

ПЛАН ЗАНЯТИЯ

Дата: 26.04.2023 Группа: ХКМ 2/1 Курс: 2, семестр: IV

Дисциплина: Электротехника и основы электроники

Специальность: 15.02.06 «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям)»

Тема занятия: Электрические и магнитные элементы автоматики

Цель занятия:

- *методическая* - совершенствование методики проведения лабораторного занятия;

- *учебная* – закрепить основные понятия и определения по теме «Электрические и магнитные элементы автоматики»;

- *воспитательная* – развитие познавательного интереса и умственной деятельности; воспитание привычки к самостоятельному труду; формирование умений работать в коллективе

Вид занятия: Лекция

Межпредметные связи:

Обеспечивающие: Техническая механика, Физика

Обеспечиваемые: курсовое и дипломное проектирование

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. П.А.Бутырин, О.В.Толчеев, Ф.Н.Шакирзянов. Электротехника: учебник для нач. проф. Образования /- 7-е изд., испр.-М.: Издательский центр «Академия», 2015.-272 с.

2.Б.И.Петленко. Электротехника и электроника. М. : «Академия», 2014.-319 с.

<https://www.youtube.com/watch?v=L1WJJgc2SE0> Пусковое реле для холодильника

<https://www.youtube.com/watch?v=I8KFFvOA3mg> Реле

<https://www.youtube.com/watch?v=kDppeVyXo2c> Как работает реле

<https://www.youtube.com/watch?v=ulVIout6NCo> Что такое реле?

<https://www.youtube.com/watch?v=erodGMNONT0> Реле

<https://www.youtube.com/watch?v=YiZNaBxbRYI> Датчики

<https://www.youtube.com/watch?v=8bvTRWfaSIE> Датчики оптические

<https://www.youtube.com/watch?v=NcsgAdNh1Mo> Датчики движения

<https://www.youtube.com/watch?v=WEfSKiKHb94> Как работает датчик движения

Тема: Электрические и магнитные элементы автоматики

1. Основные понятия и определения
2. Датчики в автоматических системах
3. Реле

1. Основные понятия и определения

Любое автоматическое устройство состоит из связанных между собой элементов, задачей которых является качественное или количественное преобразование полученного ими сигнала.

Элемент автоматики — это часть устройства автоматической системы управления, в которой происходят качественные или количественные преобразования физических величин. Помимо преобразования физических величин элемент автоматики служит для передачи сигнала от предыдущего элемента к последующему.

Элементы, входящие в автоматические системы, выполняют различные функции и в зависимости от функционального назначения подразделяются на воспринимающие, преобразующие, исполнительные, задающие и корректирующие органы (элементы), а также на элементы сложения и вычитания сигналов.

Воспринимающие органы (чувствительные элементы) предназначены для измерения и преобразования контролируемой или управляемой величины объекта управления в сигнал, удобный для передачи и дальнейшей обработки.

Примеры: датчики для измерения температуры (термопары, терморезисторы), влажности, частоты вращения, силы и т. д.

Усилительные органы (элементы), усилители — устройства, которые, не изменяя физической природы сигнала, производят лишь усиление, т.е. увеличение его до требуемого значения. В автоматических системах применяются механические, гидравлические, электронные, магнитные, электромеханические (электромагнитные реле, магнитные пускатели), электромашинные усилители и т. и.

Преобразующие органы (элементы) преобразуют сигналы одной физической природы в сигналы другой физической природы для удобства дальнейшей передачи и обработки.

Примеры: преобразователи неэлектрических величин в электрические.

Исполнительные органы (элементы) предназначены для изменения значения управляющего воздействия на объекте управления, если объект представляет собой единое целое с управляющим органом, либо для изменения входных величин (координаты) регулирующего органа, который также следует рассматривать как элемент автоматических систем. По принципу работы и конструкции исполнительные и регулирующие элементы многообразны.

Примеры: нагревательные элементы в системах управления температурой, вентили и клапаны с электрическим приводом в системах регулирования расхода жидкости и газа и т. д.

Задающие органы (элементы) предназначены для задания требуемого значения управляемой величины.

Корректирующие органы (элементы) служат для коррекции автоматических систем с целью улучшения их работы.

В зависимости от функций, выполняемых элементами автоматики, их можно разделить на датчики, усилители, стабилизаторы, реле, распределители, двигатели и др.

Датчик (измерительный орган, чувствительный элемент) — элемент, преобразующий одну физическую величину в другую, более удобную для использования в автоматическом устройстве.

2. Датчики в автоматических системах

Датчиком в системе автоматического контроля и регулирования называют специальное устройство, служащее для преобразования контролируемой или регулируемой величины в выходной сигнал.

Датчик состоит из одного или нескольких элементов (преобразователей). Главным элементом датчика является первичный преобразователь, воспринимающий контролируемую величину и называемый чувствительным элементом. Чувствительные элементы по физическому принципу могут быть электрические, механические, акустические, оптические, тепловые, гидравлические, радиоактивные, электромагнитные и т. п.

Наибольшее распространение в системах автоматики, применяемых в транспортном строительстве, получили датчики, преобразующие неэлектрические величины в электрические, так как выходной сигнал (ток, напряжение) может записываться, передаваться на расстояние и тем самым дистанционно управлять производственным процессом.

Основными характеристиками датчика являются *статическая характеристика и чувствительность*.

Статическая характеристика датчика отображает функциональную зависимость выходной величины y от входной величины x , т. е.

$$y = f(x),$$

где y — величина, полученная после преобразования (выходная); x — контролируемая (входная) величина, действующая на датчик.

При плавном изменении выходной величины статическая характеристика датчика представляет собой плавную кривую. При скачкообразном изменении выходной величины статическая характеристика имеет разрывной характер. Такие датчики называют датчиками с релейной

характеристикой. По статической характеристике датчика определяют его чувствительность.

Чувствительность датчика показывает степень изменения выходной величины в зависимости от изменения входной:

$$S = \frac{\Delta y}{\Delta x}.$$

Так, например, чувствительность термопары показывает степень изменения развиваемой ею термоэлектродвижущей силы при изменении температуры. Наименьшее изменение входной величины, вызывающее заметное изменение выходного сигнала, называют *порогом чувствительности датчика*.

По выходной величине все электрические датчики разделяются на параметрические и генераторные.

Параметрическим датчиком называют датчик, который для своей работы требует дополнительного источника питания. Примером такого датчика может служить термометр сопротивления, у которого контролируемая величина – температура – преобразуется в изменение электрического активного сопротивления, а значит, и тока за счет источника питания, включенного в диагональ моста, т. е. к зажимам термометра.

Например, температурный контактный датчик преобразует изменение температуры в изменение сопротивления электрической цепи от минимального при замкнутых до бесконечно большого при разомкнутых контактах. Таким элементом является датчик температуры, устанавливаемый в бытовых утюгах (рис.1).

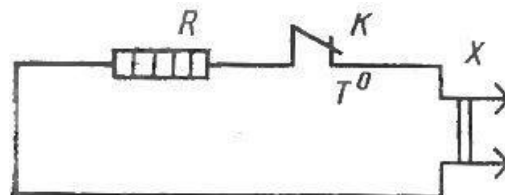


Рисунок 1 - Схема регулирования температуры нагрева термодатчиком

Генераторным датчиком называют датчик, который для своей работы не требует дополнительного источника питания. Примером генераторных датчиков являются: термопара, в которой за счет энергии входной величины (температуры) возникает электродвижущая сила (выходная величина); тахогенератор; пьезодатчики и др.

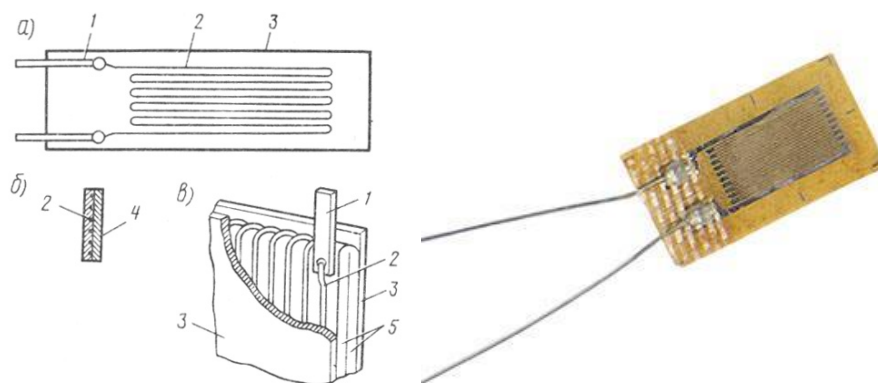
Датчики перемещения. Потенциометрические (реостатные) датчики применяются для преобразования угловых и линейных перемещений в электрический сигнал. Датчики такого типа (рис. 2) представляют собой переменное электрическое сопротивление R_{Π} , к концам которого прикладывается напряжение питания U_0 .



Рисунок 2- Схема включения потенциометрического датчика

Выходное напряжение U_1 снимается при помощи подвижного контакта (движка) с переменного сопротивления (потенциометра) R_{Π} . При линейном или угловом перемещении детали, положение которой контролируется датчиком, контакт (движок) скользит по намотке. Потенциометры работают в схемах с источниками постоянного и переменного тока и широко используются в следящих системах в качестве измерительных элементов. Реостатные датчики выпускаются с проволокой, намотанной на корпус, или реохордного типа. В устройствах автоматики чаще применяется включение их по схеме делителя напряжения.

Тензометрические (проволочные) датчики применяют для преобразования механических напряжений, усилий и деформаций в различных механизмах и конструкциях в электрический сигнал. Наиболее распространены тензодатчики, у которых при внешнем воздействии изменяется активное сопротивление чувствительного элемента. Такие датчики называют тензорезисторами. Наиболее распространенный проволочный датчик (рис. 3) состоит из проволоки диаметром от 15 до 60 мк, уложенной зигзагообразно и обклеенной с двух сторон тонкой бумагой. К концам проволоки присоединены выводные проводники для включения датчика в измерительную сеть.



а – вид при снятом покрытии; б – поперечное сечение; в – конструкция;
1 – выводные провода; 2 – проволока; 3 – подкладка из бумаги или лаковой пленки; 4 – покрытие из бумаги, фетра или лака; 5 – бумажный каркас

Рисунок 3- Проволочный тензодатчик

Датчики приклеивают к испытуемой детали так, чтобы проволоки воспринимали ее деформации (сжатие или растяжение). В результате изменяется сопротивление проволоки. Тензометрический датчик преобразует весьма малые перемещения (деформации) в электрическое сопротивление. Сопротивление проволоки R зависит от ее длины l , м, и сечения S , м², т. е.

$$R = \rho \frac{l}{S},$$

где ρ – удельное сопротивление проводника, Ом·м.

Изменение длины проволоки Δl , вызванное усилием деформации F , можно определить по формуле:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E \cdot S} F,$$

где E – модуль упругости металла проволоки.

Тензорезисторы используются и как датчики усилия и веса (в дозаторах и весовых устройствах).

Индуктивные датчики применяются для преобразования в электрический сигнал небольших линейных и угловых перемещений. Принцип действия их основан на изменении индуктивности катушки с магнитопроводом при перемещении якоря. Индуктивные датчики имеют различную конструкцию. На рис. 4, а показан индуктивный датчик с воздушным зазором δ , который изменяется при воздействии на якорь измеряемой механической величины P (силы). С изменением зазора изменяется магнитное сопротивление сердечника, а следовательно, и индуктивность катушек. Катушки расположены на сердечнике и включены в цепь переменного тока. Изменение индуктивности катушки вызывает соответствующее изменение тока.

У индуктивного датчика дифференциального типа (рис. 4, б) сердечник расположен между двумя симметричными индукционными катушками. При одинаковых воздушных зазорах δ_1 и δ_2 индуктивные сопротивления обмоток L_1 и L_2 равны, и в измерительном приборе ток не возникает. При перемещении сердечника индуктивные сопротивления катушек становятся различными, что вызывает отклонение стрелки прибора.

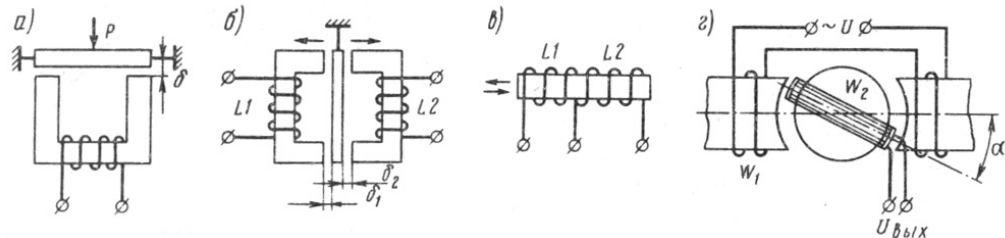


Рисунок 4 - Схема индуктивных датчиков

Подвижной сердечник индуктивного датчика плунжерного типа (рис. 4, в) воспринимает перемещение от контролируемого объекта, для чего он помещен внутрь симметрично расположенных катушек, включенных в мостовую схему. При перемещении сердечника равновесие измерительного моста нарушается, а в его диагонали появляется ток, зависящий от величины перемещения сердечника относительно нейтрального положения.

Индуктивный поворотный трансформаторный датчик (рис. 4, г) имеет две обмотки. Первичная обмотка W_1 питается от источника переменного тока. Вторичная обмотка W_2 поворачивается на некоторый угол α при угловом перемещении контролируемой детали. При повороте обмотки W_2 изменяется взаимоиנדукция обмоток и, следовательно, величина вторичной э. д. с. ($U_{\text{ввлх}}$).

Преимуществом индуктивных датчиков являются простота и надежность устройства, отсутствие подвижных контактов, возможность использования переменного тока промышленной частоты и возможность непосредственного включения измерительного прибора. Данные обстоятельства способствуют широкому их распространению в промышленности.

Емкостные датчики преобразуют механические перемещения в измерения электрической емкости, т. е. изменяют емкостное сопротивление:

$$x_c = \frac{1}{2\pi f C},$$

где f – частота источника питания; C – емкость.

Емкостные датчики, как и индуктивные, работают на переменном токе, только в отличие от индуктивных в большинстве случаев они работают на частоте выше 1 кГц.

Значение емкости $C = \frac{eS}{4\pi\delta}$ можно регулировать изменением зазора δ , площади S и выбором материала диэлектрика (диэлектрической постоянной e). Емкостные датчики могут иметь различную конструкцию. В одних датчиках пластины конденсатора сдвигаются и раздвигаются (рис. 5, а), в других они выполнены в виде пластин и взаимно поворачиваются (рис. 5, б); у других цилиндры смещаются один параллельно другому (рис. 5, в) или между двумя неподвижными пластинами конденсатора перемещается третья (рис. 5, г).

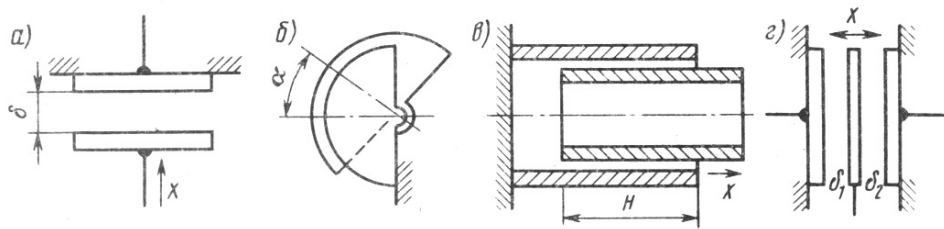


Рисунок 5 - Схемы емкостных датчиков

Последняя конструкция представляет собой дифференциальный емкостный датчик. При перемещении средней пластины емкость конденсатора изменяется. Емкостные датчики обладают высокой чувствительностью, а отсутствие электрических контактов обеспечивает их надежную работу. Однако эти датчики в автоматике получили небольшое распространение, так как имеют серьезные недостатки. В частности, они непригодны для работы на низких частотах и требуют специального высокочастотного генератора. Схемы с емкостными датчиками сложны в регулировке и неудобны в эксплуатации, так как они чувствительны к посторонним электрическим полям и паразитным емкостям.

3. Реле

Реле - электрический аппарат, предназначенный для коммутации электрических цепей (скачкообразного изменения выходных величин) при заданных изменениях электрических или неэлектрических входных величин.

Первенство создания реле спорно. Некоторые утверждают, что впервые это устройство было сконструировано в 1830—1832 гг. русским ученым Шиллингом П.Л. и являлось основным элементом вызывающего механизма в разработанном им же варианте телеграфа.

Другие научные историки приписывают первенство изобретения известному физика Дж. Генри, который в 1835 г. разработал контактное реле во время усовершенствования созданного им в 1831 году телеграфного аппарата. Первый соленоид работал по принципу электромагнитной индукции и был некоммутационным устройством.



Рисунок 6 -Первое реле Дж. Генри

Реле, в качестве самостоятельного устройства, впервые упоминается в патенте на телеграф, выданном Самуэлю Морзе.

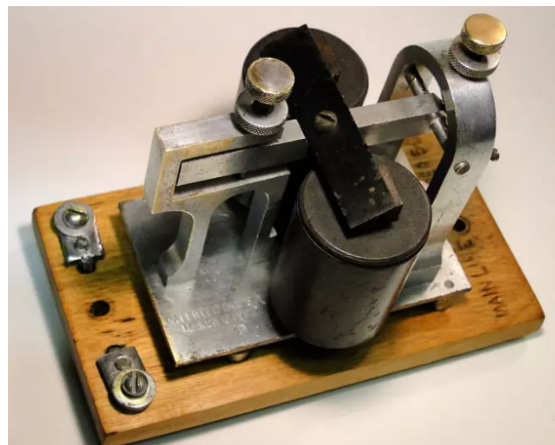


Рисунок 7 - Первое реле Морзе

Как видим, первой сферой применения этого коммутационного устройства был телеграф и только позднее с развитием техники он стал применяться в электрическом и электронном оборудовании.

Устройство и принцип работы реле

Реле представляет собой катушку, состоящую из немагнитного основания, на которое намотан провод из меди с тканевой или синтетической изоляцией, но чаще всего с диэлектрическим лаковым покрытием. Внутри катушки установленной на нетокопроводящее основание, размещается металлический сердечник. Также в устройстве имеются пружины, якорь, соединительные элементы и пары контактов.

При подаче тока на обмотку электромагнита (соленоида) сердечник притягивает якорь, который соединяется с контактом и электрическая или электронная цепь замыкается. При снижении силы тока до определенного значения, якорь, под действием пружины, возвращается на исходную позицию, вследствие чего происходит размыкание цепи.

Более плавная и точная работа достигается благодаря использованию резисторов, а защиту от скачков напряжения и искрения обеспечивает установка конденсаторов.

У большинства электромагнитных реле имеется не одна, а несколько пар контактов, что позволяет управлять несколькими цепями одновременно.

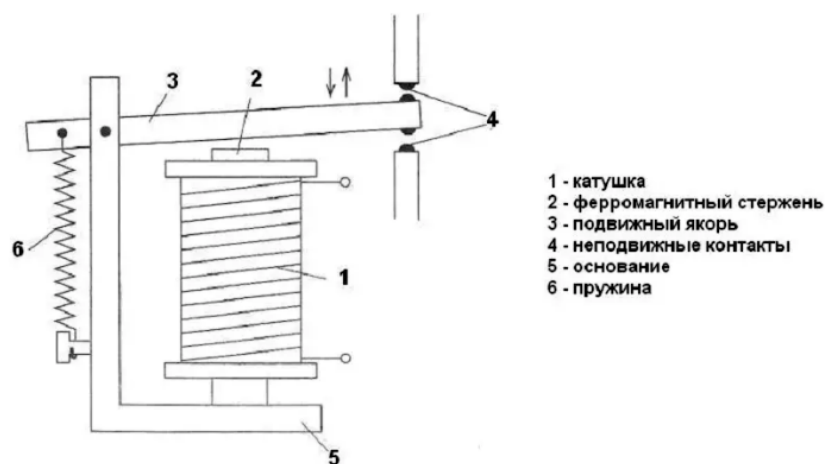


Рисунок 8 - Простейшая схема устройства электромагнитного соленоида

Этот вид коммутационного устройства (КУ) работает по принципу электромагнитной индукции. Благодаря довольно простому принципу действия реле имеют высокую надежность в эксплуатации.

Основные характеристики КУ

К основным характеристикам, на которые следует обратить внимание при выборе данного вида коммутационного устройства, относят:

- чувствительность – срабатывание от подаваемого на обмотку тока определенной силы, достаточной для включения устройства;
- сопротивление обмотки электромагнита;
- напряжение (ток) срабатывания – минимально допустимое значение, достаточное для переключения контактов;
- напряжение (ток) отпускания – значение параметра, при котором происходит отключение КУ;
- время притягивания и отпускания якоря;
- частота срабатывания с рабочей нагрузкой на контактах.

Классификация и для чего нужно реле

Поскольку реле являются высоконадежными коммутационными устройствами, то не удивительно, что они нашли широкое применение в самых различных областях человеческой деятельности. Они используются в промышленности для автоматизации рабочих процессов, а также в быту в самой различной технике, например в привычных всех холодильниках и стиральных машинах.

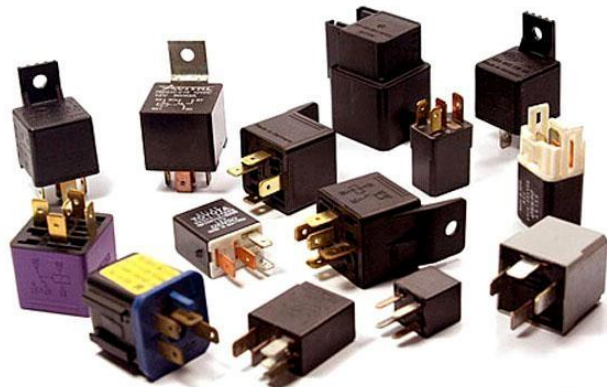


Рисунок 9 - Разнообразие видов реле очень велико и каждый предназначен для выполнения определенной задачи

Реле имеют сложную классификацию и делятся на несколько групп:

По сфере применения:

- управление электрическими и электронными системами;
- защита систем;
- автоматизация систем.

По принципу действия:

- тепловые;
- электромагнитные;
- магнитоэлектрические;
- полупроводниковые;
- индукционные.

По поступающему параметру, вызывающему срабатывание КУ:

- от тока;
- от напряжения;
- от мощности;
- от частоты.

По принципу воздействия на управляющую часть устройства:

- контактные;
- бесконтактные.

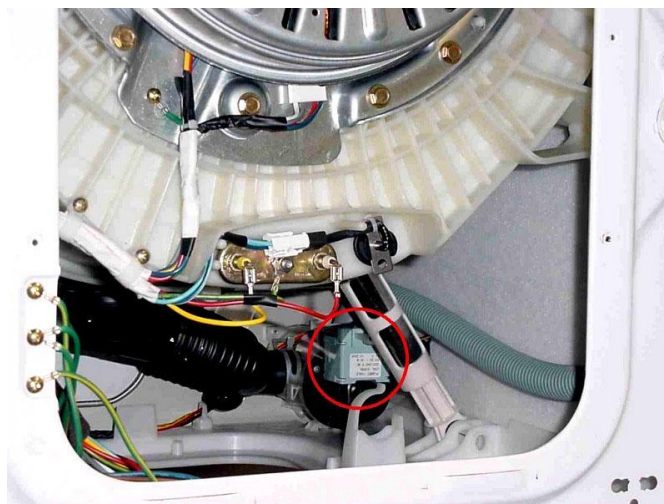


Рисунок 10 - На фото (обведено красным) показано, где находится одно из реле в стиральной машине

В зависимости от вида и классификации реле применяются в бытовой технике, автомобилях, поездах, станках, вычислительной технике и т.д. Однако, чаще всего этот вид коммутирующего устройства используется для управления токами большой величины.

Основные виды реле и их назначение

Производители настраивают современные коммутационные устройства таким образом, чтобы срабатывание происходило только при определенных условиях, например, при увеличении силы тока, поступающего на входные клеммы КУ. Ниже мы вкратце рассмотрим основные виды соленоидов и их назначение.

Электромагнитные реле

Электромагнитное реле – это электромеханическое коммутационное устройство, принцип действия которого основан на воздействии магнитного поля, созданного током в статичной обмотке, на якорь. Этот вид КУ разделяется собственно на электромагнитные (нейтральные) устройства, которые реагируют лишь на значение тока, подаваемого на обмотку, и поляризованные, работа которых зависит как от токовой величины, так и от полярности (рис.11).

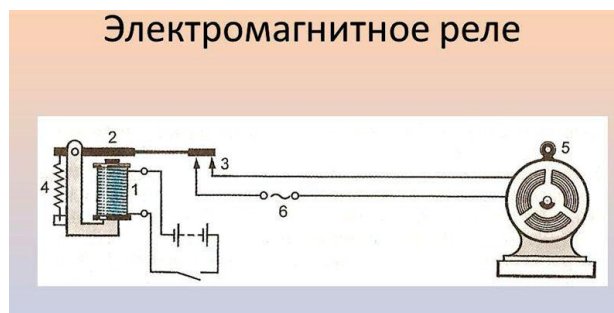


Рисунок 11 - Принцип работы электромагнитного соленоида

Используемые в промышленном оборудовании электромагнитные реле находятся на промежуточной позиции между сильноточными устройствами (магнитными пускателями, контакторами и т.д.) и слаботочным оборудованием. Наиболее часто данный вид реле применяется в цепях управления.

Реле переменного тока (рис.12)

Срабатывание этого вида реле, как видно из названия, происходит при подаче на обмотку переменного тока определенной частоты. Данное коммутирующее устройство для переменного тока с контролем перехода фазы через ноль или без такового, представляет собой блок из тиристоров, выпрямительных диодов и управляющих схем. Реле переменного тока могут быть выполнены в виде модулей на основе трансформаторной или оптической развязки. Данные КУ применяются в сетях переменного тока с максимальным напряжением 1,6 кВ и средним током нагрузки до 320 А.



Рисунок 12 - Промежуточное реле 220 В

Иногда работа электросети и приборов не возможна без использования промежуточного реле на 220 В. Обычно КУ данного типа применяется, если необходимо разомкнуть или разомкнуть разнонаправленные контакты цепи. К примеру, если используется осветительный прибор с датчиком движения, то один проводник присоединяется к сенсору, а другой подводит электроэнергию к светильнику.



Рисунок 13 - Реле переменного тока широко применяются в промышленном оборудовании и бытовой технике

Работает это таким образом:

1. подача тока на первое коммутационное устройство;
2. от контактов первого КУ ток поступает на следующее реле, которое имеет более высокие характеристики, чем у предыдущего и способно выдерживать токи с высокими значениями.

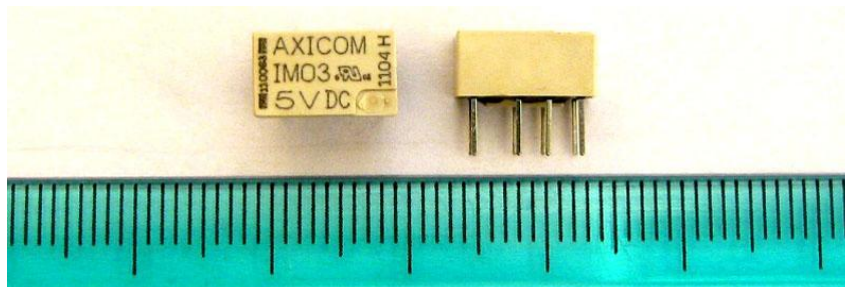


Рисунок 14- С каждым годом реле становятся эффективней и компактней

Функции малогабаритного реле переменного тока с напряжением 220 В весьма разнообразны и широко используются в качестве вспомогательного устройства в самых различных областях. Данный вид КУ применяется в тех случаях, когда основное реле не справляется со своей задачей или же при большом количестве управляемых сетей которые уже не в состоянии обслужить головное устройство.

Промежуточное коммутационное устройство применяется в промышленном и медицинском оборудовании, транспорте, холодильном оборудовании, телевизорах и прочей бытовой технике.

Реле постоянного тока

Реле постоянного тока делятся на нейтральные и поляризованные. Отличие между ними состоит в том, что поляризованные КУ постоянного тока чувствительны к полярности подаваемого напряжения. Якорь коммутационного устройства меняет направление движения в зависимости от полюсов питания. Нейтральные электромагнитные реле постоянного тока не зависят от полярности напряжения.

Электромагнитные КУ постоянного тока в основном используют, когда нет возможности подключения к электрической сети переменного тока.

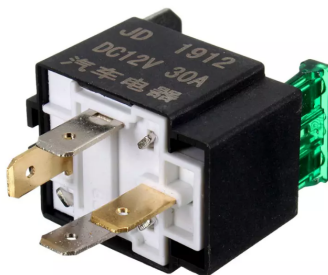


Рисунок 15- Четырехконтактное автомобильное реле
Обозначение реле на схеме

Чтобы отремонтировать или создать новое электрооборудование, мало знать как работает реле, нужно знать как оно выглядит на схемах. В приведенной ниже таблице показаны самые основные буквенно-графические обозначения КУ принятые в международном классификаторе.

Основные обозначения

Изображение	Описание
	Схематически обмотка соленоида выглядит как прямоугольник, от наибольших сторон которого отходят выводы питания электромагнита – А и AI. Такого на схеме это коммутационное устройство монет обозначаться буквой К.
	Контакты КУ на схеме изображаются точно так же как и контакты переключателей.
	Поляризованное реле на схеме изображается в виде прямоугольника с жирной точкой на одном из выводов контакта. Буквенное обозначение Р внутри прямоугольника также говорит о полярности устройства.
	Иногда внутри прямоугольника указывают параметры или конструктивные особенности. Так, например, две наклонные линии могут обозначать, что в устройстве имеется 2 обмотки.

Подробнее, с символическим обозначением реле и других элементов электронных и электрических схем, можно ознакомиться, заглянув в специальные справочники, которых в интернете довольно много.

Контрольные вопросы

1. Основные характеристики датчика?

2. Назначение индуктивных датчиков
3. Что такое реле?

Задание для самостоятельной работы:

1. Краткий конспект лекции. **Посмотреть все видео из списка литературы!!!**
2. Самостоятельно найти и привести примеры датчиков (кроме тех, что указаны в лекции)
3. Письменно ответить на контрольные вопросы
4. Фотографию выполненной лабораторной работы прислать в личном сообщении ВК <https://vk.com/id139705283>

На фотографии вверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И, 26.04.2023, группа ХКМ 2/1,

Электротехника и основы электроники»