

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2859976

УСТРОЙСТВО ПОДАВЛЕНИЯ ВЫСШИХ ГАРМОНИК И КОРРЕКЦИИ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ СЕТИ ПРИ РЕЗОНАНСНЫХ РЕЖИМАХ

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Сычев Юрий Анатольевич (RU), Сериков Владимир Александрович (RU)*

Заявка № 2025138229

Приоритет изобретения 25 декабря 2025 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 14 апреля 2026 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 25 декабря 2045 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H02J 3/00 (2026.01); H02J 3/01 (2026.01); H03H 1/00 (2026.01)

(21)(22) Заявка: 2025138229, 25.12.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.12.2025Дата регистрации:
14.04.2026

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.12.2025

(45) Опубликовано: 14.04.2026 Бюл. № 11

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II",
Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Сычев Юрий Анатольевич (RU),
Сериков Владимир Александрович (RU)

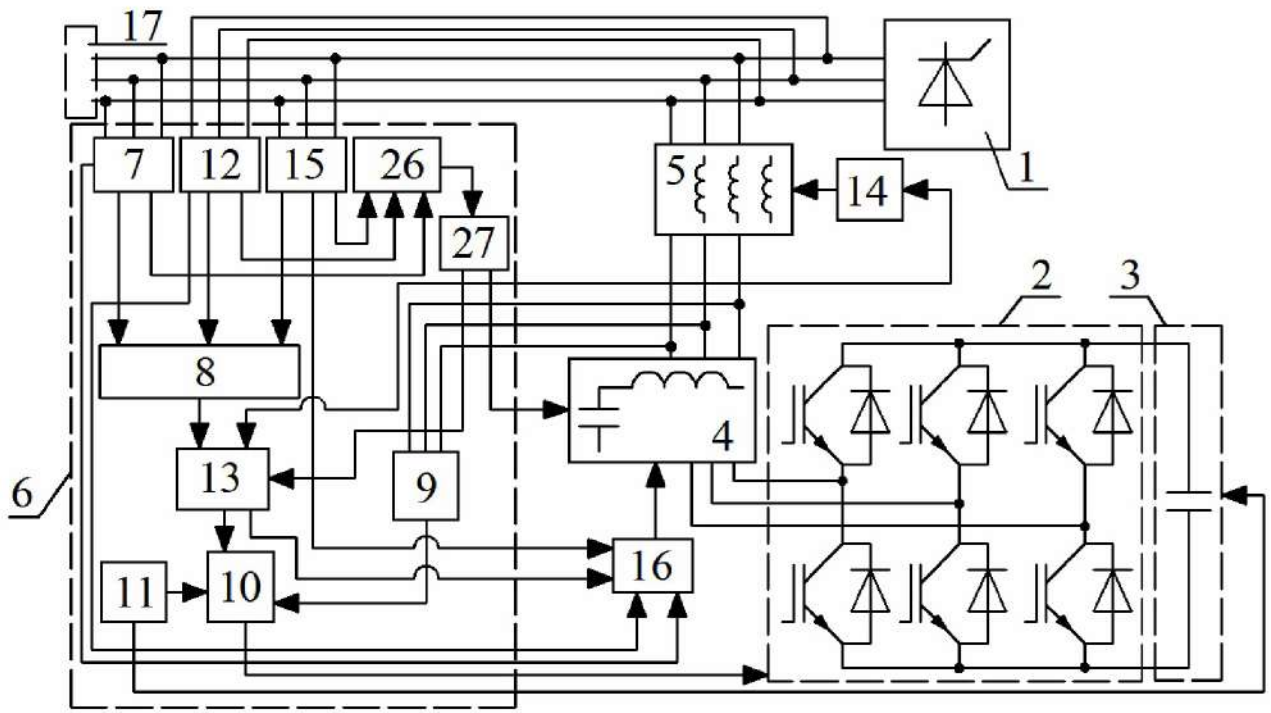
(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II"
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2793449 C1, 04.04.2023. RU
2446536 C1, 27.03.2012. RU 212745 U1, 04.08.2022.
US 5977660 A1, 02.11.1999.(54) УСТРОЙСТВО ПОДАВЛЕНИЯ ВЫСШИХ ГАРМОНИК И КОРРЕКЦИИ КОЭФФИЦИЕНТА
МОЩНОСТИ СЕТИ ПРИ РЕЗОНАНСНЫХ РЕЖИМАХ

(57) Реферат:

Изобретение относится к электротехнике и электроэнергетике, а именно к устройствам компенсации высших гармоник в электрических сетях и коррекции коэффициента мощности. Техническим результатом является устранение высших гармоник тока и напряжения, коррекция реактивных составляющих тока нелинейной нагрузки при резонансных режимах. Для этого в

устройство дополнительно вводится блок построения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ), блок анализа АЧХ, блок регулирования величины активного сопротивления резисторов, блок регулирования величины индуктивного сопротивления индуктивностей, блок регулирования величины емкостного сопротивления емкостей. 3 ил.



Фиг.1

RU 2859976 C1

RU 2859976 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

H02J 3/00 (2026.01); *H02J 3/01* (2026.01); *H03H 1/00* (2026.01)(21)(22) Application: **2025138229, 25.12.2025**(24) Effective date for property rights:
25.12.2025Registration date:
14.04.2026

Priority:

(22) Date of filing: **25.12.2025**(45) Date of publication: **14.04.2026** Bull. № 11

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet
imperatritsy Ekateriny II", Patentno-litsenziornyj
otdel**

(72) Inventor(s):

**Sychev Iurii Anatolevich (RU),
Serikov Vladimir Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet imperatritsy Ekateriny II» (RU)**

(54) **DEVICE FOR SUPPRESSING HIGHER HARMONICS AND CORRECTING POWER FACTOR OF NETWORK UNDER RESONANT CONDITIONS**

(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering; electric power industry.

SUBSTANCE: invention relates to devices for compensating higher harmonics in electrical networks and correcting power factor. A unit for constructing an amplitude-frequency characteristic (AFC), an AFC analysis unit, a unit for controlling the value of the active resistance of resistors, a unit for controlling the

value of the inductive reactance of inductors, a unit for controlling the value of the capacitive reactance of capacitors are additionally introduced into the device.

EFFECT: eliminating higher harmonics of current and voltage, correcting reactive components of non-linear load current under resonant conditions.

1 cl, 3 dwg

Изобретение относится к электротехнике и электроэнергетике, а именно к устройствам компенсации высших гармоник в электрических сетях и коррекции коэффициента мощности. Устройство может быть использовано в системах электроснабжения промышленных предприятий с большим количеством нелинейной нагрузки, генерирующей гармоники тока и напряжения, и резонансными режимами.

Известно устройство компенсации высших гармоник и коррекции коэффициента мощности сети (патент RU № 2512886, опубл. 10.04.2014), содержащее инвертор, накопительный конденсатор, выходной сглаживающий пассивный фильтр и контроллер системы управления, при этом контроллер системы управления снабжен датчиком тока сети, датчиком напряжения, формирователем импульсов на основе релейных регуляторов с изменяемой шириной гистерезиса, фазовыми преобразователями тока и напряжения, блоком фазовой синхронизации, регулятором напряжения накопительного конденсатора.

Недостатком устройства является применение большого числа фазовых преобразований, что усложняет схему и ведет к недостаточному быстродействию в условиях резкопеременного режима изменения гармонических искажений, а также не позволяет реализовать функцию коррекции высших гармоник напряжения со стороны сети и коэффициента мощности по основной составляющей при резонансных режимах.

Известно устройство компенсации высших гармоник и коррекции коэффициента несимметрии сети (патент RU № 2573599, опубл. 20.01.2016), содержащее инвертор, накопительный конденсатор, выходной сглаживающий пассивный фильтр и контроллер системы управления, причем контроллер системы управления снабжен датчиком тока фильтра, датчиком тока сети, датчиком напряжения, формирователем импульсов на основе релейных регуляторов с изменяемой шириной гистерезиса, фазовыми преобразователями тока и напряжения, блоком фазовой синхронизации, регулятором напряжения накопительного конденсатора. Контроллер системы управления снабжен блоком выявления составляющих токов обратной и нулевой последовательности и блоком фазовой коррекции несимметричных составляющих тока, при этом вход блока выявления составляющих токов обратной и нулевой последовательности соединен с выходом датчика тока сети, а выход блока выявления составляющих токов обратной и нулевой последовательности соединен с входом блока фазовой коррекции несимметричных составляющих тока, который также соединен с выходом блока фазовой синхронизации, при этом выход блока фазовой коррекции несимметричных составляющих тока соединен с входом формирователя импульсов.

Недостатком устройства является использование большого числа фазовых преобразований в системе управления устройством компенсации, что усложняет схему и ведет к недостаточному быстродействию в условиях резкопеременного режима изменения высших гармонических составляющих, а также не позволяет реализовать функцию коррекции высших гармоник напряжения со стороны сети и коэффициента мощности по основной гармонической составляющей при резонансных режимах.

Известно устройство гибридной компенсации высших гармоник (патент RU № 176107, опубл. 09.01.2018 г.), содержащее инвертор, неуправляемый выпрямитель преобразователя частоты, накопительный конденсатор преобразователя частоты, инвертор устройства компенсации, датчик переменного тока преобразователя частоты, блок вычитания, причем вход неуправляемого выпрямителя преобразователя частоты подключен через датчик переменного тока преобразователя частоты к сети, зажимы «+» и «-» неуправляемого выпрямителя преобразователя частоты подключены соответственно через первую и вторую обкладки накопительного конденсатора

преобразователя частоты к зажимам «+» и «-» инвертора преобразователя частоты, зажимы «+» и «-» инвертора устройства компенсации подключены соответственно к зажимам «+» и «-» неуправляемого выпрямителя преобразователя частоты. Выход датчика тока сети соединен с входом блока преобразования Фурье, выход которого
 5 соединен с первым входом блока выделения основной гармоники, а второй вход которого соединен с выходом задатчика основной гармоники, выход блока выделения основной гармоники соединен с первым входом блока вычитания, второй вход которого
 10 подключен к выходу датчика переменного тока преобразователя, выход блока вычитания соединен с входом блока смещения, выход которого соединен с входом блока широтно-импульсной модуляции, выход которого соединен с инвертором устройства компенсации.

Недостатком устройства является использование большого числа фазовых преобразований в системе управления гибридным устройством компенсации высших гармоник, что усложняет схему и ведет к недостаточному быстродействию в условиях
 15 резкопеременной нелинейной нагрузки, а также не позволяет реализовать функцию коррекции высших гармоник напряжения со стороны сети и коэффициента мощности по основной гармонической составляющей при резонансных режимах.

Известно устройство гибридной компенсации высших гармоник (патент RU № 185875, опубл. 21.12.2018 г.), содержащее инвертор, неуправляемый выпрямитель
 20 преобразователя частоты, накопительный конденсатор преобразователя частоты, инвертор устройства компенсации, сглаживающие дроссели, выходной пассивный фильтр, датчик переменного тока преобразователя частоты, датчик переменного тока сети, блок вычитания.

Недостатком устройства является использование большого числа фазовых преобразований в системе управления гибридным устройством компенсации высших гармоник, что усложняет схему и ведет к недостаточному быстродействию в условиях
 25 резкопеременной нелинейной нагрузки, а также не позволяет реализовать функцию коррекции высших гармоник напряжения со стороны сети и коэффициента мощности по основной гармонической составляющей при резонансных режимах.

Известно устройство подавления высших гармоник тока (патент RU № 184273, опубл. 22.10.2018 г.) содержащее инвертор, накопительный конденсатор, выходной
 30 сглаживающий пассивный фильтр и контроллер системы управления, при этом сетевой дроссель входом подключен к выходным цепям выходного пассивного фильтра, а выходом – к сети питающего напряжения, фильтр выделения первой гармонической составляющей напряжения питающей сети входами подключен к выходам датчика
 35 напряжения сети, с его выхода первая гармоническая составляющая сети питающего напряжения подается на вход формирователя импульсов управления транзисторами инвертора; первая гармоническая составляющая выходного напряжения инвертора, выделенная пассивным фильтром, посредством датчика выходного напряжения
 40 инвертора передается на вход формирователя импульсов управления транзисторами инвертора.

Недостатком устройства является применение большого числа фазовых преобразований, что значительно усложняет схему и ведет к недостаточному
 45 быстродействию в условиях резкопеременной нелинейной нагрузки, а также не позволяет реализовать функцию коррекции высших гармоник напряжения со стороны сети и коэффициента мощности по первой гармонической составляющей.

Известно устройство подавления высших гармоник тока (патент RU № 198721, опубл. 23.07.2020 г.), содержащее инвертор, накопительный конденсатор, выходной

сглаживающий пассивный фильтр и контроллер системы управления, при этом сетевой дроссель входом подключен к выходным цепям выходного пассивного фильтра, а выходом – к сети питающего напряжения, фильтр выделения первой гармонической составляющей напряжения питающей сети входами подключен к выходам датчика
5 напряжения сети, первая гармоническая составляющая выходного напряжения инвертора, выделенная пассивным фильтром, посредством датчика выходного напряжения инвертора передается на вход формирователя импульсов управления транзисторами инвертора, дополнительно к сети подключается датчик тока нелинейной нагрузки, выход которого соединен с входом фильтра выделения первой гармонической
10 составляющей напряжения питающей сети, выход которого соединен с блоком выбора режима работы устройства, выход которого подключен к входу формирователя импульсов и входу блока регулирования индуктивности сетевого дросселя, выход которого соединен с сетевым дросселем.

Недостатком устройства является наличие потерь напряжения на сетевом дросселе,
15 значительная погрешность при формировании компенсационного тока за счет отсутствия сравнения заданного компенсационного тока с фактическим током на выходе инвертора, а также невозможность эффективного устранения высших гармоник тока и напряжения при резонансных режимах.

Известно устройство подавления высших гармоник и коррекции коэффициента
20 мощности сети (патент RU № 2793449, опубл. 04.04.2023 г.), принятое за прототип, содержащее инвертор, накопительный конденсатор, выходной сглаживающий пассивный фильтр и контроллер системы управления, при этом сетевой дроссель входом подключен к выходным цепям выходного пассивного фильтра, а выходом – к сети питающего
25 напряжения, фильтр выделения первой гармонической составляющей напряжения питающей сети входами подключен к выходам датчика напряжения сети, первая гармоническая составляющая выходного напряжения инвертора, выделенная пассивным фильтром, посредством датчика выходного напряжения инвертора передается на вход
30 формирователя импульсов управления транзисторами инвертора, датчик тока нелинейной нагрузки, выход которого соединен с входом фильтра выделения первой гармонической составляющей напряжения питающей сети, выход которого соединен с блоком выбора режима работы устройства, выход которого подключен к входу
35 формирователя импульсов и входу блока регулирования индуктивности сетевого дросселя, выход которого соединен с сетевым дросселем, дополнительно к входам входных выключателей выходного пассивного фильтра, выключателей резисторов,
40 выключателей индуктивностей, выключателей емкостей, подключены выходы блока изменения конфигурации выходного пассивного фильтра, к входам которого подключены выходы датчика напряжения сети, датчика тока нелинейной нагрузки, блока выбора режима работы устройства, датчика тока сети, который входом соединен с сетью, а выходом с фильтром выделения первой гармонической составляющей
45 напряжения питающей сети, выходы входных выключателей соединены с входами резисторов, выходы которых соединены с входами индуктивностей, выходы которых соединены с входами емкостей, выходы которых соединены с заземлителями, входы резисторов соединены с входами выключателей резисторов, выходы резисторов соединены с выходами выключателей резисторов, входы индуктивностей соединены с
входами выключателей индуктивностей, выходы индуктивностей соединены с выходами выключателей индуктивностей, входы емкостей соединены с входами выключателей емкостей, выходы емкостей соединены с выходами выключателей емкостей, входы входных выключателей соединены с выходами инвертора и входами сетевого дросселя.

Недостатком устройства является возникновение токовой перегрузки сетевого дросселя, силовых ключей инвертора и накопительного конденсатора, и, как следствие, их разрушение при наличии резонансных явлений в питающей сети на частотах характерных высших гармоник, нехватка мощности звена пост тока.

5 Техническим результатом является устранение высших гармоник тока и напряжения, коррекция реактивных составляющих тока нелинейной нагрузки при резонансных режимах.

Технический результат достигается тем, что выходы датчиков напряжения сети, тока сети и тока нелинейной нагрузки соединены с входом блока построения амплитудно-частотной характеристики, выход которого соединен с входом блока анализа АЧХ, выход которого соединен с входами блоков выбора режима работы устройства, регулирования величины активного сопротивления резисторов, регулирования величины индуктивного сопротивления индуктивностей и регулирования величины емкостного сопротивления емкостей, при этом выходы блоков регулирования величины активного сопротивления резисторов соединены с резисторами в составе выходного фильтра, выходы блоков регулирования величины индуктивного сопротивления индуктивностей соединены с индуктивностями в составе выходного фильтра, выходы блоков регулирования величины емкостного сопротивления емкостей соединены с емкостями в составе выходного фильтра.

15 Устройство подавления высших гармоник и коррекции коэффициента мощности сети при резонансных режимах поясняется следующими фигурами:

фиг.1 – общая схема устройства;

фиг.2 – схема выходного пассивного фильтра;

фиг.3 – алгоритм функционирования блока выбора режима работы устройства, где:

25 1 – нелинейная нагрузка;

2 – инвертор;

3 – накопительный конденсатор;

4 – выходной пассивный фильтр;

5 – сетевой дроссель;

30 6 – контроллер системы управления;

7 – датчик напряжения сети;

8 – фильтр выделения первой гармонической составляющей напряжения питающей сети;

9 – датчик выходного напряжения инвертора;

35 10 – формирователь импульсов;

11 – регулятор напряжения накопительного конденсатора;

12 – датчик тока нелинейной нагрузки;

13 – блок выбора режима работы устройства;

14 – блок регулирования индуктивности сетевого дросселя;

40 15 – датчик тока сети;

16 – блок изменения конфигурации выходного пассивного фильтра;

17 – питающая сеть.

18 – входные выключатели;

19 – резисторы в составе выходного фильтра;

45 20 – индуктивности в составе выходного фильтра;

21 – емкости в составе выходного фильтра;

22 – заземлитель;

23 – выключатели резисторов;

24 – выключатели индуктивностей;

25 – выключатели емкостей;

26 – блок построения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ);

27 – блок анализа АЧХ;

5 28 – блок регулирования величины активного сопротивления резисторов;

29 – блок регулирования величины индуктивного сопротивления индуктивностей;

30 – блок регулирования величины емкостного сопротивления емкостей.

Устройство подавления высших гармоник и коррекции коэффициента мощности сети при резонансных режимах содержит датчик напряжения сети 7 (фиг. 1), датчик
 10 тока сети 15, входы которых соединены с выходом питающей сети 17. Вход датчика тока нелинейной нагрузки 12 соединен с выходами нелинейной нагрузки 1 и сетевого дросселя 5. Выходы датчика напряжения сети 7, датчика тока сети 15 и датчика тока нелинейной нагрузки 12 соединены с входом фильтра выделения первой гармонической составляющей напряжения питающей сети 8, выход которого соединен с входом блока
 15 выбора режима работы устройства 13. Выходы блока выбора режима работы устройства 13 соединены с входами формирователя импульсов 10, блока изменения конфигурации выходного пассивного фильтра 16 (фиг. 1, 2), блока регулирования индуктивности сетевого дросселя 14. Выход блока регулирования индуктивности сетевого дросселя 14 соединен с входом сетевого дросселя 5. Выходы регулятора напряжения
 20 накопительного конденсатора 11 соединены с входом формирователя импульсов 10 и накопительным конденсатором 3. Накопительный конденсатор 3 соединен с инвертором 2, который соединен с входами входных выключателей 18 выходного пассивного фильтра 4, входом сетевого дросселя 5 и входом датчика выходного напряжения инвертора 9, выход которого соединен с входом формирователя импульсов 10, выход
 25 которого соединен с инвертором 2. Выход датчика тока сети 15 соединен с входом блока изменения конфигурации выходного пассивного фильтра 16. Выходы датчика напряжения сети 7, датчика тока сети 15 и датчика тока нелинейной нагрузки 12 соединены с входом блока построения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) 26, выход которого соединен с входом блока анализа АЧХ 27. Выход блока анализа АЧХ 27 соединен с
 30 входами блока выбора режима работы устройства 13, блоков регулирования величины активного сопротивления резисторов 28, блоков регулирования величины индуктивного сопротивления индуктивностей 29 и блоков регулирования величины емкостного сопротивления емкостей 30. Выходы блоков регулирования величины активного сопротивления резисторов 28 соединены с резисторами в составе выходного фильтра
 35 19. Выходы блоков регулирования величины индуктивного сопротивления индуктивностей 29 соединены с индуктивностями в составе выходного фильтра 20. Выходы блоков регулирования величины емкостного сопротивления емкостей 30 соединены с емкостями в составе выходного фильтра 21. Выходы блока изменения конфигурации выходного пассивного фильтра 16 соединены с входами входных
 40 выключателей 18 выходного пассивного фильтра 4. Выходы входных выключателей 18 выходного пассивного фильтра 4 соединены с входами резисторов в составе выходного фильтра 19. Выходы резисторов в составе выходного фильтра 19 соединены с входами индуктивностей в составе выходного фильтра 20. Выходы индуктивностей в составе выходного фильтра 20 соединены с входами емкостей в составе выходного
 45 фильтра 21. Выходы емкостей в составе выходного фильтра 21 соединены с входами заземлителей 22. Выходы блока изменения конфигурации выходного пассивного фильтра 16 соединены с входами выключателей резисторов 23, выключателей индуктивностей 24 и выключателей емкостей 25. Выключатели резисторов 23 входами и выходами

соединены соответственно с входами и выходами резисторов в составе выходного фильтра 19. Выключатели индуктивностей 24 входами и выходами соединены соответственно с входами и выходами индуктивностей в составе выходного фильтра 20. Выключатели емкостей 25 входами и выходами соединены соответственно с входами и выходами емкостей в составе выходного фильтра 21.

Устройство работает следующим образом. Датчик напряжения сети 7, датчик тока нелинейной нагрузки 12, и датчик тока сети 15 собирают измерительную информацию о параметрах несинусоидального режима, создаваемого питающей сетью 17 и нелинейной нагрузкой 1. На основании этой информации фильтр выделения первой гармонической составляющей напряжения питающей сети 8 формирует задания по напряжению первой гармоники сети, а также по основной составляющей тока, потребляемого нелинейной нагрузкой 1. Информация от датчика напряжения сети 7, датчика тока нелинейной нагрузки 12, и датчика тока сети 15 также используется блоком построения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) 26 и блоком анализа АЧХ 27 для построения и анализа АЧХ сети. На основании данных, полученных от блока анализа АЧХ 27 и фильтра выделения первой гармонической составляющей напряжения питающей сети 8, блок выбора режима работы устройства 13 позволяет выбрать режим работы устройства. Для этого блок выбора режима работы устройства 13 подает команду на вход формирователя импульсов 10, соединенного с накопительным конденсатором 3 инвертора 2, вход блока изменения конфигурации выходного пассивного фильтра 16, который задает конфигурацию выходного пассивного фильтра 4 с учетом информации от датчика тока сети 15, и вход блока регулирования индуктивности сетевого дросселя 14, который регулирует индуктивность сетевого дросселя 5, соединенного с нелинейной нагрузкой 1. Формирователь импульсов 10 также учитывает измерительную информацию от датчика выходного напряжения инвертора 9 и сигнал от регулятора напряжения накопительного конденсатора 11.

В начале работы входные выключатели 18, выключатели резисторов 23, выключатели индуктивностей 24, выключатели емкостей 25 находятся в разомкнутом состоянии.

При переводе устройства в первый режим (фиг. 3) от блока выбора режима работы устройства 13 подается команда на блок изменения конфигурации выходного пассивного фильтра 16, который дает команду на замыкание входных выключателей 18 и выключателей емкостей 25, тем самым обеспечивается активно-индуктивная конфигурация выходного пассивного фильтра 4. В этом режиме осуществляется компенсация высших гармоник тока и несимметрии тока со стороны нелинейной нагрузки 1, если по результатам измерения показателей качества электроэнергии выявлено, что уровень гармонических составляющих тока на зажимах нелинейной нагрузки превышает по величине суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения со стороны сети, что соответствует первому условию.

При переводе устройства во второй режим от блока выбора режима работы устройства 13 подается команда на блок изменения конфигурации выходного пассивного фильтра 16, который дает команду на замыкание входных выключателей 18 и выключателей индуктивностей 24, тем самым обеспечивается активно-емкостная конфигурация выходного пассивного фильтра 4. В этом режиме осуществляется компенсация высших гармоник напряжения и несимметрии напряжения со стороны питающей сети 17, если по результатам измерения показателей качества электроэнергии выявлено, что уровень гармонических составляющих напряжения со стороны сети превышает по величине уровень гармонических составляющих тока на зажимах нелинейной нагрузки 1, что соответствует второму условию.

При переводе устройства в третий режим от блока выбора режима работы устройства 13 подается команда на блок изменения конфигурации выходного пассивного фильтра 16, который дает команду на замыкание входных выключателей 18, размыкание выключателей резисторов 23, выключателей индуктивностей 24, выключателей емкостей 25, тем самым обеспечивается активно-индуктивно-емкостная конфигурация выходного пассивного фильтра 4. В этом режиме осуществляется компенсация отклонений напряжения в точке подключения устройства, если отклонение напряжения на зажимах нелинейной нагрузки 1 превышает установленные нормы, что соответствует третьему условию.

Указанные режимы не учитывают наличие резонанса на частотах характерных гармоник, включая пятую, седьмую, одиннадцатую, тринадцатую, который может возникнуть в питающей сети 17 между емкостью конденсаторных установок компенсации реактивной мощности и индуктивностью трансформаторов. В таком случае, как показали исследования авторов, нужно управлять не только структурой выходного пассивного фильтра 4, но и регулировать его параметры, включая величины активного сопротивления резисторов в составе выходного фильтра 19, величины индуктивного сопротивления индуктивностей в составе выходного фильтра 20 и величины емкостного сопротивления емкостей в составе выходного фильтра 21. За счет использования блока построения АЧХ 26 и блока анализа АЧХ 27 идет построение и анализ АЧХ сети в точке подключения устройства для регулирования параметров и выбора структуры выходного пассивного фильтра 4 для смещения частоты исходного резонанса на характерных гармониках в заданную область, где резонанс на характерных гармониках возникать не будет.

При переводе устройства в четвертый режим от блока выбора режима работы устройства 13 подается команда на блок изменения конфигурации выходного пассивного фильтра 16, который дает команду на замыкание входных выключателей 18, выключателей резисторов 23, размыкание выключателей индуктивностей 24 и размыкание выключателей емкостей 25. Таким образом, обеспечивается конфигурация в виде индуктивно-емкостного *LC*-фильтра. Далее в зависимости от параметров резонансных режимов от блока анализа АЧХ27 поступает команда на блоки регулирования величины индуктивного сопротивления индуктивностей 29 и блоки регулирования величины емкостного сопротивления емкостей 30, которые соединены с индуктивностями в составе выходного фильтра 20 и емкостями в составе выходного фильтра 21 соответственно. Параметры *LC*-фильтра выбираются так, чтобы импеданс сети в точке подключения предлагаемого устройства на резонансной частоте характерных гармоник имел минимальное значение. В результате исходный резонанс на пятой или седьмой гармонике смещается в сторону уменьшения резонансной частоты относительно исходной, а также образуется дополнительный резонанс, граничная частота которого находится в области частот между седьмой и одиннадцатой гармониками. Здесь может быть перекомпенсация реактивной мощности в точке подключения устройства, что не всегда нужно. Для этого выставляется емкость *LC*-фильтра исходя из текущей ступени регулирования конденсаторных установок, а затем регулируется индуктивность *LC*-фильтра. Определяется количество ступеней регулирования емкости фильтра и для каждой из них подбирается три значения параметра индуктивности, два из которых обеспечат минимизацию импеданса АЧХ сети на частотах пятой или седьмой гармоник для максимального сдвига исходного резонанса в область до пятой гармоник, а третье – минимизацию импеданса АЧХ сети на частотах пятой или седьмой гармоник из-за возможного сдвига исходного резонанса

в область от пятой до одиннадцатой гармоники. В этом режиме компенсируются высшие гармоники тока и напряжения при наличии исходного резонанса на пятой или седьмой гармонике, что соответствует четвертому условию.

При переводе устройства в пятый режим от блока выбора режима работы устройства 13 подается команда на блок изменения конфигурации выходного пассивного фильтра 16, который дает команду на замыкание входных выключателей 18, выключателей индуктивностей 24, размыкание выключателей резисторов 23 и выключателей емкостей 25, тем самым обеспечивается конфигурация в виде активно-емкостного *RC*-фильтра. Далее в зависимости от параметров резонансных режимов от блока анализа АЧХ 27 поступает команда на блоки регулирования величины активного сопротивления резисторов 28 и блоки регулирования величины емкостного сопротивления емкостей 30, которые соединены с резисторами в составе выходного фильтра 19 и емкостями в составе выходного фильтра 21 соответственно. Параметры *RC*-фильтра выбираются для минимизации импеданса сети в точке подключения устройства при резонансе на характерных гармониках. Наилучший эффект по смещению частоты исходного резонанса достигается регулированием емкости *RC*-фильтра, но может возникнуть перекомпенсация реактивной мощности в точке подключения устройства. При работе *RC*-фильтра исходный резонанс смещается в сторону уменьшения частоты, но появляется дополнительный резонанс на более высокой частоте, но меньшей амплитуды, зависящий от емкости конденсаторных установок. Границы дополнительного резонанса находятся между частотами исходного и ближайшей канонической гармоникой частотой большей исходного. Частота, амплитуда и ширина дополнительного резонанса, зависящие от емкости конденсаторных установок, уменьшаются регулированием активного сопротивления *RC*-фильтра. В этом режиме компенсируются гармоники тока и напряжения при исходном резонансе на одиннадцатой, тринадцатой и более высоких гармониках, что соответствует четвертому условию.

При невыполнении указанных условий устройство переводится в шестой режим и от блока выбора режима работы устройства 13 подается команда на блок изменения конфигурации выходного пассивного фильтра 16, который дает команду на замыкание входных выключателей 18, выключателей резисторов 23 и выключателей емкостей 25, тем самым обеспечивается конфигурация выходного пассивного фильтра 4 в виде индуктивного фильтра.

Предлагаемое устройство за счет введения в его конструкцию блока построения амплитудно-частотной характеристики (АЧХ), блока анализа АЧХ, блока регулирования величины активного сопротивления резисторов, блока регулирования величины индуктивного сопротивления индуктивностей, блока регулирования величины емкостного сопротивления емкостей позволяет осуществить подавление высших гармоник и коррекцию коэффициента мощности сети при резонансных режимах.

40 (57) Формула изобретения

Устройство подавления высших гармоник и коррекции коэффициента мощности сети при резонансных режимах, содержащее инвертор, накопительный конденсатор, выходной сглаживающий пассивный фильтр и контроллер системы управления, при этом сетевой дроссель входом подключен к выходным цепям выходного пассивного фильтра, а выходом - к сети питающего напряжения, фильтр выделения первой гармонической составляющей напряжения питающей сети входами подключен к выходам датчика напряжения сети, первая гармоническая составляющая выходного напряжения инвертора, выделенная пассивным фильтром, посредством датчика

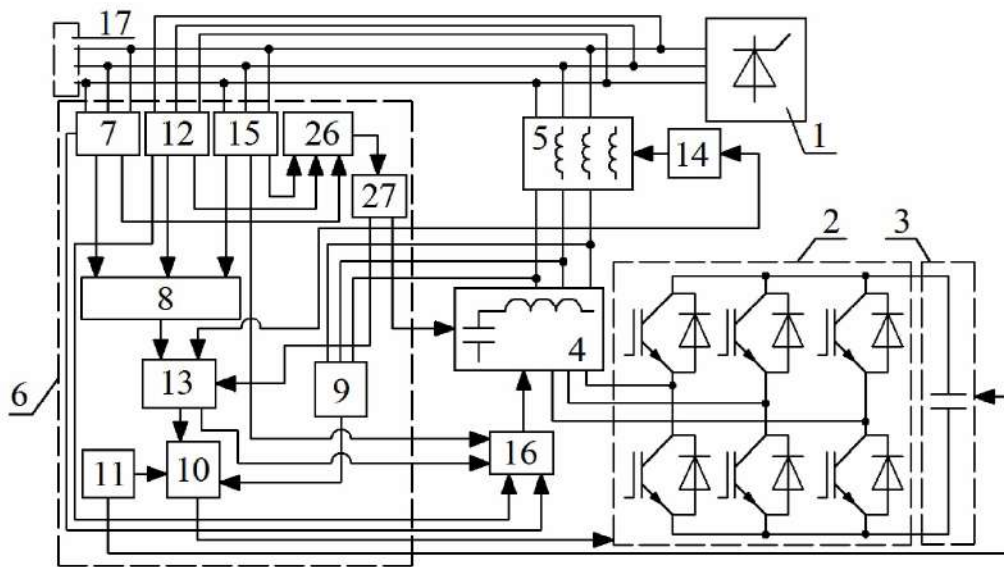
выходного напряжения инвертора передается на вход формирователя импульсов управления транзисторами инвертора, датчик тока нелинейной нагрузки, выход которого соединен с входом фильтра выделения первой гармонической составляющей напряжения питающей сети, выход которого соединен с блоком выбора режима работы устройства, выход которого подключен к входу формирователя импульсов и входу блока регулирования индуктивности сетевого дросселя, выход которого соединен с сетевым дросселем, к входам входных выключателей выходного пассивного фильтра, выключателей резисторов, выключателей индуктивностей, выключателей емкостей, подключены выходы блока изменения конфигурации выходного пассивного фильтра, к входам которого подключены выходы датчика напряжения сети, датчика тока нелинейной нагрузки, блока выбора режима работы устройства, датчика тока сети, который входом соединен с сетью, а выходом с фильтром выделения первой гармонической составляющей напряжения питающей сети, выходы входных выключателей соединены с входами резисторов, выходы которых соединены с входами индуктивностей, выходы которых соединены с входами емкостей, выходы которых соединены с заземлителями, входы резисторов соединены с входами выключателей резисторов, выходы резисторов соединены с выходами выключателей резисторов, входы индуктивностей соединены с входами выключателей индуктивностей, выходы индуктивностей соединены с выходами выключателей индуктивностей, входы емкостей соединены с входами выключателей емкостей, выходы емкостей соединены с выходами выключателей емкостей, входы входных выключателей соединены с выходами инвертора и входами сетевого дросселя, отличающееся тем, что выходы датчиков напряжения сети, тока сети и тока нелинейной нагрузки соединены с входом блока построения амплитудно-частотной характеристики, выход которого соединен с входом блока анализа АЧХ, выход которого соединен с входами блоков выбора режима работы устройства, регулирования величины активного сопротивления резисторов, регулирования величины индуктивного сопротивления индуктивностей и регулирования величины емкостного сопротивления емкостей, при этом выходы блоков регулирования величины активного сопротивления резисторов соединены с резисторами в составе выходного фильтра, выходы блоков регулирования величины индуктивного сопротивления индуктивностей соединены с индуктивностями в составе выходного фильтра, выходы блоков регулирования величины емкостного сопротивления емкостей соединены с емкостями в составе выходного фильтра.

35

40

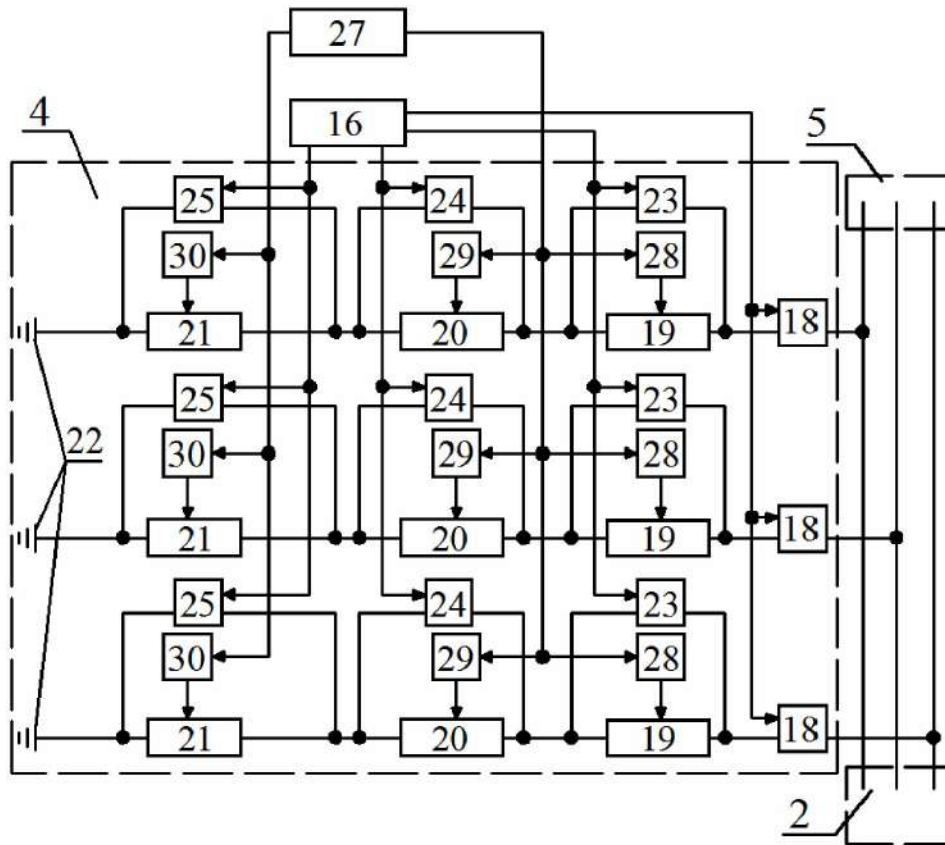
45

1



Фиг.1

2



Фиг.2



Фиг. 3