



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е И З О Б Р Е Т Е Н И Я

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

ПР  
(11) 813382

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 05.06.79 (21) 2776915/18-21

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

с присоединением заявки № —

G 05 F 1/44

(23) Приоритет —

Опубликовано 15.03.81. Бюллетень № 10

(53) УД 621.317.  
.77(088.8)

Дата опубликования описания 25.03.81

*Сергеев*

(72) Авторы  
изобретения

И. Ю. Сергеев, В. И. Губарь, В. С. Артеменко, В. К. Рошин,  
В. И. Русин, А. А. Яремчук и Н. Е. Тарабан

(71) Заявитель

Киевский ордена Ленина политехнический институт  
им. 50-летия Великой Октябрьской социалистической революции

*Сергеев*

## (54) КАЛИБРАТОР НАПРЯЖЕНИЯ

1

Изобретение относится к измерительной технике и автоматическому управлению, в частности к калибраторам напряжения постоянного тока и может быть использовано при построении информационно-измерительных и управляющих систем.

Известен калибратор напряжения, содержащий преобразователь интервала времени в напряжение интегрирующего типа [1].

Недостатком калибратора является низкое быстродействие.

Известен калибратор напряжения, который содержит последовательно включенные источник опорного напряжения, первый ключ, интегратор и аналоговое запоминающее устройство, выход которого подключен к выходу калибратора напряжения, второй ключ, соединенный со входами интегратора и с выходом калибратора напряжения, преобразователь кода во временной интервал, вход которого подключен ко входу всего устройства, а выходы подключены к первому и второму ключам, а также ко входу управления выборкой аналогового запоминающего устройства [2].

Недостатком преобразователя является низкое быстродействие.

2

Цель изобретения — повышение быстродействия.

Поставленная цель достигается тем, что калибратор напряжения, содержащий соединенные последовательно источник опорного напряжения, первый ключ, интегратор и аналоговое запоминающее устройство, выход которого подсоединен через второй ключ к входу интегратора, преобразователь кода во временной интервал, первый, второй и третий выходы которого подсоединены к управляющим входам первого и второго ключей и к управляющему входу аналогового запоминающего устройства, снабжен дешифратором, коммутатором и матрицей резисторов, причем вход дешифратора подсоединен ко входу преобразователя кода во временной интервал, а выход его соединен с одним из входов коммутатора, вторые входы которого присоединены к второму и третьему входам источника опорного напряжения, а выходы его через матрицу резисторов соединены с вторым входом интеграторов.

На фиг. 1 приведена структурная схема калибратора напряжения; на фиг. 2 — временные диаграммы его работы.



Калибратор напряжения содержит источник опорного напряжения 1, первый ключ 2, интегратор 3, аналоговое запоминающее устройство 4, второй ключ 5, преобразователь кода во временной интервал 6, дешифратор 7, коммутатор 8 и матрицу резисторов 9.

Калибратор напряжения работает циклично. Циклы работы задаются преобразователем кода во временной интервал 6, который формирует три интервала времени (управляющих импульса). Интервал времени  $T_1$  (фиг. 2,2), пропорциональный входному коду  $N$ , открывает первый ключ 2. Интервал  $T_2$  (постоянной длительности) открывает второй ключ 5. Интервал времени  $T_3$  (короткий импульс постоянной длительности) управляет аналоговым запоминающим устройством 4 — по приходу импульсов  $T_3$  аналоговое запоминающее устройство 4 запоминает выходное напряжение интегратора 3 (осуществляется выборка), которое подается на выход калибратора в течение всего времени до последующей выборки. На дешифратор 7 поступает входной код  $N$  (практически только старшие разряды кода  $N$ ).

На одном из выходов дешифратора 7 (в зависимости от кода  $N$ ) появляется управляющий сигнал, который управляет коммутатором 8, подключающим один из резисторов матрицы 9 к источнику опорного напряжения 1. В результате такой работы калибратора в каждом цикле работы осуществляется уравнивание зарядов, накапливаемых интегратором 3 в процессе интегрирования напряжений, поступающих через ключ 2 (в течение времени  $T_1$ ), через ключ 5 (в течение времени  $T_2$ ) и через один из резисторов матрицы 9 резистора (в течение всего времени цикла  $T_4$ ). Из равенства зарядов можно записать уравнение преобразования калибратора в следующем виде

$$V_{\text{вых}} = E_0 \frac{T_1}{T_2} + E_i \frac{T_4}{T_2} \frac{R}{R_i},$$

где  $E_0$  — напряжение опорного источника, подключенное к ключу 2,  $R_i$  — резистор из матрицы 9, подключаемый в зависимости от входного кода  $N$ ,  $E_i$  — напряжение источника 1 опорного напряжения, подключенное к резистору  $R_i$ ,  $R$  — времязадающее сопротивление в интеграторе 3. Как следует из уравнения преобразования выходное напряжение имеет две составляющие. Первая из них —  $E_0 T_1/T_2$  — определяется входным кодом, а вторая, формируемая вновь введенными в калибратор блоками,  $E_i \frac{T_4}{T_2} \frac{R}{R_i}$  — определяется входным кодом, сопротивлением резистора  $R_i$  и напряжением  $E_i$  ( $E_i$  в общем случае может выбираться положительным или отрицательным). Весь диапазон изменения входного кода  $N$  разбивается на поддиапазоны, в каждом из которых посредством дешифратора 7 и коммутатора

8 между входом интегратора 3 и выходом источника опорного напряжения 1, включается соответствующий этому поддиапазону резистор. В результате, в каждом поддиапазоне входного кода в основной составляющей выходного напряжения, определенной членом  $E_0 T_1/T_2$ , прибавляется (или вычитается в зависимости от полярности  $E_i$ ) добавка. Совокупность всех добавок во всем диапазоне изменения входного кода представляет собой кусочно-ступенчатую функцию, которой можно аппроксимировать различные нелинейные зависимости, в связи с тем, в результирующую зависимость выходного напряжения от входного кода может быть введена требуемая нелинейность (ступенчатого аппроксимирования). При снижении длительности цикла работы калибратора напряжения возникает его собственная нелинейность. При постоянной длительности цикла эта нелинейность в значительной степени стабильна. Если с помощью дешифратора 7, коммутатора 8 и матрицы 9 резисторов задать нелинейность обратной собственной нелинейности калибратора, то погрешность от нелинейности результирующей зависимости выходного напряжения от входного кода будет значительно снижена. Таким образом, может быть повышена точность калибратора при снижении быстродействия или повышено быстродействие при сохранении точности. Кроме того, калибратор может быть использован в качестве функционального преобразователя, используемого для линеаризации нелинейности других, работающих совместно с ним устройств, например различных датчиков.

В качестве примера на фиг. 2 приведены кривые зависимости выходного напряжения от входного кода. Здесь кривая 10 — идеальная зависимость  $V_{\text{вых}}$  от  $N$ , 11 — реальная зависимость, содержащая нелинейность, 12 — ступенчато-аппроксимированная заданная нелинейность (формируемая с помощью дешифратора 7, коммутатора 8 и матрицы 9 резисторов), 13 — результирующая (линеаризованная) зависимость.

При необходимости корректировать нелинейность порядка (1—5%) например при коррекции нелинейности датчиков, влияние нестабильности сопротивления резисторов матрицы 9 уменьшается примерно в 100—20 раз, что при требуемой погрешности преобразования, к примеру, 0,1% позволяет использовать резисторы с нестабильностью сопротивления соответственно (10—2)%, т. е. дешевые резисторы. Практически при создании калибратора напряжения, длительность цикла работы которого составляет величину порядка 0,5—1 м/сек, абсолютная погрешность, вызванная нелинейностью, не превышает десятых долей процента. В этом случае требования к нестабильности



резисторов еще меньше. В результате, используя резисторы с нестабильностью порядка 1%, можно снизить погрешности до уровня 0,01%. Создание же калибратора с погрешностью 0,01% без линеаризации требует увеличения длительности цикла до 10—20 м/сек. В результате выигрыш по быстродействию более, чем на порядок. При этом число участков аппроксимации обычно 8—10. Для этого на дешифратор 7 подается всего четыре старших двоичных разряда входного кода (дешифратор в этом случае может быть построен на одной микросхеме, например типа К155 ИДЗ). Число резисторов в матрице 9 в данном случае  $\leq 10$  (меньше 10), поскольку несколько ступеней в аппроксимированной кривой могут быть одинаковыми или равными нулю по амплитуде). Если число участков не превышает восьми, то дешифратор 7 с коммутатором 8 могут быть реализованы одной микросхемой типа 543КН2, представляющей собой управляемый кодом восьмиканальный коммутатор.

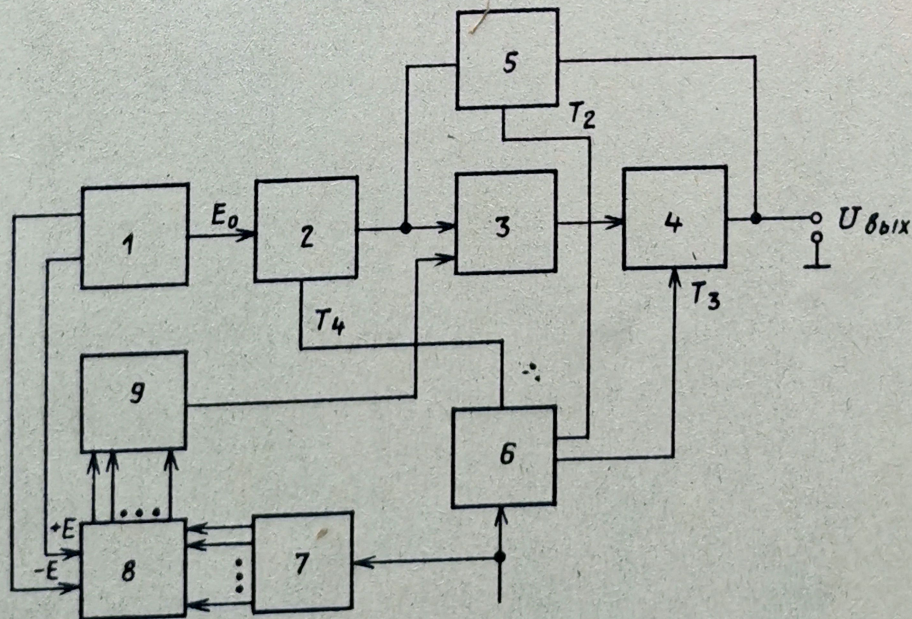
Введение в устройство дешифратора, коммутатора и матрицы резисторов позволяет более чем на порядок повышать его быстродействие при сохранении точности. Создание дополнительных блоков требует незначительных дополнительных аппаратурных затрат и может быть реализовано с использованием дешевых резисторов, например типа МЛТ, и серийных микросхем.

Калибратор напряжения, содержащий соединенные последовательно источник опорного напряжения, первый ключ, интегратор и аналоговое запоминающее устройство, выход которого подсоединен через второй ключ к входу интегратора, преобразователь кода во временной интервал, первый, второй и третий выходы которого подсоединены к управляющим входам первого и второго ключей, и к управляющему входу аналогового запоминающего устройства, отличающийся тем, что, с целью повышения быстродействия, он снабжен дешифратором, коммутатором и матрицей резисторов, причем вход дешифратора подсоединен ко входу преобразователя кода во временной интервал, а выход его соединен с одним из входов коммутатора, вторые входы которого подсоединены к второму и третьему входам источника опорного напряжения, а выходы его через матрицу резисторов соединены с вторым входом интегратора.

Источники информации,

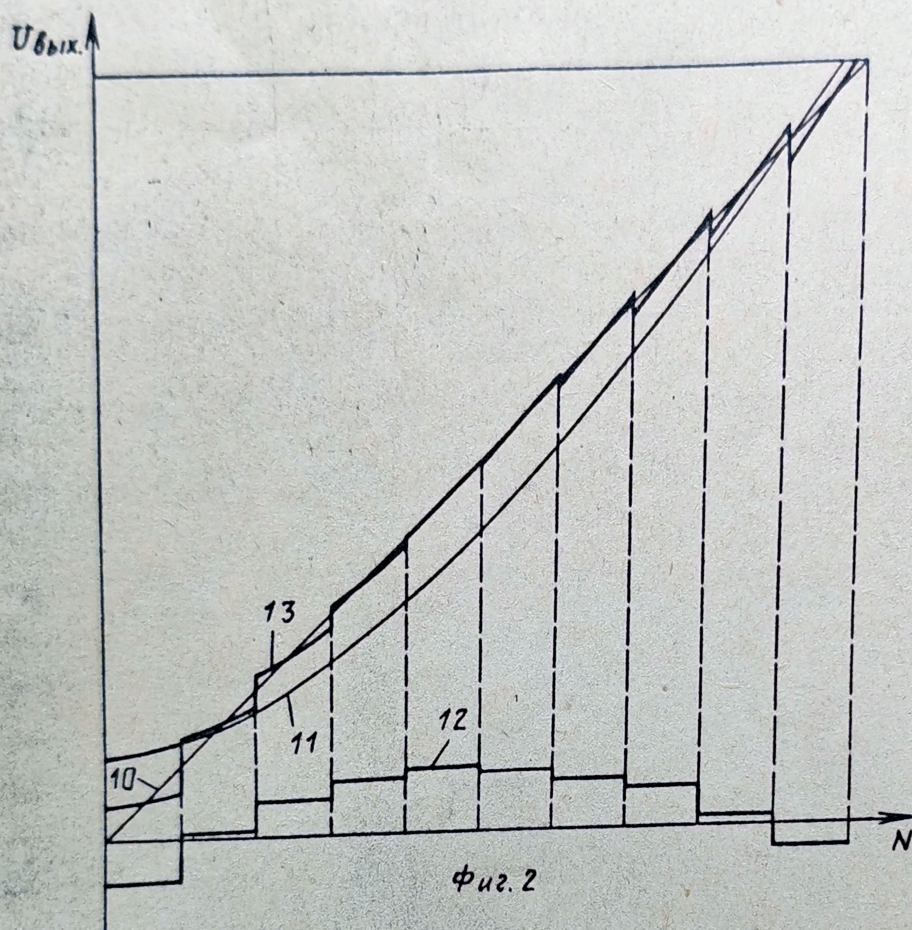
принятые во внимание при экспертизе

1. Туз Ю. М., Сергеев И. Ю. Итерационный преобразователь интервала времени в напряжение «Измерительная техника», № 7, 1976, с. 15.
2. Патент США № 3646545, кл. 324—95, 1973.



Фиг. 1





Редактор М. Погоряляк  
Заказ 286/60

Составитель М. Барашков  
Техред А. Бойкас  
Тираж 940

Корректор М. Демчик  
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