



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 805278

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 12.03.79 (21) 2735391/24-07

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 15.02.81. Бюллетень № 6

Дата опубликования описания 17.02.81

(51) М. Кл.³

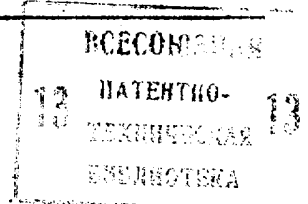
G 05 F 1/56

(53) УДК 621.316.722.
.1 (088.8)

(72) Автор
изобретения

С. Н. Менделеев

(71) Заявитель



(54) ИСТОЧНИК ОПОРНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

1

Изобретение относится к электро-технике и может быть использовано в высокоточных электронных системах различного назначения, в которых для повышения температурной стабильности выходных параметров используется настройка температурного коэффициента (ТК).

Известен стабилизатор напряжения с регулируемым ТК, в котором источник опорного напряжения (ИОН) выполнен с использованием параметрического стабилизатора, группы включенных в прямом направлении диодов, регулируемых резистивных двигателей (РРД) эмиттерных повторителей. Изменение ТК выходного напряжения в таком устройстве достигается путем изменения величины напряжения на токозадающем резисторе при постоянном, определяемом параметрами группы диодов, абсолютном ТК напряжения на указанном резисторе [1].

Однако данное устройство характеризуется низкой долговременной стабильностью из-за использования полупроводниковых диодов и транзисторов, обладающих большой и не гарантируемой техническими условиями на элементы нестабильностью параметров за время

2

эксплуатации и хранения, невозможностью установки ТК любого знака, сложностью настройки ТК, обусловленной зависимостью выходного напряжения от величины устанавливаемого ТК.

Наиболее близким по техническому решению к предлагаемому является источник опорного напряжения, содержащий два параметрических стабилизатора на стабилитронах, дифференциальный усилитель с резистором в цепи отрицательной обратной связи, регулируемый резистивный делитель и источник питания, выход которого подключен ко входу первого стабилизатора [2].

Недостатком данного источника является появление дополнительной нелинейной составляющей температурной погрешности, вызванной как нелинейной зависимостью дифференциального сопротивления стабилитрона от тока стабилизации, так и близкой к линейной зависимостью ТК напряжения от тока стабилизации, который, являясь линейной функцией температуры, вызывает изменение напряжения от температуры по закону, близкому к квадратичному. Влияние указанной дополнительной погрешности существенно воз-

растает как с расширением температурного диапазона, так и с расширением диапазона регулирования ТК. Диапазон регулирования ТК, помимо указанной дополнительной погрешности, ограничен также диапазоном допустимых токов через стабилитрон и дифференциальным сопротивлением стабилитрона, что ограничивает функциональные возможности устройства, например, в случае компенсации ТК системы. Большое выходное сопротивление устройства, равное дифференциальному сопротивлению стабилитрона, ограничивает нагрузочную способность и вызывает дополнительную погрешность от изменения тока нагрузки. Невозможность устранения в устройстве зависимости выходного напряжения от устанавливаемого ТК обуславливает необходимость использования при настройке вычислительных операций и повторных циклов температурных испытаний, что существенно усложняет процесс настройки.

Целью изобретения является повышение температурной и долговременной стабильности выходного напряжения и стабильности, обусловленной изменением тока нагрузки, а также расширение функциональных возможностей устройства путем расширения диапазона регулирования ТК и упрощения процесса настройки ТК.

Указанная цель достигается тем, что в источнике опорного напряжения вход второго параметрического стабилизатора непосредственно соединен со входом первого параметрического стабилизатора, а между выходами первого и второго стабилизаторов включен крайними выводами регулируемый резистивный делитель, средний вывод которого соединен с неинвертирующим входом дифференциального усилителя, инвертирующий вход которого через резистор соединен с выходом второго стабилизатора, а выход дифференциального усилителя служит выводом для подключения нагрузки.

На чертеже изображена принципиальная электрическая схема источника опорного напряжения.

Регулируемый резистивный делитель 1 соединен одним из крайних выводов с выходом параметрического стабилизатора 2 на стабилитроне 3, вторым крайним выводом - непосредственно с выходом параметрического стабилизатора 4 на стабилитроне 5 и через резистор 6 - с инвертирующим входом дифференциального усилителя 7, средним выводом - с неинвертирующим входом усилителя 7. Инвертирующий вход последнего соединен с его выходом, являющимся выходом устройства, через цепь отрицательной обратной связи на резисторе 8. Входы стабилизаторов 2 и 4 соединены с выходом источника питания выполненного в рассматриваемом ва-

рианте реализации с использованием второго дифференциального усилителя 10 и второго регулируемого резистивного делителя 11.

Устройство работает следующим образом.

На выходе усилителя 7 за счет отрицательной обратной связи устанавливается напряжение U_7 , при котором напряжения на обоих входах усилителя 7 равны. В частности, при равенстве коэффициентов k_1 передачи делителя 1 и k_{6-8} делителя из резисторов 6 и 8, между крайними выводами этих делителей также устанавливаются равные напряжения. Выходное напряжение устройства U_7 при этом равно выходному напряжению U_2 стабилизатора 2 и не зависит от выходного напряжения U_4 стабилизатора 4.

Рассмотрим для простоты случай равного сопротивления резисторов 6 и 8 ($k_{6-8}=0,5$)

При $k_1=0$ на оба входа усилителя 7 подается напряжение U_4 . В этом случае выходное напряжение

$$U_7(0)=U_4$$

При $k_1=0,5$ в силу равенства коэффициентов k_1 и k_{6-8}

$$U_7(0,5)=U_2$$

При коэффициенте $k_1=1,0$ на неинвертирующий вход усилителя 7 подается напряжение U_2 , усилитель 7 при этом по отношению к разности $U_4 - U_2$ оказывается включенным в режиме инвертора с единичным усилением, на выходе которого формируется напряжение

$$U_7(1,0)=U_2-(U_4-U_2),$$

Соответственно температурный коэффициент (ТК) γ_7 выходного напряжения устройства связан с ТК γ_2 и γ_4 выходных напряжений стабилизаторов 2 и 4 соотношениями

$$\begin{aligned}\gamma_7(0) &= \gamma_4 \\ \gamma_7(0,5) &= \gamma_2 \\ \gamma_7(1,0) &= \gamma_2 - (\gamma_4 - \gamma_2)\end{aligned}$$

Стабилизатор 2 выполнен на прецизионном термокомпенсированном стабилитроне 3, а стабилизатор 4 - на термозависимом стабилитроне 5, например, типа 2С113А, вследствие чего

$$\begin{aligned}|\gamma_4| &\gg |\gamma_2|; \\ \gamma_7(1,0) &\approx -\gamma_4.\end{aligned}\quad (1)$$

При изменении коэффициента передачи k_1 от 0 до 1,0 ТК выходного напряжения устройства γ_7 будет изменяться от максимального (γ_4) до минимального ($-\gamma_4$). Для получения регулируемого ТК любого знака в предлагаемом устройстве не требуется пропускания через стабилитрон; термозависимого тока, что позволяет исключить дополнительную нелинейную составляющую температурной погреш-

ности, расширить диапазон регулирования ТК.

Компенсация ТК выходного напряжения устройства заключается в установке при фиксированном значении температуры напряжения U_0 источника 9, при котором напряжение между крайними выводами делителя 1 равно нулю, измерении выходного напряжения устройства, компенсации температурного ухода при втором фиксированном значении температуры путем установки коэффициента k_1 , соответствующего первоначальному значению выходного напряжения. Благодаря нулевому напряжению между крайними выводами делителя 1 выходное напряжение при первом фиксированном значении температуры не зависит от устанавливаемого делителем 1 ТК и равно напряжению стабилизации стабилитрона 3. Поэтому, если теперь вернуться к первому фиксированному значению температуры, выходное напряжение устройства не изменится, чем и подтверждается компенсация ТК устройства. Компенсация ТК выходного параметра системы, в состав которой входит предлагаемое устройство, производится аналогично.

Отсутствие вычислительных операций в повторных циклах температурных испытаний благодаря независимости выходного напряжения от устанавливаемого ТК позволило в предлагаемом устройстве упростить процесс настройки. Причем, упрощение процесса настройки в предлагаемом устройстве достигается без дополнительного гальванического развязанного источника.

Компенсация ТК выходного напряжения в устройстве достигается установкой коэффициента k_1 , при котором коэффициенты влияния напряжений U_2 и U_4 на выходное напряжение устройства обратно пропорциональны их ТК, γ_2 и γ_4 . При выполнении условия (1) коэффициент влияния напряжения U_2 близок к 1,0, коэффициент влияния напряжения U_4 значительно меньше 1,0 и примерно равен отношению γ_2/γ_4 . Близкий к нулю коэффициент влияния на выходное напряжение погрешностей параметров делителя 1 и резисторов 6 и 8 достигается за счет нулевого напряжения между крайними выводами делителя 1 и, следовательно, близкого к нулю напряжения на резисторах 6 и 8.

Значительное уменьшение коэффициента влияния выходного напряжения параметрического стабилизатора 4, а также отсутствие в предлагаемом устройстве переменного резистора в реостатном включении позволяют дополнительно повысить долговременную стабильность выходного напряжения.

Выходное сопротивление устройства значительно меньше дифференциального сопротивления стабилитрона, что позволяет в предлагаемом устройстве

уменьшить погрешность от изменения тока нагрузки.

Напряжение U_0 источника 9 определяется термокомпенсированным напряжением U_2 параметрического стабилизатора 2 и коэффициентом передачи делителя 11.

Регулировка напряжения U_0 осуществляется изменением коэффициента передачи делителя 11. В качестве регулируемых делителей 1 и 11 в предлагаемом устройстве использованы многозарядные резистивные матрицы R-2R, выполненные в виде микросхем, например, серии 304, и имеющие более высокую по сравнению с переменными резисторами долговременную и температурную стабильность и более высокую разрешающую способность.

Отличия предлагаемого устройства от известного, заключающиеся в соединении между собой входов первого и второго стабилизаторов, включении крайних выводов регулируемого резистивного делителя между выходами стабилизаторов, соединении среднего вывода делителя с неинвертирующим входом дифференциального усилителя, соединении инвертирующего входа усилителя через резистор с выходом второго стабилизатора, соединении выхода усилителя с выходом устройства, позволяют в предлагаемом устройстве повысить температурную и долговременную стабильность выходного напряжения и стабильность, обусловленную изменением тока нагрузки, расширить функциональные возможности за счет расширения диапазона регулирования ТК и упрощения процесса настройки ТК.

Формула изобретения

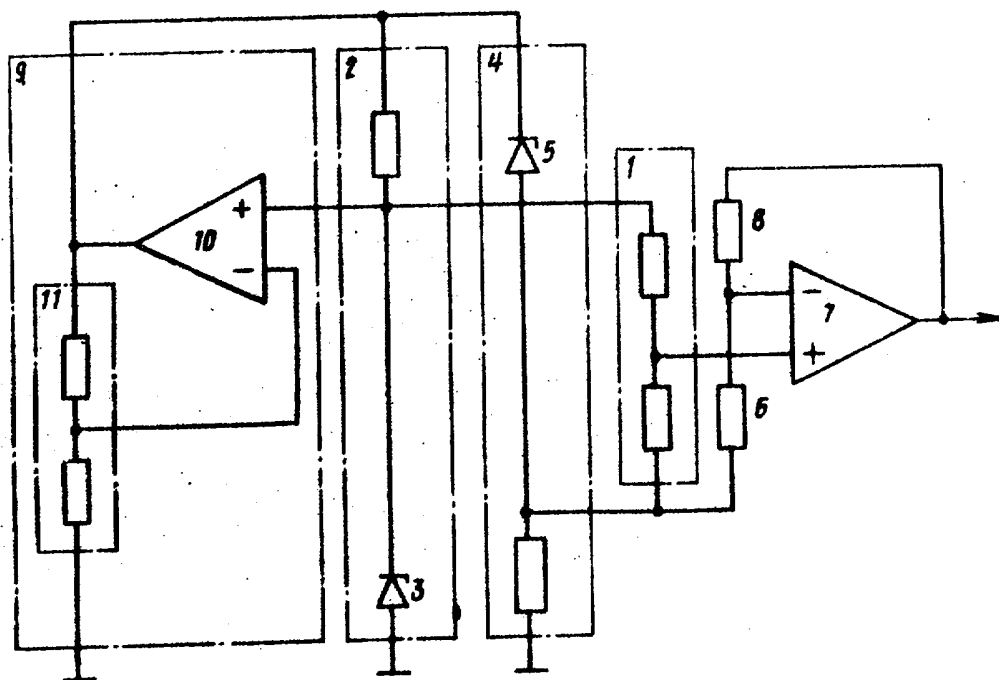
Источник опорного напряжения, содержащий два параметрических стабилизатора на стабилитронах, дифференциальный усилитель с резистором в цепи отрицательной обратной связи, регулируемый резистивный делитель, источник питания, выход которого подключен ко входу первого стабилизатора, отличающийся тем, что, с целью повышения стабильности выходного напряжения и расширения функциональных возможностей, вход второго стабилизатора непосредственно соединен со входом первого стабилизатора, а между выходами первого и второго стабилизаторов включен крайними выводами регулируемый резистивный делитель, средний вывод которого соединен с неинвертирующим входом дифференциального усилителя, инвертирующий вход которого через резистор соединен с выходом второго стабилизатора, а выход дифференциального усилителя

теля служит выводом для подключения нагрузки.

Источники информации,
принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР
№ 506840, кл. G 05 F 1/56, 1976.

2. Авторское свидетельство СССР
№ 568943, кл. G 05 F 1/56, 1977



Редактор А. Наурсков Составитель С. Горбачева Техред М. Табакович Корректор О. Вилак

Заказ 10902/70 Тираж 951 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4