

# Тема 3.2. Реле. Датчики.

Преподаватель: Лунёва Александра Владимировна  
a.lunyova@taktomsk

# Датчики

## Содержание материала

- ▶ Определение
- ▶ Назначение
- ▶ Принцип работы
- ▶ Классификация
- ▶ Задание для студентов

Автоматизация трудовых процессов не только избавляет человека от однообразного ручного труда, но и заменяет человека в выполнении многих операций.

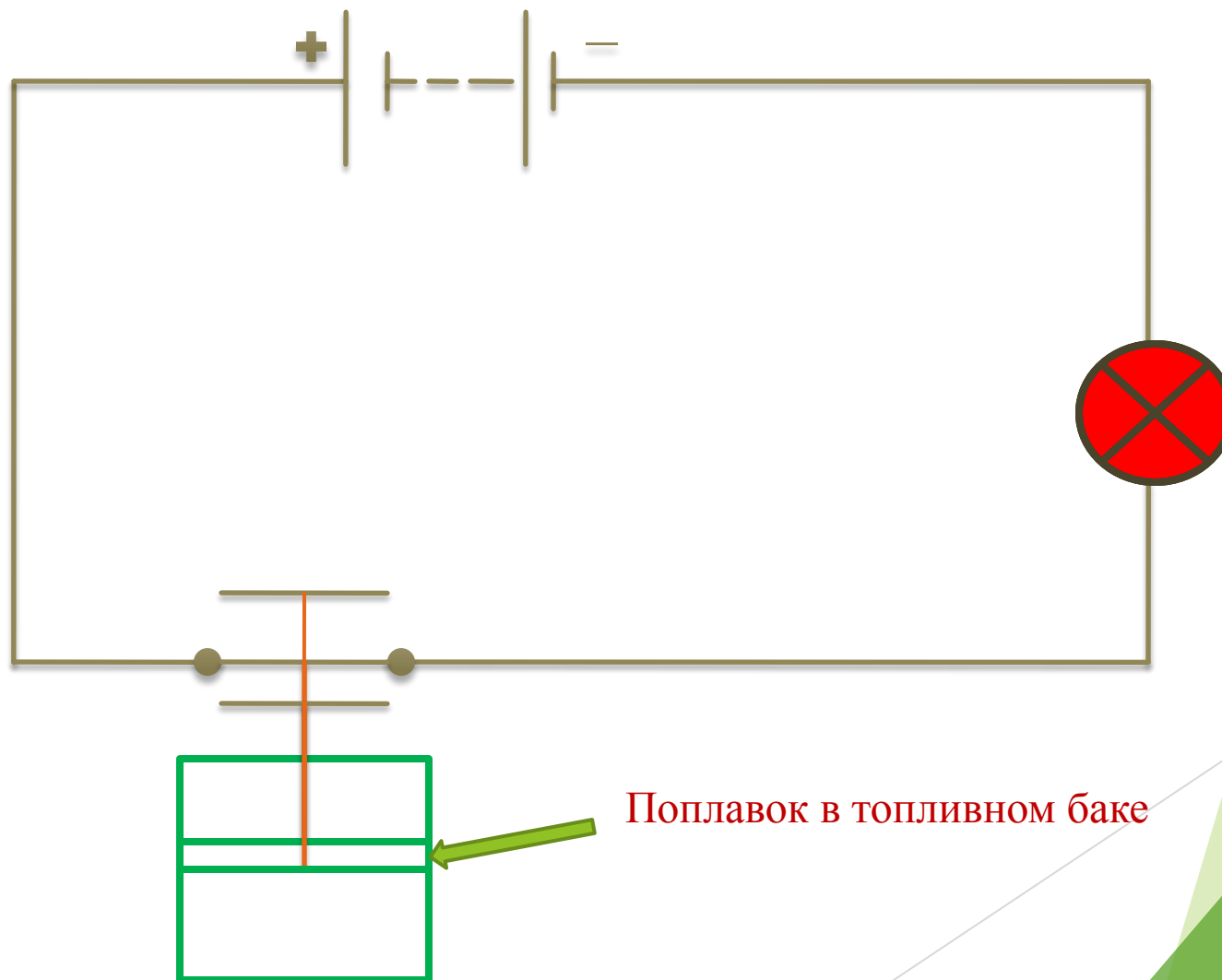
Простейшими автоматическими устройствами являются датчики – приборы фиксирующие явления или процессы.

Датчики применяют для:

- ❖ измерения давления
- ❖ измерения температуры
- ❖ измерения уровня жидкости
- ❖ контроля размеров

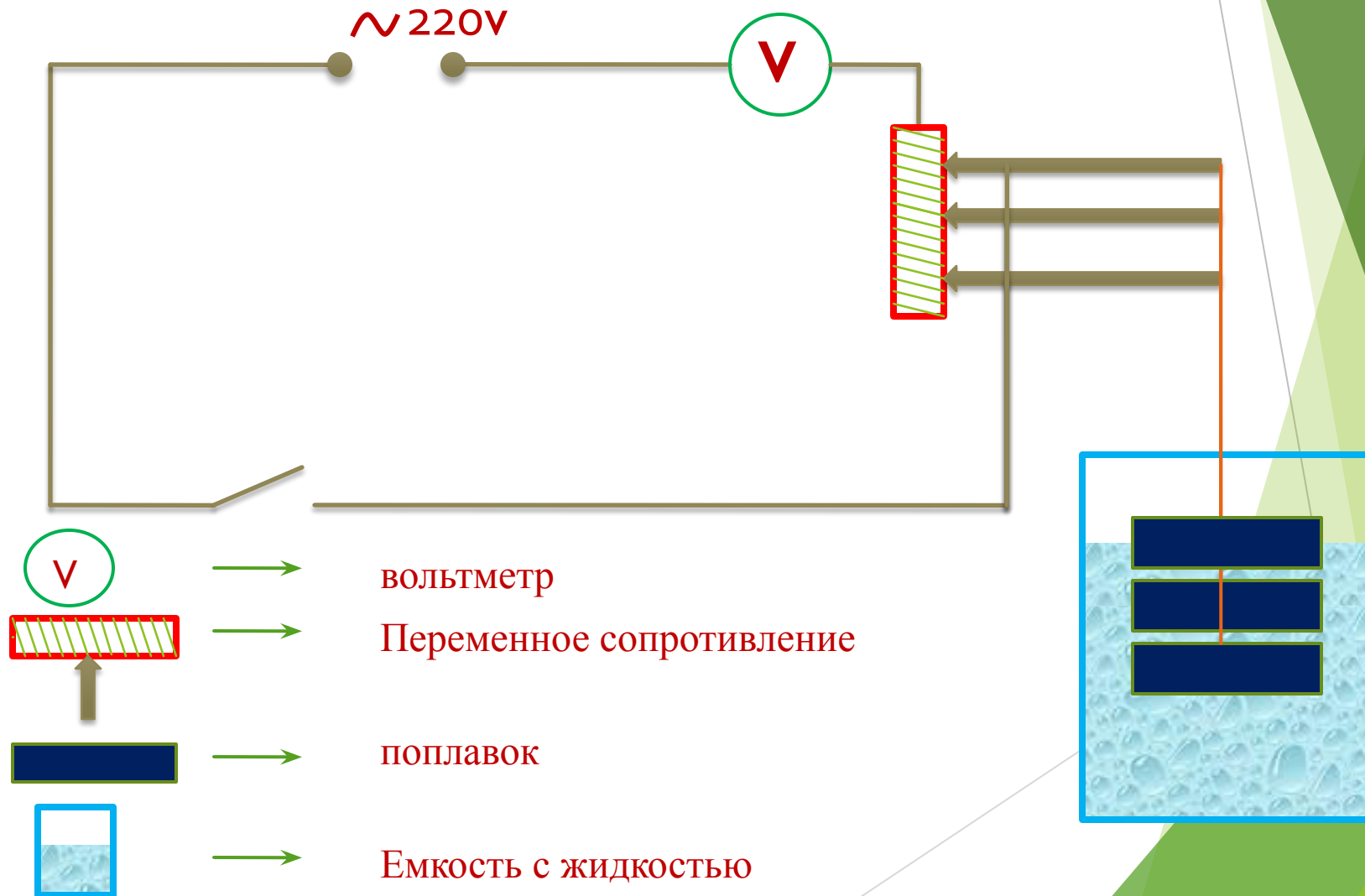
**Контактные датчики предназначены для  
сигнализации о воздействии механической  
силы.**

Схема  
сигнального датчика автомобиля (уровень  
топлива)



Потенциометрические датчики  
показывают количество жидкости  
резервуарах.

# Схема потенциометрического датчика



## Принцип действия потенциометрического датчика

Если уровень жидкости в емкости упадет, то поплавков опустится вниз, а ток пойдет по большему количеству витков.

Из физики известно, что чем длиннее проводник, тем больше сопротивление электрическому току.

Чем больше сопротивление току, тем меньше напряжение.

Вольтметр – прибор показывающий напряжение тока.

Если уровень жидкости в емкости поднимется, то поплавков поднимется вверх, а ток пойдет по меньшему количеству витков.

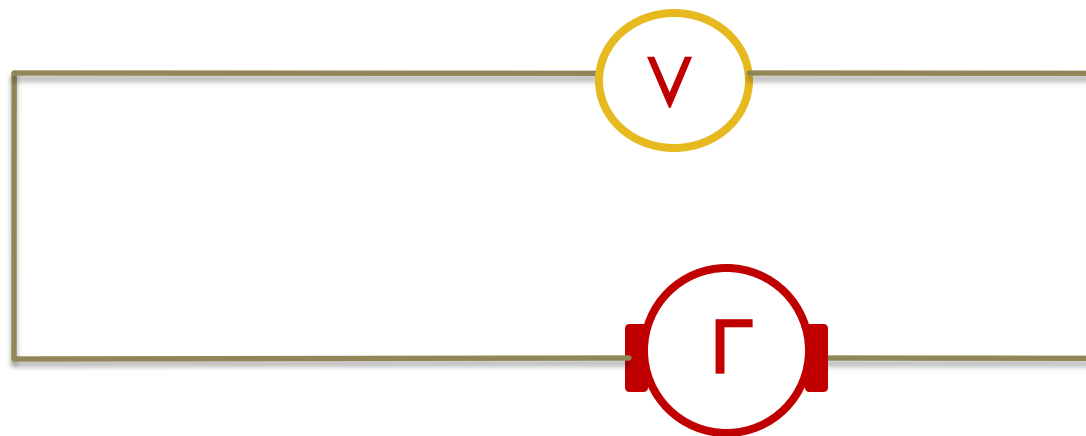
Из физики известно, что чем короче проводник, тем меньше сопротивление электрическому току.

Чем меньше сопротивление току, тем больше напряжение.

Вольтметр – прибор показывающий напряжение тока.



## Тахогенераторы – датчики скорости

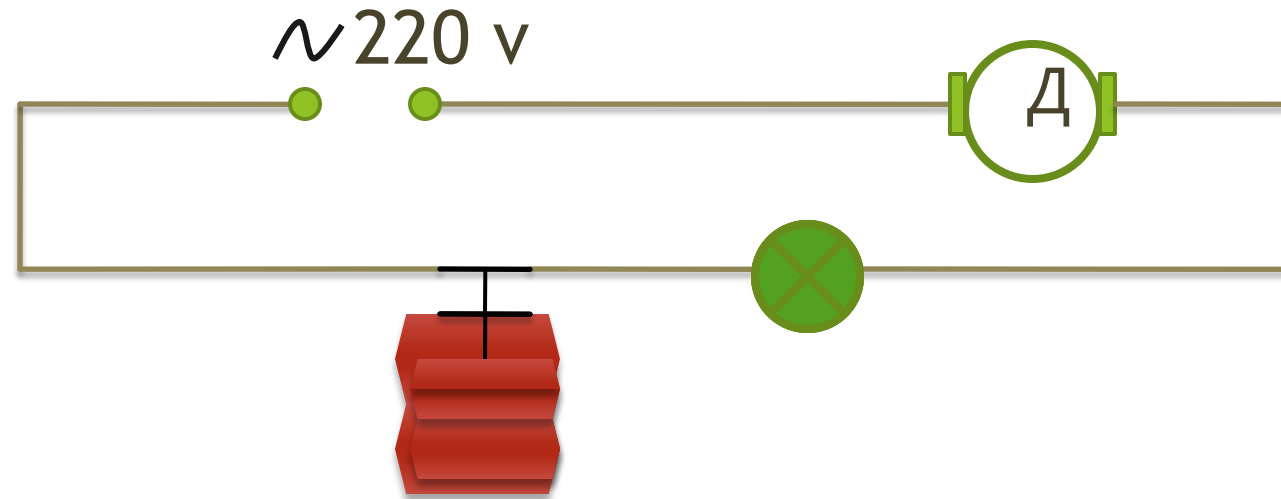


При движении автомобиля вращение от вала коробки передач передается на тахогенератор, который вырабатывает электрический ток.

Чем быстрее будет вращаться вал коробки передач, тем больший ток будет вырабатывать тахогенератор

Вольтметр покажет напряжение, которое вырабатывает тахогенератор.

## Контактный датчик холодильника

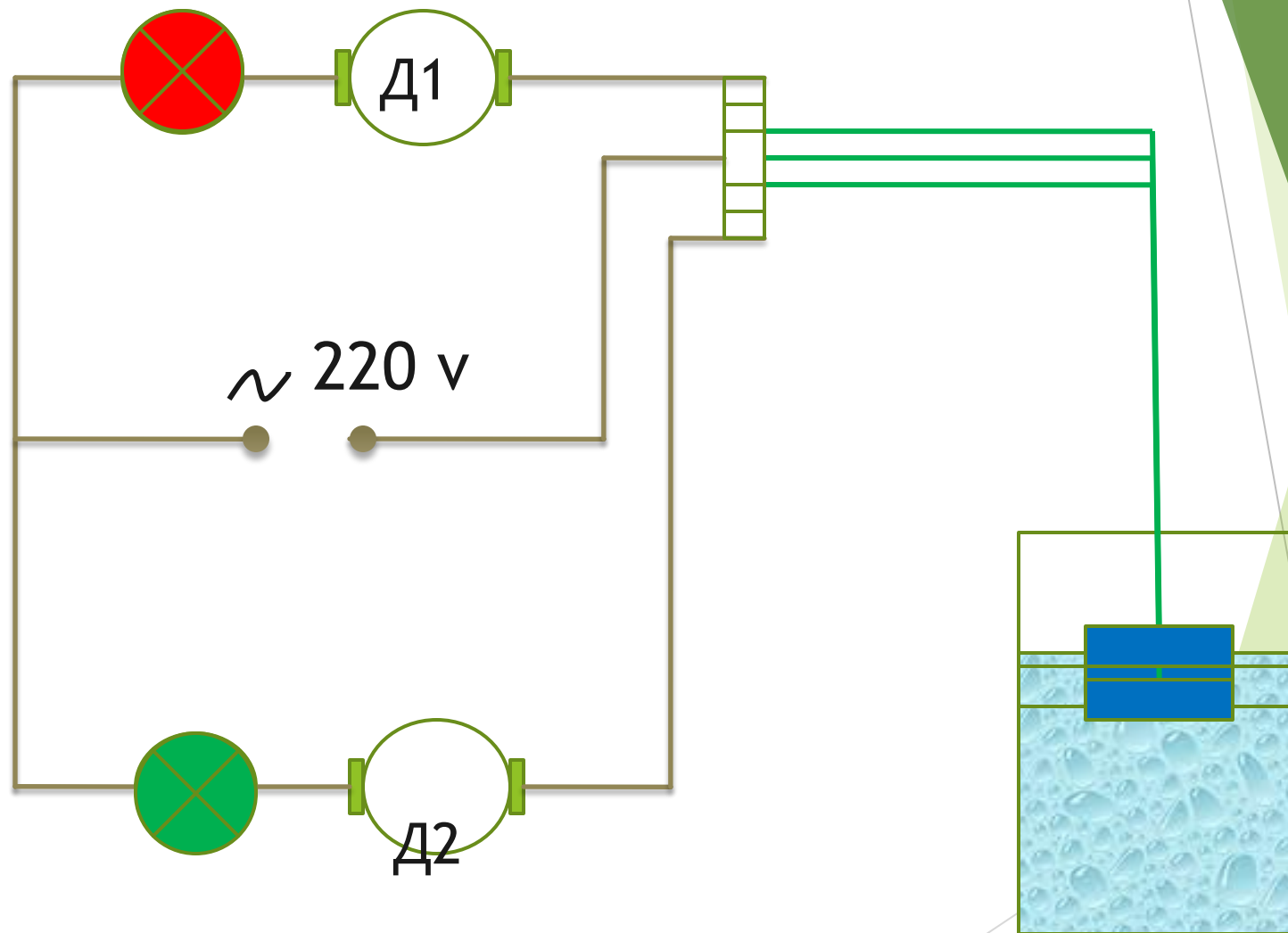


В гофрированной трубке находится газ фреон, который при нагревании увеличивается и расширяет трубку.

На конце трубки имеется металлическая пластина, которая замыкает электрическую цепь и двигатель начинает перекачивать охлаждающую жидкость (аммиак) по трубкам холодильника.

При охлаждении камер холодильника фреон уменьшается, трубка сужается и электрическая цепь размыкается. Двигатель перестает перекачивать охлаждающую жидкость по трубкам холодильника.

# Контактный датчик резервуара с водой

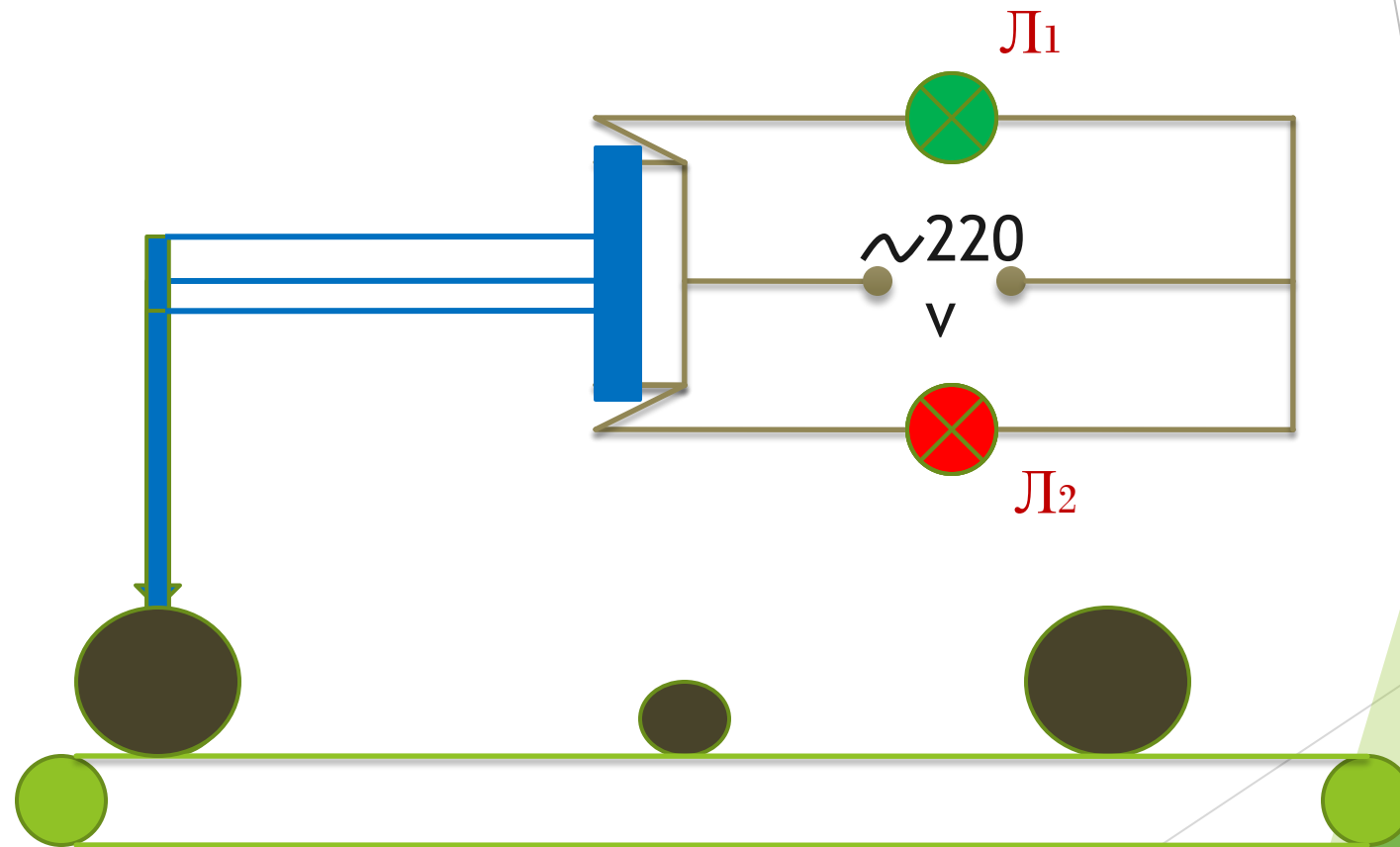


## Принцип действия контактного датчика с водой.

Если уровень воды в емкости увеличится, поплавок пойдет вверх. Соответственно поднимется контакт, который замкнет верхнюю электрическую цепь и двигатель начнет откачивать лишнюю воду.

Если уровень воды в емкости станет низким, то поплавок пойдет вниз. Соответственно опустится контакт, который замкнет нижнюю электрическую цепь и двигатель начнет закачивать воду в ёмкость.

# Устройство автоматического контроля размеров



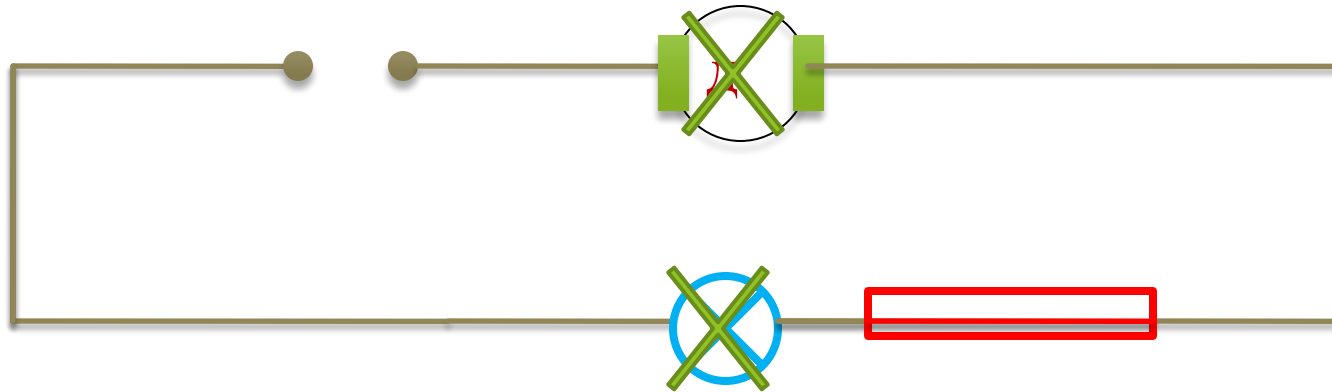
## Принцип действия устройства автоматического контроля размеров.

При проверке размеров детали нормальных размеров лампочки не работают.

Если деталь имеет меньшие размеры, то контакт пойдет вниз и замкнет нижнюю электрическую цепь. Загорится красная лампочка.

Если деталь имеет большие размеры, то контакт пойдет вверх и замкнет верхнюю электрическую цепь. Загорится зеленая лампочка.

## Автоматическое устройство защиты (предохранитель)



При нормальном напряжении в электросети все приборы работают нормально.

При резком скачке напряжения в электросети возможна поломка электроустройств, ремонт которых или вообще невозможен или будет стоить дорого.

Чтобы избежать этого в электрическую цепь встраивают предохранитель, внутри которого находится тонкий проводок или тонкая пластинка.

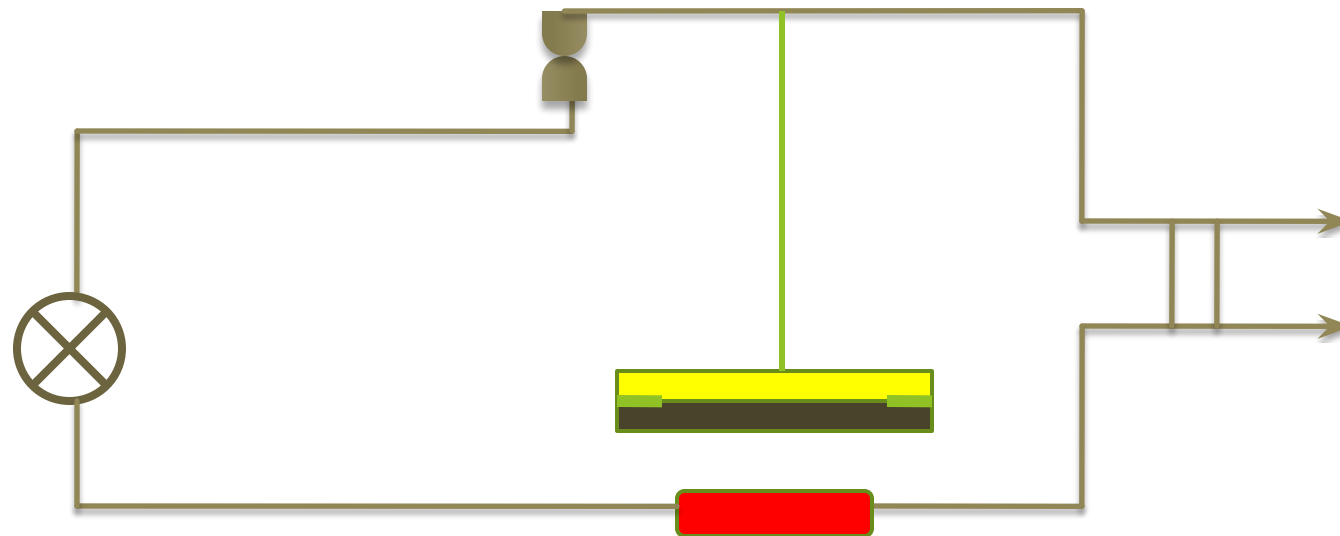
При резком скачке напряжения тонкий металл не выдерживает и перегорает. При этом цепь размыкается и электроустройства остаются в исправном состоянии. Замена предохранителя не составит большого труда.

Автоматические устройства управления контролируют большое количество параметров с помощью компьютера и специальных программ.



**Автоматические устройства регулирования  
– поддерживают неизменной, в течении  
определенного времени , величину какого-  
либо параметра**

## Биметаллическая пластина (утюг)

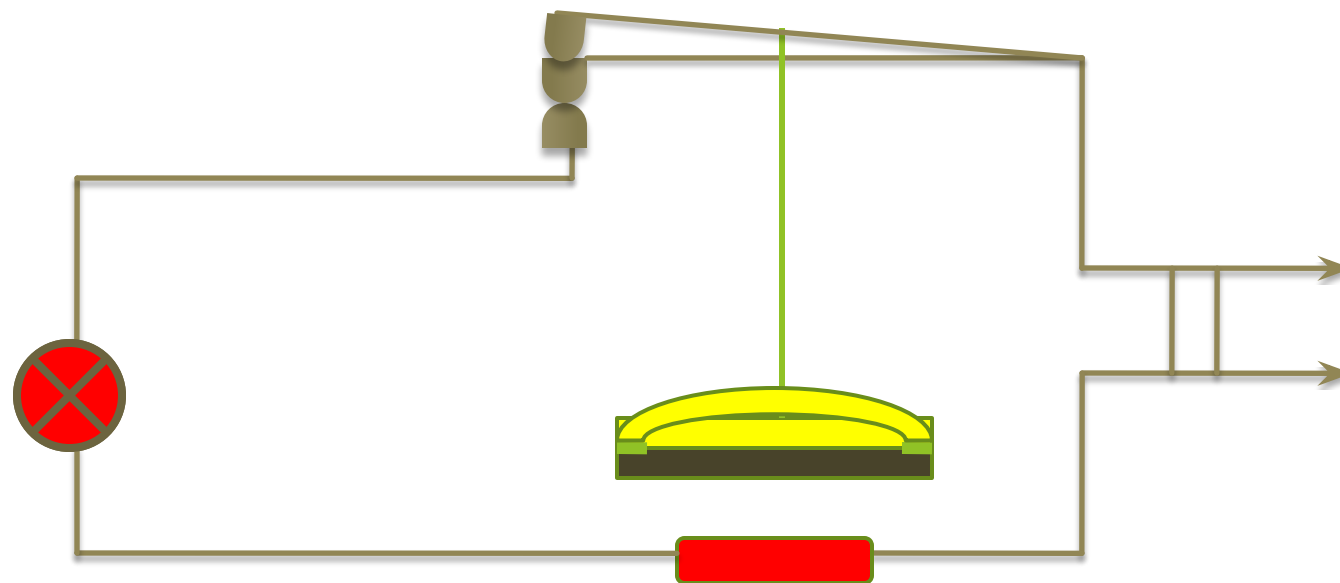


Биметаллическая пластина состоит из 2 полосок металла: стали и меди, которые соединены между собой по краям.



Нагревательный элемент(спираль)

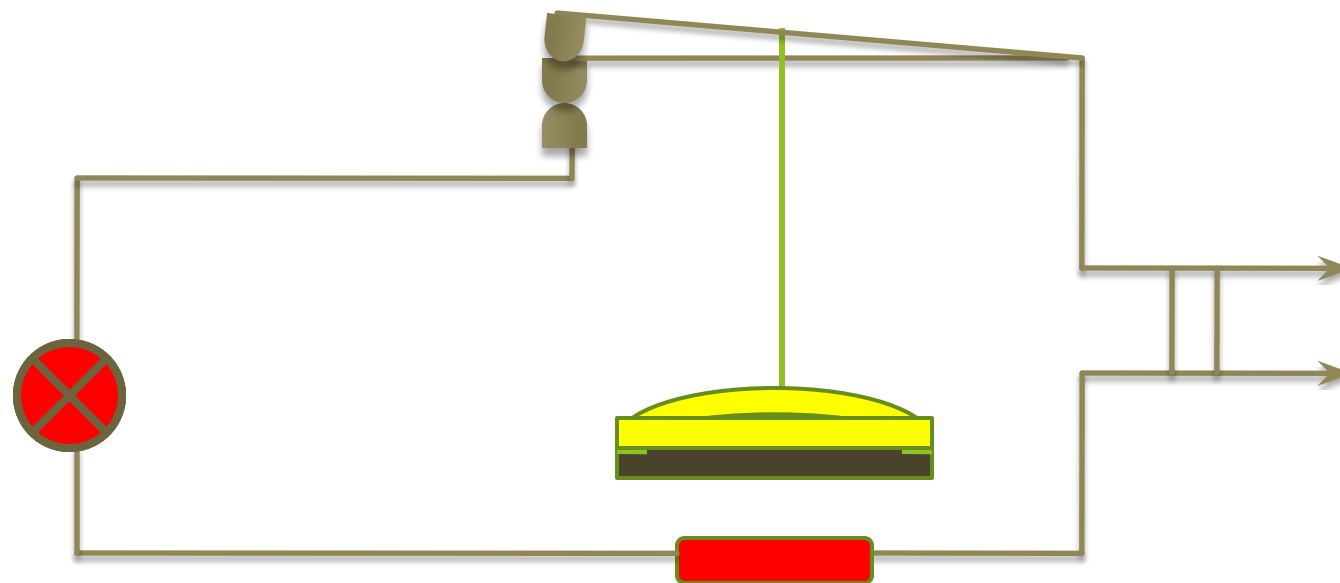
## Биметаллическая пластина (утюг)



При включении утюга в электрическую сеть лампочка загорается и нагревательный элемент начинает выделять тепло.

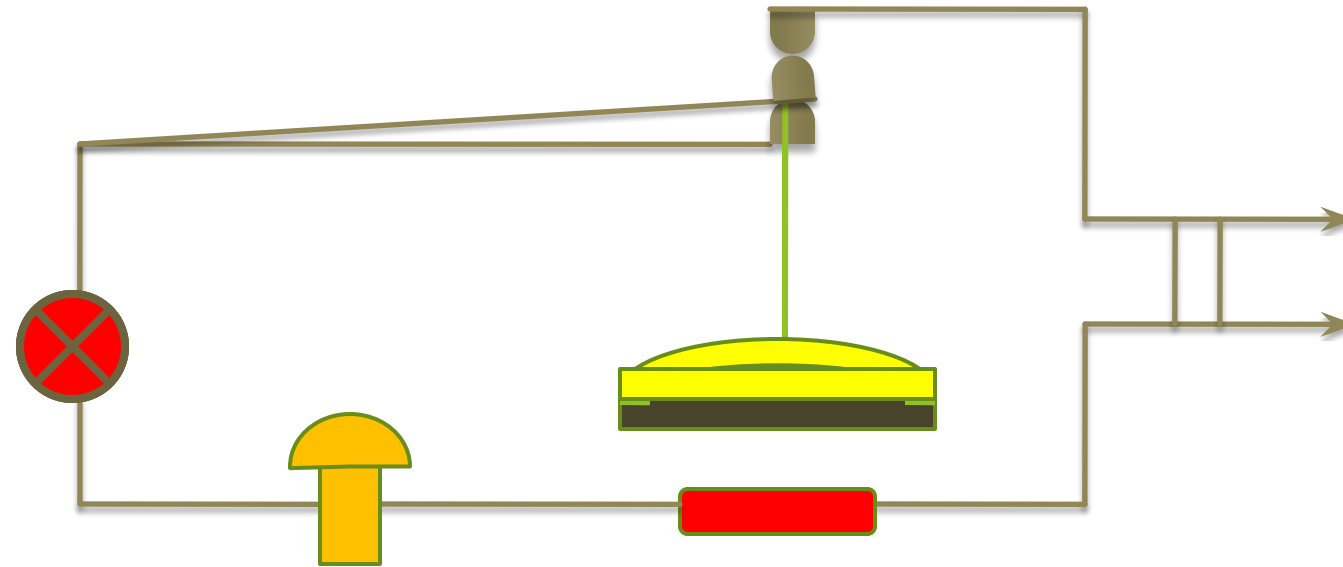
Биметаллическая пластина тоже начнет нагреваться. но так как у меди тепловое расширение больше чем у стали, то медная пластина начнет изгибаться вверх и разомкнет контакт. Электрическая цепь разомкнется, лампочка погаснет, нагревательный элемент работать не будет.

## Биметаллическая пластина (утюг)



При охлаждении биметаллическая пластина встает на свое место, контакты замыкаются. Лампочка загорается и нагревательный элемент начинает нагревать утюг.

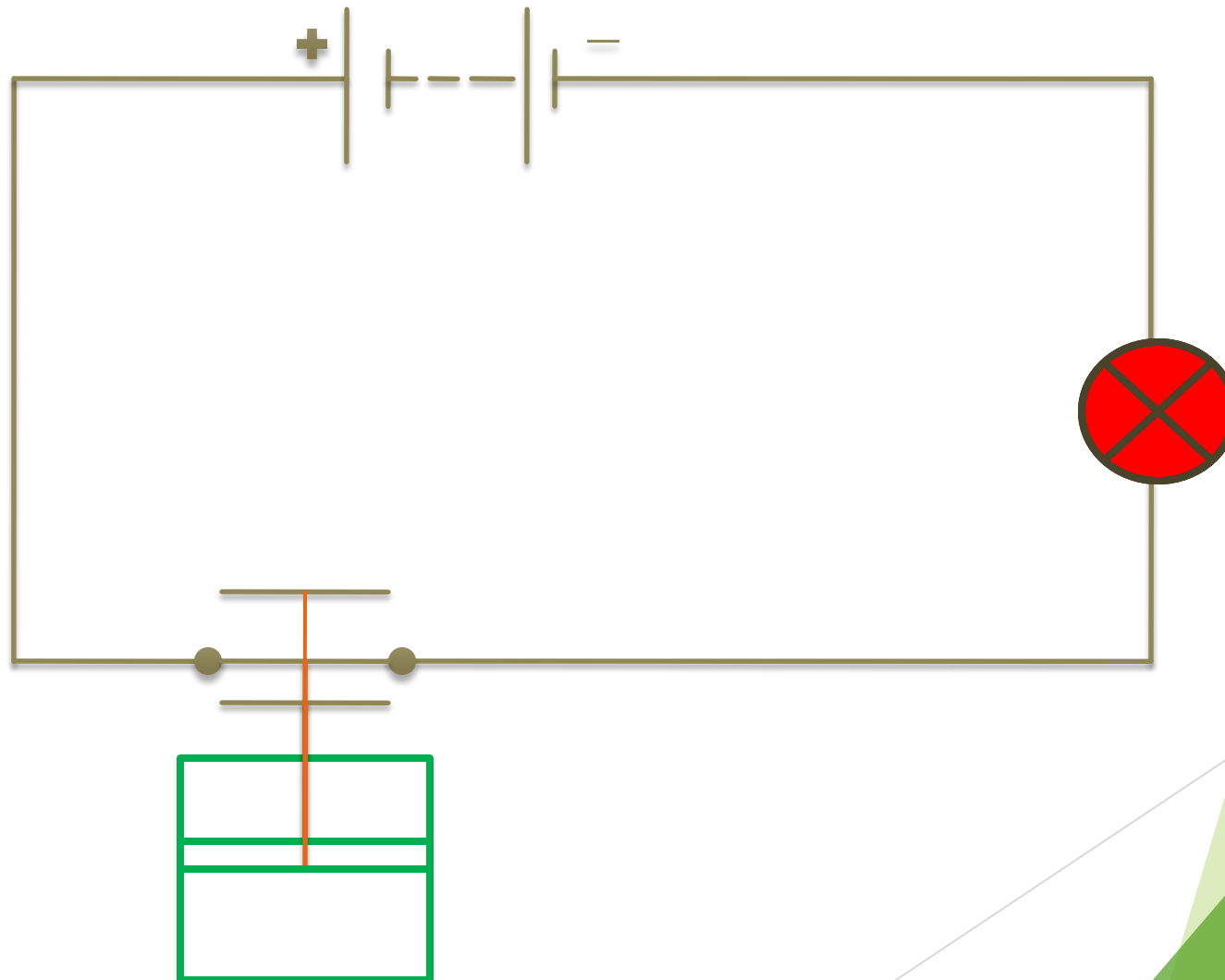
Биметаллическую пластину ранее применяли для пожарной сигнализации на предприятиях.



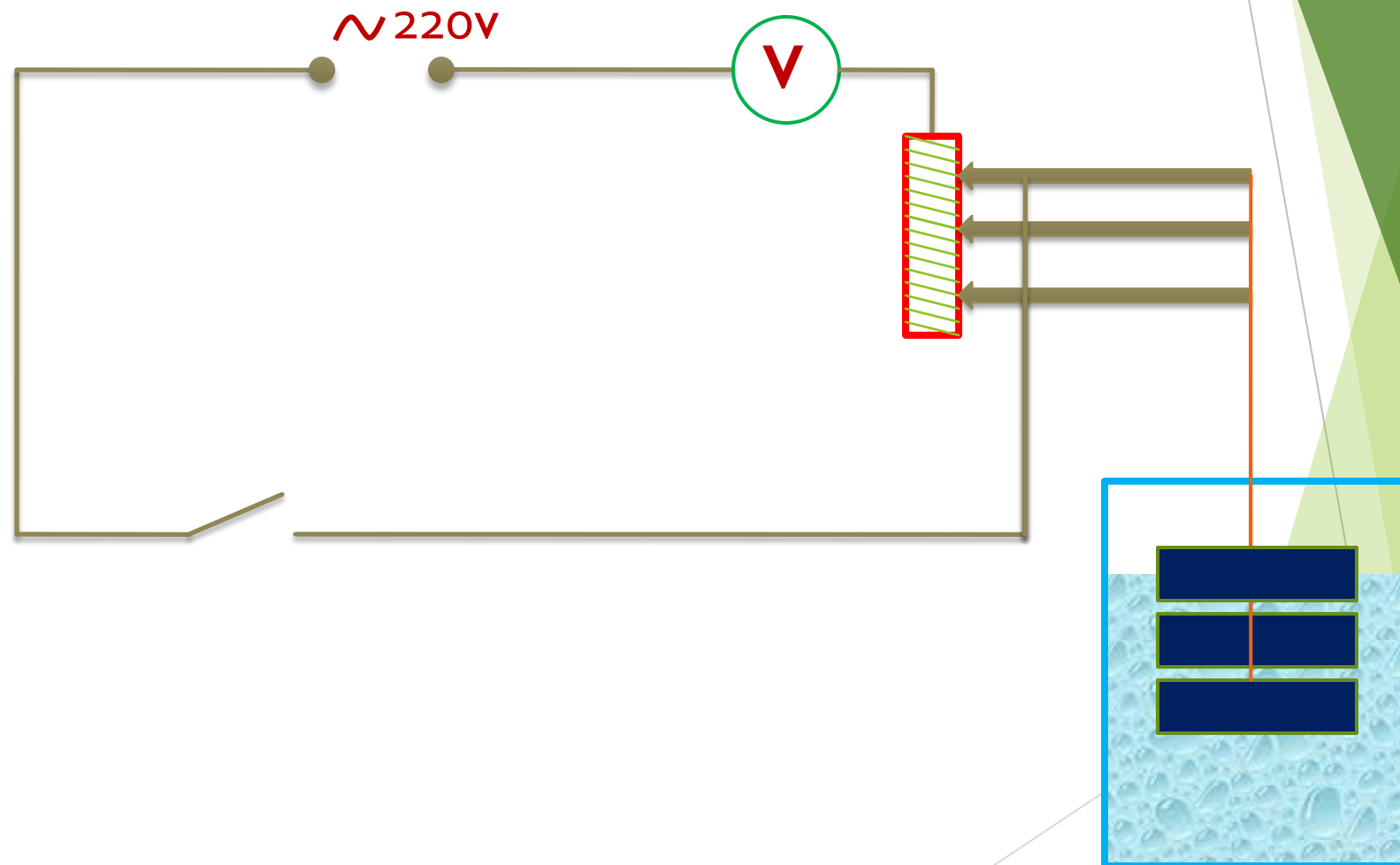
В этом случае вместо нагревательного элемента помещали электрический звонок и немного изменяли схему.

# Закрепление нового материала

Прочитайте схему и объясните принцип действия  
автоматического устройства

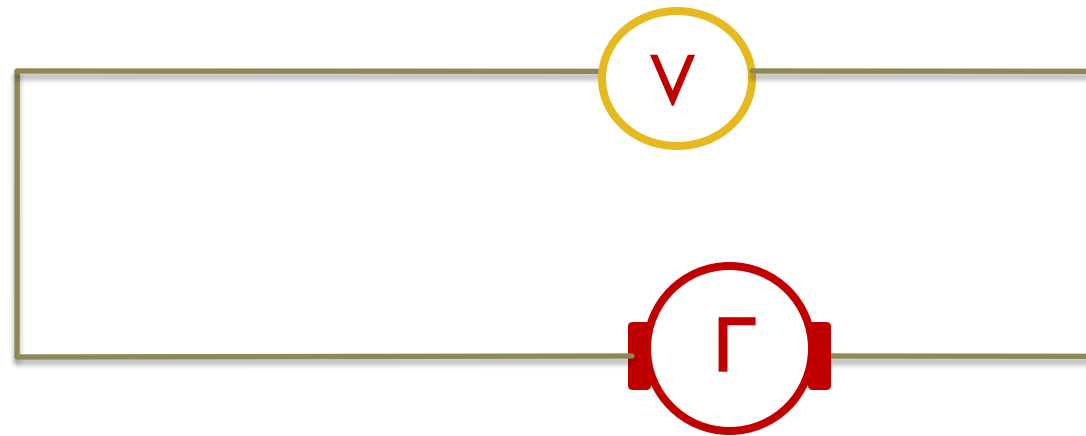


Прочитайте схему и объясните принцип действия  
автоматического устройства

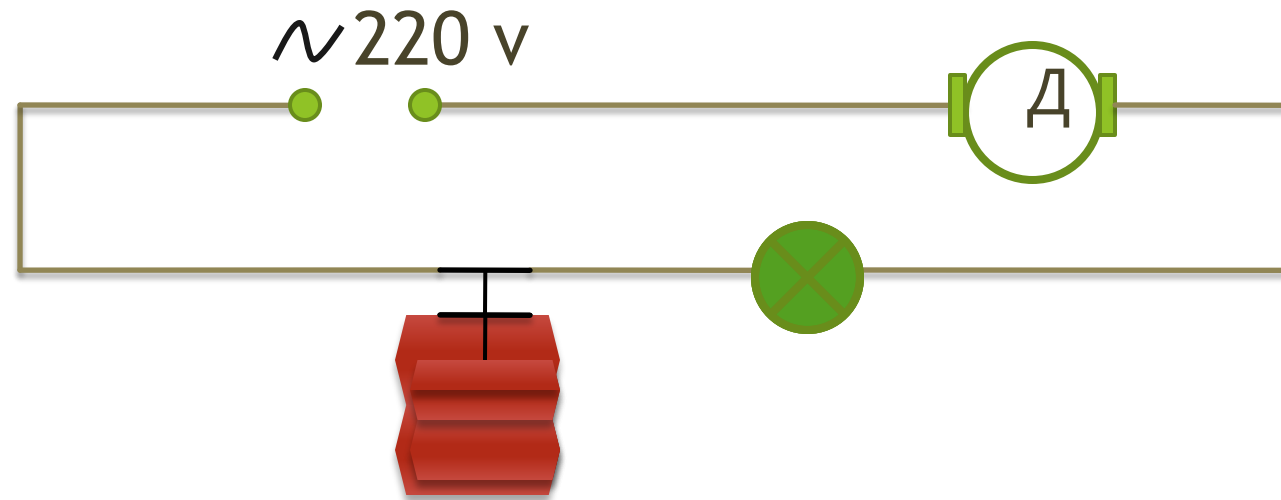




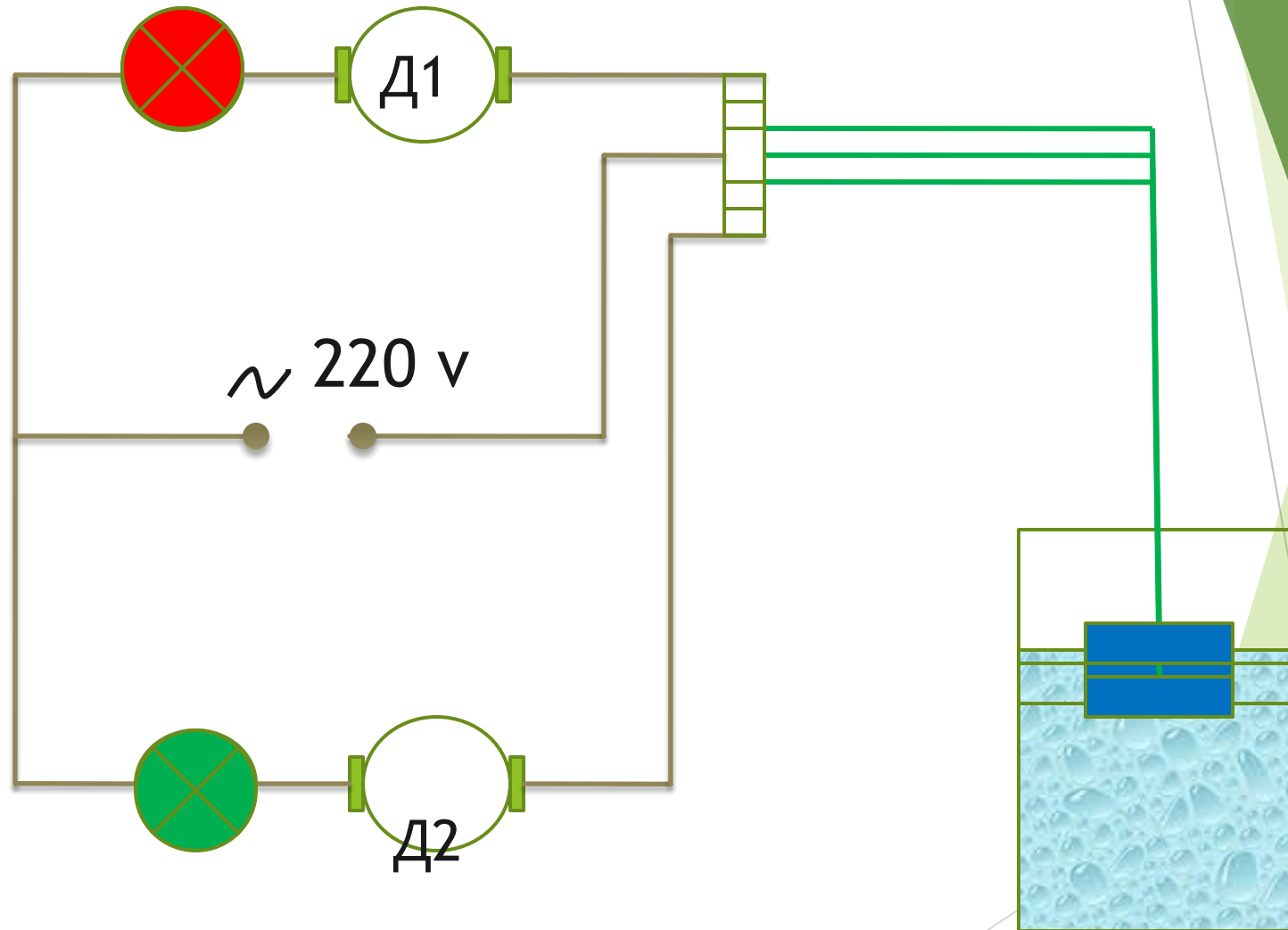
Прочитайте схему и объясните принцип действия  
автоматического устройства



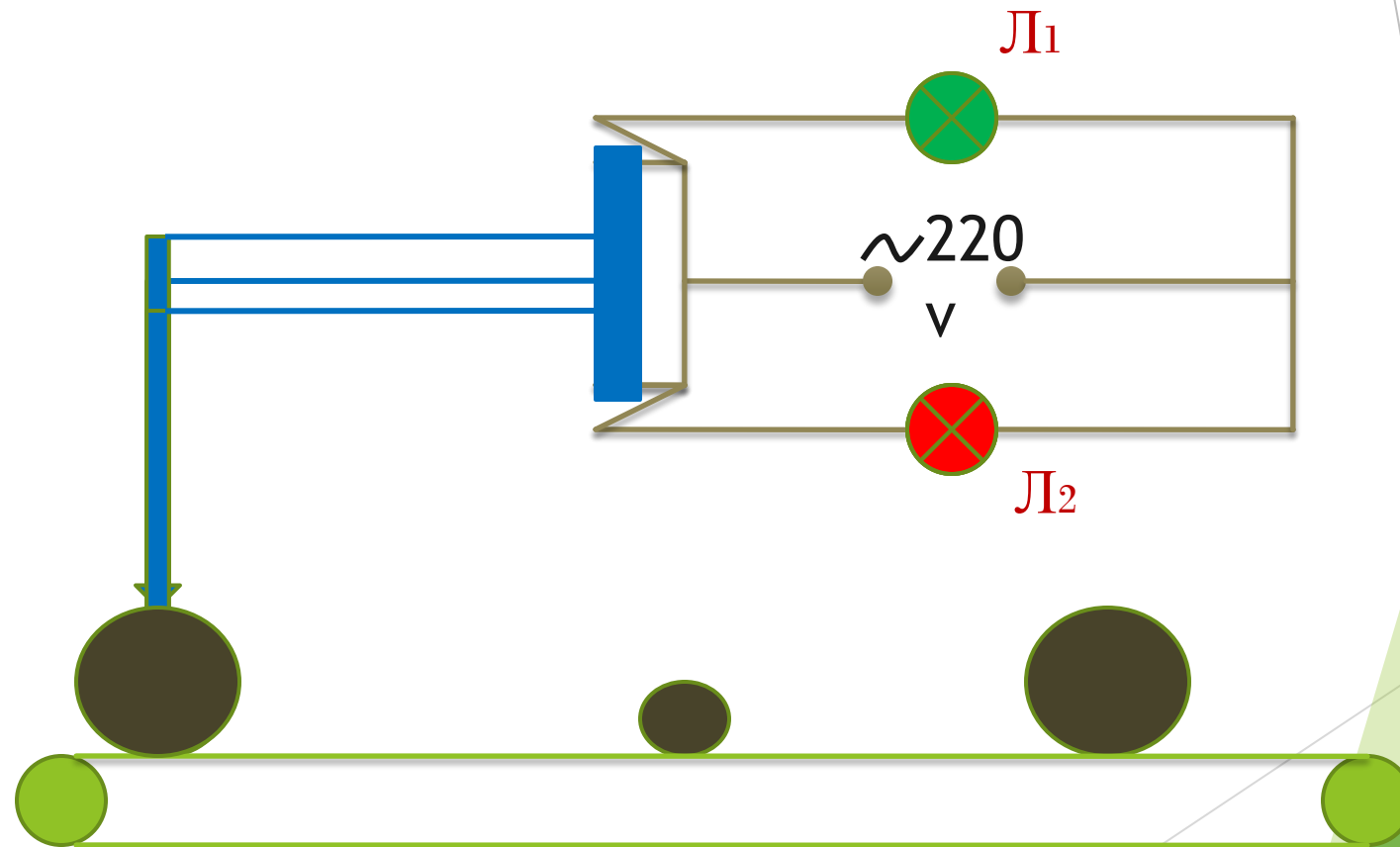
Прочитайте схему и объясните принцип действия  
автоматического устройства



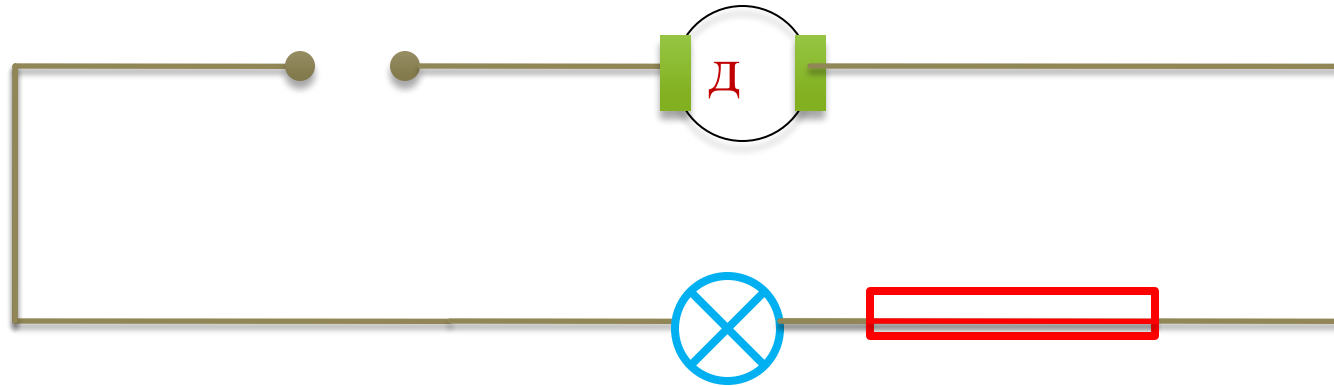
Прочитайте схему и объясните принцип действия  
автоматического устройства



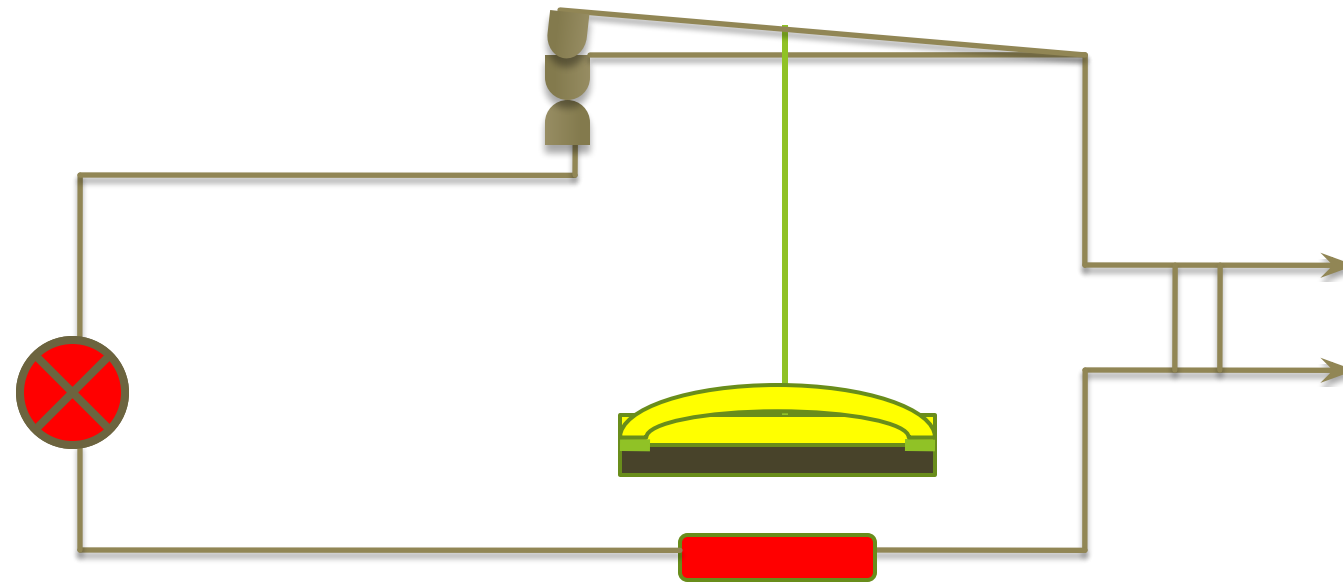
Прочитайте схему и объясните принцип действия  
автоматического устройства



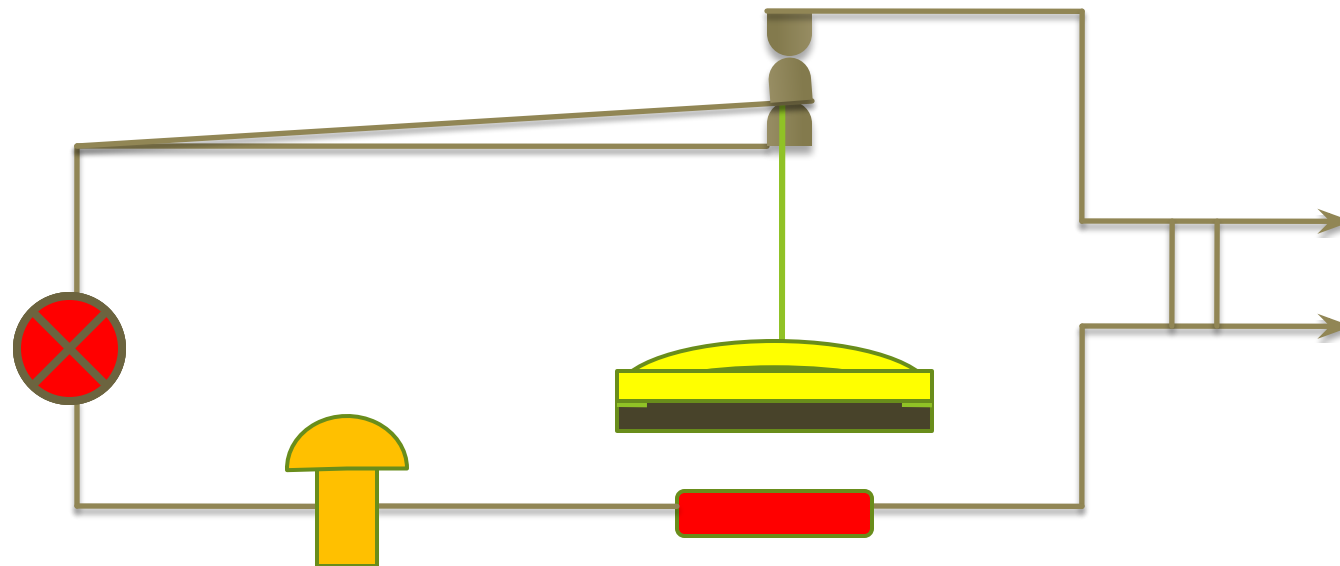
Прочитайте схему и объясните принцип действия  
автоматического устройства



Прочитайте схему и объясните принцип действия автоматического устройства



Прочитайте схему и объясните принцип действия автоматического устройства



# Реле

## Содержание материала

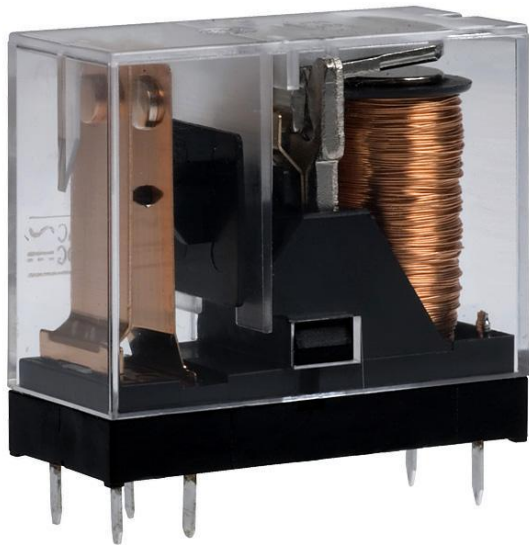
- ▶ Определение
- ▶ Конструкция
- ▶ Принцип работы
- ▶ Классификация



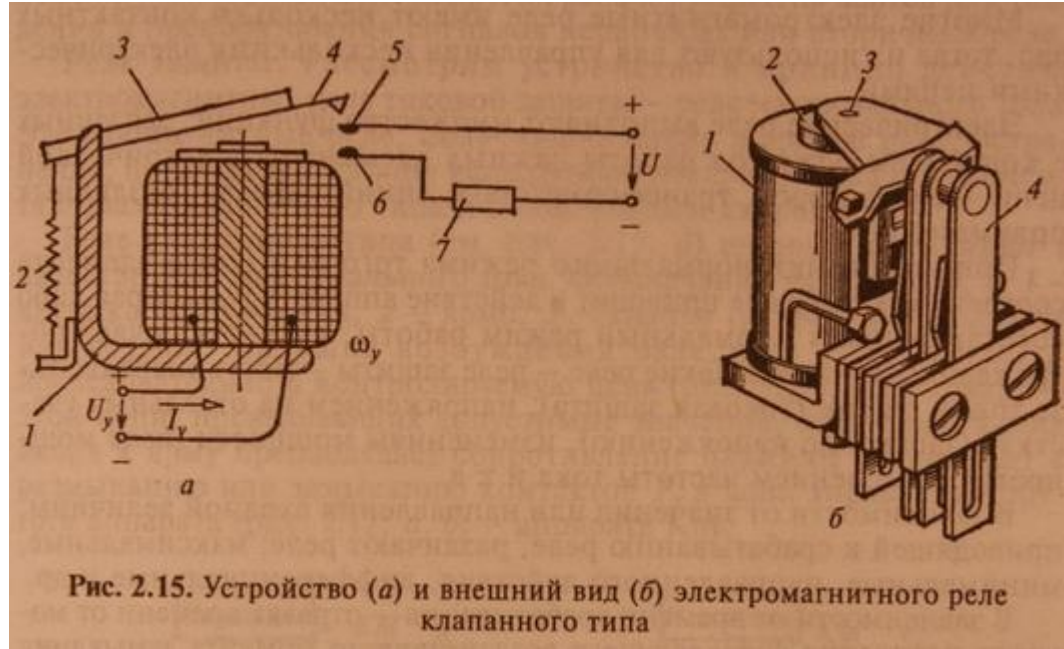
# Определение

Электрическое реле устройство, в котором при достижении определено значения входной величины, выходная величина изменяется скачком — выходные контакты либо замыкаются — в управляемой цепи появляется ток (напряжение), либо размыкаются. Реле применяют в цепях управления с током менее 1 А. Входной величиной реле могут быть механические, тепловые, электрические и другие внешние воздействия.

Широкое распространение получили электрические реле (электромагнитные, магнитоэлектрические, электродинамические, индукционные), которые реагируют на изменения тока (напряжения) в обмотке управления (намагничивающей обмотке).



# Принцип работы реле:



- ▶ На рис 2.15, а показано устройство простейшего электромагнитного реле клапанного типа: при определенной МДС в цепи управления возникающая электромагнитная сила  $F$  притяжения якоря 3 к ядру 1 превышает силу противодействующей пружины 2. Реле срабатывает, воздушный зазор уменьшается, клапан 4 нажимает на подвижный контакт 5 и прижимает его с силой  $F$ , зависящей от значения воздушного зазора в конце хода якоря, к неподвижному контакту 6.
- ▶ Управляемая цепь (цепь управления) замыкается, исполнительный элемент 7 производит требуемое действие. Контакты реле в исходном положении могут быть как разомкнуты, так и замкнуты, в последнем случае при срабатывании реле они размыкаются — действие какихлибо устройств прекращается.

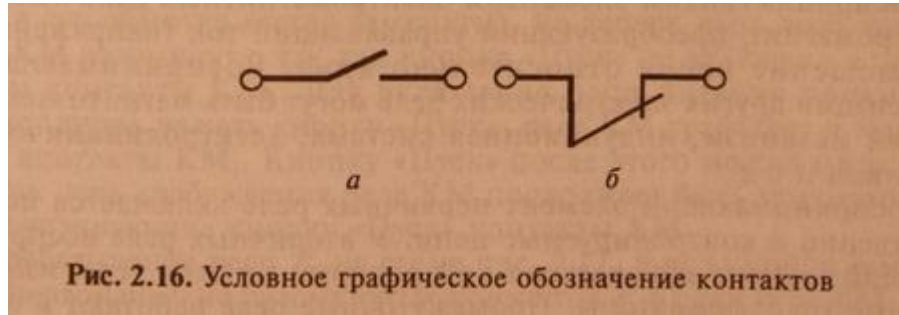


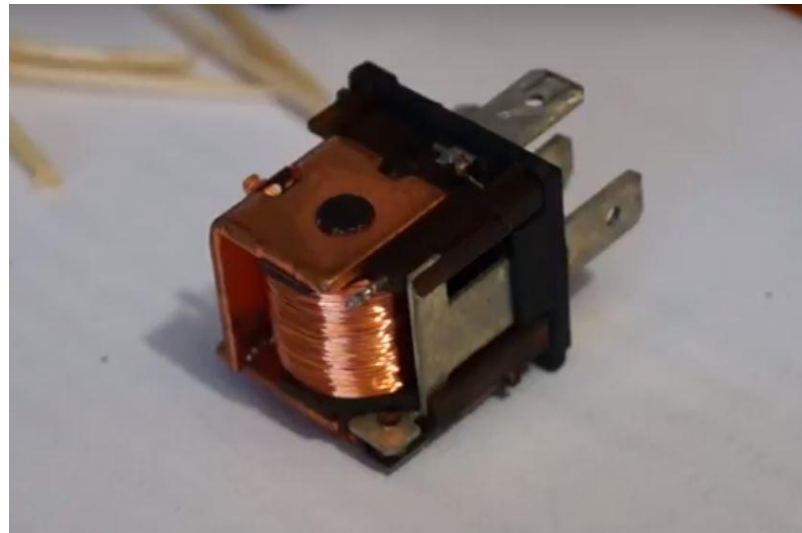
Рис. 2.16. Условное графическое обозначение контактов

- ▶ Первоначально открытые (закрывающие) контакты изображают на схемах, как показано на рис. 2.16, а, первоначально закрытые (размыкающие) контакты имеют условное обозначение, показанное на рис. 2.16, б.
- ▶ Многие электромагнитные реле имеют несколько контактных пар, тогда их используют для управления несколькими электрическими цепями. Электрические реле выполняют множество функций, связанных с контролем режимов работы важных элементов электрической цепи генераторов, трансформаторов, линий передач, различных приемников.

- ▶ При нарушении нормального режима того или иного элемента соответствующее реле приводит в действие аппаратуру, которая либо восстанавливает нормальный режим работы, либо отключает поврежденный участок. Такие реле — реле защиты — могут «наблюдать» за током в цепи (токовая защита), напряжением на отдельных участках (защита по напряжению), изменениям мощности (реле мощности), изменением частоты тока и т. д.
- ▶ В зависимости от значения или направления входной величины, приводящей к срабатыванию реле, различают реле: максимальные, минимальные, направленного действия, дифференциальные и др.
- ▶ В зависимости от времени срабатывания — отрезка времени от момента появления управляющего воздействия до момента замыкания контактов реле — различают реле быстродействующие ( $t_{ср} < 0,05$  с), нормальные ( $t_{ср} = 0,05–0,25$  с) и с выдержкой времени (реле времени).
- ▶ Если реле «реагирует» только на значение входной величины (тока) и «не реагирует» на направление этой величины, то его называют нейтральным. Реле, «чувствующие» полярность (направление) входной величины (напряжения, тока), называются поляризованными.

# Классификация Реле по способу воздействия

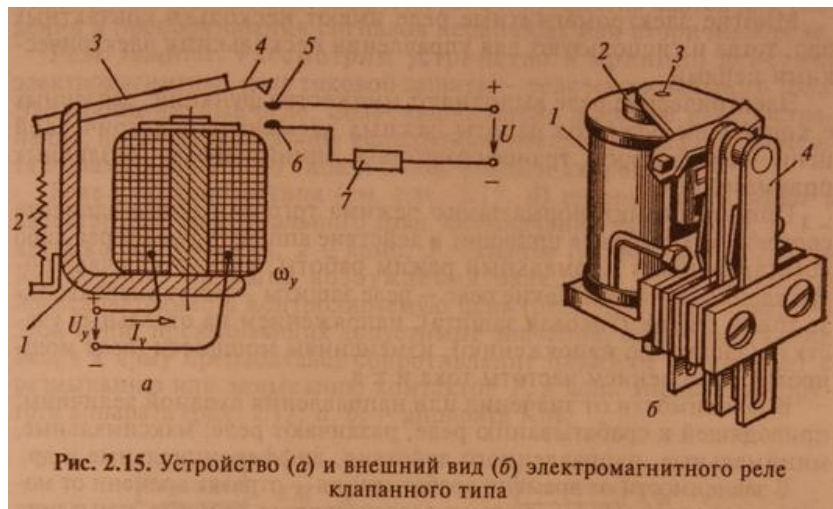
- ▶ По способу воздействия исполнительного элемента реле на управляемую величину различают:
- ▶ реле прямого действия, в которых исполнительный элемент (у электромеханических реле исполнительным элементом является подвижная контактная система) непосредственно воздействует на цепь управления,
- ▶ реле косвенного действия, в которых исполнительный элемент воздействует на контролируемую цепь через другие аппараты.



# Реле по способу включения воспринимающего элемента

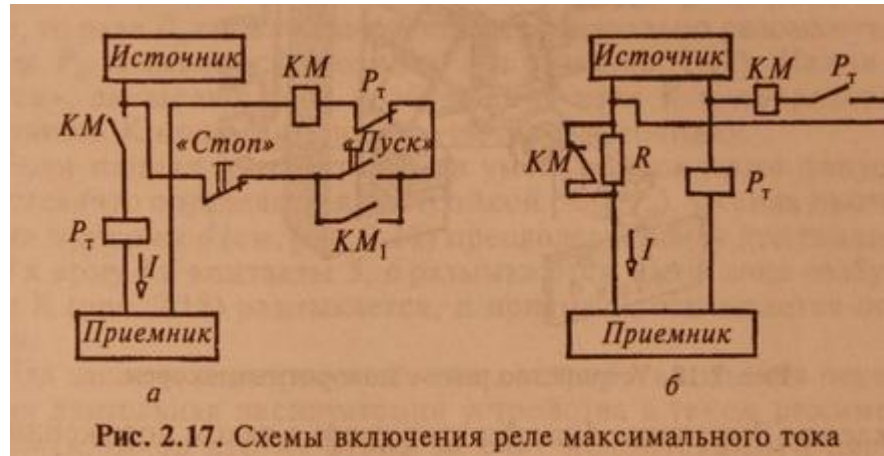
- ▶ По способу включения воспринимающего элемента различают первичные, вторичные и промежуточные реле.
- ▶ Воспринимающим элементом электромагнитных реле является электромагнит, преобразующий управляющий ток (напряжение) в перемещение якоря относительно ярма.
- ▶ Воспринимающими элементами других электрических реле могут быть магнитоэлектрический механизм, индукционная система, электродинамический механизм и т. д. Воспринимающий элемент первичных реле включается непосредственно в контролируемые цепи. У вторичных реле воспринимающий элемент включается в контролируемые цепи через измерительные трансформаторы. Промежуточные реле работают в цепях исполнительных элементов других реле и предназначаются для усиления и преобразования сигналов первичных или вторичных реле.

# Реле защиты



- ▶ Рассмотрим устройство и принцип действия электромагнитных реле токовой защиты — реле максимального тока. Электромагнитные реле, получившие очень широкое распространение, по конструктивному исполнению воспринимающего элемента бывают клапанного типа и с поворотным якорем. Реле клапанного типа (см. рис. 2.15, б) широко применяют в качестве реле максимального тока. Обозначения на рис. 2.15, б: 1 — катушка возбуждения; 2 — ярмо; 3 — клапан (якорь); 4 — контактная группа.

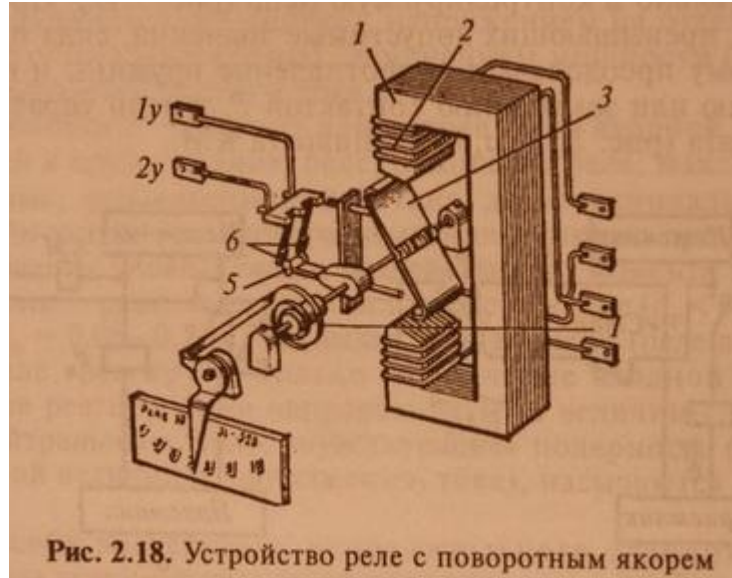
- ▶ Катушка возбуждения реле тока  $P_T$  включается последовательно в контролируемую цепь (рис. 2.17)



- ▶ При токах  $I$  в этой цепи, превышающих допустимые значения, сила притяжения якоря к ярму преодолевает сопротивление пружины и приводит к размыканию или замыканию контактов  $P$  в цепи управления другого аппарата (рис. 2.17, а, б) – аппарата  $KM$ . Размыкание контактов  $P_T$  в цепи аппарата (реле)  $KM$  (рис. 2.17, а) приводит к размыканию контактов  $KM$  в контролируемой цепи питания приемника, т. е. цепь тока  $I$  разрывания (одновременно размыкаются контакты  $KM$  шунтировавшие кнопку «Пуск»). Исчезновение тока  $I$  в цепи возбуждения реле тока  $P_T$  приводит вновь к замыканию его контактов  $P_T$  (контакты этого реле при отсутствии тока в его обмотке всегда замкнуты), но теперь цепь возбуждения реле  $KM$  разомкнута, так как кнопка «Пуск» не включена и разомкнуты контакты  $KM_j$ . Для включения цепи питания приемника следует вновь нажать кнопку «Пуск», реле  $KM$  сработает и замкнет свои контакты  $KM$ . Кнопку «Пуск» после этого можно отпустить, так как цепь возбуждения реле  $KM$  продолжает быть замкнутой через шунтирующие кнопку «Пуск» контакты  $KMP$ . Срабатывание реле  $P_T$  на схеме рис. 2.17, б приводит к замыканию первоначально разомкнутых контактов  $P_T$  в цепи реле  $KM$ .



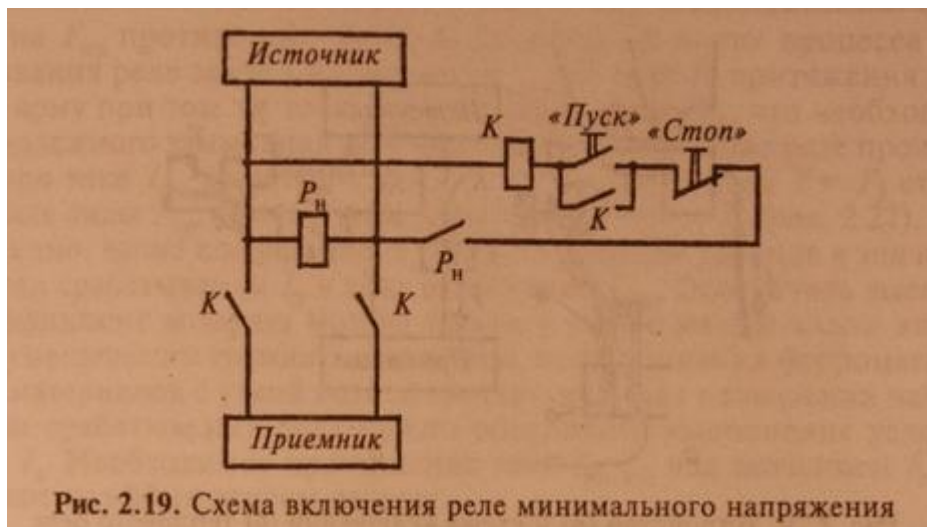
- ▶ При этом последовательно с приемником включается резистор с сопротивлением  $R$  и тем самым значение тока в цепи ограничивается. Когда ток снизится до нормального значения, реле РТ «отпустит» свои контакты Рт, реле КМ отключится и резистор  $R$  будет вновь зашунтирован контактами КМ.



- ▶ В качестве токовых реле применяют также реле с поворотным якорем (рис. 2.18), где между полюсами электромагнита / помещен якорь 3 из магнитомягкого материала. В отсутствие тока в обмотке возбуждения 2 пружина 4 удерживает якорь в таком положении, что контакты 5 и 6 разомкнуты, т. е. цепь управления разомкнута. Когда ток в обмотке возбуждения электромагнита достигнет значения, при котором сила, стремящаяся повернуть якорь к ярму, превысит силу противодействия пружины, якорь повернется, контакты 5 и 6 замкнутся, в управляемой цепи произойдет желаемое изменение режима.

Источник: <https://pue8.ru/elektrotehnik/104-elektricheskie-rele.html>

- ▶ Вращение поводка, связанного с пружиной, вызывает изменение силы противодействия пружины 4 и, следовательно, настройку реле на требуемый ток срабатывания.
- ▶ Значения токов срабатывания указывают на шкале. Это же реле может быть использовано для контроля значения напряжения на какомлибо элементе. В этом случае его обмотка возбуждения, очевидно, должна иметь значительно большее количество витков из провода меньшего диаметра по сравнению с обмоткой тока. Защиту приемника от недопустимого снижения напряжения на нем можно осуществить с помощью реле минимального напряжения, включенного по схеме рис. 2.19.



- ▶ Если напряжение источника соответствует требуемому напряжению, то реле Рн срабатывает и его первоначально разомкнутые контакты Рн замыкаются (позиции 5 и 6 на рис. 2.18). Нажав кнопку «Пуск», замыкают цепь возбуждения реле К и посредством его контактов К приемник подключается к источнику.
- ▶ Если напряжение источника уменьшается ниже допустимого предела (что определяется настройкой реле Рн), то сила противодействия пружины 4 (см. рис. 2.18) преодолевает силу притяжения якоря 3 к ярму 1 и контакты 5, 6 размыкаются. Цепь тока возбуждения реле К (рис. 2.19) размыкается, и приемник отключается от источника.
- ▶ Для защиты электротехнических устройств от токов перегрузки, когда длительная эксплуатация устройства в таком режиме может вызвать выход его из строя за счет недопустимого перегрева, применяют тепловые реле.

- ▶ Тепловое реле (рис. 2.20, а) состоит из биметаллической пластины 2, которая находится в тепловом поле нагревателя 7, включенного последовательно с контролируемым объектом (приемником), и контактов 4. Если контролируемый ток/больше допустимого, то через некоторое время биметаллическая пластина 2 под действием избыточной теплоты нагревателя 1 изогнется, так как ее нижний слой расширяется (удлинняется) больше, чем верхний. Пластина 2 освобождает защелку 3, которая под действием пружины поворачивается, и контакты 4 размыкаются. Схема включения теплового реле представлена, например, на рис. 2.20, б, где видно, что при срабатывании теплового реле его контакты разрывают цепь питания реле К и отключают приемник от источника. После охлаждения биметаллической пластины, реле механическим путем возвращается в исходное положение.

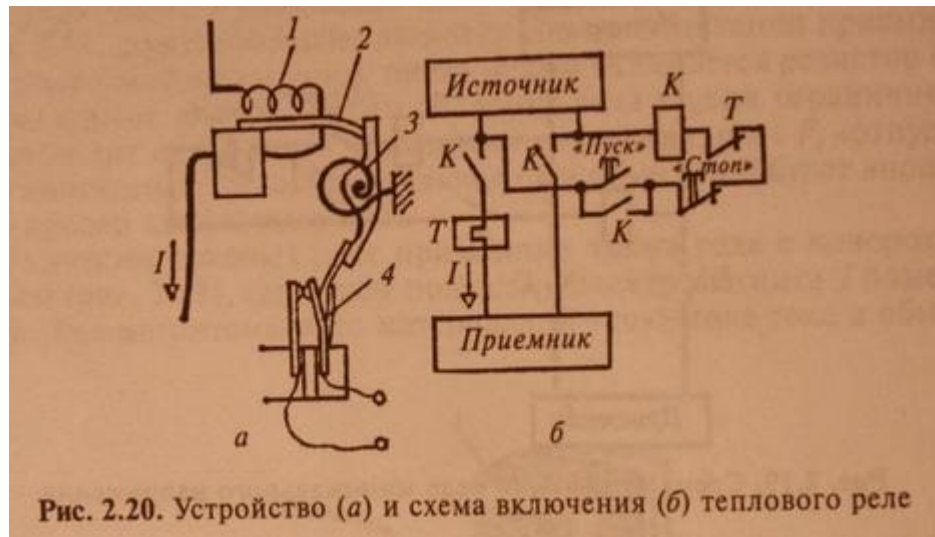


Рис. 2.20. Устройство (а) и схема включения (б) теплового реле

- ▶ Реле управления и автоматики (указательные и сигнальные реле).  
Электромеханические реле управления представляют собой слаботочные аппараты, предназначенные для выполнения логических и измерительных функций в системах управления. Для характеристики работы реле вводят ряд коэффициентов. Если рассматривать реле в качестве нелинейного элемента, связь входной  $I_{вх}$  и выходной  $I_{вых}$  величин которых изображена на рис. 2.21, то можно ввести коэффициент возврата  $K_v$  как отношение входной величины  $I_{п}$ , при которой реле срабатывает, к значению этой же величины  $I_{отп}$ , при которой реле отпускает.

$$K_v = I_{п} / I_{отп} > 1. \quad (2.12)$$

- ▶ Этот коэффициент зависит от соотношения тяговой характеристики  $F_x(I)$  реле (рис. 2.22) и характеристики  $F_{пр}(I)$  противодействующей пружины.

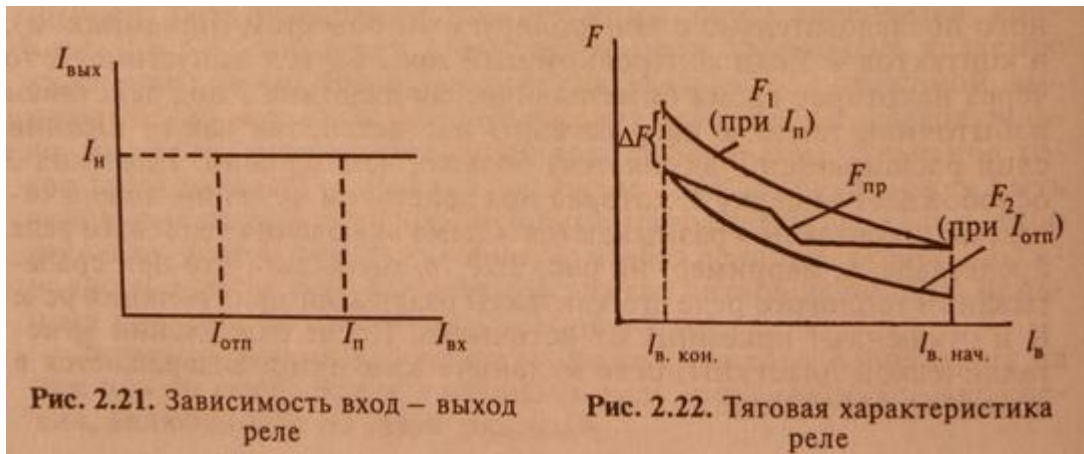


Рис. 2.21. Зависимость вход – выход реле

Рис. 2.22. Тяговая характеристика реле

- В начале процесса срабатывания реле при  $I_{вх} = I_p$  зазор максимален ( $l_{в.нач}$ ) и сила притяжения  $F_1$  якоря к ярму чуть больше силы сжатия  $F_{пр}$  противодействующей пружины. В конце процесса срабатывания реле зазор минимален ( $l_{в.кон}$ ) и сила  $F_x$  притяжения якоря к ярму при том же токе  $I_p$  уже больше силы  $F$ , что необходимо для надежного замыкания контактов реле. Отключение реле произойдет при токе  $I_{вх}$ , равном току  $I_{отп}$ , т. е. когда сила  $F = F_2$  станет меньше силы  $F_{пр}$ . Чем меньше величина  $\Delta P = F_1 - F_2$  (рис. 2.22), тем, очевидно, выше коэффициент возврата, меньше разница в значениях тока срабатывания  $I_p$  и тока отпускания  $I_{отп}$ . Обеспечить высокий коэффициент возврата можно только у реле с малым ходом якоря, при уменьшении трения в механизме, использования ферромагнитных материалов с узкой петлей гистерезиса. Для повышения надежности срабатывания реле нужно обеспечить выполнение условия  $I_{вх} > I_p$ . Необходимое превышение тока  $I_{вх}$  над значением  $I_p$  называют коэффициентом запаса.