



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **152836** (13) **U**
(51) МПК (2023.01)
G01R 23/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2022 00010	(72) Винахідник(и): Кононов Сергій Павлович (UA), Білик Олександр Борисович (UA)
(22) Дата подання заявки: 04.01.2022	(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 20.04.2023	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 19.04.2023, Бюл.№ 16	

(54) ДІАПАЗОННИЙ МІКРОХВИЛЬОВИЙ ГЕНЕРАТОР З НИЗЬКИМ РІВНЕМ ШУМУ

(57) Реферат:

Діапазонний мікрохвильовий генератор з низьким рівнем шуму складається з послідовно з'єднаних автогенератора, першого аналогового перемножувача, смугового фільтра, другого аналогового перемножувача, першого фільтра нижніх частот, першого керувача, ключа, третього аналогового перемножувача, другого фільтра нижніх частот, а також з послідовно з'єднаних вузла опорних частот, генератора гармонік, першого суматора. Вихід першого суматора з'єднаний з другим входом першого аналогового перемножувача. Другий вихід вузла опорних частот підключений до другого входу генератора гармонік. Другий вихід генератора гармонік з'єднаний з другим входом першого суматора. Третій вихід вузла опорних частот підключений до другого входу третього аналогового перемножувача. Другий вхід другого аналогового перемножувача з'єднаний з його першим входом і другим входом ключа. Вихід першого керувача підключений до входу вузла опорних частот. Вихід автогенератора є виходом мікрохвильового генератора. Додатково ведені послідовно з'єднані блок управління, другий керувач, другий суматор. Другий вихід блока управління з'єднаний з другим входом вузла опорних частот. Вихід другого фільтра нижніх частот підключений до другого входу другого суматора, вихід якого з'єднаний з входом автогенератора. Вихід першого керувача підключений до другого входу другого керувача. Вхід блока управління є входом мікрохвильового генератора.

UA 152836 U

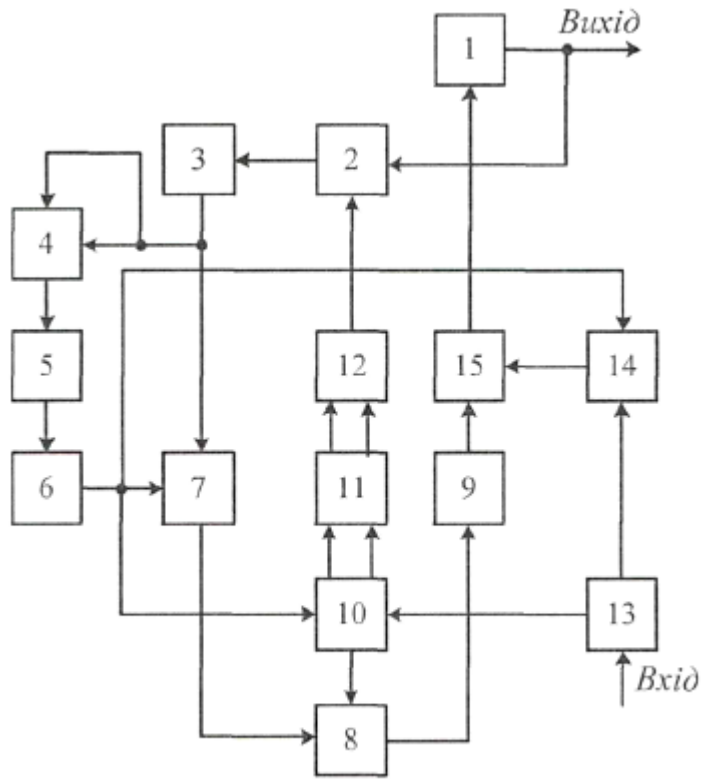


Fig. 1

Корисна модель належить до галузей телекомунікаційної та радіовимірювальної техніки, може бути застосована в генераторному обладнанні і входити до складу свіп-генераторів.

Відомий діапазонний мікрохвильовий генератор (Электронные измерительные приборы и методы измерений/ Ф. Мейзда: Пер. с англ. - М.: Мир, 1990. - 209 с.), який складається з послідовно з'єднаних опорного генератора, фазового детектора, фільтра нижніх частот, підсилювача і автогенератора, а також з дільника частоти, причому вихід дільника частоти підключений до другого входу фазового детектора, вихід автогенератора з'єднаний з входом дільника частоти і є виходом мікрохвильового генератора.

Недоліком такого генератора є високий рівень шуму через наявність у ньому дільника частоти.

За найближчий аналог вибрано мікрохвильовий генератор (Білик О.Б. Високостабільний мікрохвильовий генератор з помножувачем частоти в петлі ФАПЧ / О.Б. Білик, С.П. Кононов// Міжнародна науково-технічна конференція "Сучасні проблеми інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем (СПІРН-2021)", Вінниця, 03-05 листопада 2021 р. - 2021), що складається з послідовно з'єднаних автогенератора, першого аналогового перемножувача, смугового фільтра, другого аналогового перемножувача, першого фільтра нижніх частот, керувача, ключа, третього аналогового перемножувача, другого фільтра нижніх частот, а також з послідовно з'єднаних вузла опорних частот, генератора гармонік, суматора, причому вихід суматора з'єднаний з другим входом першого аналогового перемножувача, другий вихід вузла опорних частот підключений до другого входу генератора гармонік, другий вихід генератора гармонік з'єднаний з другим входом суматора (в подальшому першого суматора), третій вихід вузла опорних частот підключений до другого входу третього аналогового перемножувача, другий вхід другого аналогового перемножувача з'єднаний з його першим входом, вихід керувача (в подальшому першого керувача) підключений до входу вузла опорних частот, вихід другого фільтра нижніх частот підключений до входу автогенератора, а вихід автогенератора є виходом мікрохвильового генератора. Прототип має низький рівень шуму через відсутність у ньому дільників частоти.

Недоліком найближчого аналога є недостатня точність за рахунок того, що він працює на фіксованій частоті.

В основу корисної моделі поставлена задача створення діапазонного мікрохвильового генератора з низьким рівнем шуму, який, після введення другого суматора, другого керувача, блока управління та нових зв'язків, працює в діапазоні частот і має низький рівень шуму, що сприяє підвищенню його точності.

Поставлена задача вирішується тим, що діапазонний мікрохвильовий генератор з низьким рівнем шуму, що складається з послідовно з'єднаних автогенератора, першого аналогового перемножувача, смугового фільтра, другого аналогового перемножувача, першого фільтра нижніх частот, першого керувача, ключа, третього аналогового перемножувача, другого фільтра нижніх частот, а також з послідовно з'єднаних вузла опорних частот, генератора гармонік, першого суматора, причому вихід першого суматора з'єднаний з другим входом першого аналогового перемножувача, другий вихід вузла опорних частот підключений до другого входу генератора гармонік, другий вихід генератора гармонік з'єднаний з другим входом першого суматора, третій вихід вузла опорних частот підключений до другого входу третього аналогового перемножувача, другий вхід другого аналогового перемножувача з'єднаний з його першим входом і другим входом ключа, вихід першого керувача підключений до входу вузла опорних частот, вихід автогенератора є виходом мікрохвильового генератора, згідно з корисною моделлю, введені послідовно з'єднані блок управління, другий керувач, другий суматор, причому другий вихід блока управління з'єднаний з другим входом вузла опорних частот, вихід другого фільтра нижніх частот підключений до другого входу другого суматора, вихід якого з'єднаний з входом автогенератора, вихід першого керувача підключений до другого входу другого керувача, а вхід блока управління є входом мікрохвильового генератора.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де представлено структурну схему діапазонного мікрохвильового генератора з низьким рівнем шуму (фіг. 1) та діаграму зміни частоти (фіг. 2).

Діапазонний мікрохвильовий генератор з низьким рівнем шуму (фіг. 1) складається з послідовно з'єднаних автогенератора 1, першого аналогового перемножувача 2, смугового фільтра 3, другого аналогового перемножувача 4, першого фільтра нижніх частот 5, першого керувача 6, ключа 7, третього аналогового перемножувача 8, другого фільтра нижніх частот 9, з послідовно з'єднаних вузла опорних частот 10, генератора гармонік 11, першого суматора 12, а також з послідовно з'єднаних блока управління 13, другого керувача 14, другого суматора 15. Вихід першого суматора 12 з'єднаний з другим входом першого аналогового перемножувача 2,

другий вихід вузла опорних частот 10 підключений до другого входу генератора гармонік 11, другий вихід якого з'єднаний з другим входом першого суматора 12, а третій вихід вузла опорних частот 10 підключений до другого входу третього аналогового перемножувача 8. Другий вхід другого аналогового перемножувача 4 з'єднаний з його першим входом, а також з 5 другим входом ключа 7. Вихід першого керувача 6 підключений до першого входу вузла опорних частот 10. Другий вихід блока управління 13 з'єднаний з другим входом вузла опорних частот 10, вихід другого фільтра нижніх частот 9 підключений до другого входу другого суматора 15, вихід якого з'єднаний з входом автогенератора 1, а вихід першого керувача 6 підключений до другого входу другого керувача 14. Вихід автогенератора 1 є виходом 10 мікрохвильового генератора, а вхід блока управління 13 є входом мікрохвильового генератора.

Діапазонний мікрохвильовий генератор з низьким рівнем шуму працює наступним чином.

На вхід блока управління 13 надходить цифровий код про частоту f , яку необхідно встановити на виході мікрохвильового генератора. По першому виходу блока управління 13 15 запускається другий керувач 14. Він починає лінійно в часі змінювати частоту автогенератора 1. По другому виходу блока управління 13 встановлюються на виході вузла опорних частот 10 два стабільних коливання із близькими частотами f_1 і f_2 , причому $f_2 > f_1$

Частоти знаходяться з системи рівнянь

$$\begin{cases} f = N(f_1 + f_2) / 2, \\ f_0 = N(f_2 - f_1) / 2, \end{cases}$$

де N - постійний коефіцієнт множення частоти (ціле число в межах 10, ..., 100), f_0 - постійна 20 центральна частота регулювання в петлі фазового автопідстроювання частоти, причому $f_0 \ll f$. Розв'язок системи рівнянь дає наступне:

$$f_1 = (f - f_0) / N, \quad f_2 = (f + f_0) / N$$

Генератор гармонік 11 формує на першому та другому виходах короткі імпульси з частотами 25 повторення f_1 і f_2 , відповідно. Амплітудний спектр цих імпульсних послідовностей з максимальним номером гармоніки N рівномірний у всьому діапазоні частот мікрохвильового генератора. На виході першого суматора 12 утворюється об'єднана імпульсна послідовність.

Перший аналоговий перемножувач 2 працює в режимі стробоскопічного змішувача, другий аналоговий перемножувач 4 - в режимі квадратора, а третій аналоговий перемножувач 8 - як 30 фазовий детектор.

На діаграмі (фіг. 2) показано, чому дорівнює частота (в межах від 0 до $2f_0$) продуктів 35 перетворення на виході першого аналогового перемножувача 2, якщо частота діапазонного мікрохвильового генератора, тобто автогенератора 1 змінюється на $\pm 3f_0$ відносно частоти f . Перебудова автогенератора 1 закінчується в момент, коли з виходу смугового фільтра 3 зі смугою пропускання f_0/N на замкнуті входи другого аналогового перемножувача 4 надходить сума двох коливань з частотою f_0 (фіг. 2, точка А).

Після появи низькочастотної напруги з постійною складовою на виході першого фільтра 40 нижніх частот 5 зі смугою пропускання $f_0/2N$ перший керувач 6 знімає з виходу вузла опорних частот 10 коливання з частотою f_2 і відкриває ключ 7. Крім того, другий керувач 14 зупиняє перебудову автогенератора 1. Замикається петля фазового автопідстроювання частоти автогенератора 1.

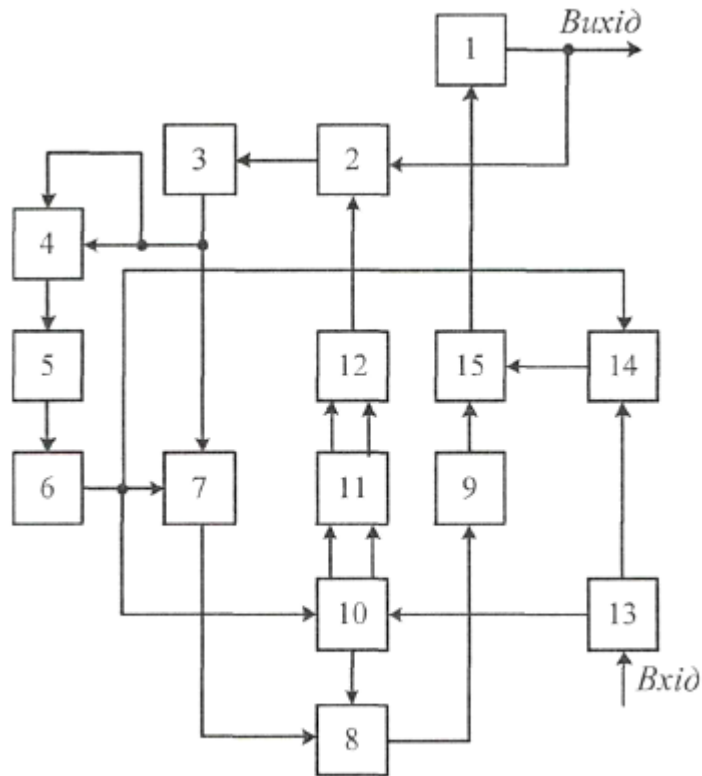
Петля фазового автопідстроювання частоти утворена першим аналоговим перемножувачем 2, смуговим фільтром 3, третім аналоговим перемножувачем 8 та другим фільтром нижніх 45 частот 9 зі смугою пропускання на порядок меншою $f_0/2N$. На виході другого суматора 15 до постійної напруги управління від другого керувача 14 додається напруга помилки фазового регулювання частоти від другого фільтра нижніх частот 9. В результаті, на виході мікрохвильового генератора формується коливання з частотою f . Його стабільність визначається частотною стабільністю коливання f_1 від вузла опорних частот 10.

Завдяки введенню у прототип нових елементів і зв'язків він перетворюється в діапазонний 50 мікрохвильовий генератор з низьким рівнем шуму. Це робить функціонування пристрою у складі телекомунікаційного обладнання та вимірювальних свіп-генераторів ефективнішим.

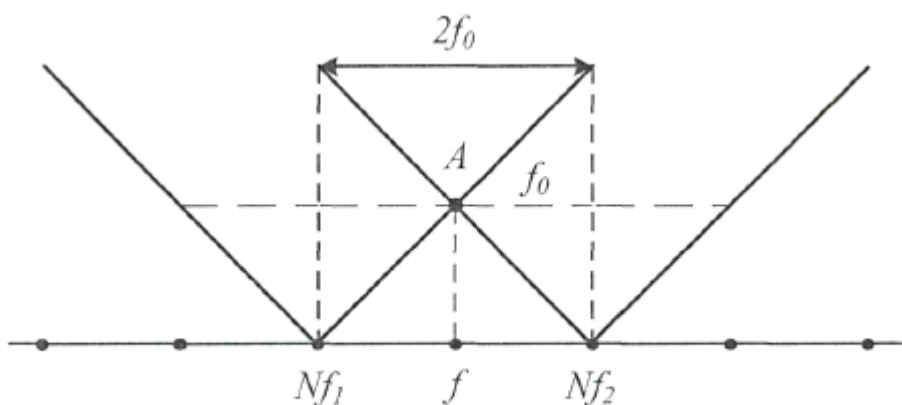
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Діапазонний мікрохвильовий генератор з низьким рівнем шуму, що складається з послідовно 55 з'єднаних автогенератора, першого аналогового перемножувача, смугового фільтра, другого аналогового перемножувача, першого фільтра нижніх частот, першого керувача, ключа, третього аналогового перемножувача, другого фільтра нижніх частот, а також з послідовно з'єднаних вузла опорних частот, генератора гармонік, першого суматора, причому вихід першого суматора з'єднаний з другим входом першого аналогового перемножувача, другий

вихід вузла опорних частот підключений до другого входу генератора гармонік, другий вихід генератора гармонік з'єднаний з другим входом першого суматора, третій вихід вузла опорних частот підключений до другого входу третього аналогового перемножувача, другий вхід другого аналогового перемножувача з'єднаний з його першим входом і другим входом ключа, вихід першого керувача підключений до входу вузла опорних частот, вихід автогенератора є виходом мікрохвильового генератора, який **відрізняється** тим, що введені послідовно з'єднані блок управління, другий керувач, другий суматор, причому другий вихід блока управління з'єднаний з другим входом вузла опорних частот, вихід другого фільтра нижніх частот підключений до другого входу другого суматора, вихід якого з'єднаний з входом автогенератора, вихід першого керувача підключений до другого входу другого керувача, а вхід блока управління є входом мікрохвильового генератора.



Фіг. 1



Фіг. 2