

Виниченко Д.А. Автоматика и релейная защита, применяемая в системах тягового электроснабжения // Академия педагогических идей «Новация». – 2018. – №7 (июль). – АРТ 263-эл. – 0,3 п. л. – URL: <http://akademnova.ru/page/875548>

РУБРИКА: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 681.5

Виниченко Дарья Андреевна

студентка 4 курса Омского государственного университета путей
сообщения, электромеханического факультета

г. Омск, Российская Федерация

e-mail: darya-13-13@mail.ru

**АВТОМАТИКА И РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА, ПРИМЕНЯЕМАЯ В
СИСТЕМАХ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Аннотация: В статье рассмотрена классификация и принцип действия элементов автоматики и релейной защиты, применяемые в настоящее время в системах тягового электроснабжения.

Ключевые слова: Релейная защита, автоматическое включение, токовая отсечка, микропроцессорное реле.

Vinichenko Darya Andreevna

4-year student of Omsk State University of Communications,

Electromechanical Faculty

Omsk, Russian Federation

AUTOMATION AND RELAY PROTECTION APPLICABLE IN THE SYSTEMS OF A TARGETED ELECTRICAL SUPPLY

Abstract: The article considers the classification and operation principle of the elements of automation and relay protection, currently used in traction power supply systems.

Keywords: Relay protection, automatic switching, current cutoff, microprocessor relay.

Электрические железные дороги – потребители электрической энергии первой категории, в связи с этим к организации бесперебойной работы тяговых подстанций предъявлены высокие требования.

Система тягового электроснабжения представляет собой достаточно сложной, ведь все составляющие ее элементы работают как единый механизм, при таком тесном взаимодействии и быстротечности явлений повреждения, имеющие аварийный характер, неизбежны. Поэтому широкая автоматизация процессов является решением на пути к созданию надежной и экономической системы тягового электроснабжения.

В тяговой сети возникновение коротких замыканий и других аварийных режимов не является редкостью. В местах короткого замыкания имеют место пережоги, выход из строя оборудования, обрывы проводов и другие опасные повреждения, являющиеся следствием электрической дуги. Масштабы разрушений обусловлены величиной тока в электрической дуге, а также временем ее горения. Максимально быстрое отключение поврежденного оборудования – важная задача, которую в настоящее время выполняет релейная защита вместе с устройствами автоматического повторного включения (АПВ) и автоматического ввода резерва (АВР).

Релейная защита – совокупность автоматических устройств, входящих в систему противоаварийной автоматики, которые предназначены для быстрого реагирования на ненормальную и аварийную работу объектов защиты и способны производить отключения поврежденного участка или подавать сигнал о некорректной работе [1].

Функции релейной защиты:

- срабатывание при возникновении короткого замыкания в своей зоне защиты;
- несрабатывание, если короткое замыкание не имеет место в зоне защиты;
- несрабатывание, если короткое замыкание имеет место за пределами зоны защиты.

Так же к релейной защите предъявляется ряд требований:

- 1) избирательность (селективность) – свойство, позволяющее отключать, с помощью коммутационных приборов только поврежденные участки системы;
- 2) быстродействие – способность отключения поврежденного элемента за необходимое время;
- 3) чувствительность – свойство срабатывать на возникновение повреждений в зоне защиты при неблагоприятных условиях;
- 4) надежность – свойство, определяемое выполнением необходимых функций, при этом установленные показатели должны оставаться в допустимых пределах с течением времени.

К основным видам релейной защиты относят:

- 1) токовые (срабатывают в том случае, когда в защищаемой цепи величина тока превышает допустимое значение, которое устанавливается заранее и называется уставкой срабатывания);

- 2) потенциальные (срабатывают когда напряжение в защищаемой цепи отклоняется от установленной величины);
- 3) дистанционные (реагируют на значение сопротивления защищаемой цепи);
- 4) дифференциальные (основаны на сравнении величины тока с его фазой на входе и выходе защищаемой цепи);
- 5) импульсные (реагируют на скорость изменения физических величин);
- 6) высокочастотные (реагируют на токи, находящиеся за пределами частот защищаемой цепи);
- 7) газовые (реагируют на скорость выделения газов, например, из трансформаторного масла);
- 8) тепловые.

Максимальная токовая защита (МТЗ)

Принципиальная схема МТЗ представлена на рисунке 4, опираясь на нее поясним принцип действия МТЗ в общем случае. При коротком замыкании или возникновении перегрузок ток в фазах защищаемой цепи возрастает. Этот ток, протекая по первичным обмоткам трансформаторов тока, трансформируется во вторичных обмотках, к которым подключены выводы катушек токовых реле КА1-КА3. И если этот ток превышает ток срабатывания реле, то, в зависимости от вида повреждения, срабатывает одно или несколько токовых реле, замыкая контакты КА1.1-КА3.1, после чего на реле времени КТ1 поступает напряжение. Реле времени, выдержав время, подает сигнал на замыкание контакта КТ1.1. Оперативное напряжение проходя через указательное реле КН1 подается на промежуточное реле КЛ1 и оба реле замыкают свои контакты. Контакт КЛ1.1 через замкнутый блок выключателя КQ1 подает оперативное

напряжение на отключение выключателя, который своим блок-контактом разрывает цепь катушки отключения L , а главный контакт выключателя отключает цепь, в которой произошло короткое замыкание.

Как сказано, МТЗ реагирует на силу тока в зоне защиты и сигнал на отключение поступает не мгновенно, а после того как будет соблюдена выдержка времени, которая зависит от расположения защищаемого объекта. Выдержка времени тем меньше, чем больше удален защищаемый участок от источника.

Ток срабатывания защиты (уставку) устанавливают опираясь на минимальное значение тока короткого замыкания в зоне защиты. Выбирая уставку, необходимо брать в учет характер работы защищаемого объекта, к примеру, если имел место перерыв питания, то при пуске электродвигателя ток в цепи часто бывает выше номинального, и МТЗ не должна сработать на его отключение [2].

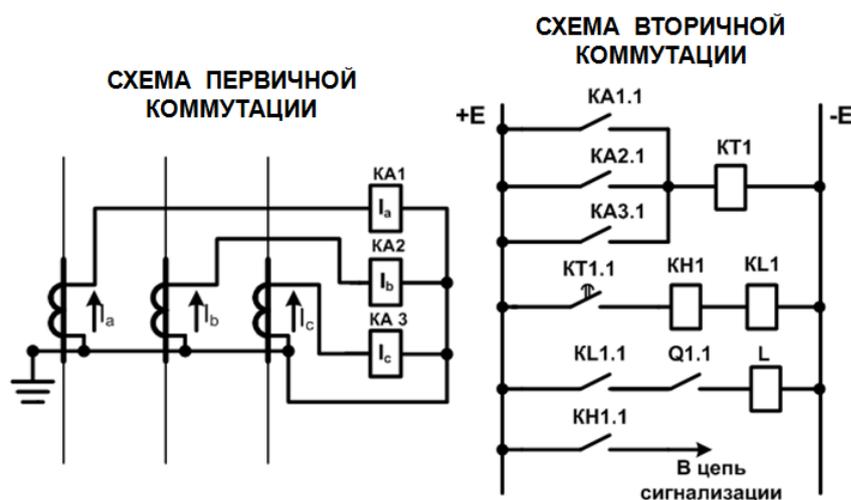


Рисунок 1 – Принципиальная схема МТЗ

МТЗ по виду время-токовой характеристики подразделяются на:

- МТЗ с независимой от тока выдержкой временем;
- МТЗ с зависимой от тока выдержкой времени;
- МТЗ с ограниченно-зависимой от тока выдержкой времени.

Существует комбинированная МТЗ – МТЗ с блокировкой по минимальному напряжению.

На электрифицированных железных дорогах МТЗ выполняется с помощью электромеханических реле тока и времени. Однако в настоящее время релейная защита выполняется на базе микропроцессорных реле, что повышает эффективность защиты и делает процесс более автоматизированным.

Токовая отсечка (ТО)

ТО – вид токовой защиты с функцией быстрого отключения токов короткого замыкания. Существуют ТО мгновенного действия и с выдержкой времени.

Главное отличие ТО от МТЗ – способ обеспечения селективности (ТО действуют исключительно в зоне защищаемой цепи). Селективность действия ТО обеспечивается током срабатывания защиты, т.е. ток срабатывания ТО настраивается не по току нагрузки, а по току короткого замыкания.

Действие ТО основывается на убывании величины тока короткого замыкания убывает по мере удаления очага короткого замыкания от источника. Если короткое замыкание в начале линии, и если в том же месте установлена защита, значение тока короткого замыкания обладает максимальным значением, а при удалении очага короткого замыкания от источника ток уменьшается, т.к. возрастает сопротивление цепи до места

аварии. Принципиальная схема и график изменения тока представлены на рисунке 5.

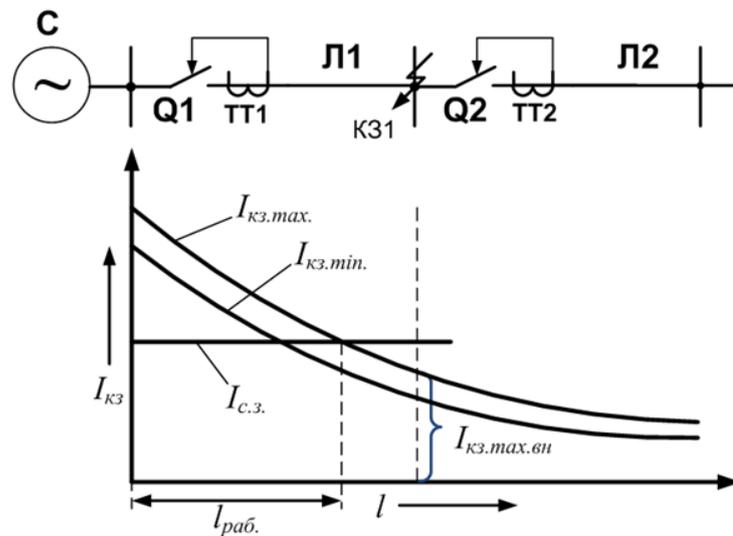


Рисунок 2 – Принципиальная схема и график изменения тока ТО

Максимальная токовая направленная защита (МТНЗ)

МТНЗ нашла применение в сетях с двухсторонним питанием, срабатывает при заданных значениях тока короткого замыкания и его направлении. МТНЗ передает сигнал на отключение выключателя в том случае, когда ток короткого замыкания имеет направление от шин к линии, находящейся под защитой. МТНЗ имеет ступенчатый принцип выбора выдержки времени и устанавливается с двух сторон зоны защиты.

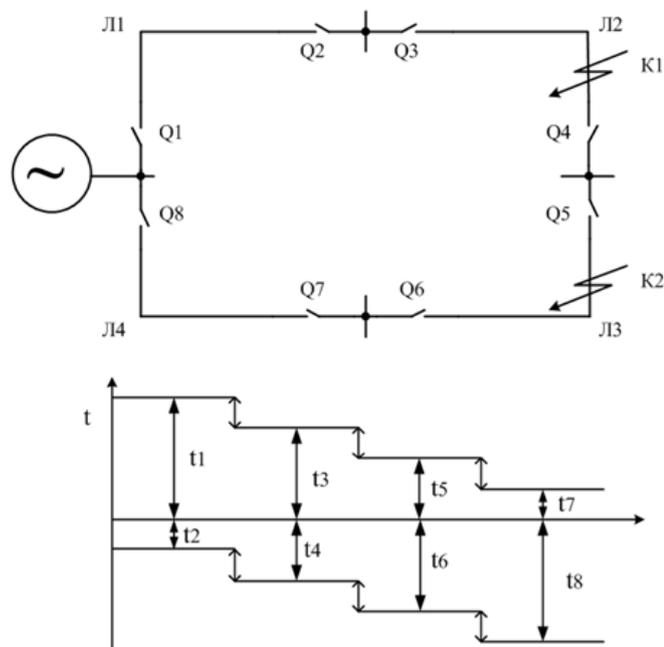


Рисунок 3 – Ступенчатый принцип выбора выдержки времени защит
Дифференциальная защита (ДЗ)

ДЗ обладает абсолютной селективностью и быстродействием (выдержка времени отсутствует). В основном находит применение для защиты трансформаторов, генераторов, линий электропередачи, двигателей и т.п.. ДЗ делятся на продольные и поперечные.

Продольная ДЗ работает, сравнивая токи в разных фазах, которые протекают по защищаемому участку линии. Для контроля величины тока в ДЗ применяются трансформаторы тока, их вторичные обмотки соединены с реле тока, причем так, чтобы на реле определялась разница токов от трансформаторов тока как первого, так и второго. При отсутствии короткого замыкания или перегрузки ток в обмотках токового реле стремится к нулю, а в случае аварийного режима, обмотки реле тока определяют не разность, а сумму токов, и реле сработает, подав команду на выключатель и участок

обесточится. Для примера на рисунке 7 приведена схема ДЗ трансформатора.

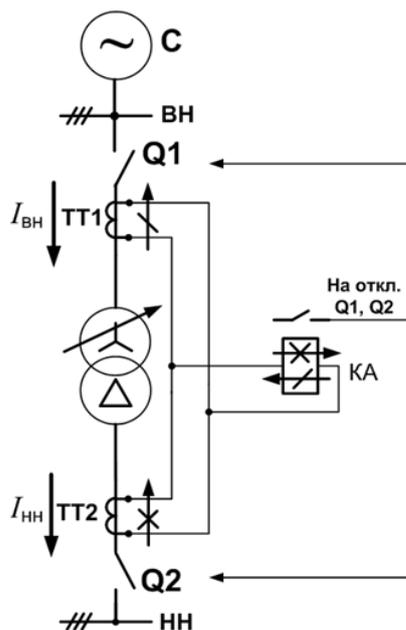


Рисунок 4 – Схема ДЗ трансформатора

Автоматическое повторное включение (АПВ) и автоматическое включение резерва (АВР)

В тяговых сетях для незамедлительного возобновления питания, причиной прерывания которого может быть перегрузка или короткое замыкание, применяются устройства АПВ. Устройства АПВ должны срабатывать, с установленной выдержкой времени, сразу же после того как отключился выключатель, а также приходить в исходное положение для возможности повторного включения. На электрифицированных железных дорогах переменного тока применяется однократное АПВ, а на дорогах постоянного тока – двукратное. В линиях, идущих на питания районных

потребителей чаще всего применяют однократное АПВ. В тяговой сети постоянного тока внедрены электронные АПВ, работа которых осуществляется в тандеме с искателем коротких замыканий (ИКЗ), это нужно для предотвращения повторного включения, если короткое замыкание имеет затяжной характер. В тяговой сети переменного тока совместную работу ИКЗ и АПВ не практикуют, поэтому и применяется однократное АПВ.

В тяговых сетях с целью минимизации прекращения электроснабжения электроподвижного состава и прочих потребителей применяются схемы АВР, работа которых должна соответствовать следующим критериям:

- АВР должно срабатывать при прекращении напряжения по любым причинам;
- время прекращения питания должно быть минимальным (быстродействие);
- срабатывание АВР должно быть однократным;
- ввод в работу резервной линии или источника должен происходить после того как будет выведен из работы основной (рабочий) источник и только при условии, что резервная линия под напряжением.

АВР на тяговых подстанциях реализуют с помощью применения релейно-контакторных или электронных устройств. Применение таких устройств позволяют регулировать мощность электрической энергии и производить автоматическое переключение между источниками электроэнергии.

Микропроцессорные релейные защиты

Десятки лет релейные защиты на основе электромеханических реле в полной мере выполняли функции защиты объектов электроэнергетики от аварийных режимов. В настоящее время актуальным направлением развития релейных защит являются защиты на основе микропроцессоров. Основное преимущество микропроцессорных защит – многофункциональность, так как они выполняют как и основную функцию – аварийное отключение систем энергетики, так и объединили в себе функции устройств связи и передачи информации, регистраторов аварийных режимов, узлов подстанционной логики и другие функции [3].

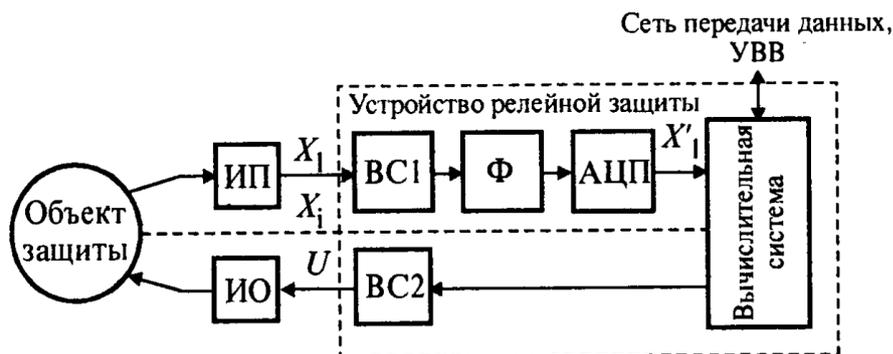


Рисунок 5 – Обобщенная структурная схема микропроцессорной релейной защиты

На рисунке 3 приведены следующие обозначения: ИП – измерительный преобразователь; ВС1, ВС2 – входное согласование; Ф – частотная фильтрация; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; X_1 – входной сигнал; $X'1$ – прошедший фильтрацию аналоговый сигнал; U – сигнал управления; ИО – исполнительный орган.

Внедрение микропроцессорных технологий и микроэлектроники существенно повышает оперативность действия релейной защиты и автоматики, создает условия в

управлении вычислительными машинами, управляющими устройствами электроснабжения в рабочих и аварийных режимах. Микропроцессорные релейные защиты являются неотъемлемой частью для создания интеллектуальной системы тягового электроснабжения.

Список использованной литературы:

- 1 Почаевец В. С. Защита и автоматика устройств электроснабжения / В. С. Почаевец. М.: Изд-во УМЦ ЖДТ, 2007.
- 2 Булычев А. В. Релейная защита в распределительных электрических сетях / А. В. Булычев, А. А. Наволочный. М.: ЭНАС, 2011.
- 3 Фигурнов Е. П. Релейная защита: учебник. В 2 ч. Ч.1. Основы релейной защиты / Е. П. Фигурнов. М.: Изд-во УМЦ ЖДТ, 2009.

Дата поступления в редакцию: 01.07.2018 г.

Опубликовано: 05.07.2018 г.

© Академия педагогических идей «Новация», электронный журнал, 2018

© Виниченко Д.А., 2018