



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **139600** (13) **U**  
(51) МПК (2019.01)  
**G01R 27/00**

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ

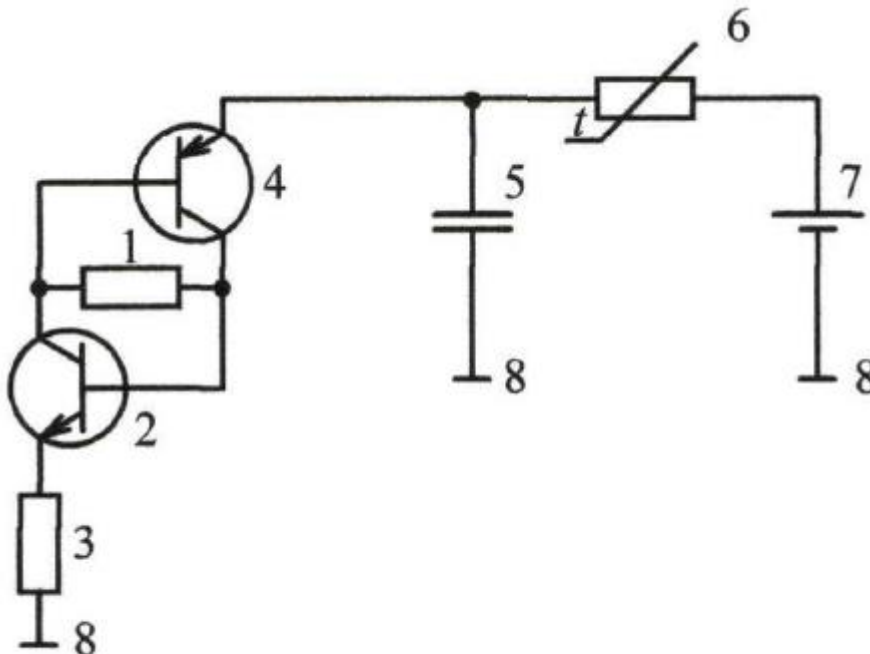
## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2019 07030</b>	(72) Винахідник(и): <b>Лазарєв Олександр Олександрович (UA), Войцеховська Олена Валеріївна (UA), Паламарчук Роман Петрович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>24.06.2019</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>10.01.2020</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.01.2020, Бюл.№ 1</b>	

## (54) ГЕНЕРАТОРНИЙ СЕНСОР ТЕМПЕРАТУРИ НА R-НЕГАТРОНІ

### (57) Реферат:

Генераторний сенсор температури на R-негатроні містить терморезистор, перший резистор, конденсатор, джерело живлення. Додатково введено два біполярних транзистори, другий резистор та загальну шину.



Фіг. 1

UA 139600 U



Корисна модель належить до контрольно-вимірювальної техніки, в тому числі до перетворювачів неелектричних вимірювальних параметрів в електричні.

Відомий перетворювач температури з термочутливим опором у вхідному колі, який містить двозатворний МДН-транзистор, перший затвор якого з'єднаний з першим виводом терморезистора, другий вивід якого з'єднаний з витоком двозатворного МДН-транзистора, також з виходом схеми, з другим виводом конденсатора, та з другим джерелом живлення, перший затвор двозатворного МДН-транзистора через послідовне з'єднання резистора, та першого джерела живлення з'єднаний з другим виводом терморезистора, другий затвор двозатворного МДН-транзистора з'єднаний через котушку індуктивності, з першим виводом першого конденсатора та першим виводом другого джерела живлення, стік двозатворного МДН-транзистора з'єднаний з виходом схеми [Осадчук В.С., Осадчук О.В., Кравчук Н.С. Мікроелектронні сенсори температури з частотним виходом. Монографія. - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. - С. 118].

Недоліком даного пристрою є схемотехнічна складність.

Найбільш близьким до запропонованого пристрою є перетворювач температури в частоту, який містить генератор імпульсів, що складається з послідовно з'єднаних тиристора та першого змінного резистора, паралельно яким ввімкнено конденсатор, терморезистор, підключений одним виводом до керуючого електроду тиристора, а іншим до його аноду, який через опір навантаження, в подальшому перший резистор, зв'язаний з полюсом джерела живлення, другий полюс якого підключений до другого виходу першого змінного резистора та першому виводу другого змінного резистора, а також другий конденсатор, перша обкладинка якого з'єднана з другим виводом другого змінного резистора, а друга обкладинка - з катодом тиристора. [А. с. 1538061 СССР, МКИ G01K 7/14. Опубл. 23.01.90, Бюл. № 3].

Недоліком даного пристрою є низька робоча частота та залежність значення амплітуди вихідної напруги від температури, що приводить до обмеження функціональних можливостей та низької точності вимірювань.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробки такого генераторного сенсора температури на R-негатроні, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків між ними досягається підвищення робочої частоти та забезпечення незалежності значення амплітуди вихідної напруги від температури, що приводить до розширення функціональних можливостей та покращення точності вимірювань.

Поставлена задача вирішується тим, що в генераторний сенсор температури на R-негатроні, який містить терморезистор, перший резистор, конденсатор, джерело живлення, згідно з корисною моделлю, введено два біполярних транзистори, другий резистор та загальну шину, база першого біполярного транзистора з'єднана з першим виводом другого резистора та з колектором другого біполярного транзистора, емітер якого з'єднаний через перший резистор з загальною шиною, база другого біполярного транзистора з'єднана з другим виводом другого резистора та з колектором першого біполярного транзистора, емітер якого з'єднано через конденсатор з загальною шиною та через терморезистор- з першим виводом джерела живлення, другий вивід якого з'єднаний з загальною шиною.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 наведено схему генераторного сенсора температури на R-негатроні; на фіг. 2 - залежність частоти сигналу на виході від температури.

Пристрій містить терморезистор 6, перший резистор 3, конденсатор 5, джерело живлення 7, перший біполярний транзистор 4, другий біполярний транзистор 2, другий резистор 1 та загальну шину 8, база першого біполярного транзистора 4 з'єднана з першим виводом другого резистора 1 та з колектором другого біполярного транзистора 2, емітер якого з'єднаний через перший резистор 3 з загальною шиною 8, база другого біполярного транзистора 2 з'єднана з другим виводом другого резистора 1 та з колектором першого біполярного транзистора 4, емітер якого з'єднано через конденсатор 5 з загальною шиною 8 та через терморезистор 6 - з першим виводом джерела живлення 7, другий вивід якого з'єднаний з загальною шиною 8.

Пристрій працює наступним чином. При подачі напруги живлення від джерела живлення 7, другий вивід якого з'єднано з загальною шиною 8 конденсатор 5 почне заряджатись через опір терморезистора 6, і напруга на ньому буде збільшуватися. Оскільки конденсатор 5 та R-негатрон S-типу з'єднані паралельно, то напруги на них будуть однаковими.

R-негатрон S-типу реалізовано на схемотехнічному аналозі динистора на першому біполярному транзисторі 4 та другому біполярному транзисторі 2. Опір другого резистора 1 регулює зворотній зв'язок та дає змогу коригувати форму ВАХ. Спадаюча ділянка на ВАХ в даній схемі забезпечується за рахунок позитивного зворотного зв'язку між першим біполярним транзистором 4 та другим біполярним транзистором 2, струм бази першого біполярного

транзистора 4 є струмом колектора другого біполярного транзистора 2, струм бази якого є струмом колектора першого біполярного транзистора 4. Невеликий приріст емітерного струму  $\Delta I_{E1}$  першого біполярного транзистора 4 викликає приріст колекторного струму  $\Delta I_{K1}$ , який потрапляє в базу другого біполярного транзистора 2 і викликає приріст струму колектора  $\Delta I_{K2}$

$$\Delta I_{K2} = \Delta I_{E2} \cdot \beta_2 = \Delta I_{K1} \cdot \beta_2, \quad (1)$$

де  $\beta_2$  - коефіцієнт підсилення за струмом другого транзистора 2.

В свою чергу струм колектора першого біполярного транзистора 4 збільшується на величину  $\Delta I_{K1}$

$$\Delta I_{K1} = \Delta I_{K2} \cdot \beta_1 = \Delta I_{K1} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \quad (2)$$

де  $\beta_1$  - коефіцієнт підсилення за струмом першого транзистора 4.

Отже, початковий приріст колекторного струму першого біполярного транзистора 4 в результаті позитивного зворотного зв'язку приводить до його подальшого збільшення в  $\beta_1 \cdot \beta_2$ , разів.

$$\frac{\Delta I_{K1}}{\Delta I_{K1}} = \beta_1 \cdot \beta_2. \quad (3)$$

Коли напруга на конденсаторі 5 досягне значення напруги вмикання R-негатрона S-типу  $U_B$ , він перейде у відкритий стан, його опір зменшиться, а струм - різко збільшиться. Конденсатор 5 швидко розрядиться до напруги відкритого стану  $U_{Відк}$  через малі опори R-негатрона S-типу і першого резистора 3, сумарний опір яких є значно меншим за опір терморезистора 6. Опір першого резистора 3 слугує для обмеження струму розряду ємності конденсатора 5 і запобігання виходу з ладу першого біполярного транзистора 2 та другого біполярного транзистора 4 схемотехнічного аналогу R-негатрону. Як тільки струм через R-негатрон S-типу стане менше струму утримування  $I_{yтр}$ , R-негатрон закриється. Ємність конденсатора 5 почне знову заряджатися через опір терморезистора 6 до напруги вмикання  $U_B$ , і процес повториться. Основні параметри: амплітуда вихідної напруги  $U_T$ , тривалість робочого ходу  $t_{роб}$ , тривалість зворотного ходу  $t_{зв}$ , період  $T$ . Тривалість робочого ходу розраховується за формулою:

$$t_{роб} = -R1 \cdot C1 \cdot \ln \left( \frac{V1 - U_{Відк}}{V1 - U_B} \right). \quad (4)$$

де  $R1$  - опір терморезистора 6,  $C1$  - ємність конденсатора 5,  $V1$  - напруга джерела живлення.

Частота сигналу на виході залежить від температури (фіг. 2).

З одержаних графіків видно, що при температурі  $-15^\circ\text{C}$  частота сигналу на виході становить 2,76 кГц. При температурі  $40^\circ\text{C}$  частота сигналу на виході становить 47,2 кГц. Середнє значення крутизни перетворення складає  $0,808 \text{ кГц}/^\circ\text{C}$ .

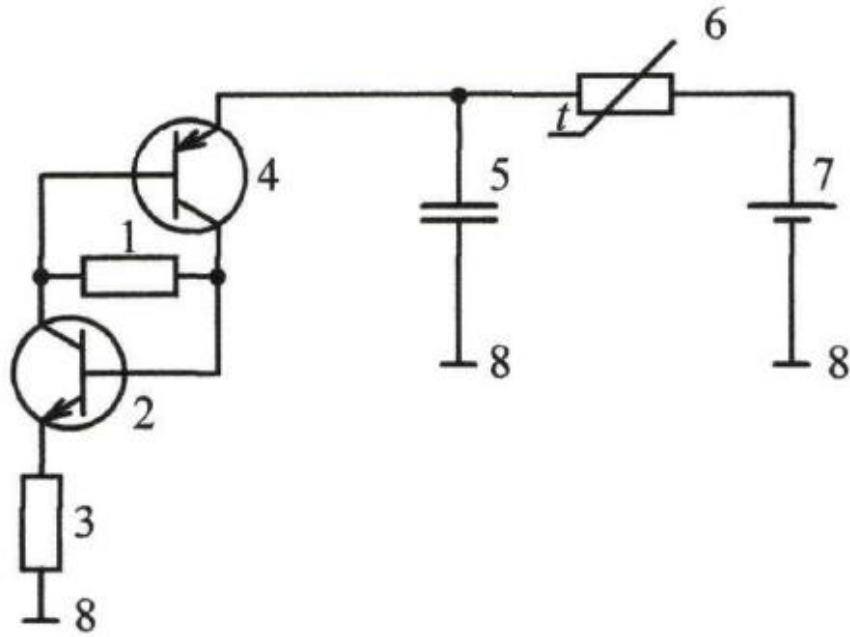
Таким чином, використовуючи R-негатрон на біполярних транзисторах 2 та 4, які мають значно більші робочі частоти ніж у тиристора, забезпечується підвищення робочої частоти. Запропоноване включення терморезистора 6 забезпечує незалежність значення амплітуди вихідної напруги від температури.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

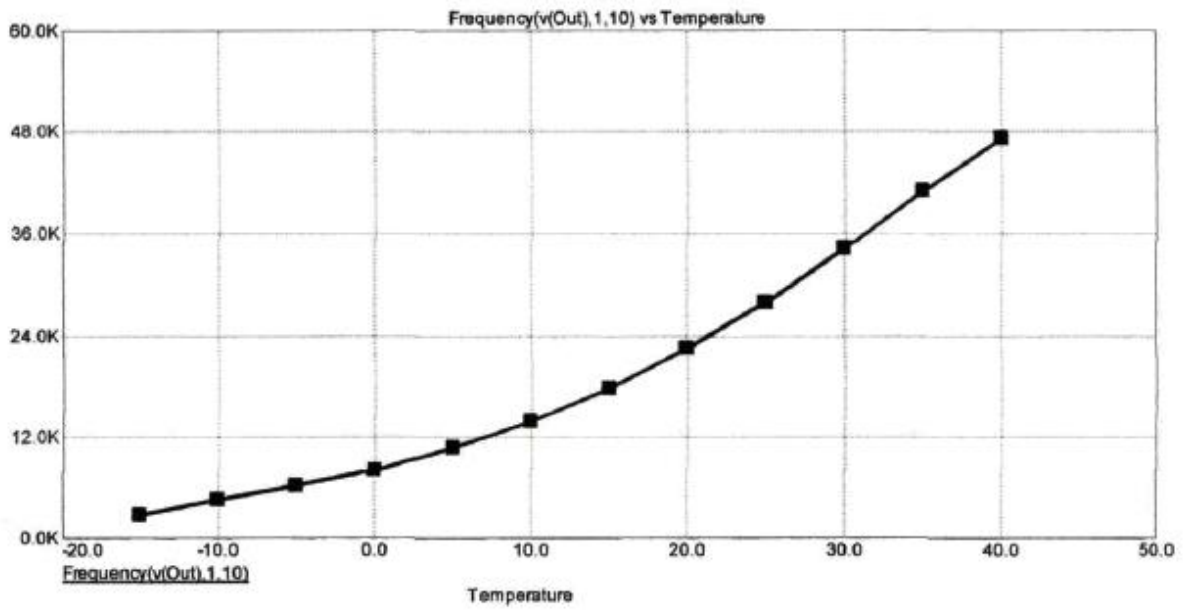
35

Генераторний сенсор температури на R-негатроні, який містить терморезистор, перший резистор, конденсатор, джерело живлення, який **відрізняється** тим, що введено два біполярних транзистори, другий резистор та загальну шину, причому база першого біполярного транзистора з'єднана з першим виводом другого резистора та з колектором другого біполярного транзистора, емітер якого з'єднаний через перший резистор з загальною шиною, база другого біполярного транзистора з'єднана з другим виводом другого резистора та з колектором першого біполярного транзистора, емітер якого з'єднано через конденсатор з загальною шиною та через терморезистор - з першим виводом джерела живлення, другий вивід якого з'єднаний із загальною шиною.

40



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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