

Дубровин В.С., Зюзин А.М. Вычислитель модуля квадратурных сигналов. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей VIII Всерос. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2008. – С. 96-98.

## ВЫЧИСЛИТЕЛЬ МОДУЛЯ КВАДРАТУРНЫХ СИГНАЛОВ

В.С. Дубровин<sup>1</sup>, А.М. Зюзин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева,

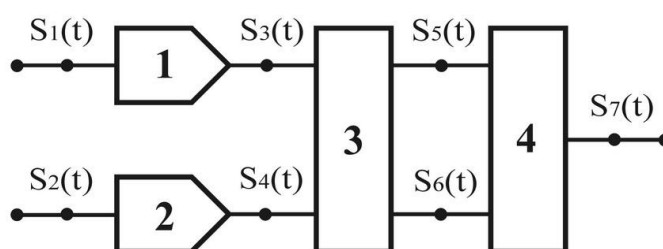
<sup>2</sup> Негосударственное научно-образовательное учреждение

«Саранский Дом науки и техники

Российского Союза научных и инженерных общественных организаций»,

г. Саранск

Вычислитель модуля квадратурных сигналов (ВМКС) может быть использован в радиолокационных станциях, устройствах автоматики и вычислительной техники. Для предлагаемого вычислителя модуля квадратурных сигналов найдено оптимальное соотношение параметров, при котором обеспечивается минимальный коэффициент пульсаций сигнала на выходе устройства.



Вычислитель модуля квадратурных сигналов содержит первый 1 и второй 2 двухполупериодные выпрямители, минимаксный селектор 3 и сумматор 4 с двумя входами.

Устройство работает следующим образом.

На первый вход вычислителя модуля квадратурных сигналов подаётся сигнал  $S_1(t) = A \cdot \sin(\omega t)$ , а на второй – сигнал  $S_2(t) = A \cdot \cos(\omega t)$ , где  $\omega = 2\pi f$  – круговая частота;  $A$  – амплитудное значение сигналов  $S_1(t)$  и  $S_2(t)$ .

В результате двухполупериодного выпрямления на выходе первого выпрямителя 1 выделяется однополярный сигнал  $S_3(t)$  с двумя пульсациями за период синусоиды, а на выходе второго выпрямителя 2 – однополярный сигнал  $S_4(t)$  с двумя пульсациями за период косинусоиды.

Коэффициент пульсации  $m$  сигналов  $S_3(t)$  и  $S_4(t)$  определяется с помощью следующего выражения:

$$m = \frac{(A_{\max} - A_{\min})}{(A_{\max} + A_{\min})} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $A_{\max}$  и  $A_{\min}$  – максимальные и минимальные значения сигналов  $S_3(t)$  и  $S_4(t)$ .

Очевидно, что  $A_{\max} = A$ ;  $A_{\min} = 0$ , следовательно,  $m = 100\%$ .

Сигнал  $S_3(t)$  с выхода первого выпрямителя 1 поступает на первый вход минимаксного селектора 3, а сигнал  $S_4(t)$  с выхода второго выпрямителя 2 – на второй вход минимаксного селектора 3.

На первом выходе минимаксного селектора 3 формируется сигнал

$$S_5(t) = \max[S_3(t), S_4(t)], \quad (2)$$

а на втором выходе – сигнал

$$S_6(t) = \min[S_3(t), S_4(t)]. \quad (3)$$

Сумма двух сигналов  $S_5(t)$  и  $S_6(t)$  образует выходной сигнал  $S_7(t)$  вычислителя модуля квадратурных сигналов, величина которого

$$S_7(t) = \alpha \cdot S_5(t) + \beta \cdot S_6(t), \quad (4)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – коэффициенты передачи сумматора 4, соответственно, по первому и второму входам.

В [1] показано, что оптимальные значения коэффициентов  $\alpha$  и  $\beta$  сумматора 4 определяются следующими соотношениями:

$$\alpha = \pi / [8 (\sqrt{2} - 1)]; \quad (5)$$

$$\beta = \alpha (\sqrt{2} - 1). \quad (6)$$

При выполнении условий (5) и (6) обеспечивается минимальный коэффициент пульсации  $m_{\min}$  сигнала  $S_7(t)$  на выходе сумматора 4, а следовательно, и на выходе ВМКС.

Для определения  $m_{\min}$  найдём максимальное  $E_{\max}$  и минимальное  $E_{\min}$  значения выходного сигнала  $S_7(t)$ :

$$E_{\max} = \alpha \cdot A [\cos (\pi/8) + (\sqrt{2} - 1) \cdot \sin (\pi/8)]; \quad (7)$$

$$E_{\min} = A \cdot \pi / [8 (\sqrt{2} - 1)]. \quad (8)$$

При совместном решении (7), (8) и (1) получим:

$$m_{\min} = \frac{(E_{\max} - E_{\min})}{(E_{\max} + E_{\min})} 100\% = \frac{(M - 1)}{(M + 1)} 100\%, \quad (9)$$

$$\text{где } M = [\cos (\pi/8) + (\sqrt{2} - 1) \cdot \sin (\pi/8)]. \quad (10)$$

При этом модуль квадратурных сигналов  $S_1(t)$  и  $S_2(t)$  является восьмипульсационным, и пульсации имеют симметричную форму с максимумами через каждые  $22,5^\circ$ .

Для угла  $\omega t = (\pi/8) = 22,5^\circ$  значение  $M = 1,0824$ , и коэффициент  $m_{\min}$  при этом не превышает значения 4% ( $m_{\min} = 3,957\%$ ).

#### **Выводы:**

1. Предлагаемый вычислитель модуля квадратурных сигналов обеспечивает коэффициент пульсации на своём выходе, не превышающий значения 4%.

2. В устройстве используются только диоды, резисторы и операционные усилители, что позволяет выполнить его в микроминиатюрном исполнении.

3. Вычислитель модуля квадратурных сигналов может быть использован в радиолокационных станциях, устройствах автоматики и вычислительной техники.

#### **Библиографический список**

1. А.с. 1758806 СССР, МКИ<sup>4</sup> Н02М 7/06. Преобразователь ортогональных напряжений в постоянное / В.С. Дубровин // Бюл. №32, 1992.