



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **139680** (13) **U**
(51) МПК (2019.01)
G01R 23/00

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2019 07558	(72) Винахідник(и): Кононов Сергій Павлович (UA), Білик Олександр Борисович (UA), Григоренко Микола Анатолійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 05.07.2019	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.01.2020	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.01.2020, Бюл.№ 1	

(54) ВИМІРЮВАЧ ЧАСТОТИ СВІП-ГЕНЕРАТОРА В РЕЖИМІ ЗУПИНКИ ХИТАННЯ

(57) Реферат:

Вимірювач частоти свіп-генератора в режимі зупинки хитання складається з послідовно з'єднаних змішувача, фільтра, квадратора, фільтра нижніх частот та блока керування та обчислення, а також формувача, першого і другого опорних генераторів, під'єднаних до входів суматора, вихід якого з'єднано зі входом змішувача, причому другий вхід блока керування та обчислення приєднано до виходу формувача, перший вихід блока керування та обчислення з'єднано зі входом керування першим опорним генератором, а другий вихід блока керування та обчислення є виходом пристрою. Додатково введені послідовно з'єднані другий суматор, другий фільтр нижніх частот, послідовно з'єднані дільник частоти, другий змішувач, причому другий вхід першого змішувача є входом пристрою, вхід дільника частоти приєднано до виходу першого опорного генератора, вихід другого змішувача з'єднаний з першим входом другого суматора, другий вхід другого суматора приєднаний до виходу першого змішувача та другого входу другого змішувача, вихід фільтра підключений до третього входу блока керування та обчислення, вихід другого фільтра нижніх частот з'єднано зі входом формувача, а третій вихід блока керування та обчислення приєднано до входу керування другим опорним генератором.

UA 139680 U

Корисна модель належить до галузі радіовимірювальної техніки і може бути застосована в частотних характеристиках.

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

Недоліком такого вимірювача, робота якого основана на визначенні постійної напруги, що пропорційна частоті свіп-генератора, є велика похибка вимірювання внаслідок нелінійності та нестабільності залежності частоти свіп-генератора від напруги керування.

За найближчий аналог вибрано вимірювач частоти свіп-генератора (патент України № 132987, м. кл. G01R 23/00, опубл. 25.03.2019, бюл. № 6), що складається з послідовно з'єднаних блока перестройки, свіп-генератора, змішувача, фільтра, формувача міток, в подальшому формувач, і блока керування та обчислення, а також з першого і другого опорних генераторів, відповідно, до першого і другого входів суматора та послідовно з'єднаних квадратора і фільтра нижніх частот. Вихід суматора приєднано до другого входу змішувача, вхід блока перестройки з'єднано з першим виходом блока керування та обчислення, вхід керування другим опорним генератором з'єднано з другим виходом блока керування та обчислення, третій вихід блока керування та обчислення приєднаний до входу керування фільтра, другий вхід блока керування та обчислення з'єднано з виходом фільтра нижніх частот, вхід квадратора підключено до виходу фільтра, а четвертий вихід блока керування та обчислення є виходом пристрою.

Недоліком найближчого аналога є велика похибка визначення частоти свіп-генератора в режимі зупинки хитання, що обмежує точність роботи пристрою.

В основу корисної моделі поставлена задача створення вимірювача частоти свіп-генератора в режимі зупинки хитання, в якому, за рахунок введення другого суматора, другого змішувача, другого фільтра нижніх частот та дільника частоти, досягається зменшення похибки визначення частоти, що сприяє підвищенню точності роботи пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що у вимірювач частоти свіп-генератора в режимі зупинки хитання, що складається з послідовно з'єднаних змішувача, фільтра, квадратора, фільтра нижніх частот та блока керування та обчислення, а також формувача, першого і другого опорних генераторів, під'єднаних до входів суматора, вихід якого з'єднано зі входом змішувача, причому другий вхід блока керування та обчислення приєднано до виходу формувача, перший вихід блока керування та обчислення з'єднано зі входом керування першим опорним генератором, а другий вихід блока керування та обчислення є виходом пристрою, введені послідовно з'єднані другий суматор, другий фільтр нижніх частот, послідовно з'єднані дільник частоти, другий змішувач, причому другий вхід першого змішувача є входом пристрою, вхід дільника частоти приєднано до виходу першого опорного генератора, вихід другого змішувача з'єднаний з першим входом другого суматора, другий вхід другого суматора приєднаний до виходу першого змішувача та другого входу другого змішувача, вихід фільтра підключений до третього входу блока керування та обчислення, вихід другого фільтра нижніх частот з'єднано зі входом формувача, а третій вихід блока керування та обчислення приєднано до входу керування другим опорним генератором.

На кресленні представлено структурну схему вимірювача частоти свіп-генератора в режимі зупинки хитання.

Вимірювач частоти свіп-генератора в режимі зупинки хитання складається з блока керування та обчислення 1, послідовно з'єднаних першого змішувача 2, фільтра 3, квадратора 4, а також з першого 5 і другого 6 опорних генераторів, приєднаних, відповідно, до першого і другого входів першого суматора 7 та послідовно з'єднаних другого суматора 8, першого фільтра нижніх частот 9, формувача 10, послідовно з'єднаних дільника частоти 11 і другого змішувача 12. Вхід першого змішувача 2 є входом вимірювача, вихід першого суматора 7 приєднаний до другого входу першого змішувача 2, перший вхід другого суматора 8 підключений до виходу першого змішувача 2 і другого входу другого змішувача 12. Другий вхід другого суматора 8 з'єднаний з виходом другого змішувача 12, вхід дільника частоти 11 підключено до виходу першого опорного генератора 5. Вихід квадратора 4 через другий фільтр нижніх частот 13 з'єднаний з першим входом блока керування та обчислення 1, другий вхід блока керування та обчислення 1 підключено до виходу формувача 10, а третій вихід блока керування та обчислення 1 з'єднаний з виходом фільтра 3. Перший вихід блока керування та обчислення 1 підключено до входу керування першим опорним генератором 5, другий вихід

блока керування та обчислення 1 з'єднаний з входом керування другим опорним генератором 6, а третій вихід блока керування та обчислення 1 є виходом вимірювача.

Вимірювач частоти свіп-генератора в режимі зупинки хитання працює наступним чином.

Напряга з частотою f від свіп-генератора подається на перший вхід першого змішувача 2.
 5 На другий вхід першого змішувача 2 через перший суматор 7 надходить напруга у вигляді коротких імпульсів з першого 5 або першого 5 і другого 6 одночасно опорних генераторів, причому

$$f_1 > f_2, f_1 - f_2 \ll \frac{f_1}{2n_{\text{МАКС}}}. \text{ Генератори мають близькі частоти } f_1, f_2.$$

10 Гармоніки вихідної напруги опорних генераторів 5, 6 розділені рівномірно у робочому діапазоні частот свіп-генератора з кроком f_1, f_2 , відповідно.

На початку роботи вимірювача блок керування та обчислення 1 включає перший опорний генератор 5. Якщо частота f на вході вимірювача знаходиться в межах:

$$nf_1 - 2n_{\text{МАКС}}(f_1 - f_2) \dots nf_1 + 2n_{\text{МАКС}}(f_1 - f_2) \quad (1)$$

або

$$15 \quad nf_1 - \left[\frac{f_1}{2} + 2n_{\text{МАКС}}(f_1 - f_2) \right] \dots nf_1 - \left[\frac{f_1}{2} - 2n_{\text{МАКС}}(f_1 - f_2) \right], \quad (2)$$

де $n = 1, 2, \dots, n_{\text{МАКС}}$ - номер гармоніки, $n_{\text{МАКС}}$ - максимальний номер

гармоніки, на виході формувача 10 з'являється напруга одиничного рівня. Це пояснюється тим, що продукти перетворення з різними частотами від першого змішувача 2, а також другого змішувача 12 з опорною напругою частотою $f_1/2$ від подільника частоти 11 на два
 20 додаються другим суматором 8 і виділяються першим фільтром низьких частот 9 зі смугою пропускання $2n_{\text{МАКС}}(f_1 - f_2)$.

Для правильного визначення частоти f свіп-генератора необхідно, щоб напруга на виході формувача 10 була нульового рівня. Це досягається зміною блоком керування та обчислення 1 частоти f_1 першого опорного генератора 5. Зміна від початкової частоти f_1 може не
 25 відбуватись, якщо частота f свіп-генератора не попадає в межі (1), (2).

Після появи напруги нульового рівня на виході формувача 10 блок керування та обчислення 1 визначає частоту F_1 на виході фільтра 3 зі смугою пропускання

$$n_{\text{МАКС}}(f_1 - f_2) \dots \frac{f_1}{2} - n_{\text{МАКС}}(f_1 - f_2).$$

30 Блок керування та обчислення 1 вмикає другий опорний генератор 6, після чого визначає частоту F напруги на виході другого фільтра нижніх частот 13 зі смугою пропускання $n_{\text{МАКС}}(f_1 - f_2)$ і частоту F_2 напруги на виході фільтра 3.

Частота f свіп-генератора знаходиться з виразів:

$$f = \text{round} \left(\frac{F}{f_1 - f_2} \right) \cdot f_1 + F_1, \text{ якщо } F_2 > F_1; \quad (3)$$

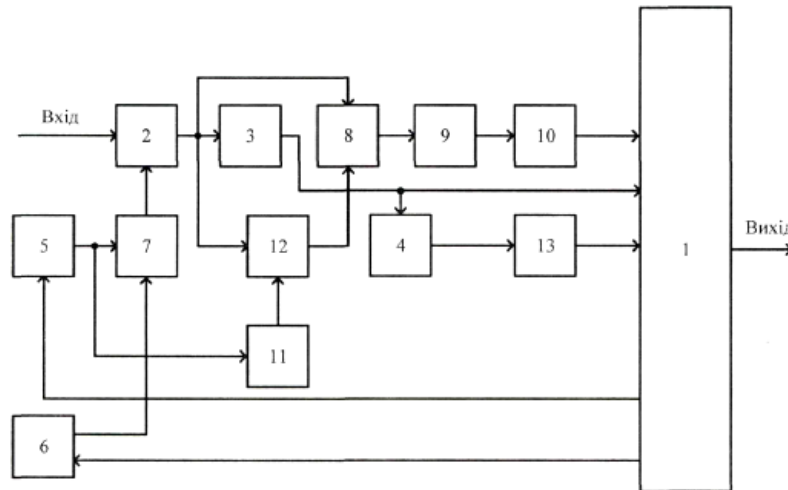
$$f = \text{round} \left(\frac{F}{f_1 - f_2} \right) \cdot f_1 - F_1, \text{ якщо } F_2 < F_1; \quad (4)$$

35 Похибка вимірювання частоти свіп-генератора в режимі зупинки хитання зменшується тому, що в (3), (4) частоти f_1, f_2 задаються високостабільними генераторами, наприклад кварцовими. Крім того, операція закруглення до наближеного цілого значення компенсує можливу похибку визначення частоти F , а частота $F_1 \ll f$.

40 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Вимірювач частоти свіп-генератора в режимі зупинки хитання, що складається з послідовно з'єднаних змішувача, фільтра, квадратора, фільтра нижніх частот та блока керування та обчислення, а також формувача, першого і другого опорних генераторів, під'єднаних до входів суматора, вихід якого з'єднано зі входом змішувача, причому другий вхід блока керування та обчислення приєднано до виходу формувача, перший вихід блока керування та обчислення з'єднано зі входом керування першим опорним генератором, а другий вихід блока керування та обчислення є виходом пристрою, який **відрізняється** тим, що введені послідовно з'єднані другий суматор, другий фільтр нижніх частот, послідовно з'єднані дільник частоти, другий

- 5 змішувач, причому другий вхід першого змішувача є входом пристрою, вхід дільника частоти приєднано до виходу першого опорного генератора, вихід другого змішувача з'єднаний з першим входом другого суматора, другий вхід другого суматора приєднаний до виходу першого змішувача та другого входу другого змішувача, вихід фільтра підключений до третього входу блока керування та обчислення, вихід другого фільтра нижніх частот з'єднано зі входом формувача, а третій вихід блока керування та обчислення приєднано до входу керування другим опорним генератором.



Комп'ютерна верстка В. Мацело

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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