



УКРАЇНА

(19) UA (11) 111253 (13) U
(51) МПК (2016.01)
G01R 25/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

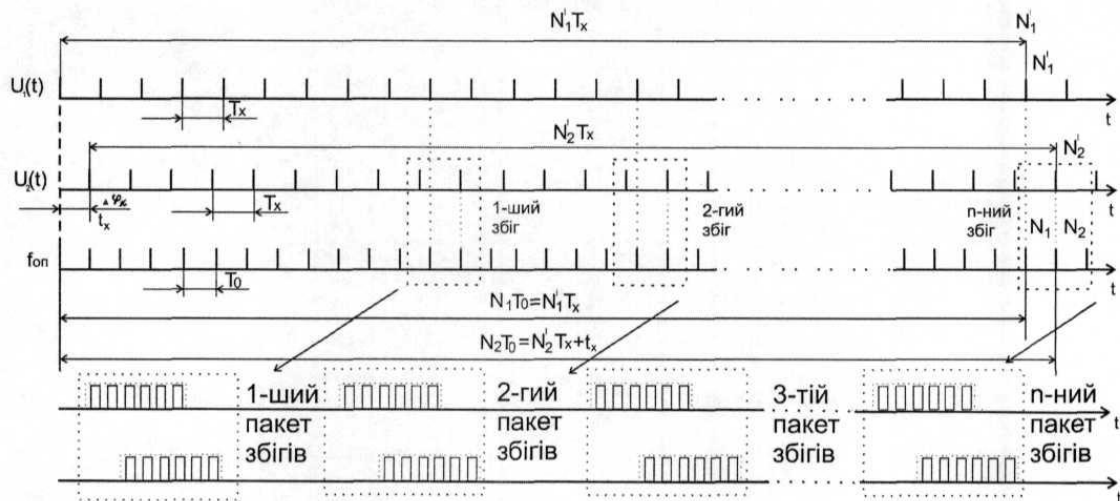
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 03446	(72) Винахідник(и): Горященко Костянтин Леонідович (UA), Горященко Сергій Леонідович (UA), Гула Ігор Володимирович (UA), Троцишин Іван Васильович (UA)
(22) Дата подання заявки: 04.04.2016	(73) Власник(и): ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.11.2016	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.11.2016, Бюл.№ 21	

(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ФАЗОВОГО ЗСУВУ МІЖ ПЕРІОДИЧНИМИ СИГНАЛАМИ ДОВІЛЬНОЇ ТРИВАЛОСТІ

(57) Реферат:

Спосіб вимірювання фазового зсуву між періодичними сигналами довільної тривалості включає формування імпульсів мінімальної тривалості, що еквівалентні вхідному та зсунутому в часі вхідному сигналам окремо, формуванні імпульсів опорної частоти фіксованої тривалості, визначенні моментів збігів між імпульсами опорної частоти та імпульсами вхідного сигналу, моментів збігів між імпульсами опорної частоти та імпульсами зсунутого в часі вхідного сигналу, визначенні кількості імпульсів опорної частоти, що фіксуються від моменту збігу між імпульсами опорної частоти та імпульсами вхідного сигналу до моменту збігу між імпульсами опорної частоти та імпульсами зсунутого в часі вхідного сигналу. Як опорний сигнал використовується сигнал, період повтору якого може складати більше, менше, але не дорівнювати періоду повтору вхідних сигналів, для яких вимірюється фазовий зсув, а тривалість імпульсів опорної частоти може бути більша за період повтору вхідних імпульсів, після чого визначаються моменти збігу між будь-яким з вхідних та опорним сигналами.



UA 111253 U

Корисна модель належить до області електронно-вимірювальної техніки і може бути використаний у вимірювальній техніці при визначенні з високою точністю кута фазового зсуву двох гармонічних сигналів у широкому динамічному діапазоні при невідомій тривалості сигналів.

Для вимірювання фазових зсувів існує велика кількість різноманітних методів. Одними з найбільш точними є ноніусні методи вимірювання [1]. Ноніусний метод є методом прямого вимірювання з одноразовим порівнянням вихідних величин двох багатозначних нерегульованих мір з різними за значенням ступенями, в яких нульові позначки яких зсунуті між собою на вимірювану величину. Суть методу полягає у наступному: нехай маємо одну калібровану міру з ціною поділки q_1 і вимірювальну величину Δx , яка менше ціни поділки. В цьому випадку використовують другу міру з ціною поділки q_2 . Вимірювальну величину Δx встановлюють між відмітками мір і знаходять число N_x , яке дорівнює кількості поділок мір, які співпали.

Якщо чутливість потрібно збільшити в n разів, то співвідношення між шкалами буде мати вигляд: $q_2 = q_1(1 - 1/n)$ де n - кратність кроку ноніуса.

З розвитком техніки ноніусний метод став широко використовуватись для аналого-цифрового перетворення тривалості різних фізичних величин. Він має два різновиди з послідовним масштабним перетворенням і паралельним масштабним перетворенням, кожен з яких має свої переваги та недоліки [2, 3, 4].

Метод багатократного ноніуса [1, 4] передбачає використання в процесі перетворення декількох ноніусних шкал (по одній на кожний оцінюваний розряд або групу розрядів) і може бути реалізований двома шляхами. Перший шлях характеризується тим, що всі ноніусні шкали збігаються з одною опорною шкалою. Другий шлях реалізації методу багатократного ноніуса пов'язаний з використанням на кожному наступному етапі як опорну шкалу результат попереднього етапу перетворення.

Як аналог взято відомий метод коінциденції, або метод подвійного збігу. Метод коінциденції є одним з видів багатошкальних методів вимірювання до яких належать ноніусні методи. Особливістю методу коінциденції є те, що в ньому використовується не один збіг як в ноніусному або багатошкальному методах, а два, що дозволяє підвищити точність вимірювання в порівнянні з базовими ноніусними методами.

Недоліком ноніусних методів є необхідність визначення моменту збігу, для чого потрібно використовувати формувачі надкоротких еквівалентних імпульсів. При зростанні частоти вхідних сигналів такі імпульси мають складати нано- та пікосекундні тривалості, що в свою чергу обумовлює необхідність застосування високостабільного генератора опорного сигналу.

Задача корисної моделі є підвищення точності вимірювання фазового зсуву періодичних сигналів.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі вимірювання фазового зсуву між сигналами довільної тривалості, який полягає в тому, що як опорний сигнал використовується сигнал, період повтору якого може складати більше, менше, але не дорівнювати періоду повтору вхідних сигналів, для яких вимірюється фазовий зсув. Реалізація способу показана на кресленні. Тривалість імпульсів опорної частоти може бути більша за період повтору вхідних імпульсів, визначаються моменти збігу між будь-яким з вхідних та опорним сигналами, що створює пакет імпульсів збігів, який складається з одного або більше послідовних моментів збігу для кожного каналу окремо, а саме між імпульсами вхідного та опорного або між імпульсами зсунутого в часі та опорного сигналами, самих пакетів збігів не менше двох, причому як інформаційний приймається лише перший імпульс в пакеті імпульсів збігів для кожного каналу окремо, вимірювання відбувається шляхом накопичення кількості імпульсів збігу та кількості імпульсів опорного сигналу за весь час вимірювання.

Відповідне значення кута фазового зсуву між вхідними сигналами визначається з виразу

$$\varphi_x = \left(\frac{N'_1 N_2 - N'_2 N_1}{N_1} \right) \cdot 360^\circ, \text{ де } N_1, N_2 - \text{кількість імпульсів опорного сигналу, що зафіксовано за}$$

час існування вхідного та зсунутого в часі вхідного сигналів відповідно, N'_1, N'_2 - кількість пакетів збігу між вхідними сигналами та опорним сигналом.

Цикл вимірювання починається з моменту виникнення першого імпульсу збігу, якому відповідає $N_1=1$, а обрахунок значення фазового зсуву виконується циклічно в кожний момент зростання значення N_2 , тому при завершенні в довільний момент часу вхідного сигналу визначення значення фазового зсуву також припиняється, причому із зростанням значень N_1, N_2, N'_1, N'_2 вплив нестабільності опорного сигналу зменшується, а точність визначення фазового зсуву збільшується.

Таким чином, запропонований спосіб вимірювання фазового зсуву дозволяє підвищити точність вимірювання фазового зсуву із зростанням кількості збігів, дозволяє використовувати на декілька порядків більшу тривалість імпульсів опорного сигналу в порівнянні з потрібними

для ноніусних методів та виконувати вимірювання як в діапазоні високих так і наднизьких частот.

Джерела інформації:

- 5 1. Орнатский П.П. Автоматические измерения и приборы (аналоговые и цифровые) 5-е изд. / Орнатский П.П. - К.: Вища школа, 1986. - 604 с.
2. Baron R.C. The vernier time-measuring technique / Baron R.C.// Proc IRE. - 1957, v. 45, № 1.
3. А.с. 310191, СССР G 01r 25/00. Цифровой фазометр / А.А Богородицкий, А.Г. Рижевский, Т.Н. Рыжевская, Ю.А. Смагин, Э.К. Шахов, В.М. Шляндин (СССР). - № 1385175/18-10; заяв. 08.12.1969; опубл. 26.07.1971, Бюл. № 23.
- 10 4. Агафонников А.М. Фазовые радиотехнические системы для морских исследований / Агафонников А.М. - М.: Наука, 1979. - 238 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

15

Спосіб вимірювання фазового зсуву між періодичними сигналами довільної тривалості, який включає формування імпульсів мінімальної тривалості, що еквівалентні вхідному та зсунутому в часі вхідному сигналам окремо, формуванні імпульсів опорної частоти фіксованої тривалості, визначенні моментів збігів між імпульсами опорної частоти та імпульсами вхідного сигналу, моментів збігів між імпульсами опорної частоти та імпульсами зсунутого в часі вхідного сигналу, визначенні кількості імпульсів опорної частоти, що фіксуються від моменту збігу між імпульсами опорної частоти та імпульсами вхідного сигналу до моменту збігу між імпульсами опорної частоти та імпульсами зсунутого в часі вхідного сигналу, який **відрізняється** тим, що як опорний сигнал використовується сигнал, період повтору якого може складати більше, менше, але не дорівнювати періоду повтору вхідних сигналів, для яких вимірюється фазовий зсув, а тривалість імпульсів опорної частоти може бути більша за період повтору вхідних імпульсів, після чого визначаються моменти збігу між будь-яким з вхідних та опорним сигналами, що створює пакет імпульсів збігів, який складається з одного або більше послідовних моментів збігу для кожного каналу окремо, а саме між імпульсами вхідного та опорного або між імпульсами зсунутого в часі та опорного сигналами, при цьому самих пакетів збігів не менше двох, при цьому як інформаційний приймається тільки перший імпульс в кожному окремому пакеті збігів по кожному каналу, а саме вимірювання відбувається шляхом накопичення кількості імпульсів збігу та кількості імпульсів опорного сигналу за час вимірювання, а відповідне значення кута

20

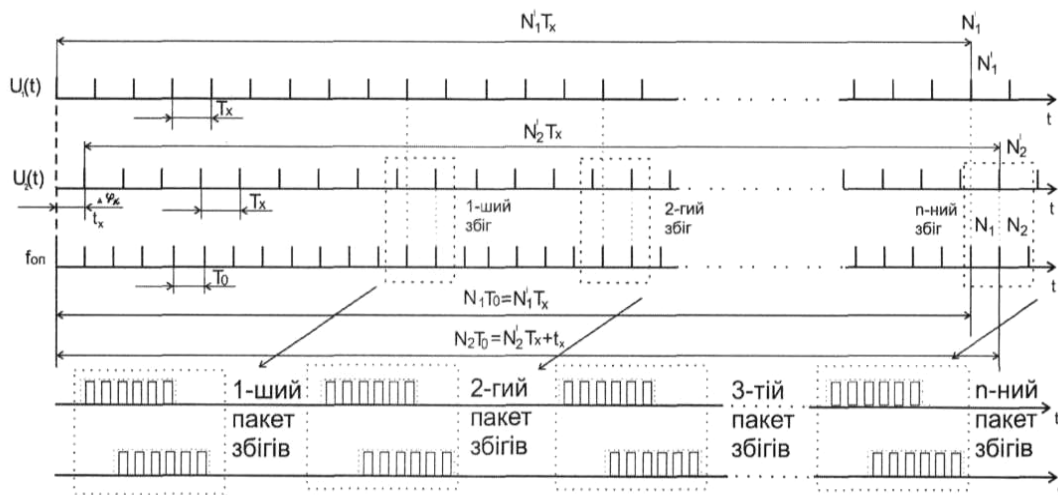
25

30

35

фазового зсуву між вхідними сигналами визначається з виразу
$$\varphi_x = \left(\frac{N'_1 N_2 - N'_2 N_1}{N_1} \right) \cdot 360^\circ$$
, де N_1 , N_2 - кількість імпульсів опорного сигналу, що зафіксовано за час існування вхідного та зсунутого в часі вхідного сигналів відповідно, N'_1 , N'_2 - кількість пакетів збігу між вхідними сигналами та опорним сигналом, а цикл вимірювання починається з моменту виникнення першого імпульсу збігу якому відповідає $N_1=1$, а обрахунок значення фазового зсуву виконується циклічно в кожний момент зростання значення N_2 , і при завершенні в довільний момент часу вхідного сигналу або сигналів обрахунок фазового зсуву також припиняється, причому із зростанням значень N_1 , N_2 , N'_1 , N'_2 вплив нестабільності опорного сигналу зменшується, а точність визначення фазового зсуву збільшується.

40



Комп'ютерна верстка О. Гергіль

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