

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **8634**

(13) **U**

(46) **2012.10.30**

(51) МПК

H 02H 9/04 (2006.01)

H 02H 7/09 (2006.01)

(54)

КОМБИНИРОВАННАЯ СХЕМА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ОТ ГРОЗОВЫХ И КОММУТАЦИОННЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

(21) Номер заявки: u 20120303

(22) 2012.03.23

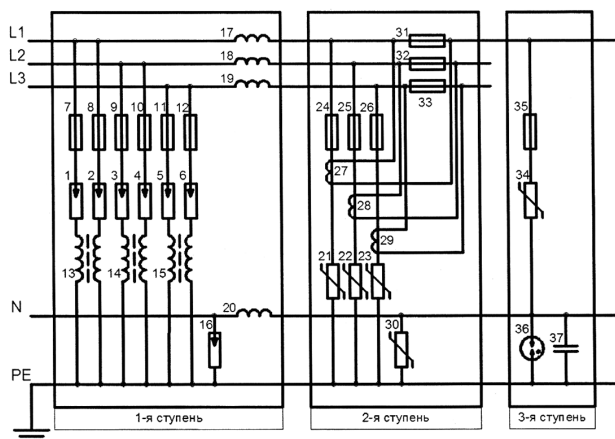
(71) Заявитель: Учреждение образования
"Белорусский государственный аграрный
технический университет"
(ВУ)

(72) Авторы: Протосовицкий Иван Васильевич;
Шевчик Николай Евгеньевич;
Протосовицкий Дмитрий Иванович
(ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования
"Белорусский государственный аграрный
технический университет" (ВУ)

(57)

Комбинированная схема для защиты электрооборудования от грозовых и коммутационных перенапряжений, состоящая из последовательно включенных в линейные провода трех ступеней защиты, каждая из которых содержит подключенные через предохранители ограничители перенапряжений: разрядники для первой ступени, варисторы для второй и третьей ступеней, включенные в первых двух ступенях между фазными, нулевым рабочим и нулевым защитным проводами, в третьей - между фазными и нулевым рабочими проводами, импульсных разделительных дросселей, включенных между первой и второй ступенями, установленных в фазные и нейтральный рабочий провода, и подключенного в третьей ступени защиты между нулевым рабочим и нулевым защитным проводами газонаполненного разрядника, **отличающаяся** тем, что в первую ступень параллельно каждому разряднику, включенному в фазный провод, подключен дополнительный разрядник, идентичный установленному, один вывод которого через предохранитель подсоединен к фазному проводу сети, и три двухобмоточных трансформатора, к началам обмоток которых для каждого фазного проводника отдельно подключены вторые выводы указанных



разрядников, а концы этих обмоток подключены к нулевому защитному проводу; во второй ступени варисторы подключены к фазным проводам через последовательно соединенные предохранители и первичную обмотку трансформатора тока, при этом начало первичной обмотки трансформатора тока подключено к предохранителю, а конец - к первому выводу варистора, второй вывод которого подключен к нулевому защитному проводу, вторичные обмотки трансформатора тока создают дополнительный нагрев плавких вставок предохранителей с токоограничением, установленных по одному в каждый фазный провод; в третьей ступени параллельно газонаполненному разряднику установлен конденсатор, подключенный между нулевым защитным и рабочим проводниками.

(56)

1. RU 2292617 C1, МПК Н 02Н 9/06, Н 02Т 4/00, 2007.
2. RU 2085002 C1, МПК Н 02Н 9/06, Н 02Н 9/04, 1997.
3. ТКП 336-2011 (02230). Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций". Глава 5. Молния и ее воздействия. Раздел 5.6. Основные критерии молниезащиты зданий, сооружений и систем энергосбережения. Глава 8. Электрические и электронные системы внутри зданий и сооружений. Раздел 8.1. Разработка и установка системы мер защиты от электромагнитного импульса от разрядов молнии. - Минск: Минэнерго, 2011 (прототип).

Заявляемая полезная модель предназначена для защиты электрооборудования от грозовых и коммутационных перенапряжений и может быть использована в электроэнергетике, а именно в низковольтных электрических сетях.

Известно устройство для защиты от перенапряжений, содержащее подключенные между защищаемым объектом и землей, соединенные последовательно нелинейные резисторы, а также искровые промежутки, шунтирующие часть нелинейных резисторов, которые объединены в нечетное количество модулей, к каждому соединенным последовательно трем модулям подключены два искровых промежутка, при этом в каждой тройке модулей первый искровой промежуток подключен параллельно соединенным последовательно верхнему и среднему модулям, а второй искровой промежуток подключен параллельно соединенным последовательно среднему и нижнему модулям [1].

Недостатками известной схемы являются достаточно высокий уровень ограничения напряжения и значительная величина остаточного напряжения, обусловленные количеством последовательно включенных резисторов, делающие данное устройство неэффективным для защиты элементов электропередачи и электрооборудования от коммутационных перенапряжений. Также нецелесообразно использование искровых промежутков для шунтирования нелинейных резисторов, т.к. в случае отсутствия пробоя искровых промежутков через каждый последовательно соединенный резистор будет протекать значительный импульсный ток при коммутационных или грозовых перенапряжениях, что негативным образом сказывается на нелинейных резисторах.

Известен также ограничитель внутренних перенапряжений в трехфазных сетях с изолированной и компенсированной нейтралью, содержащей первые три оксидноцинковых резистора, подключенных первыми выводами к соответствующим фазам сети, вторые выводы соединены в первую звезду. При этом в него введены вторые три оксидноцинковых резистора, первые выводы которых подключены к фазам сети, вторые выводы соединены во вторую звезду, нейтрали первой и второй звезд заземлены соответственно через третий и четвертый оксидноцинковые резисторы, шесть диодов, причем второй вывод резистора фазы А первой звезды подключен к аноду первого диода, второй вывод резистора фазы В первой звезды подключен к катоду первого диода и аноду второго диода, второй вывод

резистора фазы С первой звезды подключен к катоду второго диода и аноду третьего диода, катод которого подключен к первому выводу третьего резистора, второй вывод которого заземлен, второй вывод фазы А второй звезды подключен к катоду четвертого диода, второй вывод резистора фазы В второй звезды подключен к аноду четвертого диода и катоду пятого диода, второй вывод резистора фазы С второй звезды подключен к аноду пятого диода и катоду шестого диода, анод которого подключен к первому выводу четвертого резистора, второй вывод которого заземлен [2].

Недостатками данного устройства являются недостаточно эффективное использование входящих в его состав нелинейных резисторов и относительная сложность монтажа схемы защитного устройства.

Прототипом заявляемой комбинированной схемы для защиты электрооборудования от грозовых и коммутационных перенапряжений является зональная концепция защиты от перенапряжений, изложенная в [3], которой предусматривается трехступенчатая схема включения защитных устройств. Ограничители перенапряжений в первых двух ступенях - разрядники для первой, варисторы для второй ступеней - включаются между фазными (L1, L2, L3), нулевым рабочим (N) проводами и нулевым защитным проводом (РЕ) для ограничения синфазных перенапряжений, в третьей ступени, устанавливаемой непосредственно у защищаемого оборудования, варисторы включаются между фазным и нулевым рабочим проводами, а газонаполненный разрядник между нулевым рабочим и нулевым защитным проводами для ограничения противофазных перенапряжений. При размещении ограничителей перенапряжения первой и второй ступеней рядом друг с другом используется дополнительная индуктивность в виде импульсного разделительного дросселя, выбранного в соответствии с номинальным током.

Недостатки прототипа состоят в следующем.

Известная схема включения является общим случаем, и недостаточно учитывает особенности защиты электрооборудования при различных условиях, и не всегда гарантирует надежную защиту от грозовых и коммутационных перенапряжений.

В первой ступени предусматривается включение по одному разряднику в каждую фазу сети, что не обеспечивает должного уровня безопасности, т.к. при выходе его из строя, как правило, при превышении токовой нагрузки, может произойти повреждение защищаемого оборудования и последующих ступеней защиты.

Во второй ступени применение предохранителей в качестве токовой защиты для предотвращения коротких замыканий только в цепи защищаемого устройства и отсутствие координации с отключающим устройством в цепи питания электропотребителей могут привести к ситуации, когда при перегорании плавких вставок предохранителей в цепи варисторов и их отключении, нагрузка не будет отключена от сети и подвергнется воздействию импульсных перенапряжений.

В третьей ступени включение между нулевыми рабочим и защитным проводами газонаполненного разрядника не решает вопроса полного снятия потенциала с нейтрального рабочего провода и электромагнитной совместимости, в связи с тем что нулевой рабочий проводник практически всегда находится под определенным потенциалом (от единиц до десятков вольт), зависящим от симметричности распределения нагрузки по фазам, но этого напряжения будет недостаточно для срабатывания газонаполненных разрядников.

Технической задачей заявляемой полезной модели является повышение надежности и эффективности схем защиты от грозовых и коммутационных перенапряжений, а также повышения уровня защищенности электрооборудования.

Для достижения поставленной задачи комбинированная схема для защиты электрооборудования от грозовых и коммутационных перенапряжений, состоящая из последовательно включенных в линейные провода трех ступеней защиты, каждая из которых содержит подключенные через предохранители ограничители перенапряжений: разрядники для первой ступени, варисторы для второй и третьей ступеней, включенные в первых

двух ступенях между фазными, нулевым рабочим и нулевым защитным проводами, в третьей - между фазными и нулевым защитным проводами, импульсных разделительных дросселей, включенных между первой и второй ступенью, установленных в фазные и нейтральный рабочий провода, и подключенного в третьей ступени защиты между нулевым рабочим и нулевым защитным проводами газонаполненного разрядника, выполнена следующим образом, отличающим ее от известной.

В первую ступень параллельно каждому разряднику, включенному в фазный провод, подключен дополнительный разрядник, идентичный установленному, один вывод которого через предохранитель подсоединен к фазному проводу сети, и три двухобмоточных трансформатора, к началам обмоток которых для каждого фазного проводника отдельно подключены вторые выводы указанных разрядников, а концы этих обмоток подключены к нулевому защитному проводу; во второй ступени варисторы подключены к фазным проводам через последовательно соединенные предохранители и первичную обмотку трансформатора тока, при этом начало первичной обмотки трансформатора тока подключено к предохранителю, а конец - к первому выводу варистора, второй вывод которого подключен к нулевому защитному проводу, вторичные обмотки трансформатора тока создают дополнительный нагрев плавких вставок предохранителей с токоограничением, установленных по одному в каждый фазный провод; в третьей ступени параллельно газонаполненному разряднику установлен конденсатор, подключенный между нулевым защитным и рабочим проводниками.

Результатом применения в первой ступени защиты дополнительных разрядников является снижение токовой нагрузки на каждый разрядник в отдельности, улучшение других защитных характеристик, гарантирование более приемлемых условий для работы следующих ступеней защиты. Применение двухобмоточных трансформаторов необходимо для гарантированного срабатывания обоих разрядников и равномерного распределения между ними токовой нагрузки.

Во второй ступени в целях защиты потребителя от повреждения в случае выхода из строя варисторов последовательно с варисторами включены первичные обмотки промежуточных трансформаторов тока, вторичные обмотки которых обеспечивают дополнительный нагрев установленных в фазные провода предохранителей с токоограничением.

Практика показывает, что в случае отключения варисторов от сети в независимости от того, какой режим за этим последует (короткое замыкание при повреждении варисторов, или защищаемое электрооборудование будет подвергнуто воздействию перенапряжения при успешном отключении варисторов от сети), терморасцепители в автоматических выключателях, установленных в линиях, не успевают отреагировать в подобных ситуациях из-за тепловой инерционности конструкции и защищаемое электрооборудование окажется включенным на аварийный режим.

Для того чтобы предотвратить повреждение защищаемого электрооборудования перед автоматическими выключателями, дополнительно установлены предохранители с токоограничением, связанные через трансформатор тока с цепью защиты варистора. Основные преимущества предохранителей по сравнению с автоматическими выключателями заключаются в значительно меньшем времени срабатывания при одинаковых номиналах, предохранители имеют более высокую стойкость к импульсным токам значительных величин, соответственно, являются более простыми и надежными по конструкции.

Номиналы предохранителей, установленных в фазных проводах должны быть равны номиналам предохранителей, установленных в цепях защиты варисторов.

Координация предохранителей, установленных в цепи варистора и фазных проводах, обеспечивается посредством дополнительного нагрева плавкой вставки предохранителей, установленных в фазных проводах, вторичной обмотки промежуточных трансформаторов тока, подключенных первичной обмоткой последовательно с варисторами.

Установка в третьей ступени конденсатора позволяет устранить описанные выше недостатки третьей ступени прототипа без применения дорогостоящих фильтров и дополнительных устройств, что особенно важно для третьей ступени защиты.

В итоге, благодаря более четкой координации значений срабатывания ступеней защиты, возможности увеличения значений и равномерного распределения токовой нагрузки между разрядниками первой ступени защиты, гарантированного отключения электрооборудования от сети в случае повреждения варисторов во второй ступени, снижения уровня потенциала в нулевом рабочем проводе, достигается необходимый уровень надежности, эффективности и защищенности оборудования.

Предложенная комбинированная схема для защиты электрооборудования от грозовых и коммутационных перенапряжений по сравнению с прототипом обладает следующими преимуществами:

увеличение пропускной способности по току первой ступени и улучшение ее защитных характеристик; более высокий уровень защищенности электрооборудования, обусловленный конструктивными особенностями второй ступени (исключение возможности повреждения защищаемого потребителя в случае повреждения аппаратов защиты второй ступени); способствует улучшению электромагнитной совместимости благодаря конструктивным особенностям третьей ступени.

На фигуре приведен общий вид заявляемой комбинированной схемы.

Комбинированная схема для защиты электрооборудования от грозовых и коммутационных перенапряжений функционально состоит из трех ступеней.

Первая ступень - из разрядников 1, 2, 3, 4, 5, 6, попарно подключенных одним концом в каждый фазный провод (1, 2 в L1; 3, 4 в L2; 5, 6 в L3) через предохранители (7, 8 для L1; 9, 10 для L2; 11, 12 для L3), а вторые концы подключены раздельно для каждой фазы к началам обмоток двухобмоточных трансформаторов (13 в L1; 14 в L2; 15 в L3), концы обмоток, которых присоединены к нулевому защитному проводнику (РЕ) и разрядника 16 включенного между нулевыми рабочим (N) и защитным (РЕ) проводниками.

Между первой и второй ступенью установлены разделительные импульсные дроссели 17, 18, 19, 20.

Вторая ступень - из варисторов 21, 22, 23, включенных одним концом через последовательно соединенные предохранители 24, 25, 26 и первичные обмотки промежуточных трансформаторов 27, 28, 29 в фазы сети L1, L2, L3; варистора 30, подключенного между нулевыми рабочим (N) и защитным (РЕ) проводниками. Предохранителей с токоограничением 31, 32, 33, включенных в фазные провода, дополнительный нагрев плавких вставок которых обеспечивается вторичными обмотками трансформаторов тока 27, 28, 29 в соответствии с фазой.

Третья ступень - - варистор 34, подключенный одним концом через предохранитель 35 к фазе защищаемой сети, а вторым концом к нулевому рабочему проводнику (N); газонаполненного разрядника 36 и конденсатора 37, включенных между нулевыми рабочим (N) и защитным (РЕ) проводниками.

Работа предложенной схемы осуществляется следующим образом.

При воздействии высоковольтного импульса (к примеру, в фазе L1) вследствие естественного разброса пробивных напряжений разрядников первоначально срабатывает только один разрядник (например, разрядник 1). Протекающий при этом через разрядник 1 и обмотку промежуточного трансформатора 13 ток приводит к появлению в сердечнике магнитного потока намагничивания, в результате чего на второй обмотке возникает напряжение противоположного знака по отношению к напряжению в фазном проводе L1, что приводит к увеличению напряжения в межэлектродном пространстве и срабатыванию разрядника 2. При этом взаимодействие магнитных потоков приводит к выравниванию токов в разрядниках.

При превышении проходящим током опасных значений для разрядников они будут отключены предохранителями 7, 8.

Дальнейшее прохождение импульса в сеть вызывает включение варистора 21 второй ступени. При превышении током, проходящим через варистор 21, опасной для него величины или его разрушении для предотвращения короткого замыкания срабатывает предохранитель 24, в это время этот ток, протекая по первичной обмотке промежуточного трансформатора тока 27, создаст напряжение на его вторичной обмотке, что вызывает протекание токов через плавкие вставки предохранителя 31, создавая их дополнительный нагрев и перегорание в случае отключения варисторов от сети, тем самым предохраняя защищаемое электрооборудование от повреждения.

Окончательное снижение уровня высоковольтных помех происходит на третьей ступени варистором 34, тепловая защита которого выполнена предохранителем 35.

Селективность срабатывания первой и второй ступеней защиты обеспечивается импульсными разделительными дросселями 17, 18, 19, 20, установленными в линейные провода. В связи с тем что третья ступень устанавливается непосредственно у потребителя и на значительном расстоянии от второй ступени, селективность срабатывания обеспечивается за счет увеличения индуктивного сопротивления металлических жил провода, поэтому для дополнительных устройств для обеспечения селективности не требуется.

Аналогично происходит процесс снятия перенапряжения в фазах L1 и L2.

При появлении перенапряжения в нулевом рабочем проводе (N) происходит постепенное снижение перенапряжения по мере прохождения ступеней защит: разрядника 16 в первой ступени, варистора 30 во второй и газонаполненного разрядника 36 в третьей. При индуцированных напряжениях, возникающих на подводящих к чувствительным приборам линиях, недостаточной величины для открытия газонаполненного разрядника, потенциал с нулевого рабочего провода будет снят при помощи конденсатора 37.

Предлагаемая схема обеспечит безотказную работу всех типов электрооборудования в самых сложных условиях и повысит их устойчивость к перенапряжениям.

Технический результат, достигаемый при этом, заключается в повышении уровня защищенности электрооборудования, надежности и эффективности защиты за счет оптимизации ее пороговых напряжений срабатывания для каждой ступени защиты, в зависимости от допустимых величин перенапряжений на подключаемом к сети электрооборудовании, отключения потребителя от сети в случае повреждения защитных устройств, распределении токовой нагрузки между разрядниками в первой ступени защиты.