



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **145810** (13) **U**
(51) МПК (2021.01)
H03B 23/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

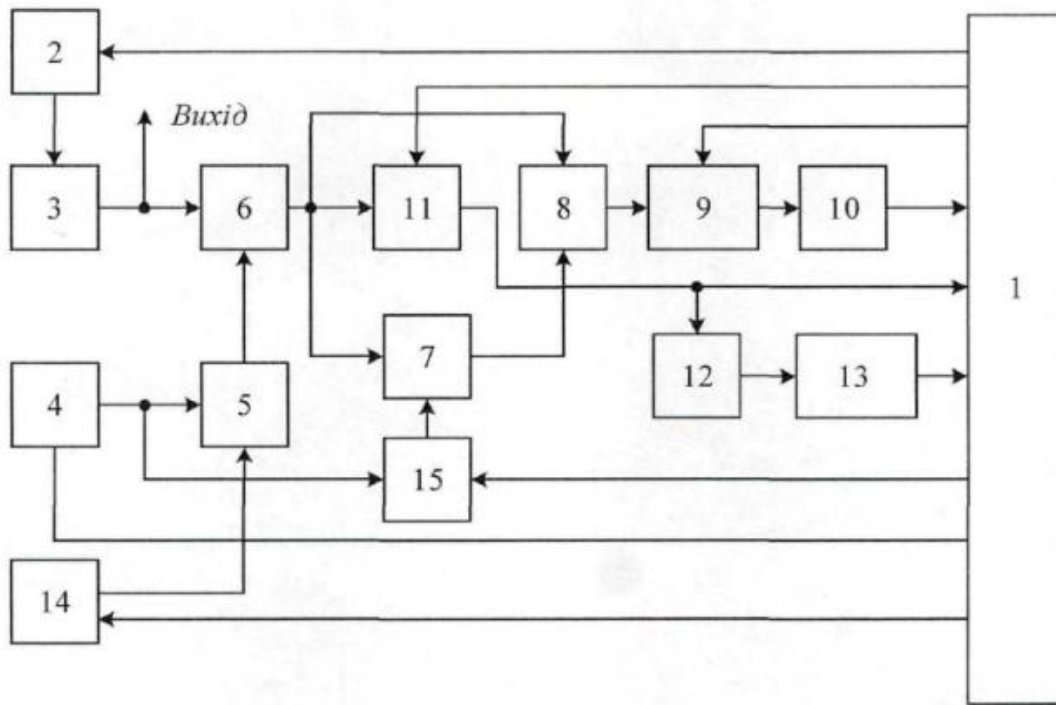
(21) Номер заявки: u 2020 04121	(72) Винахідник(и): Кононов Сергій Павлович (UA), Білик Олександр Борисович (UA)
(22) Дата подання заявки: 07.07.2020	(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 07.01.2021	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 06.01.2021, Бюл.№ 1	

(54) ВИСОКОЧАСТОТНИЙ ГЕНЕРАТОР

(57) Реферат:

Високочастотний генератор складається з послідовно з'єднаних блока керування, драйвера, автогенератора, вихід якого є виходом пристрою. Введені послідовно з'єднані перший опорний генератор, перший суматор, перший змішувач, другий змішувач, другий суматор, перший фільтр нижніх частот, формувач, послідовно з'єднані керований фільтр, квадратор, другий фільтр нижніх частот, а також другий опорний генератор, подільник.

UA 145810 U



Корисна модель належить до галузі радіовимірювальної техніки і може бути застосована в свіп-генераторах та генераторах стандартних сигналів.

Відомий високочастотний генератор (ГКЧ 52, 53, 54, 57, 59, 60, 61. Генераторы качающейся частоты. Техническое описание и инструкция по эксплуатации 0.221.002 ТО), що містить
5 послідовно з'єднані джерело постійної напруги, потенціометричний подільник та вольтметр, причому вхід керування частотою свіп-генератора з'єднаний з виходом потенціометричного подільника.

Недоліком такого пристрою, робота якого основана на визначенні постійної напруги, що пропорційна частоті генератора, є велика похибка встановлення частоти внаслідок нелінійності та нестабільності її залежності від напруги керування.
10

За найближчий аналог вибрано високочастотний генератор (Micro Lambda Wireless. YIG tuned oscillators with commercial digital drivers PD series. - Data Sheet. - 2020.), що складається з послідовно з'єднаних блока вводу, виводу, керування та обчислення (надалі блок керування), перетворювача цифрового коду управління в струм управління (надалі драйвер), автогенератора, причому вихід автогенератора є виходом пристрою.
15

Недоліком найближчого аналога є велика похибка встановлення частоти, внаслідок нелінійності та нестабільності її залежності від вихідної напруги драйвера, що обмежує точність роботи пристрою.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення високочастотного генератора, в якому за рахунок введення першого і другого змішувачів, першого і другого опорних генераторів, першого і другого суматорів, першого і другого фільтрів нижніх частот, а також керованого фільтра, формувача, подільника і квадратора досягається зменшення похибки встановлення частоти, що сприяє підвищенню точності роботи пристрою.
20

Поставлена задача вирішується тим, що у високочастотний генератор, що складається з послідовно з'єднаних блока керування, драйвера, автогенератора, причому вихід автогенератора є виходом пристрою, згідно з корисною моделлю, введені послідовно з'єднані перший опорний генератор, перший суматор, перший змішувач, другий змішувач, другий суматор, перший фільтр нижніх частот, формувач, послідовно з'єднані смуговий фільтр, квадратор, другий фільтр нижніх частот, а також другий опорний генератор, подільник, причому другий вхід першого змішувача підключений до виходу автогенератора, вихід формувача з'єднаний з першим входом блока керування, вхід керованого фільтра підключений до виходу першого змішувача і другого входу другого суматора, вихід керованого фільтра з'єднаний з другим входом блока керування, вихід другого фільтра нижніх частот підключений до третього входу блока керування, вхід управління керованого фільтра з'єднаний з другим виходом блока керування, вхід управління першого фільтра нижніх частот підключений до третього виходу блока керування, вхід дільника з'єднаний з виходом першого опорного генератора, вихід дільника підключений до другого входу другого змішувача, вхід управління дільника з'єднаний з четвертим виходом блока керування, вхід управління першого опорного генератора підключений до п'ятого виходу блока керування, вихід другого опорного генератора з'єднаний з другим входом першого суматора, а вхід управління другого опорного генератора підключений до шостого виходу блока керування.
25
30
35
40

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де представлено структурну схему високочастотного генератора.

Високочастотний генератор складається з послідовно з'єднаних блока керування 1, драйвера 2, автогенератора 3, послідовно з'єднаних першого опорного генератора 4, першого суматора 5, першого змішувача 6, другого змішувача 7, другого суматора 8, першого фільтра нижніх частот 9, формувача 10 та послідовно з'єднаних керованого фільтра 11, квадратора 12, другого фільтра нижніх частот 13. Також до складу високочастотного генератора входить другий опорний генератор 14 і дільник 15. Другий вхід першого змішувача 6 підключений до виходу автогенератора 3, а вихід формувача 10 з'єднаний з першим входом блока керування 1. Вхід керованого фільтра 11 підключений до виходу першого змішувача 6 і другого входу другого суматора 8, вихід керованого фільтра 11 з'єднаний з другим входом блока керування 1, а вхід управління керованого фільтра 11 з'єднаний з другим виходом блока керування 1. Вихід другого фільтра нижніх частот 13 підключений до третього входу блока керування 1, а вхід управління першого фільтра нижніх частот 9 з'єднаний з третім виходом блока керування 1. Вхід дільника 15 з'єднаний з виходом першого опорного генератора 4, вихід дільника 15 підключений до другого входу другого змішувача 7, а вхід управління дільника 15 з'єднаний з четвертим виходом блоку керування 1. Вхід управління першого опорного генератора 4 підключений до п'ятого виходу блока керування 1, вихід другого опорного генератора 14 з'єднаний з другим
45
50
55

входом першого суматора 5, а вхід управління другого опорного генератора 14 підключений до шостого виходу блока керування 1. Вихід автогенератора 3 є виходом пристрою.

Високочастотний генератор працює наступним чином.

5 У режимі свіп-генератора блок керування 1 встановлює по першому виходу за допомогою номінальної передавальної характеристики, яка знаходиться в пам'яті блока керування 1, і заданих початковій f_p , кінцевій f_k частот хитання необхідні коди на вході драйвера 2. Драйвер 2 формує на вході автогенератора 3 відповідну напругу управління, яка змінює в часі вихідну частоту високочастотного генератора.

10 Перший опорний генератор 4 і другий опорний генератор 14 формують короткі імпульси, тому гармоніки вихідної напруги опорних генераторів розподілені рівномірно в робочому діапазоні частот високочастотного генератора.

15 У першому періоді розгортки блок керування 1 по п'ятому виходу включає перший опорний генератор 4 з частотою f_1 . Вихідні короткі імпульси першого опорного генератора 4 через суматор 5 надходять на другий вхід першого змішувача 6. Також під час першого періоду розгортки блок керування 1 не включає смуговий фільтр 11, другий опорний генератор 14 (з близькою до частоти f_1 частотою f_2) і дільник 15 з коефіцієнтом ділення частоти вхідних імпульсів на два та гармонічним коливанням на виході, а в першому фільтрі нижніх частот 9 встановлює смугу пропускання $n_{\text{МАКС}}(f_2 - f_1)$, де $n_{\text{МАКС}}$ - максимальний номер гармоніки першого опорного генератора 4.

20 На виході першого змішувача 6 присутня низькочастотна складова перетворення, яка з'являється в моменти кратності частоти автогенератора 3 f_{AG} частоті першого опорного генератора 4 f_1 , тобто коли $f_{AG} = n f_1$ де n - номер гармоніки. Ця низькочастотна напруга, пройшовши через другий суматор 8, виділяється першим фільтром нижніх частот 9 і надходить на формувач 10, який створює на першому вході блока керування 1 імпульси опорних міток з частотним кроком f_1 .

25 На початку другого періоду розгортки частоти автогенератора 3 до другого входу першого змішувача 6 через перший суматор 5 по шостому виходу блока керування 1 приєднується, крім першого опорного генератора 4, ще другий опорний генератор 14 з частотою f_2 . Крім цього, по другому виходу блока керування 1 включається смуговий фільтр 11 зі смугою пропускання

$$30 \quad n_{\text{МАКС}}(f_2 - f_1) \dots \frac{1}{2} - n_{\text{МАКС}}(f_2 - f_1)$$

Таким чином, до входу квадратора 12 надходить напруга у вигляді суми двох гармонічних коливань з близькими та змінними в часі частотами. Квадратор 12 множить цю складну напругу саму на себе. Другий фільтр нижніх частот 13 виділяє з вихідної напруги квадратора 12 потрібну для подальшої обробки низькочастотну складову.

35 Після появи першої опорної мітки на виході формувача 10 з'являється імпульс дозволу, за яким блок керування 1 визначає частоту F_1 на виході другого фільтра нижніх частот 13 зі смугою пропускання $n_{\text{МАКС}}(f_2 - f_1)$. За формулою $f_{01} = f_1 F_2 / (f_2 - f_1)$ блок керування 1 розраховує частоту першої опорної мітки. Блок керування 1 по відомій частоті першої опорної мітки визначає частоти всіх опорних міток в смузі хитання високочастотного генератора в режимі свіп-генератора.

40 В результаті, після другого періоду розгортки частоти автогенератора 3 у блоці керування 1 запам'ятовуються, крім кодів опорних міток, їх частоти.

45 Блок керування 1 за кодами опорних міток і законом зміни в часі частоти автогенератора 3, наприклад лінійним, встановлює нові скориговані коди, на вході драйвера 2. Це означає, що у високочастотному генераторі зменшується похибка встановлення частоти в режимі свіп-генератора. Описані операції можуть повторюватися в часі багаторазово, що робить функціонування високочастотного генератора ефективніше.

50 У режимі фіксованої частоти блок керування 1 встановлює по першому виходу за допомогою номінальної передавальної характеристики і заданої частоти f необхідний код на вході драйвера 2. Драйвер 2 формує на вході автогенератора 3 відповідну напругу управління. Вихідні короткі імпульси першого опорного генератора 4 і другого опорного генератора 14 мають близькі частоти f_1 і f_2 , відповідно. Це означає, що як і в режимі свіп-генератора, гармоніки вихідної напруги опорних генераторів розподілені рівномірно в робочому діапазоні частот високочастотного генератора.

55 На початку роботи блок керування 1 по п'ятому виходу включає перший опорний генератор 4. Імпульси першого опорного генератора 4 через перший суматор 5 надходять на другий вхід першого змішувача 6. Також блок керування 1 по четвертому виходу включає подільник 15, по третьому виходу переводить перший фільтр нижніх частот 9 в режим зі смугою пропускання 2

$p_{\text{макс.}}(f_2-f_1)$). Дільник 15 має коефіцієнт ділення два. Блок керування 1 залишає вимкненими смуговий фільтр 11 і другий опорний генератор 14.

Блок керування 1 аналізує напругу на виході формувача 10, який складається з послідовно з'єднаних детектора і компаратора. Якщо напруга на виході формувача 10 одиничного рівня, блок керування 1 по п'ятому виходу зменшує частоту f_1 першого опорного генератора 4. Це регулювання закінчується з появою на виході формувача 10 напруги нульового рівня. Блок керування 1 включає смуговий фільтр 11 і вимірює частоту F_2 напруги на його виході. Після цього блок керування 1 включає другий опорний генератор 14 і вимірює частоту F_1 напруги на виході другого фільтра нижніх частот 13, а також знову частоту F_2^* напруги на виході смугового фільтра 11. Частота f^* автогенератора 3, а відповідно, високочастотного генератора знаходиться з виразів

$$f^* = \text{round} \left(\frac{F_2}{f_2 - f_1} \right) \cdot f_1 + F_2, \text{ якщо } F_2^* > F_2;$$

$$f^* = \text{round} \left(\frac{F_1}{f_2 - f_1} \right) \cdot f_1 - F_2, \text{ якщо } F_2^* < F_2.$$

Блок керування 1 за передавальною характеристикою визначає відповідно до вимірної частоти f^* код N^* . Він використовується для розрахунку скоригованого коду управління.

$$N_k = 2N - N^*$$

Код N_k , встановлюється на вході драйвера 2. Це означає, що у високочастотному генераторі зменшується похибка установки частоти в режимі фіксованої частоти. Описані операції можуть повторюватися в часі багаторазово.

Завдяки введенню в високочастотний генератор нових елементів підвищується точність установки частоти в режимі як свіп-генератора, так і в режимі фіксованої частоти. Це робить функціонування високочастотного генератора ефективніше.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Високочастотний генератор, що складається з послідовно з'єднаних блока керування, драйвера, автогенератора, вихід якого є виходом пристрою, який **відрізняється** тим, що введені послідовно з'єднані перший опорний генератор, перший суматор, перший змішувач, другий змішувач, другий суматор, перший фільтр нижніх частот, формувач, послідовно з'єднані керований фільтр, квадратор, другий фільтр нижніх частот, а також другий опорний генератор, подільник, причому другий вхід першого змішувача підключений до виходу автогенератора, вихід формувача з'єднаний з першим входом блока керування, вхід керованого фільтра підключений до виходу першого змішувача і другого входу другого суматора, вихід керованого фільтра з'єднаний з другим входом блока керування, вихід другого фільтра нижніх частот підключений до третього входу блока керування, вхід управління керованого фільтра з'єднаний з другим виходом блока керування, вхід управління першого фільтра нижніх частот підключений до третього виходу блока керування, вхід подільника з'єднаний з виходом першого опорного генератора, вихід подільника підключений до другого входу другого змішувача, вхід управління подільника з'єднаний з четвертим виходом блока керування, вхід управління першого опорного генератора підключений до п'ятого виходу блока керування, вихід другого опорного генератора з'єднаний з другим входом першого суматора, а вхід управління другого опорного генератора підключений до шостого виходу блока керування.

