



(51) МПК
H02J 3/16 (2006.01)
H02J 3/18 (2006.01)
G05F 1/70 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H02J 3/16 (2018.08); *H02J 3/18* (2018.08); *G05F 1/70* (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2018116931, 08.05.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.05.2018

Дата регистрации:
21.12.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 08.05.2018

(45) Опубликовано: 21.12.2018 Бюл. № 36

Адрес для переписки:

117485, Москва, ул. Профсоюзная, 94, корп. 2,
кв. 38, Панфилову Дмитрию Ивановичу

(72) Автор(ы):

Панфилов Дмитрий Иванович (RU),
Асташев Михаил Георгиевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Панфилов Дмитрий Иванович (RU),
Асташев Михаил Георгиевич (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2641643 C2, 14.12.2017. RU
2282295 C2, 20.08.2006. RU 2136071 C1,
27.08.1999. JP 2017054479 A, 16.03.2017. US
7638986 B2, 29.12.2009. EP 3261209 A1,
27.12.2017. WO 2011113471 A1, 22.09.2011. KR
100980854 B1, 10.09.2010.

(54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТЬЮ СТАТИЧЕСКОГО КОМПЕНСАТОРА РЕАКТИВНОЙ
МОЩНОСТИ, РАБОТАЮЩЕГО В СЕТИ СИНУСОИДАЛЬНОГО ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

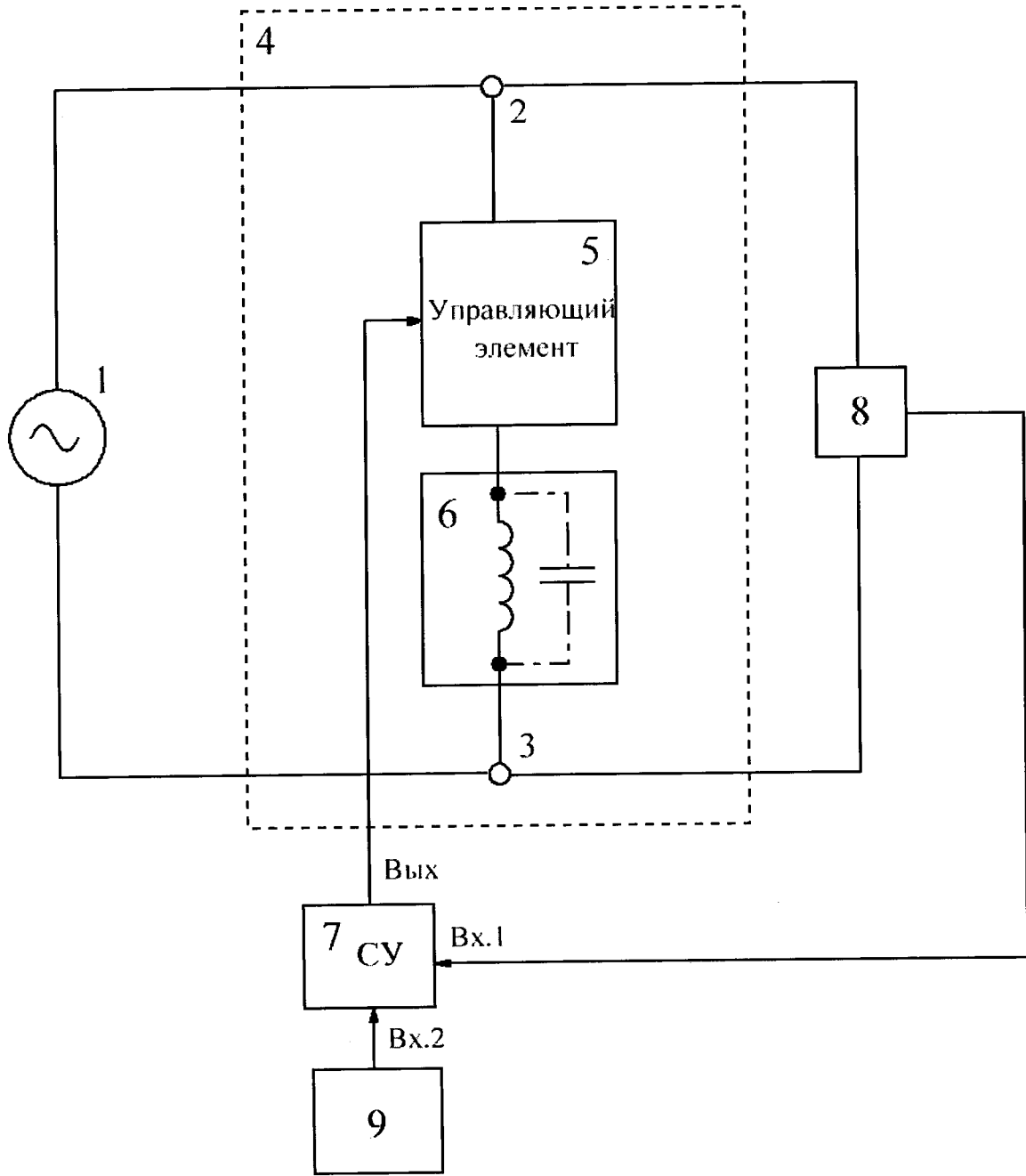
(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники и электроэнергетики и может быть использовано в электрических сетях в устройствах поперечной компенсации для управления реактивной мощностью с целью уменьшения потерь электрической энергии и регулирования напряжения в местах установки данных устройств в линию электропередачи (ЛЭП). Техническим результатом является улучшение технико-экономических показателей статических компенсаторов реактивной мощности. В способе управления мощностью статического компенсатора реактивной мощности, работающего в сети синусоидального переменного напряжения и содержащего последовательное соединение реактивного элемента и управляющего устройства, используют задание величины, генерируемой статическим компенсатором реактивной мощности, измеряют

напряжения на входных зажимах статического компенсатора реактивной мощности, вычисляют требуемое действующее значение напряжения, прикладываемого к реактивному элементу, соответствующее заданной величине реактивной мощности, используют задание управляющего воздействия на управляющее устройство, обеспечивающее формирование напряжения на реактивном элементе с требуемым действующим значением. За счет управления управляющим устройством обеспечивают формирование синусоидального напряжения на реактивном элементе во всем диапазоне регулирования мощности статического компенсатора реактивной мощности, а управление изменением напряжения на реактивном элементе осуществляют в одни и те же моменты по отношению к приложенному к статическому компенсатору реактивной мощности синусоидальному напряжению. 2 ил.

RU 2 675 620 C1

RU 2 675 620 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H02J 3/16 (2006.01)
H02J 3/18 (2006.01)
G05F 1/70 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H02J 3/16 (2018.08); H02J 3/18 (2018.08); G05F 1/70 (2018.08)

(21)(22) Application: **2018116931, 08.05.2018**

(24) Effective date for property rights:
08.05.2018

Registration date:
21.12.2018

Priority:
(22) Date of filing: **08.05.2018**

(45) Date of publication: **21.12.2018** Bull. № 36

Mail address:
**117485, Moskva, ul. Profsoyuznaya, 94, korp. 2,
kv. 38, Panfilovu Dmitriyu Ivanovichu**

(72) Inventor(s):
**Panfilov Dmitrij Ivanovich (RU),
Astashev Mikhail Georgievich (RU)**

(73) Proprietor(s):
**Panfilov Dmitrij Ivanovich (RU),
Astashev Mikhail Georgievich (RU)**

(54) **METHOD OF MANAGING POWER OF STATIC COMPENSATOR OF REACTIVE POWER, OPERATING IN NETWORK OF SINUSOIDAL AC VOLTAGE**

(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: invention relates to the field of electrical engineering and electric power industry and can be used in electrical networks in transverse compensation devices for controlling reactive power in order to reduce electrical energy losses and voltage regulation at the places where these devices are installed in electric transmission line (ETL). In the method of controlling the power of a static reactive power compensator operating in a sinusoidal alternating voltage network and containing a series connection of a reactive element and a control device, use the setting of the value generated by the static reactive power compensator, measure the voltage at the input terminals of the static reactive power compensator, calculate the required effective value of the voltage applied to the

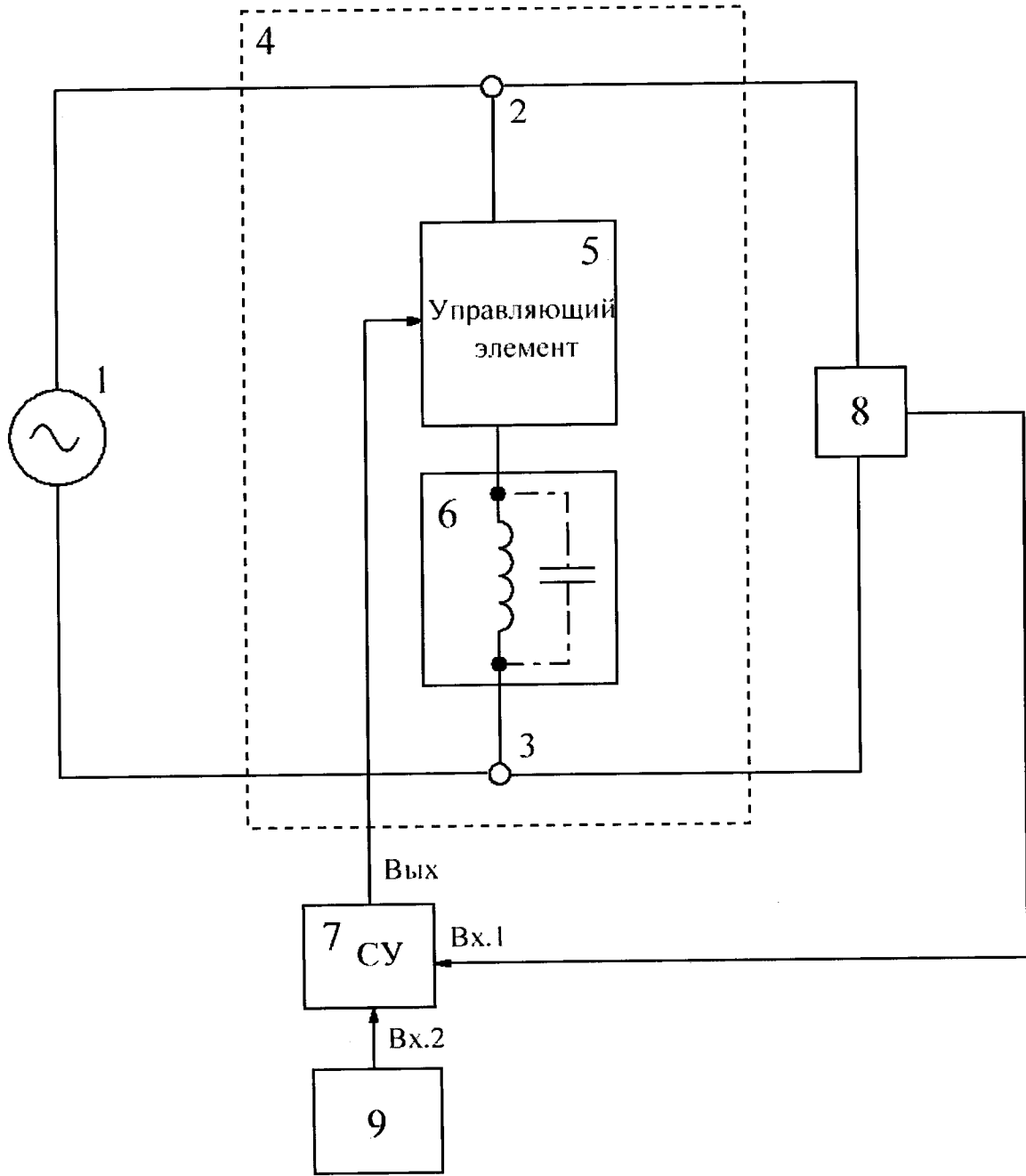
reactive element corresponding to a given amount of reactive power, use the task of controlling the control device, providing the formation of a voltage on the reactive element with the desired effective value. By controlling the control device, a sinusoidal voltage is generated on the reactive element in the entire power control range of the static reactive power compensator, and the control of the voltage change on the reactive element is carried out at the same moments with respect to the sinusoidal voltage applied to the static compensator of reactive power.

EFFECT: technical result is the improvement of technical and economic indicators of static reactive power compensators.

1 cl, 2 dwg

RU 2 675 620 C1

RU 2 675 620 C1



Фиг. 1

Изобретение относится к области электротехники и электроэнергетики и может быть использовано в электрических сетях в устройствах поперечной компенсации для управления реактивной мощностью с целью уменьшения потерь электрической энергии и регулирования напряжения в местах установки данных устройств в линию электропередачи (ЛЭП).

Известен способ регулирования реактивной мощности статических компенсаторов реактивной мощности, включающих ограниченное количество реактивных элементов и управляющее устройство в виде многополюсного ключевого коммутатора, использующий управление ключевым коммутатором для формирования требуемой величины реактивного сопротивления статического компенсатора реактивной мощности за счет управления соединением реактивных элементов и синхронизирующий момент управления изменением эквивалентного реактивного сопротивления статического компенсатора реактивной мощности относительно приложенного к нему синусоидального напряжения (Патент RU 2641643). Достоинством данного способа является синусоидальная форма регулируемого тока статического компенсатора реактивной мощности. Основным недостатком способа является необходимость использования большого количества реактивных элементов в схемах статического компенсатора реактивной мощности.

Наиболее близким прототипом предлагаемого способа является способ управления реактивной мощностью, при котором статический компенсатор реактивной мощности состоит из последовательного соединения реактивного элемента и управляющего устройства, и управление реактивной мощностью реализуют с помощью управления управляющим устройством, формирующим требуемое действующее значение напряжения на реактивном элементе и соответственно требуемую величину реактивной мощности. При этом в качестве управляющего устройства используют управляемый ключ, и формирование требуемого действующего значения напряжения на реактивном элементе осуществляется методом фазового управления. Таким образом, осуществляя отпираание управляемого ключа в разные моменты времени относительно приложенного к статическому компенсатору реактивной мощности напряжения управляют действующим значением напряжения на реактивном элементе (Рыжов Ю.П. Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: учебник для вузов - М.: Издательский дом МЭИ, 2007, с. 302-303). Основным недостатком, присущим способу - прототипу, является несинусоидальная форма тока, протекающего через реактивный элемент, из-за несинусоидальной формы напряжения, прикладываемого к реактивному элементу. Это приводит к ухудшению качества регулирования мощности статического компенсатора реактивной мощности, необходимости применения фильтров высших гармоник, ухудшению его технико-экономических показателей в целом.

Технической задачей предлагаемого изобретения является улучшение качества реактивной мощности статических компенсаторов реактивной мощности во всем диапазоне ее регулирования.

Техническим результатом, на получение которого направлено предлагаемое техническое решение, является улучшение технико-экономических показателей статических компенсаторов реактивной мощности и показателей качества электрической энергии, генерируемой ими.

Технический результат достигается тем, что в способе управления мощностью статического компенсатора реактивной мощности, работающего в сети синусоидального переменного напряжения и содержащего последовательное соединение реактивного элемента и управляющего устройства, используемом задание величины генерируемой

статическим компенсатором реактивной мощности, измерение напряжения на входных зажимах статического компенсатора реактивной мощности, вычисление требуемого действующего значения напряжения, прикладываемого к реактивному элементу, соответствующего заданной величине реактивной мощности, задание управляющего воздействия на управляющее устройство, обеспечивающее формирование напряжения на реактивном элементе с требуемым действующим значением, за счет управления управляющим устройством обеспечивают формирование синусоидального напряжения на реактивном элементе во всем диапазоне регулирования мощности статического компенсатора реактивной мощности, а управление изменением напряжения на реактивном элементе осуществляют в одни и те же моменты по отношению к приложенному к статическому компенсатору реактивной мощности синусоидальному напряжению.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где на фиг. 1 представлена структура устройства, реализующего предлагаемый способ управления статическим компенсатором реактивной мощности, на фиг. 2 приведен пример схемы статического компенсатора реактивной мощности, иллюстрирующей работу предлагаемого способа.

На фиг. 1 сеть синусоидального переменного напряжения отображена источником синусоидального переменного напряжения 1, параллельно которому своими зажимами 2 и 3 подключен статический компенсатор реактивной мощности 4, включающий управляющий элемент 5 и реактивный элемент 6. Первый выход управляющего элемента 5 подключен к зажиму 2 статического компенсатора реактивной мощности 4, а второй выход управляющего элемента 5 соединен с первым выходом реактивного элемента 4, второй выход которого подключен к зажиму 3 статического компенсатора реактивной мощности 4. Вход управления управляющего элемента 5 соединен с выходом системы управления 7. Первый вход системы управления 7 соединен с выходом датчика напряжения 8, первый и второй входы которого подключены к зажимам 2 и 3 статического компенсатора реактивной мощности 4 соответственно. Второй вход системы управления 7 соединен с выходом блока 9 задания уровня реактивной мощности.

На фиг. 2 приведена одна из возможных схем построения статического компенсатора реактивной мощности 4, реализующая предложенный способ управления. На схеме фиг. 2 управляющий элемент 5 реализован на основе трансформатора 10 и ключевого коммутатора 11. Трансформатор 10 содержит выходную обмотку 12, включенную последовательно с реактивным элементом 6, в качестве которого в приведенном устройстве используется индуктивный реактор, и входные обмотки 13 и 14. При этом выводы выходной обмотки 12 трансформатора 10 являются выходами управляющего элемента 5. Ключевой коммутатор 11 содержит две параллельные ветви. Первая параллельная ветвь образована последовательным соединением ключей 15, 16, 17, а вторая параллельная ветвь образована последовательным соединением ключей 18, 19, 20. Выходы ключей 15 и 18, не соединенные с выходами ключей 16 и 19, объединены и подключены к зажиму 3 статического компенсатора реактивной мощности 4. Выходы ключей 17 и 20, не соединенные с выходами ключей 16 и 19, объединены и подключены к зажиму 2 статического компенсатора реактивной мощности 4. Входы управления ключей 15, 16, 17, 18, 19, 20 подключены к выходу системы управления 7 и образуют общий вход управления управляющего элемента 5. Выводы входной обмотки 13 трансформатора 10 подключены к общим точкам соединения ключей 16, 17 и 19, 20 соответственно. Выводы входной обмотки 14 трансформатора 10 подключены к общим точкам соединения ключей 15, 16 и 18, 19 соответственно.

Заявляемый способ управления осуществляется следующим образом.

Величина реактивной мощности, генерируемой статическим компенсатором реактивной мощности 4, определяется величиной реактивного сопротивления реактивного элемента 6, и величиной действующего значения синусоидального напряжения, приложенного к реактивному элементу 6. В качестве реактивного элемента 6, используемого при реализации заявляемого способа, могут выступать как индуктивный реактор, так и конденсатор. Действующее значение синусоидального напряжения, приложенного к реактивному элементу 6, определяется суммой напряжения источника питания 1 и напряжения на выходе управляющего элемента 5, т.е. напряжения на выходной обмотке 12 трансформатора 10 на схеме фиг. 2.

При получении от блока 9 задания уровня реактивной мощности нового значения требуемой величины генерируемой реактивной мощности, система управления 7 определяет требуемую величину действующего значения синусоидального напряжения на реактивном элементе 6, соответствующую заданной величине реактивной мощности. На основе информации о действующем значении напряжения на входных зажимах 2, 3 статического компенсатора реактивной мощности 4, поступающей в систему управления 7 с выхода датчика напряжения 8, и вычисленной требуемой величине действующего значения напряжения на реактивном элементе 6 система управления 7 вычисляет необходимую величину напряжения на выходе управляющего элемента 5, после чего передает на вход управления управляющего элемента 5 советующее управляющее воздействие, обеспечивающее формирование необходимого (вычисленного) напряжения на выходе управляющего элемента 5.

С целью обеспечения максимального быстродействия регулирования реактивной мощности и исключения при регулировании переходных процессов в схеме статического компенсатора реактивной мощности 4, управление изменением напряжения на выходе управляющего элемента 5 система управления 7 осуществляет синхронизовано с напряжением, приложенным к статическому компенсатору реактивной мощности 4, в одни и те же моменты времени на периоде изменения данного напряжения. При этом выбор указанных моментов времени зависит от типа используемого в составе статического компенсатора реактивной мощности 4 реактивного элемента 6.

В примере, приведенном на фиг. 2, управляющий элемент 5 за счет различных комбинаций включения ключей 15, 16, 17, 18, 19, 20 ключевого коммутатора 11 позволяет сформировать на своем выходе 7 различные по величине синусоидальные напряжения, которые будут либо складываться, либо вычитаться с синусоидальным напряжением на входных зажимах 2 и 3 статического компенсатора реактивной мощности 4. Таким образом, в рассматриваемом примере это будет обеспечивать 7 различных дискретных уровней синусоидального напряжения на реактивном элементе 6, что будет соответствовать 7 различным уровням реактивной мощности, генерируемой статическим компенсатором 4. Следует отметить, что увеличивая количество входных обмоток трансформатора 10 и добавляя ключи в коммутатор 11 можно увеличивать количество дискретных уровней регулирования реактивной мощности до требуемых значений. При этом в отличие от способа - прототипа формируемое на выходе управляющего элемента 5 напряжение будет иметь синусоидальную форму без содержания высших гармонических составляющих в его спектре, что позволит обеспечить максимально возможное качество генерируемого статическим компенсатором реактивного тока во всем диапазоне регулирования мощности статического компенсатора реактивной мощности 4.

Принимая во внимание вышесказанное, можно сделать вывод, что заявляемый

способ управления мощностью статического компенсатора реактивной мощности 4, построенного на основе одного реактивного элемента, в отличие от способа-прототипа позволяет обеспечить предельно-возможные показатели качества электрической энергии при регулировании реактивной мощности в полном диапазоне.

5 Таким образом, осуществление совокупности признаков заявляемого способа управления обеспечивает достижение указанного технического результата.

(57) Формула изобретения

Способ управления мощностью статического компенсатора реактивной мощности, работающего в сети синусоидального переменного напряжения и содержащего
10 последовательное соединение реактивного элемента и управляющего устройства, использующий задание величины, генерируемой статическим компенсатором реактивной мощности, измерение напряжения на входных зажимах статического компенсатора реактивной мощности, вычисление требуемого действующего значения напряжения,
15 прикладываемого к реактивному элементу, соответствующего заданной величине реактивной мощности, задание управляющего воздействия на управляющее устройство, обеспечивающее формирование напряжения на реактивном элементе с требуемым действующим значением, отличающийся тем, что за счет управления управляющим устройством обеспечивают формирование синусоидального напряжения на реактивном
20 элементе во всем диапазоне регулирования мощности статического компенсатора реактивной мощности, а управление изменением напряжения на реактивном элементе осуществляют в одни и те же моменты по отношению к приложенному к статическому компенсатору реактивной мощности синусоидальному напряжению.

25

30

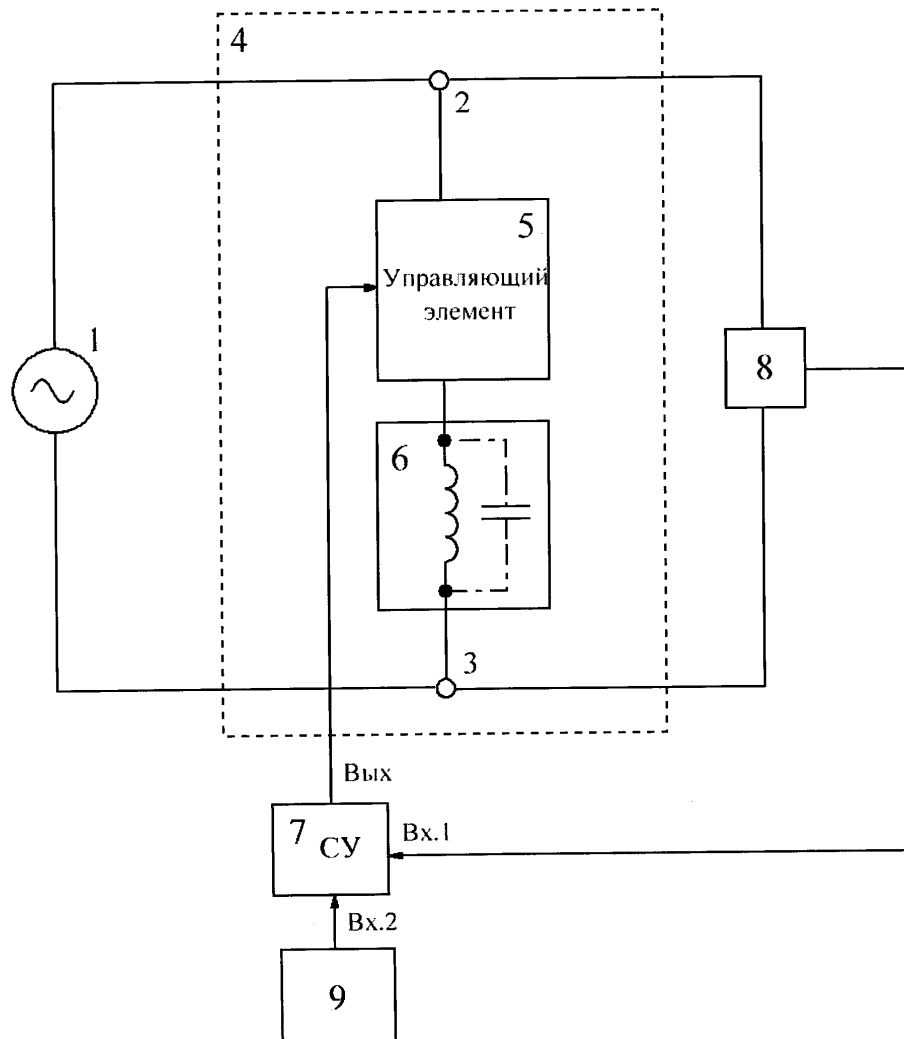
35

40

45

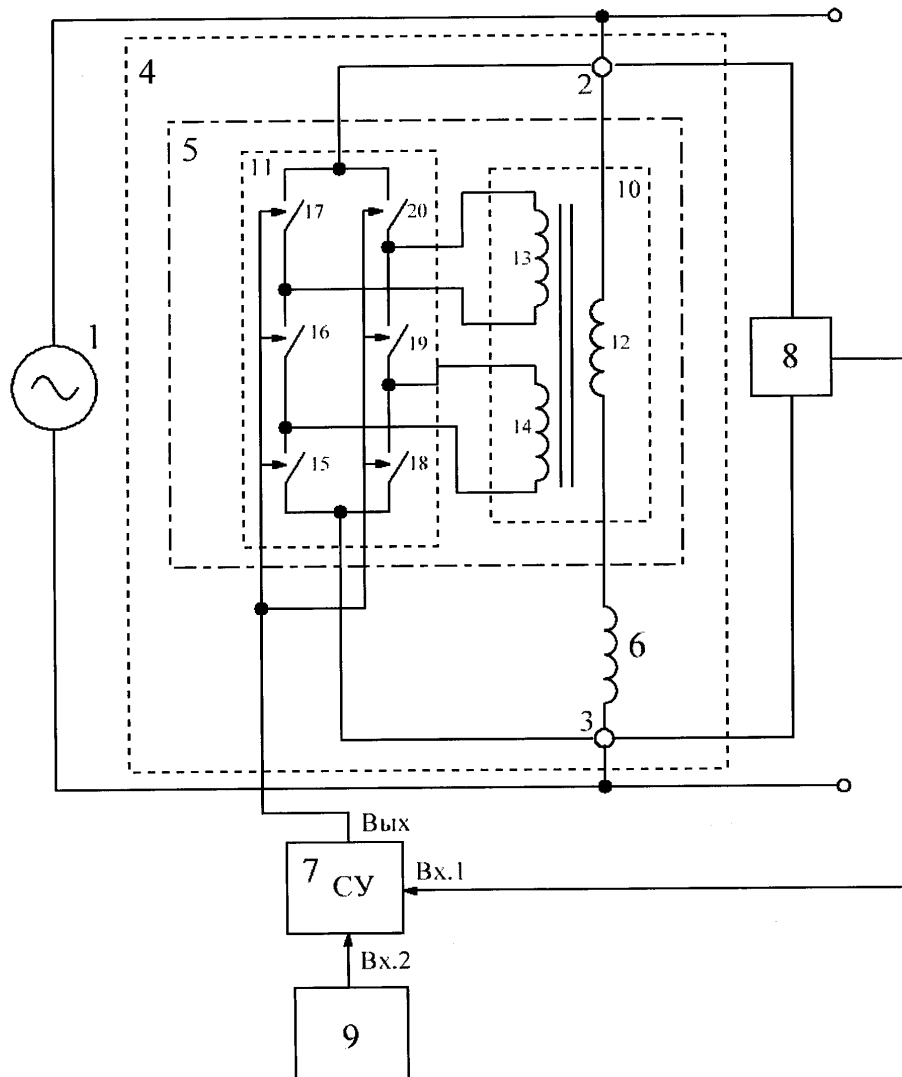
1

8



Фиг. 1

2



Фиг. 2