



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **104350** (13) **U**  
(51) МПК (2016.01)  
**G01R 25/00**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2015 06942</b>	(72) Винахідник(и): <b>Бучма Ігор Михайлович (UA), Дронь Микола Іванович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>13.07.2015</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.01.2016</b>	(73) Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА", вул. Ст. Бандери, буд. 12, м. Львів, 79013 (UA)</b>
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.01.2016, Бюл.№ 2</b>	

## (54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ФАЗОВОГО ЗСУВУ

(57) Реферат:

Спосіб вимірювання фазового зсуву полягає в тому, що вимірюють амплітудне значення  $U_{m1}$  одного з сигналів. При цьому вимірюють миттєве значення цього ж сигналу  $u_1(t_0)$  в момент  $(t_0)$ , коли миттєве значення другого сигналу дорівнює нулю, і визначають фазовий зсув.

**UA 104350 U**



Корисна модель належить до техніки вимірювання фазового зсуву між двома гармонічними сигналами з різними амплітудами і може бути використана для підвищення точності та спрощення конструкції перетворювачів фазового зсуву в цифровий код.

Відомий спосіб вимірювання фазового зсуву, який полягає в тому, що вимірюють амплітудне значення  $U_{m1}$  одного та другого сигналів  $U_{m2}$ , зменшують амплітудне значення першого сигналу  $U_{m1}$  в  $K$  разів і отримане значення напруги  $U_{m1}/K$  порівнюють з миттєвим значенням цього ж сигналу та в момент  $t_1$  рівності цих значень, який визначається виразом,

$$t_1 = \frac{1}{\omega} \arcsin \frac{1}{K}, \text{ де } \omega - \text{кутова частота, с}^{-1}$$

вимірюють значення другого сигналу  $u_2(t_1)$  і визначають значення фазового зсуву за формулою

$$\varphi_x = \arcsin \frac{1}{K} - \arcsin \frac{u_2(t_1)}{U_{m2}}$$

[Кондратов В.Т. Алгоритмические методы измерения мгновенных значений фазового сдвига инфранизкочастотных сигналов. - К.: Институт кибернетики имени В.М. Глушкова АН УССР, 1984].

Однак при цьому способі непрямого вимірювання фазового зсуву виникає похибка, яка визначається похибками трьох вимірювань та одного порівняння, і такий спосіб є складним у реалізації.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення способу вимірювання фазового зсуву між гармонічними сигналами підвищеної точності та простішого в реалізації.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі вимірювання фазового зсуву між двома гармонічними сигналами

$$u_1(t) = U_{m1} \sin(\omega t + \varphi_x)$$

та

$$u_2(t) = U_{m2} \sin \omega t, \text{ де } \omega - \text{кутова частота, с}^{-1},$$

який полягає в тому, що вимірюють амплітудне значення першого сигналу  $U_{m1}$ , згідно з корисною моделлю, вимірюють також миттєве значення цього ж сигналу  $u_1(t_0)$  в момент  $t_0$ , коли миттєве значення другого сигналу  $u_2(t_0)$  дорівнює нулю, і визначають фазовий зсув  $\varphi_x$  за формулою

$$\varphi_x = \arcsin \frac{u_1(t_0)}{U_{m1}} \quad (1).$$

Це дозволяє визначати фазовий зсув з вищою точністю за рахунок усунення впливу похибки третього вимірювання та похибки порівняння, а також спрощує реалізацію способу.

На фіг. 1 зображено пристрій для вимірювання зсуву фаз між двома гармонічними сигналами, на фіг. 2 - часові діаграми роботи пристрою, а на фіг. 3 - два гармонічні сигнали.

Спосіб вимірювання фазового зсуву здійснюється так: вимірюють амплітудне значення  $U_{m1}$  першого сигналу, в момент  $t_0$ , коли миттєве значення другого сигналу дорівнює нулю, вимірюють миттєве значення першого сигналу  $u_1(t_0)$ , і за формулою

$$\varphi_x = \arcsin \frac{u_1(t_0)}{U_{m1}}$$

визначають фазовий зсув  $\varphi_x$  між двома гармонічними сигналами, які подані на фіг. 3.

Приклад реалізації пропонованого способу вимірювання фазового зсуву пояснюється на фіг.

1.

Пристрій складається з послідовно з'єднаних диференціатора 1, компаратора 2, одновібратора 3 і логічної схеми АБО 4, послідовно з'єднаних компаратора 5 та одновібратора 6, мікроконтролера 7, який містить аналого-цифровий перетворювач (АЦП) та пам'ять RAM, вихід одновібратора 6 під'єднано до другого входу логічної схеми АБО 4, вихід логічної схеми АБО 4 під'єднано до входу запуску АЦП мікроконтролера 7, вимірювальний вхід АЦП мікроконтролера 7 під'єднано до входу диференціатора 1. Часові діаграми роботи пристрою подано на фіг. 2.

Пристрій працює наступним чином. На вхід диференціатора 1 та вимірювальний вхід АЦП мікроконтролера 7 подають вхідний сигнал  $u_{вх1}(t)$ , а вхідний сигнал  $u_{вх2}(t)$  подають на вхід компаратора 5. Сигнал  $u_{вх1}(t)$  диференціатором 1 зсувається за фазою на  $\frac{\pi}{2}$  і потім компаратором 2 перетворюється у прямокутний сигнал  $u_2(t)$  (фіг. 2), фронти якого співпадають з моментами, в які сигнал  $u_{вх1}(t)$  дорівнює його амплітудному значенню. Одновібратор 3 з цього прямокутного сигналу формує короткі імпульси  $u_3(t)$  (фіг. 2), які подаються на перший вхід логічної схеми АБО 4 і з її виходу  $u_4(t)$  (фіг. 2) надходять на запуск АЦП мікроконтролера 7, на вимірювальному вході якого напруга  $u_{вх1}(t)$  в цей момент приймає амплітудне значення  $u_{m1}$ , яке після перетворення АЦП записується в комірку пам'яті RAM мікроконтролера 7 (фіг. 2). На вхід компаратора 5 подається другий сигнал  $u_{вх2}(t)$  який компаратором 5 перетворюється у прямокутний сигнал  $u_5(t)$  (фіг. 2), фронти якого співпадають з моментами  $t_0$  рівності нулю сигналу  $u_{вх2}(t_0)=0$ . Одновібратор 6 з прямокутного сигналу  $u_5(t)$  формує коротенькі імпульси  $u_6(t)$  (фіг. 2), які через другий вхід логічної схеми АБО 4 також надходять на запуск АЦП, на вимірювальному вході якого в цей момент перетворюється миттєве значення  $u_1(t_0)$ , яке записується в другу комірку пам'яті мікроконтролера 7. На основі даних (фіг. 3), які записані в

комірках, мікроконтролер 7 за формулою 
$$\varphi_x = \arcsin \frac{u_1(t_0)}{U_{m1}}$$
 підраховує фазовий зсув, який висвітлюється на дисплеї 8.

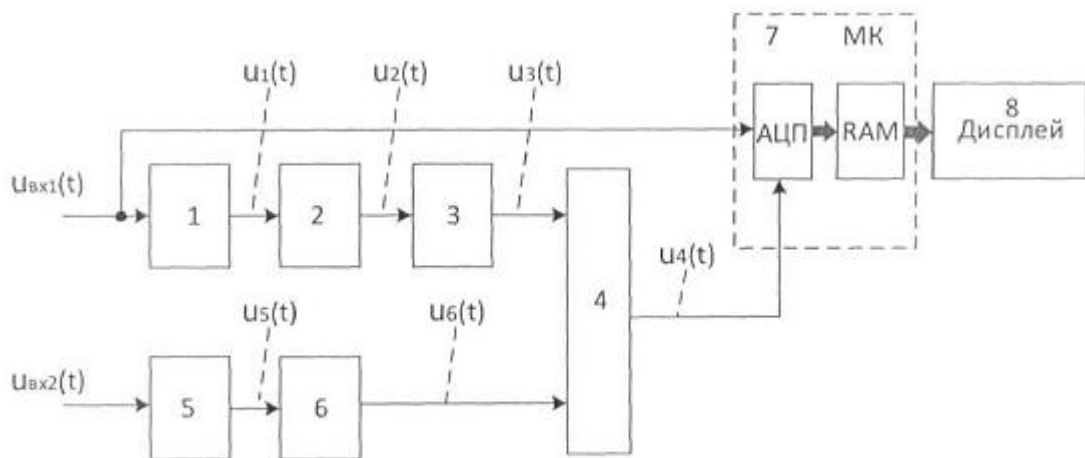
Таким чином спосіб дає можливість підвищити точність за рахунок зменшення кількості допоміжних вимірювань та спростити його реалізацію.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб вимірювання фазового зсуву, який полягає в тому, що вимірюють амплітудне значення  $U_{m1}$  одного з сигналів, який **відрізняється** тим, що вимірюють миттєве значення цього ж сигналу  $u_1(t_0)$  в момент  $(t_0)$ , коли миттєве значення другого сигналу дорівнює нулю, і за формулою

$$\varphi_x = \arcsin \frac{u_1(t_0)}{U_{m1}}$$

визначають фазовий зсув  $\varphi_x$ .



Фіг. 1

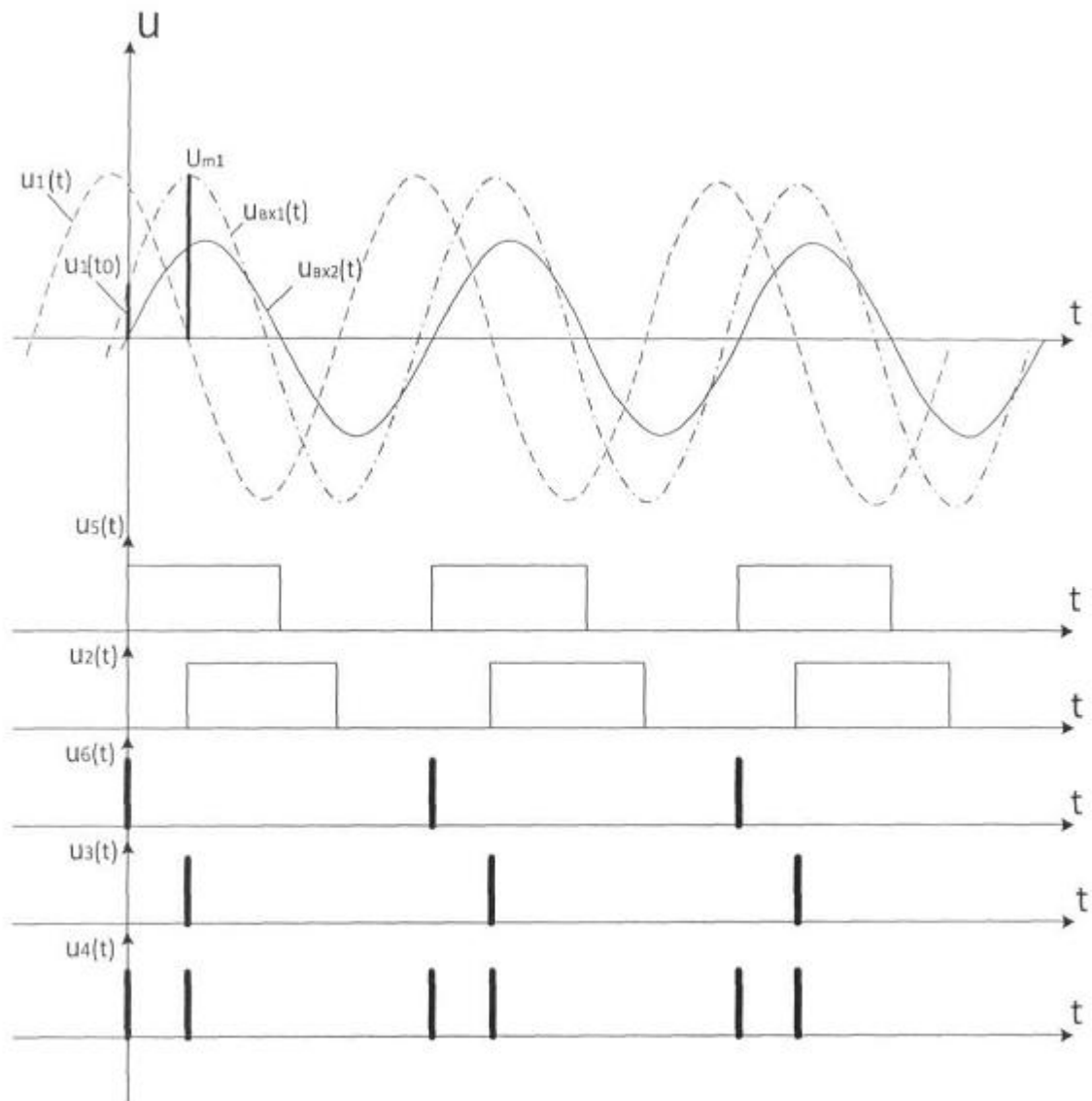


Fig. 2

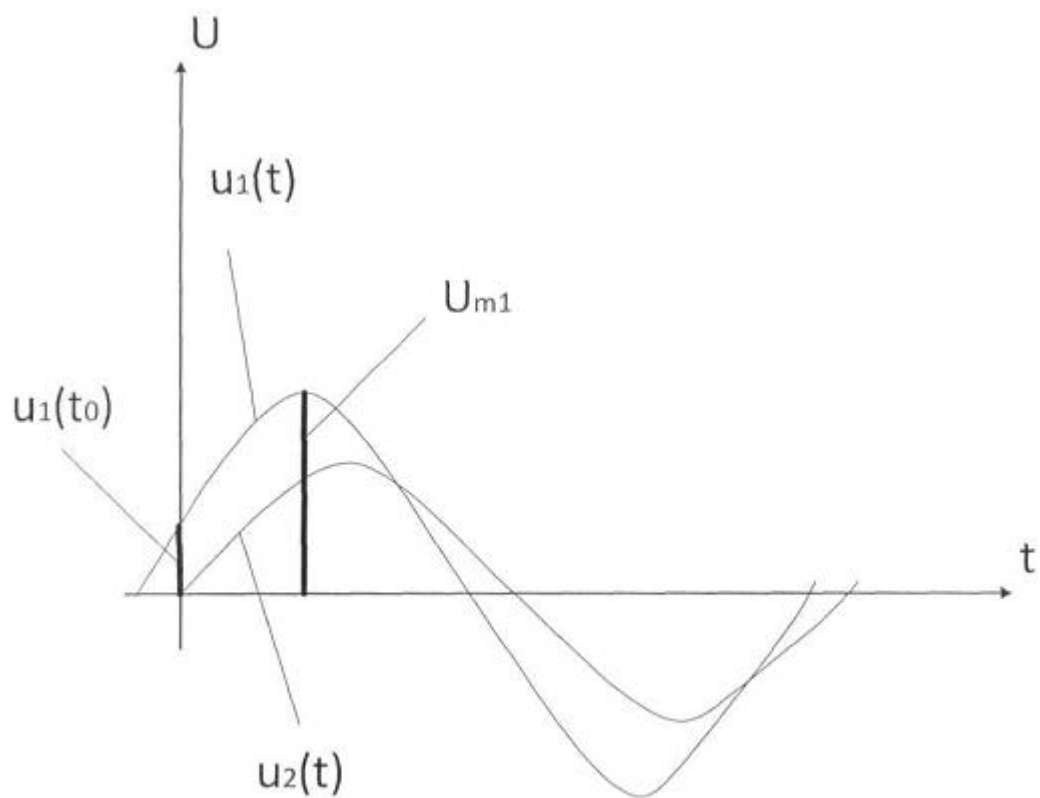


Fig. 3

---

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601