



МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **121650** (13) **U**  
(51) МПК  
**G01R 27/28** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

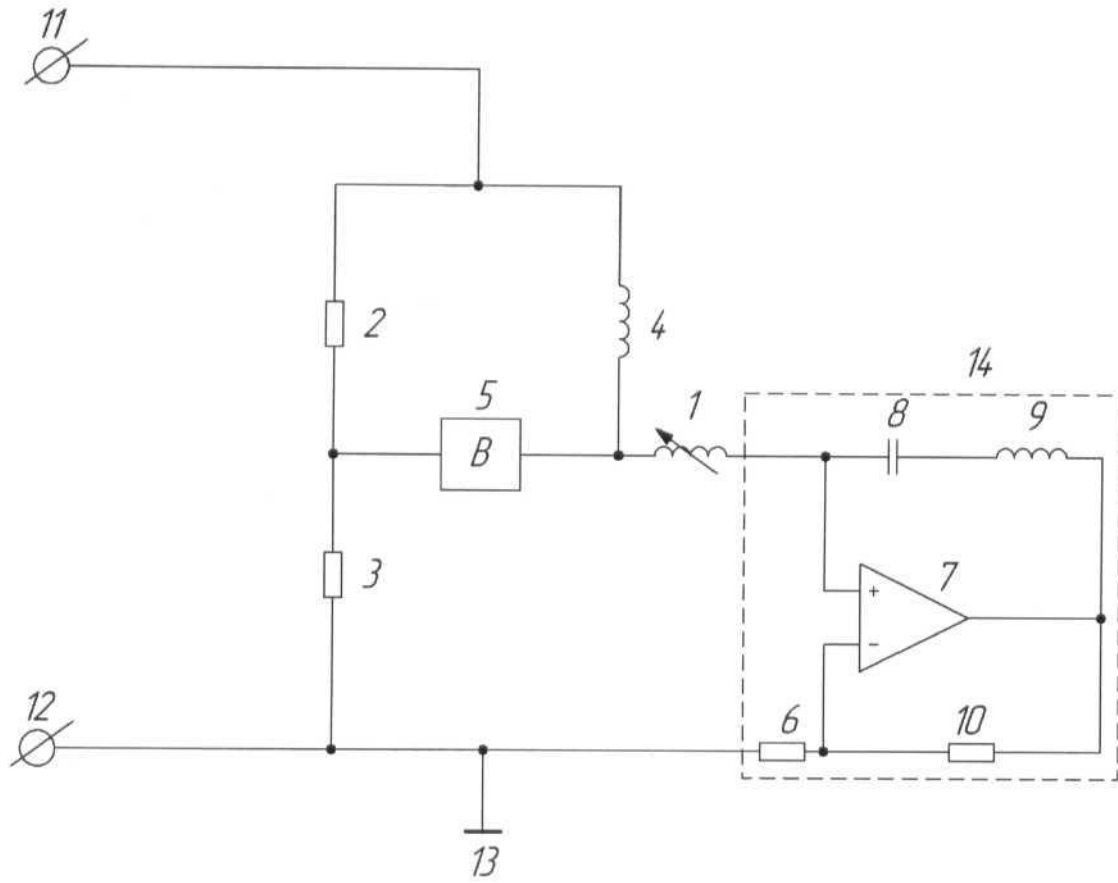
(21) Номер заявки: <b>u 2017 06562</b>	(72) Винахідник(и): <b>Лазарєв Олександр Олександрович (UA), Войцеховська Олена Валеріївна (UA), Ковалюк Олександр Миколайович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>26.06.2017</b>	(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>11.12.2017</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>11.12.2017, Бюл.№ 23</b>	

## (54) МОСТОВИЙ ІНДУКТИВНИЙ НЕГАСЕНСОП

### (57) Реферат:

Мостовий індуктивний негасенсор містить котушку індуктивності первинного вимірювального перетворювача, перший вивід якої з'єднано з першим виводом вимірювального блока, та через другу котушку індуктивності з першою вхідною клемою, операційний підсилювач, вихід якого з'єднано з другим виводом першої котушки індуктивності та першим виводом першого резистора, другий вивід якого з'єднано з інвертуючим входом операційного підсилювача та першим виводом другого резистора, другий вивід другого резистора з'єднано з загальною шиною та другою вхідною клемою. Додатково введено третій та четвертий резистори та конденсатор, другий вивід якого з'єднано з першим виводом першої котушки індуктивності, перший вивід конденсатора з'єднано з другим виводом котушки індуктивності первинного вимірювального перетворювача та з неінвертуючим входом операційного підсилювача, перший вивід третього резистора з'єднано з першою вхідною клемою, другий вивід третього резистора з'єднано з другим виводом вимірювального блока та першим виводом четвертого резистора, другий вивід якого з'єднано з загальною шиною.

UA 121650 U



Корисна модель належить до вимірювальної техніки, в тому числі до перетворювачів неелектричних вимірюваних параметрів в електричні.

Відомий індуктивний сенсор, який складається з котушки індуктивності з механічним керуванням індуктивності [Туричин А.М., Новицкий П.В., Левшина Е.С., Гутников В.С., Спектор С.А., Зограф И.А., Аршанский Б.Э., Кнорринг В.Г., Пресняков П.Д. Электрические измерения физических величин. -Л.: Энергия, 1975 - С. 308-313].

Недоліком даного індуктивного сенсора є великі масогабаритні показники та низька чутливість.

Найближчим аналогом до запропонованого пристрою вибраний індуктивний мостовий негасенсор, що містить котушку індуктивності первинного вимірювального перетворювача, перший вивід якої з'єднано з першим виводом вимірювального блока, з неінвертуючим входом операційного підсилювача, через першу котушку індуктивності виходом операційного підсилювача та першим виводом першого резистора, через четверту котушку індуктивності з'єднано з другою котушкою індуктивності і першою вхідною клемою, другий вивід котушки індуктивності первинного вимірювального перетворювача з'єднано з другою вхідною клемою, з загальною шиною, через третю котушку індуктивності - з другим виводом вимірювального блока, другим виводом другої котушки індуктивності та через другий резистор - з другим виводом першого резистора, а також з інвертуючим входом операційного підсилювача [патент України №64984, МПК G01R 27/28, публ. 25.11.2011р.].

Недоліком пристрою за найближчим аналогом є недостатня чутливість, що призводить до низької точності вимірювань.

В основу корисної моделі поставлена задача розробки мостового індуктивного негасенсора, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків між ними досягається підвищення точності вимірювання за рахунок підвищення чутливості.

Поставлена задача вирішується тим, що мостовий індуктивний негасенсор містить котушку індуктивності первинного вимірювального перетворювача, перший вивід якої з'єднано з першим виводом вимірювального блока, та через другу котушку індуктивності з першою вхідною клемою, операційний підсилювач, вихід якого з'єднано з другим виводом першої котушки індуктивності та першим виводом першого резистора, другий вивід якого з'єднано з інвертуючим входом операційного підсилювача та першим виводом другого резистора, другий вивід другого резистора з'єднано із загальною шиною та другою вхідною клемою, відповідно корисній моделі введено третій та четвертий резистори та конденсатор другий вивід якого з'єднано з першим виводом першої котушки індуктивності, перший вивід конденсатора з'єднано з другим виводом першої котушки індуктивності первинного вимірювального перетворювача та з неінвертуючим входом операційного підсилювача, перший вивід третього резистора з'єднано з першою вхідною клемою, другий вивід третього резистора з'єднано з другим виводом вимірювального блока та першим виводом четвертого резистора, другий вивід якого з'єднано з загальною шиною.

На кресленні наведено схему мостового індуктивного негасенсора.

Пристрій містить перший резистор 6 та другий резистор 10, першу котушку індуктивності 9 та другу котушку індуктивності 4, вимірювальний блок 5, загальну шину 13, котушку індуктивності первинного вимірювального перетворювача 1, операційний підсилювач 7, першу вхідну клему 11 та другу вхідну клему 12, третій резистор 2 та четвертий резистор 3, конденсатор 8, що першим виводом з'єднано з неінвертуючим входом операційного підсилювача 7, а також з'єднано з другим виводом котушки індуктивності первинного вимірювального перетворювача 1, перший вивід якої з'єднано з другим виводом другої котушки індуктивності 4, а також з'єднано з другим виводом вимірювального блока 5, перший вивід вимірювального блока 5 з'єднано з першим виводом четвертого резистора 3 та другим виводом третього резистора 2, перший вивід третього резистора 2 з'єднано з першим виводом другої котушки індуктивності 4 та першою вхідною клемою 11, другий вивід четвертого резистора 3 з'єднано з загальною шиною 13, а також з другою вхідною клемою 12 та другим виводом першого резистора 6, перший вивід першого резистора 6 з'єднано з інвертуючим входом операційного підсилювача 7 та другим виводом другого резистора 10, перший вивід другого резистора 10 з'єднано з виходом операційного підсилювача 7 та першим виводом першої котушки індуктивності 9, другий вивід першої котушки індуктивності 9 з'єднано з другим виводом конденсатора 8, операційний підсилювач 7, перший резистор 6, другий резистор 10 та перша котушка індуктивності 9 утворюють L-негатрон 14.

Пристрій працює наступним чином. Вхідний сигнал з першої 11 та другої 12 вхідних клем подається на вимірювальний міст, утворений третім 2, четвертим резистором 3, другою котушкою індуктивності 4 та котушкою індуктивності первинного вимірювального перетворювача 1, послідовно до якої підключено L-негатрон 14. Вихідний сигнал знімається на вимірювальному

блоці 5, який підключається в діагональ вимірювального моста. Перша котушка індуктивності 9 вмикається в коло додатного зворотного зв'язку операційного підсилювача 7 і перетворюється у від'ємну індуктивність  $L$ -негатрона (приладу, що має від'ємне значення диференційної індуктивності), другий 10 та перший 6 резистори - це резистори від'ємного зворотного зв'язку, які задають коефіцієнт підсилення операційного підсилювача 7. Загальна шина 13 служить заземленням. Введений конденсатор 8, третій резистор 2 та четвертий резистор 3 в схему дозволяє підвищити чутливість, що підтверджено наведеними нижче математичними розрахунками.

Відносна чутливість мостового індуктивного негасенсора визначається за формулою:

$$S_1 = -\frac{L_x \cdot L}{(L_x + L + L^{(-)})^2}, \quad (1)$$

де  $L_x$  - значення індуктивності первинного вимірювального перетворювача 7,  $L^{(-)}$  - значення від'ємної індуктивності 14;  $L$  - значення індуктивності першої котушки індуктивності 4.

Відносна чутливість найближчого аналога індуктивного негасенсора має вигляд:

$$S_2 = -\frac{2 \cdot L \cdot L^{(-)2} \cdot L_x}{(-L^{(-)} \cdot L_x + L \cdot (L^{(-)} + L_x)) \cdot (L_x \cdot L + (L^{(-)} \cdot (L + L_x)))}, \quad (2)$$

Відношення рівняння (1) до (2) показує як змінюється відносна чутливість при введенні конденсатора 8 та другої котушки індуктивності 4.

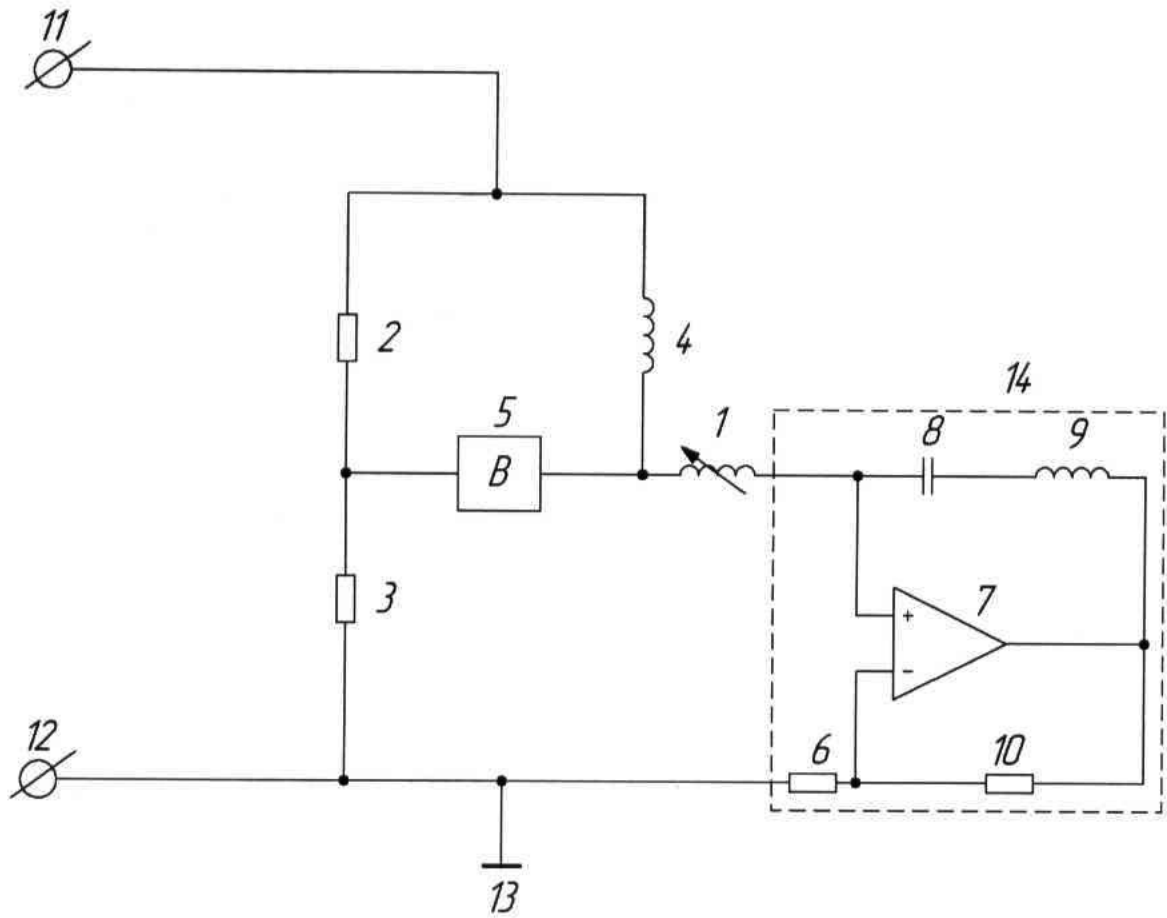
$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{(L_x \cdot L + L_x \cdot L^{(-)} + L \cdot L^{(-)})^2}{L^{(-)2} \cdot (L_x + L + L^{(-)})^2}, \quad (3)$$

Таким чином аналіз виразу (3) показує, що відносна чутливість мостового індуктивного негасенсора буде більшою за відносну чутливість індуктивного негасенсора мостового типу (найближчий аналог) при виконанні умов:

$$0 > L^{(-)} > \sqrt{L_3^2 + L_3 \cdot L_x + L_x^2} - L_x - L_3 \text{ та } -\sqrt{L_3} \cdot \sqrt{L_x} > L^{(-)} > -L_3 - L_x - \sqrt{L_3^2 + L_3 \cdot L_x + L_x^2}.$$

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Мостовий індуктивний негасенсор, що містить котушку індуктивності первинного вимірювального перетворювача, перший вивід якої з'єднано з першим виводом вимірювального блока, та через другу котушку індуктивності з першою вхідною клемою, операційний підсилювач, вихід якого з'єднано з другим виводом першої котушки індуктивності та першим виводом першого резистора, другий вивід якого з'єднано з інвертуючим входом операційного підсилювача та першим виводом другого резистора, другий вивід другого резистора з'єднано з загальною шиною та другою вхідною клемою, який **відрізняється** тим, що додатково введено третій та четвертий резистори та конденсатор, другий вивід якого з'єднано з першим виводом першої котушки індуктивності, перший вивід конденсатора з'єднано з другим виводом котушки індуктивності первинного вимірювального перетворювача та з неінвертуючим входом операційного підсилювача, перший вивід третього резистора з'єднано з першою вхідною клемою, другий вивід третього резистора з'єднано з другим виводом вимірювального блока та першим виводом четвертого резистора, другий вивід якого з'єднано з загальною шиною.



Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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