



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 103015

(13) U

(51) МПК

H03B 5/32 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2015 06155**

(22) Дата подання заявки: **22.06.2015**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **25.11.2015**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **25.11.2015, Бюл.№ 22**

(72) Винахідник(и):

**Семенець Дмитро Анатолійович (UA),  
Хуторненко Сергій Володимирович (UA),  
Васильчук Дмитро Петрович (UA)**

(73) Власник(и):

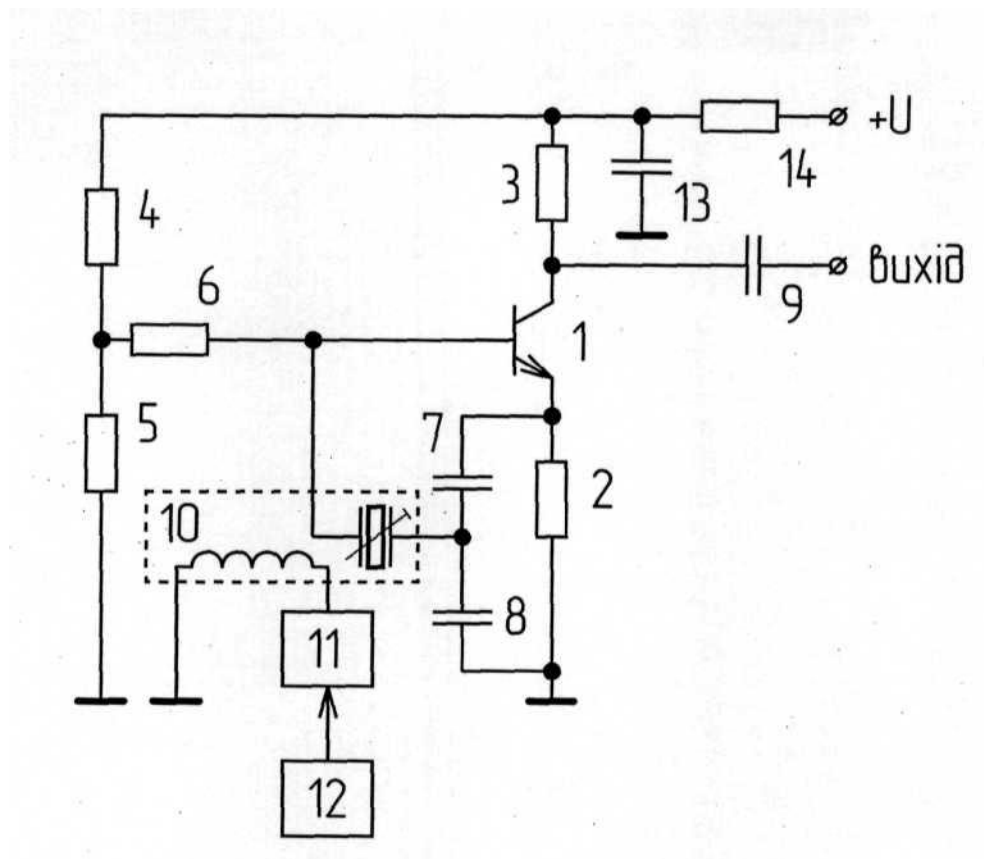
**УКРАЇНСЬКА ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНА  
АКАДЕМІЯ,  
вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003  
(UA)**

## (54) КВАРЦОВИЙ ОСЦИЛЯТОРНИЙ ГЕНЕРАТОР З УПРАВЛІННЯМ ЧАСТОТИ

### (57) Реферат:

Кварцовий осциляторний генератор з управлінням частоти містить транзистор з колом базового зсуву, колекторне навантаження, один вивід якого з'єднаний з потенційною клемою джерела живлення, а інший - з колектором транзистора, резистор емітерного кола, один вивід якого з'єднаний із загальною шиною, а інший - з емітером транзистора, коло зворотного зв'язку, включене між емітером і базою транзистора. Коло зворотного зв'язку включає перший конденсатор, перша обкладка якого з'єднана із загальною шиною, другий конденсатор, перша обкладка якого з'єднана з другою обкладкою першого конденсатора, а друга обкладка - з емітером транзистора. Між базою транзистора та другим виводом другого конденсатора включений п'єзоелектричний резонатор з керуванням частоти, до обмотки індуктора якого підключений вихід ширино-імпульсного модулятора, вхід якого підключений до джерела сигналу управління.

UA 103015 U



Корисна модель належить до радіотехніки і може використовуватися для формування стабільних сигналів з керованою частотою вихідних сигналів в різних радіотехнічних пристроях.

Відомі осциляторні схеми кварцових генераторів [1], в яких кварцовий резонатор має опір індуктивного характеру. Найбільш поширена схема автогенератора з кварцовим резонатором між колектором і базою транзистора завдяки простоті і високій стабільності частоти генерації. При вмиканні кварцового резонатора між емітером і базою утворюється схема індуктивної триточки.

Недоліком таких схем є невелика амплітуда вихідних коливань та значний вплив параметрів навантаження на стабільність частоти.

Найбільш близьким по технічній суті до пристрою, що заявляється, прийнятий за прототип, є кварцовий генератор [2], який містить транзистор з колом базового зсуву, колекторне навантаження, один вивід якого з'єднаний з потенційною клемою джерела живлення, а інший - з колектором транзистора, резистор емітерного кола, один вивід якого з'єднаний із загальною шиною, а інший - з емітером транзистора, коло зворотного зв'язку, включене між емітером і базою транзистора, а також кварцовий резонатор, з метою підвищення стабільності частоти коливань і збільшення амплітуди коливань, коло зворотного зв'язку включає перший конденсатор, перша обкладка якого з'єднана із загальною шиною, другий конденсатор, перша обкладка якого з'єднана з другою обкладкою першого конденсатора, а друга обкладка - з емітером транзистора, при цьому один вивід кварцового резонатора з'єднаний з другою обкладкою першого конденсатора, а інший його вивід підключений до бази транзистора.

Недолік такої схеми - неможливість управління частотою вихідних коливань, пов'язана з складнощами вмикання керуючого елемента в коло кварцового резонатора.

В основу корисної моделі поставлена задача отримання можливості управління частотою вихідних коливань з збереженням високої амплітуди вихідних коливань.

Поставлена задача вирішується тим, що кварцовий осциляторний генератор з управлінням частоти містить транзистор з колом базового зсуву, колекторне навантаження, один вивід якого з'єднаний з потенційною клемою джерела живлення, а інший - з колектором транзистора, резистор емітерного кола, один вивід якого з'єднаний із загальною шиною, а інший - з емітером транзистора, коло зворотного зв'язку, включене між емітером і базою транзистора, коло зворотного зв'язку включає перший конденсатор, перша обкладка якого з'єднана із загальною шиною, другий конденсатор, перша обкладка якого з'єднана з другою обкладкою першого конденсатора, а друга обкладка - з емітером транзистора, між базою транзистора та другим виводом другого конденсатора включений п'єзоелектричний резонатор з керуванням частоти, до обмотки індуктора якого підключений вихід широтно-імпульсного модулятора, вхід якого підключений до джерела сигналу управління.

На відміну від прототипу, в пристрої використаний п'єзоелектричний резонатор з керуванням частоти [3], в якому управління резонансними частотами виконується безпосереднім впливом на п'єзорезонансну систему - модуляцією міжелектродного зазору лінійним індукційно-динамічним перетворювачем, який виконує позиціювання рухомого електрода та забезпечує модуляцію міжелектродного зазору в межах  $x=0-200$  мкм. При цьому відносна перебудова резонансної частоти п'єзорезонансної системи досягає  $0,5 \times 10^{-3}$ , при незмінній добротності. В роботі [4] 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 кварцового осциляторного генератора з управлінням частоти. Пристрій містить транзистор 1 з першим резистором 2 в колі емітера, другим резистором в колі колектора 3, другий і третій резистори 4, 5 дільник базового зсуву, до точки з'єднання яких підключений перший вивід базового резистора 6, другий вивід якого підключений до бази транзистора 1, перший конденсатор 7, другий конденсатор 8 частотновибіркової коливальної системи, розділовий конденсатор 9 вихідного сигналу, п'єзоелектричний резонатор з керуванням частоти 10, до обмотки індуктора якого підключений вихід широтно-імпульсного модулятора 11, до входу якого підключене джерело сигналу управління 12, RC - фільтр напруги живлення, який складається з конденсатора 13 та резистора 14.

Кварцовий осциляторний генератор з управлінням частоти працює наступним чином. При подачі на генератор напруги живлення в ньому виникають стаціонарні коливання з початковою частотою п'єзоелектричного резонатора з керуванням частоти 10, яка обумовлена положенням рухомого електрода, яке в свою чергу визначає частота, шпаруватість та амплітуда імпульсів вихідної напруги широтно-імпульсного модулятора 11, що обумовлене вихідною напругою джерела сигналу управління 12. На частоті нижче за частоту послідовного резонатора

п'єзоелектричний резонатор з керуванням частоти 10 має ємнісний опір, а на ділянці частот між послідовним і паралельним резонансними - індуктивний опір. У генераторі п'єзоелектричний резонатор з керуванням частоти 10 працює поблизу частоти послідовного резонансу. Баланс фаз в генераторі виконується, як при роботі п'єзоелектричного резонатора з керуванням частоти 10 з ємнісною, так і з індуктивною реакцією. Для збудження коливальних в осциляторному режимі необхідно створити умови, щоб в генераторі не збуджувалися коливання за рахунок статичної ємності п'єзоелектричного резонатора з керуванням частоти 10. Це забезпечується підбором величин резисторів 3 і 6. Величина резистора 6 впливає як на баланс фаз, так і на баланс амплітуд. Тому, змінюючи його величину, можна забезпечити умову збудження коливальних в осциляторному режимі, а також роботу генератора по третій або п'ятій механічній гармоніці п'єзоелектричного резонатора з керуванням частоти 10. Резистор 3 впливає в основному на баланс амплітуд і забезпечує регулювання співвідношення величин позитивного і негативного зворотного зв'язку. Велике значення негативного зворотного зв'язку в генераторі забезпечує стабілізацію амплітуди коливальних, що підвищує стабільність частоти генератора. Заміна резистора 3 на паралельний коливальний контур дозволяє порушувати в генераторі частоти п'єзоелектричного резонатора з керуванням частоти 10 на вищих номерах механічних гармонік 7-й, 9-й і так далі. За рахунок великого коефіцієнта посилення каскада, при подачі сигналу позитивного зворотного зв'язку з емітера на базу, в генераторі збуджуються коливання з амплітудою напруги в 2-3 рази, що перевищує амплітуду напруги в генераторі з Г-подібною коливальною системою при збудженні одного і того ж п'єзоелектричного резонатора з керуванням частоти 10. В той же час Т-подібна коливальна система з п'єзоелектричним резонатором з керуванням частоти 10, як і П-подібний контур, має високу крутизну характеристики коефіцієнта фази у функції від частоти, за рахунок чого забезпечується висока стабільність частоти генератора.

Навантаження генератора, підключене до колектора транзистора 1, який безпосередньо не пов'язаний з коливальною системою, а має з нею малий внутрішній зв'язок через транзистор, тому генератор забезпечує зменшення впливу навантаження на стабільність частоти.

Керування частоти виконується зміною вихідної напруги джерела сигналу управління 12, що призводить до зміни шпаруватості вихідної напруги широтно-імпульсного модулятора 11, зміни струму у індукторі та зміни положення рухомого електрода п'єзоелектричного резонатора з керуванням частоти 10. Підбір параметрів широтно-імпульсного модулятора 11 дозволяє змінювати відносну перебудову частоти послідовного резонансу п'єзоелектричного резонатора з керуванням частоти 10 до  $(0,2...0,5) \times 10^{-3}$ , тим самим регулювати вихідну частоту генератора.

Таким чином, введення в схему кварцового осциляторного генератора з управлінням частоти додаткових елементів та зв'язків між ними дозволяє отримати технічний результат - можливість управління частотою вихідних коливальних в діапазоні до  $0,5 \times 10^{-3}$  при збереженні стабільності частоти та підвищеної амплітуди вихідних коливальних.

Джерела інформації:

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

2 А.С. SU1815792A1 СССР, МКИ<sup>6</sup> H03B 5/32. Кварцевый генератор / В.П. Литвинов, А.М. Васильев и др. - опубл. 15.05.1993, бюл. № 18.

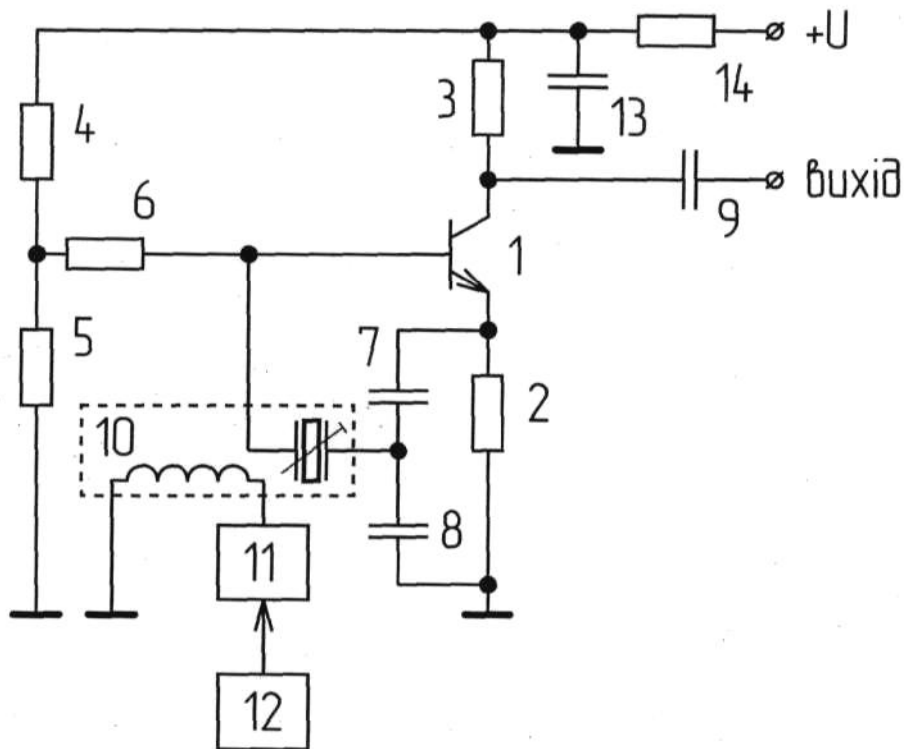
4. Патент UA57121 П'єзоелектричний резонатор з керуванням частоти МПК H03H 9/00 / [С.В. Хуторненко, В.М. Савченко, Д.А. Семенець та ін.]. - № U201009357; заявл. 26.07.2010; опубл. 10.02.2011, бюл. № 3.

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

Кварцовий осциляторний генератор з управлінням частоти, який містить транзистор з колом базового зсуву, колекторне навантаження, один вивід якого з'єднаний з потенційною клемою джерела живлення, а інший - з колектором транзистора, резистор емітерного кола, один вивід якого з'єднаний із загальною шиною, а інший - з емітером транзистора, коло зворотного зв'язку, включене між емітером і базою транзистора, коло зворотного зв'язку включає перший конденсатор, перша обкладка якого з'єднана із загальною шиною, другий конденсатор, перша обкладка якого з'єднана з другою обкладкою першого конденсатора, а друга обкладка - з

емітером транзистора, який **відрізняється** тим, що між базою транзистора та другим виводом другого конденсатора включений п'єзоелектричний резонатор з керуванням частоти, до обмотки індуктора якого підключений вихід широко-імпульсного модулятора, вхід якого підключений до джерела сигналу управління.



Комп'ютерна верстка І. Скворцова

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