

Корисна модель належить до техніки вимірювання фазового зсуву та може бути використана для визначення фазового зсуву між синусоїдальними сигналами, що мають в своєму складі компоненту шуму у випадках, коли дискретизація сигналів проводилась на інтервалі часу, який не містить ціле число їх періодів.

Найближчим аналогом є спосіб вимірювання фазового зсуву [1], застосування якого передбачає дискретизацію досліджуваних сигналів із наступним їх перетворенням в цифрову форму та виділенням синусної та косинусної опорних складових досліджуваних сигналів, до яких додається фазовий зсув, значення якого залежить від кількості вибірок на період сигналу.

Недоліком описаного методу вимірювання фазового зсуву є, зумовлене похибками визначення синусної та косинусної опорних складових досліджуваного сигналу, зменшення точності вимірювань у випадку, коли дискретизація сигналів, між якими визначається фазовий зсув, проводилась на інтервалі часу, який містить не ціле число їх періодів.

Задача корисної моделі полягає в забезпеченні точності вимірювання фазового зсуву між сигналами, дискретизація яких проводилась на інтервалі часу, що не містить ціле число їх періодів.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб вимірювання фазового зсуву, що включає дискретизацію досліджуваних сигналів, їх перетворення в цифрову форму із наступним виділенням синусної та косинусної опорних складових кожного з сигналів, за якими обчислюють фазовий зсув, згідно з корисною моделлю, синусну та косинусну опорні складові сигналів визначають шляхом вирішення системи із не менше ніж трьох рівнянь, вектор вільних членів якої розраховують як скалярний добуток досліджуваних сигналів із допоміжними опорними синусоїдальними сигналами, кожен з яких має одиничну амплітуду та різні частоти, що не співпадають з частотою досліджуваних сигналів.

Синусна (Q) та косинусна (I) складові кожного з сигналів, між якими проводиться вимірювання фазового зсуву, визначаються шляхом вирішення системи рівнянь (1), при цьому загальна кількість рівнянь M в системі повинна відповідати вимозі: $M \geq 3$.

$$A_1 x = b, \quad (1)$$

де матриця A_1 визначає коефіцієнти системи рівнянь, та може бути визначена із застосуванням виразу (3), вектор x містить невідомі косинусну та синусну складові сигналів: $x = [Q, I]^T$, вектор-стовпчик b містить результати розрахунку M скалярних добутків досліджуваного сигналу та допоміжного опорного сигналу $\sin(\omega_{1m}t)$, $b = [S(\omega_{11}), S(\omega_{1m-1}), S(\omega_{1m}), S(\omega_{1m+1}) \dots S(\omega_{1M})]^T$, кожен з яких розраховується за формулою (2).

$$S(\omega_{1m}) = \int_0^{T_d} \sin(\omega_{1m}t) (A_2 \sin(\omega_2 t + \varphi_2) + N(t)) dt, \quad (2)$$

де A_2 - амплітуда досліджуваного сигналу, ω_2 - кутова частота досліджуваного сигналу, φ_2 - початкова фаза досліджуваного сигналу, ω_{1m} - кутова частота допоміжного опорного сигналу з порядковим номером m, що не співпадає з частотою ω_2 , t - час, T_d - інтервал часу, на якому проведено дискретизацію сигналу, та який не обов'язково повинен містити ціле число його періодів, $N(t)$ - складова шуму досліджуваного сигналу.

$$A_1 = \begin{pmatrix} \vartheta(\omega_{11}) & \psi(\omega_{11}) \\ \vartheta(\omega_{1m-1}) & \psi(\omega_{1m-1}) \\ \vartheta(\omega_{1m}) & \psi(\omega_{1m}) \\ \vartheta(\omega_{1m+1}) & \psi(\omega_{1m+1}) \\ \dots & \dots \\ \vartheta(\omega_M) & \psi(\omega_M) \end{pmatrix}. \quad (3)$$

де значення функцій $\psi(\omega_{1m})$ та $\vartheta(\omega_{1m})$ розраховуються за формулами:

$$\psi(\omega_{1m}) = -\frac{\omega_{1m} \cos(b\omega_{1m}) \sin(b\omega_2)}{(\omega_{1m} - \omega_2)(\omega_{1m} + \omega_2)} + \frac{\omega_2 \sin(b\omega_{1m}) \cos(b\omega_2)}{(\omega_{1m} - \omega_2)(\omega_{1m} + \omega_2)}, \quad (4)$$

$$\vartheta(\omega_{1m}) = -\frac{\omega_{1m} \cos(b\omega_{1m}) \cos(b\omega_2)}{(\omega_{1m} - \omega_2)(\omega_{1m} + \omega_2)} + \frac{\omega_2 \sin(b\omega_{1m}) \sin(b\omega_2)}{(\omega_{1m} - \omega_2)(\omega_{1m} + \omega_2)} + \theta(\omega_{1m}), \quad (5)$$

$$\theta(\omega_{1m}) = \frac{\omega_{1m}}{(\omega_{1m} - \omega_2)(\omega_{1m} + \omega_2)}. \quad (6)$$

Джерела інформації:

1. Лігоміна С.М., Кулікова Р.О. Спосіб вимірювання фазового зсуву: патент на корисну модель 55496 Україна: G01R 25/00, № u201008832; заявл. 15.07.2010; опубл. 10.12.2010, Бюл. № 23.