(19) **RU** (11) **2 066 084** (13) **C1**

(51) МПК[6] **H 02 J 13/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 94035341/07, 21.09.1994

(46) Дата публикации: 27.08.1996

(56) Ссылки: 1. Авторское свидетельство СССР N 1309116, кл. H 01 H 33/12, 1987. 2. Авторское свидетельство СССР N 1432663, кл. H 02 J 9/06, 1988. 3. Авторское свидетельство СССР N 1176415, кл. H 02 J 13/00, 1985. 4. Замятин В.Я., Кондратьев Б.В., Петухов В.М. Мощные полупроводниковые приборы. Тиристоры. /Справочник.- М.: Радио и связь, 1988. 5. Захаров В.К., Лыпарь Ю.И. Электронные устройства автоматики и телемеханики.- Л.: Энергоатомиздат, 1984. 6. Патент США N 4786824, кл. H 03 K 3/013, 1988. 7. Шило В.Л. Популярные цифровые микросхемы./ Справочник.- М.: Радио и связь, 1988. 8. Гольденберг Л.М., Бутыльский Ю.Т., Поляк М.Н. Цифровые устройства на интегральных схемах в технике связи.- М.: Связь, 1979.

(71) Заявитель:
Российский институт радионавигации и времени

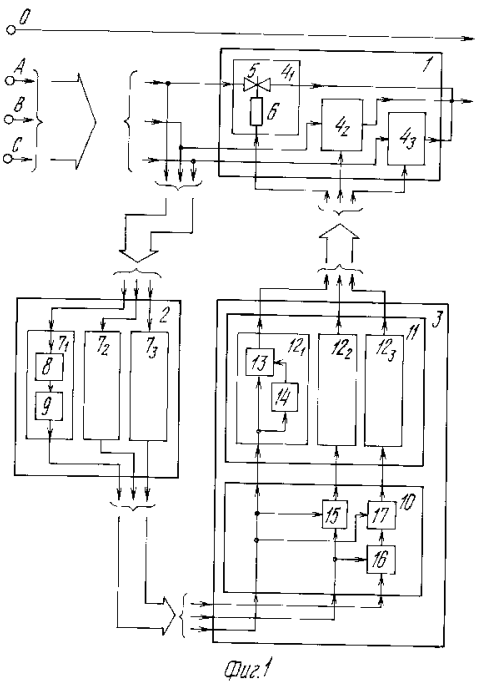
(72) Изобретатель: Нестеров И.Д., Иванов В.Н., Осипов О.Д., Матюшенко А.Д.

(73) Патентообладатель:
Российский институт радионавигации и времени

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ

(57) Реферат:

Использование: в энергетике, для управления электрической нагрузкой, допускающей перерывы в электроснабжении, подключении ее в периоды внепикового потребления электроэнергии. Сущность: устройство содержит блок коммутации, подключающий нагрузку к сети, индикатор внепикового режима, блок управления, состоящий из блока приоритета включения коммутационных элементов и блока задержки включения коммутационных элементов блока коммутации. Однофазную нагрузку, допускающую перерывы в электроснабжении, подключают к фазе сети, на которой внепиковый режим потребления. 4 ил.



Фиг.1

RU 2066084 C1

RU 2066084 C1

(19) **RU** (11) **2 066 084** (13) **C1**

(51) Int. Cl.[6] **H 02 J 13/00**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 94035341/07, 21.09.1994

(46) Date of publication: 27.08.1996

(71) Applicant:
Rossijskij institut radionavigatsii i vremeni

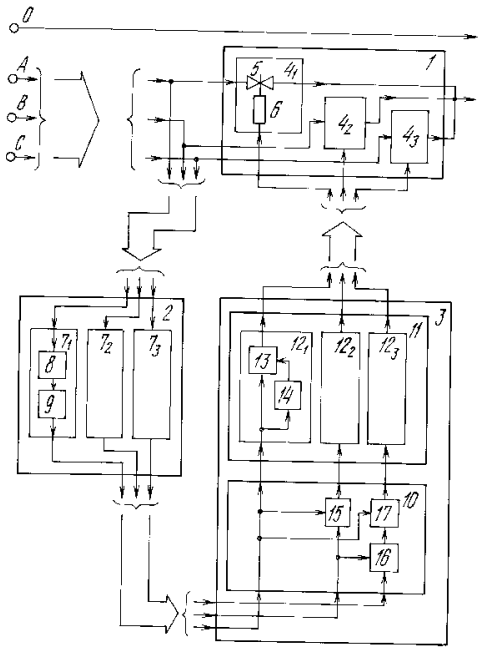
(72) Inventor: Nesterov I.D.,
Ivanov V.N., Osipov O.D., Matjushenko A.D.

(73) Proprietor:
Rossijskij institut radionavigatsii i vremeni

(54) DEVICE FOR CONTROL OF ELECTRIC LOAD

(57) Abstract:

FIELD: power production, control of electric load which could be temporarily disconnected and connected again when electric power consumption is low. SUBSTANCE: device has commutation unit, which connects load to power supply, indicator of low electric power consumption, control unit which has unit for selection of priority of switching commutation elements and delay unit for switching commutation elements of commutation unit. Single-phase load which could be temporarily disconnected is connected to phase line which electric power consumption is low. EFFECT: increased efficiency. 4 dwg



Фиг.1

RU 2066084 C1

RU 2066084 C1

Изобретение относится к средствам управления электрической нагрузкой на стороне потребителя, а конкретно к устройствам, осуществляющим автоматическое подключение однофазной нагрузки, допускающей перерывы в электроснабжении, к соответствующей фазе n-фазной локальной электрической сети переменного тока в периоды внепикового фазного потребления электроэнергии, определяемые по изменению уровня фазного напряжения.

Известны устройства, осуществляющие переключение нагрузки в зависимости от уровня напряжения в сети. Эти устройства применяются, например, в схемах аварийного или резервного энергоснабжения для переключения нагрузки, не допускающей перерывов в энергоснабжении, с основной сети на резервную в случае аварийного падения напряжения в основной сети.

Среди таких устройств известно, например, устройство (1) (а.с. СССР N 1309116, H 01 H 83/12, H 02 H 11/00, 1987 аналог), содержащее блок коммутации, выполняющий функцию реагирующего органа, силовые входы и выходы которого являются силовыми входами и выходами устройства. Силовые входы предназначены для подключения к основной и резервной сети, а силовые выходы - к нагрузке. Устройство также содержит блок управления, выполняющий функцию формирования управляющего напряжения, выход которого подключен к управляющему входу блока коммутации, а вход к выходу амплитудного дискриминатора, выполняющего функцию входного органа, выполненного в рассматриваемом устройстве в виде последовательно соединенных выпрямителя и порогового элемента, при этом вход амплитудного дискриминатора, т. е. вход выпрямителя, является информационным входом устройства, предназначенным для подключения к основной сети.

Устройство осуществляет переключение нагрузки маломощной радиотехнической или телефонный аппаратуры с основной сети на резервную в случае аварийного падения напряжения в основной сети. Переключение осуществляется с помощью бистабильного реле блока коммутации. При этом в устройстве за счет выполнения блока управления в виде элемента И, ключа и элемента задержки решается задача исключения ложного срабатывания реле при кратковременных бросках напряжения основной сети.

Известно, например, устройство (2) (а.с. СССР N 1432663, H 02 I 9/06, 1988 аналог), содержащее блок коммутации, выполненный на реле, силовые входы и выходы которого, образованные соответствующими выводами контактов реле, предназначены для подключения к основной и резервной сети переменного тока (входы) и к двигательной нагрузке (выходы), а также блок управления, выполненный на RS-триггере, выход которого подключен к управляющему входу блока коммутации, т. е. соответствующему выводу катушки реле, а вход к выходу амплитудного дискриминатора, выполненного в виде последовательно соединенных выпрямителя и порогового элемента, при этом вход амплитудного дискриминатора через понижающий трансформатор подключен к основной сети.

С помощью указанных блоков в устройстве осуществляется переключение двигательной нагрузки с основной сети на резервную в случае аварийного падения напряжения в основной сети. Переключение осуществляется контактами реле блока коммутации, управляемого RS-триггером блока управления. Обнаружение аварийного падения напряжения осуществляется в амплитудном дискриминаторе с помощью порогового элемента, выполненного на компараторе напряжения, осуществляющего сравнение напряжения выпрямителя с напряжением источника опорного напряжения. При этом в устройстве решается задача повышения надежности срабатывания за счет формирования опорного напряжения с помощью подключенного к выходу выпрямителя параметрического стабилизатора напряжения с накопительной RC-цепью на выходе, обеспечивающей задержку падения уровня опорного напряжения на опорном входе компаратора при аварийном падении напряжения на выходе выпрямителя.

В рассмотренных устройствах-аналогах обеспечивается решение задачи переключения нагрузки, не допускающей перерывов в энергоснабжении, с основной сети на резервную в случае аварийного падения напряжения в основной сети.

В устройствах-аналогах не ставится задача подключения нагрузки, допускающей перерывы в энергоснабжении, к электросети в зависимости от пиковых (внепиковых) периодов потребления электроэнергии в ней.

Известно устройство (3) (а. с. СССР N 1176415, H 01 I 13/00, 1985), осуществляющее управление подключением электрической нагрузки в зависимости от пиковых (внепиковых) периодов потребления электроэнергии в локальной сети трехфазного тока. Это устройство выбрано в качестве прототипа по совпадению решаемой задачи и ряду существенных признаков. Устройство обеспечивает управление электрической нагрузкой трансформаторной подстанции сельских электрических трехфазных сетей, в частности трехфазных электронагревателей (электрокалориферов) животноводческой фермы, путем подключения нагрузки к сети в периоды внепикового потребления электроэнергии в ней.

Устройство для управления электрической нагрузкой (3) и выбранное в качестве прототипа, содержит блок коммутации, индикатор внепикового режима электросети и блок управления, соединенный по входу с выходом индикатора внепикового режима электросети, а по выходу с управляющим входом блока коммутации, содержащего n коммутационных элементов, где n 3 число используемых фаз локальной сети переменного электрического тока, при этом силовые входные выводы коммутационных элементов являются силовыми входами блока коммутации и образуют вход устройства для подключения к фазным линиям сети, а силовые выходные выводы коммутационных элементов являются силовыми выходами блока коммутации и образуют выход устройства для подключения к нагрузке трехфазному электрокалориферу,

RU 2066084 C1

RU 2066084 C1

осуществляющему дополнительный обогрев помещения.

Индикатор внепикового режима электросети в прототипе выполнен в виде контактного таймера. Временная программа замыкания контактов таймера устанавливается, например, на основе обобщенной временной диаграммы внепиковых режимов электросети. Таймер воздействует на блок управления путем замыкания своего контакта в соответствующей электрической цепи блока управления.

Блок управления в прототипе реализован в виде подключенной к фазной линии энергосети электрической цепи, содержащей последовательно включенные контакт таймера, контакт реле максимального тока, контакт регулятора температуры электрокалорифера и катушку пускового реле, с помощью контактов которого осуществляется управление работой блока коммутации.

Блок коммутации в прототипе выполнен в виде силового реле, катушка которого через контакты пускового реле подключена к фазной линии электросети. Силовое реле имеет n 3 контактов, которые образуют коммутационные элементы блока коммутации, при этом выводы контактов являются силовыми выводами коммутационных элементов.

Блок коммутации под действием блока управления осуществляет подключение нагрузки к сети в периоды внепикового потребления электроэнергии в ней. Подключение нагрузки осуществляется в соответствии с временной программой, установленной в таймере. Дополнительными условиями для подключения нагрузки к сети в периоды внепикового потребления электроэнергии являются определенный уровень токовой нагрузки в сети и пороговое значение температуры в обогреваемом помещении.

В пиковые периоды потребления электроэнергии нагрузка отключается. При этом в силу определенной инерционности теплообменных процессов и теплоаккумулирующей способности внутренних конструкций обогреваемого помещения значительного понижения температуры внутреннего воздуха в нем за время периодических отключений электрокалорифера в пиковые периоды потребления электроэнергии не происходит.

Таким образом, в устройстве-прототипе обеспечивается управление электрической нагрузкой, допускающей по условиям протекания технологических процессов периодические перерывы в электроснабжении, путем подключения нагрузки к сети в периоды внепикового потребления электроэнергии в ней. В качестве нагрузки используется трехфазная нагрузка типа электрокалорифера. Управление нагрузкой осуществляется в соответствии с временной программой, установленной в таймере. В общем случае, однако, эта временная программа может не совпадать с реальной временной диаграммой внепиковых периодов, характерных для конкретной энергосети, функционирующей в конкретных условиях в конкретный период времени.

Изобретение направлено на решение задачи управления электрической однофазной нагрузкой на стороне потребителя, допускающей перерывы в электроснабжении, путем подключения нагрузки к соответствующей фазе n-фазной (n > 1) локальной электрической сети переменного тока в периоды внепикового фазного потребления электроэнергии, характеризуемые соответствующим изменением уровня фазного напряжения.

Сущность изобретения состоит в том, что в устройстве для управления электрической нагрузкой, содержащем блок коммутации, выполненный в виде n коммутационных элементов, где n > 1 количество используемых фаз электрической сети, причем силовые входные выводы коммутационных элементов являются силовыми входами блока коммутации и образуют вход устройства для подключения к фазным линиям сети, а силовые выходные выводы являются силовыми выходами блока коммутации, а также индикатор внепикового режима электросети и блок управления, соединенный по входу с выходом индикатора внепикового режима электросети, а по выходу с управляющим входом блока коммутации, силовые выходы блока коммутации объединены и образуют выход устройства для подключения к нагрузке, индикатор внепикового режима электросети выполнен в виде n амплитудных дискриминаторов, каждый из которых содержит последовательно соединенные выпрямитель, вход которого является входом амплитудного дискриминатора, и пороговый элемент, выход которого является выходом амплитудного дискриминатора, причем входы амплитудных дискриминаторов являются входом индикатора внепикового режима электросети и подключены к соответствующим силовым входам блока коммутации, а выходы амплитудных дискриминаторов являются выходом индикатора внепикового режима электросети, блок управления выполнен в виде последовательно соединенных блока установки приоритета включения коммутационных элементов, n входов которого образуют вход блока управления и подключены к выходам соответствующих амплитудных дискриминаторов индикатора внепикового режима электросети, и блока задержки включения коммутационных элементов, n входов которого подключены к соответствующим n выходам блока установки приоритета включения коммутационных элементов, а n выходов, образующих выход блока управления, подключены к управляющим входным выводам соответствующих n коммутационных элементов блока коммутации, образующих управляющий вход блока коммутации, при этом блок задержки включения коммутационных элементов выполнен в виде n элементов задержки фронта сигнала, входы и выходы которых образуют соответственно входы и выходы блока задержки включения коммутационных элементов, а блок установки приоритета включения коммутационных элементов реализует функцию формирования сигнала на своем первом выходе в случае наличия сигнала на первом входе и формирования сигнала на i-м выходе, где $n \geq i > 1$, в случае наличия сигнала на i-м

RU 2066084 C1

RU 2066084 C1

входе и отсутствия сигнала на j-м входе, где j <i.

Сущность изобретения и возможность его промышленного использования поясняются фиг. 1-4.

На фиг. 1 приведен пример структурной схемы устройства в одном из возможных вариантов его реализации для случая использования трех фаз трехфазной сети переменного тока; на фиг. 2 представлены эпюры напряжений, поясняющие работу амплитудного дискриминатора индикатора внепикового режима электросети: а) входной сигнал амплитудного дискриминатора, б) выходной сигнал амплитудного дискриминатора; на фиг. 3 эпюры напряжений, поясняющие работу элемента задержки фронта сигнала блока задержки фронта сигнала 12 в одном из возможных вариантов его реализации: а) сигнал на входе элемента задержки и на первом входе элемента И, входящего в состав элемента задержки фронта сигнала, б) сигнал на втором входе элемента И; в) сигнал на выходе элемента И и на выходе элемента задержки фронта сигнала; на фиг. 4 эпюры напряжений, поясняющие работу блоков устройства при различных режимах потребления электроэнергии по фазам электросети: а), б), в) напряжения на выходах первого, второго и третьего амплитудных дискриминаторов индикатора внепикового режима электросети, г), д), е) напряжения на первом, втором и третьем выходах блока установки приоритета включения коммутационных элементов, ж), з), и) напряжения на первом, втором и третьем выходах блока задержки включения коммутационных элементов, к), л), м) напряжения на выходах первого, второго и третьего коммутационных элементов блока коммутации.

Устройство для управления электрической нагрузкой в рассматриваемом примере реализации содержит (фиг. 1) блок 1 коммутации, индикатор 2 внепикового режима электросети и блок 3 управления.

Блок 1 коммутации содержит три (n 3) коммутационных элемента 4 (4_1, 4_2, 4_3) по числу используемых (A, B, C) фаз трехфазной сети переменного тока с нулевым (0) общим проводом.

Коммутационные элементы 4 (4_1, 4_2, 4_3) блока 1 коммутации выполнены идентично. Каждый из коммутационных элементов содержит симистор 5, включенный между силовым входным и силовым выходным выводами элемента 4, а также ограничительный резистор 6, включенный между управляющим электродом симистора 5 и управляющим входным выводом коммутационного элемента 4.

В качестве симисторов 5 могут быть использованы симисторы (тиристоры симметричные) типа ТС, например из семейства симисторов ТС 132-40 ТС 132-50 (4, с. 531). Конкретный тип симисторов выбирается исходя из величин, коммутируемых блоком 1 коммутации токов.

Силовые входные выводы коммутационных элементов 4 (4_1, 4_2, 4_3) являются силовыми входами блока 1 коммутации и образуют вход устройства для подключения к фазным линиям трехфазной сети (A, B, C, фиг. 1). При этом в рассматриваемом примере реализации силовой входной вывод первого коммутационного элемента 4_1 подключается к первой (A) фазе сети, силовой входной вывод второго коммутационного элемента 4_2 подключается к второй (B) фазе сети, силовой входной вывод третьего коммутационного элемента 4_3 подключается к третьей (C) фазе сети.

Силовые выходные выводы коммутационных элементов 4 (4_1, 4_2, 4_3) являются силовыми выходами блока коммутации. Эти выходы объединены между собой и образуют выход устройства для подключения к однофазной нагрузке (на фиг. 1 не показана).

Другой вывод нагрузки подключается к нулевому (общему) проводу сети (0, фиг. 1).

Управляющие входные выводы коммутационных элементов 4 образуют управляющий вход блока 1 коммутации.

Индикатор 2 внепикового режима электросети в рассматриваемом примере реализации устройства содержит три (n 3) амплитудных дискриминатора 7 (7_1, 7_2, 7_3), входы которых образуют вход, а выходы выход индикатора 2 внепикового режима электросети. При этом в рассматриваемом примере реализации вход первого амплитудного дискриминатора 7_1 соединен с входом первого порогового элемента 4_1, вход второго амплитудного дискриминатора 7_2 соединен с входом второго порогового элемента 4_2, вход третьего амплитудного дискриминатора 7_3 соединен с входом третьего порогового элемента 4_3.

Каждый из амплитудных дискриминаторов 7 индикатора 2 внепикового режима электросети содержит последовательно соединенные выпрямитель 8, вход которого является входом амплитудного дискриминатора 7, и пороговый элемент 9, выход которого является выходом амплитудного дискриминатора 7.

Выпрямитель 8 амплитудного дискриминатора 7 может быть выполнен по схеме однофазного мостового выпрямителя с понижающим трансформатором на входе и сглаживающим фильтром на выходе (5, с. 79-81, рис. 3-8, 3-10), при этом в качестве общего провода используется нулевой (0, фиг. 1) провод сети. Коэффициент трансформации понижающего трансформатора выбирается исходя из условий согласования уровней выходного сигнала выпрямителя 8 и входного сигнала порогового элемента 9.

Пороговый элемент 9 амплитудного дискриминатора 7 в рассматриваемом примере реализации выполнен в виде триггера Шмитта, пороговые уровни которого, приведенные к входу амплитудного дискриминатора 7, а именно $U_{п1}$ (срабатывание) и $U_{п2}$ (отпускание), определяют ширину петли гистерезиса передаточной характеристики амплитудного дискриминатора 7.

Триггер Шмитта, реализующий пороговый элемент 9 амплитудного дискриминатора 7, может быть выполнен, например, по схеме описанной в (5, с. 225-227, рис. 6-2), на переключателе тока с целью положительной обратной связи. Триггер Шмитта может быть

RU 2066084 C1

RU 2066084 C1

выполнен также по схеме, аналогичной описанной в (6), в виде RS-триггера, к R и S входам которого подключены два объединенных по входу компаратора напряжения с различными пороговыми уровнями.

Питание триггеров Шмитта в каждом из амплитудных дискриминаторов 7 может быть осуществлено, например, с помощью параметрических стабилизаторов напряжения на стабилитронах (5, с. 320-325, рис. 9-1, 9-2), подключаемых через соответствующие выпрямители к соответствующим фазам сети (на фиг. 1 не показано).

Блок 3 управления выполнен в виде последовательно соединенных блока 10 установки приоритета включения коммутационных элементов и блока 11 задержки включения коммутационных элементов.

Блок 10 установки приоритета включения коммутационных элементов в рассматриваемом примере реализации устройства имеет три (n 3) входа, образующих вход блока 3 управления, и три выхода. Первый вход блока 10 соединен с выходом первого амплитудного дискриминатора 7_1 индикатора 2 внепикового режима электросети, второй вход блока 10 соединен с выходом второго амплитудного дискриминатора 7_2, а третий вход блока 10 с выходом третьего амплитудного дискриминатора 7_3. Первый, второй и третий выходы блока 10 соединены с соответствующими входами блока 11 задержки включения коммутационных элементов.

Блок 11 задержки включения коммутационных элементов в рассматриваемом примере реализации устройства имеет три (n 3) входа, подключенных к соответствующим выходам блока 10 установки приоритета включения коммутационных элементов, и три выхода, образующих выход блока 3 управления. При этом первый выход блока 11 соединен с управляющим входным выводом первого коммутационного элемента 4_1 блока 1 коммутации, второй выход блока 11 соединен с управляющим входным выводом второго коммутационного элемента 4_2, а третий выход блока 11 с управляющим входным выводом третьего коммутационного элемента 4_3.

Блок 11 задержки включения коммутационных элементов выполнен в виде трех элементов 12 (12_1, 12_2, 12_3) задержки фронта сигнала, входы и выходы которых образуют соответственно входы и выходы блока 11.

Каждый из элементов 12 задержки фронта сигнала блока 11 в рассматриваемом примере реализации содержит элемент 13 И и элемент 14 задержки, включенный между первым и вторым входами элемента 13 И. Первый вход элемента 13 И является входом элемента 12, а выход элемента 13 И выходом элемента 12.

Блок 10 установки приоритета включения коммутационных элементов в рассматриваемом примере реализации устройства содержит первую цепь, соединяющую первый вход блока 10 с первым выходом блока 10; вторую цепь, соединяющую второй вход блока 10 через ключ 15 с вторым выходом блока 10; и третью цепь, соединяющую третий вход блока 10 через включенные последовательно ключи 16 и 17 с третьим выходом блока 10. Управляющие входы ключей 15 и 17 подключены при этом к первому входу блока 10, а управляющий вход ключа 16 к второму входу блока 10.

Блок 10 установки приоритета включения коммутационных элементов реализует функцию формирования сигнала включения первого (4_1) коммутационного элемента блока 1 коммутации на своем первом выходе в случае наличия сигнала на первом входе и формирования сигнала включения i-го коммутационного элемента (4_i) на i-м выходе, где $n \geq i > 1$, в случае наличия сигнала на i-м входе и отсутствия сигнала на j-м входе где $j < i$. В результате реализации указанной функции блок 10 при прочих равных условиях устанавливает приоритет на включение коммутационного элемента блока 1 коммутации с меньшим номером по отношению к коммутационному элементу с большим номером.

В блоке 3 управления элементы 13 И блока 11 задержки включения коммутационных элементов реализуются на стандартных элементах цифровой техники, например микросхемах К155ЛИ1, К155ЛИ2, К155ЛИ5 (7, с. 40, рис. 1.23). Элементы 14 задержки блока 11 могут быть реализованы, например, с помощью известной схемы с "большим" временем задержки (8, с. 67-69, рис. 3-4), содержащей последовательно включенные интегрирующую RC-цепь и пороговый элемент, реализованный, например, на логическом элементе И.

В блоке 3 управления ключи 15, 16, 17 блока 10 установки приоритета включения коммутационных элементов могут быть реализованы, например, на основе мультиплексоров К561КА2 (7, с. 227-228, рис. 2.28, табл. 2.10), в которых в качестве управляющего входа используется вход "разрешения" Е1. При такой реализации ключи 15, 16, 17 разомкнуты, если на их управляющих входах присутствует сигнал высокого уровня ("лог. 1"), и замкнуты, если сигнал отсутствует ("лог. 0").

Для питания элементов 13-17 блока 3 управления могут использоваться источники питания (на фиг. 1 не показаны), выполненные, например, на основе параметрических стабилизаторов напряжения (5, с. 320-325, рис. 9-1, 9-2), подключенных через соответствующие выпрямители к одной из фаз сети.

Устройство (фиг. 1) работает следующим образом.

К объединенным силовым выходам блока 1 коммутации, образующим выход устройства, подключается один из выводов однофазной нагрузки, допускающей перерывы в электроснабжении, например однофазный электронагревательный прибор мощностью до 10 кВт (на фиг. 1 не показан). При этом ограничения, накладываемые на величину допускаемой мощности подключаемой нагрузки, обусловлены нагрузочной способностью электросети и связаны, в частности, с допускаемыми "перекосом" фаз, вызываемым несимметричным фазным потреблением в трехфазной сети.

RU 2066084 C1

RU 2066084 C1

Другой вывод нагрузки подсоединяется к общему проводу (0, фиг. 1) трехфазной сети.

Фазные напряжения трехфазной сети переменного тока поступают на силовые входы блока 1 коммутации, т. е. на силовые входные выводы первого (4_1), второго (4_2) и третьего (4_3) коммутационных элементов.

Фазные напряжения поступают также на входы индикатора 2 внепикового режима электросети, т.е. на входы первого (7_1), второго (7_2) и третьего (7_3) амплитудных дискриминаторов.

В каждом из амплитудных дискриминаторов 7 (7_1, 7_2, 7_3) соответствующее фазное напряжение поступает на вход выпрямителя 8, где выпрямляется и изменяется по уровню для согласования с пороговым элементом 9. Пороговый элемент 9, на вход которого поступает выходное напряжение выпрямителя 8, реализует функцию триггера Шмитта. Пороговые уровни триггера Шмитта, приведенные к входу амплитудного дискриминатора, а именно, $U_{п1}$ (срабатывание) и $U_{п2}$ (отпускание), показаны на условном графике суточного изменения фазного напряжения ($U_ф$), т.е. на графике входного сигнала амплитудного дискриминатора 7 (фиг. 2а). На этом графике участки с $U_ф \cong U_{п2}$ являются участками пикового фазного потребления электроэнергии, сопровождающегося уменьшением фазного напряжения, участки с $U_ф \geq U_{п1}$ являются участками внепикового фазного потребления, а участки с $U_{п2} < U_ф < U_{п1}$ являются промежуточными участками для реализации гистерезисного закона формирования выходного сигнала амплитудного дискриминатора 7 (U_7, фиг. 2б). При работе от сети переменного тока с частотой 50 Гц и фазным напряжением 220 В в качестве первого порогового уровня $U_{п1}$ можно выбрать, например, верхнюю границу нормального напряжения сети по ГОСТ 13109 (220 В + 5%), а в качестве второго порогового уровня $U_{п2}$ - номинальное значение напряжения сети (220 В).

Каждый из амплитудных дискриминаторов 7 (7_1, 7_2, 7_3) в соответствии с функцией триггера Шмитта, реализуемой соответствующим пороговым элементом 9, формирует на своем выходе сигнал (U_7) высокого уровня ("лог. 1") при превышении фазного напряжения первого порогового уровня ($U_ф \geq U_{п1}$, фиг. 2а, б) и сигнал низкого уровня ("лог. 0") при понижении ниже второго порогового уровня ($U_ф \cong U_{п2}$, фиг. 2а, б).

Таким образом, наличие сигнала высокого уровня ("лог. 1") на выходе соответствующего амплитудного дискриминатора 7 свидетельствует о внепиковом режиме фазного электропотребления, а отсутствие этого сигнала, т.е. "лог. 0", о пиковом режиме фазного электропотребления.

С выходов первого (7_1), второго (7_2) и третьего (7_3) амплитудных дискриминаторов, образующих выход индикатора 2 внепикового режима электросети, сигналы, характеризующие режимы потребления электроэнергии по каждой из фаз сети, поступают на вход блока 3 управления, т.е. на первый, второй и третий входы блока 10 установки приоритета включения коммутационных элементов.

Блок 10 установки приоритета включения коммутационных элементов в соответствии со своей функцией формирования выходных сигналов в рассматриваемом примере реализации формирует сигнал высокого уровня ("лог. 1") на своем первом выходе в случае наличия соответствующего сигнала "лог. 1" на первом входе, т. е. при внепиковом режиме потребления по первой фазе (А, фиг. 1), вне зависимости от режимов потребления по второй и третьей фазам.

Сигнал высокого уровня ("лог. 1"), формируемый на первом выходе блока 10, предназначен для включения первого (4_1) коммутационного элемента блока 1 коммутации.

На втором выходе блока 10 сигнал высокого уровня ("лог. 1") формируется в случае наличия соответствующего сигнала "лог. 1" на втором его входе и отсутствия сигнала ("лог. 0") на первом входе, т.е. при внепиковом режиме потребления по второй фазе (В, фиг. 1) и пиковом режиме потребления по первой фазе, вне зависимости от режима потребления по третьей фазе.

Сигнал высокого уровня ("лог. 1"), формируемый на втором выходе блока 10, предназначен для включения второго (4_2) коммутационного элемента блока 1 коммутации.

На третьем выходе блока 10 сигнал высокого уровня ("лог. 1") формируется в случае наличия соответствующего сигнала "лог. 1" на третьем его входе и отсутствия сигналов ("лог. 0") на первом и втором входах, т.е. при внепиковом режиме потребления по третьей фазе (С, фиг. 1) и пиковых режимах потребления по первой и второй фазам.

Сигнал высокого уровня ("лог. 1"), формируемый на третьем выходе блока 10, предназначен для включения третьего (4_3) коммутационного элемента блока 1 коммутации.

Таким образом, в блоке 10 установки приоритета включения коммутационных элементов сигнал высокого уровня ("лог. 1") формируется приоритетно на выходе с меньшим номером, устанавливая тем самым приоритет на включение соответствующего коммутационного элемента 4 (4_1, 4_2, 4_3) в блоке 1 коммутации с меньшим номером.

Сигнал высокого уровня ("лог. 1"), предназначенный для включения коммутационного элемента блока 1 коммутации, поступает с соответствующего выхода блока 10 на соответствующий вход блока 11 задержки включения коммутационных элементов, т. е. на вход соответствующего элемента 12 (12_1, 12_2, 12_3) задержки фронта сигнала ($U_{12вх}$, фиг. 3а), где он поступает на первый вход элемента 13 И и на вход элемента 14 задержки. С выхода элемента 14 задержанный, например, на время τ=(0,5-1,0) с сигнал (U_{14}, фиг. 3б) поступает на второй вход элемента 13 И. С этого же момента времени, т.е. с задержкой τ по отношению к фронту входного сигнала, на выходе элемента 13 И, т.е. на выходе элемента 12 задержки фронта

RU 2066084 C1

RU 2066084 C1

сигнала, устанавливается сигнал высокого уровня ("лог. 1") ($U_{12вых}$, фиг. 3в).

При изменении уровня входного сигнала с "лог. 1" на "лог. 0" на выходе элемента 13 И, т. е. на выходе элемента 12 задержки фронта сигнала, без всякой задержки устанавливается "лог. 0" (фиг. 3а, в).

Таким образом, в блоке 11 задержки включения коммутационных элементов с помощью элементов 12 осуществляется задержка сигналов на включение соответствующих коммутационных элементов блока 1 коммутации без задержки на выключение.

С выходов блока 11 задержки включения коммутационных элементов, являющихся выходом блока 3 управления, сигналы поступают на управляющий вход блока 1 коммутации, образованный управляющими входными выводами коммутационных элементов 4 (4_1, 4_2, 4_3). При этом сигнал с первого выхода блока 11 поступает на управляющий входной вывод первого (4_1) коммутационного элемента, сигнал с второго выхода блока 11 поступает на управляющий входной вывод второго (4_2) коммутационного элемента, а сигнал с третьего выхода блока 11 поступает на управляющий входной вывод третьего (4_3) коммутационного элемента блока 1 коммутации.

В коммутационных элементах 4 (4_1, 4_2, 4_3) блока 1 коммутации управляющие сигналы поступают через ограничительные резисторы 6 на управляющие электроды симисторов 5. Под действием управляющего сигнала высокого уровня ("лог. 1") симистор 5 включается, замыкая соответствующую фазную цепь подвода электроэнергии к нагрузке. При отсутствии управляющего сигнала ("лог. 0") симистор 5 выключен, цепь подвода электроэнергии к нагрузке разорвана.

Рассмотрим более подробно совместную работу блока 3 управления и блока 1 коммутации.

Рассмотрим первый случай, когда по первой фазе сети (А, фиг. 1) режим потребления электроэнергии в момент времени t_1 изменяется с пикового на внепиковый, по второй фазе (В, фиг. 1) сохраняется пиковый режим, а по третьей (С, фиг. 1) внепиковый.

В этом случае выходной сигнал первого (7_1) амплитудного дискриминатора индикатора 2 внепикового режима электросети в момент времени t_1 изменяется с "лог. 0" на "лог. 1" (t_1, фиг. 4а), на выходе второго (7_2) амплитудного дискриминатора сохраняется "лог. 0" (t_1, фиг. 4б), на выходе третьего (7_3) амплитудного дискриминатора сохраняется "лог. 1" (t_1, фиг. 4в).

Эти сигналы поступают на вход блока 3 управления, а именно на первый, второй и третий входы блока 10 установки приоритета включения коммутационных элементов.

В блоке 10 сигнал "лог. 1", поступающий с его первого входа, проходит без изменения на первый выход (t_1, фиг. 4г). Этот же входной сигнал с первого входа блока 10 поступает также на управляющие входы ключей 15 и 17, установленных в цепях, соединяющих соответственно второй вход с вторым выходом блока 10 и третий вход с третьим выходом блока 10. Под действием сигнал "лог. 1" ключи 15 и 17 в момент времени t_1 размыкаются. При этом на втором выходе блока 10 сохраняется сигнал "лог. 0" (t_1, фиг. 4д), а на третьем в момент времени t_1 изменяется с "лог. 1" на "лог. 0" (t_1, фиг. 4е).

С первого, второго и третьего выходов блока 10 указанные сигналы (t_1, фиг. 4г, д, е) поступают соответственно на первый, второй и третий входы блока 11 задержки включения коммутационных элементов, т.е. на входы первого (12_1), второго (12_2) и третьего (12_3) элементов задержки фронта сигнала. На выходе элемента 12_1, т. е. на первом выходе блока 11, в момент времени $t'_1 = t_1 + \tau$, т. е. с задержкой τ на включение, формируемой элементом 12_1, устанавливается сигнал "лог. 1" (t'_1, фиг. 4ж); на выходе элемента 12_2, т.е. на втором выходе блока 11, сохраняется сигнал "лог. 0" (t_1, фиг. 4з); на выходе элемента 12_3, т.е. на третьем выходе блока 11, в момент времени t_1, т.е. без всякой задержки, сигнал "лог. 1" изменяется на "лог. 0" (t_1, фиг. 4и).

С первого, второго и третьего выходов блока 11 задержки включения коммутационных элементов, образующих выход блока 3 управления, указанные сигналы (t_1 t'_1, фиг. 4ж, з, и) поступают на управляющие входные выводы соответственно первого (4_1), второго (4_2) и третьего (4_3) коммутационных элементов блока 1 коммутации.

Под действием управляющих сигналов (t_1 t'_1, фиг. 4ж, з, и), поступающих с выходов блока 11 задержки включения коммутационных элементов блока 3 управления, первый (4_1) коммутационный элемент блока 1 коммутации включается (замыкается) в момент времени t'_1 (t'_1, фиг. 4к), обеспечивая подачу электроэнергии к нагрузке по приоритетной первой фазе; второй (4_2) коммутационный элемент блока 1 коммутации сохраняет свое выключенное (разомкнутое) состояние (t_1 t'_1, фиг. 4л); третий (4_3) коммутационный элемент блока 1 коммутации выключается (размыкается) в момент времени t_1 (t_1, фиг. 4м), опережающий момент включения t'_1 первого (4_1) коммутационного элемента на время задержки t. Тем самым между выключением третьего коммутационного элемента (4_3) и включением первого (4_1) существует временной защитный интервал, длительностью $t = t'_1 - t_1 = (0{,}5 - 1{,}0)$ с, установленный для окончания переходных процессов в коммутационных элементах. Тем самым исключается замыкание первой и третьей фазы между собой во время переходных процессов в коммутационных элементах 4_1 и 4_3.

При сохранении внепикового режима потребления электроэнергии по первой (А) фазе электросети, когда на выходе первого (7_1) амплитудного дискриминатора индикатора 2 внепикового режима электросети сохраняется "лог. 1" (фиг. 4а) и ключи 15 и 17 блока 10 разомкнуты, никакие изменения режимов потребления по второй и третьей фазе, сопровождающиеся

RU 2066084 C1

RU 2066084 C1

изменением уровней сигналов на выходах второго (7_2) и третьего (7_3) амплитудных дискриминаторов, не приводят к переключениям коммутационных элементов 4_2 и 4_3 в блоке 1 коммутации. Тем самым сохраняется приоритетное включение первого (4_1) коммутационного элемента, т.е. элемента, имеющего наименьший номер. Так, например, остаются выключенными элементы 4_2 и 4_3 блока 1 коммутации в промежутках времени t_2 t_3

t_4 t_5 (t_2 t_5, фиг. 4 л, м), в течение которых режим электропотребления по третьей фазе изменяется с внепикового на пиковый (t_2) и обратно (t_4) и, соответственно, выходной сигнал третьего (7_3) амплитудного дискриминатора изменяется с "лог. 1" на "лог. 0" (t_2, фиг. 4в) и обратно (t_4, фиг. 4в), а режим электропотребления по второй фазе изменяется с пикового на внепиковый (t_3) и обратно (t_5) и, соответственно, выходной сигнал второго (7_2) амплитудного дискриминатора изменяется с "лог. 0" на "лог. 1" (t_3, фиг. 4б) и обратно (t_5, фиг. 4б).

Рассмотрим второй случай, когда по первой фазе сети (А, фиг. 1) режим потребления электроэнергии в момент времени t_6 изменяется с внепикового на пиковый, по второй фазе (В, фиг. 1) сохраняется пиковый режим, а по третьей фазе (С, фиг. 1) внепиковый.

В этом случае выходной сигнал первого (7_1) амплитудного дискриминатора в момент времени t_6 изменяется с "лог. 1" на "лог. 0" (t_6, фиг. 4а); на выходе второго (7_2) амплитудного дискриминатора сохраняется "лог. 0" (t_6, фиг. 4б); на выходе третьего (7_3) амплитудного дискриминатора сохраняется "лог. 1" (t_6, фиг. 4в).

Под действием "лог. 0", сформированного в момент времени t_6 на выходе первого (7_1) амплитудного дискриминатора (t_6, фиг. 4а), в блоке 10 установки приоритета включения коммутационных элементов происходит замыкание ранее разомкнутых ключей 15 и 17, а под действием "лог. 0", сохраняющегося на выходе второго (7_2) амплитудного дискриминатора (t_6, фиг. 4б), сохраняется замкнутое состояние ключа 16.

На выходах блока 10 в этом случае устанавливаются следующие уровни сигналов: на первом выходе в момент времени t_6 "лог. 1" изменяется на "лог. 0" (t_6, фиг. 4г) за счет изменения сигнала первого (7_1) амплитудного дискриминатора с "лог. 1" на "лог. 0" (t_6, фиг. 4а); на втором выходе сохраняется "лог. 0" (t_6, фиг. 4д); на третьем выходе в момент времени t_6 "лог. 0" изменяется на "лог. 1" (t_6, фиг. 4е), поскольку замкнутые ключи 16 и 17 обеспечивают с момента времени t_6 беспрепятственное прохождение сигнала "лог. 1", сохраняющегося на выходе третьего (7_3) амплитудного дискриминатора (t_6, фиг. 4в), с третьего входа блока 10 на его третий выход.

Под действием сигналов, поступающих с выходов блока 10, на выходах блока 11 задержки включения коммутационных элементов устанавливаются следующие уровни сигналов: на первом выходе в момент времени t_6 происходит изменение "лог. 1" на "лог. 0" (t_6, фиг. 4ж); на втором выходе сохраняется "лог. 0" (t_6, фиг. 4з); на третьем выходе в момент времени $t'_6 = t_6 + \tau$, т.е. с задержкой фронта сигнала на время τ, происходит изменение "лог. 0" на "лог. 1" (t'_6, фиг. 4и).

Под действием сигналов, поступающих с выходов блока 11, в блоке 1 коммутации происходит выключение (размыкание) ранее включенного первого (4_1) коммутационного элемента в момент времени t_6 (t_6, фиг. 4к); второй (4_2) коммутационный элемент сохраняет свое выключенное состояние (t_6, фиг. 4л); третий (4_3) коммутационный элемент включается (замыкается) в момент времени $t'_6 = t_6 + \tau$ (t'_6, фиг. 4м), осуществляя тем самым подачу электроэнергии к нагрузке по третьей фазе единственной в данном случае фазе, по которой имеет место внепиковый режим потребления. При этом между выключением первого (4_1) коммутационного элемента (момент времени t_6) и включением третьего (4_3) коммутационного элемента (момент времени t'_6) существует временной защитный интервал,

длительностью $\tau = t'_6 - t_6$, исключающий замыкание третьей и первой фаз между собой во время переходных процессов переключения коммутационных элементов 4_1 и 4_3.

Рассмотрим третий случай, когда по первой фазе сети (А, фиг. 1) сохраняется пиковый режим потребления электроэнергии, по второй фазе (В, фиг. 1) режим потребления в момент времени t_7 изменяется с пикового на внепиковый, а по третьей фазе (С, фиг. 1) сохраняется внепиковый режим.

В этом случае на выходе первого (7_1) амплитудного дискриминатора сохраняется "лог. 0" (t_7, фиг. 4а), выходной сигнал второго (7_2) амплитудного дискриминатора в момент времени t_7 изменяется с "лог. 0" на "лог. 1" (t_7, фиг. 4б), на выходе третьего (7_3) амплитудного дискриминатора сохраняется "лог. 1" (t_7, фиг. 4в).

Под действием "лог. 1", сформированный в момент времени t_7 на выходе второго (7_2) амплитудного дискриминатора (t_7, фиг. 4б), в блоке 10 происходит размыкание ранее замкнутого ключа 16, а под действием "лог. 0", сохраняющегося на выходе первого (7_1) амплитудного дискриминатора (t_7, фиг. 4а), сохраняется замкнутое состояние ключей 15 и 17.

На выходах блока 10 в этом случае устанавливаются следующие уровни сигналов: на первом выходе сохраняется "лог. 0" (t_7, фиг. 4г); на втором выходе в момент времени t_7 сигнал "лог. 0" изменяется на "лог. 1" (t_7, фиг. 4д), поскольку замкнутый ключ 15 обеспечивает беспрепятственное прохождение сигнала "лог. 1", сформированного вторым (7_2 амплитудным дискриминатором (t_7, фиг. 4б); на третьем выходе блока 10 в момент времени t_7 сигнал "лог. 1" изменяется на "лог. 0" (t_7, фиг. 4е), поскольку размыкание ключа 16 разрывает

RU 2066084 C1

RU 2066084 C1

цепь прохождения сигнала "лог. 1" с третьего входа на третий выход блока 10.

Под действием сигналов, поступающих с выходов блока 10, на выходах блока 11 задержки включения коммутирующих элементов устанавливаются следующие уровни сигналов: на первом выходе сохраняется "лог. 0" (t_7, фиг. 4ж); на втором выходе в момент времени $t'_7=t_7+\tau$, т.е. с задержкой фронта сигнала на время τ, происходит изменение "лог. 0" на "лог. 1" (t_7, фиг. 4з); на третьем выходе в момент времени t_7 происходит изменение "лог. 1" на "лог. 0" (t_7, фиг. 4и).

Под действием сигналов, поступающих с выходов блока 11, в блоке 1 коммутации первый (4_1) коммутационный элемент сохраняет свое выключенное состояние (t_7, фиг. 4к); второй (4_2) коммутационный элемент включается (замыкается) в момент времени $t'_7=t_7+\tau$ (t'_7, фиг. 4л), осуществляя подачу электроэнергии к нагрузке по приоритетной в этом случае второй фазе; ранее включенный третий (4_3) коммутационный элемент в момент времени t_7 выключается (t_7, фиг. 4м). При этом между выключением третьего (4_3) коммутационного элемента (момент времени t_7) и включением второго (4_2) коммутационного элемента (момент времени t'_7) существует временной защитный интервал, длительностью $\tau=t'_7-t_7$, исключающий замыкание второй и третьей фазы между собой во время переходных процессов переключения коммутационных элементов 4_2 и 4_3.

При сохранении внепикового режима потребления электроэнергии по второй (В) фазе электросети, когда на выходе второго (7_2) амплитудного дискриминатора индикатора 2 внепикового режима электросети сохраняется "лог. 1" (фиг. 4б) и ключ 16 блока 10 разомкнут, а по первой фазе (А) имеет место сохранение пикового режима и на выходе первого (7_1) амплитудного дискриминатора сохраняется "лог. 0" (фиг. 4а), никакие изменения режима потребления по третьей фазе (С), сопровождающиеся изменением уровня сигнала на выходе третьего (7_3) амплитудного дискриминатора, не приводят к переключениям третьего (4_3) коммутационного элемента в блоке 1 коммутации. Тем самым сохраняется приоритетное в данном случае включение второго (4_2) коммутационного элемента, имеющего по сравнению с третьим элементом (4_3) меньший номер. Так, например, остается выключенным третий (4_3) коммутационный элемент блока 1 коммутации в промежутке времени t_8-t_9 (t_8-t_9, фиг. 4м), в течение которого режим электропотребления по третьей фазе изменяется с внепикового на пиковый (t_8) и обратно (t_9) и, соответственно, выходной сигнал третьего (7_3) амплитудного дискриминатора изменяется с "лог. 1" на "лог. 0" (t_8, фиг. 4в) и обратно (t_9, фиг. 4в).

Рассмотрим четвертый случай, когда по первой фазе сети (А, фиг. 1) сохраняется пиковый режим потребления электроэнергии, по второй фазе (В, фиг. 1) режим потребления в момент времени t_{10} изменяется с внепикового на пиковый, а по третьей фазе (С, фиг. 1) сохраняется внепиковый режим.

В этом случае на выходе первого (7_1) амплитудного дискриминатора сохраняется "лог. 0" (t_{10}, фиг. 4а), выходной сигнал второго (7_2) амплитудного дискриминатора в момент времени t_{10} изменяется с "лог. 1" на "лог. 0" (T_{10}, фиг. 4б), на выходе третьего (7_3) амплитудного дискриминатора сохраняется "лог. 1" (t_{10}, фиг. 4в).

Под действием "лог. 0", сформированного в момент времени t_{10} на выходе второго (7_2) амплитудного дискриминатора (t_{10}, фиг. 4б), в блоке 10 установки приоритета включения коммутационных элементов происходит замыкание ранее разомкнутого ключа 16, а под действием "лог. 0", сохраняющегося на выходе первого (7_1) амплитудного дискриминатора (t_{10}, фиг. 4а), сохраняется замкнутое состояние ключей 15 и 17.

На выходах блока 10 в этом случае устанавливаются следующие уровни сигналов: на первом выходе сохраняется "лог. 0" (t_{10}, фиг. 4г); на втором выходе в момент времени t_{10} сигнал "лог. 1" изменяется на "лог. 0" (t_{10}, фиг. 4 д) в соответствии с изменением сигнала на выходе второго (7_2) дискриминатора (t_{10}, фиг. 4б); на третьем выходе блока 10 в момент времени t_{10} сигнал "лог. 0" изменяется на "лог. 1" (t_{10}, фиг. 4е), поскольку замкнутые ключи 16 и 17 обеспечивают с момента времени t_{10} беспрепятственное прохождение сигнала "лог. 1", сохраняющегося на выходе третьего (7_3) амплитудного дискриминатора (t_{10}, фиг. 4в), с третьего входа блока 10 на его третий выход.

Под действием сигналов, поступающих с выходов блока 10, на выходах блока 11 задержки включения коммутационных элементов устанавливаются следующие уровни сигналов: на первом выходе сохраняется "лог. 0" (t_{10}, фиг. 4ж); на втором выходе в момент времени t_{10} происходит изменение "лог. 1" на "лог. 0" (t_{10}, фиг. 4з); на третьем выходе в момент времени $t'_{10}=t_{10}+\tau$, т.е. с задержкой фронта сигнала на время τ, происходит изменение "лог. 0" на "лог. 1" (t'_{10}, фиг. 4и).

Под действием сигналов, поступающих с выходов блока 11, в блоке 1 коммутации первый (4_1) коммутационный элемент сохраняет свое выключенное состояние (t_{10}, фиг. 4к); ранее включенный второй (4_2) коммутационный элемент в момент времени t_{10} выключается (t_{10}, фиг. 4л); третий (4_3) коммутационный элемент включается в момент времени $t'_{10}=t_{10}+\tau$ (t'_{10}, фиг. 4м), осуществляя подачу электроэнергии к нагрузке по третьей фазе, единственной, по которой в данном случае имеет место внепиковый режим потребления. При этом между выключением второго (4_2) коммутационного элемента (момент времени t_{10}) и включением третьего

RU 2066084 C1

RU 2066084 C1

(4_3 коммутационного элемента (момент времени t'_{10}) существует временной защитный интервал, длительностью $\tau=t'_{10}-t_{10}$, исключающий замыкание второй и третьей фаз между собой во время переходных процессов переключения коммутационных элементов 4_2 и 4_3.

Рассмотрим пятый случай, когда по первой и второй фазам сети (А, В, фиг. 1) сохраняется пиковый режим потребления электроэнергии, а по третьей фазе (С, фиг. 1) режим потребления в момент времени t_{11} изменяется с внепикового на пиковый.

В этом случае на выходах первого (7_1, второго (7_2) амплитудных дискриминаторов сохраняется "лог. 0" (t_{11}, фиг. 4а,б), а выходной сигнал третьего (7_3) амплитудного дискриминатора в момент времени t_{11} изменяется с "лог. 1" на "лог. 0" (t_{11}, фиг. 4в).

Под действием сигналов, сформированных амплитудными дискриминаторами 7_1, 7_2, 7_3 в блоке 10 установки приоритета включения коммутационных элементов на первом и втором выходах сохраняются "лог. 0" (t_{11}, фиг. 4г,д), а на третьем выходе в момент времени t_{11} сигнал "лог. 1" изменяется на "лог. 0" (t_{11}, фиг. 4е).

Под действием сигналов, поступающих с выходов блока 10, в блоке 11 задержки включения коммутационных элементов на первом и втором выходах сохраняются "лог. 0" (t_{11}, фиг. 4ж,з), а на третьем выходе в момент времени t_{11} происходит изменение "лог. 1" на "лог. 0" (t_{11}, фиг. 4и).

Под действием сигналов, поступающих с выходов блока 11, в блоке 1 коммутации первый (4_1 и второй (4_2 коммутационные элементы сохраняют свое выключенное состояние (t_{11}, фиг. 4к,л), а ранее включенный третий (4_3) коммутационный элемент в момент времени t_{11} выключается (t_{11}, фиг. 4м).

Таким образом, в рассматриваемом случае, когда по всем трем фазам сети имеет место пиковый режим потребления электроэнергии, блок 1 коммутации осуществляет отключение подачи электроэнергии к нагрузке по всем трем фазам.

Рассмотрим шестой случай, когда по всем трем фазам сети (А, В, С, фиг. 1) в момент времени t_{12} режим потребления изменяется с пикового на внепиковый.

В этом случае выходные сигналы всех трех амплитудных дискриминаторов 7_1, 7_2, 7_3 в момент времени t_{12} изменяются с "лог. 0" на "лог. 1" (t_{12}, фиг. 4а, б,в).

Под действием сигналов, сформированных амплитудными дискриминаторами 7_1, 7_2, 7_3, в блоке 10 установки приоритета включения коммутационных элементов в момент времени t_{12} происходит размыкание ранее замкнутых ключей 15, 16, 17 в цепях, соединяющих второй вход блока 10 с вторым его выходом и третий вход с третьим выходом. При этом на первом выходе блока 10 в момент времени t_{12} сигнал "лог. 0" изменяется на "лог. 1" (t_{12}, фиг. 4г), а на втором и третьем выходах блока 10 сохраняются сигналы "лог. 0" (t_{12}, фиг. 4д,е).

Под действием сигналов, поступающих с выходов блока 10, на выходах блока 11 задержки включения коммутационных элементов устанавливаются следующие уровни сигналов: на первом выходе в момент времени, $t'_{12}=t_{12}+\tau$ т.е. с задержкой фронта сигнала на время τ, происходит изменение "лог. 0" на "лог. 1" (t_{12}, фиг. 4ж); на втором и третьем выходах сохраняются сигналы "лог. 0" (t_{12}, фиг. 4з,и).

Под действием сигналов, поступающих с выходов блока 11, в блоке 1 коммутации происходит включение ранее выключенного первого (4_1) коммутационного элемента в момент времени t'_{12} (t'_{12}, фиг. 4к), обеспечивая подачу электроэнергии к нагрузке по приоритетной первой фазе; второй (4_2) и третий (4_3) коммутационные элементы сохраняют свое выключенное состояние (t_{12}-t'_{12}, фиг. 4л, м).

Помимо рассмотренного выше варианта "трехфазного" (n 3) выполнения заявляемое устройство может быть реализовано, например, в варианте "двухфазного" (n 2) выполнения, при этом блок 1 коммутации будет содержать два коммутационных элемента 4_1 и 4_2, индикатор 2 внепикового режима электросети два амплитудных дискриминатора 7_1 и 7_2, блок 10 установки приоритета включения коммутационных элементов ключ 15, блок 11 задержки включения коммутационных элементов два элемента задержки фронта сигнала 12_1 и 12_2. Блок 10 установки приоритета включения коммутационных элементов в этом варианте реализации будет формировать сигнал на своем первом выходе при наличии сигнала "лог. 1" на первом входе вне зависимости от сигнала на втором входе, а на втором выходе при наличии сигнала на втором входе и отсутствии сигнала на первом входе. Тем самым будет реализован приоритет на включение первого (4_1) коммутационного элемента по отношению к второму (4_2). Работа устройства в таком "двухфазном" варианте реализации аналогична рассмотренной выше работе устройства 2 "трехфазном" варианте реализации.

Таким образом, в заявляемом устройстве решена задача управления электрической однофазной нагрузкой, допускающей перерывы в электроснабжении, на стороне потребителя в локальных электрических сетях переменного тока путем подключения нагрузки к соответствующей фазе сети в периоды внепикового фазного потребления электроэнергии.

При этом в отличие от прототипа заявляемое устройство реализует функцию управления электрической нагрузкой не в соответствии с временной программой, формируемой таймером, а в соответствии с изменениями уровней фазных напряжений, обусловленных изменениями режимов электропотребления. При этом достигается соответствие периодов подключения нагрузки с реальными периодами внепикового электропотребления по фазам сети.

Таким образом, из рассмотренного видно,

RU 2066084 C1

RU 2066084 C1

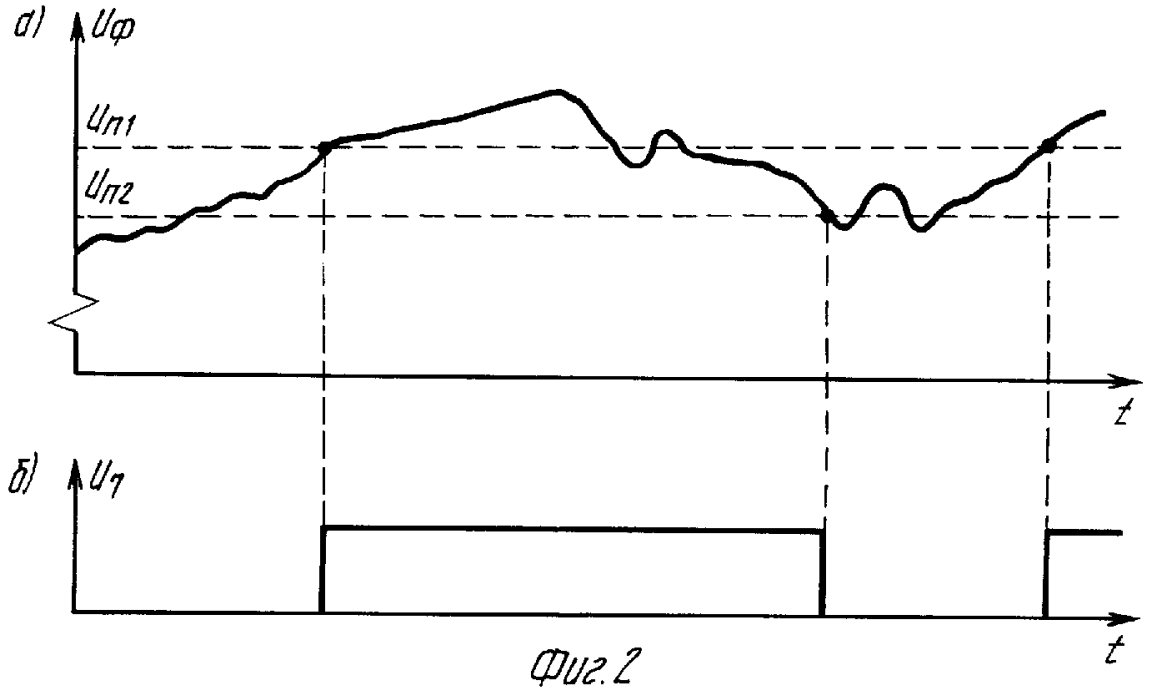
что заявляемое изобретение реализуемо, решает поставленную техническую задачу и может использоваться различными категориями потребителей, в частности, при решении задач электрообогрева во внепиковые периоды фазного электропотребления. ЫЫЫ2

Формула изобретения:

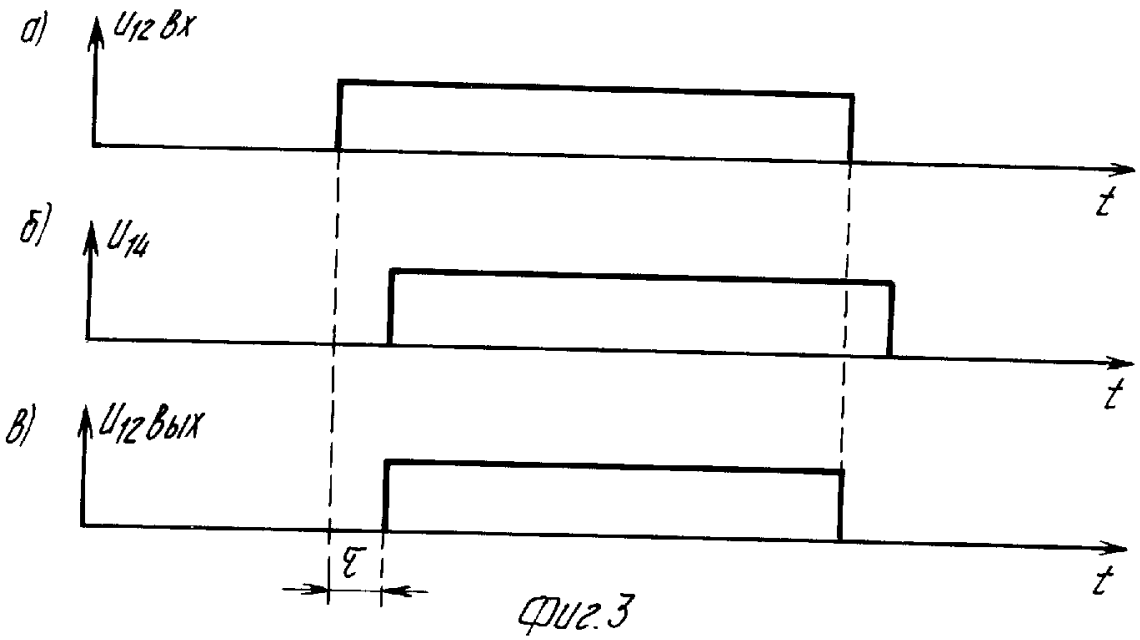
Устройство для управления электрической нагрузкой, содержащее блок коммутации, выполненный в виде n коммутационных элементов, где n > 1 - количество используемых фаз электрической сети, причем силовые входные выводы коммутационных элементов являются силовыми входами блока коммутации и образуют вход устройства для подключения к фазным линиям сети, а силовые выходные выводы являются силовыми выходами блока коммутации, индикатор внепикового режима электросети и блок управления, соединенный по входу с выходом индикатора внепикового режима электросети, а по выходу с управляющим входом блока коммутации, отличающееся тем, что силовые выходы блока коммутации объединены и образуют выход устройства для подключения к нагрузке, индикатор внепикового режима электросети выполнен в виде n амплитудных дискриминаторов, каждый из которых содержит последовательно соединенные выпрямитель, вход которого является входом амплитудного дискриминатора, и пороговый элемент, выход которого является выходом амплитудного дискриминатора, причем входы амплитудных дискриминаторов являются входом индикатора внепикового режима электросети и подключены к соответствующим силовым входам блока коммутации, а выходы амплитудных дискриминаторов являются выходом индикатора внепикового режима электросети, блок управления выполнен в виде последовательно соединенных блока установки приоритета включения коммутационных элементов, n входов которого образуют вход блока управления и подключены к выходам соответствующих амплитудных дискриминаторов индикатора внепикового режима электросети, и блока задержки включения коммутационных элементов, n входов которого подключены к соответствующим n выходам блока установки приоритета включения коммутационных элементов, а n выходов, образующих выход блока управления, подключены к управляющим входным выводам соответствующих n коммутационных элементов блока коммутации, образующих управляющих вход блока коммутации, при этом блок задержки включения коммутационных элементов выполнен в виде n элементов задержки фронта сигнала, входы и выходы которых образуют соответственно входы и выходы блока задержки включения коммутационных элементов, а блок установки приоритета включения коммутационных элементов реализует функцию формирования сигнала на своем первом выходе в случае наличия сигнала на первом входе и формирования сигнала на i-м выходе, где $n \geq i > 1$, в случае наличия сигнала на i-м входе и отсутствия сигнала на j-м входе, где $j < i$.

RU 2066084 C1

RU 2066084 C1



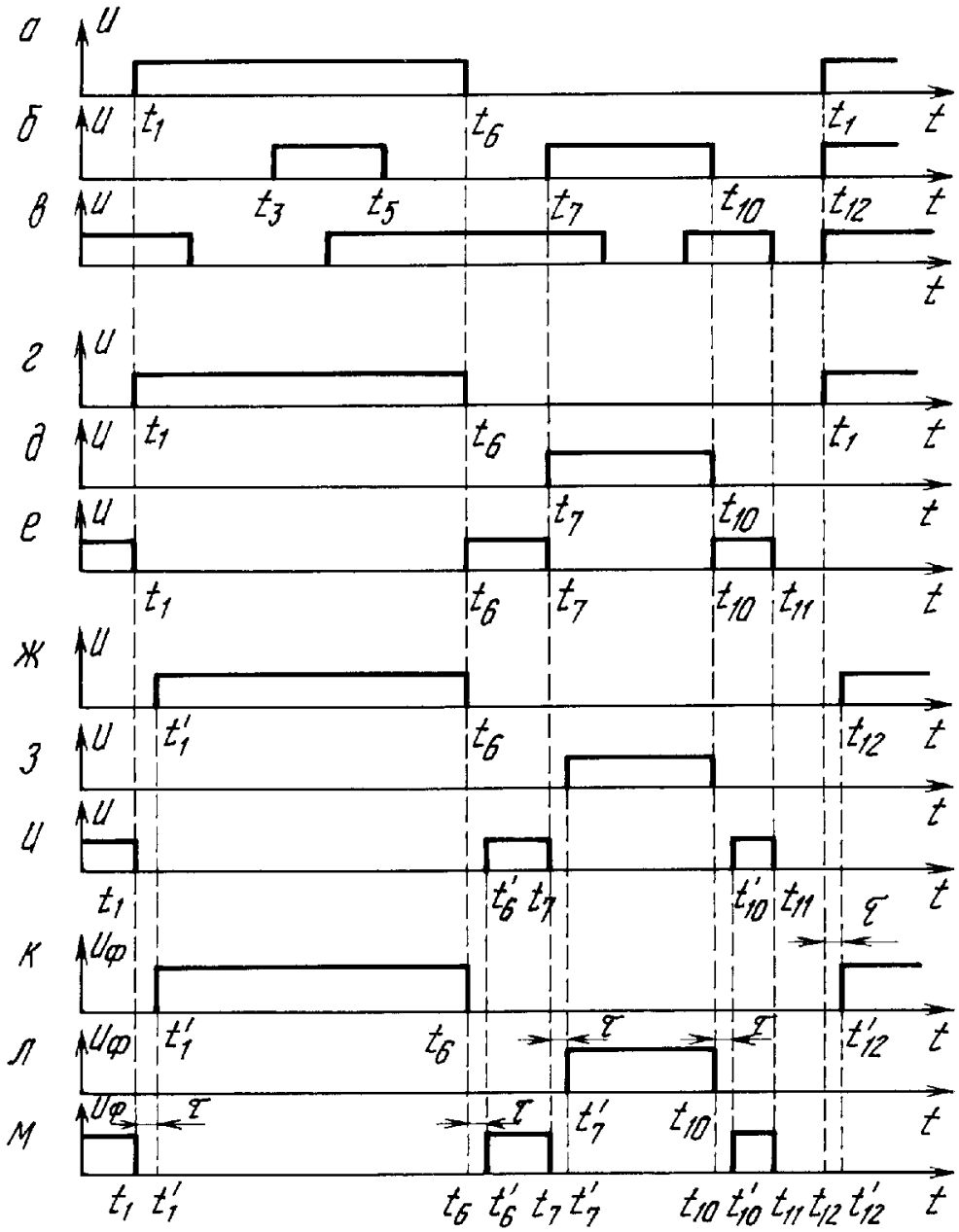
Фиг. 2



Фиг. 3

RU 2066084 C1

RU 2066084 C1



Фиг.4

RU 2066084 C1

RU 2066084 C1