



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

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

(11) 659956

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 04.04.73 (21) 1902630/18-21

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

(43) Опубликовано 30.04.79. Бюллетень № 16

(45) Дата опубликования описания 30.04.79

(51) М. Кл.²
G 01R 13/02

(53) УДК 621.317.7
(088.8)

(72) Авторы изобретения Э. К. Шахов, В. М. Шлядин, Ю. В. Шишков и В. Г. Овчинников

(71) Заявитель Пензенский политехнический институт

(54) ЦИФРОВОЙ ИНТЕГРИРУЮЩИЙ ВОЛЬТМЕТР

1

Изобретение относится к области цифровой электронизмерительной техники и может быть использовано для точного измерения малых значений напряжений в условиях высокого уровня помех.

Известны цифровые интегрирующие вольтметры, содержащие входной переключатель измеряемого и образцового напряжений, интегратор, схему сравнения, управляющую временными воротами, на вход которых поступают импульсы опорной частоты, а выход соединен со счетчиком и цифровыми отсчетными устройствами [1].

Измеритель работает в принципе двойного интегрирования, основанном на формировании двух развертывающих напряжений вида,

$$U_1(t) = \frac{1}{\tau}(U_0 - U_x)t, \text{ и}$$

$$U_2(t) = \frac{1}{\tau}(U_0 + U_x)t$$

соответственно в течение интервалов T_1 и T_2 (τ — постоянная времени интегратора, U_x и U_0 — соответственно измеряемое и образцовое напряжения).

Процесс преобразования описывается системой уравнений

$$\begin{cases} (U_0 - U_x)T = (U_0 + U_x)T_2 \\ T_1 + T_2 = T, \end{cases}$$

где T — такт преобразования.

2

Совместное решение уравнений дает функцию преобразования вида

$$T_1 - T_2 = T \frac{U_x}{U_0}.$$

5

Наиболее близким техническим решением к данному изобретению является цифровой интегрирующий вольтметр, содержащий интегратор, пороговое устройство, источник образцового и опорного напряжений, задатчик времени преобразования, генератор и счетчик импульсов образцовой частоты [2].

Динамические свойства известного вольтметра характеризуются уравнением, устанавливающим связь между значениями информативных интервалов времени преобразователя в двух соседних тактах преобразования

$$T_1[n+1] = T_T - CT_1[n].$$

Здесь $T_1[n+1]$, $T_1[n]$ — информативные выходные интервалы времени преобразователя; T_T — значение такта преобразования; C — параметр, зависящий от особенностей структуры устройства (для предложенного вольтметра и вольтметра прототипа значения этого параметра равны).

Окончательное напряжение для анализа динамических характеристик имеет вид

$$T_{\text{преобр}} = T_T n = \frac{\lg \gamma}{\lg C} \cdot T_T, \quad (1)$$

В устройстве-прототипе условием соответствия выходного сигнала входному напряжению является равенство нулю интеграла разности входного напряжения U_x и среднего за период преобразования значения образцового напряжения

$$U_{\text{осрт}} = U_0 \frac{T_1 - T_2}{T},$$

т. е.

$$\int_0^T \left(U_x - U_0 \frac{T_1 - T_2}{T} \right) dt = 0. \quad (2)$$

Для данного вольтметра уравнение (2) принимает вид

$$\int_0^T \left(U_x - U_0 \frac{T_1 - T_2}{T} \right) dt = \pm \int_0^T \Delta dt, \quad (3)$$

где $\Delta < \Delta g$ — разность значений U_x ;

$U_{\text{осрт}} \cdot \Delta g = \frac{T_0}{T} U_0$ — значение $U_{\text{осрт}}$, соответствующее шагу квантования.

Из уравнений (3) и (2) следует, что процесс преобразования подчиняется законам, действующим в дискретных астатических системах автоматического регулирования, т. е. происходит непрерывное интегрирование сигнала ошибки Δ , и при выполнении условия

$$\int_0^{nT} \Delta dt = \int_0^T \Delta g dt$$

корректируется значение $U_{\text{осрт}}$ в пределах Δg , что вызывает изменение значения и знака Δ .

Таким образом, справедливо следующее выражение

$$\sum_{i=0}^n \int_0^T \left(U_x - U_0 \frac{T_{1i} - T_{2i}}{T} \right) dt = \pm \sum_{i=0}^n \int_0^T \Delta i dt \leq \pm \int_0^T \Delta g dt.$$

После выполнения математических операций получим

$$U_x nT - U_0 \sum_{i=0}^n (T_{1i} - T_{2i}) \leq \pm T \Delta g$$

или для наихудшего случая

$$U_x nT - U_0 \sum_{i=0}^n (T_{1i} - T_{2i}) = \pm T \Delta g. \quad (4)$$

Функция преобразования данного вольтметра согласно уравнению (4) имеет вид

$$\sum_{i=0}^n (T_{1i} - T_{2i}) = nT \frac{U_x}{U_0} = \pm T_0. \quad (5)$$

Из выражения (5) видно, что при суммировании ряда выходных интервалов ШИМ — преобразователя абсолютное значение погрешности преобразователя остается постоянным (равным T_0), а относительное — уменьшается в число раз, равное числу суммируемых интервалов, что и приводит к устранению погрешности суммирования непримыкающих интервалов.

Формула изобретения

Цифровой интегрирующий вольтметр, содержащий последовательно соединенные дифференциальный интегратор и пороговое устройство, источники образцового и опорного напряжений, задатчик такта преобразования, генератор образцовой частоты и счетчик, причем неинвертирующий вход интегратора подключен к входным клеммам, отличающийся тем, что, с целью повышения точности, в него введены задатчик интервала суммирования, суммирующее устройство и элемент И, выход которого соединен со входом счетчика, а входы — с выходом задатчика интервала суммирования, с выходом источника образцового напряжения и инвертирующим входом интегратора, а также с выходом генератора образцовой частоты и входами суммирующего устройства и задатчика такта преобразования, при этом выход порогового устройства соединен со входом источника образцового напряжения, выход задатчика такта преобразования соединен с входом задатчика интервала суммирования и вторым входом суммирующего устройства, выход источника опорного напряжения соединен с третьим входом суммирующего устройства, выход которого соединен со вторым входом порогового устройства.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. П. П. Орнатский. Автоматические измерения и приборы, Киев, «Высшая школа», 1973, с. 432.

2. Авторское свидетельство СССР № 365038, кл. Н 03К 13/20, 01.02.71.

где γ — допустимое значение приведенной динамической погрешности;

n — число тактов (циклов) преобразования от момента скачкообразного изменения преобразуемого напряжения до момента равенства информативного интервала установившемуся значению с погрешностью, определяемой γ ;

$T_{\text{преобр}}$ — время преобразования.

Следовательно, уменьшение длительности такта T_T , как следует из выражения (1), является эффективным средством снижения динамической погрешности, кроме того, при уменьшенном цикле преобразования для сохранения свойства подавления периодических аддитивных помех приходится усреднять результаты ряда последовательных преобразований за время, кратное или равное периоду помехи, при этом задача фактически сводится к суммированию последовательности интервалов времени. Поскольку эти интервалы не являются примыкающими, то при суммировании их значений возникает погрешность, максимально возможное значение которой пропорционально числу суммируемых интервалов.

Таким образом, недостатком известного устройства является высокая динамическая погрешность измерения.

Целью данного изобретения является повышение точности прибора.

Поставленная цель достигается за счет того, что в цифровой интегрирующий вольтметр, содержащий последовательно соединенные дифференциальный интегратор и пороговое устройство, источники опорного и опорного напряжений, задатчик такта преобразования, генератор образцовой частоты и счетчик, причем неинвертирующий вход интегратора подключен к входным клеммам, введены задатчик интервала суммирования, суммирующее устройство и элемент И, выход которого соединен со входом счетчика, а входы — с выходом задатчика интервала суммирования, с выходом источника опорного напряжения и инвертирующим входом интегратора, а также с выходом генератора образцовой частоты и входами суммирующего устройства и задатчика такта преобразования, при этом выход порогового устройства соединен со входом источника образцового напряжения, выход задатчика такта преобразования соединен с входом задатчика интервала суммирования и вторым входом суммирующего устройства, выход источника опорного напряжения соединен с третьим входом суммирующего устройства, выход которого соединен со вторым входом порогового устройства.

На фиг. 1 приведена функциональная схема устройства; на фиг. 2 — эпюры характерных напряжений, поясняющие его работу.

Устройство (фиг. 1) содержит дифференциальный интегратор 1, пороговое устройство 2, суммирующее устройство 3, источник 4 опорного напряжения, источник 5 образцового напряжения, задатчик 6 такта преобразования T_T , задатчик 7 интервала суммирования T , генератор 8 образцовой частоты, элемент И 9 и счетчик 10.

На эпюрах (фиг. 2) изображены следующие напряжения: 11 — импульсы образцовой частоты на выходе генератора 8; 12 — импульсы тактовой частоты на выходе задатчика 6, 13 — выходное напряжение задатчика 7, 14 — выходное напряжение интегратора 1, (15 — в устройстве-прототипе, 16 — в предлагаемом изобретении), 17 — напряжение на выходе источника.

Вольтметр работает следующим образом.

Предположим, что в момент времени t_0 импульс выходного напряжения задатчика 6 поступает через суммирующее устройство на вход устройства 2, вызывая его срабатывание. По сигналу устройства 2 к инвертирующему входу интегратора 1 подключается образцовое напряжение $+U_0$, и выходное напряжение интегратора, уменьшаясь по линейному закону, приближается по размеру к значению опорного напряжения, поступающего с источника 4 через устройство 3 на вход устройства 2.

Однако срабатывание порогового устройства происходит не в момент равенства выходного напряжения интегратора опорному (t'_1), а в момент поступления на вход порогового устройства через суммирующее устройство 3 импульса генератора 8, при котором изменяется знак разности входных напряжений порогового устройства. В результате этого в момент t_1 происходит переключение полярности образцового напряжения, и выходное напряжение интегратора начинает линейно возрастать до поступления следующего импульса с задатчика времени такта преобразования t_2 . Далее описанные процессы работы вольтметра периодически повторяются.

Цифровой эквивалент входного напряжения получается при суммировании счетчиком 10 дискретных значений T_{1i} (фиг. 2) в течение времени T , равного периоду сетевой помехи.

Введение такта T позволяет улучшить динамические характеристики во столько раз, во сколько длительность T , равная периоду помехи, больше длительности T_T . Вследствие того, что работа устройства 2 и задатчиков 6 и 7 синхронизируется импульсами генератора образцовой частоты, устраняется специфическая составляющая погрешности от суммирования непримыкающих интервалов, так как выходной сигнал здесь представлен временным интервалом, являющимся квантованной величиной, в то время как в устройстве (прототипе) непрерывной.

