

ЗАСТОСУВАННЯ КВАДРАТОРА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСТОТИ СИГНАЛУ ЛЧМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Вирішення актуальної проблеми визначення частотних характеристик пристроїв та ліній зв'язку полягає у розробці нових методів, що допоможуть покращити точність таких панорамних вимірювань та забезпечити якісне проведення усіх вимірювально-технологічних операцій.

Метою роботи є ознайомлення з новим способом визначення частоти сигналу ЛЧМ на ЗІГ-резонаторі з використанням квадратора у схемі вимірювача.

Ключові слова: частотна мітка, квадратор, свіп-генератор, ЗІГ-резонатор, ЛЧМ.

Abstract

Solving the current problem of determining the frequency characteristics of devices and lines of communication is to develop new methods that will improve the accuracy of such panoramic measurements and ensure the quality of all measuring and technological operations.

The aim of this work is to get acquainted with a new method for determining the frequency of the LFM signal on the YIG resonator using a quadrator in the meter circuit.

Keywords: frequency mark, quadrator, sweep-generator, YIG-resonator, LFM.

Вступ

Для покращення точності вимірювань частотних характеристик за допомогою панорамних приладів пропонується спосіб визначення частоти сигналу з лінійною частотною модуляцією від генератора на ЗІГ-резонаторі. Робота є розвитком результатів, викладених в [1].

Основна частина

Проаналізуємо роботу вимірювача за допомогою структурної моделі (рис. 1), на якій вказані напруги u в різних точках, коефіцієнти передачі (K) окремих вузлів, частоти свіп-генератора (СГ) та першого і другого опорних генераторів (ОГ1, ОГ2).

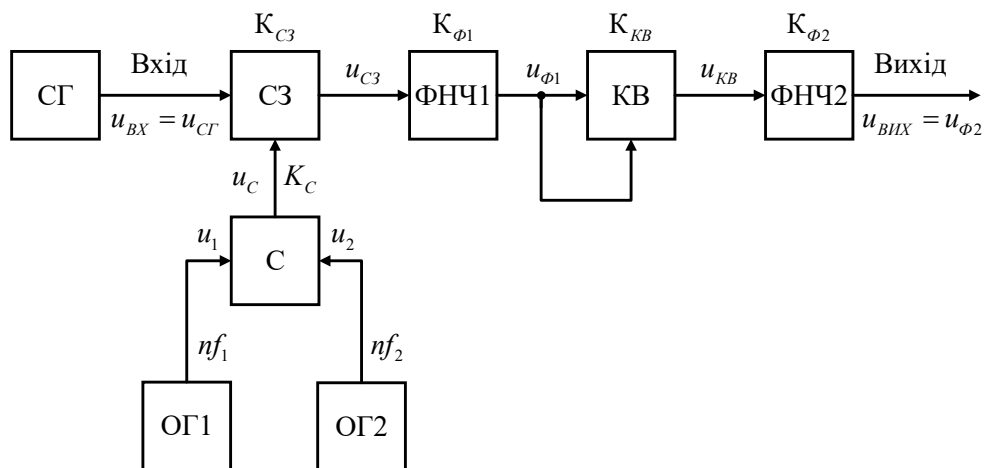


Рисунок 1 – Структурна модель вимірювача

Вихідна напруга свіп-генератора

$$u_{СГ} = U_{СГ} \cos\left(2\pi \int f_{СГ} t dt\right) = U_{СГ} \cos\left(2\pi f_0 t + \pi \gamma t^2\right) \quad (1)$$

подається на перший вхід стробоскопічного змішувача (СЗ), до другого входу якого через суматор

(С) надходить сума $u_1 + u_2$ двох напруг від опорних генераторів. Напруги u_1 і u_2 багаті гармоніками з частотами, кратними f_1 і f_2 відповідно.

Розглянемо ситуацію, коли активною, тобто такою, що створює корисний продукт перетворення, є n гармоніка. Таким чином

$$u_1 = U \cos(2\pi n f_1 t), \quad (2)$$

$$u_2 = U \cos(2\pi n f_2 t), \quad (3)$$

частота f_1 першого опорного генератора визначає крок частотних міток. Різниця частот f_1, f_2 вибирається з умови

$$f_1 - f_2 \ll \frac{f_{1(2)}}{2n_{\text{МАКС}}}. \quad (4)$$

де $n_{\text{МАКС}}$ – максимальний номер гармоніки опорних генераторів.

Напруга на виході квадратора (КВ) $u_{\text{КВ}}$ складається з постійної складової, трьох складових з швидкозмінними різницевиими частотами за участю другої гармоніки напруги свіп-генератора та потрібної для вимірювань складовою з фіксованою частотою

$$F = n(f_2 - f_1). \quad (5)$$

Таким чином напруга, яка виділяється фільтром ФНЧ2 зі смугою $n_{\text{МАКС}}(f_1 - f_2)$ і коефіцієнтом передачі K_{ϕ_2} на виході квадратора, в основному, містить складову з фіксованою частотою F :

$$u_{\text{ВИХ}} = \frac{1}{4} K_C^2 K_{C3}^2 K_{\phi_1}^2 K_{\text{КВ}} K_{\phi_2} U_C^2 U_{CF}^2 \cos[2\pi n(f_1 - f_2)t]. \quad (6)$$

Виятком є короткі часові проміжки навколо точки переходу різницевиих частот через нуль. Ці проміжки коротші за тривалість імпульсу з виходу формувача міток. Заміна фільтра ФНЧ1 на смуговий з нижньою граничною частотою $n_{\text{МАКС}}(f_1 - f_2)$, суттєво послабить три згаданих вище складових з різницевиими частотами в напрузі $u_{\text{ВИХ}}$.

За відомою частотою F , розраховується частота свіп-генератора. Швидкість зміни частоти а γ може приймати нульове значення ($\gamma = 0$ – режим генерації на фіксованій частоті), або залежати від часу ($\gamma(t)$, нелінійна зміна частоти). Все це не впливає на точність вимірювання частоти.

Висновки

Відмінністю запропонованого способу визначення частоти сигналу ЛЧМ є те, що опорним коливанням для стробоскопічного змішувача є сума двох високостабільних напруг з близькими частотами. Продукт перетворення фільтрується і обробляється квадратором з виділенням складової з кратною різниці опорних частот незмінною частотою. Вона вимірюється, після чого визначається частота сигналу ЛЧМ свіп-генератора.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. С. П. Кононов, М. А. Григоренко. Спосіб визначення частоти керованого генератора на основі ЗПГ-резонатора // Науковий журнал «Вісник ХНУ» – 2018. – №5. – с.132.

Сергій Павлович Кононов – канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: knnvknnv@ukr.net

Євген Миколайович Кухарський – аспірант кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: tkstb1418@gmail.com

Serhii P. Kononov – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: knnvknnv@ukr.net

Eugene N. Kucharski – post-graduate student of the Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, e-mail: tkstb1418@gmail.com