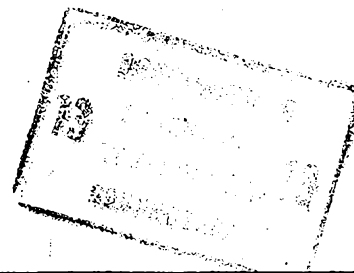




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3609111/24-21

(22) 13.05.83

(46) 15.10.84. Бюл. № 38

(72) В.Г.Бердешев и В.П.Землянский

(53) 621.317.77(088.8)

(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 638139, кл. G 01 R 25/08, 1977.

2. Авторское свидетельство СССР
№ 1041954, кл. G 01 R 25/00, 1982.

(54)(57) ЦИФРОВОЙ ФАЗОМЕТР, содержащий первый и второй формирователи импульсов, входы которых подключены соответственно к опорному и измерительному входам устройства, первый элемент ИЛИ, три элемента И, счетчик импульсов, блок отсчета числа измерений, регистрирующий счетчик, генератор квантующих импульсов, триггер выделения первого временного интервала, триггер, выход которого соединен с первыми входами первого элемента И и блока отсчета числа измерений, второй вход которого подключен к установочным входам регистрирующего счетчика, триггера выделения первого временного интервала и к входу "Пуск" устройства, второй вход первого элемента И соединен с выходом генератора квантующих импульсов и с первым входом второго элемента И, третий вход первого элемента И соединен с выходом блока отсчета числа измерений, а выход первого элемента И подключен к входу регистрирующего счетчика, выход второго элемента И соединен с входом счетчика импульсов, выход переполнения которого подключен к второму входу первого элемента ИЛИ, отличающийся тем, что,

с целью повышения точности при уменьшении времени измерения разности фаз, в него введены два делителя частоты, три триггера выделения знака, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, третий и четвертый формирователи импульсов, второй и третий элементы ИЛИ, вычитающий счетчик, а регистрирующий счетчик выполнен реверсивным, причем управляющий вход регистрирующего счетчика подключен к выходу третьего триггера выделения знака, первый вход которого подключен к выходу второго элемента ИЛИ, входы второго элемента ИЛИ соединены с выходами первого и второго триггеров выделения знака, первые входы первого и второго триггеров выделения знака подключены соответственно к инверсному и прямому выходам первого делителя частоты, а вторые входы первого и второго триггеров выделения знака соединены соответственно с прямым и инверсным выходами второго делителя частоты, вход которого подключен к выходу второго формирователя импульсов, выход первого формирователя импульсов соединен с входом первого делителя частоты, входы элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ подключены к прямым выходам первого и второго делителей частоты, а его выход соединен с вторым входом второго элемента И и входом третьего формирователя импульсов, выход которого подключен к второму входу третьего триггера выделения знака, управляющему входу вычитающего счетчика и к входу четвертого формирователя импульсов, выход четвертого формирователя импульсов соединен с первыми

входами третьего элемента ИЛИ, триггера выделения первого временного интервала, триггера и с установочными входами первого и второго триггеров выделения знака, второй вход третьего элемента ИЛИ соединен с первым входом первого элемента ИЛИ и с входом "Пуск" устройства, выход третьего элемента И подключен к третьему входу первого элемента ИЛИ, выход которого соединен с установочными входами первого и второго делителей частоты, установочный вход счетчика импульсов и его выход переполнения подключены соответствен-

но к выходу третьего элемента ИЛИ и второму входу триггера выделения первого временного интервала, выход которого соединен с установочным входом триггера и вторым входом третьего элемента И, первый вход третьего элемента И подключен к выходу старшего разряда счетчика импульсов, информационные входы которого соединены с информационными входами вычитающего счетчика, вход вычитающего счетчика и его выход заема подключены соответственно к выходу первого элемента И и второму входу триггера.

1

Изобретение относится к области электрических и магнитных измерений и может быть использовано для измерения разности фаз между двумя гармоническими сигналами при наличии помех и возможном прерывании одного из сигналов.

Известен цифровой фазометр, содержащий первый и второй формирователи импульсов, к входам которых подключены шины опорного и измерительного каналов, триггер, вход которого через первый элемент И подключен к входу регистрирующего счетчика, электронный ключ, второй элемент И, выход которого подключен к входу счетчика импульсов первого временного интервала, генератор квантовых импульсов, выход которого подсоединен к второму входу первого элемента И, а к его третьему входу подсоединен выход блока отсчета числа измерений, подключенный к шине "Пуск", три элемента И, два элемента ИЛИ, два формирователя импульсов, два управляющих триггера и счетчик импульсов, причем выход первого формирователя импульсов соединен с первым входом первого дополнительного элемента И, к его второму входу подключен прямой выход первого управляющего триггера, а выход второго формирователя импульсов подключен к первому входу второго дополнительного элемента И, к второму входу ко-

2

торого подключен выход первого элемента ИЛИ, выход первого дополнительного элемента И подключен через электронный ключ к одному из входов "Установка в 0" первого управляющего триггера и непосредственно к второму входу триггера, выход которого соединен с входом блока отсчета числа измерений и с первым входом первого элемента ИЛИ, второй вход этого элемента соединен с выходом второго управляющего триггера и одним из входов второго элемента ИЛИ, другой вход второго элемента ИЛИ подключен к инверсному выходу первого управляющего триггера и входу блока выделения первого временного интервала, выход которого соединен непосредственно с входами "Установка в 0" триггера, дополнительного счетчика и второго управляющего триггера, а также с управляющим входом электронного ключа, четвертым входом первого элемента И и через третий дополнительный элемент И - с вторым входом "Установка в 0" первого управляющего триггера, выход счетчика импульсов первого временного интервала через первый дополнительный формирователь импульсов подключен к второму входу третьего дополнительного элемента И, выход генератора квантовых импульсов через второй элемент И подключен к входу допол-

нительного счетчика, выход которого через второй дополнительный формирователь импульсов соединен с одним из входов второго управляющего триггера, другой вход которого подсоединен к выходу второго дополнительного элемента И, выход второго элемента ИЛИ подключен к второму входу второго элемента И, входы "Установка в 0" блока выделения первого временного интервала, первого управляющего триггера, счетчика импульсов первого временного интервала и регистрирующего счетчика подключены к выходу блока отсчета измерений [1].

Недостатком данного устройства является большое время измерения разности фаз, обусловленное формированием временных интервалов, пропорциональных разности фаз $\varphi + 360^\circ$, в тех случаях, когда длительность первого временного интервала больше половины периода следования опорного и приемного сигналов.

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности является цифровой фазометр, содержащий управляющий триггер, первый элемент ИЛИ, три элемента И, счетчик импульсов первого временного интервала, блок отсчета числа измерений, регистрирующий счетчик, генератор квантуемых импульсов, триггер, триггер выделения первого временного интервала, блок элементов И-ИЛИ, запоминающий регистр, первый и второй формирователи импульсов, входы которых подключены соответственно к измерительному и опорному входам устройства, а выходы первого и второго формирователей импульсов соединены соответственно с первым и вторым входами триггера, выход которого подключен к первым входам первого элемента И и блока отсчета числа измерений, второй вход которого соединен с установочным входом регистрирующего счетчика и с входом "Пуск" устройства, второй вход первого элемента И подключен к выходу генератора квантуемых импульсов и к первому входу второго элемента И, третий вход первого элемента И соединен с выходом блока отсчета числа измерений, а выход первого элемента И подключен к входу регистрирующего счетчика, выход второго элемента И

соединен с входом счетчика импульсов первого временного интервала, который выполнен реверсивным, а регистрирующий счетчик содержит делитель частоты, второй элемент ИЛИ и накопитель, причем вход регистрирующего счетчика соединен с входом делителя частоты, выход которого подключен к первому входу второго элемента ИЛИ, в второй вход которого соединен с первым входом первого элемента ИЛИ и с выходом третьего элемента И, а выход элемента ИЛИ подключен к входу накопителя, установочный вход которого соединен с установочными входами делителя частоты и регистрирующего счетчика, выход триггера соединен с вторым входом второго элемента И и первыми входами управляющего триггера и триггера выделения первого временного интервала, второй вход которого подключен к первому входу блока элементов И-ИЛИ, установочному входу триггера и входу "Пуск" устройства, инверсный выход триггера выделения первого временного интервала соединен с первым управляющим входом блока элементов И-ИЛИ, выход триггера выделения первого временного интервала подключен к управляющим входам управляющего триггера, блока отсчета числа измерений, счетчика импульсов первого временного интервала, к входу запоминающего регистра, к второму управляющему входу блока элементов И-ИЛИ, первые и вторые информационные входы которого соединены соответственно с входами установки начального кода устройства и с выходами запоминающего регистра, а информационные входы и выход блока элементов И-ИЛИ соединены соответственно с установочными входами и входом разрешения установки счетчика импульсов первого временного интервала, выход переполнения которого подключен к второму входу первого элемента ИЛИ, а информационные выходы счетчика импульсов первого временного интервала соединены с информационными входами запоминающего регистра, второй вход управляющего триггера соединен с выходом первого элемента ИЛИ, а выход управляющего триггера подключен к первому входу третьего элемента И, второй вход которого соединен с выходом второго формирователя импульсов

и с вторым входом блока элементов И-ИЛИ [2].

Недостатками известного устройства являются увеличенное время и пониженная точность измерения разности фаз вблизи 0 и 2π , обусловленные возможностью поступления двух приемных импульсов за время одного периода следования опорного сигнала, когда из-за флюктуаций фазы длительность периода исследуемого сигнала уменьшается. В случае увеличения длительности периода исследуемого сигнала возможно поступление двух опорных импульсов между двумя импульсами исследуемого сигнала. Нарушение нормального чередования импульсов опорного и исследуемого сигналов при формировании временных интервалов, пропорциональных разности фаз, приводит к потере одного из двух подряд следующих импульсов опорного или исследуемого сигналов (этот импульс не влияет на формирование временного интервала), а количество сформированных временных интервалов меньше числа пар импульсов опорного и исследуемого сигналов, что увеличивает общее время измерения. Пропуск импульсов ухудшает точность измерения разности фаз, так как некоторое количество информационных импульсов не участвует в формировании временных интервалов, а соответствующие им значения разности фаз не учитываются при усреднении, что приводит к смещению среднего значения отсчета разности фаз.

Цель изобретения — повышение точности при уменьшении времени измерения разности фаз.

Поставленная цель достигается тем, что в цифровой фазометр, содержащий первый и второй формирователи импульсов, входы которых подключены соответственно к опорному и измерительному входам устройства, первый элемент ИЛИ, три элемента И, счетчик импульсов, блок отсчета числа измерений, регистрирующий счетчик, генератор квантовых импульсов, триггер выделения первого временного интервала, триггер, выход которого соединен с первыми входами первого элемента И и блока отсчета числа измерений, второй вход которого подключен к установочным входам регистрирующего счетчика, триггера выделения первого временного интервала и к

входу "Пуск" устройства, второй вход первого элемента И соединен с выходом генератора квантовых импульсов и с первым входом второго элемента И, третий вход первого элемента И соединен с выходом блока отсчета числа измерений, а выход первого элемента И подключен к входу регистрирующего счетчика, выход второго элемента И соединен с входом счетчика импульсов, выход переполнения которого подключен к второму входу первого элемента ИЛИ, введены два делителя частоты, три триггера выделения знака, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, третий и четвертый формирователи импульсов, второй и третий элементы ИЛИ, вычитающий счетчик, а регистрирующий счетчик выполнен реверсивным, причем управляющий вход регистрирующего счетчика подключен к выходу третьего триггера выделения знака, первый вход которого подключен к выходу второго элемента ИЛИ, входы второго элемента ИЛИ соединены с выходами первого и второго триггеров выделения знака, первые входы первого и второго триггеров выделения знака подключены соответственно к инверсному и прямому выходам первого делителя частоты, а вторые входы первого и второго триггеров выделения знака соединены соответственно с прямым и инверсным выходами второго делителя частоты, вход которого подключен к выходу второго формирователя импульсов, выход первого формирователя импульсов соединен с входом первого делителя частоты, входы элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ подключены к прямым выходам первого и второго делителей частоты, а его выход соединен с вторым входом второго элемента И и входом третьего формирователя импульсов, выход которого подключен к второму входу третьего триггера выделения знака, управляющему входу вычитающего счетчика и к входу четвертого формирователя импульсов, выход четвертого формирователя импульсов соединен с первыми входами третьего элемента ИЛИ, триггера выделения первого временного интервала, триггера и с установочными входами первого и второго триггеров выделения знака, второй вход третьего элемента ИЛИ соединен с первым входом первого элемента ИЛИ и с входом "Пуск" устройства,

выход третьего элемента И подключен к третьему входу первого элемента ИЛИ, выход которого соединен с установочными входами первого и второго делителей частоты, установочный вход счетчика импульсов и его выход переполнения подключены соответственно к выходу третьего элемента ИЛИ и второму входу триггера выделения первого временного интервала, выход которого соединен с установочным входом триггера и вторым входом третьего элемента И, первый вход третьего элемента И подключен к выходу старшего разряда счетчика импульсов, информационные выходы которого соединены с информационными входами вычитающего счетчика, вход вычитающего счетчика и его выход заема подключены соответственно к выходу первого элемента И и второму входу триггера.

На фиг. 1 изображена структурная схема цифрового фазометра; на фиг. 2 - временные диаграммы его работы.

Устройство содержит первый формирователь 1 импульсов, второй формирователь 2 импульсов, первый делитель 3 частоты, второй делитель 4 частоты, первый триггер 5 выделения знака, второй триггер 6 выделения знака, второй элемент 7 ИЛИ, третий триггер 8 выделения знака, элемент 9 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, второй элемент 10 И, генератор 11 квантовых импульсов, третий формирователь 12 импульсов, четвертый формирователь 13 импульсов, третий элемент 14 ИЛИ, триггер 15 выделения первого временного интервала, счетчик 16 импульсов, первый элемент 17 ИЛИ, третий элемент 18 И, вычитающий счетчик 19, триггер 20, первый элемент 21 И, регистрирующий счетчик 22, блок 23 отсчета числа измерений.

Вход первого формирователя 1 импульсов соединен с опорным входом устройства, а вход формирователя 2 импульсов соединен с измерительным входом устройства, выход первого формирователя 1 импульсов соединен с входом первого делителя 3 частоты, вход второго делителя 4 частоты подключен к выходу второго формирователя 2 импульсов. Первые входы первого триггера 5 выделения знака и второго триггера 6 выделения знака подключены соответствен-

но к инверсному и прямому выходам первого делителя 3 частоты, а вторые входы триггеров 5 и 6 выделения знака соединены соответственно с прямым и инверсным выходами второго делителя 4 частоты. Входы второго элемента 7 ИЛИ подключены к выходам триггеров 5 и 6 выделения знака, а его выход соединен с первым входом третьего триггера 8 выделения знака, входы элемента 9 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ подключены к прямым выходам первого и второго делителей 3 и 4 частоты, первый и второй входы второго элемента 10 И соединены соответственно с выходами генератора 11 квантовых импульсов и элемента 9 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, вход третьего формирователя 12 импульсов соединен с выходом элемента 9 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, а его выход подключен к второму входу третьего триггера 8 выделения знака, управляющему входу вычитающего счетчика 19 и к входу четвертого формирователя 13 импульсов, выход которого соединен с первыми входами третьего элемента 14 ИЛИ, триггера 15 выделения первого временного интервала, триггера 20 и с установочными входами первого и второго триггеров 5 и 6 выделения знака, вход счетчика 16 импульсов подключен к выходу второго элемента 10 И, а его установочный вход соединен с выходом третьего элемента 14 ИЛИ, выход переполнения счетчика 16 подключен к второму входу первого элемента 17 ИЛИ и второму входу триггера 15 выделения первого временного интервала, выход которого соединен с установочным входом триггера 20 и вторым входом третьего элемента 18 И, первый вход которого подключен к выходу старшего разряда счетчика 16, а выход соединен с третьим входом первого элемента 17 ИЛИ, выход последнего соединен с установочными входами первого и второго делителей 3 и 4 частоты, информационные выходы счетчика 16 импульсов подключены к информационным входам вычитающего счетчика 19, выход заема которого соединен с вторым входом триггера 20, выход последнего соединен с первыми входами первого элемента 21 И и блока 23 отсчета числа измерений, второй и третий входы первого элемента 21 И подключены соответственно к вы-

ходам генератора 11 квантующих импульсов и блока 23 отсчета числа измерений, а его выход соединен с входами вычитающего счетчика 19 и регистрирующего счетчика 22, управляющий вход которого подключен к выходу третьего триггера 8 выделения знака. Вход "Пуск" устройства соединен с вторым входом блока 23 отсчета числа измерений, установочными входами триггера 15 выделения первого временного интервала и регистрирующего счетчика 22, с вторым входом третьего элемента 14 ИЛИ и с первым входом первого элемента 17 ИЛИ.

Временные диаграммы, иллюстрирующие работу фазометра, включают:

а - импульсы на выходе первого формирователя 1 импульсов; б - импульсы на выходе второго формирователя 2 импульсов; в - сигнал, поступающий на вход "Пуск"; г - импульсы на выходе первого делителя 3 частоты; д - импульсы на выходе второго делителя 4 частоты; е - импульсы на выходе элемента 18 И; ж - импульсы на выходе элемента 9 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ; з - импульсы на выходе переполнения счетчика 16 импульсов; и - импульсы на входе счетчика 16 импульсов; к - импульсы на выходе третьего формирователя 12 импульсов; л - импульсы на выходе четвертого формирователя 13 импульсов; м - импульсы на выходе второго элемента 7 ИЛИ; н - импульсы на выходе третьего триггера 8 выделения знака; п - сигнал на выходе триггера 15 выделения первого временного интервала; р - импульсы на выходе триггера 20; с - импульсы на выходе заема вычитающего счетчика 19; т - импульсы на входе регистрирующего счетчика 22.

Устройство работает следующим образом.

Сигналом "Пуск" (фиг. 2в) производится установка в исходное состояние триггера 15 выделения первого временного интервала, блока 23 отсчета числа измерений и регистрирующего счетчика 22; а этим же сигналом, прошедшим через элементы 14 и 17 ИЛИ, обнуляются соответственно счетчик 16 импульсов и делители 3 и 4. В исходном состоянии единичным потенциалом с выхода триггера 15 открывается элемент 18 И и обнуляется триггер 20.

По окончании сигнала "Пуск" начинают работать делители 3 и 4, уменьшая в два раза частоту следования импульсов, сформированных формирователями 1 и 2 по положительным переходам через ноль, опорного и исследуемого сигналов, причем скважность импульсов на выходе делителей 3 и 4 близка к двум. По первому после сигнала "Пуск" импульсу с выхода формирователя 1 (фиг. 2а) срабатывает делитель 3 и единичный потенциал с его выхода (фиг. 2г) поступает на вход элемента 9 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, на другой вход которого с выхода делителя 4 подается нулевой потенциал. На выходе элемента 9 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ появляется сигнал логической 1, если на одном из входов имеется логический 0, а на другом - логическая 1, а при наличии на входах двух одинаковых сигналов элемент 9 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ вырабатывает сигнал логического нуля. Таким образом, в момент времени t_1 (фиг. 2ж) единичным потенциалом с выхода элемента 9 открывается элемент 10 И и квантующие импульсы с генератора 11 поступают на вход счетчика 16 (фиг. 2и). Емкость счетчика 16 равна $(N-1)$, а N определяется из условия

$$N = \frac{T}{t},$$

где T - период следования опорного и исследуемого сигналов;
 t - период следования квантующих импульсов.

Если количество квантующих импульсов, поступающих в счетчик 16, превышает величину $N/2$, то сигналом с выхода старшего разряда, прошедшим через открытый элемент 18 И (фиг. 2е) и элемент 17 ИЛИ, производится обнуление делителей 3 и 4. При этом в момент времени t_2 на выходе элемента 9 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ возникает отрицательный перепад (фиг. 2ж), который запускает формирователь 12. По окончании короткого импульса с выхода формирователя 12 (фиг. 2к) срабатывает формирователь 13, и коротким импульсом с его выхода (фиг. 2л) обнуляется счетчик 16 и перебрасывается триггер 15 (фиг. 2п), закрывая элемент 18 И и снимая блокировку с триггера 20. Анализ длительности первого временного интервала и установка в исход-

ное состояние счетчика 16 и делителей 3 и 4, если временный интервал больше половины периода следования опорного и исследуемого сигналов, необходимы для того, чтобы длительность всех последующих временных интервалов не превышала величины половины периода.

После обнуления делителей частоты первым поступает импульс исследуемого сигнала с выхода формирователя 2 на вход делителя 4 (фиг. 2б), положительным перепадом с прямого выхода которого единичное состояние инверсного выхода делителя 3 в момент времени t_3 переписывается в первый триггер 5 выделения знака и с его выхода через элемент 7 ИЛИ единичный потенциал поступает на вход третьего триггера 8 выделения знака (фиг. 2м). По положительному потенциалу с прямого выхода делителя 4 элемент 9 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ формирует временной интервал с момента времени t_3 до поступления в момент времени t_4 (фиг. 2ж) положительного потенциала с прямого выхода делителя 3, который вырабатывает по импульсу с выхода формирователя 1 (фиг. 2а). В течение интервала времени $t_3 - t_4$ пропорционального сдвигу фаз между исследуемым и опорным сигналами, открыт элемент 10 И и в счетчик 16 поступают квантуемые импульсы (фиг. 2и). Отрицательным перепадом на выходе элемента 9 в момент времени t_4 запускается формирователь 12, а импульсом с его выхода производится перепись содержимого счетчика 16 в счетчик 19, емкость которого также равна $(N-1)$, а запись единичного потенциала с выхода элемента 7 ИЛИ в третий триггер 8 выделения знака (фиг. 2н). Запущенный импульсом с выхода формирователя 12 формирователь 13 вырабатывает импульс (фиг. 2л), который обнуляет триггеры 5 и 6, устанавливает триггер 20 в единичное состояние и, пройдя через элемент 14 ИЛИ, возвращает счетчик 16 в исходное состояние. Единичный потенциал с выхода триггера 20 (фиг. 2р) в момент времени t_5 открывает элемент 21 И, и квантуемые импульсы, вырабатываемые генератором 11, поступают в вычитающий счетчик 19 и регистрирующий счетчик 22 (фиг. 2т). Когда содержи-

мое вычитающего счетчика 19 списывается до нуля, на его выходе заема (момент времени t_6) появляется сигнал (фиг. 2с), который обнуляет триггер 20. При этом закрывается элемент 21 И, и в регистрирующем счетчике 22 фиксируется количество квантуемых импульсов, соответствующее временному интервалу $t_5 - t_6$, а он, в свою очередь, равен интервалу $t_3 - t_4$, пропорциональному сдвигу фаз. Направление счета регистрирующего счетчика 22 (сложение или вычитание) определяется потенциалом на выходе триггера 8. Так как временной интервал $t_3 - t_4$ сформирован от импульса исследуемого сигнала до импульса опорного сигнала, т.е. измеряемая разность фаз отрицательна, то единичный потенциал на выходе триггера 8 задает регистрирующему счетчику 22 режим работы на вычитание. Сигнал заема на выходе счетчика 19 присутствует до поступления следующего импульса переписи в него содержимого счетчика 16. Поступившие в моменты времени t_7, t_8 импульсы с выходов формирователей 1 и 2 вызывают соответственно срабатывание делителей 3 и 4, при этом положительным перепадом с инверсного выхода делителя 4 в триггер 6 считывается состояние логического нуля прямого выхода делителя 3, так как импульс опорного сигнала приходит раньше импульса исследуемого сигнала. Нулевой потенциал с выхода триггера 6 поступает через элемент 7 ИЛИ на вход триггера 8. Элемент 9 формирует пропорционально сдвигу фаз временной интервал $t_7 - t_8$, в течение которого квантуемые импульсы с выхода генератора 11 через элемент 10 И проходят на вход счетчика 16. Импульсом с выхода формирователя 12 содержимое счетчика 16 переписывается в счетчик 19, а в триггер 8 записывается потенциал логического нуля, который свидетельствует о том, что разность фаз положительна, а следовательно, регистрирующий счетчик 22 должен работать на сложение. Формирователь 13 вырабатывает импульс, который обнуляет счетчик 16 и триггеры 5 и 6, а триггер 20 устанавливает в единичное состояние, и с помощью квантуемых импульсов, поступающих через откры-

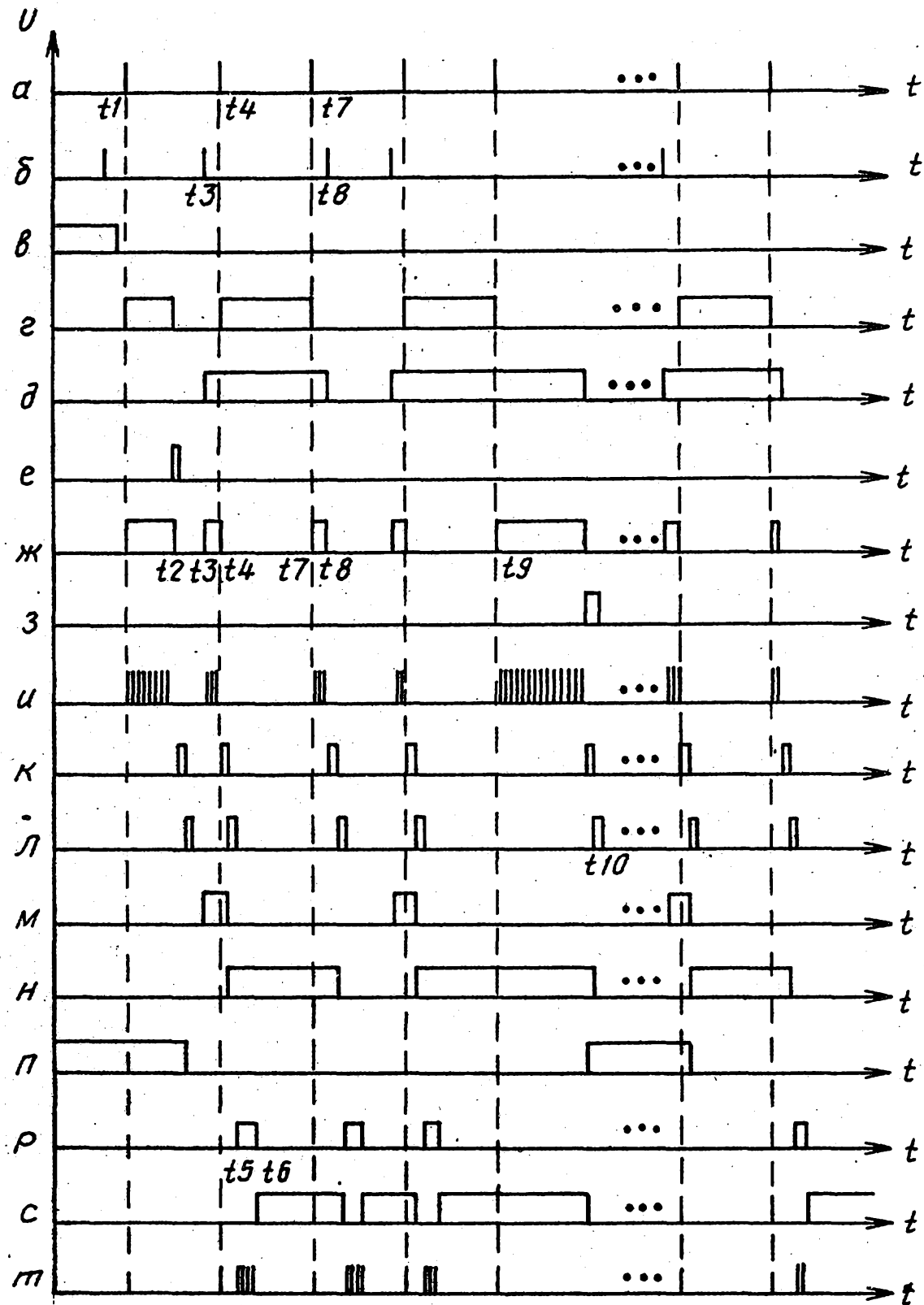
тый элемент 21 И на входы счетчиков 19 и 22, содержимое счетчика 19 добавляется к содержимому регистрирующего счетчика 22.

В случае прерывания одного из сигналов (например, исследуемого) в делителе 4 фиксируется последнее рабочее состояние (на фиг. 2д представлен вариант, когда на прямом выходе делителя 4 остался единичный потенциал). В момент времени t_9 элемент 9 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ начинает формировать импульс временного интервала, пропорциональный разности фаз (фиг. 2ж). Через открытый элемент 10 И в счетчик 16 поступают квантовые импульсы, но так как импульсы с выхода формирователя 2 отсутствуют и делитель 4 не работает, то счетчик 16 считает до переполнения. Импульс с выхода переполнения счетчика 16 (фиг. 2з) возвращает триггер 15 выделения первого временного интервала в исходное состояние (фиг. 2п) и, пройдя через элемент 17 ИЛИ, обнуляет делители 3 и 4. При этом на выходе элемента 9 заканчивается формирование временного интервала, закрывается элемент 10 И и запускается формирователь 12, импульсом с выхода которого содержимое счетчика 16 переписывается в счетчик 19, но так как триггер 20 блокируется потенциалом с выхода триггера 15, то импульсом с выхода формирователя 13 он не перебрасывается, а следователь-

но, содержимое регистрирующего счетчика 22 не изменяется. Таким образом, ложный отсчет, возникающий в результате пропадания одного из сигналов, в регистрирующий счетчик 22 не заносится. По импульсу с выхода формирователя 13 обнуляется счетчик 16 и снимается сигнал переполнения, удерживающий триггер 15 в исходном состоянии, а так как триггер 15 срабатывает по переднему фронту импульса с выхода формирователя 13, который появляется раньше, чем снимается сигнал переполнения, то в момент времени t_{10} триггер 15 не перебрасывается.

Дальнейшая последовательность работы устройства такая же, как и в начале измерения. Импульсы временных интервалов с выхода триггера 20 подаются на вход блока 23 отсчета числа измерений, который, подсчитав определенное число временных интервалов, вырабатывает сигнал, закрывающий элемент 21 И до поступления следующего сигнала "Пуск".

Предлагаемый цифровой фазометр за счет формирования измеряемых временных интервалов, пропорциональных разности фаз, по каждой паре импульсов опорного и исследуемого сигналов имеет более высокую точность и меньшее время измерения разности фаз вблизи точек 0 и 2π в условиях пропадания одного из сигналов и флуктуациях фазы до $\pm 90^\circ$.



Фиг. 2