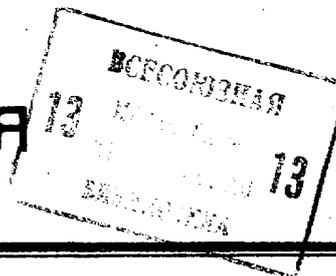




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

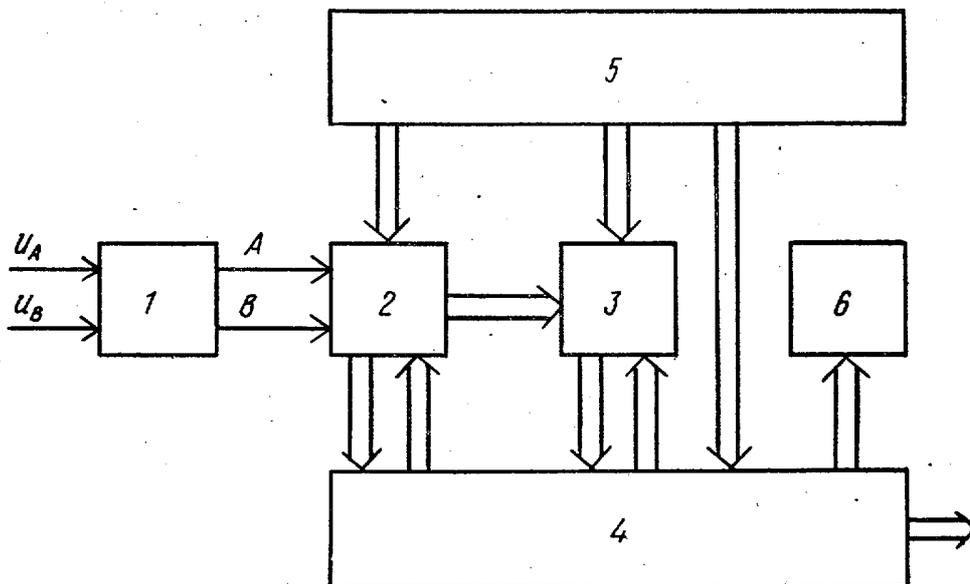
# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3567054/24-21  
(22) 23.03.83  
(46) 07.09.85. Бюл. № 33  
(72) А.А.Аллахвердов и С.В.Линзель  
(53) 621.317.77(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 951177, кл. G 01 R 25/00, 1982.  
Авторское свидетельство СССР  
№ 811158, кл. G 01 R 25/00, 1981.

(54)(57) ИЗМЕРИТЕЛЬ РАЗНОСТИ ФАЗ,  
содержащий блок входных формировате-  
лей и последовательно соединенные  
между собой блок управления, микро-  
процессорную систему и блок индика-

ции, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерения сдвига фаз, он снабжен последовательно соединенными блоком формирования информационных импульсов и блоком времякодowych преобразователей, которые соединены с микропроцессорной системой, причем входы блока формирования информационных импульсов соединены с выходами блока входных формирователей, а выходы блока управления - с управляющими входами блока формирования информационных импульсов и блока времякодowych преобразователей.



Фиг. 1

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано при создании автоматизированных измерительных систем.

Цель изобретения - повышение точности измерения сдвига фаз путем изменения алгоритма измерения сигналов при изменении условий измерения, что позволяет получить более высокую точность измерения, обусловленную возможностью как программно, так и оперативно выбрать алгоритм работы измерителя в зависимости от условий измерения, возможность в автоматическом режиме находить алгоритм измерения, наиболее близкий к оптимальному в данных условиях, и реализовать его и возможность измерять и вычислять дополнительные параметры входных сигналов: частоту, период и некоторые погрешности измерения.

На фиг.1 представлена схема измерителя разности фаз; на фиг.2 - схема одного из возможных вариантов реализации блока формирования информационных импульсов; на фиг.3 - схема одного из вариантов реализации блока времякодowych преобразователей.

Измеритель разности фаз содержит блок 1 входных формирователей, блок 2 формирования информационных импульсов, блок 3 времякодowych преобразователей, микропроцессорную систему 4, блок 5 управления и блок 6 индикации. При этом выходы блока 1 входных формирователей соединены с блоком 2 формирования информационных импульсов, выход которого соединен с входом блока 3. Блоки формирования информационных импульсов и времякодowych преобразователей соединены через двунаправленные шины с микропроцессорной системой 4, выход которой соединен с блоком 6 индикации. Выходы блока 5 управления соединены с блоком 2 формирования информационных импульсов, блоком 3 времякодowych преобразователей и микропроцессорной системой 4.

Устройство работает следующим образом.

Входные напряжения  $U_A$  и  $U_B$ , между которыми необходимо измерить разность фаз, подаются на блок 1 входных формирователей, в котором по переходам входных напряжений через пороговый уровень формируются две последовательности импульсов А и В

поступающие на блок 2 формирования информационных импульсов.

В блоке 2 формирования информационных импульсов формируются  $N$  последовательностей основных информационных импульсов,  $M$  последовательностей вспомогательных импульсов и  $L$  дополнительных сигналов. Параметром, несущим информацию в последовательностях основных информационных импульсов, является длительность импульсов. В простейшем случае основными информационными импульсами могут быть, например, последовательность импульсов, равных по длительности периоду входных сигналов, и последовательность импульсов, длительность которых пропорциональна разности фаз между входными сигналами. Параметром, несущим информацию в последовательностях вспомогательных информационных импульсов, является, например, их число за заданный интервал времени или моменты их появления. Последовательностями вспомогательных информационных импульсов являются, например две последовательности коротких импульсов, сформированных в моменты переходов входных напряжений через нулевой уровень из отрицательной области в положительную, число которых равно числу периодов сигналов  $U_A$  и  $U_B$ . Параметром, несущим информацию дополнительных сигналов, может являться логический уровень этих сигналов, определяющий знак измеряемой разности фаз. Последовательности основных и вспомогательных информационных импульсов подаются на блок 3 времякодowych преобразователей, а дополнительные сигналы - в микропроцессорную систему 4.

В блоке 3 времякодowych преобразователей длительности основных информационных импульсов каждой последовательности преобразуются в код. В код также преобразуется число вспомогательных импульсов в каждой последовательности. Моменты появления вспомогательных импульсов уточняют границы интервала времени измерения. Коды с блока 3 времякодowych преобразователей подаются в микропроцессорную систему 4. С управляющих выходов микропроцессорной системы 4 сигналы подаются на управляющие входы блока 2 формирования информационных им-

пульсов и блока 3 времякодовых преобразователей 3. С блока 5 управления задаются режимы и алгоритмы работы измерителя. В микропроцессорной системе 4 по алгоритму, наиболее близкому к оптимальному в данных условиях, производится обработка введенной в него информации и вычисляется значение разности фаз, которое индицируется в блоке 6 индикации. В простейшем случае обработка информации может, например, осуществляться по формуле

$$\Delta\phi = h \frac{t}{T} 2\pi,$$

где  $\Delta\phi$  — значение разности фаз;

$h$  — знак разности фаз;

$t$  — код, соответствующий разности фаз, преобразуемой во временной интервал однопериодным способом с перекрытием;

$T$  — код, соответствующий периоду входных сигналов.

Вариант реализации блока 2 формирования информационных импульсов представлен на фиг. 2. Входные сигналы А и В (пусть сигнал А — опорный) подаются на блок 7 подавления широкополосных шумов с коррекцией, на формирователи 8 и 9 коротких импульсов, формирующие короткие импульсы по заднему и переднему фронтам сигналов А и В, а также на первые входы переключателей 10 и 11. На вторые входы электронных переключателей 10 и 11 подаются очищенные от шумов импульсы с блока 7. По управляющему сигналу с микропроцессорной системы 4 электронные переключатели 10 и 11 пропускают на выход либо сигналы А и В, либо импульсы, поступающие с блока 7. С выходов коррекции блока 7 выдаются импульсы  $t_{KA}$  и  $t_{KB}$ , предназначенные для коррекции вычисляемой впоследствии разности фаз. С выходов переключателей 10 и 11 сигналы подаются на устройство 12 определения знака разности фаз в условиях широкополосных помех.

Блок 13 сдвига на  $180^\circ$  по управляющему сигналу от блока 5 управления или от микропроцессорной системы 4 создает дополнительный фазовый сдвиг в  $180^\circ$  в канале В. Устройство 14 формирования последовательностей разностно-фазовых интервалов времени формирует три последователь-

ности импульсов  $t_{T1}$ ,  $t_{T2}$  и  $t_{N2}$ :

$t_{N1}$  соответствует последовательности импульсов, получаемых с выхода триггерного однопериодного формирователя временных интервалов,

$t_{T2}$  — последовательности импульсов с выхода триггерного двухполупериодного формирователя,  $t_{N2}$  — последовательности импульсов с выхода двух-

полупериодного формирователя с перекрытием. Счетный триггер 15 формирует последовательность импульсов

$T$ , длительности которых соответствуют периоду входного сигнала  $U_A$ .

Элементы 16 и 17 являются формирователями коротких импульсов по обоим фронтам сигналов, поступающих на их входы. Последовательности информационных импульсов  $T$ ,  $t_{KA}$ ,  $t_{KB}$ ,  $t_{T1}$ ,  $t_{T2}$ ,  $t_{N2}$ ,  $T_A$ ,  $T_B$  являются основными, последовательности  $N_{1.1}$ ,  $N_{2.2}$ ,  $N_{2.1}$ ,  $N_{2.2}$  — вспомогательными, а сигнал  $h_3$  — дополнительным.

Вариант построения блока 3 времякодовых преобразователей представлен на фиг. 3. Восемь последовательностей основных информационных импульсов поступают на входной коммутатор 18, который подает на шесть первых входов блока 19 электронных ключей последовательности основных информационных импульсов, число и порядок подключения которых определяются алгоритмом измерения и задаются управляющим сигналом от микропроцессорной системы 4. Четыре последовательности вспомогательных импульсов поступают на блок 20 счетчиков, в котором подсчитывается число импульсов в каждой из последовательностей. Блок 20 счетчиков состоит из четырех вспомогательных и шести основных счетчиков. В блоке 19 электронных ключей, состоящем из шести идентичных ключей, осуществляется временное квантование основных информационных импульсов. От трех генераторов 21–23 квантовых импульсов сигналы подаются на коммутатор 24 квантовых последовательностей, с выходов которого квантовые последовательности подаются на шесть входов блока 19 электронных ключей. Число и порядок подключения этих квантовых последовательностей определяются алгоритмом измерения и задаются управляющим сигналом от микропроцессорной системы 4. В шести основных счетчиках

блока 20 подсчитывается число квантовых импульсов в соответствующих последовательностях основных информационных импульсов. Информация с блока 20 счетчиков по сигналу управления от микропроцессорной системы 4 записывается в десять регистров блока 25 памяти, с выходов которого информация поступает в микропроцессорную систему 4, где и обрабатывается по заданному алгоритму.

Рассмотрим наиболее близкие к оптимальным алгоритмы работы измерителя разности фаз (фиг.1), в состав которого входит блок формирования информационных импульсов и блок времякодированных преобразователей (фиг.2 и 3), для четырех различных условий: на входе устройства присутствует высокочастотная помеха, создающая ложные переходы через нуль; во входных формирователях имеется смещение нулевых линий, одновременное воздействие первого и второго факторов на режим измерения, высокочастотная помеха и смещение нулевых линий отсутствуют.

При воздействии на входные сигналы высокочастотной помехи, если заранее известно, что измеряемая разность фаз  $\Delta\phi$  находится не в районе 0 или  $180^\circ$ , то для ее нахождения целесообразно использовать алгоритм, производящий вычисления по формуле

$$\Delta\phi = h_3 \frac{\sum_{i=1}^3 t_{n2i}}{3} \cdot \frac{360^\circ}{\frac{4}{3} \sum_{i=1}^3 T_i},$$

где  $h_3 = \begin{cases} -1, & \text{если } -180^\circ < \Delta\phi \leq 0^\circ \\ +1, & \text{если } 0^\circ < \Delta\phi \leq +180^\circ \end{cases}$

(для обозначения кодов, вводимых в микропроцессорную систему 4, используются их эквиваленты, получаемые с выходов блока 2 формирования информационных импульсов). Сумма вида  $\sum_{i=1}^3 t_{n2i}$  означает, что с выходов входного коммутатора 18 на блок 19 электронных ключей поступают три одинаковые последовательности импульсов  $t_{n2}$ , где каждая из них квантуется с помощью одного из трех генераторов квантовых импульсов.

Если заранее неизвестна приближенная величина измеряемой разности фаз  $\Delta\phi$  или известно, что она находится в

районе 0 или  $180^\circ$ , то для ее нахождения целесообразно использовать алгоритм, производящий вычисления по формуле

$$\Delta\phi = \left( \frac{\sum_{i=1}^2 t_{T2i}}{2} + t_{KA} - t_{KB} \right) \cdot \frac{360^\circ}{2 \cdot \sum_{i=1}^2 T_i}. \quad (1)$$

В этом случае управляющий сигнал от микропроцессорной системы 4 поступает на электронные переключатели 10 и 11, подключая тем самым блок 7 подавления широкополосных шумов с коррекцией.

При смещении нулевых линий во входных формирователях блок 7 подавления широкополосных шумов с коррекцией отключен. В этом случае для нахождения измеряемой разности фаз  $\Delta\phi$  целесообразно использовать алгоритм, производящий вычисления по формуле

$$\Delta\phi = \left( \frac{\sum_{i=1}^2 T_{T1i}}{2} + \frac{T_A - T_B}{2} \right) \cdot \frac{360^\circ}{\sum_{i=1}^2 T_i}. \quad (2)$$

В случае смещения нулевых линий во входных формирователях и воздействия на входные сигналы высокочастотной помехи целесообразно применять следующую формулу:

$$\Delta\phi = (2t_{T1} + T_A - T_B + t_{KA} - t_{KB}) \frac{360^\circ}{4T}, \quad (3)$$

подключив при этом блок 7 подавления широкополосных шумов с коррекцией.

При отсутствии высокочастотной помехи во входном сигнале и смещения нулевых линий во входных формирователях вычисление измеряемой разности фаз  $\Delta\phi$  следует производить по формуле

$$\Delta\phi = \frac{\sum_{i=1}^3 t_{T2i}}{3} \cdot \frac{360^\circ}{\frac{4}{3} \sum_{i=1}^3 T_i}. \quad (4)$$

Предлагаемый измеритель разности фаз имеет возможность в автоматическом режиме производить выбор алгоритма измерения, наиболее близкого к оптимальному при различных условиях измерения, а затем производить вычисление по выбранному алгоритму.

**Пример.** В течение определенного промежутка времени, равного целому числу периодов сигнала  $U_A$ , про-

изводится предварительный замер, в результате которого в коды преобразуются число вспомогательных информационных импульсов последовательностей  $N_{1.1}, N_{1.2}, N_{2.1}, N_{2.2}$  (назовем эти коды также  $N_{1.1}, N_{1.2}, N_{2.1}, N_{2.2}$ ) и число квантовых импульсов, соответствующее длительностям каждого из основных информационных импульсов  $T_A$  и  $T_B$  (назовем эти коды также  $T_A$  и  $T_B$ ).

В микропроцессорной системе 4 вычисляются величины

$$N_1 = |N_{1.1} - N_{1.2}|;$$

$$N_2 = |N_{2.1} - N_{2.2}|;$$

$$T_{AB} = |T_A - T_B|;$$

и производится ряд сравнений, по которым выбирается наиболее оптимальный алгоритм измерения в данных условиях.

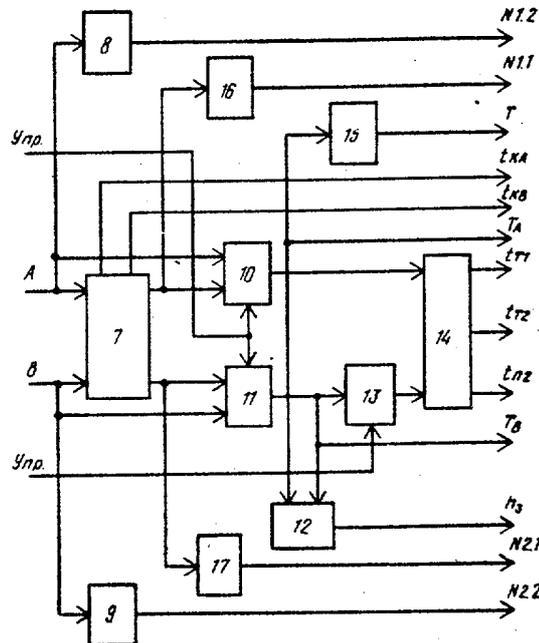
Если  $N_1 \neq 0$  или  $N_2 \neq 0$  и  $T_{AB} \leq 1$ , следовательно, на входные сигналы воздействует высокочастотная помеха, но нет смещений нулевых линий во входных формирователях. Исходя из этого выбирается алгоритм измерения, который в конечном итоге производит вычисления по формуле (1).

Если  $N_1 = N_2 = 0$  и  $T_{AB} \leq 1$ , следовательно, отсутствует воздействие высокочастотной помехи, но существует смещение нулевых линий во входных формирователях. В этом случае дальнейшая работа измерителя разности фаз осуществляется по алгоритму, производящему вычисления по формуле (2).

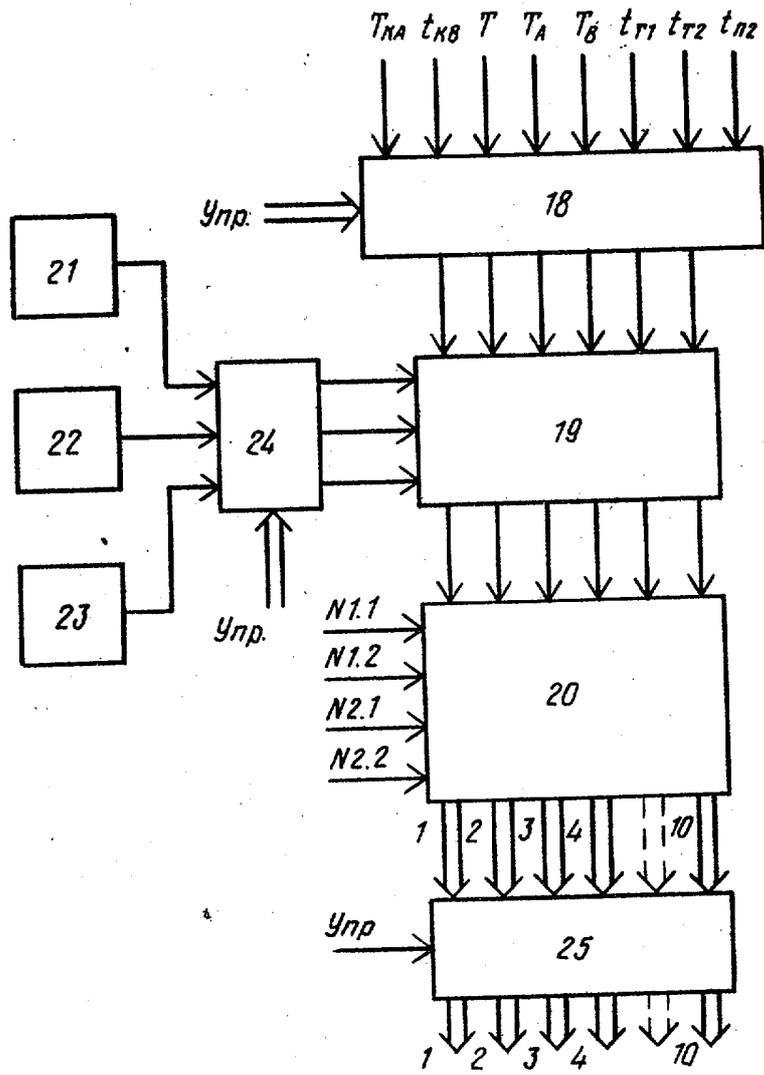
Если  $N_1 \neq 0$  или  $N_2 \neq 0$  и  $T_{AB} > 1$ , следовательно, на входные сигналы воздействует высокочастотная помеха и имеется смещение нулевых линий во входных формирователях и в этом случае измеритель разности фаз работает по алгоритму, производящему вычисления по формуле (3).

Если  $N_1 = N_2 = 0$  и  $T_{AB} \leq 1$ , то смещение нулевых линий во входных формирователях и воздействие высокочастотной помехи отсутствуют и вычисления разности фаз производятся по формуле (4).

В процессе проведения измерений в автоматическом режиме устройство имеет возможность параллельно с вычислением разности фаз непрерывно контролировать правильность выбора алгоритма измерения и при необходимости менять его.



Фиг. 2



Фиг. 3

Составитель В.Шубин  
 Редактор И.Николайчук Техред И.Асталаш Корректор М. Самборская

Заказ 5550/46

Тираж 748

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д.4/5

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