



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **98365**

(13) **C2**

(51) МПК

G01R 19/04 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2010 08191**

(22) Дата подання заявки: **30.06.2010**

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: **10.05.2012**

(41) Публікація відомостей
про заявку: **10.01.2012, Бюл.№ 1**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.05.2012, Бюл.№ 9**

(72) Винахідник(и):

**Комаров Микола Сергійович (UA),
Сороколєтов Олег Никодимович (UA),
Телюк Андрій Володимирович (UA)**

(73) Власник(и):

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ,
вул. Немировича-Данченка, 2, м. Київ-11,
01601, Україна (UA)**

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

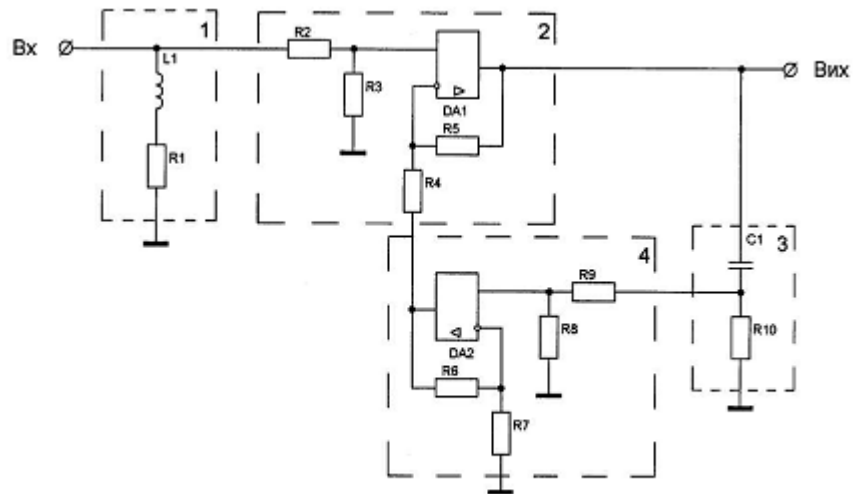
SU 1221605 A; 30.03.1986
RU 2168182 C1; 27.05.2001
SU 1437789 A1; 15.11.1988
US 7429856 B1; 30.09.2008
GB 1067678; 03.05.1967
US 3488518; 06.01.1970
US 2006/0255860 A1; 16.11.2006
SU 1026067 A; 30.06.1983
SU 1315910 A1; 07.06.1987
UA 13320 U; 15.03.2006

(54) ВИМІРЮВАЧ МИТТЄВОГО ЗНАЧЕННЯ СТРУМУ

(57) Реферат:

Винахід належить до галузі електротехніки, зокрема - вимірювальних перетворювачів електричних та магнітних величин. Вимірювач миттєвого значення струму містить датчик струму, диференціатор та підсилювач, при цьому в нього додатково введено диференціальний підсилювач, вихід якого з'єднаний з входом диференціатора, неінвертуючий вхід з'єднаний з виходом датчика струму, а інвертуючий вхід з'єднаний з виходом підсилювача, вхід якого з'єднаний з виходом диференціатора. Технічним результатом винаходу є підвищення швидкодії та розширення частотного діапазону вимірювання.

UA 98365 C2



Фиг. 1

Винахід належить до галузі електротехніки, зокрема до вимірювачів миттєвих значень струму, та може бути використаний у силовій електроніці для дослідження і контролю процесів перемикання у напівпровідникових приладах.

Вимірювання миттєвого значення струму у сучасних електронних колах є складною задачею, що обумовлено великою швидкістю його зміни, яка для сучасних напівпровідникових приладів складає приблизно $0,1 \cdot 10^{-6}$ с. При цьому значення струму може сягати десятків ампер. Як відомо, вимірювач у своєму складі має датчик струму, модель якого містить індуктивність, з'єднану послідовно з опором. Іншим ускладненням процесу вимірювання є те, що датчик струму не повинен вносити зміни у характер процесів, з одного боку, а з другого - на його виході необхідно отримати сигнал достатньої величини. Так, наприклад, при струмі у 100 А для отримання вихідної напруги датчика струму на рівні 1 В, опір датчика повинен дорівнювати 10^{-2} Ом. Також для якісного і точного вимірювання постійна часу датчика $\tau = \frac{L}{R}$ повинна бути значно

менша, ніж тривалість процесу перемикання напівпровідникових приладів, отже якщо $t = 0,1 \cdot 10^{-6}$ с, постійна часу буде дорівнювати приблизно $\tau \approx 10^{-8}$ с. Це означає, що індуктивність датчика повинна задовольняти умові $L \leq 10^{-10}$ Гн. Виконання цієї умови конструктивними засобами майже неможливо, тому стає задача пошуку інших шляхів вирішення цього питання.

Відомий вимірювач миттєвого значення струму (А.С. СРСР № 1221605, МПК: G01R 19/04, 1986 р.), що містить елемент диференціювання, два послідовно з'єднаних ключових елемента, кожен з яких зашунтований відповідним діодом, дросель, трансформатор струму та блок управління. У цьому вимірювачі утворюється струм компенсації, який проходить по резистору навантаження, і ця напруга визначає вихідний сигнал вимірювача. У вимірювачі не забезпечується висока швидкодія за рахунок наявності в його структурі дроселя і трансформатора струму.

Відомий безконтактний вимірювальний перетворювач струму (патент Росії № 2168182, МПК: G01R 19/04, G01R 19/00, 2001 р.), що містить операційні підсилювачі і диференціальний підсилювач, який підсилює напругу півобмоток пояса Роговського, а застосування операційних підсилювачів дозволяє підвищити вхідний опір пристрою і точність вимірювання, але він має у своїй структурі інтегратор, що обмежує його швидкодію і він розрахований для вимірювання змінних та імпульсних струмів в електроенергетиці.

Відомий також вимірювач миттєвого значення струму (патент Росії № 1437789, МПК: G01R 19/04, 1988 р.), що містить датчик сигналу, диференціатор і підсилювач. Крім того, відомий вимірювач містить синхронізатор, джерела опорної напруги, компаратори, диз'юнктори, D-тригери, ключі. Такий вимірювач дозволяє виконувати контроль величини миттєвих значень змінних аналогових сигналів за рахунок порівняння їх з опорними напругами. Пристрій має значну швидкодію, але вхідний подільник напруги не забезпечує усунення дії паразитних параметрів джерела аналогового сигналу.

В основу винаходу поставлена задача створення такого вимірювача миттєвого значення струму, в якому введенням нових елементів та зв'язків забезпечувалось би підвищення швидкодії і розширення частотного діапазону вимірювання.

Поставлена задача вирішується тим, що вимірювач миттєвого значення струму містить датчик струму, диференціатор та підсилювач, згідно з винаходом, в нього додатково введений диференціальний підсилювач, вихід якого з'єднаний з входом диференціатора, неінвертуючий вхід з'єднаний з виходом датчика струму, а інвертуючий вхід з'єднаний з виходом підсилювача, вхід якого з'єднаний з виходом диференціатора.

Введення диференціального підсилювача, на інвертуючий вхід якого поступає сигнал з виходу датчика струму, який має активну складову пропорційну струму і індуктивну, а на інвертуючий вхід - підсилений продиференційований вихідний сигнал вимірювача, дозволяє вилучити з сигналу датчика струму індуктивну складову, таким чином вихідний сигнал вимірювача стає пропорційним струму, що забезпечує підвищення швидкодії і розширення частотного діапазону вимірювання.

На фіг. 1 представлена схема вимірювача;

на фіг. 2 - часова діаграма напруги і струму на вході вимірювача;

на фіг. 3 - часова діаграма струму на вході вимірювача і напруги на виході вимірювача.

Вимірювач, представлений на схемі (фіг. 1), містить датчик струму 1, який складається з опору R1 і індуктивності L1, його вихід з'єднаний з неінвертуючим входом диференціального підсилювача 2, який складається з опорів R2, R3, R4, R5 і операційного підсилювача DA1, вихід якого з'єднаний з диференціатором 3, який складається з конденсатора C1 і опору R10, вихід якого з'єднаний з підсилювачем 4, який складається з опорів R6, R7, R8, R9 і операційного

підсилювача DA2, вихід якого з'єднаний з інвертуючим входом диференціального підсилювача 2.

Вимірювач працює наступним чином.

Вихідна напруга датчика струму 1 дорівнює:

$$U_1 = i \cdot R_1 + L_1 \frac{di}{dt} \quad (1)$$

5 і надходить через опори R2, R3 на неінвертуючий вхід DA1, на якому побудовано диференціальний підсилювач 2.

Припустимо, що на виході вимірювача напруга дорівнює

$$U_{\text{вих}} = K_U \cdot i \cdot R_1 \quad (2)$$

де K_U - коефіцієнт підсилення диференціального підсилювача 2.

10 Тоді після диференціатора 3 і підсилювача 4, напруга на виході підсилювача 4 буде дорівнювати:

$$U_2 = K_U \cdot R_1 \frac{di}{dt} \cdot K_2 \quad (3)$$

де K_2 - коефіцієнт підсилення підсилювача 4.

Загальна вихідна напруга вимірювача тоді буде дорівнювати:

$$U_{\text{вих}} = (U_1 - U_2) \cdot K_U = \left(i \cdot R_1 + L_1 \frac{di}{dt} - K_U \cdot K_2 \cdot R_1 \frac{di}{dt} \right) K_U \quad (4)$$

Порівнявши вирази (2) і (4), очевидно, що для отримання виразу (2) необхідно, щоб K_2 дорівнював:

$$K_2 = \frac{L_1}{K_U \cdot R_1} \quad (5)$$

15 тоді

$$U_{\text{вих}} = (U_1 - U_2) \cdot K_U = \left(i \cdot R_1 + L_1 \frac{di}{dt} - K_U \cdot \frac{L_1}{K_U \cdot R_1} \cdot R_1 \frac{di}{dt} \right) \cdot K_U \quad (6)$$

Таким чином, вираз (6) підтверджує попереднє припущення. При умові (5) отримуємо:

$$U_{\text{вих}} = i \cdot R_1 \cdot K_U,$$

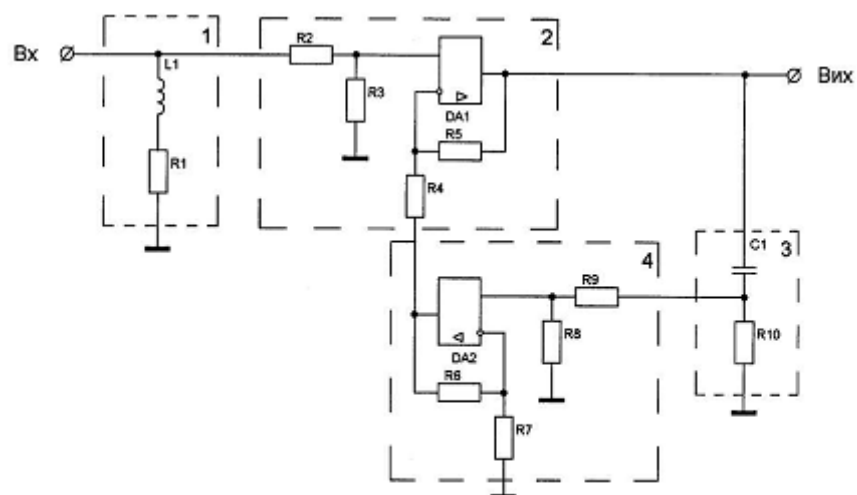
що є миттєвим значенням вимірюваного струму. При цьому необхідно дотримувати, щоб: $R_3/R_2 = R_5/R_4 = K_U$; $R_8/R_9 = R_6/R_7 = K_2$; $\tau_1 = L_1/R_1 = \tau_2 = R_{10} \cdot C_1$.

20 При відомих параметрах датчика струму 1, вибираючи параметри згідно з умовою (5) сигнал на виході вимірювача пропорційний миттєвому значенню струму, тобто частотний діапазон вимірювача і його швидкодія залежатимуть лише від цих параметрів операційних підсилювачів.

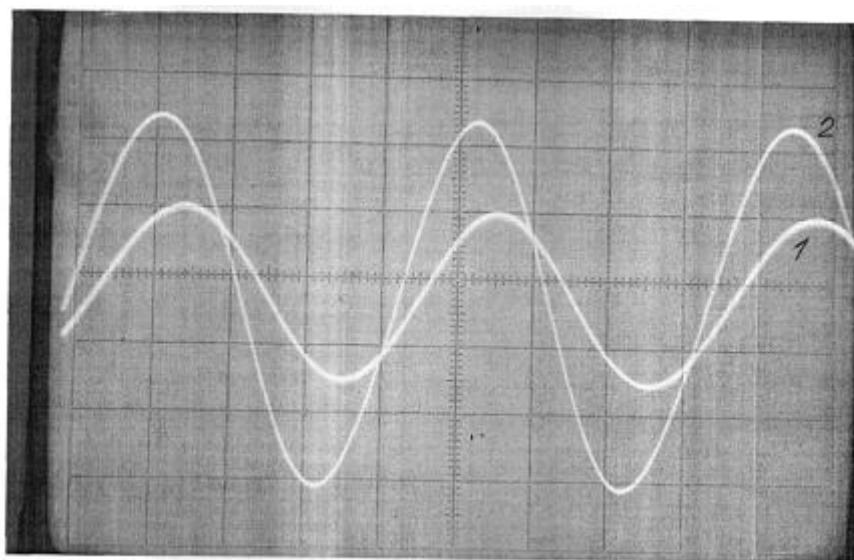
25 Наведені вище математичні вирази підтверджені експериментальними дослідженнями. На фіг. 2 представлена часова діаграма струму (крива 1) і напруги (крива 2) на вході вимірювача, а на фіг. 3 - струму на вході вимірювача (крива 1) і вихідної напруги на виході вимірювача (крива 2).

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

30 Вимірювач миттєвого значення струму, що містить датчик струму, диференціатор та підсилювач, який **відрізняється** тим, що в нього додатково введено диференціальний підсилювач, вихід якого з'єднаний з входом диференціатора, неінвертуючий вхід з'єднаний з виходом датчика струму, а інвертуючий вхід з'єднаний з виходом підсилювача, вхід якого з'єднаний з виходом диференціатора.



Фиг. 1



Фиг. 2

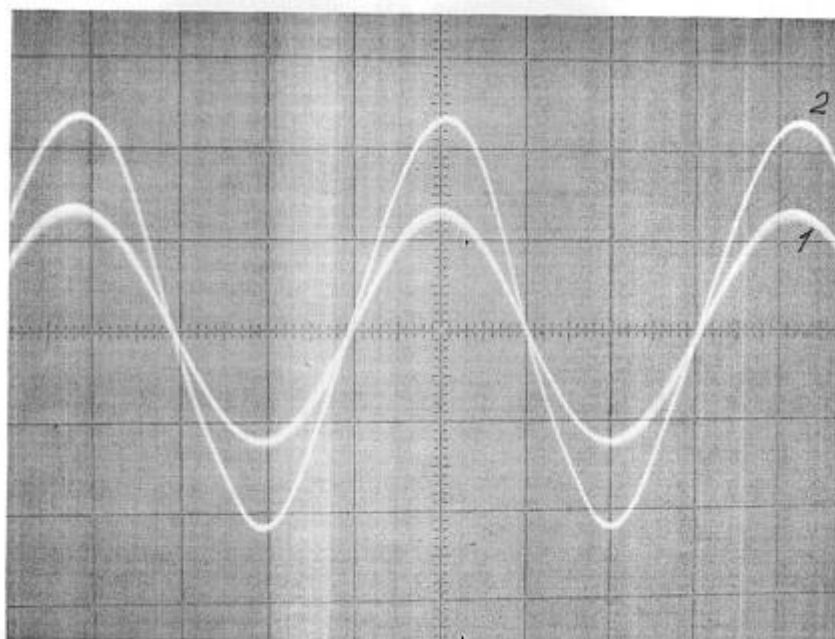


Fig. 3

Комп'ютерна верстка Л.Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601