

ПОРІВНЯННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СМУГО-СТРИМУВАЛЬНИХ ФІЛЬТРІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ ІЗ ВІД'ЄМНОЮ ДИФЕРЕНЦІЙНОЮ ЄМНІСТЮ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто побудову та характеристики смуго-стримувальних фільтрів. Проведено аналіз частотних характеристик фільтру із введенням різного типу ємностей. Доведено переваги смуго-стримувального фільтру із використанням елементів із від'ємною диференційною ємністю.

Ключові слова: фільтр, С-негатрон, від'ємна ємність, амплітудно-частотна характеристика.

Abstract

In this abstract was reviewed construction and characteristics of bandpass filters. The analysis of the frequency characteristics of the filter with the introduction of different types of capacities. The advantages of the bandpass filter with the use of negative differential capacities are proved.

Keywords: filter, C-negatron, negative capacity, amplitude-frequency response.

Вступ

Фільтри необхідні для роботи більшості радіотехнічних схем. Фільтр – це пристрій, який здатний пропускати певні частоти, одночасно послаблюючи інші частоти [1]. Таким чином, фільтр може витягувати важливі частоти з сигналів, які також містять небажані або нерелевантні частоти. В області електроніки існує безліч практичних застосувань фільтрів [1]. Приклади практичного застосування такі: 1) радіозв'язок – фільтри дозволяють радіоприймачів «бачити» тільки потрібний сигнал, відхиляючи всі інші сигнали; 2) джерела живлення постійного струму – фільтри використовуються для усунення небажаних високих частот (шуму), які присутні на вхідних лініях змінного струму. Крім того, фільтри використовуються на виході блоку живлення для зменшення пульсацій; 3) аналого-цифрове перетворення – фільтри розміщуються перед входом АЦП для мінімізації накладення.

Метою роботи є покращення характеристик смуго-запираючого фільтру за допомогою елементів, які мають від'ємне значення диференційної ємності.

Результати дослідження

У роботі розглянуто електричну схему прототипу смуго-стримувального фільтру, яка зображена на рис. 1 [2]. До недоліків прототипу можна віднести малий коефіцієнт переналаштування по частоті, що обмежує його функціональні можливості [3, 4]. За допомогою програмного пакету Micro-Cap виконано моделювання амплітудно-частотних характеристик прототипу смуго-стримувального фільтру (рис. 2) [1, 2].

На рис. 3 в електричну схему прототипу введено елемент, який має від'ємну диференційну ємність (С-негатрон, $C^{(-)} < 0$) [2], для покращення коефіцієнту переналаштування [5, 6]:

$$C_{\Sigma} = C_{\text{вар.}} + C^{(-)}. \quad (1)$$

Коефіцієнт перекриття ємності коливального контуру фільтру [1, 7]:

$$K'_{\text{пер.}} = (C_{\text{max}} + C^{(-)}) / (C_{\text{min}} + C^{(-)}). \quad (2)$$

За допомогою комп'ютерного моделювання отримано графік амплітудно-частотних характеристик смуго-стримувального фільтру із введенням ідеальної від'ємної диференційної ємності (рис. 4) [1, 2].

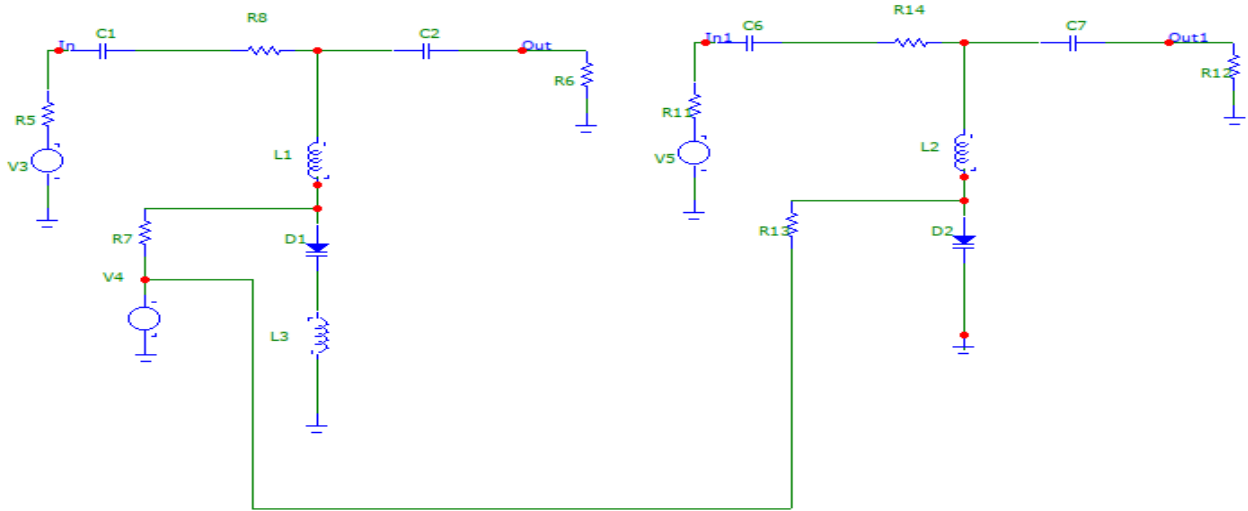


Рис. 1. Електрична схема в Micro-Cap прототипу смуго-стримувального фільтру [2]

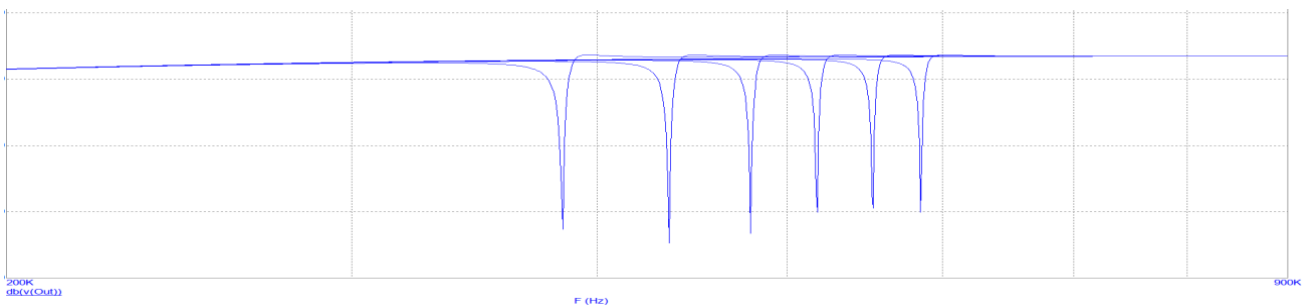


Рис. 2. Результати моделювання АЧХ смуго-стримувального фільтру із варіаками

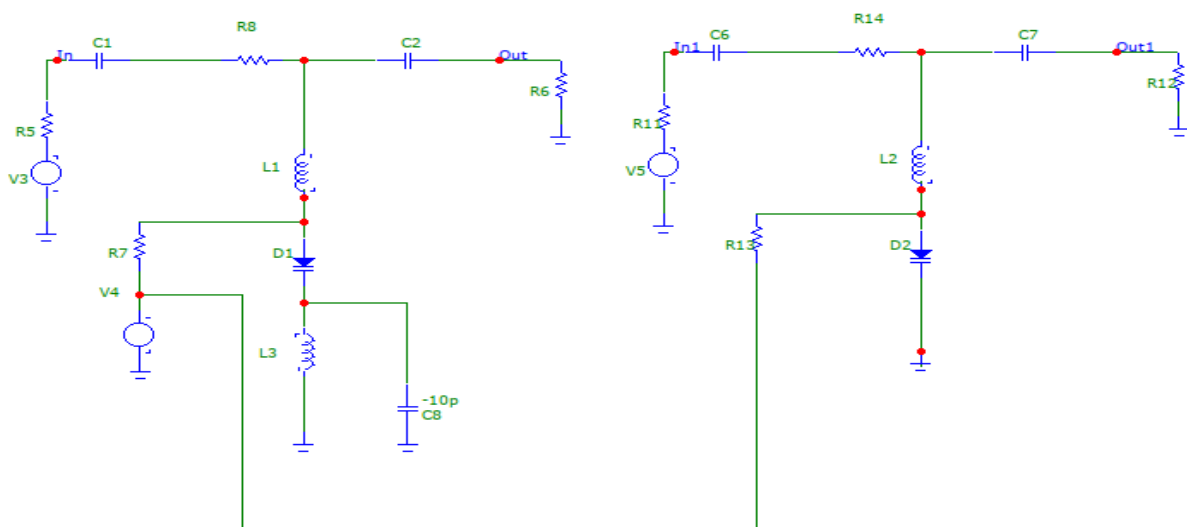


Рис. 3. Електрична схема в Micro-Cap прототипу смуго-стримувального фільтру із введенням ідеальної від'ємної диференційної ємності

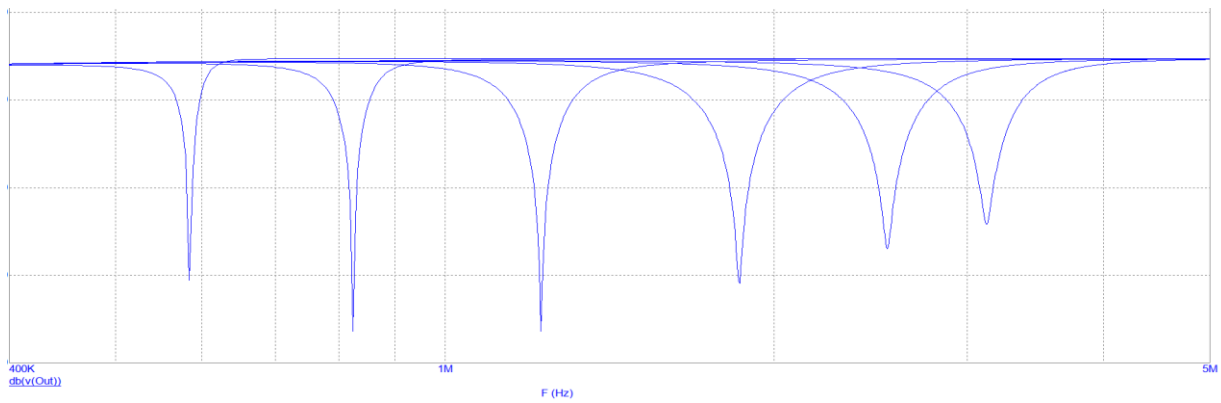


Рис. 4. Результати моделювання АЧХ схеми прототипу із введенням ідеальної від'ємної диференційної ємності

У роботі реалізуємо від'ємну ємність за допомогою операційного підсилювача [8, 9]. На рис. 5 наведена електрична схема смуго-стримувального фільтру з С-негатроном. На рис. 6 наведено результати моделювання за допомогою програмного пакету Micro-Cap АЧХ смуго-стримувального фільтру з від'ємною диференційною ємністю (С-негатроном), що реалізована на операційному підсилювачі.

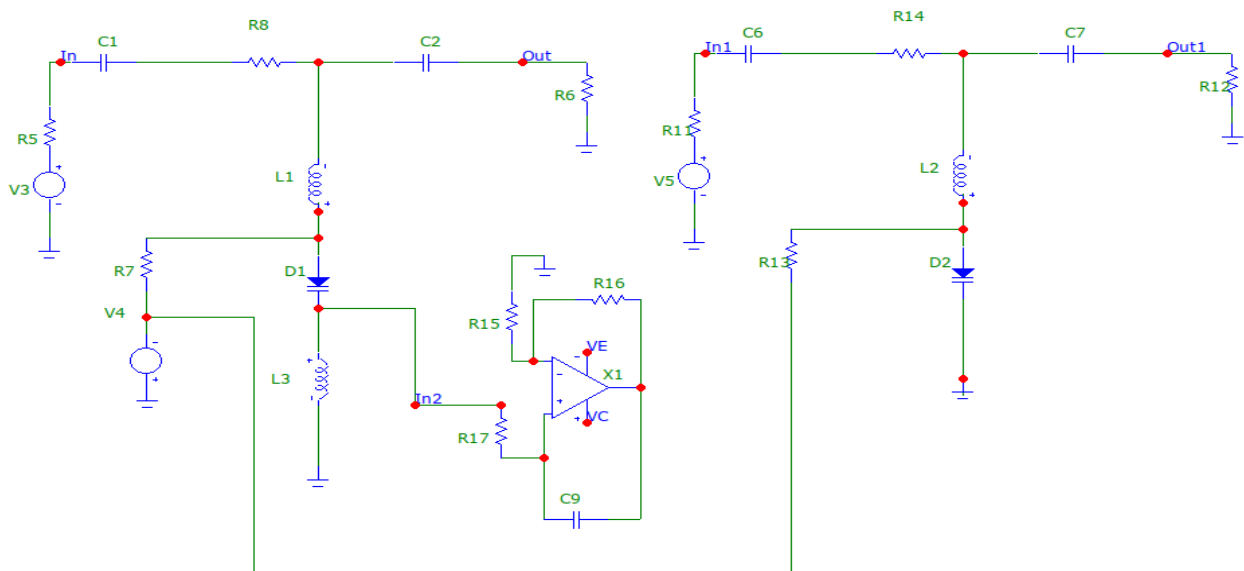


Рис. 5. Електрична схема смуго-стримувального фільтру з С-негатроном на операційному підсилювачі у Micro-Cap

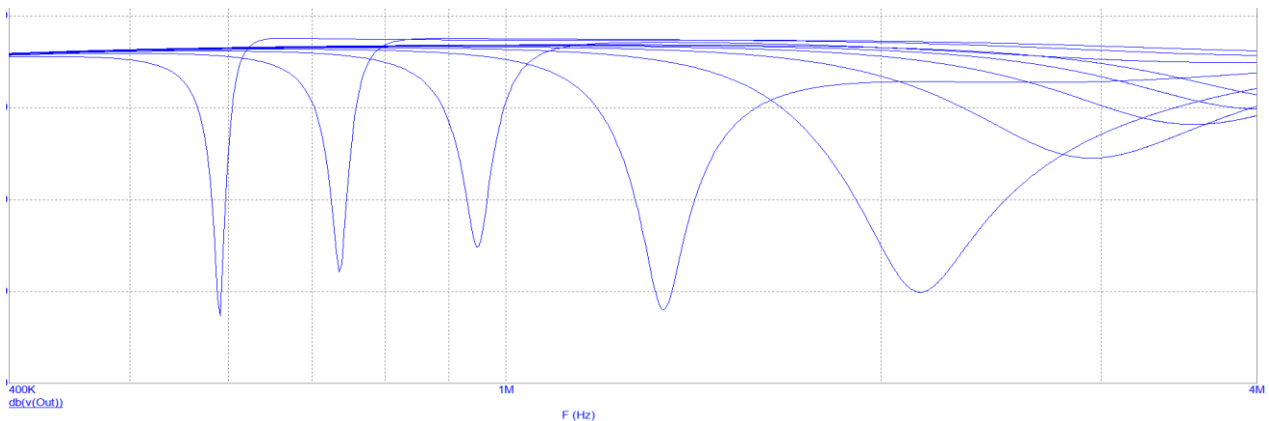


Рис. 6. Результати моделювання АЧХ смуго-стримувального фільтру з С-негатроном на операційному підсилювачі

Висновки

Фільтрація сигналів має важливу функцію в аналогових та аналого-цифрових радіотехнічних пристроях і засобах телекомунікацій. Залежно від завдань використовується той чи інший тип фільтра. У цій статті розглянуто кілька типів електричних фільтрів та їх амплітудно-частотні характеристики. З отриманих результатів видно, що при введенні до схеми прототипу $C^{(-)} = -10$ пФ, діапазон переналаштування смуги пропускання фільтру становить від 590 кГц до 1,35 МГц, що в 1,55 рази більше за прототип.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Осадчук В.С., Осадчук О.В., Семенов А.О., Коваль К.О. Функціональні вузли радіовимірювальних приладів на основі реактивних властивостей транзисторних структур з від'ємним опором : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2011. 336 с.
2. Філінюк М.А., Лазарєв О.О., Войцеховська О.В. LC-негатрони та їх застосування : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2012. 307 с.
3. Andriy A Semenov, Olena O Semenova, Oleksandr M Voznyak, Oleksandr M Vasilevskyi, Maksym Yu Yakovlev. Routing in telecommunication networks using fuzzy logic. Proceedings of the 2016 17th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM). 30 June-4 July 2016, Erlagol, Russia, pp. 173–177. DOI: 10.1109/EDM.2016.7538719
4. Осадчук О. В., Семенов А. О., Коваль К. О. Електрично керована еквівалентна ємність на основі транзисторної структури з від'ємним опором. Збірник наукових праць Севастопольського національного університету ядерної енергії та промисловості. 2008. Вип.1 (25). С. 159–164.
5. V. S. Osadchuk, A. V. Osadchuk, A. A. Semenov, E. A. Semenova. Experimental research and simulation of microwave oscillator based on structure of static inductance transistor with negative resistance. In: 2010 20th International Crimean Conference "Microwave & Telecommunication Technology", 13-17 Sept. 2010, Sevastopol, Ukraine, pp. 1-2. DOI: 10.1109/CRMICO.2010.5632543
6. Осадчук О.В., Семенов А.О. Дослідження НВЧ генератора електричних коливань на основі транзисторної структури з від'ємним опором. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2005. № 5. – С.149-154.
7. Osadchuk A. V., Semenov A. A., Baraban S. V., Semenova E. A., Koval K. O. Noncontact infrared thermometer based on a self-oscillating lambda type system for measuring the human body's temperature. Proceedings of the 23rd International Crimean Conference Microwave and Telecommunication Technology (CriMiCo). 8–14 Sept. 2013, Sevastopol, Ukraine. 2013. P. 1069-1070. INSPEC Accession Number: 13882857.
8. Осадчук О.В., Барабан С.В., Семенов А.О. Підвищення вірогідності неруйнівного контролю структурних перетворень не-кристалічних напівпровідників. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2012. №2. С. 79 –82.
9. O. Semenova, A. Semenov, K Koval, A. Rudyk, V. Chuhov. Access fuzzy controller for CDMA networks. In: 2013 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON), 12-13 Sept. 2013, Krasnoyarsk, Russia, pp. 1-2. DOI: 10.1109/SIBCON.2013.6693644.

Козін Дмитро Олегович — аспірант, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dimakoua@gmail.com

Семенов Андрій Олександрович — д-р техн. наук, доцент, професор кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

Kozin Dmytro Olehovych — PhD student, Faculty for Radio Engineering, Telecommunication and Electronic Instrument Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : dimakoua@gmail.com

Semenov Andriy Oleksandrovych — Dr. Sc. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Chair of Radio-Frequency Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua