

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2619919

УСТРОЙСТВО КОМПЕНСАЦИИ ВЫСШИХ ГАРМОНИК, АДАПТИРОВАННОЕ К ЭЛЕКТРОПРИВОДУ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Абрамович Борис Николаевич (RU), Сычев Юрий Анатольевич (RU), Зимин Роман Юрьевич (RU)*

Заявка № 2016123897

Приоритет изобретения 15 июня 2016 г.

Дата государственной регистрации в
Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 19 мая 2017 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 15 июня 2036 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев





**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016123897, 15.06.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.06.2016

Дата регистрации:
19.05.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.06.2016

(45) Опубликовано: 19.05.2017 Бюл. № 14

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
университет", отдел интеллектуальной
собственности и трансфера технологий (отдел
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

**Абрамович Борис Николаевич (RU),
Сычев Юрий Анатольевич (RU),
Зимин Роман Юрьевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)**

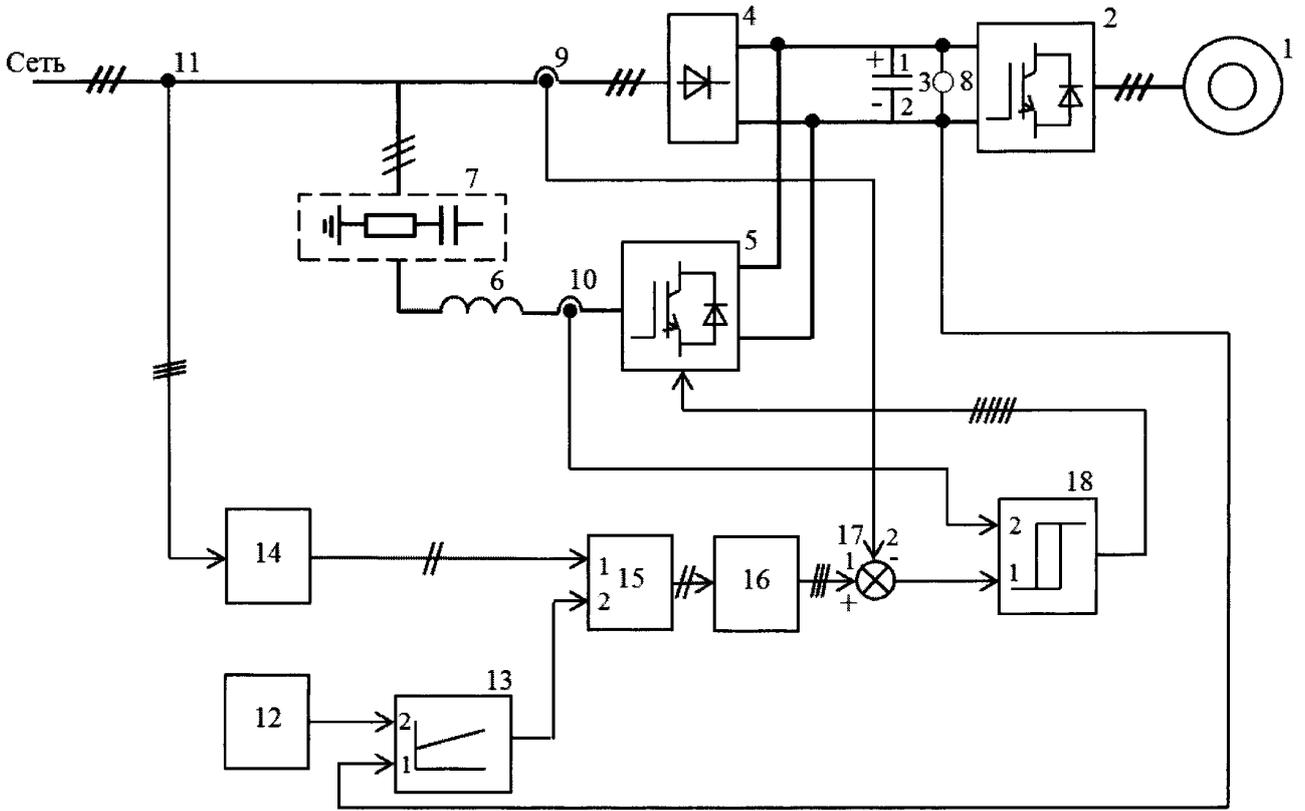
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU2514439C2, 27.04.2014.
RU2446536C1, 27.03.2012.
US5977660A1, 02.11.1999.

**(54) УСТРОЙСТВО КОМПЕНСАЦИИ ВЫСШИХ ГАРМОНИК, АДАПТИРОВАННОЕ К
ЭЛЕКТРОПРИВОДУ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к электротехнике и электроэнергетике, а именно к устройствам компенсации высших гармоник в электрических сетях. Технический результат - снижение гармонических составляющих - достигается тем, что в устройстве компенсации высших гармоник, адаптированном к электроприводу переменного тока, к первой и второй обкладкам конденсатора подключен датчик постоянного напряжения, выход которого соединен с первым входом регулятора напряжения конденсатора, ко второму входу которого подключен выход задатчика напряжения конденсатора, выход инвертора устройства компенсации подключен через датчик

переменного тока устройства компенсации к входу сглаживающих дросселей, выход которых через выходной пассивный фильтр подключен к сети, выход датчика напряжения сети подключен к входу первого блока фазовых преобразований, выход которого подключен к первому входу блока фазовой синхронизации, выход которого подключен к входу второго блока фазовых преобразований, ко второму входу блока фазовой синхронизации подключен выход регулятора напряжения конденсатора, выход второго блока фазовых преобразований подключен к первому входу блока вычитания. 1 ил.



Фиг.1

RU 2619919 C1

RU 2619919 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2016123897, 15.06.2016

(24) Effective date for property rights:
15.06.2016Registration date:
19.05.2017

Priority:

(22) Date of filing: 15.06.2016

(45) Date of publication: 19.05.2017 Bull. № 14

Mail address:

199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet", otdel
intellektualnoj sobstvennosti i transfera tekhnologij
(otdel IS i TT)

(72) Inventor(s):

Abramovich Boris Nikolaevich (RU),
Sychev Yuriy Anatolevich (RU),
Zimin Roman Yurevich (RU)

(73) Proprietor(s):

federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet" (RU)

(54) **HIGHER-ORDER HARMONICS COMPENSATION DEVICE ADAPTED TO THE ALTERNATING CURRENT ELECTRIC MOTOR DRIVE**

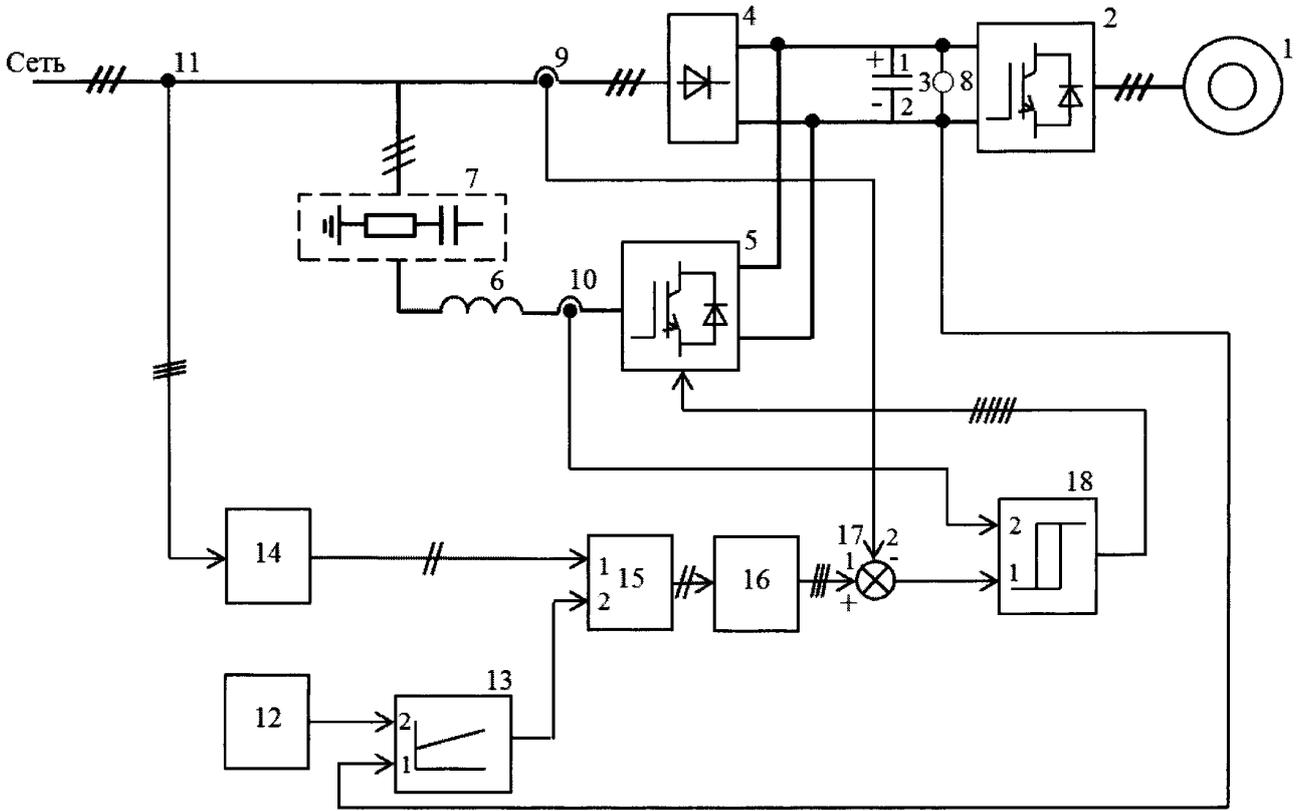
(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: direct-current voltage sensor is connected to the first and second charge plates in the higher-order harmonics compensation device adapted to the alternating current electric motor drive. The DC voltage sensor output is attached to the first capacitor voltage controller input, and the output of the capacitor setting device is attached to the second voltage controller input. The compensation device inverter output is attached to the smoothing inductor input through the AC pickup of the compensation device. The smoothing inductor output is attached to the

network through the output passive filter. The output of the electric line voltage sensor is attached to the first phase transformation unit input the output of which is attached to the first input of the phase alignment unit the output of which is attached to the second phase transformation unit input. The capacitor voltage controller output is attached to the second output of the phase alignment unit, the output of the second phase transformation unit is attached to the first subtract unit input.

EFFECT: harmonic constituent decrease.
1 dwg



Фиг.1

RU 2619919 C1

RU 2619919 C1

Изобретение относится к электротехнике и электроэнергетике, а именно к устройствам компенсации высших гармоник в электрических сетях. Устройство используется совместно с частотно-регулируемым электроприводом, в котором диодный выпрямитель, используемый в преобразователе частоты, является нелинейной нагрузкой.

5 Известно устройство для управления активным фильтром (патент JP №3125354, опубл. 27.09.1991), содержащее сумматор, регуляторы напряжения и тока, генератор, компаратор и вычислительную схему. Сумматор складывает выходной сигнал регулятора напряжения с напряжением сети; генератор вырабатывает опорный фазовый сигнал в результате контроля нулевого уровня выходного сигнала сумматора
10 компаратором. Полученный в результате опорный фазовый сигнал поступает в вычислительную схему. Основная составляющая выходного тока источника питания определяется вычислительной схемой, после чего определяется разность между фактическим током сети и вычисленной основной гармоникой.

Недостатком устройства является невозможность регулятором тока формировать,
15 помимо задания на ток компенсации высших гармоник тока и напряжения, задание на компенсацию реактивной мощности в условиях динамичного режима работы нелинейной нагрузки. Также устройство может работать только с отдельным звеном постоянного тока.

Известен активный фильтр высших гармонических составляющих токов и устройство
20 коррекции коэффициента мощности (патент US №5977660, опубл. 02.11.1999), содержащее инвертор, контроллер, накопительные конденсаторы и выходной пассивный сглаживающий фильтр. Контроллер выполняет процедуру прогноза тока в следующий промежуток времени с целью уменьшения создаваемой нагрузкой разницы фаз между током и напряжением сети. Управляющая процедура выполняет интегрирование разницы
25 между реальными токами в линии и их требуемыми значениями в эквивалентные промежутки времени на различных циклах переменного тока основной частоты. Интегральные величины можно комбинировать с пропорционально регулируемым разностными токами для снижения или полной компенсации гармонических токов. Процедура балансировки токов позволяет активному фильтру выравнивать токи в
30 многофазных силовых линиях. Все эти процедуры можно использовать как по отдельности, так и вместе.

Недостатком данного устройства является применение алгоритма ШИМ-модуляции напряжения активного фильтра, усложняющего систему управления, а также необходимость использования отдельного звена постоянного тока активного фильтра.

35 Известное устройство компенсации высших гармоник и коррекции коэффициента мощности сети (патент RU №2446536, опубл. 27.03.2012), содержащее инвертор, накопительный конденсатор, выходной сглаживающий пассивный фильтр и контроллер системы управления, контроллер системы управления снабжен датчиком тока фильтра, датчиком тока сети, датчиком напряжения, формирователем импульсов на основе
40 релейных регуляторов с изменяемой шириной гистерезиса, фазовыми преобразователями тока и напряжения, блоком фазовой синхронизации, регулятором накопительного конденсатора, причем вход датчика тока сети соединен с зажимами питающей сети, вход датчика тока фильтра соединен с зажимами линии, питающей выходной сглаживающий пассивный фильтр и инвертор, вход датчика напряжения соединен с
45 зажимами питающей сети, выход регулятора напряжения накопительного конденсатора соединен с входами драйверов управления силовыми ключами инвертора, вход регулятора напряжения накопительного конденсатора соединен с зажимами накопительного конденсатора, выход датчика тока сети соединен с входом

формирователя импульсов, выход датчика тока фильтра соединен с входом
 формирователя импульсов, выход датчика тока сети соединен с входом регулятора
 напряжения накопительного конденсатора, выход датчика напряжения соединен с
 входом фазового преобразователя напряжения, выход фазового преобразователя
 5 напряжения соединен с входом блока фазовой синхронизации, выход блока фазовой
 синхронизации соединен с входом фазового преобразователя тока, выход регулятора
 напряжения накопительного конденсатора соединен с входом фазового преобразователя
 тока, выход фазового преобразователя тока и выход регулятора напряжения
 10 накопительного конденсатора соединены с входом формирователя импульсов, выход
 которого соединен с входами драйверов управления силовыми ключами инвертора.

Недостатком данного устройства при использовании совместно с регулируемым
 электроприводом переменного тока является необходимость применения отдельного
 звена постоянного тока для устройства компенсации.

Известен активный фильтр (патент JP №6091711, опубл. 04.03.1988), содержащий
 15 инвертор, накопительный конденсатор, вычислительные схемы и блок памяти. Выходной
 ток активного фильтра корректируется в зависимости от регулирующей величины тока,
 в качестве которой используется высокочастотная составляющая тока нелинейной
 нагрузки. Активный фильтр в данном устройстве содержит вычислительные схемы,
 определяющие разность между регулирующей величиной тока и выходным током
 20 фильтра, и блок памяти, на вход которого поступает выходной сигнал схем, где записана,
 по меньшей мере, часть периода регулирующей величины тока. В самообучающихся
 схемах управления за опорные приняты моменты времени, следующие через интервалы
 запаздывания, например, равные одному периоду регулирующей величины тока.
 Вычислительные схемы вырабатывают сигнал корректировки регулирующей величины
 25 тока в результате считывания содержимого блока памяти с опережением опорных
 моментов времени на определенный интервал, равный времени запаздывания выходного
 тока фильтра.

Недостатком является невозможность выполнения фазовой синхронизации
 напряжения и тока компенсируемой сети, а механизм подавления высших гармоник
 30 основан на корректировке регулирующей величины тока в течение времени
 запаздывания фильтра, что в условиях режима динамического изменения тока нелинейной
 нагрузки не позволит фиксировать и обрабатывать резкие скачки тока сети. В устройстве
 отсутствует регулятор напряжения накопительного конденсатора для управления
 величиной компенсационного тока и отработки резких изменений тока компенсируемой
 35 нагрузки. Устройство не позволяет инвертору активного фильтра работать с переменной
 частотой широтно-импульсной модуляции (ШИМ).

Известно устройство управления активным фильтром (патент JP №6055009, опубл.
 25.05.1989), содержащее блок фазовой синхронизации, вычислительные схемы,
 накопительный конденсатор и инвертор. Блок фазовой синхронизации вырабатывает
 40 фазовые сигналы синхронно с напряжением источника, которые обрабатываются
 вычислительными схемами. В результате формируются высокочастотные сигналы тока,
 являющиеся разностью между сигналами тока основной гармоники и сигналами
 измерения тока нагрузки, которые используются в качестве опорных сигналов при
 регулировании с применением ШИМ выходного тока активного фильтра.

Недостатком устройства является отсутствие регулятора напряжения накопительного
 конденсатора, и что инвертор в составе устройства работает с постоянной частотой
 ШИМ.

Известен активный фильтр высших гармонических составляющих токов и устройство

коррекции коэффициента мощности (патент US №5977660, опубл. 02.11.1999), содержащий инвертор, контроллер, накопительные конденсаторы и выходной пассивный сглаживающий фильтр. Контроллер выполняет процедуру прогноза тока в следующий промежуток времени с целью уменьшения создаваемой нагрузкой разницы фаз между током и напряжением сети. Управляющая процедура выполняет интегрирование разницы между реальными токами в линии и их требуемыми значениями в эквивалентные промежутки времени на различных циклах переменного тока основной частоты. Интегральные величины можно комбинировать с пропорционально регулируемым разностными токами для снижения или полной компенсации гармонических токов.

10 Процедура балансировки токов позволяет активному фильтру выравнивать токи в многофазных силовых линиях. Все эти процедуры можно использовать как по отдельности, так и вместе.

Недостатком является невозможность инвертора работать с переменной частотой ШИМ.

15 Известно устройство компенсации высших гармоник, адаптированное к электроприводу переменного тока (патент RU №2514439, опубл. 27.04.2014 г.), принятое за прототип, содержащее инвертор, повышающий трансформатор и контроллер системы управления, отличающееся тем, что зажим «+» инвертора устройства компенсации подключен через датчик постоянного тока устройства компенсации к зажиму «+»

20 неуправляемого выпрямителя преобразователя частоты, зажим «-» инвертора устройства компенсации подключен к зажиму «-» неуправляемого выпрямителя преобразователя частоты, зажим «+» неуправляемого выпрямителя преобразователя частоты подключен через датчик постоянного тока преобразователя частоты к первой обкладке

25 накопительного конденсатора, зажим «-» неуправляемого выпрямителя преобразователя частоты подключен ко второй обкладке накопительного конденсатора, выход инвертора устройства компенсации подключен к обмотке высшего напряжения повышающего трансформатора, обмотка низшего напряжения повышающего трансформатора подключена через датчик переменного тока устройства компенсации к сети, вход

30 неуправляемого выпрямителя подключен через датчик переменного тока преобразователя частоты к сети, вход датчика напряжения сети соединен с зажимами питающей сети, выход датчика напряжения сети подключен к входу блока расчета мгновенных фазовых углов напряжения сети, выход блока расчета мгновенных фазовых углов напряжения сети подключен к первому входу блока умножения, выход датчика

35 постоянного тока преобразователя частоты подключен к входу первого блока вычисления среднего значения, выход первого блока вычисления среднего значения подключен к входу блока расчета амплитудного значения переменного тока преобразователя частоты, выход блока расчета амплитудного значения переменного

40 тока преобразователя частоты подключен к первому входу сумматора, выход датчика постоянного тока устройства компенсации подключен ко входу второго блока вычисления среднего значения, выход второго блока вычисления среднего значения подключен ко второму входу ПИ-регулятора, на первый вход ПИ-регулятора подается ноль, выход ПИ-регулятора подключен ко второму входу сумматора, выход сумматора

45 подключен ко второму входу блока умножения, выход блока умножения подключен к первому входу блока вычитания, ко второму входу блока вычитания подключен выход датчика переменного тока преобразователя частоты, выход блока вычитания подключен к первому входу блока релейных регуляторов, ко второму входу блока релейных регуляторов подключен выход датчика переменного тока устройства компенсации, выход блока релейных регуляторов подключен к входам драйверов

управления силовыми ключами инвертора устройства компенсации.

Недостатком прототипа является отсутствие возможности контроля напряжения в звене постоянного тока преобразователя частоты, а также наличие трансформатора, увеличивающего стоимость и габариты устройства.

5 Технический результат изобретения заключается в снижении суммарных коэффициентов гармонических составляющих по напряжению и отдельных гармонических составляющих по напряжению за счет наличия пассивного
10 фильтрокомпенсирующего устройства на выходе активного фильтра. Предлагаемое устройство может быть востребовано в сетях промышленных предприятий, где широкое распространение получили нелинейные нагрузки в виде частотно-регулируемых электроприводов.

Технический результат изобретения достигается тем, что к первой и второй обкладкам накопительного конденсатора подключен датчик постоянного напряжения
15 накопительного конденсатора преобразователя частоты, выход которого соединен с первым входом регулятора напряжения накопительного конденсатора, ко второму входу которого подключен выход датчика напряжения накопительного конденсатора, выход инвертора устройства компенсации подключен через датчик переменного тока
20 устройства компенсации к входу сглаживающих дросселей, выход которых через выходной пассивный фильтр подключен к сети, выход датчика напряжения сети
25 подключен к входу первого блока фазовых преобразований, выход которого подключен к первому входу блока фазовой синхронизации, выход которого подключен к входу второго блока фазовых преобразований, ко второму входу блока фазовой синхронизации подключен выход регулятора напряжения накопительного конденсатора, выход второго блока фазовых преобразований подключен к первому входу блока
30 вычитания

Устройство компенсации высших гармоник, адаптированное к электроприводу переменного тока поясняется фиг.1.

Фиг.1 - устройство компенсации высших гармоник, адаптированное к электроприводу переменного тока, где:

- 30 1 - асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором;
2 - инвертор;
3 - накопительный конденсатор преобразователя частоты;
4 - неуправляемый выпрямитель преобразователя частоты;
5 - инвертор устройства компенсации;
35 6 - сглаживающие дроссели;
7 - выходной пассивный фильтр;
8 - датчик постоянного напряжения накопительного конденсатора преобразователя частоты;
9 - датчик переменного тока преобразователя частоты;
40 10 - датчик переменного тока устройства компенсации;
11 - датчик напряжения сети;
12 - датчик напряжения накопительного конденсатора;
13 - регулятор напряжения накопительного конденсатора;
14 - первый блок фазовых преобразований;
45 15 - блок фазовой синхронизации;
16 - второй блок фазовых преобразований;
17 - блок вычитания;
18 - блок релейных регуляторов.

Устройство компенсации высших гармоник, адаптированное к электроприводу переменного тока, состоит из инвертора 2, накопительного конденсатора 3 преобразователя частоты, неуправляемого выпрямителя 4 преобразователя частоты, инвертора 5 устройства компенсации, сглаживающих дросселей 6, выходного пассивного
5 фильтра 7, датчика 8 постоянного напряжения накопительного конденсатора преобразователя частоты, датчика 9 переменного тока преобразователя частоты, датчика 10 переменного тока устройства компенсации, датчика 11 напряжения сети, задатчика 12 напряжения накопительного конденсатора, регулятора 13 напряжения
10 накопительного конденсатора, первого блока фазовых преобразований 14, блока фазовой синхронизации 15, второго блока фазовых преобразований 16, блока вычитания 17, блока 18 релейных регуляторов. К выходу инвертора подключен асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором.

Вход неуправляемого выпрямителя преобразователя частоты 4 подключен через датчик переменного тока преобразователя частоты 9 к сети, зажимы «+» и «-»
15 неуправляемого выпрямителя преобразователя частоты 4 подключены соответственно через первую и вторую обкладки накопительного конденсатора преобразователя частоты 3 к зажимам «+» и «-» инвертора преобразователя частоты 2, зажимы «+» и «-» инвертора устройства компенсации 5 подключены соответственно к зажимам «+» и «-» неуправляемого выпрямителя преобразователя частоты 4, выход датчика
20 переменного тока устройства компенсации 10 подключен ко второму входу блока релейных регуляторов, выход блока вычитания подключен к первому входу блока релейных регуляторов 18, выход которого подключен к инвертору устройства компенсации 5, второй вход блока вычитания 17 подключен к выходу датчика переменного тока преобразователя частоты 9.

К первой и второй обкладкам накопительного конденсатора 3 подключен датчик
25 постоянного напряжения накопительного конденсатора преобразователя частоты 8, выход которого соединен с первым входом регулятора напряжения накопительного конденсатора 13, на второй вход которого поступает выход задатчика напряжения накопительного конденсатора 12, выход инвертора устройства компенсации 5
30 подключен через датчик переменного тока устройства компенсации 10 к входу сглаживающих дросселей 6, выход которых через выходной пассивный фильтр 7 подключен к сети, выход датчика напряжения сети 11 подключен к входу первого блока фазовых преобразований 14, выход которого подключен к первому входу блока фазовой синхронизации 15, выход которого подключен к входу второго блока фазовых
35 преобразований 16, ко второму входу блока фазовой синхронизации 15 подключен выход регулятора напряжения накопительного конденсатора 13, выход второго блока фазовых преобразований 16 подключен к первому входу блока вычитания 17.

Устройство компенсации высших гармоник, адаптированное к электроприводу переменного тока, работает следующим образом.

40 Измерительные сигналы фазных напряжений сети от датчика напряжения сети 11 поступают на вход первого блока фазовых преобразований 14, где сигналы обрабатываются в соответствии со следующими выражениями:

$$u_{\alpha} = u_a - \frac{u_b + u_c}{2}; \quad (1)$$

$$u_{\beta} = \frac{\sqrt{3}}{2}(u_b - u_c),$$

где u_a, u_b, u_c - измеренные фазные напряжения искаженной сети; u_{α}, u_{β} - преобразованные фазные напряжения искаженной сети в системе координат $\alpha\beta 0$. Фазовые преобразования позволяют определить угол φ между изображающим вектором искаженного напряжения сети и его проекцией на ось α . Характер изменения и величина угла φ содержит информацию об уровне искажения, присутствующих высших гармониках и фазовом сдвиге напряжения и тока компенсируемой сети.

Сигналы u_{α}, u_{β} от первого блока фазовых преобразований 14 поступают на первый вход блока фазовой синхронизации 15, который выполняет подстройку направляющих косинусов и синусов угла φ так, чтобы полученная в результате этого величина φ' соответствовала синусоидальной форме кривых напряжения сети. Исходные направляющие косинусы и синусы определяются следующим образом:

$$\cos \varphi = u_{\alpha} / u_{sm}; \quad \sin \varphi = u_{\beta} / u_{sm}; \quad u_{sm} = \sqrt{u_{\alpha}^2 + u_{\beta}^2}. \quad (2)$$

Сигнал задатчика напряжения в звене постоянного тока поступает на второй вход регулятора напряжения накопительного конденсатора 13, на первый вход регулятора напряжения накопительного конденсатора 13 приходит сигнал фактического напряжения звена постоянного тока с датчика постоянного напряжения накопительного конденсатора 8. Сравнивая заданную и фактическую величину напряжения накопительного конденсатора преобразователя частоты 3, регулятор напряжения накопительного конденсатора 13 формирует сигнал задания по току i_3 , который поступает на второй вход блока фазовой синхронизации 15.

После обработки блоком фазовой синхронизации 15 скорректированные направляющие синусы $\cos \varphi'$ и косинусы $\sin \varphi'$, соответствующие синусоидальной форме кривых напряжений сети, умножаются на сигнал задания по току i_3 от регулятора напряжения накопительного конденсатора преобразователя частоты 13, согласно следующим формулам:

$$i_{3\alpha} = i_3 \cos \varphi'; \quad i_{3\beta} = i_3 \sin \varphi', \quad (3)$$

в результате чего получаются сигналы задания по току $i_{3\alpha}$ и $i_{3\beta}$ в системе координат $\alpha\beta 0$, синфазного с напряжением сети. После этого сигналы $i_{3\alpha}$ и $i_{3\beta}$ поступают на вход второго блока фазовых преобразований 16.

Сигналы $i_{3\alpha}$ и $i_{3\beta}$ на выходе второго блока фазовых преобразований 16 формируются в соответствии со следующими выражениями:

$$i_{3a} = i_{3\alpha}; \quad i_{3b} = (\sqrt{3} \cdot i_{3\beta} - i_{3\alpha}) / 2; \quad i_{3c} = (-\sqrt{3} \cdot i_{3\beta} - i_{3\alpha}) / 2. \quad (4)$$

Далее сигналы поступают на первый вход блок вычитания 17. На второй вход блока вычитаний приходят сигналы тока нелинейной нагрузки с датчика переменного тока преобразователя частоты 9. В блоке вычитания 17 происходит формирование опорного

тока i_{oa} , i_{ob} , i_{oc} в соответствие с выражениями:

$$i_{oa} = i_{3a} - i_{na}, i_{ob} = i_{3b} - i_{nb}, i_{oc} = i_{3c} - i_{nc}; \quad (5)$$

где i_{na} , i_{nb} , i_{nc} - сигнал тока нелинейной нагрузки, формируемый датчиком переменного тока преобразователя частоты.

С выхода блока вычитаний сигналы опорного тока i_{oa} , i_{ob} , i_{oc} поступают на первый вход блока релейных регуляторов 18, на второй вход блока релейных регуляторов приходит сигнал фактического тока i_{fa} , i_{fb} , i_{fc} инвертора компенсации 5 с датчика переменного тока устройства компенсации 10. В блоке релейных регуляторов 18 происходит сравнение опорного и фактического тока и формирование импульсов для управления силовыми ключами инвертора устройства компенсации 5.

Предлагаемое устройство компенсации высших гармоник, адаптированное к электроприводу переменного тока, позволяет обеспечить эффективную компенсацию высших гармонических составляющих по току и напряжению, а также повысить энергоэффективность частотно-регулируемого электропривода за счет компенсации реактивной мощности и рекуперации энергии в режиме торможения электродвигателя. Устройство позволяет поддерживать заданный уровень напряжения в звене постоянного тока преобразователя частоты для обеспечения устойчивой работы электродвигателя при отклонениях и кратковременных провалах напряжения, а также при внешних коротких замыканиях в сети.

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

(57) Формула изобретения

Устройство компенсации высших гармоник, адаптированное к электроприводу переменного тока, содержащее инвертор, неуправляемый выпрямитель преобразователя частоты, накопительный конденсатор преобразователя частоты, инвертор устройства компенсации, датчик напряжения сети, датчик переменного тока преобразователя частоты, датчик переменного тока устройства компенсации, блок вычитания и блок релейных регуляторов, причем вход неуправляемого выпрямителя преобразователя частоты подключен через датчик переменного тока преобразователя частоты к сети, клеммы «+» и «-» неуправляемого выпрямителя преобразователя частоты подключены соответственно через первую и вторую обкладки накопительного конденсатора преобразователя частоты к клеммам «+» и «-» инвертора преобразователя частоты, клеммы «+» и «-» инвертора устройства компенсации подключены соответственно к клеммам «+» и «-» неуправляемого выпрямителя преобразователя частоты, выход датчика переменного тока устройства компенсации подключен ко второму входу блока релейных регуляторов, выход блока вычитания подключен к первому входу блока релейных регуляторов, выход которого подключен к инвертору устройства компенсации, второй вход блока вычитания подключен к выходу датчика переменного тока преобразователя частоты, отличающееся тем, что к первой и второй обкладкам накопительного конденсатора преобразователя частоты, выход которого соединен с первым входом регулятора напряжения накопительного конденсатора, ко второму входу которого подключен выход датчика напряжения накопительного конденсатора, выход инвертора устройства компенсации подключен через датчик переменного тока

устройства компенсации к входу сглаживающих дросселей, выход которых через выходной пассивный фильтр подключен к сети, выход датчика напряжения сети подключен к входу первого блока фазовых преобразований, выход которого подключен к первому входу блока фазовой синхронизации, выход которого подключен к входу 5 второго блока фазовых преобразований, ко второму входу блока фазовой синхронизации подключен выход регулятора напряжения накопительного конденсатора, выход второго блока фазовых преобразований подключен к первому входу блока вычитания.

10

15

20

25

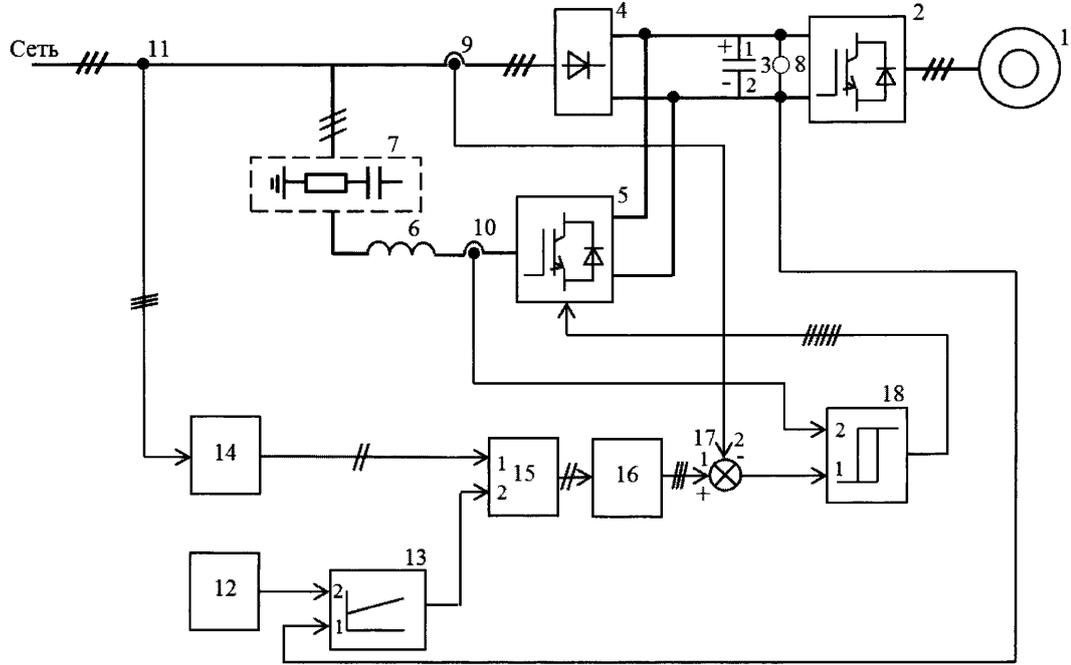
30

35

40

45

УСТРОЙСТВО КОМПЕНСАЦИИ ВЫСШИХ ГАРМОНИК, АДАПТИРОВАННОЕ К ЭЛЕКТРОПРИВОДУ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА



Фиг.1