

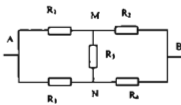
MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP GIẢI BÀI TẬP VẬT LÝ VỀ "MẠCH CẦU ĐIỆN TRỞ KHÔNG CÂN BẰNG" (VẬT LÝ 11)

○ THS. NGUYỄN THỊ LOAN - THS. NGUYỄN THỊ THẢO*

Các bài tập vật lý về "mạch cầu điện trở không cân bằng" trong chương trình Vật lý 11 là một dạng bài tập khó đối với học sinh (HS). Tuy nhiên, dạng bài tập này lại có nhiều phương pháp (PP) giải khác nhau. Vậy, thế nào là mạch cầu điện trở không cân bằng?

Mạch cầu điện trở là mạch có dạng như hình 1, gồm hai loại: cân bằng và không cân bằng. Với mạch cầu cân bằng thì: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$, khi đó $I_3 = 0$ (I_3 là cường độ dòng điện qua điện trở R_3). Ta chập M với N và mô tả mạch điện như sau: $(R_1 // R_2) \text{ nối } (R_3 // R_4)$. Bài toán trở nên đơn giản hơn.

Khi $\frac{R_1}{R_2} \neq \frac{R_3}{R_4}$, $I_3 \neq 0$ thì mạch cầu không còn cân bằng, ta không mô tả được mạch điện, bài toán sẽ trở nên phức tạp hơn. Dưới đây, chúng tôi đưa ra một số PP giải dạng bài tập này:



Hình 1

1. Điện thế - nút

Bài toán 1: Cho mạch cầu điện trở như hình 1. Biết các điện trở, hiệu điện thế giữa hai đầu AB là $U_{AB} = U$. Hãy tìm tổng điện trở, cường độ dòng điện qua các điện trở.

Giả sử chiều dòng điện như hình 2 (HS có thể chọn chiều dòng điện khác tùy ý). Xét tại nút M và N: $\begin{cases} I_1 - I_2 + I_3 \\ I_1 - I_3 + I_4 \end{cases} (1)$, ta có: $U_{AB} = V_A - V_B$; chọn $V_B = 0$ thì $U = V_A$.

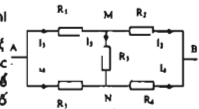
Từ (1), suy ra:
$$\begin{cases} \frac{V_A - V_M}{R_1} = \frac{V_M - V_N}{R_2} + \frac{V_M - V_N}{R_3} \\ \frac{V_M - V_N}{R_3} = \frac{V_N - V_B}{R_4} + \frac{V_M - V_N}{R_4} \end{cases} (2)$$

Thay $V_A = U$ vào (2) ta được hệ phương trình 2 ẩn là V_M và V_N . Giải hệ HS sẽ tìm được V_M, V_N

và: $I_1 = \frac{V_A - V_M}{R_1}$, $I_2 = \frac{V_M - V_N}{R_2}$, $I_3 = \frac{V_M - V_N}{R_3}$, $I_4 = \frac{V_M - V_N}{R_4}$

$I_3 = \frac{V_M - V_N}{R_3}$. Sau khi

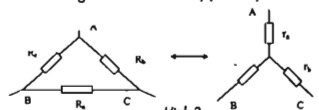
tim được cường độ dòng điện qua các điện trở, HS có thể tìm các thông số còn lại.



Hình 2

2. Áp dụng phép biến đổi $\Delta \leftrightarrow Y$

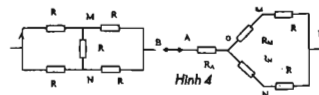
HS có thể giải bài toán 1 bằng PP biến đổi mạch tam giác Δ thành mạch sao Y: Biến đổi mạch tam giác thành mạch sao, sao cho tương đương (nghĩa là không làm thay đổi cường độ dòng điện và hiệu điện thế ở mạch ngoài), điện trở tương đương ở hai mạch phải như nhau, bất kể xét giữa hai điểm nào) (hình 3).



Hình 3

Khi đó:
$$\begin{cases} R_{AB} = \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = r_1 + r_2 \\ R_{BC} = \frac{R_2(R_1 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} = r_2 + r_3 \\ R_{CA} = \frac{R_3(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3} = r_3 + r_1 \end{cases} \leftrightarrow \begin{cases} r_1 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \\ r_2 = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \\ r_3 = \frac{R_3 R_1}{R_1 + R_2 + R_3} \end{cases}$$

Áp dụng vào mạch cầu cho mạng AMN (hình 4):



Hình 4

* Trường Đại học Nông Đức, Thanh Hoá

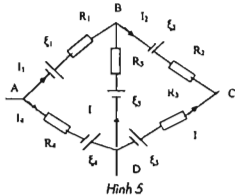
$$\text{Ta có: } \begin{cases} R_x = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \\ R_y = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \\ R_z = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \end{cases}$$

$$R_{\text{eq}} = \frac{(R_y + R_z)(R_x + R_4)}{R_x + R_4 + R_y + R_z}; R_{AB} = R_x + R_{\text{eq}}; I = \frac{U}{R_{AB}}$$

Sau khi tìm được R_{AB} , I , HS có thể dễ dàng tìm được các thông số còn lại.

3. Sử dụng định luật Kirchoff (Kiểu sắp)

Định luật 1 (định luật về nút): Tại mỗi nút của mạch điện, tổng cường độ của dòng điện đi vào nút bằng tổng cường độ dòng điện từ nút đi ra (ví dụ: nút B: $I_1 + I_3 = I_2$).



Hình 5

Định luật 2 (định luật về mắt mạng): Mắt mạng là một mạch kín bất kì tách ra từ mạch điện phân nhánh (ví dụ: mắt ABDA, BCDB, ABCDA).

Trong một mắt mạng bất kì, tổng đại số các suất điện động ξ trong mắt đó bằng tổng đại số các độ giảm điện thế $I R_k$ trên các đoạn mạch không phân nhánh thuộc mắt đó: $\sum \xi_i = \sum I_k R_k$.

Ví dụ: Xét mắt mạng ABDA (hình 5): $\xi_1 - \xi_2 - \xi_4 = I_1 R_1 - I_2 R_2 - I_4 R_4$.

Chú ý: Dấu của các suất điện động ξ và cường độ dòng điện I như sau: ta chọn một chiều đi trong mắt là l ; ξ mang dấu dương nếu chiều đi từ cực dương sang cực âm. Cường độ dòng điện I mang dấu dương nếu dòng điện cùng chiều với l .

Cách áp dụng định luật Kiếcsốpp như sau:
Bước 1: nếu chưa biết chiều dòng điện, ta phải chọn chiều dòng điện; **Bước 2:** Nếu tìm n ẩn số, ta cần lập n phương trình dựa vào định luật Kiếcsốpp; **Bước 3:** Giải hệ phương trình; **Bước 4:** Biện luận.

Áp dụng vào mạch cầu:
Bài toán 2: Cho mạch cầu (như hình 1), biết cường độ dòng điện trong mạch chính là I , biết

các điện trở. Tìm cường độ dòng điện chạy qua các điện trở, hiệu điện thế AB, tổng điện trở trên AB.

Giải: Giả sử chiều dòng điện như trong hình 2.

Tại nút A: $I = I_1 + I_2$ (1). Xét mắt mạng AMNA: $I_1 R_1 + I_3 R_3 - I_2 R_2 = 0$ (2).

Tại nút B: $I = I_3 + I_4$ (3). Xét mắt mạng BMNB: $-I_3 R_3 + I_2 R_2 + I_4 R_4 = 0$ (4). Tại nút M: $I = I_2 + I_3$ (5). Giải hệ 5 phương trình 5 ẩn ta tìm được I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 .

HS giải hệ bằng PP thế:

Từ (1) và (2), suy ra: $I_1 = \frac{R_2 I - R_2 I_2}{R_1 + R_2}$ (6). Từ (3) và

(4): $I_3 = \frac{R_2 I + R_2 I_2}{R_1 + R_2}$ (7). Thay (6), (7) vào

(5): $\frac{R_2 I - R_2 I_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_2 I + R_2 I_2}{R_1 + R_2} = I_2$.

Ta được: $I_2 = \frac{(R_1 R_2 - R_2 R_2) I}{(R_1 + R_2)(R_1 + R_2) + R_2(R_1 + R_2 + R_1 + R_2)}$.

Từ đó, HS tìm được các ẩn còn lại.

Như vậy, sử dụng 3 PP ở trên ta đã giải được các dạng bài tập về "mạch cầu điện trở không cân bằng". Trong thực tế, đề bài có thể có dữ kiện khác với các bài toán trên, phải tìm các dữ liệu còn lại, HS vẫn có thể áp dụng các PP đó và tìm ngược lại. □

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Thế Khôi - Nguyễn Phúc Thuận - Nguyễn Ngọc Hưng - Vũ Thanh Khiết - Phạm Xuân Quế - Phạm Đình Thiệt - Nguyễn Trần Trác. Vật lí 11 (nâng cao). NXB Giáo dục, H. 2007.
2. Nguyễn Thế Khôi - Nguyễn Phúc Thuận - Nguyễn Ngọc Hưng - Vũ Thanh Khiết - Phạm Xuân Quế - Phạm Đình Thiệt - Nguyễn Trần Trác. Bài tập vật lí 11 (nâng cao). NXB Giáo dục, H. 2007.
3. Vũ Thanh Khiết - Lê Thị Oanh - Đinh Loan Viên. Điện học. NXB Giáo dục, H. 2001.

SUMMARY

We present three methods to solve "Non-Balance Resistors Bridge Circuit" problem, which is a difficult physical problem in the senior high school: voltage-button, star - triangle equivalent transformation, Kirchoff methods. The general direction helps students and teachers acquiring more detail quantities in problem which has the circuit.