

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2453021

УСТРОЙСТВО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТКЛОНЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ И РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Патентообладатель(ли): *Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2011118261

Приоритет изобретения 05 мая 2011 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 10 июня 2012 г.

Срок действия патента истекает 05 мая 2031 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Б.П. Симонов





(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2011118261/07, 05.05.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента: 05.05.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 05.05.2011

(45) Опубликовано: 10.06.2012

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2406207 C1, 10.12.2010. KZ 22210 A4, 15.01.2010. RU 2408971 C2, 10.01.2011. RU 2094839 C1, 27.10.1997. RU 51796 U1, 27.02.2006. RU 26870 U1, 20.12.2002. US 2010001700 A1, 07.01.2010. WO 2006087402 A2, 24.08.2006.

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2, СПГГИ (ТУ), отдел интеллектуальной собственности и трансфера технологий (отдел ИС и ТТ), рег.№ 314

(72) Автор(ы):

Абрамович Борис Николаевич (RU),
Сычев Юрий Анатольевич (RU),
Шклярский Андрей Ярославович (RU),
Устинов Денис Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

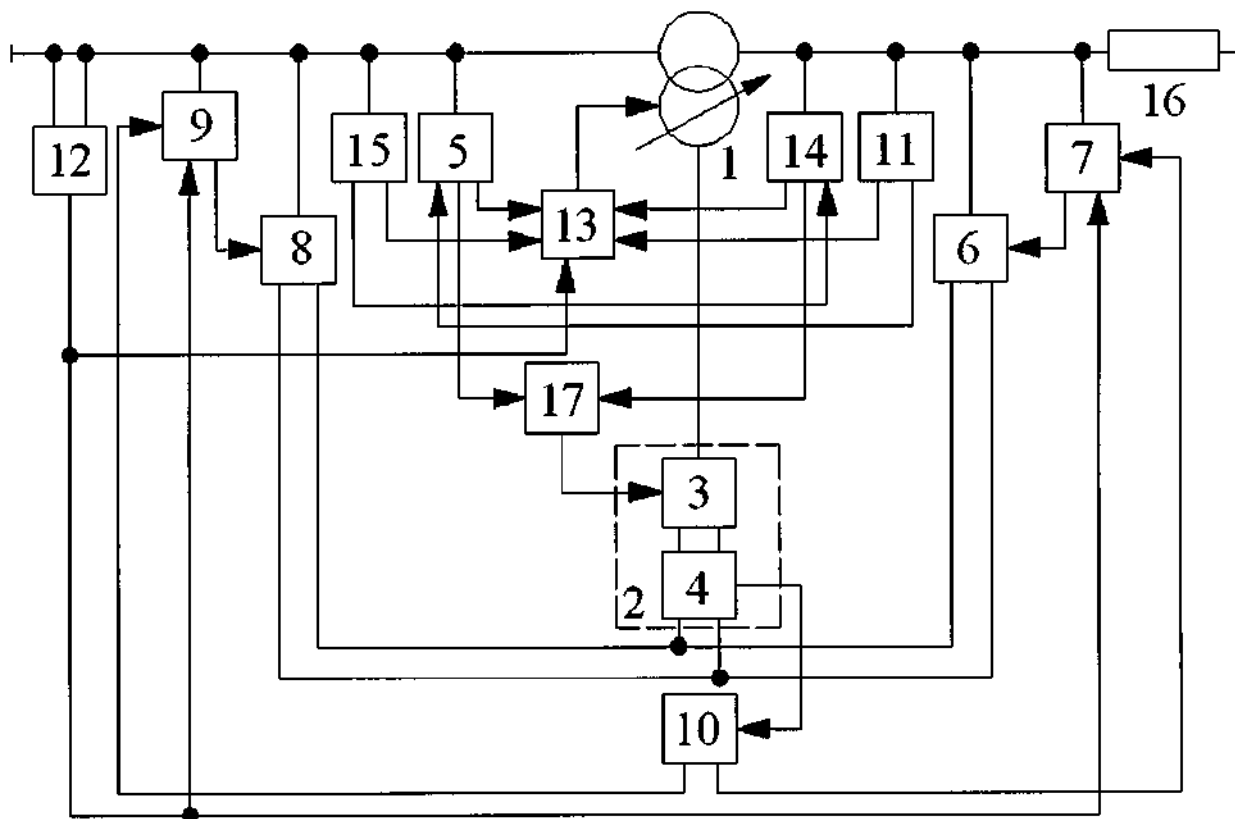
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)

(54) УСТРОЙСТВО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТКЛОНЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ И РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к электротехнике и электроэнергетике. Устройство позволяет регулировать отклонение напряжения и реактивную мощность в электрических сетях промышленных предприятий, для которых характерны частые провалы напряжения различной глубины, вследствие частого запуска мощных электродвигателей и коммутации нагрузки с различным режимом работы. Технический результат заключается в соответствии уровня напряжения, величины и длительности отклонения напряжения в сети переменного тока нормам российских и международных стандартов в области качества электрической энергии, а также повышении коэффициента мощности сети. Технический результат достигается за счет использования трансформатора с устройством регулирования напряжения под нагрузкой, основного инвертора, вентильного блока с прямым тиристорным и обратным диодным мостами в составе основного инвертора, входного фильтра с датчиком направления тока в составе основного инвертора, синхронизированной и сфазированной с сетью системы регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения сети, выпрямителя, синхронизированной с частотой сети и сфазированной с напряжением нагрузки системы управления выпрямителя, ведомого сетью инвертора, синхронизированной с частотой сети и сфазированной с напряжением сети системы управления ведомого сетью инвертора, узла раздельного управления выпрямителем и ведомым сетью инвертором, датчика отклонения напряжения нагрузки, датчика

реактивной мощности сети, блока автоматического управления устройством регулирования напряжения под нагрузкой трансформатора, синхронизированной и сфазированной с нагрузкой системы регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки, датчика отклонения напряжения сети и блока синхронизации. 1 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к электротехнике и электроэнергетике, а именно к устройствам регулирования отклонений напряжения и реактивной мощности в электрических распределительных сетях переменного тока. Устройство может быть использовано в системах электроснабжения промышленных предприятий, для которых характерны частые провалы и отклонения напряжения различной глубины, вследствие частого запуска мощных электродвигателей и коммутации нагрузки с различным режимом работы и уровнем потребления активной и реактивной мощности.

Известен трансформаторно-тиристорный компенсатор реактивной мощности (патент SU № 1793514, д. пр. 24.04.1990), содержащий два инвертора с синхронизированными системами управления, два трансформатора, первичные обмотки которых включены последовательно между собой, причем конец первичной обмотки первого трансформатора подключен к началу первичной обмотки второго трансформатора, другой вывод которой подключен к выводам для подключения нагрузки, а вторичные обмотки первого и второго трансформаторов подключены соответственно к выходам первого и второго инверторов, входы которых объединены и подключены к источнику постоянного напряжения, датчик реактивной мощности сети, датчик напряжения нагрузки, выпрямитель и блок сравнения, причем выход датчика реактивной мощности сети подключен к управляющему входу системы управления первым инвертором, первый вход блока сравнения подключен к выходу датчика напряжения, второй вход блока сравнения подключен к источнику задающего сигнала, а выход блока сравнения подключен к управляющему входу системы управления вторым инвертором, синхронизирующие входы первой и второй систем управления инверторами подключены к выводам для подключения к сети, к которым также подключено начало первичной обмотки первого трансформатора, входы выпрямителя подключены к выводам для подключения к нагрузке, а выходы выпрямителя - к объединенным выходам инверторов.

Недостатком устройства является невысокое быстродействие, невозможность синхронизации регулирования уровней напряжения в начале и конце питающей линии при значительной ее длине и неспособность регулировать потребление мощности при изменении направления ее потока в питающей линии.

Известен компенсатор реактивной мощности (патент RU № 2031511, д. пр. 29.04.1992), содержащий инвертор напряжения, вход которого подключен к выходу выпрямителя, и синхронизированную с сетью систему управления инвертором, трехфазный датчик напряжения нагрузки, блок сравнения, датчик реактивной мощности, два однофазных трансформатора тока и трехфазный трансформатор, вторичные

обмотки которого включены между сетью и нагрузкой, а в двух фазах соединены последовательно с первичными обмотками однофазных измерительных трансформаторов тока, первичные фазные обмотки трехфазного трансформатора подключены одними выводами к выходу трехфазного инвертора, другие выводы объединены, вход выпрямителя подключен к сети, первый вход блока сравнения соединен с выходом датчика напряжения нагрузки, второй вход блока сравнения подключен к источнику задающего сигнала, выход блока сравнения соединен со вторым управляющим входом системы управления инвертора, первый управляющий вход которой подключен к выходу датчика реактивной мощности сети, а синхронизирующий вход подключен к сети, причем система управления инвертором выполнена с возможностью управления амплитудой и фазой выходного напряжения инвертора.

Недостатками компенсатора являются невысокое быстродействие и невозможность синхронизации регулирования уровней напряжения в начале и конце питающей линии при значительной ее длине.

Известен статический компенсатор реактивной мощности (патент RU № 2066083, д. пр. 12.11.1992), содержащий трансформатор с двумя системами первичных обмоток и одной системой вторичных соединенных в звезду обмоток и реактивные сопротивления, причем концы одной из систем первичных обмоток соединены в звезду, нейтраль которой соединена с нейтралью вторичных обмоток и нейтралью сети, а к началам первичных обмоток, соединенных в звезду, подключены концы второй системы первичных обмоток, причем обмотки, начало и конец которых соединены вместе, находятся на соседних стержнях магнитопровода, при этом начала обмоток второй системы подсоединены к соответствующим фазам сети и через реактивные сопротивления к синфазным концам вторичных регулируемых обмоток.

Недостатками компенсатора являются неспособность регулирования потребления мощности при изменении направления ее потока в питающих линиях и невозможность синхронизации регулирования уровней напряжения в начале и конце питающих линий при значительной их длине.

Известен трансформаторно-тиристорный компенсатор отклонений напряжения и реактивной мощности (патент RU № 2094839, д. пр. 29.06.1994), принятый за прототип и содержащий трансформатор, основной инвертор, инвертор напряжения, в состав которого входит вентильный блок с прямым тиристорным и обратным диодным мостами и входной фильтр с датчиком направления тока, синхронизированная с сетью система регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения сети, выпрямитель с синхронизированной с частотой сети и сфазированной с напряжением нагрузки системой управления, ведомый сетью инвертор с синхронизированной с частотой сети и сфазированной с напряжением сети системой управления, узел отдельного управления выпрямителем и инвертором, ведомым сетью, а также датчик отклонения напряжения нагрузки и датчик реактивной мощности сети.

Недостатком прототипа является невозможность синхронизации регулирования уровня напряжения в начале и конце питающей линии при значительной ее длине.

Технический результат изобретения заключается в стабилизации уровня напряжения распределительной сети, снижении величины и длительности провалов и отклонений напряжения и повышении коэффициента мощности сети. Предлагаемое устройство может быть востребовано в распределительных сетях промышленных предприятий, для которых характерны частые провалы напряжения различной глубины, вследствие частого запуска мощных электродвигателей и коммутации нагрузки с различным режимом работы и уровнем потребления активной и реактивной мощности.

Технический результат изобретения достигается тем, что в устройстве регулирования отклонений напряжения и реактивной мощности электрической сети, содержащем датчик реактивной мощности сети и датчик отклонения напряжения нагрузки, трансформатор с первичной и вторичной обмотками и основной инвертор с синхронизированной и сфазированной с сетью системой регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения сети, управляющий вход которой подключен к выходу датчика отклонения напряжения нагрузки, инвертор, ведомый сетью, с синхронизированной и сфазированной с сетью системой управления и выпрямитель, причем вход выпрямителя подключен к нагрузке, а его выходные выводы формируют выводы постоянного тока, к которым подключены входы основного инвертора и инвертора, ведомого сетью, вторичная обмотка трансформатора соединена в звезду и подключена к выходу основного инвертора, а одни из выводов его первичной обмотки подключены к нагрузке, причем другие выводы первичной обмотки трансформатора подключены к сети, к которой присоединен выход инвертора, ведомого сетью, в качестве основного инвертора применен инвертор напряжения, в состав которого входит вентильный блок с прямым тиристорным и обратным диодным мостами и входной фильтр с датчиком направления тока, кроме того, введена синхронизированная с частотой сети и сфазированная с напряжением нагрузки система управления выпрямителем, узел отдельного управления выпрямителем и инвертором, ведомым сетью, при этом управляющие входы систем управления выпрямителем и ведомым сетью инвертором подключены к выходу датчика реактивной мощности сети, вход контроля режима работы узла отдельного управления выпрямителем и инвертором, ведомым сетью, подключен к выходу датчика направления тока, а его первый и второй выходы подключены к разрешающим входам систем управления выпрямителем и инвертором, ведомым сетью, соответственно, дополнительно введены блок автоматического управления устройством регулирования напряжения под нагрузкой трансформатора, синхронизированная и сфазированная с нагрузкой система регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки, датчик отклонения напряжения сети, блок синхронизации, и вторичная обмотка трансформатора снабжена устройством

регулирования напряжения под нагрузкой, к входу которого подключен выход блока автоматического управления устройством регулирования напряжения под нагрузкой, кроме того, выходы синхронизированной и сфазированной с сетью системы регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения сети, датчика отклонения напряжения сети, синхронизированной и сфазированной с нагрузкой системы регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки, датчика отклонения напряжения нагрузки, датчика реактивной мощности сети соединены с входом блока автоматического управления устройством регулирования напряжения под нагрузкой, выходы синхронизированной и сфазированной с сетью системы регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения сети и синхронизированной и сфазированной с нагрузкой системы регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки соединены с входом блока синхронизации, выход которого соединен с управляющим входом вентильного блока в составе основного инвертора, выход датчика отклонения напряжения сети соединен с входом синхронизированной и сфазированной с нагрузкой системы регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки, а его вход подключен к сети, вход синхронизированной и сфазированной с нагрузкой системы регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки подключен к нагрузке.

Устройство поясняется чертежом, представленным на фиг.1, где показана структура устройства. На фиг.1: 1 - трансформатор; 2 - основной инвертор; 3 - вентильный блок с прямым тиристорным и обратным диодным мостами в составе основного инвертора 2; 4 - входной фильтр с датчиком направления тока в составе основного инвертора 2; 5 - синхронизированная и сфазированная с сетью система регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения сети; 6 - выпрямитель; 7 - синхронизированная с частотой сети и сфазированная с напряжением нагрузки система управления выпрямителя; 8 - ведомый сетью инвертор; 9 - синхронизированная с частотой сети и сфазированная с напряжением сети система управления ведомого сетью инвертора; 10 - узел раздельного управления выпрямителем и ведомым сетью инвертором; 11 - датчик отклонения напряжения нагрузки; 12 - датчик реактивной мощности сети; 13 - блок автоматического управления устройством регулирования напряжения под нагрузкой трансформатора 1; 14 - синхронизированная и сфазированная с нагрузкой система регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки; 15 - датчик отклонения напряжения сети; 16 - нагрузка; 17 - блок синхронизации.

В заявляемом устройстве, по сравнению с прототипом, дополнительно введены блок 13 автоматического управления устройством регулирования напряжения под нагрузкой трансформатора 1, синхронизированная и сфазированная с нагрузкой система 14 регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки, датчик 15 отклонения напряжения сети, блок синхронизации 17, кроме того, вторичная обмотка трансформатора 1 снабжена устройством регулирования напряжения под нагрузкой.

Устройство регулирования отклонений напряжения и реактивной мощности электрической сети работает следующим образом. К сети переменного тока подключен силовой трансформатор 1 с устройством регулирования напряжения под нагрузкой (РПН), расположенным на вторичной обмотке. К вторичной обмотке трансформатора 1 подключен блок управления устройством РПН 13. К вторичной обмотке трансформатора 1 также подключен основной инвертор 2, состоящий из вентильного блока 3 с прямым тиристорным и обратным диодным мостами и входного фильтра 4 с датчиком направления тока, при этом выходы входного фильтра 4 соединены с входами вентильного блока 3. К входам основного инвертора 2 со стороны входного фильтра 4 с датчиком направления тока подключены выходы выпрямителя 6 и ведомого сетью инвертора 8. К сети подключены: датчик реактивной мощности 12, ведомый сетью инвертор 8, синхронизированная с частотой сети и сфазированная с напряжением сети система управления 9 ведомого сетью инвертора 8, синхронизированная и сфазированная с сетью система регулирования 5 фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения сети, датчик 15 отклонения напряжения сети. К нагрузке 16 подключены: датчик 11 отклонения напряжения нагрузки, выпрямитель 6, синхронизированная с частотой сети и сфазированная с напряжением нагрузки система управления 7 выпрямителя 6, синхронизированная и сфазированная с нагрузкой система регулирования 14 фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки. Выход датчика реактивной мощности 12 соединен с входом синхронизированной с частотой сети и сфазированной с напряжением сети системы управления 9 ведомого сетью инвертора 8, входом блока 13 управления устройством РПН трансформатора 1. Выходы блока 10 раздельного управления выпрямителем 6 и ведомого сетью инвертора 8 соединены с входами синхронизированной с частотой сети и сфазированной с напряжением нагрузки системы управления 7 выпрямителя 6 и синхронизированной с частотой сети и сфазированной с напряжением сети системы управления 9 ведомого сетью инвертора 8. Выход входного фильтра 4 с датчиком направления тока соединен с входом блока раздельного управления 10. Выходы синхронизированной и сфазированной с сетью системы 5 регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения сети и синхронизированной и сфазированной с нагрузкой системы 14 регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки подключены к входам блока синхронизации 17. Выход блока синхронизации 17 соединен с входом вентильного блока 3 основного инвертора 2. Входы блока 13 автоматического управления устройством

регулирования напряжения под нагрузкой трансформатора соединены с выходами синхронизированной и сфазированной с сетью системы 5 регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения сети, датчика 15 отклонения напряжения сети, синхронизированной и сфазированной с нагрузкой системы 14 регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки, датчика 11 отклонения напряжения нагрузки, датчика 12 реактивной мощности сети. Выход синхронизированной с частотой сети и сфазированной с напряжением нагрузки системы управления 7 выпрямителя 6 соединен с входом выпрямителя 6. Выход синхронизированной с частотой сети и сфазированной с напряжением сети системы управления 9 ведомого сетью инвертора 8 соединен с входом ведомого сетью инвертора 8. Выход датчика 15 отклонения напряжения сети подключен к входу синхронизированной и сфазированной с нагрузкой системы 14 регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки. Выход датчика 11 отклонения напряжения нагрузки подключен к входу синхронизированной и сфазированной с сетью системы 5 регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения сети.

В условиях значительного удаления источника электрической энергии от потребителей, наличия большого числа мощных электродвигателей, высокого уровня потребления реактивной мощности, разница ΔU между величинами напряжений источника U_1 и потребителя U_2 может превысить определенное значение, от которого зависит устойчивость работы ответственных электроприемников. Также завышенный уровень напряжения U_2 у потребителей может негативно влиять на режим работы электрооборудования. Помимо этого высокий уровень реактивной мощности со стороны потребителей может оказать негативное влияние на режим напряжения, вызвав дополнительное увеличение величины ΔU . Также в указанных условиях необходимо контролировать величины и разницу отклонений напряжения ΔU_1 источника электроснабжения и отклонений напряжения ΔU_2 электроприемника относительно номинального значения $U_{ном}$. Разница $\gamma = \Delta U_1 - \Delta U_2$, как показали результаты экспериментальных исследований, оказывает значительное влияние на режим напряжения сети. Таким образом, устройство регулирования отклонений напряжения и реактивной мощности сети должно осуществлять как прибавление, так и вычитание напряжения со стороны потребителей в зависимости от режима работы предвключенной сети и конфигурации линии электропередачи.

Наибольшей эффективности регулирования отклонений напряжения и компенсации реактивной мощности в данных условиях можно добиться путем синхронизации регулирования напряжения по трем основным параметрам: величине напряжения U , фазе напряжения ϕ_U , частоте напряжения f и интервалу времени регулирования $\Delta t_{рег}$. По этому принципу работает предлагаемое устройство с учетом всех необходимых факторов.

Алгоритм, заложенный в блок управления 13 устройством РПН, предусматривает синхронизацию по всем перечисленным выше параметрам U , ϕ_U , f и $\Delta t_{рег}$ с учетом уровня отклонения напряжения до и после трансформатора 1 ΔU_1 и ΔU_2 . На вход блока 13 поступает измерительная информация с датчиков отклонения напряжения 11 и 15 сети и нагрузки соответственно, датчика 12 реактивной мощности сети, а также сигналы от систем 5 и 14, которые, осуществляя синхронизацию параметров со стороны сети и со стороны нагрузки соответственно, дают блоку 13 информацию о синхронизированных параметрах помимо информации о фактических параметрах от датчиков 11 и 15. Алгоритм блока 13 по результатам сравнения информации от блоков 11, 15, 5, 14 и 12 вырабатывает сигнал на устройство РПН, которое корректирует в зависимости от режима напряжения сети выходное напряжение основного инвертора 2. Алгоритм, заложенный в блок 13, предусматривает задание надлежащего уровня, частоты и фазы напряжения основного инвертора 2 на каждом интервале времени регулирования $\Delta t_{рег}$ на основании сигналов от датчиков 11, 15 и систем 5, 14. Относительно заданных значений параметров отслеживается изменение фактических значений этих параметров со стороны сети и нагрузки, поэтому в заявляемое устройство, помимо синхронизированной и сфазированной с сетью системы 5 регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения сети, дополнительно включена синхронизированная и сфазированная с нагрузкой система 14 регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки и датчик 15 напряжения сети. Также блок 13 помимо сигналов от блоков 14, 15, 5 и 11 учитывает уровень реактивной мощности со стороны питающей сети с помощью сигнала от датчика 12, что определяет фазу ϕ_U в процессе добавления или вычитания напряжения. На режим добавления или вычитания напряжения также влияет величина и знак отклонений напряжения сети ΔU_1 и со стороны нагрузки ΔU_2 и их разница γ . Знак указанных отклонений определяется превышением или снижением фактического напряжения U_1 или U_2 относительно номинального значения $U_{ном}$ сети.

При формировании выходного напряжения основного инвертора 2, приложенного к вторичной обмотке трансформатора 1, учитывается сигнал от блока синхронизации 17, который на основании сигналов от систем 5 и 14 генерирует соответствующий сигнал синхронизации параметров сети и нагрузки в зависимости от режима напряжения.

Таким образом, в заявляемом устройстве на режим добавления или вычитания напряжения, помимо величины угла $\phi_{и1}$ между током и напряжением основного инвертора 2 и угла управления $\alpha_{ои}$, основного инвертора 2, оказывают влияние сигналы синхронизации, поступающие от систем 5 и 14 на входы блока 13, и сигнал от выхода блока 17 на вход выпрямительного блока 3. При этом выражения для режимов добавления или вычитания напряжения соответственно примут следующий вид:

$$\dot{U}_2 = \frac{\dot{U}_1 - Z_{кз} \dot{I}_2 + \Delta U_{РПН}}{1 + k_T k_B k_{ОИ} F(\alpha_B) e^{j\alpha_{ОИ}}},$$

$$\dot{U}_2 = \dot{U}_1 \left[1 - k_T k_{И} k_{ОИ} F(\alpha_{И}) e^{j\alpha_{ОИ}} \right] - Z_{кз} \dot{I}_2 + \Delta U_{РПН}$$

где U - комплекс напряжения нагрузки; U_1 - комплекс напряжения сети; k_T - коэффициент трансформации трансформатора 1; $k_{И}$ - коэффициент преобразования ведомого сетью инвертора 8; $k_{ОИ}$ - коэффициент преобразования основного инвертора 2; k_B - коэффициент преобразования выпрямителя 6; $F(\alpha_{И})$ - передаточная функция ведомого сетью инвертора 8; $F(\alpha_B)$ - передаточная функция выпрямителя 6; $\alpha_{И}$ - угол управления ведомого сетью инвертора 8; α_B - угол управления выпрямителя 6; $Z_{кз}$ - полное сопротивление короткого замыкания трансформатора 1; \dot{I}_2 - обобщенный комплекс тока нагрузки 16; $\Delta U_{РПН}$ - величина добавки напряжения, которая может иметь разный знак в зависимости от положения переключателя устройства РПН относительно номинального напряжения вторичной обмотки трансформатора 1, т.е. в зависимости от того, в каком режиме работает устройство: добавления или вычитания напряжения. Именно за формирования величины $\Delta U_{РПН}$ отвечает блок 13 и заложенный в него алгоритм.

Также наличие устройства РПН на вторичной обмотке трансформатора 1 и блока управления 13 позволяет снизить массогабаритные показатели основного инвертора 2, за счет уменьшения номинальных параметров силовых элементов.

Таким образом, благодаря совокупному использованию дополнительно введенных блока 13 управления устройством РПН трансформатора 1, синхронизированной и сфазированной с нагрузкой системы регулирования 14 фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки, датчика 15 отклонения напряжения сети, блока синхронизации 17 предлагаемое устройство позволяет осуществлять синхронизированное регулирование отклонений напряжения в широком диапазоне в условиях протяженной питающей линии со значительными потерями напряжения и компенсировать реактивную мощность.

Аппаратная реализация предлагаемого устройства может быть осуществлена с помощью существующих силовых электротехнических, электронных и микропроцессорных устройств при надлежащем выборе и настройке соответствующих параметров.

Формула изобретения

Устройство регулирования отклонений напряжения и реактивной мощности электрической сети, содержащее датчик реактивной мощности сети и датчик отклонения напряжения нагрузки, трансформатор с первичной и вторичной обмотками и основной инвертор с синхронизированной и сфазированной с сетью системой регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения сети, управляющий вход которой подключен к выходу датчика отклонения напряжения нагрузки, инвертор, ведомый сетью, с синхронизированной и сфазированной с сетью системой управления и выпрямитель, причем вход выпрямителя подключен к нагрузке, а его выходные выводы формируют выводы постоянного тока, к которым подключены входы основного инвертора и инвертора, ведомого сетью, вторичная обмотка трансформатора соединена в звезду и подключена к выходу основного инвертора, а один из выводов его первичной обмотки подключен к нагрузке, причем другие выводы первичной обмотки трансформатора подключены к сети, к которой присоединен выход инвертора, ведомого сетью, в качестве основного инвертора применен инвертор напряжения, в состав которого входит вентильный блок с прямым тиристорным и обратным диодным мостами и входной фильтр с датчиком направления тока, кроме того, введена синхронизированная с частотой сети и сфазированная с напряжением нагрузки система управления выпрямителем, узел раздельного управления выпрямителем и инвертором, ведомым сетью, при этом управляющие входы систем управления выпрямителем и ведомым сетью инвертором подключены к выходу датчика реактивной мощности сети, вход контроля режима работы узла раздельного управления выпрямителем и инвертором, ведомым сетью, подключен к выходу датчика направления тока, а его первый и второй выходы подключены к разрешающим входам систем управления выпрямителем и инвертором, ведомым сетью соответственно, отличающееся тем, что дополнительно введены блок автоматического управления устройством регулирования напряжения под нагрузкой трансформатора, синхронизированная и сфазированная с нагрузкой система регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки, датчик отклонения напряжения сети, блок синхронизации, и вторичная обмотка трансформатора снабжена устройством регулирования напряжения под нагрузкой, к входу которого подключен выход блока автоматического управления устройством регулирования напряжения под нагрузкой, кроме того, выходы синхронизированной и сфазированной с сетью системы регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора

относительно напряжения сети, датчика отклонения напряжения сети, синхронизированной и сфазированной с нагрузкой системы регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки, датчика отклонения напряжения нагрузки, датчика реактивной мощности сети соединены с входом блока автоматического управления устройством регулирования напряжения под нагрузкой, выходы синхронизированной и сфазированной с сетью системы регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения сети и синхронизированной и сфазированной с нагрузкой системы регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки соединены с входом блока синхронизации, выход которого соединен с управляющим входом вентильного блока в составе основного инвертора, выход датчика отклонения напряжения сети соединен с входом синхронизированной и сфазированной с нагрузкой системы регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки, а его вход подключен к сети, вход синхронизированной и сфазированной с нагрузкой системы регулирования фазы выходного напряжения основного инвертора относительно напряжения нагрузки подключен к нагрузке.