



(19) KG (11) 2029 (13) C1  
(51) G05F 1/56 (2017.01)

## ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ И ИНОВАЦИЙ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

### (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя (владельца)

(21) 20170075.1

(22) 20.06.2017

(46) 28.02.2018, Бюл. № 2

(76) Цыбов Н. Н. (KG)

(56) RU № 1501765 A1, кл. G05F 1/569, 1995

#### (54) Прецизионный термостабильный стабилизатор постоянного напряжения с компенсацией внутреннего сопротивления

(57) Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в источниках вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры, а также, когда одновременно предъявляются повышенные требования по обеспечению высокой стабильности по напряжению, току и температуре.

Задачей изобретения является повышение стабильности выходного напряжения устройства при изменениях входного напряжения, температуры и тока нагрузки, а также повышение стабильности узла опорного напряжения при изменениях питающего напряжения и изменениях температуры окружающей среды.

Поставленная задача решается тем, что в прецизионном термостабильном стабилизаторе постоянного напряжения с компенсацией внутреннего сопротивления, содержащем операционный усилитель, к одному из входов которого подсоединен узел опорного напряжения, а к другому делитель выходного напряжения, согласно изобретению, в узел опорного напряжения устройства дополнительно введен стабилизатор тока, питающий опорный стабилитрон, являющийся опорным напряжением для стабилизатора тока, питающего основной опорный стабилитрон, датчик тока, включенный между первым общим проводом схемы стабилизатора и вторым общим проводом, соединенным с корпусом, а в нижнее плечо делителя выходного напряжения дополнительно введен терморезистор, с положительным Температурным Коэффициентом Сопротивления, при этом нижнее плечо делителя выходного напряжения подключено ко второму общему проводу, соединенному с корпусом.

1 н. п. ф., 1 фиг.

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в источниках вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры, а также, когда одновременно предъявляются повышенные требования по обеспечению высокой стабильности по напряжению, току и температуре.

Известен стабилизатор постоянного напряжения, содержащий регулирующий транзистор, подключенный эмиттером к входному выводу, а коллектором - к выходному выводу стабилизатора, усилитель на транзисторе противоположного типа проводимости, коллектор которого соединен с базой регулируемого транзистора, база - с выходом делителя выходного напряжения, выполненного на первом и втором резисторах, а эмиттер - с анодом первого стабилитрона и первым выводом токозадающего резистора, второй вывод которого соединен с общей шиной, причем делитель выходного напряжения подключен параллельно выходным выводам, пусковой конденсатор, включенный между базами обоих транзисторов, диод, шунтирующий база-эмиттерный переход регулирующего транзистора в обратном направлении, при этом в устройство введен второй стабилитрон, однотипный первому, причем второй стабилитрон включен встречно первому ста-

билитрону, катодом - к катоду первого стабилитрона, а анодом - к выходному выводу (SU № 163225 U1, кл. G05F 1/569, 2016).

Недостатками этого устройства является низкая стабильность узла опорного напряжения при изменении входного питающего напряжения и низкая температурная стабильность выходного напряжения.

Наиболее близким прототипом является стабилизатор постоянного напряжения, содержащий дифференциальный усилитель, к одному из входов которого подключен источник опорного напряжения, а к другому через запускающий резистор силовой выходной вывод, между входами дифференциального усилителя включен защитный диод, составной регулирующий транзистор, выход которого подключен к силовому выходному выводу и к одному из выводов фильтрующего конденсатора, ограничитель тока, в него введены первый и второй управляемые генераторы тока, причем выход первого управляемого генератора тока подключен к одному из выводов дифференциального усилителя и к общей шине, а выход второго управляемого генератора тока подключен к выходу ограничителя тока и к общей шине, а объединенные входы первого и второго управляемых генераторов тока подключены к силовому выходному выводу и к общей шине, выход дифференциального усилителя подключен к входу ограничителя тока, выход которого подключен к управляющему входу составного регулирующего транзистора, первые выводы источника опорного напряжения, дифференциального усилителя, ограничителя тока, составного регулирующего транзистора подключены к силовому входному выводу, вторые выводы источника опорного напряжения и фильтрующего конденсатора подключены к общей шине (RU № 1501765 A1, кл. G05F 1/569, 1995).

Недостатками прототипа являются малая стабильность устройства по выходному напряжению, малая стабильность источника опорного напряжения при его питании от стабилизатора тока и малая стабильность выходного напряжения при значительных изменениях тока нагрузки.

Задачей изобретения является повышение стабильности выходного напряжения устройства при изменениях входного напряжения, температуры и тока нагрузки, а также повышение стабильности узла опорного напряжения при изменениях питающего напряжения и изменениях температуры окружающей среды.

Поставленная задача решается тем, что в прецизионном термостабильном стабилизаторе постоянного напряжения с компенсацией внутреннего сопротивления, содержащем операционный усилитель, к одному из входов которого подсоединен узел опорного напряжения, а к другому делитель выходного напряжения, согласно изобретению, в узел опорного напряжения устройства дополнительно введен стабилизатор тока, питающий опорный стабилитрон, являющийся опорным напряжением для стабилизатора тока, питающего основной опорный стабилитрон, датчик тока, включенный между первым общим проводом схемы стабилизатора и вторым общим проводом, соединенным с корпусом, а в нижнее плечо делителя выходного напряжения дополнительно введен терморезистор, с положительным Температурным Коэффициентом Сопротивления, при этом нижнее плечо делителя выходного напряжения подключено ко второму общему проводу, соединенному с корпусом.

На фигуре 1 приведена схема прецизионного термостабильного стабилизатора постоянного напряжения с компенсацией внутреннего сопротивления.

Прецизионный термостабильный стабилизатор постоянного напряжения с компенсацией внутреннего сопротивления содержит узел (источник) опорного напряжения 1, в который дополнительно введены стабилизаторы тока 2 и 3, выходной каскад стабилизатора 4, операционный (дифференциальный) усилитель ОУ узла рассогласования сигнала ошибки 5, делитель выходного напряжения 6 и конденсатор 7, при этом узел опорного напряжения 1 состоит из транзисторов VT1 и VT2, резисторов R1, R2 и R3, стабилитронов VD1 и VD2 и датчика тока Ri, выходной каскад стабилизатора 4 состоит из транзистора VT4, резисторов R4 и R10, операционный усилитель ОУ узла рассогласования сигнала ошибки 5 состоит из транзистора VT3 и резисторов R5, R6, R7, R8, R9, R11 и R12, делитель выходного напряжения 6 состоит из резисторов R13, R14 и терморезистора Rt+.

Узел опорного напряжения 1 соединен через резистор R9 с отрицательным входом операционного усилителя ОУ узла рассогласования сигнала ошибки 5, а делитель выходного напряжения 6 соединен через резистор R12 с положительным входом операционного усилителя ОУ узла рассогласования сигнала ошибки 5, при этом верхнее плечо делителя выходного напряжения 6 подключено к выходу выходного каскада стабилизатора 4, причем вход выходного каскада стабилизатора 4 соединен через резистор R5 с коллектором транзистора VT3 усилителя рассогласова-

ния сигнала ошибки 5. Дополнительно введенный стабилизатор тока 3 в узел опорного напряжения 1 питает опорный стабилитрон VD1, являющийся опорным напряжением для стабилизатора тока 2, питающего основной опорный стабилитрон VD2, датчик тока Ri, включенный между первым общим проводом схемы стабилизатора и вторым общим проводом, соединенным с корпусом, а в нижнее плечо делителя выходного напряжения 6 дополнительно введен терморезистор Rt+, с положительным Температурным Коэффициентом Сопротивления (ТКС), при этом нижнее плечо делителя выходного напряжения 6 подключено ко второму общему проводу, соединенному с корпусом.

Прецизионный термостабильный стабилизатор постоянного напряжения с компенсацией внутреннего сопротивления работает следующим образом.

Запуск стабилизатора происходит следующим образом. В момент подачи питающего входного напряжения транзистор VT3 узла рассогласования сигнала ошибки 5 закрыт, так как его управление обеспечивается от операционного усилителя ОУ, который питается от выходного напряжения стабилизатора, на выходе которого в первоначальный момент выходное напряжение отсутствует. Закрытое состояние транзистора VT3 обеспечивает для транзистора VT4 через резистор R4 режим поступления максимального открывающего тока. При этом узел опорного напряжения 1 запускается самостоятельно импульсом тока через высокоомный резистор R1. Когда выходное напряжение достигает уровня, превышающего номинальное значение выходного напряжения, с делителя выходного напряжения 6 сигнал рассогласования поступает через резистор R12 на положительный вход операционного усилителя ОУ узла рассогласования сигнала ошибки 5. В результате чего с выхода операционного усилителя ОУ на базу транзистора VT3 поступает сигнал положительной полярности, открывающий транзистор VT3. При этом часть тока, питающего транзистор VT4 выходного каскада стабилизатора 4, перераспределяется через приоткрытый транзистор VT3. Это приводит к частичному закрыванию транзистора VT4 выходного каскада стабилизатора 4 и, соответственно, к снижению выходного напряжения до номинального значения. В случае уменьшения выходного напряжения от номинального значения с делителя выходного напряжения 6, соответственно, уменьшенный сигнал поступит на положительный вход операционного усилителя ОУ узла рассогласования сигнала ошибки 5, что приведет к формированию запирающего напряжения для транзистора VT3 и открывающего напряжения для транзистора VT4 выходного каскада стабилизатора 4, что в свою очередь, приведет к повышению выходного напряжения до номинального значения. Стабилизатор отрабатывает уменьшение и увеличение выходного напряжения при любых дестабилизирующих факторах, но ввиду того, что меры обеспечения устойчивости к возбуждению тракта рассогласования в любом стабилизаторе всегда приводят к ограничению коэффициента усиления активных элементов стабилизатора, отработка изменения выходного напряжения происходит, как правило, частично.

В предлагаемом устройстве основные причины, ухудшающие стабильность выходного напряжения решаются следующим образом:

1. Повышение стабильности опорного напряжения обеспечивается за счет введенного дополнительно в узел 1 опорного напряжения стабилизатора тока 3, который питает постоянным током стабилитрон VD1 стабилизатора тока 2, который, в свою очередь, питает стабилитрон VD2 основного опорного напряжения. Стабилизаторы тока 2 и 3 работают встречечно и при изменениях входного питающего напряжения обеспечивают неизменный ток в стабилитронах VD1 и VD2, что обеспечивает высокую стабильность работы узла 1 опорного напряжения.

2. Повышение стабильности выходного напряжения при изменении температуры окружающей среды обеспечивается применением в узле 1 опорного напряжения термокомпенсированных стабилитронов VD1 и VD2. Термостабильность предлагаемого стабилизатора дополнительно улучшена за счет введенного дополнительно в нижнее плечо делителя выходного напряжения 6 терморезистора Rt+, с положительным Температурным Коэффициентом Сопротивления (ТКС). При увеличении температуры окружающей среды номинальное сопротивление терморезистора Rt+ увеличивается. Это приводит к тому, что сигнал отрицательной обратной связи, в виде падения напряжения на нижнем плече делителя выходного напряжения 6, увеличивается, что приводит к тому, что транзистор VT3 открывается, а транзистор VT4 выходного каскада стабилизатора 4 закрывается и увеличенное в связи с повышением температуры выходное напряжение уменьшается до номинального значения.

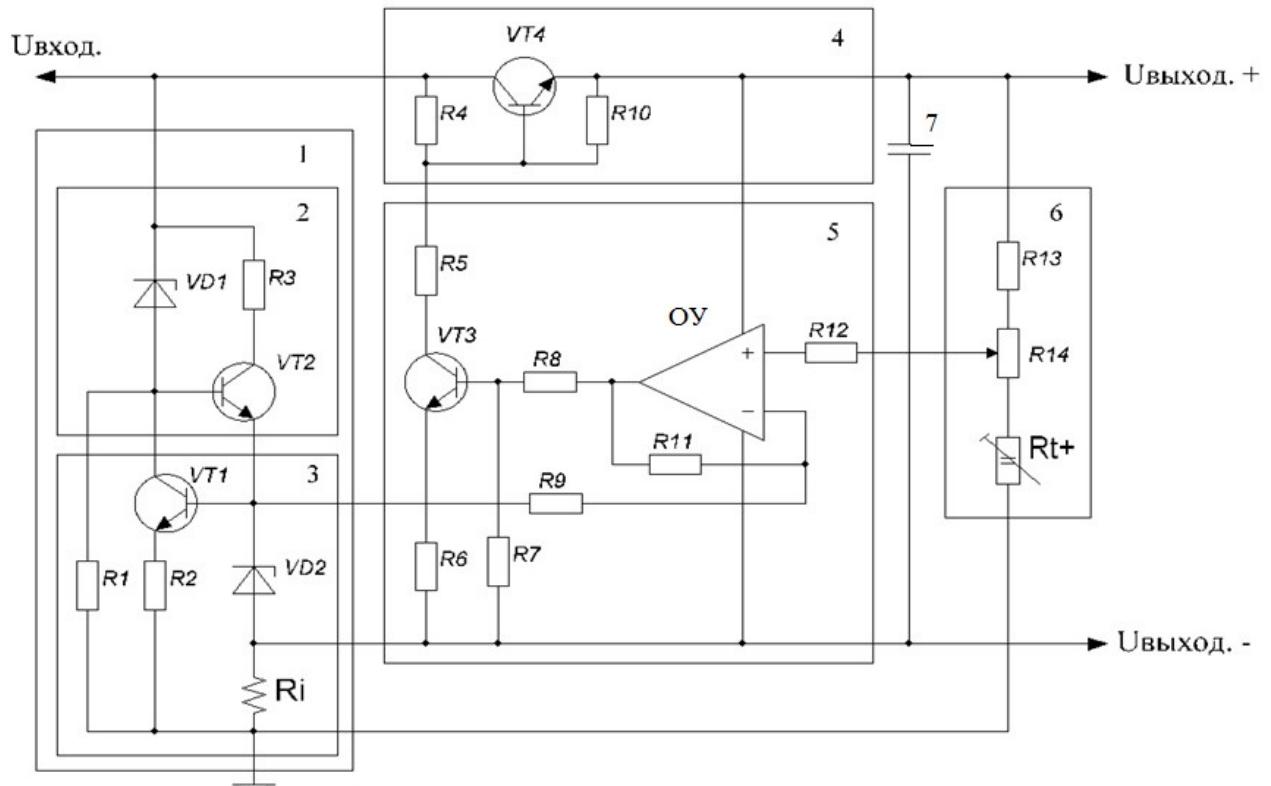
3. При увеличении тока нагрузки ввиду конечного значения внутреннего сопротивления любого реального источника напряжения выходное напряжение частично падает и сигнал отрицательной обратной связи, усиленный узлом рассогласования ошибки не может полностью скомпен-

нсировать уменьшение выходного напряжения. Стабильность выходного напряжения при изменениях тока нагрузки обеспечивается следующим образом. Введенный дополнительно в стабилизатор тока 3 датчик тока  $R_i$  при увеличении тока нагрузки создает падение напряжения, являющееся сигналом положительной обратной связи, которое складывается с падением напряжения, снимаемого с делителя выходного напряжения 6. Суммарный сигнал поступает на вход операционного усилителя ОУ узла рассогласования ошибки 5, что приводит к дополнительному закрытию транзистора VT3 и открытию транзистора VT4 выходного каскада стабилизатора 4. В результате чего уменьшенное выходное напряжение при увеличении тока нагрузки увеличивается и достигает номинального заданного значения. При фиксированном токе нагрузки устройство позволяет с помощью регулировки номинала датчика тока  $R_i$  полностью компенсировать влияние внутреннего сопротивления стабилизатора на изменение выходного напряжения.

### Формула изобретения

Прецизионный термостабильный стабилизатор постоянного напряжения с компенсацией внутреннего сопротивления, содержащий операционный усилитель, к одному из входов которого подсоединен узел опорного напряжения, а к другому делитель выходного напряжения, отличающийся тем, что в узел опорного напряжения дополнительно введен стабилизатор тока, пытающий опорный стабилитрон, являющийся опорным напряжением для стабилизатора тока, пытающего основной опорный стабилитрон, датчик тока, включенный между первым общим проводом схемы стабилизатора и вторым общим проводом, соединенным с корпусом, а в нижнее плечо делителя выходного напряжения дополнительно введен терморезистор, с положительным Температурным Коэффициентом Сопротивления, при этом нижнее плечо делителя выходного напряжения подключено ко второму общему проводу, соединенному с корпусом.

Прецизионный термостабильный стабилизатор постоянного напряжения с компенсацией внутреннего сопротивления



Фиг. 1

2029

Государственная служба интеллектуальной собственности и инноваций при Правительстве Кыргызской Республики,  
720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03