



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 102677

(13) U

(51) МПК (2015.01)

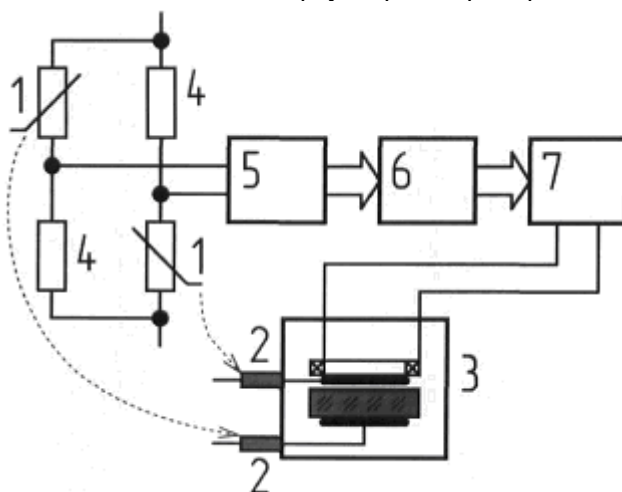
H03B 5/00

H03L 1/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**(21)** Номер заявки: **u 2015 05116****(22)** Дата подання заявки: **25.05.2015****(24)** Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.11.2015****(46)** Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.11.2015, Бюл.№ 21****(72)** Винахідник(и):**Семенець Дмитро Анатолійович (UA),****Васильчук Дмитро Петрович (UA),****Хуторненко Сергій Володимирович (UA)****(73)** Власник(и):**УКРАЇНСЬКА ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНА
АКАДЕМІЯ,****вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003
(UA)****(54) ТЕРМОКОМПЕНСОВАНИЙ КВАРЦОВИЙ ГЕНЕРАТОР З КЕРОВАНИМ П'ЄЗОРЕЗОНАТОРОМ****(57)** Реферат:

Термокомпенсований кварцовий генератор з керованим п'єзореzonатором містить кварцовий резонатор, розташований в корпусі з електричними виводами, сполученими з кварцовим п'єзоелементом, датчики температури у вигляді терморезисторів, сполучених по мостовій схемі. При цьому датчики температури і електричні виводи кварцового резонатора, сполучені з кварцовим п'єзоелементом, мають тепловий контакт, виконаний шляхом їх безпосереднього з'єднання за допомогою теплопровідного сполучного елемента. Вихідний сигнал мостової схеми підключений до цифро-аналогового перетворювача, вихідні розряди якого підключені до вхідних портів мікроконтролера. Як кварцовий резонатор використаний п'єзоелектричний резонатор з керуванням частоти, обмотка індуктора якого підключена до підсилювального елемента, який підключений до вихідного порту мікроконтролера.

**UA 102677 U**

Корисна модель належить до області радіотехніки і може бути використана для генерації електричних сигналів, стабілізованих кварцовими резонаторами, зокрема з керованими кварцовими резонаторами.

Відомі термокомпенсовані кварцові генератори [1], у яких зміни частоти, що викликаються змінами температури кварцового резонатора, компенсуються ланцюгом, що містить один або декілька датчиків температури, виконавчий елемент, безпосередньо елемент управління частотою генератора, і перетворюючий пристрій, що зв'язує датчик температури з виконавчим елементом. Перетворюючий пристрій обробляє вихідний сигнал датчика температури так, щоб зміни частоти генератора в результаті управління були протилежні по знаку і близькі по величині змінам частоти під впливом зміни температури резонатора. Також відомі термокомпенсовані кварцові генератори з перетворюючими пристроями, виконані на основі аналогової і цифрової схемотехніки, названі відповідно генераторами з аналоговою або з цифровою компенсацією. Якщо перетворюючий пристрій поєднує аналогову і цифрову обробку сигналів датчиків температури, має місце генератор з комбінованою термокомпенсацією. Кварцовий генератор [2] містить кварцовий резонатор, п'єзоелемент якого, розташований усередині корпусу резонатора, сполучений з електричними виводами, що виходять з корпусу резонатора назовні, датчик температури, аналоговий і цифровий ланцюги термокомпенсації. Цифрова компенсація використовується для "докомпенсування" температурної нестабільності частоти після аналогової компенсації.

Недоліком таких термокомпенсованих кварцових генераторів є недостатня стабільність частоти в умовах зміни температури навколишнього середовища, звана динамічною нестабільністю частоти. Її причиною є неідентичність температур п'єзоелемента кварцового резонатора і датчиків температури при температурній динаміці. Чим вище за вимогу до стабільності частоти генератора, тим істотніше вплив динамічної нестабільності. Наприклад, на основі цифрової або комбінованої термокомпенсації в умовах температурної квазістатистики досяжна нестабільність частоти $\pm 10^{-8}$ для інтервалу температур від -40°C до $+70^{\circ}\text{C}$. Проте вже при швидкості зміни температури 1°C в хвилину типова величина динамічної нестабільності досягає декілька 10^{-7} .

Найбільш близьким по технічній суті до пристрою, що заявляється, прийнятий за прототип, є термокомпенсований кварцовий генератор [3], що містить кварцовий резонатор, розташований в корпусі з електричними виводами, сполученими з кварцовим п'єзоелементом, датчики температури та ланцюг термокомпенсації, виконаний з можливістю управління частотою кварцового генератора залежно від показань датчика температури, причому датчики температури і електричні виведення кварцового резонатора, сполучені з кварцовим п'єзоелементом, мають тепловий контакт. Крім цього, тепловий контакт датчика температури і електричного виведення кварцового резонатора виконаний шляхом їх безпосереднього з'єднання, він здійснений за допомогою теплопровідного сполучного елемента, кварцовий генератор містить монтажну плату, що має на одній з поверхонь контактні майданчики, виконані з металу, причому до одного контактного майданчика припаяно електричне виведення кварцового резонатора і на цьому майданчику розміщений, щонайменше, один датчик температури, що має тепловий контакт з вказаним контактним майданчиком, частина монтажної плати, що містить контактний майданчик з припаяним електричним виведенням кварцового резонатора і розміщеним на ній датчиком температури, що має тепловий контакт з вказаним контактним майданчиком, відокремлена від решти частини плати прорізом, кварцовий генератор містить два датчики температури, сполучені по мостовій схемі, два датчики температури і одне електричне виведення кварцового резонатора мають тепловий контакт, датчик температури виконаний у вигляді терморезистора, елемент для управління частотою виконаний у вигляді варикапа, ланцюг термокомпенсації містить аналого-цифровий перетворювач, мікроконтролер і цифро-аналоговий перетворювач.

Недолік такої схеми - використання як елемента для управління частотою варикапа, що обумовлює збільшення рівня фазових шумів генератора. Крім цього, наявність в схемі цифро-аналогового перетворювача та варикапа, які мають власну температурну нестабільність, може спричинити зниження точності термокомпенсації частоти.

В основу корисної моделі поставлена задача зниження рівня фазових шумів термокомпенсованого кварцового генератора.

Поставлена задача вирішується тим, що термокомпенсований кварцовий генератор з керованим п'єзорезонатором містить кварцовий резонатор, розташований в корпусі з електричними виводами, сполученими з кварцовим п'єзоелементом, датчики температури у вигляді терморезисторів, сполучених по мостовій схемі, причому датчики температури і електричні виводи кварцового резонатора, сполучені з кварцовим п'єзоелементом, мають

тепловий контакт, виконаний шляхом їх безпосереднього з'єднання за допомогою теплопровідного сполучного елемента, вихідний сигнал мостової схеми підключений до цифро-аналогового перетворювача, вихідні розряди якого підключені до вхідних портів мікроконтролера, як кварцовий резонатор використаний п'єзоелектричний резонатор з керуванням частоти, обмотка індуктора якого підключена до підсилювального елемента, який підключений до вихідного порту мікроконтролера.

На відміну від прототипу, замість варикапів в пристрої використаний п'єзоелектричний резонатор з керуванням частоти [4], в якому управління резонансними частотами виконується безпосереднім впливом на п'єзореzonансну систему - модуляцією міжелектродного зазору лінійним індукційно-динамічним перетворювачем, який виконує позиціонування рухомого електрода та забезпечує модуляцію міжелектродного зазору в межах $x=0\ldots 200$ мкм. При цьому відносна перебудова резонансної частоти п'єзореzonансної системи досягає $0,5 \times 10^{-3}$, при незмінній добротності. В роботі [5] показано, що величиною міжелектродного зазору п'єзоелектричного резонатора з керуванням частоти можливо управляти параметрами електричних імпульсів, які живлять обмотку індуктора лінійного індукційно-динамічного перетворювача - амплітудою, частотою та шпаруватістю.

На кресленні зображена блок-схема термокомпенсованого кварцового генератора. Терморезистори 1, встановлені безпосередньо на виводах 2 п'єзоелектричного резонатора з керуванням частоти 3, ввімкнені в протилежні діагоналі мостової схеми з використанням опорних резисторів 4. Вихідна діагональ мостової схеми з'єднана з входами аналого-цифрового перетворювача 5, вихід якого, у свою чергу, сполучений з вхідними портами мікроконтролера 6. Вихідний порт мікроконтролера 6 сполучений з входом підсилювача імпульсів 7, вихід якого підключений до обмотки індуктора п'єзоелектричного резонатора з керуванням частоти 3, за допомогою якого відбувається управління частотою кварцового генератора.

Термокомпенсація в сталому режимі роботи термокомпенсованого кварцового генератора відбувається таким чином. В результаті зміни температурних умов навколишнього середовища відбувається зміна температури кварцового п'єзоелемента п'єзоелектричного резонатора з керуванням частоти 3, внаслідок чого змінюються його частотозадавальні властивості і, отже, змінюється частота кварцового генератора. В той же час температура електричних виводів 2 п'єзоелектричного резонатора з керуванням частоти 3, які мають, окрім електричного контакту, також і тепловий контакт з електродами кварцового п'єзоелемента, найбільш близька до температури кварцового п'єзоелемента. Внаслідок того, що електричні виводи 2 п'єзоелектричного резонатора з керуванням частоти 3 припаяні до контактних майданчиків монтажної плати, а на контактному майданчику встановлено із забезпеченням теплового контакту два терморезистори 1, включені при цьому в мостову схему, при зміні температури кварцового п'єзоелемента і електричних виводів 2 п'єзоелектричного резонатора з керуванням частоти 3 різниці напруги між діагоналями мостової схеми, що поступає на аналого-цифровий перетворювач 5, змінюється.

Аналого-цифровий перетворювач 5 перетворює різницеву напругу в цифровий код, який поступає в мікроконтролер 6. У мікроконтролері 6 виконується цифро-аналогове перетворення цифрового коду, причому вихідний сигнал перетворення формується як широтно-імпульсно модульований (ШИМ). Вихідний сигнал подається на підсилювач імпульсів 7, який узгоджує величину напруги та потужності імпульсів з вхідними параметрами лінійного індукційно-динамічного перетворювача керуваного п'єзореzonатора. Подача ШИМ імпульсів на індуктор лінійного індукційно-динамічного перетворювача п'єзоелектричного резонатора з керуванням частоти 3 призводить до зміни міжелектродного зазору у п'єзоелектричному резонаторі з керуванням частоти та відповідній зміні резонансної частоти, яка компенсує температурний вплив. При відповідному підборі величин напруги і шпаруватості імпульсів на виході підсилювача імпульсів 7 відбуватиметься повна компенсація по частоті зміни температури кварцового п'єзоелемента п'єзоелектричного резонатора з керуванням частоти 3.

Таким чином, введення в схему п'єзоелектричного резонатора з керуванням частоти, виключення з схеми напівпровідникового елемента управління частотою та цифро-аналогового перетворювача призводить до зниження рівня фазових шумів на (3...10) дБн/Гц [5].

Джерела інформації:

1. Альтшуллер Г.Б. Управление частотой кварцевых генераторов. Изд 2-е, перераб. и доп. М.: "Связь", 1975. - 304 с.

2 Патент US6603364 Кварцевый генератор МПК H03B5/32 / [Kenji Nemoto], опубл. 05.08.2003 р.

3 Патент RU №2301491 Термокомпенсированный кварцевый генератор МПК H03B5/32 / [В.С. Вощенко, С.Ф. Яковлев, В.П. Шабаетов], опубл. 10.12.2009.

4. Патент UA57121 П'єзоелектричний резонатор з керуванням частоти МПК H03H9/00 / [С.В. Хуторненко, В.М. Савченко, Д.А. Семенець та ін.]. - № 201009357; заявл. 26.07.2010; опубл. 10.02.2011, бюл. № 3.

5. Семенець Д.А. Визначення модуляційних характеристик керованого кварцового генератору з модуляцією міжелектродного зазору / Д.А. Семенець, С.В. Хуторненко, Д.П. Васильчук // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України: науково-технічний журнал. - Харків: Харк. ун-т повітр. сил ім. Івана Кожедуба. - 2013. - №1(10). – С. 171-175.

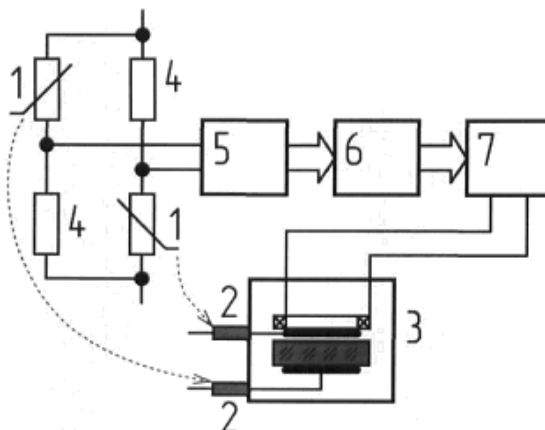
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

10

Термокомпенсований кварцовий генератор з керованим п'єзореzonатором, що містить кварцовий резонатор, розташований в корпусі з електричними виводами, сполученими з кварцовим п'єзоелементом, датчики температури у вигляді терморезисторів, сполучених по мостовій схемі, причому датчики температури і електричні виводи кварцового резонатора, сполучені з кварцовим п'єзоелементом, мають тепловий контакт, виконаний шляхом їх безпосереднього з'єднання за допомогою теплопровідного сполучного елемента, вихідний сигнал мостової схеми підключений до цифро-аналогового перетворювача, вихідні розряди якого підключені до входних портів мікроконтролера, який **відрізняється** тим, що як кварцовий резонатор використаний п'єзоелектричний резонатор з керуванням частоти, обмотка індуктора якого підключена до підсилювального елемента, який підключений до вихідного порту мікроконтролера.

15

20



Комп'ютерна верстка В. Мацело

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

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