

## ВИМІРЮВАЧ КУТА ФАЗОВИХ ЗСУВІВ ЗА МЕТОДОМ КОІНЦИДЕНЦІЇ

Горященко К. Л., к.т.н., доцент; Гула І. В., аспірант

Хмельницький національний університет, м. Хмельницький, Україна

В області фазовимірювальної техніки багато вчених працювало і продовжує працювати як в СНД, так і в Україні. Найбільш вагомий вклад в її розвиток внесли колективи під керівництвом [1, 2]: С. М. Маєвського, Ю. О. Скрипника, Е. Д. Колтика, С. А. Кравченко, М. К. Чмиха та ряду інших.

Усі відомі методи та засоби вимірювання фазових зсувів сигналів не можуть у повній мірі задовольнити сучасний рівень вимог, що ставляться перед вимірювачами фазових зсувів сигналів. Основними вимогами до таких вимірювачів є:

- мала похибка вимірювання (менше 1%);
- максимальна швидкодія вимірювання;
- широкий динамічний діапазон вимірювальної величини ;
- простота апаратурної реалізації;
- підвищена завадостійкість;
- можливість досягнення високого ступеню інтеграції складових вимірювача.

Для вимірювання фазових зсувів використовуються аналогові та цифрові прилади різних архітектур. Перевагами цифрових фазометрів (ЦФ) є висока точність вимірювання фазового зсуву, яка обумовлена усередненням результатів вимірювань за велике число періодів вхідного сигналу; широкий частотний діапазон вимірювальних сигналів; великий динамічний діапазон по амплітуді вхідних.

До недоліків слід віднести низьку завадостійкість, понижену швидкодію. Усунення деяких недоліків досягається додатковою обробкою сигналів. Як приклад — ЦФ з часом вимірювання кратним періоду сигналу.

Метод співпадіння (або відомий як «коінциденції») оснований на використанні багатоканальної нерегульовані міри і багатоканального нерегульованого масштабного перетворення. На відміну від методу ноніусу, в методі коінциденції використовується багатократні моменти співпадіння між сигналами, що визначає надлишковість метода.

Методом коінциденції може бути виміряний фазовий зсув  $\phi_x$ , тобто еквівалентний інтервал  $t_x$ , на який зсунуті дві періодичні послідовності імпульсів з періодом  $T_x$ . В цьому випадку проводиться рахунок числа  $N_1$  (див. рис. 1) квантующих імпульсів з періодом  $T_0$  і рахунок числа  $N_1'$  імпульсів першої послідовності  $T_x$ , які знаходяться між співпадінними імпульсами цих послідовностей. Тоді має місце рівняння:  $N_1 T_0 = N_1' T_x$ .

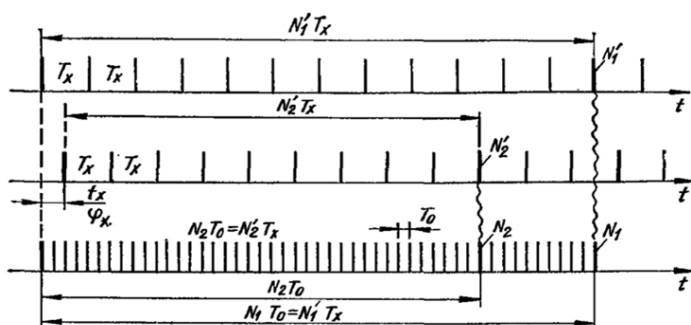


Рис. 1. Вимірювання фази сигналів  $\phi_x$  методом коінциденції [1]

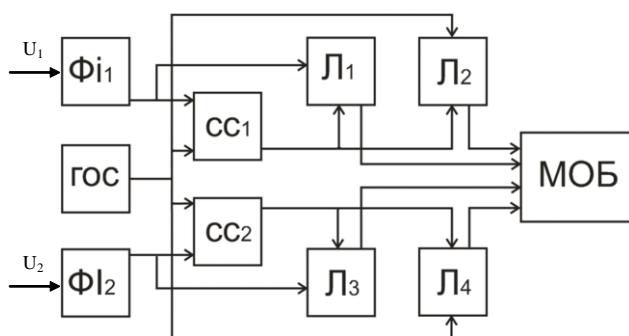


Рис. 2. Структурна схема вимірювання фазового зсуву методом коінциденції між двома сигналами  $U_1$  та  $U_2$

сигналів,  $CC_2$  слідує за співпадіннями другої пари сигналів. Чотири лічильники імпульсів  $L_1, L_2, L_3, L_4$ , які рахують імпульси від ГОС керуються сигналами, що формуються в процесі роботи схем співпадінь. Мікропроцесорний обчислювальний блок (МОБ) виводить результати обрахунку на дисплей за формулою (1).

### Висновки

Однією з особливостей вимірювача за методом коінциденції є надлишковість, обумовлена використанням фактично багатоскального підходу до вимірювання. За виразом (1) видно, що точність визначається співвідношенням інтервалів між собою. В свою чергу, це дозволяє отримати можливість вимірювання фази у короткотривалих вимірюваннях, так і підвищити точність за рахунок більш довготривалих вимірювань.

### Література

1. Орнатский П. П. Автоматические измерения и приборы (аналоговые и цифровые) 5-е изд., перераб. и доп. — К. : Вища шк. Головное изд-во, 1986. — 604 с.
2. Сапельников В. М. Проблемы воспроизведения смещаемых во времени электрических сигналов и их метрологическое обеспечение / Сапельников В. М., Кравченко С. А., Чмых М. К. / Изд-е Башкирск. гос. ун-та. — Уфа, 1999. — 200 с.
3. Троцишин І. В. Вимірювання частоти за методом коінциденції та особливості утворення шкали вимірювального перетворення / І. В. Троцишин, О. П. Войтюк, Л. В. Троцишина // Вісник Хмельницького національного університету. — 2009. — № 3. — Технічні науки. — С. 240 — 244.

В загальному випадку, кут зсуву фази визначається за таким виразом:

$$\Delta\phi = \left( \frac{N'_1 N_2 - N'_2 N_1}{N_1} \right) \cdot 360^\circ \quad (1)$$

На рис. 2 представлено структурну схему вимірювача фазового зсуву за методом коінциденції. В цій схемі формувачі імпульсів (ФІ) з входних сигналів  $U_1, U_2$  створюють імпульси короткої тривалості, які окремо порівнюються з імпульсними сигналами генератора опорних сигналів (ГОС). Далі ці імпульси потрапляють на схеми співпадінь ( $CC_1$  і  $CC_2$ ):  $CC_1$  слідує за співпадіннями першої пари