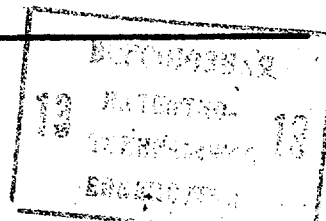




3(5) G 01 R 23/02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 3385229/18-21
(22) 28.01.82
(46) 23.10.83. Бюл. № 39
(72) Л.В.Косякина, А.К.Синицын
и В.А.Новиков
(71) Минский радиотехнический институт
(53) 621.317(088.8)
(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 586397, кл. G 01 R 23/02, 1977.

2. Авторское свидетельство СССР
№ 673933, кл. G 01 R 23/02, 1978.

(54)(57) 1. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СРЕДНЕЙ ЧАСТОТЫ ИМПУЛЬСОВ НЕСТАЦИОНАРНОГО СЛУЧАЙНОГО ПОТОКА, содержащее блок синхронизации, первый, второй и третий счетные блоки, счетчик интервалов, блок управления и коммутатор, первый и второй выходы которого соединены соответственно с суммирующим и вычитающим входами второго счетного блока, вход счетчика интервалов соединен с первым выходом блока управления, второй выход которого соединен с первым входом первого счетного блока, отличающееся тем, что, с целью повышения точности и расширения функциональных возможностей, в него введены селектор, арифметическо-логический блок, первый выход которого соединен с первым входом третьего счетного блока, второй выход - с первым входом блока управления, первый вход соединен с первым выходом третьего счетного блока, второй вход - с третьим выходом блока управления и третий вход - с выходом селектора, первый вход которого соединен с четвертым выходом блока управления, второй вход - с выходом счетчика интервалов, третий вход - с выходом второго счетного блока, а четвертый вход - с выходом первого счетного блока, второй вход которого соединен

с первым выходом блока синхронизации, вход которого является входом устройства, а второй выход соединен с вторым входом блока управления, пятый выход которого соединен с вторым входом третьего счетного блока, а шестой выход - с первым входом коммутатора, второй вход которого соединен с вторым выходом третьего счетного блока и с третьим входом блока управления.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что блок синхронизации выполнен в виде генератора временных интервалов, формирователя синхроимпульса, блока задержек, триггера и фиксатора предельной частоты, выход которого является третьим выходом блока синхронизации, второй вход которого является входом генератора временных интервалов и первым входом фиксатора предельной частоты, а первый вход - с вторым входом фиксатора предельной частоты и входом блока задержек, первый выход которого соединен с R-входом триггера, второй выход является первым выходом блока синхронизации и соединен с S-входом триггера, выход которого соединен с третьим входом фиксатора предельной частоты и с первым входом формирователя синхроимпульса, второй вход которого соединен с выходом генератора временных интервалов, а выход является вторым выходом блока синхронизации.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что блок управления содержит элемент задержки, первый, второй, третий и четвертый элементы 2-2И-2ИЛИ-НЕ, генератор тактовых импульсов, двухразрядный счетчик, элемент 2И-НЕ/2И, формирователь импульсов, первый и второй сумматор по модулю два, триггер, первый и второй элементы И, элемент 3И-НЕ, пер-

(19) SU (11) 1049819 A

вый вход которого соединен с входом 2-2И второго элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ, с входом 1-2И первого элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ и с выходом первого сумматора по модулю два, первый вход которого является первым входом блока управления, второй вход соединен с первым входом второго элемента И и с входом 2-2И четвертого элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ, выход которого соединен с вторым входом второго сумматора по модулю два, первый вход которого соединен с вторым входом элемента 2И-НЕ/2И, с прямым выходом старшего разряда двухразрядного счетчика, с вторым входом формирователя импульсов и с входом 1-2И четвертого элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ, входы 1-2И и 2-1И которого соединены с первыми входами первого элемента И, вторым входом формирователя импульсов, первым входом элемента 2И-НЕ/2И и с прямым выходом младшего разряда двухразрядного счетчика, вход двух-

разрядного счетчика соединен с выходом второго элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ, вход 1-2И которого соединен с выходом элемента 2И-НЕ/2И и с входом 2-2И первого элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ и с третьим входом элемента 3И-НЕ, а вход 2-1И соединен с входом 2-2И, с вторым входом элемента 3И-НЕ, с входом 1-2И первого элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ и с выходом генератора тактовых импульсов, вход которого соединен с выходом триггера, R-вход которого соединен с первым выходом формирователя импульсов, второй выход которого соединен с входами 2-1И, 1-2И третьего элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ, вход 2-2И соединен с D-входом триггера, а вход 1-1И соединен с выходом элемента задержки, вход которого соединен с C-входом триггера, прямой и инверсный выходы которого соединены с вторыми входами соответственно первого и второго элементов И.

1

2

Изобретение относится к цифровой измерительной технике, предназначено для использования в цифровых частотомерах, статистических анализаторах случайных процессов и может быть использовано для измерений средней частоты на непрерывном длительном интервале времени с промежуточным выводом результата измерений.

Известно устройство для измерения средней частоты, содержащее генератор импульсов перезаписи, делитель частоты, счетчик входного потока импульсов, блок управления и счетчик результата измерений [1].

Недостатком устройства является низкая точность измерений, связанная с динамической и аппаратурной погрешностями.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности является устройство, содержащее блок синхронизации, первый, второй и третий счетные блоки, счетчик интервалов, блок управления, генератор импульсов перезаписи, делитель частоты и коммутатор, первый и второй выходы которого соединены соответственно с суммирующим и вычитающим входами второго счетного блока, вход счетчика интервалов соединен с первым выходом блока управления, второй выход которого соединен с первым входом первого счетного блока [2].

Недостатком этого устройства является невозможность измерения средней частоты импульсной последователь-

ности на непрерывном во времени длительном интервале, что, несмотря на высокую точность выборочных измерений средней частоты, приводит в случае нестационарных случайных потоков к большим погрешностям в измерениях. В известном устройстве измерения проводятся выборками длительностью T с разрывами во времени, которые по принципу работы устройства невозможно сделать равными нулю. Естественно, при таком способе измерений частоты нестационарных случайных потоков измеренное устройством значение средней частоты существенно отличается от реального среднего значения и тем больше, чем длительнее разрыв между измерениями и больше колебания частоты в исследуемом потоке импульсной последовательности. Кроме того, устройство не измеряет мгновенное значение частоты в импульсной последовательности, хотя первый счетный блок и производит подсчет входных импульсов за интервал измерения длительностью T.

Цель изобретения - повышение точности и расширение функциональных возможностей.

30 Поставленная цель достигается тем, что в устройство для измерения средней частоты импульсов нестационарного случайного потока, содержащее блок синхронизации, первый, второй и третий счетные блоки, счетчик

интервалов, блок управления и коммутатор, первый и второй выходы которого соединены соответственно с суммирующим и вычитающим входами второго счетного блока, вход счетчика интервалов соединен с первым выходом блока управления, второй выход которого соединен с первым входом первого счетного блока, дополнительно введены селектор, арифметическо-логический блок, первый выход которого соединен с первым входом третьего счетного блока, второй выход - с первым входом блока управления, первый вход соединен с первым выходом третьего счетного блока, второй вход - с третьим выходом блока управления и третий вход - с выходом селектора, первый вход которого соединен с четвертым выходом блока управления, второй вход - с выходом счетчика интервалов, третий вход - с выходом второго счетного блока, а четвертый вход - с выходом первого счетного блока, второй вход которого соединен с первым выходом блока синхронизации, вход которого является входом устройства, а второй выход соединен с вторым входом блока управления, пятый выход которого соединен с вторым входом третьего счетного блока, а шестой выход - с первым входом коммутатора, второй вход которого соединен с вторым выходом третьего счетного блока и с третьим входом блока управления.

При этом блок синхронизации выполнен в виде генератора временных интервалов, формирователя синхроимпульсов, блока задержек, триггера и фиксатора предельной частоты, выход которого является третьим выходом блока синхронизации, второй вход которого является входом генератора временных интервалов и первым входом фиксатора предельной частоты, а первый вход - с вторым входом фиксатора предельной частоты и входом блока задержек, первый выход которого соединен с R-входом триггера, второй выход является первым выходом блока синхронизации и соединен с S-входом триггера, выход которого соединен с третьим входом фиксатора предельной частоты и с первым входом формирователя синхроимпульсов, второй вход которого соединен с выходом генератора временных интервалов, а выход является вторым выходом блока синхронизации.

Причем блок управления содержит элемент задержки, первый, второй, третий и четвертый элементы 2-2И-2ИЛИ-НЕ, генератор тактовых импульсов, двухразрядный счетчик, элемент 2И-НЕ/2И, формирователь импульсов, первый и второй сумматор по модулю

два, триггер, первый и второй элемент И, элемент 3И-НЕ, первый вход которого соединен с входом 2-2И второго элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ, с входом 1-2И первого элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ и с выходом первого сумматора по модулю два, первый вход которого является первым входом блока управления, второй вход соединен с первым входом второго элемента И и с входом 2-2И четвертого элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ, выход которого соединен с вторым входом второго сумматора по модулю два, первый вход которого соединен с вторым входом элемента 2И-НЕ/2И, с прямым выходом старшего разряда двухразрядного счетчика, с вторым входом формирователя импульсов и с входом 1-2И четвертого элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ, входы 1-2И и 2-1И которого соединены с первыми входами первого элемента И, вторым входом формирователя импульсов, первым входом элемента 2И-НЕ/2И и с прямым выходом младшего разряда двухразрядного счетчика, вход двухразрядного счетчика соединен с выходом второго элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ, вход 1-2И которого соединен с выходом элемента 2И-НЕ/2И, с входом 2-2И первого элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ и с третьим входом элемента 3И-НЕ, а вход 2-1И соединен с входом 2-2И, с вторым входом элемента 3И-НЕ, с входом 1-2И первого элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ и с выходом генератора тактовых импульсов, вход которого соединен с инверсным выходом триггера, R-вход которого соединен с первым выходом формирователя импульсов, второй выход которого соединен с входами 2-1И, 1-2И третьего элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ, вход 2-2И соединен с D-входом триггера, а вход 1-1И соединен с выходом элемента задержки, вход которого соединен с C-входом триггера, прямой и инверсный выходы которого соединены с вторыми входами соответственно первого и второго элементов И.

На фиг. 1 изображена блок-схема устройства для измерения средней частоты импульсов нестационарного случайного потока; на фиг. 2 - блок-схема блока управления.

Устройство для измерения средней частоты импульсов нестационарного случайного потока содержит блок 1 синхронизации, первый, второй и третий счетные блоки 2-4, счетчик 5 интервалов, блок 6 управления и коммутатор 7, первый и второй выходы которого соединены соответственно с суммирующим и вычитающим входами второго счетного блока 3, вход счетчика 5 интервалов соединен с первым выходом блока 6 управления, второй выход которого соединен с первым входом первого счетного бло-

ка, селектор 8 и арифметическо-логический блок 9, первый выход которого соединен с первым входом третьего счетного блока, второй выход - с первым входом блока управления, первый вход соединен с первым выходом третьего счетного блока, второй вход - с третьим выходом блока управления и третий вход - с выходом селектора, первый вход которого соединен с четвертым выходом блока управления, второй вход - с выходом счетчика интервалов, третий вход - с выходом второго счетного блока, а четвертый вход - с выходом первого счетного блока, второй вход которого соединен с первым выходом блока синхронизации, вход которого является входом устройства, а второй выход соединен с вторым входом блока управления, пятый выход которого соединен с вторым входом третьего счетного блока, а шестой выход - с первым входом коммутатора, второй вход которого соединен с вторым выходом третьего разностного блока и с третьим входом блока управления.

Блок 1 синхронизации состоит из генератора 10 временных интервалов, формирователя 11 синхроимпульсов, блока 12 задержек, триггера 13 и фиксатора 14 предельной частоты, выход которого является третьим выходом блока синхронизации, второй вход которого является входом генератора временных сигналов и первым входом фиксатора предельной частоты, а первый вход - вторым входом фиксатора предельной частоты и входом блока задержек, первый выход которого соединен с R-входом триггера, второй выход является первым выходом блока синхронизации и соединен с S-входом триггера, выход которого соединен с третьим входом фиксатора предельной частоты и с первым входом формирователя синхроимпульса, второй вход которого соединен с выходом генератора временных интервалов, а выход является вторым выходом блока синхронизации.

Блок 6 управления содержит элемент 15 задержки, первый, второй, третий и четвертый элементы 2-2И-2ИЛИ-НЕ 16-19, генератор 20 тактовых импульсов, двухразрядный счетчик 21, элемент 22 2И-НЕ/2И, формирователь 23 импульсов, первый 24 и второй 25 сумматоры по модулю два, триггер 26, первый и второй элементы И 27 и 28, элемент задержки и элемент 3И-НЕ 29, первый вход которого соединен с входом 2-2И второго элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ, с входом 1-2И первого элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ и с выходом первого сумматора по модулю два, а первый вход которого является первым входом

блока управления, второй вход соединен с первым входом второго элемента И и с входом 2-2И четвертого элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ, выход которого соединен с вторым входом второго сумматора по модулю два, первый вход которого соединен с вторым входом элемента 2И-НЕ/2И, с прямым выходом старшего разряда двухразрядного счетчика, с вторым входом формирователя импульсов и с входом 1-2И четвертого элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ, входы 1-2И и 2-1И которого соединены с первыми входами первого элемента И, вторым входом формирователя импульсов, первым входом элемента 2И-НЕ/2И и с прямым выходом младшего разряда двухразрядного счетчика, а вход двухразрядного счетчика соединен с выходом второго элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ, вход 1-2И которого соединен с выходом элемента 2И-НЕ/2И и с входом 2-1И первого элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ и с третьим входом элемента 3И-НЕ, а вход 2-1И соединен с входом 2-2И, с вторым входом элемента 3И-НЕ, с входом 1-2И первого элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ и с выходом генератора тактовых импульсов, вход которого соединен с инверсным выходом триггера, R-вход которого соединен с первым выходом формирователя импульсов, второй выход которого соединен с входами 2-1И и 1-2И третьего элемента 2-2И-2ИЛИ-НЕ, вход 2-2И соединен с D-входом триггера, а вход 1-1И соединен с выходом элемента задержки, вход которого соединен с S-входом триггера, прямой и инверсный выходы которого соединены с вторыми входами соответственно первого и второго элементов И. Блок 6 управления имеет четыре входа 30-33 и шесть выходов 34-39.

Арифметическо-логический блок 9 выполняет арифметические и логические операции в соответствии с алгоритмом работы устройства над кодами А и В, поступающими соответственно на его первый и третий входы, под действием управляющего сигнала "Код", поступающего с третьего выхода 36 блока 6 управления на его второй вход. Необходимые для работы устройства арифметические и логические операции и соответствующие им комбинации сигнала "Код" (применительно к микросхеме К155ИПЗ) приведены в таблице.

Первый выход F арифметическо-логического блока 9 соединен с первым входом третьего счетного блока 4, первый выход которого соединен с входом А арифметическо-логического блока 9. Второй выход "3nF" арифметическо-логического блока 9 представляет собой знаковый разряд резуль-

тата F и соединен с первым входом 30 блока 6 управления.

Алгоритм работы устройства заключается в следующем.

Предположим, что в момент окончания очередного $(i+1)$ -го импульса измерения (в момент прихода в блок 6 управления импульса "Инд.") в счетчиках и регистрах хранятся следующие значения: в счетчике 5 интервалов - значение i , определяющее номер предыдущего интервала измерения; в первом счетном блоке 2 - значение K_{i+1} , определяющее количество импульсов за $(i+1)$ -й интервал измерения длительностью $\Delta T = \text{const}$; во втором счетном блоке 3 - значение n_i , определяющее среднее значение частоты за время $i \cdot \Delta T$ и в третьем счетном блоке 4 - значение m_i , для которого

$$\|m_i + 1\| \leq i,$$

определяющее количество избыточных, т.е. не делящихся нацело на i импульсов в полной импульсной последовательности за время $i \cdot \Delta T$.

Общее число импульсов, поступающих на вход $i_{\text{иссл}}$ устройства, определяется выражением

$$N_i = n_i \cdot i + (m_i + 1).$$

Приняв в дальнейшем для упрощения $\Delta T = 1$, получим, что уточненное значение средней частоты за время $i \cdot \Delta T$ определяется в этом случае выражением

$$f_{\text{ср}i} = n_i + \frac{m_i + 1}{i}.$$

При этом погрешностью $\Delta f_{\text{ср}i}$ измерения для $f_{\text{ср}i}$ не остается постоянной, а уменьшается с увеличением i и определяется формулой

$$f_{\text{ср}i} = \frac{1}{i}$$

Во время индикации необходимо выводить номер i интервала измерения; целую часть n_i ; значения средней частоты $f_{\text{ср}i}$; мгновенное значение частоты K_{i+1} за $(i+1)$ -й интервал измерения; значение m_i , уточняющее $f_{\text{ср}i}$ по формуле (1).

Индикация результата измерения средней частоты за i -й интервал производится только по окончании $(i+1)$ -го интервала измерений. С момента окончания индикации устройством осуществляется последовательность

операций по получению $f_{\text{ср}i+1}$ с использованием выражений

$$5 \quad n_{i+1} = n_i + \text{ЦЧ} \left(\frac{k_{i+1} + m_i + 1 - n_i}{i} \right);$$

$$m_{i+1} = \text{OD} \left(\frac{k_{i+1} + m_i + 1 - n_i}{i} \right) - 1,$$

10 где ЦЧ - целая часть, OD - остаток от деления (вычитание в выражении (2) из остатка от деления единицы связано с особенностью работы арифметическо-логического блока 9).

15 В первую очередь производится высвобождение первого счетного блока 2, т.е. осуществляется операция $(m_i + K_{i+1} + 1)$, выполнение которой производится установкой значения "Код" в соответствии с пятой позицией таблицы, а селектором 8 комму-

20 тируется на выход В содержимое первого счетного блока 2. После записи результата $(m_i + K_{i+1} + 1)$ в третий счетный блок 4 производится пере-

25 стройка селектора 8 на коммутацию на выход В содержимого второго счетного блока 3, а на арифметическо-логический блок 9 подается "Код" в соответствии с третьей позицией

30 таблицы. Таким образом, выполняется операция $[(m_i + K_{i+1} + 1) - n_i]$, результат которой записывается в третий счетный блок 4. Дальнейшая работа арифметическо-логического блока

35 9 связана с осуществлением операции деления в выражениях (2). Выполнение этой операции требует проверки знака "Зн А" в содержимом третьего счетного блока 4 и коммутации на выход В

40 селектора 8 содержимого счетчика 5 интервалов. Деление осуществляется последовательным вычитанием, если "Зн А" = 0, или прибавлением, если "Зн А" = 1, к содержимому А третьего

45 счетного блока 4 значения i , хранящегося в счетчике 5 интервалов, до тех пор, пока "Зн F" и "Зн А" не имеют противоположных уровней, т.е. $\|F\|$ не станет меньше i . Каждое вычитание (сложение) сопровож-

50 дается изменением содержимого второго счетного блока 3 на плюс (минус) единицу. По окончании всех перечисленных операций из получившегося в

55 третьем счетном блоке 4 остатка от деления, в соответствии с выражением (2), вычитается единица (четвертая позиция таблицы, при $B = 0$), т.е. получается значение m_{i+1} .

60 Устройство работает следующим образом.

Предварительно в блоке 6 управления вырабатывается импульс сброса устройства (эта связь не показана), по которому устанавливается в "1" триггер 26 блока 6 управления и

сбрасывается в "0" первый, второй, третий счетные блоки 2-4, счетчик 5 интервалов и двухразрядный счетчик 21 блока 6 управления, в генераторе 10 временных интервалов начинается отсчет интервала измерения $\Delta T = \text{const}$.

Блок 1 синхронизации, функционирование которого, начиная с момента сброса, не зависит от работы всех остальных блоков и элементов устройства, работает следующим образом.

Импульсы исследуемого нестационарного случайного потока, поступая на вход $f_{\text{исса}}$ блока 1 синхронизации, задерживаются на время t_1 , которые в свою очередь сбрасывают триггер 13 в "0". В интервале длительностью t_1 осуществляется проверка уровня на D-входе триггера в фиксаторе 14 предельной частоты. По истечении времени t_2 на втором выходе блоке 12 задержка появляется импульс, который устанавливает триггер 13 в состояние "1". Таким образом, импульсная последовательность на выходе триггера 13 всегда представляет собой серию импульсов отрицательной полярности с длительностью $(t_2 - t_1)$ и периодом следования, равным соответствующим периодам следования импульсов в исследуемом случайном импульсном потоке. Появление в импульсной последовательности импульса с периодом следования меньшим, чем t_2 , не изменит нулевого состояния триггера 13 (триггером 13 этот импульс и все задержанные от него блоком 12 задержек импульсы не фиксируются) и в то же время, поступая на С-вход триггера в фиксаторе 14 предельной частоты, происходит сброс последнего в состояние "0". Вернуть этот триггер в состояние "1" можно теперь только сигналом "Установка в "0". Нулевое состояние триггера в фиксаторе 14 предельной частоты приводит к появлению единичного уровня на выходе $f_{\text{исса}} > f_{\text{max}}$ блока 1 синхронизации. После окончания интервала измерений длительностью ΔT на выходе генератора 10 временных интервалов появляется импульс отрицательной полярности, который инициирует появление на втором выходе блока 1 синхронизации короткого импульса отрицательной полярности, который при этом сформируется только после установки триггера 13 в состояние "1". Из-за введенного ограничения на период следования импульсов исследуемого потока ($T_{\text{исса}} > t_2$) единичное состояние триггера 13 гарантирует отсутствие импульсов на первом выходе блока 1 синхронизации. Нарушение условия $T_{\text{исса}}$, как ука-

зывалось, фиксируется фиксатором 14 предельной частоты.

После установки в "Исход" всех перечисленных элементов и блоков устройства осуществляется режим сброса. При этом устанавливается код функций на выполнение операции $F = A-1$. Далее через промежуток времени $T_0/2$ формируется импульс записи "P3", по которому значение F переписывается в третий счетный блок 4. Затем осуществляется изменение в "01" кода "Сел" на входе двухразрядного счетчика 21, по которому селектор 8 коммутирует на выход В содержимое первого счетного блока 2 и по которому происходит сброс триггера 26. По нулевому уровню на выходе триггера 26, коду "01" сигнала "Сел" и единичному уровню на втором выходе 35 блока 4 производится изменение сигнала "Код" для выполнения функции $F = \bar{A}$, результат которой тождественен нулю. На этом заканчивается режим сброса устройства, устройство переходит в режим ожидания синхроимпульса с второго выхода блока 1 синхронизации.

С приходом синхроимпульса с второго выхода блока 1 устройство переводится или в режим измерения только мгновенного значения ("Пуск" = "0") или в режим измерения среднего значения частоты ("Пуск" = "1"). Смена уровня сигнала "Пуск" может производиться в произвольные моменты времени, чем может быть осуществлено измерение средней частоты по аналогии с известным устройством, т.е. по определенным выборкам из потока импульсов исследуемой случайной последовательности. Смена уровня сигнала "Пуск" с "1" в "0" переводит устройство в режим измерения только мгновенного значения частоты с одновременной индикацией номера последнего интервала измерений средней частоты и значения этой средней частоты. Изменение сигнала "Пуск" из "0" в "1" переводит устройство в режим измерения среднего значения частоты так, как-будто бы не было ранее разрыва в уровне "1" сигнала "Пуск".

В режиме измерения только мгновенного значения импульс "Инд." приводит к появлению импульса "Сброс" отрицательной полярности не пересекающегося во времени с импульсом "Инд." (фиг. 2), что необходимо для создания возможности вывода на индикацию содержимого всех необходимых блоков. Импульсом "Сброс" осуществляется сброс первого счетного блока 2 в "0". На этом заканчивается работа устройства в данном режиме и ожидается приход следующего импульса с второго выхода блока 1.

Если при появлении импульса "Инд." установлен "1" потенциал сигнала "Пуск" (фиг. 2), устройство переходит в режим определения среднего значения исследуемой частоты. По окончании времени индикации задним фронтом сигнала "Инд." совместно с единственным уровнем сигнала "Пуск" производится установка триггера 26 в "0", что в свою очередь вызывает запуск генератора 20 тактовых импульсов и изменение сигнала "Код" для выполнения в арифметическо-логическом блоке 9 функции $F = A + B + 1 = m_i + k_{i+1} + 1$. Через интервал времени $T_0/2$ формируется импульс "РЗ", по которому значение F переписывается в третий счетный блок 4. Далее изменяется содержимое двухразрядного счетчика так, что "Сел." = "10", т.е. производится коммутация на выход В содержимого второго счетного блока 3. В свою очередь изменение "Сел." с "01" на "10" вызывает появление на втором выходе формирователя 23 импульса, по которому изменяется на "+1" содержимое счетчика 5 интервалов и образуется затем импульс "Сброс", осуществляющий сброс первого счетного блока 2. Время между началом импульса "Инд." и окончательным сбросом первого счетного блока 2 и определяет задержку t_2 в блоке 12 задержек блока 1 синхронизации. Установление кода "Сел." = "10" приводит также к изменению сигнала "Код" в соответствии с третьей позицией таблицы, что приводит к появлению на выходе F значения, определяемого выражением

$$F = A - B = (m_i + k_{i+1} + 1) - n_i.$$

С этого момента устройство ожидает прихода очередного импульса на выходе генератора 20, появление которого приводит к образованию импульса "РЗ", по которому содержимое F переписывается в третий счетный блок 4. Задним фронтом этого импульса изменяется код "Сел." на значение "11", т.е. на выход В коммутируется селектором 8 содержимое счетчика 5 интервалов. Код "Сел." = "11" приводит к изменению сигнала "Код" по третьей позиции таблицы, если содержимое A третьего счетного блока 4 положительно ("Зн А" = "0"), или по шестой позиции, если содержимое отрицательно ("Зн А" = "1"). Таким образом, в арифметическо-логическом блоке 9 осуществляется проверка условия

$$\|(m_i + k_{i+1} + 1) - n_i\| > i.$$

Неравенство (3) выполняется, если сигналы "Зн А" и "Зн F" имеют

одинаковые уровни, при этом с приходом очередного импульса с генератора 20 формируется сигнал "РЗ", по которому значение F переписывается в третий счетный блок 4 и одновременно с "РЗ" формируется импульс "+1" (фиг. 2), производящий изменение содержимого второго счетного блока 3 на "+1", если "Зн А" = "0", и на "-1", если "Зн А" = "1". Изменение содержимого в третьем счетном блоке 4 приводит к образованию нового значения F для проверки неравенства (3). Процесс формирования сигналов "РЗ" и "+1" продолжается до тех пор, пока к приходу очередного импульса с выхода генератора 20 сигналы "Зн А" и "Зн F" не имеют противоположных уровней. При этом осуществляется установление кода "Сел." = "00", что в свою очередь приводит к изменению сигнала "Код" для выполнения арифметическо-логическим блоком 9 операции $F = A - B - 1$ (на выходе В селектора 8 при этом тождественный ноль). Эта операция необходима для подготовки, получившегося в третьем счетном блоке 4 значения, равного остатку от деления по выражению (2), к индикации. Приход очередного импульса с выхода генератора 20 формирует импульс "РЗ", по которому F переписывается в третий счетный блок 4, а затем осуществляется установка кода "Сел." = "01", которым в свою очередь изменяется сигнал "Код" на выполнение в арифметическо-логическом блоке 9 операции выделения модуля остатка m_i , хранящегося в третьем счетном блоке 4. Кроме этого, установка кода "Сел." = "01" приводит к появлению на первом выходе формирователя 23 короткого импульса, сбрасывающего триггер 26 в "0", что блокирует генератор 20 тактовых импульсов и на этом завершается процесс определения показаний очередного измерения. Индикация результата измерения осуществляется в момент прихода очередного импульса "Инд.", с появлением которого устройство работает или в режиме измерения только мгновенного значения частоты, если "Пуск" = "0", или в режиме измерения среднего значения, если "Пуск" = "1".

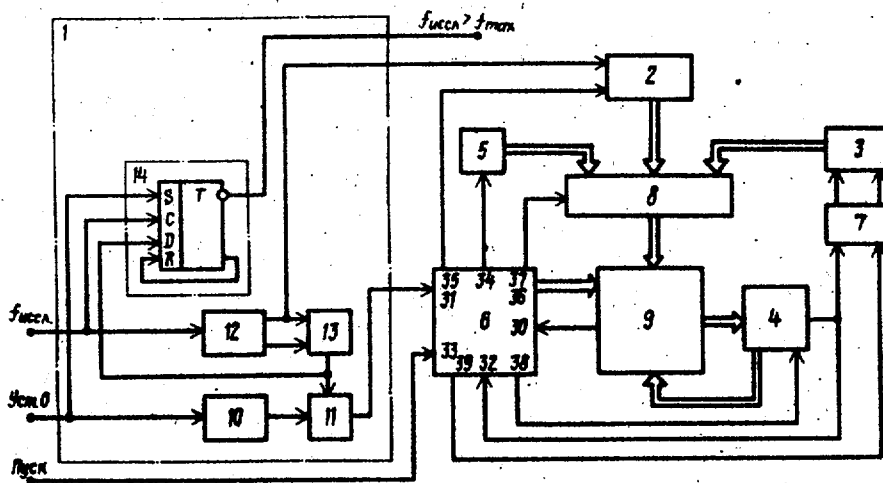
Таким образом, устройство для измерения средней частоты импульсов нестационарного случайного потока увеличивает точность измерений средней частоты за счет полного устранения потери импульсов на всем интервале измерений средней частоты, расширяет функциональные возможности известного устройства путем одновременного измерения мгновенного значения частоты, т.е. позволяет изме-

рять одновременно как мгновенное, так и среднее значения частоты, а также производить измерения как выборками по времени, так и непрерывно во времени, увеличивает точность измерения средней частоты за счет

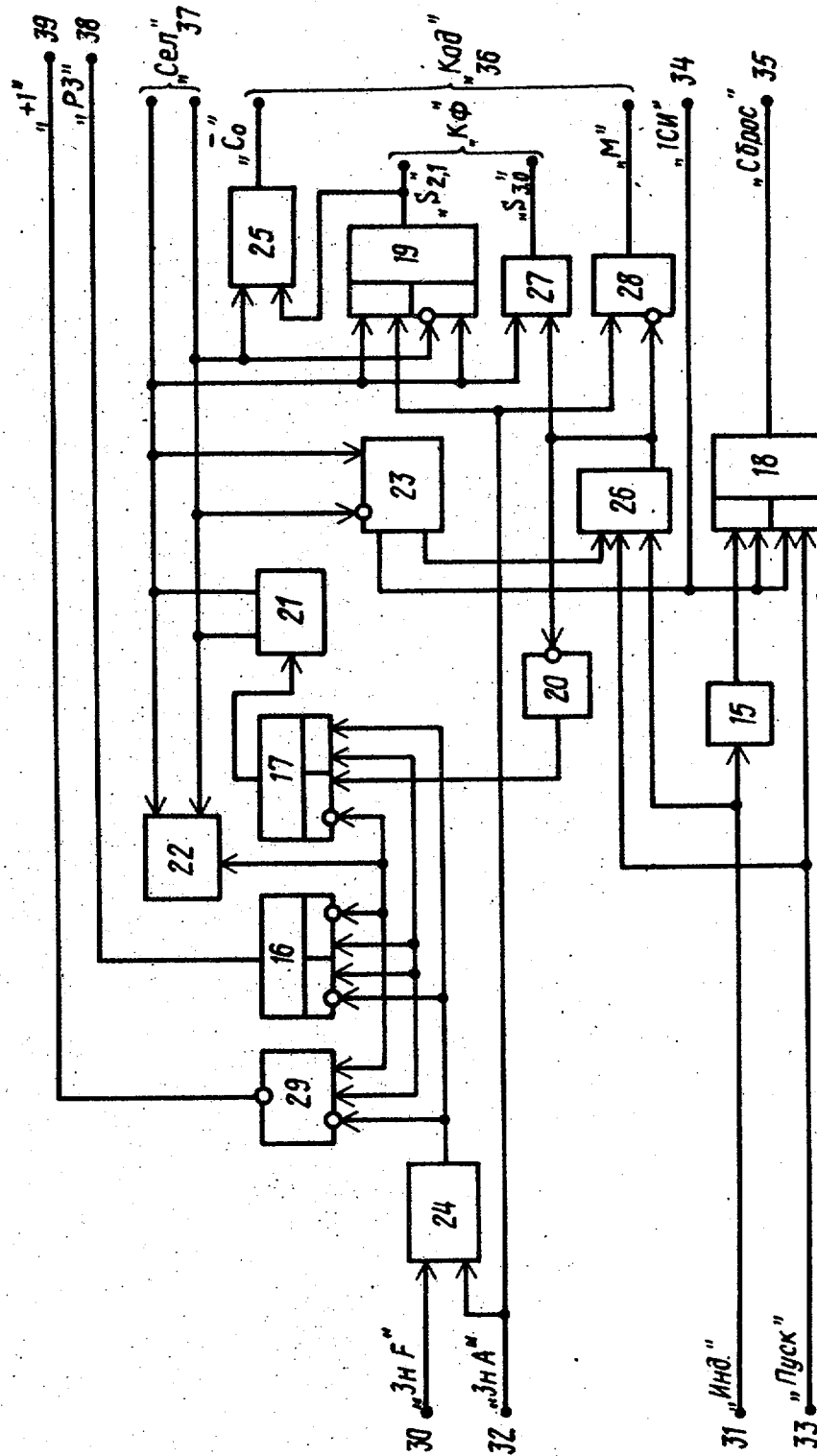
дополнительного вывода на индикацию содержимых счетчика интервалов и третьего счетного блока, что в известных устройствах приводит к значительным дополнительным аппаратурным затратам.

5

Сигнал "Код"							Выполняемая АЛБ функция
Код функции "КФ"				"М"	"C ₀ "		
S ₃	S ₂	S ₁	S ₀				
0	0	0	0	0	0	F = A плюс 1	
0	0	0	0	1	0	F = \bar{A}	
0	1	1	0	0	0	F = A минус B	
0	1	1	0	0	1	F = A минус B минус 1	
1	0	0	1	0	0	F = A плюс B плюс 1	
1	0	0	1	0	1	F = A плюс B	



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор Н. Бобкова Составитель В. Новоселов Техред А. Бабинец Корректор А. Зимоковос
 Заказ 8410/42 Тираж 710 Подписное
 ВНИИП Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
 Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4