

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11)**2521616** (13) **C1**(51) МПК
H02H7/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: по данным на 07.04.2015 - действует
Пошлина:

(21), (22) Заявка: **2013102392/07**, **21.01.2013**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.01.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **21.01.2013**(45) Опубликовано: [10.07.2014](#)

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **А.Г.Долгополов. Управляемые
подмагничиванием шунтирующие реакторы:
Состав и особенности исполнения релейной
защиты. "Вестник МЭИ", N5, 2012. RU 2126195C1,
10.02.1999. RU 2124259C1, 27.12.1998. RU 93593U1,
27.04.2010. US 4402028A1, 30.08.1983**

Адрес для переписки:

**111024, Москва, ш. Энтузиастов, 11-А, корп. 3, кв.
139, Долгополов Андрей Геннадьевич**

(72) Автор(ы):

Долгополов Андрей Геннадьевич (RU)

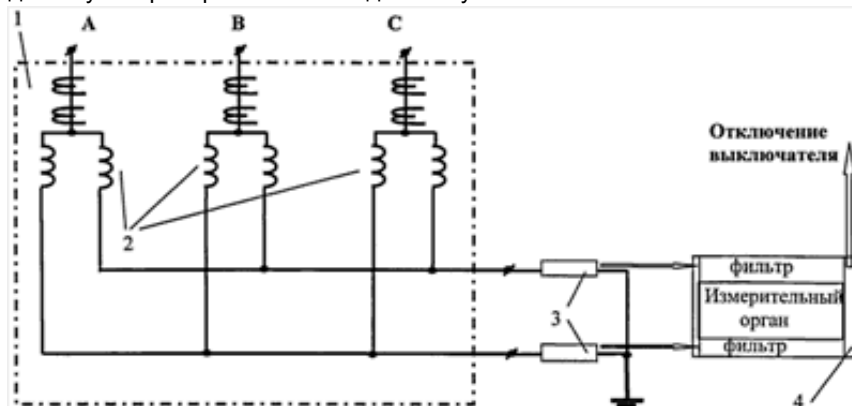
(73) Патентообладатель(и):

Долгополов Андрей Геннадьевич (RU)

(54) УСТРОЙСТВО РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ СЕТЕВОЙ ОБМОТКИ УШР

(57) Реферат:

Использование: в области электротехники. Технический результат - повышение быстродействия и чувствительности релейной защиты. Односистемная дифференциальная токовая защита сетевой обмотки реактора содержит два ненасыщаемых датчика тока, подключенных между двумя выводами нейтрали сетевой обмотки и местом их присоединения к контуру заземления, при этом токовое реле - измерительный орган защиты - включается на разность токов указанных датчиков после выделения фильтрами основной составляющей первой гармоники, протекающей через каждый датчик тока, и действует при превышении заданной уставки на отключение выключателя реактора без



Фиг. 1

выдержки времени. 2 ил.

Изобретение относится к области электротехники и электроэнергетики, в частности к релейной защите, и может быть использовано для быстродействующей защиты сетевой обмотки управляемых подмагничиванием шунтирующих реакторов, установленных в электрических сетях высокого напряжения. Технический результат заключается в повышении быстродействия, чувствительности и упрощении защиты управляемого реактора от внутренних коротких замыканий в первичной обмотке, подключенной к сети.

В соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок (ПУЭ) трансформаторы и реакторы для сетей высокого напряжения мощностью более 6,3 МВА должны иметь быстродействующую (дифференциальную токовую) защиту от внутренних коротких замыканий в обмотках - междуфазных, витковых и однофазных на землю (магнитопривод).

Для трехобмоточных управляемых шунтирующих реакторов (УШР) первичная сетевая обмотка (СО) защищается комплектом дифференциальных токовых защит (продольной и поперечной) с их резервированием максимальными токовыми защитами (МТЗ) со стороны питания и со стороны компенсационной обмотки (КО) низшего напряжения [1]. В сочетании с газовой защитой это полностью соответствует требованиям ПУЭ и обычному набору защит неуправляемых шунтирующих реакторов (ШР) воздушных линий (ВЛ) сверхвысокого напряжения (СВН) 330-750 кВ и выше.

Двухобмоточные управляемые подмагничиванием реакторы напряжением 35... 220 кВ сравнительно небольшой мощности (10... 50 МВА) не имеют подобных электрических защит с абсолютной селективностью (без выдержки времени), поскольку в составе встроенных трансформаторов тока (ТТ) нет соответствующих измерительных датчиков в ветвях СО со стороны нейтрали. Это связано с тем, что секции первичной обмотки СО и вторичной обмотки ОУ этих реакторов расположены соосно на стержнях магнитопривода и имеют электромагнитную связь, что в свою очередь приводит к появлению постоянной составляющей выпрямленного тока подмагничивания в ветвях СО в переходных режимах набора или сброса мощности [1]. Поэтому даже при установке в этих ветвях СО электромагнитных ТТ они не могли бы правильно функционировать из-за насыщения постоянными составляющими тока СО.

Некоторые варианты решения указанной проблемы приведены в [1], в частности, - установка встроенных электромагнитных ТТ со специальными схемами соединений ветвей СО или переход к ненасыщаемым магнитоэлектрическим и оптоэлектронным встроенным ТТ. Однако до настоящего времени двухобмоточные УШР мощностью 10, 25, 32 МВА выпускались и выпускаются заводом без ТТ в фазах СО со стороны нейтрали, что приводит к отсутствию дифференциальных защит от междуфазных и витковых к.з. и прямо противоречит ПУЭ.

Наиболее близким к предлагаемому является описанное в [1] решение использовать выносной ненасыщаемый датчик тока с его подключением к выведенным на крышку бака реактора полунейтралям сетевой обмотки. Это позволяет применить известную односистемную поперечную токовую дифференциальную защиту, которая используется в мощных генераторах с параллельными ветвями в обмотке статора и подключается между нейтралями двух «звезд» статорной обмотки.

Однако такую защиту надо отстраивать (либо применять алгоритмы торможения или блокировки) от внешних однофазных к.з. со стороны питания, а также от несимметрии напряжения сети и коммутационных режимов включения или АПВ. Это приводит, с одной стороны, к увеличению уставки по току и снижению чувствительности, с другой стороны, к фактическому увеличению времени срабатывания вплоть до времени действия резервных ТЗНП со стороны питания (при отстройке защиты по времени) и, с третьей - к существенному усложнению алгоритмов защиты с повышением вероятности неправильной ее работы, а следовательно - к снижению надежности.

Целью изобретения является повышение быстродействия и чувствительности защиты с одновременным упрощением ее алгоритма и повышением надежности. Указанная цель достигается тем, что устройство релейной защиты сетевой обмотки управляемого подмагничиванием шунтирующего реактора от коротких замыканий, использующее поперечную дифференциальную токовую защиту и датчик тока на выводах нейтрали обмотки, отличается тем, что с целью повышения быстродействия и чувствительности оно содержит два ненасыщаемых датчика тока, подключенных между двумя выводами нейтрали сетевой обмотки и их присоединением к контуру заземления, при этом токовое реле - измерительный орган защиты - включается на разность токов указанных датчиков после выделения фильтрами основной составляющей первой гармоники, протекающей через каждый датчик тока.

При превышении указанной разностью токов заданной уставки токовое реле защиты действует на отключение выключателя реактора без выдержки времени. Параметр срабатывания по току (уставка по току) определяется небалансом датчиков тока с идентичными параметрами и конструкцией, а также высокой точностью измерения и большой допустимой кратностью измеряемого тока. Конструктивный небаланс фазных ветвей СО реактора также не превышает 1%. Броски тока включения и токи сквозных к.з. для таких УШР - не более 3-х кратных номинальных значений в фазах СО, - практически отсутствуют при этом в выводах нейтрали СО, поэтому уставка реле защиты по току может быть минимальной (менее 0,1 о.е. или 5... 7% номинального значения тока СО), что обеспечивает достаточно высокую чувствительность к наиболее вероятным витковым замыканиям обмотки.

Фиг.1. Состав и схема подключения устройства защиты:

1 - электромагнитная часть УШР,

2 - сетевая обмотка реактора,

3 - датчики тока наружного исполнения,

4 - терминал релейной защиты с программной или аппаратной фильтрацией входных сигналов.

Принцип действия и преимущества заявляемого устройства поясняются на фиг.1, где в маслonaполненном баке электромагнитной части 1 реактора расположена соединенная в «звезду с заземленной нейтралью» сетевая обмотка 2, к выводам которой подключены ненасыщаемые (например, датчики Холла) датчики тока наружного исполнения 3, вторичные выходные сигналы которых подаются в терминал релейной защиты 4, где после фильтрации и выделения первой гармоники разность этих токов сравнивается в измерительном органе (токовом реле) с уставкой. В случае превышения полученной разности токов в полунейтралях сетевой обмотки над заданной уставкой подается сигнал на отключение реактора без выдержки времени.

При внешних для реактора к.з., в том числе однофазных со стороны питания, разность токов в полунейтралях равна нулю (либо этих токов просто нет при к.з. без земли), поэтому отстройка или выдержка времени (блокировка) защиты не требуется. То же самое относится и к коммутационным режимам или к режимам, связанным с кратковременной или длительной несимметрией напряжений сети, поскольку и в этих режимах (и любых других, не связанных с внутренней несимметрией самой обмотки СО) токи в датчиках будут равны, а их разность в реле защиты будет равна нулю.

Тем самым обеспечивается отсутствие выдержки времени (быстродействие) и повышение чувствительности (нет необходимости отстраиваться от токов нулевой последовательности, в т.ч. по причинам несимметрии напряжений питания). Отсутствие сложных алгоритмов торможения или блокировки упрощает защиту и повышает ее надежность по сравнению с прототипом.

Наличие двух сравнительно недорогих датчиков тока вместо одного практически не усложняет и не удорожает устройство, обеспечивая принципиально иное подключение защиты, что решает все перечисленные выше проблемы прототипа - необходимость отстройки от внешних к.з., режимов включений и АПВ, несимметрий напряжения сети и т.п. за счет введения выдержки времени и усложнения алгоритмов (торможения или блокировки симметричными составляющими). Таким образом достигается поставленная задача повышения быстродействия, чувствительности и надежности устройства защиты СО УШР.

При этом следует заметить, что предлагаемая защита действует при всех видах внутренних коротких замыканий в обмотке СО, кроме симметричных к.з. Если прототип с подключением одного датчика тока между нейтралями необходимо было отстраивать или блокировать при к.з. на землю со стороны питания, что приводило к неработоспособности защиты и при внутренних к.з. на магнитопровод, то предлагаемое решение одинаково успешно и с более высокой чувствительностью действует при витковых к.з., при внутренних однофазных к.з. на бак или магнитопровод, а также при междупазных несимметричных к.з. с замыканием различного числа витков разных фаз.

Фиг.2. Расчетные осциллограммы токов в сетевой обмотке реактора и в датчиках тока.

На осциллограммах внешних (а) и внутренних (б) к.з. сверху вниз показаны одинаковые явления токов трех фаз СО, тока в ветви заземления СО и двух датчиков тока в полунейтралях СО.

Масштабы токов указаны в левом верхнем углу каждого явления - все по 0,5 кА слева; 1 и 5 кА - справа, где токи подпитки от системы гораздо больше.

Значения токов датчиков нейтралей на двух нижних осциллограммах равны слева (их разность в реле равна нулю) и существенно не равны справа при внутреннем к.з.

Указанные режимы и соответствующие характеристики предлагаемой защиты СО моделировались и проверялись в специализированной программе НРАСТ, много лет успешно используемой для исследований управляемых реакторов и трансформаторов. На фиг.2 приведены расчетные осциллограммы токов фаз СО, токов в полунейтралях СО реактора (через датчики тока) и суммарный ток в общей цепи заземления СО в режимах внешних (а) и внутренних (б) однофазных коротких замыканий на землю (на магнитопровод). Они иллюстрируют описанный принцип действия защиты - при внешних к.з. или внешней несимметрии токи в датчиках равны, а их разность в реле равна нулю или незначительному току небаланса. При внутренних витковых к.з. или к.з. на магнитопровод периодическая составляющая тока к.з. присутствует, в основном, в полунейтрали, связанной с поврежденной ветвью СО, разность токов в реле максимальна и вызывает его срабатывание.

Количество УШР для сетей с изолированной нейтралью напряжением 6... 35 кВ пока незначительно - из 80 изготовленных управляемых подмагничиванием реакторов 35... 500 кВ в эксплуатации находится всего 3 реактора 25 МВА, 35 кВ. Нейтраль их сетевой обмотки не заземляется, поэтому проблема отстройки от внешних однофазных к.з. и несимметрий сети отсутствует, а вместо двух датчиков тока может использоваться один.

В принципе заявленное устройство защиты может применяться и для трехобмоточных УШР более высокого напряжения и мощности. В таком случае вместо трехсистемной пофазной поперечной дифференциальной защиты СО

будет использоваться более простая и более чувствительная, поскольку типовую пофазную дифзащиту необходимо отстраивать от бросков токов фаз при коммутациях и внешних к.з. с учетом больших погрешностей встроенных электромагнитных трансформаторов тока (практически уставку поперечной защиты сетевой обмотки реакторов составляет 0,2...0,3 о.е., т.е. в 2-3 раза больше, чем в заявленном устройстве).

Таким образом, предлагаемое изобретение направлено на улучшение характеристик быстродействия и чувствительности релейной защиты сетевой обмотки управляемых подмагничиванием шунтирующих реакторов, а его технический результат достигается изменением количества первичных датчиков тока, принципиальной схемы их включения и способа подключения к ним измерительного органа защиты.

Литература

1. А.Г.Долгополов. Управляемые подмагничиванием шунтирующие реакторы: Состав и особенности исполнения релейной защиты. - Вестник МЭИ, № 5, 2012 г.

Формула изобретения

Устройство релейной защиты сетевой обмотки управляемого подмагничиванием шунтирующего реактора от коротких замыканий с использованием поперечной дифференциальной токовой защиты и датчика тока на выводах нейтрали обмотки, отличающееся тем, что, с целью повышения быстродействия и чувствительности, оно содержит два ненасыщаемых датчика тока, подключенных между двумя выводами нейтрали сетевой обмотки и их присоединением к контуру заземления, при этом токовое реле - измерительный орган защиты - включается на разность токов указанных датчиков после выделения фильтрами основной составляющей первой гармоники, протекающей через каждый датчик тока, и действует при превышении заданной уставки на отключение выключателя реактора без выдержки времени.

РИСУНКИ

