



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 818006

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 16.05.79 (21) 2766484/18-21

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 30.03.81. Бюллетень № 12

Дата опубликования описания 30.03.81

(51) М. Кл.³

Н 03 К 13/20

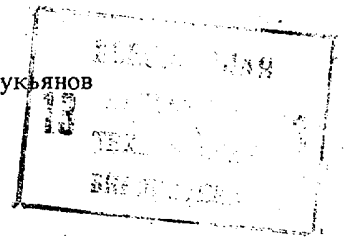
(53) УДК 681.325
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

С. Б. Шахов, Э. К. Шахов, В. М. Шлядин, и В. М. Лукьянов

(71) Заявитель

Пензенский политехнический институт



(54) ИНТЕГРИРУЮЩИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ В ИНТЕРВАЛ ВРЕМЕНИ

1

Изобретение относится к цифровой электро-
измерительной технике и может быть использо-
вано для измерения напряжений малого уровня.

Известны преобразователи напряжения с им-
пульсной обратной связью, в которых одновре-
менно интегрируется преобразуемое напряжение
и импульс образцового напряжения, поступаю-
щий с выхода звена обратной связи, причем
в установившемся режиме длительность импуль-
са обратной связи пропорциональна интеграль-
ному значению входного напряжения за время
цикла преобразования [1].

Недостатками преобразователей данного ти-
па являются наличие коммутирующих элемен-
тов в цепи опорного напряжения и низкое
быстродействие, так как при включении или
скачке входного напряжения имеет место пе-
реходной процесс, длящийся несколько цик-
лов преобразования.

Известен интегрирующий преобразователь
напряжения малого уровня в интервал време-
ни, содержащий модулятор, первый вход кото-
рого подключен к входной шине устройства,
последовательно соединенные источник опор-

2

ного напряжения, интегратор, блок сравнения
и первый ключ, выход которого подключен к
выходной шине устройства и второму входу
интегратора, и блок управления, первый и
второй входы которого подключены соответ-
ственно к выходам генератора тактовых им-
пульсов и блока сравнения, а первый, второй
и третий выходы блока управления соединены
соответственно с управляющими входами пер-
вого ключа, модулятора и второго ключа [2].

Известный преобразователь обладает невысо-
кой точностью вследствие того, что погреш-
ность модулятора и нестабильность параметров
ключей влияют на выходную точность, низким
быстродействием и не обладает средствами
для определения знака измеряемого напряже-
ния.

Цель изобретения — повышение точности,
быстродействия и расширение функциональных
возможностей преобразователя.

Поставленная цель достигается тем, что в инте-
грирующий преобразователь напряжения в интер-
вал времени, содержащий модулятор, первый
вход которого подключен к входной шине уст-

ройства, последовательно соединенные источник опорного напряжения, интегратор, блок сравнения и первый ключ, выход которого подключен к выходной шине устройства и второму входу интегратора, а также блок управления, первый и второй входы которого подключены соответственно к выходам генератора тактовых импульсов и блока сравнения, а первый, второй и третий выходы блока управления соединены соответственно с управляющими входами первого ключа, модулятора и второго ключа, введены второй интегратор, переключатель и сумматор, причем выход сумматора соединен со своим первым входом и третьим входом интегратора через последовательно соединенные модулятор, второй интегратор, переключатель, дифференциальный усилитель и второй ключ, второй вход сумматора соединен с выходом источника опорного напряжения, а управляющий вход переключателя подключен ко второму выходу блока управления.

На фиг. 1 изображена функциональная электрическая схема устройства; на фиг. 2 — временные диаграммы, поясняющие работу преобразователя.

В состав преобразователя входят модулятор 1, интегратор 2, блок 3 сравнения, источник 4 опорного напряжения, ключи 5 и 6, генератор 7 тактовых импульсов, блок 8 управления, дополнительный интегратор 9, переключатель 10, дифференциальный усилитель 11 и сумматор 12 на резисторах.

Выход интегратора 2 соединен с входом блока 3 сравнения, входы блока 8 управления с выходами блока 3 сравнения и генератора 7 тактовых импульсов, управляющие входы ключей 5, 6 и модулятора 1 — с соответствующими выходами блока 8 управления; выход сумматора 12 связан с одним из своих входов через последовательно включенные модулятор 1, дополнительный интегратор 9, переключатель 10, дифференциальный усилитель 11 и ключ 5; выход источника 4 опорного напряжения соединен со вторым входом сумматора 12 и одним из входов интегратора 2, второй вход которого соединен с первым входом сумматора 12.

В момент времени t_1 ключ 5 разомкнут, модулятор 1 подключает на первый вход дополнительного интегратора 9 измеряемое напряжение U_x , а на второй вход — выходное напряжение сумматора 12, переключатель 10 подключает выход дополнительного интегратора 9 на инвертирующий вход дифференциального усилителя 11.

Выходное напряжения интегратора 9 в момент времени t_1 равно нулю.

К моменту времени t_2 напряжение на выходе интегратора 9 достигает значения

$$U_{09}(t_2) = \left[-\frac{U_x \cdot K_M}{T} + \frac{U_C \cdot K_M}{T} \right] (t_2 - t_1) + \frac{U_{AP}}{T} (t_2 - t_1),$$

где T — постоянная времени интегратора 9;
 K_M — коэффициент передачи модулятора 1;
 U_C — напряжение на выходе сумматора 12;
 U_{AP} — дрейф интегратора 9, приведенный ко входу.

На интервале времени от t_1 до t_2 напряжение на выходе сумматора 12 равно

$$U_C(t > t_1) = \frac{U_0 R_3}{R_3 + R_4}.$$

В момент времени t_2 замыкается ключ 5 и напряжение насыщения U_H усилителя 11, имеющее полярность, противоположную полярности образцового напряжения U_0 поступает на второй вход сумматора 12, напряжение на выходе которого станет равным

$$U_C(t > t_2) = \frac{U_0 R_3}{R_3 + R_4} + \frac{U_H R_3}{R_3 + R_5}. \quad (1)$$

В момент времени t_3 усилитель 11 выйдет из насыщения и начинает действовать отрицательная обратная связь, охватывающая через замкнутый ключ 5 и сумматор 12 последовательно включенные модулятор 1, дополнительный интегратор 9, переключатель 10 и дифференциальный усилитель 11. При этом интегрирующее звено, охваченное жесткой отрицательной обратной связью, образуется в аperiodическое; звено первого порядка с постоянной времени, равной $\frac{T}{K_{11}}$, где K_{11} — коэффициент усиления дифференциального усилителя 11. По окончании переходного процесса, длящегося весьма короткое время (так как постоянная времени $\frac{T}{K_{11}}$ очень мала, вследствие того, что $K_{11} \gg 1$), на выходе дифференциального усилителя 11 устанавливается напряжение обратной связи U_{OC} , значение которого таково, что

$$\left[-\frac{U_x \cdot K_M}{T} + \frac{U_0 R_3 K_M}{T(R_3 + R_4)} \right] (t_4 - t_3) - \frac{U_{OC} R_3 K_M}{(R_3 + R_5) T} (t_4 - t_3) + \frac{U_H}{T} (t_4 - t_3) = 0 \quad (2)$$

Из выражений (1) и (2) общая площадь 45 сигнала на выходе ключа 5 равна

$$U_H(t_3 - t_2) + U_{OC}(t_4 - t_3) = \left[-\frac{U_x(R_3 + R_5)}{R_3} + \frac{U_0(R_3 + R_5)}{R_3 + R_4} + \frac{U_{AP} \cdot (R_3 + R_5)}{K_M \cdot R_3} \right] (t_4 - t_1),$$

или, с учетом того, что $t_4 - t_1 = T$ (длительность частного цикла преобразования), равна

$$U_H(t_3 - t_2) + U_{OC}(t_4 - t_3) = \left[-\frac{U_x(R_3 + R_5)}{R_3} + \frac{U_0(R_3 + R_5)}{R_3 + R_4} + \frac{U_{AP}(R_3 + R_5)}{K_M \cdot R_3} \right] \cdot T \quad (3)$$

В следующем частном цикле процесс преобразования аналогичен, происходит лишь переключение модулятора 1 и переключателя 10, т.е. на вход 1 дополнительного интегратора 9 подается выходное напряжение сумматора 12, а на второй вход — преобразуемое напряжение, и выход дополнительного интегратора 9 соединен с неинвертирующим входом дифференциального усилителя 11. Очевидно, что площадь сигнала на выходе ключа 5 по окончании второго частного цикла преобразования равна

$$U_H(t_3-t_2)+U_{0C}(t_4-t_3)=\left[-\frac{U_X(R_5+R_3)}{R_3}-\frac{U_0(R_3+R_5)}{R_3+R_4}-\frac{U_{AP}(R_3+R_5)}{R_3 K_M}\right] \cdot T \quad (4)$$

Импульсы с выхода ключа 5 поступают на второй вход интегратора 2, на первый вход которого постоянно подключено образцовое напряжение U_0 . В момент времени t_2 напряжение на выходе интегратора 2 было равно нулю. К моменту времени t_5 оно достигает значения

$$U_{U_2}(t_5)=-\frac{U_H(t_3-t_2)+U_{0C}(t_4-t_3)}{R_6 C_2}+\frac{U_0}{R_7 C_2} \cdot \frac{T}{2}+\frac{U_0}{R_7 C_2} \Delta T=0 \quad (5)$$

В момент времени t_6 сработает блок 3 сравнения и по сигналу с блока 8 управления замыкается ключ 6 и интегратор 2 находится в нулевом состоянии $[U_{U_2}(t)=0, t \in (t_5, t_6)]$ до поступления следующего импульса с выхода ключа 5, когда по сигналу с блока 8 управления ключ 6 разомкнется, разрешая интегрирование интегратору 2.

Из выражения (5) получается

$$\Delta T=\frac{U_H(t_3-t_2)+U_{0C}(t_4-t_3)}{U_0} \cdot \frac{R_7}{R_6} \cdot \frac{T}{2}$$

Подставляя выражения (4) и (5) для площади сигналов с выхода ключа 5 в частных циклах преобразования, получим

$$\Delta T_1=\left[-\frac{U_X}{U_0} \frac{R_5+R_3}{R_3 R_6} R_7 T+\frac{(R_3+R_5) R_7 T-\frac{T}{2}}{(R_3+R_4) R_6}\right]+$$

$$+\frac{U_{AP}}{U_0} \frac{(R_3+R_5) R_7}{R_3 R_6 K_M} \cdot T$$

$$\text{и}$$

$$\Delta T_2=\left[-\frac{U_X}{U_0} \frac{(R_5+R_3)}{R_3 R_6} R_7 T+\frac{(R_5+R_3) R_7 T-\frac{T}{2}}{(R_4+R_3) R_6}\right]-$$

$$-\frac{U_{AP}(R_3+R_5) R_7 \cdot T}{U_0 R_3 R_6 K_M}$$

Суммируя результаты преобразования в примающихся частных циклах, получим

$$\Delta T=2\left[-\frac{U_X}{U_0} \frac{(R_5+R_3)}{R_3 R_6} R_7 T+\frac{(R_5+R_3) R_7 T-\frac{T}{2}}{(R_4+R_3) R_6}\right]$$

$$\text{Выбирая } \frac{(R_5+R_3) R_7}{(R_4+R_3) R_6}=\frac{3}{4},$$

$$5 \text{ получаем } \Delta T=-2 \frac{U_X}{U_0} \frac{(R_5+R_3)}{R_3 R_6} R_7 T+\frac{T}{2}, \quad (6)$$

т.е. при $U_X=0$, $T=\frac{T}{2}$ в зависимости от полярности преобразуемого напряжения длительность импульса на выходе преобразователя будет увеличиваться или уменьшаться пропорционально значению преобразуемого напряжения. На точность преобразования не влияет коэффициент передачи K_M модулятора 1 и дрейф интегратора 9, что особенно важно при преобразовании напряжения милливольтового диапазона. Кроме того, в преобразователе отсутствуют переходные процессы при включении и изменении преобразуемого напряжения, так как он представляет собой разновидность развертывающей системы, в которой, как известно, процессы в соседних циклах преобразования протекают автономно, независимо друг от друга.

25

Формула изобретения

Интегрирующий преобразователь напряжения в интервал времени, содержащий модулятор, первый вход которого подключен к входной шине устройства, последовательно соединенные источник опорного напряжения, интегратор, блок сравнения и первый ключ, выход которого подключен к выходной шине устройства и второму входу интегратора, а также блок управления, первый и второй входы которого подключены соответственно к выходам генератора тактовых импульсов и блока сравнения, а первый, второй и третий выходы блока управления соединены соответственно с управляющими входами первого ключа, модулятора и второго ключа, отличающийся тем, что, с целью повышения точности преобразования, быстродействия и расширения функциональных возможностей, в него введены второй интегратор, переключатель и сумматор, причем выход сумматора соединен со своим первым входом и третьим входом интегратора через последовательно соединенные модулятор, второй интегратор, переключатель, дифференциальный усилитель и второй ключ, второй вход сумматора соединен с выходом опорного напряжения, а управляющий вход переключателя подключен ко второму выходу блока управления.

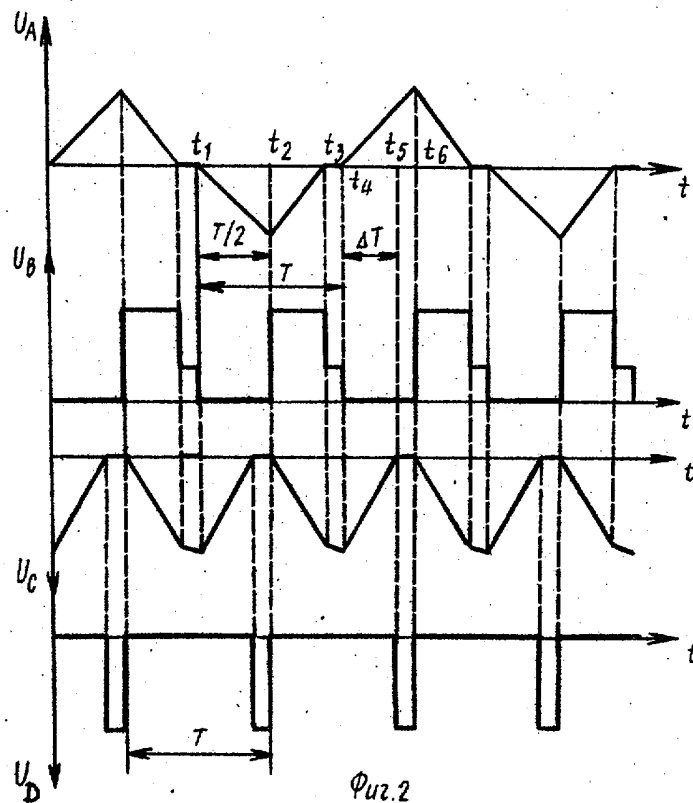
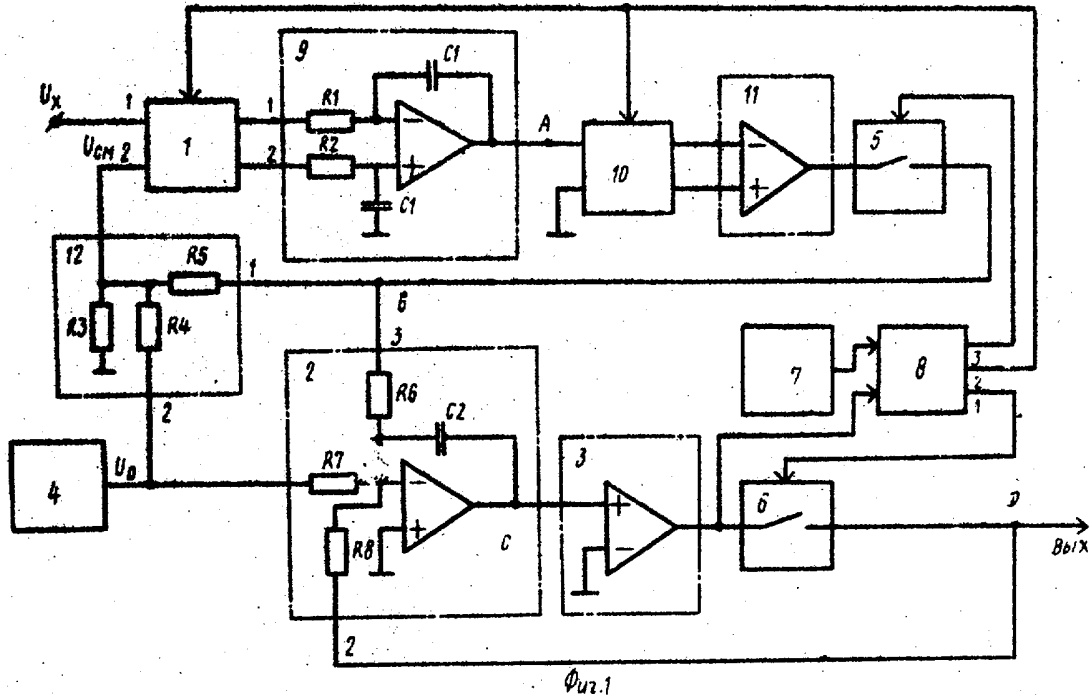
55

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе
1. Евланов Ю. Н., Харченко Р. Р. Линейные измерительные преобразователи постоянного

напряжения в частоту и длительность импульсов с импульсной обратной связью. — "Автоматрия", 1966, № 1.

2. Мартяшин А. И. и др. Преобразователи электрических параметров для систем контроля и измерений. М., "Энергия", 1976, с. 65–67 (прототип).



ВНИИПИ Заказ 1479/79 Тираж 988 Подписное

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