



УКРАЇНА

(19) UA (11) 50072 (13) U  
(51) МПК (2009)  
G01R 25/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЗСУВУ ФАЗ МІЖ СИГНАЛАМИ В ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛАХ

1

2

(21) u200911964

(22) 23.11.2009

(24) 25.05.2010

(46) 25.05.2010, Бюл. № 10, 2010 р.

(72) БОЖКО ОЛЕКСАНДР ЄВГЕНОВИЧ, ЛИЧКА-  
ТИЙ ЄВГЕН ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОБУДУВАННЯ  
ІМ. А.М. ПІДГОРНОГО НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ  
НАУК УКРАЇНИ

(57) Пристрій для визначення зсуву фаз між сиг-  
налами в електричних колах, що містить послідов-  
но з'єднані ключ, фільтр низьких частот, підсилю-  
вач, індикатор, підсилювачі-обмежники в колах  
напруги та струму, виходи яких з'єднані із входами

ключа, який відрізняється тим, що в пристрій до-  
датково введені послідовно з'єднані другий підси-  
лювач, виконаний на транзисторі, включеному за  
схемою із загальною базою, інтегратор, що вклю-  
чає конденсатор, підключений через перший діод  
до виходу другого підсилювача, через другий діод  
- до входу фільтра низьких частот, а через третій  
діод - до першого і другого випромінюючих діодів,  
виходи яких підключені відповідно до першого та  
другого резисторів, другий вивід першого резисто-  
ра з'єднаний з виходом підсилювача-обмежника  
кола напруги, а другий вивід другого резистора  
з'єднаний з виходом транзисторного ключа.

Корисна модель належить до електровимірю-  
вальної техніки, а саме до пристроїв вимірювання  
зсуву фаз між струмом і напругою в електричних  
колах і може бути використана у фазометрах низь-  
кочастотного діапазону.

Відомий пристрій для визначення зсуву фаз  
між сигналами в електричних колах [пат. РФ  
№2063640, G01R25/00, бюл. №19, 1996р.], що  
містить перетворювач кута зсуву фаз, задавальні  
та порівнювальні блоки, логічний елемент І, входи  
якого з'єднані з виходами блоків порівняння, а ви-  
хід з'єднаний із входом встановлення нуля дільни-  
ка частоти, другий вхід якого з'єднаний з виходом  
формувача імпульсів, вихід дільника частоти з'єд-  
наний із входом реверсивного накопичувача, N  
виходів якого з'єднані з N виходами фазометра, а  
вхід керування реверсом реверсивного накопичу-  
вача - з виходом другого блоку порівняння.

Пристрій призначений для компенсації реакти-  
вної складової у великомасштабних електроенер-  
гетичних системах, тому мало ефективний для  
вимірювання зсуву фаз між струмом і напругою в  
низько енергетичних електричних колах.

Найбільш близьким за технічною сутністю є  
пристрій для визначення зсуву фаз між сигналами  
в електричних колах [пат. РФ №1061061,  
кл. G01R25/00, бюл. №46, 1983], що містить послі-  
довно з'єднані логічний ключовий елемент, фільтр  
низьких частот, підсилювач, індикатор, а також

підсилювачі-обмежники (компаратори) у колах  
напруги та струму, виходи яких з'єднані із входами  
ключа.

Пристрій також включає підключені на вхід ко-  
ла напруги, послідовно з'єднані  $2n+1$  інтеграторів,  
вхід струмового кола через трансформатор підк-  
лючений до послідовно з'єднаних  $n+1$  інтеграторів,  
причому виходи останніх інтеграторів кожного кола  
через компаратори з'єднані із входами елемента  
АБО, вихід якого з'єднаний із входом фільтра.

Вимірювальний діапазон пристрою обмеже-  
ний, оскільки шкала визначення зсуву фаз не міс-  
тить елементів для розпізнавання знака зсуву фа-  
зового кута з індикацією знакозмінного відхилення,  
що призводить до низької точності вимірювання.  
Крім того, саме використання в колах сигналів зня-  
тих з інтеграторів призводить до зниження точнос-  
ті вимірювання внаслідок похибки фазового зсуву  
на  $90^\circ$  або  $180^\circ$ .

В основу корисної моделі поставлено задачу  
створення пристрою для визначення зсуву фаз  
між сигналами в електричних колах, що дозволяє у  
максимально спрощеному варіанті конструктивно-  
го виконання здійснювати визначення знаку фазо-  
вого зсуву, за рахунок чого досягнуте підвищення  
точності та розширення діапазону вимірювання  
кута зсуву фаз.

Поставлена задача досягається тим, що в  
пристрій для вимірювання зсуву фаз між сигнала-

(19) UA (11) 50072 (13) U

ми в електроколах, що містить послідовно з'єднані ключ, фільтр низьких частот, підсилювач, індикатор, а також підсилювач-обмежник у колі напруги та підсилювач-обмежник у струмовому колі, виходи яких з'єднані із входами виконаного на транзисторі ключа, згідно з корисною моделлю, додатково введені послідовно з'єднані другий підсилювач, виконаний на транзисторі, включеному за схемою із загальною базою, інтегратор, що включає конденсатор, підключений через перший діод до виходу другого підсилювача, через другий діод - до входу фільтра низьких частот, а через третій діод - до першого і другого випромінюючих діодів, виходи яких підключені відповідно до першого і другого резисторів, при цьому другий вивід першого резистора з'єднаний з виходом підсилювача-обмежника кола напруги, а другий вивід другого резистора з'єднаний з виходом транзисторного ключа.

Виконання ключа пристрою на транзисторі та введення другого підсилювача, дозволяє забезпечити підвищення величини вихідної напруги для більш точного визначення фази, вимірюваних сигналів.

Введення в схему пристрою випромінюючих діодів, пов'язаних з резисторами дозволило простим способом забезпечувати індикацію знака зсуву фаз.

Пристрій містить підсилювач-обмежник 1 у струмовому колі, підсилювач-обмежник 2 у колі напруги, входи яких підключені до струмового кола (наприклад, трансформатора струму) і до кола напруги, а виходи через резистори відповідно підключені до колектора та бази транзисторного ключа 3. Колектор транзистора ключа 3 з'єднаний із входом другого підсилювача 4, виконаного на транзисторі, що включений за схемою із загальною базою з функцією підсилювача струму, вихід якого з'єднаний із входом інтегратора 5, що включає конденсатор, підключений через перший діод до виходу другого підсилювача 4, через другий діод - до входу фільтра 6 низьких частот, а через третій діод - до катодів першого 7 і другого 8 випромінюючих діодів, виходи яких через резистори 9 і 10 відповідно підключені до виходу транзисторного ключа 3 і до виходу підсилювача-обмежника 2 кола напруги. Вихід фільтра 6 з'єднаний із входом першого підсилювача 11, вихід якого з'єднаний з індикатором 12.

Пристрій працює в такий спосіб. Сигнал через трансформатор струму (на Фіг. не показаний) для

розв'язки послідовного та паралельного кіл за постійним струмом, надходить на вхід підсилювача-обмежника 1. Одночасно на вхід підсилювача-обмежника 2 надходить сигнал напруги. Перетворені підсилювачами-обмежниками 1, 2 у прямокутні з відповідними величинами вихідної амплітуди сигнали через резистори надходять на ключ 3. На виході ключа 3 формуються прямокутні імпульси, тривалість яких пропорційна куту зсуву фаз між вхідними сигналами струму та напруги. Через другий підсилювач 4, що виконує функцію стабілізатора струму, заряджається конденсатор інтегратора 5. Напруга на виході інтегратора 5 визначається виразом:

$$U_{\text{и}} = \frac{1}{\omega C} \int_0^{\varphi} i \, d\omega t = \frac{i\varphi}{\omega C} = k\varphi$$

де  $\omega$  - кутова частота,  $\omega = \text{const}$ ,  $i$  - струм колектора транзистора ключа 3,  $i = \text{const}$ ,  $C$  - ємність конденсатора інтегратора 5, мкФ,  $\varphi$  - кут зсуву фаз між сигналами (струмом та напругою).

Конденсатор інтегратора 5 заряджається від імпульсів на виході підсилювача-обмежника 2, але як тільки відкриється транзистор ключа 3 від імпульсу з виходу підсилювача-обмежника 1, конденсатор інтегратора 5 швидко розряджається через діод інтегратора 5 і випромінюючий діод 7, який загоряється. У такий спосіб при  $\varphi$  негативному (коли струм відстає від напруги) конденсатор інтегратора 5 заряджається імпульсом тривалістю  $\varphi$  і світиться випромінюючий діод 7 "-" негативної полярності.

Якщо струм  $i(t)$  випереджає  $U(t)$ , то знак кута зсуву фаз "+" позитивний. У цьому випадку конденсатор інтегратора 5 заряджається з моменту, коли транзистор ключа 3 закриється. Розряд конденсатора відбувається через діод інтегратора 5, випромінюючий діод 8, резистор 10 і відкритий вихідний транзистор підсилювача-обмежника 2. Діод 8 загоряється, індикуючи знак "+" зсуву фази.

На інтеграторі 5 формуються трикутні імпульси, а на фільтрі 6 низьких частот - середня напруга  $U_{\text{н.ср.}}$ . Постійна напруга з фільтра 6 низьких частот через перший підсилювач 11, надходячи на індикатор 12, індикує числове значення кута зсуву фаз.

Таким чином, технічне рішення, що заявляється, дозволяє підвищити точність пристрою в розширеному інтервалі вимірювання зсуву фаз сигналів.

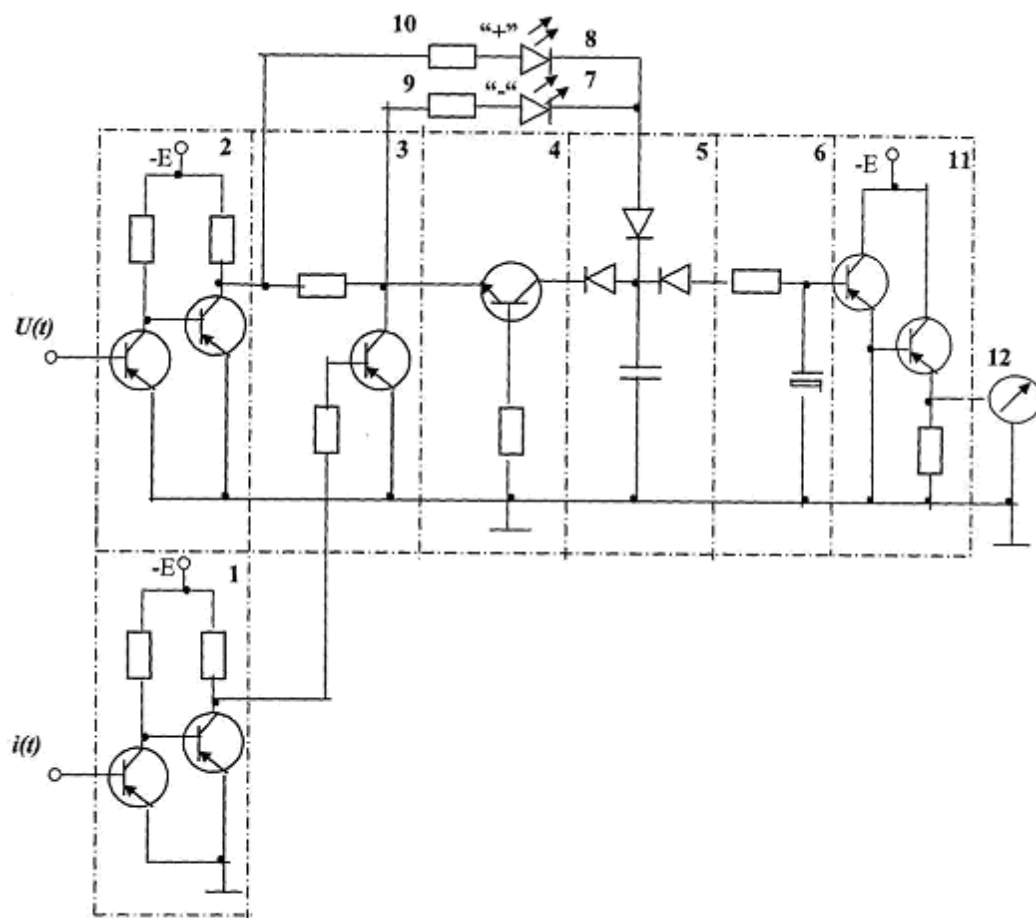


Fig.