

**МАКРОМОДЕЛІ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОМПОНЕНТІВ
БІОТЕХНІЧНИХ СТРУКТУР**

© Процик В., Бардила Т., Мартинюк А., 2004

Подано опис макромоделей електричних компонентів, призначених для аналізу електричних схем у галузі моделювання біологічних структур і розробки медичних приладів.

The description of the electric component's macromodels intended for the analysis of electric circuits in area of modeling of biological structures and development of medical devices is given

Відомо багато потужних комп'ютерних засобів аналізу електронних схем та мереж, які розраховані на дослідження багатовузлових та багатокомпонентних структур. У випадку математичного моделювання медичних приладів і взаємодії їх із біооб'єктами маємо деякі специфічні структури та математичні моделі компонентів, інші вимоги до інтерфейсу. Так, до складу біокомплексів часто входять джерела напруги та струму, керовані кількома входами, п'єзоелектричні, акустичні та оптронні перетворювачі, трансформатори постійного струму, специфічні фільтри тощо.

Комп'ютерна програма для аналізу біотехнічних комплексів повинна бути забезпечена бібліотекою макромоделей компонентів: послідовних, паралельних і розгалужених з'єднань резисторів, конденсаторів, котушок; ідеальних і реальних безреактивних й реактивних багатовузлових трансформаторів з двома і трьома обмотками; ідеальних і реальних керованих 3-, 4- і 6-вузлових багатополісників, низько- і високочастотних фільтрів 1-го, 2-го й третього порядків та інші. Параметри компонентів бажано задавати як за фізичними, так і за макромодельними значеннями.

Подано нижче перелік необхідних компонентів. Моделі подані у вигляді Y-матриць порядку n , де n – кількість зовнішніх вузлів компонента. Матриці зображені без діагональних коефіцієнтів. З Y-матриць компонентів формується Y-матриця досліджуваної схеми.

Двовузлові прості компоненти: опір R , ємність C та індуктивність L . Матриця провідностей двовузлових компонентів має вигляд:

$$Y = \begin{pmatrix} - & -y \\ -y & - \end{pmatrix}, \quad (1)$$

де $y = 1/R$ для опору; $y = j\omega C$ для ємності; $y = -j/(\omega L)$ для індуктивності.

Схеми першого порядку з двома зовнішніми вузлами (рис. 1). Подібні схеми містять приховані вузли. Використання макромоделей замість моделювання даних схем за допомогою простих компонентів дає змогу зменшити загальну кількість компонентів і вузлів досліджуваного об'єкта, і збільшити точність та швидкодію.

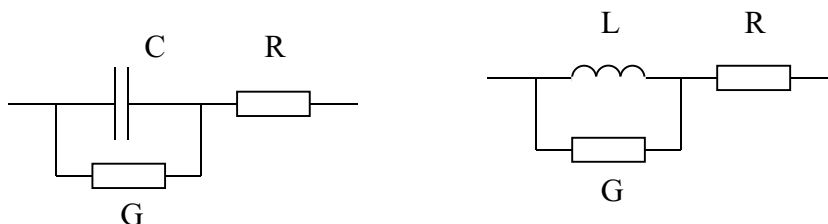


Рис. 1. Схеми першого порядку

Y-матриця схем на рис. 1 є матрицею двополюсника (1), де

$$y = \frac{1}{R + \frac{1}{G + X}}, \quad (2)$$

$X = j\omega C$ для першої схеми і $X = -j/(\omega L)$ для другої

Схеми третього порядку, які можуть моделювати послідовні та паралельні коливальні кола, п'єзоелементи, специфічні біологічні структури тощо. Такі схеми можуть мати більше двох зовнішніх вузлів. Операції з вузлами даних макромоделей дозволяють одержувати компоненти з потрібною структурою. На рис. 2 наведено одну з можливих еквівалентних схем третього порядку. Інші варіанти також можуть бути подані в бібліотеці компонентів.

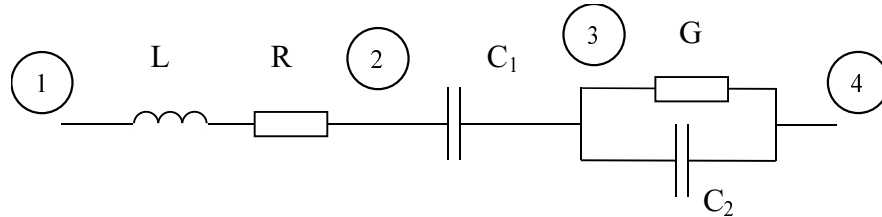


Рис. 2. Схема третього порядку

Y-матриця схеми рис. 2 є такою:

$$(Y) = \begin{pmatrix} - & -\frac{1}{j\omega L + R} & 0 & 0 \\ -\frac{1}{j\omega L + R} & - & -j\omega C_1 & 0 \\ 0 & -j\omega C_1 & - & -G - j\omega C_2 \\ 0 & 0 & -G - j\omega C_2 & - \end{pmatrix}, \quad (3)$$

де порядок рядків матриці відповідає нумерації вузлів на рис. 2.

Макромоделі джерел струму та напруги, керованих напругою, є моделями чотириполіусників (рис. 3).

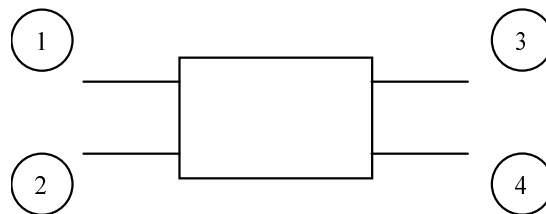


Рис. 3. Кероване джерело

Матриця провідностей керованого джерела в загальному випадку має такий вигляд:

$$(Y) = \begin{pmatrix} - & -Y_1 & 0 & 0 \\ -Y_1 & - & 0 & 0 \\ -Y_S & Y_S & - & -Y_2 \\ Y_S & -Y_S & -Y_2 & - \end{pmatrix}, \quad (4)$$

де Y_1 — вхідний опір чотириполіусника, Y_2 — його вихідний опір; Y_S — параметр перетворення сигналу. Для керованого напругою джерела струму $Y_S = S$, де S — крутість перетворення вхідної напруги у вихідний струм. Для керованого джерела напруги $Y_S = KY_2$, де K — коефіцієнт передачі за напругою.

Індуктивний трансформатор з двома котушками (рис. 4) характеризується такими параметрами:

L_1, L_2 — індуктивності 1-ї та 2-ї котушок; M — взаємна індуктивність котушок; r_1, r_2 — активні опори котушок; $k = M/\sqrt{L_1 L_2}$ — коефіцієнт зв'язку; $n = \sqrt{L_2/L_1}$ — коефіцієнт трансформації. Якщо $k = 1$, то n дорівнює відношенню кількості витків котушок.

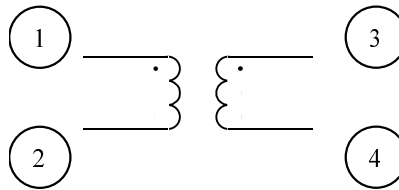


Рис. 3. Трансформатор

Y-матриця трансформатора має такий вигляд:

$$(Y) = \begin{pmatrix} - & -Y_1 & Y_M & -Y_M \\ -Y_1 & - & -Y_M & Y_M \\ Y_M & -Y_M & - & -Y_2 \\ -Y_M & Y_M & -Y_2 & - \end{pmatrix}, \quad (5)$$

де $Y_1 = \frac{1}{r_1 + r_2/n^2}$ у випадку безреактивного трансформатора; $Y_1 = \frac{-j}{\omega L_1(1 - k^2)}$ для безвратного реактивного трансформатора; $Y_2 = Y_1/n^2$; $Y_M = Y_1/n$.

621.315.592

О. Бурий, С. Мельник, С. Убізський, А. Матковський
Національний університет "Львівська політехніка"

МОДЕЛЮВАННЯ МІКРОЧІПОВОГО ЛАЗЕРА З ПАСИВНОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ ДОБРОТНОСТІ НА ОСНОВІ ГЕНЕРУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА Yb:YAG

© Бурий О., Мельник С., Убізський С., Матковський А., 2004

Розглядається мікросіпловий лазер з пасивною модуляцією добротності на основі експериментально отриманих монокристалічних середовищ Yb:YAG. За допомогою числового моделювання процесу імпульсної генерації показано, що використання генеруючого середовища Yb:YAG порівняно з традиційним Nd:YAG, дає змогу отримати більші значення енергії в імпульсі.

The passively Q-switched microchip laser on the experimentally obtained crystalline media Yb:YAG is considered. As it is shown by means of the laser action numerical simulation, the usage of the Yb:YAG generating medium using allows to reach higher values of the laser pulse energy in comparison with traditional Nd:YAG one.

Вступ

Останніми роками монокристали, активовані ітербієм Yb^{3+} , і в першу чергу монокристали ітрій-алюмінієвого граната $Y_3Al_5O_{12}$ (YAG), привернули увагу дослідників як вискоефективні матеріали для побудови потужних хвильоводних [1–2] та дискових лазерів [3–5] з діодним накачуванням. Основними