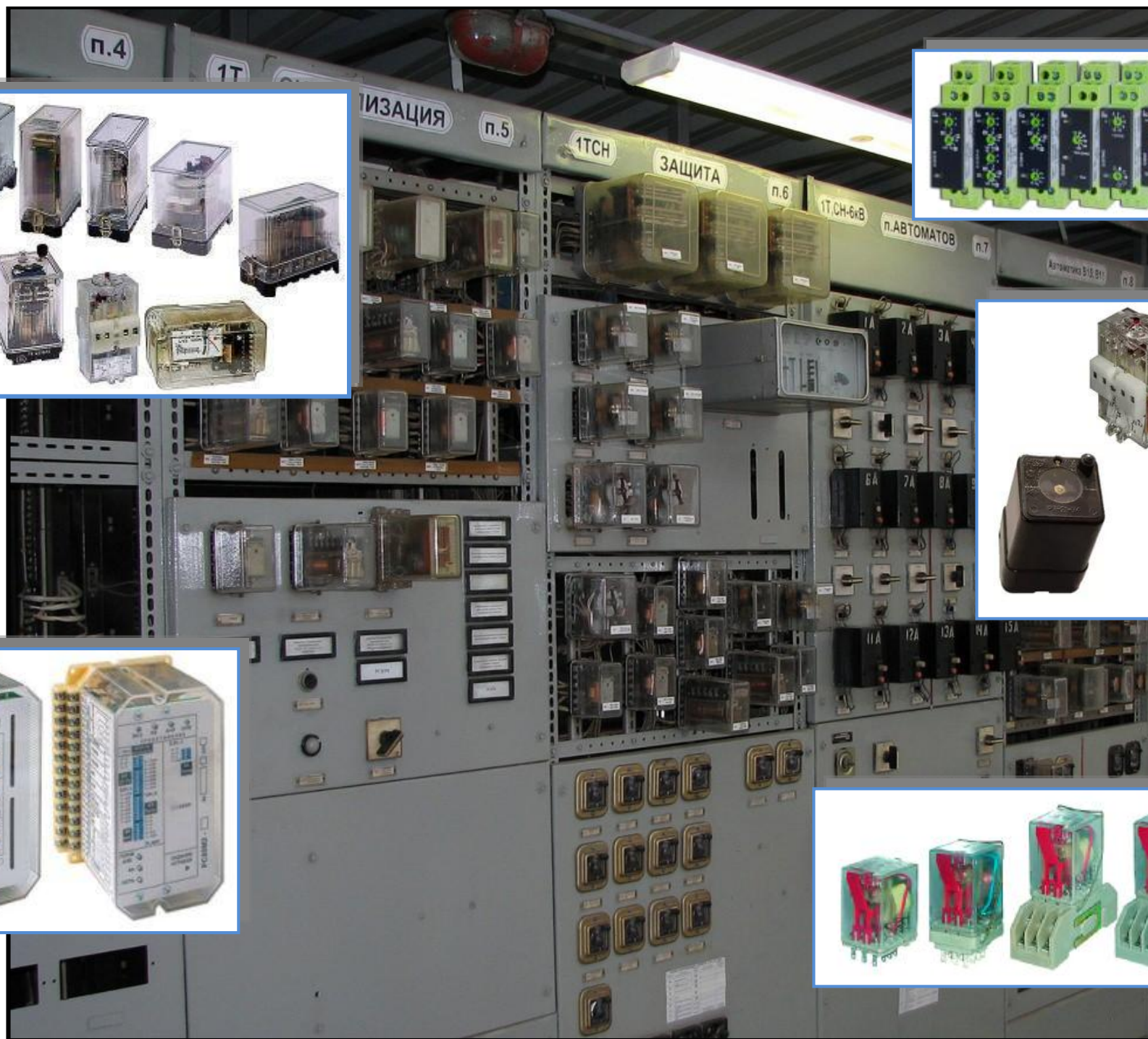


Релейная защита и автоматика систем электроснабжения

Лекция № ____

Реле. Общие сведения. Классификация

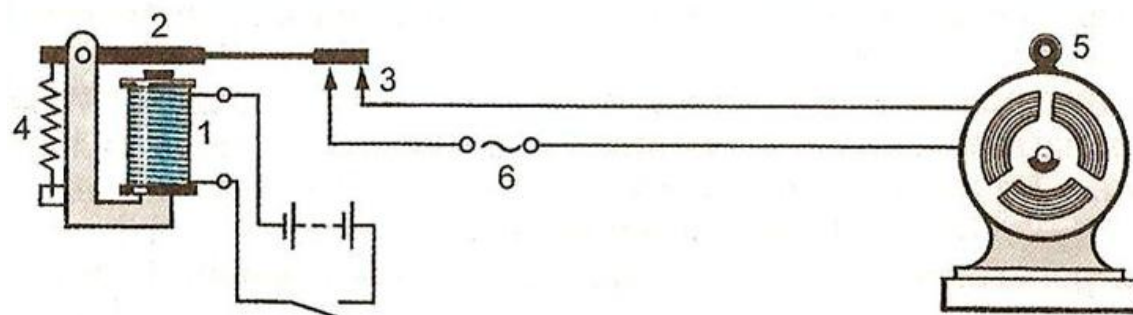
Составил: Кузнецов Д. Б.



ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Реле - электрическое реле устройство, в котором при достижении определено значения входной величины, выходная величина изменяется скачком — выходные контакты либо замыкаются — в управляемой цепи

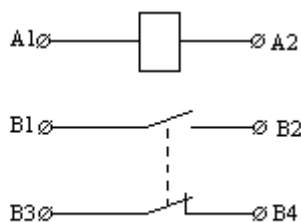
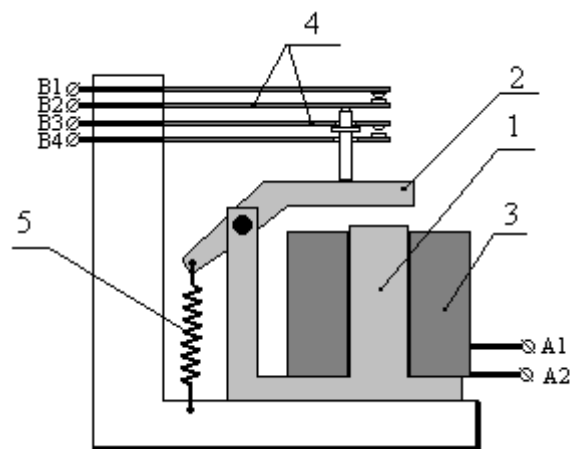
появляется ток (напряжение), либо размыкаются. Реле применяют в цепях управления с током менее 1 А. Входной величиной реле могут быть механические, тепловые, электрические и другие внешние воздействия.



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

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.

Реле, реагирующие на электрические величины, можно подразделить на три группы:

реле, реагирующие на одну электрическую величину: ток или напряжение;

реле, реагирующие на две электрические величины: ток и напряжение сети или два напряжения U_1 и U_2 , каждое из которых является линейной функцией тока и напряжения сети;

реле, реагирующие на три или больше электрические величины, например: три тока и три напряжения сети, или несколько напряжений, представляющих линейные функции токов и напряжения сети.

К первой группе относятся реле тока и реле напряжения. Ко второй принадлежат однофазные реле: мощности, сопротивления и некоторые другие. К третьей относятся трехфазные реле мощности, многофазные реле сопротивления и другие устройства.

В данной лекции рассматриваются наиболее распространенные принципы устройства основных типов электромеханических реле, применяемые во всех видах защит.

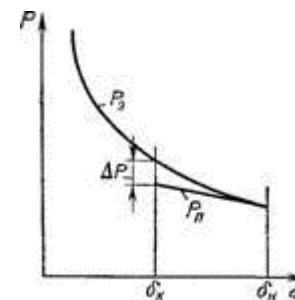
Принципы действия и устройство реле, предназначенных для отдельных защит: дифференциальных, дистанционных и других — рассматриваются в главах, посвященных этим защитами.

Коэффициент возврата реле.

Это отношение тока возврата к току срабатывания $K_v = I_v / I_{ср}$

Для увеличения K_v необходимо максимально сблизить тяговую и противодействующую характеристики. В реле, как правило, основное противодействующее усилие создается возвратной пружиной. Усилие контактной пружины невелико, и при рассмотрении коэффициента возврата им можно пренебречь.

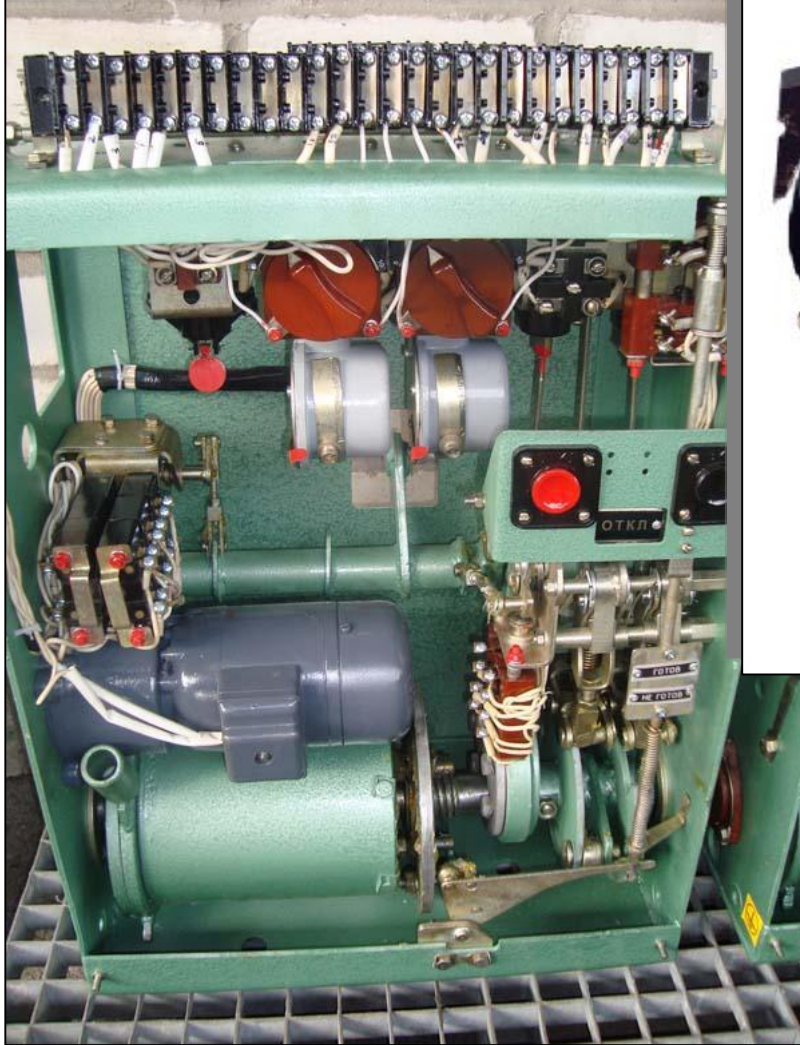
Для получения высокого K_v противодействующая характеристика должна быть такой же нелинейной, как и тяговая. Для максимального сближения тяговой и противодействующей характеристик последней можно придать нелинейный характер. Добиться этого удастся ценой сложных конструктивных решений, снижающих надежность реле. (противодействующее усилие создается несколькими пружинами). Такие решения применяются редко.



В простейшем случае и при одной пружине рекомендуется выбирать ее с наибольшей возможной жесткостью, чтобы противодействующая характеристика совпадала с касательной, проведенной к тяговой характеристике при $b = b_n$.

Токовые реле (Реле максимального тока).

В первую очередь токовые реле должны



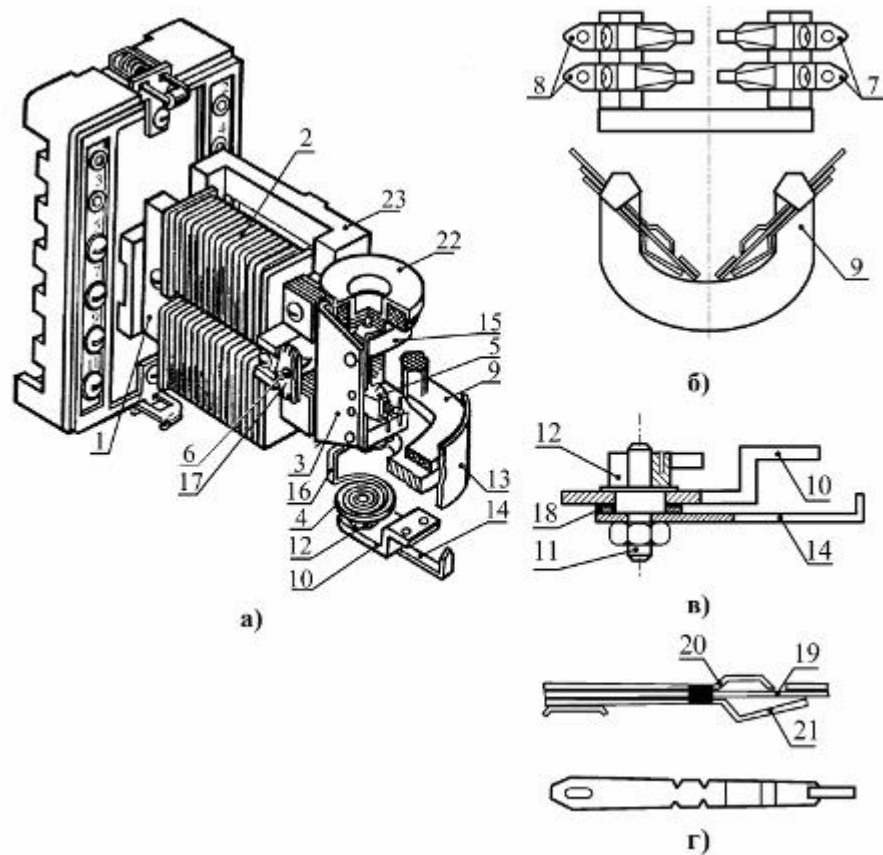
ограничивать максимальный ток в сети и отключать потребителей, когда в процессе работы наступает превышение его порогового значения. Данные устройства устанавливаются в релейные шкафы и обеспечивают защиту не только от перегрузок, но и от коротких замыканий, возникающих из-за различных технических неисправностей.

Токовые реле подразделяются на *первичные и вторичные*. Первичные токовые реле встраиваются непосредственно в привод выключателя, являясь его неотъемлемой частью. Используются главным образом в сетях напряжением до 10 кВ.

Вторичные реле подключаются через трансформатор тока, устанавливаемый непосредственно на шину питания или жилу питающего кабеля. Трансформатор тока преобразует ток в меньшую сторону до величины, воспринимаемой токовым реле. И так как ток поступающий на контакты реле пропорционален току протекающему в контролируемом проводнике, то для контроля за величиной этого тока можно использовать реле с небольшим токовым диапазоном. Например, трансформатор тока с кратностью 100/5 позволяет контролировать величину тока в сети до 100 А, используя для этого токовое реле с допустимой величиной максимального тока равной 5 А.

Максимальные реле тока РТ40 предназначены для использования в схемах релейной защиты и автоматики. Эти реле реагируют на повышение тока в контролируемой цепи и являются реле косвенного действия. Конструкция реле максимального тока РТ40 показана на рис.





Реле состоит из следующих основных элементов: П – образного стального сердечника 1 с установленными на нем катушками тока 2, подвижной системы, состоящей из якоря 3, подвижного контакта 5 и гасителя колебаний (вибрации) 22, алюминиевой стойки 23, упоров левого 6 и правого (на рис. не показан), изоляционной колодки 9 с расположенными на ней двумя парами неподвижных контактов 7 и 8, регулировочного узла, состоящего из пружинодержателя 10, фасонного винта 11 с насаженной на него разрезной шестигранной втулкой 12, противодействующей спиральной пружины 14 и

пружины шайбы 18, шкалы уставок 13 и указателя уставки 14, контактный узел, состоящий из неподвижного пружинящего контакта 19, на одном из концов которого приварена серебряная полоска, переднего упора 20 и заднего гибкого упора 21.

Когда электромагнитная сила реле превышает механическую силу пружины, якорь притягивается к электромагниту. При этом подвижный контактный мост замыкает одну пару неподвижных контактов и размыкает вторую пару.

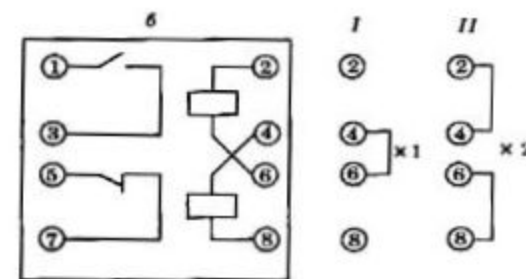
Реле предназначено для крепления в вертикальной плоскости, отклонение от вертикального положения из-за неуравновешенности подвижной системы реле приводит к дополнительной погрешности.

С осью якоря связан гаситель вибрации 22 (гаситель колебаний) в виде тороида, заполненного кварцевым песком. При любом ускорении якоря и связанной с ним подвижной системы часть кинетической энергии тратится на преодоление сил трения между песчинками. С помощью гасителя вибрации уменьшаются вибрации как всей подвижной системы, так и контактов при их включении.

Ток срабатывания регулируется за счет изменения натяга спиральной противодействующей пружины 4, которая прикреплена к якорю с помощью хвостовика 16. Натяг пружины фиксируется указателем 14.

Обмотка реле 2 разбита на две секции, которые при необходимости могут быть соединены последовательно или параллельно.

Уставка срабатывания реле серии РТ40 плавно регулируется натяжением пружины и ступенчато - переключением катушек обмотки с последовательной схемы на параллельную.



При переключении последовательного соединения секций обмоток на параллельное ток срабатывания увеличивается в два раза. Шкала уставок отградуирована для последовательного соединения секций катушек.

Реле выпускаются на токи от 0,1 до 200 А. Пределы уставок токов срабатывания реле при последовательном соединении катушек составляют 0,1 - 100 А, при параллельном соединении — 0,2 - 200 А. Технические характеристики реле тока серии РТ40 приведены в табл.

Время срабатывания не более 0,1 с при токе $1,2I_{ср}$ и не более 0,03 с при $3I_{ср}$. Время возврата – не более 0,035 с. Масса реле не более 3,5 кг. Потребляемая мощность зависит от исполнения реле.

Контакты реле предназначены для коммутации в цепи постоянного тока мощностью 60 Вт, в цепи переменного тока нагрузки мощностью 300 ВА при напряжении от 24 до 250 В и токе до 2 А.

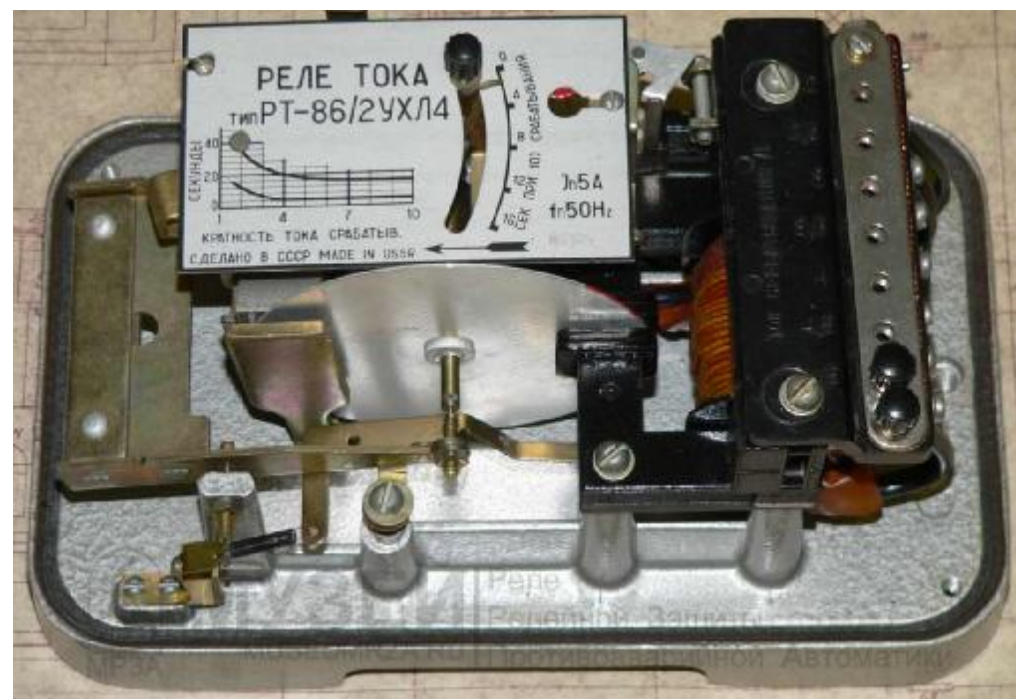
Таблица 1. Технические характеристики реле тока серии РТ40

Тип реле	Пределы уставок, А	Последовательное соединение катушек		
		Ток срабатывания, А	Термическая стойкость, А	
			длительно	в течении 1 с
РТ40/0,2	0,05...0,2	0,05...0,1	0,55	15
РТ40/0,6	0,15...0,6	0,15...0,8	1,75	50
РТ40/2	0,5...2,0	0,5...1,0	4,15	100

PT40/6	1,5...6,0	1,5...3,0	11,0	300
PT40/10	2,5...10,0	2,5...5,0	17,0	400
PT40/20	5,0...25	5,0...10,0	19,0	400
PT40/50	12,5...50	12,5...25	27,0	500
PT40/100	25...100	25...50	27,0	500
PT40/200	50...200	50...100	27,0	500

Характеристика срабатывания – независимая.

Реле максимального тока серий РТ-80 и РТ-90. Применяются в установках переменного тока для защиты электрических машин, трансформаторов и линий передачи при перегрузках и коротких замыканиях.



Реле РТ – 80 выполнено на индукционном принципе в комбинации с электромагнитным элементом и имеет ограниченно зависимую характеристику выдержки времени. Индукционный элемент позволяет с помощью вращающегося диска и несложной кинематики осуществлять выдержку времени. Электромагнитный элемент позволяет при токах КЗ осуществлять мгновенное срабатывание реле, то есть производить отсечку защищаемого оборудования от источника электроэнергии.

Вращающий момент, действующий на диск индукционной системы, создается за счет взаимодействия между сдвинутыми в пространстве и по фазе магнитными потоками и индуктированными в диске токами.

Для получения двух магнитных потоков, сдвинутых в пространстве и по фазе, полюсы электромагнита расщепляются на две части, на одну из которых насаживаются короткозамкнутые витки (экранируют). Витки изготавливают из толстой медной проволоки. По существу – это медное кольцо, и ток, который протекает по кольцу, отстаёт от э.д.с. на 90° , то есть носит индуктивный характер. Поэтому потоки, выходящие соответственно из экранированной и неэкранированной частей полюса, создают в диске э.д.с., сдвинутые во времени и в пространстве.

Индукцированные э.д.с. создают в диске токи, которые, взаимодействуя с магнитными потоками, обуславливают появление вращающего момента $M_{вр}$. $M_{вр}$ пропорционален квадрату тока и направлен по правилу левой руки от оси опережающего к оси отстающего потока. Таким образом, диск реле вращается от оси неэкранированной части к оси экранированной части полюса. При изменении уставок тока срабатывания величина вращающего момента $M_{вр}$ также меняется. Это приводит к разным скоростям вращения диска, и увеличению погрешности в отсчёте времени, что нежелательно.

Для стабилизации скорости вращения диска на реле устанавливают постоянный магнит, который создаёт тормозной момент. Чем выше скорость вращения диска, тем большая э.д.с., согласно правилу Ленца, индуцируется в диске под полюсами постоянного магнита. Под действием этой э.д.с. в диске возникают более сильные вихревые токи, которые взаимодействуя с магнитными потоками постоянного магнита, создают тормозной момент пропорциональный скорости вращения диска.

Ограниченно зависящая выдержка времени создается насыщением магнитной системы при заданной кратности тока I_p . Для разных реле серии РТ – 80 этот ток находится в диапазоне (2 – 16) $I_{ср}$.

Основной элемент реле – катушка с устройством регулировки тока срабатывания 21. Катушка имеет сердечник электромагнита 1, в зазоре которого проходит край алюминиевого диска. Полюсы

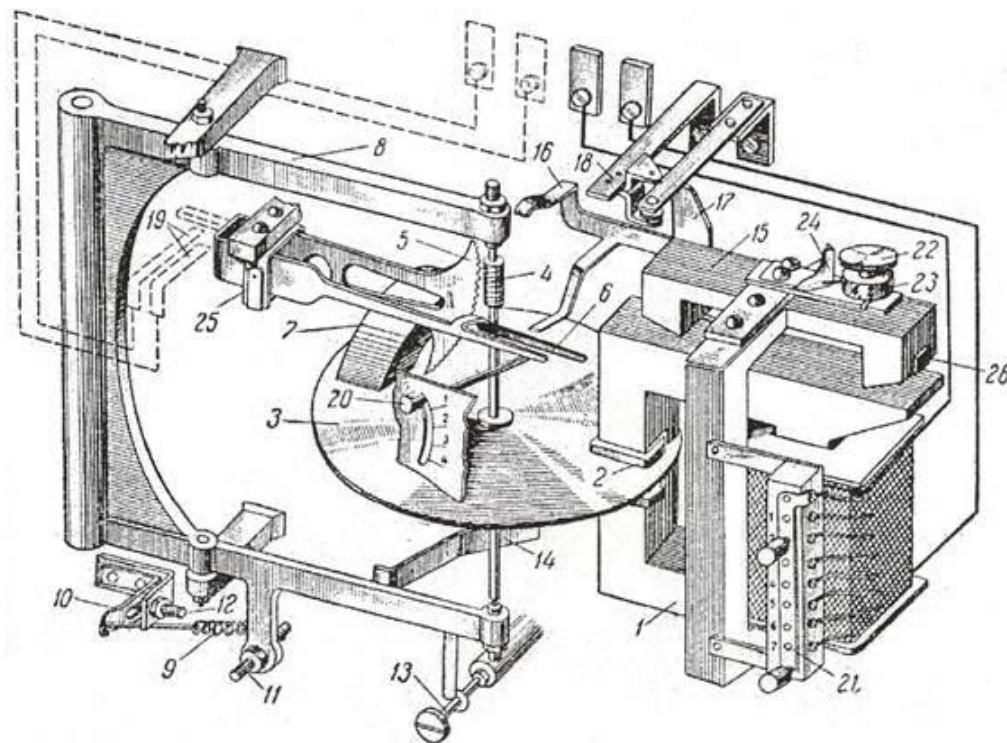
электромагнита расщеплены на две части, на одну из которых нанизаны короткозамкнутые витки 2, расположенные напротив друг друга с обеих сторон диска. Алюминиевый диск 3, насаженный вместе с червяком 4 на ось, укрепленную в подвижной рамке 8, начинает вращаться при токах, равных 20-30 % тока срабатывания реле. Реле при этом не срабатывает, так как пружина 9 удерживает рамку, имеющую свою неподвижную ось вращения, в оттянутом положении и червяк на оси диска не зацеплен с зубчатым сектором 5.

На рамку действуют две силы: F_1 и F_2 . Сила F_1 создаётся электромагнитом 1, сила F_2 – пружиной 9, противодействующим движению рамки. При возрастании тока в реле до величины тока срабатывания равнодействующая сил F_1 и F_2 преодолевает натяжение пружины и поворачивает вокруг оси рамку 8, производя сцепление червячка 4 с зубчатым сектором 5. Сектор начинает подниматься, и через определенное время его рычаг 6 достигает коромысла якоря отсечки 16.

При дальнейшем подъеме по мере вращения диска сектор 5 поднимает коромысло 16, уменьшая тем самым зазор между правой стороной коромысла и сердечником электромагнита 1.

Как только зазор уменьшится до величины, соответствующей срабатыванию при данном значении тока в реле, якорь 15 притягивается к сердечнику электромагнита 1 и изоляционный упор 17, укрепленный на коромысле якоря 15, замкнет (или разомкнет, если контакты размыкающиеся)

главные контакты реле 18. Одновременно коромысло вытолкнет механический указатель срабатывания реле.



1 – электромагнит; 2 – короткозамкнутые витки; 3 – алюминиевый диск; 4 – червяк на оси диска; 5 – зубчатый сектор; 6 – рычаг зубчатого сектора (на реле типов РТ – 83, РТ – 84, РТ – 86 рычаг ускорен); 7 – постоянный магнит; 8 – подвижная рамка; 9 – пружина оттягивающая рамку; 10 – плоская пружина; 11, 12 – регулировочные винты; 13 – упорный винт рамки; 14 – стальная скобка; 15 – якорь отсечки;

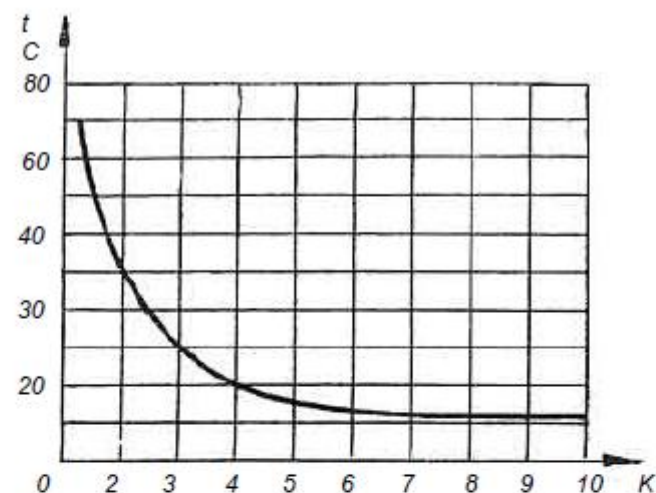
16 – коромысло якоря; 17 – изоляционный упор; 18 – главные контакты; 19 – сигнальные контакты (только на реле типов РТ – 83, РТ – 84, РТ – 86); 20 – устройство регулировки времени действия; 21 – устройство регулировки тока срабатывания; 22 – регулировочная головка элемента отсечки; 23 – шкала отсечки; 24 – упорная пластинка; 25 – скоба подвижной рамки; 26 – короткозамкнутый виток якоря отсечки.

Для устранения вибрации якоря, вызывающей неустойчивое замыкание контактов 18, на правом его конце насажен короткозамкнутый виток 26.

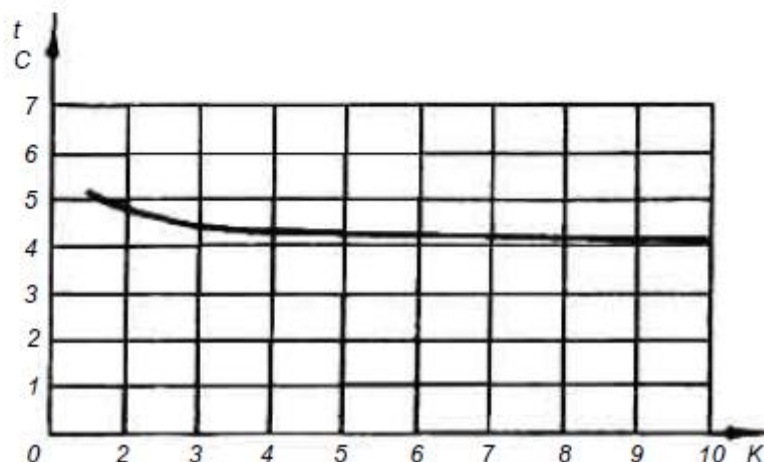
ВРЕМЯТОКОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ



Характеристики зависимости времени срабатывания (t) от кратности тока срабатывания (K) для реле типов РТ81, РТ83, РТ85 (установка на время срабатывания 4с).



Характеристики зависимости времени срабатывания (t) от кратности тока срабатывания (K) для реле типов РТ82, РТ84, РТ86 (установка на время срабатывания 16с).



Характеристики зависимости времени срабатывания (t) от кратности тока срабатывания (K) для реле типов РТ91, РТ95 (установка на время срабатывания 4с).

Достоинства и недостатки реле тока РТ-80.

У любого устройства имеются достоинства и недостатки. Главное, что реле помогает отключать аварийные режимы работы сети, а также сохранить дорогостоящее оборудование в рабочем состоянии (трансформаторы, двигатели, автотрансформаторы и т.п.). Посмотрим их более подробно.

Достоинства реле: малая стоимость, наличие индукционной системы, возможность регулировать время срабатывания реле отдельно от тока уставки, проверка работы по вращению алюминиевого диска.

Недостатки реле: большая масса и размеры, наличие контактной системы, чувствительность к вибрациям, большое время возврата реле в исходное положение (около 0,8 с.).

В настоящее время реле тока РТ-80 и РТ-40 заменяются на реле микропроцессорного типа. Микропроцессорные реле имеют больше функций, способны заменить несколько реле в одном устройстве, а также настраиваться дистанционно.

Реле максимального тока РС80М2* (однофазные, двухфазные, трехфазные) используется в схемах релейной защиты и противоаварийной автоматики для защиты электрических машин, трансформаторов и линий электропередач при коротких замыканиях и перегрузках. В настоящее время реле серии РС80 выпускается, в основном, в микропроцессорном исполнении (РС80М2М), которое существенно

повышает надёжность изделия, в первую очередь за счёт снижения количества радиодеталей, и соответственно количества соединений и контактов. Реле предназначены для применения в схемах



релейной защиты и автоматики, являются функциональными аналогами электромеханических реле РТ-80, РТ-90, рассчитано

Обеспечивает:

- токовую отсечку с выдержкой времени 70-100 мс или 150-200 мс по выбору с

передней панели;

- возможность блокировки токовой отсечки с передней панели или дистанционно;

-МТЗ

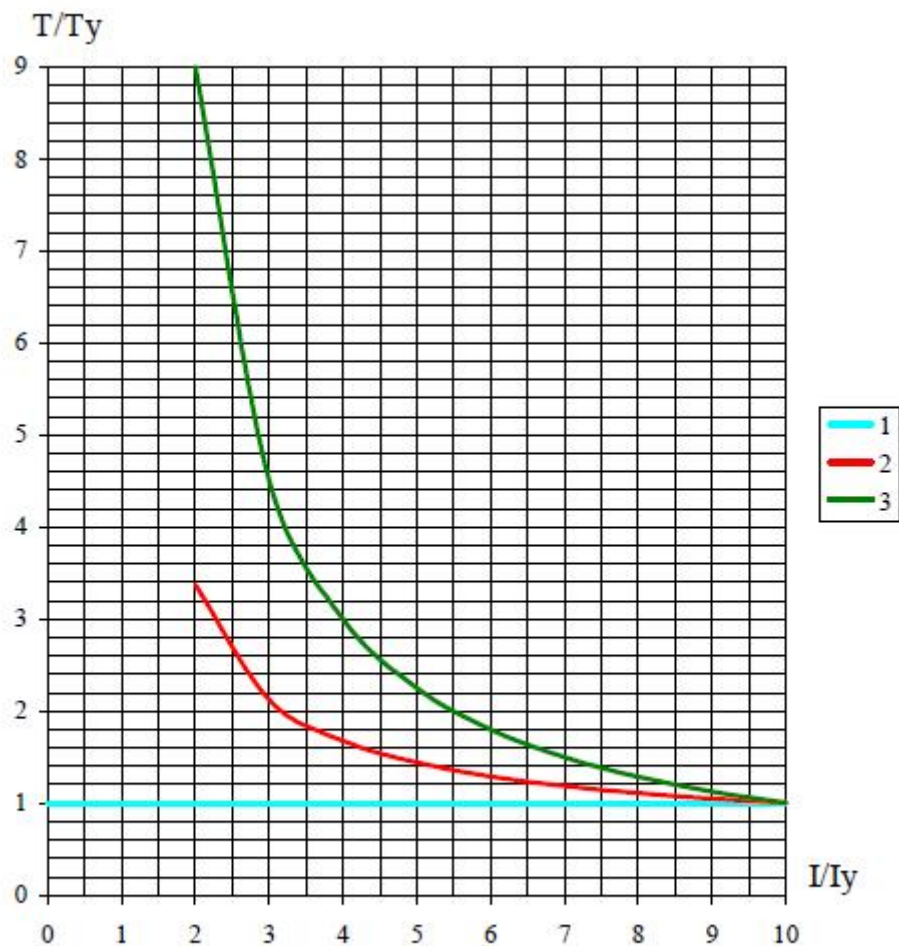
- шунтирование-дешунтирование управляемой цепи.

Дополнительные функции двухфазного реле РС-80М*:

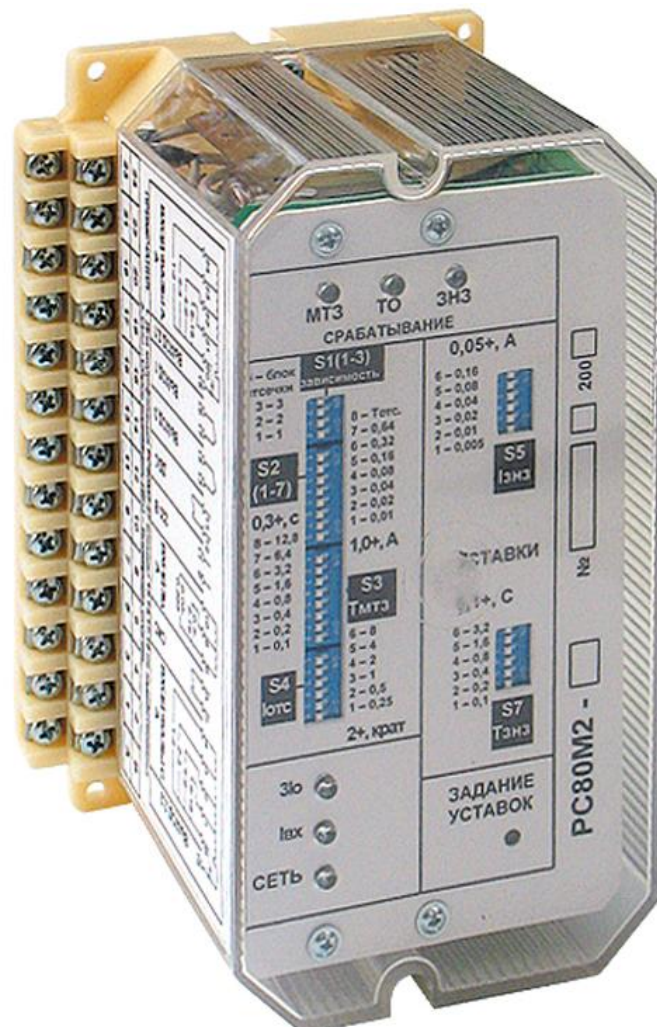
- возможность отключения токовой отсечки с передней панели или дистанционно, замыканием внешнего замыкающего контакта (только для РС-80М2-13.14);
- возможность задания общих для двух фаз уставок тока срабатывания МТЗ, тока срабатывания отсечки



(в кратностях к току срабатывания МТЗ), времени срабатывания МТЗ;
 - однократного АПВ.



Характеристики зависимости времени срабатывания от кратности тока срабатывания.



Реле максимального и минимального напряжения.

Измерительные реле применяются для контроля тока и напряжения в электросетях, обеспечивая высокий уровень надежности защиты устройств-

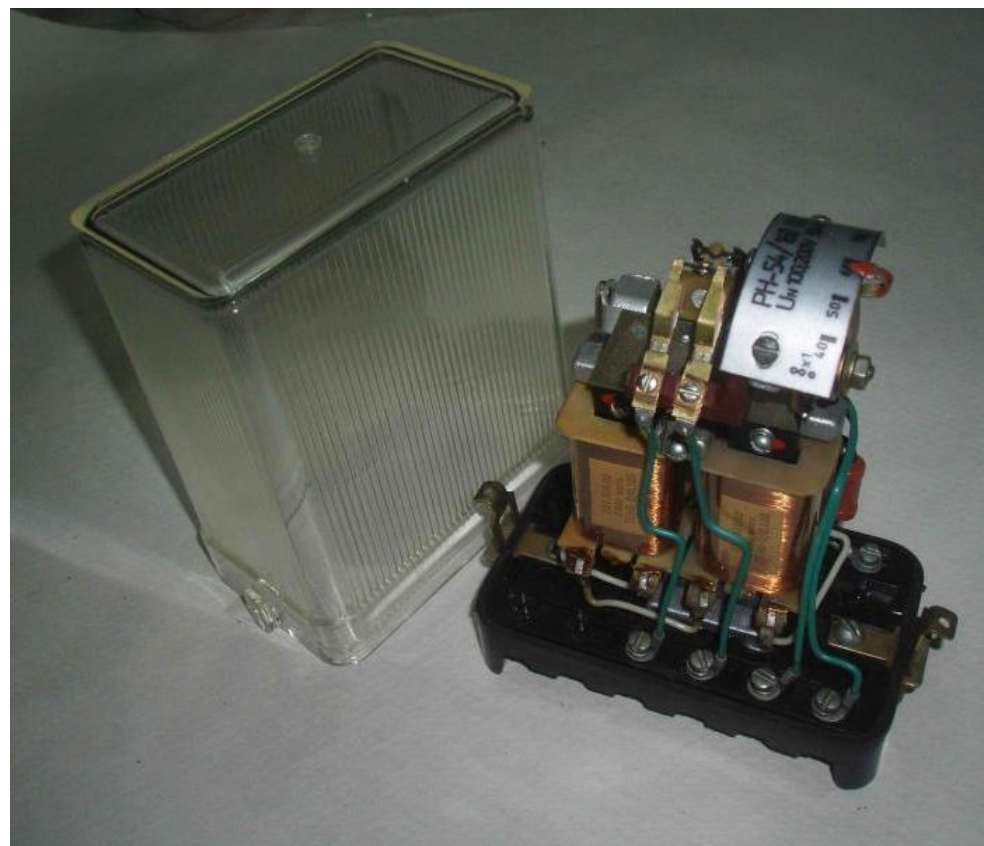
потребителей. Имеются следующие приборы:

- реле максимального напряжения (RHV) остается активированным до тех пор, пока значение контролируемого параметра меньше заданного порога срабатывания;
- реле минимального напряжения (RLV) остается активированным до тех пор, пока значение контролируемого параметра выше заданного порога срабатывания.

Максимальные реле напряжения РН-53

предназначены для применения в схемах релейной

защиты и автоматики в качестве органа, реагирующего на повышение напряжения в цепях переменного тока. Схема внутренних соединений реле приведена на рисунке. Конструкция реле аналогична конструкции реле РТ-40. Барабанчик, гасящий вибрации у реле РТ-40, изъят. С целью снижения



потребляемой мощности и вибрации подвижной системы обмотка реле из двух последовательно соединенных катушек подключается к контролируемой цепи через выпрямительный мост ВМ и добавочные резисторы R1 и R2. Включение обмотки реле через выпрямитель позволило более полно использовать железо электромагнита и поставить более сильную противодействующую пружину (жесткость пружины 2,0 Н-мм/90°). Выпрямленный ток в обмотке мало зависит от положения якоря, реле работает в режиме реле тока, что сохраняет крутизну тяговых характеристик. Оба эти обстоятельства обеспечивают четкость срабатывания и надежность возврата реле при относительно малой потребляемой мощности. Реле имеют два диапазона уставок. В диапазоне меньших уставок обмотка реле подключается к контролируемой цепи через добавочный резистор R, в диапазоне больших уставок — через последовательно соединенные добавочные резисторы R1 и R2. Размещение добавочных резисторов в цепи переменного тока позволило снизить обратное напряжение на диодах выпрямительного моста до нескольких вольт. При включении реле на напряжение индуктивность обмотки тормозит нарастание тока, поэтому в первый момент после включения сопротивление обмотки очень велико и к диодам выпрямительного моста прикладывается обратное напряжение, близкое к амплитудному значению напряжения, подаваемого на реле. У реле на номинальное напряжение 400 В это амплитудное значение напряжения превышает допустимое для диодов значение. Для устранения опасности пробоя диодов обмотка реле на номинальное напряжение 400 В шунтируется конденсатором небольшой емкости.

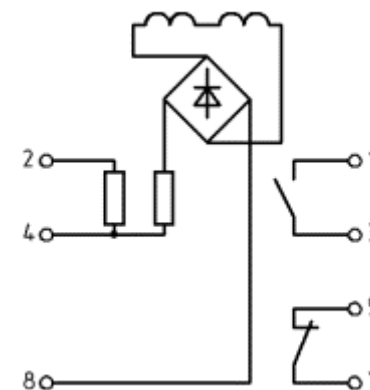
Сопротивление незаряженного конденсатора в первый момент после включения очень мало, вследствие чего обратное напряжение на диодах снижается до безопасной для них величины.

Минимальные реле напряжения РН 54 предназначены для применения в схемах защиты и противоаварийной автоматики в качестве органа, реагирующего на уменьшение напряжения в цепи переменного тока.

Напряжением срабатывания этих реле принято называть *напряжение, при котором происходит отпускание реле и замыкание размыкающих контактов, напряжением возврата — напряжение, при котором якорь реле притягивается к полюсам электромагнита и происходит замыкание замыкающих контактов*. Коэффициент возврата, равный отношению напряжения возврата к напряжению срабатывания, в данном случае больше единицы. Цифры, нанесенные на шкале реле, соответствуют напряжению срабатывания на первом диапазоне уставок.

Схема внутренних соединений и конструкция реле такие же, как в реле РН-53. Отличие их заключается только в регулировке реле и градуировке шкалы.

Проверка и регулировка реле РН-54 производятся так же, как у реле РН-53 и РТ-40. Зазор между полкой якоря и полюсами электромагнита устанавливается равным 0,55 мм.



Универсальное электронное реле максимального/минимального напряжения РН-112 предназначено

для контроля допустимой величины и наличия напряжения с номинальными параметрами 100В/50 Гц и коммутации электрических цепей в устройствах защиты и автоматики электроустановок выше 1000 В.

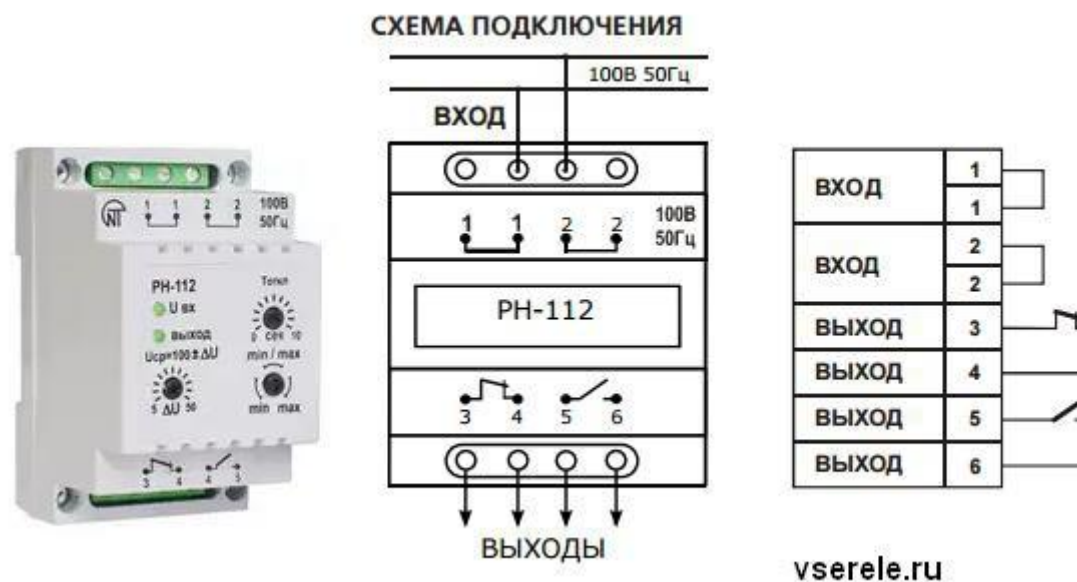
В реле РН-112 (в дальнейшем реле) предусмотрена возможность регулировки уставок срабатывания по напряжению и времени срабатывания при

достижении пороговых значений по

напряжению. Обеспечивает три режима

работы:

- Режим реле минимального напряжения (срабатывание только по минимальному порогу),
- Режим реле максимального напряжения (срабатывание только по максимальному порогу),
- Режим симметричных уставок (срабатывание по обоим порогам).



Номинальное напряжение, В - 100

Частота сети, Гц - 45-55

Диапазон регулирования уставки по U_{\min} :

$100 - (\text{от } 5\text{В до } 50\text{В}) - (5-50)$

Диапазон регулирования уставки по U_{\max} :

$100 + (\text{от } 5\text{В до } 50\text{В}) - +(5-50)$

Диапазон регулирования уставки по U_{\max}/U_{\min} :

$100 \pm (\text{от } 5\text{В до } 50\text{В}) - \pm (5-50)$

Диапазон регулирования времени срабатывания, сек - 0,1-10

Мин. время срабатывания при достижении пороговых значений, не более, сек - 0,1

Время готовности при подаче напряжения питания, не более, сек - 0,2-0,4

Время возврата при восстановлении уровня напряжения, не более, сек - 0,2

Гистерезис по напряжению (коэффициент возврата) не менее, В:

- в режиме минимального напряжения: $U_{\text{уст}} + (5-6)\text{В} - 5-6$

- в режиме максимального напряжения: $U_{\text{уст}} - (5-6)\text{В} - 5-6$

- в режиме симметричных уставок: $U_{\text{уст min}} + (5-6)\text{В} - 5-6$

$U_{\text{уст max}} - (5-6)\text{В} - 5-6$

Точность определения порога срабатывания, В - до 3

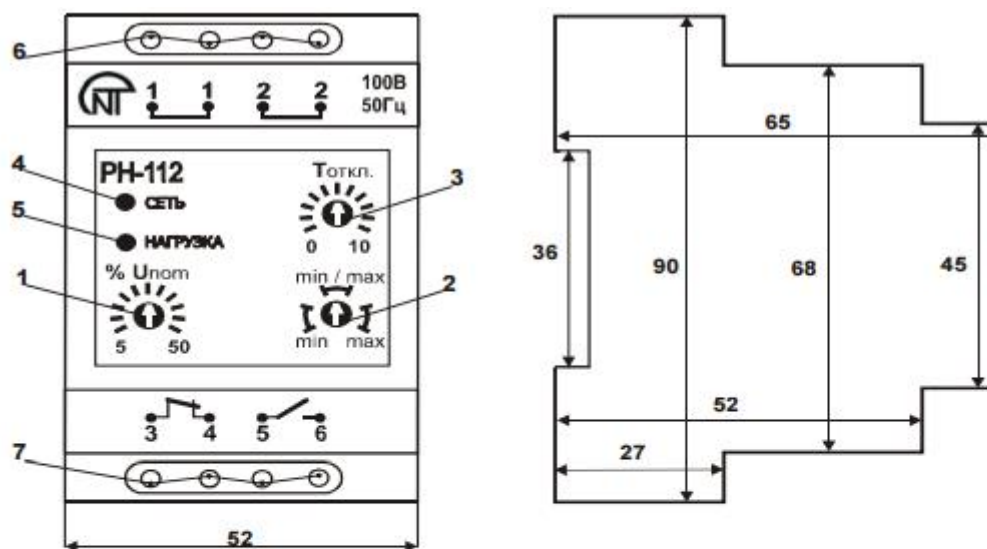
Максимальный коммутируемый ток выходных контактов, А - 5

Минимальное напряжение, при котором сохраняется работоспособность реле, не более, В - 30

Максимальное напряжение, при котором сохраняется работоспособность реле, не менее, В - 200

Кратковременное максимально допустимое напряжения, при котором сохраняется работоспособность.
реле, В - 250

Потребляемая мощность (под нагрузкой), не более, ВА - 3,



- 1 – ручка регулировки уставки по напряжению
- 2 – ручка выбора режима работы
- 3 – ручка регулировки времени срабатывания
- 4 – зеленый светодиод наличия напряжения на входе
- 5 – зеленый св. диод срабатывания выходных контактов.
- 6 – входные контакты
- 7 - выходные контакты

Реле времени

При работе схем защиты и автоматики часто требуется создать выдержку времени между срабатыванием двух или нескольких аппаратов. При автоматизации технологических процессов также может возникнуть необходимость производить операции в определенной временной последовательности.

Для создания выдержки времени служат аппараты, называемые реле времени.

Требования, предъявляемые к реле времени

Общими требованиями для реле времени являются:

- а) стабильность выдержки времени вне зависимости от колебаний питающего напряжения, частоты, температуры окружающей среды и других факторов;
- б) малая потребляемая мощность, масса и габариты;
- в) достаточная мощность контактной системы.

Возврат реле времени в исходное положение происходит, как правило, при его обесточивании. Поэтому к коэффициенту возврата не предъявляется особых требований, и он может быть очень низким.

В зависимости от назначения реле к ним предъявляются специфические требования.

Для схем автоматического управления приводом при большой частоте включений в час требуются реле времени с высокой механической износостойкостью. Требуемые выдержки времени находятся в пределах

0,25 — 10 с. К этим реле не предъявляются высокие требования относительно точности работы. Разброс времени срабатывания может достигать 10%. Реле времени должны работать в условиях производственных цехов, при вибрации и тряске.

Реле времени для защиты энергосистем должны иметь большую точность выдержки времени. Эти реле работают относительно редко, поэтому к ним не предъявляются особые требования по износостойкости. Выдержки времени таких реле составляют 0,1 — 20 с.

Реле времени серий РВ100 и РВ200 -электромагнитные, содержат следующие основные узлы: электромагнитный привод, часовой механизм, контактную систему.

Электромагнитный привод состоит из магнитопровода, обмотки, якоря и возвратной пружины.

Контактная система реле состоит из следующих элементов:

мгновенно действующих контактов, одного или двух

подвижных контактов, укрепленных на торцевых частях траверсы, перемещающихся колодок с неподвижными временно замыкающими и основными контактами.



Колодка основного контакта отличается от колодки временно замыкающего контакта наличием упора, ограничивающего ход траверсы. Уставки по времени регулируются на контактах независимо одна от другой перемещением контактных колодок по шкале, причём на временно замыкающем контакте должна выставляться меньшая из двух заданных выдержка времени. Отсчет выдержки времени реле начинается при запуске заторможенного часового механизма при втягивании (PB100; PB217-PB248) или отпадании (PB215-PB245) якоря реле.

Схемы внутренних соединений реле приведены на рис.

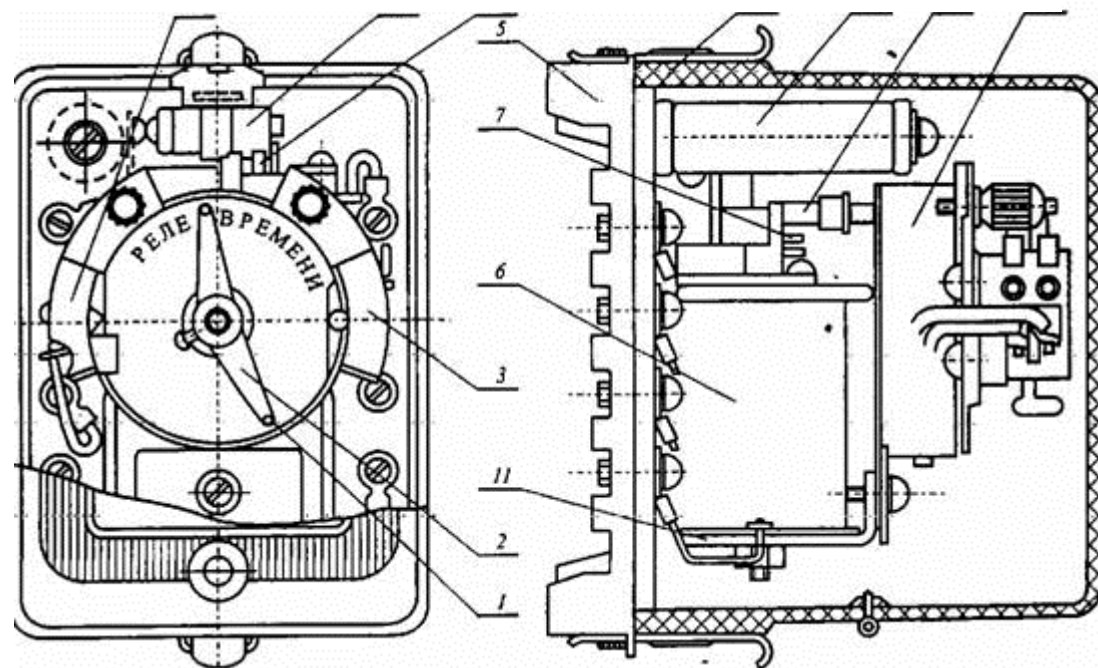
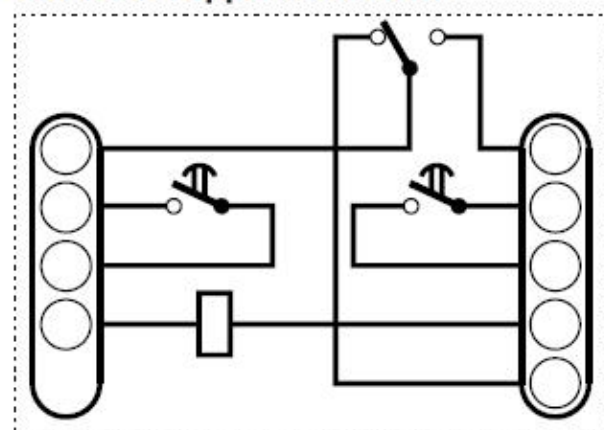


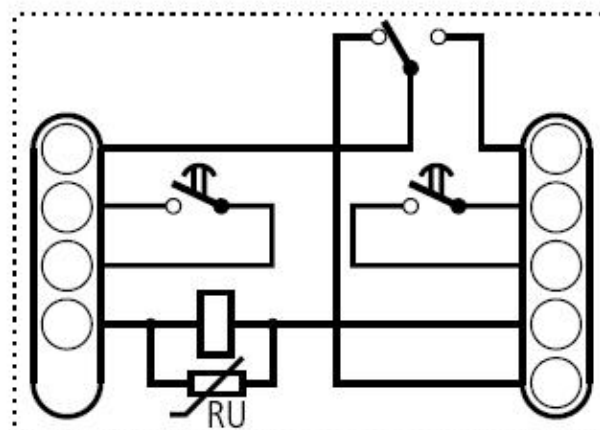
Рис. 20. Общий вид реле серии PB 200:

1 — мостик подвижного контакта; 2 — траверса; 3 — колодка неподвижного временно замыкающего контакта; 4 — колодка неподвижного основного контакта; 5 — цоколь; 6 — обмотка; 7 — якорь; 8 — заводной рычаг часового механизма; 9 — часовой механизм; 10 — кожух; 11 — магнитопровод; 12 — стягивающая рамка; 13 — короткозамкнутый виток; 14 — переключающий контакт мгновенного действия

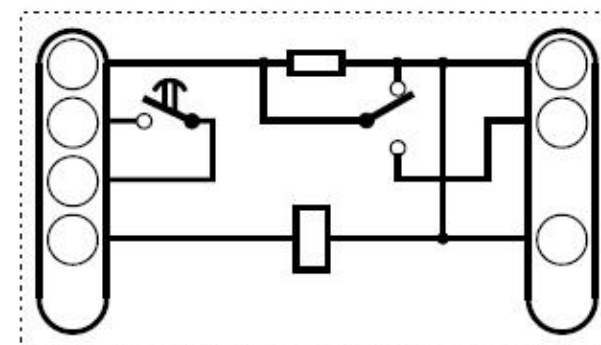
СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ



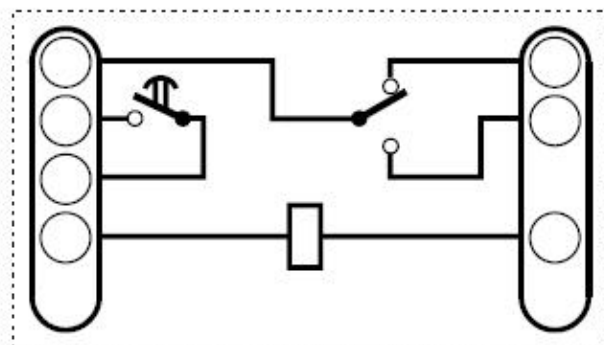
а)



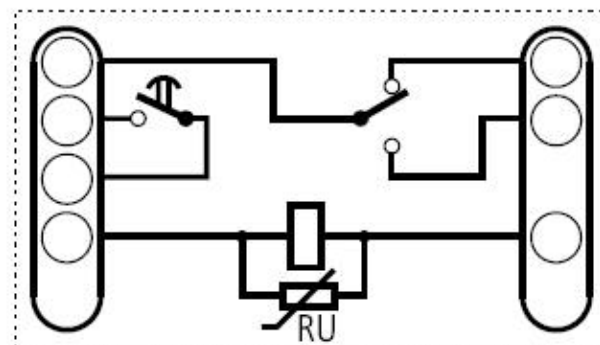
б)



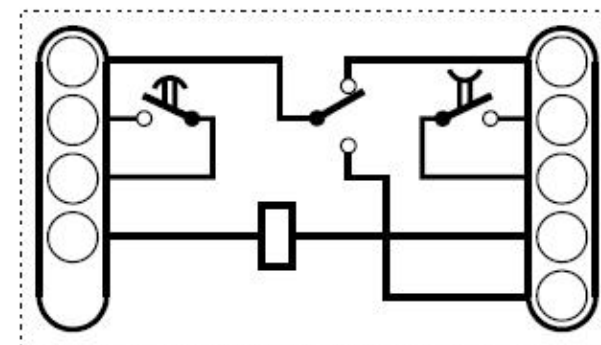
в)



г)



д)

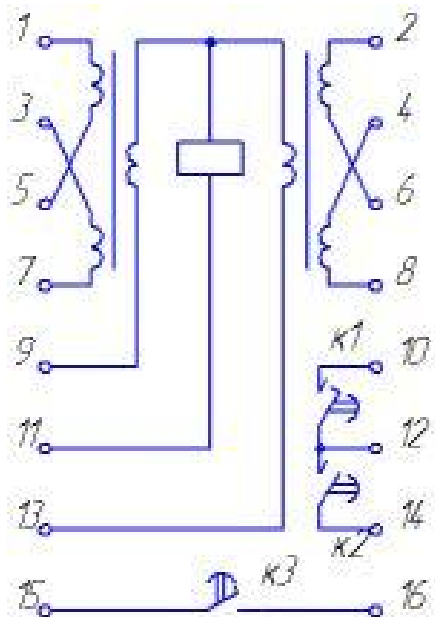


е)

а – РВ-112, РВ-128, РВ-132, РВ-142 на 24, 48В и РВ-218, РВ-228, РВ-238, РВ-248;
 б – РВ-112, РВ-128, РВ-132, РВ-142 на 110, 220В; в – РВ-113, РВ-127, РВ-133, РВ-143;
 г – РВ-114, РВ-124, РВ-134, РВ-144 на 24, 48В и РВ-217, РВ-227, РВ-237, РВ-247;
 д – РВ-114, РВ-124, РВ-134, РВ-144 на 110, 220В; е – РВ-215, РВ-225, РВ-235, РВ-245; RU – варистор.

Реле времени токовое серийное РСВ 13

Реле РСВ 13 предназначено для применения в схемах защиты стационарных систем и объектов на переменном оперативном токе с целью получения регулируемых выдержек времени и включается непосредственно во вторичные цепи измерительных трансформаторов тока.



Регулировка выдержек времени — ступенчатая с интервалом 0,1 с. Диапазон регулирования уставок - 0,1-9,9 с.

Разброс выдержек времени в допустимом диапазоне температур не превышает 0,05 с. Время повторной готовности — не более 0,08 с. Время возврата не превышает 0,08 с. Предусмотрено автоматическое поддержание последовательности работы контактов, исключающее их одновременную работу.

Последовательность срабатывания контактов следующая: первый — временно замыкающий (проскальзывающий) контакт уставки Т1, второй — временно замыкающий (проскальзывающий) контакт уставки Т2, третий — конечный замыкающий контакт уставки Т3.

Для правильной работы реле выбор уставок (выдержки времени) должен удовлетворять следующему условию:

$$T1 < T2 = T1 + 0,4 \text{ с} < T3 = T2 + 0,4 \text{ с}.$$

При любой уставке Т2, меньшей или равной $T1 + 0,4 \text{ с}$, выходной орган цепи Т2 сработает только через время, равное $T1 + 0,4 \text{ с}$, не раньше. Точно так же работает и цепь Т3 только по отношению к цепи Т2.

Длительно допустимый ток реле при параллельном соединении обмоток трансформатора и температурах от минус 40 до плюс 40°С составляет 10 А. Кратковременно, в течение 10 с, реле допускает ток 200 А.

Динамическая стойкость — 400 А в течение 1 с. Для реле исполнения на 2 А приведенные значения токов должны быть уменьшены в 2,5 раза. Мощность, потребляемая реле при удвоенном номинальном токе, не

превышает 7 В·А для каждой входной цепи.

Коммутационная способность контактов при напряжении от 24 до 242 В в цепях постоянного тока с постоянной времени индуктивной нагрузки не более 0,02 с составляет 50 Вт при токе не более 0,23 А, а в цепях переменного тока при коэффициенте мощности 0,4 составляет 110 В·А при токе не более 0,5 А.

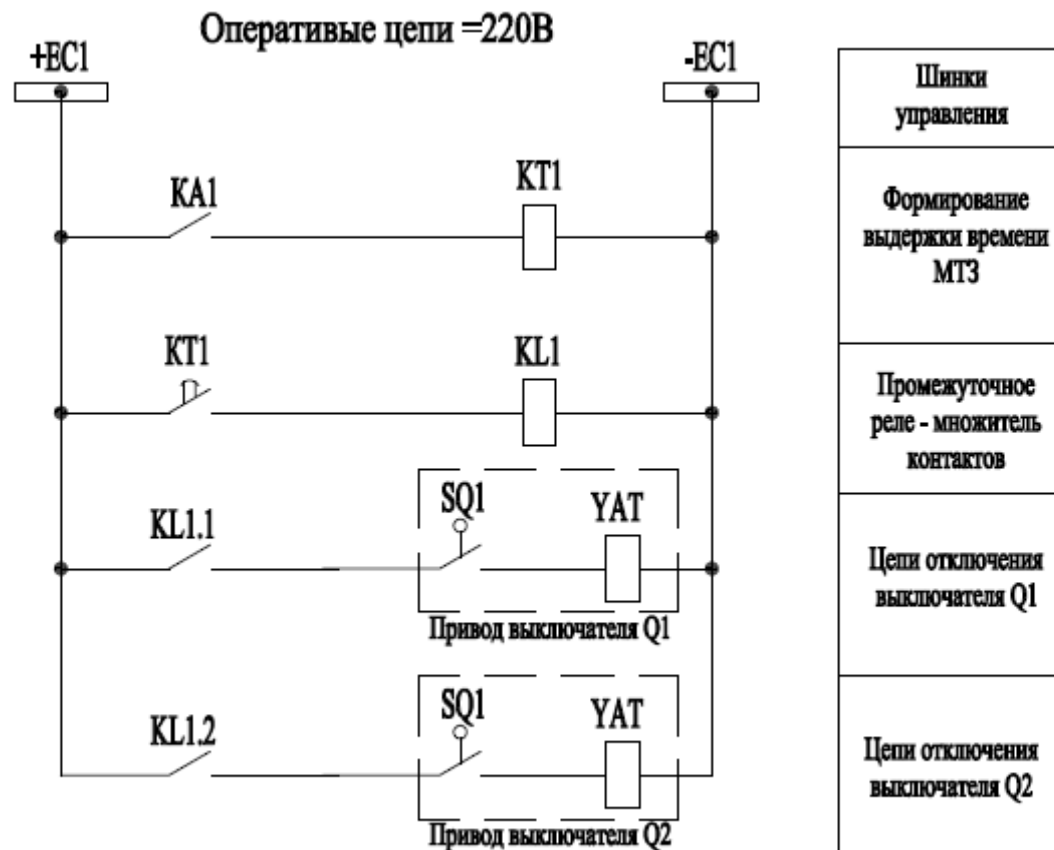
Минимальный ток контактов — 0,05 А при напряжении не ниже 24 В. Длительно допустимый ток контактов — 5 А.

Размер цоколя реле — 157х118 мм, высота — 168 мм, масса — 2,5 кг. Схема электрических соединений приведена на рис. 9. Обозначение выводов на рисунке дано условно. В действительности выводы реле обозначения не имеют. Входные цепи реле состоят из двух насыщающихся трансформаторов, первичные обмотки которых включаются во вторичные цепи измерительных трансформаторов тока любых двух фаз трехфазной системы, полупроводниковой схемы и выходных электромагнитных реле.

Промежуточные реле.

Передают действие измерительных реле на отключение выключателя и служат для осуществления взаимной связи между элементами релейной защиты. Промежуточные реле предназначены для размножения сигналов, полученных от других реле, усиления этих сигналов и передачи команд другим аппаратам: электромагнитные постоянного тока – (РП-23, РП-24), электромагнитные переменного тока – (РП-25, РП-26), электромагнитные постоянного тока с замедлением при срабатывании или отпадании – (РП-251, РП-252), электронные на интегральных микросхемах - (РП-18).





Пример использования промежуточного реле (реле KL1)

Таблица 3. Схемы электрические для реле типов РП21М, РП21МН

РЕЛЕ БЕЗ РОЗЕТКИ ИЛИ НА РОЗЕТКЕ ТИПА 1			РЕЛЕ НА РОЗЕТКЕ ТИПА 2 ИЛИ НА РОЗЕТКЕ ТИПА 3		
РП21МН-001	РП21МН-100	РП21МН-010	РП21МН-001	РП21МН-100	РП21МН-010
РП21МН-002	РП21МН-200	РП21МН-020	РП21МН-002	РП21МН-200	РП21МН-020
РП21МН-003*	РП21МН-210	РП21МН-120	РП21МН-003*	РП21МН-210	РП21МН-120
РП21МН-004*	РП21МН-400	РП21МН-220	РП21МН-004*	РП21МН-400	РП21МН-220

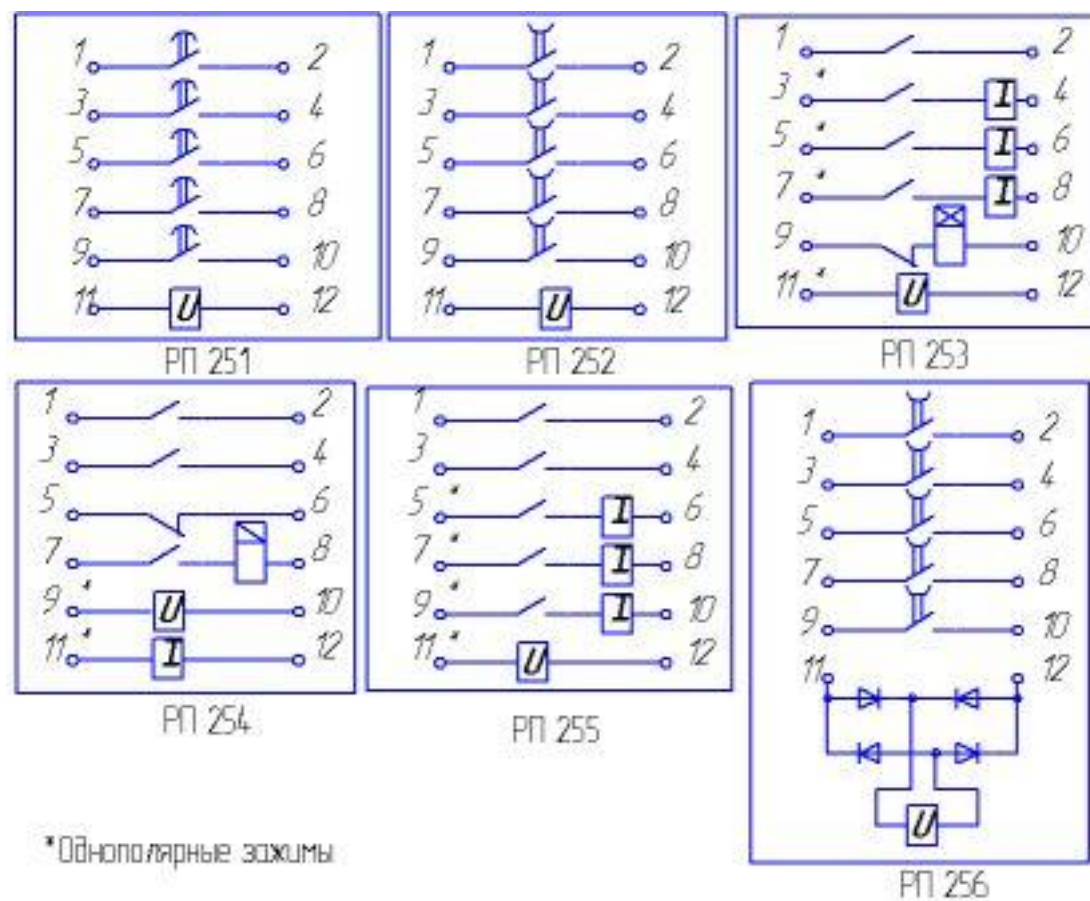
Реле промежуточные РП 251, РП 252, РП 253, РП 254, РП 255, РП 256

Реле данной серии активно применяют в качестве вспомогательных реле в цепях постоянного тока (РП 251, РП 252, РП 253, РП 254, РП 255) и переменного тока (РП 256) в следующих случаях:

- когда требуется создание выдержки времени при срабатывании (реле типа РП 251);
- когда требуется выдержка времени при отпускании (реле типа РП 252 и типа РП 256);
- когда требуется действие реле от напряжения и удерживание от тока (реле типов РП253 и РП255) либо действие реле от тока и удерживание от напряжения (реле типа РП 254).

Реле типа РП 254 работает с выдержкой времени на отключение, а реле типа РП 253 может срабатывать с замедлением либо без замедления на включение.

Подключение реле типа РП 256 к сети переменного тока осуществляют через выпрямительный мост встроенный в реле (сборка на печатной плате из 4 диодов).



Реле промежуточные двухпозиционные РП 8, 9, 11, 12

Реле промежуточные типов РП 8 и РП 11 предназначены для применения в цепях постоянного тока, реле типов РП 9 и РП 12 - в цепях переменного тока в качестве вспомогательных реле.

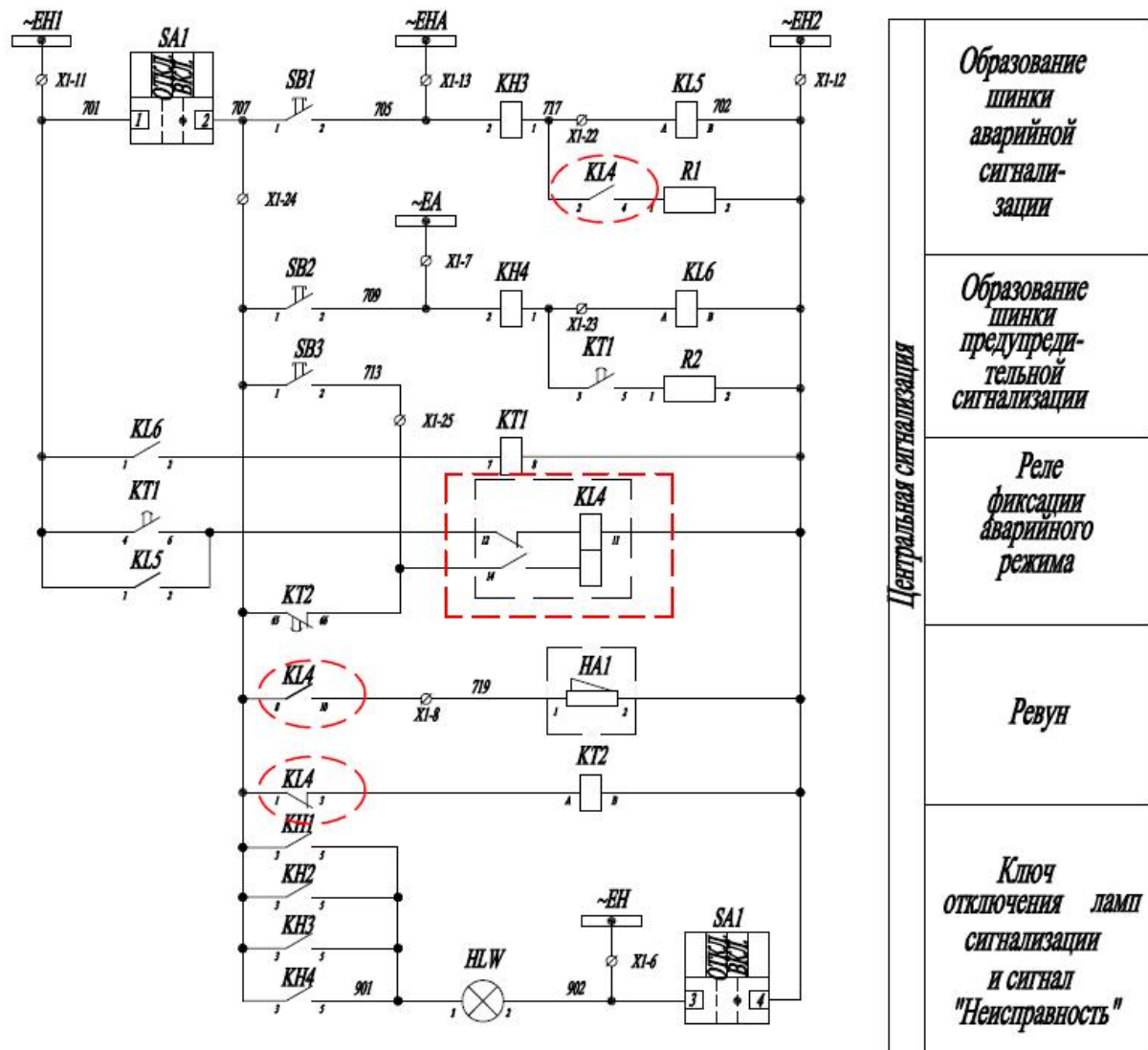
Реле выполнены на поляризованном принципе.

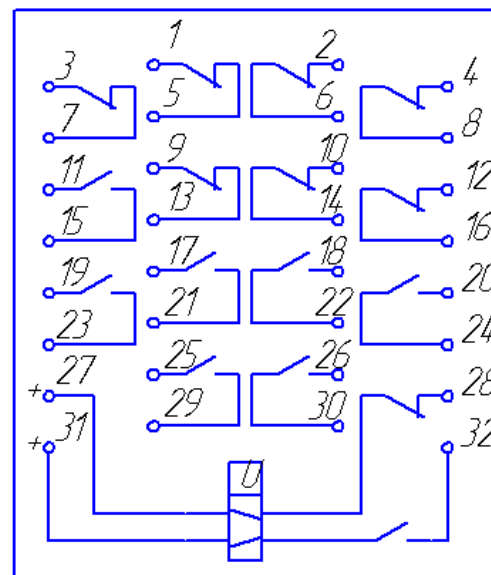
В реле типов РП 8, РП 11 при включении первой обмотки катушки якорь срабатывает в одном направлении, а при включении второй обмотки — в обратном направлении.

В реле типов РП 9, РП 12 срабатывание якоря в ту или другую сторону происходит при питании катушки за один определенный для каждого направления полупериод напряжения.

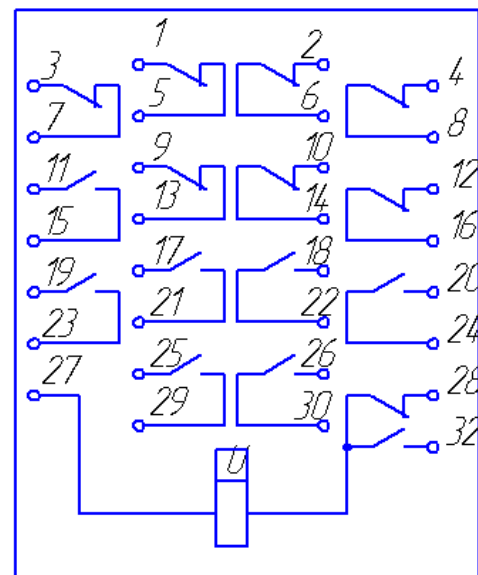


Пример использования реле РП12 в схеме центральной сигнализации
на переменном оперативном токе

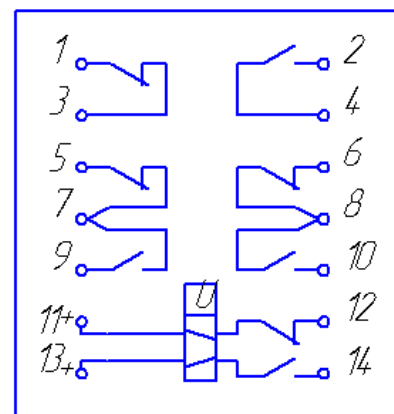




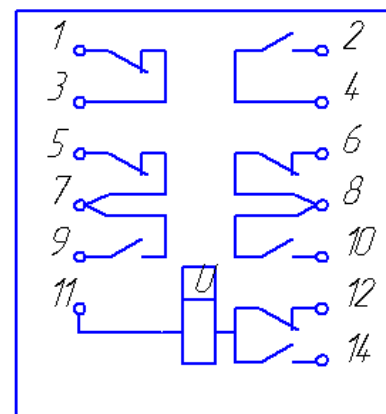
РП 8



РП 9



РП 11



РП 12

Указанные на рисунке цифровые обозначения выводов на цоколе реле не имеются

Рисунок 3 – Схемы электрические подключения реле типов РП 8, РП 9, РП 11, РП 12:

Указательные реле

Для фиксации факта срабатывания устройств релейной защиты и автоматики в схемах сигнализации используются специальные указательные реле, облегчающие анализ действия защит и определение характера повреждения.

В общем случае, указательные реле состоит из:

- флажка (блинкера) белого или красного цвета, выпадающего при срабатывании реле под действием груза, или сжатой пружины;
- механической защелки, удерживающей блинкер в несработанном положении;
- электромагнита, который при срабатывании освобождает механическую защелку, удерживающую блинкер; электромагнит не рассчитан на длительное протекание тока;
- две пары контактов (размыкающих или замыкающих), переключающихся при срабатывании реле.

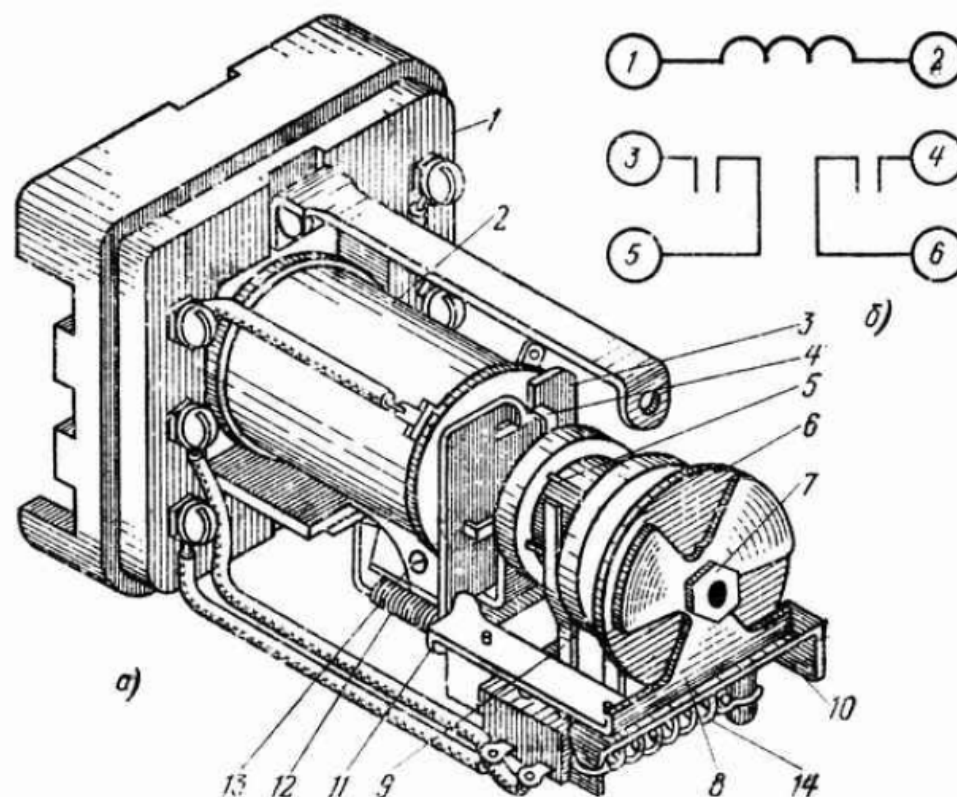
Конструкцией указательных реле предусматривается возможность, при необходимости, переделки контактов: замыкающих в размыкающие, или наоборот.



Рис. 18.1 Указательные реле.
Слева направо: РY-21, РY-1, РЗУ-11.

Для примера рассмотрим устройство и принцип работы указательного реле типа РУ-21. Общий вид реле и схема его внутренних соединений представлены на рис.

Электромагнит реле состоит из скобы 13, укрепленной на основании 1, катушки с сердечником 2, и якоря 3, удерживаемого в начальном положении противодействующей пружиной 12. К скобе электромагнита крепится скоба контактно-указательного устройства 8, на которой смонтирована колодка неподвижных контактов 9, пластмассовый барабан и устройство возврата барабана в начальное положение. На пластмассовом барабане укреплены зуб защелки 4, контактные мостики 5, и указательный диск (блинкер) с грузом 6. На указательном диске черной эмалью нанесены три сектора. В черной передней стенке скобы 8 имеются три секторных выреза, с которыми в нормальном положении реле совпадают черные сектора на указательном диске.



При срабатывании реле освобождается зуб защелки барабана. Под действием груза на указательном диске, барабан вместе с диском поворачивается (блинкер выпадает), контактные мостики замыкают (или размыкают) неподвижные контакты, а в вырезах черной передней стенки скобы 8 появляются светлые секторы указательного диска. Для наблюдения за положением указательного диска передняя стенка, или весь кожух, делается прозрачными.

После снятия тока, барабан реле может быть вручную возвращен в исходное положение (блинкер поднят) при помощи возвратного механизма, состоящего из планки 10, возвратной пружины 14 и поворотного рычага, смонтированного на кожухе реле. Для возврата сработавшего реле необходимо повернуть рукоятку рычага по часовой стрелке. При этом конец рычага давит на правый загиб планки 10, она перемещается, и специальным выступом возвращает барабан в исходное состояние. После снятия с рычага усилия, планка 10 под действием возвратной пружины возвращается в начальное положение.

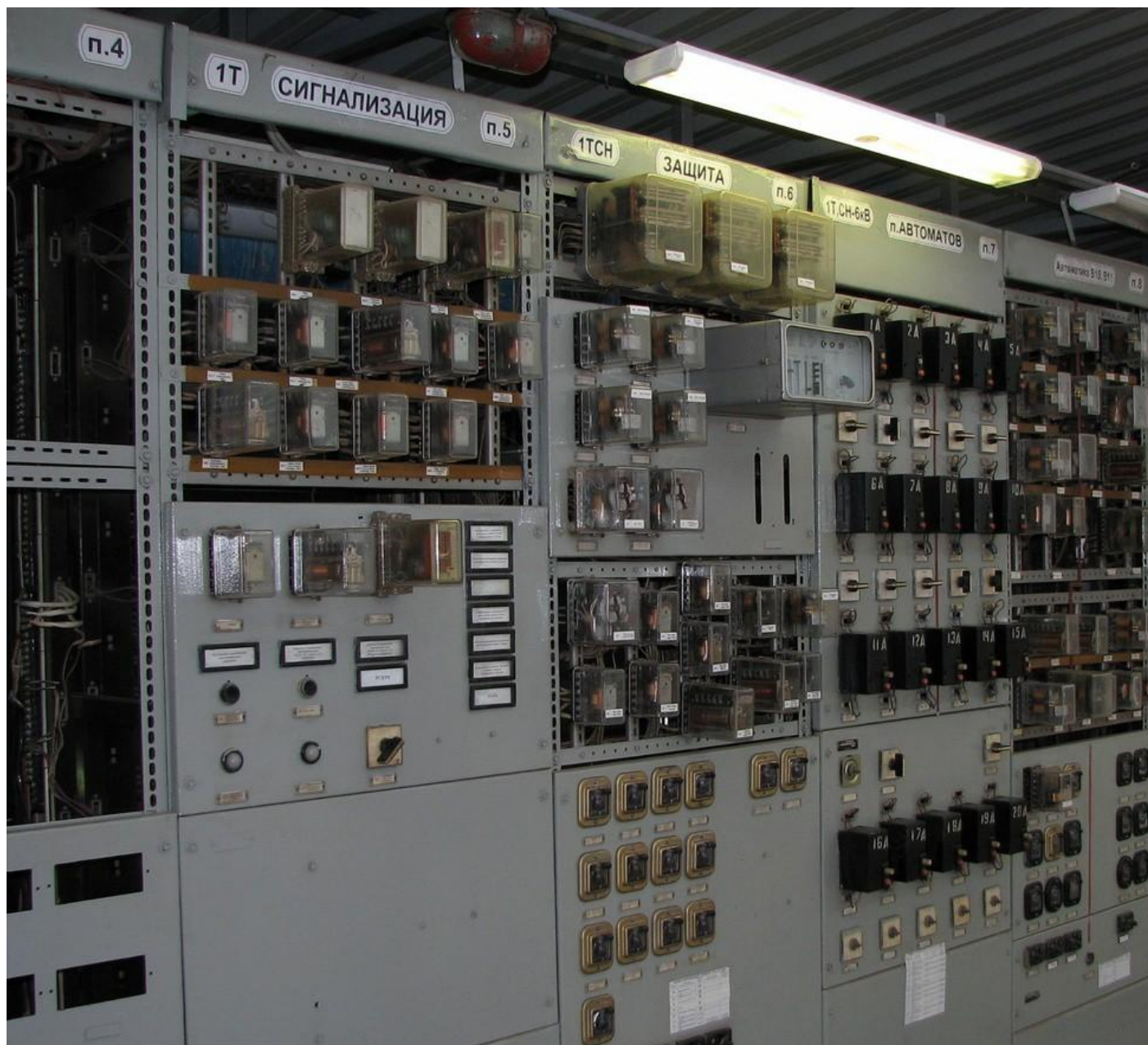
Установка на дверцах камер КСО 298



Установка в релейных шкафах



Установка на релейных панелях



Современные реле



- Реле времени

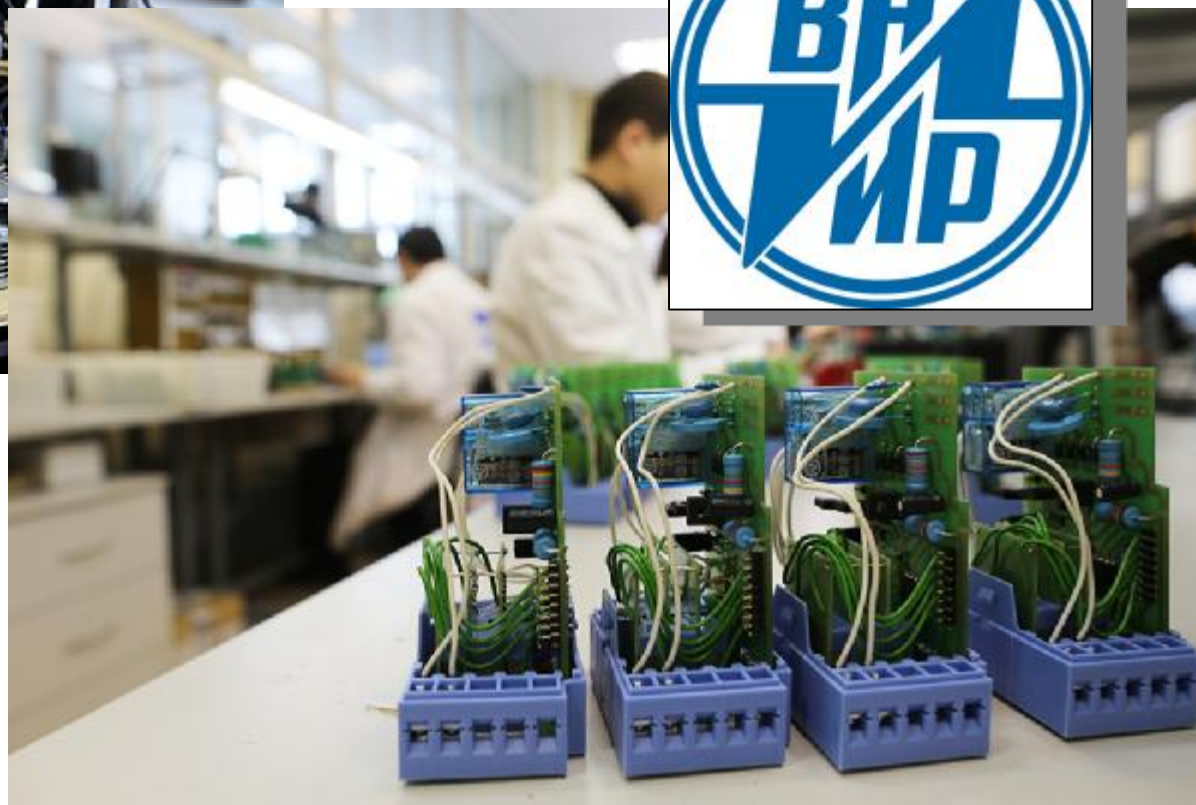
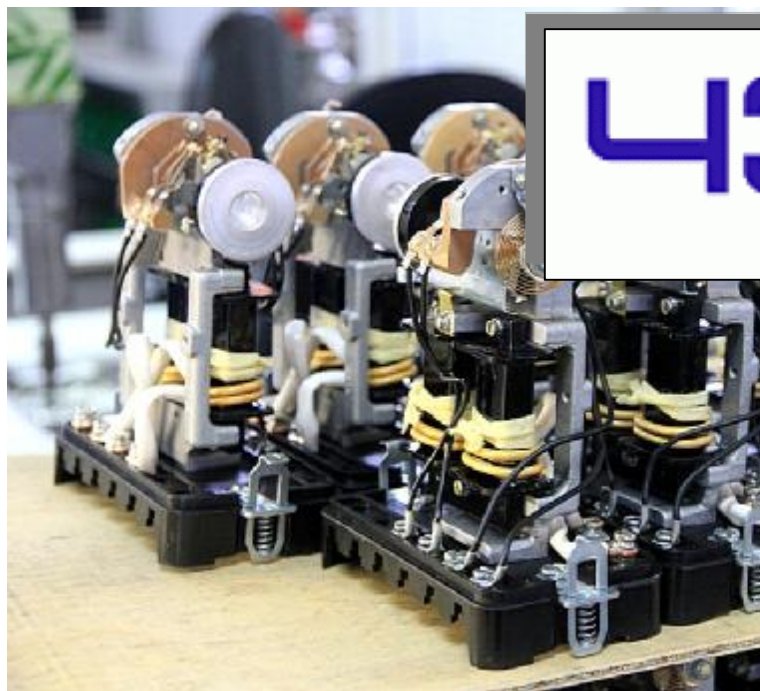
Реле тока и напряжения



- Реле промежуточные



Ведущие отечественные производители



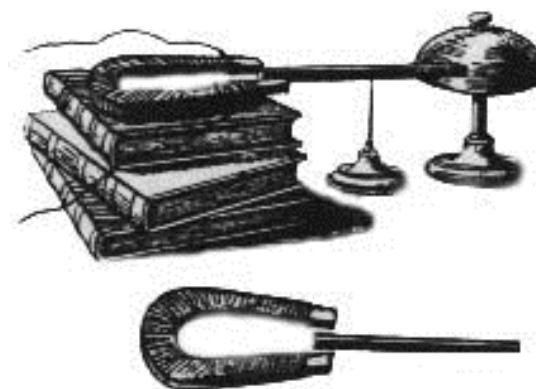
Ведущие зарубежные производители



История создания реле

Созданию первого реле предшествовало изобретение в 1824 г. Англичанином Стардженом **электромагнита** – устройства, преобразующего входной электрический ток проволоочной катушки, намотанной на железный сердечник, в магнитное поле, образующееся внутри и вне этого сердечника. Магнитное поле фиксировалось (обнаруживалось) своим воздействием на ферромагнитный материал, расположенный вблизи сердечника. Этот материал притягивался к сердечнику электромагнита.

Впоследствии эффект преобразования энергии электрического тока в механическую энергию *осмысленного перемещения* внешнего ферромагнитного материала (**якоря**) лег в основу различных электромеханических устройств электросвязи (телеграфии и телефонии), электротехники, электроэнергетики. Одним из первых таких устройств было **электромагнитное реле**, изобретенное американцем Дж. Генри в 1831 г.

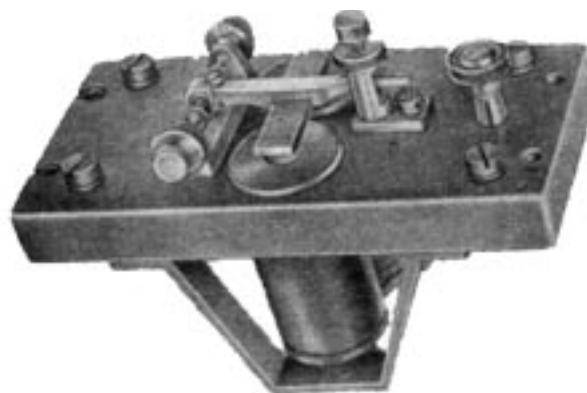


Первое реле

Следует отметить, что первое релейное устройство представляло собой **не коммутационное реле**. Электрический сигнал от внешнего источника после преобразования электромагнитом этого реле в магнитное поле приводил в движение якорь, который, перемещаясь, ударял по корпусу металлического колокола, вызывая звуковой сигнал.

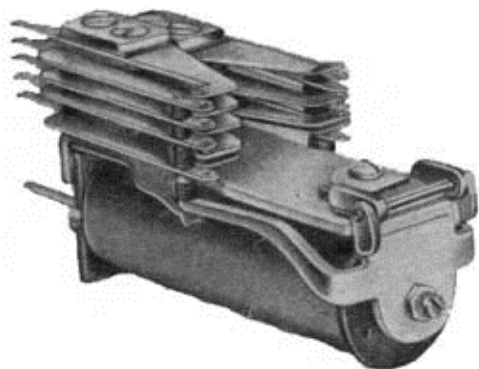
Очевидно, что электромагнит с внешним якорем лег в основу конструкции и первого **коммутационного реле**, использованного в телеграфном аппарате, построенном в 1837 г. Американским художником и изобретателем С. Бризом (Морзе), создавшим позднее к нему и код — азбуку Морзе. Аппарат Морзе представлял собой электромеханическое устройство, в котором передатчиком служил телеграфный ключ, а приемником электромагнит с подвижным сердечником, управляющий работой пишущего механизма. Кодовые электрические импульсы от приемника к передатчику передавались по длинным проводам и, поэтому, требовали усиления. Для усиления слабых импульсов тока Морзе, по совету Дж. Генри, использовал его электромагнитное реле, якорь которого уже воздействовал не на колокол, а на **подвижный электрический контакт**, подключающий батарею питания к приемному электромагниту синхронно с приходом сигнала Морзе. Таким образом, ослабленный импульс электрического тока усиливался и мог уже восприниматься приемным электромагнитом телеграфного аппарата или передаваться дальше. Усиление ослабленного тока с помощью устройства Дж. Генри напоминало *смену* (по-

английски: *relay*) уставших почтовых лошадей на станциях или передачу *эстафеты* (*relay*) уставшим спортсменом, что и послужило названием «**relay**» для устройств подобного рода. Поистине широкомасштабное промышленное применение и, как следствие этого, конструктивно-технологическое развитие электромагнитных реле началось после изобретения телефона и усовершенствования первых телефонных станций ручного обслуживания путем использования гнездо-шнуровых коммутаторов. Именно в таких коммутаторах американской фирмой Вестерн-Электрик впервые в 1878 г. было применено электромагнитное реле .



Одно из первых электромагнитных реле

Оно еще мало походило на последующие конструкции реле для телефонии, а больше напоминало телеграфный ключ. Широкое внедрение телефонии потребовало массового производства электромагнитных реле, конструкции которых были бы технологичны, дешевы и надежны в работе. Первоначальный тип таких реле имел круглый сердечник и Г-образный корпус, на котором крепились контакты и поворачивающийся на призматической опоре утяжеленный якорь, возвращающийся назад за счет своего веса. Вскоре для возврата якоря стали использовать



спиральную, а затем и плоскую возвратную пружину. Этот тип реле широко применялся в «шаговых системах» автоматических телефонных станций (АТС). Первые АТС были спроектированными в России в 1887 г. Ученым К. А. Мосцицким, а в США в 1890 г. Инженером Строуджером.

Реле середины XX века

