



Курс: «Электрические аппараты»

Лекция № 10

Реле. Электромагнитные реле тока и напряжения.

Преподаватель: Сарсенбаев Е.А., ассоц.проф. кафедры
«Энергетика»

y.sarsenbayev@satbayev.university

Алматы 2025

Содержание

- 1. Общие сведения.*
- 2. Реле. Электромагнитное реле.*
- 3. Классификация. Требования предъявляемые к реле.*
- 5. Обозначение на схемах.*
- 6. Устройство реле.*
- 7. Реле напряжения.*
- 8. Реле тока.*
- 9. Назначение токового реле.*

По завершению урока Вы будете знать:

- 1. Реле. Электромагнитное реле.*
- 2. Классификация. Принцип действия реле.*
- 3. Обозначение на схемах.*
- 4. Устройство реле.*
- 5. Однофазное и трехфазное реле напряжения.*
- 9. Назначение токового реле.*

Общие сведения

Общие сведения.

Реле— электромагнитный аппарат (переключатель), предназначенный для коммутации электрических цепей (скачкообразного изменения выходных величин) при заданных изменениях электрических или не электрических входных величин. Широко используется в различных автоматических устройствах.

Различают электрические, пневматические, механические виды реле, но наибольшее распространение получили электрические (электромагнитные) реле.

Основные части реле: электромагнит, якорь и переключатель. Электромагнит представляет собой электрический провод, намотанный на катушку с сердечником из магнитного материала.

Якорь — пластина из магнитного материала, через толкатель управляющая контактами. При пропускании электрического тока через обмотку электромагнита возникающее магнитное поле притягивает к сердечнику якорь, который через толкатель смещает и тем самым переключает контакты. Переключатели могут быть замыкающими, размыкающими, переключающими.

Реле для коммутации электрических цепей состоит из двух основных частей: релейного элемента, имеющего два устойчивых состояния и группы электрических контактов, которые замыкаются/размыкаются при изменении состояния релейного элемента.

Реле

Реле называют различные таймеры, например таймер указателя поворота автомобиля, таймеры включения/выключения различных приборов и устройств, например бытовых приборов (реле времени).

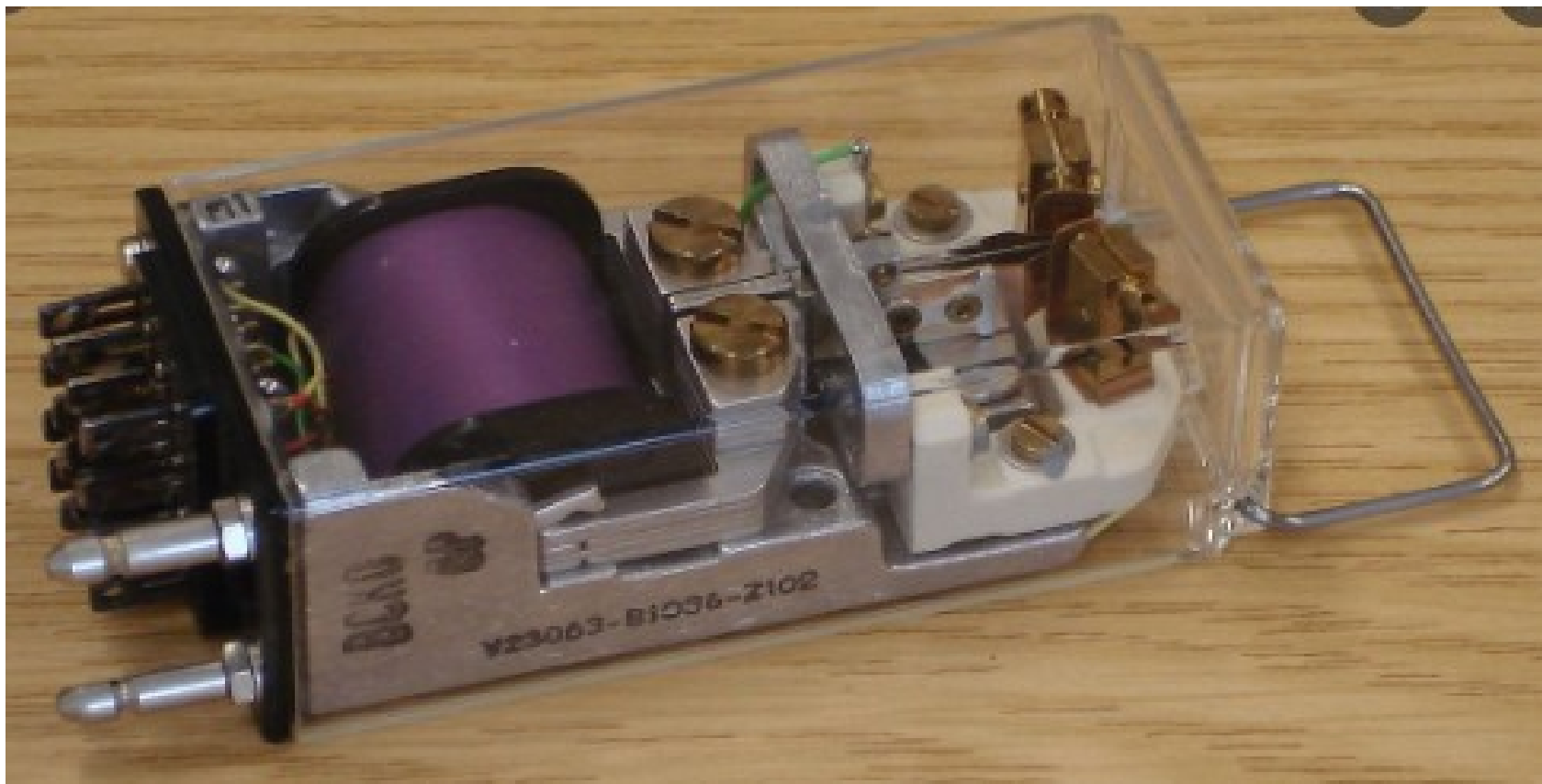


Рисунок 1. Реле.

Классификация реле

Группы реле по принципу действия:

1. Электромагнитные реле;
2. Поляризованные реле;
3. Магнитоэлектрические;
4. Индукционные;
5. Полупроводниковые, в том числе твердотельные реле.

По виду воздействующей величины реле делятся на следующие группы:

1. Реле тока;
2. Реле напряжения;
3. Реле мощности;
4. Реле сдвига фаз;
5. Реле направления мощности;
6. Реле сопротивления;
7. Реле симметричных составляющих;
8. Реле частоты.

Отдельно можно выделить логические реле:

1. Промежуточные реле;
2. Указательные реле;
3. Реле времени.

Требования к реле

По назначению делятся на:

1. Аварийные

- аварийного отключения;
- повторного включения;
- включения резерва;

2. Контроля и управления

- воспринимающие;
- исполнительные;
- промежуточные.

Требования, предъявляемые к реле:

1. Высокое быстродействие.

2. Чувствительность.

3. Точность срабатывания.

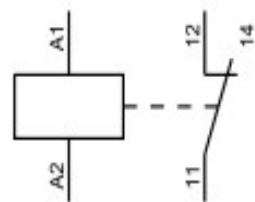
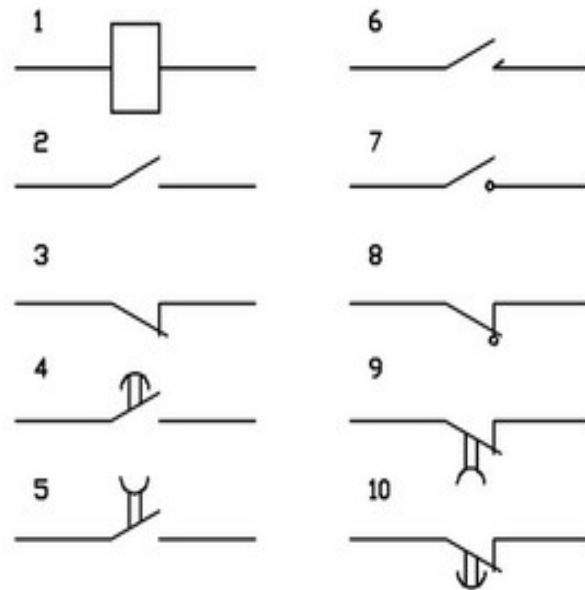
4. Изоляция катушки и токоведущих частей должны быть термически устойчивыми.

5. Контакты должны быть рассчитаны на многократные включения.

Обозначение на схемах

На принципиальных электрических схемах реле обозначается следующим образом:

- 1 — обмотка реле (A1, A2 — управляющая цепь),*
- 2 — контакт замыкающий,*
- 3 — контакт размыкающий,*
- 4 — контакт замыкающий с замедлителем при срабатывании,*
- 5 — контакт замыкающий с замедлителем при возврате,*
- 6 — контакт импульсный замыкающий,*
- 7 — контакт замыкающий без самовозврата,*
- 8 — контакт размыкающий без самовозврата,*
- 9 — контакт размыкающий с замедлителем при срабатывании,*
- 10 — контакт размыкающий с замедлителем при возврате.*
- 11 — общий контакт,*
- 11-12 — нормально замкнутые контакты,*
- 11-14 — нормально разомкнутые контакты.*



Устройство реле.

Воспринимающая часть – это часть принимающая входные воздействующие величины и превращающая их в удобные для дальнейшего преобразования.

Преобразующая часть – это часть, которая преобразует род тока, характер изменения физической величины или вид энергии удобные для сравнения.

Сравнивающая часть – это часть, в которой происходит сравнение преобразованных величин с дальнейшими уставками.

Исполняющая часть – часть, в которой происходит скачкообразное изменение состояния выходной величины.

Замедляющая часть – часть, обеспечивающая требуемую выдержку времени.

Регулирующая часть – часть, которая предназначена для выставления уставок.

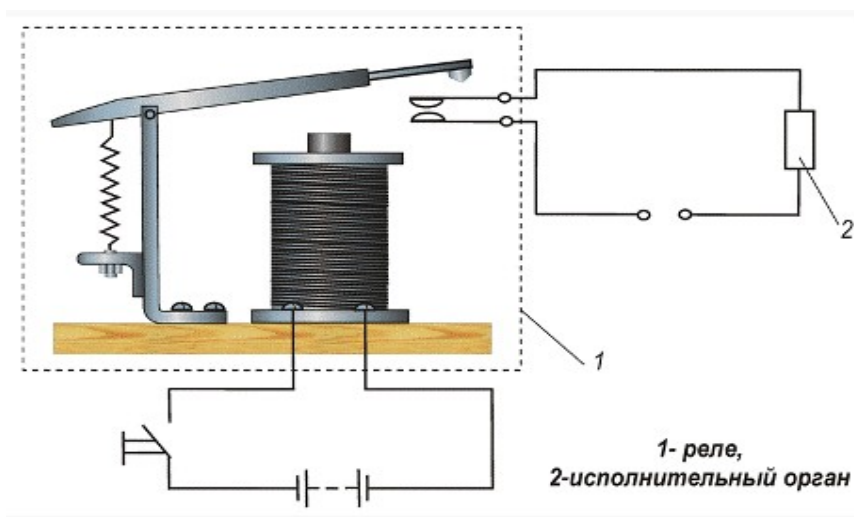


Рисунок 2. Устройство реле.

Реле напряжения

Реле напряжения – это прибор, представляющий собой совокупность электронного устройства контроля напряжения и силовой части разъединителя нагрузки, собранные в одном корпусе. «Сердце» реле напряжения может быть изготовлено на базе микропроцессора или простого компаратора. При этом микропроцессорные реле напряжения отличаются более плавной регулировкой верхнего и нижнего порога срабатывания. Главным параметром реле напряжения является быстроедействие. При этом время срабатывания некоторых реле составляет всего лишь десятки наносекунд. Установка порога срабатывания осуществляется потенциометром по градуированной шкале. Это устройство защиты способно в доли секунды обесточить электросеть при любом скачке или падении напряжения.

Реле напряжения

В зависимости от типа подключения реле напряжения подразделяются на:

***Реле напряжения вилка-розетка (V-protector 16AN, PH-101M).** Такое реле напряжения устанавливается непосредственно в розетку и используется для защиты отдельных потребителей или их групп. Реле управляется при помощи микроконтроллера, который осуществляет анализ текущего питающего напряжения и отображает его действующее значение на цифровом табло. Отключение нагрузки осуществляется электромагнитным реле. Для установки допустимых пределов и времени задержки используются кнопки.*



Рисунок 3. Реле напряжения вилка-розетка (V-protector 16AN, PH-101M).

Реле напряжения

Реле напряжения-удлинитель (РН-101М, ZUBR P616у, V-protector 10Асу). Данный прибор аналогичен предыдущему, единственное отличие состоит в том, что реле напряжения-удлинитель может иметь две и более розетки. То есть с его помощью можно одновременно защитить, например: холодильник и телевизор или стиральную машинку, холодильник и кондиционер;

Реле напряжения для установки на DIN-рейку (V-protector 16-80А, ZUBR D340т).

Это реле предназначено для установки в распределительном шкафу. Большим достоинством данного прибора является то, что с его помощью можно защитить не только определенную группу

или квартиру.



Рисунок 4. Реле напряжения для установки на DIN-рейку

Реле напряжения

Трехфазные реле напряжения используется для защиты трехфазных двигателей и трехфазного оборудования. Они прекрасно подойдут для защиты от перенапряжения и пропадания фазы кондиционерных, холодильных, компрессорных установок, станков и другого оборудования, имеющего электропривод.

Не менее эффективно их применяют и в системах контроля полнофазности и качества сетевого напряжения. Если помещение оборудовано трехфазным вводом, то вы можете в качестве защиты от скачков напряжения, конечно же, поставить трехфазное реле. Но, при пропадании одной из фаз, трехфазное реле напряжения будет отключать и оставшиеся две, поскольку работа трехфазных двигателей в таком режиме недопустима.

Кроме этого трехфазное реле будет срабатывать даже при небольшом перекосе фаз, так как это тоже является опасным режимом для двигателей. К примеру: если у вас на одной фазе будут 220 В, а на второй 230 В, трехфазное реле обесточит весь дом, даже несмотря на то, что такое напряжения является абсолютно нормальным для питания большинства бытовых приборов. Поэтому, если у вас нет трехфазных потребителей, лучше всего будет поставить на каждую фазу по однофазному реле напряжения.

Реле напряжения

Реле применяются в схемах релейной защиты и автоматики энергетических систем в качестве измерительных органов, реагирующих на повышение напряжения



Рисунок 5. Реле максимального и минимального напряжения РН-53/60, 200, 400В

Реле напряжения

Реле (максимального) напряжения обратной последовательности с питанием от цепей напряжения постоянного тока вспомогательной воздействующей величины типа РСН-13-1 предназначены для использования в схемах защиты в качестве органа, реагирующего на напряжение



Рисунок 6. Реле напряжения обратной, прямой последовательности статическое РСН 13-1, 13-2, 13-3

Трехфазное реле напряжения

Трехфазные реле предназначены для особо ответственных потребителей.

Трехфазные реле напряжения используются для защиты трехфазных потребителей от недопустимых колебаний напряжения в сети, обрыве и перекосе фаз, слипанию и нарушении чередования фаз. Во всех реле напряжения коэффициент возврата (гистерезис) около 5В.



Рисунок 7. Трехфазное реле напряжения.

Однофазное реле напряжения

Реле напряжения РН-113 предназначено для отключения бытовой и промышленной однофазной нагрузки 220 В, 50 Гц при недопустимых колебаниях напряжения в сети с последующим автоматическим включением после восстановления параметров сети.



Рисунок 8. Однофазное реле напряжения РН-113.

Реле напряжения

Для срабатывания реле необходимо, чтобы тяговая характеристика $P_{\text{я1}}$ во всех точках хода якоря шла выше суммарной противодействующей характеристики

$$P_n = P_1 + P_2.$$

Наименьшее значение тока, при котором кривая $P_{\text{я1}}$ начинает проходить выше зависимости P_n определяет ток трогания $I_{\text{тр}}$ реле.

Для отключения реле тяговая характеристика $P_{\text{я2}}$ во всех точках должна быть ниже характеристики P_n . Ток при таком положении характеристики называется током отпускания или током возврата.

Коэффициент возврата :

$$k_{\text{в}} = I_{\text{отп}} / I_{\text{сп}}$$

должен быть возможно ближе к единице.

Реле тока

Устройство реле тока. Для начала давайте разберем принцип реле тока и его устройство. На данный момент существуют электромагнитные, индукционные и электронные реле.

Мы будем разбирать устройство наиболее распространенных электромагнитных реле. Тем более, что они дают возможность наиболее наглядно понять их принцип работы.

При появлении на катушке напряжения, в магнитопроводе наводится ЭДС. Благодаря этому, подвижная и неподвижная части магнитопровода становятся как два магнита, которые хотят соединиться. Не дает им это сделать пружина. По мере увеличения тока в катушке, ЭДС будет нарастать. Соответственно, будет нарастать притяжение подвижного и неподвижного участка магнитопровода. При достижении определенного значения силы тока, ЭДС будет настолько велико, что преодолеет противодействие пружины.

Реле тока

Начнем с основных элементов любого реле тока. Оно в обязательном порядке имеет магнитопровод. Причем, этот магнитопровод имеет участок с воздушным зазором. Таких зазоров может быть 1, 2 или более — в зависимости от конструкции магнитопровода. На нашем фото таких зазоров два.

На неподвижной части магнитопровода имеется катушка. А подвижная часть магнитопровода закреплена пружиной, которая противодействует соединению двух частей магнитопровода.

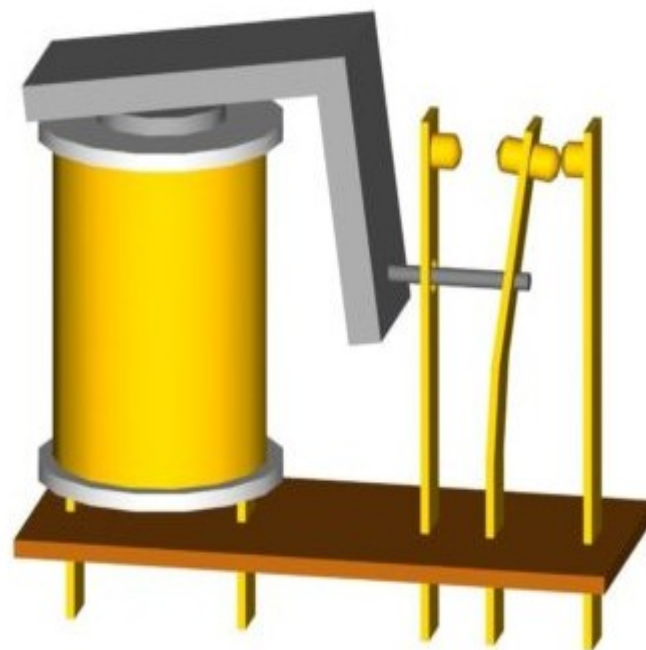
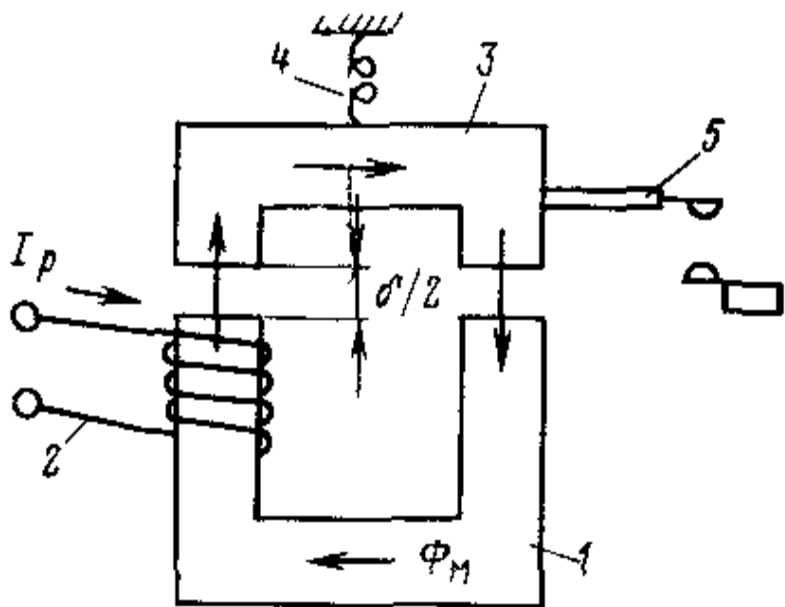


Рисунок 9. Устройство электромагнитного реле тока.

Реле тока

Воздушный зазор между двумя участками магнитопровода начнет сокращаться. Но как говорит инструкция и логика, чем меньше воздушный зазор, тем больше становится сила притяжения, и тем с большей скоростью магнитопроводы соединяются. В результате, процесс коммутации занимает сотые доли секунды.

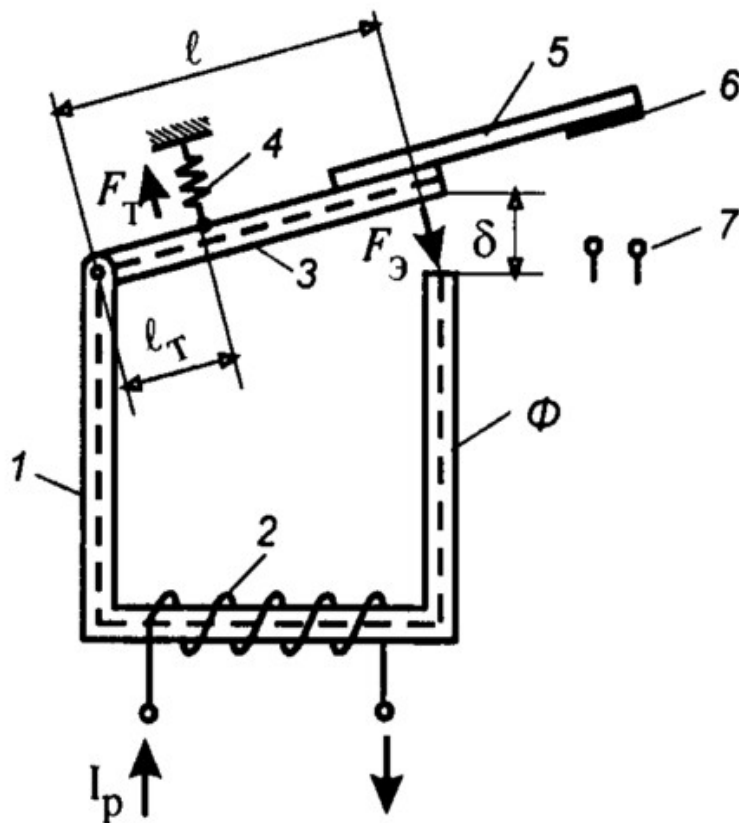
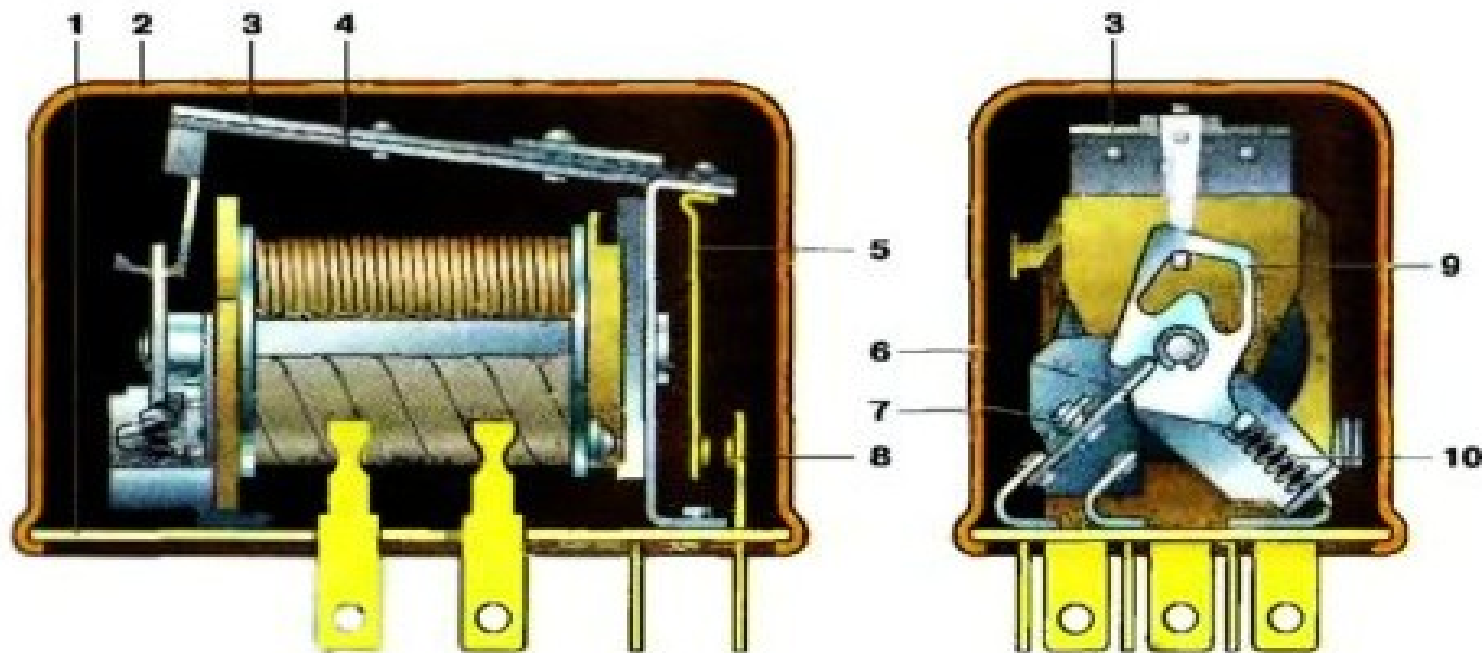


Рисунок 10. Регулировка тока возврата токового реле

Реле тока

К подвижной части магнитопровода жестко прикреплены подвижные контакты. Они замыкаются с неподвижными контактами и сигнализируют, что сила тока на катушке реле достигла установленного значения.



Реле переключателя света фар РС711:

1 – монтажная панель; **2** – крышка; **3** – якорь; **4** – обмотка; **5, 6** – контактная пластина; **7** — контакты переключения света фар; **8** – контакты сигнализации фарами; **9** – переключающее устройство; **10** – пружина

Рисунок 11. Реле переключателя света РС711

Назначение токового реле

Назначение и способы подключения токового реле. Реле тока и напряжения, являются основными элементами практически всех основных защит. Поэтому, давайте более детально разберемся с их сферой применения и схемой подключения.

Назначение токового реле. И в первую очередь, давайте разберемся, а зачем собственно говоря нужно это токовое реле? Для ответа на этот вопрос нам следует немного погрузиться в теорию. Но мы постараемся сделать это максимально поверхностно и доступно.

Любая электроустановка имеет два основных параметра своей работы — это ток и напряжение. Контролируя эти два параметра, можно оценить работоспособность оборудования и вероятные неисправности.

Реле тока, как несложно догадаться, контролирует ток. И если его уменьшение говорит лишь о снижении нагрузки, то его увеличение в большинстве случаев говорит о серьезных неисправностях. Дабы не рассматривать вопрос более детально, давайте возьмем в качестве примера электродвигатель.

Реле тока

Электродвигатель имеет номинальный ток, например, 50А. Незначительное увеличение тока, допустим до 55А, сигнализирует о перегрузе. В этом случае, двигатель не должен отключаться немедленно, ведь перегруз может носить временный характер, и согласно ПУЭ, большинство электродвигателей допускается периодически перегружать.

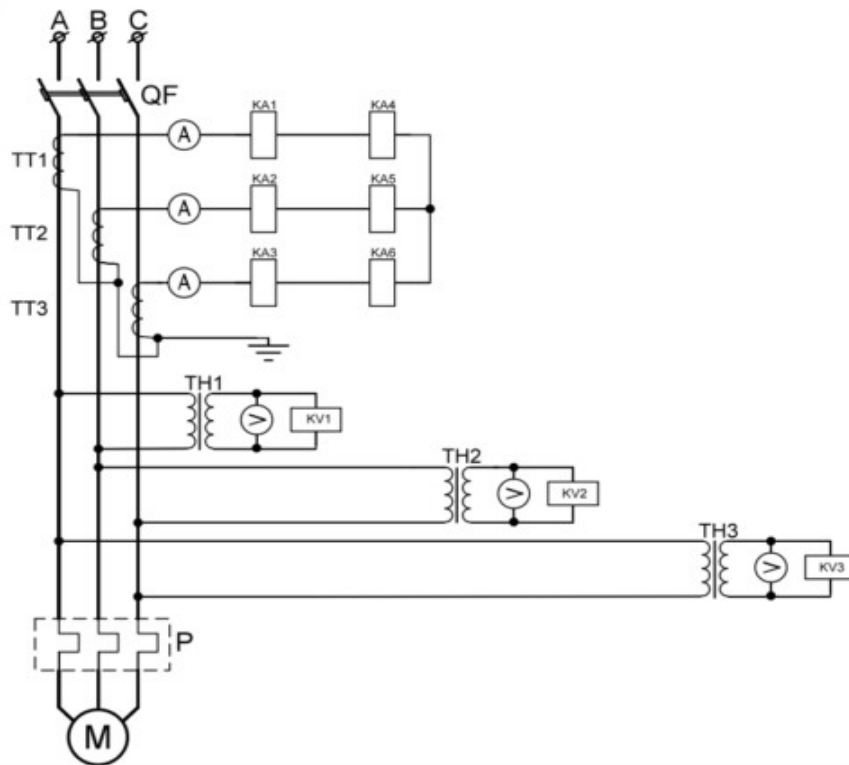


Рисунок 12. Релейная схема защит электродвигателя

Реле тока

Схема реле тока и реле времени позволяет обеспечить такую защиту. При увеличении тока выше номинального значения в 50А, срабатывает токовое реле. Своими контактами оно запускает в работу реле времени, которое отсчитывает допустимое время работы двигателя в перегажженном состоянии. Если за этот период времени токовое реле не отпало, то реле времени срабатывает и отключает электродвигатель.

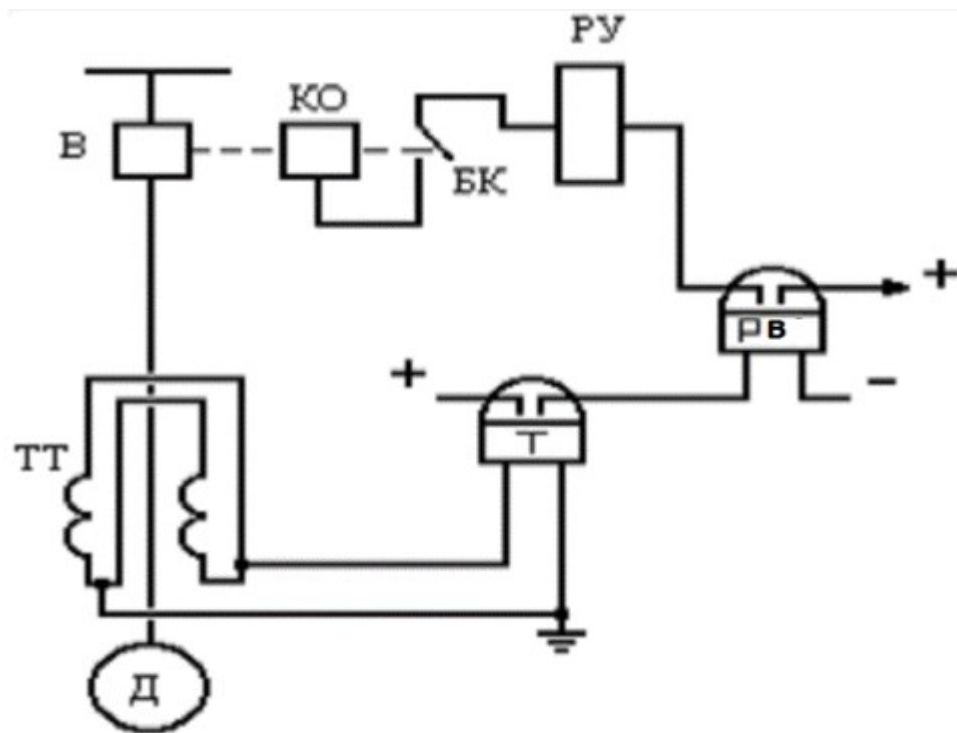


Рисунок 13. Схема защиты от перегруза

Реле тока

Схемы подключения токовых реле. Разобрав устройство и назначение реле тока, можно перейти к вопросу их подключения. Существует два основных варианта – непосредственно или через трансформатор тока.

Непосредственно могут подключаться реле к электроустановкам напряжением до 1000В. Это связано с тем, что при большем напряжении размеры реле пришлось бы значительно увеличивать для обеспечения соответствующей изоляции и протекания больших токов. А из-за этого увеличилась бы и цена реле.

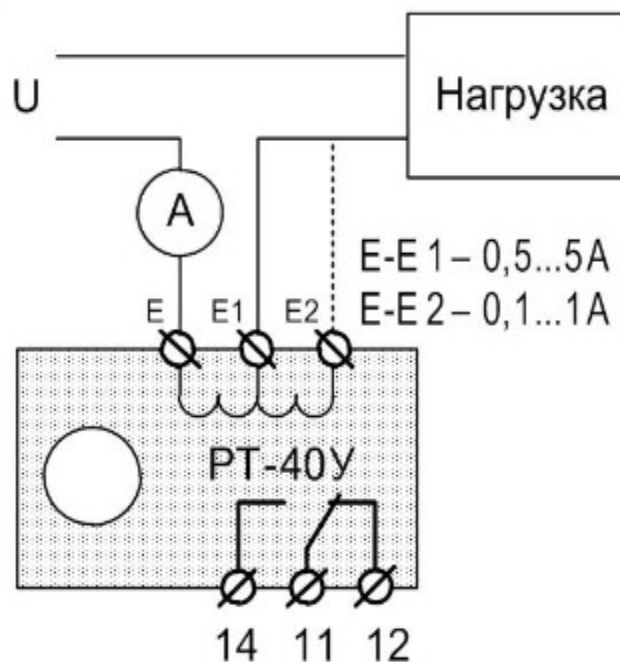


Рисунок 14. Непосредственное подключение токового реле

Реле тока.

Многие токовые реле содержат две катушки. Для них может применяться последовательное или параллельное соединение обмоток реле тока. Это необходимо для изменения пределов срабатывания реле.

В качестве примера, возьмем реле РТ 40. При параллельном подключении катушек, ток срабатывания варьирует в пределах 0,1 – 100А. При последовательном подключении обмоток, предел срабатывания можно регулировать в пределах 0,2 – 200А.



Рисунок 15. Токовое реле

Реле тока

На двигателе происходит короткое замыкание. Его необходимо отключить в максимально сжатые сроки. Короткое замыкание характеризуется резким возрастанием тока. В зависимости от вида короткого замыкания, эти токи могут превышать значения 10-кратного номинального значения.

Исходя из этого, нам нужно поставить реле тока, схема которого будет реагировать на такой ток, и сразу же отключать его. Такую защиту называют токовой отсечкой. Когда защита мгновенно отключает электрооборудование при достижении определенного значения тока.

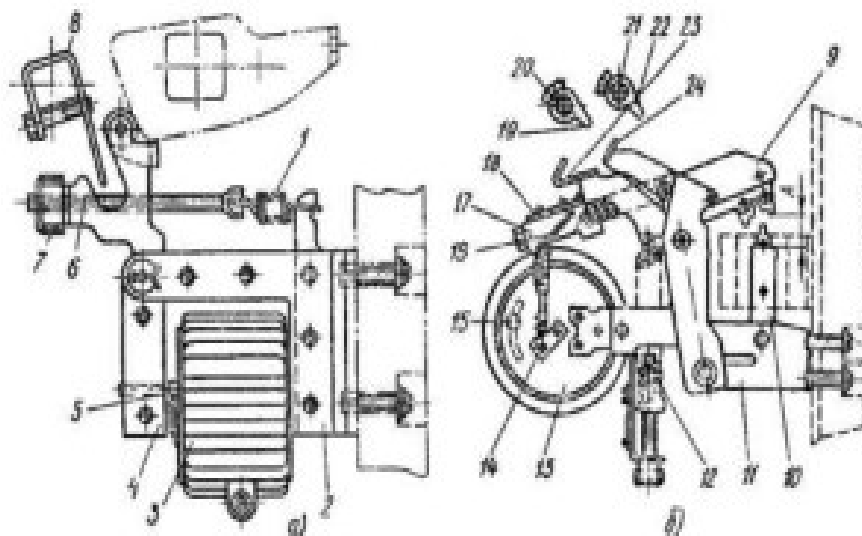


Рисунок 16. Токовые реле с выдержкой времени

Реле тока

Бывают короткие замыкания, которые имеют не такие большие токи. В этом случае, реле тока и схема его подключения несколько изменяется. Ее принцип действия похож на защиту от перегруза, только чем больше ток, тем быстрее она отключит наш электродвигатель. Достигается это за счет объединения в одном устройстве и реле времени и тока. Такая защита называется максимальной токовой. Существуют так же защиты от однофазных замыканий на землю, защиты от токов обратной последовательности, дифференциальные защиты, дистанционные защиты и множество других релейных схем, которые используют реле тока.

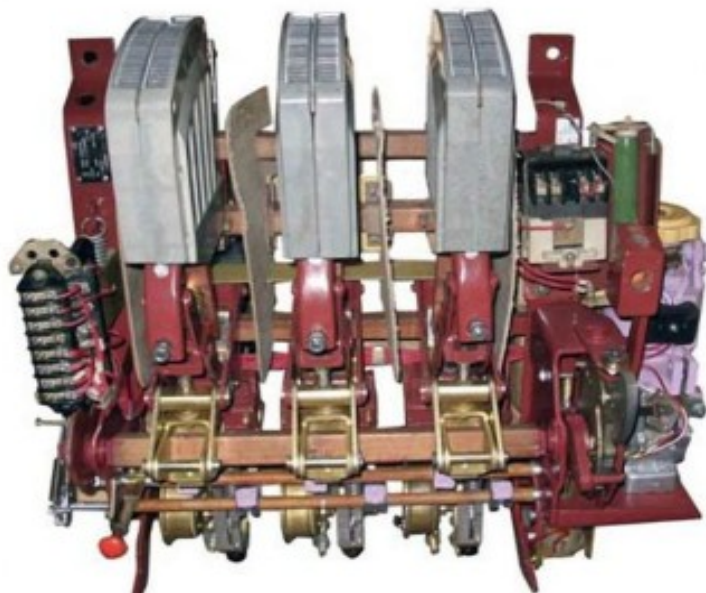


Рисунок 17. Токовые защиты, встроенные в выключатель

Реле тока

Значительно чаще, электрические схемы соединения реле тока предполагают использование трансформаторов тока. Эти устройства позволяют преобразовать любой ток до значений в 1 или 5 А.

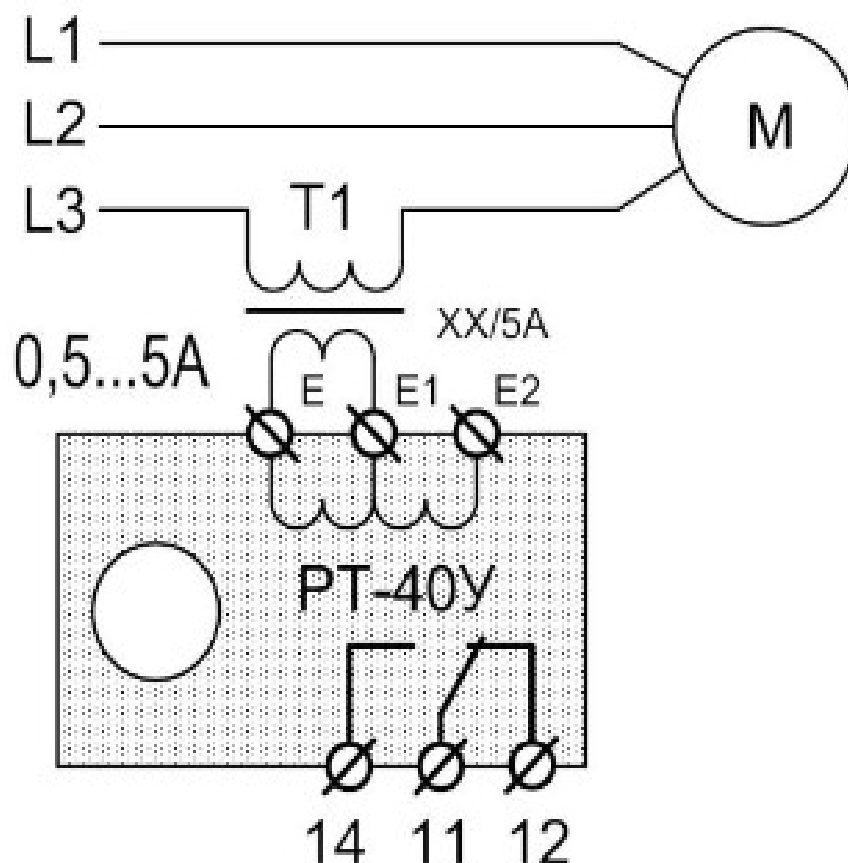


Рисунок 18. Схема подключения реле тока через трансформатор тока

Реле тока

Вывод. Реле тока и электрическая схема его подключения имеет множество нюансов. Если вдаваться в каждый, то получится полноценный учебник. Наша же цель была дать вам общие представления о данном реле максимально доступным языком. Поэтому некоторые вопросы в нашей статье раскрыты не полностью или же упрощенно. Более детально по каждому аспекту следует разбираться, исходя из существующих условий.



Спасибо за внимание!!!