



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **79915** (13) **U**  
(51) МПК (2013.01)  
**G04F 5/00**  
**G01K 7/32** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

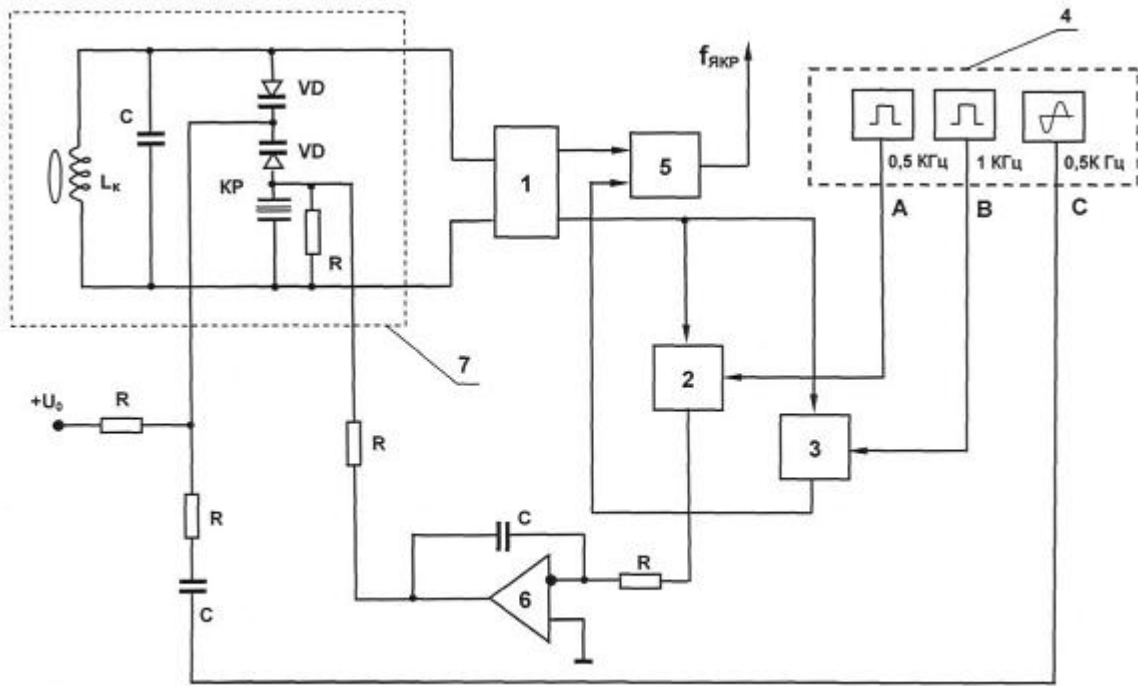
<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2012 11356</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Леновенко Анатолій Михайлович (UA),</b> <b>Ковальчук Надія Орестівна (UA),</b> <b>Паракуда Василь Васильович (UA),</b> <b>Григоренко Вадим Валентинович (UA),</b> <b>Кузій Андрій Іванович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>01.10.2012</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>13.05.2013</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>13.05.2013, Бюл.№ 9</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ</b> <b>УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА,</b> вул. Університетська, 1, м. Львів, 79000 (UA)

**(54) ЯДЕРНО-КВАДРУПОЛЬНИЙ ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ДЛЯ КВАНТОВОГО ЕТАЛОНА ЧАСТОТИ**

**(57) Реферат:**

Ядерно-квадрупольний вимірювальний перетворювач для квантового еталона частоти, що містить резонансний контур з термочутливим елементом і двома варикапами, включений в частотно-задавальне коло генератора-детектора вимірювального перетворювача, перший високочастотний вихід якого з'єднаний з першим входом кон'юнктора, а другий низькочастотний вихід з'єднаний із входами фазових детекторів першої і другої похідних, синтезатор модуляційних сигналів, перший вихід якого з'єднаний з керуючим входом фазового детектора першої похідної, другий вихід - з керуючим входом фазового детектора другої похідної, а третій вихід - з катодами варикапів, інтегратор, що своїм входом з'єднаний з виходом фазового детектора першої похідної, а виходом підключений до анода другого варикапа.

UA 79915 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до галузі приладобудування електроніки, радіотехніки та телекомунікацій, зокрема до еталонних засобів відтворення і вимірювання частоти, і може бути використана у вимірювальній техніці, метрології, навігації.

Відомий ядерно-квадрупольний вимірювальний перетворювач розроблений для температурних вимірювань [1]. Він містить резонансний контур з термочутливим елементом, синхронні детектори першої і другої похідної, інтегратор, синтезатор модуляційних сигналів, а прив'язка до частоти ядерно-квадрупольного резонансу (ЯКР) виконується модуляційним способом за допомогою сигналу першої похідної від резонансної лінії ЯКР, отриманої шляхом частотної модуляції несучої при проходженні через лінію ЯКР, при цьому розгортка по частоті виконується в широкому діапазоні.

Недоліком даної схеми вимірювального перетворювача при використанні її у пристроях відтворення реперних еталонних температур і частот є недостатня стабільність частоти генератора-детектора через дрейф параметрів елементної бази резонансного контура і режиму роботи, що суттєво ускладнює саму схему і процес захоплення та прив'язки генератора-детектора до резонансної лінії ЯКР.

Найближчим за технічною суттю (за методом модуляції частоти) до запропонованого пристрою - прототипом, є ядерно-квадрупольний резонансний вимірювальний перетворювач [2], який генерує на одній частоті, що задається реперною температурою. Він складається з резонансного контура з термочутливим елементом і двома варикапами, фазових детекторів першої і другої похідних, синтезатора модуляційних сигналів, інтегратора та кон'юнктора. Даний вимірювальний перетворювач дає можливість реалізувати генератор-детектор за схемою керованого кварцового генератора, але має також недоліки - недостатню стабільність частоти через нестабільність параметрів елементної бази.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалити ядерно-квадрупольний вимірювальний перетворювач, призначений для квантового еталона частоти, шляхом введення у резонансний контур кварцового резонатора, що підвищить стабільність встановлення частоти генератора-детектора, при цьому частота останнього фіксується в межах ширини лінії ЯКР, тобто знаходиться в зоні захоплення або поблизу неї і як наслідок зросте надійність слідування за лінією ЯКР та стабільність генерації частоти при значному спрощенні схеми перетворювача.

Поставлена задача вирішується тим, що у ядерно-квадрупольний вимірювальний перетворювач, який містить резонансний контур з термочутливим елементом і двома вариками, включений в частотно-задавальне коло генератора-детектора вимірювального перетворювача, перший вихід якого з'єднаний з першим входом кон'юнктора, а другий низькочастотний вихід з'єднаний із входами фазових детекторів першої і другої похідних, синтезатор модуляційних сигналів, перший вихід якого з'єднаний з керуючим входом фазового детектора першої похідної, другий вихід - з керуючим входом фазового детектора другої похідної, а третій вихід - з катодами варикапів, інтегратор, що своїм входом з'єднаний з виходом фазового детектора першої похідної, а виходом підключений до анода другого варикапа, додатково введений кварцовий резонатор, включений у резонансний контур послідовно з варикапами.

Схема дозволяє зафіксувати несучу частоту генератора-детектора в межах ширини резонансної лінії ЯКР при реперній температурі і підвищити стабільність частоти, надійність слідувальної системи і суттєво спростити саму схему вимірювального перетворювача.

На фіг. 1 представлена функціональна блок-схема ядерно-квадрупольного вимірювального перетворювача:

- 1 - детектор ядерно-квадрупольного резонансу;
- 2 - фазовий детектор першої похідної лінії ЯКР;
- 3 - фазовий детектор другої похідної лінії ЯКР;
- 4 - синтезатор модуляційних сигналів;
- 5 - кон'юнктор (схема співпадіння "і");
- 6 - інтегратор;
- 7 - резонансний контур генератора-детектора з кварцовим резонатором (КР).

На фіг. 2 представлені діаграми сигналів, які пояснюють принцип роботи схеми, де: а - форма резонансної лінії ЯКР; b - перша похідна від лінії ЯКР; c - друга похідна від лінії ЯКР; d - низькочастотний сигнал на виході детектора ЯКР; e - сигнал низькочастотної модуляції;  $\Delta f$  - зона захоплення фазової автопідстройки частоти в схемі слідування за частотою ЯКР.

Ядерно-квадрупольний вимірювальний перетворювач складається із кварцового генератора-детектора 1 (фіг.1) з резонансним контуром 7, причому резонансний контур разом з кварцовим резонатором і варикапами розміщений в ампулі реперної температурної точки (наприклад, плавлення галію), тобто резонансна система термостатована при температурі реперної точки, а центральна частота керованого кварцового генератора-детектора дорівнює

або близька до частоти ядерно-квадрупольного резонансу при реперній температурі. Високочастотний вихід ядерно-квадрупольного детектора з'єднаний з першим входом кон'юнктора 5, а другий низькочастотний вихід з'єднаний з входами фазових детекторів першої 2 і другої 3 похідних від резонансної лінії ЯКР. Опорна частота на керуючі входи фазових детекторів надходить від першого і другого виходів синтезатора модуляційних сигналів 4, а третій вихід з'єднаний з катодами варикапів, на які поступає гармонічний модуляційний сигнал. Вихід із фазового детектора 2 під'єднаний до входу інтегратора 6, вихід якого з'єднаний з ланкою розгортки частоти генератора-детектора, а вихід фазового детектора 3 з'єднаний з другим входом кон'юнктора 5.

Ядерно-квадрупольний вимірювальний перетворювач працює наступним чином (фіг. 1). При включенні електричного живлення і при відсутності низькочастотного сигналу ядерно-квадрупольного резонансу, несуча частота генератора-детектора встановлюється рівною (або близькою до неї) частоті ЯКР, яка відповідає реперній температурі (наприклад температурі плавлення галію), одночасно частота настройки детектора модулюється гармонічним сигналом е (фіг. 2) частотою 0,5 КГц, що надходить з виходу "А" (фіг. 1) синтезатора модуляційних сигналів 4 на варикапи резонансного контура. Опорна частота для фазового детектора другої похідної надходить з виходу "В", а для фазового детектора першої похідної - з виходу "С". Високочастотний сигнал ЯКР-детектора надходить на перший вхід кон'юнктора 5. Резонансний контур разом із сенсором розміщений в ампулі реперної температурної точки, тому частота ЯКР визначається температурою в ампулі реперної точки. При підході до реперної температури резонансна лінія ЯКР входить в зону захоплення частоти генератора-детектора, на виході фазового детектора першої похідної 2 з'являється напруга дискримінаційної форми (сигнал в, фіг. 2), яка за допомогою інтегратора 6 синхронізує частоту генератора-детектора з частотою ЯКР шляхом зміни напруги зміщення варикапів резонансного контуру. Одночасно, на виході фазового детектора другої похідної 3 з'являється напруга (сигнал с, фіг. 2), яка надходить на другий вхід кон'юнктора 5 і при досягненні порогового значення g (фіг. 2) дозволяє проходження частоти ЯКР на вихід кон'юнктора для подальшого використання в схемі ядерно-квадрупольного еталона частоти.

Отже, введення в схему ЯКР-детектора кварцового резонатора і нових зв'язків дозволяє підвищити стабільність частоти, надійність слідування за частотою ЯКР і спростити схему ядерно-квадрупольного вимірювального перетворювача.

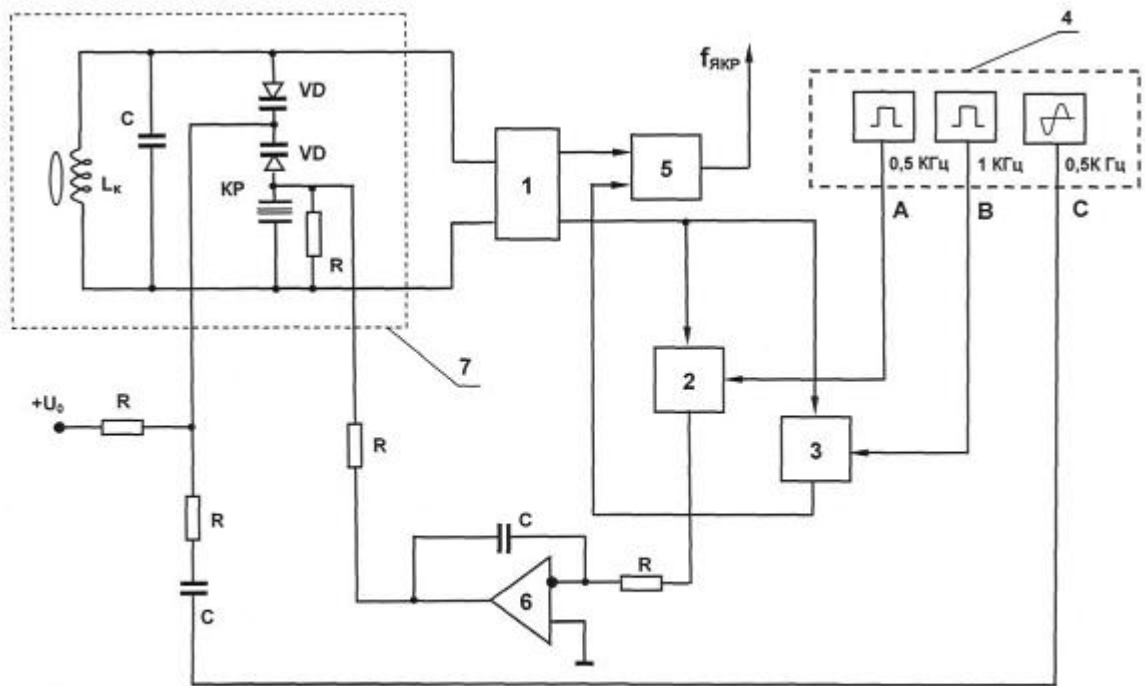
Джерела інформації:

1. Леновенко А.М., Василюк В.М. Ядерно-квадрупольний робочий еталон для метрологічної атестації температурних сенсорів // Сенсорна електроніка та мікросистемні технології. - Одеса: ОНУ ім. І.І. Мечнікова, 2007. - № 1. - С. 28.

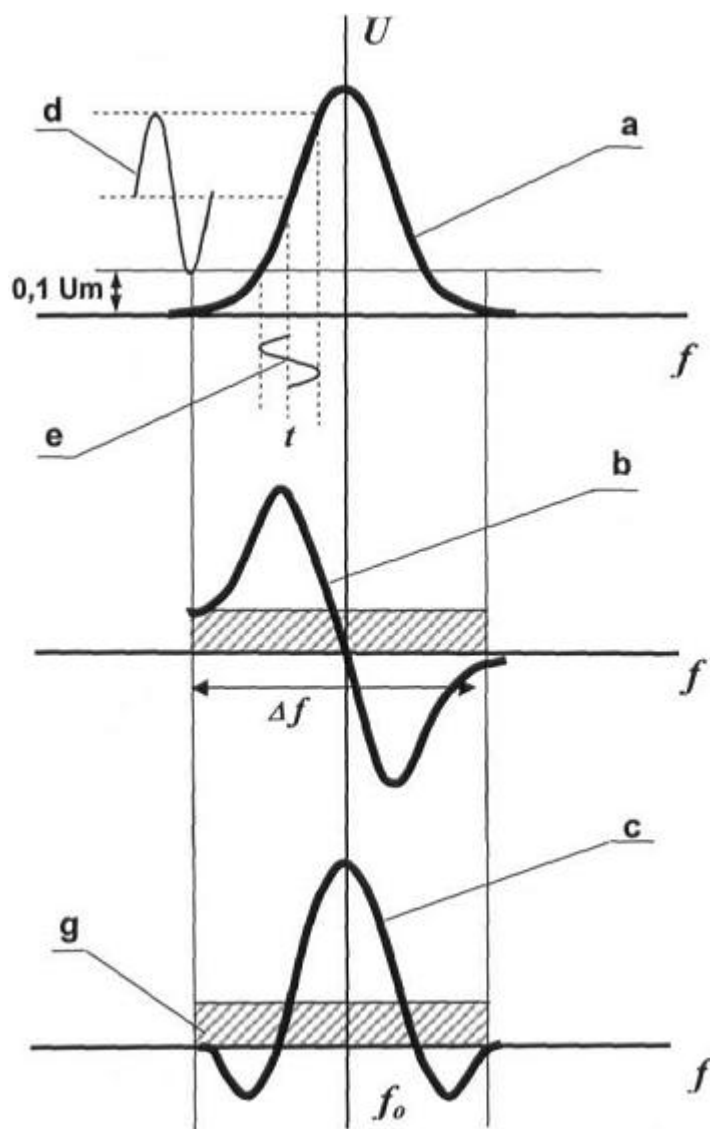
2. Патент України на винахід № 96877, МПК G04F 5/00, H01S 1/00. Спосіб для відтворення еталонної частоти та пристрій для його реалізації /Леновенко А. М., Паракуда В. В., Кузій А. І., Іванова К. П., Павлик Б. В., Ковальчук Н. О., Григоренко В. В.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Ядерно-квадрупольний вимірювальний перетворювач для квантового еталона частоти, що містить резонансний контур з термочутливим елементом і двома варикапами, включений в частотно-задавальне коло генератора-детектора вимірювального перетворювача, перший високочастотний вихід якого з'єднаний з першим входом кон'юнктора, а другий низькочастотний вихід з'єднаний із входами фазових детекторів першої і другої похідних, синтезатор модуляційних сигналів, перший вихід якого з'єднаний з керуючим входом фазового детектора першої похідної, другий вихід - з керуючим входом фазового детектора другої похідної, а третій вихід - з катодами варикапів, інтегратор, що своїм входом з'єднаний з виходом фазового детектора першої похідної, а виходом підключений до анода другого варикапа, який **відрізняється** тим, що у ядерно-квадрупольний вимірювальний перетворювач додатково введено кварцовий резонатор, включений у резонансний контур послідовно з варикапами.



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

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