



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 155 366** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **G 05 F 1/26, 1/30, H 02 M 5/257**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 98100901/09, 06.01.1998

(24) Дата начала действия патента: 06.01.1998

(46) Дата публикации: 27.08.2000

(56) Ссылки: RU 2074494 C1, 27.02.1997. RU 2071633 C1, 10.01.1997. RU 2117981 C1, 20.08.1998. US 5006783 A, 09.04.1991. US 4286207 A, 25.08.1981.

(98) Адрес для переписки:
681013, Хабаровский край, г.
Комсомольск-на-Амуре, ул. Ленина 27, КНАГТУ,
патентный отдел

(71) Заявитель:

Климаш Владимир Степанович,
Круговой Роман Николаевич,
Комсомольский-на-Амуре государственный
технический университет

(72) Изобретатель: Климаш В.С.,
Круговой Р.Н.

(73) Патентообладатель:

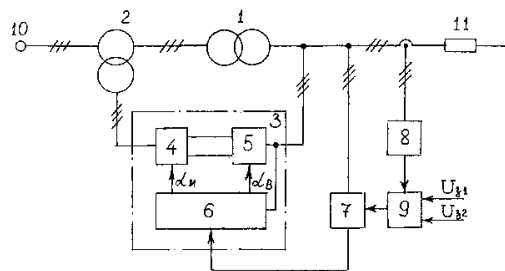
Климаш Владимир Степанович,
Круговой Роман Николаевич,
Комсомольский-на-Амуре государственный
технический университет

(54) ВОЛЬТОДОБАВОЧНОЕ УСТРОЙСТВО С ТИРИСТОРНЫМ АМПЛИТУДНО-ФАЗОВЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ

(57)

Изобретение относится к энергетической электронике и может быть использовано для стабилизации напряжения на высокой стороне понижающей трансформаторной подстанции. Технический результат заключается в повышении энергетических показателей подстанции при сохранении простой конструкции вольтодобавочного устройства с тиристорным преобразователем. Технический результат достигается за счет того, что первичные обмотки главного и вольтодобавочного трансформаторов соединены пофазно последовательно и подключены к сети, вход рекуперативного тиристорного преобразователя амплитуды и фазы напряжения с промежуточным звеном постоянного напряжения подключен к

вторичной обмотке главного трансформатора и введено переключающее устройство, изменяющее величину сигнала задания, подаваемого на датчик отклонения напряжения нагрузки, а также введен датчик тока нагрузки, выход которого подключен к управляющему входу переключающего устройства. 1 ил.



RU 2 1 5 5 3 6 6 C 2

RU 2 1 5 5 3 6 6 C 2



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 155 366** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **G 05 F 1/26, 1/30, H 02 M 5/257**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 98100901/09, 06.01.1998
 (24) Effective date for property rights: 06.01.1998
 (46) Date of publication: 27.08.2000
 (98) Mail address:
 681013, Khabarovskij kraj, g.
 Komsomol'sk-na-Amure, ul. Lenina 27, KnAGTU,
 patentnyj otdel

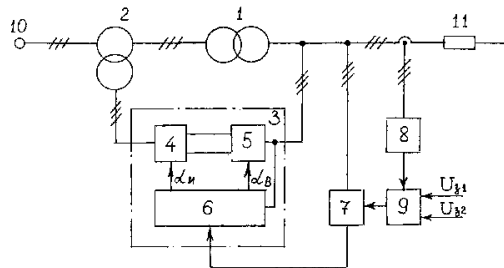
(71) Applicant:
 Klimash Vladimir Stepanovich,
 Krugovoj Roman Nikolaevich,
 Komsomol'skij-na-Amure gosudarstvennyj
 tehnikeskij universitet
 (72) Inventor: Klimash V.S.,
 Krugovoj R.N.
 (73) Proprietor:
 Klimash Vladimir Stepanovich,
 Krugovoj Roman Nikolaevich,
 Komsomol'skij-na-Amure gosudarstvennyj
 tehnikeskij universitet

(54) **BOOSTER WITH THYRISTOR AMPLITUDE-PHASE CONTROL FOR STABILIZATION OF VOLTAGE OF TRANSFORMER SUBSTATION**

(57) Abstract:

FIELD: power electronics, stabilization of voltage on high-voltage side of step-down transformer substation. SUBSTANCE: technical objective of invention lies in rise of energy characteristics of substation with preservation of simple design of booster incorporating thyristor converter. This objective is achieved as primary windings of main and booster transformers are connected phase by phase in series and are linked to network. Input of recuperative thyristor converter of amplitude and phase of voltage with intermediate link of constant voltage is connected to secondary winding of main transformer. Switching-over unit changing value of setting signal fed into transmitter

of deviation of voltage of load and transmitter of load current which output is linked to controlling input of switching-over unit are inserted. EFFECT: rise of energy characteristics of substation and simplified design of booster. 1 dwg



RU 2 1 5 5 3 6 6 C 2

RU 2 1 5 5 3 6 6 C 2

Изобретение относится к энергетической электронике и может быть использовано для стабилизации напряжения на высокой стороне понижающей трансформаторной подстанции.

Известно вольтодобавочное устройство с тиристорным регулированием для стабилизации напряжения трансформаторной подстанции (Патент СССР N 1636833, кл. G 05 F 1/30, 1991). Оно содержит вольтодобавочный трансформатор, рекуперативный тиристорный преобразователь фазы с промежуточным звеном постоянного напряжения и с синхронизированной с сетью системой управления, управляющий вход которой подключен к выходу датчика отклонения напряжения нагрузок.

Вольтодобавочное устройство может быть включено как на высокой, так и на низкой стороне главного трансформатора подстанции. Однако включение его на высокой стороне усложняет выпрямитель, инвертор, фильтр и узлы их защиты, а на низкой - не улучшает энергетические показатели главного трансформатора подстанции, работающего в условиях нестабильной сети и изменяющейся нагрузки. Кроме того, включение устройства в цепь больших вторичных токов главного трансформатора требует большого расхода монтажного кабеля, шин и увеличивает трудоемкость установки устройства при реконструкции существующих подстанций.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому является вольтодобавочное устройство с тиристорным амплитудно-фазовым регулированием для стабилизации напряжения трансформаторной подстанции (Патент РФ N 2074494, кл. 6 Н 02 М 5/257, G 05 F 1/26), которое взято за прототип. Устройство содержит вольтодобавочный трансформатор, вторичная обмотка которого подключена к выходу рекуперативного тиристорного преобразователя амплитуды и фазы напряжения с промежуточным звеном постоянного напряжения и с синхронизированной с сетью системой управления, обеспечивающей в области малых отклонений напряжения нагрузки фазовое регулирование, в области больших - амплитудное и при промежуточных как амплитудное, так и фазовое, при этом управляющий вход системы управления подключен к выходу датчика отклонения напряжения нагрузки, первичная обмотка вольтодобавочного трансформатора включена между входными и выходными выводами устройства, а вход рекуперативного тиристорного преобразователя подключен к входным или выходным выводам устройства.

Устройство-прототип по сравнению с предыдущим аналогом имеет улучшенную форму выходного напряжения и меньшую материалоемкость, однако и оно при включении на низкой стороне главного трансформатора не улучшает энергетические показатели подстанции и требует большого расхода монтажного кабеля и шин, а на высокой - усложняет инвертор напряжения, фильтр, реверсивный выпрямитель и узлы их защиты.

Задачей изобретения является повышение энергетических показателей

подстанции при сохранении простой конструкции вольтодобавочного устройства с тиристорным преобразователем.

Технический эффект от решения поставленной задачи заключается в повышении коэффициентов мощности и полезного действия главного трансформатора вследствие питания его высоковольтной цепи стабилизированным напряжением без изменения класса низковольтной цепи вольтодобавочного устройства, то есть без усложнения конструкции полупроводниковой части устройства. При этом следует отметить, что ограничение превышения напряжения питания главного трансформатора сохраняет срок службы изоляционного материала его обмоток. Кроме этого, упрощаются монтажные работы при реконструкции существующих подстанций и сокращается расход монтажного кабеля и шин при включении первичной обмотки вольтодобавочного трансформатора в цепь низких токов первичной обмотки главного трансформатора подстанции, что также можно отнести к простоте конструкции устройства.

Требуемый технический эффект достигается тем, что первичные обмотки главного и вольтодобавочного трансформаторов соединены пофазно последовательно и подключены к сети, вход рекуперативного тиристорного преобразователя амплитуды и фазы напряжения с промежуточным звеном постоянного напряжения подключен к вторичной обмотке главного трансформатора и введено переключающее устройство, изменяющее величину сигнала задания, подаваемого на датчик отклонения напряжения нагрузки, а также введен датчик тока нагрузки, выход которого подключен к управляющему входу переключающего устройства.

Сущность изобретения поясняется нижеследующим описанием и прилагаемым к нему чертежом, на котором изображена функциональная схема устройства до уровня известных элементов.

Устройство (см. чертеж) содержит главный 1 и вольтодобавочный 2 трансформаторы, рекуперативный тиристорный преобразователь 3 амплитуды и фазы напряжения с промежуточным звеном постоянного напряжения, в состав которого входят инвертор напряжения 4, реверсивный выпрямитель 5 и система управления 6, выполненная с возможностью плавного регулирования фазы от 0 до π рад, в области малых сигналов управления и плавного регулирования амплитуды в области больших положительных и отрицательных значений сигнала управления. Кроме этого, устройство содержит датчики 7 и 8 напряжения и тока нагрузки, переключающее устройство 9, а также сеть 10 и нагрузку 11.

Элементы устройства соединены следующим образом. Первичные обмотки главного и вольтодобавочного трансформаторов 1 и 2 соединены пофазно последовательно и подключены к сети 10, вторичная обмотка главного трансформатора 1 подключена к нагрузке 11, а вторичная обмотка вольтодобавочного трансформатора 2 - к выходу рекуперативного тиристорного преобразователя 3, вход которого подключен

к нагрузке 11, к которой также подключены датчик 7 отклонения напряжения и датчик 8 тока нагрузки, причем выход датчика тока 8 подключен к управляющему входу переключающего устройства 9, которое подает на вход задания датчика 7 отклонения напряжения один или другой задающие сигналы.

Устройство работает следующим образом.

Рекуперативный тиристорный преобразователь 3 из напряжения нагрузки 11 с вектором действующего значения первой гармоники \dot{U}_2 формирует регулируемые по

амплитуде и(или) фазе напряжения

$$\dot{U}_f = \dot{U}_2 \cdot \varepsilon(\alpha_B) \cdot \exp(j\alpha_{II}),$$

которое при помощи вольтодобавочного трансформатора 2 увеличивается в k_{BT} раз и прибавляется к напряжению U_1 сети 10. В результате на первичной обмотке главного трансформатора 1 формируется напряжение $U_1 + k_{BT} \dot{U}_f$, которое уменьшается этим

трансформатором в k_{TT} раз, обуславливая напряжение нагрузки 11

$$\dot{U}_2 = [U_1 + k_{BT} \cdot \varepsilon(\alpha_B) \cdot \exp(j\alpha_{II})] \cdot \dot{U}_2 / k_{TT},$$

которое с учетом падения напряжения на трансформаторах $\Delta \dot{U}_K$ и отклонения

напряжения сети $\pm \Delta \dot{U}_1$ можно записать

следующим образом:

$$\dot{U}_2 = [U_1 - \Delta \dot{U}_1 \pm \Delta \dot{U}_1] / [1 - k_T \cdot \varepsilon(\alpha_B) \cdot \exp(j\alpha_{II})] \cdot k_{TT}, \quad (1)$$

где $k_T = k_{BT}/k_{TT}$ - глубина регулирования напряжения, равная отношению коэффициентов трансформации вольтодобавочного и главного трансформаторов; $\varepsilon(\alpha_B)$ - степень амплитудного регулирования; $\exp(j\alpha_{II})$ - степень фазового регулирования; α_B, α_{II} - углы управления реверсивным выпрямителем и инвертором напряжения.

Из выражения (1) видно, что компенсация отклонений напряжения

нагрузки \dot{U}_2' вызванных векторами

$$\Delta \dot{U}_1 \text{ и } \Delta \dot{U}_K = \frac{z}{-k} \dot{I}_2' = (z_{-KB} + z_{-KT}) \dot{I}_2',$$

характеризующими нестабильность напряжения сети U_1 и тока

нагрузки \dot{I}_2' производится углами

управления α_B и α_{II} . Здесь z_{-K} - суммарное сопротивление короткого замыкания трансформаторов.

При снижении напряжения U_2 нагрузки 11, вызванного снижением напряжения

U_1 сети 10 и(или) увеличением

тока \dot{I}_2 нагрузки 11, уменьшается сигнал на

5 выходе датчика 7 отклонения напряжения нагрузки, что приводит к уменьшению угла α_{II} управления инвертором 4 и(или)

10 угла α_B управления реверсивным выпрямителем 5 при помощи системы управления 6 рекуперативным тиристорным преобразователем 3 амплитуды и фазы добавочного напряжения \dot{U}_f . Это приводит к

15 увеличению степеней регулирования преобразователей $\varepsilon(\alpha_B)$ и $\exp(j\alpha_{II})$ по указанным двум координатам и увеличению напряжения на выходе трансформаторной подстанции до требуемого уровня.

20 Аналогично происходит работа вольтодобавочного устройства и при увеличении напряжения сети и(или) уменьшении тока нагрузки. В этом случае

25 выходной сигнал датчика отклонения напряжения нагрузки отрицательный и в зависимости от его величины также происходит амплитудное, фазовое или смешанное амплитудно-фазовое

регулирование добавочного напряжения устройства для стабилизации напряжения трансформаторной подстанции.

Формула изобретения:

30 Вольтодобавочное устройство с тиристорным амплитудно-фазовым регулированием для стабилизации напряжения трансформаторной подстанции с нагрузкой, подключенной к вторичной обмотке главного трансформатора, содержащее

35 вольтодобавочный трансформатор, вторичная обмотка которого подключена к выходу рекуперативного тиристорного преобразователя амплитуды и фазы напряжения с промежуточным звеном постоянного напряжения и с

40 синхронизированной с сетью системой управления, обеспечивающей в области большого отклонения управляющего сигнала амплитудное регулирование, в области

45 малого - фазовое и при промежуточных как амплитудное, так и фазовое, а управляющий вход системы управления подключен к выходу датчика отклонения напряжения

нагрузки, отличающееся тем, что первичные обмотки главного и вольтодобавочного трансформаторов соединены пофазно

50 последовательно и подключены к сети, вход рекуперативного тиристорного преобразователя амплитуды и фазы напряжения с промежуточным звеном постоянного напряжения подключен к

55 вторичной обмотке главного трансформатора и введено переключающее устройство, изменяющее величину сигнала задания, подаваемого на датчик отклонения

60 напряжения нагрузки, а также введен датчик тока нагрузки, выход которого подключен к управляющему входу переключающего устройства.