

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет заочного обучения  
Кафедра «Информационные технологии и системы»

Доклад  
«Релейная защита и автоматика»

Выполнил: студент группы 17УА2бзи  
Степин В.А

Пенза 2020

**Релейная защита** -- комплекс автоматических устройств, предназначенных для быстрого (при повреждениях) выявления и отделения от электроэнергетической системы повреждённых элементов этой электроэнергетической системы в аварийных ситуациях с целью обеспечения нормальной работы всей системы.

Действия средств релейной защиты организованы по принципу непрерывной оценки технического состояния отдельных контролируемых элементов электроэнергетических систем.

Релейная защита (РЗ) осуществляет непрерывный контроль состояния всех элементов электроэнергетической системы и реагирует на возникновение повреждений и ненормальных режимов. При возникновении повреждений РЗ должна выявить повреждённый участок и отключить его от ЭЭС, воздействуя на специальные силовые выключатели, предназначенные для размыкания токов повреждения (короткого замыкания).

Релейная защита является основным видом электрической автоматики, без которой невозможна нормальная работа энергосистем.

### **Требования к релейной защите**

#### *Быстродействие*

Быстродействие - это свойство релейной защиты, характеризующее скорость выявления и отделения от электроэнергетической системы повреждённых элементов. Показателем быстродействия является время срабатывания защиты - это интервал времени от момента возникновения повреждения до момента отделения от сети повреждённого элемента.

#### *Селективность (избирательность)*

Селективность - свойство релейной защиты, характеризующее способность выявлять поврежденный элемент электроэнергетической системы и отключать этот элемент только ближайшими к нему выключателями. Это позволяет локализовать повреждённый участок и не прерывать нормальную работу других участков сети.

#### *Чувствительность*

Чувствительность -- это свойство, характеризующее способность релейной защиты выявлять повреждения в конце установленной для неё зоны действия в минимальном режиме работы энергосистемы. Другими словами -- это способность чувствовать те виды повреждений и ненормальных режимов, на которые она рассчитана, в любых состояниях работы защищаемой электрической системы.

Показателем чувствительности выступает коэффициент чувствительности, который для максимальных защит (реагирующих на возрастание контролируемой величины) определяется как отношение минимально возможного значения сигнала, соответствующего отслеживаемому повреждению, к установленному на защите параметру срабатывания (уставке).

#### *Надёжность*

Надёжность -- это свойство, характеризующее способность релейной защиты действовать правильно и безотказно во всех режимах контролируемого объекта при всех видах повреждений и ненормальных режимов для действия при которых данная защита предназначена, и не действовать в нормальных условиях, а также при таких повреждениях и нарушениях нормального режима, при которых действие данной защиты не предусмотрено. Иными словами, надёжность - это свойство релейной защиты, характеризующее ее способность выполнять свои функции в условиях эксплуатации, ремонта, хранения и транспортировки. Основные показатели надёжности - время безотказной работы и интенсивность отказов (количество отказов за единицу времени).

#### **Основные органы релейной защиты**

##### *Пусковые органы*

Пусковые органы непрерывно контролируют состояние и режим работы защищаемого участка цепи и реагируют на возникновение коротких замыканий и нарушения нормального режима работы. Выполняются обычно с помощью релюток, напряжения, мощности и др.

### *Измерительные органы*

Измерительные органы определяют место и характер повреждения и принимают решения о необходимости действия защиты. Измерительные органы также выполняются с помощью реле тока, напряжения, мощности и др. Функции пускового и измерительного органа могут быть объединены в одном органе.

### *Логическая часть*

Логическая часть - это схема, которая запускается пусковыми органами и, анализируя действия измерительных органов, производит предусмотренные действия (отключение выключателей, запуск других устройств, подача сигналов и пр.). Логическая часть состоит, в основном, из элементов времени (таймеров), логических элементов, промежуточных и указательных реле, дискретных входов и аналоговых выходов микропроцессорных устройств защиты.

### *Пример логической части релейной защиты*

Катушка реле тока **K1** (контакты А1 и А2) включена последовательно со вторичной обмоткой трансформатора тока **ТА**. При коротком замыкании, на участке цепи, в котором установлен трансформатор тока, возрастает сила тока, и пропорционально ей возрастает сила тока во вторичной цепи трансформатора тока. При достижении силой тока значения установки реле **K1**, оно сработает и замкнёт рабочие контакты (11 и 12). Цепь между шинами **+ЕС** и **-ЕС** замкнётся, и запитает сигнальную лампу **HLW**.

Данная схема приведена как простой пример. В эксплуатации используются более сложные логические схемы.

### **Основные механизмы релейной защиты**

#### *Токовая защита*

Токовая защита - это разновидность релейной защиты, которая реагирует на превышение тока на защищаемом участке сети по отношению к току срабатывания, или уставке. В зависимости от того, каким образом обеспечивается селективность действия с последующей (от источника

питания) защитой, различают *максимальную токовую защиту (МТЗ)* и *токовую отсечку (ТО)*. В радиальных (разомкнутых) сетях на ВЛ класса напряжения 6-10 кВ и выше наиболее распространённым вариантом организации защит от трёхфазных и междуфазных коротких замыканий является применение двухступенчатой защиты, включающей МТЗ и ТО. Для реализации МТЗ в ряде случаев применяются реле с зависимой от времени защитной характеристикой, а для ТО - всегда с независимой. При этом защита может выполняться на двух отдельных реле, или на одном реле, совмещающем обе ступени (например, РТ-80 и РТ-90), а также на базе цифровых многоступенчатых реле (СПАС и др.).

*Максимальная токовая защита (МТЗ)* - селективность действия обеспечивается за счёт задержки по времени срабатывания. Выбор *тока срабатывания МТЗ* осуществляется таким образом, чтобы его значение превышало максимальный рабочий ток в месте установки защиты на величину, которая зависит от коэффициентов надёжности и возврата реле, а также от коэффициента самозапуска (обычно не менее, чем в 1,2 - 2,0 раза). Это исключает возможность ложного действия защиты в нормальном режиме работы сети. При протекании тока КЗ срабатывание реле, как было отмечено ранее, происходит с определённой задержкой. *Уставка по времени срабатывания* предыдущей (от источника питания) защиты должна быть больше, чем уставка последующей, на величину так называемой ступени селективности  $\Delta t$  (порядка 0,2 - 1,0 с - в зависимости от типа реле, на базе которых выполнены защиты). Таким образом, в радиальных секционированных сетях при коротком замыкании в конце линии первой должна сработать ближайшая к месту возникновения КЗ защита, а в случае её отказа (через промежуток времени, равный ступени селективности) - предыдущая защита. Очевидно, что недостатком МТЗ является "накопление" задержек по времени, т.е. увеличение времени срабатывания защиты при переходе от конца линии к источнику. Следует учитывать, что токи короткого замыкания тем выше, чем ближе место возникновения КЗ к

источнику питания. Таким образом, в радиальных секционированных сетях время отключения повреждённой линии посредством сигнала МТЗ при наиболее тяжёлых КЗ вблизи питающих шин может оказаться неприемлемым с точки зрения термической стойкости оборудования. Считается нормальным, если максимальная уставка по времени срабатывания не превышает 2,0 - 2,5 с. Коэффициент чувствительности МТЗ определяется как отношение тока междуфазного КЗ в конце защищаемой зоны к фактическому току срабатывания защиты, и в соответствии с требованиями ПУЭ (см. п.3.2.1. - 4.1.) должен составлять не менее 1,5 (для зоны дальнего резервирования в пределах действия последующей защиты - около 1,2).

*Токовая отсечка (ТО)* - селективность действия обеспечивается за счёт отстройки от максимального тока КЗ в конце защищаемой зоны. ТО представляет собой быстродействующую защиту, которая срабатывает без задержки по времени, и отключает наиболее тяжёлые короткие замыкания вблизи питающих шин. Величина *тока срабатывания отсечки* должна приблизительно в 1,1 - 1,2 раза превышать расчётный ток трёхфазного КЗ в конце зоны действия ТО (т.е. в месте установки последующей защиты); указанная кратность определяется коэффициентом надёжности применяемых реле. Коэффициент чувствительности ТО, исходя из п.3.2.26. ПУЭ, может быть рассчитан как отношение тока трёхфазного КЗ в месте установки защиты к фактическому току срабатывания отсечки, и должен составлять не менее 1,2. Иначе говоря, зона действия токовой отсечки должна покрывать около 20% от длины линии. Недостатком токовой отсечки является ограниченность зоны действия, поэтому она применяется только совместно с МТЗ в качестве второй ступени; при этом ТО обладает абсолютной селективностью, т.к. величина тока КЗ вне защищаемой зоны всегда меньше тока срабатывания отсечки.

*Реле токовой защиты с высоковольтной изоляцией* - специальные реле тока с высоковольтной изоляцией (от 5 до 100 кВ) между входом (катушкой управления) и выходом (герконом). В некоторых конструкциях катушка

отсутствует и источником управляющего сигнала служит высоковольтная токоведущая шина. Эти реле тока, получившие название "геркотронов" или "высоковольтных изолирующих интерфейсов", предназначены для защиты от перегрузок по току мощных высоковольтных источников питания, рентгеновской аппаратуры, мощных лазеров, радаров, радиопередающих устройств, электрофизической аппаратуры. Они выполнены в виде компактных модулей, включаемых напрямую в разрыв токовой цепи, находящейся под высоким потенциалом, а их выходной контакт - напрямую в низковольтную цепь. Впервые эти устройства были разработаны и внедрены В. И. Гуревичем. Они защищены многочисленными авторскими свидетельствами на изобретения и патентами. Их описания можно найти в книгах В. И. Гуревича. релейная защита электроэнергетическая система

## Литература

Чернобровов Н. В., Семенов В. А. «Релейная защита энергетических систем»: Учеб. пособие для техникумов. -- М.: Энергоатомиздат, 1998. 280с.: ил.

Павлов, Г. М. «Автоматизация энергетических систем» : Учеб.пособие / Г. М. Павлов .-- Ленинград : Изд-во Ленингр. ун-та, 1977 .-- 237 с. : ил .-- Библиогр.: с.233-234.

Булычев, А. В. Релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие / А. В. Булычев, В. К. Ванин, А. А. Наволочный, М. Г. Попов. -- СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. -- 211 с.

Гуревич, В. И. Электрические реле : устройство, принцип действия и применения : настольная книга инженера.- Москва: Солон-Пресс, 2011. -- 688 с.: ил.

Гуревич Владимир Микропроцессорные реле защиты. Устройство, проблемы, перспективы. -- Москва: Инфра-Инженерия, 2011. -- Р. 336 стр.

Gurevich V. Electric Relays: Principles and applications, CRC Press, 2005, 704 pp

Gurevich V. Protection Devices and Systems for High-Voltage Applications, Marcel Dekker, 2003, 292 pp

Англо-русский и русско-английский словарь по релейной защите и оборудованию подстанций

Чувствительность [1]

Коэффициент чувствительности [2]

Гуревич, В. И. "Реле защиты" и "релейная защита": проблемы терминологии. - журнал "Вести в электроэнергетике", 2012, № 4, с. 23 - 33.