



О П И С А Н И Е
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 731578

- (61) Дополнительное к авт. свид-ву —
(22) Заявлено 21.10.75 (21) 2183199/18-21
с присоединением заявки № —
(23) Приоритет —
(43) Опубликовано 30.04.80. Бюллетень № 16
(45) Дата опубликования описания 30.04.80

(51) М. Кл.²
H 03K 13/03

(53) УДК 681.325
(088.8)

(72) Авторы
изобретения А. Н. Морозевич, А. Е. Леусенко, В. М. Цуриков и В. Н. Ярмолик

(71) Заявитель
Минский радиотехнический институт

(54) СТОХАСТИЧЕСКИЙ ВОЛЬТМЕТР

1

Изобретение относится к электроизмерительной технике и может быть использовано для измерения среднего, средневыпрямленного (среднего по модулю) значений напряжений стохастическим способом.

Известно устройство, содержащее датчик, выход которого подключен к входу измерительного преобразователя, выход которого подключен к первому входу компаратора, второй вход — к выходу синхронизатора, третий вход — к выходу генератора опорного напряжения, а выход — к первому входу двухканального счетчика, второй вход которого подключен к входу источника тактовой (опорной) частоты [1]. Это устройство непосредственно предназначено для измерения средних значений исследуемого напряжения.

Однако оно имеет постоянное разрешение (чувствительность) по уровню, и, следовательно, измерение значений напряжения, изменяющегося в широком динамическом диапазоне, с его помощью не целесообразно.

Наиболее близким по техническому решению к предложенному является устройство, содержащее генератор тактовых импульсов, преобразователь напряжение — вероятность, два счетчика, блок деления, цифровое отсчетное устройство, вход которого подклю-

2

чен к выходу блока деления, первый и второй входы которого подключены к выходам первого и второго счетчиков соответственно, вход первого счетчика подключен к выходу преобразователя напряжение — вероятность, первый вход которого является входом устройства в целом, и подключен к входу генератора тактовых импульсов, выход которого подключен ко второму входу преобразователя напряжение — вероятность и входу второго счетчика [2]. В этом устройстве преобразователь напряжение — вероятность выполнен в виде трех отдельных блоков: измерительного устройства сравнения, усилителя и генератора равномерно распределенных случайных величин, а генератор тактовых импульсов входит в блок генератора равномерно распределенных случайных импульсов.

Недостатком этого устройства является непостоянство относительной ошибки измерения мгновенных значений входного сигнала, что, естественно, приводит к уменьшению частоты средних значений входного сигнала.

Цель изобретения — повышение точности преобразования и вычисления среднего и средневыпрямленного (среднего по модулю) значений напряжения.

Поставленная цель достигается тем, что

в устройство, содержащее последовательно включенные формирователь, умножитель частоты, счетчик числа испытаний, счетчик числа отсчетов, блок элементов И, выходы которого являются выходами устройства в целом, а информационные входы подключены к выходам реверсивного счетчика, преобразователь напряжение — вероятность, управляющий вход которого подключен к выходу умножителя частоты, дополнительно введены ряд усилителей, ряд коммутаторов, блок сравнения с нулем, коммутатор, шифратор, блок формирования кода порядка, регистр порядка, дешифратор, ключ, двухполупериодный выпрямитель, причем вход последнего подключен к входу формирователя и первому входу блока сравнения с нулем, второй вход которого подключен к земле и вывод через ключ — к управляющему входу реверсивного счетчика, информационные входы которого подключены к выходам дешифратора, информационным входом подключенного к выходу преобразователя напряжение — вероятность и управляющими входами — к выходам регистра порядка, входы которого подключены к выходам блока формирования кода порядка, выходами подключенного к управляющим входам коммутатора и к выходам шифратора, управляющий вход которого подключен к выходу счетчика числа испытаний, и информационные входы — к выходам коммутаторов коммутаторов, первые входы которых объединены и подключены к источнику опорного напряжения, вторые входы — к выходам усилителей, входы последних объединены и подключены к выходу двухполупериодного выпрямителя, а выходы усилителей подключены также к информационным входам коммутатора, выход которого подключен к информационному входу преобразователя напряжение — вероятность.

На чертеже представлена структурная схема стохастического вольтметра.

Устройство содержит двухполупериодный выпрямитель 1, схему 2 сравнения с нулем, формирователь 3, ряд усилителей 4, ключ 5, умножитель частоты 6, ряд схем сравнения 7, счетчик числа испытаний 8, шифратор 9, коммутатор 10, схему формирователя кода порядка 11, регистр порядка 12, счетчик числа отсчетов 13, преобразователь напряжение — вероятность 14, дешифратор 15, реверсивный счетчик 16 и блок элементов И 17.

Входной динамический диапазон вольтметра можно определить как интервал изменения входной величины, в пределах которого измерение происходит с относительной ошибкой δ , не превышающей допустимую $\delta_{\text{доп}}$. Из определения относительной ошибки для известных устройств $(\delta) = \frac{U - U_{\text{н}}}{U_{\text{н}}}$, причем величина δ ограничена сверху величиной

$$(\delta)_{\text{макс}} = \frac{(U - U_{\text{н}})_{\text{макс}}}{U_{\text{н}}} = \frac{\Delta U}{U_{\text{н}}}, \quad (1)$$

где U — результат измерения величины U_x ;
 $U_{\text{н}}$ — истинное значение измеряемой величины;

ΔU — шаг квантования по уровню.

Анализ выражения (1) говорит о том, что выполнение последнего условия можно обеспечить только лишь изменением (уменьшением) величины ΔU , т. е.

$$(\delta)_{\text{макс}} = \frac{\Delta U}{K} / U_{\text{н}}.$$

Количественным показателем момента смены значения ΔU может служить выполнение условия

$$(\delta)_{\text{макс}} = \delta_{\text{доп}}. \quad (2)$$

При аппаратурной реализации описанного алгоритма проще пользоваться соотношением

$$(\delta)_{\text{макс}} = \frac{1}{U_{\text{н}} \cdot K} \cdot \Delta U. \quad (3)$$

В общем случае величина K зависит от $U_{\text{н}}$

$$K = \frac{\Delta U}{\delta_{\text{доп}} \cdot U_{\text{н}}}. \quad (4)$$

В предлагаемом устройстве указанный алгоритм реализуется с помощью набора усилителей с коэффициентом передачи $K_i \in \{K_{\text{мин}}, K_{\text{макс}}\}$, набора идентичных коммутаторов, осуществляющих сравнение значений $U_x \cdot K_i$ с E_0 , блока сравнения U_x с нулевым значением, который определяет знак входного сигнала.

В предлагаемом устройстве производится нормализация операндов путем использования усилителей с коэффициентом передачи, кратными основанию системы счисления. Последнее означает, что мантисса числа всегда будет не менее $1/q$ и соответственно относительная погрешность будет незначительной. Таким образом, использование в предлагаемом устройстве представления информации в форме с плавающей запятой (порядок и мантисса) позволяет повысить точность (методическую и инструментальную) преобразования входных величин. Но при такой форме представления информации предполагается использование сложного арифметического устройства, которое позволило бы производить перед суммированием (вычитанием) трудоемкую операцию выравнивания порядков. В предложенном устройстве эта трудность преодолена введением дешифратора, который в зависимости от величины кода порядка подключает к выходу преобразователя напряжение — вероятность соответствующий вход реверсивного счетчика, что изменяет вес элементарного приращения результата.

Функционирование устройства в режиме измерения среднего по модулю происходит следующим образом.

В исходном состоянии все счетчики 8, 13, 16 и регистр порядка 12 установлены в нулевое положение. Ключ 5 разомкнут. При подаче на вход устройство исследуемого сигнала U_x формирователь 3 вырабатывает определенные сигналы в моменты прохождения U_x через нулевое значение, выделяя при этом период исследуемого сигнала. Сигналы с формирователя 3 поступают на умножитель частоты 6, который вырабатывает N тактовых импульсов, частота которых определяется периодом U_x . Одновременно входной сигнал поступает на вход блока 2 сравнения с нулем, который формирует сигнал, соответствующий коду знака измеряемого мгновенно значения входного сигнала U_{xi} , а также на вход двухполупериодного выпрямителя 1, который реализует функцию $f(x) = (x)$, т. е. на выходе выпрямителя 1 формируется сигнал, равный абсолютному значению входного сигнала.

Таким образом, сигнал одного знака (только положительный или только отрицательный) поступает на входы усилителей 4, коэффициенты передачи которых кратны основанию системы счисления. Расположены усилители в порядке возрастания коэффициентов передачи K_j от K_{\min} до K_{\max} . Компараторы 7 осуществляют сравнение величин $U_x \cdot K_j$ с опорным напряжением $E_0 = \frac{U_{x\max}}{q}$ (q — основание системы счисления, далее для однозначности полагают, что $q = 2$). При этом на выходах некоторых из компараторов 7, на входах которых $U_x \cdot K_j < E_0$, формируется сигнал нулевого уровня, а на остальных — единичного (т. е. 00...011...1). Граница (переход из нуля в единицу) значений выходных сигналов однозначно определяет требуемый коэффициент передачи K_i . Таким образом, с приходом первого тактового импульса шифратор 9 (на основании анализа выходных сигналов компараторов 7) определяет необходимый коэффициент K_{ij} передачи, величина которого определяется условием получения нормализованного числа. При этом посредством коммутатора 10 к входу преобразователя напряжение — вероятность 14 подключается напряжение, равное произведению $U_x K_{ij}$. Величина коэффициента передачи выбранного усилителя преобразуется в код порядка мгновенного значения U_{xi} с помощью блока 11. Сформированный код порядка заносится в регистр порядка 12. Начиная со второго и до n -го такта, преобразователь 14 формирует вероятностный код величины $U_{xi} K_{ij}$, который поступает на информационный вход дешифратора 15. Последний в зависимости от величины кода порядка разрешает прохождение «случайных» импульсов на соответствующий вход

реверсивного счетчика 16. Причем коды регистра порядка 12 и номера разрядов счетчика 16, на которые поступают «случайные» сигналы, совпадают. После окончания n -го такта ($(n-1)$ — число испытаний, необходимое для достижения заданной статистической точности) в счетчика 16 оказывается сформированный позиционный код величины U_{xi} . Последний из каждой серии по n импульсов переполняет счетчик числа испытаний 8. Сигнал переполнения фиксируется в счетчике числа отсчетов 13 и поступает на вход шифратора 9 для анализа выходных сигналов компараторов 7. По этому сигналу шифратор выбирает (при необходимости) новый усилитель с требуемым коэффициентом передачи для следующего мгновенного значения U_{xi+1} . Затем в регистр порядка заносится код выбранного коэффициента передачи $(i+1)$ -го значения входной величины, и в течение следующих n тактов формируется вероятностный код мантиссы $U_{xi+1} K_{i+1}$.

По приходу последнего из этой серии импульсов заканчивается формирование частичной суммы $U_{xi} + U_{xi+1}$. Далее работа устройства происходила аналогично до m -го переполнения счетчика 8 (m — число отсчетов на заданном интервале или периоде измеряемой величины U_x). При m -ом переполнении счетчика 8 происходит переполнение счетчика 13. Этот сигнал переполнения поступает на управляющий вход блока схем И 17, на выходе которого формируется (передается из счетчика 16) код $|U|_{cp}$ входного сигнала. Режим измерения среднего U_{cp} отличается от описанного выше только тем, что ключ 5 замыкает цепь: выход блока 2 сравнения с нулем — управляющий вход реверсивного счетчика 16, по которой передается информация о знаке U_{xi} . Сигналы, поступающие на управляющий вход счетчика 16, определяют режим его работы — сложение или вычитание. Таким образом, по истечении N тактов ($N = m \cdot n$) со счетчика 16 считывается код алгебраической суммы (с учетом знака) мгновенных значений входной величины U_x .

Операция нормирования, т. е. деления на N полученного результата отсутствует, так как N выбирается из условия $N = q^N$.

В этом случае жестко фиксированное положение запятой в выходном коде определяет значение измеряемых параметров.

Таким образом, введение дополнительных блоков и функциональных связей позволяет повысить точность измерения требуемых величин или, в зависимости от предъявленных требований, увеличить быстродействие либо расширить динамический диапазон представления входных сигналов при прежней точности вычислений. Все это расширяет круг задач, решаемых подобными устройствами.

Формула изобретения

Стохастический вольтметр, содержащий последовательно включенные формирователь, умножитель частоты, счетчик числа испытаний, счетчик числа отсчетов, блок элементов И, выходы которого являются выходами устройства в целом, а информационные входы подключены к выходам реверсивного счетчика, преобразователь напряжение — вероятность, управляющий вход которого подключен к выходу умножителя частоты, отличающийся тем, что, с целью повышения точности, он дополнительно содержит ряд усилителей, ряд компараторов, блок сравнения с нулем, коммутатор, шифратор, блок формирования кода порядка, регистр порядка, дешифратор, ключ, двухполупериодный выпрямитель, причем вход последнего подключен к входу формирователя и первому входу блока сравнения с нулем, второй вход которого подключен к земле и вывод через ключ — к управляющему входу реверсивного счетчика, информационные входы которого подключены к выходам дешифратора, информационным входом подключенно-

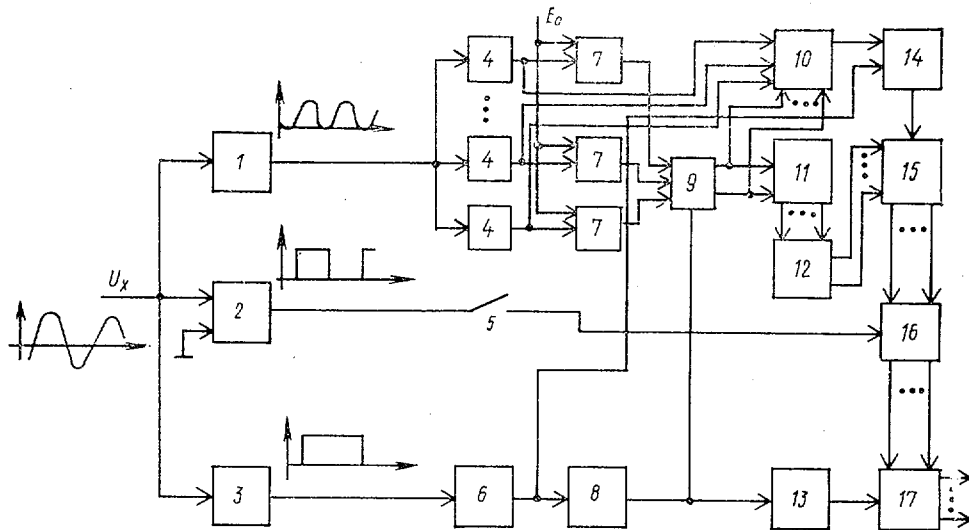
го к выходу преобразователя напряжение — вероятность и управляющими входами — к выходам регистра порядка, входы которого подключены к выходам блока формирования кода порядка, входами подключенного к управляющим входам коммутатора и к выходам шифратора, управляющий вход которого подключен к выходу счетчика числа испытаний и информационные входы — к выходам компараторов, первые входы которых объединены и подключены к источнику опорного напряжения, вторые входы — к выходам усилителей, входы последних объединены и подключены к выходу двухполупериодного выпрямителя, а выходы усилителей подключены также к информационным входам коммутатора, выход которого подключен к информационному входу преобразователя напряжение — вероятность.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Тумфарт. Использование вероятностных принципов в новых измерительных приборах. «Электроника», № 15, 1975, с. 33—34.

2. Орнатский П. П. Автоматические измерения и приборы Киев, «Вища школа», 1973, с. 534 (прототип).



Составитель А. Воителев

Редактор Т. Иванова

Техред В. Серякова

Корректор А. Галахова

Заказ 753/8

Изд. № 281

Тираж 995

Подписное

НПО «Поиск» Государственного комитета СССР по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Типография, пр. Сапунова, 2