



УКРАЇНА

(19) UA (11) 5207 (13) C1

(51) G 04 F 10/04

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІД

(54) ЦИФРОВИЙ ВІМІРЮВАЧ ІНТЕРВАЛІВ ЧАСУ

1

(20) 94240473, 12 03 93  
 (21) 4907971/21  
 (22) 04 02 91 SU  
 (46) 28 12 94 Бюл. № 7-1  
 (56) Авторское свидетельство СССР  
 № 1177793, кл. G 04 F 10/04, 1984 (прототип).  
 (71) Науково-виробниче об'єднання "Ротор"  
 (72) Романов Олександр Юрійович, Ірша-  
 чевський Анатолій Володимирович  
 (73) Науково-виробниче об'єднання "Ро-  
 тор"(UA)  
 (57) Цифровой измеритель интервалов вре-  
 мени, содержащий генератор импульсов,  
 выход которого подключен к первым входам  
 первого и второго элементов И, второй вход  
 первого элемента И соединен с выходом  
 первого триггера, первый и второй входы  
 которого подключены соответственно к ши-  
 нам "Старт" и "Стоп", выход второго тригге-  
 ра подключен к входу генератора ударного  
 возбуждения, выход которого подключен к  
 счетному входу второго счетчика импульсов,  
 выход первого элемента И соединен со счет-  
 ным входом первого счетчика импульсов,  
 шина "Стоп" соединена с вторым входом  
 второго элемента И, выход которого подклю-  
 чен к первому входу элемента ИЛИ, второй  
 вход которого подключен к выходу дешиф-  
 ратора нуля, выход - к второму входу вто-  
 рого триггера, выход которого соединен с  
 первым входом третьего элемента И, второй  
 вход которого соединен с выходом генерато-  
 ра импульсов, а выход - с входом сложения  
 реверсивного счетчика, вход вычитания ко-

2

торого соединен с выходом генератора  
 ударного возбуждения, а выходы соединены  
 с входами дешифратора нуля, шина "Старт"  
 соединена с установочным входом первого  
 счетчика импульсов, а т л и ч а ю щ и й с я  
 тем, что в него введены четвертый и пятый  
 элементы И, вычислитель, регистр, третий  
 триггер, второй и третий элементы ИЛИ,  
 первый вход последнего из которых соеди-  
 нен с шиной "Старт", а выход подключен к  
 входу реверсивного счетчика и входу вто-  
 рого счетчика импульсов, выход которого  
 соединен с входом данных регистра, устано-  
 вочный вход которого соединен с выходом  
 пятого элемента И, нулевым входом третье-  
 го триггера и вторым входом третьего эле-  
 мента ИЛИ, выход регистра подключен к  
 первому входу вычислителя, выход которого  
 соединен с входом цифрового индикатора, а  
 второй и третий входы соединены с выхода-  
 ми первого и второго счетчиков импульсов,  
 первый и второй входы второго элемента  
 ИЛИ подключены соответственно к шинам  
 "Старт" и "Стоп", выход второго элемента  
 ИЛИ подключен ко второму входу второго  
 триггера, один вход четвертого элемента И  
 соединен с шиной "Старт", второй с выхо-  
 дом генератора импульсов, а выход подклю-  
 чен к третьему входу первого элемента ИЛИ,  
 выход которого подключен к первому входу  
 пятого элемента И, второй вход которого  
 соединен с выходом третьего триггера, еди-  
 ничный вход которого соединен с шиной  
 "Старт".

Изобретение относится к радиоэлектронике и может быть использовано в цифровой измерительной технике, в частности, для построения цифровых измерителей времени, а также

в автоматике, вычислительной технике, радиолокации и экспериментальной физике

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому является цифровой из-

(19) UA (11) 5207 (13) C1

меритель интервалов времени, содержащий генератор импульсов, выход которого подключен к первым входам первого и второго элементов И, второй вход первого элемента И соединен с выходом первого триггера, первый и второй входы которого подключены соответственно к шинам "Старт" и "Стоп", выход второго триггера подключен к входу генератора ударного возбуждения, выход которого подключен к счетному входу второго счетчика импульсов, выход первого элемента И соединен со счетным входом первого счетчика импульсов, шина "Стоп" соединена со вторым входом второго элемента И, выход которого подключен к первому входу элемента ИЛИ, второй вход которого подключен к выходу дешифратора нуля, а выход — к второму входу второго триггера, выход которого соединен с первым входом третьего элемента И, второй вход которого соединен с выходом генератора импульсов, а выход — с входом сложения реверсивного счетчика, вход вычитания которого соединен с выходом генератора ударного возбуждения, а выходы соединены с входами дешифратора нуля, шина "Старт" соединена с установочным входом первого счетчика импульсов.

Недостатком этого устройства является низкая точность измерения, обусловленная тем, что в случае асинхронного прихода сигнала "старт" и фронтов основного генератора импульсов разброс измерений может составлять один период основного счетчика.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования цифрового измерителя интервалов времени, в котором путем формирования кода, характеризующего время между сигналом "Старт" и передним фронтом импульса основного генератора, повышается точность измерения.

Поставленная задача достигается тем, что в цифровой измеритель интервалов времени, содержащий генератор импульсов, выход которого подключен к первым входам первого и второго элементов И, второй вход первого элемента И соединен с выходом первого триггера, первый и второй входы которого подключены соответственно к шинам "Старт" и "Стоп", выход второго триггера подключен к входу генератора ударного возбуждения, выход которого подключен к счетному входу второго счетчика импульсов, выход первого элемента И соединен со счетным входом первого счетчика импульсов, шина "Стоп" — соединена с вторым входом второго элемента И, выход которого подключен к первому входу элемента ИЛИ, второй вход которого подключен к выходу дешифратора нуля, а выход — к второму входу вто-

рого триггера, выход которого соединен с первым входом третьего элемента И, второй вход которого соединен с выходом генератора импульсов, а выход — с входом сложения реверсивного счетчика, вход вычитания которого соединен с выходом генератора ударного возбуждения, а выходы соединены с входами дешифратора нуля, шина "Старт" соединена с установочным входом первого счетчика импульсов, согласно изобретению, введены четвертый и пятый элементы И, вычислитель, регистр, третий триггер, второй и третий элементы ИЛИ, первый вход последнего из которых соединен с шиной "Старт", а выход подключен к входу реверсивного счетчика и входу второго счетчика импульсов, выход которого соединен с входом данных регистра, установочный вход которого соединен с выходом пятого элемента И, нулевым входом третьего триггера и вторым входом третьего элемента ИЛИ, выход регистра подключен к первому входу вычислителя, выход которого соединен с входом цифрового индикатора, а второй и третий входы соединены с выходами первого и второго счетчиков импульсов, первый и второй входы второго элемента ИЛИ подключены соответственно к шинам "Старт" и "Стоп", выход второго элемента ИЛИ подключен ко второму входу второго триггера, один вход четвертого элемента И соединен с шиной "Старт", второй — с выходом генератора импульсов, а выход подключен к третьему входу первого элемента ИЛИ, выход которого подключен к первому входу пятого элемента И, второй вход которого соединен с выходом третьего триггера, единичный вход которого соединен с шиной "Старт".

Сущность изобретения поясняется чертежом, на котором приведена структурная схема цифрового измерителя.

Цифровой измеритель интервалов времени содержит генератор 1 импульсов и генератор 2 ударного возбуждения, три элемента И 3, 4, 5, первый 6 и второй 7 счетчики импульсов, триггеры 8 и 9, элемент ИЛИ 10, реверсивный счетчик 11, дешифратор нуля 12, цифровой индикатор 13, элементы И 14, 15, элементы ИЛИ 16 и 17, триггер 18, вычислитель 19, регистр 20 и входные шины "Старт" и "Стоп".

Генератор 1 импульсов через первый элемент И 3 подключен к первому счетчику 6, а через второй элемент И 4, первый элемент ИЛИ 10, второй триггер 9 и генератор ударного возбуждения 2 — ко второму счетчику 7, выход которого соединен с входом данных регистра 20, установочный вход которого соединен с выходом пятого элемента И 15, нулевым входом третьего триггера 18

и вторым входом третьего элемента ИЛИ 17, а выход подключен к вычислителю 19, выход которого соединен с входом цифрового индикатора 13, а входы соединены с выходами первого 6 и второго 7 счетчиков. Третий элемент И 5 входами подключен соответственно к выходам генератора 1 импульсов и второго триггера 9, а выходом соединен с входом сложения реверсивного счетчика 11, входом вычитания подключенного к выходу генератора 2 ударного возбуждения, а установочным входом соединенного с входом установки второго счетчика 7 и выходом третьего элемента ИЛИ 17. Выходы реверсивного счетчика 11 подключены к дешифратору 12 нуля, выходом соединенного со вторым входом первого элемента ИЛИ 10. Выход первого триггера 8 подключен к второму входу первого элемента И 3, а его единичный и нулевой входы подключены соответственно к шинам "Старт" и "Стоп". Шина "Стоп" соединена через второй элемент ИЛИ 16 с единичным входом второго триггера 9 и вторым входом второго элемента И. Шина "Старт" соединена с входом установки первого счетчика 6, единичным входом третьего триггера 18, входами четвертого элемента И 14, второго элемента ИЛИ 16 и третьего элемента ИЛИ 17. Выход четвертого элемента И 14 подключен к третьему входу первого элемента ИЛИ 10, а его второй вход - к выходу генератора 1. Пятый элемент И 15 входами соединен с выходом первого элемента ИЛИ 10 и выходом третьего триггера 18. Выход пятого элемента И 15 соединен с нулевым входом третьего 18 и вторым входом третьего элемента ИЛИ.

Реверсивный счетчик 11 выполнен двухкаскадным, т. е. должен иметь три различных состояния: два состояния периодически сменяющиеся до момента совпадения импульсов нониусной и счетной последовательности в классическом нониусном методе, и третье состояние, соответствующее моменту совпадения и отличающееся от двух предыдущих.

Функционально реверсивный счетчик 1 содержит два двоичных разряда, устанавливаемых перед началом измерений в положение "2".

Дешифратор нуля 12 выполнен на элементах И, срабатывающих при переходе обоих триггеров реверсивного счетчика 11 в нулевое положение.

Вычислитель 19 осуществляет операцию вычисления по формуле  $N_0 \cdot 10^M + N_n - N_p$  и вывод результата вычисления на индикатор 13.

Счетчики 6 и 7 работают в двоично-десятичном коде. Число разрядов счетчика 6 вы-

бирается исходя из максимальной длительности измерительного интервала и длительности периода генератора 1. Количество разрядов счетчика 7 должно совпадать с минимальной величиной  $m$ .

Генераторы 1 и 2 вырабатывают импульсные последовательности с минимально-возможной, для срабатывания счетчиков 6 и 11, длительностью.

Подача по шине "Старт" на входы установки счетчиков 6 и 7 импульса установки в положение "0" и "-1" соответственно обеспечивает нормальное показание цифрового индикатора 13 после вычисления результата по приведенной выше формуле при помощи вычислителя 19.

Реверсивный счетчик 11 перед началом работы генератора 2 должен быть установлен в положение "+2", что позволяет периодически изменять код этого счетчика в интервале "+2" - "+1" и обеспечивает третье положение "Ноль" при попадании двух импульсов нониусной последовательности в интервал между фронтами двух соседних импульсов счетной последовательности.

Устройство работает следующим образом.

В исходном состоянии триггеры 8, 9 и 10 находятся в нулевом состоянии, генератор 2 не вырабатывает импульсы.

По сигналу "старт" счетчики 6, 7 и 11 переходят в состояние "0", "-1" и "+2" соответственно. Одновременно триггеры 8, 9 и 18 переходят в состояние "1" (триггер 9 срабатывает через элемент 16 ИЛИ). Сигнал с триггера 8 поступает на вход элемента И 3. Импульсы с выхода генератора 1 через элемент И 3 поступают на вход счетчика 6, где подсчитывается количество поступивших импульсов. При совпадении импульса "старт" и импульса генератора 1 счетчик 6 не срабатывает, т. е. его вход принудительной установки имеет приоритет перед другими входами. Запускается генератор 2, импульсы с выхода которого поступают на вход счетчика 7 и на вычитающий вход реверсивного счетчика 11, а на суммирующий вход счетчика 11 начинают поступать импульсы с генератора 1 импульсов через элемент И 5.

Соотношение между периодом следования импульсов  $T_0$  генератора 1 и периодом следования импульсов  $T_n$  генератора 2 выбирается из условия  $T_n = T_0 (1 - 10^{-M})$ .

В момент  $t_0$  перевода реверсивного счетчика 11 в состояние "0" дешифратор 12 нуля вырабатывает сигнал, которым триггер 9 через элемент 10 ИЛИ устанавливается в нулевое состояние и прекращает работу генератора 2. Кроме того, сигнал с дешифратора 12 нуля поступает через элемент 15 И

на регистр 20, где происходит запись состояния счетчика 7, и через элемент 17 ИЛИ на входы начальной установки счетчиков 7 и 11. Они переходят в состояние "-1" и "+2" соответственно. Тем же сигналом триггер 18 переводится в состояние "0".

По сигналу "стоп" триггер 8 переводится в состояние "0" и поступление импульсов с генератора 1 на счетчик 6 прекращается. Одновременно триггер 9 переводится в состояние "1" и запускается генератор 2, импульсы с выхода которого поступают на вход счетчика 7 и на вычитающий вход реверсивного счетчика 11, а на суммирующий вход счетчика 11 начинают поступать импульсы с генератора 1 через элемент И 5.

При следующем переводе реверсивного счетчика 11 в состояние "0" дешифратор 12 нуля вырабатывает сигнал, которым триггер 9 через элемент ИЛИ 10 устанавливается в нулевое состояние и прекращает работу генератора 2. Через элемент И 15 сигнал не проходит, т. к. триггер 18 установлен в состоянии "0".

Число импульсов в счетчике 6 соответствует целому числу периодов  $T_0$  в интервале между импульсами "старт" и "стоп" плюс один, код в счетчике 7 — числу интервалов  $T_0-T_n$  в промежутке между последним импульсом  $T_0$ , прошедшим на основной счет-

чик 5, и сигналом "стоп", а код в регистре 20 — числу интервалов  $T_0-T_n$  в промежутке между началом периода генератора 1, в который попал сигнал "старт", и сигналом "стоп".

В том случае, когда импульс "стоп" совпадает с импульсом генератора 1, на выходе элемента И 4 появляется сигнал, который переводит триггер 9 в состояние "0", и устройство прекращает работу. Поскольку срабатывание элемента И 4 и триггера 9 происходит не мгновенно, то генератор 2 успевает выработать один импульс. Аналогично, когда импульс "старт" совпадает с импульсом генератора 1, на входе элемента И 14 появляется сигнал, который переводит триггер 9 в состояние "0", и генератор 2 также прекращает работу. Счетчик 7 успевает сработать, а счетчик 6 не срабатывает, т. к. сигнал "старт" удерживает его в начальном состоянии. Возможно включение на выходах элементов И 4 и 14 элемента задержки на часть периода  $T_n$ , что повышает надежность срабатывания генератора 2 при совпадении импульсов "стоп" или "старт" и импульсов генератора 2.

Вычислитель производит расчет результата по формуле  $T = N_0 \cdot 10^M + N_n - N_p$ . Результат с выхода вычислителя 19 поступает на входы индикатора 13.



