



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006100453/09, 10.01.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.01.2006

(45) Опубликовано: 27.04.2007 Бюл. № 12

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 94025926 A1, 27.07.1996. RU 2117983
C1, 20.08.1998. RU 28574 U1, 27.37.2003. SU
1167595 A1, 15.07.1985. SU 1410005 A1,
15.07.1988. GB 2221360 A, 30.01.1990. US
5714847 A, 03.02.1998. DE 3045631 A,
17.09.1981. EP 0759655 A3, 26.02.1997. WO
2005024539 A1, 17.03.2005.

Адрес для переписки:

420044, г.Казань, пр. Ямашева, 36, а/я 22,
ООО "Центр Новых Технологий "НУР",
исполнительному директору А.С. Минкину

(72) Автор(ы):

Нуждин Владимир Иванович (RU),
Нуждин Евгений Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
"Центр Новых Технологий "НУР" (RU)

RU 2 298 217 C1

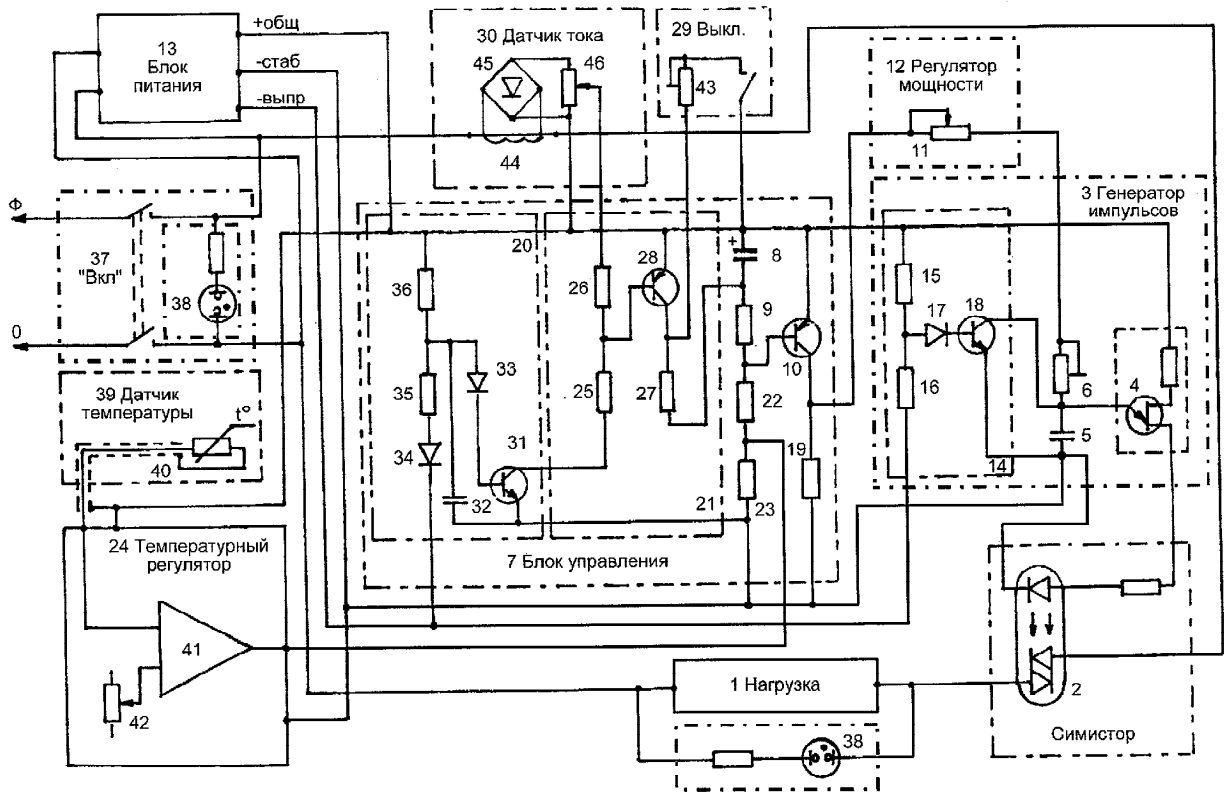
(54) ФАЗОВЫЙ РЕГУЛЯТОР МОЩНОСТИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано, например, для плавного запуска электродвигателя с ограничением пускового тока и возможностью регулировки частоты вращения, для регулирования и стабилизации яркости ламп накаливания или освещенности помещения, для стабилизации заданной температуры в электропечах, водонагревательных или отопительных системах, или со стабилизацией температуры отапливаемого помещения, для регулировки и стабилизации электрической средней мощности, тока или напряжения потребления активной или индуктивной нагрузки, практически любой мощности, рассчитанной на подключение на одну или несколько фаз сетевого питания. Техническим результатом является возможность подключения к нему дополнительных блоков, регуляторов и элементов с целью подключения нагрузки на несколько фаз сетевого питания и расширения функциональных возможностей предлагаемого фазового регулятора мощности с дополнительными функциями: электронного выключения нагрузки с возможностью

предварительного плавного по времени (до нескольких секунд) уменьшения электрической мощности; стабилизации среднего тока или напряжения в нагрузке или ограничения указанных параметров при сохранении ручной регулировки мощности; стабилизации заданной освещенности помещения или температуры нагрева, при подключении лампы накаливания или нагревательного элемента в качестве нагрузки. В фазовый регулятор мощности, содержащий нагрузку, регулирующий ключевой элемент - симистор, источник сетевого питания, генератор импульсов с фазосдвигающей цепью, блок управления с времязадающей цепью в выходном каскаде, терморегулятор, введен переменный резистор, являющийся регулятором мощности, блок питания, генератор импульсов дополнительно содержит каскад разряда конденсатора фазосдвигающей цепи, блок управления дополнен резистором, двумя каскадами управления разрядом конденсатора времязадающей цепи, а времязадающая цепь дополнена двумя резисторами времязадающей цепи. Соединение введенных элементов осуществлено в соответствии с формулой изобретения. 2 ил.

RU 2 298 217 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
G05F 1/66 (2006.01)
H02M 5/257 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2006100453/09, 10.01.2006**

(24) Effective date for property rights: **10.01.2006**

(45) Date of publication: **27.04.2007 Bull. 12**

Mail address:
**420044, g.Kazan', pr. Jamasheva, 36, a/ja 22,
OOO "Tsentri Novykh Tekhnologij "NUR",
ispolnitel'nomu direktoru A.S. Minkinu**

(72) Inventor(s):
**Nuzhdin Vladimir Ivanovich (RU),
Nuzhdin Evgenij Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):
**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju
"Tsentri Novykh Tekhnologij "NUR" (RU)**

(54) **PHASED POWER CONTROLLER**

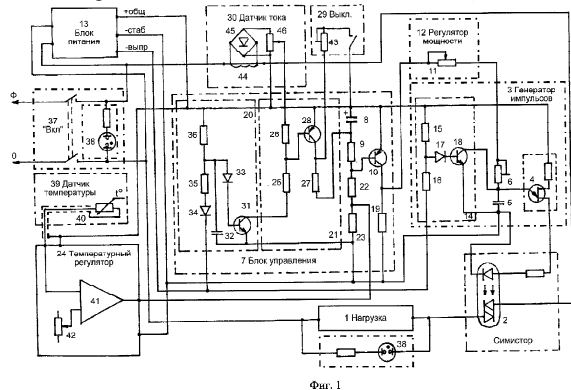
(57) Abstract:

FIELD: electric engineering, possible use, for example, for smooth launch of electric motor with limited launch current and possible control over rotation frequency, for control and stabilization of incandescent lamps or room brightness, for stabilization of given temperature in electric furnaces, water heating or heating systems, or with stabilization of temperature of heated premises, for controlling and stabilizing electric average power, current or voltage of consumption of active or inductive load, of practically any power, meant to be connected to one or several phases of network power.

SUBSTANCE: phase power controller contains load, controlling key element - symistor, network power source, impulse generator with phase-shifting circuit, control block with time-setting circuit in output cascade, thermo-controller. Introduced to device are alternating resistor being the power controller, power block, impulse generator additionally contains discharge cascade of phase-shifting circuit generator, control block is complemented with resistor, two cascades for controlling discharge of time-setting circuit capacitor, while time-setting circuit is complemented with two resistors of time-setting circuit. Connection of introduced elements is performed in accordance to formula of invention.

EFFECT: possible connection of additional blocks, controllers and elements to device to connect load to several network power phases, expanded functional capabilities of suggested phased power controller with following additional functions: electronic disabling of load with possible preliminary smooth (time-wise, up to several seconds) decrease of electric power, stabilization of average current or voltage in load or limiting of aforementioned parameters while preserving manual control output power; stabilization of given brightness of room or heating temperature, when incandescence lamp or heating element represent the load.

2 dwg



RU 2 298 217 C1

RU 2 298 217 C1

Техническое решение относится к электротехнике и может быть использовано, например, для плавного запуска электродвигателя с ограничением пускового тока и возможностью регулировки частоты вращения, для регулирования и стабилизации яркости ламп накаливания или освещенности помещения, для стабилизации заданной температуры

5 в электропечах, водонагревательных или отопительных системах, или со стабилизацией температуры отапливаемого помещения, для регулировки и стабилизации электрической средней - мощности, тока или напряжения потребления активной или индуктивной нагрузки, практически любой мощности, рассчитанной на подключение на одну или несколько фаз сетевого питания.

10 Известен «Регулятор мощности на симисторе», описанный В. Тихоновым из г. Красноярск в журнале «РАДИО» №9, 1981 г., стр.41, содержащий последовательно включенный между источником сетевого питания и нагрузкой симистор, к выводам управления которого подключены два генератора импульсов, содержащих фазосдвигающую RC цепь. Генераторы собраны на транзисторах, включенных по схеме

15 аналога однопериодных транзисторов. Один генератор открывает симистор при положительной полуволне сетевого напряжения, а другой - при отрицательной.

Известна «Микросхема КР1182ПМ1 - фазовый регулятор мощности», описанный А.Немичем из г. Брянск в журнале «РАДИО» №7, 1999 г., стр.44-46, где микросхема состоит из двух тринисторов, собранных каждый по схеме транзисторного аналога

20 тринистора и включенных встречно - параллельно, и узла управления. Выход узла управления связан с управляющими выводами тринисторов разделительными диодами. Один тринистор пропускает положительную полуволну сетевого напряжения, а другой - отрицательную.

Одинаковые элементы или схемные сборки обладают разбросом параметров, что

25 вызывает перекос фазы. Поэтому описанные выше аналоги регулятора обладают следующим недостатком:

- невозможность использования для подключения индуктивных нагрузок с большой электрической мощностью потребления. При подключении первичной обмотки силового трансформатора (например, сварочного аппарата) и установке электрической мощности

30 потребления близкой к минимальной, по обмотке будет течь большой (произойдет изменение сопротивления нагрузки) импульсный ток с фазовой частотой одной полярности (что равносильно короткому замыканию), вызывая ее нагрев (или перегрев).

Известен «Регулятор переменного напряжения» или мощности, выбранный в качестве прототипа для предлагаемого технического решения, заявка RU №94025926 А1, бюл. №21,

35 27.07.1996 г., содержащий последовательно включенный между источником питания и нагрузкой регулирующий ключевой элемент, выполненный в виде тиристора, включенного в диагональ постоянного тока выпрямительного моста, симистор, анод и управляющий электрод которого подключены в диагональ переменного тока выпрямительного моста, релаксационный генератор импульсов, выводы питания которого подключены в диагональ

40 постоянного тока выпрямительного моста, каскад управления, имеющий регулируемое сопротивление с входными и выходными выводами, времязадающую цепь, включающую последовательно соединенные конденсатор и резистор, и выпрямитель, причем первый и второй выходные выводы регулируемого сопротивления включены последовательно в фазосдвигающую цепь релаксационного генератора, первый входной вывод регулируемого

45 сопротивления, первый вывод конденсатора времязадающей цепи и положительный вывод выпрямителя подключены к положительному выводу питания релаксационного генератора, второй вывод конденсатора времязадающей цепи связан с отрицательным выводом выпрямителя, при этом во времязадающую цепь введен источник тока, входной вывод которого подключен к отрицательному выводу выпрямителя, а выходной вывод - к

50 резистору, причем общая точка резистора и выходного вывода источника тока соединена со вторым входным выводом регулируемого сопротивления.

Описанный выше прототип - регулятор переменного напряжения или мощности обладает следующими недостатками:

- при наличии функции плавного по времени нарастания мощности потребления в нагрузке (при включении) не предусмотрена дополнительная функция электронного отключения нагрузки с возможностью плавного по времени уменьшения в ней выделяемой электрической мощности,

5 - при кратковременном отключении сетевого питания не предусмотрен быстрый разряд конденсатора времязадающей цепи, для сохранения функции плавного нарастания мощности потребления в нагрузке при повторном включении,

- не предусмотрена возможность подключения дополнительных блоков управления, например, температурного регулятора (регуляторов) с функциями ограничения или

10 стабилизации температуры нагрева,

- при наличии функции регулировки электрической мощности, выделяемой в нагрузке, отсутствует возможность использования дополнительных функций - стабилизации средней электрической мощности, тока или напряжения, выделяемого в нагрузке.

Решаемая техническая задача предлагаемого фазового регулятора мощности с
15 функциями плавного нарастания по времени выделяемой электрической мощности в (активной или индуктивной) нагрузке, при включении (с сохранением данной функции, при повторном включении сетевого питания после кратковременного отключения), и
возможностью ее регулировки заключается в возможности подключения к нему
дополнительных блоков, регуляторов и элементов с целью подключения нагрузки на
20 несколько фаз сетевого питания (если она на это рассчитана) и расширения
функциональных возможностей предлагаемого фазового регулятора мощности с
дополнительными функциями:

- электронного выключения нагрузки с возможностью предварительного плавного по времени (до нескольких секунд) уменьшения электрической мощности,

25 - стабилизации среднего тока или напряжения в нагрузке (установленного вручную) или ограничения указанных параметров при сохранении ручной регулировки мощности,

- стабилизации заданной освещенности помещения (установленной вручную) или температуры нагрева при подключении лампы накаливания или нагревательного элемента в качестве нагрузки (соответственно).

30 Решаемая техническая задача в фазовом регуляторе мощности, содержащем соединенный последовательно с нагрузкой регулирующий ключевой элемент - симистор, выводы которых являются выводами для подключения к источнику сетевого питания, генератор импульсов, содержащий фазосдвигающую цепь, состоящую из конденсатора и резистора, вывод которого является первым входным выводом генератора импульсов, блок
35 управления, выходной каскад которого содержит времязадающую цепь, состоящую из конденсатора и первого резистора, и первое регулируемое сопротивление, выходной вывод которого является выходным выводом блока управления, а точка соединения вывода конденсатора времязадающей цепи и входного вывода первого регулируемого сопротивления является плюсовым выводом питания блока управления и соединена с
40 плюсовым выводом питания генератора импульсов, достигается тем, что введен переменный резистор, являющийся регулятором мощности, выводы которого подсоединены к выходному выводу блока управления и первому входному выводу генератора импульсов соответственно, выходные выводы которого связаны с выводами управления регулирующего ключевого элемента - симистора, а также содержит блок
45 питания с входными выводами, подсоединенными соответственно к выводам для подключения к источнику сетевого питания и выходными выводами - первым минусовым выпрямленного напряжения, соединенным с первым входным выводом блока управления и вторым входным выводом генератора импульсов, вторым минусовым выводом стабилизированного напряжения и общим плюсовым выводом, соединенными с
50 минусовыми и плюсовыми выводами питания, соответственно, блока управления и генератора импульсов, генератор импульсов дополнительно содержит каскад разряда конденсатора фазосдвигающей цепи, состоящий из последовательно соединенных первого и второго резисторов, вывод первого из которых подсоединен к плюсовому выводу

питания, а вывод второго является вторым входным выводом генератора импульсов, первого диода и первого управляемого ключевого элемента, выходной вывод которого подсоединен к выводу конденсатора фазосдвигающей цепи, являющемуся минусовым выводом питания генератора импульсов, а входной вывод - к точке соединения выводов конденсатора и резистора фазосдвигающей цепи, причем катод первого диода соединен с управляющим выводом первого управляемого ключевого элемента, а анод подсоединен к точке соединения выводов первого и второго резисторов, блок управления дополнен третьим резистором, первый вывод которого подсоединен к выходному выводу первого регулируемого сопротивления, а второй вывод является минусовым выводом питания блока управления, двумя - первым и вторым каскадами управления разрядом конденсатора времязадающей цепи, а времязадающая цепь дополнена двумя последовательно соединенными вторым и третьим резисторами времязадающей цепи, из которых вывод третьего резистора времязадающей цепи подсоединен к минусовому выводу питания блока управления, а вывод второго резистора времязадающей цепи - к точке соединения вывода первого резистора времязадающей цепи и управляющего вывода первого регулируемого сопротивления, точка соединения выводов второго и третьего резисторов времязадающей цепи является вторым входным выводом блока управления для подсоединения выходного вывода температурного регулятора, при этом второй каскад управления состоит из четвертого, пятого и шестого резисторов и второго регулируемого сопротивления, входной вывод которого подсоединен к плюсовому выводу питания блока управления, управляющий вывод - к точке соединения первых выводов четвертого и пятого резисторов, причем первый вывод шестого резистора подсоединен к точке соединения выводов конденсатора и первого резистора времязадающей цепи, а точка соединения второго вывода шестого резистора и выходного вывода второго регулируемого сопротивления является третьим входным выводом блока управления для подсоединения вывода выключателя, а второй вывод пятого резистора является четвертым входным выводом блока управления для подсоединения выходного вывода датчика тока, первый каскад управления состоит из второго управляемого ключевого элемента, входной вывод которого соединен со вторым выводом четвертого резистора, а выходной вывод подсоединен к минусовому выводу питания блока управления, дополнительного конденсатора, второго диода и цепи с последовательным соединением третьего диода, катод которого является первым входным выводом блока управления, и двух - седьмого и восьмого резисторов, с подсоединением вывода последнего к плюсовому выводу питания блока управления, к точке соединения выводов седьмого и восьмого резисторов подсоединены первый вывод дополнительного конденсатора и анод второго диода, второй вывод дополнительного конденсатора подсоединен к минусовому выводу питания блока управления, катод второго диода соединен с управляющим выводом второго ключевого элемента.

На фиг.1 показана функциональная схема фазового регулятора мощности подключенного к выходным выводам выключателя с индикатором, входные выводы которого соответственно подсоединены к источнику сетевого питания. Также показаны дополнительные элементы схемы: температурный регулятор с датчиком температуры, в качестве которого используется терморезистор, выключатель, датчик тока и индикатор нагрузки.

На фиг.2 показана принципиальная электрическая схема фазового регулятора мощности с подключенными дополнительными элементами схемы фиг.1 и подключенным дополнительным блоком - термометром с цифровым индикатором и показано место расположения индикатора нагрузки. Также показано подключение нагрузки рассчитанной на подключение к двум фазам сетевого питания с помощью дополнительных элементов: симистора, источника выпрямленного напряжения и генератора импульсов.

Фазовый регулятор мощности (фиг.1) содержит соединенный последовательно с нагрузкой 1 регулирующий ключевой элемент 2 - симистор, например, оптронный, выводы которых являются выводами для подключения к источнику сетевого питания; генератор импульсов 3, содержащий также однопереходный транзистор 4, первая база которого

является первым выходным выводом генератора импульсов 3, а вторая база связана с плюсовым выводом питания генератора импульсов 3, фазосдвигающую цепь, состоящую из конденсатора 5 и резистора 6, вывод которого является первым входным выводом генератора импульсов 3; блок управления 7, выходной каскад которого содержит

5 времязадающую цепь, состоящую из полярного конденсатора 8 и первого 9 резистора, и первое регулируемое сопротивление 10, в качестве которого используется составной транзистор р-п-р типа, выходной вывод - коллектор, который является выходным выводом блока управления 7, а точка соединения вывода конденсатора 8 времязадающей цепи и входного вывода - эмиттера первого регулируемого сопротивления 10 - транзистора,

10 является плюсовым выводом питания блока управления 7, и соединена с плюсовым выводом питания генератора импульсов 3. Фазовый регулятор мощности также содержит, переменный резистор 11 являющийся регулятором мощности 12, выводы которого подсоединены к выходному выводу блока управления 7 и первому входному выводу генератора импульсов 3 соответственно, выходные выводы которого: первый - первая база

15 однопереходного транзистора 4 и второй - минусовой вывод питания генератора импульсов 3, с соблюдением полярности, связаны с выводами управления регулирующего ключевого элемента 2 - симистора. А также содержит блок питания 13 с входными выводами, подсоединенными соответственно к выводам для подключения к источнику сетевого питания и выходными выводами - первым минусовым выпрямленного напряжения,

20 соединенным с первым входным выводом блока управления 7 и вторым входным выводом генератора импульсов 3, вторым минусовым выводом стабилизированного напряжения и общим плюсовым выводом, соединенными с минусовыми и плюсовыми выводами питания, соответственно блока управления 7 и генератора импульсов 3. Генератор импульсов 3 дополнительно содержит каскад 14 разряда конденсатора 5 фазосдвигающей цепи,

25 состоящий из последовательно соединенных первого 15 и второго 16 резисторов, вывод первого 15 резистора из которых подсоединен к плюсовому выводу питания, а вывод второго 16 резистора является вторым входным выводом генератора импульсов 3, первого диода 17 и первого управляемого ключевого элемента 18, в качестве которого используется транзистор п-р-п типа, выходной вывод - эмиттер, который подсоединен к

30 выводу конденсатора 5 фазосдвигающей цепи, являющемуся минусовым выводом питания генератора импульсов 3, а входной вывод - коллектор - к точке соединения эмиттера однопереходного транзистора 4 и выводов конденсатора 5 и резистора 6 фазосдвигающей цепи. Причем катод первого диода 17 соединен с управляющим выводом - базой первого управляемого ключевого элемента 18 - транзистора, а анод подсоединен к точке

35 соединения первого 15 и второго 16 резисторов. Блок управления 7 дополнен третьим 19 резистором, первый вывод которого подсоединен к выходному выводу - коллектору первого регулируемого сопротивления 10 - транзистора, а второй вывод является минусовым выводом питания блока управления 7, двумя - первым 20 и вторым 21 каскадами управления разрядом конденсатора 8 времязадающей цепи. А времязадающая цепь

40 дополнена двумя последовательно соединенными - вторым 22 и третьим 23 резисторами времязадающей цепи, из которых вывод третьего 23 резистора времязадающей цепи подсоединен к минусовому выводу питания блока управления 7, а вывод второго 22 резистора времязадающей цепи - к точке соединения вывода первого 9 резистора времязадающей цепи и управляющего вывода - базы первого регулируемого

45 сопротивления 10 - транзистора. Точка соединения выводов второго 22 и третьего 23 резисторов времязадающей цепи является вторым входным выводом блока управления 7 для подсоединения выходного вывода температурного регулятора 24. Второй каскад 21 управления состоит из четвертого 25, пятого 26, шестого 27 резисторов и второго регулируемого сопротивления 28, в качестве которого используется транзистор р-п-р

50 типа. Входной вывод - эмиттер которого подсоединен к плюсовому выводу питания блока управления 7, управляющий вывод - база - к точке соединения первых выводов четвертого 25 и пятого 26 резисторов. Причем первый вывод шестого 27 резистора подсоединен к точке соединения выводов конденсатора 8 и первого 9 резистора времязадающей цепи.

Точка соединения второго вывода шестого 27 резистора и выходного вывода - коллектора второго регулируемого сопротивления 28 - транзистора является третьим входным выводом блока управления 7 для подсоединения вывода выключателя 29. Второй вывод пятого 26 резистора является четвертым входным выводом блока управления 7 для подсоединения выходного вывода датчика тока 30. Первый каскад 20 управления состоит из второго управляемого ключевого элемента 31, в качестве которого используется транзистор n-p-n типа, входной вывод - коллектор, который соединен со вторым выводом четвертого 25 резистора, а выходной вывод - эмиттер подсоединен к минусовому выводу питания блока управления 7; дополнительного конденсатора 32, второго диода 33 и цепи с последовательным соединением третьего диода 34, катод которого является первым входным выводом блока управления 7, и двух - седьмого 35 и восьмого 36 резисторов, с подсоединением вывода последнего к плюсовому выводу питания блока управления 7. К точке соединения выводов седьмого 35 и восьмого 36 резисторов подсоединены первый вывод дополнительного конденсатора 32 и анод второго диода 33. Второй вывод дополнительного конденсатора 32 подсоединен к минусовому выводу питания блока управления 7, катод второго диода 33 соединен с управляющим выводом - базой второго ключевого элемента 31 - транзистора.

На фиг.1 показана функциональная схема фазового регулятора мощности, подключенного к выходным выводам выключателя 37 с индикатором 38, входные выводы которого соответственно подсоединены к источнику сетевого питания. Также показаны дополнительные элементы схемы: температурный регулятор 24 с датчиком температуры 39, в качестве которого используется терморезистор 40, выключатель 29, датчик тока 30 и индикатор нагрузки 38, выводы которого подсоединены соответственно к выводам нагрузки 1. Температурный регулятор 24 содержит операционный усилитель 41 и переменный резистор 42 - регулятор температуры, вывод ползунка которого соединен с первым входным выводом операционного усилителя 41. Выводы питания температурного регулятора 24 с соблюдением полярности подсоединены к выходным выводам стабилизированного напряжения блока питания 13. Первый вывод терморезистора 40 подсоединен к плюсовому выводу питания температурного регулятора 24, а второй соединен со вторым входным выводом операционного усилителя 41, выходной вывод которого является выходным выводом температурного регулятора 24. Первый вывод выключателя 29 подсоединен к плюсовому выводу питания, а второй вывод через подстроечный резистор 43 соединен с третьим входным выводом блока управления 7. Датчик тока 30 содержит трансформатор тока 44, выпрямительный мост 45 и регулятор тока 46, в качестве которого используется переменный резистор. Выводы первичной обмотки трансформатора тока 44 подсоединены в разрыв провода сетевого питания, последовательно с регулирующим ключевым элементом 2 - симистором и нагрузкой 1. Выводы вторичной обмотки подсоединены в диагональ переменного тока выпрямительного моста 45, а выводы регулятора тока 46 - переменного резистора подсоединены в диагональ постоянного тока. Точка соединения вывода регулятора тока 46 - переменного резистора и плюсового вывода выпрямительного моста 45 подсоединена к плюсовому выводу питания, а вывод ползунка регулятора тока 46 - переменного резистора, являющийся выходным выводом датчика тока 30, подсоединен к четвертому входному выводу блока управления 7.

На фиг.2 показана принципиальная электрическая схема, где подключение предлагаемого фазового регулятора мощности к источнику сетевого питания первой фазы происходит через двухфазный выключатель 37 с подключенными дополнительными элементами схемы фиг.1 и подключенным дополнительным блоком - термометром 47 с цифровым индикатором 48, и показано место расположения индикатора нагрузки 38. Выводы питания термометра 47 подсоединены к выходным выводам стабилизированного напряжения блока питания 13, а входные выводы к выводам терморезистора 40 с соблюдением полярности. Также показано подключение нагрузки 1, рассчитанной на подключение к двум фазам сетевого питания, с помощью дополнительных элементов:

симистора 2 второй фазы, источника выпрямленного напряжения 49 и генератора 3 импульсов второй фазы. В качестве возможного практического примера использования и его подключения симистор 2 второй фазы показан не оптронный (на практике лучше использовать однотипные симисторы 2). Нагрузка 1 имеет два вывода для подключения к первой и второй фазе сетевого питания (нумерация в данном случае условная) и один общий вывод, который заземлен. Источник выпрямленного напряжения 49 имеет входные и выходные выводы. Один из входных выводов источника выпрямленного напряжения 49 заземлен, а другой подсоединен к точке соединения входного вывода симистора 2 второй фазы и выходного вывода выключателя 37 второй фазы. Вывод нагрузки 1 для подключения к первой фазе сетевого питания соединен с выходным выводом регулирующего ключевого элемента 2 - симистора первой фазы, а вывод для подключения ко второй фазе сетевого питания соединен с выходным выводом симистора 2 второй фазы, выводы управления которого связаны с генератором 3 импульсов второй фазы. Выводы питания генератора 3 импульсов второй фазы с соблюдением полярности подсоединены к выходным выводам стабилизированного напряжения блока питания 13, общий плюсовой вывод которого заземлен. Регулятор мощности 12 содержит сдвоенный переменный резистор 11 (ползунки переменных резисторов 11 имеют одну общую ручку перемещения), выводы второго из которых подсоединены к выходному выводу блока управления 7 и первому входному выводу генератора 3 импульсов второй фазы соответственно. Плюсовой выходной вывод источника выпрямленного напряжения 49 заземлен, а минусовой - соединен со вторым входным выводом генератора 3 импульсов второй фазы.

Рассмотрим работу фазового регулятора мощности по функциональной схеме, показанной на Фиг.1, с поочередным рассмотрением дополнительно выполняемых функций на примерах конкретной реализации.

Допустим, что ползунок переменного резистора 11 - регулятора мощности 12 находится в крайнем правом положении. Ползунок регулятора тока 46 - переменного резистора находится в крайнем нижнем положении. Ползунок подстроечного резистора 43 выключателя 29 находится в крайнем нижнем положении. В исходном состоянии дополнительный конденсатор 32 первого каскада 20 управления разрядом, конденсатор 8 времязадающей цепи блока управления 7 и конденсатор 5 фазосдвигающей цепи генератора импульсов 3 разряжены. При включении выключателя 37 «Вкл.» фазовое напряжение сетевого питания подается на индикатор 38 выключателя 37, вызывая его свечение, блок питания 13 и регулирующей ключевой элемент 2 - симистор, который на данный момент остается закрытым. При возникновении напряжений на выходных выводах блока питания 13 через третий диод 34, седьмой 35, восьмой 36 резисторы и дополнительный конденсатор 32 начинает течь ток, вызывающий быстрый заряд последнего и образование минусового потенциала на аноде второго диода 33. Благодаря отсутствию положительного потенциала на управляющем выводе - базе второго управляемого ключевого элемента 31 - транзистора, он остается закрытым, а при отсутствии отрицательного потенциала на управляющем выводе - базе второго регулируемого сопротивления 28 - транзистора, его сопротивление остается большим. При протекании тока через первый 15 и второй 16 резисторы генератора импульсов 3 образуется отрицательный потенциал на аноде первого диода 17 - он закрыт. При отсутствии положительного потенциала на управляющем выводе - базе первого управляемого ключевого элемента 18 - транзистора он тоже остается закрытым. При возникновении напряжения на выводах питания блока управления 7 и разряженном конденсаторе 8 времязадающей цепи, на управляющем выводе - базе первого регулируемого сопротивления 10 - транзистора возникает отрицательный потенциал, близкий к нижнему пороговому значению, открывающему его. По времязадающей цепи начинает течь ток. Значение потенциала увеличивается, по линейному закону, с ростом заряда конденсатора 8 времязадающей цепи. Увеличение отрицательного потенциала на управляющем выводе - базе первого регулируемого сопротивления 10 - транзистора приводит к уменьшению его сопротивления. Это приводит к плавному по времени росту

тока, проходящего через третий 19 резистор и конденсатор 5 фазосдвигающей цепи, заряду последнего и увеличению напряжения прикладываемого к эмиттерному переходу однопереходного транзистора 4 генератора импульсов 3. При достижении некоторого критического значения, определяемого характеристикой транзистора, однопереходный

5 транзистор 4 открывается, и конденсатор 5 фазосдвигающей цепи разряжается через эмиттерный переход однопереходного транзистора 4 и управляющий переход регулирующего ключевого элемента 2 - симистора (светодиод симистора 2). Изменение напряжения на выводах управления регулирующего ключевого элемента 2 - симистора, которое в качестве входного сигнала в виде переднего фронта импульса (вызывает

10 свечение светодиода) открывает регулирующий ключевой элемент 2 - симистор. Генератор импульсов 3 начинает работать. Открытый регулирующий ключевой элемент 2 - симистор пропускает через нагрузку 1 ток до конца текущего полупериода фазового напряжения. В момент прохождения нулевой точки (точки «нуль» фазового напряжения сетевого питания) - отрицательный потенциал на втором входном выводе генератора импульсов 3

15 (выводе второго 16 резистора) отсутствует. В этот момент через первый 15 резистор (ограничивающий ток), первый диод 17 и управляющий вывод (переход база - эмиттер) первого управляемого ключевого элемента 18 - транзистора проходит положительный импульс, открывающий первый управляемый ключевой элемент 18 - транзистор, через который происходит разряд конденсатора 5 фазосдвигающей цепи. Таким образом

20 осуществляется привязка работы генератора импульсов 3 к нулевым точкам фазового перехода в каждом полупериоде. Благодаря сглаживающим накопительным конденсаторам блока питания 13, при прохождении нулевой точки, стабилизированное напряжение на его выводах остается. При отсутствии тока регулирующий ключевой элемент 2 - симистор закрывается. За время прохождения нулевой точки дополнительный конденсатор 32 блока

25 управления 7 не успевает перезарядиться, поэтому второй управляемый ключевой элемент 31 - транзистор остается закрытым. После прохождения нулевой точки фазового перехода возобновляется отсчет времени формирования очередного первого (относительно нулевой точки) открывающего импульса. После прохождения первого открывающего импульса последующие - сформированные, в данный полупериод

30 (генератором импульсов 3), импульсы влияния на регулирующий ключевой элемент 2 - симистор не оказывают, так как он уже открыт. При нарастании тока заряда конденсатора 5 фазосдвигающей цепи происходит сокращение времени формирования первого открывающего импульса и увеличение, с каждой полуволной фазы, электрической мощности, выделяемой в нагрузку 1. Если время заряда конденсатора 8 времязадающей

35 цепи, от момента включения фазового сетевого питания и начала открывания (выделения минимальной электрической мощности в нагрузку 1) регулирующего ключевого элемента 2 - симистора до полного его открывания (выделения максимальной мощности) растянуто по времени до трех секунд, то за это время через регулирующий ключевой элемент 2 - симистор проходит до 300 полуволн фазового напряжения сетевого питания с повышением

40 мощности, выделяемой в нагрузку 1. Время плавного нарастания мощности определяется емкостью конденсатора 8 и суммой номиналов первого 9, второго 22, третьего 23, резисторов времязадающей цепи. Номинал напряжения конденсатора 8 времязадающей цепи должен соответствовать стабилизированному напряжению блока питания 13. Нижнее пороговое значение отрицательного потенциала на управляющем выводе - базе первого

45 регулируемого сопротивления 10 - транзистора определяется (номиналом первого 9 резистора времязадающей цепи) - началом открывания регулируемого ключевого элемента 2 - симистора. Полное открывание регулирующего ключевого элемента 2 - симистора определяется максимальным током заряда конденсатора 5 (номиналом резистора 6) фазосдвигающей цепи, при превышении которого происходит срыв работы генератора

50 импульсов 3. Поэтому изменение тока, проходящего через первое регулируемое сопротивление 10 - транзистор, происходит по линейному закону. При прохождении верхнего порогового значения отрицательного потенциала на управляющем выводе - базе первого регулируемого сопротивления 10 - транзисторе и дальнейшем его росте, при

росте напряжения на выводах конденсатора 8 времязадающей цепи, изменение тока, проходящего через первое регулируемое сопротивление 10 - транзистор, не происходит. Верхнее пороговое значение отрицательного потенциала определяется полным открыванием регулирующего ключевого элемента 2 - симистора. При необходимости, 5 дальнейший рост напряжения на выводах конденсатора 8 времязадающей цепи можно ограничить, например, постоянным сопротивлением (не показано). Изменением положения ползунка переменного резистора 11 - регулятора мощности 12 можно установить необходимую электрическую мощность, выделяемую в нагрузке 1. При отключении сетевого питания происходит затянутый по времени разряд сглаживающих накопительных 10 конденсаторов блока питания 13. Благодаря наличию напряжения на выводах питания блока управления 7 через восьмой 36 резистор и дополнительный конденсатор 32 проходит ток, вызывающий быстрый перезаряд последнего. С появлением положительного потенциала на аноде второго диода 33 он открывается, открывается и второй управляемый 15 ключевой элемент 31 - транзистор. При открывании второго управляемого ключевого элемента 31 - транзистора на управляющем выводе - базе второго регулируемого сопротивления 28 - транзистора появляется отрицательный потенциал, вызывающий уменьшение его сопротивления, что приводит к быстрому разряду конденсатора 8 времязадающей цепи. Поэтому при быстром повторном включении сетевого питания функция плавного включения нагрузки 1 остается. Третий диод 34 исключает влияние 20 емкости дополнительного конденсатора 32 на работу генератора импульсов 3. Первый диод 17 защищает первый управляемый ключевой элемент 18 - транзистор, второй диод 33 защищает второй управляемый ключевой элемент 31 - транзистор от подачи в управляющие выводы - базы тока отрицательной полярности. Шестой 27 резистор ограничивает ток разряда конденсатора 8 времязадающей цепи при отключении 25 (выключении) фазового регулятора мощности.

При отключении фазового регулятора с нагрузкой 1 большой потребляемой мощности, а особенно с индуктивной составляющей может происходить перепад фазового напряжения в сети питания и образование дугового разряда на контактах выключателя 37. Чтобы этого не происходило, в предлагаемом фазовом регуляторе мощности предусмотрена 30 дополнительная функция - электронного отключения нагрузки 1 с помощью выключателя 29. При замыкании контактов выключателя 29 происходит разряд полярного конденсатора 8 времязадающей цепи и отключение нагрузки 1 с возможностью выбора времени отключения, регулировкой подстроечного резистора 43. Время плавного отключения нагрузки может составлять несколько секунд. Выводы блока управления 7 для 35 подключения выключателя 29 могут использоваться так же, как и в фазовом регуляторе мощности (микросхемы КР1182ПМ1) аналога. Например, для подключения выводов ртутного контактного градусника или биметаллического контактного датчика температуры, с функцией стабилизации температуры, в ключевом режиме отключения нагрузки 1 (нагревательного элемента) или подключения фотоприемника для стабилизации свечения 40 лампы накаливания или освещенности в помещении (в качестве нагрузки лампа накаливания), с той разницей, что плюсовой вывод может быть заземлен.

При использовании в качестве нагрузки 1, например, электродного нагревателя воды с подключением датчика тока 30 может использоваться функция стабилизации среднего тока в нагрузке 1. Ползунок регулятора тока 46 - переменного резистора находится в среднем 45 положении. Благодаря функции плавного нарастания мощности в нагрузке 1 (при включении) в проводнике сетевого питания, являющемся первичной обмоткой трансформатора тока 44, каждый полупериод происходит прирост импульса тока, что приводит к увеличению выпрямленного сигнала с датчика тока 30, который через пятый 26 резистор (ограничивающий ток), подается на управляющий вывод - базу второго 50 регулируемого сопротивления 28 - транзистора блока управления 7. При превышении сигналом порогового значения второе регулируемое сопротивление 28 - транзистор начинает изменять, пропорционально величине сигнала, свое сопротивление, через которое происходит частичный разряд конденсатора 8 времязадающей цепи. С

уменьшением тока в нагрузке 1 уменьшается и сигнал с датчика тока 30. Так как в данном случае конденсатор 8 времязадающей цепи начинает работать как интегрирующая емкость, когда происходит усреднение сигналов нескольких полупериодов фазового тока, можно говорить о стабилизации среднего тока в нагрузке 1, не зависящего, в данном случае, от изменения проводимости нагреваемой воды. При перемещении ползунка регулятора тока 46 - переменного резистора датчика тока 30 изменяется задаваемая величина тока стабилизации.

Благодаря возможности подключения нагрузки с индуктивной составляющей предлагаемым фазовым регулятором мощности можно стабилизировать среднее напряжение, прикладываемое к нагрузке 1. Если в рассмотренном датчике тока 30 заменить трансформатор тока 44 на сетевой понижающий трансформатор, с подключением выводов первичной обмотки параллельно нагрузке 1, а вторичной - в диагональ переменного тока выпрямительного моста 45 (не показано), то рассмотренный датчик тока 30 станет датчиком напряжения. К предлагаемому фазовому регулятору мощности возможно одновременное подключение датчика тока 30 и датчика напряжения или нескольких датчиков (не показано). Если к точке соединения управляющего вывода - базы второго регулируемого сопротивления 28 - транзистора и первых выводов пятого 25, и четвертого 26 резисторов подсоединить первый вывод дополнительного резистора (лучше с номиналом пятого 26 резистора), то второй его вывод будет являться пятым входным выводом блока управления 7 для подключения второго датчика, например, напряжения (не показано). При подключении рассмотренных датчиков, с помощью переменного резистора 11 - регулятора мощности 12 можно производить регулировку лишь с уменьшением параметра установленного на датчике (тока 30 или напряжения). Функция стабилизации установленного параметра трансформируется в функцию ограничения. Кроме того, при установке датчиков отпадает необходимость в наличии переменного резистора 11 - регулятора мощности 12, который может быть заменен переключкой (не показано), так как его функция переходит к регулятору тока 46 (или напряжения) - переменному резистору датчика тока 30 (или напряжения).

Если предлагаемый фазовый регулятор мощности дополнен температурным регулятором 24, то он может использоваться для стабилизации температуры, например, в электропечи, нагревательный элемент (элементы с параллельным подключением) которой подключен в качестве нагрузки 1. В зависимости от желаемого диапазона температуры нагрева может использоваться температурный регулятор, рассчитанный на работу с датчиком температуры 39, в качестве которого используется терморезистор или терморезистор. Для описания конкретного примера работы температурного регулятора 24 в качестве датчика температуры используется терморезистор 40. Работа температурного регулятора 24 заключается в сравнении изменения напряжения на терморезисторе 40 (при изменении температуры), связанном со вторым входным выводом операционного усилителя 41 температурного регулятора 24 и опорного напряжения, выставленного с помощью переменного резистора 42 - регулятора температуры, вывод ползунка которого соединен с первым входным выводом операционного усилителя 41. Сигнал рассогласования усиливается операционным усилителем 41 и подается на второй входной вывод блока управления 7. Третий 23 резистор времязадающей цепи является нагрузкой операционного усилителя 41. При плавном увеличении сигнала рассогласования плавно увеличивается и напряжение на выводах третьего 23 резистора времязадающей цепи. Это приводит к понижению отрицательного потенциала на управляющем выводе - базе первого регулируемого сопротивления 10 - транзистора, увеличению его сопротивления, частичному разряду конденсатора 8 времязадающей цепи и уменьшению электрической мощности, выделяемой в нагрузке 1. Плавное уменьшение электрической мощности, выделяемой в нагрузке 1, начинается происходить за несколько градусов до заданного значения, установленного на лимбе переменного резистора 42 - регулятора температуры, и прекращается при его достижении. В дальнейшем происходит плавное изменение мощности, выделяемой в нагрузке 1, возле значения, достаточного для стабилизации

заданной температуры, с исключением ключевого режима - когда отключение нагрузки 1 происходит при полной мощности потребления. При завышенной электрической мощности нагрузки 1 появляется температурная инерционность, и стабилизация температуры может происходить с коммутацией, но при минимальном токе в нагрузке 1. С использованием

5 функции стабилизации температуры функция стабилизации тока или напряжения трансформируется в функцию ограничения. При использовании нагрузок, не меняющих свое сопротивление, когда в датчике тока 30 (напряжения) нет необходимости, он может отсутствовать (не устанавливаться). Предлагаемый фазовый регулятор мощности

10 позволяет подключение и двух температурных регуляторов 24, например, первого с датчиком температуры 39, в качестве которого используется термopара (не показано), и второго - с терморезистором 40, с поочередным подключением (не показано). При использовании предлагаемого фазового регулятора мощности с функцией стабилизации температуры, например, в замкнутой системе водяного отопления помещения, в качестве

15 нагрузки 1 которого используется электрический водяной нагреватель (нагреватели с параллельным подключением), возможно одновременное параллельное подключение второго, такого же, температурного регулятора 24 (не показано). При закреплении второго датчика температуры 39 в отапливаемом помещении он будет выполнять функцию стабилизации температуры в помещении, вне зависимости от температуры на улице. Функция стабилизации температуры первого температурного регулятора 24

20 трансформируется в функцию ограничения. Для визуального контроля коммутации или изменения мощности в нагрузке 1, параллельно нагрузке 1, рекомендуется подключение индикатора нагрузки 38, как показано на фиг.1.

Вместо рассмотренного температурного регулятора 24 может использоваться и другой регулятор, например оптический, в качестве датчика которого может использоваться

25 фотоприемник с функцией коммутации, стабилизации или ограничения.

При рассмотрении подключения нагрузки 1, рассчитанной на подключение более чем к одной фазе сетевого питания, переходим к рассмотрению принципиальной электрической

30 схемы фазового регулятора мощности с дополнительными функциями, представленной на фиг.2. Возвращаясь к конкретному примеру практической реализации, - отоплению помещения, для наглядности и визуального контроля температуры фазовый регулятор мощности может быть дополнен термометром 47 с цифровым индикатором 48 (38 - наиболее удобное место установки индикатора нагрузки 38). В качестве выключателя 37 (SA1) используется сдвоенный автоматический выключатель с ограничением тока. В качестве термометра 47 может использоваться, например, цифровой термометр, схема

35 которого хорошо описана С.Бирюковым, г.Москва, в журнале «Радио» №1 за 2001 г. «Бортовой термометр - вольтметр» стр.36, 37, и поэтому его работа рассматриваться не будет. Входные выводы термометра 47 с соблюдением полярности подсоединены к выводам терморезистора 40 (R8) датчика температуры 39, в качестве которого, в данном случае, используется ТРА-1 с отрицательным температурным коэффициентом

40 сопротивления и с диапазоном рабочих температур 80...600 К. Параметры терморезистора 40 (R8) определяются при настройке термометра 47, подбором. Подстроечный резистор R11 облегчает настройку термометра 47, а резистор R6 является ограничителем максимально задаваемой температуры. Резистор R7 ограничивает ток в делителе опорного напряжения снимаемого с ползунка переменного резистора 42 (R3) - регулятора

45 температуры, номинал которого определяет диапазон регулировки температуры. Резистор R10 ограничивает ток в терморезисторе 40 (R8). Номинал резистора R9 (R9 может не устанавливаться) подбирается таким образом, чтобы в работе не происходило открывания регулирующего ключевого элемента 2 - симистора (фиг.1) (симисторов 2 - фиг.2) при коротком замыкании выводов терморезистора 40 (R8). При изменении номинала резистора

50 обратной связи - R12 изменяется коэффициент усиления операционного усилителя 41 (ДА2). Для подключения нагрузки 1, в качестве которой, например, используются два однотипных нагревателя Rн1, Rн2, фазовый регулятор мощности дополняется: источником выпрямленного напряжения 49, генератором 3 импульсов второй фазы, симистором 2

(VS2) второй фазы, выводы управления которого связаны с выходными выводами генератора 3 импульсов второй фазы через импульсный трансформатор Т3. Импульсный трансформатор Т3 является гальванической развязкой напряжения сетевого питания второй фазы и выходных выводов генератора 3 импульсов второй фазы. Для одинакового
5 распределения мощности в нагревателях Rn1 и Rn2 лучше использовать однотипные симисторы 2. Данное подключение второго симистора 2 - VS2 показано лишь в качестве примера использования (подключения) симисторов без оптического управления. В датчике тока 30 в качестве регулятора тока 46 предлагается использование переключателя SA2, к выводам которого подсоединены выводы резисторов R14, R15, R16, R17. При
10 использовании, например, переключателя ПР2-10П1НВ в качестве регулятора тока 46 можно получить десять фиксированных значений тока. В качестве резисторов можно использовать константовый провод. Как известно, сетевое питание выполнено с глухо заземленной нейтралью, а при использовании электрических нагревателей Rn1, Rn2 в системе водяного отопления, по технике безопасности, требуется заземление
15 трубопровода замкнутой системы водяного отопления и нулевого провода сетевого питания, что показано на схеме Фиг.2. В блоке питания 13 входные выводы являются выводами первичной обмотки сетевого понижающего трансформатора Т1, выводы вторичной обмотки подсоединены в диагональ переменного тока выпрямительного моста VD1, плюсовой вывод которого является общим плюсовым выводом блока питания 13, а минусовой - минусовым выводом выпрямленного напряжения. К минусовому выводу
20 выпрямительного моста VD1 через диод VD3 подсоединен входной вывод микросхемы - стабилизатора напряжения DA1, общий плюсовой вывод которой подсоединен к общему плюсовому выводу блока питания 13, а выходной вывод является выходным минусовым выводом стабилизированного напряжения блока питания 13. К входному и выходному
25 выводам стабилизатора напряжения DA1 подсоединены минусовые выводы полярных накопительных сглаживающих конденсаторов C1 и C2, соответственно, плюсовые выводы которых подсоединены к общему плюсовому выводу блока питания 13. Диод VD3 исключает влияние емкости конденсатора C1 на форму сигнала выпрямленного
30 напряжения. Выводы первичной обмотки сетевого понижающего трансформатора Т2 являются входными выводами источника выпрямленного напряжения 49, а выводы вторичной обмотки подсоединены в диагональ переменного тока выпрямительного моста VD2, плюсовой и минусовой выводы которого является плюсовым и минусовым выходными
выводами источника выпрямленного напряжения 49.

При включении выключателя 37 - SA1 фазовое напряжение питания первой фазы
35 подается на выводы первичной обмотки трансформатора Т1 блока питания 13 и регулирующий ключевой элемент 2 - симистор (VS1) первой фазы, который на данный момент остается закрытым. Фазовое напряжение питания второй фазы подается на
выводы первичной обмотки второго трансформатора Т2 и второй симистор 2 - VS2 второй фазы, который на данный момент тоже остается закрытым. Стабилизированное
40 напряжение с выводов блока питания 13 подается на выводы питания термометра 47 и он начинает работать. Цифровой индикатор 48 будет показывать температуру датчика температуры 39, поэтому дополнительная индикация включения сети в данном случае не
требуется. Работа фазового регулятора мощности с дополнительными функциями, с подключением на одну фазу сетевого питания уже рассматривалась. В данном случае
45 первые входные выводы генератора импульсов 3 первой фазы и генератора 3 импульсов второй фазы, через одинаковые переменные резисторы 11 (с одинаковым сопротивлением) соединены с выходным выводом общего блока управления 7. Выводы питания генератора
импульсов 3 первой фазы и генератора 3 импульсов второй фазы подключены
50 параллельно к выводам стабилизированного напряжения одного блока питания 13. Работа генератора импульсов 3 первой фазы осуществляется с привязкой к нулевым точкам первой фазы сетевого питания, а работа генератора 3 импульсов второй фазы осуществляется с привязкой к нулевым точкам второй фазы сетевого питания, от источника выпрямленного напряжения 49. Если сопротивления нагревателей Rn1, Rn2

равны, и симисторы 2 однотипны, то токи, проходящие через регулирующий ключевой элемент 2 - симистор первой фазы и симистор 2 второй фазы соответственно, будут почти одинаковыми (при некотором расхождении можно воспользоваться подстроечными резисторами 6 - R33, R4). Для контроля коммутации и изменения мощности в нагрузке 1
 5 рядом с цифровым индикатором 48 термометра 47 можно закрепить индикатор нагрузки 38, подключенный через резистор R30 параллельно Rн1. Для контроля по нескольким фазам устанавливаются дополнительные индикаторы (не показано). При необходимости поочередного визуального контроля температуры, например, в двух точках (два датчика температуры 39) термометр 47 может быть дополнен переключателем (не показано). Если
 10 второй датчик температуры расположен в отапливаемом помещении, термометр 47 дополнительно выполняет функцию комнатного термометра.

При необходимости подключения нагрузки, рассчитанной на подключение к трем фазам сетевого питания, например, электродвигателя с плавным запуском, ограничением пускового тока и возможностью регулировки частоты вращения, в качестве выключателя 37
 15 используется трехфазный автоматический выключатель с ограничением тока, и фазовый регулятор мощности дополняется: третьим симистором 2, третьим генератором 3 импульсов и вторым источником выпрямленного напряжения 49 с подключением к третьей фазе сетевого питания (не показано). В данном случае сетевые трансформаторы можно заменить одним трехфазным, а регулятор мощности 12 должен содержать строенный
 20 переменный резистор (не показано).

При комплектации предлагаемого фазового регулятора мощности температурным регулятором и дополнительном нагревании, в процессе работы, наиболее чувствительных элементов схемы составного транзистора VT5 и микросхемы DA2, например, до 60°C
 25 происходит увеличение (смещение) на несколько градусов заданной температуры стабилизации. С целью уменьшения температурной зависимости, при монтаже, данные элементы на печатной плате располагаются как можно ближе друг к другу. Через отверстие в корпусе составного транзистора KT973Б с помощью винта и гайки к нему крепится изогнутая медная пластинка с отверстием, которая приклеивается к корпусу
 30 микросхемы DA2, например, KP544УД1, а к пластинке приклеивается дополнительный терморезистор (например, ТРА1 - 3К Ω). Первый вывод дополнительного терморезистора припаивается к первой ножке микросхемы DA2, а второй вывод - к выводу резистора балансировки R13 (не показано). Размер печатной платы схемной сборки (один температурный регулятор 24, блок управления 7 и один генератор импульсов 3) 30 мм на
 35 50 мм (для справки), и основная часть данной схемной сборки может быть выполнена в виде микросхемы.

Таким образом, по сравнению с прототипом предлагаемый фазовый регулятор мощности с функциями плавного нарастания по времени выделяемой электрической мощности в (активной или индуктивной) нагрузке, при включении (с сохранением данной функции, при повторном включении сетевого питания после кратковременного
 40 отключения), и возможностью ее регулировки обладает возможностью подключения к нему дополнительных блоков, регуляторов и элементов с целью подключения нагрузки на несколько фаз сетевого питания (если она на это рассчитана) и расширения функциональных возможностей:

- электронного выключения нагрузки с возможностью предварительного плавного по
 45 времени (до нескольких секунд) уменьшения электрической мощности,
- стабилизации среднего тока или напряжения в нагрузке (установленной вручную) или ограничения указанных параметров при сохранении ручной регулировки мощности,
- стабилизации заданной освещенности помещения (установленной вручную) или температуры нагрева при подключении лампы накаливания или нагревательного элемента
 50 в качестве нагрузки (соответственно).

Формула изобретения

Фазовый регулятор мощности, содержащий соединенный последовательно с нагрузкой

регулирующий ключевой элемент - симистор, выводы которых являются выводами для подключения к источнику сетевого питания, генератор импульсов, содержащий фазосдвигающую цепь, состоящую из конденсатора и резистора, вывод которого является первым входным выводом генератора импульсов, блок управления, выходной каскад

5 которого содержит времязадающую цепь, состоящую из конденсатора и первого резистора, и первое регулируемое сопротивление, выходной вывод которого является выходным выводом блока управления, а точка соединения вывода конденсатора времязадающей цепи и входного вывода первого регулируемого сопротивления является плюсовым выводом питания блока управления и соединена с плюсовым выводом питания генератора

10 импульсов, отличающийся тем, что введен переменный резистор, являющийся регулятором мощности, выводы которого подсоединены к выходному выводу блока управления и первому входному выводу генератора импульсов соответственно, выходные выводы которого связаны с выводами управления регулирующего ключевого элемента - симистора, а также содержит блок питания с входными выводами, подсоединенными

15 соответственно к выводам для подключения к источнику сетевого питания, и выходными выводами - первым минусовым выпрямленного напряжения, соединенным с первым входным выводом блока управления и вторым входным выводом генератора импульсов, вторым минусовым выводом стабилизированного напряжения и общим плюсовым выводом, соединенными с минусовыми и плюсовыми выводами питания соответственно

20 блока управления и генератора импульсов, генератор импульсов дополнительно содержит каскад разряда конденсатора фазосдвигающей цепи, состоящий из последовательно соединенных первого и второго резисторов, вывод первого из которых подсоединен к плюсовому выводу питания, а вывод второго является вторым входным выводом генератора импульсов, первого диода и первого управляемого ключевого элемента,

25 выходной вывод которого подсоединен к выводу конденсатора фазосдвигающей цепи, являющемуся минусовым выводом питания генератора импульсов, а входной вывод - к точке соединения выводов конденсатора и резистора фазосдвигающей цепи, причем катод первого диода соединен с управляющим выводом первого управляемого ключевого элемента, а анод подсоединен к точке соединения выводов первого и второго резисторов,

30 блок управления дополнен третьим резистором, первый вывод которого подсоединен к выходному выводу первого регулируемого сопротивления, а второй вывод является минусовым выводом питания блока управления, двумя - первым и вторым каскадами управления разрядом конденсатора времязадающей цепи, а времязадающая цепь дополнена двумя последовательно соединенными вторым и третьим резисторами

35 времязадающей цепи, из которых вывод третьего резистора времязадающей цепи подсоединен к минусовому выводу питания блока управления, а вывод второго резистора времязадающей цепи - к точке соединения вывода первого резистора времязадающей цепи и управляющего вывода первого регулируемого сопротивления, точка соединения выводов второго и третьего резисторов времязадающей цепи является вторым входным выводом

40 блока управления для подсоединения выходного вывода температурного регулятора, при этом второй каскад управления состоит из четвертого, пятого, шестого резисторов и второго регулируемого сопротивления, входной вывод которого подсоединен к плюсовому выводу питания блока управления, управляющий вывод - к точке соединения первых выводов четвертого и пятого резисторов, причем первый вывод шестого резистора

45 подсоединен к точке соединения выводов конденсатора и первого резистора времязадающей цепи, а точка соединения второго вывода шестого резистора и выходного вывода второго регулируемого сопротивления является третьим входным выводом блока управления для подсоединения вывода выключателя, а второй вывод пятого резистора является четвертым входным выводом блока управления для подсоединения выходного

50 вывода датчика тока, первый каскад управления состоит из второго управляемого ключевого элемента, входной вывод которого соединен со вторым выводом четвертого резистора, а выходной вывод подсоединен к минусовому выводу питания блока управления, дополнительного конденсатора, второго диода и цепи с последовательным

соединением третьего диода, катод которого является первым входным выводом блока управления, и двух - седьмого и восьмого резисторов, с подсоединением вывода последнего к плюсовому выводу питания блока управления, к точке соединения выводов седьмого и восьмого резисторов подсоединены первый вывод дополнительного
5 конденсатора и анод второго диода, второй вывод дополнительного конденсатора подсоединен к минусовому выводу питания блока управления, катод второго диода соединен с управляющим выводом второго ключевого элемента.

10

15

20

25

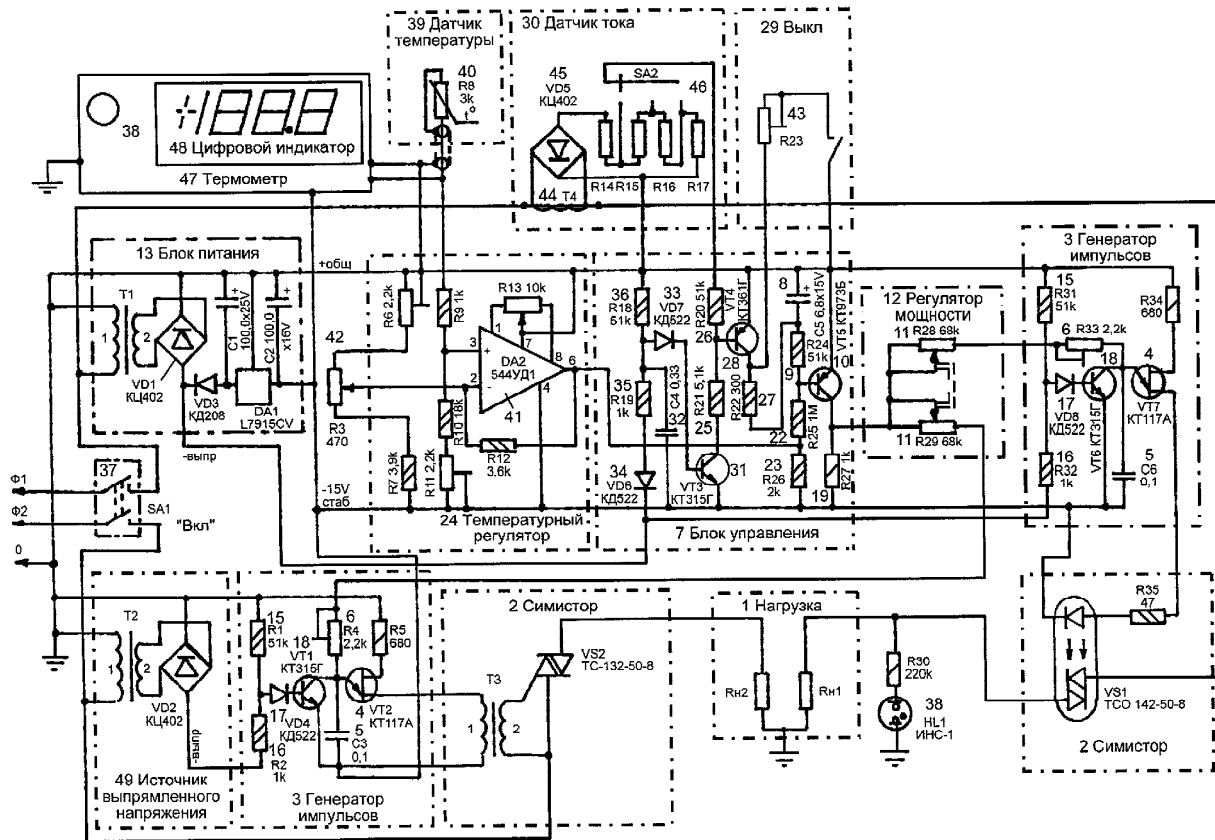
30

35

40

45

50



Фиг. 2