

*Коник С.В., магістрант,
Гнатюк М.О., к.ф.-м.н., доцент,
Дніпровський державний технічний університет*

СИНТЕЗ СМУГОВИХ ФІЛЬТРІВ ДЛЯ SDR-РАДІОПРИЙМАЧІВ

Сучасні швидкодіючі аналогово-цифрові перетворювачі (АЦП) та засоби цифрової обробки сигналів дозволяють реалізовувати програмно-визначеного радіо, або software defined radio (SDR), які можуть бути оперативним переконфігуровані за допомогою програмних засобів відповідно до характеристик їх робочих сигналів.

Використання SDR технології дозволило значно підвищити ефективність засобів телекомунікації і впровадити нові цифрові види зв'язку. Зокрема, в останні роки підвищився інтерес дослідників до цифрового радіозв'язку у діапазоні коротких (3–30 МГц) та ультракоротких (30–300 МГц) хвиль. Особливості умов радіозв'язку у цьому діапазоні частот накладають достатньо суворі вимоги до динамічного діапазону тракту радіоприймачів. Полегшити умови роботи тракту радіоприймальних пристроїв можна за допомогою вхідних фільтрів на зосереджених елементах [2].

Для визначення величин параметрів елементів найбільш ефективно використовувати стандартизовані таблиці нормалізованих коефіцієнтів [1]. Однак, пряме використання таких таблиць для розрахунків смугових фільтрів найчастіше призводить до отримання нереалізованих значень параметрів окремих елементів. Найбільш ефективний підхід до проєктування смугових фільтрів у діапазоні коротких хвиль полягає у створенні фільтра-прототипа низької частоти із заданою частотою зрізу з подальшим його перерахунком у смуговий фільтр. Використання інверторів імпедансів при проєктуванні схем фільтрів дозволяє досягти бажаної ефективності схеми фільтру відносно як величин параметрів реактивних елементів, так і загальної топології схеми.

В роботі показано поетапну процедуру проєктування смугового фільтру для радіоприймального пристрою короткохвильового діапазону частот у смузі частот 14 – 14.35 МГц, частотна характеристика фільтру буде відповідати характеристиці Чебишева з нерівномірністю 3 дБ та порядку 3. Першим етапом є розрахунок на основі нормалізованих коефіцієнтів з [1] фільтру прототипу нижніх частот (ФНЧ) із частотою зрізу, що дорівнює смузі пропускання цільового фільтру. Далі, до кожного з елементів розрахованого ФНЧ

додаються відповідні додаткові елементи із протилежним значенням комплексного імпедансу, таким чином отримуючи смуговий фільтр. Значення цих додаткових компонентів розраховуються за відомою формулою Томсона для коливального контуру, при цьому, резонансна частота ω_0 всіх контурів розраховується як середнє геометричне значення від нижньої та верхньої частоти смуги пропускання цільового фільтру.

Наступним кроком є використання інверторів імпедансів в загальній схемі фільтру для перетворення послідовного коливального контуру на паралельний із оптимальними значеннями ємності та індуктивності. Останнім етапом є використання схеми узгодження високого вхідного імпедансу фільтру із стандартизованим імпедансом 50 Ом. В якості узгодження використовується Г-подібна схема с послідовною ємністю. Остаточно, на рис. 1(а) показано топологію отриманого фільтру третього порядку, а його змодельована АЧХ показана на рис. 1(б).

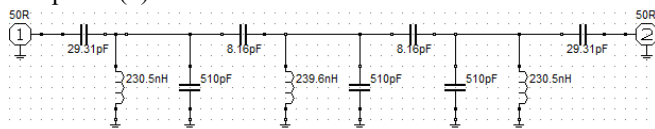


Рисунок 1 – Схема смугового фільтру

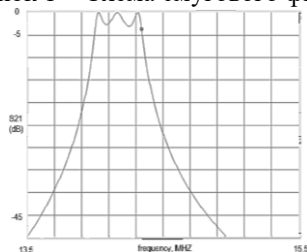


Рисунок 2 – Змодельована АЧХ отриманого фільтру

Таким чином, запропонована методика розрахунку елементів фільтру дозволяє отримати коректні результати.

Список використаних джерел:

1. Taylor, F. J. & Williams, A. *Electronic Filter Design Handbook*. 4th ed. McGraw-Hill Pub. 2006. 775 p.
2. Syed, L., Hasan, S. H., Rashid, H., & Gulistan, W. *Designing Band Pass Filter for HF Radio's Front End*. 2019 *International Conference on Communication Technologies (ComTech)*, Rawalpindi, Pakistan, 2019, pp. 60-64, doi: 10.1109/COMTECH.2019.8737794.