



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4277668/24-21
(22) 08.06.87
(46) 23.08.89. Бюл. № 31
(71) Институт кибернетики
им. В.М. Глушкова
(72) В.Т. Кондратов
(53) 621.317(088,8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 879491, кл. G 01 R 23/00, 1981.

Авторское свидетельство СССР
№ 1185260, кл. G 01 R 23/00, 1985.

(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ МГНОВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЧАСТОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СИГНАЛА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Изобретение относится к информационно-измерительной технике. Цель изобретения - повышение точности из-

мерения. Способ измерения мгновенных значений частоты электрического сигнала включает операции формирования двух периодических последовательностей импульсов, смещенных на временной интервал \hat{c} , не превышающий половину периода их следования, смещения электрического сигнала на постоянный уровень, измерения мгновенных значений электрических сигналов, вычитания последних из результатов измерения мгновенных значений исходного сигнала и вычисления значения частоты. Выходной сигнал поступает на вход сумматора 1, опорное напряжение - с источника 2 опорного напряжения. Через коммутатор 3 и аналого-цифровой преобразователь 4 сигнал поступает

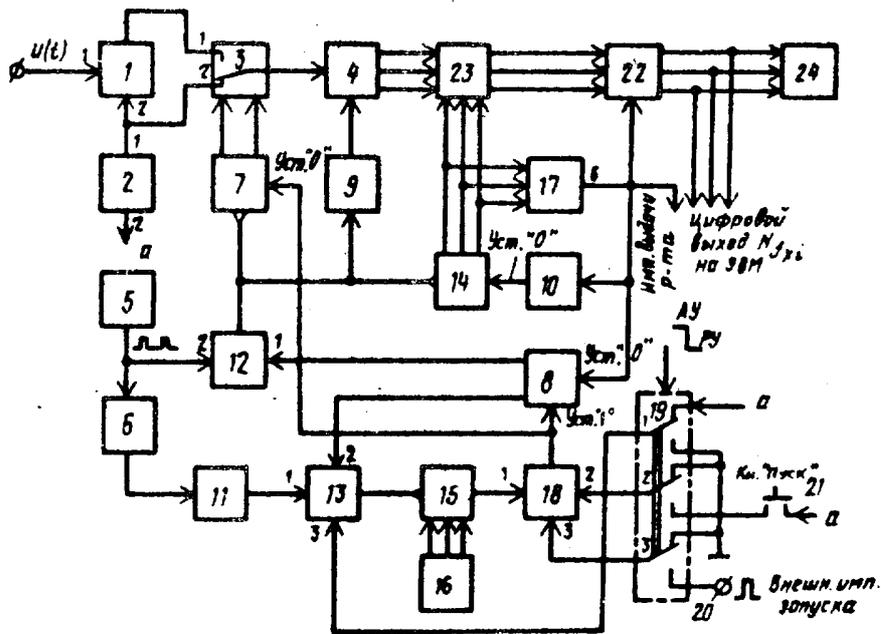


Fig. 1

на арифметический блок 23. Установка триггера 8 осуществляется путем нажатия кнопки 21 "Пуск" или с клеммы 20 внешнего запуска. Переключателем 19 осуществляют выбор режимов работы. Отсчет тактовых импульсов генератора 5 осуществляется в счетчике 14 импульсов. Результат через ре-

гистр 22 пересылается в отсчетно-регистрирующее устройство 24. Устройство содержит также делитель 6 частоты, триггеры 7, 8, формирователь 9 импульсов, блоки 10, 11 задержки, элементы И-НЕ 12, 13, управляемый делитель 15 частоты, задатчик 16 коэффициента деления. 2 с.п.ф-лы, 3 ил.

Изобретение относится к информационно-измерительной технике и может быть использовано по прямому назначению в частотомерах мгновенных значений, в устройствах подстройки частоты, в устройствах измерения неэлектрических величин генераторными (частотными) методами.

Целью изобретения является повышение точности измерения.

На фиг.1 приведена блок-схема устройства измерения мгновенных значений частоты электрического сигнала; на фиг.2 - временные диаграммы, поясняющие способ и работу устройства; на фиг.3 - блок-схема арифметического блока.

Сущность способа измерения мгновенных значений частоты электричес-

кого сигнала заключается в следующем.

Допустим, что необходимо с высокой точностью измерять мгновенные значения частоты электрического сигнала (фиг.2а)

$$U_1(t) = U_m \sin(2\pi f_{x_i} t - \varphi_0), \quad (1)$$

где f_{x_i} - мгновенное значение частоты;

$U_1(t)$ - мгновенное значение напряжения;

φ_0 - начальный фазовый сдвиг;

U_m - амплитудное значение сигнала.

Для решения этой задачи формируют периодическую последовательность коротких прямоугольных импульсов (фиг.2в, первая операция способа)

$$U_{01}(t) = U_{01} \frac{\Delta t}{T_0} \left(1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin(n \Delta t \pi / T_0)}{n \Delta t \pi / T_0} \cos n \omega_0 t \right), \quad (2)$$

где Δt - длительность импульсов;

T_0 - период следования ($T_0 = 1/f_0$);

U_{01} - постоянная величина.

Затем формируют вторичную последовательность коротких прямоугольных импульсов (фиг.2г, вторая операция способа), сдвинутую относительно пер-

вой на интервал времени \hat{c} , не превышающий половину периода их следования. Допустим, что сдвиг \hat{c} равен $0,5 T_0$ (фиг.2г), тогда вторая последовательность коротких прямоугольных импульсов опишется выражением (при $U_{01} = U_{02} = U_{00}$ постоянных величинах)

$$U_{02}(t) = U_{00} \frac{\Delta t}{T_0} \left(1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin(n \Delta t \pi / T_0)}{n \Delta t \pi / T_0} \cos n (\omega_0 t + \hat{c}) \right). \quad (3)$$

Формируют второй электрический сигнал (фиг.2б; третья операция способа)

$$U_2(t) = U_0 \quad (4)$$

наперед заданного и различного по измерительному прибору постоянного уровня U_0 , намного меньшего, например, амплитудного значения сигнала (1), т.е. $U_0 \ll U_m$.

Исследуемый электрический сигнал (1) смещают на значение постоянного

уровня второго электрического сигнала (2) (четвертая операция способа).

В результате получают смещенный электрический сигнал (фиг.2д).

$$U_3(t) = U_0 + U_m \sin(2\pi f_{x_i} t - \varphi_0) \quad (5)$$

Измеряют мгновенные значения смещенного электрического сигнала (5) в момент времени t_i, t_{i+2}, t_{i+4} (пятая операция способа), измеряют мгновенное значение электрического сигнала (4) в момент времени t_{i+1}, t_{i+3} ,

t_{i+5} (фиг. 2д), задержанные по отношению к моментам времени t_i , t_{i+2} и t_{i+4} на время $\hat{c}_i = 0,5 T_0$ (шестая операция способа). Поскольку функция преобразования реального измерителя N описывается выражением

$$N = S(1 + \gamma)U + \Delta N, \quad (6)$$

где U - амплитуда выборки,

$S\gamma$ и ΔN - мультипликативная и аддитивная составляющие погрешности преобразования,

то результаты измерения мгновенных значений сигнала (5) опишутся выражениями

$$N_i = U_3(t_i) S(1 + \gamma) + \Delta N; \quad (7)$$

$$N_{i+2} = U_3(t_{i+2}) S(1 + \gamma) + \Delta N; \quad (8)$$

$$N_{i+4} = U_3(t_{i+4}) S(1 + \gamma) + \Delta N, \quad (9)$$

а сигнала (4) - выражениями

$$N_{i+1} = U_2(t_{i+1}) S(1 + \gamma) + \Delta N; \quad (10)$$

$$N_{i+3} = U_2(t_{i+3}) S(1 + \gamma) + \Delta N; \quad (11)$$

$$N_{i+5} = U_2(t_{i+5}) S(1 + \gamma) + \Delta N. \quad (12)$$

Поскольку $U_2(t_{i+1}) = U_2(t_{i+3}) = U_2(t_{i+5}) = U_0$, то выражения (10)-(12) примут вид

$$f_{x_i} = \frac{1}{2\hat{c}T_0} \arccos \frac{\sin(2\hat{c} f_{x_i} t_{i+2} - \varphi_0) \cos 2\hat{c} f_{x_i} T_0}{\sin(2\hat{c} f_{x_i} t_{i+2} - \varphi_0)} = f_{x_i} \quad (20)$$

поскольку $t_{i+2} = (t_{i+4} + t_i)/2$, а $(t_{i+4} - t_i)/2 = T_0$.

Как видно из выражения (20), результат измерения мгновенных значений частоты электрического сигнала не содержит аддитивной и мультипликативной составляющих погрешности измерения. Моменты времени t_i , t_{i+1} , t_{i+2} , t_{i+3} , t_{i+4} и t_{i+5} измерения амплитуд выборок могут быть выбраны произвольно на любом интервале исследуемого электрического сигнала. Число измерений частоты за период и частотный диапазон исследуемых сигналов ограничиваются быстродействием процесса измерения мгновенных значений амплитуд и временем обработки результатов промежуточных измерений. Практически время обработки результатов промежуточных измерений весьма мало и составляет сотни наносекунд. Если

$$N_{i+1} = U_0 S(1 + \gamma) + \Delta N; \quad (13)$$

$$N_{i+3} = U_0 S(1 + \gamma) + \Delta N; \quad (14)$$

$$N_{i+5} = U_0 S(1 + \gamma) + \Delta N. \quad (15)$$

Затем вычитают результаты измерений (13)-(15) соответственно из предшествующих результатов измерений (7)-(9) мгновенных значений смещенного электрического сигнала (5) (седьмая операция способа). В результате получают

$$N_{i1} = N_i - N_{i+1}; \quad (16)$$

$$N_{i2} = N_{i+2} - N_{i+3}; \quad (17)$$

$$N_{i3} = N_{i+4} - N_{i+5}. \quad (18)$$

Мгновенное значение частоты электрического сигнала (1) вычисляют по формуле

$$f_{x_i} = N_{f_{x_i}} = \frac{1}{2\hat{c}T_0} \arccos \left(\frac{N_{i1} + N_{i2}}{2N_{i3}} \right). \quad (19)$$

Описанный способ измерения обеспечивает исключение аддитивной и мультипликативной составляющих погрешности измерения. Действительно, в выражение (19) подставим значения (16)-(18) с учетом (7)-(9) и (5) и в результате окончательно получим

быстродействие процесса измерения мгновенных значений амплитуд составляет 0,1-0,5 мкс, то частотный диапазон применимости описанного способа составляет от тысячных долей герца до мегагерца, т.е. $10^{-3} - 10^6$ Гц.

Устройство, реализующее способ (фиг. 1), содержит сумматор 1, источник 2 опорного напряжения, коммутатор 3, аналого-цифровой преобразователь 4, генератор 5 тактовых импульсов, делитель 6 частоты, триггеры 7 и 8, формирователь 9 импульсов, блоки 10 и 11 задержки, элементы И-НЕ 12 и 13, счетчик 14 импульсов, управляемый делитель 15 частоты, датчик 16 коэффициента деления, дешифратор 17, элемент ИЛИ-НЕ 18, переключатель 19 режимов работы, клемму 20 внешнего запуска, кнопку 21 "Пуск", регистр 22, арифметический

блок 23, отсчетно-регистрирующее устройство 24.

Арифметический блок 23 включает в себя шесть регистров 25-30, три вычитателя 31-33, сумматор 34, два цифровых блока деления 35 и 36, функциональный преобразователь 37, второй задатчик 38 числа и второй дешифратор 39.

Первый вход сумматора 1 подключен к входной клемме, второй вход сумматора 1 соединен с одноименным входом коммутатора 3 и подключен к первому выходу источника 2 опорного напряжения. Выход сумматора 1 соединен с первым входом коммутатора 3, выход которого подключен к входу аналого-цифрового преобразователя 4.

Стробирующий вход аналого-цифрового преобразователя 4 соединен с выходом формирователя 9 импульсов.

Вход управления коммутатора 3 соединен с выходом триггера 7, счетный вход которого соединен с входом формирователя 9 импульсов и подключен к выходу элемента И-НЕ 12, с которым соединен и счетный вход счетчика 14 импульсов.

Выходы счетчика 14 импульсов подключены к управляющим входам арифметического блока 23 и входам дешифратора 17. Выход дешифратора 17 соединен с управляющим входом регистра 22, входом установки нуля триггера 8 и через первый блок 10 задержки с входом установки нуля счетчика 14 импульсов.

Прямой выход второго триггера 8 подключен к первому входу элемента И-НЕ 12, второй вход которого соединен с выходом генератора 5 тактовых импульсов, к которому подключен и вход делителя 6 частоты.

Выход делителя 6 частоты через блок 11 задержки соединен с первым входом элемента И-НЕ 13, второй и третий входы которого подключены соответственно к инверсному выходу триггера 8 и первому выходу переключателя 19 режимов работы.

Выход элемента И-НЕ 13 соединен со счетным входом управляемого делителя 15 частоты, установочные входы которого подключены к выходам задатчика 16 коэффициента деления.

Выход управляемого делителя 15 частоты соединен с первым входом элемента ИЛИ-НЕ 18, выход которого под-

ключен к входу установки нуля триггера 7 и входу установки единицы триггера 8, второй и третий входы элемента ИЛИ-НЕ 18 соединены с одноименными выходами переключателя 19 режимов работы.

Первый вход переключателя 19 режимов работы соединен с вторым выходом источника 2 опорного напряжения. Второй, третий и пятый входы переключателя 19 режимов работы объединены и подключены к земляной шине. Четвертый вход через кнопку 21 "Пуск" соединен с вторым входом источника 2 опорного напряжения, а шестой вход переключателя 19 режимов работы подключен к клемме 20 внешнего запуска.

Входы арифметического блока 23 соединены с выходами аналого-цифрового преобразователя 4, а выходы подключены через регистр 22 к входам отсчетно-регистрирующего устройства 24 и являются цифровыми выходами устройства для измерения мгновенных значений частоты исследуемого электрического сигнала.

В арифметическом блоке 23 (фиг.3) одноименные входы регистров 25-30 объединены и являются входами блока 23. Управляющие входы регистров 25-30 соединены соответственно с первым по шестой выходами дешифратора 39, входы которого являются управляющими входами арифметического блока 23.

Выходы регистров 25-27 и 29 соединены с входами "Уменьшаемое" вычитателей 31, 32 и 33 соответственно. Выходы регистров 26, 28 и 30 подключены к входам "Вычитаемое" вычитателей 31, 32 и 33 соответственно.

Выходы вычитателей 31 и 33 соединены с входами сумматора 34, чьи выходы подключены к входам "Делимое" первого цифрового блока 35 деления, входы "Делитель" которого соединены с выходами второго вычитателя 32.

Выходы цифрового блока 35 деления через функциональный (арккосинусный) преобразователь 37 подключены к одноименным входам "Делимое" второго цифрового блока 36 деления, входы "Делитель" которого соединены с выходами задатчика 38 числа. Выходы второго цифрового блока 36 деления являются выходами арифметического блока 23.

Устройство измерения мгновенных значений частоты электрического сигнала работает следующим образом.

На первый вход сумматора 1 поступает исследуемый электрический сигнал (1), мгновенное значение частоты которого подлежит измерению. На второй вход сумматора 1 с первого выхода источника 2 опорного напряжения поступает второй электрический сигнал (4) постоянного уровня. Выходной сигнал (5) сумматора 1 поступает на первый вход коммутатора 3, на второй вход которого поступает сигнал (4) с первого выхода источника 2 опорного напряжения (фиг.1).

Рассмотрим режим одиночного измерения при ручном (РУ) или автоматическом (АУ) управлении работой устройства. Для этого переключатель 19 режимов работы переводят в положение, противоположное указанному на фиг.1. В результате запрещается подача выходных импульсов делителя 6 частоты на первый вход элемента ИЛИ-НЕ 18. Установка триггера 8 в состояние единицы осуществляется вручную путем нажатия кнопки 21 "Пуск" или автоматически путем подачи импульса, соответствующего логической единице, на клемму 20 внешнего запуска (фиг.1).

Управляющие импульсы с второго и третьего выходов переключателя 19 режимов работы поступают через второй (при ручном) или третий (при внешнем управлении) входы элемента ИЛИ-НЕ 18 на вход установки единицы триггера 8.

Управляющие импульсы на первый вход элемента ИЛИ-НЕ 18 не поступают, так как в указанном положении переключателя 19 режимов работы на третий вход элемента И-НЕ 13 подается нулевой потенциал, запрещающий прохождение указанных импульсов с выхода делителя 6 частоты.

При поступлении разрешающего потенциала с выхода триггера 8 на первый вход элемента И-НЕ 12 на выходе последовательно появляются тактовые импульсы с генератора 5. Эти импульсы поступают на счетный вход триггера 7, с помощью которого осуществляется управление работой коммутатора 3. В результате сигналы (1) и (4) поочередно поступают на вход аналого-цифрового преобразователя 4. С помощью

формирователя 9, подключенного к выходу элемента И-НЕ 12, из периодической последовательности прямоугольных импульсов формируются строб-импульсы, которые управляют работой аналого-цифрового преобразователя 4. В моменты времени поступления этих импульсов на стробирующий вход аналого-цифрового преобразователя 4 осуществляется преобразование и выдача кода мгновенных значений того или иного электрического сигнала в регистры памяти арифметического блока 23.

Управление работой арифметического блока 23 осуществляется путем подачи тактовых импульсов с выхода элемента И-НЕ 12 на счетный вход счетчика 14, выходной код которого и осуществляет управление работой арифметического блока 23.

С выходов аналого-цифрового преобразователя 4 на входы арифметического блока 23 поступают коды чисел выражений (7) и (13), (8) и (14), (9) и (15).

Обработка результатов промежуточных измерений осуществляется в динамическом режиме с поступлением каждого тактового импульса в счетчик 14.

Поскольку для осуществления процесса измерения необходимо всего шесть тактовых импульсов, то после прохождения шестого импульса счетчик 14 импульсов обнуляется. Это обеспечивается путем дешифрации выходного кода счетчика 14 с помощью дешифратора 17. При поступлении шестого импульса на выходе дешифратора 17

появляется импульс, который устанавливает второй триггер 8 в нуль и тем самым запрещает прохождение тактовых импульсов через элемент И-НЕ 12.

С другой стороны, выходной импульс дешифратора 17 поступает на управляющий вход регистра 22 и тем самым осуществляет запись результата измерения (19) в регистр 22. И, наконец, через блок 10 задержки выходной импульс дешифратора 17 поступает на вход установки нуля счетчика 14, обнуляя его после поступления шести тактовых импульсов. В результате на выходе регистра 22, а следовательно, и на цифровом выходе устройства появится код результата измерения мгновенного значения частоты исследуемого электрического сигнала. С помощью отсчетно-регистрающего устройст-

ва 24 результат измерения индицируется в десятиричной системе счисления. При повторном нажатии кнопки 21 "Пуск" процесс измерения аналогично повторяется.

Если измерение мгновенных значений частоты исследуемых сигналов необходимо осуществлять автоматически, то для этого устанавливают переключатель 19 режимов работы в положение, показанное на фиг.1. В результате на третий вход второго элемента И-НЕ 13 поступит разрешающий потенциал. При этом второй и третий входы элемента ИИИ-НЕ 18 заземляются.

Тактовый импульс с выхода делителя 6 частоты через второй блок 11 задержки и элемент И-НЕ 13 поступает на счетный вход управляемого делителя 15 частоты. На установочные входы управляемого делителя 15 частоты с выхода задатчика 16 поступает код коэффициента деления K_g частоты следования входных импульсов. При $K_g=1$ процесс измерения будет каждый раз повторяться, так как через элемент ИИИ-НЕ 18 на вход установки единицы второго триггера 8 будет поступать задержанный на время \hat{c} переходных процессов в триггере 8 каждый седьмой тактовый импульс генератора 5. Если коэффициент деления делителя частоты выбрать равным семи или десяти, то процесс измерения при $K_g=1$ будет повторяться с каждым восьмым или одиннадцатым тактовым импульсом.

При $K_g > 1$ (например, $K_g=K_0$) процесс измерения будет осуществляться через промежутки времени

$$T_{изм} = \frac{K_1}{f_0} K_g,$$

где K_1 и K_g - коэффициенты деления делителей 6 и 15 частоты;

f_0 - частота следования тактовых импульсов.

С выхода аналого-цифрового преобразователя 4 коды чисел поступают на объединенные входы регистров 25-30. При поступлении первого тактового импульса в счетчик 14 на первом выходе дешифратора 39 появится сигнал, разрешающий запись числа N_i в регистр 25. При поступлении второго тактового импульса в счетчик 14 на втором выходе дешифратора 39 появится сигнал, разрешающий запись числа

N_{i+1} в регистр 26. До прихода третьего тактового импульса в вычитателе 31 осуществляется вычитание кода числа N_{i+1} из кода числа N_i , а результат вычитания поступает на один из входов сумматора 34.

Аналогичным образом при поступлении третьего и четвертого тактовых импульсов в счетчик 14 коды чисел N_{i+2} и N_{i+3} записываются в регистры 27 и 28 соответственно. До прихода пятого тактового импульса осуществляется вычитание кода числа N_{i+3} из кода числа N_{i+2} . Результат вычитания поступает на вход "Делитель" цифрового блока 35 деления.

При поступлении в счетчик 14 пятого и шестого тактовых импульсов осуществляется запись кодов чисел N_{i+4} и N_{i+5} в регистры 29 и 30 соответственно. До прихода следующего импульса осуществляется суммирование кодов чисел N_{i+4} и N_{i+5} в сумматоре 34. Затем полусумма чисел N_{i+4} и N_{i+5} делится на значение числа N_{i+2} с помощью первого цифрового блока 35 деления. Результат деления преобразуется в функциональном (арккосинусном) преобразователе 37 матричного типа и поступает на вход "Делимое" второго цифрового блока 36 деления, на вход "Делитель" которого поступает код числа $N_0 = 2^{\hat{c}} T_0$ с выхода задатчика 38.

В результате на выходе второго цифрового блока деления, а следовательно, и на выходе арифметического блока появится код результата измерения N_{ix} , определяемый выражением (19). Исключение аддитивной и мультипликативной составляющих погрешности, достигаемое путем введения в устройство сумматора, автоматического переключателя, двух триггеров, формирователя импульсов, элемента И-НЕ, счетчика и дешифратора, повышает точность измерения мгновенных значений частоты электрического сигнала.

50 Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Способ измерения мгновенных значений частоты электрического сигнала, заключающийся в формировании периодической последовательности коротких импульсов повышенной частоты и со стабильным периодом следования, измерении мгновенных значений контро-

лируемого электрического сигнала в моменты времени следования коротких импульсов и определении частоты по формуле

$$f_{x_i} = \frac{1}{2 \cdot n \cdot T_0} \arccos\left(-\frac{N_{i1} + N_{i3}}{2N_{i2}}\right),$$

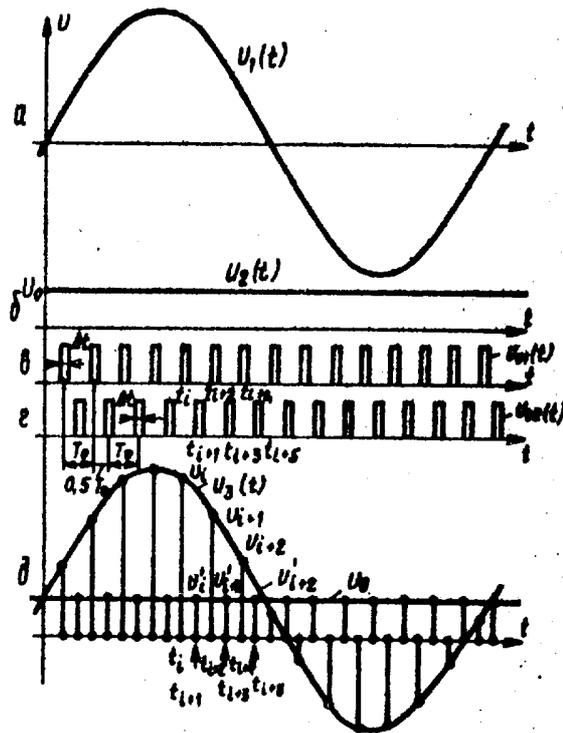
где T_0 - период следования коротких импульсов;

f_{x_i} - частота контролируемого электрического сигнала;

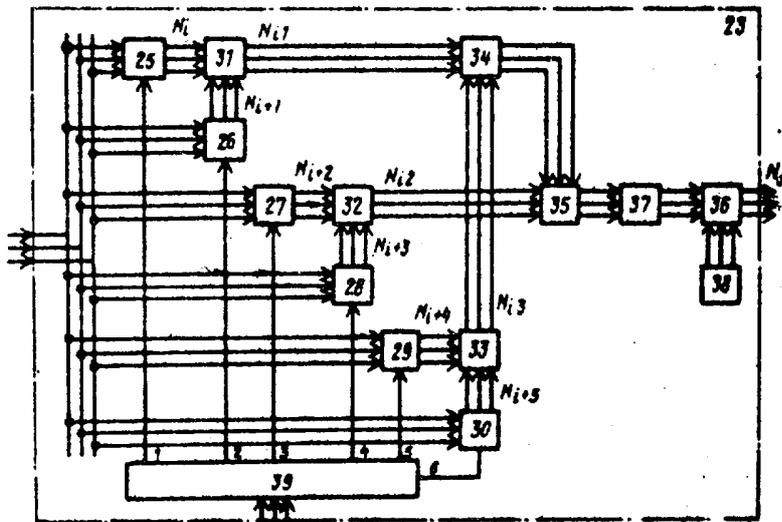
N_{i1}, N_{i2} и N_{i3} - результаты i -х измерений, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерения, формируют вторую периодическую последовательность коротких импульсов, сдвинутую относительно первой на интервал времени, не превышающий половину периода их следования, формируют второй электрический сигнал наперед заданного постоянного уровня, на который смещают исследуемый электрический сигнал, измеряют мгновенные значения второго электрического сигнала в моменты следования коротких импульсов второй периодической последовательности коротких импульсов, вычитают результаты измерений из соответствующих результатов измерений мгновенных значений смещенного электрического сигнала и полученные результаты промежуточных измерений используют для определения мгновенных значений частоты исследуемого электрического сигнала в качестве значений N_{i1} , N_{i2} , N_{i3} .

2. Устройство для измерения мгновенных значений частоты электрического сигнала, содержащее генератор тактовых импульсов, первый и второй блоки задержки, последовательно соединенные аналого-цифровой преобразователь, арифметический блок, регистр и отсчетно-регистрирующее устройство, отличающееся тем, что, с целью повышения точности, в него введены коммутатор, первый и второй триггеры, первый и второй элементы И-НЕ, элемент ИЛИ-НЕ, делитель частоты, формирователь импульсов, управляемый делитель частоты, задатчик коэффициента деления, переключатель режимов работы, источник опорного напряжения, счетчик импульсов, дешифратор и сумматор, первый вход которого подклю-

чен к входной клемме, второй вход соединен с вторым входом коммутатора и подключен к первому выходу источника опорного напряжения, выход сумматора соединен с вторым входом коммутатора, выход которого подключен к входу аналого-цифрового преобразователя, стробирующий вход которого соединен с выходом формирователя импульсов, цепь управления коммутатора соединена с выходами первого триггера, счетный вход которого соединен с входом формирователя импульсов, с выходом первого элемента И-НЕ и со счетным входом счетчика импульсов, выходы которого подключены к управляющим входам арифметического блока и к входам дешифратора, выход которого соединен с управляющим входом регистра, входом установки нуля второго триггера и через первый блок задержки - с входом установки нуля счетчика импульсов, прямой выход второго триггера подключен к первому входу первого элемента И-НЕ, второй вход которого соединен с выходом генератора тактовых импульсов и с входом делителя частоты, выход которого через второй блок задержки соединен с первым входом второго элемента И-НЕ, второй и третий входы которого подключены соответственно к инверсному выходу второго триггера и первому выходу переключателя режимов работы, выход второго элемента И-НЕ соединен со счетным входом управляемого делителя частоты, установочные входы которого подключены к выходам задатчика коэффициента деления, выход управляемого делителя частоты соединен с первым входом элемента ИЛИ-НЕ, выход которого подключен к входу установки нуля первого триггера и к входу установки единицы второго триггера, второй и третий входы элемента ИЛИ-НЕ соединены с одноименными выходами переключателя режимов работы, первый вход которого соединен с вторым выходом источника опорного напряжения, а второй, третий и пятый входы которого объединены и подключены к земляной шине, четвертый вход через кнопку "Пуск" соединен с вторым выходом источника опорного напряжения, а шестой вход переключателя режимов работы подключен к клемме внешнего запуска.



Фиг. 2



Фиг. 3

Редактор С. Пекарь Составитель Ю. Минкин Корректор М. Пожо
 Техред М. Ходанич

Заказ 5081/55 Тираж 714 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101