(19) **RU** (11) **2 009 603** (13) **C1**

(51) МПК[5] **H 02 M 3/156**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 5032300/07, 16.03.1992

(46) Дата публикации: 15.03.1994

(71) Заявитель:
Производственное объединение "Краснодарский ЗИП"

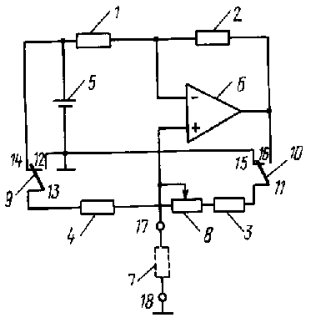
(72) Изобретатель: **Котельников В.П., Рубайло М.Н., Белый М.П.**

(73) Патентообладатель:
Производственное объединение "Краснодарский ЗИП"

(54) ИСТОЧНИК СТАБИЛЬНОГО ТОКА С ЗАЗЕМЛЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

(57) Реферат:

Использование: в многофункциональных измерительных приборах (мультиметрах) при совершенствовании омметровой их части. Сущность изобретения: источник стабильного тока в виде операционного усилителя (ОУ) 6 и четырех прецизионных резисторов 1-4, два из которых присоединены к инвертирующему входу ОУ, а два других-к неинвертирующему входу, подстроечный резистор 8 последовательно с резистором в цепи неинвертирующий вход ОУ - выход ОУ и два кинематически связанных переключателя 9, подвижные контакты которых соединены с резисторами, подключенными к неинвертирующему входу операционного усилителя, неподвижные контакты первого переключателя соединены с полюсами источника входного напряжения, а неподвижные контакты второго переключателя соединены один с землей, а второй - с выходом операционного усилителя. При проверке (настройке) устройства его схема преобразуется при помощи упомянутых выше переключателей в дифференциальный усилитель подстроечным резистором, выходное напряжение которого сводится к нулю. 1 ил.



RU 2009603 C1

RU 2009603 C1

(19) **RU** (11) **2 009 603** (13) **C1**

(51) Int. Cl.[5] **H 02 M 3/156**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 5032300/07, 16.03.1992

(46) Date of publication: 15.03.1994

(71) Applicant:
PROIZVODSTVENNOE OB"EDINENIE "KRASNODARSKIJ ZIP"

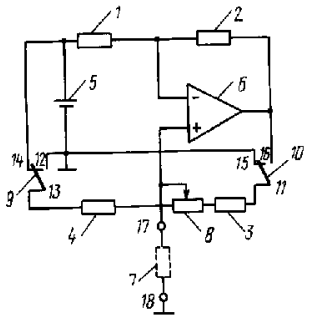
(72) Inventor: KOTEL'NIKOV V.P., RUBAJLO M.N., BELYJ M.P.

(73) Proprietor:
PROIZVODSTVENNOE OB"EDINENIE "KRASNODARSKIJ ZIP"

(54) EARTHED-LOAD STABLE CURRENT SOURCE

(57) Abstract:

FIELD: measurement technology. SUBSTANCE: stable current source is made in form of operational amplifier 6 and four precision resistors 1-4. Two resistors are connected with inverting input of operational amplifier, two other resistors are connected to non-inverting input of the amplifier. Tuning resistor 8 is connected in series with resistor in the circuit "non-inverting input of operational amplifier - output of operational amplifier". Current source also has two kinematically connected switches 9 which have movable terminals connected with resistors which are connected to non-inverting input of operational amplifier. Motionless terminals of the first switch are connected with poles of input voltage supply. Motionless terminals of the second switch are connected with earth and with output of operational amplifier. When tuning the device its circuit is converted to differential amplifier by tuning resistor by means of switches mentioned above. Input voltage of tuning resistor is reduced to zero. EFFECT: improved precision of measurement. 1 dwg



RU 2009603 C1

RU 2009603 C1

Изобретение относится к схемотехнике электронных устройств, а именно к интегральной электронике, используемой в тех измерительных устройствах, где необходимо, чтобы ток в нагрузке не зависел от сопротивления нагрузки. Преимущественная область его использования в измерительной технике - омметры для измерения сопротивлений постоянному току с заземленным выводом испытуемого резистора.

Известен источник стабильного тока на базе операционного усилителя с отрицательной и положительной обратными связями [1] . Принципиальные недостатки этого устройства заключаются в том, что все пять резисторов, входящих в комбинированную отрицательную и положительную обратные связи должны быть точно согласованы, так как при отсутствии согласования ток через сопротивление нагрузки будет устанавливаться с большой погрешностью и, кроме того, при переходе от одной величины опорного тока к другой требуется одновременное изменение сопротивления всех пяти резисторов.

Известен также другой источник стабильного тока, содержащий два операционных усилителя и пять прецизионных резисторов [1] .

Недостатками этого устройства являются его сложность и необходимость точного согласования всех пяти резисторов.

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является источник стабильного тока, содержащий операционный усилитель, четыре прецизионных резистора и источник входного напряжения [2] . Инвертирующий вход операционного усилителя (ОУ) через один прецизионный резистор соединен с источником входного напряжения и через другой прецизионный резистор с выходом операционного усилителя. Неинвертирующий вход ОУ через третий прецизионный резистор соединен с общей точкой устройства ("землей") и через четвертый прецизионный резистор - с выходом ОУ. Нагрузка подключена между неинвертирующим входом ОУ и "землей". Устройство, работоспособное только при точном согласовании перечисленных выше прецизионных резисторов, формирует в нагрузке ток, равный отношению величины входного напряжения к величине сопротивления резистора, включенного между неинвертирующим входом и "землей".

Недостатком прототипа является необходимость точного согласования резисторов, так как иначе стабильный ток в нагрузке формируется с большой погрешностью. Так, например, при использовании резисторов с отклонением от номинального значения сопротивлений в 1% , стабильный ток будет определяться с погрешностью в 4% и более.

Недостатком прототипа является также то, что если даже выполняется условие точного согласования резисторов, то при больших выходных токах резисторы должны быть небольшими, тем самым ограничивается выходной диапазон, т. е. такая схема используется в практике редко.

Техническим результатом, который обеспечивает изобретение, является повышение точности преобразования входного напряжения в выходной ток в широком диапазоне.

В устройство, содержащее четыре прецизионных резистора, источник входного напряжения, операционный усилитель, резистор нагрузки, первый вывод первого резистора включен с полюсом источника входного напряжения, другой полюс подключен к общей точке, другой вывод резистора подключен к инвертирующему входу операционного усилителя и к выводу второго резистора, второй вывод которого подключен к выводу операционного усилителя, один вывод четвертого резистора подключен к выводу резистора нагрузки и неинвертирующему входу операционного усилителя.

Новым в изобретении является то, что в него введены: подстроечный резистор и два кинематически связанных переключателя, причем подвижный контакт второго переключателя включен к одному выводу третьего резистора, другой вывод которого подключен к выводу резистора нагрузки и к неинвертирующему входу операционного усилителя, свободный вывод четвертого резистора подключен к подвижному контакту первого переключателя, его один неподвижный контакт подключен к общей точке, другой - к полюсу источника входного напряжения, к общей точке подключен также один неподвижный контакт второго переключателя, другой неподвижный контакт подключен к выходу операционного усилителя.

На чертеже представлена принципиальная электрическая схема устройства.

Устройство содержит первый резистор 1, второй резистор 2, третий резистор 3, четвертый резистор 4, входные выводы 5 для подключения к источнику напряжения, операционный усилитель 6, резистор нагрузки 7, подстроечный резистор 8, первый переключатель 9, кинематически связанный с вторым переключателем 10.

Первый резистор 1 одним выводом соединен с полюсом источника входного напряжения, другой полюс которого соединен с общей точкой, другой вывод первого резистора соединен с выводом инвертирующего усилителя и с одним из выводов второго резистора 2, второй вывод которого соединен с выходом операционного усилителя 6, один из выводов третьего резистора 3 соединен с подвижным контактом 11 второго переключателя 10, другой - с выводом подстроечного резистора 8; подстроечный резистор 8 подключен одним своим выводом к неинвертирующему входу операционного усилителя 6 и к выводу резистора нагрузки, к этой точке соединения подключен один из выводов резистора 4, другой вывод резистора соединен с подвижным контактом 13 первого переключателя 9, неподвижные контакты которого включены один 14 к выводу первого резистора 1, другой 12 подключен к общей точке, а неподвижный контакт 15 второго переключателя 10 подключен к общей точке, другой 16 - к выходу операционного усилителя 6.

При описании работы источника стабильного тока для лучшего понимания принципа действия для элементов схемы вместо цифровых использованы

RU 2009603 C1

RU 2009603 C1

соответствующие буквенные обозначения:

5-E, 1-R_1, 2-R_2, 3-r_3,

8-$\triangle r_3$, 4R_4, 7-Rн, 9-S_1, 10-S_2;

$R_3 = r_3 + \triangle r_3$

S_1 - переключатель (контакты 12, 13, 14),

S_2 - переключатель (контакты 11, 15, 16).

Устройство работает следующим образом. Вначале производят настройку. Переключатели S_1 и S_2 устанавливают в положение "настройка" (подвижные контакты 11 и 13 соединены с неподвижными контактами 14 и 15), а нагрузку отключают ($R_4 = = \infty$). Схема в этот момент трансформируется (преобразуется) в дифференциальный усилитель (2), на инвертирующий и неинвертирующий входы которого подано одно и то же напряжение E. Напряжение на выходе операционного усилителя (ОУ) отсутствует, если соблюдается условие:

$R_1/R_4 = R_2/R_3$ (1)

Если это условие не соблюдено, то на выходе операционного усилителя возникает напряжение разбаланса $\triangle U$. Например, при E = I В, $R_2 = R_3$ и при отклонении R_1 от R_4 на 1% , $\triangle U$ = 5 мВ.

Перемещая движок резистора $\triangle r_3$ в ту или другую сторону, добиваются того, что $\triangle U = 0$, т. е. добиваются соблюдения приведенного выше условия.

При переводе переключателей S_1 и S_2 в положение "работа" (подвижные контакты 11 и 13 соединены с неподвижными контактами (12 и 16) и при подключении нагрузки схема формирует в нагрузке стабильный ток.

Принцип действия схемы заключается в том, что по мере увеличения сопротивления нагрузки происходит пропорциональное увеличение положительной обратной связи, что и обеспечивает в нагрузке стабильный ток. При сопротивлении нагрузки равном нулю ($R_н = 0$) положительная обратная связь отсутствует (резистор R_4 между неинвертирующим входом ОУ и общей точкой при этом закорочен). Схема превращается в обычный инвертирующий усилитель, выходное напряжение которого определяется уравнением

$U_{вых} = -E\ R_2/R_1$

При $R_н = 0$, ток через нагрузку равен выходному напряжению, деленному на сопротивление R_3, т. е.

$I_н = U_{вых}/R_3 = -E\ R_2/R_1R_3$.

Из условия (1) следует, что

$R_2/R_1R_3 = 1/R_4$ и, таким образом, окончательно

$I_н = -E/R_4$.

При увеличении сопротивления нагрузки увеличивается положительная обратная связь, т. е. возрастает пропорционально выходное напряжение, и ток через нагрузку не изменяется. Это происходит до тех пор, пока выходное напряжение меньше предельно допустимого по техническим условиям для данного операционного усилителя.

Простые, но достаточно громоздкие преобразования, устанавливают следующую зависимость между током нагрузки и выходным напряжением операционного усилителя $U_{вых} = \frac{I_н[(1+m)(R_н+R_4]}{m}$ где m $= R_1/R_2 = R_4/R_3$

Пользуясь формулой (2), легко установить максимальную величину сопротивления нагрузки, для которой операционный усилитель может обеспечить заданный ток.

Так, например, при $I_н$ = 2 мА, m = 1, R_4 = = 1 кОм и при предельно допустимом выходном напряжении операционного усилителя $U_{вых}$ = 10 В, получим:

$R_н = \frac{U_{вых} - I_н \cdot R_4}{2I_н} = \frac{/10-2/}{4\ 10^{-3}}$ = 2000 Ом

(56) 1. Гутников В. С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. Л. ; Энергоиздат, 1988 г. , стр. 70.

2. Хоровиц П. , Хилл У. , Искусство схемотехники в 2 томах, том I, пер. с англ. М. : Мир, 1984, стр. 162, 163.

Формула изобретения:

ИСТОЧНИК СТАБИЛЬНОГО ТОКА С ЗАЗЕМЛЕННОЙ НАГРУЗКОЙ, содержащий первый, второй, третий и четвертый прецизионные резисторы, входные выводы для подключения входного напряжения, операционный усилитель, резистор нагрузки, первый вывод первого резистора включен с одним входным выводом, другой входной вывод подключен к общей точке, другой вывод первого резистора подключен к инвертирующему входу операционного усилителя и к выводу второго резистора, второй вывод которого подключен к выходу операционного усилителя, один вывод четвертого резистора подключен к выводу резистора нагрузки и неинвертирующему входу операционного усилителя, отличающийся тем, что в него введены подстроечный резистор и два кинематически связанных переключателя, причем подвижный контакт второго переключателя подключен в одному выводу третьего резистора, другой вывод которого подключен к выводу подстроечного резистора, другой вывод которого подключен к выводу резистора нагрузки и к неинвертирующему входу операционного усилителя, причем свободный вывод четвертого резистора подключен к подвижному контакту первого переключателя, его один неподвижный контакт подключен к общей точке, другой - к другому входному выводу, к общей точке подключен также неподвижный контакт второго переключателя, другой неподвижный контакт подключен к выходу операционного усилителя.

RU 2009603 C1

RU 2009603 C1