



УКРАЇНА

(19) UA (11) 36080 (13) A

(51) 6 G01R23/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ВИМІРЮВАЧ ПАРАМЕТРІВ ГАРМОНІЧНИХ СИГНАЛІВ З КУТОВОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ

(21) 99105943

(22) 29.10.1999

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Пивовар Олег Сергійович

(73) Технологічний університет Поділля

(57) Вимірювач параметрів гармонічних сигналів з кутовою модуляцією, що складається із послідовно з'єднаних підсилювача-обмежувача модульованого сигналу, вимірювача фазових циклів, регістра результату виміру фази, а також послідовно з'єднаних підсилювача-обмежувача опорної частоти, фазометра миттєвої дії та регістра результату виміру фази крім того, блока виділення переходів модулюючого сигналу через нульовий рівень, тактового генератора, а також послідовно з'єднаних блока узгодження результатів виміру та індикатора, при цьому другий вхід вимірювача фазових ци-

клів підключений до виходу підсилювача-обмежувача опорної частоти, третій вхід вимірювача фазових циклів підключений до блока виділення переходів модулюючого сигналу через нульовий рівень, другий вхід фазометра миттєвої дії підключений до виходу підсилювача-обмежувача модулюючого сигналу, третій вхід фазометра миттєвої дії підключений до виходу блока виділення переходів модулюючого сигналу через нульовий рівень, четвертий вхід фазометра миттєвої дії підключений до виходу тактового генератора, перший та другий входи блока узгодження результатів виміру підключені до виходів регістра результату виміру фазових циклів та регістра, виміру фази відповідно, що **відрізняється** тим, що в пристрій додатково введено кодокерований синтезатор, вхід якого підключено до виходу блока узгодження результатів виміру, а вихід до перших входів вимірювача фазових циклів та фазометра миттєвої дії.

Винахід відноситься до цифрової вимірювальної техніки та може використовуватись в зразкових вимірювачах параметрів сигналів із кутовою модуляцією, а також у якості вимірювача частоти та різниці частот.

Відомий пристрій для виміру девіації частоти гармонічного сигналу [1], що складається із послідовно з'єднаних підсилювача-обмежувача модульованого сигналу, вимірювача фазових циклів, регістру результату виміру фази, а також послідовно з'єднаних підсилювача-обмежувача опорної частоти, фазометра миттєвої дії та регістра результату виміру фази крім того, блока виділення переходів модулюючого сигналу через нульовий рівень, тактового генератора, а також послідовно з'єднаних блока узгодження результатів виміру та індикатора, при цьому другий вхід вимірювача фазових циклів підключений до виходу підсилювача-обмежувача опорної частоти, третій вхід вимірювача фазових циклів підключений до блока виділення переходів модулюючого сигналу через нульовий рівень, другий вхід фазометра миттєвої дії підключений до виходу підсилювача-обмежувача модулюючого сигналу, третій вхід фазометра миттєвої дії підключений до виходу блока виділення переходів модулюючого сигналу через нульовий рівень, четвертий вхід фазометра миттєвої дії під-

ключений до виходу тактового генератора, перший та другий входи блока узгодження результатів виміру підключені до виходів регістру результату виміру фазових циклів та регістру виміру фази відповідно.

Однак використання пристрою ускладнюється необхідністю точного встановлення частоти опорного сигналу рівній центральній частоті досліджуваного сигналу із кутовою модуляцією.

В основу винаходу поставлене завдання розширення функціональних можливостей приладу, усунення додаткових похибок та збільшення рівня автоматизації процесу виміру.

Завдання вирішується тим, що до складу вимірювача [1] додатково введено кодокерований синтезатор (гетеродин) із допомогою якого перед початком вимірювання девіації частоти (індексу модуляції) проходить автоматична настройка значення опорної частоти (визначення невідомої вхідної частоти).

На фіг. 1 приведена структурна схема вимірювача сигналів із кутовою модуляцією.

Пристрій для виміру параметрів сигналів із кутовою модуляцією складається із послідовно з'єднаних підсилювача - обмежувача модульованого сигналу 1, вимірювача фазових циклів 2, регістру результату виміру фазових циклів 3, а також по-

(19) UA (11) 36080 (13) A

слідовно з'єднаних кодокерованого синтезатора 4, фазометра миттєвої дії 5, регістру результату виміру фази 6, крім того блоку виділення переходів модулюючого сигналу через нульовий рівень 7, тактового генератора 8, а також послідовно з'єднаних блоку узгодження результатів виміру 9 та індикатора 10. При цьому, другий вхід вимірювача фазових циклів 2 підключений до виходу кодокерованого синтезатора 4, третій вхід вимірювача фазових циклів 2 підключений до блоку виділення переходів модулюючого сигналу через нульовий рівень 7, другий вхід фазометра миттєвої дії 5 підключений до виходу підсилювача-обмежувача модульованого сигналу 1, третій вхід фазометра миттєвої дії 5 підключений до виходу блоку виділення переходів модулюючого сигналу через нульовий рівень 7, четвертий вхід фазометра миттєвої дії 5 підключений до виходу тактового генератора 8, перший та другий входи блоку узгодження результатів виміру підключені до виходів регістру результату виміру фазових циклів 3 та регістру виміру фази 6 відповідно, вихід блоку узгодження результатів виміру 9 підключено на вхід кодокерованого синтезатора 4, другий вхід індикатора 10 підключено до виходу кодокерованого синтезатора 4.

Пристрій працює наступним чином.

На вхід підсилювача - обмежувача модулюючого сигналу 1 надходить досліджуваний ЧМ- (або ФМ) сигнал з несучою частотою  $f_0$ , модулюючою частотою  $F$  (фіг. 2, а) та девіацією частоти  $\Delta f$ . На виході кодокерованого синтезатора 4 синтезується частота  $f^*$ , на вхід блоку виділення переходів модулюючого сигналу через нульовий рівень 7 подають сигнал модулюючої частоти  $F$  та сигнал керування  $Y$  (фіг. 2, б).

Робота пристрою проходить у два етапи (режими 1 та 2 на фіг. 2, а-е). Основу роботи в режимі 1 складає операція визначення повного фазового зсуву як у [1]. На першому етапі проходить аналіз та підстройка частоти  $f^*$  кодокерованого синтезатора 4 до центральної частоти модульованого сигналу  $f_0$  через застосування системи ФАПЧ із колом зворотного зв'язку з виходу блоку узгодження результатів виміру 9 на вхід кодокерованого синтезатора 4. При цьому сигнал керування встановлюється у високий логічний рівень (фіг. 2, б). Сигнал  $Z(t)$  (фіг. 2, в) на виході блоку виділення переходів модулюючого сигналу через нульовий рівень 7 задає інтервал часу роботи вимірювача фазових циклів 2 та фазометра миттєвої дії 5. Час роботи в першому режимі кратний періоду модулюючого сигналу  $F$ , при цьому блок виділення переходів через нульовий рівень спрацьовує по однаковим фронтам модулюючого сигналу  $F(t)$  (фіг. 2, в).

Тактовий генератор 8 задає мінімальний крок квантування фази. Результати вимірів фазових циклів  $N_{\phi c}$  та миттєвої фази на початку інтервалу виміру  $\varphi_1$  та наприкінці інтервалу виміру  $\varphi_2$  зберігаються в регістрі результату виміру фазових циклів 3 та регістрі результату виміру фази 6 відповідно. Внаслідок неоднаковості квантування фази при вимірюванні фазових циклів та миттєвої фази виникає необхідність корекції результатів, що проходить у блоці узгодження результатів вимірювання 9.

Таким чином, за інтервал часу у період модулюючої частоти проводиться операція визначення повного фазового зсуву (фіг. 2, г-е). Повний фазовий зсув за інтервал  $[0, T]$ :

$$\Psi(T) = \int_0^T \omega_* - (\omega_0 + \beta \sin(\Omega t)) dt = \Delta \Psi,$$

де  $\Omega = 2\pi F$ ,  $T = 1/F$ ,  $\omega_0 = 2\pi f_0$ ,  $\omega_* = 2\pi f^*$ ,  $\beta$  - індекс модуляції.

В залежності від відхилення  $f^*$  від  $f_0$  повний фазовий зсув приймає додатне  $\Delta \Psi_+$  (фіг. 2, г) або від'ємне значення  $\Delta \Psi_-$  (фіг. 2, д), чим забезпечується непарність характеристики регулювання кодокерованого синтезатора 4 (фіг. 1). Код значення  $\Delta \Psi$  фактично є сигналом похибки за якою кодокерований гетеродин встановлює на виході частоту  $f = f_0$ . Час встановлення центральної частоти на виході кодокерованого синтезатора визначається його швидкістю переналаджування та може сягати не більше декількох періодів модулюючого сигналу  $F(t)$ , діапазон допустимих взаємних відхилень частот  $f^*$  та  $f_0$  визначається схемою вимірювача фазових циклів 2 (фіг. 1). При застосуванні вимірювача фазових циклів як у [1] діапазон взаємних відхилень складає  $\pm 25\%$ .

Процес автоматичного регулювання частоти закінчується у випадку, коли  $\Psi(T) = 0$  (фіг. 2, е), при цьому індикатор 10 показує мінімальний за абсолютним значенням результат (нуль-індикатор), а на виході кодокерованого синтезатора з'являється сигнал із частотою, що дорівнює центральній частоті модульованого сигналу.

На другому етапі (режим 2, фіг. 2, а-е) робота пристрою повністю аналогічна [1], але в якості сигналу центральної частоти модульованого коливання  $f_0$  використовується коливання, сформоване кодокерованим синтезатором  $f^*$  після проходження першого режиму.

У режимі 2 сигнал на виході блоку виділення переходів модулюючого сигналу через нульовий рівень 7 (фіг. 1) задає інтервал часу роботи вимірювача фазових циклів 2 та фазометра миттєвої дії 5, при цьому, сигнал керування встановлюється у низький логічний рівень (фіг. 2, б). Час роботи в другому режимі кратний половині періоду модулюючого сигналу  $F$  і блок виділення переходів через нульовий рівень 7 спрацьовує по різноіменним фронтам модулюючого сигналу  $F(t)$  (фіг. 2, в).

Повний фазовий зсув за інтервал  $[0, T/2]$  (фіг. 2, е):

$$\Psi(T/2) = \int_0^{T/2} \omega_* \sin(\Omega t) dt = \beta(1 - \cos(\Omega T/2)) = 2\beta,$$

де  $\omega_d = 2\pi \Delta f$ .

У індикаторі 10 девіація частоти розраховується як

$$\Delta f = \frac{\Psi(T/2)F}{2}.$$

Слід зазначити, що при реальних вимірюваннях параметрів сигналів із кутовою модуляцією вимірювання проходить на сталій проміжній частоті [2], але із-за різноманітних факторів впливу точна настройка на центральну частоту змінюється ( $f \approx f_0$ ), що приводить до додаткових похибок у вимірюванні параметрів сигналів із кутовою модуляцією. Застосування підстройки частоти безпосере-

дньо перед такими вимірюваннями приводить до усування похибок пов'язаних із цим фактором.

Всі функціональні блоки запропонованого пристрою (фіг. 1) широкого застосування та легко підлягають інтеграції.

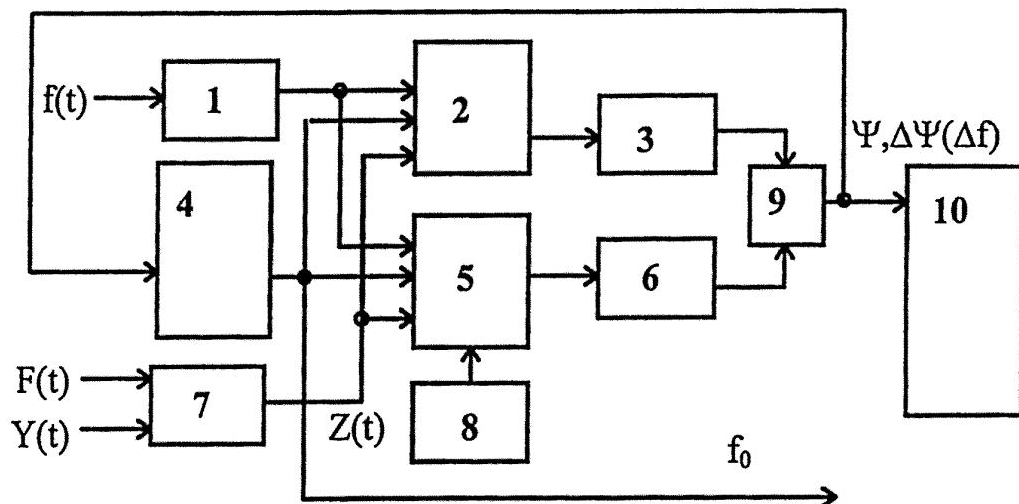
Позитивний ефект у порівнянні із прототипом полягає у: можливості вимірювання частоти сигналів в тому числі і центральних частот сигналів із кутовою модуляцією; усуванні додаткових похибок, пов'язаних із неточною настройкою на центральну частоту сигналів із кутовою модуляцією при вимі-

рюванні девіації (індексу модуляції); покращанні можливостей автоматизації процесів виміру, особливо при панорамних вимірюваннях при повільній зміні центральної частоти модульованого сигналу.

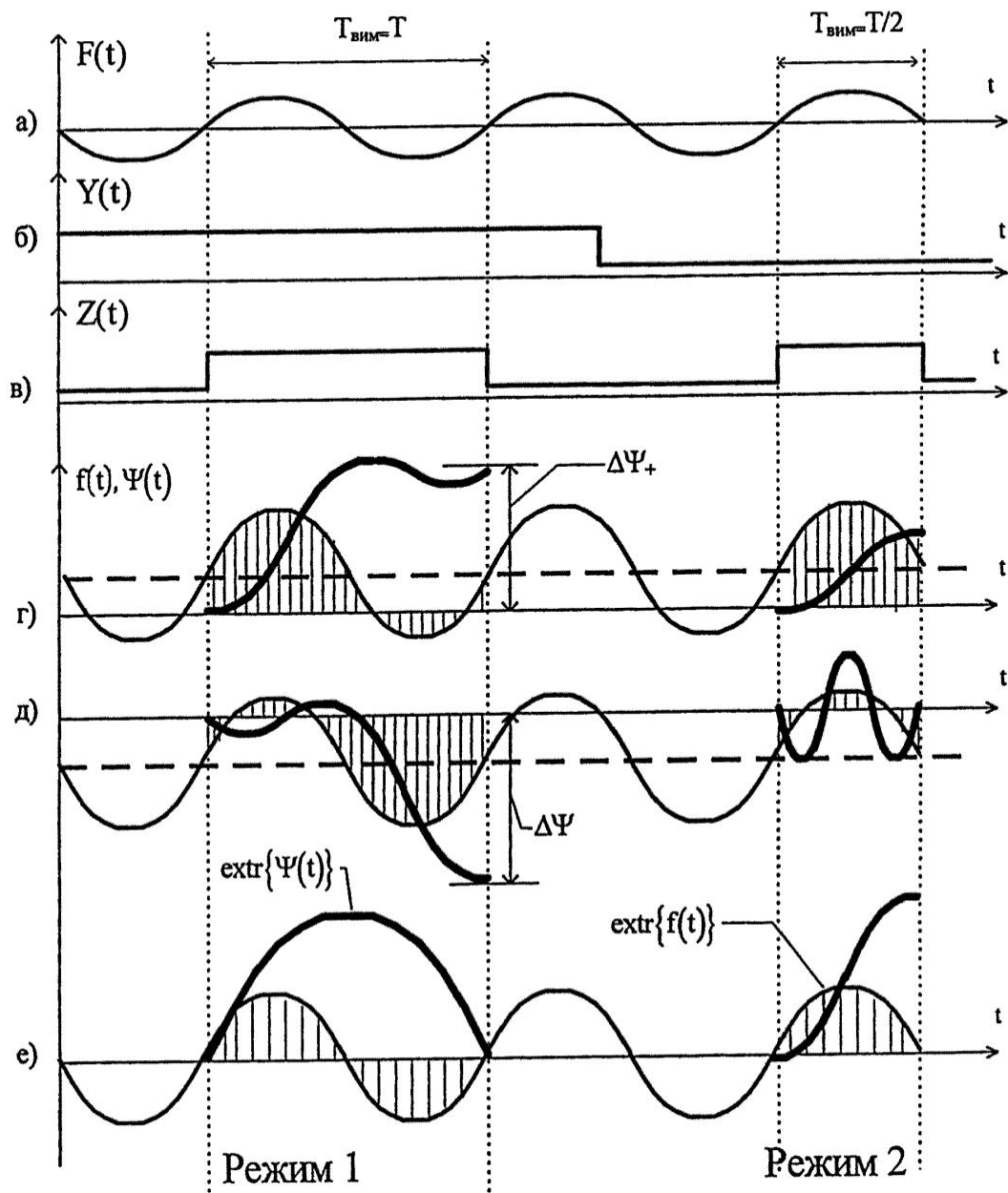
Джерела інформації.

1. Заявка на винахід № 99052633 від 12.05.99. «Спосіб виміру девіації частоти гармонічного сигналу та пристрій для його здійснення».

2. Павленко Ю.Ф., Шпаньон П.А. Измерение параметров частотно-модулированных колебаний. - М.: Радио и связь, 1986.



Фіг. 1



Фиг. 2

---

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
(044) 295-81-42, 295-61-97

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 р. Формат 60x84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

---

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
(044) 268-25-22

---