

**ВИКОРИСТАННЯ СЕРЕДОВИЩА WOLFRAM MATHEMATICA
В ПРОЦЕСІ МОДЕЛЮВАННЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ**

В роботі показано застосування одного з універсальних інструментів дослідника – середовищем Wolfram Mathematica. Для виявлення можливостей системи, виконано дослідження можливості моделювання параметрів кабельної лінії. Показано особливість формування математичних виразів як в процесі введення, так і відображенні їх. Встановлено, що система Mathematica забезпечує зручність процесу моделювання.

Ключові слова: кабельна лінія, параметри лінії.

K.L. HORIASHCHENKO
Khmel'nitsky National University

USAGE OF WOLFRAM MATHEMATICA FOR SIMULATION OF CABLE LINES

Abstract – In work shows the application one of the universal instrument researcher environment – Wolfram Mathematica. For the detection of system capabilities, has explored possibility of modelling parameters of cable line. Is shown feature forming mathematical expressions in the process of input and displaying them. The Mathematica system provides convenience modelling process.

Keywords: cable lines, line parameters.

Вступ

Сучасна радіоелектроніка вже давно вийшла за рамки чистого експерименту. За останніх два десятиліття кількість програмних продуктів, що виконують моделювання та моделювання в радіотехніці, зокрема, досягла кількох десятків. Програми різного рівня спеціалізації та складності. Наприклад, спеціалізовані – Electronic Workbench, Kail uVision, Proteus, Microwave Office, так і загального застосування – MatLab, MathCAD, NI Labview, Wolfram Mathematica, Maple.

Середовище Wolfram Mathematica (в даному випадку розглядається 9 версія цього продукту) дозволяє виконувати моделювання широкого спектру задач. Програма Wolfram Mathematica позиціонується як альтернатива середовищу моделювання MatLab.

Основна частина

Диференціальні рівняння широко використовуються в практиці математичних обчислень. Вони є основою при вирішенні задач моделювання. Система Mathematica має засоби як для символьного, так і для чисельного рішення диференціальних рівнянь та їх систем. Простота завдання рішення і виведення його результатів у графічній формі відкриває широкі можливості застосування системи для математичного моделювання складних явищ.

При цьому, на відміну від такого рішення за допомогою звичайних мов високого рівня (наприклад, Фортран, Бейсик, Паскаль або С), не потрібно складання будь-яких програм по реалізації чисельних методів розв'язання систем диференціальних рівнянь, таких як, скажімо, метод Рунге-Кутта. Вони представлені у вигляді вже готових функцій. Запис функцій виконується із застосуванням засобів звичайної мови та математичного апарату.

Порівняймо математичний апарат запису таких значень, що характеризують параметри кабельної лінії як:

- коефіцієнт розповсюдження сигналу γ в лінії [1]:

$$\gamma = \sqrt{Z_1 Y_1},$$

або в розгорнутій формі:

$$\gamma = \alpha + j\beta, \quad (1)$$

де α – коефіцієнт амплітудного згасання – дійсна частина;

β – коефіцієнт фазового зсуву хвилі напруги, що проходить через лінію, або коефіцієнт фази – уявна частина;

Відповідно, кожна з цих величин визначається як:

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{2} \left[R_1 G_1 - \omega^2 L_1 C_1 + \sqrt{(R_1^2 + \omega^2 L_1^2)(G_1^2 + \omega^2 C_1^2)} \right]}, \quad (2)$$

$$\beta = \sqrt{\frac{1}{2} \left[\omega^2 L_1 C_1 - R_1 G_1 + \sqrt{(R_1^2 + \omega^2 L_1^2)(G_1^2 + \omega^2 C_1^2)} \right]}. \quad (3)$$

Наступний параметр це хвильовий опір лінії $\dot{Z}_{x\delta}$ (повздожній опір лінії) [0]:

$$\dot{Z}_{xe} = (R_1 + j\omega L_1) / \gamma = \sqrt{\frac{R_1 + j\omega L_1}{G_1 + j\omega C_1}} = |Z_{xe}| \cdot e^{j\varphi} \quad (4)$$

Із застосуванням засобів Mathematica, вирази (1)-(4) можна наступним чином:

$$\begin{aligned} \text{In}[34] := & \alpha[\omega] = \\ & \text{Sqrt} [\\ & \quad 1 / 2 * \\ & \quad ((\omega^2) * \text{fL} * \text{fC} - \text{fR} * \text{fG} + \\ & \quad \text{Sqrt} [(\text{fR}^2 + (\omega^2) * (\text{fL}^2)) * (\text{fG}^2 + (\omega^2) * (\text{fC}^2))]]] \\ \beta[\omega] = & \\ & \text{Sqrt} [\\ & \quad 1 / 2 * \\ & \quad (\text{fR} * \text{fG} - (\omega^2) * \text{fL} * \text{fC} + \\ & \quad \text{Sqrt} [(\text{fR}^2 + (\omega^2) * (\text{fL}^2)) * (\text{fG}^2 + (\omega^2) * (\text{fC}^2))]]] \\ \text{Z}[\omega] = & \text{Sqrt} [(\text{fR} + \text{I} * \omega * \text{fL}) / (\text{fG} + \text{I} * \omega * \text{fC})] \\ \gamma[\omega] = & \beta[\omega] + \text{I} * \alpha[\omega] \end{aligned} \quad (5)$$

Отримаємо:

$$\begin{aligned} \text{Out}[95] = & \frac{\sqrt{-\text{fG} \text{fR} + \text{fC} \text{fL} \omega^2 + \sqrt{(\text{fG}^2 + \text{fC}^2 \omega^2) (\text{fR}^2 + \text{fL}^2 \omega^2)}}}{\sqrt{2}} \\ \text{Out}[96] = & \frac{\sqrt{\text{fG} \text{fR} - \text{fC} \text{fL} \omega^2 + \sqrt{(\text{fG}^2 + \text{fC}^2 \omega^2) (\text{fR}^2 + \text{fL}^2 \omega^2)}}}{\sqrt{2}} \\ \text{Out}[97] = & \sqrt{\frac{\text{fR} + \text{i} \text{fL} \omega}{\text{fG} + \text{i} \text{fC} \omega}} \\ \text{Out}[98] = & \frac{\sqrt{\text{fG} \text{fR} - \text{fC} \text{fL} \omega^2 + \sqrt{(\text{fG}^2 + \text{fC}^2 \omega^2) (\text{fR}^2 + \text{fL}^2 \omega^2)}}}{\sqrt{2}} + \\ & \text{i} \frac{\sqrt{-\text{fG} \text{fR} + \text{fC} \text{fL} \omega^2 + \sqrt{(\text{fG}^2 + \text{fC}^2 \omega^2) (\text{fR}^2 + \text{fL}^2 \omega^2)}}}{\sqrt{2}} \end{aligned} \quad (6)$$

Порівнявши вирази (1)-(4) та результат інтерпретації (6) відразу можна помітити відмінності, обумовлені тим, що середовище Mathematica розмістила символічні значення в алфавітному порядку, а не за порядком представлення у символічному записі (вираз (5)).

Встановивши значення відповідних параметрів, що характеризують параметри саме конкретного типу кабелю, отримаємо вираз із чисельними та символічними значеннями:

$$\begin{aligned} \text{Out}[105] = & \frac{\sqrt{-1.2 \times 10^{-6} + 1.25 \times 10^{-10} \omega^2 + \sqrt{(1. \times 10^{-14} + 6.25 \times 10^{-14} \omega^2) (144 + 2.5 \times 10^{-7} \omega^2)}}}{\sqrt{2}} \\ \text{Out}[106] = & \frac{\sqrt{1.2 \times 10^{-6} - 1.25 \times 10^{-10} \omega^2 + \sqrt{(1. \times 10^{-14} + 6.25 \times 10^{-14} \omega^2) (144 + 2.5 \times 10^{-7} \omega^2)}}}{\sqrt{2}} \\ \text{Out}[107] = & \sqrt{\frac{12 + (0. + 0.0005 \text{i}) \omega}{1. \times 10^{-7} + (0. + 2.5 \times 10^{-7} \text{i}) \omega}} \\ \text{Out}[108] = & \frac{\sqrt{1.2 \times 10^{-6} - 1.25 \times 10^{-10} \omega^2 + \sqrt{(1. \times 10^{-14} + 6.25 \times 10^{-14} \omega^2) (144 + 2.5 \times 10^{-7} \omega^2)}}}{\sqrt{2}} + \\ & \text{i} \frac{\sqrt{-1.2 \times 10^{-6} + 1.25 \times 10^{-10} \omega^2 + \sqrt{(1. \times 10^{-14} + 6.25 \times 10^{-14} \omega^2) (144 + 2.5 \times 10^{-7} \omega^2)}}}{\sqrt{2}} \end{aligned} \quad (7)$$

В подальшому, для формування графіків в системі Mathematica також не вимагається спеціального звертання до вже визначених формул. Для цього використовується вже сформовані вирази типу $\alpha[\omega]$ або $\gamma[\omega]$.

Побудуємо графіки зміни коефіцієнту фазового зсуву $\beta[\omega]$ та хвильового опору лінії $\dot{Z}_{x\delta}[\omega]$. Для цього встановимо діапазон змін вхідного сигналу від 0,001 Гц до 600 кГц:

`fmin = 0.001`

`fmax = 600 000`

`Plot [$\beta[w]$, {w, fmin, fmax}, PlotLegends → "Expressions "]`

`Plot [{ Re [Z[w]], Im [Z[w]]}, {w, fmin, fmax}, PlotLegends → "Expressions "]`

Та отримаємо відповідні графіки:

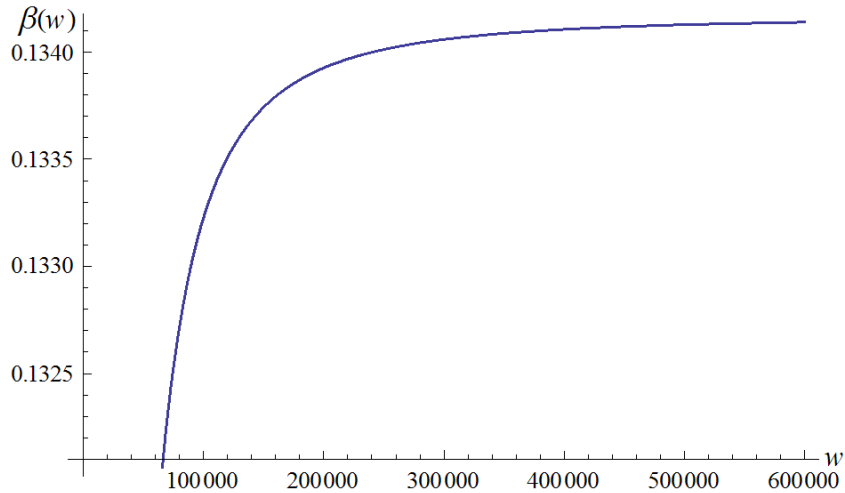


Рис. 1. Зміна коефіцієнту фазового зсуву $\beta[\omega]$

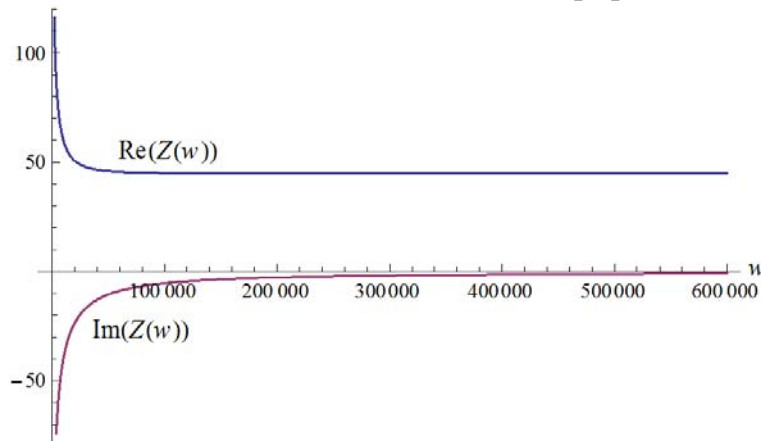


Рис. 2. Зміна дійсної та уявної частин хвильового опору лінії $\dot{Z}_{x\delta}[\omega]$.

Висновок

Середовище Mathematica дозволяє зручно і швидко описувати потрібні для користувача змінні та вирази. Дозволяє використовувати вже створені вирази для побудови графіків цих функцій.

Для задач моделювання параметрів кабельних ліній середовище Mathematica може бути використано в повному обсязі. Але, як і для інших універсальних програм, побудовані графіки не мають прив'язки до фізичного середовища. Користувачу потрібно самостійно вказувати значення величин, що розміщено по кожній вісі графіків.

Результати моделювання, якщо їх порівнювати з реальними вимірюваннями, відповідають дійсності. Це дозволяє використати програми такого типу як в навчальному процесі, так і забезпечити науковців різного рівня універсальним інструментом дослідження.

Література

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи с распределенными параметрами : учеб. пособие для вузов / С.И. Баскаков. – М. Высшая школа, 1980. – 152 с.
2. Гандер В. Решение задач в научных вычислениях с применением Maple и Matlab / В. Гандер, И. Гржебичек. – М.: Вассамедина, 2005. – 520 с.
3. Тарасевич Ю.Ю. Информационные технологии в математике / Ю.Ю. Тарасевич. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 144 с.

1. Baskakov S.I. Radiotekhnicheskie cepi s raspredelennymi parametrami : ucheb. posobie dlja vuzov. Moscow. Vysshaja shkola. 1980. 152 .
2. Gander V., Grzhebichek I. Reshenie zadach v nauchnyh vychislenijah s primeneniem Maple i Matlab. Moscow. Vassamedina. 2005. 520 p.
3. Tarasevich Ju.Ju. Informacionnye tehnologii v matematike. Moscow. SOLON-Press. 2003. 144 p.

Рецензія/Peer review : 14.5.2013 р.

Надрукована/Printed :19.6.2013 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Троцишин І.В.

Зміни та уточнення

У номері № 3, 2013 на сторінці 241 слід читати:

С.В. СМУТКО, В.С. НЕЙМАК, Г.Б. ПАРАСКА

Хмельницький національний університет

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДИНАМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОДНОСТУПЕНЕВОГО ЗУБЧАСТО-ВАЖІЛЬНОГО ПЛАНЕТАРНОГО МЕХАНІЗМУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО СЕРЕДОВИЩА LABVIEW

За зміст повідомлень редакція відповідальності не несе

Повні вимоги до оформлення рукопису <http://visnikup.narod.ru/rules/>

**Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Хмельницького національного університету,
протокол № 11 від 26.06.2013 р.**

Підп. до друку 25.06.2013 р. Ум.друк.арк. 18,26 Обл.-вид.арк. 22,65

Формат 30x42/4, папір офсетний. Друк різнографією.

Наклад 100, зам. № _____

Тиражування здійснено з оригінал-макету, виготовленого
редакцією журналу “Вісник Хмельницького національного університету”
редакційно-видавничим центром Хмельницького національного університету
29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 7/1. тел (0382) 72-83-63