

УДК 621.372.852.1

Карпуков Л.М.<sup>1</sup>, Воскобойник В.О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> д-р техн. наук, професор НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доцент НУ «Запорізька політехніка»

## МЕТОД СИНТЕЗУ ШЛЕЙФОВОГО КВАЗІЕЛІПТИЧНОГО ФІЛЬТРУ НИЗЬКИХ ЧАСТОТ

Мікрохвильові чвертьхвильові шлейфові фільтри знаходять широке застосування в радіотехнічних і телекомунікаційних системах передачі та системах захисту інформації, завдяки їх компактним розмірам та можливістю виготовлення у мікросмужковому виконанні. Квазіеліптичну характеристику фільтра низьких частот можна отримати шляхом використання розімкнених на кінці двосекційних шлейфів спільно з односекційними шлейфами та відрізками ліній передачі.

На рис.1 показана структура фільтра, що забезпечує два нулі коефіцієнта передачі у смузі загородження.

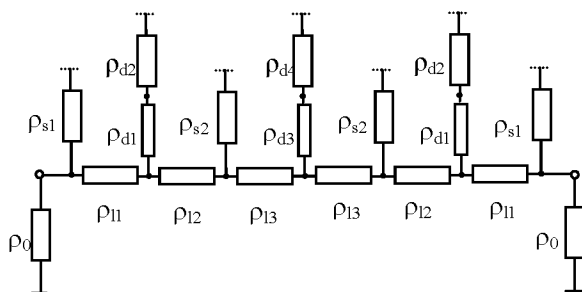


Рисунок 1– Структура фільтра з двома нулями коефіцієнта передачі.

Функція фільтрації цієї структури має вигляд:

$$F(\theta) = j \frac{\sin(\theta) \cos^3(\theta) \sum_{k=0}^6 a_k \sin^{2k}(\theta)}{\cos^4(\theta) P_1(\theta) P_2(\theta)},$$

де  $P_{1,2}(\theta) = \cos^2(\theta) - \cos^2(\theta_{1,2})$ ,  $j = \sqrt{-1}$ ,  $\theta = 2\pi L/\lambda$  - електрична довжина,  $L$  - довжина лінії,  $\lambda$  - довжина хвилі,  $\theta_i$  - нулі передачі.

Ця функція може бути апроксимована функціями Чебишева та алгебраїчним косинус-дробом Чебишева – Маркова:

$$F_a(\theta) = \cos \left[ 4 \arccos S(\theta) + 3 \arccos T(\theta) + 2 \arccos D_1(\theta) + 2 \arccos D_2(\theta) \right],$$

де  $D_i(\theta) = h_i S(\theta) / \sqrt{1 - S(\theta)^2 / S(\theta_i)^2}$ ,  $h_i = \sqrt{1 - S(\theta_c)^2 / S(\theta_i)^2}$ ,  $S(\theta) = \sin(\theta) / \sin(\theta_c)$ ,  $T(\theta) = \operatorname{tg}(\theta) / \operatorname{tg}(\theta_c)$ ,  $\theta_c$  - електрична довжина для частоти зрізу за рівнем пульсацій смуги пропускання фільтра.

На рис. 2 наведено результат розрахунку частотної характеристики синтезованого фільтра з параметрами: частота зрізу  $f_c = 1,2$  Гц; згасання  $\alpha_c = 0,1$  Дб у смугі пропускання; згасання  $\alpha_c \geq 100$  Дб на частоті  $f_b = 2,0$  Гц у смугі загородження; нулі передачі на частотах  $f_{n_1} = 1,67$  Гц,  $f_{n_1} = 2,16$  Гц.

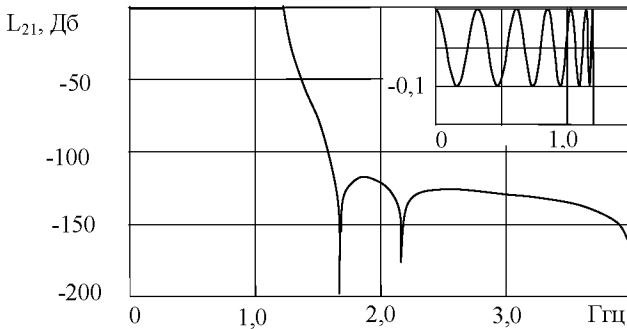


Рисунок 2 – Частотна характеристика коефіцієнта передачі фільтра.

При  $\rho_0 = 50$  Ом отримано наступні хвильові опори елементів структури фільтра:  $\rho = 21,59$ ;  $130,9$ ;  $44,73$ ;  $26,49$ ;  $150,9$ ;  $11,39$ ;  $165,9$ ;  $22,3$ ;  $28,9$  Ом (опори перераховані в послідовності згідно з рис.1).

Запропонований метод синтезу на відміну від відомих методів дозволяє отримувати оптимальні характеристики, що повністю реалізують частотно-вибірчі властивості фільтруючих структур.