
**PHÂN TÍCH MẠCH DC TUYẾN TÍNH CÓ CÁC NHÁNH CHỨA CÁC NGUỒN EMF VÀ
DÒNG ĐIỆN LÝ TƯƠNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP DÒNG ĐIỆN VÒNG TRONG MÔI
TRƯỜNG MULTISIM 10.1**

Nguyễn Tiến Dũng*

*Trường Đại học Lương Thế Vinh, Số 9 Đường Cầu Đông, Phường Nam Định, tỉnh Ninh Bình, Việt Nam** Tác giả liên hệ: nguyentiendung@ltvu.edu.vn

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận: 17/08/2026

Ngày hoàn thiện: 27/08/2026

Ngày chấp nhận: 06/09/2026

Ngày đăng: 15/09/2026

TỪ KHÓA

Mạch điện một chiều,

Nguồn điện áp và dòng điện

độc lập và phụ thuộc,

Phương pháp dòng điện

vòng,

Cân bằng công suất,

Phần mềm máy tính

MultiSim 10.1,

Định luật Kirchhoff thứ hai.

TÓM TẮT

Bài viết này đưa ra các hướng dẫn để phân tích mạch điện DC tuyến tính có các nhánh chứa các nguồn sức điện động EMF và nguồn dòng điện lý tưởng; các phần tử tích cực phụ thuộc, bằng phương pháp dòng điện vòng trong môi trường MultiSim 10.1. Đặc biệt chú trọng giải quyết được việc tính toán cân bằng công suất. Các loại bài toán cụ thể và thí dụ sử dụng phần mềm computer Multisim 10.1 được trình bày để làm rõ các khái niệm, đồng thời giúp sinh viên kỹ thuật năm thứ ba tại các trường đại học kỹ thuật đa ngành kiểm chứng kết quả giải bài tập lớn của bản thân.

**ANALYSIS OF LINEAR DC CIRCUITS CONTAINING BRANCHES WITH IDEAL
EMF AND CURRENT SOURCES USING THE MESH CURRENT METHOD IN THE
MULTISIM 10.1 ENVIRONMENT**

Tien Dung Nguyen*

*Luong The Vinh University, 9 Cau Dong Street, Nam Dinh Ward, Ninh Binh Province, Viet Nam**Corresponding Author: nguyentiendung@ltvu.edu.vn

ARTICLE INFO

Received: Aug 17, 2026

Revised: Aug 27, 2026

Accepted: Sep 06, 2026

Published: Sep 15, 2026

KEYWORDS

DC circuit,

Independent and dependent

voltage and current sources,

Mesh current method,

Power balance,

Multisim 10.1 computer

program,

Kirchhoff's second law.

ABSTRACT

This article provides guidelines for analyzing linear DC circuits containing branches with ideal electromotive force EMF and current sources; dependent active elements, using the mesh current method in the MultiSim 10.1 environment . Particular emphasis is placed on power balance calculations. Specific problem types and examples utilizing Multisim 10.1 software are presented to clarify concepts and assist third-year engineering students at multidisciplinary technical universities in verifying the results of their major assignments.

1. Đặt vấn đề

Phân tích sơ đồ mạch điện DC tuyến tính có các nhánh chứa nguồn sức điện động EMF và nguồn dòng điện lý tưởng trong chế độ làm việc xác lập của sơ đồ mạch điện, dưới dạng các bài tập, là một nhiệm vụ bắt buộc cho sinh viên ở các trường đại học kỹ thuật đa ngành, nếu thực hiện giải những bài tập này bằng phương pháp dòng điện vòng với cách giải thủ công truyền thống thì chưa phù hợp với hiện tại.

Cùng với sự phát triển của khoa học computer và các phần mềm chuyên dụng, việc phân tích mạch điện DC tuyến tính trong chế độ xác lập đã có thêm nhiều phương pháp, trong đó phải kể đến sử dụng công nghệ computer và phần mềm MultiSim 10.1 để giải bài toán phân tích này.

Bài báo đưa ra những hướng dẫn giải quyết các vấn đề điển hình và thí dụ về mô hình hóa chúng trong môi trường MultiSim 10.1, cho phép sinh viên nắm vững hơn phương pháp luận được đề xuất và có được kỹ năng thực hành cho mô hình hóa mạch điện trong môi trường MultiSim 10.1 được sử dụng rộng rãi cho sinh viên theo học ngành “Kỹ thuật Điện và Điện tử”.

2. Mục tiêu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Mục tiêu nghiên cứu

Khai thác môi trường MultiSim để giải bài toán phân tích mạch điện DC tuyến tính ở chế độ xác lập dựa trên phương trình dòng điện vòng và giải thích bằng hình ảnh trực quan của mô hình hóa các hiện tượng vật lý của sơ đồ mạch điện điển hình.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

* Sử dụng sơ đồ mạch điện DC tuyến tính điển hình truyền thống trong giáo trình Lý thuyết mạch và phương pháp dòng điện vòng để lập hệ phương trình đại số tuyến tính cho sơ đồ mạch DC điển hình được chọn với thông số kỹ thuật cụ thể cho tất cả các phần tử nguồn và tích cực của nó;

* Sử dụng các định luật cơ bản về bảo toàn và chuyển đổi năng lượng và kết quả mô phỏng của mô hình hóa sơ đồ mạch điện để kiểm chứng tính chính xác; tin cậy của phương pháp phân tích này.

3. Nội dung và kết quả nghiên cứu:

3.1. Phân tích mạch điện DC tuyến tính với các nhánh chứa nguồn EMF và nguồn dòng điện lý tưởng độc lập

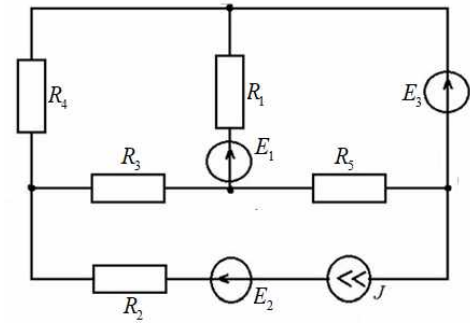
Việc tính toán mạch điện bằng phương pháp dòng điện vòng, thường được bắt đầu bằng việc phân tích sơ bộ cấu trúc sơ đồ mạch điện. Nếu trong nó không có nhánh chứa nguồn dòng điện, thì bài toán được giải bằng tập phương trình cho các vòng độc lập theo các thuật toán đã biết [1]. Khi tồn tại trong sơ đồ mạch điện một nhánh chứa nguồn dòng điện thì cần phải chọn ra một vòng sao cho dòng điện chảy qua nhánh này (thêm nữa, theo nhánh này chỉ có một dòng điện vòng khép kín). Trong trường hợp này, dòng điện vòng đúng bằng dòng điện nhánh đó.

Thí dụ 1: Cho sơ đồ mạch điện DC tuyến tính với nguồn EMF $E_{1,2,3}$ và nguồn dòng điện J lý tưởng độc lập, như **H. 1** với các thông số mạch:

$$R_1 = 50\Omega; R_2 = 10\Omega; R_3 = 15\Omega;$$

$$R_4 = 25\Omega; R_5 = 20\Omega; E_1 = 100V;$$

$$E_2 = 50V; E_3 = 150V; J = 5A.$$

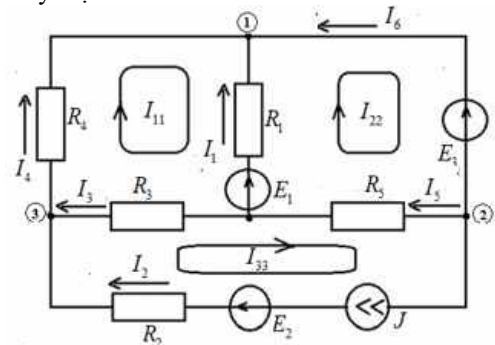


H.1. Mạch điện với nguồn dòng điện độc lập

Hãy tìm giá trị các dòng điện vòng trong hai vòng mạch kín với các nhánh chứa nguồn EMF lý tưởng độc lập và các dòng điện nhánh qua các điện trở.

Giải

Giả định các dòng điện vòng mạch kín và các dòng điện nhánh có ký hiệu và chiều như **H.1a**.



H.1a. Giả định ký hiệu và chiều các dòng điện vòng kín và nhánh

Đối với hai vòng mạch kín có nhánh chứa hai nguồn EMF E_1 và E_3 với hai dòng điện vòng I_{11} và I_{22} , sử dụng định luật Kirchhoff thứ hai cho mạch kín và từ **H. 1a**, viết được hệ hai phương trình dòng điện vòng

$$\begin{cases} I_{11}R_{11} - I_{22}R_{12} - JR_{13} = -E_1; \\ -I_{11}R_{21} + I_{22}R_{22} - JR_{23} = E_1 - E_3 \end{cases}, \quad (1)$$

ở đây R_{11} và R_{22} — hai tổng trở riêng của hai mạch vòng kín;

$$R_{12} = R_{21} = 50\Omega; R_{13} = 15\Omega \text{ và } R_{23} = 20\Omega$$

— các điện trở tương hỗ của các “contours”.

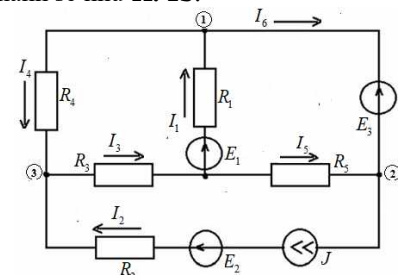
Giải hệ phương trình đại số tuyến tính (1) theo phương pháp truyền thống, thu được kết quả

$$I_{11} = -0,34090909A \approx -0,341A; I_{22} \approx 1,932A;$$

$$I_1 \approx 2,273A; I_2 = 5A; I_3 \approx -5,341A; I_4 \approx -0,341A;$$

$$I_5 \approx -3,068A; I_6 \approx -1,932A.$$

Theo kết quả này với dấu của giá trị các dòng điện nhánh, thu được sơ đồ mạch điện với chiều dòng điện thực trong các nhánh sẽ như **H. 1b**.



H.1b. Chiều thực trong các dòng điện nhánh của sơ đồ mạch điện DC tuyến tính với nguồn dòng điện độc lập

PHÂN TÍCH MẠCH DC TUYẾN TÍNH CÓ CÁC NHÁNH CHỨA CÁC NGUỒN EMF VÀ DÒNG ĐIỆN LÝ TƯỞNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP DÒNG ĐIỆN VÒNG TRONG MÔI TRƯỜNG MULTISIM 10.1

Thiết lập mô hình hóa cho sơ đồ mạch điện (H. 1.) trong môi trường *MultiSim 10.1* có kết quả như H. 2 và so sánh kết quả tính toán nêu trên với các chỉ số hiển thị tất cả các dòng điện nhánh trên mô hình H. 2.

Như vậy, các dữ liệu tính toán là trùng với giá trị đo lường được của các dòng điện nhánh của mô hình trong môi trường *MultiSim 10.1*.

Tiếp tục phân tích mạch DC về công suất điện nguồn phát và công suất tiêu thụ trên các phần tử trở tích cực. Đưa các watt kế đo công suất phát và công suất tiêu thụ vào trong các nhánh như H. 3. Kết quả mô phỏng là các chỉ số công suất phát điện và công suất tiêu thụ điện năng như H. 4.

Các chỉ số của watt kế:

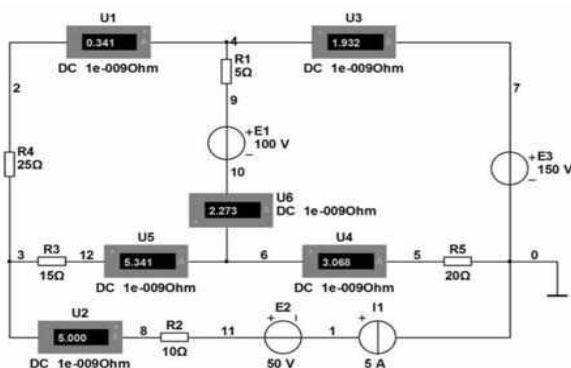
- * nguồn EMF E_1 cho công suất phát 227,272 W ;
 - * nguồn EMF E_2 cho công suất phát 249,999 W ;
 - * nguồn EMF E_3 cho công suất tiêu thụ 289,769W;
 - * nguồn dòng điện J cho công suất phát 707,382W.
- Như vậy, tổng công suất điện phát:

$$\begin{aligned} P_{GEN} &= P_{E_1} + P_{E_2} + P_J - P_{E_3} = \\ &= 227,272 + 249,999 + 707,382 - 289,769 = \\ &= 894.866 \text{ W.} \end{aligned}$$

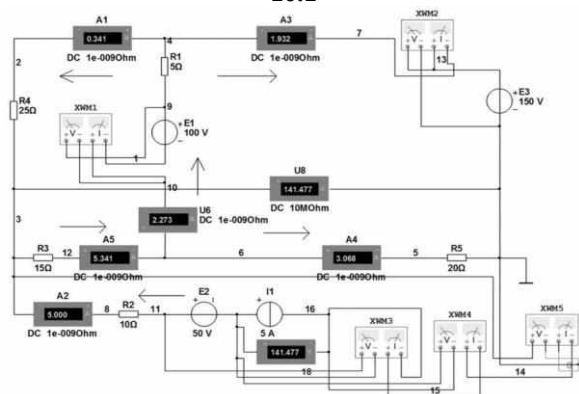
Tổng công suất tiêu thụ điện bởi các phần tử trở tích cực được tính theo công thức $P_i = I_i^2 R_i$, $i = 1 \div 5$, và tổng công suất điện tiêu thụ là bằng

$$\begin{aligned} P_{CON} &= I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4 + I_5^2 R_5 = \\ &= 25,80992 + 250 + 427,894215 + \\ &\quad + 2,907025 + 188,25248 \approx \\ &\approx 894,865 \text{ W.} \end{aligned}$$

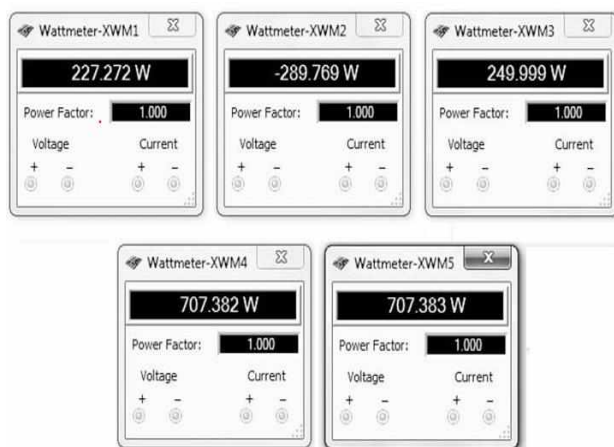
3.2. Phân tích mạch điện DC tuyến tính với các nhánh chứa nguồn EMF và nguồn dòng điện lý tưởng phụ thuộc



H.2. Mô hình mạch điện trong môi trường Multisim 10.1



H.3. Mô hình mạch điện trong môi trường Multisim 10.1 để đo lường cân bằng công suất điện ở mạch điện được xét



H. 4. Các chỉ số của đồng hồ đo công suất

Các nguồn EMF và nguồn dòng điện phụ thuộc — các nguồn điện năng được điều khiển giá trị công suất, các nguồn điện này thường được mô tả trong sơ đồ mạch điện là các phần tử bốn cực lý tưởng: đầu vào và đầu ra có một cặp cực, các cực này lại là các cực của hai nhánh — đầu vào và đầu ra [2]. Nhánh đầu vào có thể ở dạng ngắn mạch hoặc hở mạch, còn nhánh đầu ra có thể là nguồn điện áp hoặc nguồn dòng điện.

Các nguồn EMF và dòng điện phụ thuộc, được phân chia thành bốn loại dựa trên bốn khả năng kết hợp của các đại lượng đầu vào và đầu ra, bốn loại nguồn điện phụ thuộc:

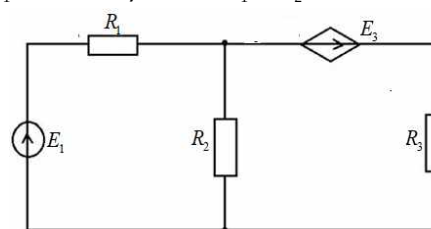
- (*) nguồn điện áp phụ thuộc, được điều khiển bởi điện áp (Voltage-Controlled Voltage Source — VCVS);
- (**) nguồn dòng điện phụ thuộc (Dependent Current Source — DCS);
- (***) nguồn điện áp phụ thuộc (Dependent Voltage Source — DVS);
- (****) nguồn dòng điện phụ thuộc, được điều khiển bởi điện áp (Voltage-Controlled Current Source — VCCS).

Nguồn (*) còn được gọi là bộ khuếch đại điện áp lý tưởng, còn (**) — bộ khuếch đại dòng điện lý tưởng. Thí dụ, bộ khuếch đại thuật toán lý tưởng (ideal operational amplifier — IOA) — (*) với hệ số khuếch đại vô cùng lớn; trở đầu vào là vô cùng; và trở đầu ra bằng 0.

Khi tồn tại trong mạch điện loại nguồn (***), điều đầu tiên là tính toán sơ bộ EMF của nguồn thông qua các dòng điện vòng độc lập, sau đó là tính EMF này ở về phải của phương trình (dạng phương trình (1)).

Thí dụ 2. tìm các dòng điện nhánh và dòng điện qua nguồn E_3 trong sơ đồ mạch điện có nguồn EMF phụ thuộc dòng điện qua trở R_2 , như H. 5, với các thông số cho trước

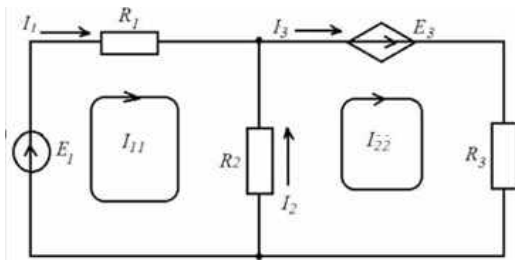
$$E_1 = 140 \text{ V}; \beta = 50; R_1 = R_2 = 200 \text{ Ohm}$$



H.5. Sơ đồ mạch điện với nguồn EMF phụ thuộc loại (***)

Trong sơ đồ này, sức điện động E_3 được điều khiển bằng dòng điện I_2 : $E_3 = \beta I_2$. Chọn chiều các dòng điện vòng I_{11} và I_{22} như trên H. 5a, tính I_2 và E_3 qua các mối quan hệ sau:

$$I_2 = I_{22} - I_{11}; E_3 = \beta I_2 = \beta (I_{22} - I_{11}),$$



H.5a. Sơ đồ mạch điện với nguồn EMF phụ thuộc loại (*)**

suy ra được:

$$I_{11}R_{11} - I_{22}R_2 = E_1;$$

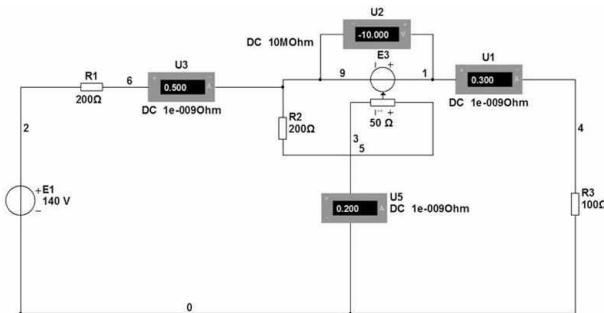
$$-I_{11}R_2 + I_{22}R_{22} = E_3 = \beta(I_{22} - I_{11}).$$

Cuối cùng có được phương trình ở dạng:

$$-I_{11}(R_2 - \beta) + I_{22}(R_{22} - \beta) = 0.$$

Giải đồng thời các biểu thức thu được, cho phép xác định giá trị các dòng điện vòng I_{11} và I_{22} , qua đó tính được các giá trị các dòng điện nhánh

$$I_1 = 0,5A; I_2 = 0,2A; I_3 = 0,3A.$$



H.6. Mô hình sơ đồ mạch điện với (*) trong môi trường MultiSim 10.1**

Trên H. 6 trình bày mô hình hóa cho sơ đồ mạch DC H. 5 với nguồn loại (***) trong môi trường Multisim 10.1. Các chỉ số giá trị các dòng điện nhánh hoàn toàn trùng với kết quả tính toán dữ liệu và cũng kiểm tra được cân bằng công suất phát và tiêu thụ

$$P_{GER} = P_{CON} = 67 \text{ W}.$$

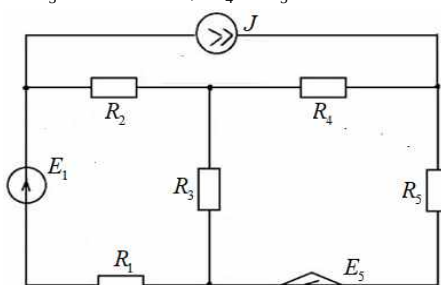
Nếu trong sơ đồ mạch điện này có nguồn phụ thuộc loại (*), thì trước hết là phải tính điện áp điều khiển thông qua các dòng điện các nhánh. Việc tính toán tiếp theo sẽ không khác với thí dụ đã trình bày, thí dụ, nguồn phụ thuộc loại (*) là EMF E_3 có giá trị được điều khiển

$$E_3 = \beta U_2 = \beta R_2(I_{22} - I_{11}).$$

Thí dụ 3, như là một bài tập lớn trong giờ thực hành cho sinh viên ngành “Kỹ thuật Điện và Điện tử”, tác giả đề xuất bài tập “Phân tích mạch điện DC tuyến tính có các nhánh chứa nguồn EMF và nguồn dòng điện phụ thuộc, như H. 7” với các thông số cho trước:

$$E_1 = 35V; E_2 = 50V; R_1 = R_2 = 200 \text{ Ohm};$$

$$R_3 = 100 \text{ Ohm}; R_4 = R_5 = 125 \text{ Ohm}.$$

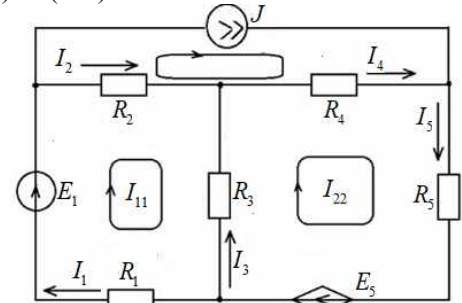


H.7. Sơ đồ mạch điện với nguồn (*)

Yêu cầu: phân tích mạch điện và tìm giá trị các dòng điện vòng và dòng điện nhánh bằng phương pháp dòng điện vòng trong môi trường MultiSim 10.1.

Giải

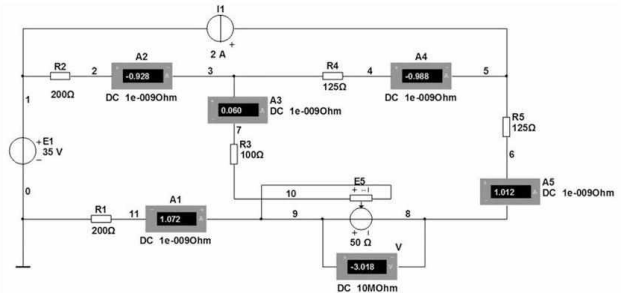
Giả sử ký hiệu và chiều các dòng điện vòng và dòng điện nhánh như H. 7a. Mô hình của mạch điện này trong môi trường MultiSim 10.1 như H. 8. Bài báo đã xem xét các thành phần của phương trình cho mạch điện với nguồn phụ thuộc loại (*) và (**).



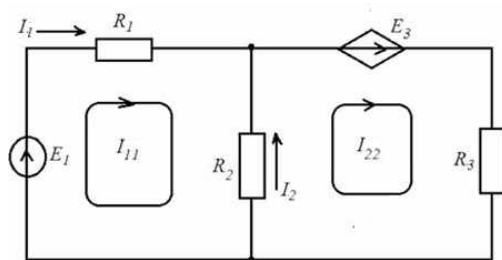
H.7a. Sơ đồ mạch điện với giả định ký hiệu và chiều các dòng điện vòng và dòng điện nhánh với nguồn phụ thuộc loại (*)

Khi tồn tại trong các nhánh của mạch điện các nguồn phụ thuộc loại (**) và (***) thì trước hết phải chuyển đổi hai nguồn này về nguồn phụ thuộc loại (**).

Nếu sự thay thế như vậy là không thể, thì cần phải sử dụng cách khác, cách khác này được mô tả trong thí dụ với sơ đồ mạch điện như H.9.



H.8. Mô hình hóa sơ đồ mạch điện với nguồn phụ thuộc loại (*) trong môi trường MultiSim 10.1.



H. 9. Thí dụ sơ đồ mạch điện với nguồn phụ thuộc loại () như một bài tập trong giờ thực hành cho sinh viên ngành “Kỹ thuật Điện và Điện tử”**

Trong sơ đồ mạch điện này có nguồn dòng điện phụ thuộc $J = \alpha I_2$.

Các thông số của mạch trên H. 9 được cho trước:

$$E_1 = 100V; R_1 = 10\text{Ohm}; R_2 = 20\text{Ohm};$$

$$R_3 = 15\text{Ohm}; J = \alpha I_2 = 5I_2.$$

Trong mạch điện có một vòng độc lập với nhánh chứa nguồn EMF E_1 , phương trình dòng điện vòng của mạch độc lập này:

$$I_{11}(R_1 + R_2) - I_{22}R_2 = E_1.$$

Dòng điện I_{22} bằng dòng điện của nguồn dòng điện

$$J : I_{22} = J .$$

Nhưng mặt khác $J = \alpha I_2 = \alpha (I_{22} - I_{11})$.

Suy ra, thu được sự cân bằng

$$I_{22} = \alpha (I_{22} - I_{11}) ,$$

từ đây lại được

$$I_{22} = I_{11} \frac{-\alpha}{1-\alpha} = I_{11} \frac{\alpha}{\alpha-1} .$$

Thay tỷ lệ thu được này vào phương trình dòng điện vòng cho vòng có nhánh chứa nguồn EMF E_1 độc lập sẽ thu được biểu thức tính dòng điện vòng I_{11}

$$I_{11} = \frac{E_1}{R_1 + R_2 - R_2 \frac{\alpha}{\alpha-1}} . \quad (2)$$

Nếu dòng điện J là hàm của điện áp U_2 (nguồn dòng điện phụ thuộc được điều khiển bằng điện áp, loại nguồn (***)), thì dòng điện vòng I_{11} cần được tính thông qua dòng điện I_2 .

Dựa vào biểu thức (2), dòng điện vòng của vòng có nhánh chứa nguồn EMF độc lập sẽ bằng

$$I_{11} = \frac{E_1}{R_1 + R_2 - R_2 \frac{\alpha}{\alpha-1}} = \frac{100}{10 + 20 - 20 \frac{5}{5-1}} = 20 \text{ A} .$$

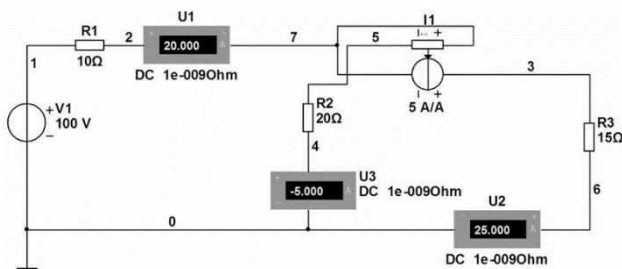
Bằng cách như vậy, tìm được các giá trị:

$$I_{11} = 20 \text{ A} ; I_{22} = 20 \frac{5}{5-1} = 25 \text{ A} .$$

Tiếp theo là giá trị các dòng điện nhánh

$$I_1 = 20 \text{ A} ; I_2 = I_{11} - I_{22} = -5 \text{ A} ; I_3 = 25 \text{ A} .$$

Các kết quả thu được nêu trên, có thể kiểm chứng bằng cách tính toán cân bằng công suất và mô hình hóa sơ đồ mạch điện này trong môi trường MultiSim 10.1 như H. 10.



H.10. Mô hình sơ đồ mạch điện với nguồn dòng loại () trong môi trường MultiSim 10.1**

4. Thảo luận kết quả

* Kết quả ở **Thí dụ 1** cho thấy:

Kết quả tính toán giá trị các dòng điện vòng và các dòng điện nhánh bằng cách giải hệ hai phương trình đại số tuyến tính (1) gần như đúng tuyệt đối với các chỉ số giá trị các dòng điện nhánh trên mô hình hóa trong môi trường MultiSim 10.1 H. 2.

Giống như các quá trình vật lý bất kỳ, trong mạch điện được mô hình hóa, cũng quan sát được luật bảo toàn và chuyển đổi năng lượng. Luật này trong kỹ thuật điện thì được thể hiện ở dạng cân bằng giữa công suất điện được phát ra với công suất điện tiêu thụ, đó chính là cân bằng công suất trong mạch điện.

Điều quan trọng là truyền đạt được cho người học thấy được sự cân bằng công suất trong mạch điện là yếu tố cần và đủ để đánh giá tính chính xác của việc phân tích mạch điện. Khi thực hiện tính toán cân bằng công suất của mạch điện, mà trong mạch điện này có nguồn dòng điện, thì người

học thường mắc lỗi là không tính công suất sinh ra từ nguồn dòng điện. Cần thiết phải chú ý đến điều này khi phân tích mạch điện có chứa nguồn dòng điện trong các nhánh.

Thực hiện đưa watt kế vào mô hình hóa (H. 3.), kết quả của các chỉ số công suất phát và công suất tiêu thụ trên các watt kế (H. 4.) đúng bằng giá trị công suất phát và công suất tiêu thụ được tính toán bằng phương pháp truyền thống và đã chứng minh nguyên lý “Cân bằng công suất” được thể hiện chính xác trong mạch điện (H. 1.) Như vậy, điều kiện cân bằng công suất được quan sát. Khi thực hiện mô hình hóa phép đo lường cân bằng công suất, các sinh viên cần được nhắc nhở phải bảo đảm các watt kế được kết nối chính xác.

Một điều khá thú vị trong nhánh chứa nguồn EMF E_2 và nguồn dòng điện J có sự cân bằng công suất không đổi ở mức $-707,383\text{W}$ — ở bất kỳ giá trị nào của EMF E_2 . Điều này được giải thích như sau: ở các giá trị khác nhau của EMF E_2 , xảy ra sự phân phối lại công suất phát và công suất tiêu thụ giữa chúng, sao cho tổng của chúng luôn bằng $707,385\text{W}$. Ví thể, khi giá trị EMF E_2 bằng 195V , nguồn EMF sẽ phát ra công suất 975W , còn nguồn dòng điện lại tiêu thụ $17,62\text{W}$, điện trở R_2 tiêu thụ 250W công suất điện, kết quả là tổng công suất phát là $707,383\text{W}$. Yếu tố này có thể được sử dụng để xác định giá trị và chiều của điện áp trong nguồn dòng điện ở EMF E_2 có giá trị khác nhau mà không cần tính toán trước.

Trong trường hợp lấy thí dụ này để thành một bài tập trong giờ thực hành của sinh viên ngành “Kỹ thuật Điện và Điện tử” thì có thể lược bỏ mạch vòng kín thứ ba với nhánh chứa nguồn dòng điện J và EMF E_2 . Hoặc giữ nguyên như là một Bài tập có yêu cầu cao hơn.

* Với mạch điện DC tuyến tính có các nguồn EMF và dòng điện phụ thuộc lý tưởng, việc phân loại các nguồn EMF và dòng điện phụ thuộc thành bốn loại (VCVS — *); (DCS — **); (DVS — ***); và (VCCS — ****) đã định hướng phân tích cho từng loại mạch DC tuyến tính và khả năng chuyển đổi từ loại này sang loại khác, giúp phân tích dễ dàng hơn mà không làm thay đổi bản chất làm việc của mạch điện DC tuyến tính được xem xét;

* Kết quả ở **Thí dụ 2** cho thấy rằng, phân tích mạch điện DC tuyến tính có nhánh chứa nguồn phụ thuộc loại (*) hoặc nhánh chứa nguồn phụ thuộc loại (**) (H. 5. và H. 7.) với kết quả hiển thị trong môi trường MultiSim 10.1 là rất thuyết phục. Vì thế, trong một số sơ đồ mạch DC tuyến tính có nhánh chứa các nguồn loại khác thì nên chuyển đổi nguồn đó sang thành loại (**) thì chắc chắn việc phân tích mạch đạt kết quả chính xác. Nếu việc thay thế này là không thể thì sử dụng cách như **Thí dụ 3** trong bài viết này.

* Kết quả ở **Thí dụ 3** cho thấy rằng, phân tích sơ đồ mạch điện DC tuyến tính với nhánh chứa nguồn dòng điện phụ thuộc được điều khiển bởi dòng điện $J = \alpha I$ loại (**) hoặc được điều khiển bằng điện áp $J = \alpha U$ (H. 9.). Kết quả tính toán dựa trên các biểu thức và các chỉ số trên mô hình hóa trong môi trường MultiSim 10.1 của sơ đồ H. 9, một lần nữa cho thấy nguyên lý “Cân bằng công suất” được kiểm chứng;

* Các kết quả của các thí dụ được trình bày trong bài báo này có thể như là các đáp án của các bài tập là các thí dụ này, một dạng bài tập cho sinh viên ngành “Kỹ thuật Điện và Điện tử” trong giờ thực hành.

5. Kết luận

Bài báo này đã xem xét một phương pháp giải các bài toán mạch điện DC tuyến tính với các nhánh chứa nguồn EMF và nguồn dòng điện lý tưởng loại độc lập và phụ thuộc, bằng

phương pháp dòng điện vòng. Các mô hình hóa của các mạch điện hình trong môi trường MultiSim 10.1 được thực hiện và trình bày bằng ảnh của chúng với đầy đủ các chỉ số hiển thị kết quả của quá trình mô phỏng chế độ làm việc xác lập. Qua đó, cho phép bạn đọc kiểm chứng tính đúng đắn của việc phân tích mạch điện được lấy làm thí dụ và bạn đọc cũng sẽ đạt được kỹ năng nhất định trong việc mô hình hóa các sơ đồ mạch thực tế trong môi trường MultiSim 10.1.

Phương pháp này cũng có thể được áp dụng để tính toán thành phần biên đổi của tín hiệu khi “ON” transistor lưỡng cực theo sơ đồ “base” chung và “emitter” chung, sử

dụng phương pháp ký hiệu để tính toán mạch dòng điện hình sin.

6. Tài liệu tham khảo

[1] **Матханов П. Н.** Основы анализа электрических цепей. Линейные цепи: учебник для вузов. Изд-е 2-е, перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1981. 333 с.

[2] **Соболев В. А., Волченсков В. И.** Изучение операторного метода расчета переходных процессов в линейных электрических цепях при произвольных и импульсных воздействиях // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2017. № 4 (8). С. 52-57.