



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1045162 A

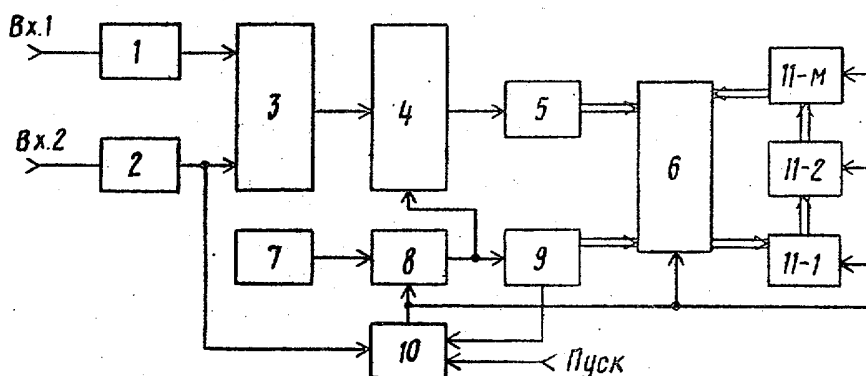
3(51) G 01 R 25/08

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) 824073
(21) 3438216/18-21
(22) 12.05.82
(46) 30.09.83. Бюл. № 36
(72) А.С.Глинченко, М.К.Чмых,
С.В.Чепурных и Е.Н.Зуева
(71) Красноярский политехнический
институт
(53) 621.317.77(088.8)
(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 824073 G 01 R 25/08, 28.05.76.
(54)(57) ЦИФРОВОЙ ФАЗОМЕТР С ПОСТОЯН-
НЫМ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ ВРЕМЕНЕМ по авт.
св. № 824073, о т л и ч а ю щ и й-

с я тем, что, с целью повышения
точности измерения и расширения функ-
циональных возможностей путем изме-
рения скорости изменения фазы, в него
введены M последовательно соединен-
ных регистров, управляющие входы ко-
торых подключены к выходу блока
управления, соединенному также с пер-
вым дополнительным входом арифмети-
ческого блока, второй дополнитель-
ный вход которого подключен к выхо-
ду M-го регистра, а выход арифмети-
ческого блока соединен с информаци-
онным входом первого регистра.



(19) SU (11) 1045162 A

Изобретение относится к радиоизмерительной технике.

По основному авт.св. № 824073 известен цифровой фазометр с постоянным измерительным временем, содержащий первый и второй формирователи импульсов с подключенным к их выходам управляющим триггером, выполняющим роль преобразователя фаза-интервалы времени, выход которого через последовательно соединенные первый элемент совпадений, выполняющий роль блока квантования, и регистрирующий счетчик подключен к первому входу арифметического блока, генератор счетных импульсов, выход которого через второй элемент совпадений и времязадающий счетчик подключен к второму входу арифметического блока, два дополнительных элемента совпадений и два триггера, причем первые входы обоих дополнительных элементов совпадений соединены с выходом второго формирователя импульсов, а вторые входы - соответственно с прямым и инверсным выходами первого дополнительного триггера, входы которого подключены к второму входу времязадающего счетчика и входу "Пуск" устройства, выходы второго дополнительного триггера подключены к выходам дополнительных элементов совпадений, а его выход - к второму входу второго элемента совпадений, соединенного выходом с вторым входом первого элемента совпадений [1].

Уменьшение случайной погрешности, обусловленной квантованием и шумами, в фазометрах с постоянным измерительным временем достигается за счет увеличения времени измерения, однако при этом снижается быстродействие и возрастает динамическая погрешность связанная с изменением измеряемого сдвига фаз.

Цель изобретения - повышение точности измерения фазометра и расширение его функциональных возможностей путем измерения скорости изменения фазы.

Поставленная цель достигается тем, что в цифровой фазометр с постоянным измерительным временем, содержащий первый и второй формирователи импульсов, выходы которых соединены с входами управляющего триггера, выход управляющего триггера через последовательно соединенные первый элемент совпадений и регистрирующий счетчик подключен к первому входу арифметического блока, генератор счетных импульсов, выход которого через второй элемент совпадений и времязадающий счетчик подключен к второму входу арифметического блока, выход второго элемента совпадений подключен к входу первого элемента совпадений, два дополнитель-

ных элемента совпадений, первыми входами соединенные между собой, два дополнительных триггера, прямой и инверсный выходы первого дополнительного триггера подключены к вторым входам второго и первого дополнительных элементов совпадений, выход первого дополнительного элемента совпадений подключен к первому входу второго дополнительного триггера, к единичному входу которого подключен выход второго дополнительного элемента совпадений, вход первого дополнительного элемента совпадений соединен с выходом второго формирователя импульсов, выход второго дополнительного триггера подключен к второму входу второго элемента совпадений, выход времязадающего счетчика соединен с входом первого дополнительного триггера, первый и второй дополнительные триггеры и первый и второй дополнительные элементы совпадений представляют из себя блок управления, введенны последовательно соединенных регистров, управляющие входы которых подключены к выходу блока управления, соединенному также с первым дополнительным входом арифметического блока, второй дополнительный вход которого подключен к выходу М-го регистра, а выход арифметического блока соединен с информационным входом первого регистра.

На чертеже приведена структурная схема фазометра.

Фазометр содержит формирователи 1 и 2 импульсов, соединенный с ними преобразователь 3 фаза-интервалы времени, последовательно соединенные блок 4 квантования, регистрирующий счетчик 5 и арифметический блок 6, последовательно соединенные генератор 7 счетных импульсов, элемент 8 совпадений и времязадающий счетчик 9, соединенный первым выходом с арифметическим блоком 6, блок 10 управления, соединенный первым входом с выходом второго формирователя 2 импульсов, вторым и третьим входами соответственно с вторым входом времязадающего счетчика 9 и входом "Пуск" устройства, а также М последовательно соединенных регистров 11-1, 11-2, ..., 11-М, соединенных с выходом блока 10 управления, к которому подключены также элемент 8 совпадений и арифметический блок 6, соединенный с выходами первого (11-1) и М-го (11-М) регистров, входы блока 4 квантования соединены с выходами преобразователя 3 фаза-интервалы времени и элемента 8 совпадений.

Фазометр работает следующим образом.

Входные сигналы, фазовый сдвиг между которыми измеряется, поступают на формирователи 1 и 2 импульсов, где преобразуются в последовательность импульсов, привязанных к характерным точкам сигналов, например к переходам сигналов через нулевой уровень. Импульсы привязки управляют преобразователем 3 фаза-интервалы времени, формирующим последовательность временных (фазовых) интервалов, пропорциональных измеряемому сдвигу фаз. В блоке 4 квантования осуществляется преобразование фазовых интервалов в эквивалентное количество счетных импульсов, сгруппированных в пачке, которое подсчитывается регистрирующим счетчиком 5. Количество импульсов, регистрируемых счетчиком 5 за время измерения, определяется как

$$N(t_\varphi) = (\sum_{i=0}^K t_{\varphi_i}) / t_0$$

где t_{φ_i} - значение фазового интервала в i -м периоде сигнала;
 t_0 - период счетных импульсов генератора 7 счетных импульсов;
 K - число усредняемых фазовых интервалов за время измерения.

Время измерения, кратное периоду сигнала, формируется времязадающим счетчиком 9 и блоком 10 управления.

В блоке 10 управления осуществляется синхронизация начала и конца измерительного цикла импульсам привязки с выхода второго формирователя 2 импульсов, а с помощью времязадающего счетчика 9 задается базовое время измерения $T_{изм0}$, определяемое частью объема этого счетчика, соответствующей его второму выходу, подключенному к второму входу блока 10 управления. При этом время измерения фазометра будет равно

$$T_{изм1} = [T_{изм0}/T] T + (K+1)T,$$

где $[T_{изм0}/T]$ - целая часть отношения $T_{изм0}/T$;
 T - период сигнала.

В диапазоне частот, где $T \leq T_{изм0}$ время измерения отличается от базового значения $T_{изм0}$ не более чем на период сигнала, а на частотах, где $T > T_{изм0}$, устройство автоматически переходит на режим измерения за период сигнала.

Запуск устройства производится по сигналу "Пуск", поступающему извне или формируемому самим устройством по окончании очередного измерительного цикла.

За время измерения во времязадающем счетчике 9 накапливается код

$$N(T) = (\sum_{i=0}^K T_i) / t_0,$$

где T_i - значение i -го периода сигнала.

Этот код совместно с кодом $N(t_\varphi)$ вводится по сигналу окончания времени измерения с блока 10 управления в арифметический блок 6, где вычисляется измеренное значение сдвига фаз в n -м измерительном цикле $\varphi_n = 360 N(t_\varphi) / N(T)$.

Этим же сигналом содержимое всех регистров 11-1-11-М, имеющих разрядность r , сдвигается влево на r разрядов, где r определяется разрядностью результата измерения. При этом содержимое $(M-1)$ -го регистра переписывается в M -й регистр, $(M-2)$ -го - в $(M-1)$ -й и т.д. или в общем виде содержимое $(i-1)$ -го регистра переписывается в i -й регистр. В регистрах 11-1-11-М хранится M предыдущих результатов измерения $\varphi_{(n-i)}$, $i = 1 \dots M$.

По завершении операции сдвига в первый регистр 11-1 из арифметического блока 6 записывается измеренное значение сдвига фаз в данном измерительном цикле, а в арифметический блок 6 заносится содержимое M -го регистра 11-М, соответствующее $(n-M)$ -му результату измерения. Затем в арифметическом блоке 6 вычисляется среднее значение сдвига фаз за M циклов измерения в соответствии с выражением

$$\bar{\varphi}_n = \bar{\varphi}_{(n-1)} + \varphi_n - \varphi_{(n-M)},$$

где $\bar{\varphi}_{(n-1)}$ - среднее значение сдвига фаз, вычисленное в предыдущем $(n-1)$ -м цикле измерения и находящееся в регистре памяти цифрового индикатора фазометра, входящего в состав арифметического блока 6.

В следующем цикле измерения указанные операции повторяются. В результате в каждом измерительном цикле наряду со значением сдвига фаз φ_n , соответствующим времени измерения $T_{изм1}$, получается значение $\bar{\varphi}_n$, усредненное за M циклов измерения или за время $T_{изм} = MT_{изм1}$. Тем самым в предлагаемом фазометре осуществляется цифровая фильтрация результатов измерения в соответствии с алгоритмом скользящего среднего. Среднеквадратическая погрешность среднего значения результата измерения будет в $\sqrt{M}$ раз меньше, чем однократного, однако частота отсчетов, т.е. интервал между отсчетами результатов измерения, остается тем же самым и равным $T_{изм1}$. Следовательно, повышение точности из-

мерения здесь достигается без потери быстродействия фазометра.

Можно также сохранить эту же точность измерения, но в M раз уменьшить интервал между отсчетами $T_{изм1}$. Так, выбрав $M = 100$, можно уменьшить в 10 раз среднеквадратическую погрешность измерения или в 100 раз повысить частоту отсчетов результатов измерения. Кроме того, на основе средних значений сдвига фаз в n -м и $(n-1)$ -м измерительном циклах можно с высокой точностью найти оценку скорости изменения фазы

$$\frac{d\tilde{\varphi}}{dt} = \frac{\varphi_n - \varphi_{(n-1)}}{(M-1)T_{изм1}} = \frac{\varphi_n - \varphi_{(n-M)}}{(M-1)T_{изм1}}$$

и тем самым расширить функциональные возможности фазометра. Знание же этого параметра позволяет также прогнозировать будущие значения результатов измерения, что весьма важно в ряде практических приложений. В частности, делает возможным выдачу измерительной информации в любой момент времени по запросу.

Таким образом, благодаря введению новых элементов и связей достигается повышение точности измерения сдвига фаз в $\sqrt{M}$ раз при том же быстродействии фазометра, где величина M может иметь значения нескольких десятков-сотен, а также расширяются функциональные возможности фазометра за счет измерения скорости.

Редактор Ю.Ковач Составитель Н.Агеева Техред М.Тепер Корректор В.Бутыга

Заказ 7546/47 Тираж 710 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
1130305, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г.Ужгород, ул.Проектная, 4