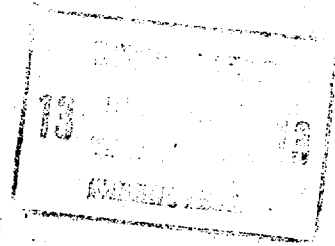




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3433126/18-21  
(22) 12.03.82  
(46) 30.12.83. Бюл. № 48  
(72) А.Н. Морозевич  
(71) Минский радиотехнический институт  
(53) 621.374.44 (088.8)  
(56) 1. Смеляков В.В. Цифровая измерительная аппаратура инфранизких частот. М., "Энергия", 1975, с. 42, рис. 2-2.  
2. Авторское свидетельство СССР по заявке № 3398064/18-21, кл. Н 03 К 23/00, 26.08.82.  
(54) (57) УМНОЖИТЕЛЬ ЧАСТОТЫ СЛЕДОВАНИЯ ИМПУЛЬСОВ, содержащий последовательно соединенные генератор тактовых импульсов, первый и второй счетчики импульсов, установочные входы которых соединены с первым входом первого элемента ИЛИ и с выходом элемента задержки, вход которого подключен к выходу формирователя импульсов и управляющему входу первого регистра, информационные входы которого соединены с информационными выходами второго счетчика импульсов, а информационные выходы - с информационными входами третьего счетчика импульсов, выход которого соединен с первым входом элемента И, второй вход которого подключен к шине управления, и с вторым

входом первого элемента ИЛИ, выход которого подключен к управляющему входу третьего счетчика импульсов, вычитающий вход которого соединен с выходом генератора тактовых импульсов, отличающийся тем, что, с целью повышения точности умножения, в него введены второй элемент ИЛИ, и дополнительных формирователей импульсов, четвертый счетчик импульсов и второй регистр, информационные входы которого соединены с информационными выходами первого счетчика импульсов, управляющий вход - с выходом формирователя импульсов, а информационные выходы - с первыми входами соответствующих дополнительных элементов И, вторые входы которых соединены с информационными выходами четвертого счетчика импульсов, а выходы - с входами соответствующих дополнительных формирователей импульсов, выходы которых подключены к соответствующим входам второго элемента ИЛИ, выход которого соединен с суммирующим входом третьего счетчика импульсов, при этом установочный вход четвертого счетчика импульсов соединен с выходом элемента задержки, а счетный вход - с выходом третьего счетчика импульсов.

Изобретение относится к вычислительной и измерительной технике и может быть использовано в качестве блока управления специализированных цифровых устройств, 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, причем коэффициент пропорциональности может меняться в широких пределах.

Известен умножитель частоты следования импульсов, содержащий генератор тактовых импульсов, формирующее устройство, блок управления, два управляющих вентиля, два делителя частоты, первый регистр, схему переноса, распределитель импульсов, содержащий второй регистр, два делителя частоты, схему переноса, схему И, два вентиля, два элемента ИЛИ, триггер управления и триггер задержки [1].

Известное устройство характеризуется недостаточно высокой точностью умножения.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является умножитель частоты следования импульсов, содержащий последовательно соединенные генератор тактовых импульсов, первый и второй счетчики импульсов, установочные входы которых соединены с первым входом первого элемента ИЛИ и с выходом элемента задержки, вход которого подключен к выходу формирователя импульсов и управляющему входу первого регистра, информационные входы которого соединены с информационными выходами второго счетчика импульсов, а информационные выходы - с информационными входами третьего счетчика импульсов, выход которого соединен с первым входом элемента И, второй вход которого подключен к шине управления, и с вторым входом первого элемента ИЛИ, выход которого подключен к управляющему входу третьего счетчика импульсов, вычитающий вход которого соединен с выходом генератора тактовых импульсов [2].

Недостаток известного устройства - невысокая точность умножения.

Цель изобретения - повышение точности умножения.

Для достижения цели в умножитель частоты следования импульсов, содержащий последовательно соединенные генератор тактовых импульсов, первый и второй счетчики импульсов, установочные входы кото-

рых соединены с первым входом первого элемента ИЛИ и с выходом элемента задержки, вход которого подключен к выходу формирователя импульсов и управляющему входу первого регистра, информационные входы которого соединены с информационными выходами второго счетчика импульсов, а информационные выходы - с информационными входами третьего счетчика импульсов, выход которого соединен с первым входом элемента И, второй вход которого подключен к шине управления, и с вторым входом первого элемента ИЛИ, выход которого подключен к управляющему входу третьего счетчика импульсов, вычитающий вход которого соединен с выходом генератора тактовых импульсов, введены второй элемент ИЛИ,  $n$  дополнительных элементов И,  $n$  дополнительных формирователей импульсов, четвертый счетчик импульсов и второй регистр, информационные входы которого соединены с информационными выходами первого счетчика импульсов, управляющий вход - с выходом формирователя импульсов, а информационные выходы - с первыми входами соответствующих дополнительных элементов И, вторые входы которых соединены с информационными выходами четвертого счетчика импульсов, а выходы - с входами соответствующих дополнительных формирователей импульсов, выходы которых подключены к соответствующим входам второго элемента ИЛИ, выход которого соединен с суммирующим входом третьего счетчика импульсов, при этом установочный вход четвертого счетчика импульсов соединен с выходом элемента задержки, а счетный вход - с выходом третьего счетчика импульсов.

На чертеже представлена структурная схема устройства.

Устройство содержит последовательно соединенные генератор 1 тактовых импульсов, первый и второй счетчики 2 и 3 импульсов, установочные входы которых соединены с первым входом первого элемента ИЛИ 4 и с выходом элемента 5 задержки, вход которого подключен к выходу формирователя 6 импульсов и управляющему входу первого регистра 7, информационные входы которого соединены с информационными выходами второго счетчика 3 импульсов, а информационные выходы - с информационными входами третьего счетчика 8 импульсов, выход которого соединен с первым входом элемента И 9, и с вторым входом первого элемента ИЛИ, выход которого подключен к управляющему входу третьего счетчика 8 импульсов, вычитающий вход которого соединен с выходом генератора 1, второй эле-

мент ИЛИ 10, дополнительные элементы И 11-1-11-п дополнительные формирователи 12-1-12-п импульсов, четвертый счетчик 13 импульсов и второй регистр 14, информационные входы которого соединены с информационными выходами первого счетчика 2 импульсов, управляющий вход - с выходом формирователя 6 импульсов, а информационные выходы - с первыми входами соответствующих дополнительных элементов И 11-1-11-п, вторые входы которых соединены с информационными выходами четвертого счетчика 13 импульсов, а выходы - с входами соответствующей дополнительных формирователей 12-1-12-п импульсов, выходы которых подключены к соответствующим входам второго элемента ИЛИ 10, выход которого соединен с суммирующим входом третьего счетчика 8 импульсов, при этом установочный вход четвертого счетчика 13 импульсов соединен с выходом элемента 5 задержки, а счетный вход - с выходом третьего счетчика 8 импульсов, шину 15 входную и шину 16 управления.

Устройство работает следующим образом.

Входной периодический сигнал с периодом  $T_{вх}$  поступает на формирователь 6, формирующий короткие прямоугольные импульсы, период которых равен  $T_0$ . Генератор 1 вырабатывает стабильные импульсы с периодом следования  $T_0$ , которые поступают на вход счетчика 2, на его выходе формируется импульсная последовательность с периодом  $T_0 K$  ( $K$  - коэффициент деления счетчика 2, равный заданному коэффициенту умножения частоты). Эти импульсы поступают на вход счетчика 3.

За первый (после включения устройства) период входного сигнала осуществляется автоматическая настройка устройства на работу. В этот период времени выходные сигналы не будут отражать требуемую зависимость  $T_{вых} = T_{вх}/K$ . Для блокировки данных сигналов использован один элемент 9, включенный на выходе устройства.

Первый импульс с выхода формирователя 6 осуществляет перезапись кодов из счетчиков 2 и 3 в регистры 14 и 7. Однако во время первого периода входного сигнала их состояние не отражается на выходном сигнале (выход заблокирован). Этот же сигнал, но задержанный на элементе 5, на время перезаписи кодов, устанавливает в счетчике 3 код 1...1, в счетчиках 2 и 13 - код 0...0, а в счетчике 8 - код, равный коду реги-

стра 7, но не оказывающих влияния на первый период входного сигнала.

За период времени  $T_{вх}$  на вход счетчика 2 поступит  $T_{вх}/T_0$  импульсов. Следовательно, на вход счетчика 3 за то же время поступит  $N = ]T_{вх}/T_0 K[$  импульсов, где  $] [$  - целая часть. С учетом того, что исходным состоянием счетчика 3 является код 1...1, в этом счетчике за  $T_{вх}$  будет код  $N-1$ , так как первый импульс с выхода счетчика 2 установит в счетчике 3 код 0...0. Следующий импульс с выхода формирователя 6 также осуществляет перезапись кодов из счетчиков 2 и 3 в регистры 14 и 7 соответственно. Т.о. в регистре 14 будет храниться код остатка от деления  $T_{вх}/T_0$  на  $K$ , а в регистре 7 - код  $N-1$ . Задержанный сигнал с выхода элемента 5 задержки опять устанавливает в исходное состояние счетчики 2, 3 и 13, а в счетчик 8 переписывает код  $N-1$  (состояние регистров 14 и 7 не изменяется до прихода следующего импульса с формирователя 6). Импульсы с генератора 1 с периодом следования  $T_0$  продолжают поступать на вычитающий вход счетчика 8 и вход счетчика 2. При этом каждый импульс, поступивший на вычитающий вход счетчика 8, уменьшает его содержимое на единицу. Следовательно, через время  $(N-1) T_0$  код в счетчике 8 станет нулевым, а следующий импульс вызовет его отрицательное переполнение и на его выходе возникает сигнал (импульс). Импульс переходя через элемент ИЛИ 4, осуществляет запись в счетчик 8 код  $N-1$ . Этот же сигнал увеличивает код счетчика 13 на единицу.

Как следует из изложенного выше, период следования выходных импульсов равен  $T_{вых} = N \cdot T_0 \approx T_{вх}/K$ , что и требовалось получить. Однако ошибка места положения (во времени) выходного импульса при этом может достигать  $T_0$  и должна была бы накапливаться, если бы не импульсы, поступающие на суммирующий вход счетчика 8. Коррекция (устранение) ошибки накопления основана на том, что в счетчике 2 осуществляется усечение (уменьшение) кода  $T_x$  до величины  $N$ . Ошибка усечения однозначно определяется кодом, хранящимся в течение периода входного сигнала в регистре 14. Следовательно, если за время  $T_x$  в счетчик 8 добавить такое количество импульсов, которое равнялось бы коду регистра 14, то величина ошибки места положения (во времени)  $k$ -го импульса  $\Delta T_k$  будет равна  $T_0$ . Естественно, что увеличение кода в счетчике должно быть постепенным и, по возможности, равномер-

ным во времени  $T_x$ . Указанную коррекцию в устройстве осуществляют счетчик 13, элементы И 11-1-11-н формирователи 12-1-12-н и элемент 10. Заметим, что в соответствии с представленной структурной схемой устройства код в регистре 14 соответствует коду счетчика 2, но имеет при этом обратный порядок записи. Например, если код в счетчике 2 имеет вид 1100, то в регистре 14 - 0011. Рассматриваемый пример указывает на то, что счетчик 2 состоит в примере из четырех триггеров и, следовательно,  $k = 16$ . Код 1100 (слева младшие разряды) указывает на то, что в устройстве  $T_{\text{вх}}$  усечен при

представлении его кодом  $N$  на величину  $3T_0$ . То есть только три раза по одному импульсу необходимо добавлять в содержимое счетчика 8. Моменты формирования импульсов коррекции однозначно определяются регистром 14, счетчиком 13, элементами 11-1-11-н, формирователями 12-1-12-н, элементом ИЛИ 10, работа которых поясняется таблицей, где  $N^0 = T_{\text{вх}}$  - порядковый номер выходного сигнала счетчика 8 с момента прихода импульса с элемента 5 и формирователей, 12-1-12-4 - выход первого - четвертого формирователей. Причем первый соответствует первому младшему разряду счетчика 13.

| №<br>$T_{\text{вх}}$ | Состояние   |             | Сигналы коррекции на выходе |      |      |      |    |
|----------------------|-------------|-------------|-----------------------------|------|------|------|----|
|                      | регистра 14 | счетчика 13 | 12-1                        | 12-2 | 12-3 | 12-4 | 10 |
| 1                    | 0011        | 1000        | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0  |
| 2                    | 0011        | 0100        | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0  |
| 3                    | 0011        | 1100        | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0  |
| 4                    | 0011        | 0010        | 0                           | 0    | 1    | 0    | 1  |
| 5                    | 0011        | 1010        | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0  |
| 6                    | 0011        | 0110        | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0  |
| 7                    | 0011        | 1110        | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0  |
| 8                    | 0011        | 0001        | 0                           | 0    | 0    | 1    | 1  |
| 9                    | 0011        | 1001        | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0  |
| 10                   | 0011        | 0101        | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0  |
| 11                   | 0011        | 1101        | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0  |
| 12                   | 0011        | 0011        | 0                           | 0    | 1    | 0    | 1  |
| 13                   | 0011        | 1011        | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0  |
| 14                   | 0011        | 0111        | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0  |
| 15                   | 0011        | 1111        | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0  |
| 16                   | 0011        | 0000        | 0                           | 0    | 0    | 0    | 0  |

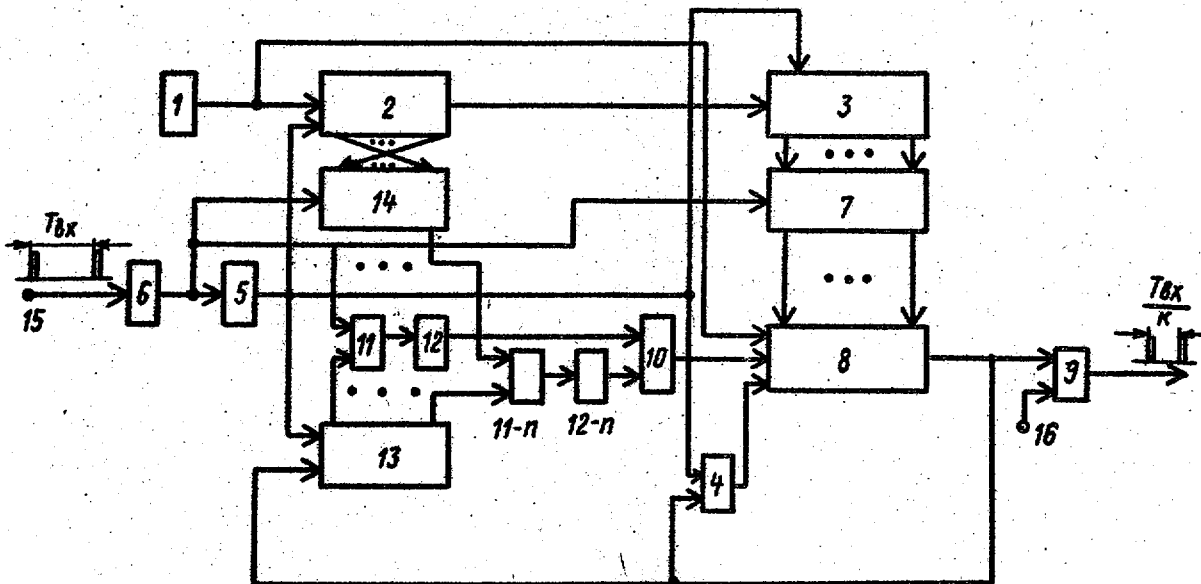
Как следует из приведенной таблицы, сигнал на выходе элемента 10 появляется только в момент появления единицы в  $i$ -м разряде счетчика 13, если в  $i$ -м разряде регистра 14 хранится единица. Сравнение состояний (наличие единицы) в одноименных разрядах счетчика 13 и регистра 14 осуществляют элементы 11-1-11-н, а формирователь импульса в момент сравнения - формирователи 12-1-12-н.

55 Таким образом, введение новых функциональных блоков и связей обеспечивает повышение верхнего предела частотного диапазона, так как он будет определяться с учетом частоты генератора тактовых импульсов, а не импульсов с выхода делителя частоты, как это имеет место в прототипе, а также повышение точности (уменьшение погрешности места положения на временной оси выходных импульсов), так

как независимо от соотношения  $T_{вх}$ ,  $T_{вых}$  и  $T_0$  все  $K$  импульсов будут равномерно распределены внутри интервала  $T_{вх}$ .

Предлагаемое устройство отличается отсутствием накопления ошибок. В устройстве-прототипе погрешность положения во времени выходных импульсов накапливается и в конце, например,  $m$ -го периода входного сигнала при постоянной его частоте может становиться равной  $\frac{m \cdot K \cdot T_0}{2}$ , где

$K$  - коэффициент умножения частоты следования импульсов,  $T_0$  - период тактовых импульсов. В данном устройстве осуществляется коррекция положения во времени выходных импульсов внутри каждого периода входного сигнала. Таким образом погрешность положения во времени выходных импульсов в этом устройстве в конце  $m$ -го периода равна погрешности в конце первого периода, т.е. примерно значению  $T_0$ .



Редактор Е. Кривина      Составитель О. Кружилина      Техред И. Метелева      Корректор О. Билак

Заказ 10361/59      Тираж 936      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