



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 883779

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 01.02.80 (21) 2851129/18-21

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 23.11.81. Бюллетень № 43

Дата опубликования описания 23.11.81

(51) М. Кл.³

G 01 R 23/10

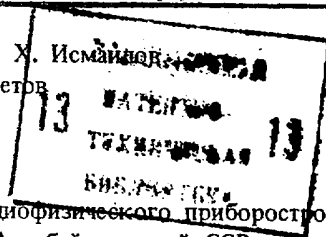
(53) УДК 621.317
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

Т. К. Исмаилов, Ф. М. Аллахвердов, К. Х. Исмаилов,
Ю. В. Каллиников и Э. А. Вартапетов

(71) Заявитель

Специальное конструкторское бюро радиоприборостроения
Научного центра "Каспий" АН Азербайджанской ССР



(54) СПОСОБ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

1

Изобретение относится к измерительной технике.

Известен способ измерения средней частоты, заключающийся в том, что формируют опорную последовательность импульсов, период следования которой равен эталонному временному интервалу, подсчитывают число импульсов измеряемой частотной последовательности за время каждого эталонного интервала и фиксируют числовой эквивалент предыдущего измерения входной частоты на время измерения в текущем эталонном интервале [1].

Недостатком способа является большая погрешность измерения быстроизменяющихся сигналов.

Наиболее близким по технической сущности является способ измерения частоты, заключающийся в том, что формируют последовательность импульсов, сдвинутую по фазе относительно входной последовательности на эталонный временной интервал и непрерывно подсчитывают число импульсов разности входной и сдвинутой последовательностей импульсов.

2

Устройство, реализующее способ, содержит реверсивный счетчик, регистр сдвига, блок сдвига совпадающих импульсов и генератор опорной частоты, причем входная клемма устройства подключена к первому входу блока сдвига совпадающих импульсов и к информационному входу регистра сдвига, выход которого подключен ко второму входу блока сдвига совпадающих импульсов, третий вход которого соединен со сдвиговым входом регистра сдвига и подключен к выходу генератора опорной частоты [2].

Однако этот способ и устройство для его реализации имеют ограниченную точность преобразования в цифровой эквивалент входной функции из-за наличия динамической погрешности осреднения.

Целью изобретения является уменьшение динамической погрешности осреднения.

Поставленная цель достигается тем, что в способе измерения частоты, заключающемся в формировании последовательности импульсов, сдвинутой по фазе относительно входной последовательности импульсов на эталонный временной

5

10

15

20

интервал, и в непрерывном подсчете числа импульсов разности входной и сдвинутой последовательностей, формируют вторую дополнительную последовательность импульсов с частотой, равной алгебраической сумме частот входной и половине разности входной и сдвинутой последовательностей импульсов, подсчитывают число импульсов дополнительной последовательности импульсов за время, равное эталонному сдвигу по фазе, а затем полученное число импульсов непрерывно корректируют числом импульсов разности входной и сдвинутой последовательностей импульсов с учетом знака приращения входной частоты.

Поставленная цель достигается также тем, что в устройство для измерения частоты, содержащее реверсивный счетчик, регистр сдвига, блок сдвига совпадающих импульсов и генератор опорной частоты, выход которого подключен к сдвиговому входу регистра сдвига и первому входу блока сдвига совпадающих импульсов, второй вход которого подключен к входной клемме устройства, а третий вход — к выходу регистра сдвига, информационный вход которого подключен к входной клемме устройства, введены два блока вычитания импульсов, второй блок сдвига совпадающих импульсов, три триггера, формирователь эталонного временного интервала, пять элементов И, четыре элемента ИЛИ и элемент задержки, причем выходы первого блока совпадения импульсов подключены к первому и второму входам первого блока вычитания импульсов, информационный выход которого подключен к первому входу первого элемента И и к счетному входу первого триггера, выход которого подключен к первому входу второго блока сдвига совпадающих импульсов, второй вход которого соединен с входной клеммой устройства, третий вход подключен к выходу генератора опорной частоты, а два выхода подключены к двум входам второго блока вычитания импульсов и соответственно первого элемента ИЛИ, выход которого подключен к первому входу второго элемента И, выход которого подключен к первому входу второго элемента ИЛИ, второй вход которого подключен к выходу третьего элемента И, первый вход которого подключен к выходу второго блока вычитания импульсов, выход второго элемента ИЛИ подключен к первому входу четвертого элемента И, выход которого подключен к первому входу третьего элемента ИЛИ, второй вход которого подключен к выходу первого элемента И, соединенного вторым входом с первым входом пятого элемента И и единичным выходом второго триггера, соответствующий вход которого подключен к выходу формирователя эталонного временного интервала, соединенного своим входом со вторым входом

четвертого элемента И и нулевым выходом второго триггера, соответствующий вход которого соединен через элемент задержки с первым входом четвертого элемента ИЛИ, пусковой клеммой устройства и сбросовым входом реверсивного счетчика, счетный вход которого подключен к выходу третьего элемента ИЛИ, а знаковые входы "Сложение" и "Вычитание" подключены соответственно к единичному и нулевому выходам третьего триггера знака, единичный вход которого подключен к выходу четвертого элемента ИЛИ, второй вход которого соединен со вторым входом второго элемента И и подключен ко второму выходу первого блока вычитания импульсов, третий выход которого подключен ко второму входу третьего элемента И и второму входу пятого элемента И, выход которого подключен к нулевому входу третьего триггера знака.

На фиг. 1 изображен временной график, поясняющий способ для измерения частоты; на фиг. 2 — блок-схема устройства, реализующего этот способ.

Сущность способа заключается в следующем.

Получают последовательность импульсов с частотой $f_x(t-T)$, сдвинутую по фазе на величину $\varphi = T$ эталонного интервала времени относительно входной последовательности импульсов с частотой $f_x(t)$.

После пуска в течение времени T имеется только входная последовательность импульсов $f_x(t)$. Через время T формируется вторая последовательность импульсов $f_x(t-T)$, сдвинутая по фазе на величину T относительно входной. Для компенсации динамической погрешности осреднения в предлагаемом способе сначала формируют последовательность импульсов с частотой

$f_{\Delta,1} = \Delta f_x(t) = f_x(t) - f_x(t-T)$, равной текущему приращению частоты входной последовательности импульсов относительно сдвинутой. Затем формируют дополнительную последовательность импульсов с частотой

$$f_{\Delta,2} = f_x(t) \pm \frac{\Delta f_x(t)}{2},$$

равной алгебраической сумме входной частоты и половины разности входной и сдвинутой последовательностей импульсов. Подсчитывают число импульсов второй дополнительной последовательности за время эталонного временного интервала T , за который образуется числовой эквивалент постоянной части выходного кода

$$N_x(T) = \int_0^T \left[f_x(t) \pm \frac{\Delta f_x(t)}{2} \right] dt = T \left[\bar{f}(t) \pm \frac{\Delta \bar{f}_x(t)}{2} \right] = N_x(T) \pm \frac{\Delta N_x(T)}{2}. \quad (1)$$

Как видим, числовой эквивалент постоянной части выходного кода компенсируют числом им-

пульсов, пропорциональным половине приращения входной частоты за время T , т.е. устраняют динамическую погрешность осреднения. И только затем полученный числовой эквивалент постоянной части $N_X(T)$ непрерывно корректируют числом импульсов первой дополнительной последовательности импульсов с учетом знака приращения входной частоты.

Процесс формирования выходного числового эквивалента в предложенном способе иллюстрирует кривая C (фиг. 1). За время T изменение числового эквивалента постоянной части показано величиной $N_{X,1}(t)$, которая в момент окончания эталонного временного интервала достигает величины $N_X(t)$, скомпенсированной по сравнению с известным способом величиной $\frac{\Delta N_X(T)}{2}$, пропорциональной половине приращения входной частоты за время T . Затем выходной числовой эквивалент $N_X(t)$ изменяется в соответствии с изменением входной частоты.

Устройство содержит реверсивный счетчик 1, регистр 2 сдвига, блоки 3 и 4 вычитания импульсов, блоки 5 и 6 сдвига совпадающих импульсов, генератор 7 опорной частоты, триггеры 8-10, формирователь 11 эталонного временного интервала, элементы И 12-16, элементы ИЛИ 17-20 и элемент 21 задержки, входные клеммы 22 и 23.

Устройство работает следующим образом. С клеммы 22 устройства преобразуемая последовательность импульсов с частотой $f_X(t)$ поступает на вторые входы импульсов и на информационный вход регистра 2 сдвига. Регистр 2 сдвига выполняет роль цифровой линии задержки поступающей на его информационный вход последовательности импульсов. Каждый импульс последовательности $f_X(t)$, поступающий на информационный вход регистра 2, сдвигается импульсами опорной частоты f_0 , поступающими на сдвигающий вход регистра 2 с выхода генератора 7. На выходе регистра 2 последовательность импульсов $f_X(t)$ появляется с задержкой, равной $T = N_p \cdot t_0$, где N_p — емкость регистра 2 сдвига; t_0 — период следования импульсов генератора 7. Входная и задержанная последовательности импульсов поступают на входы блока 5, который обеспечивает сдвиг совпадающих во времени импульсов, необходимый для нормальной работы блока 3 вычитания импульсов. Блок 5 сдвига совпадающих импульсов может быть построен на принципе синхронизации сдвинутыми на полпериода импульсами генератора 7 импульсов, поступающих на входы блока 5 последовательностей и может быть выполнен, например, из триггера, одновибратора, элементов И и НЕ. С выходов блока 5 на входы блока 3 вычитания импульсов поступают входная $f_X(t)$ и задержанная $f_X(t-T)$ после-

довательности импульсов. На выходе блока 3 образуется модуль непрерывной разности импульсов входных последовательностей. Блок 3 вычитания импульсов может быть выполнен, например, из триггера с отдельными входами, выходы которого подключены к элементам И, вторые входы которых соединены с входами триггера. В зависимости от знака приращения входной частоты на выходах блока 3 формируется сигнал $\text{Sing } \Delta f_X(t)$. Импульсы с выхода блока 3 делятся на два в триггере 8 со счетным входом, с выхода которого на вход блока 6 сдвига совпадающих импульсов поступают

импульсы с частотой $f_2 = \frac{\Delta f_X(t)}{2}$. В блоке 6

импульсы входной частоты $f_X(t)$ и импульсы последовательности, следующие с частотой f_2 , синхронизируются импульсами генератора 7 и сдвигаются на полпериода частоты f_0 . С выходов блока 6 импульсы этих последовательностей поступают на входы элементов ИЛИ 17 и блока 4 вычитания импульсов. В элементе ИЛИ 17 импульсы этих последовательностей суммируются и на выходе его образуется последовательность импульсов с частотой

$$f_3 = f_X(t) + \frac{\Delta f_X(t)}{2}.$$

В блоке 4 импульсы этих последовательностей вычитаются и на выходе блока 4 образуется последовательность импульсов с частотой

$$f_4 = f_X(t) - \frac{\Delta f_X(t)}{2}.$$

В зависимости от знака приращения входной частоты $\text{Sing } \Delta f_X(t)$ сигналом с выходов блока 3 открывается элемент И 12 или И 13 и соответствующая последовательность импульсов с частотой f_3 или f_4 через элемент ИЛИ 18 поступает на вход элемента И 15, открытого на время T , после пуска сигналом с выхода триггера 10 управления. Импульсы с выхода элемента И 15 через элемент ИЛИ 19 поступают на счетный вход реверсивного счетчика 1. По сигналу "Пуск", поступающему на вход устройства, обнуляется реверсивный счетчик 1, через элемент ИЛИ 20 триггер 9 знака устанавливается в единичное положение, а счетчик 1 — в режим "Сложение". Через время, необходимое для окончания установки счетчика 1 в нулевое положение, пусковой сигнал через элемент 21 задержки поступает на нулевой вход триггера управления, сигналом с соответствующего выхода которого открывается элемент И 15, через который импульсы с выхода элемента ИЛИ 18 поступают через элемент ИЛИ 19 на счетный вход счетчика 1, где они суммируются. Через время T на выходах разрядов счетчика 1 образуется код $N_X(t)$ постоянной части числового эквивалента входной частоты. Благодаря тому,

что числовой эквивалент постоянной части выходного кода скомпенсирован числом импульсов, пропорциональным половине приращения входной частоты за время T , уменьшается динамическая погрешность преобразования. Передним фронтом сигнала с выхода триггера 10 запускается формирователь 11 эталонного временного интервала, на выходе которого формируется импульс через время $t = T$, которым триггер 10 устанавливается в единичное положение. При этом сигналом с выхода триггера 10 открывается элемент И 14, через который на счетный вход счетчика 1 начинают поступать импульсы с частотой f_1 , и полученное значение числового эквивалента постоянной части $N_x(T)$ в счетчике 1 непрерывно корректируется в зависимости от приращения входной частоты. Числовой эквивалент на выходе счетчика 1 будет меняться. Направление изменения числа импульсов в счетчике 1 будет устанавливаться в зависимости от знака текущего приращения входной частоты с помощью сигналов с выходов блока 3, устанавливающих триггер 9 знака в соответствующее положение, меняющее направление счета в счетчике 1.

Благодаря совокупности новых операций данного способа и соответственно введенным блокам и связям между ними данного устройства по сравнению с известными техническими решениями уменьшается динамическая погрешность осреднения, что позволяет повысить точность измерения частоты следования импульсов для широкого класса функций изменения входного сигнала во времени.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Способ для измерения частоты, заключающийся в том, что формируют последовательность импульсов, сдвинутую по фазе относительно входной последовательности импульсов на эталонный временной интервал, и непрерывно подсчитывают число импульсов разности входной и сдвинутой последовательности, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью уменьшения динамической погрешности осреднения, формируют вторую дополнительную последовательность импульсов с частотой, равной алгебраической сумме частот входной и половины разности входной и сдвинутой последовательностей импульсов, подсчитывают число импульсов дополнительной последовательности за время, равное эталонному временному интервалу сдвига по фазе, а затем полученное число импульсов непрерывно корректируют числом импульсов разности входной и сдвинутой последовательностей импульсов с учетом знака приращения входной частоты.

2. Устройство для измерения частоты, содержащее реверсивный счетчик, регистр сдвига, блок сдвига совпадающих импульсов и генератор опорной частоты; выход которого подключен к сдвиговому входу регистра сдвига и первому входу блока сдвига совпадающих импульсов, второй вход которого подключен к входной клемме устройства, а третий вход — к выходу регистра сдвига, информационный вход которого подключен к входной клемме устройства, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что в него введены два блока вычитания импульсов, второй блок сдвига совпадающих импульсов, три триггера, формирователь эталонного временного интервала, пять элементов И, четыре элемента ИЛИ и элемент задержки, причем выходы первого блока совпадения импульсов подключены к первому и второму входам первого блока вычитания импульсов, информационный выход которого подключен к первому входу первого элемента И и к счетному входу первого триггера, выход которого подключен к первому входу второго блока сдвига совпадающих импульсов, второй вход которого соединен с входной клеммой устройства, третий вход подключен к выходу генератора опорной частоты, а два выхода подключены к двум входам второго блока вычитания импульсов и соответственно первого элемента ИЛИ, выход которого подключен к первому входу второго элемента И, выход которого подключен к первому входу второго элемента ИЛИ, второй вход которого подключен к выходу третьего элемента И, первый вход которого подключен к выходу второго блока вычитания импульсов, выход второго элемента ИЛИ подключен к первому входу четвертого элемента И, выход которого подключен к первому входу третьего элемента ИЛИ, второй вход которого подключен к выходу первого элемента И, соединенного вторым входом с первым входом пятого элемента И и единичным выходом второго триггера, соответствующий вход которого подключен к выходу формирователя эталонного временного интервала, соединенного своим входом со вторым входом четвертого элемента И и нулевым выходом второго триггера, соответствующий вход которого соединен через элемент задержки с первым входом четвертого элемента ИЛИ, пусковой клеммой устройства и сбросовым входом реверсивного счетчика, счетный вход которого подключен к выходу третьего элемента ИЛИ, а знаковые входы "Сложение" и "Вычитание" подключены соответственно к единичному и нулевому выходам третьего триггера знака, единичный вход которого подключен к выходу четвертого элемента ИЛИ, второй вход которого соединен со вторым входом второго элемента И и подключен ко второму выходу первого блока вычи-

тания импульсов, третий выход которого подключен ко второму входу третьего элемента И и второму входу пятого элемента И, выход которого подключен к нулевому входу третьего триггера знака.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Новицкий П. В. и др. Цифровые приборы с частотными датчиками. Л., "Энергия", 1970, с. 341.

2. Кирианаки Н. В., Гайдучок Р. М. Цифровые измерения частотно-временных параметров сигналов. Львов, "Высшая школа", 1978, с. 93 (прототип).

