



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 90086

(13) C2

(51) МПК (2009)

G01R 23/00

G01R 11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ЦИФРОВИЙ ВИМІРЮВАЧ МИТТЄВОЇ ЧАСТОТИ В ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ

1

2

(21) a200600756

(22) 27.01.2006

(24) 12.04.2010

(46) 12.04.2010, Бюл.№ 7, 2010 р.

(72) ІЩЕНКО ВАСИЛЬ АНТОНОВИЧ, КОЛЯДЮК  
ІРИНА ВАСИЛІВНА

(73) ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛО-  
ГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(56) SU 1120250 A, 23.10.1984

RU 2248000 C2, 10.03.2005

RU 2101713 C1, 10.01.1998

RU 2061243 C1, 27.05.1996

Коваленко І.О., Коваль А.М. Метрологія та вимірю-  
вальна техніка. - Житомир: ЖІТІ, 2001, С. 449-451

(57) Цифровий вимірювач миттєвої частоти в еле-  
ктромережі, що містить послідовно з'єднані перет-

ворювач (1), на вхід якого подається досліджувана  
напруга, ключ (2), лічильник (3) імпульсів зразкової  
частоти і цифровий індикатор (4), причому до дру-  
гого входу ключа (2) приєднано генератор (5) ім-  
пульсів зразкової частоти, а до другого входу лі-  
чильника (3) імпульсів зразкової частоти  
приєднано вихід пристрою (6) керування, з'єдна-  
ний своїм входом з другим виходом перетворюва-  
ча (1), який **відрізняється** тим, що лічильником (3)  
імпульсів зразкової частоти є лічильник зі зворот-  
ним рахунком, вихід якого з'єднаний з першим  
виходом цифрового індикатора (4), другий вхід яко-  
го з'єднаний з другим виходом пристрою керуван-  
ня.

Винахід належить до галузі електричних вимі-  
рювань і може бути використаний для контролю  
якості електричної енергії, зокрема, для вимірю-  
вання частоти струму в електромережі.

Відомий цифровий частотомір миттєвих зна-  
чень [1]. Як і пристрій-винахід, він містить форму-  
вач вхідного сигналу і реверсивний лічильник.  
Проте, на відміну від винаходу лічильний вхід ре-  
версивного лічильника з'єднаний з виходом перет-  
ворювача код-частота, виконаного у вигляді послі-  
довно з'єднаних еталонного генератора імпульсів і  
двох керованих дільників частоти. Таким чином,  
суттєвими недоліками аналога є складна будова,  
зумовлена використанням перетворювача код-  
частота, виконаного у вигляді послідовно з'єдна-  
них еталонного генератора імпульсів і двох кере-  
ваних дільників частоти, та обмежена точність і  
діапазон частот через використання реверсивного  
лічильника імпульсів з виходу послідовно з'єдна-  
них еталонного генератора імпульсів і двох послі-  
довно з'єднаних дільників частоти.

Найбільш близьким за сукупністю суттєвих  
ознак до винаходу і обраним як прототип є цифро-  
вий вимірювач частоти [2]. Він містить послідовно  
з'єднані перетворювач, до входу якого подається  
досліджувана напруга, ключ, лічильник імпульсів  
зразкової частоти і цифровий індикатор, причому  
до другого входу ключа приєднано генератор лі-

чильних імпульсів зразкової частоти, а до других  
входів лічильника і цифрового індикатора - виходи  
пристрою керування, з'єднаного своїм входом з  
другим виходом перетворювача.

Проте, на відміну від винаходу, в прототипі між  
лічильником імпульсів зразкової частоти і цифро-  
вим індикатором увімкнено арифметичний блок  
для виконання складного арифметичного перет-  
ворення - ділення з високою точністю. Арифмети-  
чний блок ускладнює цифровий вимірювач миттє-  
вої частоти, підвищує його вартість, зменшує  
надійність. Виконання складного арифметичного  
перетворення - ділення, потребує значного часу,  
що збільшує час вимірювань.

Таким чином, суттєвими недоліками прототипу  
є складність будови, низька швидкодія і надійність  
та висока вартість.

Метою запропонованого технічного рішення є  
спрощення будови пристрою, підвищення швидко-  
дії і надійності, а також зменшення вартості при-  
строю.

Поставлена задача вирішується тим, що в ци-  
фровий вимірювач миттєвої частоти в електроме-  
режі, який містить послідовно з'єднані перетворю-  
вач, до входу якого подається досліджувана  
напруга, ключ, лічильник імпульсів зразкової час-  
тоти і цифровий індикатор, причому до другого  
входу ключа приєднано генератор лічильних імпу-

(13) C2

(11) 90086

(19) UA

льсів зразкової частоти, а до других входів лічильника імпульсів зразкової частоти і цифрового індикатора - виходи пристрою керування, з'єднаного своїм входом з другим виходом перетворювача, введені нові суттєві ознаки. Згідно з винаходом лічильник імпульсів зразкової частоти має зворотний рахунок і безпосередній зв'язок з індикатором.

Саме використання лічильника імпульсів зразкової частоти зі зворотним рахунком і безпосередній його зв'язок з цифровим індикатором вигідно відрізняють запропонований цифровий вимірювач миттєвої частоти в електромережі від прототипу, оскільки усувають використання складного арифметичного перетворювача для виконання ділення. Замість цього лічильник імпульсів зразкової частоти зі зворотним рахунком, окрім рахунку імпульсів, виконує операцію віднімання.

Теоретичне підґрунтя запропонованого рішення базується на властивості швидкої збіжності [2] біноміального ряду

$$1:(1+X)=1-X+X^2-X^3+X^4-\dots, \text{ якщо } X \ll 1.$$

Якщо, наприклад,  $X=0,01$ , то  $1:(1+X)=1-X$  з похибкою 0,0001. Якщо  $X=0,1$ , то похибка - 0,01.

Оскільки частота струму в електромережі суттєво впливає на роботу електромережі, то відхилення частоти струму від номінального значення  $F_{\text{ном}}$  незначні, в межах 1%. Це визначає незначну методичну похибку запропонованого рішення і дозволяє замінити операцію ділення операцією віднімання, яку виконує лічильник імпульсів зразкової частоти зі зворотним рахунком, і вилучити арифметичний блок.

Суть винаходу пояснюється кресленням.

На кресленні зображена блок-схема цифрового вимірювача миттєвої частоти в електромережі.

Цифровий вимірювач миттєвої частоти в електромережі містить перетворювач 1, ключ 2, лічильник 3 імпульсів зразкової частоти, цифровий індикатор 4, генератор 5 лічильних імпульсів зразкової частоти і пристрій 6 керування. Вхід перетворювача 1 є входом цифрового вимірювача миттєвої частоти в електромережі. З перетворювачем 1 послідовно з'єднані ключ 2, лічильник 3 імпульсів зразкової частоти і цифровий індикатор 4, причому до другого входу ключа 2 приєднано генератор 5 лічильних імпульсів зразкової частоти, а до других входів лічильника 3 імпульсів зразкової частоти і цифрового індикатора 4 приєднано виходи пристрою 6 керування, з'єднаного своїм входом з другим виходом перетворювача 1. Лічильник 3 імпульсів зразкової частоти має зворотний рахунок і безпосередній зв'язок з цифровим індикатором 4. Цифровий вимірювач миттєвої частоти в електромережі працює таким чином.

Перетворювач 1 досліджуваної напруги  $U_x$  синусоїдної форми частоти  $F_x$  формує прямокутні

імпульси з тривалістю, рівною періоду досліджуваної напруги і пов'язаною з вимірюваною частотою  $F_x$  відношенням:

$$T_x=1:F_x$$

Ключ 2 передає до входу лічильника 3 імпульсів зразкової частоти імпульси генератора 5 лічильних імпульсів зразкової частоти з частотою  $F_{\text{имп}}$  впродовж дії прямокутних імпульсів перетворювача 1. Кількість переданих імпульсів за цикл вимірювання, який складає 1 період досліджуваної напруги

$$N_{\text{ц}}=F_{\text{имп}} \cdot T_x = F_{\text{имп}} : F_x$$

Пристрій 6 керування перед початком кожного циклу вимірювань устанавлює лічильник 3 імпульсів зразкової частоти в „0”, а після закінчення кожного циклу вимірювань обновлює інформацію в цифровому індикаторі 4.

Перший лічильний імпульс переводить лічильник 3 імпульсів зразкової частоти з початкового стану „0” в стан „ $N_{\text{max}}$ ”, кожен наступний лічильний імпульс зменшує цифровий код стану лічильника на 1. В кінці циклу вимірювання лічильник 3 імпульсів зразкової частоти знаходиться в стані:

$$N_{\text{лік}}=N_{\text{max}}-(N_{\text{ц}}-1).$$

Стан лічильника 3 імпульсів зразкової частоти в кінці циклу вимірювання відображається на цифровому індикаторі 4.

Лічильник 3 імпульсів зразкової частоти має межу рахунку  $N_{\text{max}}=2(F_{\text{имп}}:F_{\text{ном}})-1$ . Межа рахунку встановлюється при виготовленні цифрового вимірювача миттєвої частоти в електромережі, вона визначається дискретністю цифрового індикатора 4 і номінальним значенням частоти в електромережі, яка для європейських країн має значення  $F_{\text{ном}}=50\text{Гц}$ .

Наприклад, при номінальному значенні частоти в електромережі  $F_x=F_{\text{ном}}=50\text{Гц}$  і дискретності  $\Delta=0,01$  цифрового індикатора 4 покази цифрового вимірювача миттєвої частоти в електромережі становитимуть 50,00Гц. За цикл вимірювання на лічильник 3 імпульсів зразкової частоти передається  $N_{\text{ц}}=F_x:\Delta=5000$  лічильних імпульсів, частота яких  $F_{\text{имп}}=N_{\text{ц}} \cdot F_x=250000\text{Гц}$ , межа рахунку лічильника  $N_{\text{max}}=9999$ . При номінальному значенні частоти в електромережі  $F_x=F_{\text{ном}}=60\text{Гц}$  і дискретності  $\Delta=0,01$  цифрового індикатора 4 необхідна межа рахунку лічильника  $N_{\text{max}}=11999$ .

При зміні частоти  $F_x$  в електромережі відповідно змінюється число імпульсів на вході лічильника за цикл вимірювання  $N_{\text{ц}}=F_{\text{имп}}:F_x$ , стан лічильника після циклу вимірювання і покази цифрового індикатора 4

В Таблиці 1 наведені значення цих величин для деяких значень частоти  $F_x$ , якщо  $F_{\text{ном}}=50\text{Гц}$ ,  $F_{\text{имп}}=250000\text{Гц}$ ,  $N_{\text{max}}=9999$ .

Таблиця 1

F <sub>x</sub> , Гц	N <sub>ц</sub>	Покази		Методична похибка
		лічильника	індикатора	
50	5000	5000	50,00	0
50,5	4950	5050	50,50	0
49,5	5050	4950	49,50	0
51	4902	5098	50,98	-0,02Гц
49	5102	4898	48,98	-0,02Гц
53	4717	5283	52,83	-0,17Гц
47	5319	4681	46,81	-0,19Гц

Відповідно до даних Таблиці 1 запропонований цифровий вимірювач миттєвої частоти в електромережі з номінальною частотою  $F_{\text{ном}}=50\text{Гц}$  при дискретності вимірювань  $\Delta=0,01\text{Гц}$  не має методичної похибки при номінальному значенні вимірюваної частоти і відхиленні від неї на 1%, при відхиленні від номінальної частоти на 2% похибка становить (- 0,02Гц), а при відхиленні від номінальної частоти на 6% похибка становить (-0,2Гц).

Вказане підтверджує досягнення мети в запропонованому технічному рішенні.

#### Джерела інформації<sup>1</sup>

1. Матвеев А.Г. Цифровой частотомер мгновенных значений АС. СССР №1038882, кл. G 01 R 23/00, 1982

2. Коваленко І.О., Коваль А.М. Метрологія та вимірювальна техніка -Житомир. ЖІТІ, 2001. - 652с.

3. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. -М., 1964. - 608с.

