



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

*Бюб...*  
*...*

(19) SU (11) 1056151 A

3(5) G 05 F 1/44

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3741646/24-07

(22) 19.07.82

(46) 23.11.83. Бюл. № 43

(72) И. Ю. Сергеев, Ю. М. Туз,  
В. И. Губарь, В. Г. Левон, А. Г. Струнин,  
А. Ф. Миняйло, В. В. Федив, Ю. В. Дем-  
ченко, М. И. Гумеров, Г. И. Ларионова,  
Г. Х. Ягудин и А. А. Шибяев

(71) Киевский ордена Ленина политехни-  
ческий институт им. 50-летия Великой  
Октябрьской социалистической революции

(53) 621.316.722.1 (088,8)

(56) 1. Авторское свидетельство СССР  
№ 532092, кл. G 05 F 1/44, 1974.

2. Авторское свидетельство СССР  
№ 612218, кл. G 05 F 1/40, 1977.

(54)(57) КАЛИБРАТОР НАПРЯЖЕНИЯ,  
содержащий источник опорного напряже-  
ния, к выходу которого подключен вход  
ключа, интегратор, к выходу которого  
подключен фиксатор уровня, линейный де-  
тектор, выходом соединенный с входом  
интегратора, блок управления, соответ-  
ствующие выходы которого подключены к

управляющим входам ключа, фиксатора  
уровня и управляемого генератора, а  
вход блока управления соединен с первым  
входным выводом, отличающийся -  
ся тем, что, с целью расширения функ-  
циональных возможностей, в него введе-  
ны блок счетчиков, блок запоминания и  
блок цифроаналогового преобразования,  
причем блок счетчиков включен между  
выходом управляемого генератора и пер-  
вым входом блока запоминания, а уп-  
равляющий вход блока счетчиков подклю-  
чен к соответствующему выходу блока  
управления, второй вход блока запомина-  
ния соединен с вторым входным выво-  
дом, а выходы - с соответствующими  
управляющими входами блока цифроанало-  
гового преобразования. вход которого  
соединен с выходом фиксатора уровня,  
а выходы - с соответствующими выход-  
ными выводами, при этом выход ключа  
подключен к введенному дополнительному  
входу интегратора, а вход линейного де-  
тектора соединен с первым выходным  
выводом.

(19) SU (11) 1056151 A



Изобретение относится к электротехнике, в частности к калибраторам переменного напряжения, и может быть использовано при построении информационно-измерительных систем и систем автоматического контроля и управления.

Известен калибратор напряжения, содержащий задающий генератор, управляющий элемент, источник опорного напряжения, дифференциальный компаратор и усилитель. Это устройство представляет собой совокупность задающего генератора и стабилизатора напряжения переменного тока. Выходное напряжение в этих устройствах стабилизировано (не зависит от колебаний напряжения задающего генератора), а его значение управляется значением напряжения опорного источника [1].

Недостатком является невозможность использования этого устройства при необходимости прецизионного задания выходного переменного напряжения с заданным и легко управляемым спектром, а также для задания набора выходных напряжений, представляющих собой гармонические составляющие сигнала с напередзаданным спектром.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности является калибратор напряжения, содержащий источник опорного напряжения, к выходу которого подключен вход ключа, интегратор, к выходу которого подключен фиксатор уровня, линейный детектор, выходом соединенный с входом интегратора, блок управления, соответствующие выходы которого подключены к управляемому входу ключа, фиксатора уровня и управляемого генератора, а вход блока управления соединен с первым входным выводом [2].

Спектр сигнала этого устройства связан с его формой. Форма сигнала создается в управляемом генераторе. Практические возможности создания сигналов сложной формы в значительной степени ограничены с возрастанием сложности сигнала (чего требует усложнение заданного спектра сигнала). Получить набор напряжений, представляющих собой гармонические составляющие сигнала с напередзаданным спектром, и легко перестраивать соотношения между амплитудами гармонических составляющих, а также их фазовые сдвиги невозможно, что ограничивает функциональные возможности известного устройства.

Целью изобретения является расширение функциональных возможностей калибратора напряжения.

Поставленная цель достигается тем, что в калибратор напряжения, содержащий источник опорного напряжения, к выходу которого подключен вход ключа, интегратор, к выходу которого подключен фиксатор уровня, линейный детектор, выходом соединенный с входом интегратора, блок управления, соответствующие выходы которого подключены к управляющим входам ключа, фиксатора уровня и управляемого генератора, а вход блока соединен с первым входным выводом, введены блок счетчиков, блок запоминания и блок цифроаналогового преобразования, причем блок счетчиков включен между выходом управляемого генератора и первым входом блока запоминания, а управляющий вход блока счетчиков подключен к соответствующему выходу блока управления, второй вход блока запоминания соединен с вторым входным выводом, а выходы - с соответствующими управляющими входами блока цифроаналогового преобразования, вход которого соединен с выходом фиксатора уровня, а выходы - с соответствующими выходными выводами, при этом выход ключа подключен к введённому дополнительному входу интегратора, а вход линейного детектора соединен с первым выходным выводом.

На фиг. 1 представлена структурная схема предлагаемого калибратора напряжения; на фиг. 2 - пример построения устройства управления.

Устройство содержит источник 1 опорного напряжения, к выходу которого подключен ключ 2, интегратор 3, к выходу которого подключен фиксатор 4 уровня, линейный детектор 5, подключенный к интегратору 3, блок 6 управления, подключенный к ключу 2, фиксатору 4 уровня и к первому входному выводу, управляемый генератор 7, подключенный к блоку 6 управления, блок 8 счетчиков, подключенный к управляемому генератору 7 и блоку 6 управления, блок 9 запоминания, подключенный к выходу блока 8 счетчиков и к второму входному выводу, блок 10 цифроаналогового преобразования, подключенный к выходу фиксатора 4 уровня, к выходам устройства и к выходу блока 9 запоминания, ключ 2 подключен к интегратору 3. Вход линейного детектора 5 подключен к первому выходному выводу.

Управляемый генератор 7 содержит генератор 11 тактовых импульсов и



управляемый делитель 12 частоты. Блок 9 запоминания содержит запоминающие узлы 13, блок 10 цифроаналогового преобразования содержит цифроаналоговые преобразователи 14. Блок 6 управления содержит включенные последовательно преобразователь 15 кода во временной интервал, счетчик 16 импульсов и дешифратор 17, а также преобразователь 18 кодов. Вход преобразователя 15 кода во временной интервал и вход преобразователя 18 кодов подключены к входу блока 6 управления, являющемуся первым входным выводом. Выходы преобразователя 18 кодов подключены к блоку 8 счетчиков, к генератору 11 тактовых импульсов и к управляемому делителю 12 частоты. Вход счетчика 16 импульсов подключен к генератору 11 тактовых импульсов. Выход преобразователя кода во временной интервал подключен к ключу 2, а выход дешифратора 17 — к входу фиксатора 4 уровня.

Источник опорного напряжения представляет собой стабилизированный источник напряжения постоянного тока, который подключается к входу интегратора 3 через ключ 2, когда на управляющий вход последнего поступает управляющий сигнал (интервал времени  $T_1$  с блока 6 управления. Фиксатором 4 уровня служит динамическое запоминающее устройство (схема выборки-хранения), которое производит выборку и запоминание выходного напряжения интегратора 3 (фиксацию уровня) в момент прихода короткого управляющего импульса  $T_2$  с блока управления. Линейный детектор 5 (его роль может выполнять в зависимости от требований конкретного применения, одно- или двухполупериодичной выпрямитель, амплитудный детектор, детектор средних или действующих значений напряжения) осуществляет преобразования выходного переменного напряжения в постоянное или пульсирующее напряжение, поступающее на вход интегратора. Структура линейного детектора 5 и интегратора 3 такова, что изменение напряжения на выходе интегратора 5 в результате интегрирования напряжения  $E_0$  опорного источника 1 противоположно по знаку изменению такового в результате интегрирования выходного напряжения линейного детектора 5. Управляемый генератор 7 состоит из генератора 11 тактовых импульсов, частота которого может устанавливаться управляющим сигналом с блока 6 управления,

и управляемого делителя 12 частоты, коэффициент деления которого также может устанавливаться сигналом от блока управления. Блок 8 счетчиков представляет собой в общем случае набор счетчиков импульсов, например двоичных, начальная предустановка которых осуществляется сигналом от блока 6 управления. Блок 9 запоминания представляет собой набор запоминающих устройств 13, роль которых могут выполнять оперативные, постоянные или перепрограммируемые запоминающие устройства. Устройства 13 в общем случае имеют две группы основных входов — входы выбора предела (эта группа входов подключена к блоку 8 счетчиков) и входы записи информации в ячейки памяти (в случае использования постоянных запоминающих устройств эта группа входов отсутствует). На входах запоминающих устройств 13 устанавливается код в зависимости от содержимого выбранных кодом адреса ячеек памяти. Блок 10 цифроаналогового преобразования содержит набор множительных цифроаналоговых преобразователей 14, имеющих аналогичный вход, на который подается напряжение, и группу цифровых кодов, на которые подается код, например, параллельный двоичный код. На выходе каждого цифроаналогового преобразователя 14 устанавливается напряжение, пропорциональное произведению входных напряжений и кода. На вход блока 6 управления являющийся первым входным выводом, поступает сигнал (например, код) управления (установки) выходного напряжения, частоты и сдвига фаз выходных напряжений калибратора напряжения. Преобразователь 15 кода во временной интервал формирует управляющий импульс, длительность которого пропорциональна коду установки выходного напряжения калибратора. Счетчик 16 импульсов производит подсчет импульсов с генератора тактовых импульсов. Дешифратор 17 формирует короткий импульс выборки для фиксатора 4 уровня. Преобразователь 18 кодов преобразует входной код установки частоты и установки сдвига фаз в код управления блоком 8 счетчиков, генератором 11 тактовых импульсов и управляемым делителем 12 частоты (т.е. осуществляет роль интерфейса-преобразует, например, число-импульсный или двоично-десятичный код в двоичный). Калибратор работает циклично. Циклы зацаются импульсами выборки  $T_1$ , формируемыми блоком 6 управления и



поступающими на фиксатор 4 уровня. За время каждого цикла блоком управления формируется один интервал времени  $T_1$ , открывающий ключ 2. Интервал времени  $T_1$  зависит от входного сигнала, например, поступающего на вход блока 6 управления. Счетчики импульсов блока 8 счетчиков подсчитывают импульсы с выхода управляемого генератора 7. Выходной код каждого счетчика блока 8 изменяется, в результате чего осуществляется опрос адресов ячеек запоминающих устройств 10, на выходах которых последовательно появляются коды, занесенные в ячейки памяти. Набор кодов, занесенный в ячейки памяти каждого запоминающего устройства 13, представляет собой набор значения кусочно-ступенчато-аппроксимированной кривой. На выходах цифроаналоговых преобразователей 14 блока 10 цифроаналогового преобразования формируются, таким образом, переменные напряжения. Мгновенные значения этих напряжений, представляющие собой ординаты ступеней кусочно-ступенчато-аппроксимированных кривых, пропорциональных произведению входного напряжения цифроаналоговых преобразователей 14 и соответствующего входного кода. Цикл работы калибратора равен или кратен периоду переменного напряжения на выходе, подключенном к входу линейного детектора 5. Следует заметить, что в общем случае напряжение на любом из выходов калибратора может быть постоянным. Для этого поддерживаемое соответствующего выходного устройства 13 должно быть таким, чтобы при его циклическом опросе по всем адресам его выходной код оставался неизменным. По истечению  $n$  циклов работы среднее значение выходного напряжения калибратора на выходе, подключенном к линейному детектору 5 (назовем этот выход первым) станет равным

$$U_{1\text{вых ср } n} = \frac{E_0 T_1}{T} (1 - Q^n) + U_{\text{вых ср } 0} Q^n, \quad (1)$$

где  $T$  — длительность цикла, т.е. период импульсов выборки  $T_2$ ;

$U_{1\text{вых ср } 0}$  — среднее значение рассматриваемого выходного напряжения перед началом первого цикла работы;

$$Q = 1 - \frac{T}{RC} K_{\text{ФУ}} K_{\text{ЦАП}};$$

$K_{\text{ФУ}}$  и  $K_{\text{ЦАП}}$  — коэффициенты передачи фиксатора 4 уровня и цифроаналогового преобразователя 14, соответственно;

$R, C$  — хранирующие элементы интегратора 3.

Из (1) видно, что при выполнении условия  $|Q| < 1$  при достаточно большом  $n$  (т.е. в установившемся режиме) среднее значение выходного напряжения станет равным

$$U_{1\text{вых ср } \infty} = \frac{E_0 T_1}{T}.$$

Это выражение представляет собой уравнение преобразования калибратора для его первого выхода. При этом, если интервал времени  $T_1$  сформирован пропорционально входному сигналу (например, коду), то выходное напряжение на первом выходе калибровано входным сигналом по среднему значению. При этом в уравнение преобразования не входят коэффициенты передачи таких блоков как интегратор 3, фиксатор 4 уровня и цифроаналоговый преобразователь 14, подключенный к первому выходу калибратора напряжения, что позволяет при сравнительно невысоких требованиях к долговременной стабильности и линейности коэффициентов передачи этих блоков получать выходное напряжение на первом выходе с достаточно высокой точностью. Уравнение преобразования калибратора по каждому из остальных выходов, т.е. по  $i$ -му выходу ( $i = \overline{2, n}$ ) имеет вид

$$U_{i\text{вых}} = U_{1\text{вых ср}} \frac{K_i N_i!}{K_1 N_1!},$$

где  $U_{i\text{вых}}$  — мгновенное значение напряжения на  $i$ -м выходе;

$K_1$  и  $K_i$  — коэффициенты передачи цифроаналоговых преобразователей 14 соответственно, подключенных к выходу  $U_{1\text{вых}}$  и  $U_{i\text{вых}}$ ;

$N_1!$  и  $N_i!$  — числа (коды), поступающие на цифровые входы соответствующих цифроаналоговых преобразователей 14.

Таким образом, предлагаемый калибратор напряжения формирует ряд напряжений на  $n$  выходах. Напряжение на первом выходе  $U_{1\text{вых}}$  стабилизировано (калибровано) по среднему значению. Мгновенные значения напряжения на всех других выходах  $U_{2\text{вых}}, \dots, U_{n\text{вых}}$  стабилизированы относительно среднего значения напряжения

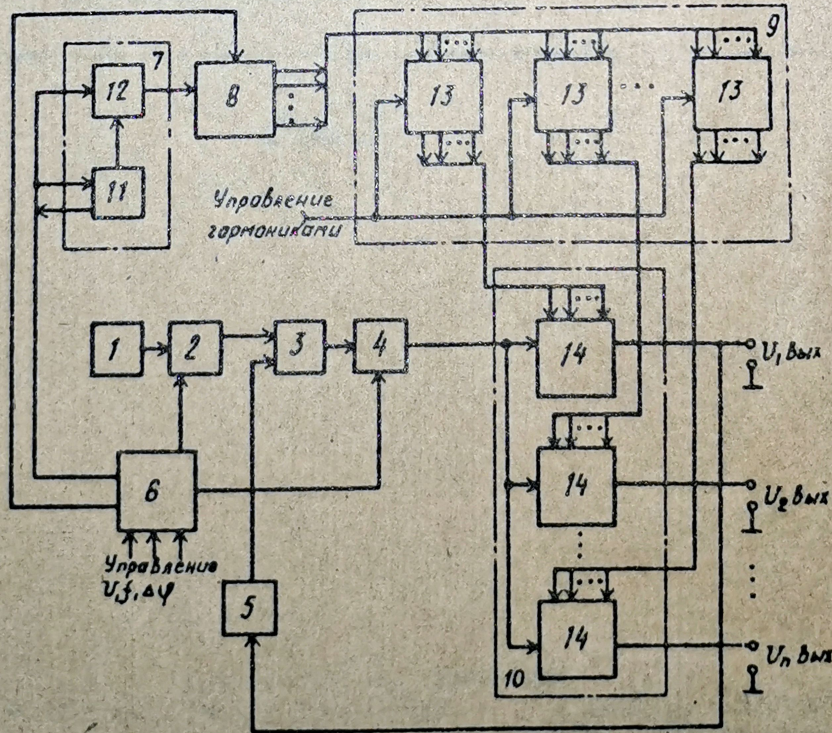


$U_{1\text{вых}}$ . Форма и частота напряжения на каждом из выходов задается кодом, заносимым (или "защитым" постоянно) в запоминающее устройство блока 9 запоминания. Частота каждого из напряжений устанавливается путем задания опорной частоты генератора 11 тактовых импульсов, коэффициентом передачи управляемого делителя 12 частоты и структурой блока 8 счетчиков. Фазовые сдвиги всех напряжений устанавливаются путем предоставления в заданное состояние соответствующего счетчика импульсов блока 8 счетчиков или с помощью кодов запоминающих устройств 13 блока 9. Если просуммировать все выходные напряжения на простом аналоговом сумматоре, то можно получить переменное напряжение сложной формы, у которого задана либо форма, либо коэффициент гармоник, либо спектр с учетом как амплитуд гармоник, так и их фаз.

В результате область применения предлагаемого калибратора довольно широка, поскольку он может использоваться в следующих случаях: как калибратор постоянного напряжения; калибратор перемен-

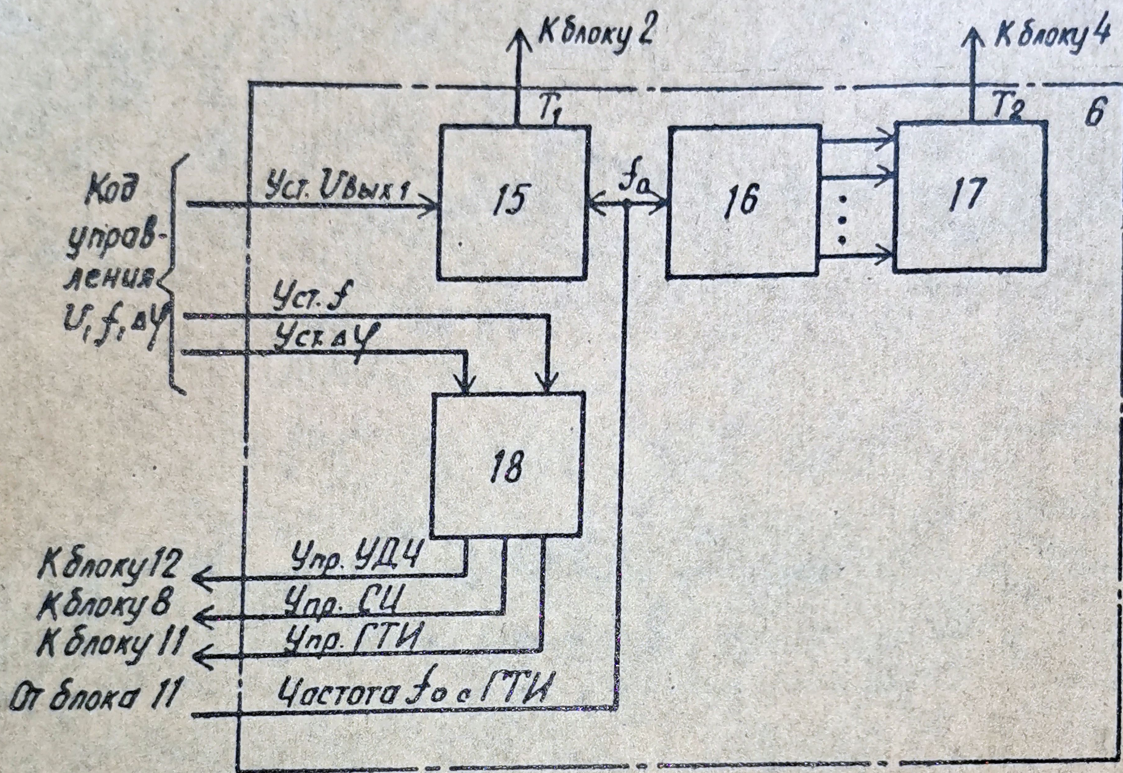
ного напряжения синусоидальной или сложной формы (в качестве измерительного генератора сигнала, например, для калибровки или проверки вольтметров, измерителей нелинейных искажений или др. устройств); калибратор переменного напряжения сложной формы с заданным спектром и стабилизированной первой гармоникой (в качестве источника калибровочного сигнала, например, для калибровки или проверки анализаторов спектра или селективных вольтметров); калибратор двух переменных напряжений с заданным фазовым сдвигом, амплитудой и формой кривой (в качестве источника калибровочного сигнала, например, для фазометров или фазочувствительных вольтметров).

Все введенные блоки просты, выпускаются в микроэлектронном исполнении, надежны, дешевы. Предлагаемый калибратор легко автоматизируем, что делает его применимым в автоматизированных системах измерения, контроля или управления. В то же время, при сравнительной простоте, калибратор достаточно высокоточен.



Фиг. 1





Фиг. 2

Редатор Р. Цицика      Составитель С. Чернышева      Техред С. Мигунова      Корректор С. Билак

Заказ 9304/40      Тираж 874      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