



УКРАЇНА

(19) UA (11) 36685 (13) A

(51) 6 G01R27/00, G01R27/02

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

## (54) ВИМІРЮВАЧ ПОТУЖНОСТІ, ПОВНОГО, АКТИВНОГО ТА РЕАКТИВНОГО ОПОРІВ

(21) 2000010448

(22) 26.01.2000

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Зеленков Олександр Аврамович, Соченко Петро Степанович, Пазюк Олексій Вячеславович

(73) Київський Міжнародний Університет Цивільної Авіації, Зеленков Олександр Аврамович, Соченко Петро Степанович, Пазюк Олексій Вячеславович

(57) Вимірювач потужності, повного, активного та реактивного опорів, який містить послідовно з'єднані навантаження та еталонний резистор, перший, другий та третій квадратори, суматор, перший, другий та третій перетворювачі, перший та другий блоки множення, перший блок ділення та реєстратор, причому перший вивід навантаження з'єднаний з шиною живлення і першим входом першого квадратора, другий вхід якого з'єднаний з першим входом третього квадратора і першим виводом еталонного резистора, другий вивід якого, з'єднаний із загальною шиною, і підключений до другого входу третього квадратора, перший і другий входи другого квадратора з'єднані з першим виводом навантаження і другим виводом еталонного резистора відповідно, виходи першого, другого та третього квадраторів з'єднані з відповідними входами суматора, вихід якого через перший перетворювач вимірювального сигналу підключений

до першого входу реєстратора; перший і другий входи другого перетворювача з'єднані з першим і другим виводами еталонного резистора відповідно, а вихід підключений до першого входу першого блока множення, другий і третій входи якого з'єднані з першим виводом еталонного резистора і першим виводом навантаження відповідно, а вихід з'єднаний з першими входами першого блока ділення і другого блока множення та з другим входом реєстратора, другий вхід першого блока ділення підключений до виходу першого перетворювача, а вихід з'єднаний з третім входом реєстратора і входом третього перетворювача, вихід якого через другий з'єднаний з четвертим входом реєстратора, який **відрізняється** тим, що в нього введені другий блок ділення, третій та четвертий блоки множення, причому вихід другого перетворювача та перший і другий виводи навантаження з'єднані з першим, другим та третім входами другого блока ділення відповідно, вихід якого підключений до п'ятого входу реєстратора та до перших входів третього і четвертого блоків множення, виходи яких підключені відповідно до шостого та сьомого входів реєстратора; вихід першого блока ділення підключений до другого входу третього блока множення, а вихід третього перетворювача підключений відповідно до другого входу четвертого блока множення

Винахід відноситься до електровимірювальної техніки і може бути використаний в енергетиці, радіотехніці для вимірювання повної, активної та реактивної потужностей, коефіцієнта потужності  $\cos \varphi$ , повного, активного та реактивного опору в діапазоні як низьких, так і високих частот.

Відомий вимірювач активної потужності, який складається з навантаження, еталонного резистора, першого, другого та третього квадраторів, суматора, перетворювача та реєстратора.

Недоліком вимірювача є те, що він не має змоги вимірювати повну та реактивну потужність,  $\cos \varphi$ , повний, активний та реактивний опір.

Відомий вимірювач потужності, який складається з навантаження, еталонного резистора, першого, другого та третього квадраторів, суматора, першого, другого та третього перетворювачів,

блока ділення, першого та другого блока множення та реєстратора.

Недоліком вимірювача є те, що він не може вимірювати повний, активний та реактивний опір.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення вимірювача потужності, в якому за рахунок розширення функціональних можливостей шляхом введення додаткових блоків множення та ділення забезпечується вимірювання повного, активного та реактивного опору, за рахунок чого користувач може визначити основні показники навантаження.

Поставлена задача вирішується тим, що у вимірювачі потужності, який містить послідовно з'єднані навантаження та еталонний резистор, перший, другий та третій перетворювачі, перший, другий та третій квадратори, суматор, перший та другий блоки множення, перший блок ділення та реєстратор, причому перший вивід навантаження

(19) UA (11) 36685 (13) A

з'єднаний з шиною живлення і першим входом першого квадратора, другий вхід якого з'єднаний з першим входом третього квадратора і першим виводом еталонного резистора, другий вивід якого з'єднаний із загальною шиною і підключений до другого входу третього квадратора; перший і другий входи другого квадратора з'єднані з першим виводом навантаження і другим виводом еталонного резистора відповідно, виходи першого, другого та третього квадратів з'єднані з відповідними входами суматора, вихід якого через перший перетворювач вимірювального сигналу підключений до першого входу реєстратора; перший і другий входи другого перетворювача з'єднані з першим і другим виводами еталонного резистора відповідно, а вихід підключений до першого входу першого блока множення, другий і третій входи якого з'єднані з першим виводом навантаження еталонного резистора і першим виводом навантаження відповідно, а вихід з'єднаний з першими входами першого блока ділення і другого блока множення та з другим входом реєстратора, другий вхід першого блока ділення підключений до виходу першого перетворювача, а вихід з'єднаний з третім входом реєстратора і входом третього перетворювача, вихід якого підключений до другого входу другого блока множення, вихід якого з'єднаний з четвертим входом реєстратора у відповідності з винаходом введені другий блок ділення, третій та четвертий блоки множення, причому перший і другий виводи навантаження та вихід другого перетворювача з'єднані з першим, другим та третім входами другого блока ділення відповідно, вихід якого підключений до п'ятого входу реєстратора та до перших входів третього і четвертого блоків множення, виходи яких підключені відповідно до шостого та сьомого входів реєстратора; вихід першого блока ділення підключений до другого входу третього блока множення, а вихід третього перетворювача підключений до другого входу четвертого блока множення.

На фіг. 1 показано блок-схему вимірювача потужності, повного, активного та реактивного опору.

Перший вивід навантаження 1 з'єднаний з першими входами першого 2 та другого 3 квадратів і з другим входом першого блока множення 4. Другий вивід навантаження 1 з'єднаний з першим виводом еталонного резистора 5, другим входом першого квадратора 2 та першими входами третього квадратора 6, першого блока множення 4, другого перетворювача 7. Другий вивід еталонного резистора 5 підключений до других входів другого 3 і третього 6 квадратів і другого перетворювача 7. Виходи першого 2, другого 3 та третього 6 квадратів з'єднані з першим, другим та третім входами суматора 8, вихід якого через перший перетворювач 9 вимірювального сигналу з'єднаний з першим входом реєстратора 10 і з другим входом блока ділення 11. Вихід першого блока множення 4 з'єднаний з першими входами блока ділення 11 і другого блока множення 12, і підключений до другого входу реєстратора 10. Вихід блока ділення 11 з'єднаний з третім входом реєстратора 10 та через третій перетворювач 13 підключений до другого входу другого блока множення 12, вихід другого блока множення 12 з'єднаний з четвертим входом реєстратора 10. Вихід другого перетворювача 7

з'єднаний з третіми входами першого блока множення 4 та другого блока ділення 14, перший і другий входи якого підключені відповідно до першого і другого входів першого блока множення 4, а вихід підключений до п'ятого входу реєстратора 10 та до перших входів третього 15 та четвертого 16 блоків множення, виходи яких відповідно підключені до шостого та сьомого входів реєстратора 10. Вихід першого блока ділення 11 підключений до другого входу третього блока множення 15, а вихід третього перетворювача з'єднаний із другим входом четвертого блока множення.

Вимірювач працює таким чином. Напряга живлення  $U_1$  надходить на вхід другого квадратора 3 ( $U_1$ ). Еталонний резистор 5 лінійно перетворює вхідний струм  $I_{вх}$  у вхідну напругу ( $U_2$ ) третього квадратора 6 і другого перетворювача 7.

Вимірювання активної потужності  $P$  проводиться за відомим алгоритмом

$$P = \frac{1}{k} (U_1^2 - U_2^2 - U_3^2)$$

де  $k$  – масштабний коефіцієнт пропорційності, наприклад, при значенні еталонного резистора 1 Ом  $k=2$ .

На вході квадратів 2, 3 і 6 подаються відповідно напруги  $U_3$ ,  $U_1$  і  $U_2$ . Суматор 8 визначає алгебраїчну суму квадратів напруг у відповідності з виразом  $(U_1^2 - U_2^2 - U_3^2)$ . Сигнал з виходу суматора 8 надходить до першого перетворювача 9 вимірювального сигналу, де враховується масштабний коефіцієнт  $k$  і одержується сигнал, який несе інформацію про активну потужність. Цей сигнал надходить до першого входу реєстратора 10, який проводить відлік активної потужності  $P$ .

Крім цього напруга  $U_2$  з еталонного резистора  $R_0$  надходить до входів другого перетворювача 7, де враховується масштабний коефіцієнт  $k/2$  так, що на його виході одержується сигнал, пропорційний струму навантаження  $I_{вх}$  тому, що

$$I_{вх} = \frac{U_2}{R_0} = \frac{U_2}{k/2}$$

Цей сигнал надходить на перший вхід першого блока множення 4, на другий і третій входи якого надходить напруга  $U_3$  з навантаженням 1 ( $Z$ ).

Таким чином, на виході першого блока множення 4 з'являється сигнал, пропорційний повній потужності  $S$

$$S = U_3 \cdot I_{вх}$$

що надходить на другий вхід реєстратора 10, який проводить відлік повної потужності  $S$ .

Крім того, цей сигнал надходить на перші входи першого блока ділення 11 та другого блока множення 12 відповідно. На другий вхід першого блока ділення 11 надходить сигнал з виходу першого перетворювача 9, пропорційний активній потужності  $P$  так, що на виході блока ділення 11 утворюється сигнал, пропорційний

$$\cos \varphi = P/S$$

Цей сигнал надходить на третій вхід реєстратора 10, який проводить відлік  $\cos \varphi$ , і на вхід третього перетворювача 13. Третій перетворювач 13 здійснює перетворення  $\cos \varphi$  в  $\sin \varphi$ . Такий перетворювач може бути легко виконаний у цифровому варіанті у вигляді ПЗП (постійний запам'ятовуючий пристрій). Сигнал з виходу перетворювача 13 над-

ходить на другі входи другого 12 та четвертого 16 блоків множення так, що на виході блока 12 утворюється сигнал, пропорційний реактивній потужності  $Q$

$$Q = S \cdot \sin \varphi$$

який надходить до четвертого входу реєстратора 10, який проводить відлік реактивної потужності  $Q$ .

Крім того, сигнал з виходу другого перетворювача 7, пропорційний струму  $I_{BX}$  надходить на третій вхід другого блока ділення 14, на перший та другий вхід якого з навантаження 1 надходить сигнал, пропорційний напрузі  $U_3$  так, що на виході другого блока ділення 14 утворюється сигнал, пропорційний повному опору  $Z$  навантаження

$$Z = \frac{U_3}{I_{BX}}$$

Цей сигнал надходить на п'ятий вхід реєстратора 10, який проводить відлік  $Z$ , та не перші входи третього 15 та четвертого 16 блоків множення. На другий вхід третього блока множення 15 поступає сигнал, пропорційний  $\cos \varphi$  з виходу першого блока ділення 11 так, що на виході третього блока множення 15 з'являється сигнал, пропорційний активному опору  $R$  навантаження

$$R = Z \cdot \cos \varphi$$

Цей сигнал надходить на шостий вхід реєстратора 10, який проводить відлік  $R$

Крім того, на виході четвертого блока множення 16 з'являється сигнал пропорційний реактивному опору  $X$

$$X = Z \cdot \sin \varphi$$

Цей сигнал надходить на сьомий вхід реєстратора 10, який проводить відлік  $X$ .

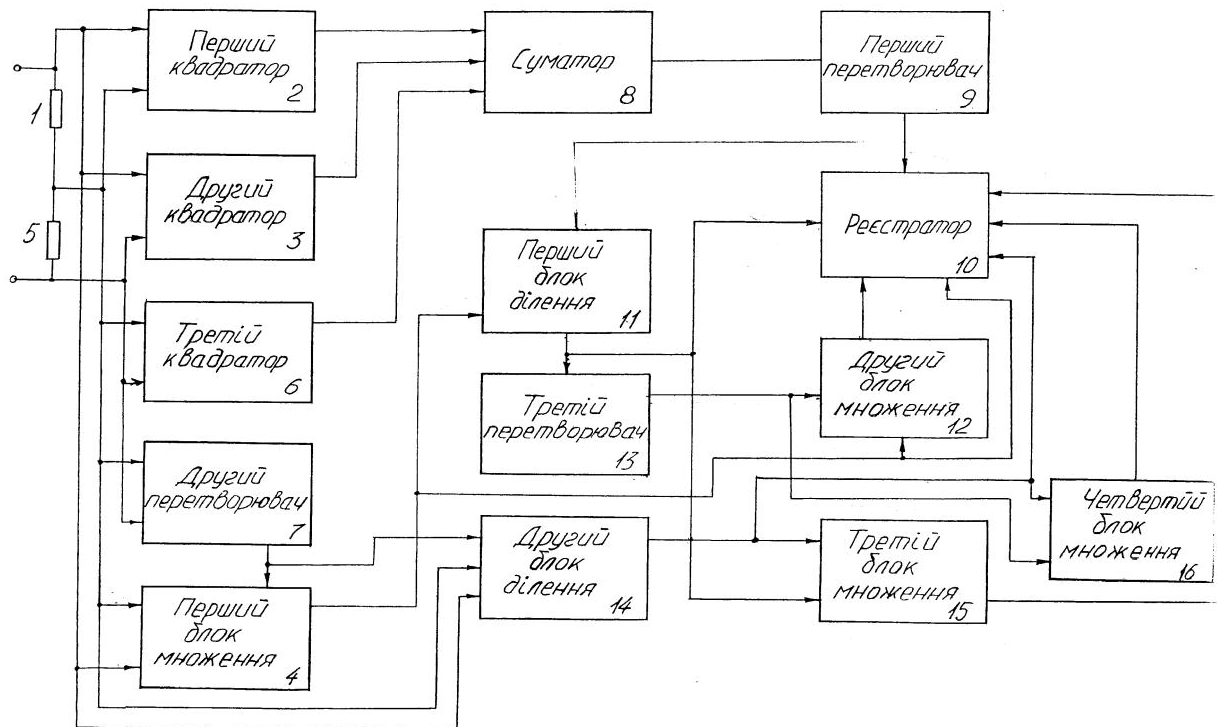
Таким чином, винахід дозволяє вимірювати активну, реактивну та повну потужності, коефіцієнт потужності  $\cos \varphi$ , повний опір  $Z$ , активний опір  $R$  та реактивний опір  $X$  в широкому діапазоні частот.

Вимірювач потужності повного, активного та реактивного опорів легко виконується в цифровому варіанті – на стандартних мікросхемах з підвищеною надійністю функціонування, в широкому діапазоні частот та значень сигналів, які вимірюються.

Джерела інформації

1. АС N1665315 СССР (аналог) кл. G01R 21/00, 21/06 "Измеритель активной мощности".

2. Рішення про видачу патенту за N 99010378 від 1.12.99 р. (прототип), кл. G01R 21/00, "вимірювач потужності".



Фіг.

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