



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H02H 7/26 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019122878, 19.07.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.07.2019

Дата регистрации:
23.07.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.07.2019

(45) Опубликовано: 23.07.2020 Бюл. № 21

Адрес для переписки:
121471, Москва, ул. Багрицкого, 32, кв. 9,
Беньяшу Юрию Леонидовичу

(72) Автор(ы):

Беньяш Юрий Леонидович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Беньяш Юрий Леонидович (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2254657 C1, 20.06.2005. EP
1014526 A2, 28.06.2000. RU 2239930 C1,
10.11.2004.

(54) Способ координации действия защит питающих линий, смежных изолирующему сопряжению постоянного тока

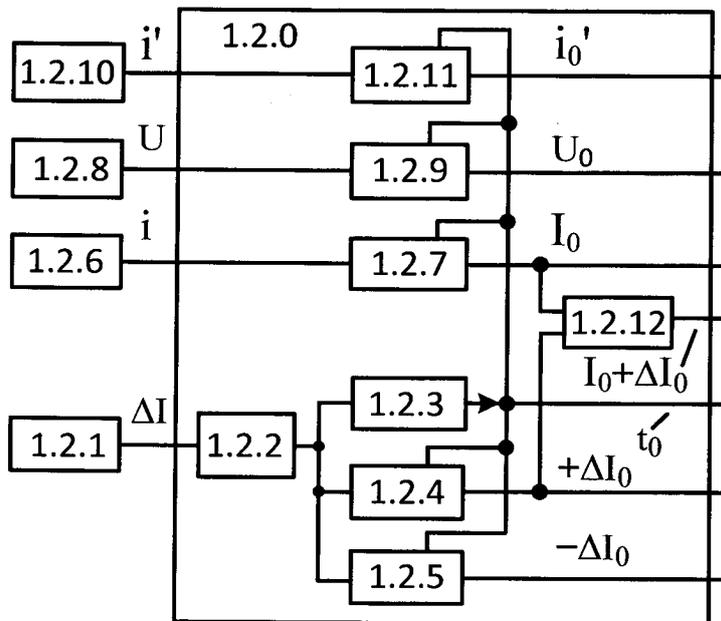
(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники. Технический результат заключается в повышении эффективности защит питающих линий, в частности в сокращении числа ложных срабатываний защит. Согласно способу координацию действия защит питающих линий, смежных изолирующему сопряжению, осуществляют благодаря информационной связи между токами питающих линий, смежных

изолирующему сопряжению, с измерением прогнозного приращения тока при замыкания токоприемником ЭПС изолирующего сопряжения и появления передачи нагрузки с одной питающей линии на другую в начальный момент появления этой передачи тока, вызывающей приращения тока в питающих линиях, не превышающих половину максимальной нагрузки смежной питающей линии. 2 з.п. ф-лы, 11 ил.

RU 2 727 706 C1

RU 2 727 706 C1



Фиг. 1.5

RU 27272706 C1

RU 2727706 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H02H 7/26 (2020.02)

(21)(22) Application: **2019122878, 19.07.2019**

(24) Effective date for property rights:
19.07.2019

Registration date:
23.07.2020

Priority:

(22) Date of filing: **19.07.2019**

(45) Date of publication: **23.07.2020** Bull. № 21

Mail address:

**121471, Moskva, ul. Bagritskogo, 32, kv. 9,
Benyashu Yuriyu Leonidovichu**

(72) Inventor(s):

Benyash Yuriy Leonidovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Benyash Yuriy Leonidovich (RU)

(54) **METHOD OF COORDINATION OF PROTECTION ACTION OF SUPPLY LINES ADJACENT TO INSULATING COUPLING OF DIRECT CURRENT**

(57) Abstract:

FIELD: electrical equipment.

SUBSTANCE: invention relates to the electrical equipment. According to method coordination of protection of supply lines adjacent to insulating coupling, is carried out due to information connection between currents of supply lines adjacent to insulating coupling, with measurement of predicted current increment upon closing of insulating interface by current collector of electric stock and occurrence of transfer of

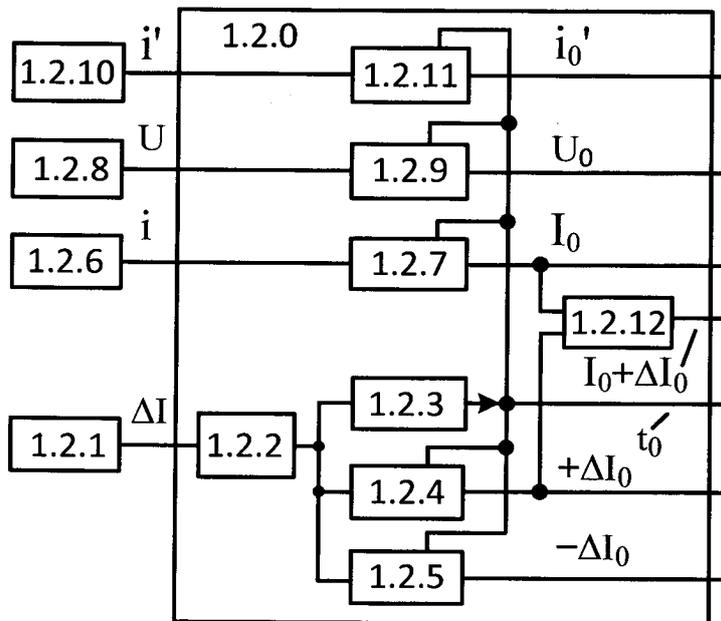
load from one feed line to another at the moment of appearance of this current transfer, which causes current increments in supply lines, not exceeding half of maximum load of adjacent supply line.

EFFECT: technical result consists in improvement of efficiency of supply lines protection, in particular in reduction of number of false actuations of protections.

3 cl, 11 dwg

RU 2 727 706 C1

RU 2 727 706 C1



Фиг. 1.5

RU 272722 907706 C1

RU 2727706 C1

Область техники

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано для защиты электрических сетей постоянного тока. Например, для защиты тяговых устройств от токов короткого замыкания (к. з.), а именно для координации действия 5 защит питающих линий смежных изолирующему сопряжению, на тяговой станции и посту секционирования.

Под координацией защит будет понимать последовательность по времени отключения защит разных устройств постоянного тока, позволяющая минимизировать число отключаемых нагрузок. По функции это близко к селективности защит сетей 10 переменного тока. Однако, есть отличия в функционировании защит сетей постоянного и переменного тока, и использование термина «селективность» влечет за собой использование связанных с ним известных решений, не всегда пригодных для защит постоянного тока, использующих переходные процессы изменения тока.

Далее под тяговой станцией будем понимать тяговую подстанцию или тяговую 15 электростанцию. Описание тяговых электростанций есть в [1].

Уровень техники

Изолирующие сопряжения необходимы для секционирования контактной сети с разных сторон от тяговой станции и поста секционирования. Для токоприемников ЭПС они должны обеспечить безобрывное питание при проходе токоприемника через разрыв 20 контактной сети на границе секций. Это достигается одновременным касанием токоприемником контактной сети смежных участков, небольшая часть которой проходит рядом и параллельно друг другу, обеспечивая и безобрывности тока и изолирующее сопряжение.

Проезд изолирующего сопряжения связан с передачей тока от одной питающей 25 линии к другой питающей линии, смежной с ней, в случае наличия нагрузки на одной из питающих линий. При этом передаваемый ток проходит от одной питающей линии с выключателем и защитой к другой питающей линии, со своим выключателем и защитой, через шины питающего напряжения тяговой станции или поста секционирования. Передача тока сопровождается положительным приращением тока 30 на принимающей питающей линии и таким же по величине отрицательным приращением тока на передающей питающей линии. При этом сумма токов обеих питающих линии не меняется.

Очевидную в этой ситуации блокировку по сумме токов, объединив на одном реле токи обеих питающих линий выполнить сложно, так как это значительно усложнит 35 выполнение резервирования ячеек питающих линий.

Омическое сопротивление контура передачи тока незначительно и в нем нет индуктивности. Так в [2] отмечено, что процесс нарастания тока и сброса передаваемого тока сопровождаются большой производной тока. Отмечена сложность выделения 40 признаков, отличающих аварийные режимы от нормальных режимов, наличие ложных срабатываний.

Известен способ координации действия защит смежных изолирующему сопряжению питающих линий [3], в котором используют параметр переходного процесса изменения тока в обеих смежных питающих линиях, а именно, производную тока, получаемую от контактной сети, предшествующей питающим линиям. Однако этот способ направлен 45 на исключения дуги внутри изолирующего сопряжения.

Известен способ координации действия защит смежных изолирующему сопряжению питающих линий тяговой станции постоянного тока, и вводят поперечную блокировку срабатывания защит [4]. Для отстройки от ложного срабатывания используют

напряжение, получаемое на вновь введенных катушках, установленных на проводах обеих питающей линии. Эти катушки включены на свои реле напряжения, контакты которых соединены последовательно между собой. При передаче тока с одной питающей линии на другую, оба реле срабатывают одновременно, подавая блокирующий сигнал на калибровочную катушку реле-дифференциального шунта РДШ, тем самым загроуляя уставку этого реле и предупреждая его ложное срабатывание на время передачи тока. Для прогнозных защит эти слишком большие времена и можно пропустить аварийный режим, появившийся во время передачи тока.

Известен способ координации действия защит смежных изолирующему сопряжению питающих линий тяговой станции или поста секционирования постоянного тока, которых используют параметры переходного процесса изменения тока в обеих смежных питающих линиях, и вводят поперечную блокировку срабатывания защит в случае близкой к нулю сумме одного и того же параметра переходного процесса, измеряемого в обеих смежных питающих линиях [5] и [6]. В работе [6] принято более простое конструктивное решение, как там указано, по сравнению с [5]. В нем определяют защитные параметры изменения тока с помощью реле РДШ с поперечной связью между защитами смежных питающих линий. Для поперечной связи используют напряжение, получаемое на катушках магнитопровода реле РДШ у защит смежных фидеров. Срабатывания реле РДШ блокируют при появлении на катушках обоих реле РДШ напряжений противоположного знака. Магнитный поток этого магнитопровода зависит от величины начального тока, приращения тока и начальной производной тока, проходящего через РДШ.

Недостатки прототипа

Реле РДШ срабатывает от совокупности начального тока, приращения тока и производной тока, причем эти параметры по отдельности не выделяются и их невозможно регулировать отдельно друг от друга. Высокое значение производной тока приводит к снижению уставки реле РДШ по приращению тока и по величине тока. Производная тока в режиме передачи тока между смежными линиями по величине много больше, чем при удаленном к.з. Из-за этого появляется избыточная чувствительность реле РДШ к указанной выше передаче тока, Это увеличивает число ложных срабатываний.

Примененная поперечной связью сравнивает совокупности указанных параметров и при их равенстве блокирует срабатывание. Обязательность связи между защитами разных путей усложняет защиты.

Кроме того, реакция на изменение тока электромеханических элементов использованных в прототипе замедленная, это значительно увеличивает время блокировки срабатывания реле РДШ, за которое можно пропустить аварийный режим в контактной сети.

Известный способ работает только при наличии реле РДШ. В новейших защитах постоянного тока наметился отказ от индуктивных шунтов, включая и реле РДШ, и указанная в прототипе поперечная связь, поэтому будет неприменима.

Целью изобретения является устранение указанных недостатков.

Сущность изобретения

Способ координации действия прогнозных защит питающих линий, смежных изолирующему сопряжению, на тяговой станции или посту секционирования постоянного тока, в котором определяют защитные параметры переходного процесса изменения тока в обеих смежных питающих линиях, причем используют прогнозное приращение тока, уставку по этому приращению тока задают не менее половины от наибольшего

тока нагрузки смежной питающей линий, предпочтительно с адаптацией уставки к производной тока.

Возможна адаптация уставки по приращению тока в сторону ее увеличения, с ростом величины производной тока, причем возрастание может быть нелинейным. Возможна
5 адаптация уставки по приращению тока применительно к начальному уровню напряжения.

Краткое описание чертежей

Общие свойства прогнозных защит постоянного тока

На фиг. 1.1 приведено изменение тока защищаемой сети, на фиг. 1.2 - выходной
10 сигнал прогнозного датчика приращения тока, на фиг. 1.3 - выходной сигнал указанного датчика при использовании на его выходе блока выделения единичного изменения сигнала, на фиг. 1.4 - выходной сигнал датчика напряжения:

1.1.1 - ток защищаемой сети постоянного тока;

1.1.2 - выходной сигнал прогнозного датчика приращения тока;

15 1.1.3 - выходной сигнал блока выделения единичного изменения сигнала.

1.1.4 - выходной сигнал датчика напряжения.

На фиг. 1.5 приведена функциональная схема формирователя входных сигналов для анализирующей части защиты:

1.2.0 - формирователь входных сигналов для защиты;

20 1.2.1 - прогнозный датчик приращения тока;

1.2.2 - блок выделения единичного приращения тока;

1.2.3 - задатчик времени хранения сигналов датчиков;

1.2.4 - элемент выборки и хранения положительного приращения тока + ΔI_0 ;

25 1.2.5 - элемент выборки и хранения отрицательного приращения тока - ΔI_0 ;

1.2.6 - датчик тока;

1.2.7 - элемент выборки и хранения тока I_0 ;

1.2.8 - датчик напряжения;

1.2.9 - элемент выборки и хранения напряжения U_0 ;

30 1.2.10 - датчик производной тока;

1.2.11 - элемент выборки и хранения производной тока i'_0 ;

1.2.12 - сумматор, адаптирующий уставку прогнозного приращению тока.

Координация действия защит питающих линий, смежных изолирующему сопряжению

На фиг. 2.1 приведены схема подключения питающих линий к шине постоянного
35 тока тяговой станции или поста секционирования, участок контактной сети с изолирующим сопряжением и нагрузкой.

2.1 - тяговая станция или пост секционирования;

2.2 - шина постоянного тока;

2.3 - левая питающая линия;

40 2.4 - правая питающая линия;

2.5 - защита выключателя левой питающей линии;

2.6 - защита выключателя правой питающей линии;

2.7 - контактная сеть слева;

2.8 - контактная сеть справа;

45 2.9 - рельсовая цепь;

2.10 - нагрузка;

2.11 - токоприемник ЭПС;

2.12 - зона изолирующего сопряжения.

На фиг. 2.2 приведены изменения токов питающих линий при проезде токоприемником нагрузки 2.11 зоны изолирующего сопряжения 2.12.

На фиг. 2.3 приведена схема прогнозной защиты питающей линии.

2.5.0 - формирователь входных сигналов анализирующего блока защиты;

2.5.1 - датчик прогнозного приращения тока питающей линии;

2.5.2 - компаратор.

На фиг. 2.4 приведена схема прогнозной защиты питающей линии с адаптацией к производной тока.

2.5.3 - датчик производной тока питающей линии;

2.5.4 - адаптируемый компаратор.

На фиг. 2.5 приведена схема прогнозной защиты питающей линии с адаптацией к производной тока и к напряжению.

2.5.5 - датчик напряжения;

2.5.6 - сумматор.

Описание действия защиты

Общие свойства прогнозных защит постоянного тока

Под прогнозной защитой будем понимать защиты, которые могут работать с параметрами, характеризующие изменение тока, до того, как этот параметр достиг величины, допускающий его прямое, непосредственное измерение. Производная тока, под величиной которой понимают ее значение в начале изменения тока, является прогнозным параметром, так как ее максимальное значение появляется в начальный момент ее появления. Однако, как показано еще в [7, с. 173], этот параметр малоинформативен, так как он при удаленном токе к.з. он может быть близок по своей величине к рабочим режимам. Наиболее информативен параметр приращение тока [8].

Прогнозные защиты по способу обладают общими свойствами, которые пояснены на фигурах 1.1-1.3. Подробнее они рассмотрены в Приложении.

На фиг. 1.1 приведена кривая изменения тока 1.1.1 в защищаемой сети постоянного тока с индуктивной составляющей сопротивления сети. Изменение тока началось в момент времени t_0 , с величиной приращения тока ΔI в конце изменения тока. На фиг.

1.2 показано изменение выходного сигнала 1.1.2 прогнозного датчика приращения тока в виде напряжения и, вызванное приращением тока 1.1.1. Его особенностью является скачкообразное появление, причем максимальное по величине в начале приращения тока. Эта информация о величине предстоящего приращения тока заложена в экспоненциальной кривой изменения тока. Датчик дает «прогноз» будущего значения приращения тока.

После появления прогнозного сигнала он может спадать с внутренней постоянной времени датчика, выбираемой по величине много более постоянной времени изменений тока сети. Начальную величину этого сигнала фиксируют на заданное время t_1 , необходимое для работы остальных элементов защиты. Следует отметить, что на фиг. 1.1 и 1.2 ось абсцисс показана в масштабе десятков мс, на фиг. 1.3 - в масштабе единиц мс. Работа формирователя входных сигналов для анализирующей части защит рассмотрена после описания.

Другие прогнозные параметры можно получить на основе прогнозного приращения тока, как показано на примере прогнозного тока, получаемого как сумма тока линии в момент появления приращения тока с прогнозной величиной тока.

Рассмотренные ниже примеры прогнозных защит построены на базе цепей с большой постоянной времени.

Формирование входных сигналов прогнозной защиты

Функциональная схема формирователя входных сигналов 1.0 анализирующего блока согласно способу показана на фиг. 1.5. Сами датчики первичных входных сигналов функционально и конструктивно, в основном, не входят в формирователь входных сигналов. Функция подготовки сигнала тактирования начала хранения информации, путем формирования сигнала с крутым фронтом выполнена в формирователе входных сигналов анализирующего блока.

На фиг. 1.6. приведен пример адаптации уставки по приращению тока к величине производной тока непосредственно в формирователе входных сигналов, на элементе 1.2.12, вычитающего из приращения тока долю сигнала производной тока.

Сигналы приращения тока с прогнозного датчика приращения тока медленно затухают и могут накладываться на окончание предыдущего приращения тока. При нескольких нагрузках, работающих асинхронно, возможна такая ситуация. Появление аварийного тока также является асинхронным событием по отношению к токам нагрузки. Произойдет суммирование сигналов соседних прогнозных приращений тока, для его устранения необходим блок выделения единичного приращения тока. Известные примеры таких блоков приведены в Приложении.

Датчик прогнозного приращения тока 1.2.1 имеет наибольшую информационную нагрузку. Первая функция - отметка начального момента времени появления изменения тока t_0 . Здесь используется свойство выходного сигнала датчика прогнозного приращения тока - скачкообразное появления сигнала. Затем сигнал проходит через блок выделения единичного сигнала 1.2.2.

Фронт прогнозного приращения тока запускает задатчик 1.2.3 времени хранения входной информации по всем входным сигналам. Информация о входных параметрах в момент времени t_0 хранится в ячейках выборки и хранения. Так информация с выхода блока выделения единичного сигнала 1.2.2 будет храниться о положительных приращениях в ячейке 1.2.4.

Сигнал с элемента 1.2.4 поступает на задатчик 1.2.3 времени хранения сигналов датчиков. Благодаря этому начало хранения определяют по появлению крутого фронта основного информационного сигнала. Перед началом нового хранения предыдущая информация в ячейках памяти сбрасывают. Задатчик содержит внутренний таймер, ограничивающий время хранения.

Вторая функция прогнозного датчика приращения тока - дать информацию о прогнозной величине приращения тока. Для хранения сигнала прогнозного приращения тока служат две ячейки выборки и хранения 1.2.4 и 1.2.5. Их управляющие входы подключены к выходу задатчика времени 1.2.3. Время хранения может быть ограничено, например, выполнено соизмеримым с временными задержками в анализирующей части защиты. При окончании времени хранения информацию обнуляют. В начале хранения производят замещение старой информации на новую. Синхронность хранения входных параметров обеспечена подачей сигнала задатчика на все управляющие входы ячеек памяти.

Элементы 1.2.4, 1.2.5, 1.2.7, 1.2.9 и 1.2.11 обеспечивают хранение на заданное время величин входных сигналов на момент времени начала изменения тока t_0 . Выходной сигнал задатчика времени хранения входной информации также передают на выход формирователя входных сигналов анализирующего блока, как индикатор времени t_0 .

При быстродействующих выключателях собственное время их отключения будет до 20 мс, тогда как постоянная времени снижения сигнала прогнозных датчиков с большой постоянной времени может быть получена в 1000 мс, поэтому снижение уровня

сигнала будет незначительным. Либо ввести задержку во времени на запоминание начальных параметров, с помощью задатчика 1.2.3, как показано на фиг. 1.5.

Возможно формирование дополнительных параметров защищаемой сети, характеризующие изменение тока, с использованием прогнозного приращения тока, например величину тока, сумматором 1.2.12. Таким же образом, суммируя, можно сформировать адаптацию параметров к уровню начального тока, напряжения или к уровню производной тока.

Так сумматор 1.2.12, своими входами подключенный к выходам элементов выборки и хранения сигнала датчика тока 1.2.7 - I_0 и элемента выборки и хранения сигнала приращения тока 1.2.4 - ΔI_0 , образует на своем выходе сигнал прогнозируемого тока, то есть тока в конце его изменения. Датчик производной тока 1.2.10 подает свой сигнал на элемент выборки и хранения 1.2.11.

Формирователь входного сигнала тактирует свою работу по переднему фронту сигнала приращения тока, запоминает величину приращения тока в двух ячейках, с учетом знака приращения тока, окончание хранения задает задатчик 1.2.3.

На ниже приведенных схемах прогнозных защит с координацией действия элементы формирователя входных сигналов анализирующих блоков не показаны, как стандартный набор с известными свойствами. Для способа формирования входного сигнала обязательным является вход для прогнозного приращения тока, остальные входы факультативны.

Способ координации действия защит смежных питающих линий

На фиг. 2.1 показаны тяговая станция 2.1, ее шина постоянного тока 2.2, от которой получают напряжение левая питающая линия 2.3, подключенная к левому контактному проводу 2.7 и правая питающая линия 2.4, подключенная к правому контактному проводу 2.8. На расстоянии 2.11 эти контактные провода идут рядом, не соприкасаясь, образуя изолирующее сопряжение.

При подъезде поезда 2.10, например, с правой стороны, к началу изолирующего сопряжения, его токоприемник 2.11 замкнет одновременно оба контактных провода, 2.7 и 2.8. Если на правой питающей линии 2.4 была нагрузка $I_H2.4$, тогда она распределится на две питающие линии, примерно пополам. На принимающей, левой питающей линии 2.3, появится положительное приращение тока $0.5 \cdot \Delta I_H2.4$, а на отдающей питающей линии 2.4 появится отрицательное приращение тока $0.5 \cdot \Delta I_H2.4$. Положительное приращение тока на левой питающей линии ее защита может оценить как аварийный режима и ложно сработает.

Если в момент замыкания обоих проводов изолирующего сопротивления токоприемником 2.11 нагрузки будет только на левой питающей линии 2.3, то на принимающей, правой питающей линии 2.4 будет положительное приращение тока, равное $0.5 \cdot \Delta I_H2.3$, а на отдающей питающей линии 2.3 появится отрицательное приращение тока $0.5 \cdot \Delta I_H2.3$.

При подъезде поезда с левой стороны, в момент замыкания обоих проводов изолирующего сопротивления токоприемником 2.11, при нагрузке только на левой питающей линии 2.3, положительное приращение тока будет на правой питающей линии 2.4 равное $0.5 \cdot \Delta I_H2.3$. Если нагрузка будет только на правой питающей линии 2.4, то положительное приращение тока будет только на левой питающей линии 2.3, равное $0.5 \cdot \Delta I_H2.4$.

При выборе уставок защит по приращению тока по величине, не менее половины

максимального тока смежной питающей линии, то этого будет достаточно для отстройки от рабочего режима передачи тока с одной питающей линии на другую. Ни одна защита не срабатывает ложно.

5 Схема защиты приведена на фиг. 2.3. Сигнал через формирователь входных сигналов 2.5.0 поступает от прогнозного датчика приращения тока 2.5.1 на компаратор 2.5.2, его выход является выходом защиты. Величина сигнала с датчика приращения тока 2.5.1, в отличие от сигнала срабатывания реле РДШ по прототипу, не зависит от величины производной тока и от величины предшествующего тока, а зависит только от величины приращения тока в питающей линии. Поэтому нет ложных срабатываний
10 у защиты по способу. Координация защит между двумя питающими линиями обеспечивается выбором уставки по приращению тока питающей линии как половины наибольшей нагрузки у смежной линии. Тогда ни одна из защит в режиме передачи тока не срабатывает.

Формирователь входных сигналов может также создать адаптированный сигнал
15 прогнозного приращения тока к производной тока, на элементе 1.2.13.

Второй вариант схемы на фиг. 2.4 обеспечивает повышение отстройки от режима передачи тока за счет увеличения уставки по приращению тока при наличии сигнала производной тока большой величины. Производная тока, под ней имеется в виду ее
20 наибольшая величина, появляющаяся в первый момент времени появления приращения тока, увеличивает уставку по приращению тока. Тогда как в прототипе она действует обратно, уменьшая уставку. Для учета величины производной тока используется адаптируемый компаратор 2.5.4. Нелинейная адаптация позволяет не снижать чувствительность к приращениям токов к.з., производная которых значительно меньше, чем производная тока при передаче тока между смежными линиями. Производная тока
25 близкого к.з. определяется индуктивностями в цепи к.з., включая реактор фильтр-устройства, тогда как в цепи передачи тока с одной питающей линии на другую питающую линию нет индуктивностей.

Пример схемы защиты с адаптацией к начальному напряжению приведен на фиг. 2.5. Это увеличивает чувствительность защиты к аварийным режимам, практически не
30 влияя на отстройку от режима передачи тока с одной смежной питающей линии на другую. В этом случае целесообразность использования адаптации по производной тока увеличивается. Схемы защит обеих питающих линий идентичны друг другу. Способ независим от наличия реле РДШ.

Существенное уменьшение времени анализа ситуации с передачей тока и блокировки
35 ложных срабатываний, уменьшает вероятность пропуска аварийного режима во время блокировки, по сравнению с прототипом. Ситуация с параметрами токов питающих линий выявляется в первый момент появления приращения тока.

В качестве прогнозных параметров могут быть взяты любые одноименные пары защитных параметров, например, прогнозные величина тока, в сочетании или без
40 прогнозного приращения тока, прогнозные сопротивления или приращения сопротивления, с адаптацией к уровню напряжения или к уровню производной тока или без нее. Адаптация к уровню напряжению близка по свойствам к защите по сопротивлению, но проще выполняется.

Если же защита будет минимального вида, типа защиты по сопротивлению, тогда
45 уставки должны быть выбраны, исходя из половины минимального значения выбранного параметра смежной питающей линии.

В прототипе информационную связь между защитами смежных питающих линий осуществляют через силовые цепи питающих линий, путем передачи части тока с одной

линии на другую линию, при замыкании токоприемником изолирующего сопряжения. Есть и поперечная проводная информационная связь между защитами смежных линий, по вторичным параметрам. В рассматриваемом способе защиты отсутствует проводная информационная связь между защитами, хотя косвенно такая связь и существует, в виде связи величин уставок защиты с величинами токов смежной питающей линии, обеспечивая тем самым координацию действия защит. Поэтому рассматриваемый способ проще способа по прототипу.

Прогнозные защиты улучшают условия взаимодействия с нагрузкой, переходящей в генераторный режим на соседних линиях, ибо отключение выключателей произойдет до развития тока генераторного режима нагрузки, поступающего в место короткого замыкания через выключатель. Будущий генераторный ток не добавляют к отключаемому току выключателя.

Не влияет и нелинейность намагниченность рельсовых цепей аварийным током, для проявления которой необходимо достижения определенного абсолютного значения тока в рельсовой цепи.

Список использованных источников

1. Патент В60М 3/00, Н02В 7/00, Н02J 3/40 №2662294, Беньяш Ю.Л. «Тяговая электростанция», 2018 г.
2. Векслер М.И. «Защита тяговой сети постоянного тока от токов короткого замыкания» М.: «Транспорт», 1967 г., с. 12.
3. ПМ Н02J 3/00 №55221 Пупынин В.Н. и Дарчиев С.Х. «Устройство питания контактной сети электрической железной дороги постоянного тока».
4. Патент РФ №2239930 Н02Н 7/26 Такарлыкова А.С. и Пупынин В.Н. «Способ защиты участков контактной сети от токов короткого замыкания»;
5. Патент РФ №2207688 Н02Н 7/26 Заторская Л.П. и Пупынин В.Н. «Схема защиты смежных фидеров тяговой сети постоянного тока» оп. 2003 г.
6. Патент РФ №2254657 Н02Н 7/26 Заторская Л.П. и Пупынин В.Н. «Схема защиты смежных фидеров тяговой сети постоянного тока» 2005 г.
7. Кучма К.Г. и др. «Защита от токов короткого замыкания в контактной сети» М. Трансжелдориздат, 1960 г. с. 153-178;
8. Инструкция по выбору уставок защит терминала ЦЗАФ-3,3. (дополнение к части 1-ой «Руководящих материалов по релейной защите систем тягового электроснабжения», ЦЭ ОАО «РЖД», 2005 г), Москва 2009 г., с. 12.

(57) Формула изобретения

1. Способ координации действия защит питающих линий, смежных изолирующему сопряжению постоянного тока, на тяговой станции или посту секционирования, при котором определяют параметры переходного процесса изменения тока в обеих смежных питающих линиях, отличающийся тем, что в качестве параметра переходного процесса используют прогнозное приращение тока, причем уставку по приращению тока задают не менее половины от наибольшего тока нагрузки смежной питающей линии, предпочтительно с адаптацией уставки по приращению тока в сторону увеличения с помощью производной тока.

2. Способ координации действия защит питающих линий по п. 1, отличающийся тем, что при адаптации уставки по приращению тока в сторону ее увеличения, возрастание с ростом величины производной тока может быть нелинейным.

3. Способ координации действия защит питающих линий по п. 1, отличающийся тем, что возможна адаптация уставки по приращению тока применительно к начальному

уровню напряжения.

5

10

15

20

25

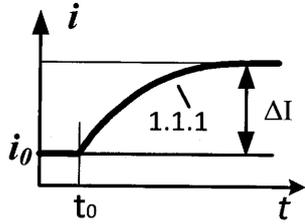
30

35

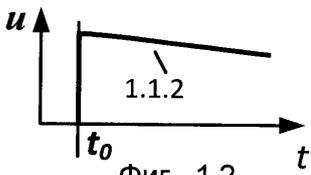
40

45

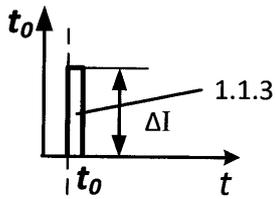
1



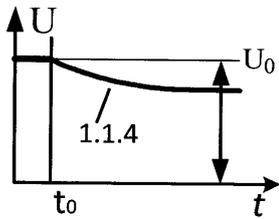
Фиг. 1.1



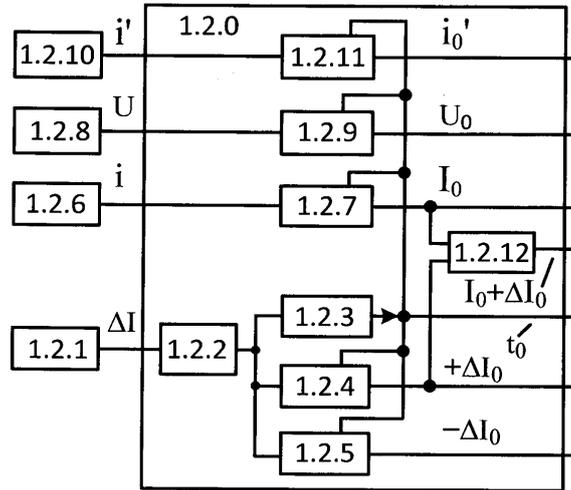
Фиг. 1.2



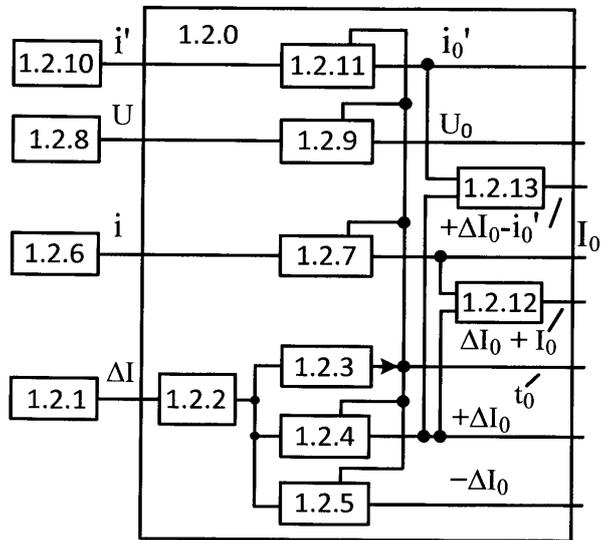
Фиг. 1.3



Фиг. 1.4

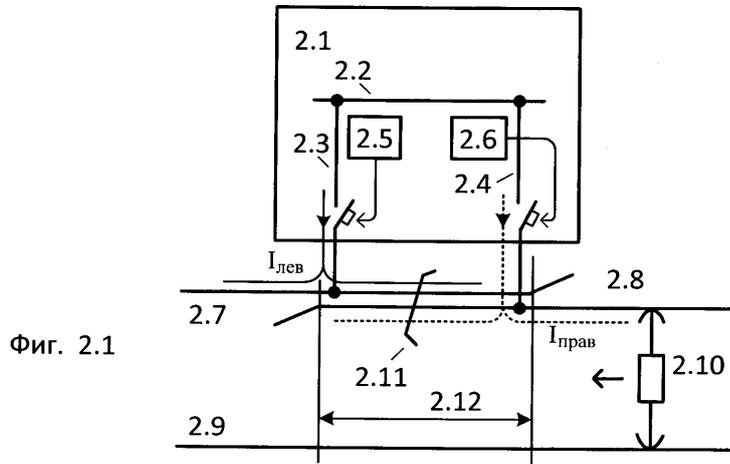


Фиг. 1.5

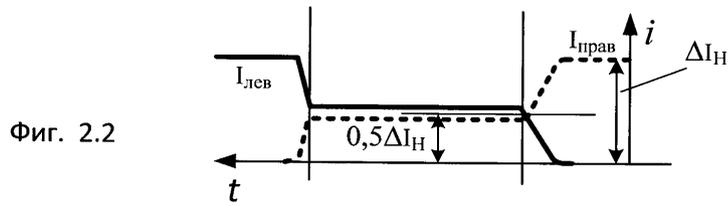


Фиг. 1.6

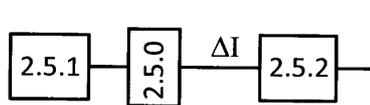
2



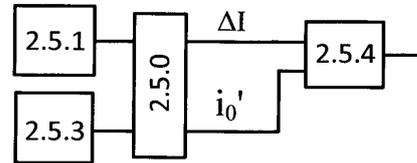
Фиг. 2.1



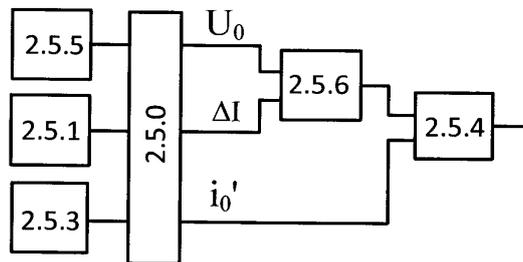
Фиг. 2.2



Фиг. 2.3



Фиг. 2.4



Фиг. 2.5