

ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ ЗАЩИТА ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ

на базе устройств производства НТЦ «Механотроника»

Селективное выявление однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) в воздушных сетях напряжением 6–35 кВ с изолированной нейтралью – чрезвычайно сложная задача. Напряжения и токи нулевой последовательности зависят от характеристик сети и переходного сопротивления в месте ОЗЗ. Например, при обрыве провода ВЛ переходные сопротивления иногда составляют несколько кОм, а токи нулевой последовательности, как правило, менее 1 А. Для обеспечения селективности в таких случаях необходимо, чтобы направленные токовые защиты от ОЗЗ были чувствительны к первичным токам порядка 0,1–0,3 А. При такой чувствительности защиты от ОЗЗ могут срабатывать от разного рода небалансов в сети, которые воспринимаются как признак возникновения ОЗЗ. Значения небалансов ограничивают минимальные уставки защиты, и становится сложно осуществить направленную токовую защиту от ОЗЗ так, чтобы она всегда работала правильно.

ПРОБЛЕМА

Одна из главных проблем в реализации селективной защиты от ОЗЗ в сетях 6(10) кВ ПАО «Татнефть» – погрешности трансформаторов тока нулевой последовательности (ТТНП) при контроле малых емкостных токов. При этом погрешности ТТНП определяются не только конструкцией и качеством изготовления трансформаторов, но и условиями их применения. В результате сложно точно определить ток срабатывания, задать коэффициент чувствительности и другие важные характеристики защиты от ОЗЗ. В области малых токов из-за погрешности ТТНП направленная защита может воспринимать емкостный ток собственного присоединения как активно-емкостный и срабатывать неселективно.

РЕШЕНИЕ

Возможности интеллектуальных устройств БМРЗ производства НТЦ «Механотроника» позволили построить централизованную защиту и решить задачу селективности ОЗЗ путем организации совместного анализа данных в локальной сети терминалов ПС и шкафа функционального контроллера ШФК-МТ с предустановленным программным комплексом WebScadaMT. В используемом решении выполняется как сопоставление токов нулевой последовательности, так и анализ динамики их изменения на всех присоединениях.

При разработке селективного устройства защиты от ОЗЗ в сетях 6 (10) кВ ПС-36 НГДУ «Альметьевнефть» ПАО «Татнефть» были поставлены следующие задачи:

1. Повысить достоверность и автоматизировать процесс определения поврежденного присоединения с использованием тока I_0 .
2. Уменьшить вероятность излишнего действия направленной защиты.
3. Обеспечить непрерывность действия устройства при устойчивых ОЗЗ.
4. Обеспечить регистрацию одиночных и повторно-кратковременных ОЗЗ.

Решение данной задачи было реализовано следующим образом:

- С помощью БМРЗ, установленных на ПС 110/35/6 (10) кВ, обеспечивается регистрация процессов и предварительная обработка данных, характеризующих ОЗЗ.
- Результаты предварительной обработки с устройств БМРЗ передаются в ШФК-МТ.



ООО «НТЦ «Механотроника»

г. Санкт-Петербург, 8 (800) 250-6360

www.mtrele.ru

- Функциональный контроллер на основе анализа данных, полученных с устройств БМРЗ, определяет аварийную отходящую линию и передает результаты анализа в АСУ верхнего уровня и в локальную систему сигнализации на подстанции.

В качестве направленной защиты в серийных интеллектуальных устройствах серии БМРЗ применена высокочувствительная защита от ОЗЗ (СНОЗЗ). В ее алгоритме используются следующие величины:

- Действующее значение основной гармоники тока нулевой последовательности I_0 , получаемое от стандартного ТТНП. Уставка по току I_0 в данной защите используется прежде всего для отстройки от небаланса и наводок во вторичной цепи ТТНП.
- Действующее значение основной гармоники напряжения нулевой последовательности U_0 , получаемое от обмоток трансформатора напряжения, соединенных в разомкнутый треугольник. Уставка по напряжению U_0 в данной защите используется прежде всего для отстройки от небаланса в цепях обмоток ТН.
- Угол между векторами основных гармоник I_0 и U_0 , получаемый расчетным путем.

Защита СНОЗЗ является автономной. Для организации централизованной защиты от ОЗЗ были внесены дополнения в существующие алгоритмы устройств БМРЗ: анализируются ток и мощность нулевой последовательности при переходном процессе в начальный момент ОЗЗ и в стационарном режиме, контролируется производная мощности при переходном процессе. Устройства БМРЗ запоминают и передают рассчитанные значения для дальнейшей обработки в программный комплекс WebScadaMT.

В устройствах БМРЗ были реализованы следующие алгоритмы цифровой обработки сигналов и защиты от ОЗЗ:

- фильтрация высокочастотных составляющих для обеспечения их полного подавления, что позволяет не учитывать броски высокочастотных составляющих;
- вычисление ортогональных составляющих и действующего значения основной гармоники сигналов для подавления высокочастотных составляющих при переходных процессах;
- вычисление действующего среднеквадратического значения сигнала для получения информации о полной мощности сигнала, включая высокочастотные составляющие.

АЛГОРИТМ ЗАЩИТЫ ОТ ОЗЗ

В созданной централизованной защите (рис. 1) совместно анализируются токи $3I_0$ по фидерам и их фазы, а также действия имеющихся в устройствах направленных защит БМРЗ, установленные на отходящих фидерах подстанции, осуществляют контроль напряжения и токов нулевой последовательности. При возникновении ОЗЗ устройства осуществляют усреднение и накопление величин токов нулевой последовательности с последующей передачей накопленных значений в шкаф функционального контроллера.

Защита от ОЗЗ выполнена с контролем напряжения $3U_0$ и тока $3I_0$. При превышении значений напряжения $3U_0$ заданной уставки $3U_{0\text{уб}}$, в программный комплекс WebScadaMT передается дискретный сигнал и начинается обработка и усреднение значений тока $3I_0$. Результаты расчетов, коэффициент трансформации ТТНП k_{3I_0} и дискретные сигналы, формируемые в блоке «Функции обработки и усреднения значений», передаются для дальнейшей обработки функциональным контроллером.

ШФК-МТ с программным комплексом WebScadaMT является частью автоматизированной системы управления и предназначен для приема, обработки, хранения и передачи информации, полученной от устройств, на автоматизированные рабочие места (АРМ) и на верхний уровень диспетчерского управления (АСДУ). В качестве АРМ могут использоваться компьютеры, находящиеся в одной сети со шкафом ШФК-МТ.

Источниками информации и приемниками команд управления ШФК-МТ являются терминальные узлы:

- интеллектуальные устройства РЗА БМРЗ-100(150);
- счетчики электроэнергии;
- внешний АРМ при его поставке;
- система диспетчерского управления (АСДУ) при ее подключении к каналу обмена информацией (Ethernet);
- другое оборудование, предоставляющее и принимающее информацию по цифровым, дискретным и аналоговым каналам связи.

ШФК-МТ осуществляет:

- информационный обмен с терминальными узлами по последовательным каналам передачи данных;
- логическую обработку информации, принятой от терминальных узлов, устройств сопряжения с объектом, и передачу ее на верхний уровень диспетчерского управления (АСДУ);
- трансляцию команд управления и конфигурации с верхнего уровня АСДУ и АРМ в терминальные узлы;
- синхронизацию ЭВМ по интерфейсу обмена информацией с АСДУ или по сигналам системы Глонасс/GPS (при наличии приемника);

- передачу сигналов синхронизации времени терминальным узлам;
- автономную работу оборудования, расположенного в ШФК-МТ, после отключения основного питания.

В программном комплексе WebScadaMT осуществляется групповой анализ однофазных замыканий на землю. Для выполнения анализа функциональный контроллер получает от устройств БМРЗ многофакторную информацию о процессах, происшедших на контролируемом блоком фидере (усредненные и пиковые значения токов нулевой последовательности, направление мощности нулевой последовательности и ее изменение при переходном процессе, положение коммутационных аппаратов). Анализ данной информации осуществляется специализированным алгоритмом с применением настраиваемых весовых функций и алгоритмов нечеткой логики.

ВЫВОДЫ

Результаты исследований показывают, что возможности комплекса в составе микропроцессорных интеллектуальных устройств БМРЗ и ШФК-МТ с программным комплексом WebScadaMT позволяют обеспечить селективную централизованную защиту от ОЗЗ. Важное преимущество данного решения – отсутствие необходимости в оснащении дополнительным оборудованием существующих подстанций или РУ.

Запуск централизованной защиты от ОЗЗ осуществляется в соответствии с заданными уставками. Централизованная защита от однофазных замыканий на землю при ОЗЗ через переходное сопротивление (например, через упавшее дерево) работает правильно.

Централизованная защита правильно обнаруживает однофазное замыкание на землю и обеспечивает селективное определение фидера с ОЗЗ.

Результаты исследований по экспериментальной оценке возможности селективного определения поврежденного присоединения при ОЗЗ на воздушных линиях сетей 6(10) кВ ПАО «Татнефть» оцениваются как положительные.

Разработка и внедрение централизованной защиты от однофазных замыканий позволила достичь поставленных целей:

- повысить достоверность и автоматизировать процесс определения поврежденного присоединения при ОЗЗ;
- обеспечить работоспособность централизованной защиты при устойчивых ОЗЗ, а также регистрацию одиночных и повторно-кратковременных ОЗЗ;
- уменьшить вероятность излишних срабатываний направленной защиты.

Функциональная схема алгоритма защиты от ОЗЗ

Рис. 1 •

