

### Применение фазометрического метода в автоматизированных системах гониометрического контроля

Основной проблемой традиционных измерительных систем на базе дифференциальных измерительных преобразователей, является наличие мультипликативной нестабильности ветвей преобразователя [1]. Для устранения данной погрешности в устройствах формирования выходного сигнала измерительного преобразователя применяются компенсационные методы.

Целью работы является изучение применения фазометрического метода формирования сигнала в рамках создания электронного акселерометрического гониометра для обеспечения устойчивости системы к влиянию мультипликативных помех и различных условий эксплуатации.

Принцип действия фазометрического метода измерения угла поворота основан на непосредственном преобразовании сигналов с двухкомпонентных акселерометров в фазу синусоидального колебания. Это достигается путём питания акселерометров источником переменного напряжения, при этом фаза одного напряжения сдвинута относительно фазы другого на  $\pi/2$ .

По данной методике, направление мгновенного ускорения по отклонению к базису объекта А, будет иметь угол  $\varphi_A$ , а к базису объекта В угол  $\varphi_B$ . Тогда сигналы с выходов акселерометров будут иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} a_{x1} &= U \sin(\omega t) K_{x1} a \cos(\varphi_A), \\ a_{y1} &= U \cos(\omega t) K_{y1} a \sin(\varphi_A), \\ a_{x2} &= U \sin(\omega t) K_{x2} a \cos(\varphi_B), \\ a_{y2} &= U \cos(\omega t) K_{y2} a \sin(\varphi_B), \end{aligned} \quad (1)$$

где  $U, \omega$  - амплитуда и частота сигнала квадратурного генератора.

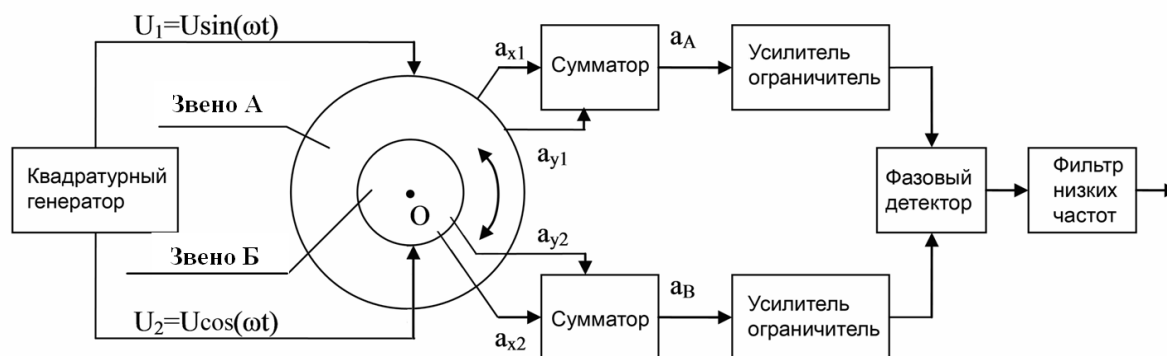


Рис. 1. Фазометрический метод измерения угла поворота

При сложении сигналов в сумматорах для объекта А и объекта В соответственно получим:

$$\begin{aligned} a_A &= UK_{x1} a \cos(\omega t + \varphi_A + \varphi_{K1}), \\ a_B &= UK_{x2} a \cos(\omega t + \varphi_B + \varphi_{K2}), \end{aligned} \quad (2)$$

где  $\varphi_{K1}$  и  $\varphi_{K2}$  - фазы рассогласования измерительных ветвей.

В результате с выхода фазового детектора после низкочастотной фильтрации мы будем иметь сигнал пропорциональный углу поворота объекта А относительно объекта В. Мультипликативная погрешность устраняется за счет ограничения уровня сигналов в ограничителе с последующим фазовым детектированием сигнала и определяется технической реализацией фазометрического метода [1].

## Секция 2. Анализ сигналов и систем

Реализация датчика позволяет решить задачу повышения точности измерений суставных перемещений. Это достигается путем применения двухкоординатных акселерометров питаемых переменным током и соединенных последовательно на объекте А и объекте В. [2]

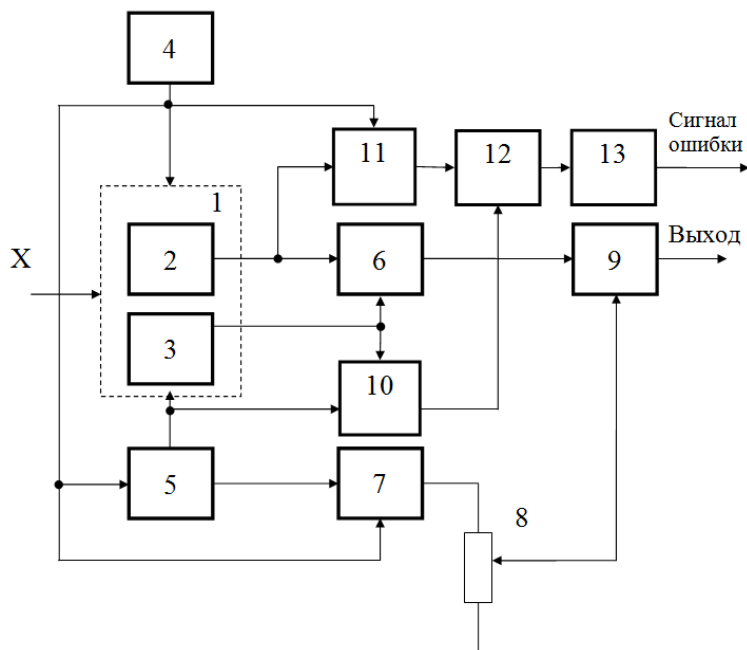


Рис. 2. Блок-схема устройства формирования сигнала гониометра

Из соотношений (1) и (2), сигнал на входе основного фазового детектора:

$$\begin{aligned} U_A &= UK_{x1}(1 + \Delta K_1)a \cos(\omega t + \phi_A + \phi_{K1}), \\ U_B &= UK_{x2}(1 + \Delta K_2)a \cos(\omega t + \phi_B + \phi_{K2}). \end{aligned} \quad (3)$$

Так как выбрана схема последовательного включения акселерометров, то коэффициенты преобразования равны:  $K_{x1} = K_{y1}$  и  $K_{x2} = K_{y2}$ , следовательно, фазы рассогласования измерительных ветвей  $\phi_{K1} = \phi_{K2} = 0$ . В результате на выходе фазового детектора 6 формируется сигнал пропорциональный углу поворота  $\varphi$  без влияния коэффициентов неустойчивости ветвей.

Таким образом, практическая реализация акселерометрического гониометра позволит:

- повысить устойчивость системы к влиянию мультипликативных помех и неустойчивости питающего напряжения;
- повысить точность и чувствительность измерений;
- упростить вычисления измеряемых параметров;
- реализовать телеметрические измерения.

### Литература

1. Кузичкин О.Р., Дорофеев Н.В. Устранение мультипликативной неустойчивости параметров дифференциальных измерительных преобразователей. \ Методы и устройства передачи и обработки информации, Вып. 10, М.: Радиотехника, 2008 г. стр. 79-82
2. Цаплев А.В., Дорофеев Н.В., Кузичкин О.Р. Радиотехнические и телекоммуникационные системы, ISSN 2221-2574, №4(16), 2014г., с.13-18
3. Патент 151194 (РФ) G01V7/14. Устройство формирования выходного сигнала дифференциального измерительного преобразователя / О.Р. Кузичкин, Гладышев М.А. (РФ), заявл. 08.08.14.; опубл. 27.03.2015.