



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 943675

(61) Дополнительное к авт. свид-ву --

(22) Заявлено 09.12.80 (21) 3213440/24-07

с присоединением заявки № --

(23) Приоритет --

Опубликовано 15.07.82. Бюллетень № 26

Дата опубликования описания 15.07.82

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

G 05 F 1/56

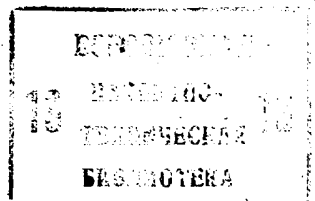
(53) УДК 621.316.  
.722.1(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

Ю. С. Мальцев и В. Д. Шевченко

(71) Заявитель

Ордена Ленина завод "Электроточприбор"



## (54) УПРАВЛЯЕМЫЙ ИСТОЧНИК ПОСТОЯННОГО НАПЯЖЕНИЯ

Изобретение относится к электро-  
технике, в частности к источникам  
постоянного напряжения с регулируе-  
мым выходным напряжением.

Известны управляемые источники по-  
стоянного напряжения, содержащие ис-  
точник опорного напряжения и управ-  
ляемый резистивный делитель напряже-  
ния [1].

Недостатком таких источников явля-  
ется их сложность, что обусловлено  
необходимостью применения громоздко-  
го и сложного управляемого резистив-  
ного делителя напряжения.

Наиболее близким к предлагаемому  
является управляемый источник посто-  
янного напряжения, содержащий после-  
довательно соединенные источник опор-  
ного напряжения, переключатель и сгла-  
живающий фильтр, а также блок управ-  
ления, выход которого связан с управ-  
ляющим входом переключателя [2].

Недостатком этого устройства явля-  
ется низкая точность формирования

выходного напряжения, что обусловле-  
но влиянием выходного сопротивления  
источника опорного напряжения и со-  
противления переключателя.

Целью изобретения является повы-  
шение точности формирования выходно-  
го напряжения управляемого источника  
постоянного напряжения.

Поставленная цель достигается тем,  
что управляемый источник постоянного  
напряжения, содержащий входные клем-  
мы для подключения источника опорно-  
го напряжения, переключатель, входы  
которого соединены с входными клем-  
мами, а выход - с входом сглаживающе-  
го фильтра, выход которого является  
выходом управляемого источника по-  
стоянного напряжения, а также блок  
управления, выход которого соединен  
с управляющим входом переключателя,  
снабжен дополнительным переключате-  
лем, повторителем напряжения, усили-  
телем с звеном отрицательной обратной  
связи и резистором, причем входы до-

полнительного переключателя соединены с соответствующими входами основного переключателя, управляющий вход дополнительного переключателя соединен с управляющим входом основного переключателя, выход дополнительного переключателя соединен с входом усилителя, выход которого через резистор соединен со входом сглаживающего фильтра, выход которого через повторитель напряжения соединен со звеном отрицательной обратной связи усилителя.

На чертеже показана функциональная схема управляемого источника постоянного напряжения.

Управляемый источник постоянного напряжения содержит клеммы 1 и 2 для подключения источника опорного напряжения  $U_{оп}$ , переключатели 3 и 4, сглаживающий фильтр 5, повторитель напряжения 6, усилитель 7, блок управления 8, резисторы 9-11, клеммы 12 и 13, служащие выходом устройства.

Клемма 1 соединена с первыми входами переключателей 3 и 4, клемма 2 - со вторыми входами переключателей 3 и 4. Выход переключателя 3 соединен со входом фильтра 5, выход которого соединен с выходными клеммами 12 и 13. Выход блока управления 8 соединен с управляющими входами переключателей 3 и 4. Выход переключателя 4 соединен с неинвертирующим входом усилителя 7, выход которого через резистор 9 соединен с точкой соединения выхода переключателя 3 со входом фильтра 5, а через резистор 10 - с инвертирующим входом усилителя 7. Вход повторителя напряжения 6 соединен с конденсатором фильтра 5 (с выходной клеммой 12), а выход повторителя 6 соединен с одним из выводов резистора 11, второй вывод которого связан с точкой соединения резистора 10 с инвертирующим входом усилителя 7. Делитель напряжения, образованный резисторами 11 и 10, выполняет функции звена отрицательной обратной связи и усилителя 7. Переключатели 3 и 4 могут быть выполнены на МОП-транзисторах, фильтр 5 может быть выполнен в виде пассивного или активного RC-фильтра. Повторитель напряжения 6 может быть выполнен на основе усилителя с каналом "модулятор-демодулятор" (МДМ) по стандартной схеме, в качестве усилителя 7 может быть использован быстродействующий

усилитель с параллельным и МДМ-каналами, выполненный по стандартной схеме, резисторы 9-11 могут быть использованы типа МРХ. Блок управления 8 представляет собой генератор импульсов постоянной частоты и регулируемой длительности и может быть выполнен по известной схеме.

Устройство работает следующим образом.

К клеммам 1 и 2 подключается источник опорного напряжения постоянного тока. Блок управления 8 вырабатывает импульсы напряжения постоянной частоты, длительность которых определяется органами управления блока 8. Эти импульсы поступают на управляющие входы переключателей 3 и 4. Во время действия импульса переключатели 3 и 4 синхронно переключаются в положение а, а во время паузы между импульсами - в положение б. Напряжение опорного источника с клемм 1 и 2 через переключатель 3 поступает на вход сглаживающего фильтра 5, на выходе которого формируется напряжение постоянного тока, уровень которого определяется выражением

$$U_{\text{Вых}} = U_{\text{оп}} \cdot \frac{t_{\text{и}}}{T},$$

где  $U_{\text{Вых}}$  - напряжение на выходе (клеммы 12 и 13);

$U_{\text{оп}}$  - значение напряжения опорного источника на клеммах 1 и 2;

$t_{\text{и}}$  - длительность импульсов напряжения, вырабатываемого блоком управления 8;

$1/T$  - частота импульсов блока управления 8.

Одновременно напряжение  $U_{\text{оп}}$  с клемм 1 и 2 через переключатель 4 поступает на неинвертирующий вход усилителя 7 и после усиления в  $K$  раз с выхода этого усилителя через резистор 9 поступает на выход переключателя 3, компенсируя тем самым падение напряжения на переключателе 3, вызванное протеканием тока  $I$  через переключатель 3. После окончания импульса, формируемого блоком управления 8, переключатели 3 и 4 переключаются в положение б, и сигналы на их входах становятся равными нулю, после чего цикл работы ключей повторяется.

Ток с  $I_1$ , создаваемый источником опорного напряжения, равен

$$I_1 = \frac{U_B - U_{\text{вых}}}{R_\Phi},$$

где  $U_B$  -- напряжение в точке В (на входе фильтра 5);

$U_{\text{вых}}$  -- напряжение на выходе фильтра 5;

$R_\Phi$  -- значение сопротивления в цепи фильтра 5.

Так как ко входам усилителя 7 приложены напряжения  $U_{\text{оп}}$  и  $U_{\text{вых}}$  (через повторитель напряжения 6 и резистор 11), то ток  $I_2$ , создаваемый усилителем 7, равен

$$I_2 = \frac{K(U_{\text{оп}} - U_{\text{вых}})}{R_9},$$

где  $K$  -- значение коэффициента усиления усилителя 7, определяемое величинами резисторов сопротивления 10 и 11;

$R_A$  -- значение сопротивления передачи усилителя 7, при котором выполняется условие

$$I_1 = I_2$$

$$\frac{U_B - U_{\text{вых}}}{R_\Phi} = \frac{K(U_{\text{оп}} - U_{\text{вых}})}{R_9},$$

так как при  $I_1 = I_2$ ,  $U_B = U_{\text{оп}}$ ,

$$\text{то } \frac{U_{\text{оп}} - U_{\text{вых}}}{R_\Phi} = \frac{K(U_{\text{оп}} - U_{\text{вых}})}{R_9}$$

откуда

$$K = \frac{R_9}{R_\Phi} \quad (1)$$

Следовательно, выбрав значение коэффициента передачи усилителя 7 по формуле (1), можно обеспечить выполнение условия  $I_1 = I_2$ , при котором ток через переключатель 3 не протекает. При этом на переключателе 3 отсутствует падение напряжения, несмотря на наличие сопротивления этого переключателя в открытом состоянии. Собственное остаточное напряжение МОП-ключей весьма мало и составляет единицы микровольт.

В неустановившихся режимах (при изменениях сигналов управления, вырабатываемых блоком 8), когда выходное напряжение фильтра 5 имеет как

5 постоянную, так и переменную составляющие; ток  $I_4$  также имеет переменную и постоянную составляющие. Однако наличие связи выхода фильтра 5 через повторитель напряжения 6 со звеном отрицательной обратной связи усилителя 7 позволяет обеспечить точно такое же изменение тока  $I_2$ , т. е. как в статическом, так и в динамическом состоянии выполняется равенство  $I_1 = I_2$ .  
15 Изменение выходного напряжения источника производится блоком управления 8 путем изменения длительности импульсов, поступающих на управляющие входы переключателей 3 и 4.

20 Преимущества предложенного устройства по сравнению с известным состоят в следующем.

Величина выходного сопротивления источника опорного напряжения обычно лежит в пределах 0,1-1,0 кОм. Ключи на МОП-транзисторах обычно имеют сопротивление в открытом состоянии порядка 50 Ом с разбросом 20%. В этих условиях применение в схеме известного устройства сглаживающего фильтра с величиной сопротивления  $10^4$  Ом приводит к погрешности формирования выходного напряжения порядка 1% за счет неидентичности сопротивлений в цепях заряда и разряда фильтра. Попытки уменьшить влияние внутреннего сопротивления опорного источника и сопротивления ключей путем введения повторителя напряжения на выходе опорного источника или на входе сглаживающего фильтра приводят к погрешности формирования выходного напряжения как за счет статических погрешностей повторителя напряжения, так и за счет динамических погрешностей.

В предложенной схеме в тех же самых условиях, применяя резисторы типа МРХ, можно обеспечить равенство тока  $I_1$  току  $I_2$  с погрешностью 0,02%, что обеспечивает погрешность формирования выходного напряжения порядка  $10^{-2}$  %.

Формула изобретения

Управляемый источник постоянного напряжения, содержащий входные клем-

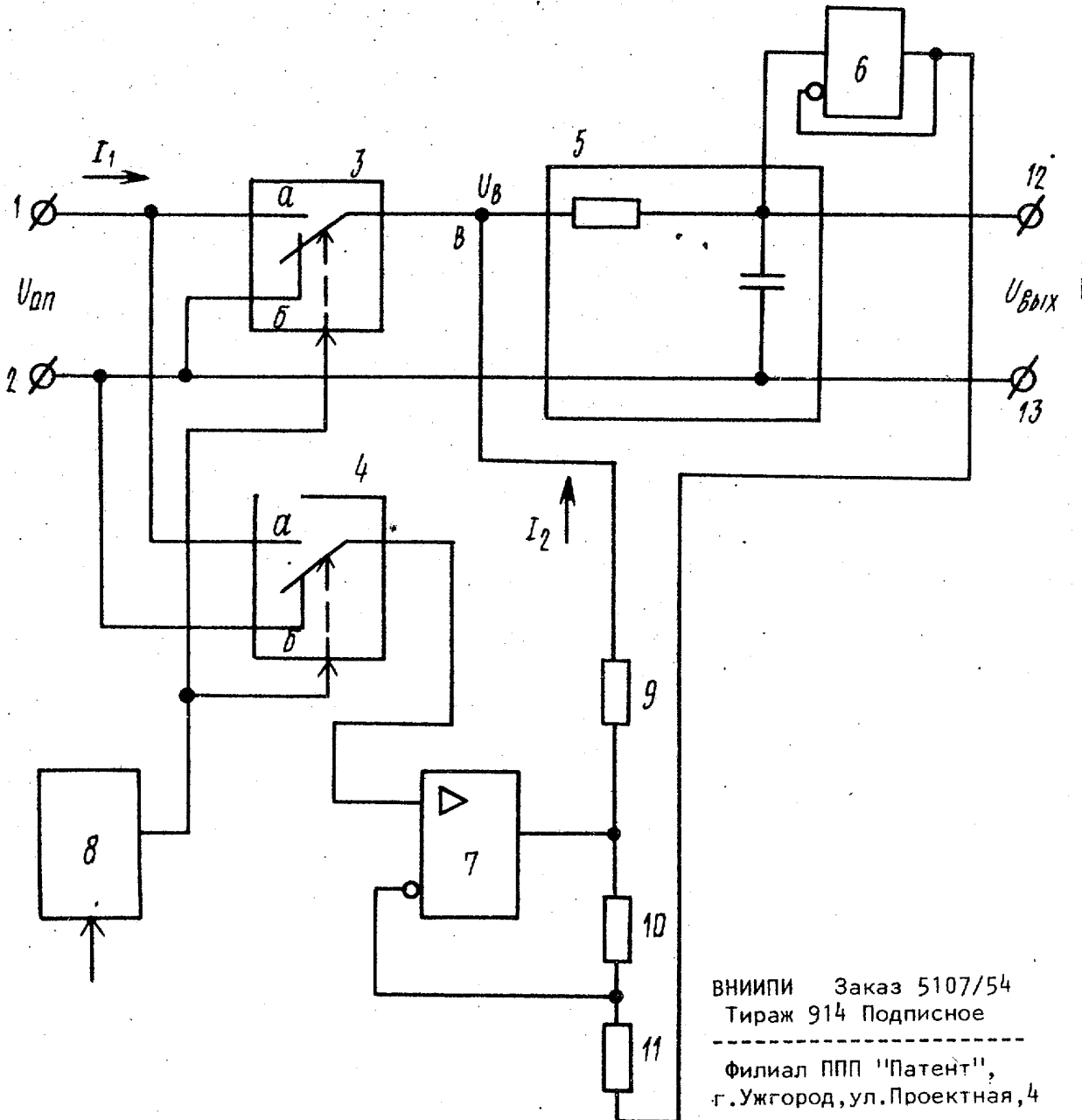
мы для подключения источника опорного напряжения, переключатель, входы которого соединены с входными клеммами, а выход - с входом сглаживающего фильтра, выход которого является выходом управляемого источника постоянного напряжения, а также блок управления, выход которого соединен с управляющим входом переключателя, отличающийся тем, что, с целью повышения точности формирования выходного напряжения, он снабжен дополнительным переключателем, повторителем напряжения, усилителем с звеном отрицательной обратной связи и резистором, причем входы дополнительного переключателя соединены с соответствующими входами основного переключателя, управляющий вход дополни-

тельного переключателя объединен с управляющим входом основного переключателя, выход дополнительного переключателя соединен с входом усилителя, выход которого через резистор соединен с входом сглаживающего фильтра, выход которого через повторитель напряжения соединен с звеном отрицательной обратной связи усилителя.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Безикович А. Я. и др. Автоматизация проверки электроизмерительных приборов. Л., "Энергия", 1976, с. 179-180, рис. 4-28.

2. Розенблат М. Г. Михайлов Г. Х., Источники калиброванных напряжений постоянного тока. М., "Энергия", 1976, с. 181-190, рис. 5-15.



ВНИИПИ Заказ 5107/54  
Тираж 914 Подписное  
-----  
Филиал ППП "Патент",  
г. Ужгород, ул. Проектная, 4