



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 866729

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 18.01.80 (21) 2870020/18-21

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 23.09.81. Бюллетень № 35

Дата опубликования описания 25.09.81

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

Н 03 К 7/08

(53) УДК 621.376.  
.5(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

А.Н. Баранов, В.У. Кизилов и В.М. Максимов

(71) Заявитель

Харьковский ордена Ленина политехнический институт  
им. В.И. Ленина

(54) МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНЫЙ  
МОДУЛЯТОР

1

Изобретение относится к аналого-  
вой вычислительной технике и может  
быть использовано для построения вре-  
мя-импульсных множительных устройств  
и частотных квадраторов.

Известен широтно-импульсный моду-  
лятор, содержащий интегратор, поро-  
говый элемент, источник двухполярно-  
го опорного сигнала, электронный  
ключ [1].

Недостатком его является слож-  
ность конструктивного решения.

Наиболее близким по технической  
сущности к предлагаемому изобретению  
является широтно-импульсный модуля-  
тор, содержащий интегратор на опера-  
ционном усилителе, вход которого со-  
единен с входной шиной, а также компа-  
ратор на операционном усилителе [2].

Недостаток известного устройства -  
низкая точность.

Цель изобретения - повышение точ-  
ности.

2

Поставленная цель достигается тем,  
что в широтно-импульсном модуляторе,  
содержащем интегратор на операцион-  
ном усилителе, вход которого соединен  
с входной шиной, компаратор на опера-  
ционном усилителе, выход интегратора  
через первый и второй встречно вклю-  
ченные стабилитроны подключены к не-  
инвертирующему входу компаратора, ко-  
торый через первый резистор подключен  
к общей шине, выход компаратора че-  
рез третий и четвертый встречно вклю-  
ченные стабилитроны соединен с его  
инвертирующим входом и через второй  
резистор - с общей шиной, инверти-  
рующий вход интегратора через третий  
резистор соединен с выходом компа-  
ратора и через четвертый резистор - с  
неинвертирующим входом компаратора.

На чертеже представлена схема  
предложенного устройства.

Устройство содержит интегратор 1,  
состоящий из первого операционного  
усилителя 2, входного резистора 3,

РПФК

конденсатора 4, первый 5 и второй 6 стабилитроны, первый резистор 7, компаратор 8, состоящий из второго операционного усилителя 9, третьего 10 и четвертого 11 стабилитронов, второго резистора 12, третий резистор 13, четвертый резистор 14.

Устройство работает следующим образом.

При подаче на операционные усилители напряжения питания компаратор 8 установится в одно из устойчивых состояний, соответствующее пробой одного из стабилитронов 10 или 11. Напряжение на выходе компаратора будет равно сумме напряжения стабилизации пробитого стабилитрона и падения напряжения на резисторе 7. Включение стабилитронов в цепь отрицательной обратной связи обеспечивает ненасыщенный режим компаратора, поэтому потенциалы его обоих входов практически равны. Это напряжение подается также на инвертирующий вход интегратора 1 через резистор 13. Напряжение на выходе интегратора 1 будет изменяться линейно до уровня, соответствующего разности напряжения пробоя одного из стабилитронов 5 или 6 и напряжения на резисторе 7. При этом через резистор 7 протечет импульс тока, обусловленный выходным напряжением интегратора 1. Направление тока будет противоположным по отношению к току, протекающему через делитель напряжения на резисторах 14 и 7. Потенциал неинвертирующего входа компаратора 8 при этом изменится и компаратор 8 перейдет в другое устойчивое состояние. Далее все процессы в схеме повторятся. Таким образом, в схеме возникнут автоколебания. Если предположить попарную идентичность стабилитронов 5, 6 и 10, 11, то при отсутствии входного управляющего напряжения на выходе устройства будет генерироваться симметричное прямоугольное напряжение. При подаче управляющего напряжения через резистор 3 на вход интегратора 1 выходное напряжение схемы станет асимметричным вследствие уменьшения времени интегрирования в случае, когда напряжение компаратора и управляющее напряжение имеют одинаковую полярность, и увеличения времени интегрирования, когда они разнополярны.

Работа устройства описывается следующими соотношениями:

$$5 \quad \int_{U_{CT}-U_3}^{-(U_{CT}-U_3)} dU_C = -\frac{1}{C} \int_0^{t_1} \left( \frac{U_K}{R_{13}} + \frac{U_U}{R_3} \right) dt, \quad (1)$$

$$10 \quad \int_{-(U_{CT}-U_7)}^{U_{CT}-U_7} dU_C = -\frac{1}{C} \int_0^{t_2} \left( -\frac{U_K}{R_4} + \frac{U_U}{R_3} \right) dt, \quad (2)$$

где  $U_C$  - напряжение на выходе интегратора,  $C$  - емкость интегрирующего конденсатора 4,  $U_K$  - напряжение на выходе компаратора,  $U_U$  - входное управляющее напряжение,  $R_{13}$  - сопротивление резистора 13,  $R_3$  - сопротивление резистора 3,  $U_{CT}$  - напряжение стабилизации стабилитронов 5 и 6,  $U_7$  - напряжение на резисторе 7,  $t_1$  - время интегрирования при убывании напряжения на выходе интегратора,  $t_2$  - время интегрирования при возрастании напряжения на выходе интегратора.

Определив из уравнений (1) и (2) времена интегрирования  $t_1$  и  $t_2$ , получим соотношения для относительной разности длительностей  $\zeta$  и частоты повторения  $f$  выходных импульсов

$$30 \quad \zeta = \frac{t_1 - t_2}{t_1 + t_2} = -\frac{R_{13}}{R_3} \frac{U_U}{U_K} = K_1 U_U, \quad (3)$$

$$35 \quad f = \frac{1}{t_1 + t_2} = \frac{1}{4C} \left[ \frac{U_K}{R_{13}(U_{CT}-U_7)} - \frac{R_{13}}{R_3^2 U_K (U_{CT}-U_7)} U_U^2 \right] = f_0 - K_2 U_U^2, \quad (4)$$

где  $f_0 = \frac{U_K}{4C R_{13} (U_{CT}-U_7)}$  - частота следования выходных импульсов при отсутствии входного управляющего напряжения.

Как видно из выражений (3) и (4), предлагаемое устройство может использоваться в качестве широкоимпульсного модулятора и в качестве частотного квадратора.

Подключение интегратора 1 ко входу компаратора 2 через встречно включенные стабилитроны 5 и 6 обеспечивает во-первых, улучшение качества интегрирования, поскольку до момента пробоя одного из стабилитронов 5 или 6 операционный усилитель 2 интегратора 1 нагружен только током перезаряда емкости, во-вторых, улучшается переходный процесс переключения схемы из одного состояния в другое, так

как напряжение интегратора подается на вход компаратора через малое динамическое сопротивление пробитого стабилитрона, в результате чего уменьшается зависимость момента переключения от нестабильности порога компаратора.

Формула изобретения

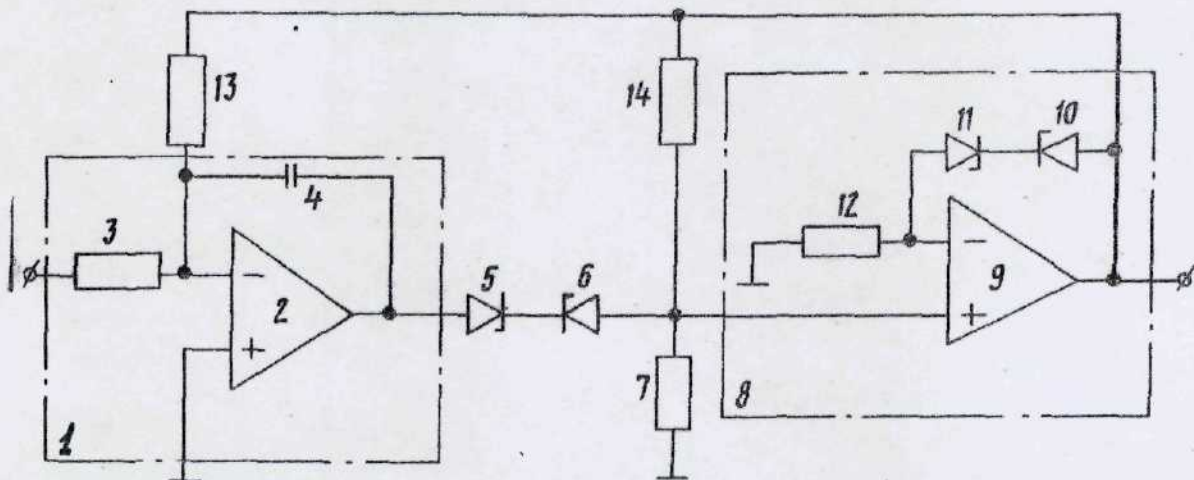
Многофункциональный широтно-импульсный модулятор, содержащий интегратор на операционном усилителе, вход которого соединен с входной шиной, компаратор на операционном усилителе, отличающийся тем, что, с целью повышения точности, выход интегратора через первый и второй встречно включенные стабилитроны подключен к неинвертирующему входу компаратора, который че-

рез первый резистор подключен к общей шине, выход компаратора через третий и четвертый встречно включенные стабилитроны соединен с его инвертирующим входом и через второй резистор - с общей шиной, инвертирующий вход интегратора через третий резистор соединен с выходом компаратора и через четвертый резистор - с неинвертирующим входом компаратора.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

- 15 1. Корн Г. и Корн Т. Электронные аналоговые и аналого-цифровые вычислительные машины. М., "Мир", 1967, т. 1, с. 357-361.
- 20 2. Conference on precision electromagnetic measurements, Digest, New York, N.Y. IEEE, 1978, p. 147-148, fig. 2.



Составитель Т. Краснова

Редактор О. Половка Техред Ж. Кастелевич Корректор Н. Швыдкая  
Заказ 8100/80 Тираж 991 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

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

