегментный и десятичный дешифратор обычно находятся под общим корпусом, что существенно облегчает монтаж микросхем реализующих данную функцию.

5.4 Триггеры

Триггер – это устройство, которое может долго находиться в одном из двух состояний устойчивого равновесия и скачкообразно переходить из одного состояния в другое по сигналу извне.

Триггер это простейшее цифровой устройстве с памятью и способностью хранить один бит информации (лог. 1 или лог. 0). В основе любого триггера находится регенеративная цепочка из двух инверторов. Триггер имеет два выхода: прямой Q и инверсный $\bar{Q}$. Число входов зависит от структуры и функций, выполняемых триггером.

По способу записи информации триггеры делятся на асинхронные и синхронные триггеры. У асинхронных триггеров запись информации (переключение триггера) происходит под действием информационных сигналов. Такие триггеры имеют только информационные входы. У синхронных триггеров запись информации происходит под действием разрешающих сигналов синхронизации.

Триггеры применяются в качестве элемента памяти в вычислительных машинах и автоматических устройствах, в качестве базовых элементов в счетчиках и таймерах, в качестве связующих элементов между датчиками и приемными устройствами.

Существует несколько видов триггеров, среди которых можно выделить следующие триггеры: RS – триггеры и D – триггеры. Каждый из этих триггеров обладает своими достоинствами и недостатками, которые определяют их сферу применения. В данном учебном пособии будут рассмотрены RS – триггеры и D – триггеры.

RS-триггер – это триггер с раздельной установкой высокого и низкого уровня сигнала на выходе. На рисунке 4.1 представлена структура RS-триггера собранная на двух логических элементах $DD1.1$ и $DD1.2$. В первом случае (см. рис. 4.1а) в качестве основы применяются логические элементы с функцией И-НЕ, а во втором случае (см. рис. 4.1б) логические элементы с функцией ИЛИ-НЕ. Условное графическое изображение RS-триггера представлено на рисунке 4.1в.

Каждый RS-триггер имеет два информационных входа S и R . Вход S (Set – установка) предназначен для установки на выходе Q сигнала высокого уровня (лог. 1), на выходе $\bar{Q}$ в это время будет сигнал низкого уровня (лог. 0). Вход R (Reset – сброс) предназначен для сброса сигнала высокого уровня с выхода Q и установки на нем сигнала низкого уровня (лог. 0). Такой RS-триггер является асинхронным.

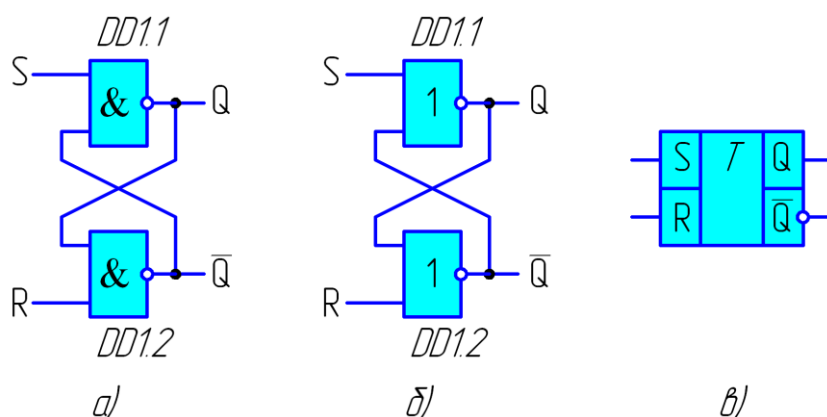


Рисунок 5.6 – Структура RS-триггера

D-триггер – это триггер с одним информационным входом D , и одним входом синхронизации C .

D-триггеры являются синхронными и могут быть реализованы по различным схемам.

На рисунке 5.7а показана схема D-триггера на логических элементах И-НЕ. D-триггер состоит из цепочки элементов образующих RS-триггер $DD1.1$ и $DD1.2$, а также обвязки из двух логических элементов $DD1.3$ и $DD1.4$, которые формируют информационный вход D и вход синхронизации C . D – информационный вход (Data input). На него подается информация, предназначенная для записи в триггер. C – вход синхронизации (Clock input), обеспечивающий поступление информации с входа D на выходы Q и $\bar{Q}$.

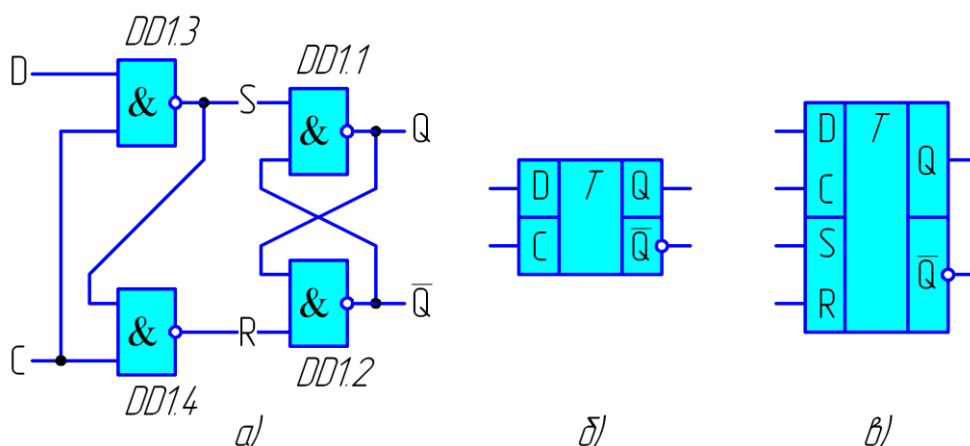


Рисунок 5.7 – Структура D-триггера

На рисунке 5.7б представлено условное графическое изображение D-триггера. Такие триггеры самостоятельно редко встречаются, обычно они являются частью структуры счетчика или выполняют какую-то определенную функцию. Если D-триггер выступает, как самостоятельный элемент то его выполняют комбинированным (см. рис. 5.7в). Такой триггер имеет дополнительные два выхода S и R . Благодаря такой конструкции D-триггер становится универсальным.

Представленные триггеры способны не только обрабатывать и хранить информацию, но и устранятьдребезг контактов.

Дребезг контактов – это явление, которое возникает при размыкании или замыкании контактов переключателей.

При переключении контактные пластины не сразу переходят в противоположное состояние, а некоторое время под действием сил упругости и неровности поверхности, многократно соприкасаются между собой, образуя шумы (см. рис. 5.8).

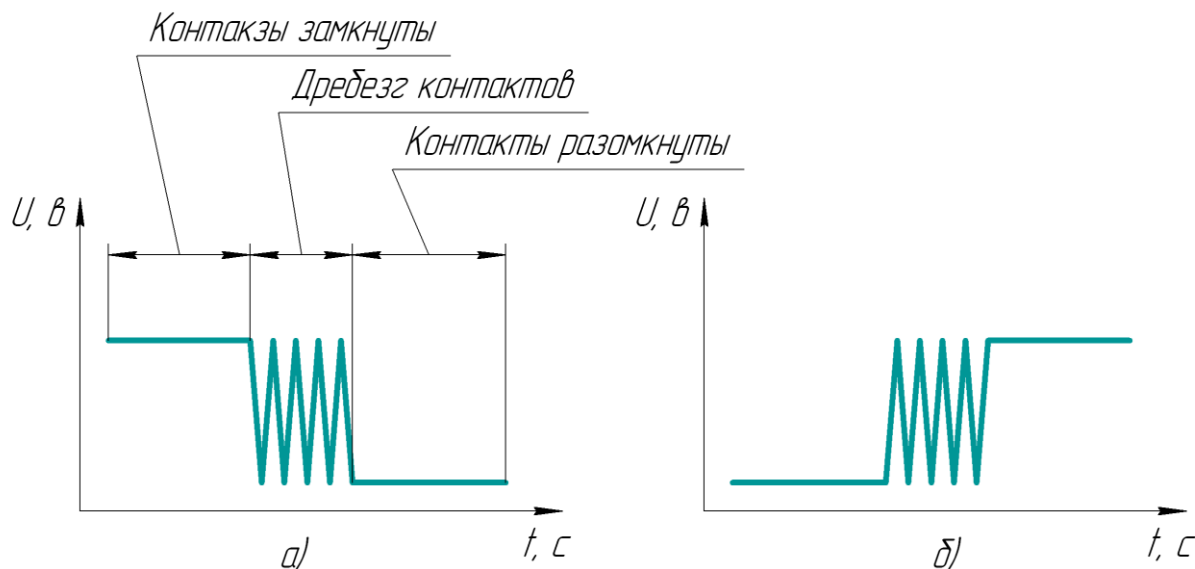


Рисунок 5.8 – Дребезг контактов: а) при размыкании контактов; б) при замыкании контактов

Дребезг протекает считанные доли секунды и практически незаметен. Если в процессе эксплуатации не требуется строго отслеживания состояния контактов, например, включение или выключение лампы освещения, то дребезг контактов не является приоритетным и его наличие ни как не отражается на работе устройств. В тех случаях, когда число нажатия является приоритетным, например, в счетчиках импульсов, то тут наличие дребезга выходит на первый план.

При замыкании или размыкании переключателя или датчика, реализующего данную функцию, человек или машина делают одно нажатие, то переключатель делает в это время, благодаря дребезгу, несколько (два и более) переключений. Вследствие чего формируется несколько ложных импульсов (сигналов). Счетные устройства, которые принимают сигналы с датчика или переключателя фиксируют все импульсы, которые произошли во время дребезга, в результате человек или машина подали один сигнал, а счетчик выдал результат, например, семь сигналов.

Для того чтобы исключить влияние дребезга на входе счетчиков или других устройств в разрыв между переключателем (датчиком) и входом регистратора импульсов ставится RS-триггер.

Как отмечалось ранее, если на информационный вход S подать сигнал высокого уровня, то повторение сигнала, без сброса на входе R не приведет к изменению состояния выходов Q и $\bar{Q}$. Следовательно, как только прошел первый сигнал дребезга контактов, RS-триггер его зафиксировал и передал его дальше по цепи, другие импульсы дребезга не фиксируются.

5.5 Счетчики

Счетчик (электронный) – это электронное устройство, которое предназначено для определения количества импульсов поданных на вход и преобразования его в двоичный код на выходе.

В основу счетчиков входят D-триггеры, которые осуществляют преобразование подаваемых импульсов на вход в двоичный код на выходе. Но кроме D-триггеры, в основу счетчика могут быть положены и другие триггерные системы.

Счетчики осуществляют связь между источником импульсов (датчик или кнопка) и устройством, которое отображает информацию или управляет каким либо исполнительным механизмом.

На производстве счетчики применяются для определения числа изготовленных деталей, расхода материала, скорости подвижных частей станков, линейного перемещения рабочих органов и определения времени.

По характеру работы счетчики можно разделить на две группы: складывающие счетчики и вычитающие счетчики (таймеры). Каждый из этих счетчиков своими особенностями и применяется в той или иной сфере деятельности.

Складывающий счетчик – это счетчик, который прибавляет единичный импульс, поданный на вход, к предыдущему количеству импульсов, поданных ранее.

На рисунке 5.9 представлена схема двоичного складывающего счетчика. Схема состоит из следующих элементов: $GB1$ – источник постоянного тока; $SA1$ и $SA2$ – переключатели; $DD1.1$ и $DD1.2$ – логические элементы микросхемы K561JE5, образующие RS-триггер; $DD2$ и $DD3$ – D-триггеры микросхемы K561TM2; $HL1...3$ – индикаторные светодиоды; $R1...3$ – резисторы; $R4...6$ – токоограничительные резисторы.

Данный счетчик состоит из последовательного соединения трех D-триггеров. Такой счетчик предназначен выводить трехзначный двоичный код, следовательно, он может сосчитать до восьми поданных импульсов, на восьмом импульсе произойдет обнуление счета. Временная диаграмма импульсов поступающих на счетчик и индикация двоичного кода представлена на рисунке 5.10. Где: $\tilde{O}$ – импульсы поступающие вход счетчика, источником импульсов является переключатель $SA1$; $Y1...3$ – Сигналы появляющиеся на выходах D-триггеров, эти сигналы образуют трехзначный двоичный код.

При подаче первого импульса $\tilde{O}=1$ на вход $\tilde{N}$ триггера $DD2.1$ поступит сигнал высокого уровня. Сигнал (лог. 1) с входа D триггера $DD2.1$ перейдет на выход Q . На выходе $\bar{Q}$ сигнал изменится на противоположный (лог. 0) и поступит на вход D элемента $DD2.1$ и вход $\tilde{N}$ триггера $DD2.2$. Сигнал $Y1$ на выходе Q ($DD2.1$) примет высокий уровень и активирует светодиод $HL1$. Светодиоды $HL1...3$ высветят двоичный код 001 (см. рис. 5.10).

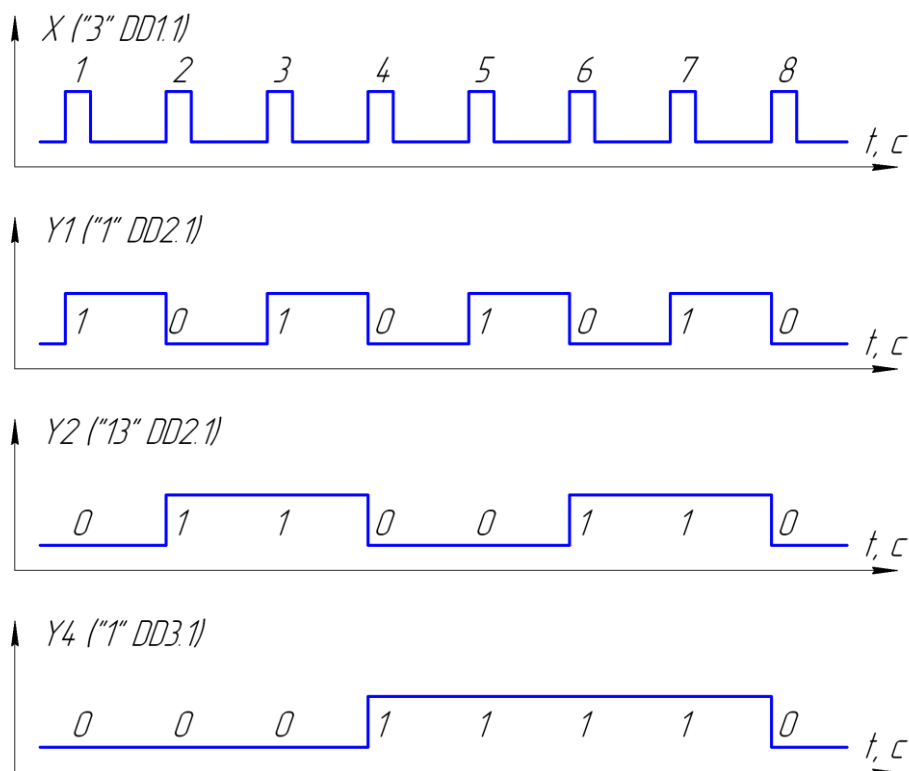


Рисунок 5.10 – Диаграмма работы складывающего счетчика

При подаче второго импульса $\tilde{O}=2$ на вход $\tilde{N}$ триггера $DD2.1$ поступит сигнал высокого уровня. Сигнал (лог. 0) с входа D триггера $DD2.1$ перейдет на выход Q . На выходе $\bar{Q}$ сигнал изменится на противоположный (лог. 1) и поступит на вход D элемента $DD2.1$ и вход $\tilde{N}$ триггера $DD2.2$. На выходе Q элемента $DD2.2$ появится сигнал высокого уровня (лог. 1). Сигнал $Y1$ примет низкий уровень, а сигнал $Y2$ приобретет высокий уровень и активирует светодиод $HL2$. Светодиоды $HL1...3$ высветят двоичный код 010 (см. рис. 5.10).

Постепенное заполнение триггеров будет продолжаться до наступления восьмого импульса $\tilde{O}=8$. В это момент на всех входах D на седьмом импульсе $\tilde{O}=7$ сформируется сигнал низкого уровня (лог. 0). Светодиоды $HL1...3$ высветят двоичный код 111 (см. рис. 5.2). Поэтому восьмой импульс $\tilde{O}=8$ все выходные сигналы ($Y1$, $Y2$ и $Y4$) переведет в низкий уровень. Счетчик обнулится и на светодиодах высветится двоичный код 000 (см. рис. 5.10).

Если в данную схему добавить четвертый D-триггер, то такой счетчик будет способен считать до шестнадцати, при котором счетчик перейдет в

нулевое состояние. Увеличение числа триггеров на один приведет к увеличению счета счетчика в два раза.

Вычитающий счетчик (таймер) – это счетчик, который вычитает единичный импульс, поданный на вход, из предыдущего числа импульсов, заданных или оставшихся импульсов.

Таймеры могут быть конструктивно рассчитаны на определенное число, от которого пойдет счет, но чаще всего максимальное значение задается внешним образом. Для этого существуют специальные входы, на которые подается число в двоичной форме, от которого пойдет отрицательный счет таймера.

На рисунке 5.11 представлена схема двоичного вычитающего счетчика без специальных входов. Схема состоит из следующих элементов: *GB1* – источник постоянного тока; *SA1* и *SA2* – переключатели; *DD1.1* и *DD1.2* – логические элементы микросхемы *K561ЛЕ5*, образующие RS-триггер; *DD2* и *DD3* – D-триггеры микросхемы *K561ТМ2*; *HL1...3* – индикаторные светодиоды; *R1...3* – резисторы; *R4...6* – токоограничительные резисторы.

Данный таймер состоит из последовательного соединения трех D-триггеров. Такой счетчик предназначен отображать трехзначный двоичный код, следовательно, максимальное число от которого пойдет счет является семь. На восьмом импульсе таймер вернется к максимальному значению (двоичный код 111). Временная диаграмма импульсов поступающих на таймер и индикация двоичного кода представлена на рисунке 5.12. Где: $\bar{O}$ – импульсы поступающие вход вычитающего счетчика, источником импульсов является переключатель *SA1*; *Y1...3* – Сигналы появляющиеся на выходах D-триггеров, эти сигналы образуют трехзначный двоичный код.

Отличием схемы счетчика на рисунке 5.11 от схемы счетчика 5.9 является то, что светодиоды *HL1...3* подключаются к выходам $\bar{Q}$ каждого триггера, а не к выходу *Q*.

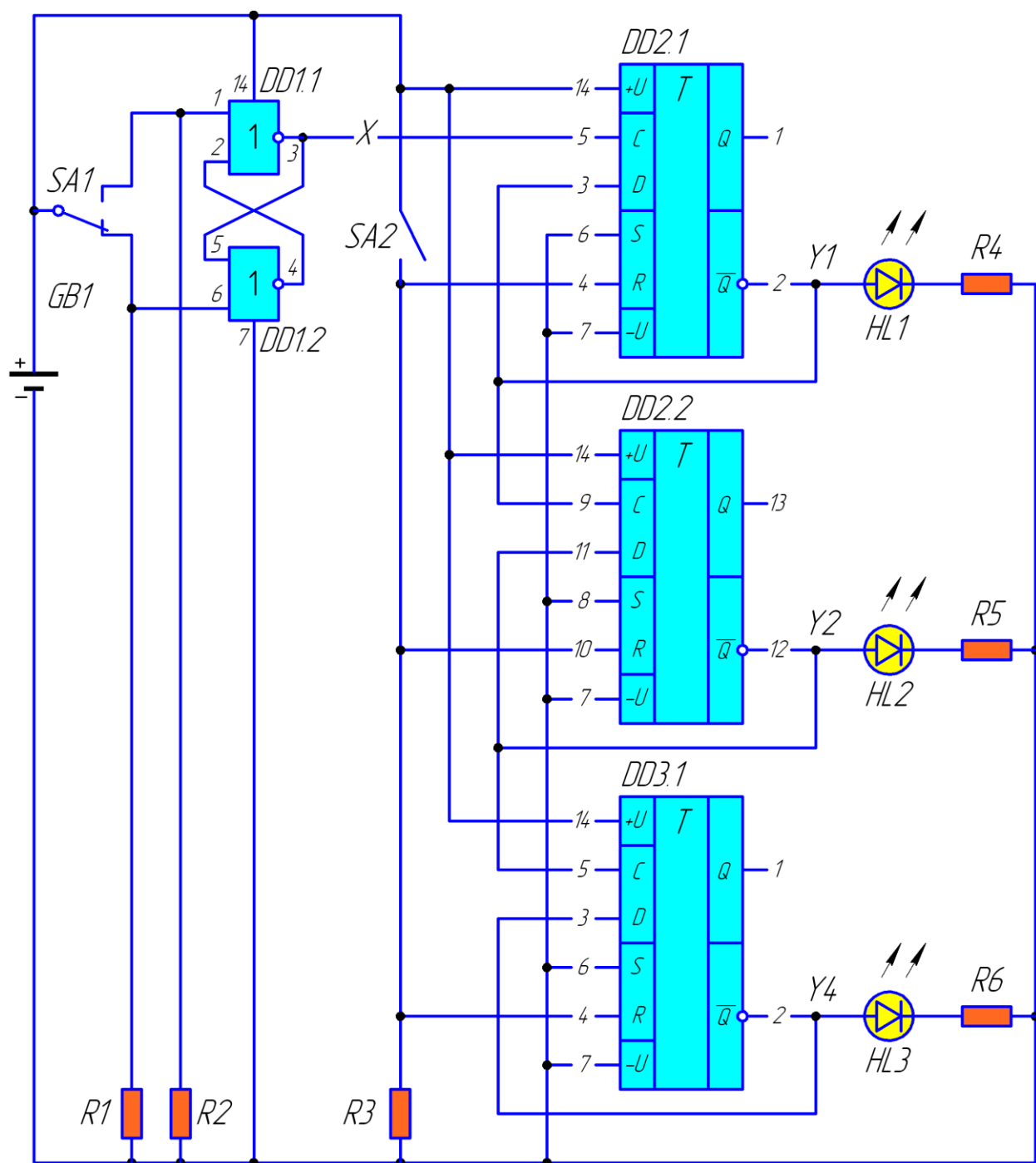


Рисунок 5.11 – Схема вычитающего счетчика (таймера)

При включении счетчика не все сигналы $Y1...3$ могут иметь высокие уровни, следовательно, для перевода таймера для максимального счета необходимо воспользоваться переключателем SA2. В результате на всех выходах $\bar{Q}$ появится высокий уровень и светодиоды HL1...3 высветят двоичный код 111.

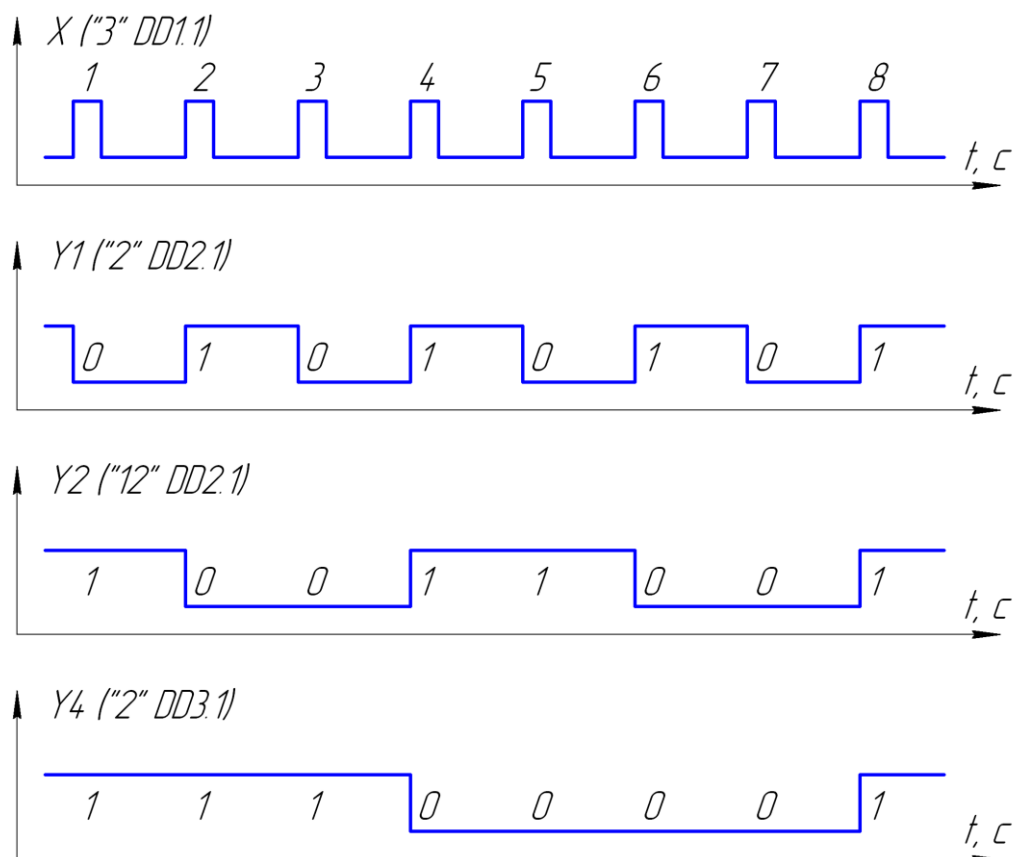


Рисунок 5.12 – Диаграмма работы вычитающего счетчика

Постепенное обнуление триггеров будет продолжаться до наступления восьмого импульса $\tilde{O}=8$. В это момент на всех входах D на седьмом импульсе $\tilde{O}=7$ сформируется сигнал низкого уровня (лог. 0). Светодиоды $HL1...3$ высветят двоичный код 000 (см. рис. 5.12). Поэтому восьмой импульс $\tilde{O}=8$ все выходные сигналы ($Y1$, $Y2$ и $Y4$) переведет в высокий уровень. Таймер будет переведен в начальное состояние и на светодиодах высветится двоичный код 111 (см. рис. 5.12).

5.6 Компараторы

Компаратор – это устройство, предназначенное для сравнения двух сигналов.

Основой компаратора является операционный усилитель, который выполняет основную функцию сравнения двух поступающих на вход сигналов.

Операционный усилитель – это усилитель постоянного тока с двумя входами и одним выходом и обладающий коэффициентом усиления, стремящимся к бесконечности.

На производстве компараторы являются связующим звеном между датчиками и цифровой электроникой, которая обрабатывает сигнал.

Компараторы принимают непрерывно изменяющийся сигнал и преобразуют его в цифровой сигнал высокого или низкого уровня.

С помощью этих устройств можно следить за уровнем жидкости, шума или за другими параметрами, можно измерять диаметр деталей или делать другие измерения.

На рисунке 5.13 представлены варианты изображения операционного усилителя. Оба эти варианта и их модификации можно встретить на электрических схемах. Также операционный усилитель может иметь и другие входы, которые предназначены для коррекции поступающего сигнала.

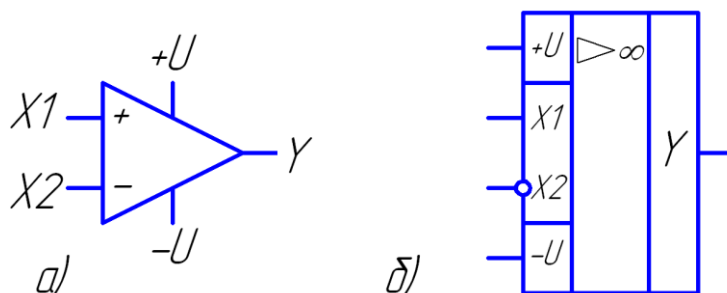


Рисунок 5.13 – Условные графические изображения операционного усилителя на электрических схемах

Описание входов и выходов операционного усилителя:

$+U$ и $-U$ – контакты питания микросхемы.

$\tilde{O}1$ – неинвертирующий информационный вход аналогового сигнала.

$\tilde{O}2$ – инвертирующий информационный вход аналогового сигнала.

Y – информационный выход цифрового сигнала. Сигнал высокого уровня на выходе операционного усилителя будет в том случае, если напряжение на инвертирующем входе будет меньше напряжения на неинвертирующем входе. Если напряжение на инвертирующем входе будет выше опорного напряжения, то на выходе будет сигнал низкого уровня.

На один из входов $\tilde{O}1$ или $\tilde{O}2$ подается опорное напряжение, а на другой вход подается непрерывно изменяющийся сигнал, следовательно, операционный усилитель будет сравнивать непрерывно изменяющийся сигнал с опорным сигналом.

5.7 Генераторы прямоугольных импульсов

Генераторы прямоугольных импульсов – это такие генераторы, которые на выходе создают сигнал, способный принимать два устойчивых значения высокого и низкого уровня.

Существует несколько способов создания таких генераторов, среди которых можно выделить следующие:

- 1) мультивибраторы;
- 2) генераторы на логических элементах;
- 3) генераторы на специализированных микросхемах;

4) кварцевые генераторы.

Мультивибратор – это автогенератор электрических прямоугольных импульсов, собираемый на транзисторах.

Генераторы на логических элементах являются самыми простыми генераторами, собранными на микросхемах, так как содержат минимальное количество элементов в обвязке. Существует много вариантов реализации таких генераторов, но в качестве базовых элементов выступают инверторы с функциями НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ.

На рисунке 5.14 представлена схема генератора прямоугольных сигналов, собранного на логических элементах. Схема состоит из следующих элементов: *GB1* – источник постоянного тока; *SA1* – переключатель; *D1.1* и *D1.2* – логические элементы К561ЛА7 с функцией И-НЕ; *Ñ1* – конденсатор; *HL1* и *HL2* – светодиоды; *R1* и *R2* – токоограничительные резисторы; *R3* – резистор ограничивающий скорость заряда конденсатора.

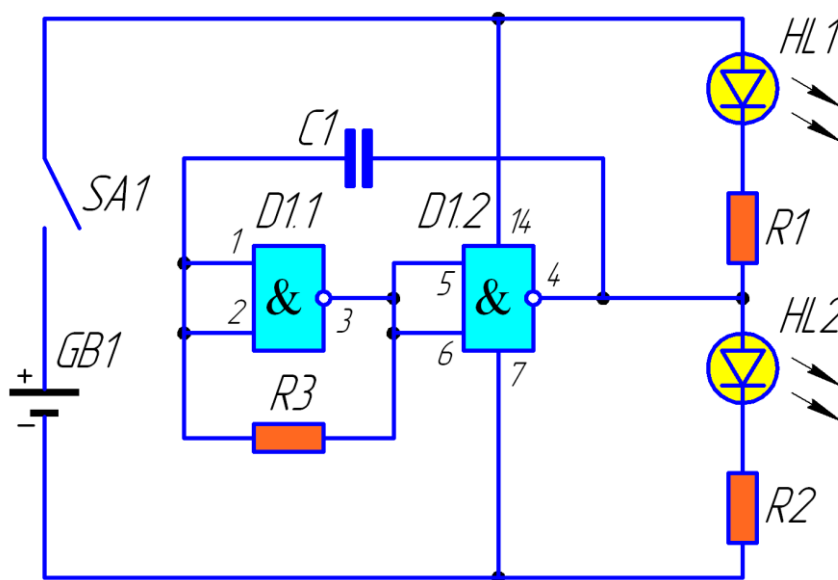


Рисунок 5.14 – Генератор прямоугольных импульсов на логических элементах

Каждый из этих генераторов имеет свою специфику и сферу применения, всё зависит от требований, которые предъявляются к этим генераторам.

На производстве генераторы применяются:

- 1) для работы с часовыми механизмами (таймеры и секундомеры);
- 2) для определения частоты вращения или скорости подвижных частей;
- 3) для управления сервоприводом;
- 4) для управления шаговыми двигателями.

Так же от частоты выходного сигнала генератора зависит скорость обработки информации и передачи ее на другие устройства.

5.8 Драйверы двигателей

Драйвер двигателя – это устройство, которое преобразует сигнал малой мощности, поступающий на вход, в сигнал на выходе, который управляет двигателем.

В автоматизации производства без управления двигателями нельзя добиться выполнения технологических процессов изготовления той или иной детали, так как электродвигатели являются источником движения и перемещения рабочих органов станков в настоящее время.

Существует много самых различных схем для управления электродвигателями постоянного и переменного тока. Они различаются как мощностью, так и элементной базой, на основе которой они выполнены. Сфера, в которой применяется та или иная схема управления диктует комплектацию и надежность данных схем.

Управление любым электродвигателем постоянного или переменного тока заключается в выполнении следующих основных операций:

- 1) включение и выключение двигателя;
- 2) изменение частоты вращения приводного вала двигателя;
- 3) реверсирование или изменение направления вращения двигателя.

Каждая из этих операций требует наличия определенных вспомогательных устройств. Наиболее интересной из этих операций является реверсирование двигателя, так как выполнение первых двух операций не является сложной и не требует наличия, в большинстве случаев, дорогостоящего оборудования.

В автоматизации производства всё чаще применяются двигатели постоянного тока, так как они обеспечивают большой крутящий момент и управление ими не требует наличия специфического оборудования в отличие от двигателей переменного тока.

Для реверсирования двигателя постоянного тока можно применять следующие электрические элементы: переключатели, реле, транзисторы и другие вспомогательные элементы. Рассмотрим каждый из этих способов.

На рисунке 8.1 представлена схема двоичного складывающего счетчика. Схема состоит из следующих элементов: $GB1$ – источник постоянного тока; $SA1$ – двухпозиционный шестиполусный переключатель; $I 1$ – двигатель постоянного тока с постоянными магнитами в составе индуктора.

Схема представленная на рисунке 5.15 обеспечивает реверс двигателя за счет переключения между выходными контактами переключателя $SA1$. Выходные контакты соединены, так что при переключении полюса источника тока $GB1$ меняются местами и двигатель вращается в противоположную сторону.

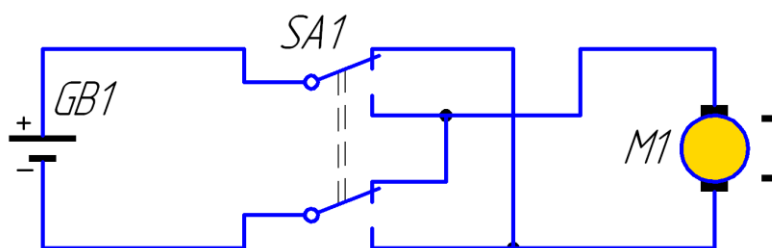


Рисунок 5.15 – Реверсирование с помощью переключателя

Такая схема подходит для управления маломощными двигателями, так как цепь двигателя напрямую проходит через переключатель, которым управляет оператор. Так же такая схема не обеспечивает возможность управления автоматически, управление осуществляется вручную.

Для того чтобы разделить цепь двигателя и управление его реверсом в схему можно включить электромагнитные реле (см. рис. 5.16). Схема состоит из следующих элементов: $GB1$ – источник постоянного тока; $\hat{E}1$ и $\hat{E}2$ – электромагнитные реле; $\hat{E}1.1$ и $\hat{E}2.1$ – механические контакты электромагнитных реле; $SB1$ и $SB2$ – кнопочные переключатели; $\dot{I}1$ – двигатель постоянного тока с постоянными магнитами в составе индуктора.

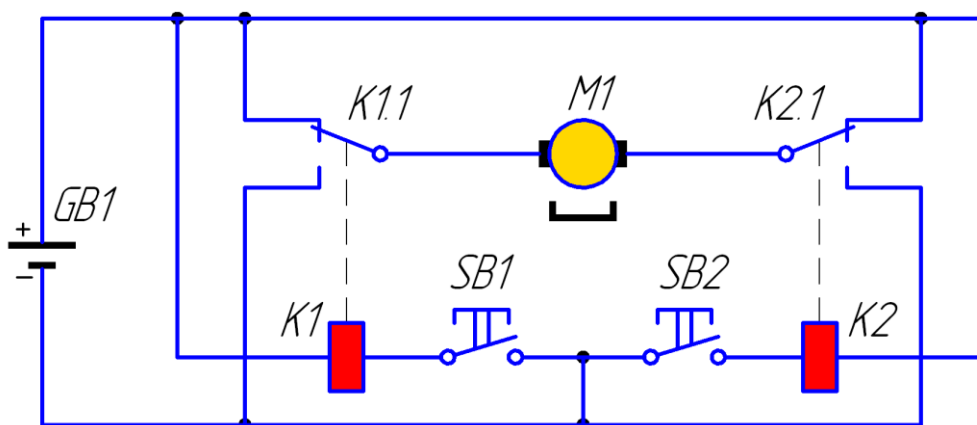


Рисунок 5.16 – Реверсирование с помощью электромагнитного реле

В тот момент, когда ни одна кнопка $SB1$ и $SB2$ не нажата, на реле $\hat{E}1$ и $\hat{E}2$ не поступает ток и контакты реле $\hat{E}1.1$ и $\hat{E}2.1$ находятся в первичном положении (см. рис. 5.16). В таком положении оба контакта двигателя $\dot{I}1$ соединяются с положительным полюсом источника тока $GB1$, следовательно, вал двигателя не вращается.

Если нажать на кнопку $SB1$, то через реле $\hat{E}1$ потечет ток и контакты реле $\hat{E}1.1$ перейдут в противоположное положение. При этом один контакт двигателя окажется подключенным к отрицательному полюсу источника тока, а другой будет подключен к положительному полюсу. Такое подключение вызовет вращение вала двигателя $\dot{I}1$.

Если нажать кнопку $SB2$, а кнопку $SB1$ отпустить, то подключение двигателя изменится на противоположное состояние. Это произойдет

потому, что полярность подключения двигателя $\dot{I}$ 1 изменится, и он начнет вращаться в противоположную сторону.

Если одновременно нажать на две кнопки $SB1$ и $SB2$, то обе клеммы двигателя $\dot{I}$ 1 окажутся подключенными к отрицательному полюсу источника тока, следовательно, двигатель вращаться не будет.

Такая схема обеспечивает безопасность оператора, но не позволяет датчикам или электронике напрямую управлять двигателем, так как для управления реле потребуются усилители.

Схема представленная на рисунке 5.17 обеспечивает управление двигателем постоянного тока с помощью полупроводниковых элементов, в данном случае с помощью биполярных транзисторов. Схема состоит из следующих элементов: $GB1$ – источник постоянного тока; $R1$ и $R2$ – токоограничительные резисторы; $SB1$ и $SB2$ – кнопочные переключатели; $VT1...4$ – биполярные транзисторы; $\dot{I}$ 1 – двигатель постоянного тока с постоянными магнитами в составе индуктора.

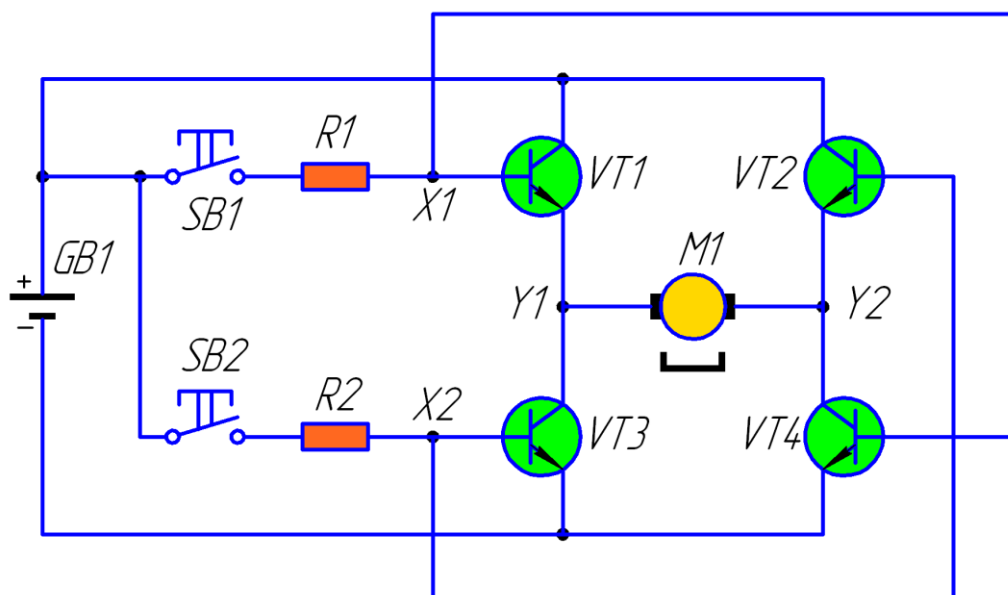


Рисунок 5.17 – Реверсирование с помощью транзисторов

В данной схеме биполярные транзисторы работают в режиме электронного ключа, это значит, что они принимают два вида сигнала (высокого и низкого уровня). Принцип управления двигателем $\dot{I}$ 1 аналогичен управлению двигателем на рисунке 5.16, только в место контактов реле применяются биполярные транзисторы.

Когда кнопки $SB1$ и $SB2$ не нажаты, то транзисторы находятся $VT1...4$ в закрытом состоянии, так как на контакты $X1$ и $X2$ будет поступать сигнал низкого уровня (лог. 1). Транзисторы не будут пропускать через себя ток. Вал двигателя не будет вращаться.

Если нажать кнопку $SB1$, то ток через резистор $R1$ будет поступать на базу транзистора $VT1$ и $VT4$. Эти транзисторы откроются, и через них начнет протекать тока. Контакт $Y1$ окажется подключенным к положительному

полюсу, а контакт Y2 окажется подключенным к отрицательному полюсу источника тока GB1. Вал двигателя начнет вращаться.

Если нажать кнопку SB1, то двигатель начнет вращаться в противоположную сторону. В этом случае будет задействована другая пара транзисторов VT2 и VT3, которые будут находиться в открытом состоянии. Транзисторы VT1 и VT4 в этом случае будут закрыты.

Вместо биполярных транзисторов могут использоваться полевые транзисторы, которые могут пропустить через себя большой ток и минимальное падение напряжения на себе.

Если вместо кнопок поставить датчики или обеспечить контакт с программноносителем, то такая схема управления двигателем будет работать автоматически. Схема, приведенная на рисунке 5.17, является упрощенным вариантом драйвера двигателей реализуемого на специальных микросхемах.

Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока не требует сложных и дорогостоящих устройств, как частотный регулятор. Для изменения частоты вращения достаточно поместить переменные резисторы R1 и R2 последовательно с обмоткой якоря и индуктора (см. рис. 5.18).

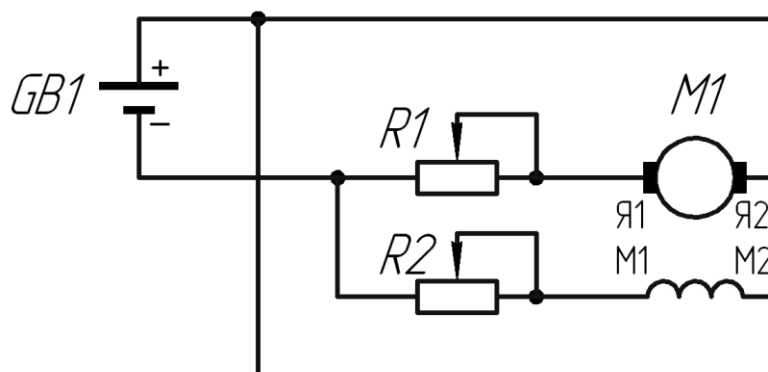


Рисунок 5.18 – Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока

Увеличение сопротивления резистора R1 приведет к уменьшению тока якоря, в результате частота вращения начнет уменьшаться. Увеличение сопротивления резистора R2 приведет к уменьшению тока индуктора, в результате частота вращения начнет увеличиваться. Уменьшение тока в цепи индуктора не рекомендуется, так как это может привести к разрушению двигателя.

5.9 Контрольные вопросы

- 1) На каких элементах собираются устройства обработки информации?
- 2) Что является базовым элементом микросхем?
- 3) Для чего применяются шифраторы и дешифраторы?
- 4) Что такое счетчики и какова их роль в устройствах обработки информации?
- 5) Какие задачи выполняют триггеры?

- 6) Что такое компараторы, и какие сигналы они обрабатывают?
- 7) для чего в устройствах обработки информации применяются генераторы прямоугольных импульсов?
- 8) Для чего применяются драйверы двигателей и что это такое?
- 9) Какой сигнал могут обрабатывать устройства обработки информации?

6. СЛОВАРЬ

Автоматизация – это применение в производстве технических средств, методов и систем управления, освобождающих человека от непосредственного участия в производственных процессах.

Автоматизация технологических процессов – это применение технических средств, методов и систем управления для сбора, обработки, анализа и выдачи информации о технологических параметрах и воздействия по результатам анализа на технологический процесс.

Алгоритм – это последовательность команд, задач, которых является осуществление какого-либо процесса.

Алгоритм ветвления – это алгоритм, в котором предусмотрено появление условия с вариантами ответа «Да» или «Нет».

Алгоритм вспомогательный – это алгоритм, который состоит из многократно повторяющихся взаимосвязанных операций.

Алгоритм линейный – это алгоритм, в котором все команды выполняются одна за другой без возможности пропустить или повторить одну или несколько команд несколько раз.

Алгоритм циклический – это алгоритм ветвления, в котором как минимум одно условие, которое возвращает программу на несколько шагов назад по программе.

Блок-схема – это графическое изображение алгоритма, в котором каждая команда изображается в отдельных блоках, соединенных между собой стрелочками.

Генераторы прямоугольных импульсов – это такие генераторы, которые на выходе создают сигнал, способный принимать два устойчивых значения высокого и низкого уровня.

Датчик – это устройство, которое преобразует внешнее воздействие в электрический сигнал понятный машине.

Дешифратор – это устройство, которое преобразует двоичный код в выходной информационный сигнал.

Драйвер двигателя – это устройство, которое преобразует сигнал малой мощности, поступающий на вход, в сигнал на выходе, который управляет двигателем.

Дребезг контактов – это явление, которое возникает при размыкании или замыкании контактов переключателей.

Значение номинальное – это значение, которое задается при проектировании какого-либо устройства.

Инерционность – это способность датчика преобразовывать быстроизменяющийся входной параметр.

Команда активная – это команды, при совершении которых происходит перемещение рабочих органов или совершается другая полезная работа.

Команда пассивная – это команды, которые не приводят к совершению какой либо полезной работы или перемещения рабочих органов.

Компаратор – это устройство, предназначенное для сравнения двух сигналов.

Микросхема – это устройство, состоящее из электрических элементов электрически соединенных между собой, но имеющих разные функциональные назначения, объединенных под одним неразъемным корпусом.

Микросхемы аналоговые – это микросхемы, которые предназначены для обработки аналогового сигнала.

Микросхема цифровая – это микросхема, которая предназначена для обработки цифрового сигнала.

Мультивибратор – это автогенератор электрических прямоугольных импульсов, собираемый на транзисторах.

Нелинейность – это отклонение функции преобразования датчика от линейной функции.

Погрешность – это отклонение реального значения выходной величины от идеального (действительного), которое должно быть на выходе датчика при данном значении входного параметра.

Программа – это блок-схема, записанная машинным языком.

Поле допуска – это область окружающая номинальное значение, при которой сохраняется требуемая точность.

Сигнал – это изменяющаяся физическая величина, значения которой содержат полезную информацию.

Сигнал аналоговый – это сигнал, который непрерывно изменяется во времени и имеет широкий диапазон своего изменения.

Сигнал высокого уровня – это сигнал, величина напряжения, которого близка к напряжению питания микросхемы.

Сигнал низкого уровня – это сигнал, величина напряжения которого близка и равна нулю.

Сигнал цифровой – это сигнал, который может принимать одно из устойчивых состояний: высокий или низкий уровень сигнала.

Система автоматического контроля – это система односторонней передачи информации, которая является посредником между элементом, за которым происходит наблюдение и оператором.

Система автоматического регулирования – это система автоматического контроля, которая предназначена для автоматического поддержания определенного параметра на требуемом уровне.

Система автоматического управления – это система автоматического контроля, которая предназначена для управления процессами, за которыми производится наблюдение.

Счетчик (электронный) – это электронное устройство, которое предназначено для определения количества импульсов поданных на вход и преобразования его в двоичный код на выходе.

Счетчик вычитающий (таймер) – это счетчик, который вычитает единичный импульс, поданный на вход, из предыдущего числа импульсов, заданных или оставшихся импульсов.

Счетчик складывающий – это счетчик, который прибавляет единичный импульс, поданный на вход, к предыдущему количеству импульсов, поданных ранее.

Триггер – это устройство, которое может долго находиться в одном из двух состояний устойчивого равновесия и скачкообразно переходить из одного состояния в другое по сигналу извне.

Триггер-D – это триггер с одним информационным входом *D*, и одним входом синхронизации *C*.

Триггер-RS – это триггер с отдельной установкой высокого и низкого уровня сигнала на выходе.

Управление – это формирование воздействий, на объект в соответствии с заданным алгоритмом.

Усилитель операционный – это усилитель постоянного тока с двумя входами и одним выходом и обладающий коэффициентом усиления, стремящимся к бесконечности.

Функция преобразования – это зависимость между выходной величиной датчика и преобразуемым параметром.

Чувствительность датчика – это величина, показывающая, как изменяется выходной сигнал датчика при изменении входного параметра на единицу.

Шифратор – это устройство, которое преобразует входной информационный сигнал в двоичный код.

Элемент логический – это такой элемент, который может выполнять одну из функций алгебры логики с использованием двоичного кода.

