

ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ПЕРЕДАЧІ ADD/DROP ФІЛЬТРА (ADF) НА ОПТИЧНИХ МІКРОРЕЗОНАТОРАХ

Квітка А.С., Трубін О.О.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: invariant17@gmail.com

The study of the scattering coefficients of Add / Drop filter on optical microresonators

This publication is about an alternative and universal method for calculating the transmission coefficients of an Add / Drop filter based on an optical micro-resonator.

Розвиток інтегральної та волоконної оптики стимулював розробку широкої гамми малогабаритних оптичних приладів, невід'ємним елементом майже кожного з яких є мікрорезонатор. Високодобротні мікрорезонатори активно використовуються в діапазоні частот від 10^9 до 10^{15} для звуження і стабілізації лінії генерації лазерів, а також у якості фільтрів і дискримінаторів [1, 2]. У цій роботі показаний альтернативний спосіб розрахунку параметрів розсіювання add/drop фільтрів на оптичних мікрорезонаторах. Він дозволяє набагато легше отримати та оцінити необхідні параметри фільтра і є універсальним для будь-якого з видів мікрорезонаторів.

Розглянемо спрощену структуру фільтра з оптичним мікрорезонатором (на цьому етапі і впродовж усіх розрахунків форма резонатора не впливатиме на результат).

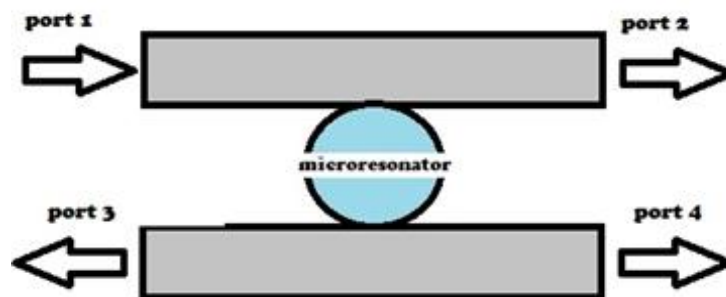


Рис. 1. Спрощена структура ADF на оптичних мікрорезонаторах.

З рис. 1 бачимо, що структура AD має чотири порти; порти 1 і 2 є вхідними і вихідними терміналами, в той час як порти 3 і 4 є прямими і зворотними терміналами, відповідно. Результат розрахунків має вигляд:

$$T_{11} = \frac{Q}{Q_1} k_{12o} - \frac{Q}{Q_2} k_{12e} \quad (1)$$

$$T_{12} = 1 - \frac{Q}{Q_1} k_{12o} - \frac{Q}{Q_2} k_{12e} \quad (2)$$

$$T_{13} = -\frac{Q}{Q_1} \sqrt{k_{12o} \cdot k_{34o}} - \frac{Q}{Q_2} \sqrt{k_{12e} \cdot k_{34e}} \quad (3)$$

$$T_{14} = \frac{Q}{Q_1} \sqrt{k_{12o} \cdot k_{34o}} - \frac{Q}{Q_2} \sqrt{k_{12e} \cdot k_{34e}} \quad (4)$$

$$Q_1 = \frac{\omega}{\omega_0} + 2iQ \left(\frac{\omega}{\omega_0} - 1 - \frac{\lambda k1}{2} \right) \quad (5)$$

$$Q_2 = \frac{\omega}{\omega_0} + 2iQ \left(\frac{\omega}{\omega_0} - 1 - \frac{\lambda k2}{2} \right) \quad (6)$$

$$\lambda k2 = i(k_{12e} + k_{34e} + k_{os}) \quad (7)$$

$$\lambda k1 = i(k_{12o} + k_{34o} + k_{os}) \quad (8)$$

де $Q = 10^6$ - добротність діелектрика; k_{34n} та k_{12n} - коефіцієнти зв'язку мікрорезонатора з лінією передачі 12 і 34 (відповідно) для парних і непарних коливань; k_{os} - коефіцієнт зв'язку з середовищем;

В результаті розрахунків отримаємо залежності параметрів розсіювання від частоти. Для того щоб перевірити вірність, запропонованого у дослідженні, підходу до розрахунку порівняємо його із знайденими вже розрахованими залежностями із [1]. Для цього підберемо максимально схожі коефіцієнти зв'язку.

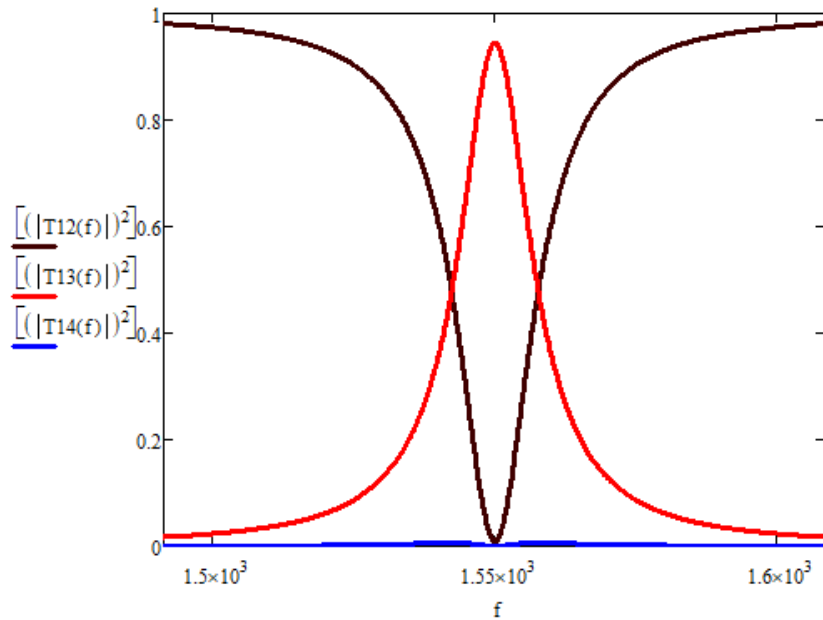


Рис. 2. Графіки залежностей коефіцієнтів передачі отримані після підбору коефіцієнтів зв'язку.
 $(k_{12e}=35 \cdot 10^{-4} ; k_{12o} = 60 \cdot 10^{-4} ; k_{34o} = 57 \cdot 10^{-4}; k_{34e} = 50 \cdot 10^{-4}; k_{os} = 0,0002)$

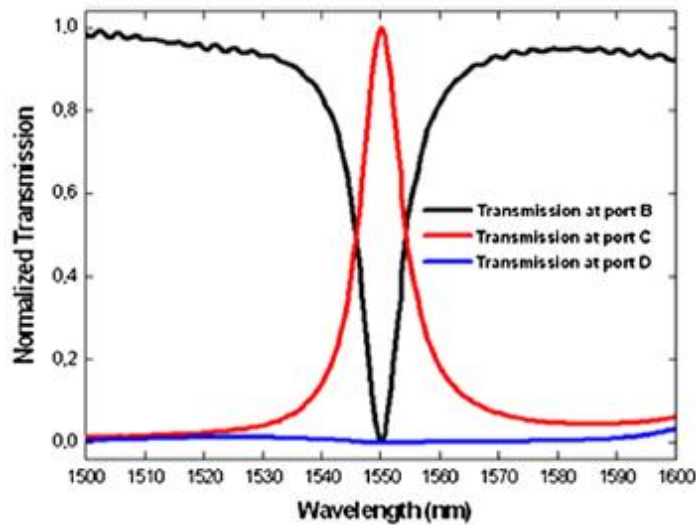


Рис. 3. Графіки залежностей коефіцієнтів передачі, які були обрані для перевірки [1].

Порівнявши їх, можна побачити, що характер зміни параметрів розсіювання є аналогічним. Тому запропонована модель розрахунку є коректною.

Література

1. "Photonic crystal ring resonator-based add drop filters: a review" Savarimuthu Robinson Rangaswamy Nakkeeran // Optical Engineering 52(6), 060901 (June 2013), pp. 060901-1 - 060901-11.
2. *Городецкий М.Л.* Основы теории оптических микрорезонаторов. Москва //Физический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, 2010. — 204 с.
3. *Ильченко М.Е.* Электродинамика диэлектрических резонаторов / М.Е. Ильченко, А.А. Трубин. - К.: Наук. думка, 2004. — 264 с.