



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H02H 3/08 (2022.05); H02H 7/08 (2022.05); G01R 21/01 (2022.05)

(21)(22) Заявка: 2022102735, 04.02.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.02.2022Дата регистрации:
06.06.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.02.2022

(45) Опубликовано: 06.06.2022 Бюл. № 16

Адрес для переписки:

198035, Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7,
ГУМРФ, Ольховик Е.О.

(72) Автор(ы):

Широков Николай Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Государственный университет
морского и речного флота имени адмирала
С.О. Макарова" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете

о поиске: RU 2686103 C1, 24.04.2019. RU
2739364 C1, 23.12.2020. US 20160094036 A1,
31.03.2016. US 20170373498 A1, 28.12.2017. US
20140307357 A1, 16.10.2014.(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНОЙ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники, в частности к устройствам для предупредительного управления автономными электроэнергетическими системами (АЭЭС). Технический результат заключается в повышении достоверности работы устройства предупредительного управления АЭЭС за счет исключения формирования сигнала на отключение группы потребителей при увеличении нагрузки АЭЭС. Достигается тем, что в момент выявления неисправности АЭЭС оценивается характер изменения нагрузки сети, и если

нагрузка увеличивается, то осуществляется запрет на предварительное управление. Для этих целей используется блок контроля режима работы АЭЭС. С другой стороны, для исключения увеличения нагрузки АЭЭС во время предупредительного управления в предлагаемом изобретении применен блок блокировки включения потребителей, запрещающий подключение потребителей до момента исчезновения сигнала о неисправности АЭЭС. 2 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H02H 3/08 (2006.01)
H02H 7/08 (2006.01)
G01R 21/01 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

H02H 3/08 (2022.05); H02H 7/08 (2022.05); G01R 21/01 (2022.05)(21)(22) Application: **2022102735, 04.02.2022**(24) Effective date for property rights:
04.02.2022Registration date:
06.06.2022

Priority:

(22) Date of filing: **04.02.2022**(45) Date of publication: **06.06.2022** Bull. № 16

Mail address:

**198035, Sankt-Peterburg, ul. Dvinskaya, 5/7,
GUMRF, Olkhovik E.O.**

(72) Inventor(s):

Shirokov Nikolai Viktorovich (RU)

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Gosudarstvennyi universitet
morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O.
Makarova» (RU)****(54) DEVICE FOR PREVENTIVE CONTROL OF AUTONOMOUS ELECTRIC POWER SYSTEM**

(57) Abstract:

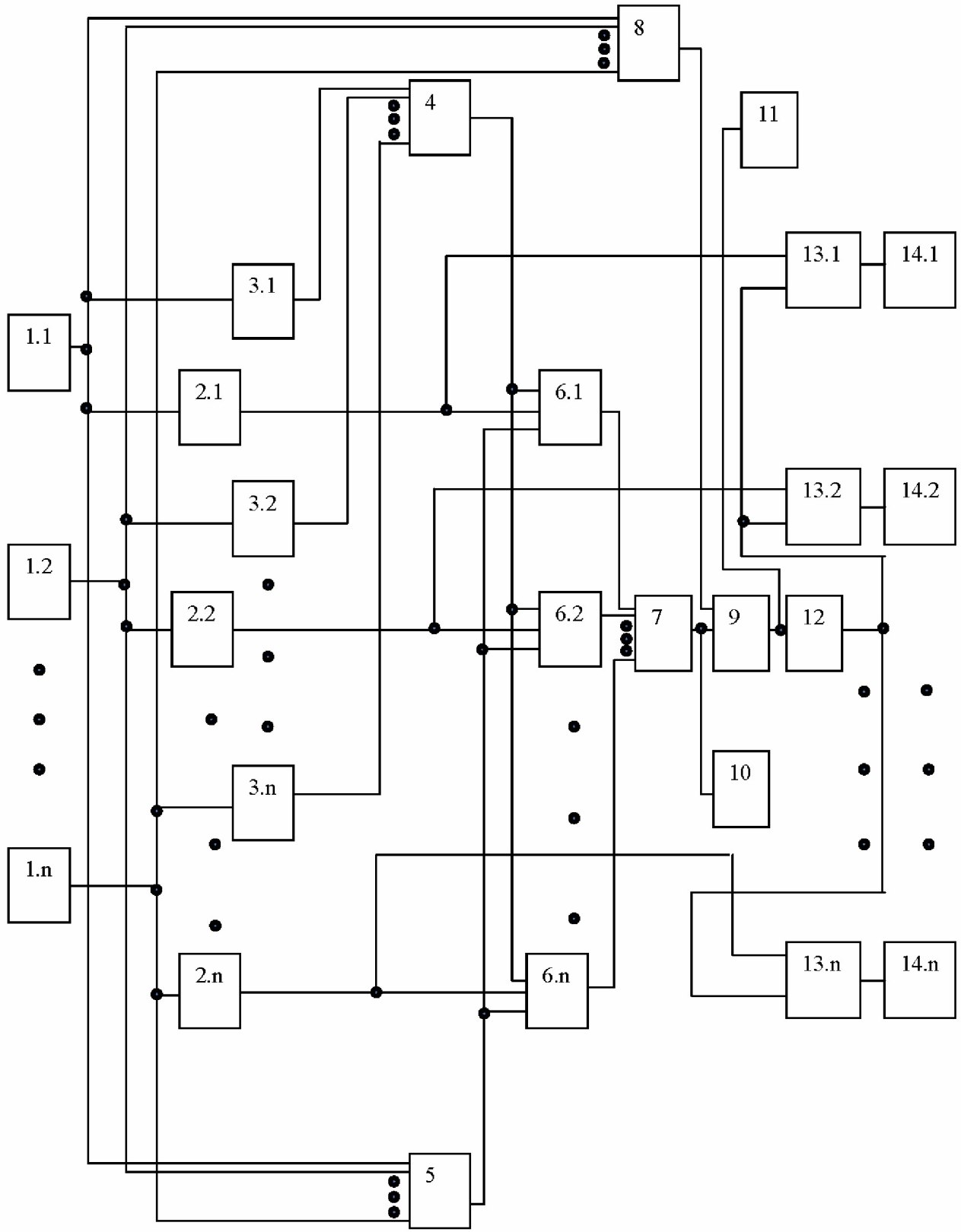
FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: invention relates to the field of electrical engineering, in particular to devices for preventive control of autonomous electric power systems (AEPS). The effect is achieved by the fact that at the time of detection of a malfunction of the AEPS, the nature of the change in the load of the network is assessed, and if the load increases, then a ban on preliminary control is carried out. For these purposes, the AEPS operation mode control unit is used. On the other hand, in order to prevent an increase in the load

of the AEPS during the preliminary control, the proposed invention uses a blocking block for turning on consumers, which prohibits the connection of consumers until the signal about the malfunction of the AEPS disappears.

EFFECT: increasing the reliability of the operation of the AEPS preventive control device by eliminating the formation of a signal to turn off a group of consumers with an increase in the load of the AEPS.

1 cl, 2 dwg



Фиг.1

Изобретение относится к области электротехники и может использоваться для предупредительного управления автономными электроэнергетическими системами (АЭЭС), в том числе и судовыми электроэнергетическими системами (СЭЭС).

Для идентификации неработоспособного состояния ГА, с целью предупредительного управления АЭЭС можно использовать известное устройство, реализующее способ определения неработоспособного генераторного агрегата (ГА) (патент RU 2686103, опубл. 24.04.2019.), согласно которому при параллельной работе нескольких ГА измеряют загрузку каждого из ГА, определяют величину неравномерности загрузки генераторных агрегатов и определяют момент отклонения последней за установленные пределы уставки, определяют момент перехода ГА в двигательный режим и при совпадении этого момента с моментом отклонения неравномерности загрузки генераторных агрегатов за пределы уставки, ГА, перешедший в двигательный режим, признается неработоспособным. Устройство для определения неработоспособного ГА, реализующее данный способ содержит: блок контроля неравномерности загрузки ГА, по числу ГА, блоки контроля перехода ГА в двигательный режим, логические элементы «И», причем соответствующие выходы блока контроля неравномерности загрузки ГА соединены с первыми входами соответствующих логических элементов «И», выходы блоков контроля перехода ГА в двигательный режим соединены со вторыми входами соответствующих логических элементов «И».

Данное устройство позволяет определить неработоспособный ГА в момент перехода в двигательный режим и затем отключить его от сети, осуществляя таким образом предупредительное управление (ПУ) до перегрузки сети обратной мощностью.

Недостатком данного устройства является большое время диагностирования. Это объясняется тем, что при его применении неисправный ГА идентифицируют как неработоспособный только в момент его перехода в двигательный режим. При этом в течение интервала времени, измеряемого от момента возникновения дефекта до момента полной разгрузки вышедшего из строя агрегата, устройство, реализующее способ, будет определять его как работоспособный, его нагрузка перейдет на исправную машину, что может привести к ее перегрузке, отключению генератора и обесточиванию судна.

Известно устройство для предупредительного управления СЭЭС (патент RU 2 758 465, опубл. 28.10.2021), содержащее соединенные между собой датчики загрузки ГА, блоки контроля увеличения загрузки, блоки контроля уменьшения загрузки, а также первый логический элемент «ИЛИ» и блок контроля разности загрузок ГА, по числу ГА первые логические элементы «И», а также второй логический элемент «ИЛИ», ждущий одновибратор с задержкой формирования импульса, блок отключения потребителей, по числу ГА: вторые логические элементы «И» и блоки отключения ГА, логический элемент «НЕ», по числу ГА третьи логические элементы «И» и ждущие одновибраторы с инвертирующим выходом.

Применение данного устройства позволяет эффективно, минуя аварийную ситуацию на судне, переводить работу СЭЭС в режим правильного функционирования в случае отказа, вызванного формированием сигнала системой управления (СУ) на постоянное уменьшение подачи топлива хотя бы в один из ГА. Недостатком устройства является невозможность его применения в случае отказов СУ, вызванных неконтролируемым увеличением подачи топлива хотя бы в один из параллельно работающих ГА. В этом случае при уменьшении нагрузки СЭЭС загрузка ГА, увеличивающего свою загрузку, не уменьшится, и дальнейшие действия данного устройства не определены.

Наиболее близким аналогом заявляемого устройства, принятым за его прототип

является устройство, реализующее способ предупредительного управления СЭЭС (патент 2739364, МПК H02H 3/08, опубл. 23.12.2020), согласно которому определяют момент перехода СЭЭС в неработоспособное состояние, уменьшают нагрузку СЭЭС, определяют ГА, нагрузка которого при уменьшении нагрузки СЭЭС увеличивается и отключают этот ГА. Устройство предупредительного управления СЭЭС содержит: по числу ГА датчики загрузки ГА, блоки контроля увеличения загрузки, блоки контроля уменьшения загрузки, а также первый логический элемент «ИЛИ» и блок контроля разности загрузок ГА, по числу ГА первые логические элементы «И», а также второй логический элемент «ИЛИ», ждущий одновибратор с задержкой формирования импульса, блок отключения потребителей, по числу ГА: вторые логические элементы «И» и блоки отключения ГА, соединенные соответствующим образом.

Эффективная работа устройства, принятого за прототип, возможна только в случае, когда нагрузка СЭЭС не меняется или уменьшается, а в случае, при котором нагрузка СЭЭС увеличивается, применение данного способа и реализующего его устройства приводит к формированию ошибочного управляющего сигнала, что снижает достоверность предупредительного управления. При этом под достоверностью предупредительного управления понимается степень объективного соответствия сформированного воздействия на АЭЭС ее техническому состоянию. Так устройство, принятое за прототип, правильно определяет и отключает ГА в случае неисправности СУ, приводящей к постоянному увеличению загрузки одного из ГА, если нагрузка АЭЭС не меняется или уменьшается. В этом режиме прототип осуществляет предупредительное управление с высокой достоверностью. Однако в случае, если нагрузка АЭЭС увеличивается, то применение прототипа не позволит отключить тот агрегат, отключение которого приведет работу АЭЭС в режим правильного функционирования без аварийной ситуации.

Предлагаемое устройство позволяет повысить достоверность работы устройства предупредительного управления АЭЭС за счет исключения формирования сигнала на отключения группы потребителей при увеличении нагрузки АЭЭС. При этом принятие решения о целесообразности отключения того или иного из ГА принимается только, если нагрузка АЭЭС не меняется или уменьшается.

Для решения указанной проблемы используется следующая совокупность существенных признаков: устройство для предупредительного управления АЭЭС, содержащее так же как и прототип по числу ГА датчики загрузки ГА 1.1, 1.2 ... 1.n, блоки контроля увеличения загрузки 2.1, 2.2 ... 2.n, блоки контроля уменьшения загрузки 3.1, 3.2 ... 3.n, а также первый логический элемент «ИЛИ» 4 и блок контроля разности загрузок ГА 5, по числу ГА первые логические элементы «И» 6.1, 6.2, ... 6.n, а также второй логический элемент «ИЛИ» 7, второй логический элемент «И» 9, блок отключения потребителей 11, ждущий одновибратор с задержкой формирования импульса 12, по числу ГА: блоки отключения ГА 14.1, 14.2 ... 14.n; причем выход каждого из датчиков загрузки 1.1, 1.2 ... 1.n соединен с входом соответствующего блока контроля увеличения загрузки 2.1, 2.2 ... 2.n, с входом соответствующего блока контроля уменьшения загрузки 3.1, 3.2 ... 3.n, соответствующим входом блока контроля разности загрузок ГА 5, выход каждого из блоков контроля увеличения загрузки 2.1, 2.2 ... 2.n соединен со вторым входом соответствующего из первых логических элементов «И» 6.1, 6.2, ... 6.n, выход каждого из блоков контроля уменьшения загрузки 3.1, 3.2 ... 3.n соединен с соответствующим входом первого логического элемента «ИЛИ» 4, выход первого логического элемента «ИЛИ» 4 соединен с первыми входами всех первых логических элементов «И» 6.1, 6.2, ... 6.n, выход блока контроля разности загрузок ГА

5 соединен с третьими входами всех первых логических элементов «И» 6.1, 6.2, ... 6.n, выход каждого из первых логических элементов «И» 6.1, 6.2, ... 6.n соединен с соответствующим входом второго логического элемента «ИЛИ» 7, в отличие от прототипа дополнительно содержит: блок контроля режима работы АЭЭС 8, блок блокировки включения потребителей 10, по числу ГА: третьи логические элементы «И» 13.1, 13.2 ... 13.n, причем выход каждого из датчиков загрузки 1.1, 1.2 ... 1.n соединен с соответствующим входом блока контроля режима работы АЭЭС 8, выход которого соединен с первым входом второго логического элемента «И» 9, выход второго логического элемента «ИЛИ» 7 соединен со вторым входом второго логического элемента «И» 9 и входом блока блокировки включения потребителей 10, выход второго логического элемента «И» 9 соединен с входом блока отключения потребителей 11 и входом ждущего одновибратора с задержкой формирования импульса 12, выход которого соединен со вторыми входами всех третьих логических элементов «И» 13.1, 13.2 ... 13.n, выход каждого из третьих логических элементов «И» 13.1, 13.2 ... 13.n соединен с входом соответствующего блока отключения ГА 14.1, 14.2 ... 14.n.

Сущность изобретения заключается в том, чтобы исключить работу устройства для предварительного управления в режиме, при котором нагрузка АЭЭС увеличивается. В этой связи в момент выявления неисправности АЭЭС оценивается характер изменения нагрузки сети и, если нагрузка увеличивается, то осуществляется запрет на предварительного управление. Для этих целей используется блок контроля режима работы АЭЭС. С другой стороны, для исключения увеличения нагрузки АЭЭС во время предварительного управления, в предлагаемом изобретении применен блок блокировки включения потребителей, запрещающий подключение потребителей до момента исчезновения сигнала о неисправности АЭЭС. При этом использование дополнительных функциональных блоков, а именно: контроля режима работы АЭЭС, блокировки включения потребителей, третьих логических элементов «И», а также новых связей между ними и остальными блоками устройства являются существенными отличиями предлагаемого изобретения от прототипа. В отличие от прототипа данный подход позволяет эффективно, минуя аварийную ситуацию на АЭЭС и с высокой достоверностью, переводить работу АЭЭС в режим правильного функционирования в случае отказа, вызванного формированием сигнала СУ на постоянное увеличение подачи топлива хотя бы в один из ГА.

Сопоставление предлагаемого способа и прототипа показало, что поставленная задача – повышение достоверности предварительного управления – решается в результате новой совокупности признаков, что доказывает соответствие предлагаемого изобретения критерию патентоспособности «новизна».

В свою очередь, проведенный информационный поиск в области электроснабжения не выявил решений, содержащих отдельные отличительные признаки заявляемого изобретения, что позволяет сделать вывод о соответствии способа критерию «изобретательский уровень».

Сущность предлагаемого устройства поясняется чертежами, где:

на фиг.1 представлена функциональная схема устройства,

на фиг.2 - функциональная схема блока контроля режима работы АЭЭС.

Предлагаемое устройство содержит: по числу ГА датчики загрузки ГА 1.1, 1.2 ... 1.n, блоки контроля увеличения загрузки 2.1, 2.2 ... 2.n, блоки контроля уменьшения загрузки 3.1, 3.2 ... 3.n, а также первый логический элемент «ИЛИ» 4 и блок контроля разности загрузок ГА 5, по числу ГА первые логические элементы «И» 6.1, 6.2, ... 6.n, а также второй логический элемент «ИЛИ» 7, блок контроля режима работы АЭЭС 8,

второй логический элемент «И» 9, блок блокировки включения потребителей 10, блок отключения потребителей 11, ждущий одновибратор с задержкой формирования импульса 12, по числу ГА: третьи логические элементы «И» 13.1, 13.2 ... 13.n и блоки отключения ГА 14.1, 14.2 ... 14.n; причем выход каждого из датчиков загрузки 1.1, 1.2 ... 1.n соединен с входом соответствующего блока контроля увеличения загрузки 2.1, 2.2 ... 2.n, с входом соответствующего блока контроля уменьшения загрузки 3.1, 3.2 ... 3.n, соответствующим входом блока контроля разности загрузок ГА 5, соответствующим входом блока контроля режима работы АЭЭС 8, выход каждого из блоков контроля увеличения загрузки 2.1, 2.2 ... 2.n соединен со вторым входом соответствующего из первых логических элементов «И» 6.1, 6.2, ... 6.n и первым входом соответствующего из третьих логических элементов «И» 13.1, 13.2 ... 13.n, выход каждого из блоков контроля уменьшения загрузки 3.1, 3.2 ... 3.n соединен с соответствующим входом первого логического элемента «ИЛИ» 4, выход первого логического элемента «ИЛИ» 4 соединен с первыми входами всех первых логических элементов «И» 6.1, 6.2, ... 6.n, выход блока контроля разности загрузок ГА 5 соединен с третьими входами всех первых логических элементов «И» 6.1, 6.2, ... 6.n, выход каждого из первых логических элементов «И» 6.1, 6.2, ... 6.n соединен с соответствующим входом второго логического элемента «ИЛИ» 7, выход которого соединен со вторым входом второго логического элемента «И» 9 и входом блока блокировки включения потребителей 10, выход второго логического элемента «И» 9 соединен с входом блока отключения потребителей 11 и входом ждущего одновибратора с задержкой формирования импульса 12, выход которого соединен со вторыми входами всех третьих логических элементов «И» 13.1, 13.2 ... 13.n, выход каждого из третьих логических элементов «И» 13.1, 13.2 ... 13.n соединен с входом соответствующего блока отключения ГА 14.1, 14.2 ... 14.n.

Устройство может быть выполнено на следующих элементах:

Датчики загрузки ГА 1.1, 1.2 ... 1.n – известные функциональные блоки, формирующие на своем выходе сигналы в виде напряжения постоянного тока, пропорционального нагрузке ГА (нагрузке сети, которую принимает на себя данный ГА).

Блоки контроля увеличения загрузки 2.1, 2.2 ... 2.n – известные функциональные блоки, формирующие на своих выходах сигнал логической «1», когда сигнал в виде напряжения на их входах увеличивается и сигнал логического «0» в противном случае.

Блоки контроля уменьшения загрузки 3.1, 3.2 ... 3.n - известные функциональные блоки, формирующие на своих выходах сигнал логической «1», когда сигнал в виде напряжения на их входах уменьшается и сигнал логического «0» в противном случае.

Первые, второй и третьи логические элементы «И» 6.1, 6.2, ... 6.n, 9 и 13.1, 13.2 ... 13.n – известные функциональные блоки, которые формируют на своих выходах сигналы логической «1», если на все их входы поступили сигналы логической «1», и сигнал логического «0» в противном случае.

Первый и второй логические элементы «ИЛИ» 4, 7 – известные функциональные блоки, которые формируют на своих выходах сигналы логической «1», если хотя бы на один из его входов поступил сигнал логической «1» и сигнал логического «0» в противном случае.

Блок контроля разности загрузок ГА 5 – функциональный блок (имеющий n входов и один выход), на выходе которого появляется сигнал логической «1», если разность загрузок хотя бы одной из пар ГА из числа n превысит допустимое значение и будет увеличиваться. Для реализации данной функции все n ГА разбиты на возможное число пар (k) и вычисляется разность загрузок в каждой паре ГА. Вычисляется абсолютная величина разности загрузок каждой пары и контролируется ее увеличение. Если

абсолютная величина хотя бы одной пары будет увеличиваться и при этом превысит допустимое значение разности загрузок ГА, то на выходе блока 5 сформируется сигнал логической «1». Блок 5 по своему назначению и конструкции полностью аналогичен блоку, используемому в прототипе.

5 Блок контроля режима работы АЭЭС 8 (Фиг.2) – новый функциональный блок, формирующий на своем выходе сигнал логической «1», если нагрузка сети АЭЭС не увеличивается, то есть остается неизменной или уменьшается и сигнал логического «0» в противном случае. На Фиг.2 представлена одна из возможных функциональных схем блока контроля режима работы АЭЭС. Блок 8 содержит блок сложения 15, блок
10 контроля увеличения нагрузки 16 и логический элемент «НЕ» 17, причем выход блока сложения 15 соединен с входом блока контроля увеличения нагрузки 16, выход которого соединен с входом логического элемента «НЕ» 17.

Блок сложения 15 – известный функциональный блок, формирующий на своем выходе сигнал в виде напряжения, величина которого пропорциональна сумме сигналов,
15 поступающих в виде напряжений на его входы, может быть выполнен на базе операционных усилителей.

Блок контроля увеличения нагрузки 16 известный функциональный блок, формирующий на своем выходе сигнал логической «1», когда сигнал в виде напряжения на его входе увеличивается и сигнал логического «0» в противном случае. Полностью
20 аналогичен каждому из блоков 3.1, 3.2 ... 3.n.

Логический элемент «НЕ» 17 – известный функциональный блок, формирующий на своем выходе сигнал логического «0», если на его вход поступает сигнал логической «1» и сигнал логической «1», если на его вход поступает сигнал логического «0».

Блок контроля режима работы АЭЭС работает следующим образом. На входы
25 блока сложения 15 с выходов датчиков загрузки ГА 1.1, 1.2 ... 1.n (Фиг.1) поступают сигналы, пропорциональные загрузке соответствующих ГА, суммируются и на выходе блока сложения 15 формируется сигнал, пропорциональный суммарной загрузке всех работающих ГА, равной величине нагрузки сети АЭЭС. Сигнал, пропорциональный
30 нагрузке сети поступает на вход блока контроля увеличения нагрузки 16. Если нагрузка сети увеличивается, то сигнал на выходе блока сложения 15 и входе контроля увеличения нагрузки 16 будет увеличиваться. На выходе блока контроля увеличения нагрузки 16 сформируется сигнал логической «1», который поступит на вход логического элемента «НЕ» 17. На выходе логического элемента «НЕ» 18 и выходе блока контроля режима
35 работы АЭЭС 8 появится сигнал логического «0», информирующий о том, что АЭЭС находится в режиме увеличения нагрузки, при котором работа устройства для предупредительного управления АЭЭС нецелесообразна. Если нагрузка сети АЭЭС останется неизменной или уменьшится, то останется неизменным или уменьшится
40 сигнал на выходе блока сложения 15 и входе блока контроля увеличения нагрузки 16, на выходе которого появится сигнал логической «1» и поступит на вход логического элемента «НЕ» 18. На выходе логического элемента «НЕ» 18 и выходе блока контроля режима работы АЭЭС 8 появится сигнал логической «1», информирующий о том, что АЭЭС находится в режиме, при котором ее нагрузка не увеличивается, и работа устройства для предупредительного управления АЭЭС целесообразна.

Блок блокировки включения потребителей 10 – известный функциональный блок,
45 предотвращающий возможность включения потребителей при поступлении сигнала логической «1» на его вход. В качестве этого блока может быть использовано обычное электромагнитное реле, размыкающий контакт которого включен последовательно с кнопкой «Пуск» магнитного пускателя соответствующего потребителя. Аналогичные

блоки используются для исключения возможности включения потребителей в момент работы системы синхронизации генераторов с целью предотвращения колебаний частоты сети.

Блок отключения потребителей 11 – известный функциональный блок, обеспечивающий отключение соответствующих потребителей (групп потребителей) электроэнергии при поступлении сигнала логической «1» на его вход. В качестве такого блока может быть использовано обычное электромагнитное реле, размыкающие контакты которого включены в цепь катушки нулевой защиты автоматического выключателя соответствующего потребителя (группы потребителей) электрической энергии

Ждущий одновибратор с задержкой формирования импульса 12 – известный функциональный блок, формирующий на своем выходе сигнал логической «1» определенной длительности ($t_{\text{имп}}$) через выдержку времени ($t_{\text{выд}}$) после появления сигнала логической «1» на его входе. Может быть выполнен на базе обычного ждущего одновибратора с цепью задержки на входе или на базе микросхемы LM 555 (m.grz.ru).

Блоки отключения ГА 14.1, 14.2 ... 14.n - известные функциональные блоки, каждый из которых обеспечивает отключение соответствующего ГА при поступлении сигнала логической «1» на его вход. В качестве такого блока может быть использовано обычное электромагнитное реле, размыкающие контакты которого включены в цепь катушки нулевой защиты автоматического выключателя соответствующего генератора.

Предлагаемое устройство работает следующим образом.

В случае внезапного отказа АЭЭС, при котором СУ сформировала постоянный сигнал на увеличение подачи топлива в первичный двигатель одного из ГА, например, g –го ГА, нагрузка агрегата начнет увеличиваться. Тогда увеличивается значение выходного сигнала на выходе соответствующего датчика загрузки 1.g. Этот сигнал поступает на вход соответствующего блока контроля увеличения загрузки 2.g и g – ый вход блока контроля разности нагрузок ГА 5. На выходе блока контроля увеличения загрузки 2.g формируется сигнал логической «1» и поступает на второй вход g –го из первых логических элементов «И» 6.g и первый вход g –го из третьих логических элементов «И» 13.g. Так как нагрузка g –го ГА увеличивается, то нагрузка оставшихся ГА начнет уменьшаться. При этом сигналы на выходах всех датчиков загрузки соответствующих ГА 1.1,1.2 ... 1.n, кроме 1.g, начнут уменьшаться. Эти сигналы поступают на входы соответствующих блоков контроля уменьшения загрузки и соответствующие входы блока контроля разности нагрузок ГА 5. На выходах блоков контроля уменьшения загрузки 3.1, 3.2 ... 3.n, кроме 3.g, появится сигнал логической «1» и поступит на соответствующий вход первого логического элемента «ИЛИ» 4, на выходе которого также появится сигнал логической «1» и поступит на первые входы всех первых логических элементов «И» 6.1, 6.2, ... 6.n. Так как сигнал на g-ом входе блока 5 увеличивается, а на остальных его входах уменьшается, то разность нагрузок g –го ГА и остальных увеличивается и в момент, когда она превысит допустимое значение на выходе блока контроля разности нагрузок ГА 5 появится сигнал логической «1» и поступит на третьи входы всех первых логических элементов «И» 6.1, 6.2, ... 6.n. При этом на все входы g –го из первых логических элементов «И» 6.g поступит сигнал логической «1», на его выходе появится сигнал логической «1», который поступит на g-ый вход второго логического элемента «ИЛИ» 7. Так как на один из входов второго логического элемента «ИЛИ» 7 поступит сигнал логической «1» на его выходе тоже появится сигнал логической «1», свидетельствующий о неработоспособном техническом состоянии АЭЭС. В данном случае АЭЭС признается неработоспособной, если один

(одни) из ГА увеличивают свою загрузку, в то время как другой (другие) уменьшают свою загрузку и при этом разность загрузок превышает допустимое значение и увеличивается. Сигнал логической «1» с выхода блока 7 поступит на второй вход второго логического элемента «И» 9 и вход блока блокировки включения потребителей 10, который предотвратит включение мощных потребителей и увеличение нагрузки АЭЭС во время предупредительного управления. Сигналы, пропорциональные величине загрузки соответствующих ГА с выходов датчиков загрузки 1.1, 1.2 ... 1.n поступят на соответствующие входы блока контроля режима работы АЭЭС 8. Если в момент возникновения неисправности нагрузка АЭЭС увеличивается, то на выходе блока 8 сформируется сигнал логического «0» и поступит на первый вход второго логического элемента «И» 9, заблокировав дальнейшую работу устройства до момента, когда увеличение нагрузки АЭЭС прекратится. Если в момент возникновения неисправности нагрузка АЭЭС остается постоянной или уменьшается, то на выходе блока 8 сформируется сигнал логической «1», который поступит на первый вход второго логического элемента «И» 9. Так как на оба входа второго логического элемента «И» 9 поступит сигнал логической «1», то на его выходе сформируется сигнал логической «1», информирующий о том, что произошла неисправность в АЭЭС, ее нагрузка не увеличивается и не увеличится во время работы устройства для ПУ. Сигнал логической «1» с выхода второго логического элемента «И» 9 поступит на вход блока отключения потребителей 11 и на вход ждущего одновибратора с задержкой формирования импульса 12. Блок отключения потребителей 11 отключит выбранные группы потребителей электроэнергии. Нагрузка сети уменьшится. Через время $t_{\text{выд}}$, равное времени отключения потребителей электроэнергии, на выходе ждущего одновибратора с задержкой формирования импульса 12 появится короткий сигнал логической «1», длительность которого $t_{\text{имп}}$ несколько больше, чем время срабатывания топливного регулятора ($t_{\text{сраб}}$) данной СУ. Этот сигнал поступит на вторые входы всех третьих логических элементов «И» 13.1, 13.2 ... 13.n. Так как на оба входа g-го из вторых логических элементов «И» 13.g поступят сигналы логической «1», то на его выходе – тоже появится короткий сигнал логической «1», который поступит на вход g-го блока отключения ГА 14.g. Блок 14.g отключит g-ый ГА, что предотвратит наступление аварийной ситуации на АЭЭС.

Предположим, что неисправность АЭЭС, при которой СУ сформирует постоянный сигнал на увеличение подачи топлива в первичный двигатель одного из ГА при его параллельной работе хотя бы с одним из других генераторных агрегатов, не произойдет. В этом случае при снижении нагрузки АЭЭС в момент срабатывания блока 11 загрузка g-го ГА начнет уменьшаться, на выходе блока контроля увеличения загрузки 2.g сформируется сигнал логического «0», который поступит на первый вход g-го из третьих логических элементов «И» 13.g, на его выходе сохранится сигнал логического «0», отключения g-го ГА не произойдет. При этом разница в загрузках g-го ГА и остальных агрегатов перестанет увеличиваться и на выходе блока контроля разности загрузок ГА 5 появится сигнал логического «0» и поступит на третьи входы каждого из первых логических элементов «И» 6.1, 6.2, ... 6.n. На выходах всех первых логических элементов «И» 6.1, 6.2, ... 6.n и всех входах второго логического элемента «ИЛИ» 7 сформируется сигнал логического «0». На выходе второго логического элемента «ИЛИ» 7 появится сигнал логического «0», который поступит на вход блока блокировки включения потребителей 10, который снимет блокировку и разрешит дальнейшее включение потребителей. АЭЭС и устройство для ПУ будут приведены в исходное состояние и

готовность к дальнейшей работе.

Пример реализации работы устройства.

Рассмотрим в качестве примера АЭЭС с двумя параллельно работающими ГА (ГА1 и ГА2 соответственно). Предположим, что номинальная мощность каждого из них – 100кВт ($P_{H1}=P_{H2}=100\text{кВт}$), точность распределения нагрузок-10% P_H ($\Delta P_{\text{распр}}=10\%P_H=10\text{кВт}$), время срабатывания топливного регулятора равно 0,5с ($t_{\text{сраб}}=0,5\text{с}$), время отключения потребителей электроэнергии ($t_{\text{отк}}$) равно 0,3с. Для данной АЭЭС установим допустимое значение разности загрузок ($\Delta P_{\text{доп}} > \Delta P_{\text{распр}}$) ГА равным 15% P_H ($\Delta P_{\text{доп}}=15\%P_H=15\text{кВт}$), время задержки (выдержки) ждущего одновибратора с задержкой формирования импульса равным 0,3с ($t_{\text{выд}}=t_{\text{отк}}=0,3\text{с}$), длительность сигнала логической «1» ждущего одновибратора с задержкой формирования импульса равным 0,7с ($t_{\text{имп}}=0,7\text{с} > t_{\text{сраб}}=0,5\text{с}$). Предположим, что загрузка ГА1 составила 65% P_H ($P_1=65\text{кВт}$), а загрузка ГА2 составила 60% P_H ($P_2=60\text{кВт}$). Предположим, что нагрузка АЭЭС меняется за счет работы буксирной лебедки, перемещающей груз в условиях сильного ветра. При этом при порывах ветра нагрузка АЭЭС возрастает, а при ослаблении ветра – уменьшается.

Допустим, что в процессе эксплуатации произошла неисправность СУ АЭЭС, при которой СУ сформировала постоянный сигнал на увеличение подачи топлива в первичный двигатель ГА1. При этом ГА1 начнет принимать на себя нагрузку, его загрузка начнет увеличиваться, а загрузка ГА2 уменьшаться. Так как загрузка ГА1 будет увеличиваться, увеличится и сигнал на выходе датчика загрузки 1.1 устройства (Фиг.1), который поступит на вход блока контроля увеличения загрузки 2.1 и первый вход блока контроля разности загрузок ГА 5. На выходе блока 2.1 появится сигнал логической «1» и поступит на второй вход первого из первых логических элементов «И» 6.1 и первый вход первого из вторых логических элементов «И» 13.1. Так как ГА2 будет разгружаться, на выходе датчика загрузки 1.2 сигнал уменьшится и поступит на вход блока уменьшения загрузки 3.2 и второй вход блока контроля разности загрузок ГА 5. На выходе блока контроля уменьшения загрузки 3.2 сформируется сигнал логической «1» и поступит на второй вход первого логического элемента «ИЛИ» 4, на выходе которого появится сигнал логической «1» и поступит на первые входы всех первых логических элементов «И» 6.1 и 6.2. В момент, когда разница загрузок ГА превысит допустимое значение ($\Delta P > \Delta P_{\text{доп}}$), например, когда загрузка агрегатов составит: $P_1=70,5\text{кВт}$, а $P_2=54,5\text{кВт}$, и продолжит увеличиваться, так как ГА1 будет загружаться, а ГА2 разгружаться, на выходе блока контроля разности загрузок ГА 5 сформируется сигнал логической «1» и поступит на третьи входы первых логических элементов «И» 6.1 и 6.2. Так как на все три входа первого из первых логических элементов «И» 6.1 поступят сигналы логической «1» то и на его выходе – сигнал логической «1», который поступит на первый вход второго логического элемента «ИЛИ» 7. При поступлении сигнала логической «1» на первый вход второго логического элемента «ИЛИ» 7 на его выходе сформируется сигнал логической «1», информирующий о том, что АЭЭС неработоспособна. Сигнал логической «1» с выхода блока 7 поступит на вход блока блокировки включения потребителей 10 и второй вход второго логического элемента «И» 9. Блок блокировки включения потребителей 10 заблокирует включение дополнительных потребителей, предотвращая возможное увеличение нагрузки АЭЭС. При этом сигналы, пропорциональные загрузке ГА1 и ГА2 с выходов датчиков загрузки 1.1 и 1.2 поступят на первый и второй входы блока контроля режима работы АЭЭС 8. Предположим, что в момент возникновения неисправности или непосредственно перед ним произошел порыв ветра, нагрузка буксирной лебедки увеличилась, увеличилась и

нагрузка сети АЭЭС. В этом случае на выходе блока контроля режима работы АЭЭС 8 появится сигнал логического «0» и поступит на первый вход второго логического элемента «И» 9. На выходе второго логического элемента «И» сохранится сигнал логического «0», запрещающий дальнейшую работу устройства для ПУ. В следующий момент времени произойдет ослабление ветра, и нагрузка на буксирную лебедку и общая нагрузка АЭЭС начнут уменьшаться. При этом на выходе блока контроля режима работы АЭЭС 8 сформируется сигнал логической «1» и поступит на первый вход второго логического элемента «И» 9. Так как на оба входа второго логического элемента «И» 9 поступят сигналы логической «1», то на его выходе появится сигнал логической «1». Сигнал логической «1» с выхода второго логического элемента «И» 9 поступит на вход блока отключения потребителей 11 и вход ждущего одновибратора с задержкой формирования импульса 12. Блок 11 отключит группы потребителей электроэнергии за время $t_{\text{отк}}=0,3\text{с}$, осуществляя уменьшение нагрузки АЭЭС до значения, менее номинального, например, до 90 кВт. Через выдержку времени $t_{\text{выд}}=t_{\text{отк}}=0,3\text{с}$ на выходе ждущего одновибратора с задержкой формирования импульса 12 появится короткий импульс логической «1» и поступит на вторые входы третьих логических элементов «И» 13.1 и 13.2. Так как на оба входа первого из вторых логических элементов «И» 13.1 поступят сигналы логической «1», то на его выходе тоже сформируется сигнал логической «1» и поступит на вход блока отключения первого ГА 14.1. ГА1 отключится от сети. Нагрузка сети не велика и ГА2 примет ее на себя, осуществляя переход неработоспособной АЭЭС в режим правильного функционирования без аварийной ситуации, связанной с перерывом в электроснабжении сети.

Предлагаемое изобретение было создано в составе научно-исследовательских работ, проводимых на кафедре «Электропривода и электрооборудования береговых установок» ФБГОУ ВО «Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова». Были произведены расчеты, показавшие возможность использования заявляемого устройства в судовых энергетических установках и электроэнергетических системах, что с учетом выше изложенного позволяет сделать вывод о возможности его промышленного применения.

(57) Формула изобретения

Устройство для предупредительного управления автономной электроэнергетической системой, содержащее: по числу ГА датчики загрузки, блоки контроля увеличения загрузки, блоки контроля уменьшения загрузки, а также первый логический элемент «ИЛИ» и блок контроля разности загрузок ГА, по числу ГА первые логические элементы «И», а также второй логический элемент «ИЛИ», второй логический элемент «И», блок отключения потребителей, ждущий одновибратор с задержкой формирования импульса, по числу ГА: блоки отключения ГА; причем выход каждого из датчиков загрузки соединен с входом соответствующего блока контроля увеличения загрузки, с входом соответствующего блока контроля уменьшения загрузки, соответствующим входом блока контроля разности загрузок ГА, выход каждого из блоков контроля увеличения загрузки соединен со вторым входом соответствующего из первых логических элементов «И», выход каждого из блоков контроля уменьшения загрузки соединен с соответствующим входом первого логического элемента «ИЛИ», выход первого логического элемента «ИЛИ» соединен с первыми входами всех первых логических элементов «И», выход блока контроля разности загрузок ГА соединен с третьими входами всех первых логических элементов «И», выход каждого из первых логических элементов «И» соединен с соответствующим входом второго логического элемента

«ИЛИ», отличающееся тем, что дополнительно содержит блок контроля режима работы автономной электроэнергетической системы, блок блокировки включения потребителей по числу ГА: третьи логические элементы «И», причем выход каждого из датчиков загрузки соединен с соответствующим входом блока контроля режима работы автономной электроэнергетической системы, выход которого соединен с первым входом второго логического элемента «И», выход второго логического элемента «ИЛИ» соединен со вторым входом второго логического элемента «И» и входом блока блокировки включения потребителей, выход второго логического элемента «И» соединен с входом блока отключения потребителей и входом ждущего одновибратора с задержкой формирования импульса, выход которого соединен со вторыми входами всех третьих логических элементов «И», выход каждого из третьих логических элементов «И» соединен с входом соответствующего блока отключения ГА.

15

20

25

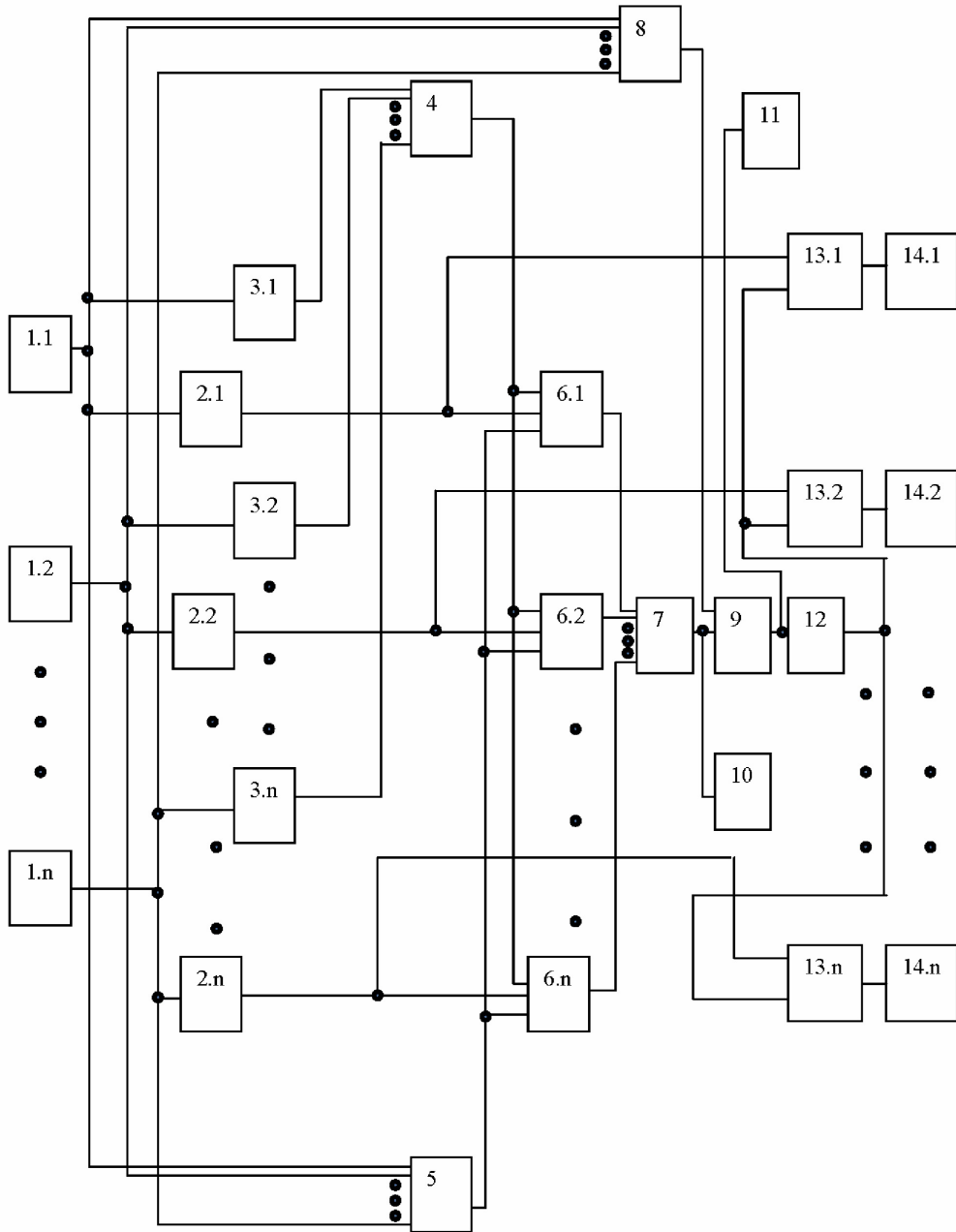
30

35

40

45

1



Фиг. 1

2



Фиг.2