

Лекция №2 Алгоритмы определения поврежденной отпайки в распределительных сетях 6-35 кВ

Цель: Показать особенности решения задачи ОМП в распределительных сетях с древовидной структурой.

Список литературы обязательной:

19) Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем: Учеб.пособие для техникумов. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с.: ил.

22) Кузнецов А.П. Определение мест повреждения на воздушных линиях электропередачи. – М.: Энергоатомиздат, 1989 – 94с.: ил. – (Б-ка электромонтера; Вып. 618).

Список литературы дополнительной:

8) <http://www.c-g.si/en/otlm/> сайт о компании производящей OTLM

9) <http://www.nortroll.com>

21) <http://www.bresler.ru/>

План лекции:

1.Метод определения зоны повреждения в распредсетях по контролю напряжения нулевой последовательности.

2. Метод определения места повреждения по замерам высших гармоник тока промышленной частоты.

3. Автоматизированные устройства выявления поврежденного фидера и зоны повреждения..

В сети с изолированной или компенсированной нейтралью наиболее распространенными являются два типа аварий: междуфазные короткие замыкания и однофазные замыкания на землю. Первый тип аварий хорошо фиксируется штатными устройствами релейной защиты (РЗ) по большому

току междуфазного короткого замыкания. Второй тип аварий хорошо фиксируется по напряжению нулевой последовательности, однако малые токи замыкания на землю затрудняют определение поврежденного фидера.

Определение поврежденного фидера и места повреждения в линиях электропередач распределительных сетей 6-35 кВ является актуальной задачей для служб, эксплуатирующих ЛЭП. Однако при первом и втором типе аварий определение поврежденной отпайки и места повреждения в распределительной сети с древовидной структурой является сложной задачей.

В настоящее время наиболее распространенным способом определения места повреждения в распределительных сетях 6-35кВ является поочередное отключение присоединений с одновременным контролем напряжения нулевой последовательности и последующим выездом оперативно-выездной бригады с целью осмотра ЛЭП на предмет выявления следов перекрытий изоляторов, мест соприкосновения веток деревьев, обрывов проводов и т.д.

Недостатками данного способа является необходимость перемещения аварийной бригады вдоль всех веток воздушной линии электропередачи, уменьшение ресурса выключателя за счет многократных коммутаций и недостаточная оперативность.

В установившемся режиме замыканий на землю емкостные токи повреждения и их составляющие нулевой последовательности содержат кроме тока основной частоты 50 Гц составляющие высших гармоник. В компенсированных сетях дугогасящий реактор (ДГР) компенсирует только основную гармонику емкостного тока замыкания на землю в поврежденной ЛЭП, высшие гармоники этих токов остаются не скомпенсированными. При этом, вследствие нелинейности характеристики намагничивания ДГР, индуктивный ток реактора $I_{ДГР}$ сам содержит высшие гармоники, которые добавляются к гармоникам естественного емкостного тока в поврежденной ЛЭП.

В реальных сетях содержание высших гармоник в токах $3I_0$ достигает 5-15% основной гармоники, а диапазон частот с заметным уровнем амплитуд находится в пределах от 150 до 650-1000 Гц.

Количество гармоник и, что особенно важно, амплитуды и суммарный уровень гармонических составляющих результирующего тока поврежденного присоединения всегда больше, чем в каждом (отдельно взятом) неповрежденном присоединении. Различие в уровне высших гармоник тока $3I_0$ в поврежденной и неповрежденных ЛЭП используется для выполнения селективных РЗ, реагирующих на высшие гармоники. На этом различии основаны три вида РЗ: одни – реагируют на абсолютное значение высших гармоник $3I_0$ в каждом присоединении и сравнивают его с заданным значением тока срабатывания; вторые – производят сравнение между собой уровней высших гармоник всех присоединений и определяют поврежденное присоединение по наибольшему относительному значению уровня тока высших гармоник; третьи – устанавливаются на каждом присоединении и значение проходящего по ним тока сравнивается с моделью присоединения, имеющего больший емкостный ток, чем ток защищаемого присоединения.

Устройства сигнализации, реагирующие на высшие гармоники установившегося тока $3I_0$, нашли широкое применение. На ЧЭАЗ по разработке ВНИИЭ выпускаются устройства типов УСЗ-2/2 и УСЗ-3М, предназначенные для сигнализации при замыканиях на землю в кабельных сетях 6 и 10кВ как компенсированных, так и некомпенсированных. Основной диапазон, в котором работает устройство УСЗ-2/2, 150-600 Гц. Для обеспечения селективности действия РЗ, реагирующая на абсолютное значение, должна отстраиваться от максимального уровня высших гармоник своего присоединения при внешнем замыкании на землю и надежно срабатывать при минимальном уровне высших гармоник суммарного тока $3I_0$ при повреждении на защищаемом присоединении.

Устройства, реагирующие на абсолютное значение, в том числе и УСЗ-2/2, имеют существенный недостаток, так как требуют сложного учета и

расчета гармоник на каждом присоединении для разных режимов работы присоединений и подстанций. Уставки срабатывания таких защит трудно оценить, что приводит к неправильным их действиям. Поэтому защиты, построенные на относительном замере, обеспечивают более надежное определение поврежденного присоединения (не надо знать абсолютное значение этих токов).

Автоматическое устройство, использующее принцип относительного замера типа КДЗС [19] разработано и применяется в Мосэнерго. При замыкании оно автоматически производит поочередное переключение измерительного органа РЗ к трансформаторам тока нулевой последовательности всех присоединений, выявляет ЛЭП с наибольшим значением высших гармоник и передает с помощью устройства телемеханики информацию о поврежденном присоединении на диспетчерский пункт.

Рассмотренное устройство РЗ, реагирующие на сумму высших гармоник установившихся токов нулевой последовательности, предназначено для компенсированных сетей, где токовые и направленные РЗ неприменимы. По принципу действия РЗ может использоваться и в некомпенсированной сети.

Во ВНИИЭ на микроэлектронной элементной базе выполнено централизованное устройство сигнализации ПАУК [19], в котором осуществляется сопоставление токов высших гармоник контролируемых присоединений с током моделируемого присоединения, приведенная емкость которого с запасом превышает емкость каждого из них. При этом устройство ПАУК, обеспечивая правильное определение поврежденного присоединения из числа контролируемых, селективно работает при внешних замыканиях на землю на шинах питающей подстанции или на присоединениях, не охваченных устройством контроля.

В устройстве ПАУК предусмотрено автоматическое регулирование чувствительности в зависимости от уровня высших гармоник тока при замыкании через переходное сопротивление.

Устройства централизованного контроля (КДЗС, ПАУК и др.) позволяют определить лишь поврежденное присоединение, в сети которого возникло замыкание, и дать направление дальнейшему поиску. Отыскание места однофазного замыкания на ВЛ 6-35 кВ производится вручную с помощью переносных приборов «Поиск», «Волна», «Зонд», «Квант». Так, последовательно путем обхода ЛЭП переносным прибором «Квант» во всех точках обхода регистрируют суммарную амплитуду высших гармоник тока вблизи частоты 550 Гц. Используют свойство высших гармоник тока, генерируемых в месте однофазного замыкания на землю, замыкаться на землю через емкость сборных шин подстанции. Таким образом, при последовательном обходе ЛЭП от ее начала до конца поврежденного ответвления, место однофазного замыкания на землю определяется как точка, в которой замеренная сумма амплитуд высших гармоник значительно меньше, чем в предыдущих точках.

Основными недостатками указанного способа ОПМ по параметрам гармонических составляющих аварийного сигнала является необходимость перемещения аварийной бригады вдоль всех веток воздушной линии электропередачи и вследствие этого недостаточная оперативность.

Несмотря на большее количество алгоритмов предложенных для определения поврежденного фидера при ОЗЗ, эксплуатационные службы часто не удовлетворены надежностью работы этих устройств. Поэтому в последнее время разработчики для повышения надежности определения поврежденного фидера закладывают в свои устройства несколько алгоритмов. Примером такого устройства является Бреслер 107[21].

Для определения участка воздушной линии с поврежденной изоляцией разработаны устройства, контролирующие параметры аварийного режима в заданной точке участка сети – увеличение тока, снижение напряжения и другие. Указатели поврежденных участков

содержат датчик тока, измерительный элемент, индикатор срабатывания и блок возврата, обеспечивающий ручной или автоматический возврат устройства после восстановления нормального режима работы линии.

Для отбора информации о возникновении аварийной ситуации указатели могут использовать трансформаторы тока или специальные магнитные датчики. К устройствам, использующим трансформаторы тока, относятся указатели типа АУПН, к устройствам, оснащенным магнитными датчиками, относятся указатели серии УПУ-1, УКЗ. [22]. Для индикации срабатывания в устройствах может использоваться электромеханический указатель или контактный выход.

Недостатками указателей поврежденных участков воздушной линии является необходимость передвижения аварийной бригады вдоль ЛЭП и невозможность фиксации аварий типа однофазное замыкание на землю.

В настоящее время с развитием микроэлектроники указатели участков воздушной ЛЭП с поврежденной изоляцией, такие как ОТЛМ фирмы ОПТЭН и LineTroll фирмы Nortroll стали использовать сложные алгоритмы обработки информации, поступающей с датчиков тока и напряжения, для фиксации междуфазного короткого замыкания и ОЗЗ [8,9]. Однако, данные устройства работают при больших токах нагрузки и используют батарейное питание, что затрудняет доставку сообщений до дежурного диспетчера по средствам радиомодемов и требует периодического обслуживания. Индикация срабатывания осуществляется с помощью светодиодов, что также вызывает необходимость обхода ЛЭП оперативно-выездной бригадой.