

Low pass filter based on a FET transistor structure with negative resistance

Kostyantyn Koval¹, Alexander Lazarev²,
Andriy Semenov¹

¹Radioengineering Department, Vinnitsya National Technical University, UKRAINE, Vinnitsya, Kmelnytske shoes 95,
E-mail: vsort11@gmail.com; semenov79@ukr.net

²Computer and Telecommunication Device Development Department, Vinnitsya National Technical University, UKRAINE, Vinnitsya, Kmelnytske shoes 95,
E-mail: laalex@mail.ru

Radioengineering devices and functional elements of radiomeasuring devices consist of selection functional elements [1]. Developing and researching transistor filters with parameter electric control is becoming an actual scientific task [1, 2]. One of possible directions of such researches is studying reactive properties (capacitor and inductive effects) of transistor structures with negative resistance [3]. Using such properties of transistor structures considerably expands functionality of designed radio engineering devices. In the theses the results of simulation of the electrically-controlled low pass filters (LPF) based on a capacitance effect of the field transistor structure with negative resistance (FTSNR) are presented.

The electric diagram of the developed and researched one-section LPF on FTSNR is presented on fig. 1. Simulation of its frequency characteristics is presented on fig. 2 and fig. 3. The obtained results confirm possibility of changing the cutoff frequency and the characteristics' slope. Besides it, the maximum gain factor in a pass-band is 4,3 dB within the limits from 30 kHz to 700 MHz, and attenuation out of the pass-band is 1,6 dB. In this LPF the ability of controlling the cutoff frequency and the characteristics' slope is provided. Suppression out of the pass-band is 15 dB.

Improvement of the obtained characteristics of the developed LPF on FTSNR is possible with increasing a quantity of its sections. In the two-section FLF on FTSNR all facility of the one-section one remains with improved parameters: the maximum gain factor for twosection LPF on FTSNR in the pass-band is 4 dB in a range (10 kHz - 1 MHz), and attenuation out of the pass-band is -30dB.

Results of simulation of the developed one-section and two-section LPF on FTSNR have confirmed the electric control ability for a cutoff frequency and a gain factor in a pass-band, and attenuation in a stop band.

Фільтр низьких частот на польовій транзисторній структурі з від'ємним опором

Коваль Костянтин¹, Лазарєв Олександр²,
Семенов Андрій¹

¹Кафедра радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, УКРАЇНА, м. Вінниця, Хмельницьке ш., 95,
E-mail: vsort11@gmail.com; semenov79@ukr.net

²Кафедра проектування комп'ютерної та телекомунікаційної апаратури, Вінницький національний технічний університет, УКРАЇНА, м. Вінниця, Хмельницьке ш., 95, E-mail: laalex@mail.ru

В матеріалах подано результати моделювання фільтру низьких частот на основі ємнісного ефекту польової транзисторної структури з від'ємним опором.

Ключові слова – транзисторна структура, від'ємний опір, фільтр низьких частот, частотні характеристики.

I. Вступ

Радіотехнічні пристрої та функціональні вузли радіовимірювальних приладів містять селективні функціональні вузли [1]. Актуальним науковим завданням постає розробка та дослідження транзисторних фільтрів з електричним керуванням їх параметрів [1, 2]. Одним з можливих напрямів таких досліджень полягає у вивченні реактивних властивостей (ємнісного та індуктивного ефектів) транзисторних структур з від'ємним опором [3]. Використання таких властивостей транзисторних структур значно розширює функціональні можливості проєктованих радіотехнічних пристроїв. В тезисах наведено результати моделювання електрично керованого фільтру низьких частот (ФНЧ) на основі ємнісного ефекту польової транзисторної структури з від'ємним опором (ПТСВО).

II. Одноланковий ФНЧ на ПТСВО

Електрична схема розробленого та дослідженого одноланкового ФНЧ на ПТСВО подано на рис. 1. Дійсна частина повного опору на виводах стік-стік ПТСВО (M1, M2) має від'ємне значення, а уявна частина володіє ємнісним характером. За рахунок наявності від'ємного опору та можливості регулювання напругою керування (V1) величиною ємнісного складника в ПТСВО, можливо змінювати значення частоти зрізу, крутість амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) в перехідній смузі, а також величину коефіцієнту підсилення в смузі пропускання та затування (ослаблення) в смузі затримки.

Розроблені та представлені в [4] математичні моделі активних елементів радіовимірювальних приладів на ПТСВО дають можливість аналітично розрахувати значення від'ємного опору та еквівалентної ємності при проєктуванні радіотехнічних пристроїв, зокрема досліджуваного ФНЧ на ПТСВО.

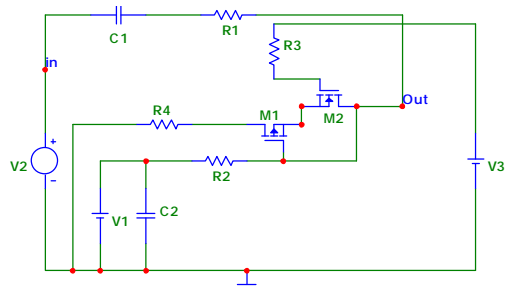


Рис. 1. Електрична схема одноланкового ФНЧ на ПТСВО

Результати моделювання розробленого ФНЧ на ПТСВО подано на рис. 2. Зокрема, частотні залежності дійсного та уявного складників повного опору M1, M2 та АЧХ при різних напругах керування V1 у межах 2,4...3 В. Отриманий результат засвідчує електричну можливість зміни частоти зрізу (500 кГц – 1 МГц) та крутості спадання характеристики.

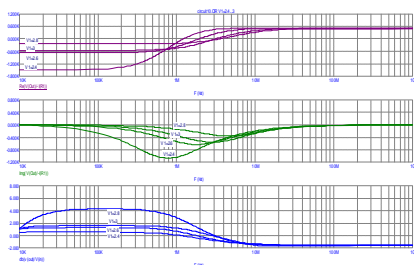


Рис. 2. Результати моделювання одноланкового активного ФНЧ на ПТСВО

Крім того, максимальний коефіцієнт підсилення в смузі пропускання складає 4,3 дБ в межах від 30 кГц до 700 МГц, а ослаблення поза смугою пропускання - 1,6 дБ. При оптимальному виборі параметрів ФНЧ на ПТСВО АЧХ має вигляд (рис. 3).

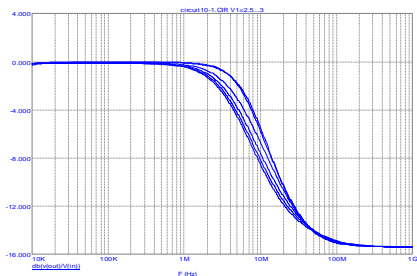


Рис. 3. АЧХ одноланкового активного ФНЧ на ПТСВО при різних напругах керування (2,5 – 3 В)

В цьому ФНЧ забезпечується можливість керування частотою зрізу та крутістю спадної ділянки. Придушення за смугою пропускання складає 15 дБ.

III. Дволанковий ФНЧ на ПТСВО

Покращення отриманих характеристик розробленого ФНЧ на ПТСВО можливо за рахунок збільшення кількості його ланок. Схемотехнічне рішення буде аналогічне до представленого, результати моделювання АЧХ одноланкового та дволанкового фільтрів при різних напругах керування (3,1 – 3,2 В) представлено на рис. 4

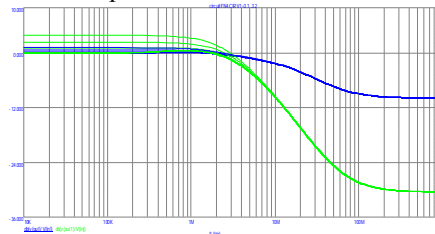


Рис. 4. АЧХ одноланкового та дволанкового ФНЧ на ПТСВО при напрузі керування V1=3,1 В

У дволанкового ФНЧ на ПТСВО зберігаються усі можливості одноланкового з покращеними параметрами – максимальний коефіцієнт підсилення для дволанкового ФНЧ в смузі пропускання складає 4 дБ в діапазоні (10 кГц ... 1 МГц), а ослаблення поза смугою пропускання -30 дБ.

Висновок

Результати моделювання розроблених одноланкового та дволанкового ФНЧ на ПТСВО засвідчили, що використання ємнісного ефекту транзисторних структур з від'ємним опором для функціональних вузлів радіотехнічних пристроїв та радіовимірювальних приладів, дає можливість розширити робочі параметри та забезпечити їх електричне керування. Зокрема перелаштування частоти зрізу та коефіцієнтів підсилення в смузі пропускання та послаблення в смузі затримки для таких ФНЧ на ПТСВО.

Література

- [1] Гуржий А. Н. Электрические и радиотехнические измерения / А. Н. Гуржий, Н. И. Поворознюк, К. : "Академия", 2004 – 272 с.
- [2] Радиоизмерительная аппаратура СВЧ и КВЧ. Узловая и элементная базы / [А. М. Кудрявцев, А. Е. Львов, И. Г. Мальтер и др.] – М. : Радиотехника, 2006. – 534 с.
- [3] Філінюк М. А. Основи негatronіки. Том I. Теоретичні і фізичні основи негatronіки. [Монографія] / Філінюк М. А. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 456 с.
- [4] Осадчук В. С. Функціональні вузли радіовимірювальних приладів на основі реактивних властивостей транзисторних структур з від'ємним опором [Монографія] / В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, А. О. Семенов, К. О. Коваль – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2011. – 336 с.