

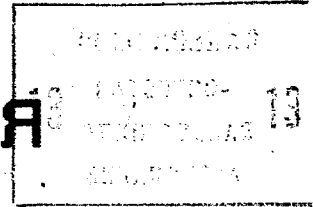


3 (5D) Н 03 К 13/20

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3357922/18-21

(22) 23.11.81

(46) 30.03.83. Бюл. №12

(72) А.Н. Морозевич

(71) Минский радиотехнический институт

(53) 621.317 (088.8)

56 1. Смеляков В.В. Цифровая измерительная аппаратура инфранизких частот. М., "Энергия", 1975, с. 37, рис. 2-1.

2. Авторское свидетельство СССР № 546102, кл. Н 03 К 13/20, 1977.

(54) (57) 1. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧАСТОТЫ, содержащее последовательно соединенные блок управления и первый элемент И, последовательно соединенные первый и второй счетчики, дешифратор и блок элементов И, вторые входы которого подключены к выходам делителя, вход которого подключен к импульсному выходу блока управления, а выходы блока элементов И подключены к входам первого элемента ИЛИ, выход которого подключен к второму входу первого элемента И и первому входу второго элемента И, второй вход которого подключен к первому входу третьего элемента И и второму выходу блока управления, третий выход которого подключен к первому входу второго элемента ИЛИ, при этом выход первого счетчика подключен к своему входу предварительной записи, входы установки в нуль первого и второго счетчиков подключены к выходу установки нуля блока управления, **отличается тем, что, с целью повышения точности преобразования частоты,**

в него дополнительно введены дешифратор, а также счетчик и счетчик с управляемым коэффициентом пересчета, входы установки в нуль которых подключены к выходу установки нуля блока управления, причем управляющий вход дополнительного дешифратора подключен к четвертому выходу блока управления, выход дополнительного дешифратора подключен к первому входу первого счетчика, а его информационные входы подключены к информационным выходам счетчика с управляемым коэффициентом пересчета, вход которого подключен к выходу первого элемента И, а его управляющий выход подключен к второму входу первого счетчика, информационные выходы которого подключены к информационным входам дополнительного счетчика, первый управляющий вход которого подключен к выходу второго элемента И, а второй управляющий вход подключен к выходу второго элемента ИЛИ, второй вход которого подключен к выходу дополнительного счетчика и второму входу третьего элемента И.

2. Устройство по п. 1, **отличается тем, что блок управления** содержит компаратор, два элемента И, два триггера, два формирователя, генератор импульсов, выход которого является импульсным выходом блока управления, а выход компаратора подключен к первому входу первого элемента И, выход которого подключен к первому входу первого триггера, а второй вход подключен к нулевому выходу второго триггера и первому входу второго элемента И, выход которого является четвертым выходом

блока управления, а второй вход подключен к первому входу второго триггера и нулевому выходу первого триггера, единичный выход которого является первым выходом управления блока и подключен к входу первого формирователя, выход которого является выходом установки нуля блока

управления, третьим выходом которого является выход второго формирователя, вход которого подключен к единичному выходу второго триггера и является вторым выходом блока управления, второй вход второго триггера подключен к второму входу первого триггера.

1

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано в цифровых устройствах, занятых обработкой (вычислением интегральных характеристик) аналоговых сигналов, а также в качестве измерительного прибора, позволяющего измерять период входных сигналов и вырабатывать последовательность импульсов с частотой следования, обратно пропорциональной периоду входного сигнала.

Известно устройство, содержащее генератор эталонной частоты, формирующее устройство, блок управления, управляемые вентили, делители частоты, регистр и схему переноса, которые позволяют выполнить функции преобразователя период-частота [1].

Однако в указанном устройстве наличие одного (неуправляемого) источника опорной частоты значительно сужает частотный диапазон входных сигналов. Кроме того, указанным устройствам присущи большие погрешности, уменьшение значений которых требует значительного сравнимого с объемом основного устройства дополнительного оборудования.

Наиболее близким к предлагаемому является устройство, содержащее входной блок (блок управления), три элемента И, первый и второй счетчики, дешифратор, блок элементов И, делитель, два элемента ИЛИ и второй блок элементов И [2].

Известное устройство позволяет обеспечить постоянство относительной погрешности преобразования в достаточно широком частотном диапазоне.

Недостатки известного устройства - наличие инструментальной ошибки, воз-

2

никающей вследствие конечного времени распространения сигнала из-за искажения состояния делителя при соответствующих его установках (запись дополнительного кода в младшие разряды и др.); ошибка преобразования ограничена сверху в каждом i -ом диапазоне весом младшего разряда первого счетчика, ввиду конструктивных особенностей затруднено изменение коэффициентов передачи преобразователя в широких пределах.

Указанные недостатки существенно снижают точность преобразований и область применения известных устройств.

Цель изобретения - повышение точности преобразования частоты.

Поставленная цель достигается тем, что в устройстве для преобразования частоты, содержащее последовательно соединенные блок управления и первый элемент И, последовательно соединенные первый и второй счетчики, дешифратор и блок элементов И, вторые входы которого подключены к выходам делителя, вход которого подключен к импульсному выходу блока управления, а выходы блока элементов И подключены к входам первого элемента ИЛИ, выход которого подключен к второму входу первого элемента И и первому входу второго элемента И, второй вход которого подключен к первому входу третьего элемента И и второму выходу блока управления, третий выход которого подключен к первому входу второго элемента ИЛИ, при этом выход первого счетчика подключен к своему входу предварительной записи, а входы установки в ноль первого и второго счетчиков

подключены к выходу установки нуля блока управления, дополнительно введены дешифратор, а также счетчик и счетчик с управляемым коэффициентом пересчета, входы установки в ноль которых подключены к выходу установки нуля блока управления, причем управляющий вход дополнительного дешифратора подключен к четвертому выходу блока управления, выход дополнительного дешифратора подключен к первому входу первого счетчика, а его информационные входы подключены к информационным выходам счетчика с управляемым коэффициентом пересчета, вход которого подключен к выходу первого элемента И, а его управляющий выход подключен к второму входу первого счетчика, информационные выходы которого подключены к информационным входам дополнительного счетчика, первый управляющий вход которого подключен к выходу второго элемента И, а второй управляющий вход подключен к выходу второго элемента ИЛИ, второй вход которого подключен к выходу дополнительного счетчика и второму входу третьего элемента И.

Кроме того, блок управления содержит компаратор, два элемента И, два триггера, два формирователя и генератор импульсов, выход которого является импульсным выходом блока управления, а выход компаратора подключен к первому входу первого элемента И, выход которого подключен к первому входу первого триггера, а второй вход подключен к нулевому выходу второго триггера и первому входу второго элемента И, выход которого является четвертым выходом блока управления, а второй вход подключен к первому входу второго триггера и нулевому выходу первого триггера, единичный выход которого является первым выходом блока управления и подключен к входу первого формирователя, выход которого является выходом установки нуля блока управления, третьим выходом которого является выход второго формирователя, вход которого подключен к единичному выходу второго триггера и является вторым выходом блока управления, второй вход второго триггера подключен к второму входу первого триггера.

На фиг. 1 представлена структурная схема предлагаемого устройства; на фиг. 2 - временная диаграмма ос-

новных сигналов; на фиг. 3 - конкретная реализация блока управления.

Устройство (фиг. 1) содержит блок 1 управления, первый элемент И 2, первый 3 и второй 4 счетчики, дешифратор 5, блок 6 элементов И, делитель 7, первый элемент ИЛИ 8, второй элемент И 9, третий элемент И 10, второй элемент ИЛИ 11, дополнительный счетчик 12, счетчик 13 с управляемым коэффициентом пересчета, дополнительный дешифратор 14. Входной блок 1 содержит (фиг. 3) генератор 15 импульсов, компаратор 16, элемент И 17, первый триггер 18, второй триггер 19, элемент И 20, первый формирователь 21, формирователь 22 и кнопку 23.

Устройство работает следующим образом.

В исходном состоянии все счетчики 3, 4, 12 и 13 (фиг. 1) находятся в нулевом состоянии, а на выходах блока 1 управления - запрещающие потенциалы. На вход делителя 7 поступают импульсы опорной частоты f_0 . С выходов делителя 7 на входы блока 6 элементов И поступают импульсы с частотой f_0 , $f_0/2$, $f_0/4$ и т.д.

При первом после сигнала "Пуск" переходе значения входного сигнала (фиг. 2. а) через ноль из отрицательных значений в положительные на первом выходе блока 1 (фиг. 2. в) появляется разрешающий потенциал, открывающий элемент И 2 по первому входу. В первый момент времени после сигнала "Пуск" код во втором счетчике 4 - нулевой. Дешифратор 5 подает разрешающий потенциал на первый вход первого (младшего) элемента И из блока 6, а на остальные элементы И блока 6 - запрещающие потенциалы. Поэтому на первый элемент ИЛИ 8 будет поступать самая высокая частота f_0 из набора выходных частот делителя 7 опорной частоты f_0 . С выхода первого элемента ИЛИ 8 (фиг. 2. h) через открытый элемент И 2 поступают импульсы на вход счетчика 13 с управляемым коэффициентом К пересчета. Коэффициент К пересчета счетчика 13 определяет коэффициент передачи устройства в целом. При поступлении на вход счетчика 13 К импульсов с частотой f_0 происходит его переполнение, при этом заносится "1" в первый счетчик 3. Таким образом, на второй вход

счетчика 3 поступают импульсы с частотой f_0/k . При поступлении на второй вход счетчика 3 N импульсов (выбирается из условия достижения необходимой точности измерения периода в каждом поддиапазоне) происходит его переполнение. При переполнении счетчика 3 заносится "1" во второй счетчик 4, а в первый счетчик 3 заносится при этом код, равный половине его емкости. Последнее необходимо для учета части измеряемого периода, равной по величине $N K_0/f_0$. При коде 00...01 во втором счетчике 4 на первом входе второго элемента И из блока 15 6 появляется разрешающий потенциал. Таким образом, на вход первого счетчика 3 поступают импульсы, частота следования которых вдвое меньше предыдущей частоты, т.е. $f_0/2k$. При каждом очередном переполнении первого счетчика 3 код во втором счетчике 4 увеличивается на единицу, а в первый счетчик 3 заносится код, равный половине его емкости N , (при $N = 2^n$ заносится единица в старший разряд) и частота импульсов, идущих на вход первого счетчика 3 уменьшается в два раза (фиг. 2. h). Так происходит до того момента времени, когда входной сигнал второй раз перейдет через ноль из отрицательных значений в положительные, т.е. когда окончится период T_x измеряемого сигнала. При этом на первом выходе выходного блока появится запрещающий потенциал, закрывающий первый элемент И 2. На этом заканчивается цикл измерения, в результате которого на счетчиках 3 и 4 сформирован код, пропорциональный периоду T_x входного сигнала. Причем код D_{xi} во втором счетчике 4 показывает, в каком поддиапазоне лежит период T_x , а код N_{xi} в первом счетчике 3 определяет T_x внутри поддиапазона. При этом оказывается, что погрешность Δ измерения T_x может достигать единицы младшего разряда. Например, если $n = 7$, то $N = 2^n = 128$ и, следовательно, $\Delta_{max} = 1/128$. В счетчике 13 зафиксирован код, равный разности $T_x - [N_{xi} \cdot 2^{D_{xi}}] k/f_0$. Для рассмотренного примера $0 \leq [T_x - (N_{xi} \cdot 2^{D_{xi}}) k/f_0] \leq 1/128$. Очевидно, что для повышения точности измерения можно провести определение результата в счетчике 3 по условию

$$T_x = T_x + 1_{MP}, \text{ если } \Delta = [T_x - (N_{xi} \cdot 2^{D_{xi}}) k/f_0] \geq 0,5 k \cdot k/f_0,$$

где 1_{MP} - единица младшего разряда, $T_x = T_x$, если $\Delta = [T_x - (N_{xi} \cdot 2^{D_{xi}}) k/f_0] < 0,5 k \cdot k/f_0$.

5 Однако для дальнейшего преобразования необходимо выполнить обратную коррекцию, т.е. если в счетчике 13 зафиксирован код, равный половине и больше величины K коэффициента пересчета счетчика 13, то результат в счетчике 3 остается без изменений, а если код в счетчике 13 меньше $K/2$, то из содержимого счетчика 3 вычитается единица.

Анализ содержимого счетчика 13 осуществляется дешифратором 14. На выходе дешифратора формируется сигнал вычитания единицы из счетчика 3 сигналом из входного блока (фиг. 2 c) в случае, если код счетчика 13 меньше $0,5 K$.

Таким образом, после выполнения шага коррекции в счетчике 3 оказывается код N_x^1 , который меньше на единицу (младшего разряда) величины кода N_x , если $T_x - N_x < \frac{1_{MP}}{2}$. Причем $T_x - (N_x^1 + 1) \leq 0,5/128$, т.е. погрешность измерения (с учетом единицы младшего разряда) в два раза меньше, чем до коррекции. По окончании шага коррекции на третьем выходе блока 1 (фиг. 2 d) формируется управляющий сигнал, который, проходя через элемент ИЛИ 11, осуществляет перезапись кода из счетчика 3 в счетчик 12. На втором выходе блока 1 (фиг. 2 e) в это же время появляется разрешающий потенциал, открывающий второй элемент И 9 по второму входу. При этом на вычитающий (первый) вход счетчика 12 поступают импульсы с частотой $f_0/2 \cdot D_{xi}$, каждый из которых уменьшает содержимое счетчика 12 на единицу. После прихода на счетчик 12 количества импульсов, соответствующего величине $N_x^1 + 1$, произойдет отрицательное переполнение счетчика 12. При этом на выходе счетчика 12 сформируется сигнал, который через открытый элемент И 10 пройдет на выход устройства (фиг. 2 d), а также через элемент ИЛИ 11 на вход счетчика 12. По этому сигналу в счетчик 12 переписывается код из счетчика 3. Далее процесс формирования выходных сигналов происходит аналогично вышеописанному.

Коэффициент передачи устройства определяется как

$$f_{\text{вых}}/f_{\text{вх}} = \frac{f_0/N_x \cdot 2^{Dx}}{f_0/N_x \cdot 2^{Dx} \cdot k} = k.$$

Следовательно, число выходных импульсов не зависит от величины периода входного сигнала и определяется лишь коэффициентом пересчета счетчика 13. Как следует из описания функционирования устройства преобразования частоты (фиг. 1) порядок работы его блоков определяется сигналами, формируемыми в блоке 1 управления в соответствии с временной диаграммой (фиг. 2).

Устройство работает следующим образом.

На вход компаратора 16 (фиг. 3) поступает периодический сигнал (фиг. 2 а). В качестве компаратора может быть использован, например, триггер Шмитта. На выходе компаратора 16 формируется также периодический сигнал с тем же периодом, но форма его соответствует сигналам, используемым в цифровых логических элементах. Этот сигнал поступает на первый вход элемента И 17. При нажатии кнопки 23 (формируется сигнал "Пуск") триггеры 18 и 19 устанавливаются в ноль. При этом сигнал с нулевого выхода триггера 19 открывает элемент И 17 для прохождения сигнала с выхода компаратора 16 на первый вход триггера 18. Первый вход триггера 18 является счетным входом, т.е. каждый переход сигнала на этом входе из нуля в единицу переводит триггер 18 в противоположное состояние. Первый после сигнала "Пуск" переход из нуля в единицу указанного сигнала переводит триггер 18 в единичное положение. При этом сигнал на единичном выходе триггера 18 соответствует "1" (фиг. 2. в). В то же время из перехода ноль - единица (передний фронт) формирователь 21 формирует сигнал установки в ноль счетчиков 3, 4, 12 и 13. Таким образом, по переднему фронту входного сигнала сигналом, формируемым блоком 1, все счетчики 3, 4, 12 и 13 устанавливаются в исходное (нулевое) состояние.

В момент окончания первого периода входного сигнала (очередным передним фронтом) триггер 18 переводит-

ся в нулевое состояние. Сигнал на его единичном выходе (фиг. 2 в) меняется с единицы на ноль. Сигнал на нулевом выходе триггера 18 изменяется с нуля на единицу. Этот передний фронт сигнала поступает на первый (счетный) вход триггера 19 и переводит его в единичное положение. Сигнал на единичном выходе триггера 19 изменяется с нуля на единицу (фиг. 2е). Формирователь 22 формирует из этого переднего фронта импульс (фиг. 2 д). На выходе элемента И 20 появляется сигнал в том случае, когда триггеры 18 и 19 находятся в состоянии нуля. Первый раз этот сигнал формируется сразу же после нажатия кнопки, но до формирования сигнала установки счетчиков в ноль, т.е. этот сигнал на работу схемы не влияет. Второй раз на выходе элемента И 20 формируется короткий импульс, длительность которого равна времени задержки сигнала в триггере 19 (фиг. 2. с). Для предлагаемого устройства такая длительность импульса обеспечивает надежную работу устройства. Если же для какой-либо реализации длительность импульса будет недостаточной, то в цепь между нулевым выходом триггера 19 и первым входом элемента И 20 можно ввести элемент задержки. На фиг. 3 этот элемент задержки показан пунктиром. В качестве формирователей 21 и 22, генератора 15 импульсов и счетчика 13 с управляемым коэффициентом пересчета может быть использовано любое из известных устройств.

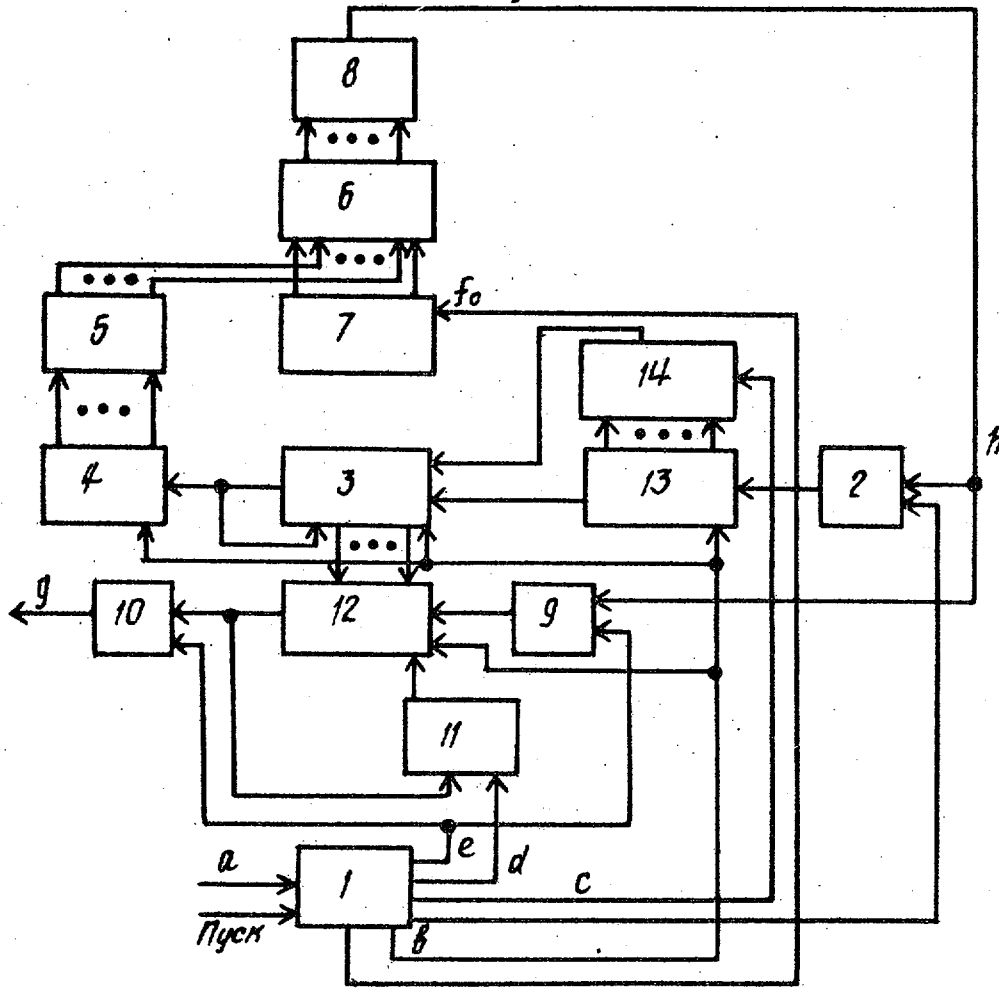
В качестве делителя 7 может быть использован, например, двоичный счетчик, так как у двоичных счетчиков частота сигнала на выходе каждого последующего триггера в два раза меньше, чем на выходе предыдущего.

Таким образом, введение новых функциональных блоков и связей позволяет повысить точность преобразования, а именно: уменьшить максимальное значение абсолютной ошибки в два раза, устранить инструментальную ошибку, возникающую вследствие конечного времени распространения сигнала в делителе при соответствующих установках его в исходное состояние (например, запись дополнительного кода в младшие разряды и др.). Кро-

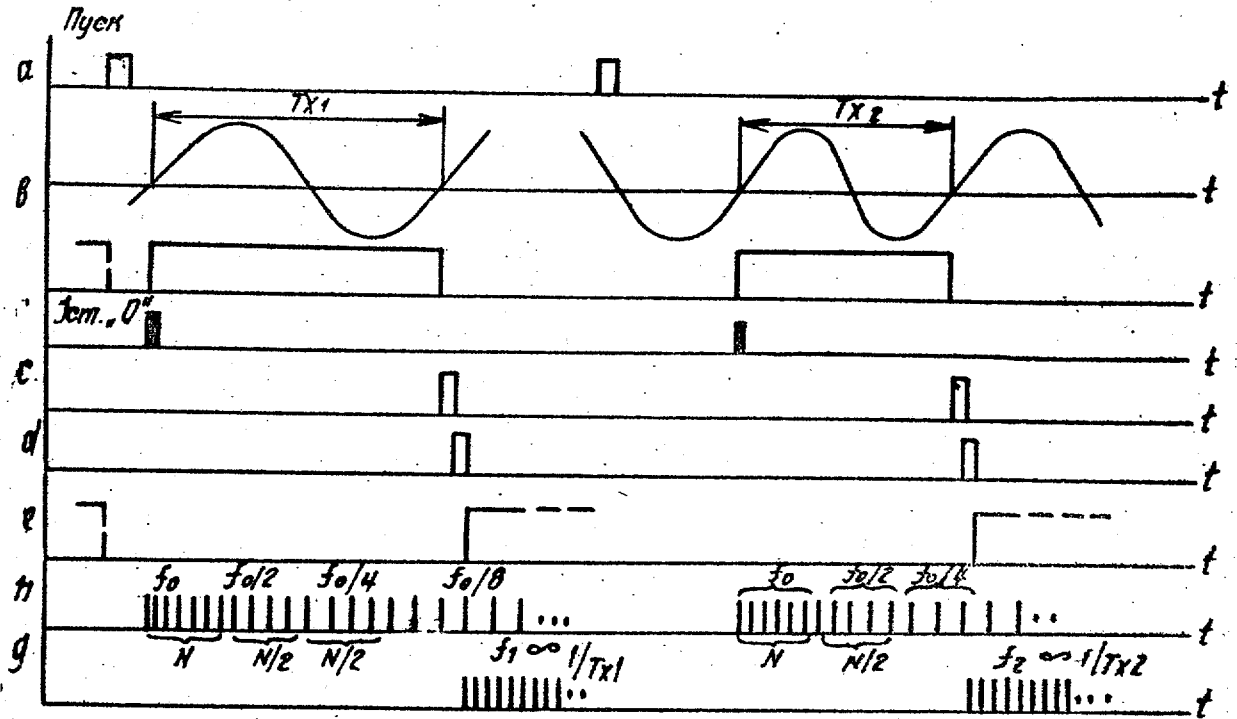
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

ме того, в предлагаемом устройстве упрощена операция изменения коэффициента передачи устройства преобра-

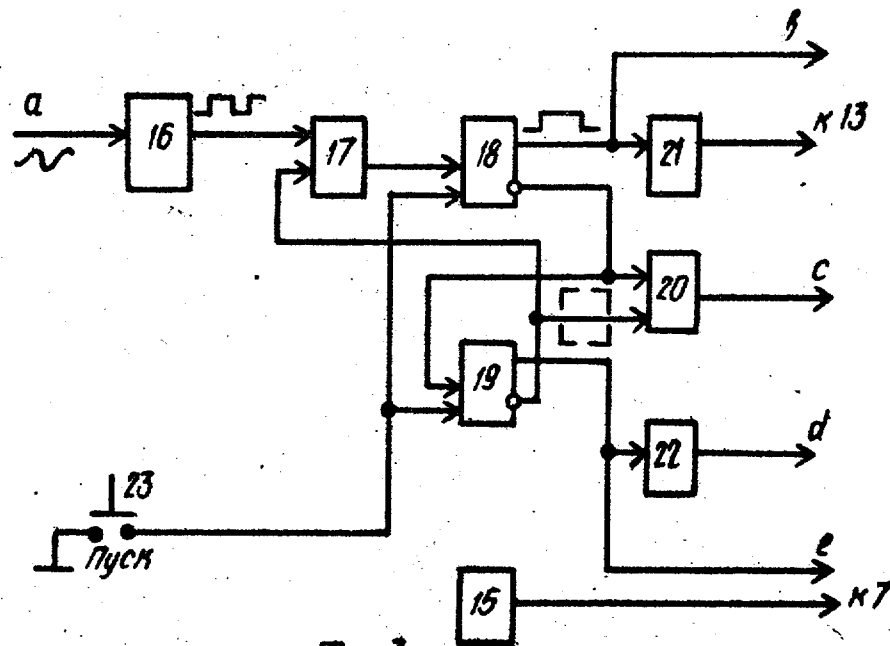
зования частоты и сводится лишь к изменению коэффициента пересчета счетчика 13.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Составитель В. Муляр
 Редактор Н. Ковалева Техред Т. Маточка Корректор А. Дзятко

Заказ 2359/68 Тираж 934 Подписное
 ВНИИПИ 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