



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- 1
- (21) 4270189/24-21  
(22) 27.04.87  
(46) 23.08.89 Бюл. № 31  
(71) Белорусский политехнический институт  
(72) В.И.Новаш, А.А.Тишечкин, Ф.А.Романюк, Н.Н.Бобко и В.Ю.Румянцев  
(53) 621.317.77(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 1219979, кл. G 01 R 25/00, 1983.  
Мешков В.П., Угольков В.Н. Определение параметров гармонических сигналов по минимуму мгновенных отсчетов. Препринт ИФСО АН СССР, Красноярск, 1984, с.7.  
(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗНОСТИ ФАЗ ДВУХ СИНУСОИДАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ  
(57) Изобретение относится к электрическим измерениям и предназначено для определения разности фаз двух

2

низкочастотных синусоидальных сигналов. Цель изобретения - повышение точности и быстродействия определения разности фаз. Для определения разности фаз отфильтровывают от постоянной составляющей и сдвигают исходные синусоидальные сигналы на угол  $\pi/2$  в сторону опережения без изменения амплитуды, измеряют одновременно мгновенные значения исходных и сдвинутых сигналов, а разность фаз вычисляют по измеренным для данного момента времени мгновенным значениям по приведенной в описании формуле. Изобретение может быть использовано для построения быстродействующих измерительных органов разности фаз устройств противоаварийной и других видов автоматики энергосистем и осуществлено с помощью известных цифровых элементов, выполненных на базе микропроцессорной техники. 2 ил.

Изобретение относится к электротехнике, а именно к электрическим измерениям, и предназначено для определения разности фаз двух низкочастотных синусоидальных сигналов.

Цель изобретения - повышение точности и быстродействия определения разности фаз.

На фиг.1 представлены временные диаграммы сигналов, используемых в способе определения сдвига фаз; на

фиг.2 - структурная схема устройства, реализующего способ.

Для определения разности фаз два исходных синусоидальных сигнала отфильтровывают от постоянной составляющей, сдвигают по фазе на угол  $\pi/2$  в сторону опережения без изменения амплитуды, измеряют одновременно мгновенные значения исходных и сдвинутых сигналов, а разность фаз вычисляют по измеренным для данного момента времени мгновенным значениям по формуле

$$\delta = \text{sign } U_{11} \left( \arccos \frac{U_{12}}{\sqrt{U_{11}^2 + U_{12}^2}} \right) - \text{sign } U_{21} \left( \arccos \frac{U_{22}}{\sqrt{U_{21}^2 + U_{22}^2}} \right), \quad (1)$$

где  $U_{11}$ ,  $U_{12}$  - мгновенные значения соответственно первого и сдвинутого по отношению к нему на угол  $\pi/2$  сигналов, измеренные в один момент времени;

$U_{21}$ ,  $U_{22}$  - мгновенные значения соответственно второго и сдвинутого по отношению к нему на угол  $\pi/2$  сигналов, измеренные одновременно со значениями  $U_{11}$ ,  $U_{12}$ .

Выражение (1) представляет собой разность текущих значений фазы первого сигнала  $\varphi_1$  и фазы второго сигнала  $\varphi_2$ , соответствующих одному моменту времени

$$\delta = \varphi_1 - \varphi_2. \quad (2)$$

Если в момент измерения  $t_1$  (фиг. 1), текущее значение  $\varphi_1$  фазы первого сигнала и значения  $\varphi_2$  второго, то их связь с соответствующими этому моменту времени мгновенными значениями  $U_{11}$  и  $U_{21}$  исходных сигналов и значения  $U_{12}$ ,  $U_{22}$  сдвинутых на угол  $\pi/2$  сигналов выражается уравнениями

$$\begin{aligned} U_{11} &= U_{m1} \sin \varphi_1; \\ U_{12} &= U_{m1} \cos \varphi_1; \\ U_{21} &= U_{m2} \sin \varphi_2; \\ U_{22} &= U_{m2} \cos \varphi_2; \end{aligned} \quad (3)$$

где  $U_{m1}$ ,  $U_{m2}$  - соответственно амплитуды первого и второго сигналов.

Выражения (2) и (3) образуют систему из пяти уравнений, в которых неизвестными являются  $\delta$ ,  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $U_{m1}$ ,  $U_{m2}$ .

Разрешив уравнения (3) методом подстановки, получают формулы для вычисления текущих значений фаз первого и второго сигналов

$$\begin{cases} |\varphi_1| = \arccos \frac{U_{12}}{\sqrt{U_{11}^2 + U_{12}^2}}; \\ |\varphi_2| = \arccos \frac{U_{22}}{\sqrt{U_{21}^2 + U_{22}^2}}. \end{cases} \quad (4)$$

Текущие значения фаз синусоидальных сигналов в диапазоне от 0 до  $\pi$  могут быть представлены положительными значениями углов, а в диапазоне от  $\pi$  до  $2\pi$  - отрицательными значениями углов. При таком представлении знак текущего значения фазы совпадает со знаком мгновенного значения синусоидального сигнала для соответствующего момента времени. С учетом этого формулы для вычисления текущих значений фаз  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  будут иметь вид

$$\begin{cases} \varphi_1 = \text{sign } U_{11} \left( \arccos \frac{U_{12}}{\sqrt{U_{11}^2 + U_{12}^2}} \right); \\ \varphi_2 = \text{sign } U_{21} \left( \arccos \frac{U_{22}}{\sqrt{U_{21}^2 + U_{22}^2}} \right). \end{cases} \quad (5)$$

Отсюда получается формула (1) разности значений  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$ .

Способ существенно уменьшает задержку в определении разности фаз, обеспечивая тем самым повышение быстродействия, а также устранение погрешностей при изменении частот и амплитуд синусоидальных сигналов в установившемся режиме.

На фиг. 2 в качестве примера приведена упрощенная структурная схема устройства, реализующего способа.

Устройство содержит фильтрующие постоянные составляющие преобразователь 1 уровня напряжения, на вход которого подается первое синусоидальное напряжение  $U_1$ , и преобразователь 2 уровня напряжения, на вход которого подается синусоидальное напряжение  $U_2$ , фазосдвигающий блок 3, вход которого подключен к выходу преобразователя 1, и фазосдвигающий блок 4, вход которого подключен к выходу преобразователя 2, аналоговый запоминающий блок 5, входы которого присоединены соответственно к выходам упомянутых преобразователей 1 и 2 и к выходам фазосдвигающих блоков 3 и 4, цифровой решающий блок 6, связанный по информационным и управляющим шинам с соответствующими шинами аналогового запоминающего блока 5.

Устройство работает следующим образом.

Синусоидальные напряжения  $U_1$  и  $U_2$  поступают соответственно на входы преобразователей 1 и 2, которые отфильтровывают от постоянных составляющих контролируемые сигналы  $U_1, U_2$ . Выходное напряжение  $U_{11}$  преобразователя 1 подается на вход фазосдвигающего блока 3, на выходе которого получается напряжение такой же амплитуды  $U_{12}$ , но сдвинутое по фазе на  $\hat{\pi}/2$  в сторону опережения относительно входного напряжения, а выходное напряжение  $U_{21}$  преобразователя 2 поступает на вход фазосдвигающего блока 4, на выходе которого получается напряжение такой же амплитуды  $U_{22}$ , но сдвинутое по фазе на  $\hat{\pi}/2$  в сторону опережения относительно входного напряжения. Выходные напряжения  $U_{11}$  и  $U_{21}$  преобразователей 1 и 2, напряжения  $U_{12}$  и  $U_{22}$  фазосдвигающих блоков 3 и 4 подаются на соответствующие входы аналогового запоминающего блока 5. По команде, поступающей от цифрового решающего блока 6, аналоговый запоминающий блок 5 одновременно фиксирует и запоминает мгновенные значения напряжений  $U_{11}, U_{12}, U_{21}, U_{22}$ . После этого производится поочередное их считывание, преобразование и ввод в запоминающее устройство цифрового

решающего блока. Определение разности фаз производится цифровым решающим блоком 6 в соответствии с выражением (1) по мгновенным значениям  $U_{11}, U_{12}, U_{21}, U_{22}$ .

Использование изобретения позволяет повысить точность и быстродействие определения разности фаз двух синусоидальных сигналов, создавать быстродействующие цифровые измерители разности фаз для устройств автоматики, у которых точность измерения не зависит от изменения частоты и амплитуды синусоидальных сигналов.

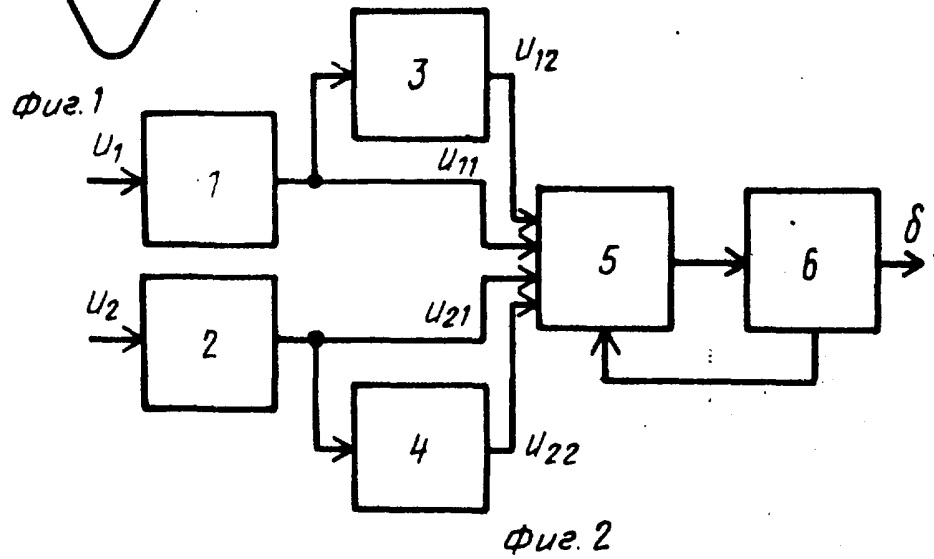
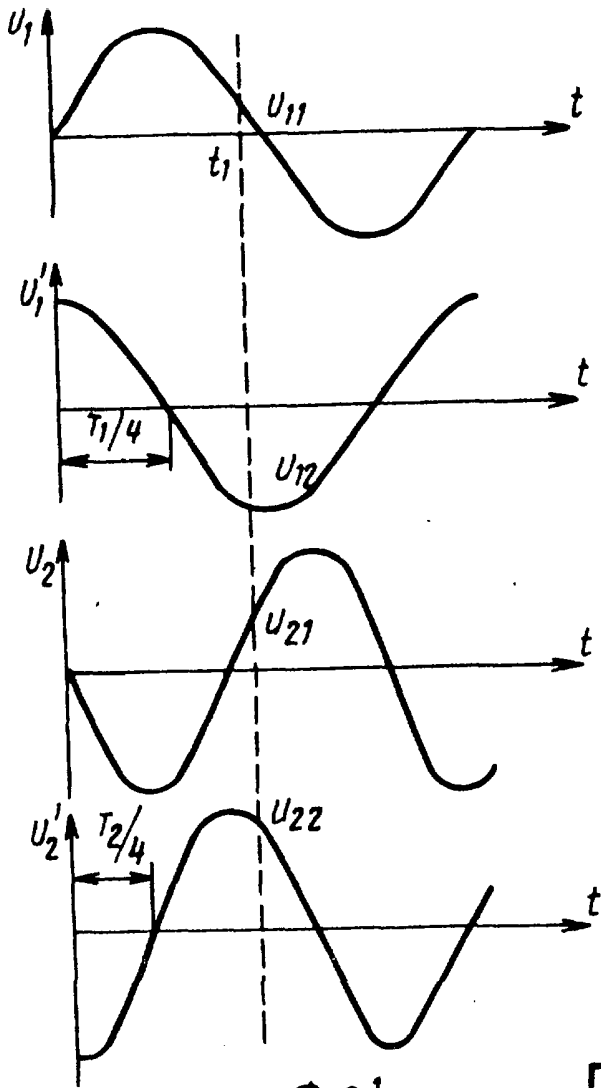
#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ определения разности фаз двух синусоидальных сигналов, при котором измеряют мгновенные значения этих сигналов, от л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения точности и быстродействия определения разности фаз, синусоидальные сигналы отфильтровывают от постоянной составляющей, сдвигают каждый из сигналов по фазе на угол  $\hat{\pi}/2$  в сторону опережения без изменения амплитуды, измерение мгновенных значений исходных и сдвинутых сигналов производят одновременно, а разность фаз определяют по формуле

$$\delta = \text{sign } U_{11} \left( \arccos \frac{U_{12}}{\sqrt{U_{11}^2 + U_{12}^2}} \right) - \text{sign } U_{21} \left( \arccos \frac{U_{22}}{\sqrt{U_{21}^2 + U_{22}^2}} \right),$$

где  $U_{11}, U_{12}$  - мгновенные значения соответственно первого и сдвинутого по отношению к нему на угол  $\hat{\pi}/2$  сигналов, измеренные в один момент времени;

$U_{21}, U_{22}$  - мгновенные значения соответственно второго и сдвинутого по отношению к нему на угол  $\hat{\pi}/2$  сигналов, измеренные одновременно со значениями  $U_{11}, U_{12}$ .



Редактор С. Пекарь      Составитель Ю. Макаревич      Техред М. Ходанич      Корректор Н. Борисова

Заказ 5081/55      Тираж 714      Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

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