

Централизованная защита от ОЗЗ на базе устройств производства НТЦ «Механотроника»



С помощью интеллектуальных устройств серии БМРЗ удалось обеспечить централизованную защиту от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) в сетях 6(10) кВ с изолированной нейтралью ПАО «Татнефть». В статье описана суть проблемы, ее решение, охарактеризованы интеллектуальные устройства БМРЗ, программный комплекс WebScadaMT и другие разработки НТЦ «Механотроника».

ООО «НТЦ «Механотроника», г. Санкт-Петербург

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, которая всегда работала бы 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 области малых токов из-за

погрешности ТТНП направленная защита может воспринимать емкостной ток собственного присоединения как активно-емкостной 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 программным комплексом WebScadaMT. В используемом принципе 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:

- ▶ повысить достоверность и автоматизировать процесс определения поврежденного присоединения с использованием тока $3I_0$;
- ▶ уменьшить вероятность излишнего действия направленной защиты;
- ▶ обеспечить непрерывность действия устройства при устойчивых ОЗЗ;
- ▶ обеспечить регистрацию одиночных и повторно-кратковременных ОЗЗ.

Решение данных задач 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;

▶ функциональный контроллер на основе анализа данных определяет аварийную отходящую линию и передает результаты анализа в АСУ верхнего уровня и в локальную сигнализацию на ПС.

В качестве направленной защиты в серийных интеллектуальных устройствах серии БМРЗ применена высокочувствительная защита от ОЗЗ (СНОЗЗ). В ее алгоритме предусмотрено использование следующих величин:

▶ действующего значения основной гармоники тока нулевой последовательности $3I_0$, используемого для отстройки от небаланса и наводок во вторичной цепи ТТНП;

▶ действующего значения основной гармоники напряжения нулевой последовательности $3U_0$. Уставка по напряжению $3U_0$ используется для отстройки от небаланса в цепях обмоток ТН;

▶ угла между векторами основных гармоник $3I_0$ и $3U_0$.

Защита СНОЗЗ является автономной. Для организации централизованной защиты от ОЗЗ были внесены дополнения в существующие алгоритмы устройств БМРЗ: анализируются ток и мощность нулевой



Рис. 1. Функциональная схема алгоритма защиты от ОЗЗ

последовательности при переходном процессе в начальный момент ОЗЗ и в стационарном режиме, контролируется производная мощность при переходном процессе.

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.

Элементы защиты

В созданной централизованной защите (рис. 1) выполнен совместный анализ токов $3I_0$ 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 $3U_{0нб}$ в программный комплекс WebScadaMT передается дискретный сигнал и начинается обработка и усреднение значений тока $3I_0$. Результаты расчетов, коэффициент трансформации ТТП $k3I_0$ и дискретные сигналы, формируемые в блоке «Функции обработки и усреднения значений», передаются для дальнейшей обработки функциональным контроллером.

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-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.

В программном комплексе WebScadaMT осуществляется групповой анализ однофазных замыканий на землю. Для выполнения анализа функциональный контроллер получает от устройств БМРЗ многофакторную информацию о процессах, происходивших на контролируемом блоком фидере (усредненные и пико-

вые 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 в сетях с изолированной нейтралью. Важным преимуществом данного решения является отсутствие необходимости в оснащении дополнительным оборудованием существующих ПС 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 (дерево) работает правильно 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.

Стоит отметить, что интеграция терминалов РЗА с системой диспетчерского контроля распределительных подстанций повысила точность и стабильность значений уставок защит, что позволило уменьшить выдержки ступеней селективности до 0,3 с, а в некоторых случаях и до 0,25 с.

ООО «НТЦ «Механотроника»,
г. Санкт-Петербург,
тел.: 8 (800) 250-6360,
e-mail: info@mtrele.ru,
сайт: www.mtrele.ru