

УДК 621.316

Функция определения места повреждения в современных терминалах защиты

Савицкая В.А.

Научный руководитель – БУЛОЙЧИК Е.В.

Задача определения места повреждения (ОМП) решается применительно к воздушным линиям (ВЛ) напряжением от 6 до 220 кВ при всех видах повреждений, в том числе и при коротких замыканиях (КЗ), сопровождающихся обрывом фазы. Ограничения на конструкцию ВЛ и схему ее включения в сеть отсутствуют. В частности, ВЛ может быть выполнена двухконцевой или многоконцевой с любым числом трансформаторных отпаек и иметь одностороннее или двухстороннее питание.

Задача ОМП не является задачей реального времени и может решаться на основе зафиксированных в режиме КЗ осциллограмм – режим «отложенного счета». Требования по времени решения задачи ОМП также практически отсутствуют. Это позволяет совместить ее решение с выполнением функций релейной защиты (РЗ) в составе одного терминала. Практическая возможность совмещения функций РЗ и ОМП определяется наличием свободного вычислительного ресурса, оставшегося после реализации алгоритмов РЗ, прежде всего в части располагаемого объема запоминающих устройств, а также составом входных аналоговых сигналов терминала.

Алгоритмы определения места повреждения

Существенное влияние на точность решения задачи ОМП оказывает наличие доступа к осциллограммам, полученным на противоположных концах ВЛ, а также наличие или отсутствие их синхронизации.

С учетом указанных факторов разработана серия алгоритмов ОМП, отличающихся требованиями к вычислительным ресурсам терминала и возможностью использования той или иной информации о токах и напряжениях с противоположных концов ВЛ. Алгоритмы разделены на две качественно различные группы:

1. Упрощенные алгоритмы ОМП, проводящие вычисление расстояния до места повреждения по расчетным формулам.
2. Алгоритмы ОМП повышенной точности, использующие обобщенные модели ВЛ и прилегающей сети.

В алгоритмах обеих групп в качестве исходных данных могут использоваться осциллограммы токов и напряжений одного конца ВЛ, по возможности дополненные не синхронизированными или синхронизированными осциллограммами противоположного конца. Информация об электрических величинах с противоположного конца ВЛ может передаваться любым известным способом по каналу связи.

Организация вычислений по алгоритмам ОМП обеих групп выполнена однотипно. Пуск алгоритма выполняется при срабатывании пусковых органов в составе терминала – неселективный пуск, или при наличии внешнего сигнала пуска, формируемого, например, внешними устройствами РЗ при их срабатывании на отключение ВЛ или персоналом – селективный пуск. Поскольку пусковые органы имеют высокую чувствительность, в случае неселективного пуска возможен расчет расстояния до места КЗ при повреждении на смежных элементах. В упрощенных алгоритмах первой группы при неселективном пуске возможно появление значительных погрешностей, обусловленных влиянием промежуточных подстанций. В алгоритмах второй группы искажения результата будут получены, если в схему сети не

были введены достоверные данные о схеме и параметрах элементов промежуточных подстанций.

Методы определения места повреждения

Методы определения места повреждения (ОМП) можно разделить на две группы: формульные и модельные. Формульные методы применяются в микропроцессорных терминалах большинства фирм, имеющих функцию определения места повреждения (ОМП). Их суть заключается в использовании той или иной зависимости – формулы – между координатой места повреждения и измеряемыми величинами: фазными напряжениями и токами или составляющими нулевой последовательности.

Очевидным плюсом формульных методов ОМП является простота их реализации, поскольку они не требуют больших вычислительных затрат. Однако эти методы имеют серьезную методическую погрешность. Формула не может одинаково точно описать все линии электропередачи (ЛЭП). Как выход, расчеты усложняют, разделяют ЛЭП на участки, отличающиеся друг от друга рядом параметров, пытаются вводить параметры параллельных линий и т. д. Недостатком реализованных формульных методов также является зависимость их погрешности от наличия в измеряемых сигналах апериодической составляющей, что приводит к неоднозначности расчета при замыканиях (КЗ) в одной и той же точке ЛЭП. Эта проблема особенно остро стоит в протяженных ЛЭП высокого и сверхвысокого напряжения, где влияние апериодической значительно.

Модельные методы определения места повреждения требуют формирования модели рассматриваемого объекта. Погрешность этих методов во многом зависит от адекватности модели реальной линии электропередачи. Обычно задача адаптации модели к реальной ЛЭП решается путем проведения опытов КЗ или в процессе накопления результатов поиска реальных КЗ. Точность ОМП модельных методов выше, но реализация сложнее, так как требует значительного вычислительного ресурса. К такому типу определителей относится широко распространенный программный комплекс «DISAN Locator», выполняющий расчет ОМП по аварийным осциллограммам на персональной ЭВМ. Стремительное развитие технологий и рост производительности процессоров сделали возможным реализацию модельных методов ОМП непосредственно в микропроцессорных терминалах РЗА.

ООО «НПП Бреслер» выпустило новую серию микропроцессорных терминалов «Бреслер-0107». На их базе выпускаются аварийные осциллографы, устройства быстрого автоматического ввода резерва, спектр защит сетей 6–10 кВ, а также устройство определения места повреждения «Бреслер-0107.09» (рисунок 1), предназначенное для одностороннего определения места повреждения линий электропередачи напряжением 6–750 кВ с односторонним и двухсторонним питанием.



Рис. 1. Внешний вид терминала «Бреслер-0107.09»

Устройство фиксирует расстояние до места повреждения, вид замыкания, дату и время возникновения аварии. Пуск устройства возможен по встроенным пусковым органам, которые контролируют текущие токи и напряжения, а также их симметричные составляющие. Наблюдаемыми величинами являются симметричные составляющие прямой, обратной, нулевой последовательностей, а также их аварийные составляющие.

Алгоритм определения места повреждения позволяет учесть неоднородность линии, отвлечения (отпайки), режим заземления грозозащитного троса на каждом участке и влияние параллельных линий. Он также учитывает конфигурацию сети: количество систем напряжения и отходящих от них линий (рисунок 2).

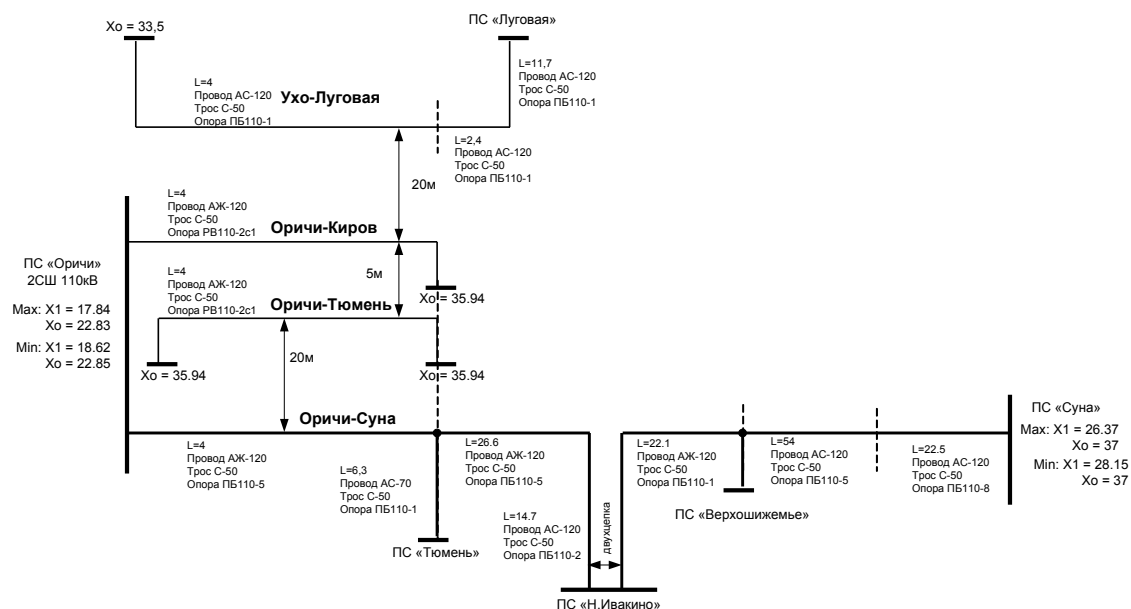


Рис. 2. Пример моделируемой системы

Для удобства ввода уставок терминал сопровождается специальным программным обеспечением (рисунок 3).

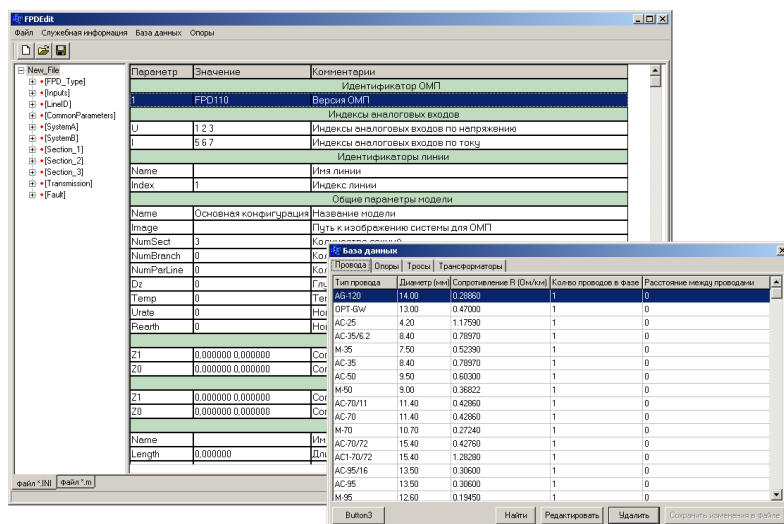


Рис. 3. Внешний вид программы расчета уставок

Результат расчета сохраняется в текстовом файле, выводится на экран терминала и представляется в виде структуры данных, содержащей название и длину линии, на которой была зафиксирована авария, дату и время ее возникновения, вид повреждения, особую фазу и координату места повреждения.