



(19) KG (11) 406 (13) C2 (46) 31.10.2024

(51) G05F 1/56 (2023.01)

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ И ИННОВАЦИЙ
ПРИ КАБИНЕТЕ МИНИСТРОВ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ (КЫРГЫЗПАТЕНТ)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ к патенту Кыргызской Республики

(21) 20230040.1

(22) 31.05.2023

(46) 31.10.2024. Бюл. № 10

(76) Цыбов Николай Николаевич (KG)

(56) Патент KG № 2029 C1, кл. G05F 1/56, 28.02.2018

(54) Стабилизатор постоянного напряжения

(57) Изобретение относится к электронике 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 повышения стабильности выходного напряжения устройства при изменениях входного питающего напряжения, при изменении температуры окружающей среды, при изменении тока нагрузки, повышение выходной мощности и коэффициента полезного действия (КПД), а также повышение линейности зависимости выходного тока нагрузки от величины выходного напряжения.

Поставленная задача решается тем, что в стабилизаторе постоянного напряжения, со-

держащем узел входного питания, выход которого соединен с составным выходным каскадом, источник опорного напряжения с входящими в него двумя встречновключенными стабилизаторами тока, соединенный с узлом рассогласования сигнала ошибки, содержащим операционный усилитель, к инвертирующему входу которого подсоединен узел опорного напряжения, а к неинвертирующему входу делитель выходного напряжения, в узел входного питания дополнительно введен низковольтный источник вольтодобавки, соединенный с дополнительно введенным предоконечным каскадом, выход которого соединен со входом выходного составного каскада, в эмиттерные цепи которого включены токоуравнивающие низкоомные сопротивления, при этом выход основного питающего узла соединен с составным выходным каскадом стабилизатора, а между эмиттером предоконечного каскада и положительной выходной шиной стабилизатора включен узел динамической нагрузки и выделения нелинейности малых токов нагрузки, выход которого через узел согласования подключен к нижнему плечу делителя выходного напряжения.

1 н. п. ф., 1 фиг.

(19) KG (11) 406 (13) C2 (46) 31.10.2024

Изобретение относится к электронике 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 дифференциальный усилитель, к одному из входов которого подключен источник опорного напряжения, а к другому через запускающий резистор силовой выходной вывод, между выходами 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, 27.08.1995).

Недостатками аналога является малая стабильность устройства по выходному напряжению, малая выходная мощность, малая стабильность источника опорного напряжения при его питании от стабилизатора тока и малая стабильность выходного напряжения при значительных изменениях тока нагрузки.

Наиболее близким прототипом является 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, в узел опорного напряжения которого 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. (KG № 2029 G05F 1/56).

Недостатками прототипа является недостаточная стабильность устройства по выходному напряжению при изменении напряжения питающей сети, малая выходная мощность, недостаточная стабильность выходного напряжения при значительных изменениях тока нагрузки во всем диапазоне изменений тока нагрузки, малый КПД, а также нелинейность зависимости тока нагрузки от выходного напряжения.

Задачей изобретения является повышения стабильности выходного напряжения устройства при изменениях входного питающего напряжения, при изменении тока нагрузки, повышение выходной мощности и коэффициента полезного действия (КПД), а также повышение линейности зависимости выходного тока нагрузки от величины выходного напряжения.

Поставленная задача решается тем, что в стабилизаторе постоянного напряжения, содержащем узел входного питания, выход которого соединен с составным выходным каскадом, источник опорного напряжения с входящими в него двумя встречно-включенными стабилизаторами тока, соединенный с узлом рассогласования сигнала ошибки, содержащим операционный усилитель, к инвертирующему входу которого подсоединен узел опорного напряжения, а к неинвертирующему

входу делитель выходного напряжения, в узел входного питания дополнительно введен низковольтный источник вольтодобавки, соединенный с дополнительно введенным предоконечным каскадом, выход которого соединен со входом выходного составного каскада, в эмиттерные цепи которого включены токоуравнивающие низкоомные сопротивления, при этом выход основного питающего узла соединен с составным выходным каскадом стабилизатора, а между эмиттером предоконечного каскада и положительной выходной шиной стабилизатора включен узел динамической нагрузки и выделения нелинейности малых токов нагрузки, выход которого через узел согласования подключен к нижнему плечу делителя выходного напряжения.

На фигуре 1 приведена схема стабилизатора постоянного напряжения.

Стабилизатор постоянного напряжения содержит узел входного питания 1 с входящим в него источником питания 2, в который дополнительно введен низковольтный источник вольтодобавки 3, источник опорного напряжения 4, с входящими в него двумя встречновключенными стабилизаторами тока на транзисторах VT1 и VT2, узел рассогласования сигнала ошибки 5, состоящий из транзистора VT2, операционного усилителя AD1, сопротивлений R4-R9, сопротивления положительной обратной связи R_i и конденсатора C1, вновь введенный предоконечный каскад 6 на транзисторе VT4, составной выходной каскад 7, состоящий из транзисторов VT5-VT8 и резисторов R10-R14, узел динамической нагрузки и выделения нелинейности малых токов нагрузки 8, состоящий из транзистора VT9 и резисторов R15-R19, узел согласования 9, состоящий из транзисторов VT10-VT11, резисторов R20-R25 и конденсаторов C2-C3, делителя выходного напряжения 10, состоящий из резисторов R26-R30, терморезистора R31 (R_t). Источник опорного напряжения 4 соединен через резистор R8 с инвертирующим входом операционного усилителя AD1 узла рассогласования сигнала ошибки 5, а делитель выходного напряжения 10 соединен через резистор R26 с неинвертирующим входом операционного усилителя AD1 узла рассогласования сигнала ошибки 5, при этом

верхнее плечо делителя выходного напряжения 10 подключено к положительной выходной шине составного выходного каскада 7, причем базы транзисторов VT5-VT8 составного выходного каскада соединены с эмиттером транзистора VT4 вновь введенного предоконечного каскада, а коллектор VT4 предоконечного каскада соединен через резисторы R10 и R4 с коллектором транзистора VT3 усилителя рассогласования сигнала ошибки 5. Эмиттер транзистора VT9 вновь введенного узла динамической нагрузки и выделения нелинейности малых токов нагрузки 8 соединен с эмиттером VT4 предоконечного каскада 6, а коллектор VT9 узла 8 соединен с базой транзистора VT10 узла согласования 9, причем коллектор транзистора VT11 узла согласования 9 через резистор R27 соединен с нижним плечом выходного делителя напряжения 10.

Стабилизатор постоянного напряжения работает следующим образом.

Запуск стабилизатора происходит следующим образом. В момент подачи питающего входного напряжения транзистор VT3 узла рассогласования сигнала ошибки 5 закрыт. Закрытое состояние транзистора VT3 обеспечивает для транзистора VT4 предоконечного каскада через резистор R4 режим поступления максимального открывающего тока. При этом источник опорного напряжения 4 запускается самостоятельно импульсом тока через высокоомный резистор R1. Когда выходное напряжение стабилизатора достигает уровня превышающего номинальное значение выходного напряжения, с делителя выходного напряжения 10 сигнал рассогласования поступает через резистор R26 на положительный вход операционного усилителя AD1 узла рассогласования сигнала ошибки 5. В результате чего с выхода операционного усилителя AD1 на базу транзистора VT3 поступает сигнал положительной полярности, открывающий транзистор VT3. При этом часть тока, питающего транзистор VT4 предоконечного каскада 6, перераспределяется через приоткрытый транзистор VT3. Это приводит к частичному закрыванию транзистора VT4 предоконечного каскада 6 и соответственно к снижению выходного напряжения до номи-

нального значения. В случае уменьшения выходного напряжения от номинального значения с делителя выходного напряжения 10 соответственно уменьшенный сигнал поступит на положительный вход операционного усилителя AD1 узла рассогласования сигнала ошибки 5, что приведет к формированию запирающего напряжения для транзистора VT3 и открывающего напряжения для транзистора VT4 предоконечного каскада 6, что в свою очередь приведет к повышению выходного напряжения до номинального значения.

В мощных стабилизаторах с токами нагрузки достигающих 50 А в целях устойчивости к возбуждению вынужденной мерой является на холостом ходу имитировать начальный ток нагрузки стабилизатора, для чего выходной делитель выполняется низкоомным. Эта вынужденная мера понижает КПД стабилизатора. В предлагаемом техническом решении ведение узла динамической нагрузки и выделения нелинейности малых токов нагрузки 8 и узла согласования в автоматическом режиме при уменьшении тока нагрузки до минимальной величины, при которой стабилизатор сохраняет устойчивость, подключают резистор дополнительной нагрузки (R22).

В предлагаемом устройстве повышение выходной мощности, коэффициента полезного действия (КПД) и стабильности выходного напряжения достигается следующим образом:

1. Повышение стабильности выходного напряжения от всех дестабилизирующих факторов обеспечивается за счет введения в цепь отрицательной обратной связи в операционный усилитель AD1 конденсатора С1 и конденсатора С2 в коллекторную цепь транзистора VT9 узла согласования 9, введение которых повысило устойчивость к возбуждению стабилизатора, что в свою очередь позволило увеличить коэффициент усиления узла рассогласования сигнала ошибки 5 и соответственно коэффициент стабилизации стабилизатора.

2. Повышение стабильности выходного напряжения при изменении тока нагрузки обеспечивается за счет введения узла динамической нагрузки и выделения нелинейности малых токов нагрузки 8 и узла согласования нелинейности 9.

Напряжение положительной обратной связи на резисторе R1 в источнике опорного напряжения 5 позволяет полностью компенсировать падение выходного напряжения только при максимальном токе нагрузки, а при малых токах, составляющих 0,5-1 % от максимального тока нагрузки характеристика зависимости выходного напряжения стабилизатора от тока нагрузки будет иметь незначительную нелинейность. Величина нелинейности зависимости выходного напряжения стабилизатора от тока нагрузки составляет тысячные доли процента. Поэтому на малых токах нагрузки величиной менее одного процента от максимального тока нагрузки через резистор R27 в нижнее плечо подается корректирующий сигнал, приводящий к частичному (на тысячные доли процента) повышению выходного напряжения.

3. Повышение выходной мощности обеспечивается за счет введения предоконечного каскада 6 и применения в качестве выходного каскада составного выходного каскада 7.

4. Увеличение коэффициента полезного действия (КПД) стабилизатора обеспечивается за счет введения в узел входного питания 1 низковольтного источника вольтодобавки 2 для индивидуального питания предоконечного каскада 6. Отдельное питание предоконечного и оконечного каскадов позволило уменьшать минимальное падение напряжения на коллекторно-эмиттерных переходах транзисторов составного выходного каскада, что соответственно увеличило КПД стабилизатора.

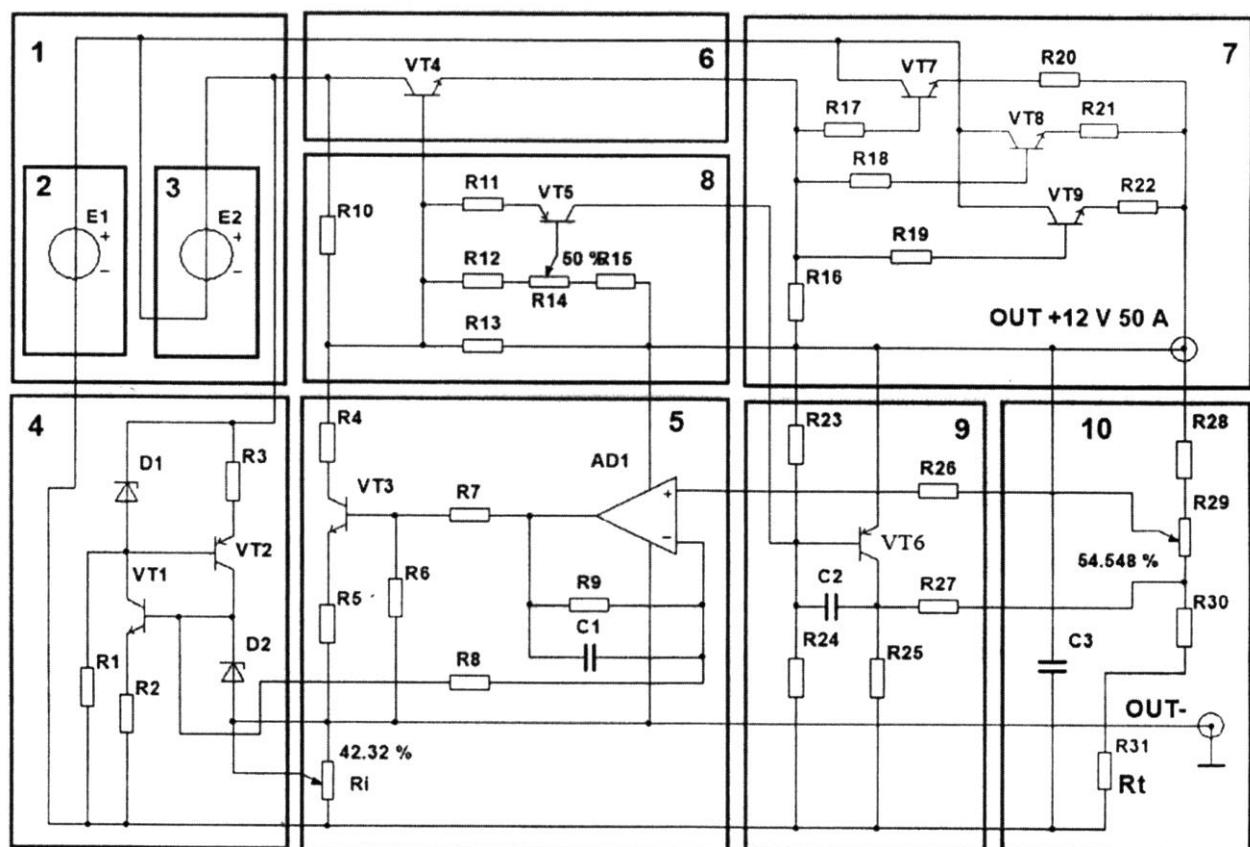
9

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Стабилизатор постоянного напряжения, содержащий узел входного питания, выход которого соединен с составным выходным каскадом, источник опорного напряжения с входящими в него двумя встречновключеными стабилизаторами тока, соединенный с узлом рассогласования сигнала ошибки, содержащим операционный усилитель, к инвертирующему входу которого подсоединен узел опорного напряжения, а к неинвертирующему входу делитель выходного напряжения, отличающийся тем, что в узел входного питания дополнительно введен низковольтный источник вольтодобавки, соединенный с

10

дополнительно введенным предоконечным каскадом, выход которого соединен со входом выходного составного каскада, эмиттерные цепи которого включены токоуравнивающие низкоомные сопротивления, при этом выход основного питающего узла соединен с составным выходным каскадом стабилизатора, а между эмиттером предоконечного каскада и положительной выходной шиной стабилизатора включен узел динамической нагрузки и выделения нелинейности малых токов нагрузки, выход которого через узел согласования подключен к нижнему плечу делителя выходного напряжения.



Фиг. 1. Стабилизатор постоянного напряжения

Выпущено отделом подготовки официальных изданий

Государственное агентство интеллектуальной собственности и инноваций

при Кабинете Министров Кыргызской Республики (Кыргызпатент)

720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03