



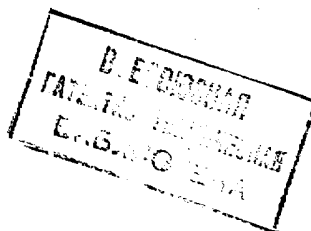
СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1444939** **A1**

(51) 4 Н 03 К 23/66

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 4233550/24-21

(22) 27.03.87

(46) 15.12.88. Бюл. № 46

(72) Т.И.Кремнева и В.И.Кремнев

(53) 621.374(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР

№ 1261108, кл. Н 03 К 23/00,  
02.08.84.

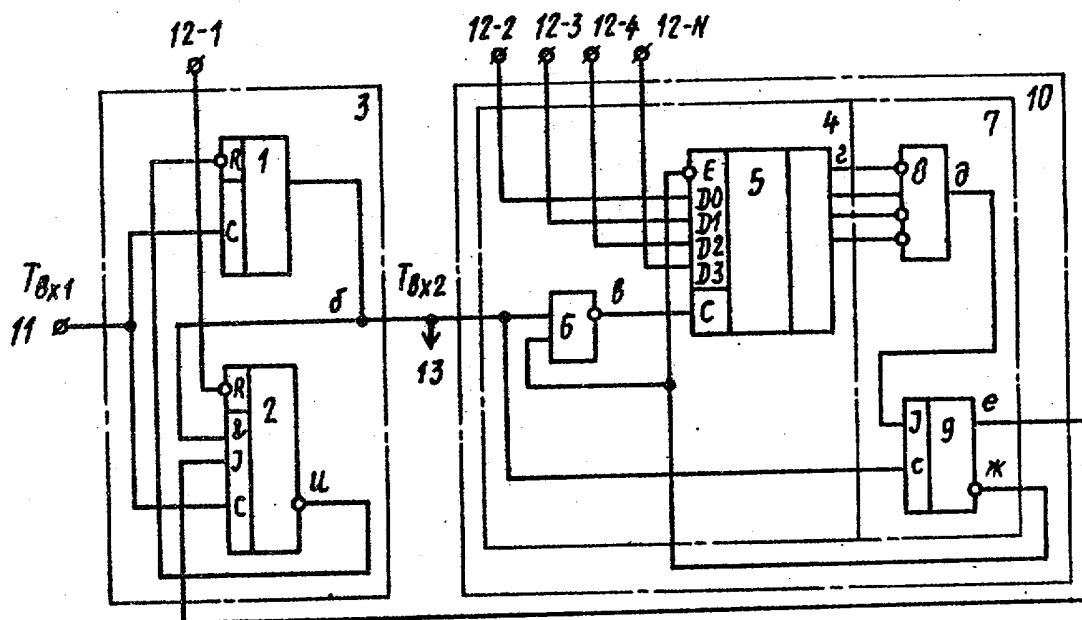
Авторское свидетельство СССР

№ 851781, кл. Н 03 К 23/66,  
25.10.79.

(54) ДЕЛИТЕЛЬ ЧАСТОТЫ С ПЕРЕМЕННЫМ  
КОЭФФИЦИЕНТОМ ДЕЛЕНИЯ

(57) Изобретение относится к импульс-

ной технике, может быть использовано в цифровых синтезаторах частот, в цифровых фазометрах, в цифровых системах автоподстройки частоты. Цель изобретения - расширение диапазона коэффициентов деления при одновременном повышении в два раза быстродействия - достигается использованием младших каскадов с управляемым коэффициентом деления 2/3 счетчика 4 импульсов, дешифратора 8, К-триггеров 1, 2 и 9, при этом управляющий код поступает на шину 12, входная частота - на шину 11, 2 ил.



Фиг.1

(19) **SU** (11) **1444939** **A1**

Изобретение относится к импульсной технике, в частности к устройствам автоматики, телемеханики, вычислительной и измерительной техники, и может быть использовано в синтезаторах частот, в цифровых фазометрах, в измерительной аппаратуре и цифровых системах автоподстройки частоты.

Цель изобретения - расширение диапазона коэффициентов деления при одновременном повышении в два раза быстродействия устройства.

На фиг. 1 приведена электрическая структурная схема устройства; на фиг. 2 - временные диаграммы, поясняющие его работу в установившемся режиме.

Устройство содержит первый 1 и второй 2 ИК-триггеры, представляющие собой младший каскад 3 с коэффициентом деления  $2/3$ , счетчик 4 импульсов, выполненный, например, на двоичном счетчике 5 импульсов с элементом 6 совпадения в цепи счетного входа, и формирователь 7 сигнала записи, состоящий из дешифратора 8 и ИК триггера 9, представляющие старший каскад 10, шину 11 входного тактового сигнала, шины 12-1, 12-2, ..., 12-N кода управления, шину 13 синхронизации. Входы синхронизации первого 1 и второго 2 ИК-триггеров подключены к шине 11 входного тактового сигнала, R-вход второго ИК-триггера 2 - к первой шине 12-1 кода управления, прямой выход первого ИК-триггера 1 - к шине 13 синхронизации, R-вход первого ИК-триггера 1 - к инверсному выходу второго ИК-триггера 2, а прямой выход - к первому I-входу второго ИК-триггера 2. Информационные входы счетчика 4 импульсов подключены к шинам 12-2, 12-3, ..., 12-N, а выходы разрядов - к группе входов формирователя 7 сигнала записи (к входам дешифратора 8). Тактовый вход счетчика 4 импульсов и вход формирователя 7 сигнала записи (вход синхронизации ИК-триггера 9) соединены с шиной 13 синхронизации. Первый выход формирователя 7 сигнала записи (инверсный выход ИК-триггера 9) подключен к входу занесения информации в счетчик 4 импульсов (вход E двоичного счетчика 5 импульсов), второй выход прямой выход ИК-триггера 9) - к второму I-входу второго ИК-триггера 2.

Временные диаграммы (фиг. 2), поясняющие работу устройства, приведены для кода управления 11100 (младший разряд слева) при количестве разрядов счетчика 4 импульсов, равном 4. Условно времена срабатывания  $t_{\text{тр}}$  ИК-триггеров 1, 2 и 9 показаны равными. ИК-триггеры 1, 2 и 9 переключаются по спаду импульсов, поступающих на их входы синхронизации.

Устройство работает следующим образом.

При поступлении на шину 11 импульсов входного тактового сигнала  $T_{\text{вх1}}$  (фиг. 2а) в отсутствие единичного сигнала на втором выходе формирователя 7 ИК-триггер 1 работает в режиме автономного счета, и на его прямом выходе формируются импульсы (фиг. 2б), поступающие на шину 13 синхронизации с частотой, в 2 раза меньшей частоты входного тактового сигнала, и периодом  $T_{\text{вх2}} = 2T_{\text{вх1}}$ . ИК-триггер 2 не оказывает влияние на работу ИК-триггера 1, так как из-за нулевого сигнала (отсутствия сигнала) на втором выходе формирователя 7 ИК-триггер 2 находится в нулевом состоянии, и на его инверсном выходе присутствует единичный сигнал. Инверсный сигнал  $T_{\text{вх2}}$  (фиг. 2в) появляется на тактовом входе счетчика 5 с временной задержкой  $t_{\text{за}}$  (фиг. 2в) элемента 6, который предназначен для инвертирования сигнала  $T_{\text{вх2}}$  и блокировки его на время записи кода управления в счетчик 4, что необходимо для исключения сбоев в работе счетчика 5 при разбросе временных задержек элементов. Счетчик 5 работает в режиме вычитания для обеспечения равенства коэффициента деления устройства десятичному эквиваленту кода управления с учетом выбранного кода опознавания.

В качестве состояния опознавания счетчика 5 старшего каскада выбран код 0100 (младший разряд слева).

При поступлении импульсов сигнала  $T_{\text{вх2}}$  с шины 13 на вход элемента 6 триггеры счетчика 5 изменяют свое состояние по фронту импульсов, поступающих на счетный вход счетчика 5 до указанного состояния опознавания. На фиг. 2г показан момент наступления состояния опознавания, определяемый переходом триггера первого младшего разряда счетчика 5 в нулевое

состояние. Изменение состояний триггера первого разряда счетчика 5 происходит с временной задержкой счетчика  $t_{сч}$  (фиг. 2г) относительно фронта импульсов с выхода элемента 6 (фиг. 2в). Дешифратор 8 после наступления состояния опознавания выдает единичный сигнал с временной задержкой  $\tau_{дс}$  (фиг. 2д). Для устойчивой работы ИК-триггера 9 необходимо, чтобы единичный сигнал, поступающий на его I-вход, опережал спад импульса синхронизации на время  $\tau_{оп}$  опережения информации (фиг. 2д, в). ИК-триггер 9 переходит в единичное состояние по спаду импульсов  $T_{вх2}$ , поступающих на его вход синхронизации через время срабатывания  $t_{тр}$  (фиг. 2б, е). Нулевой сигнал, появляющийся на инверсном выходе ИК-триггера 9 (фиг. 2ж), блокирует поступление импульсов с шины 13 на счетный вход счетчика 5 (фиг. 2б, в, ж). Одновременно этот сигнал подается на вход разрешения записи счетчика 5, в результате его триггеры переходят в состояние, определяемые сигналами кода управления на шинах 12-2, ..., 12-N. Так как на шине 12-1 присутствует единичный сигнал, то по спаду четвертого импульса входного тактового сигнала (фиг. 2а) на шине 11 ИК-триггер 2 через время  $t_{тр}$  переходит в единичное состояние и на его инверсном выходе появляется нулевой сигнал (фиг. 2и), который, поступая на R-вход ИК-триггера 1, блокирует его срабатывание по спаду очередного (пятого) импульса (фиг. 2а, б) сигнала  $T_{вх1}$ . В результате период сигнала на прямом выходе ИК-триггера 1 и, следовательно, на шине 13 равен трем периодам входа тактового сигнала  $T_{вх1}$  (фиг. 2а, б). По спаду пятого импульса (фиг. 2а) ИК-триггер 2 переходит в нулевое состояние, на его инверсном выходе появляется единичный сигнал, не оказывающий влияние на работу ИК-триггера 1, последний снова начинает работать в автономном режиме, а младший каскад 3 - в режиме деления на два до прихода очередного сигнала с второго выхода формирователя 7. ИК-триггер 9 возвращается в исходное (нулевое) состояние по спаду второго импульса на шине 13 (фиг. 2б, е). При выбранном коде управления первый триггер

счетчика 5 (фиг. 2г) при наличии нулевого сигнала записи на его входе разрешения записи (фиг. 2ж) переходит в единичное состояние ранее, чем это произошло бы по фронту тактового импульса (фиг. 2в), за счет наличия временной задержки  $\tau_{эл}$  элемента 6, что исключает возможные сбои в работе счетчика 5 при коде управления с нулевым сигналом на шине 12-2 при наличии разброса временных задержек срабатывания триггеров счетчика 5 и ИК-триггера 9. На этом переходные процессы занесения информации в счетчик 4 и возврата ИК-триггера 9 в исходное состояние заканчиваются. Далее цикл работы устройства повторяется. Как видно из временных диаграмм, период сигнала с второго выхода формирователя 7 (фиг. 2е) равен семи периодам входного тактового сигнала устройства. Указанный сигнал старшего каскада 10 является выходным сигналом устройства. При выбранном коде управления  $T_{вых} = 7 T_{вх1}$  (фиг. 2е, ж, а).

Если на шине 12-1 присутствует нулевой сигнал, то ИК-триггер 2 постоянно находится в нулевом состоянии и единичный сигнал на его инверсном выходе не оказывает влияния на работу ИК-триггера 1, который работает в этом случае постоянно в автоматическом режиме независимо от сигнала на втором выходе формирователя 7, а младший каскад 3 - в режиме деления частоты на два.

Из временных диаграмм видно, что длительность импульсов  $T_{вх1}$  выбрана равной  $t_{тр}$ , и младший каскад (фиг. 2а, б) имеет быстроедействие, равное быстроедействию триггера, т.е. минимальный переход входного сигнала  $T_{вх1}$  равен периоду срабатывания  $T_{тр} = 2t_{тр}$  ИК-триггера 1. Однако при совместной работе младшего 3 и старшего 10 каскадов быстроедействия всего устройства зависит не только от быстроедействия младшего каскада 3, но и от быстроедействия старшего каскада 10, которое определяется быстроедействием триггеров счетчика 5 и структурой старшего каскада 10. Из фиг. 2в, г, д, е можно определить минимально возможный период  $T_{вх2, мин}$  импульсов на шине 13, при котором сохраняется устойчивая работа старшего каскада:

$$T_{вх2, мин} = t_{сч} + \tau_{дс} + \tau_{оп} + \tau_{эл}.$$

На элементы серии ТТЛ можно ориентировочно принять, что  $t_{сч} = 4\tau_{эл}$ ,  $\tau_{дс} = 3\tau_{эл}$ ,  $\tau_{оп} = 2\tau_{эл}$ ,  $t_{тр} = 2\tau_{эл}$ . Тогда  $T_{вх2 мин} = 10\tau_{эл} = 5t_{тр} = 2,5 T_{тр}$ . Следовательно, быстродействие старшего каскада 10 в 2,5 раза менее быстродействия отдельного триггера. Минимальный период входного тактового сигнала всего устройства  $T_{вх1 мин} = 2t_{тр} + \tau_{эл} = 5\tau_{эл} = 1,25 T_{тр}$  (фиг. 2а, б, в), следовательно,  $T_{вх1 мин} = 0,5 T_{вх2 мин}$  и быстродействие всего устройства выше быстродействия старшего каскада (прототипа) в два раза.

Коэффициент деления предлагаемого устройства  $K = m \cdot N + M$ , где  $m = 2$  - коэффициент деления младшего каскада в автономном режиме,  $N$  - коэффициент деления старшего каскада в управляемом режиме,  $M$  - приращение коэффициента деления младшего каскада, равное 0 или 1 в зависимости от сигнала младшего (первого) разряда кода управления.

Коэффициент деления старшего каскада 10 изменяется от 2 до  $2^n + 1$ , где  $n$  - число триггеров счетчика 5 старшего каскада 10. Тогда диапазон коэффициентов деления предлагаемого устройства изменяется от  $K_{мин} = 4$  до  $K_{макс} = 2^{n+1} + 3$ , т.е.  $\Delta K = 2^{n+1}$ . Таким образом, диапазон коэффициентов деления прототипа, представленного в виде старшего каскада,  $\Delta K_{ст} = 2^n$ , а диапазон коэффициентов деления предлагаемого устройства  $\Delta K = 2^{n+1}$ , т.е. вдвое больше. При этом быстродействие предлагаемого устрой-

ства в два раза выше быстродействия прототипа. В общем случае быстродействие данного устройства определяется меньшей из величин  $2f_{макс ст}$  и  $f_{тр1}$ , где  $f_{макс ст}$  - быстродействие старшего каскада 10, а  $f_{тр1}$  - быстродействие ИК-триггера 1 младшего каскада 3.

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

Делитель частоты с переменным коэффициентом деления, содержащий счетчик импульсов с установкой начального кода, информационные входы которого подключены к соответствующим, кроме первой, шинам кода управления, и формирователь сигнала записи, группа входов разрядов счетчика соединена с выходами разрядов счетчика импульсов, первый выход - с входом занесения информации счетчика импульсов, тактовый вход которого подключен к входу формирователя сигнала записи и к шине синхронизации, отличающийся тем, что, с целью расширения диапазона коэффициентов деления при одновременном повышении быстродействия, в него введены первый и второй ИК-триггеры, входы синхронизации которых соединены с шиной входного тактового сигнала, R-вход первого ИК-триггера подключен к инверсному выходу второго ИК-триггера, первый I-вход которого соединен с прямым выходом первого ИК-триггера и шиной синхронизации, второй I-вход - с вторым выходом формирователя сигнала записи, а R-вход - с первой шиной кода управления.

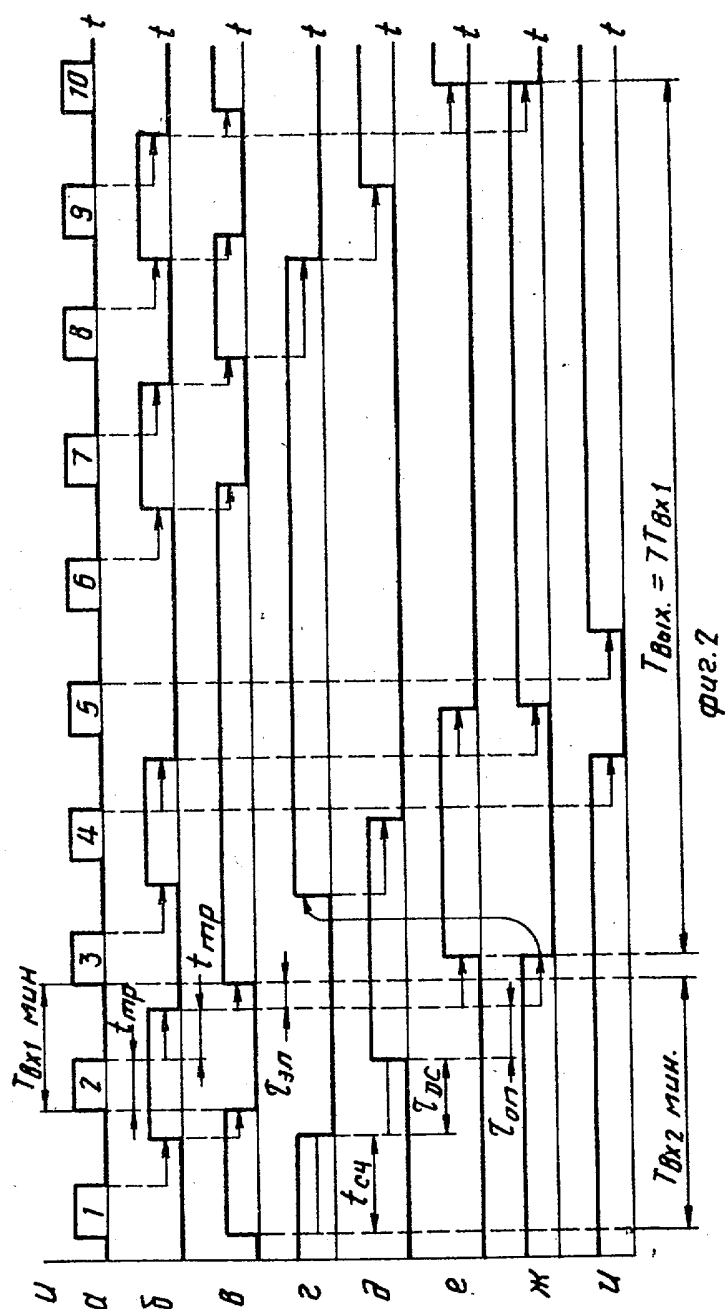


рис. 2

Редактор Т. Лазоренко

Составитель А. Соколов

Техред Л. Сердюкова

Корректор М. Шароши

Заказ 6514/56

Тираж 929

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