

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Національний гірничий університет»

Кафедра систем електропостачання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ
ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ РЗ – 2
«Вивчення пристроїв релейного захисту і автоматики
на електромеханічній елементній базі»
з дисципліни «Основи релейного захисту та автоматики »
для студентів напрямку підготовки
6.050701 «Електротехніка та електротехнології »

Дніпропетровськ
2013

Методичні вказівки до лабораторної роботи РЗ – 2 «Вивчення пристроїв релейного захисту і автоматики на електромеханічній елементній базі»
з дисципліни «Основи релейного захисту та автоматики » для студентів напрямку підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології »
/Упорядн.: В. Д. Трифонов, О.Р. Ковальов , Д. В. Трифонов,– Дніпропетровськ:
ДВНЗ НГУ, кафедра СЕП 2013. – 22 с.

Упорядники: В. Д. Трифонов, професор, О.Р. Ковальов, ст. викл.
Д. В. Трифонов, доцент,

Цель работы: изучение конструкции серийно выпускаемых основных измерительных реле защиты и автоматики на электромеханической элементной базе (тока, напряжения, мощности, сопротивления, частоты) и вспомогательных (логических) реле времени, промежуточных, указательных, поляризованных, герконовых; реле повторного включения.

В результате подготовки и выполнения лабораторной работы студент должен:

- знать типы и назначение реле защиты и автоматики; принцип действия и конструктивное выполнение реле; способы регулирования уставок реле и повышения коэффициента возврата; особенности работы реле и их характеристики; достоинства и недостатки, области применения;
- уметь выбрать реле по конструкции и схеме подключения, выставить уставки срабатывания и выполнить анализ характеристик реле.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Релейная защита и автоматика (РЗА) включает комплекс реле различного назначения, действующих по заданной программе. Преимущественное распространение в схемах РЗА получили электромеханические реле, выполненные, главным образом, на электромеханическом и индукционном принципах, а также поляризованные и магнитоэлектрические реле, включаемые в цепи переменного тока через выпрямители. Их применение, учитывая простоту, удобства в эксплуатации и обслуживании, достаточно высокую надежность, сохранится и ближайшие годы, особенно для простых защит в системах электроснабжения горных предприятий. Однако электромеханические реле имеют большие потребляемые мощности, низкую вибростойкость, зачастую сложную конструкцию, а в условиях запыленности, химически активной среды и других факторов - относительно малый срок службы, требуют периодического осмотра и проверки квалифицированным персоналом и др.

Поэтому с начала 60-х годов разработаны и внедряются более совершенные устройства на унифицированных полупроводниковых приборах (диодные, диодно-транзисторные и транзисторные логические схемы), что значительно расширило функциональные возможности и повысило техническое совершенство средств защиты и автоматики. В частности, на базе типовых транзисторных элементов единой серии

"Логика - Т" и "Логика - М" в схемах РЗА используются комплекты защит в виде самостоятельных конструктивных узлов - модули серии М, которые монтируются в кассетах, помещаемых в релейных отсеках шкафов КРУ и КРУН. В то же время применение в схемах РЗА транзисторной логики не снизило габаритов и массы устройств, а экономические показатели оказались недостаточно высокими. Кроме того, разработанные комплекты защит, фактически являлись транзисторными аналогами электромеханических реле и по этой причине обладают недостатками, присущими принципам, положенным в их основу, и не нашли приоритетного развития.

В последние годы в технике релейной защиты и автоматики внедряется проводниковая элементная база, которая служит переходной от электромеханических приборов и реле к более перспективным устройствам на интегральных микросхемах и микропроцессорным системам, значительно расширяющим не только технические и функциональные возможности средств РЗА, но и делает их более динамичными и надежными.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. **Электромеханические реле** составляют основу традиционной элементной базы релейной защиты и автоматики. Промышленностью выпускаются различные по принципу действия реле (электромагнитный, индукционный). Так, на электромагнитном принципе выполняются реле тока, напряжения, логические реле (времени, промежуточные, указательные др.).

Максимальные токовые реле. Распространение получили реле серии РТМ и РТВ прямого действия (мгновенные и с выдержкой времени) соленоидного типа, встраиваемые в грузовые и пружинные приводы выключателей, например приводы ВМП, ВМПП, ВММ, ППВ. Реле РТМ основано на электромагнитном принципе, имеют втягивающийся якорь (сердечник), который под действием собственного веса находится в нижнем положении. При токе в реле больше тока срабатывания якорь втягивается и ударяет по защелке выключателя, что приводит в конечном итоге к его отключению.

Реле РТМ выпускают в четырех вариантах с регулировкой тока срабатывания: РТМ - I (5; 7,5; 10; 15 А); РТМ - II (10; 15; 20; 25 А); РТМ - III (30; 40; 50; 60 А); РТМ - IV (75; 100; 125; 150 А, встраиваемые в приводы типа ПП-61, ПП-67). Ток срабатывания регулируется изменением воздушного зазора.

Реле прямого действия РТВ отличается от РТМ наличием механизма выдержки времени, которая создается с помощью часового механизма и регулируется в независимой части в пределах 0...4 с (рис. 1).

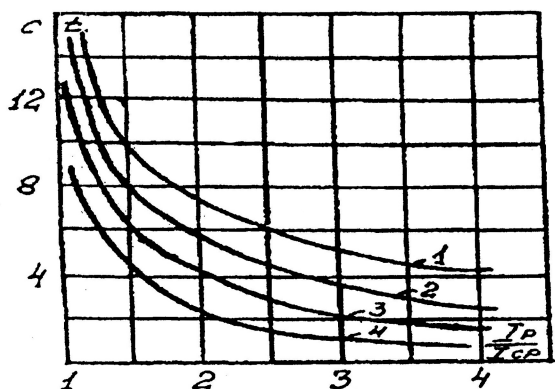


Рис.1 Характеристики реле тока РТВ

Ток срабатывания регулируется изменением числа витков обмотки с помощью поворотного переключателя в пределах 5..35А. Часто эти пределы бывают недостаточны и их расширяют путем присоединения ответвлений. Новые токи срабатывания для отпаяк, отличных от заводских, определяют, исходя из предположения постоянства ампер-витков срабатывания, т.е.

$$I_{\text{ср}} W = I_{\text{ср.мин}} W_{\Sigma} \quad \text{или} \quad I_{\text{ср}} = I_{\text{ср.мин}} (W_{\Sigma} / W) ,$$

где $I_{\text{ср.мин}}$ — минимальный ток срабатывания (5, 11 или 20 А);

W_{Σ} / W — отношение полного числа витков обмотки реле к числу витков соответствующей отпайки.

По заводским данным реле РТВ имеет погрешность в выдержке времени $\pm 0,3$ с при работе в независимой части характеристики. Эта погрешность возрастает в два-три раза при работе реле в зависимой части характеристики и при токе срабатывания достигает нескольких секунд.

Реле выпускают в 6 вариантах с токами срабатывания : РТВ-I и РТВ-IV (5;6;7,5;10А); РТВ -II и РТВ-V (10;12,5;15;17,5А); РТВ-III и РТВ-VI (20;25;30;35А), встраиваемые в приводы типа ПП-61, ПП-67.

Реле прямого действия имеют большое потребление мощности (порядка 50 В*А) и сравнительно низкий коэффициент возврата (0,5-0,8); переключатель витков сложен по своей конструкции и малонадежен в эксплуатации.

Реле тока типа РТ - 40 (РТ - 140) имеют П - образную магнитную систему с поперечным движением якоря. На полюсах магнитопровода расположены обмотки реле, которые можно соединить между собой последовательно или параллельно. Подвижная система реле состоит из Г - образного стального якоря, подвижного контакта и механического гасителя вибрации якоря. Положение якоря фиксируется упорами.

В качестве противодействия служит спиральная пружина, которая одним своим концом связана с осью подвижной системы, а вторым - с указателем уставки. Изменяя положение указателя уставки, можно плавно регулировать величину натяжения пружины и временно с этим противодействующие силы.

При протекании тока по обмотке реле электромагнитная сила будет стремиться притянуть якорь к полюсам электромагнита. Этому препятствует противодействующая сила, обусловленная усилием пружины и силой трения. При токе, равном или большем тока срабатывания, электромагнитная сила превысит противодействующую силу, якорь реле и связанный с ним подвижный контакт повернутся, замыкая неподвижный контакт. Подвижная система реле возвращается в начальное положение при снижении тока до величины тока возврата. Установленный заводом коэффициент возврата $K_{в}=0,85$.

Плавная регулировка тока срабатывания осуществляется изменением натяжения пружины указателя уставки. При перемещении указателя уставки из начального положения, отмеченного на шкале, в конечное ток срабатывания увеличивается в два раза. Шкала проградуирована в амперах для схемы последовательного соединения обмотки реле. При параллельном соединении уставки шкалы токи срабатывания удваиваются.

Диапазон выпускаемых реле РТ-40 (РТ-140) по исполнению широк (РТ-40/0,2.. . РТ-40/200).

Реле напряжения РН - 50 по конструкции мало отличается от реле РТ-40. Обмотки реле, постоянно находящиеся под напряжением, включаются в схему через двухполупериодный выпрямительный мост, в цепь которого вводится один или два добавочных резистора. Выпрямленный ток имеет пульсирующий характер. Однако индуктивность обмотки реле резко уменьшает эту пульсацию, тем самым сглаживается пульсация электромагнитной силы, и вибрация якоря практически отсутствует. Поэтому, в отличие от реле тока, реле напряжения не имеет механического гасителя вибрации якоря.

Шкала реле проградуирована при включении на вход измерительного моста только одного резистора; уставки реле регулируются изменением натяжения пружины. Чтобы получить шкалу уставок, вдвое больше, необходимо включить оба резистора.

В эксплуатации находятся реле серии РН-53/60... РН-53/400 и РН- 4/48...РН-54/320. Коэффициент возврата составляет не ниже 0,8 у реле максимального напряжения РН-53 и не выше 1.25 у реле минимального напряжения РН-54. Кроме рассмотренных, выпускаются реле максимального напряжения повышенной термической устойчивости типа РН-53/60Д, реле напряжения постоянного тока типа РН-51 и специальные реле переменного тока, а также реле с повышенным коэффициентом возврата 0,95 типа РН-58.

Электромагнитные токовые реле с быстронасыщающимся трансформаторами (БНТ) применяют для выполнения дифференциальных защит элементов и оборудования систем электроснабжения (генераторов, трансформаторов, шин и др.). Они состоят из смонтированных в общем корпусе реле типа РТ-40, специального БНТ и резисторов (рис.2).

Ток из рабочей обмотки Р непосредственно трансформируется во вторичную обмотку В, а также через коротко замкнутые обмотки К1 и К2 путем двойной трансформации подается на токовое реле КА.

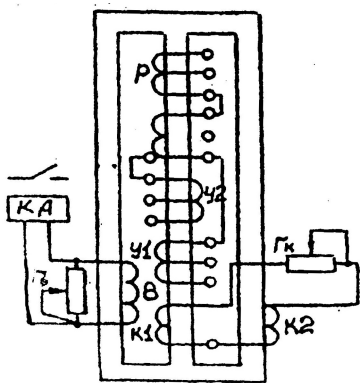


Рис.2 Принципиальная схема включения реле РНТ-565 с БНТ

На среднем стержне БНТ этого реле расположены уравнивательные обмотки У1, У2 используемые в дифференциальной защите защищаемых объектов. Настройка и регулирование тока срабатывания реле осуществляется переменными резисторами $r_в$ и $r_к$. При включении токовых реле через БНТ они становятся нечувствительными к токам намагничивания, например силовых трансформаторов при включении их на напряжение и к токам небаланса, возникающим в начальный момент короткого замыкания (КЗ), что позволяет повысить чувствительность защиты. Все обмотки, кроме вторичной В, имеют

ответвления для изменения числа включенных витков.

Выпускаются реле типов РНТ-565 (566, 567), ДЗТ-11 (13, 14) ДЗТ-21 (23). Ток срабатывания этих реле в зависимости от типа включения и витков рабочих и уравнивательных обмоток изменяется в диапазоне 0,34...20 А.

Электромагнитные логические реле. К ним относятся реле времени, промежуточные, указательные, герконовые, поляризованные.

Реле времени (РВ) служат для производства дополнительных операций при воздействии на них основных реле косвенного действия, т. е. создают независимые от тока выдержки времени в различных схемах защиты и автоматики. Принцип действия этих реле электромагнитный; выпускаются на постоянный ток (РВ-112...РВ-144), напряжением 24, 48, 110 и 220 в и переменный ток (РВ-215...РВ-248) напряжением 100, 127, 220 и 380 в. Реле имеют различные группы контактов, способные коммутировать цепь постоянного тока 1 А мощностью 100 Вт или цепь переменного тока 5 А мощностью $500 \text{ В} \cdot \text{А}$ и напряжением 24...250 В.

В схемах РЗА широко применяют моторные токовые реле времени типа РВМ-12 и РВМ-13 на переменном оперативном токе с диапазоном регулирования: 2,5 А - при последовательном и 5 А при параллельном соединении обмоток. Потребляемая реле мощность при токе $2 \cdot I_{\text{ср}}$ не превышает $10 \text{ В} \cdot \text{А}$; максимальная выдержка времени 4 с - для реле РВМ-12, 10 с - для реле РВМ-13.

Промежуточные реле (РП) в схемах РЗА используются как вспомогательные для коммутации электрических нагрузок и размножения контактов основных реле и выпускаются для цепей постоянного и переменного тока напряжением 12...220 В. Часть промежуточных реле имеют одну или несколько удерживающих обмоток, различное количество контактов. Наиболее широко сейчас применяют реле типов РП-3...РП-342 в цепях постоянного тока и РП-9... РП-341 - переменного тока.

Указательные реле (РУ) служат для фиксации и последующей расшифровки происшедших автоматических операций и выпускаются на постоянном и переменном токе в виде малогабаритных сигнальных устройств серии ЭС-41 и блоков типа БРУ - 4.

Герконовые реле (РГ) имеют магнитоуправляемые контакты. Они получили распространение во всех областях защиты и автоматики, и по сравнению с открытым контактом, герметизированный (геркон) обладает повышенной надежностью, вследствие независимости коммутационного процесса от внешней среды и длительным

сроком службы (механическая прочность, износоустойчивость) в условиях повышенной частоты включений.

Основными элементами герконового реле являются заполненная инертным газом стеклянная колба 1 с впаянными в нее пружинящими пластинами из ферромагнитного материала 2 и обмотка 3 (рис. 3). Пластины одновременно служат магнитопроводом, подвижными частями реле и контактными пружинами. В нормальном режиме пластины разомкнуты и цепь управления разорвана. Ток в обмотке вызывает магнитный поток Φ , проходящий по пластинам. Он создает электромагнитную силу, стремящуюся притянуть пластины друг к другу. Если она превышает механические силы упругости пластины, управляемая цепь замыкается.

Герконовые реле не требуют настройки и регулировки, имеют малое время срабатывания ($t_{cp} \sim 0,001$ с.), высокую износоустойчивость при небольших нагрузках, малые размеры, достаточную чувствительность. По времени срабатывания и отпущения, габаритам, стойкости в отношении вибрации, ударным нагрузкам и другим внешним факторам эти реле приближаются к полупроводниковым устройствам, в то же время они свободны от ряда их недостатков (гальванические связи между управляющей и исполнительной цепями, собственные шумы, паразитные эдс и др.). В то же время у герконовых реле контакты подвержены залипанию, т. е. наблюдается отказ в срабатывании размыкающих или в возврате замыкающих контактов (требуется предварительная тренировка герконов); имеют малую величину коммутируемых токов; небольшое число контактных групп в колбе и др. Промышленностью выпускаются герконовые реле типов РЭС-40, РЭС-50, РПГ-5 и МКС-52201.

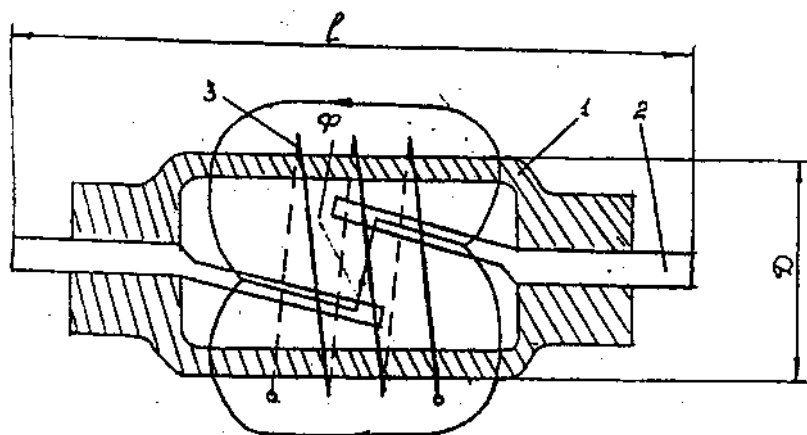


Рис.3 Устройство герконового реле

Поляризованные реле (РП) характеризуются наличием двух независимых магнитных потоков: поляризирующего, создаваемого постоянным магнитом, и рабочего, создаваемого током, протекающим по обмоткам реле. Реле срабатывают при определенной полярности рабочего напряжения и применяются в цепях только на постоянном токе. При подаче переменного тока якорь реле будет попеременно притягиваться то к правому, то к левому полюсу электромагнита, т. е. вибрировать с частотой приложенного напряжения.

Поляризованные реле обладают тремя видами настройки контактов: нейтральной, с преобладанием и трехпозиционной (рис. 4). Распространение получили реле типов: РП - 4 с нейтральной настройкой контактов, РП - 5 с трехпозиционной настройкой и РП - 7 с настройкой "на преобладание" благодаря высокой чувствительности, быстродействию и малому потреблению мощности. Так, реле РП-4 и РП-5 имеют мощность срабатывания 0,01...0,15 мВт, реле РП - 7,5...1 мВт. Время срабатывания составляет у реле РП-4 и РП-7 порядка 5 мс (0,005 с) и у реле РП-5 - 10... 15 мс.

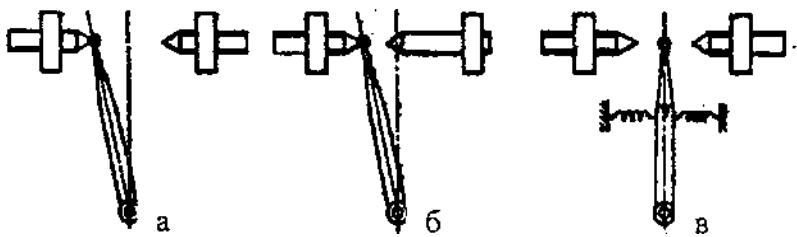


Рис.4 Виды настройки контактов поляризованного реле: а - нейтральная; б-с преобладанием; в - трехпозиционная.

2. Индукционные реле - устройства принцип действия которых основан на взаимодействии магнитных потоков, создаваемых обмотками реле при протекании по ним тока, и магнитных потоков, вызванных появлением индуктированных токов в подвижном не магнитном проводящем элементе (диске, барабане и тд.).

Они применяются только в цепях переменного тока (токовые реле с зависимой характеристикой выдержки времени, реле направления мощности и реле частоты).

В релейной защите широко распространены токовые реле типа РТ-80 И РТ-90(рис. 5,а), состоящие из двух элементов: индукционного и диском, обеспечивающего ограниченно- зависимую характеристику выдержки времени, и электромагнитного , создающего «отсечку» при больших кратностях тока в обмотке реле. Оба элемента используют одну общую магнитную систему.

Индукционный элемент состоит из электромагнита 1 с короткозамкнутыми витками 2 и алюминиевого диска 3, ось которого находится в подшипниках 4, установленных на

рамке 5. Рамка поворачивается на осях 6 и пружиной 7 удерживается в крайнем положении, т. е. прижатой к упору 8. На ось диска насажен червяк 9. В крайнем положении рамки сегмент 10, имеющий червячные зубья, находится вне зацепления с червяком, и контакты 11 реле разомкнуты.

Электромагнитный элемент состоит из ярма электромагнита 15 и стального якоря 16, через которые замыкается часть потоков рассеяния электромагнита и регулировочного винта 18. Общими для обоих элементов являются обмотка 19 с ответвлениями, выведенными на контактную колодку с двумя контактными винтами 17 и контакты реле 11.

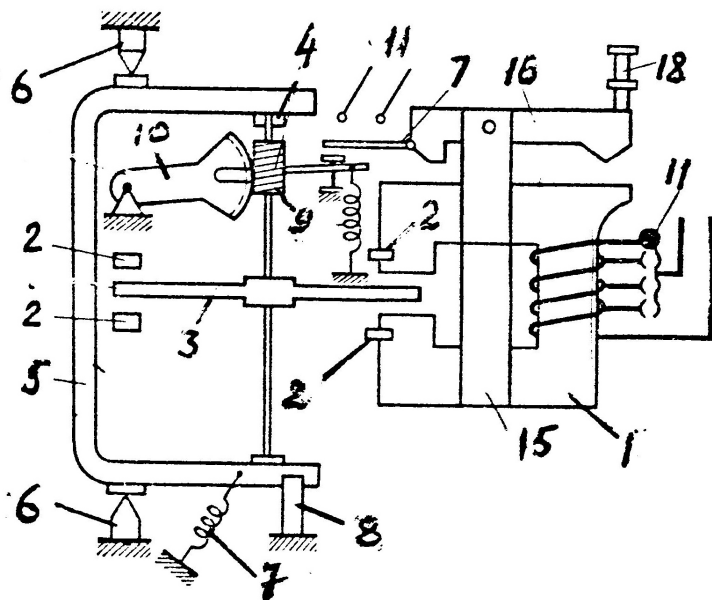
При протекании по обмотке реле тока, равного 20-30% тока уставки, диск медленно вращается, причем его скорости препятствует тормозной момент, создаваемый постоянным магнитом 12. Под действием электромагнитного момента, создаваемого током реле, равным или большим тока срабатывания, рамка поворачивается, червяк входит в зацепление с зубьями сегмента, начинает постепенно подниматься, преодолевая усилие пружины 13, и специальной планкой 14 замыкает контакты реле. Чем больше ток реле в обмотке электромагнита, тем быстрее вращается диск и с меньшей выдержкой времени замкнутся контакты реле. При протекании по обмотке реле больших токов ($I_p \geq 4 \cdot I_{ср}$) достаточных для притяжения якоря электромагнитного элемента к магнитопроводу, реле будет срабатывать мгновенно. Временная характеристика реле показана на (рис.5, б.)

Таким образом, электромагнитный элемент может действовать или совместно с индукционным, или самостоятельно, как бы отсекая часть характеристики реле при больших токах. Поэтому электромагнитный элемент называют отсечкой. Отношение токов срабатывания электромагнитного и индукционного элементов (кратность отсечки) находится в пределах 2...8.

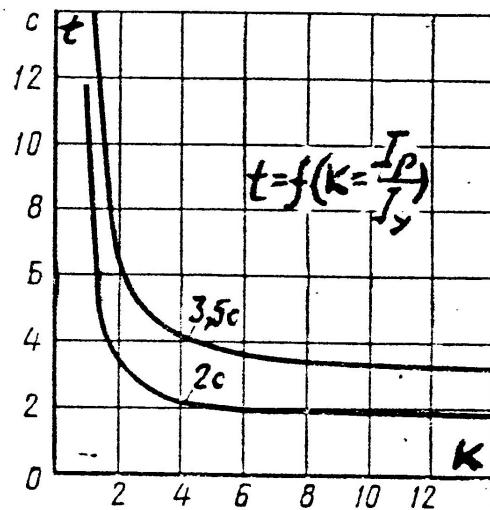
Ток срабатывания индукционного элемента регулируется путем изменения числа витков обмотки перестановкой "контактного винта 17 на контактной колодке; ток срабатывания электромагнитного элемента регулируется также изменением количества витков обмотки (одновременно с индукционным элементом) и регулировочным винтом 18. Коэффициент возврата индукционного элемента равен 0,65, а электромагнитного - 0,4...0,5.

Распространение получили следующие реле серии РТ-80 и РТ-90: реле типов РТ- 81,

РТ-82, РТ-83, РТ-84, РТ-85, РТ-86, РТ-91, РТ-95, различающиеся видом и количеством контактов, оперативным током, пределами регулирования выдержки времени и тока срабатывания в зависимости от номера серии реле. Так, например для реле типа РТ-81/1 (нечетный номер серии) выдержка времени регулируется в пределах 0,5...4 с, а ток срабатывания - 4... 10А; для реле типа РТ-84/2 (четным номером серии) диапазон регулирования времени срабатывания составляет 4... 16 с, а тока срабатывания - 2...5 А.



а



б

Рис.5 Индукционное реле тока типа РТ-80(а) и его характеристика срабатывания (б).при различных уставках времени срабатывания

Индукционное реле мощности (РМ) реагирует на величину и направление мощности, подведенной к двум его обмоткам: одна из них подключается к трансформаторам тока ТА и обтекается вторичным током I_p , а вторая - к трансформатору напряжения TV и обтекается током $I_{ном}$, пропорциональным напряжению на зажимах обмотки (рис. 6,а). Каждый из токов создает магнитный поток Φ_i и Φ_u . Поскольку один из магнитных потоков пропорционален току I_p , а второй - напряжению U_p , то вращающий момент, возникающий на подвижной части (барabanчике) реле KW, оказывается пропорциональным мощности на зажимах реле, а его направление (знак) зависит от направления этой мощности.

где θ - электрический угол между магнитными потоками Φ_i Φ_u (рис.6,б);

а - внутренний угол реле между U_p и I_n определяемый соотношением активного и

реактивного сопротивления цепи напряжения (обмотка напряжения, внешние сопротивления, конденсаторы); α - угол сдвига между U_p и I_p , определяемый параметрами сети и схемой включения реле.

В этой формуле $I_p \cdot U_p \cdot \sin(\alpha - \varphi_p) = S_p$.

В эксплуатации находятся реле направления мощности двух основных типов: РБМ-171, РБМ-177. РБМ-178 одностороннего и РБМ-271, 277 и РБМ-278 двухстороннего действия

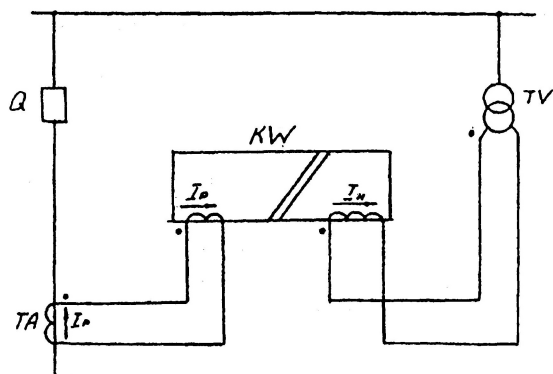


Рис.6,а Принципиальная схема включения индукционного реле мощности

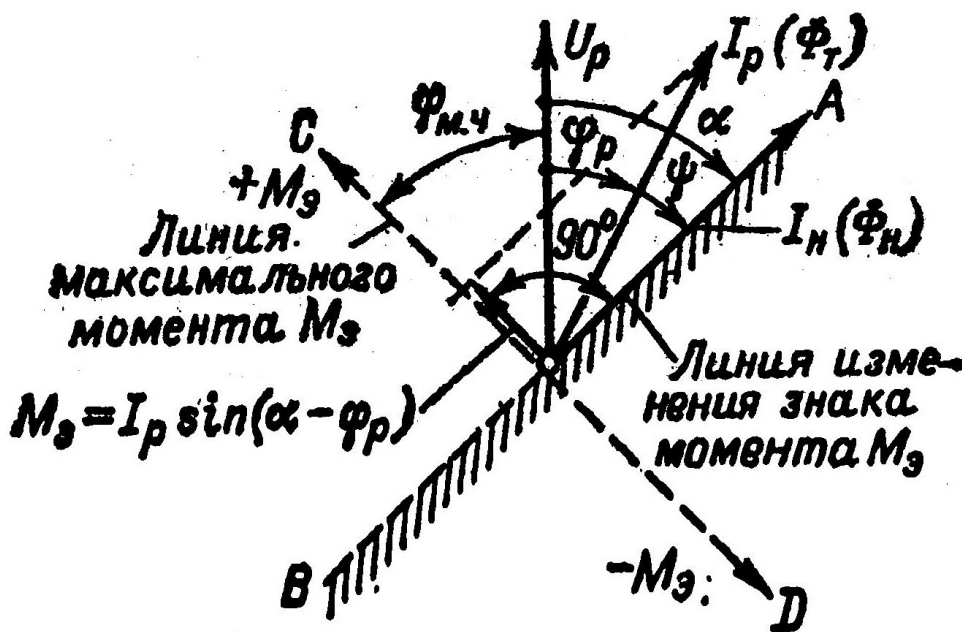


Рис.6, б Векторная диаграмма индукционного реле

Реле сопротивления - омметры, обладающие направленностью действия с электрическим суммированием ЭДС, пропорциональных U_p и I_p . Реле реагирует на отношение $U_p / I_p >$ определяющее некоторое фиктивное комплексное сопротивление

Z_p , которое в условиях срабатывания определяется как:

$$Z_p = K_2 / K_1 = \cos(\varphi_p - \alpha)$$

где K_1, K_2 - коэффициенты пропорциональности;

φ_p - угол между U_p и I_p ;

α - внутренний угол реле.

На практике используют реле типа КРС для выполнения дистанционных защит линий электропередачи.

Реле частоты, как и реле направления мощности, выполняется на четырехполюсной магнитной системе (рис. 7, а). Вращающий момент также пропорционален синусу угла сдвига фаз между магнитными потоками. При этом обмотки реле при изменении частоты действуют как частотно-зависимые цепи. У реле частоты обмотки образуют два контура, соединенные параллельно: первый контур состоит из четырех последовательно включенных обмоток 1 и конденсатора С, а второй контур образуется двумя обмотками 2 и резистором R. Оба контура реле подключаются к напряжению U_p . В первом контуре проходит ток I_1 а во втором - ток I_2 . Ток I_1 смещен по фазе относительно напряжения U_p на угол φ_1 , а ток I_2 - на угол φ_2 ; фазовые сдвиги φ_1 и φ_2 токов I_1, I_2 в обмотках реле являются различными функциями частоты f , т. е.

$$\varphi_1 = \arctg\left(\frac{X_1}{R_1}\right) = \arctg\left[\frac{(\omega \cdot L_1 - \frac{1}{\omega \cdot C})}{R_1}\right],$$

$$\varphi_2 = \arctg\left(\frac{X_2}{R_2}\right) = \arctg\left[\frac{(\omega \cdot L_2 - \frac{1}{\omega \cdot C})}{R_2}\right],$$

где, L_1, L_2, R_1, R_2 - индуктивности и активные сопротивления реле.

Сопротивления контуров подбирают так, что для некоторого значения частоты (рис. 7, б) и $M_{вр} = 0$, контакты реле были разомкнуты, а подвижная часть реле удерживалась в начальном положении пружиной и постоянным магнитом. Благодаря последнему достигается четкая работа реле и надежное замыкание контактов без искрения и вибрации.

При частоте $f_1 < f_{ср}$ реле срабатывает, так как векторы магнитных потоков Φ_1 и Φ_2 смещаются друг относительно друга: при понижении частоты сопротивление X_1 а следовательно, и угол φ_1 , уменьшаются в большей степени, чем сопротивление X_2 , угол φ_2 и магнитный поток Φ_1 начинает опережать по фазе поток Φ_2 (рис. 7, в). $M_{вр} < 0$ - угол между

потоками $\psi = \psi_2 - \psi_1 > 0$, поэтому реле срабатывает.

При частоте $f_1 \gg f_{cp}$ реле не срабатывает, поскольку возрастание частоты приводит к увеличению сопротивления X_1 и X_2 . Однако, как это следует из зависимостей ψ_1 и ψ_2 , сопротивление и угол X_1 и ψ_1 увеличиваются в большей степени, чем сопротивление X_2 и угол ψ_2 , поток Φ_1 начинает отставать от потока Φ_2 (рис.7,г). Угол между потоками $\psi = \psi_2 - \psi_1 > 0$, поэтому появляется отрицательный момент $M_{вр} < 0$, действующий в сторону размыкания контактов.

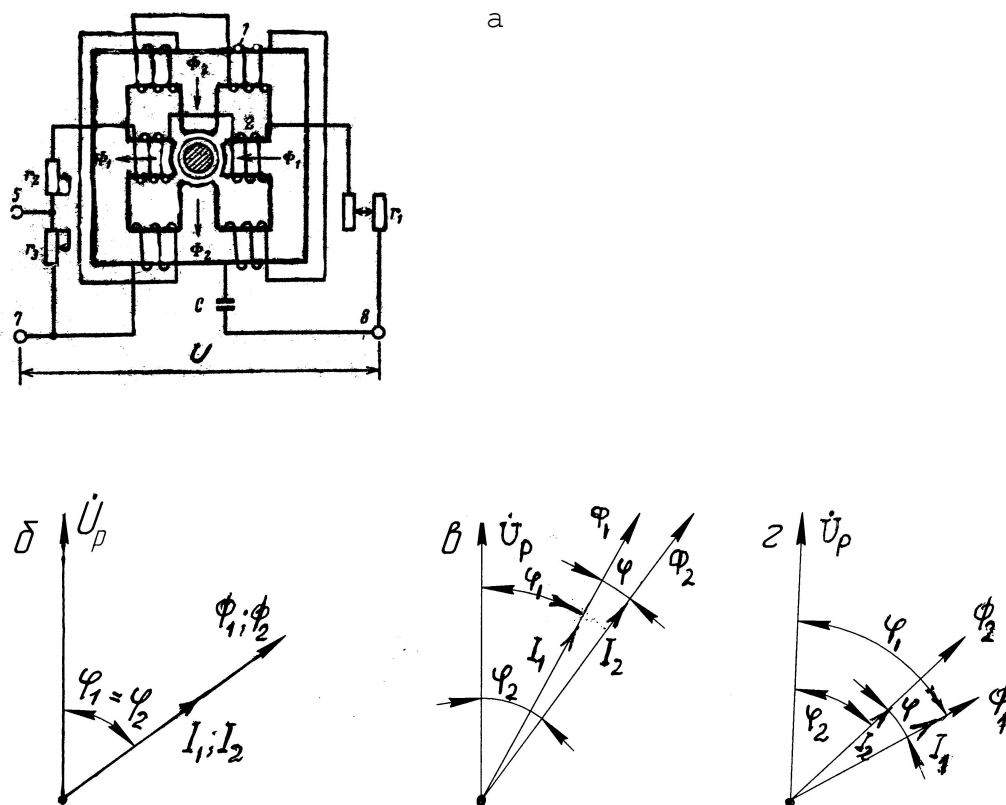


Рис. 7 Схема (а) и векторные диаграммы (б,в,г) индукционного реле частоты.

В эксплуатации находятся реле типов ИВЧ-3. ИВЧ-01. Однако они имеют некоторые недостатки, такие как возможность ложного срабатывания при резких изменениях подведенного к реле напряжения, а при напряжении $U_p < 0,2U_{ном}$ реле не действует. Оно потребляет мощность $P = 10$ ВА.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомление с паспортными данными и конструкцией имеющихся в лаборатории опытных образцов реле, в связи с чем необходимо выяснить:

- а) типы реле и их паспортные данные;
- б) принцип действия реле и их основные элементы;
- в) связь между направлением вращения диска реле и принятым расположением короткозамкнутых витков на магнитопроводе;
- г) основные характеристики используемых реле;
- е) достоинства, недостатки и области применения изучаемых реле.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Электромеханические реле

1. В каких устройствах и аппаратах применяют первичные реле прямого действия, вторичные реле прямого действия и первичные реле косвенного действия?
2. Как регулируется ток срабатывания в реле РТМ?
3. В чем преимущество и недостатки реле прямого действия и первичных реле?
4. Дайте классификацию реле защиты и автоматики.
5. Каково назначение короткозамкнутых витков на магнитопроводе электромагнитных реле?
6. Чем обусловлена зависимость времени срабатывания электромагнитных реле от кратности тока в обмотке по отношению к току срабатывания?
7. Какими способами регулируется ток и напряжение срабатывания реле типов РТ-40 и РН-50?
8. Физический смысл коэффициента возврата K_v и способы его повышения. Зависит ли K_v реле от момента возвратной пружины?
9. Различие в конструкциях магнитных систем реле переменного и постоянного тока. Какие существуют способы регулировки коэффициента возврата реле РТ-40?
10. Электромагнитные реле переменного тока (например РТ-40) и напряжения (например РН-50) имеют каждое по две секции обмотки с одинаковым количеством витков в каждой секции. Как изменяется ток срабатывания (в одном случае) и напряжение срабатывания (в другом случае), если секции будут включены параллельно или последовательно? Приведите основные характеристики указанных реле?
11. Будет ли разница в работе токового реле РТ-40, если в одном случае секции обмотки будут включены параллельно, в другом случае будет включена только одна секция, а вторая разомкнута и в третьем случае будет включена одна секция, а вторая замкнута накоротко?

12. Коэффициент возврата реле и способы его улучшения.

13. Каковы причины появления вибрации якоря контактов электромагнитных реле переменного тока? Меры по уменьшению вибрации контактов у реле типов РТ-40 и РН-50?

14. Допустимо ли обмотки реле тока РТ-40 включать между собой встречно-последовательно? От чего зависит коэффициент возврата у реле РТ-40?

15. В реле РН-50 с уставкой срабатывания 30 В две секции обмотки ошибочно включены параллельно, но разными полярностями. Как будет действовать реле, если напряжение на выводах реле будет равно 60 В?

16. Поясните, почему у реле типа РТ-40 электромагнит набран шихтованным железом с изоляцией пакетов относительно друг друга?

17. Почему для максимальных реле (тока, напряжения) коэффициент возврата меньше единицы, а для минимальных реле - больше единицы?

19. Почему с увеличением кратности тока в обмотке реле по отношению к току уставки у максимальных реле уменьшается время срабатывания?

20. Когда время срабатывания электромагнитных реле больше при работе реле на размыкание или замыкание? Объясните причину.

21. В чем преимущество реле, имеющих большой коэффициент возврата, по сравнению с реле, имеющими малый коэффициент возврата?

22. Объясните диаграмму электромагнитных и механических сил при срабатывании и возврате токового реле.

Электромагнитные реле

1. У реле времени с часовым механизмом ошибки времени действия зависят от диапазона шкалы и не зависят от уставки по шкале. Объясните принцип этого явления. Что такое разброс времени срабатывания?

2. В каких схемах применяются промежуточные реле с токовой рабочей обмоткой и удерживающей обмоткой напряжения и в каких схемах применяются реле с рабочей обмоткой напряжения и токовой удерживающей обмоткой? Назначение удерживающих обмоток?

3. Как устроено и работает поляризованное реле? Какие виды нагрузки реле вы знаете?

4. Как устроены и работают герконовые реле? Приведите их характеристику.

5. Для чего применяются промежуточные реле? Какие из них наиболее распространены? Каковы конструктивные отличительные особенности промежуточных реле постоянного и переменного тока?
6. Почему токовая обмотка реле направления мощности РБМ расположена на полюсах, а обмотка напряжения - на ярме магнитопровода?
7. Почему у реле РБМ применяется барабанчик, а не диск?
8. Что такое "мертвая" зона реле мощности и в каких случаях она может быть? Приведите основные соотношения для ее определения.
9. С какой целью определяется угловая характеристика реле мощности? Что такое угол максимальной чувствительности? Способы его регулировки.
10. Объясните явление самохода реле и укажите причины его возникновения. Как устраняется самоход реле?
11. Чем обеспечивается быстрота действия реле мощности индукционного типа? С какой целью указывается маркировка генераторных (однополярных) выводов обмоток реле?
12. Роль короткозамкнутых витков на магнитопровode реле РТ-80? Каково назначение электромагнитного устройства и как регулируется ток срабатывания токовой отсечки этого реле?
13. Когда время действия реле РТ-80, работающего в зависимой части характеристики, больше - при включенной или выведенной отсечке? Коэффициент возврата реле РТ-60 и способы его улучшения.
14. Характеристики реле РТ-80 $t=f(I_p/I_{cp})$ при введенной и выведенной отсечке изменяются? В чем причина этого изменения? Регулирование тока срабатывания электромагнитного элемента реле РТ-80.
15. Способы регулирования величины тока срабатывания реле РТ-80. Как выбирается ток срабатывания реле и обеспечивается зависимая часть характеристики реле РТ-80?
16. Почему характеристики реле РТ-80, заданные кривыми $t=f(I_p/I_{cp})$ сохраняются постоянными при одной и той же кратности тока в цепи обмотки для различных величин уставок I_{cp} ?
17. Электромагнитная сила и момент индукционного реле типа РТ-80. Чем достигается ограниченно-зависимая характеристика в реле РТ-80? Как производится регулировка времени действия реле в независимой части характеристики?

18. Объясните, как получается ограниченно- зависимая характеристика и как происходит действие токовой отсечки реле РТ-80?
19. Каким образом при использовании реле РИТ-565 производится отстройка« защиты от бросков намагничивающего тока?
- 20Как настроить реле РНТ-565 на минимальный и максимальный токи срабатывания?
Чем определяются числа витков дифференциальной и уравнительной обмоток?
- 21). Функции каких реле выполняет индукционное реле тока типа РТ-80?

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. - М. : Высш. шк;. 2006.-639с.
2. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. - М. :Высш.шк.. 1991.С.43-65.
3. Беркович М.А. Молчанов В.В. , Семенов В.А. Основы техники релейной защиты. - М. :Энергоатомиздат, 1964. С. 51-67.
4. Кривенков В.В., Новелла В. Н. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. - М. :Энергоиздат, 1981, С. 67-61.
5. Федосеев А.М. Релейная защита электроэнергетических систем. -М.: Энергоатомиздат, 1984, С. 221-228.
6. Чернобровов Н.В. Релейная защита. -М.: Энергия, 1974, С 26-67.

Упорядники:
В. Д. Трифонов, професор
О.Р. Ковальов, ст. викл
Д. В. Трифонов, доцент

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ
ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ РЗ – 2
«Вивчення пристроїв релейного захисту і автоматики
на електромеханічній елементній базі»
з дисципліни «Основи релейного захисту та автоматики »
для студентів напрямку підготовки
6.050701 «Електротехніка та електротехнології »

Друкується в редакції укладача

Підписано до друку 20.08.13. Формат 30 x 42/4.
Папір Rollux. Ризографія. Умовн. друк. арк 1,2.
Обліково-видавн. арк 1,2. Тираж 30 прим. Зам. №

Безкоштовно

Кафедра систем електропостачання

ДВНЗ НГУ
49027, м. Дніпропетровськ -27, просп.К.Маркса,19.