УДК 621.372.852.1
Карпуков Л.М.[1], Воскобойник В.О.[2]
[1] проф. НУ «Запорізька політехніка»
[2] доц. НУ «Запорізька політехніка»

МЕТОД РЕАЛІЗАЦІЇ В ПРОЦЕДУРІ СИНТЕЗУ ФІЛЬТРІВ НА ЗВ'ЯЗАНИХ МІКРОСМУЖКОВИХ ЛІНІЯХ

Мікросмужкові фільтри на зв'язаних лініях (ЗВЛ) знаходять широке застосування в мікрохвильових пристроях обробки та захисту інформації завдяки поєднанню досить високих частотно-виборчих характеристик з компактністю конструкцій та технологічністю при масовому виробництві.

Структура фільтра на ЗВЛ наведена на рис. 1, вона складається з каскадного з'єднання відрізків двох зв'язаних ліній, довжиною λ/4.

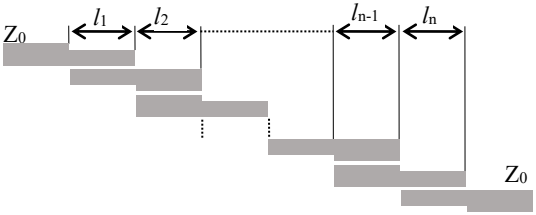


Рисунок 1 – Структура фільтра

Інженерна методика синтезу фільтрів на ЗВЛ заснована на використанні g параметрів *LC*-прототипу і моделі відрізка ЗВЛ у вигляді ідеального інвертора, включеного між чвертьхвильовими відрізками одиночних ліній з хвильовим опором Z_0 [1]. Формули для розрахунку за моделлю хвильових опорів парного та непарного видів коливань у мікросмужкових ЗВЛ мають вигляд:

$$\begin{cases} Z_{oe} = Z_0\left[1 + J_{i,k}Z_0 + \left(J_{i,k}Z_0\right)^2\right], \\ Z_{oo} = Z_0\left[1 - J_{i,k}Z_0 + \left(J_{i,k}Z_0\right)^2\right], \end{cases} \quad (1)$$

де $J_{i,k} = 0{,}5\pi\nu/\sqrt{g_i g_k}$ - параметри інвертора; g_i – параметри LC-фільтра-прототипу, $\nu = (\theta_2 - \theta_1)/\theta_0$ - граничні та центральна θ_0 електричні довжини смуги пропускання фільтра.

Методика синтезу на підставі фільтра прототипу та моделі (1) дає прийнятні характеристики для вузьких смуг пропускання. Для середніх та широких смуг пропускання потрібна корекція результатів синтезу.

Запропонована в роботі корекція результатів синтезу ґрунтується на оптимізації значень інверторів $J_{i,k}$ з використанням цільової функції

$$min \int_{\theta_1}^{\pi/2} \left(F_{\Phi}(\theta, J) - F_T(\theta)\right) d\theta,$$

де $F_T(\theta)$ - потрібна функція фільтрації, $F_{\Phi}(\theta, J)$ - функція фільтрації фільтра.

На рис.2 для смуги пропускання представлені результати розрахунку амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) Чебишовського фільтра при α_c=0,1 Дб, ν=0,15, числі ланок n=6 і функції

$$F_T(\theta) = \frac{\sin(2\theta)}{\sin(2\theta_1)}\left[16\left(\frac{\sin(2\theta)}{\sin(2\theta_1)}\right)^4 - 20\left(\frac{\sin(2\theta)}{\sin(2\theta_1)}\right)^2 + 5\right].$$

Крива 1 відповідає розрахунку АЧХ за традиційним методом синтезу, крива 2 – після корекції за запропонованою методикою.

Після корекції АЧХ фільтра набула рівнохвильової форми в заданій смузі $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$ пропускання та більш крутих схилів.

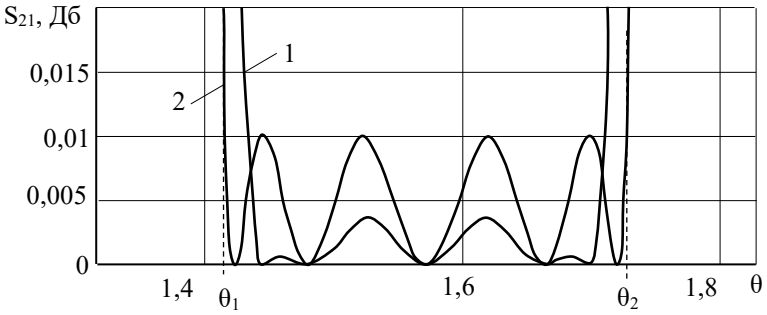


Рисунок 2 – Амплітудно-частотна характеристика фільтра

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Edwards T. C., Steer M. B. Foundations for Microstrip Circuit Design. IEEE Press, Wiley, 2016. 688 p. URL: http://download.e-bookshelf.de/download/0007/5437/39/L-G-0007543739-0013336502.pdf (дата звернення: 05.03.2026).