СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1647510 A1

(51)5 G 04 F 10/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ ПРИ ГКНТ СССР

ВСЕСОЮЗНАЯ ПАТЕНТНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4631964/21
(22) 03.01.89
(46) 07.05.91. Бюл.№17
(72) М.М.Исаева и Г.Н.Овсянникова
(53) 681.118.1 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 1275362, кл. G 04 F 10/04, 1986.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ИНТЕРВАЛОВ ВРЕМЕНИ

(57) Изобретение относится к измерительной технике. Целью изобретения является повышение точности измерения. Устройство для измерения интервалов времени содержит генератор 1 образцовой частоты, два блока 2, 3 совпадения, элемент ИЛИ–НЕ 5, счетчики 6, 13, 14 импульсов, D-триггеры 7, 8, 11, два нониусных генератора 9, 10, блок 18 цифрового отсчета. В устройство введены инвертор 4, D-триггер 12, RS-триггер 17, логический элемент ИЛИ–НЕ 16, логический элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 15. За счет введения новых элементов и образования новых связей достигается цель изобретения. 3 ил.

Изобретение относится к измерительной технике и может использоваться для измерения коротких интервалов времени.

Целью изобретения является повышение точности измерения за счет устранения ошибки грубого счета.

На фиг.1 приведена функциональная схема устройства для измерения интервалов времени; на фиг.2 – временные диаграммы его работы; на фиг.3 – временные диаграммы работы устройства при измерении импульсов длительностью менее 100 нс.

Выход генератора 1 импульсов соединен с первыми входами блоков 2, 3 совпадения и входом инвертора 4, выход которого соединен с вторым входом элемента ИЛИ–НЕ 5, выход которого соединен со счетным входом счетчика 6. Входные шины соединены с R-входами D-триггеров 7 и 8 соответственно, их выходы подключены к входам нониусных генераторов 9 и 10 импульсов соответственно, и к С-входам D- триггеров 11 и 12 соответственно. Выход нониусного генератора 9 подключен к счетному входу счетчика 13 и к второму входу блока 2 совпадения, выход последнего подключен к С-входу триггера 7. Выход нониусного генератора 10 подключен к счетному входу счетчика 14 и второму входу блока 3 совпадения, выход последнего соединен с С-входом триггера 8. Прямой выход триггера 11 подключен к первому входу элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 15 и к первому входу элемента ИЛИ–НЕ 16. Прямой и инверсный выходы триггера 12 подключены к вторым входам элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 15 и элемента ИЛИ–НЕ 16. Выход последнего соединен с S-входом триггера 17, выход которого поступает на вход знака N_0 блока 18 цифрового отсчета, другие три группы его входов подключены к группам выходов счетчиков 6, 13, 14 соответственно. Третьи входы блоков 2 и 3 совпадения, входы установки нуля счетчиков 13, 14, R-входы триггеров 11, 12, 17 подключены к шине сброса.

Генератор 1 образцовой частоты предназначен для формирования импульсов ста-

(19) SU (11) 1647510 A1

бильной частоты, выполнен на микросхеме К500ЛП116.

D-триггеры 7, 8, 11, 12 и RS-триггер 17 выполнены на микросхеме К500ТМ131. Триггеры 7, 8 предназначены для управления нониусными генераторами 9 и 10 и для управления триггерами 11 и 12. Триггеры 11 и 12 формируют вместе с логическим элементом ИСКЛЮЩАЮЩЕЕ ИЛИ 15 временной интервал T_o, который заполняется на логическом элементе ИЛИ–НЕ 5 импульсами инвертированной последовательности генератора 1 образцовой частоты.

Логический элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 15 выполнен на микросхеме К500ЛП107.

Логические элементы ИЛИ–НЕ 16 и 5 выполнены на микросхеме К500ЛЕ211.

Логический элемент ИЛИ–НЕ 18 вместе с RS-триггером 17 служит для регистрации ситуации, когда нониусный генератор 9 останавливается позднее, чем останавливается нониусный генератор 10.

Инвертор служит для инвертирования последовательности импульсов генератора 1 образцовой частоты.

Нониусные генераторы 9 и 10 предназначены для формирования последовательностей импульсов, запускающихся приходом импульсов "Старт" и "Стоп" соответственно, и останавливаются при совпадении их фаз с фазой генератора образцовой частоты 1, выполнены на микросхеме К500ЛМ105.

Счетчики 13, 14 и 6 предназначены для подсчета импульсов последовательностей, вырабатываемых нониусными генераторами 9 и 10 и генератором 1 образцовой частоты соответственно. Выполнены на микросхемах К500ИЕ136.

Блоки 2 и 3 совпадения предназначены для выделения моментов совпадения фаз нониусных генераторов 9 и 10 соответственно с фазой генератора 1 образцовой частоты и выполнены на микросхеме К500ТМ131, причем первый, второй и третий входы блока совпадения соответствуют D-, C- и R-входам триггера соответственно. Инверсный выход триггера соответствует выходу блока совпадения.

Блок 18 цифрового отсчета предназначен для обработки содержимого счетчиков 13, 14 и 6 с учетом состояния триггера 17.

Устройство для измерения интервалов времени работает следующим образом.

Перед началом измерения триггеры 11, 12 и 17, счетчики 13, 14 и 6, блоки 2 и 3 совпадения устанавливаются в исходное состояние сигналом "Сброс". По приходу старт-импульса триггер 7 запускает нониусный генератор 9, счетные импульсы которого начинают поступать на счетный вход счетчика 13 и одновременно на блок 2 совпадения, где происходит выделение момента совпадения фаз импульсов нониусного генератора 9 и импульсов непрерывно работающего генератора 1 образцовой частоты. Сигнал, выработанный блоком 2 совпадения, закрывает триггер 7, который, в свою очередь, прекращает работу генератора 9 и запускает триггер 11.

По приходу стоп-импульса триггер 8 запускает нониусный генератор 10, импульсы которого начинают поступать на счетный вход счетчика 14 и блок 3 совпадения для выделения момента совпадения фаз импульсов генератора 1 образцовой частоты и генератора 10. Сигнал, выработанный блоком 3 совпадения, закрывает триггер 8, который, в свою очередь, прекращает работу генератора 10 и запускает триггер 12.

Сигналы триггеров 11 и 12 на логическом элементе ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 15 формируют строб, который на логическом элементе ИЛИ–НЕ 5 заполняется импульсами генератора 1 образцовой частоты. Далее сигнал с логического элемента ИЛИ–НЕ 5 поступает на счетный вход счетчика 6.

Импульсы генератора 1 образцовой частоты подаются на вход логического элемента ИЛИ–НЕ 5 через инвертор 4 для исключения зон неоднозначности при подсчете импульсов в счетчике 6.

Содержимое счетчиков 13, 14 и 6 преобразуется в блоке 18 цифрового отсчета в код, соответствующий величине измеряемого интервала.

Работу устройства поясняют временные диаграммы, приведенные на фиг.2 и 3.

Измеряемый интервал T_x (фиг.2а) задается старт- и стоп-импульсами (фиг.2б и фиг.2в соответственно) и представлен в виде выражения

$$T_x = T_1 - T_2 + T_o, \quad (1)$$

где T_1 – время работы генератора 9, количественно равняется числу его колебаний N_1 за этот интервал времени (фиг.2г), умноженному на его период;

T_2 – время работы генератора 10, количественно равняется числу его колебаний N_2 за этот интервал времени (фиг.2д), умноженному не его период;

T_o – время между моментами совпадения фазы генератора 1 образцовой частоты с фазами нониусных генераторов 9 и 10, количественно равняется числу колебаний N_o образцового генератора 1 (фиг.2е) за этот интервал времени (фиг.2ж), умноженному на период генератора 1.

Разбиение измеряемого интервала времени на такие три интервала решило проблему стыковки грубой и точной шкал измерения, поскольку границы всех трех интервалов жестко связаны с фазами заполняющих их счетных импульсов, следовательно, при измерении интервала T_o отсутствует ошибка грубого счета. На фиг.3 показан случай, который может встречаться при измерении коротких импульсов (менее 100 нс). В этом случае измеряемый интервал T_x можно записать в виде

$$T_x = T_1 - T_2 - T_o. \quad (2)$$

Для регистрации этой ситуации в схеме устройства предусмотрены элемент ИЛИ–НЕ 16 и триггер 17, с которых снимается сигнал, используемый для выбора формулы расчета величины измеряемого интервала.

Исходя из того, что период генератора 1 равняется τ, периоды нониусных генераторов 9 и 10 выбраны равными τ минус одну единицу счета, формула (1) приобретает вид

$$T_x = \tau(N_1 - N_2 + N_o) - (N_1 - N_2), \quad (3)$$

а формула (2) приобретает вид

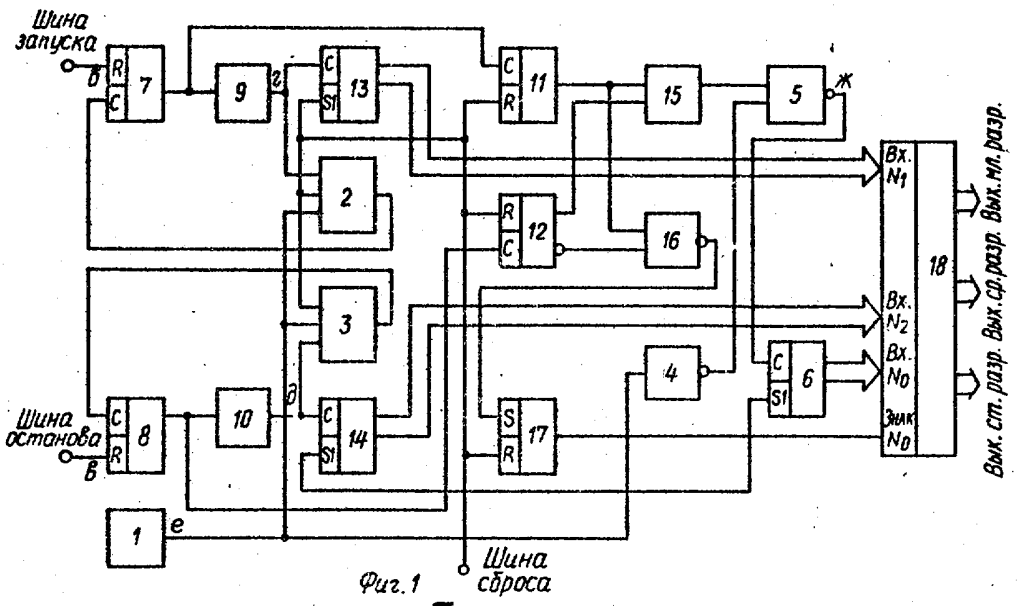
$$T_x = \tau(N_1 - N_2 - N_o) - (N_1 - N_2). \quad (4)$$

Вследствие того, что нониусные генераторы 9 и 10 идентичны и настроены на одну и ту же частоту, уменьшается дополнительная погрешность измерения, так как в формулы (3) и (4) входит разность счетных импульсов ($N_1 - N_2$), поступающих с этих генераторов.

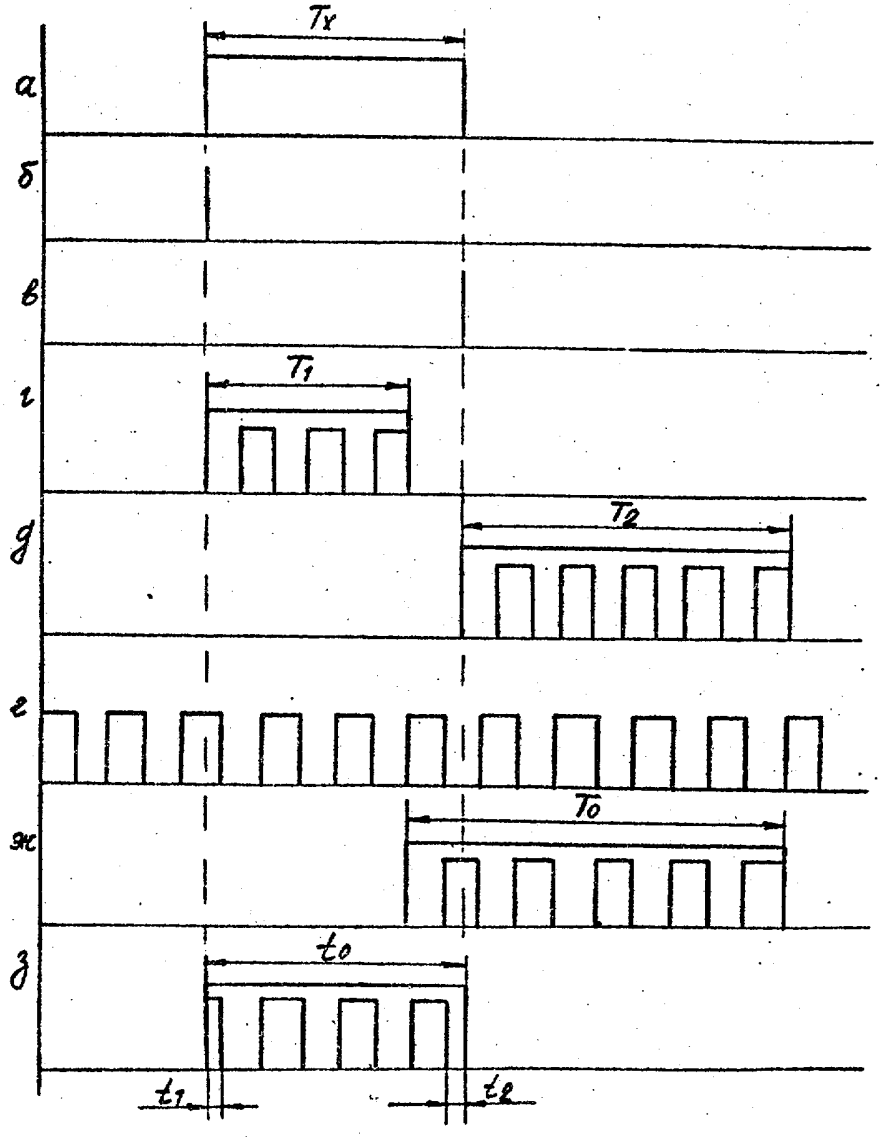
Использование предлагаемого устройства позволяет повысить точность измерения интервалов времени при $\tau = 16$ нс с ± 16 нс в известном устройстве до ± 2 нс.

Формула изобретения

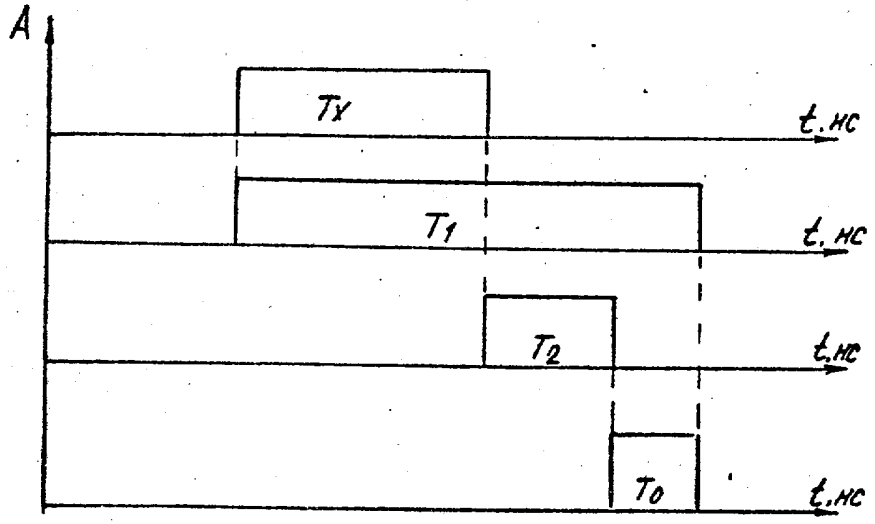
Устройство для измерения интервалов времени, содержащее генератор образцовой частоты, выход которого подключен к первому входу первого и второго блоков совпадения, первый, второй и третий D-триггеры, логический элемент ИЛИ–НЕ, выход которого соединен со счетным входом первого счетчика, второй счетчик, счетный вход которого подключен к выходу первого нониусного генератора, вход которого соединен с выходом первого триггера, и к второму входу первого блока совпадения, выход которого соединен с С-входом первого триггера, R-вход которого подключен к шине запуска, третий счетчик, счетный вход которого подключен к выходу второго нониусного генератора, вход которого соединен с выходом второго триггера, и к второму входу второго блока совпадения, выход которого соединен с С-входом второго D-триггера, R-вход которого подключен к шине останова, а группы выходов первого, второго и третьего счетчиков подключены соответственно к первой, второй и третьей группам входов блока цифрового отсчета, отличающееся тем, что, с целью повышения точности измерения, в него введены четвертый D-триггер и RS-триггер, инвертор, второй логический элемент ИЛИ–НЕ и логический элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, выход которого соединен с первым входом первого элемента ИЛИ–НЕ, второй вход которого соединен с выходом инвертора, вход которого подключен к выходу генератора образцовой частоты, выход первого D-триггера соединен с первым С-входом третьего D-триггера, выход которого соединен с первым входом второго элемента ИЛИ–НЕ и с первым входом элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, второй вход которого подключен к прямому выходу четвертого D-триггера, первый С–вход которого соединен с выходом второго D-триггера, инверсный выход четвертого D-триггера подключен к второму входу второго элемента ИЛИ–НЕ, выход которого соединен с S-входом RS-триггера, R-вход которого подключен к шине сброса, к R-входу третьего и четвертого D-триггеров, к входам установки нуля первого, второго и третьего счетчиков, к третьему входу первого и второго блоков совпадения, выход RS-триггера соединен с четвертым входом блока цифрового отсчета.


Шина запуска
Шина останова
Шина сброса
Вх. N1
Вх. N2
Вх. N0
Знак N0
Вых. ст. разр.
Вых. ср. разр.
Вых. мл. разр.

Фиг. 1


Tx
T1
T2
T0
t0
t1
t2

Фиг. 2



Фиг. 3

Составитель С.Кротова
Редактор Т.Зубкова Техред М.Моргентал Корректор Л.Бескид

Заказ 1649 Тираж 276 Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101