

УДК 539.389.9

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОКОВЫХ ЗАЩИТ СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 10-35 КВ

РЫРСАЛИЕВ А. С.
КГТУ им. И. Раззакова
izvestiva@ktu.aknet.kg

В данной статье представлен способ защиты подстанций 110-35/10 КВ без выдержки времени, основанный на диагностировании режимов, возникающих на подстанции. Представлена функциональная схема устройства защиты подстанций 110-35/10 КВ без выдержки времени и описания его работы. Данное устройство позволяет определить поврежденный элемент электрической цепи и обеспечивает селективное без выдержки времени отключение поврежденного элемента.

In given clause the way of protection of substation 110-35/10 kV without endurance of time based on diagnosing of modes arising on substation and submitted. The function chart of the device of protection substation 110-35/10 kV without endurance of time and description of his work submitted. The given device allow to define the damaged element of an electrical network and provides selective without endurance of time switching- ofa the damaged element.

Релейная защита распределительных сетей должна отвечать требованиям «Правил устройства электроустановок», которые предъявляются ко всем устройствам релейной защиты: быстродействия, селективности, надежности, чувствительности.

Быстродействие релейной защиты должно обеспечивать возможное наименьшее время отключения коротких замыканий. Быстрое отключение короткого замыкания не только ограничивает область и степень повреждения защищаемого элемента, но и обеспечивает сохранение бесперебойной работы неповрежденной части энергосистемы, или электростанции, или подстанции.

Время действия токовых защит выбирается по условию согласования с предыдущими защитами, которое предусматривает увеличение времени действия предыдущей защиты на ступень селективности Δt больше предыдущей.

Существенное увеличение времени действия защит происходит на подстанциях 110-35/10 КВ. Например, если минимальная выдержка времени защиты линии 10 кВ составляет 0,5-0,7 сек., то выдержка времени ввода 10 кВ с учетом ступени селективности $\Delta t = 0.5 \div 0.7$ сек., будет равна $1 \div 1.14$ сек., а ввода 35 или 110 кВ – $1.5 \div 2.1$ сек. Это приводит, соответственно, к увеличению выдержек времени защит, установленных на питающих линиях 35-110 кВ.

Существенным недостатком ступенчатого принципа согласования является накопление выдержки времени защит по направлению к источнику питания, когда, наоборот, токи короткого замыкания увеличиваются, усугубляя последствия короткого замыкания, приводя к преждевременному выходу из строя дорогостоящего оборудования.

В настоящее время вопрос снижения выдержек времени токовых защит остается актуальным, требующим дальнейших исследований. Применение новых способов защит и выполнение их на основе современной электронной базы позволит существенно повысить надежность действия таких устройств и, следовательно, обеспечить бесперебойное питание сельско-хозяйственных потребителей.

В этом направлении велись исследования на кафедре электроснабжения университета в течение нескольких лет. В результате разработан способ защиты без выдержки времени подстанции 110-35/10 кВ, основанный на диагностировании режимов, возникающих на подстанции.

Одним из основных электрических параметров, характеризующих режимы электрической сети, является величина тока. Например, нормальный режим характеризуется величиной рабочего тока, аварийный режим - током короткого замыкания, а отключенное состояние элемента электрической сети – нулевым значением тока. В зависимости от места короткого замыкания на

подстанции (отходящая линия, ввод низкой или высокой стороны) величина изменяется на этих элементах от нулевого значения до тока короткого замыкания. Например, при коротком замыкании на отходящей линии, ток короткого замыкания будет протекать в линии, на вводе низкой и вводе высокой стороны трансформатора. Этому случаю соответствуют броски тока в указанных точках подстанции (рис. 2 а). При коротком замыкании на вводе низкой стороны трансформатора ток короткого замыкания будет протекать, соответственно, на входах низкой и высокой сторон трансформатора. Ток в отходящей линии будет равен нулю (рис. 2 б) и если короткое замыкание произойдет в трансформаторе или на его выходах с высокой стороны, то и ток короткого замыкания будет протекать на высокой стороне силового трансформатора. Ток на низкой стороне трансформатора и на отходящей линии будет равен нулю (рис. 2 в)

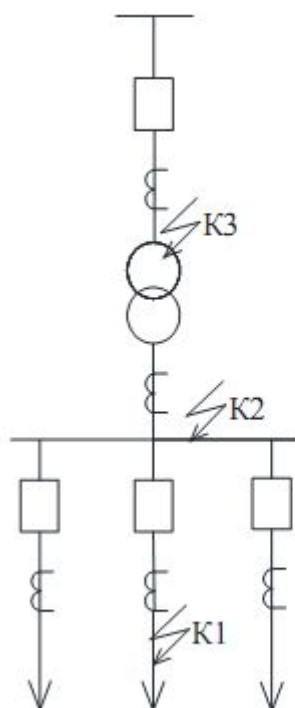


Рис.1. Схема подстанции

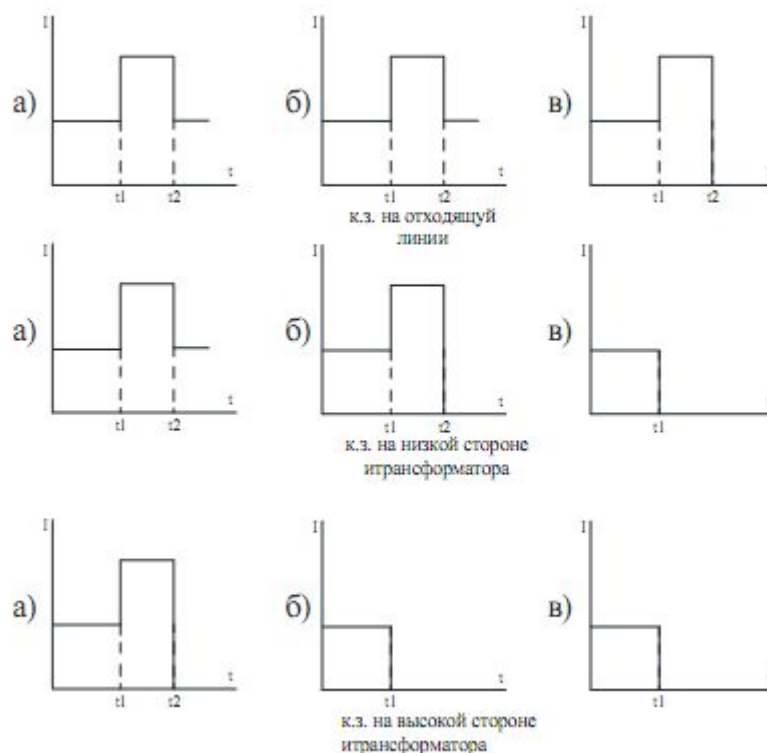


Рис. 2. Диаграммы изменения тока при коротком замыкании в различных точках подстанции:

- а) изменение тока на высокой стороне трансформатора
- б) изменение тока на низкой стороне трансформатора
- в) изменение тока в линии

Таким образом, в зависимости от места короткого замыкания на подстанции, может быть одновременно зафиксировано разное количество бросков тока. Если одновременно фиксируются три броска тока, то это соответствует короткому замыканию на отходящей линии, если два броска – короткое замыкание на шинах низкой стороны подстанции и если один бросок – короткое замыкание на высокой стороне трансформатора. Фиксация количества одновременно возникающих бросков тока в контролируемых точках подстанции позволяет определить место повреждения на подстанции и произвести его селективное отключение без выдержки времени.

На рисунке 3 представлена функциональная схема защиты без выдержки времени подстанции. Первичная схема содержит силовой трансформатор 1, выключатель ввода стороны высокого напряжения трансформатора 2, выключатель стороны низкого напряжения трансформатора 3, отходящие линии 4, 5, 6 с выключателями 7, 8, 9.

К вторичным цепям относятся схемы соединения трансформаторов тока 10-14, датчики тока 15-19, 41 , элементы ИЛИ 20-22.44, элементы НЕ 32-34, элемент выдержки времени 35, исполнительные органы 36-40, осуществляющие подачу напряжения на электромагниты отключения выключателей.

Защита работает следующим образом. При отключенном состоянии силового трансформатора 1 на выходах датчиков 15-19.41 сигналов нет, и схема защиты не работает.

При включенном силовом трансформаторе и нормальном режиме работы сигнал с датчика рабочего тока 41 через элемент «ЗАДЕРЖКА» 42 постоянно подается на вход логического элемента И 43. В таком состоянии схема находится до момента короткого замыкания на контролируемых элементах подстанции.

При коротком замыкании на отходящей линии, например в точке К1 (рис. 3), одновременно произойдет бросок тока в трех контролируемых точках подстанции (на отходящей линии 4, на вводе низкой и высокой сторон трансформатора), на которые среагируют датчики тока 15, 18, 19. С датчика тока 15 сигнал подается на вход элемента И 25 и через элемент ИЛИ 20 на вход элементов И 24, НЕ 32 и ИЛИ 44. Сигнал с датчика тока 18 одновременно подается на вход логических элементов И 23 и НЕ 33, а с датчика тока 19 на элемент И 43, на который также подан сигнал с датчика рабочего тока 41. В результате на выходе элемента И 43 появится сигнал, который одновременно подается на логические элементы И 23 и И 29. На выходе элемента И 29 сигнала не будет, а на выходе элемента И 23 появится сигнал, так как в нем произойдет логическое суммирование сигналов с датчиков тока вводов низкой и высокой сторон силового трансформатора. С элемента И 23 сигнал подается на вход логического элемента ИЛИ 44. С элемента ИЛИ 44 одновременно подается сигнал на вход элементов И 24, И 28 и на элемент выдержки времени 35, на выходе которого появляется сигнал через 0.5-1 с. На выходе И 28 сигнала не будет, так как не будет сигнала с элемента НЕ 32. На выходе И 24 появится сигнал в результате логического суммирования сигналов с элемента ИЛИ 44 и ИЛИ 20, обусловленных бросками тока к. з. в трех контролируемых точках подстанции.

Сигнал с выхода элемента И 24 одновременно подается на элементы И (25, 26, 27,30) и НЕ 34. Однако реализация сигнала произойдет только в элементе И 25, так как на его вход подан также сигнал с датчика тока 15. В результате на выходе И 25 появится сигнал, который подается на исполнительный орган 36, осуществляющий подачу напряжения на электромагнит отключения привода выключателя линии 10 кВ №4, обеспечивая селективное без выдержки времени отключение поврежденной линии.

Если отключение линии не произойдет, например, по причине выхода из строя электромагнита отключения или неисправности привода выключателя, то через 0.5-1 сек. с элемента выдержки времени 35 будет подан сигнал на элементы И 30 и И 31. На выходе последнего сигнала не будет, так как не поступит на него сигнал с элемента НЕ 34, а на выходе И 30 появится сигнал, который будет подан на вход элемента ИЛИ 21, а с него на исполнительный орган 39, осуществляющий подачу напряжения на электромагнит отключения выключателя ввода 10 кВ, тем самым обеспечивая резервирование действия защит при отказе приводов линии 10 кВ.

При коротком замыкании на шинах низкого напряжения в точке К» произойдут броски тока к.з. в двух контролируемых точках (на вводах низкой и высокой сторон трансформатора), на которые среагируют датчики тока 18 и 19. Вследствие чего на их выходах появятся сигналы, которые подаются на элементы И 43, 24 и НЕ 33. Сигнал с элемента И 43 подается на второй вход элементов И 23, 29. На выходе элемента И 29 не будет, так как нет сигнала с элемента НЕ 33.

Сигнал с элемента И 23 подается на элемент ИЛИ 44. С элемента ИЛИ 44 сигнал одновременно подается на элементы И 24, 28 и на элемент выдержки времени 35. Так как сигналы на выходах датчиков тока 15-17 отсутствуют, то появится сигнал на выходе элемента НЕ 32, который также подается на вход элемента И 28. В результате на его выходе появится сигнал, который через элемент ИЛИ 21 подается на исполнительный орган 39, осуществляющий подачу напряжения на электромагнит отключения выключателей ввода низкой стороны силового трансформатора. Если отключение выключателя не произойдет по причине неисправности привода, то через 0.5-1 сек будет подан сигнал с элемента выдержки времени через элемент И 31 и ИЛИ 22 на исполнительный орган 40, осуществляющий подачу напряжения на электромагнит отключения выключателя ввода высокой стороны трансформатора, обеспечивая резервирование действия защиты при отказе привода выключателя низкой стороны трансформатора.

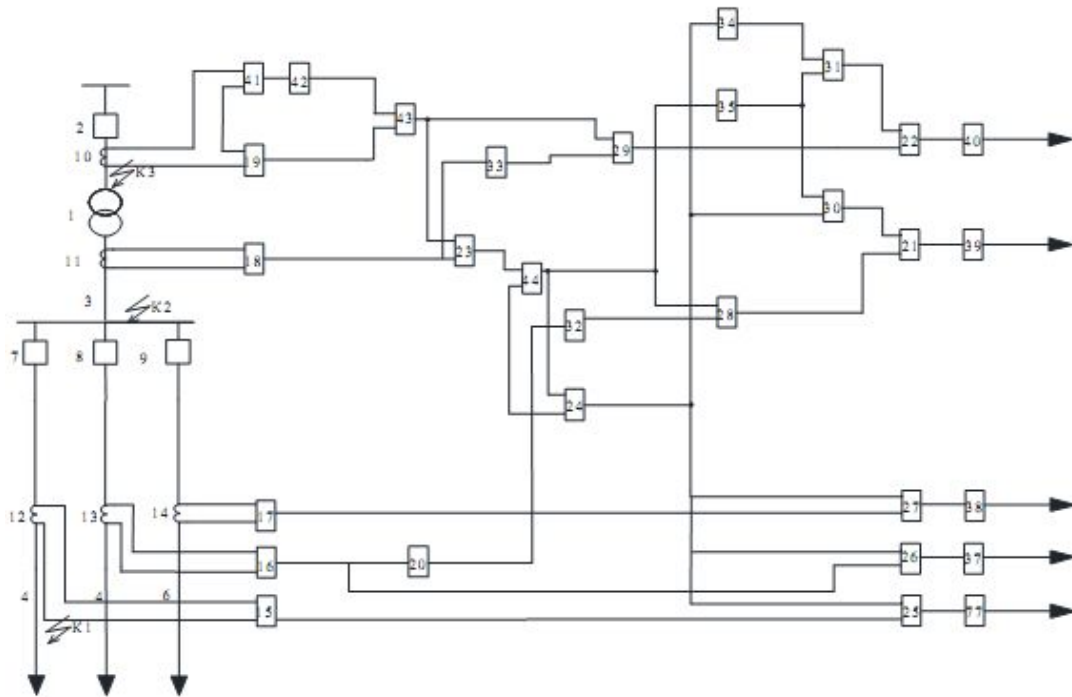


Рис.3. Устройство защиты подстанции без выдержки времени.

1 – силовой трансформатор; 2,3 – выключатели вводов высокой и низкой сторон; 4,5,6 – отходящие линии; 7,8,9 – выключатели; 10,11,12,13,14 – трансформаторы тока; 15,19 – датчики тока к.з.; 20-22,44 – элементы ИЛИ; 23-31,43 – элементы И; 32-34 – элементы НЕ; 35 – элемент выдержки времени; 36-40 – исполнительные органы. 41 – датчик рабочего тока; 42 – элемент задержки;

При коротком замыкании в точке К3 (рис. 3), произойдет бросок тока в одной точке (на вводе высокой стороны трансформатора), на который среагирует датчик тока 19. На выходах датчиков тока 15-18 в этом случае сигналы отсутствуют. В результате на выходе элемента И 43 появится сигнал, который подается на вход элементов И 23, 29 и НЕ 33. На выходе элемента И 23 сигнала не будет, так как нет сигнала с датчика тока 18, но появится сигнал на выходе элемента НЕ 33 и, соответственно, на выходе элемента И 29, с которого будет подан сигнал на исполнительный орган 40 на отключение выключателя ввода высокой стороны трансформатора.

В качестве реагирующих органов защиты используются датчики тока, которые устанавливаются на отходящих линиях, на вводах низкой и высокой сторон силового трансформатора. Датчики включаются во вторичные цепи трансформаторов тока, питающих релейную защиту, и отстраиваются от минимального двухфазного тока короткого замыкания на отходящих линиях 10 кВ, что позволяет им реагировать на короткое замыкание в любой контролируемой точке.

В устройстве защиты подстанции, в зависимости от назначения, применяются два типа датчиков тока: датчик наличия тока, который включается во вторичные цепи трансформатора тока, питающих релейную защиту ввода 110 кВ, и осуществляет контроль наличия тока на высокой стороне силового трансформатора, и датчики тока короткого замыкания, которые включаются аналогично в контролируемых точках подстанции.

Наиболее важными элементами устройства защиты подстанции без выдержки времени являются датчики тока. Они только предназначены для контроля режимов сети в заданных точках подстанции (отходящая линия 10 кВ, ввод 10 и 110 кВ). Поэтому необходимо обеспечить требуемую чувствительность всех датчиков тока по отношению к току короткого замыкания в конце отходящей линии. Датчики должны обладать высокой надежностью и чувствительностью.

Литература

1. Федосенко Р.Я., Мельников А. Я. Эксплуатационная надежность электросетей сельскохозяйственного назначения.
Лихачев Ф.А. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов. –М.: Энергия, 1980. - 152 с.