

VAI TRÒ CỦA PHẦN MỀM WOLFRAM 9.0 VÀ MATLAB TRONG VIỆC HỖ TRỢ GIẢI BÀI TẬP MẠCH ĐIỆN NÂNG CAO VẬT LÝ 11

Khúc Hùng Việt*, Phạm Hữu Kiên, Nguyễn Thị Minh Thủy
Trường Đại học Sư phạm – ĐH Thái Nguyên

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày kết quả ứng dụng phần mềm Wolfram Mathematica 9.0 (WM) và Matlab để hỗ trợ giải bài tập mạch điện nâng cao vật lý 11. Các bài toán mạch điện thường có nhiều phương trình tùy thuộc vào số mắt mạng (nút mạng) trong mạch. Khi giải hệ các phương trình nhiều biến (hoặc nhiều phương trình vi phân) bằng phương pháp giải tích sẽ gặp rất nhiều khó khăn và tốn thời gian. Khó khăn này được khắc phục bằng cách ứng dụng sự hỗ trợ của phần mềm WM và Matlab thông qua một số bài toán mạch điện. Kết quả cho thấy khi ứng dụng phần mềm WM và Matlab để giải một bài toán vật lý giúp giáo viên tiết kiệm rất nhiều thời gian.

Từ khóa: WM, Matlab, mạch điện, hệ phương trình vi phân, câu lệnh

MỞ ĐẦU

Kể từ khi máy tính ra đời, nó đã làm thay đổi mọi lĩnh vực trong đời sống con người. Trong dạy học, máy tính trở thành phương tiện hỗ trợ đắc lực cho giáo viên và học sinh. Công nghệ thông tin giúp cho giáo viên tiết kiệm được nhiều thời gian, công sức trong quá trình chuẩn bị bài. Sự giải phóng sức lao động cho giáo viên khỏi các công việc giản đơn giúp người giáo viên có nhiều thời gian hơn cho sự đổi mới, sáng tạo trong dạy học. Các bài giảng điện tử trở nên phổ biến góp phần tạo nên sự hứng thú, tích cực của học sinh trong giờ học bên cạnh các phương tiện dạy học truyền thống. Trong điều kiện thiết bị thí nghiệm ở nhiều trường còn thiếu và lạc hậu, các thí nghiệm ảo (TNA) giúp học sinh dễ dàng quan sát các thí nghiệm vật lý, từ đó giúp học sinh hiểu rõ hơn bản chất của các hiện tượng vật lý. Các môn học về máy tính trở thành bắt buộc đối với sinh viên trong các trường đại học [1] [2] [3]. Thực tế đã chứng minh tính hiệu quả của phần mềm WM và Matlab trong giảng dạy và nghiên cứu đối với người giáo viên [1], [3]. Các công trình trước [5], [6] đã xây dựng các chương trình code để giải các bài toán vật lý và thiết kế các bài TNA, nhưng nhiều ứng dụng trong WM và Matlab vẫn chưa được khai thác triệt để và còn nhiều khía cạnh cần được nghiên cứu thêm.

Do đó mục đích chính của bài báo này là tiếp tục khai thác các ứng dụng trong WM và Matlab nhằm hỗ trợ việc giảng dạy các bài toán mạch điện cho giáo viên ở các trường THPT.

PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN

Xây dựng code chương trình: Bài báo này sử dụng phần mềm WM để hỗ trợ việc giải phương trình, hệ phương trình phức tạp khi giải các bài toán mạch điện. Các phép toán, câu lệnh khi sử dụng phần mềm WM có thể dễ dàng tìm trong phần trợ giúp (Help – F1) trong giao diện của phần mềm hoặc tìm trong các tài liệu [1] [2]. Sau đây là một số phép toán, hàm, câu lệnh được sử dụng trong bài báo.

Giải phương trình: Câu lệnh là Solve[phương trình, ẩn số].

Giải hệ phương trình: Câu lệnh là Solve[{n phương trình}, {n ẩn số}] với n là số nguyên và $n \geq 2$.

Giải phương trình vi phân: Câu lệnh là DSolve[phương trình vi phân, y[x], x].

Giải hệ phương trình vi phân: Câu lệnh là DSolve[{n phương trình vi phân}, {y₁[x], y₂[x], ..., x}] với n là số nguyên và $n \geq 2$.

Thư viện Simulink: Trong thư viện Simulink của Matlab có rất nhiều khối chức năng. Các khối chức năng được sử dụng trong bài báo gồm có: khối powergui thiết lập các loại mô phỏng, các tham số mô phỏng và các chỉ dẫn; khối DC Voltage Source cung cấp nguồn một

* Tel: 0978 178874, Email: hungvietdhsptn@gmail.com

chiều có điện trở trong bằng không; khối Parallel RLC Branch cung cấp các phần tử R, L và C; khối Current Measurement đo cường độ dòng điện trong mạch; khối Display hiển thị giá trị tín hiệu; khối Scope hiển thị dạng tín hiệu trong quá trình mô phỏng.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Thông thường, giải bài tập mạch điện nâng cao Vật lý lớp 11 gồm 4 bước (độc giả có thể tham khảo cụ thể trang 31-35 giáo trình [4]):

Bước 1: Đọc đề bài. Tìm hiểu đề bài.

Bước 2: Phân tích hiện tượng của bài toán để xác lập các mối liên hệ cơ bản.

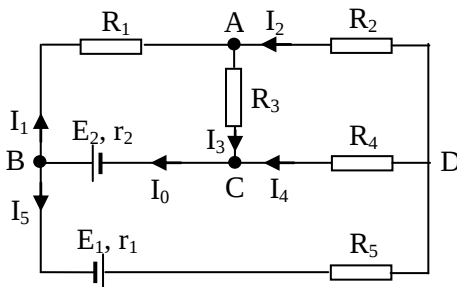
Bước 3: Luận giải, tính toán các kết quả bằng số.

Bước 4: Nhận xét kết quả.

Để cho thấy ưu điểm của phần mềm WM và Matlab trong việc giải bài toán mạch điện lớp 11 nâng cao, bài báo thực hiện giải ví dụ 2 bài toán mạch điện sau:

Bài toán 1: Cho mạch điện như hình 1, cho biết: $E_1 = 25$ (V), $E_2 = 16$ (V), $r_1 = r_2 = 2$ (Ω), $R_1 = R_2 = 10$ (Ω), $R_3 = R_4 = 5$ (Ω), $R_5 = 8$ (Ω). Tìm cường độ dòng điện qua các điện trở và qua nguồn E_2 .

Để thuận tiện trong giải bài toán, chiều dòng điện được chọn như hình 1.



Hình 1. Mạch điện một chiều

Sử dụng định luật Kirchhoff 1 và 2, chúng ta dễ dàng lập được hệ 6 phương trình với sáu ẩn số.

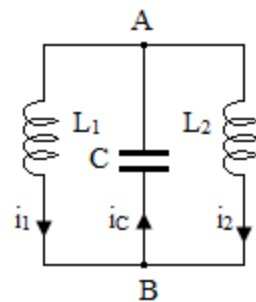
$$\begin{cases} I_1 + I_2 = I_3 \\ I_1 + I_5 = I_0 \\ I_3 + I_4 = I_0 \\ I_5(r_1 + R_5) + I_4R_4 + I_0r_2 = E_1 + E_2 \\ I_3R_3 + I_0r_2 + I_1R_1 = E_2 \\ I_2R_2 + I_3R_3 - I_4R_4 = 0 \end{cases}$$

Giải hệ phương trình bằng phương pháp giải tích, chúng ta tìm được các giá trị dòng điện chạy qua các điện trở như sau:

$$\begin{aligned} I_0 &= 3A, & I_1 &= 0,5A, & I_2 &= 0,5A, \\ I_3 &= 1A, & I_4 &= 2A, & I_5 &= 2,5A. \end{aligned}$$

Bài toán 2: Cho mạch điện như hình 2, tụ điện có điện dung là C, hai cuộn dây L_1 và L_2 có độ tự cảm lần lượt là $L_1=L$, $L_2=2L$; điện trở của các cuộn dây và dây nối không đáng kể. Ở thời điểm $t=0$ không có dòng điện qua cuộn dây L_2 , tụ điện không tích điện còn dòng điện qua cuộn dây L_1 có cường độ là I_1 . Biết $L=3mH$, $C=5\mu F$, $I_1=1A$. Lập biểu thức của cường độ dòng điện qua mỗi cuộn dây theo thời gian.

Chiều dòng điện được chọn như hình 2.



Hình 2. Mạch LC

Gọi q là điện tích bản tụ nối với điểm B.

$$\text{Ta có: } i_C = i_1 + i_2 \quad (1)$$

$$-L \cdot i_1' = \frac{q}{C} \quad (2)$$

$$-L \cdot i_1' = -2L \cdot i_2' \text{ hay } i_1' = 2i_2' \quad (3)$$

$$i_C = q' \quad (4)$$

Tại thời điểm $t = 0$: $i_1 = 1A$, $i_2 = 0A$, $q = 0C$.

Bằng phương pháp giải tích, chúng ta thu được nghiệm của hệ phương trình như sau:

$$i_1 = \frac{1}{3} [1 + 2\cos(10^4 t)] \text{ (A)}$$

$$i_2 = \frac{1}{3} [-1 + \cos(10^4 t)] \text{ (A)}$$

Dòng điện chạy trong hai cuộn dây L_1 và L_2 dao động tuần hoàn cùng chu kỳ.

Trong bài toán 1 và 2, giáo viên mất nhiều thời gian vào việc biến đổi toán học để giải hệ phương trình (nhất là hệ phương trình vi

phân). Các ý nghĩa vật lý của bài toán không xuất hiện trong quá trình giải hệ phương trình. Với những người giáo viên có kinh nghiệm, việc mất nhiều thời gian vào các biến đổi toán học là không cần thiết. Từ hạn chế đó của phương pháp giải tích, bài báo đề xuất 2 phần mềm WM và Matlab để hỗ trợ người giáo viên giải các bài tập Vật lý.

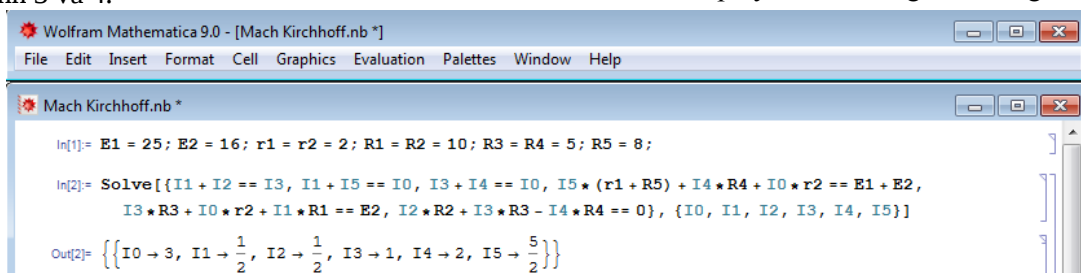
Sử dụng phần mềm WM giải hệ phương trình

Tính bằng phần mềm WM được thể hiện trên hình 3 và 4.

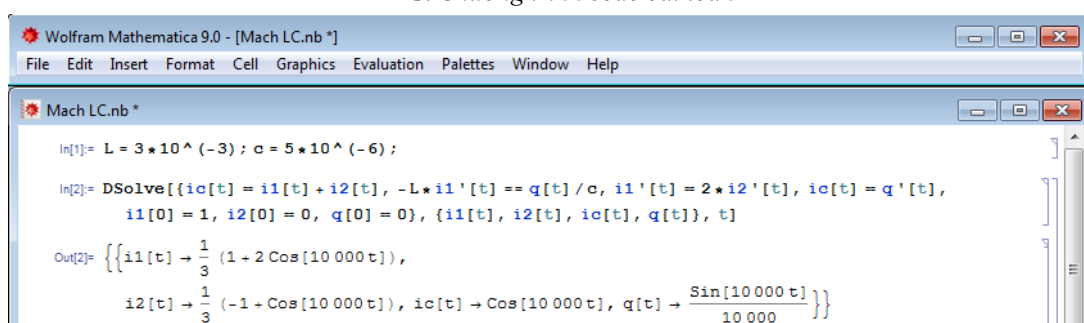
Khi thực hành chương trình code, kết quả bài toán 1 và 2 thu được giống như trong phương pháp giải tích.

Sử dụng thư viện simulink trong Matlab thiết kế bộ TNA

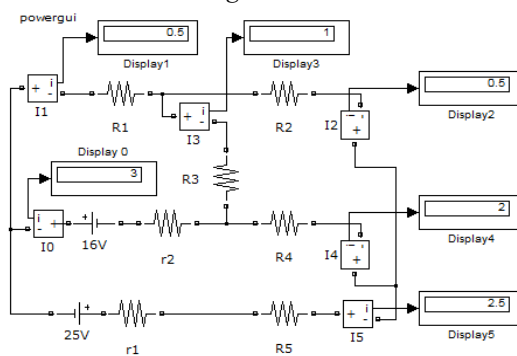
Sơ đồ TNA bài toán 1 được thiết kế như hình 5. Dụng cụ thí nghiệm gồm: 2 nguồn 1 chiều (nguồn lý tưởng có điện trở trong bằng 0), 7 điện trở, 6 ampe kế để đo dòng qua các điện trở và 6 Display để hiển thị giá trị dòng điện.



Hình 3. Chương trình code bài toán 1



Hình 4. Chương trình code bài toán 2



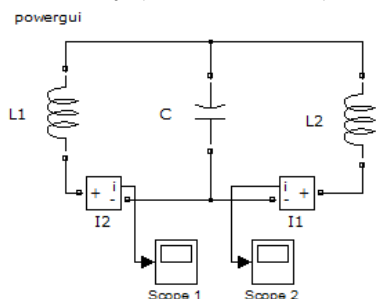
Hình 5. Sơ đồ bố trí TNA cho bài toán 1

Sau khi thực hành bộ TNA, các giá trị dòng điện chạy qua các điện trở được hiển thị trên các Display và các giá trị này giống các giá trị thu được từ phương pháp giải tích.

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 3\text{A}, & I_1 &= 0,5\text{A}, & I_2 &= 0,5\text{A}, \\
 I_3 &= 1\text{A}, & I_4 &= 2\text{A}, & I_5 &= 2,5\text{A}.
 \end{aligned}$$

Sơ đồ TNA bài toán 2 được thiết kế như hình 6. Dụng cụ thí nghiệm gồm: 2 cuộn dây L_1 và L_2 , tụ điện C , 2 ampe kế và 2 Scope (dao động ký) để đo và khảo sát cường độ dòng điện chạy qua các

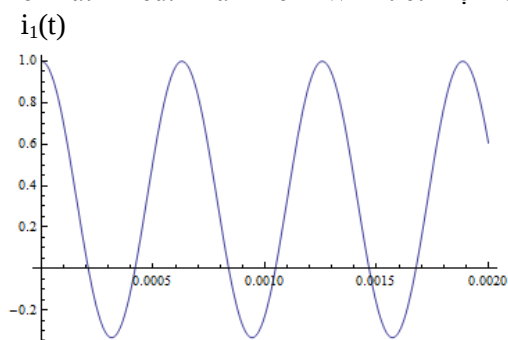
cuộn dây. Sau khi thực hành bộ TNA, chúng tôi thu được đồ thị cường độ dòng điện chạy qua các cuộn dây (Hình 7C và 7D).



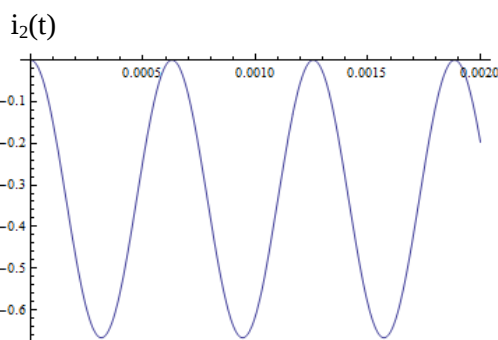
Hình 6. Sơ đồ bố trí TNA cho bài toán 2

Đồ thị hình 7C và 7D có dạng hình sin. So sánh đồ thị $i_1(t)$ (hoặc $i_2(t)$) thu được từ biểu thức giải tích và TNA, ta thấy đồ thị 7A và 7C (hoặc 7B và 7D) có dạng như nhau. Như vậy, chúng ta có thể sử dụng TNA để mô phỏng các bài toán vật lý, từ đó tìm ra kết quả bài toán như trong phương pháp giải tích.

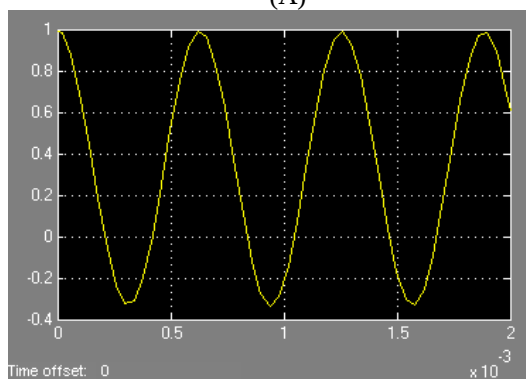
So sánh với phương pháp giải tích, phần mềm WM và Matlab cho kết quả bài toán nhanh hơn rất nhiều. Phần mềm WM tiết kiệm thời



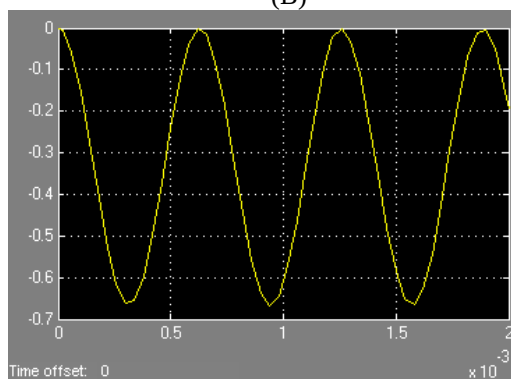
(A)



(B)



(C)



(D)

Hình 7. Cường độ dòng điện $i_1(t)$ -trái, $i_2(t)$ -phải qua cuộn dây L_1 và L_2 : hình A, B tính giải tích và hình C, D simulink

gian ở giai đoạn giải hệ phương trình còn phần mềm Matlab cung cấp một phương pháp giải mới cho giáo viên giải các bài tập Vật lý trên cơ sở TNA.

KẾT LUẬN

- Sử dụng phần mềm WM và Matlab giải các bài toán mạch điện sẽ tiết kiệm rất nhiều thời gian cho giáo viên so với phương pháp giải tích trước đây.

- Khi sử dụng phần mềm WM, giáo viên phải xây dựng được hệ phương trình toán học mô tả mối quan hệ giữa các phần tử trong mạch, sau đó dùng các lệnh giải hệ phương trình để tìm nghiệm của hệ. Với phần mềm Matlab, giáo viên không phải xây dựng hệ phương trình toán học, các khối chức năng trong thư viện Simulink hoàn toàn xác định được các đại lượng vật lý dưới dạng giá trị hoặc đồ thị.

- Điểm nổi bật nhất của bài báo đã cho thấy thiết kế TNA là một hướng mới giúp giáo viên giải các bài tập Vật lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tôn Tích Ái (2005), *Phần mềm toán cho kỹ sư*, Nxb ĐHQG Hà Nội.
2. Nguyễn Chính Cường, Nguyễn Trọng Dũng (2012), *Giáo trình phương pháp tính và tin học chuyên ngành*, Nxb Đại học Sư phạm Hà Nội.
3. Phan Thanh Tao (2004), *Giáo trình Matlab*, Nxb Đà Nẵng.
4. Đỗ Hương Trà, Phạm Gia Phách (2009), *Dạy học bài tập Vật lý ở trường phổ thông*, Nxb Đại học Sư phạm Hà Nội.
5. Lê Thị Hồng Gấm, Khúc Hùng Việt, Giáp Thị Thùy Trang, Phạm Hữu Kiên (2017), *Vai trò của thư viện Simulink khi xây dựng bộ thí nghiệm ảo khảo sát đặc tính chỉnh lưu của Diode bán dẫn nhằm hỗ trợ quá trình dạy học ở trường THPT*, Tạp chí Thiết bị Giáo dục, số 138, tr. 4-6.
6. Khúc Hùng Việt, Phạm Hữu Kiên (2016), *Sử dụng phần mềm Wolfram Mathematica 9.0 hỗ trợ giải các bài toán cơ học và quang hình đại cương*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ ĐHTN, tập 159, số 14, tr. 181-185.

SUMMARY

**THE ROLE OF WOLFRAM MATHEMATICA 9.0
AND MATLAB SOFTWARE IN SUPPORT FOR SOLVING ADVANCED
CIRCUIT PROBLEMS IN PHYSICS 11****Khuc Hung Viet*, Pham Huu Kien and Nguyen Thi Minh Thuy***University of Education - TNU*

This paper presents the results of Wolfram Mathematica 9.0 (WM) and Matlab software application to support solving advanced circuit problems in Physics 11. The circuit problems usually contain many equations which depend on the number of loops (conjuncts) in circuit. If using analytical method solves the systems of equation which have many variables (or differential equations), we will be many more difficulties and consume time. These difficulties have been dealt by applying support of WM and Matlab software via some circuit problems. As a result of applying WM and Matlab software to solving the physical problem, teachers save a lot of time.

Keywords: WM, Matlab, circuit, system of differential equation, commands.

Ngày nhận bài: 10/8/2018; Ngày phản biện: 22/8/2018; Ngày duyệt đăng: 31/8/2018

* Tel: 0978 178874, Email: hungvietdhsptn@gmail.com