СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1196802 A

(51) 4 G 04 F 10/04

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ВСЕСОЮЗНАЯ 13 ПАТЕНТНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА 13

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3727297/24-21
(22) 13.04.84
(46) 07.12.85. Бюл. № 45
(72) В.В.Беззубцев, А.И.Лишаев и Н.П.Усов
(53) 681.317.77(088.8)
(56) Гитис Р.И., Пискулов Е.А. Аналого-цифровые преобразователи. М.: Энергоиздат, 1981, с. 140.

Авторское свидетельство СССР № 964569, кл. G 04 F 10/04, 1982.

Авторское свидетельство СССР № 748858, кл. G 04 F 10/04, 1980.

(54) СПОСОБ ЦИФРОВОГО ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Изобретение относится к области измерительной техники, в частности к измерению временных интервалов, оно может быть использовано в автоматике, вычислительной технике, преобразовании. Целью изобретения является повышение точности измерений и упрощение способа его реализации. Способ предусматривает формирование эталонной импульсной последовательности, заполнение импульсами этой последовательности измеряемого временного интервала, подсчет этих импульсов, уложившихся на измеряемом интервале, и анализ состояний этой последовательности в моменты начала и окончания измеряемого интервала. Поставленная цель достигается тем, что при анализе выделяют события, заключающиеся в том, что состояние импульсной последовательности соответствует логической единице. Из результата подсчета импульсов эталонной последовательности вычитают величину, равную половине количества выделенных событий. Устройство для измерения временных интервалов, реализующее способ, содержит генератор импульсов эталонной частоты, счетчик, триггер и четыре логических элемента. При этом в него дополнительно введен счетный триггер. Работа устройства поясняется в описании изобретения по структурной схеме и временным диаграммам. 2 с.п. ф-лы, 2 ил.

(19) SU (11) 1196802 A

Изобретение относится к измерительной технике, в частности к измерению временных интервалов, и может быть использовано в автоматике, вычислительной технике, приборостроении.

Цель изобретения - повышение точности измерений и упрощение способа.

На фиг. 1 представлены временные диаграммы, иллюстрирующие сущность способа; на фиг. 2 - функциональная схема устройства для измерения временных интервалов.

Измеряемый интервал T_x заполняется импульсной последовательностью эталонной частоты типа меандр с периодом τ (фиг. 1 а).

В общем случае для измеряемого интервала T_x справедливо

$$T_x = k\tau + \Delta t_1 + \Delta t_2,$$

где $k = 1, 2, 3, \ldots$;

Δt_1, Δt_2 - неопределенности в расположении соответственно стартового и стопового импульсов относительно эталонной частоты.

В зависимости от величин Δt_1, Δt_2 моменты начала и окончания измеряемого временного интервала T_x могут приходиться на состояние "1" или "0" эталонной импульсной последовательности. Все возможные случаи приведены на фиг. 1 б, г, е и з. Так как для эпюры б (фиг. 1) начало и окончание T_x приходятся на "0" импульсной последовательности, обозначим этот случай "00". Для эпюры г (фиг. 1) имеем "01", т.е. начало T_x приходится на "0", а окончание - на "1" импульсной последовательности. Соответственно для эпюры фиг. 1 е "10", а для эпюры з "11". На эпюрах б, г, д, е и з (фиг. 1) пунктиром показаны области, в которых могут располагаться моменты начала и окончания T_x для соответствующего случая.

Для эпюры б "00" начало T_x располагают в пределах интервала i-k импульсной последовательности, окончание T_x - в пределах интервала m-n. Из эпюр а и б (фиг. 1) видно, что для случая "00" справедливо

$$k\tau + 0{,}5\tau < T_x < k\tau + 1{,}5\tau.$$

Истинное значение результата цифрового измерения $N_{ист}$ лежит в пределах

$$k + 0{,}5 < N_{ист} < k + 1{,}5.$$

На эпюрах в, д, ж и и (фиг. 1) приведены сигналы, полученные в результате логического перемножения импульсной последовательности и потенциального сигнала, равного по длительности интервалу T_x. Принимаем, что результат измерения временного интервала равен числу положительных фронтов на этих эпюрах.

Тогда для случая "00" из эпюры в результат цифрового измерения T_x $N_{00} = k + 1$ (так как в рассмотренном примере $k = 2$, а число подсчитываемых фронтов равно 3). Погрешность результата измерения $\Delta = N - N_{ист}$. С учетом области вероятных значений $N_{ист}$ погрешность измерения для случая "00" распределяется в области

$$N_{"00"} - N_{ист\,макс} < \Delta_{"00"} < N_{"00"} - N_{ист\,мин}.$$

Подставив граничные значения $N_{ист}$, получим

$$0{,}5 < \Delta_{"00"} < 0{,}5.$$

Для случая "01" начало T_x лежит в интервале i-k, окончание - в интервале n-p

$$k \cdot \tau < T_x < k\tau + 2\tau,$$

следовательно,

$$k + 1 < N_{ист} < k + 2.$$

Из эпюры д результат измерения $N_{01} = k + 2$, следовательно,

$$0 < \Delta_{01} < 1.$$

Для случая "10" $k\tau < T_x < \tau k + \tau$;

$$k < N_{ист} < k + 1.$$

Из эпюры ж результат измерения $N_{10} = k + 1$, следовательно, $0 < \Delta_{"10"} < 1$.

Для случая "11" $k\tau + 0{,}5\tau < T_x < k\tau + 1{,}5\tau$;

$$k + 0{,}5 < N_{ист} < k + 1{,}5.$$

Из эпюры и результата измерения $N_{"11"} = k + 2$, следовательно,

$$0{,}5 < \Delta_{"11"} < 1{,}5.$$

Предлагаемый способ измерения включает коррекцию результата измерения N путем уменьшения его на половину числа событий, заключающихся в совпадении начала или окончания T_x с "1" состоянием импульсной последовательности.

Скорректированный результат измерения $N_к = N - 0{,}5\xi_c$, где ξ_c - число событий. Легко показать, что ξ_c равно числу "1" в принятом обозначении случаев, приведенных на эпюрах, "00" - $\xi_c = 0$, "01", "10" - $\xi_c = 1$; "11" - $\xi_c = 2$.

Таким образом, скорректированные результаты измерения составляют:

$N_{K\text{«}00\text{»}} = N_{\text{«}00\text{»}} = k + 1$ (коррекция не проводится);

$N_{K\text{«}01\text{»}} = N_{\text{«}01\text{»}} - 0,5 = k + 2 - 0,5 = k + 1,5$;

$N_{K\text{«}10\text{»}} = N_{\text{«}10\text{»}} - 0,5 = k + 1 - 0,5 = k + 0,5$;

$N_{K\text{«}11\text{»}} = N_{\text{«}11\text{»}} - 1 = k + 2 - 1 = k + 1$.

Погрешность скорректированного результата измерения ΔK определяется выражением

$N_K - N_{ист.макс} < \Delta_K < N_K - N_{ист.мин}$

и для рассмотренных случаев составит

$(k + 1) - (k + 1,5) < \Delta K_{\text{«}00\text{»}} < (k + 1) - (k + 0,5)$;

$-0,5 < \Delta k_{\text{«}00\text{»}} < 0,5$;

$(k + 1,5) - (k + 2) < \Delta K_{\text{«}01\text{»}} < (k + 0,5) - (k + 1)$;

$-0,5 < \Delta k_{\text{«}01\text{»}} < 0,5$;

$(k + 0,5) - (k + 1) < \Delta K_{\text{«}10\text{»}} < (k + 0,5) - k$;

$-0,5 < \Delta k_{\text{«}10\text{»}} < 0,5$;

$(k + 1) - (k + 1,5) < \Delta k_{\text{«}11\text{»}} < (k + 1) - (k + 0,5)$;

$-0,5 < k_{\text{«}11\text{»}} < 0,5$.

Результаты расчетов приведены в таблице.

Случай расположения T_x	Предел интервала T_x	Без коррекции		С коррекцией		
		Результат измерения	Предел погрешности	Величина коррекции	Скорректированный результат	Предел погрешности
"00"	$\tau(k+0,5)$ $\tau(k+1,5)$	k+1	от -0,5 до 0,5	0	k+1	от -0,5 до 0,5
"01"	$\tau(k+1)$ $\tau(k+2)$	k+2	0-1	-0,5	k+1,5	от -0,5 до 0,5
"10"	τk $\tau(k+1)$	k+1	0-1	-0,5	k+0,5	от -0,5 до 0,5
"11"	$\tau(k+0,5)$ $\tau(k+1,5)$	k+2	0,5-1,5	-1	k+1	от -0,5 до 0,5

Таким образом, способ обеспечивает одновременно коррекцию как Δt_1, так и Δt_2, при снижении результирующей погрешности до $\pm 0,5\tau$.

Устройство для осуществления способа измерения временных интервалов содержит генератор 1 импульсов эталонной последовательности, реверсивный счетчик 2, элементы И 3 и 4, элемент ИЛИ 5, RS-триггер 6, счетный триггер 7, элемент 8 задержки. Первые входы элементов И 3 и 4 подключены к выходу генератора 1. Второй вход элемента И 3 подключен к выходу триггера 6, установочные входы которого подключены к шинам "Старт" и "Стоп".

Выход элемента И 3 подключен к входу сложения счетчика 2. К второму входу элемента И 4 через элемент ИЛИ 5 подключены шины "Старт" и "Стоп". Выход элемента 4 подключен к С-входу триггера 7, выход которого через элемент 8 задержки подключен к входу вычитания счетчика 2. Выход триггера 7, кроме того, является выходом разряда дробной части счетчика 2.

Устройство работает следующим образом.

По сигналу "Сброс" счетчик 2 и триггеры 6 и 7 устанавливаются в нулевое состояние. С приходом импульса "Старт" триггер 6 устанавливается в "1", открывая элемент 3 для прохождения импульсов генератора 1 на вход сложения счетчика 2. С приходом импульса "Стоп" триггер 6 возвращается в исходное состояние, закрывая элемент 3.

Импульсы "Старт" и "Стоп" через элемент ИЛИ 5 поступают на один из входов элемента 4. Если в момент импульса "Старт" или "Стоп" на выходе генератора 1 "1", то на выходе элемента 4 формируется импульс.

В случае "00" в течение измеряемого интервала на выходе элемента 4 не формируется ни одного импульса, триггер 7 остается в исходном состоянии. Результатом измерения является результат счета по входу сложения счетчика 2, т.е. коррекция не производится.

В случае "01" или "10" триггер 7 срабатывает один раз, при этом перепад с его выхода воздействует на вход вычитания счетчика 2, из содержимого его вычтется "1". Но так как по окончании измеряемого интервала в разряде с весом 0,5 ед., т.е. в триггере 7, будет единица, то результат счета по входу сложения корректируется на 0,5 ед.

В случае "11" триггер 7 срабатывает дважды и возвращается в исходное состояние. Из содержимого счетчика 2 вычитается "1", как и в предыдущем случае, но поскольку триггер 7 по окончании измеряемого интервала находится в состоянии "0", то результат счета по входу сложения счетчика 2 корректируется на 1 ед.

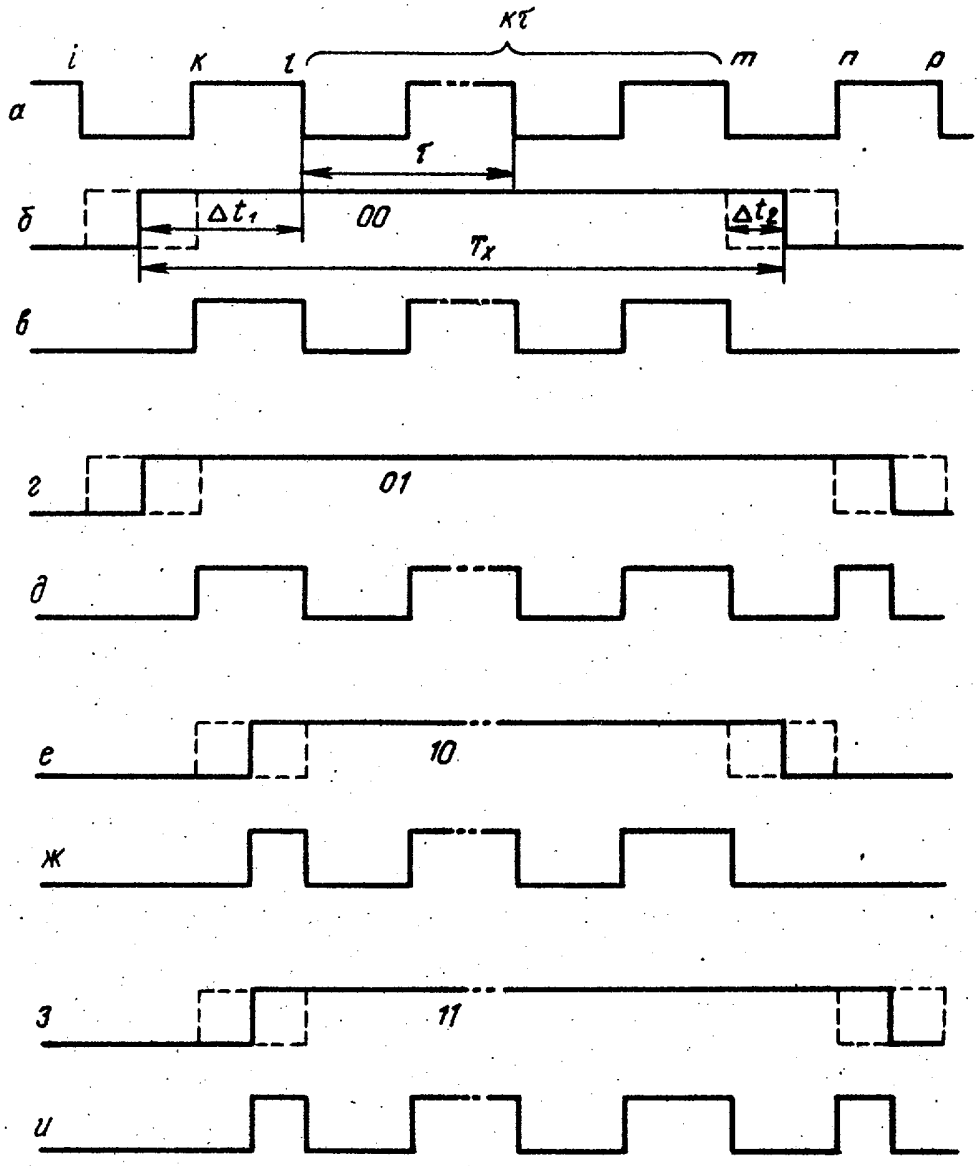
Элемент 8 задержки необходим для разнесения на входах счетчика 2 положительных перепадов в момент "Старт" для случаев "10" и "11", если счетчик 2 работает по положительным перепадам. Если же счетчик 2 работает по отрицательным перепадам, то элемент 8 задержки разносит эти перепады в момент импульса "Стоп" для случаев "01" и "11". Во втором случае вход элемента 8 должен быть подключен к инверсному выходу триггера 7.

Таким образом, в устройстве обеспечивается одновременно коррекция погрешностей Δt_1 и Δt_2, при снижении результирующей погрешности до $\pm 0{,}5\tau$.

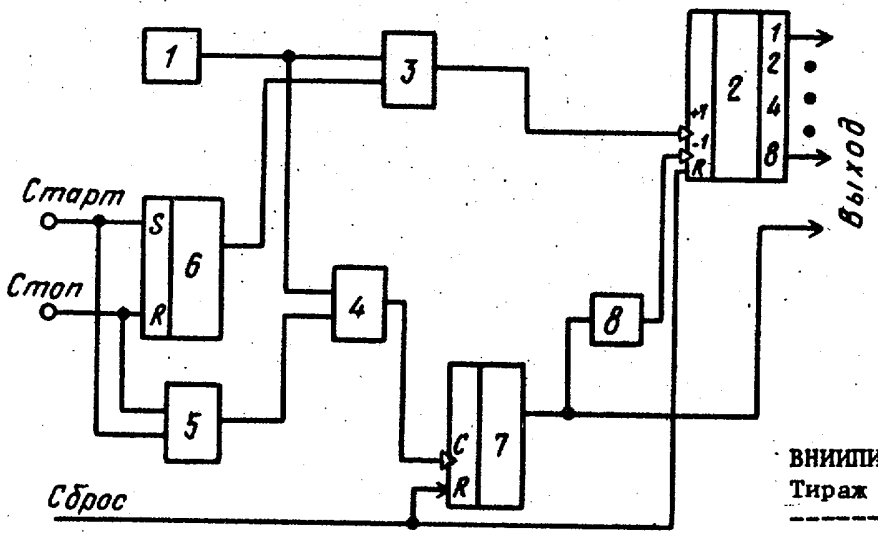
Формула изобретения

1. Способ цифрового измерения временных интервалов, включающий формирование эталонной импульсной последовательности, заполнение импульсами этой последовательности измеряемого временного интервала, подсчет импульсов эталонной импульсной последовательности, уложившихся на измеряемом интервале, и анализ состояний эталонной импульсной последовательности в моменты начала и окончания измеряемого интервала, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения точности измерения и упрощения способа, при анализе выделяют события, заключающиеся в том, что состояние импульсной последовательности соответствует логической "1", и из результата подсчета импульсов эталонной импульсной последовательности вычитают величину, равную половине количества выделенных событий.

2. Устройство для цифрового измерения временных интервалов, содержащее генератор импульсов эталонной частоты, счетчик, два элемента И, первые входы которых подключены к выходу импульсов эталонной частоты генератора, триггер, S- и R-входы которого подключены соответственно к шинам "Старт" и "Стоп", а прямой выход подключен к второму входу первого элемента И, элемент ИЛИ и элемент задержки, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, с целью повышения точности измерения, в него введен счетный триггер, шины "Старт" и "Стоп" через элемент ИЛИ подключены к второму входу второго элемента И, выход которого подключен к С-входу счетного триггера, выход которого через элемент задержки подключен к входу вычитания счетчика и является выходом разряда дробной части результата счетчика, к входу сложения счетчика подключен выход первого элемента И, а R-входы счетчика и счетного триггера объединены и подключены к шине Сброс.



Фиг. 1



Фиг. 2

ВНИИПИ Заказ 7561/44
Тираж 405 Подписное

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