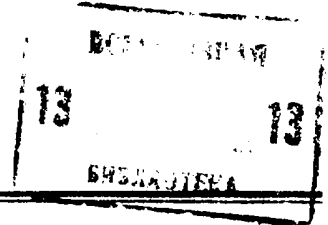




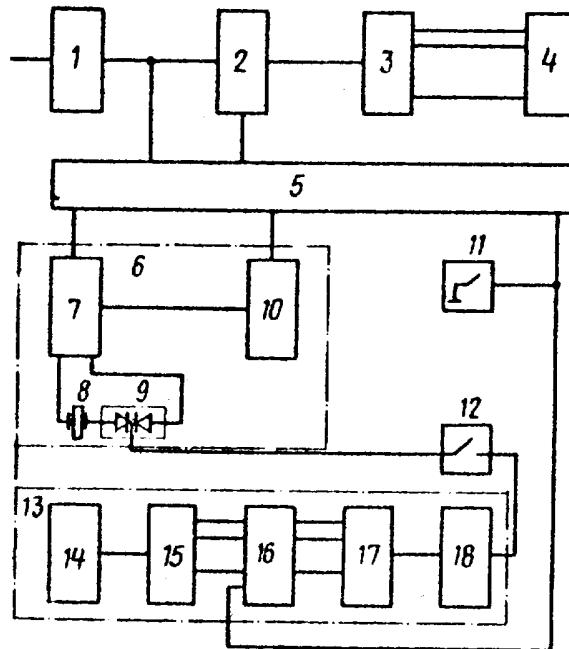
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3803929/24-21
 (22) 24.10.84
 (46) 15.08.86, Бюл. № 30
 (71) Гомельский государственный университет
 (72) В.А.Яцкевич и С.А.Лягин
 (53) 621.317 (088.8)
 (56) Орнатский П.П. Автоматические измерения и приборы. Киев: Вища школа, 1980, с. 370-390, рис.8.13.
 Дворяшин Б.В. и др. Радиотехнические измерения. М.: Советское радио, 1978, с. 163, рис. 8.2.

(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ
 (57) Изобретение относится к электроизмерительной и вычислительной технике, может быть использовано для измерения частоты (периода) электрических сигналов. Цель изобретения заключается в повышении точности измерения частоты и периода импульсных сигналов. Сущность предлагаемого способа заключается в следующем. Задается эталонный ин-



Фиг. 2

(19) **SU** (11) **1250976** **A1**

тервал времени, за который осуществляется первый цикл измерения числа N импульсов неизвестного сигнала. В последующих циклах увеличивают длительность интервала на случайную равномерно распределенную в некотором интервале величину. Фиксируют число измерений, при которых число импульсов больше, чем определено в первом цикле. Зная максимальную величину отношений интервалов времени по соответствующей формуле, определяют период и частоту сигналов. За счет определения точного расположения $N+1$ импульса исключается погрешность дискретизации конца счета,

т.е. достигается цель изобретения. Устройство для осуществления способа содержит блок 1 формирования, селектор 2, блок 5 управления, генератор 6 меток времени, индикатор 4, кварцевый генератор 7, кварцевый резонатор 8, делитель 10 частоты, ключ 11, счетчик 15, регистр 16, цифроаналоговый преобразователь 17, делитель 18 напряжения. Для достижения цели дополнительно введены частотно-задающий управляемый элемент 9, ключ 12, блок 13 формирования случайного напряжения. Блок 13 содержит генератор плавающей частоты 14, а также блоки 15-18. 2 з.п. ф-лы, 2 ил.

1

Изобретение относится к электроизмерительной и вычислительной технике и может быть использовано для измерения частоты (периода) электрических сигналов.

Цель изобретения - повышение точности измерения частоты и периода импульсных сигналов путем статистической обработки результатов многократных измерений с изменяющимся измерительным временным интервалом.

На фиг. 1 изображена временная диаграмма, поясняющая сущность предлагаемого способа; на фиг. 2 - блок-схема устройства для реализации предлагаемого способа измерения частоты (периода) импульсных сигналов.

Устройство содержит (фиг. 2) блок 1 формирования, селектор 2, счетчик 3, индикатор 4, блок 5 управления, генератор 6 меток времени, кварцевый генератор 7, кварцевый резонатор 8, частотно-задающий управляемый элемент 9, делитель 10 частоты, ключи 11 и 12, блок 13 формирования случайного напряжения, генератор 14 плавающей частоты, счетчик 15, регистр 16, цифроаналоговый преобразователь 17, делитель 18 напряжения.

В устройстве выход блока 1 формирования подключен к входу селектора 2, другой вход которого присоединен к выходу блока 5 управления, вход пуска которого подключен к выходу

2

ключа 11, а вход опорной частоты присоединен к выходу генератора 6 меток времени, состоящего из последовательно соединенных кварцевого генератора 7 и делителя 10 частоты, выход селектора 2 подключен к входу счетчика 3, выход которого подключен к входу блока 4 индикации, выход блока 1 формирования подключен к информационному входу блока 5 управления, выход синхронизации которого присоединен к входу управления кварцевого генератора 7, а последовательно в цепь кварцевого резонатора 8 подключен частотно-задающий управляемый элемент 9, управляющий вход которого через ключ 12 подключен к выходу блока 13 формирования случайного напряжения, состоящего из генератора 14 плавающей частоты, выход которого подключен к входу счетчика 15, выходы которого подключены к входам занесения регистра 16, выходы которого присоединены к соответствующим входам цифроаналогового преобразователя 17, выход которого подключен к делителю 18 напряжения, выход которого является выходом блока 13 формирования случайных напряжений, а входом которого является управляющий вход регистра 16.

Сущность предлагаемого способа измерения частоты неизвестного им-

пульсного сигнала заключается в следующем.

За первый цикл измерения определяется число импульсов N неизвестной частоты (фиг. 1), содержащихся в эталонном интервале времени. Следующий за ними $(N+1)$ -й импульс в этот интервал не попадает. В последующих циклах измерений (фиг. 1) происходит увеличение длительности эталонного импульса на случайную величину, равномерно распределенную в интервале Δt_{\max} , при этом в каждом цикле измерения значение этой случайной величины оказывается различным и постоянным в течение данного цикла. В процессе многократных измерений происходит или не происходит перекрытие $(N+1)$ -го импульса увеличенным по длительности импульсом измерительного интервала. При этом образуются две временные области, в которые попадает заданный фронт увеличенного на случайную величину импульса измерительного интервала. Соотношение между протяженностями этих областей и определяется расположением $(N+1)$ -го импульса внутри интервала Δt_{\max} . Как видно из графика фиг. 1, время появления импульса, равное $(N+1) \cdot T_x$, где T_x - неизвестный период, оказывается равным

$$T_x(N+1) = T_0 + \Delta t,$$

где T_x - неизвестный период измеряемой частоты импульсов;

T_0 - длительность эталонного импульса без случайного увеличения;

Δt - длительность (протяженность) временной области.

Многократность измерений позволяет рассматривать весь процесс статистически и определить соотношения между длительностями областей через вероятность событий. Длительность временной области Δt может быть определена выражением

$$\Delta t = \Delta t_{\max} \cdot \frac{n - n_1}{n},$$

где Δt_{\max} - максимальное значение случайной величины, на которую увеличивается эталонный интервал времени;

n - число измерений;

n_1 - число измерений, при которых количество импульсов за время эталонного интервала времени, увеличенного на случайную величину, было бы больше или равно $N+1$.

Тогда период измеряемой частоты импульсов определяется так:

$$T_x = \frac{T_0 + \Delta t_{\max} \cdot \frac{n - n_1}{n}}{N+1},$$

а его частота выражается как обратная величина

$$f_x = \frac{1}{T_x}.$$

Таким образом, зафиксировав после первого измерения число импульсов, равное N , за длительность эталонного интервала, увеличивая на случайную величину эталонный интервал и определяя при последующих измерениях число n_1 , при которых показания окажутся больше или равны $(N+1)$, и зная максимальную величину отклонения случайной величины Δt , на которую увеличивается эталонный импульс, можно определить неизвестные период и частоту измеряемых импульсных сигналов.

За счет определения точного расположения $(N+1)$ -го импульса исключается погрешность дискретизации конца счета, т.е. достигается цель изображения.

Предлагаемое устройство работает следующим образом.

В исходном состоянии ключи 11 и 12 разомкнуты.

При включении электропитания устройства производится начальная установка блока 5 управления, счетчика 3, индикатора 4 (цепи электропитания и начального сброса на функциональной схеме фиг. 2 для простоты не обозначены).

По входной шине измеряемые импульсные сигналы подаются на вход блока 1 формирования, на выходе которого появляются импульсы стандартной амплитуды и длительности с периодом, равным периоду измеряемых импульсных сигналов. Эти импульсы поступают на вход селектора 2 и вход блока 17 уп-

равнения. Процесс измерения начинается с нажатия ключа 11, с которого разрешающий сигнал поступает на пусковой вход блока 5 управления. Блок 5 управления формирует одиночный импульс заданной длительности, поступающий на вход селектора 2 и разрешающий пропускание на выход селектора 2 стандартных импульсов с известным периодом. Одиночный импульс заданной длительности формируется из импульсов меток времени, поступающих на вход опорной частоты блока 5 управления с выхода генератора 6 меток времени. Метки времени представляют собой импульсные сигналы стабильной частоты, задаваемой кварцевым генератором 7. Пачка импульсов, прошедшая через селектор 2, заполняет счетчик 3, который преобразует ее на своем выходе в двоичный код, который индуцируется индикатором 4. Для временной привязки входных импульсов и начала эталонного импульса заданной длительности, импульсы с выхода блока 1 формирования дополнительно поступают на информационный вход блока 5 управления, который синхронизирует запуск кварцевого генератора 7 в момент начала счета.

Описанная работа устройства аналогична работе прототипа.

После первого измерения в индикаторе 4 индуцируется число импульсов, равное N.

После замыкания ключа 12 производится второй цикл измерения, при этом процесс измерения аналогичен первому циклу. Отличие его заключается лишь в том, что период кварцевого генератора 7 увеличивается и, следовательно, увеличивается интервал между метками времени, а соответственно увеличивается длительность эталонного импульса, открывающего селектор 2. Увеличение этого импульса происходит на некоторую случайную величину. Это достигается тем, что при нажатии ключа 11 на выходе блока 13 формирования случайного напряжения появляется случайная величина напряжения, которая сохраняется постоянной за время одного цикла измерения и в течение этого цикла поступает на вход частотно-задающего управляемого элемента 9, увеличивая его емкость и

уменьшая тем самым резонансную частоту кварцевого генератора 7, что приводит к увеличению длительности эталонного импульса. С индикатора 4 считывается новое показание числа импульсов, зафиксированных в счетчике 3.

Следующее нажатие ключа 11 вызывает появление на выходе блока 13 формирования случайного напряжения новой величины, которая через замкнутый ключ 12 поступает на вход частотно-задающего управляемого элемента 9. В этом цикле измерения увеличение длительности импульса происходит на другую случайную величину, не превышающую заданное максимальное значение. Поскольку блок 13 формирования случайного напряжения вырабатывает случайную величину напряжения по равномерному закону, то, следовательно, по равномерному закону будет управляться и частотно-задающий управляемый элемент 9, вызывая соответствующее уменьшение частоты импульсов кварцевого генератора 7.

Блок 13 формирования случайных напряжений 13 работает следующим образом.

Нестабильная частота, вырабатываемая генератором 14 плавающей частоты, поступает на счетный вход счетчика 15. В процессе поступления нестабильных по длительности импульсов происходит периодическое заполнение и сброс счетчика 15. При этом значении кодов на выходе счетчика 15 сохраняется различное время в зависимости от частоты входных импульсов. При поступлении импульса на вход блока 13 формирования случайного напряжения, которым является управляющий вход регистра 16, в нем фиксируются те значения кода, которые были на выходе счетчика 16 в момент опроса. Это значение запоминается в регистре 16 и поступает на вход цифроаналогового преобразователя 17. Содержимое регистра 16 каждый раз меняется при поступлении нового импульса на его вход занесения. Случайный характер значений кода, запоминаемых каждый раз в регистре 16 и поступающих на вход цифроаналогового преобразователя 17, объясняется отсутствием корреляции между временными параметрами тактовых импульсов на входе счетчика 15 и временем за-

несения в регистр 16. Таким образом, при поступлении разрешающего сигнала на вход блока 13 формирования случайного напряжения с ключа 11 на его выходе появляется значение случайной величины напряжения, которое затем поступает на частотно-задающий управляемый элемент 9 и сохраняется постоянной в течение этого цикла измерения.

Основное преимущество предложенных способа и устройства по сравнению с известными заключается в повышении точности измерения частоты и периода за счет уменьшения ошибки дискретизации конца счета.

Формула изобретения

1. Способ измерения частоты импульсных сигналов, заключающийся в подсчете числа импульсов неизвестной частоты за известный интервал времени, отличающийся тем, что, с целью повышения точности, счет импульсов неизвестной частоты производится многократно, причем после первого подсчета числа импульсов за известный интервал времени при каждом последующем длительность известного интервала времени увеличивается на случайную величину с равномерным законом распределения, а неизвестная частота импульсных сигналов определяется из выражения

$$f_x = \frac{N + 1}{T_2 + \Delta t_{\max} \cdot \frac{n - n_1}{n}},$$

где T_2 - длительность эталонного (известного) интервала времени;

Δt_{\max} - максимальное значение случайной величины увеличения эталонного интервала времени;

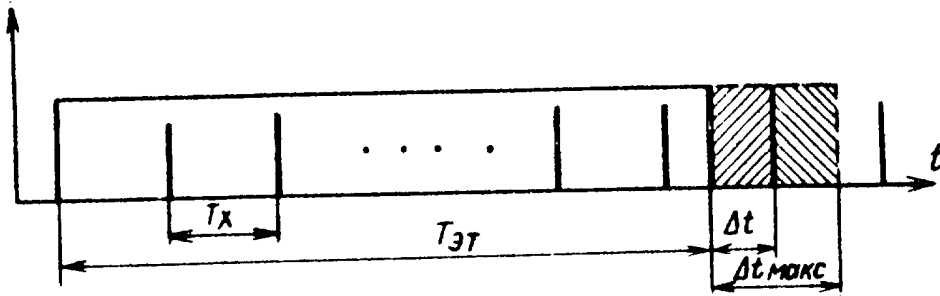
N - число импульсов неизвестной частоты, содержащихся в эталонном интервале времени;

n - число измерений;

n_1 - число измерений, при которых количество импульсов за время эталонного интервала времени, увеличенного на случайную величину, было бы больше или равно $N+1$.

2. Устройство для измерения частоты импульсных сигналов, содержащее блок формирования, выход которого подключен к первому входу селектора, второй вход которого присоединен к выходу блока управления, первый вход которого подключен к выходу первого ключа, а второй вход присоединен к выходу генератора меток времени, состоящего из последовательно соединенных кварцевого генератора и делителя частоты, а выход селектора подключен к входу счетчика, выход которого подключен к входу индикатора, а выход блока формирования подключен к третьему входу блока управления, второй выход которого присоединен к входу управления кварцевого генератора, отличающееся тем, что, с целью повышения точности, последовательно в цепь кварцевого резонатора, входящего в состав кварцевого генератора, подключен частотно-задающий управляемый элемент, управляющий вход которого через второй ключ подключен к выходу блока формирования случайного напряжения, вход которого соединен с выходом первого ключа.

3. Устройство по п. 2, отличающееся тем, что блок формирования случайного напряжения содержит генератор плавающей частоты, выход которого подключен к входу счетчика, выходы которого подключен к входам занесения регистра, выходы которого присоединены к соответствующим входам цифроаналогового преобразователя, выход которого подключен к делителю напряжения, выход которого является выходом блока формирования случайных напряжений, а входом его является управляющий вход регистра.



Фиг.1

Редактор М.Келемеш Составитель В.Новоселов Корректор Е.Сирохман
 Техред Л.Сердюкова

Заказ 4405/41 Тираж 728 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4