

ỦY BAN NHÂN DÂN TỈNH GIA LAI
TRƯỜNG CAO ĐẲNG GIA LAI



GIÁO TRÌNH
MÔN HỌC: MẠCH ĐIỆN
NGHỀ: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP
TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

Ban hành kèm theo Quyết định số 943/QĐ-TCDGL ngày 25 tháng 10 năm 2022 của Hiệu trưởng Trường Cao đẳng Gia Lai

Gia Lai, năm 2022

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

TaiLieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Hiện nay, trên thị trường có rất nhiều “Giáo trình Mạch điện” do nhiều tác giả khác nhau biên soạn. Vì vậy, đối với đối tượng là học sinh, sinh viên ngành Điện công nghiệp ở các trường Cao đẳng, Trung cấp việc chọn một giáo trình Mạch điện phù hợp phục vụ cho việc học tập là rất khó.

Cuốn “Giáo trình Mạch điện” này chúng tôi biên soạn cho học sinh, sinh viên học ngành Điện công nghiệp ở trường Cao đẳng và Trung cấp nhằm cung cấp những nội dung cơ bản nhất về Mạch điện.

Giáo trình được biên soạn dựa trên chương trình môn học Mạch điện, cấu trúc chung của từng chương gồm có phần lý thuyết, bài tập có hướng dẫn và bài tập tự đề học sinh, sinh viên tự nghiên cứu.

Nội dung của giáo trình gồm 4 chương

Chương 1: Các khái niệm cơ bản về mạch điện

Chương 2: Mạch điện một chiều

Chương 3: Dòng điện xoay chiều hình sin

Chương 4: Mạch điện ba pha

Mặc dù có nhiều cố gắng trong khi biên soạn, nhưng chắc chắn giáo trình không tránh khỏi những khiếm khuyết. Chúng tôi rất mong nhận được góp ý chân thành của bạn đọc.

Gia Lai, ngày 25 tháng 10 năm 2022

Tham gia biên soạn

1. Huỳnh Ngọc Thuận - *Chủ biên*
2. Phạm Văn Hoan

MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU	3
MỤC LỤC	4
CHƯƠNG 1: CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MẠCH ĐIỆN	6
1.1. Mạch điện và mô hình	6
1.2. Các khái niệm cơ bản trong mạch điện	9
1.3. Các phép biến đổi tương đương	10
CHƯƠNG 2: MẠCH ĐIỆN MỘT CHIỀU	16
2.1. Các định luật và biểu thức cơ bản trong mạch một chiều	16
2.2. Giải mạch điện một chiều	18
CHƯƠNG 3: DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU HÌNH SIN	25
3.1. Khái niệm về dòng điện xoay chiều hình sin	25
3.2. Giải mạch điện xoay chiều không phân nhánh	28
3.3. Giải mạch điện xoay chiều phân nhánh	36
CHƯƠNG 4: MẠCH ĐIỆN BA PHA	42
4.1. Khái niệm chung	42
4.2. Sơ đồ đấu dây trong mạch điện 3 pha đối xứng	44
4.3. Công suất mạch điện ba pha đối xứng	46
4.4. Giải mạch điện ba pha đối xứng	47
TÀI LIỆU THAM KHẢO	54

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: Mạch điện

Mã môn học: MH07

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học:

- Vị trí: Môn học này phải học trước tiên trong số các môn học chuyên môn.
- Tính chất: Là môn học chuyên ngành cơ sở trong chương trình đào tạo ngành Điện công nghiệp, trình độ Cao đẳng
- Ý nghĩa và vai trò của môn học: Môn học này đóng vai trò quan trọng đối với sinh viên ngành Điện trong việc phân tích và giải thích được các khái niệm cơ bản trong mạch điện. Người học có thể vận dụng được các biểu thức tính toán cơ bản để giải quyết các bài toán mạch điện một chiều, xoay chiều một pha và xoay chiều ba pha trong thực tế.

Mục tiêu môn học:

- Về kiến thức: Phát biểu các khái niệm, định luật, định lý cơ bản trong mạch điện một chiều, xoay chiều một pha, xoay chiều ba pha.
- Về kỹ năng:
 - + Vận dụng các biểu thức để tính toán các thông số kỹ thuật trong mạch điện một chiều, xoay chiều một pha, xoay chiều ba pha ở trạng thái xác lập.
 - + Vận dụng các phương pháp phân tích, biến đổi mạch để giải các bài toán về mạch điện hợp lý.
 - + Giải thích một số ứng dụng đặc trưng theo quan điểm của kỹ thuật điện.
- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm: Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ khi làm bài tập; tư duy sáng tạo trong học tập.

Nội dung của môn học:

Số TT	Tên chương, mục	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành	Kiểm tra
1	Chương 1: Các khái niệm cơ bản về mạch điện	08	8	0	0
2	Chương 2: Mạch điện một chiều	16	15	0	01
3	Chương 3: Dòng điện xoay chiều hình sin	20	18	0	02
4	Chương 4: Mạch điện ba pha	16	15	0	01
	Cộng:	60	56	0	04

CHƯƠNG I: CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MẠCH ĐIỆN

Mã chương: MH07 – 01

Thời gian: 08 giờ (LT: 08; TH: 00; KT: 0)

Giới thiệu:

Mạch điện thực bao gồm nhiều thiết bị điện có thực. Khi nghiên cứu tính toán trên mạch điện thực, ta phải thay thế mạch điện thực bằng mô hình mạch điện.

Mô hình mạch điện còn được gọi là sơ đồ thay thế mạch điện, trong đó kết cấu hình học và quá trình năng lượng giống như ở mạch điện thực, song các phần tử của mạch điện thực đã được mô hình bằng các phần tử nguồn (nguồn dòng, nguồn áp) và các phần tử tải (như điện trở R, điện cảm L và điện dung C).

Mô hình mạch điện được sử dụng rất thuận lợi trong việc nghiên cứu và tính toán mạch điện và thiết bị điện. Vì vậy, việc giải thích và phân tích được các khái niệm cơ bản trong mạch điện là điều cần thiết đối với sinh viên ngành Điện công nghiệp.

Mục tiêu:

- Phân tích được nhiệm vụ, vai trò của các phần tử cấu thành mạch điện như: nguồn điện, dây dẫn, phụ tải,...;
- Giải thích được cách xây dựng mô hình mạch điện, các phần tử chính trong mạch điện;
- Phân tích và giải thích được các khái niệm cơ bản trong mạch điện, hiểu và vận dụng được các biểu thức tính toán cơ bản;
- Vận dụng linh hoạt các phép biến đổi tương đương để giải các bài tập cụ thể.

Nội dung chính

1.1. Mạch điện và mô hình

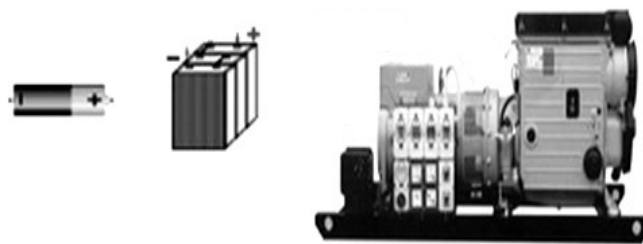
1.1.1. Mạch điện

Mạch điện là tập hợp các thiết bị điện, được nối với nhau bằng các dây dẫn thành những vòng kín trong đó có dòng điện đi qua.

Như vậy mạch điện bao gồm:

* Nguồn là phần tử dùng cung cấp năng lượng điện hoặc tín hiệu điện cho mạch.

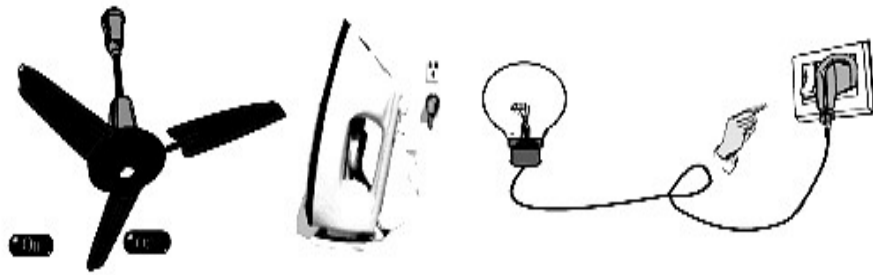
Vd: Máy phát điện (biến đổi cơ năng thành điện năng), ắc quy (biến đổi hoá năng thành điện năng), cảm biến nhiệt (biến đổi tín hiệu nhiệt thành tín hiệu điện) (hình 1.1)



Hình 1.1. Nguồn điện

* Tải là phần tử tiêu tán năng lượng điện (nhận năng lượng điện hay tín hiệu điện để biến thành dạng năng lượng khác) (hình 1.3)

Vd: Động cơ điện, đèn điện (biến điện năng thành quang năng), bếp điện



Hình 1.2. Phụ tải

* Dây dẫn

Dây dẫn là dây dẫn điện nối từ nguồn đến các phụ tải hoặc nối giữa các phụ tải với nhau.

1.1.2. Mô hình mạch điện

Mạch điện thực bao gồm nhiều thiết bị điện có thực. Khi nghiên cứu tính toán trên mạch điện thực, ta phải thay thế mạch điện thực bằng mô hình mạch điện.

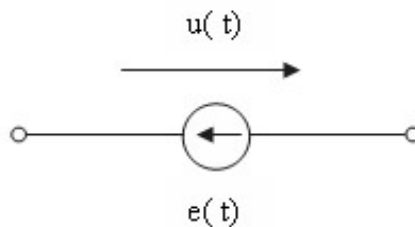
Mô hình mạch điện còn được gọi là sơ đồ thay thế mạch điện, trong đó kết cấu hình học và quá trình năng lượng giống như ở mạch điện thực, song các phần tử của mạch điện thực đã được mô hình bằng các phần tử nguồn (nguồn dòng, nguồn áp) và các phần tử tải (như điện trở R , điện cảm L và điện dung C).

Mô hình mạch điện được sử dụng rất thuận lợi trong việc nghiên cứu và tính toán mạch điện và thiết bị điện.

1.1.2.1. Phần tử nguồn

a. Nguồn điện áp $u(t)$

Nguồn điện áp đặc trưng cho khả năng tạo nên và duy trì một điện áp trên hai cực của nguồn.



Hình 1.3. Nguồn áp

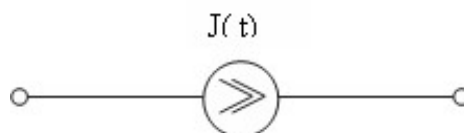
Nguồn điện áp còn được biểu diễn bằng một sức điện động $e(t)$ (hình 1.3).

Chiều $e(t)$ từ điểm điện thế thấp đến điểm điện thế cao. Chiều điện áp theo quy ước từ điểm có điện thế cao đến điểm điện thế thấp:

$$u(t) = -e(t)$$

b. Nguồn dòng điện $J(t)$

Nguồn dòng điện $J(t)$ đặc trưng cho khả năng của nguồn điện tạo nên và duy trì một dòng điện cung cấp cho mạch ngoài (hình 1.4)



Hình 1.4. Nguồn dòng

1.1.2.2. Phần tử tải

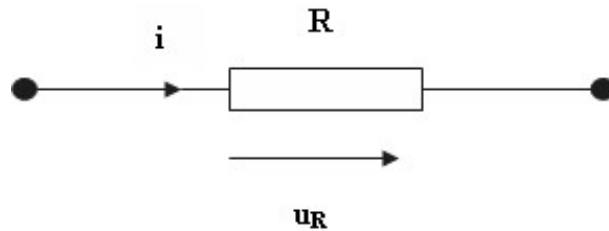
a. Điện trở R

Điện trở R đặc trưng cho quá trình tiêu thụ điện năng và biến đổi điện năng sang dạng năng lượng khác như nhiệt năng, quang năng, cơ năng v...v.

Quan hệ giữa dòng điện và điện áp trên điện trở : $u_R = R \cdot i$ (hình 1.5)

Đơn vị của điện trở là Ohm (Ω)

Công suất điện trở tiêu thụ: $p = Ri^2$



Hình 1.5. Điện trở

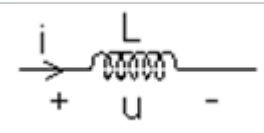
Điện dẫn G : $G = 1/R$. Đơn vị điện dẫn là SiMen (S)

Điện năng tiêu thụ trên điện trở trong khoảng thời gian t :

$$A = \int_0^t p dt = \int_0^t Ri^2 dt$$

Khi $i = \text{const}$ ta có $A = Ri^2 \cdot t$

b. Điện cảm L



Khi có dòng điện i chạy trong cuộn dây W vòng sẽ sinh ra từ thông móc vòng với cuộn dây: $\psi = W \cdot \Phi$

Điện cảm của cuộn dây: $L = \psi/i = W \cdot \Phi/i$

Đơn vị điện cảm là Henry (H).

Nếu dòng điện i biến thiên thì từ thông cũng biến thiên và theo định luật cảm ứng điện từ trong cuộn dây xuất hiện sức điện động tự cảm:

$$e_L = -d\psi/dt = -L \cdot di/dt$$

Quan hệ giữa dòng điện và điện áp:

$$u_L = -e_L = L \cdot di/dt$$

Công suất tức thời trên cuộn dây:

$$p_L = u_L \cdot i = Li \cdot di/dt$$

Năng lượng từ trường của cuộn dây:

$$W_M = \int_0^t p_L dt = \int_0^i Li di = 1/2 Li^2$$

Điện cảm L đặc trưng cho quá trình trao đổi và tích lũy năng lượng từ trường của cuộn dây.

c. Điện dung C

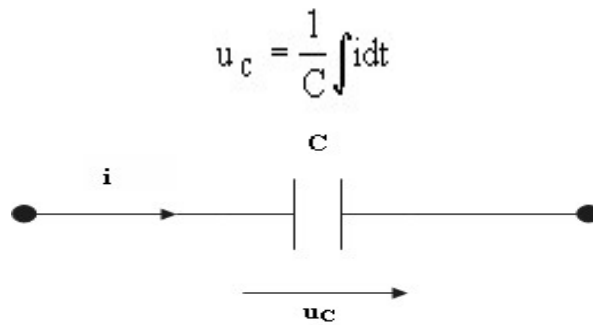
Khi đặt điện áp u_c hai đầu tụ điện (hình 1.6), sẽ có điện tích q tích lũy trên bản tụ điện:

$$q = C \cdot u_c$$

Nếu điện áp u_c biến thiên sẽ có dòng điện dịch chuyển qua tụ điện:

$$i = dq/dt = C \cdot du_c/dt$$

Ta có:



Hình 1.6: Điện dung

Công suất tức thời của tụ điện:

$$p_c = u_c \cdot i = C \cdot u_c \cdot du_c / dt$$

Năng lượng điện trường của tụ điện:

$$W_E = \int_0^t p_c dt = \int_0^u C u_c du_c = \frac{1}{2} C u^2$$

Điện dung C đặc trưng cho hiện tượng tích lũy năng lượng điện trường (phóng tích điện năng) trong tụ điện.

Đơn vị của điện dung là F (Fara) hoặc μF

1.2. Các khái niệm cơ bản trong mạch điện

1.2.1. Dòng điện và chiều quy ước của dòng điện

Dòng điện là dòng chuyển dịch có hướng của các điện tích. Lượng điện tích dịch chuyển qua một bề mặt nào đó (tiết diện ngang của dây dẫn, nếu là dòng điện chạy trong dây dẫn) trong một đơn vị thời gian được gọi là cường độ dòng điện.

$$I(t) = \frac{dQ(t)}{dt}$$

Đơn vị của dòng điện là ampere (A)

Dòng điện trong một nhánh của mạch điện được xác định bởi chiều (kí hiệu) và độ lớn (giá trị đại số). Chiều dòng điện được định nghĩa là chiều chuyển động của các điện tích dương. Để tiện lợi người ta chọn tùy ý một chiều nào đó và kí hiệu bằng mũi tên và gọi là chiều dương của dòng điện. Khi đó tại một thời điểm nào đó chiều dòng điện trùng với chiều dương thì I sẽ mang dấu dương ($I > 0$) còn nếu như chiều dòng điện ngược với chiều dương thì I sẽ âm ($I < 0$).

Các dòng điện ở mỗi nhánh khác nhau ta phải ký hiệu bằng các ký hiệu khác nhau

1.2.2. Cường độ dòng điện

Cường độ dòng điện là đại lượng đặc trưng cho độ mạnh yếu của dòng điện hay đặc trưng cho số lượng các điện tử đi qua tiết diện của vật dẫn trong một đơn vị thời gian.

Trong điện tử học, dòng điện là dòng chuyển động của electron trong dây dẫn điện kim loại, trong các điện trở, hay là dòng chuyển động của các ion trong pin, hay dòng chảy của các hố điện tử trong vật liệu bán dẫn.

Cường độ dòng điện tùy mức độ mạnh yếu sẽ có ảnh hưởng nhất định tới sức khỏe của con người. Với cường độ dòng điện mạnh có thể gây tử vong.

Trong hệ SI, cường độ dòng điện có đơn vị Ampe.

$$I = Q/t = (q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n)/t$$

Cường độ dòng điện trung bình trong một khoảng thời gian được định nghĩa bằng thương số giữa điện lượng chuyển qua bề mặt được xét trong khoảng thời gian đó và khoảng thời gian đang xét.

$$I_{tb} = \Delta Q / \Delta t$$

Trong đó:

- I_{tb} là cường độ dòng điện trung bình, đơn vị là A (ampe)
- ΔQ là điện lượng chuyển qua bề mặt được xét trong khoảng thời gian Δt , đơn vị là C (coulomb)

- Δt là khoảng thời gian được xét, đơn vị là s (giây)

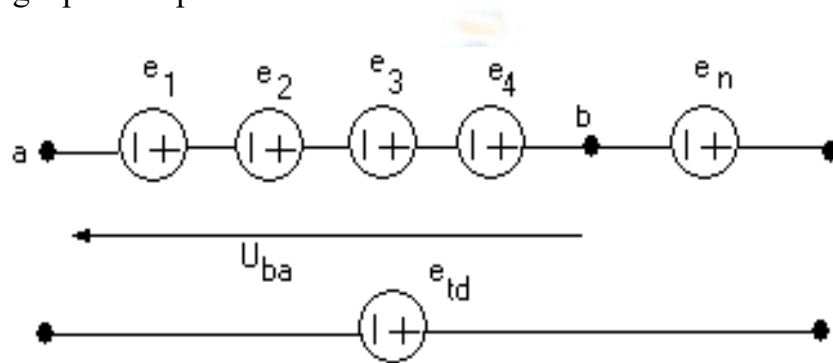
Khi khoảng thời gian được xét vô cùng nhỏ, ta có cường độ dòng điện tức thời:

$$I = dQ/dt$$

1.3. Các phép biến đổi tương đương

Để đơn giản hoá mạch làm cho số nút giảm đi người ta sử dụng các phép biến đổi, và trong các phép biến đổi đó có phép biến đổi tương đương là thường sử dụng nhất trong khi giải toán lý thuyết mạch. Phép biến đổi tương đương thường dùng:

1.3.1. Nguồn áp ghép nối tiếp

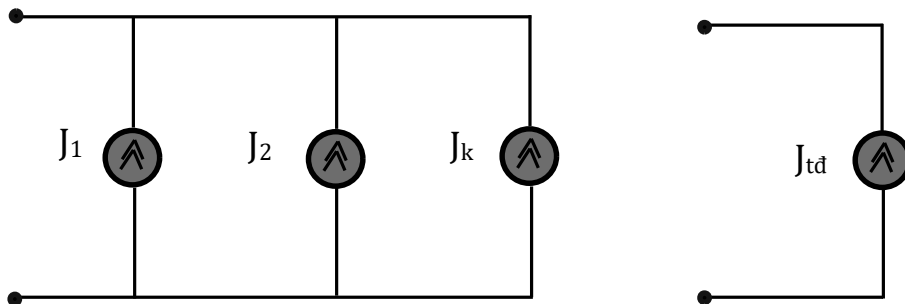


$$e_{td} = \sum_K \pm e_K$$

$$U_{ba} = e_1 + e_2 + e_3 + e_4$$

Số phần tử = số nhánh

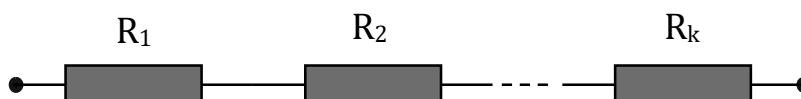
1.3.2. Nguồn dòng ghép song song



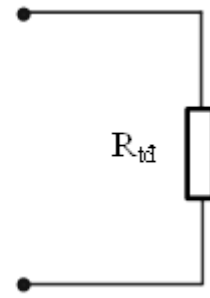
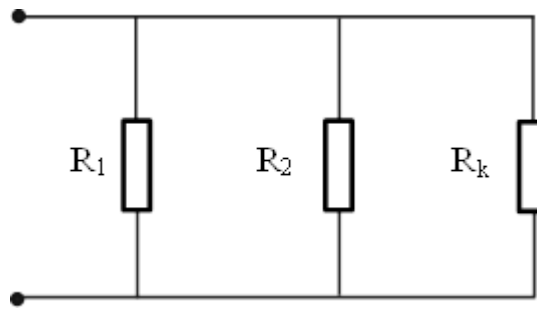
$$J_{td} = \sum_K \pm J_K$$

$$J = J_1 + J_2 + J_3$$

1.3.3. Điện trở ghép nối tiếp, song song



$$R_{td} = \sum_K R_K$$

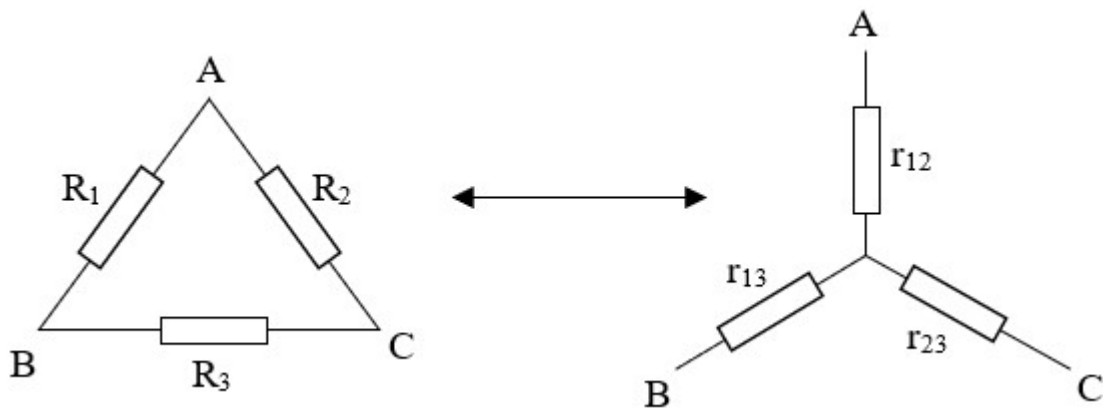


$$\frac{1}{R_{td}} = \sum_K \frac{1}{R_K}$$

1.3.4. Biến đổi Tam giác – Sao và Sao – Tam giác

1.3.4.1. Lý thuyết liên quan

a. Biến đổi tam giác - Sao:



$$R_{12} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 \times R_2}{R_3}$$

$$R_{23} = R_2 + R_3 + \frac{R_2 \times R_3}{R_1}$$

$$R_{13} = R_1 + R_3 + \frac{R_1 \times R_3}{R_2}$$

$$\text{Nếu } R_1 = R_2 = R_3 = R \rightarrow R_{12} = R_{23} = R_{31} = 3R$$

b. Biến đổi Sao – Tam giác:

$$R_1 = \frac{R_{12} \times R_{13}}{R_{12} + R_{13} + R_{23}}$$

$$R_2 = \frac{R_{12} \times R_{23}}{R_{12} + R_{13} + R_{23}}$$

$$R_3 = \frac{R_{13} \times R_{23}}{R_{12} + R_{13} + R_{23}}$$

Nếu $R_{12} = R_{23} = R_{31} = R \rightarrow R_1 = R_2 = R_3 = R/3$

1.3.4.2. Các bước thực hiện

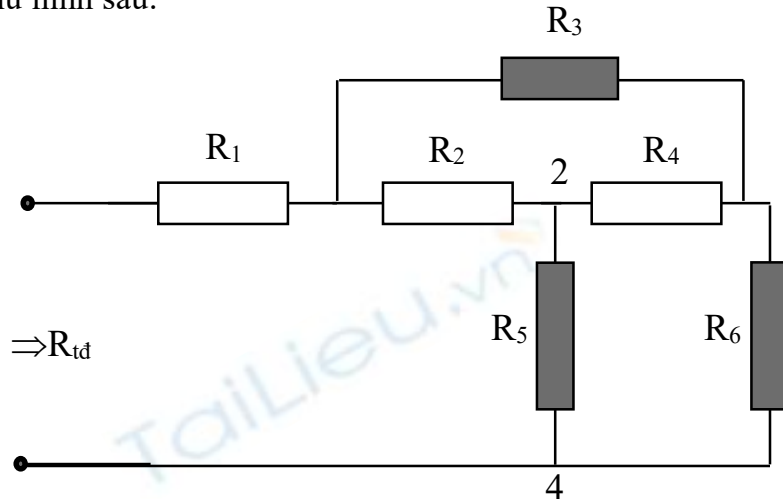
Bước 1: Đọc và phân tích mạch điện;

Bước 2: Vẽ sơ đồ mạch điện tương đương sau khi sử dụng phép biến đổi Tam giác $\Leftrightarrow$ Sao;

Bước 3: Áp dụng công thức phù hợp để giải.

1.3.4.3. Thực hành

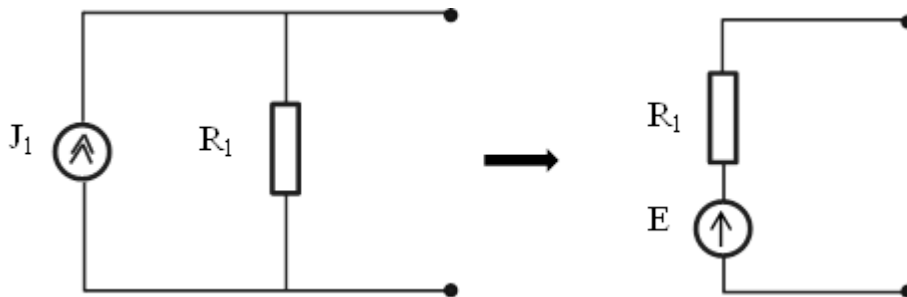
Cho sơ đồ như hình sau:



Biết: $R_1=25\Omega$; $R_2=10\Omega$; $R_3=30\Omega$; $R_4=20\Omega$; $R_5=5\Omega$; $R_6=15\Omega$. Tìm điện trở tương đương R_{td} .

1.3.5. Biến đổi tương đương giữa nguồn áp và nguồn dòng

1.3.5.1. Lý thuyết liên quan



Hoặc

$$E = J_1 \cdot R_1 \text{ (V)}$$

$$J_1 = E/R_1 \text{ (A)}$$

Như vậy khi thay thế một nguồn áp mắc nối tiếp với một điện trở thành nguồn dòng mắc song song với điện trở thì nguồn dòng có giá trị bằng nguồn áp chia cho điện trở đó. Tương đương cho trường hợp ngược lại (khi thay thế nguồn dòng thành nguồn áp).

1.3.5.2. Các bước thực hiện

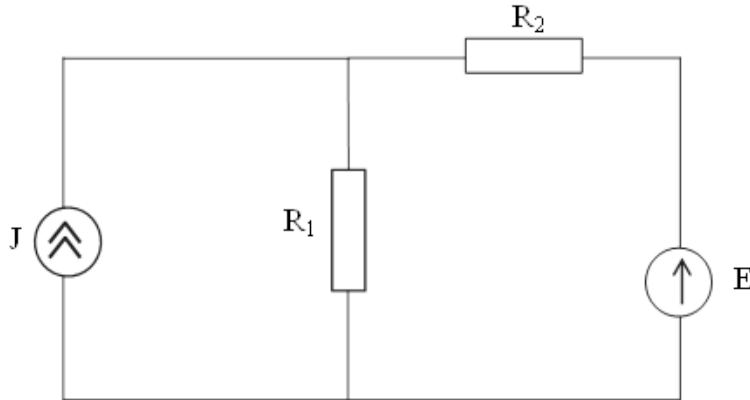
Bước 1: Đọc và phân tích mạch điện;

Bước 2: Vẽ sơ đồ mạch điện tương đương sau khi sử dụng phép biến đổi giữa nguồn áp và nguồn dòng;

Bước 3: Áp dụng công thức phù hợp để giải.

1.3.5.3. Thực hành

Cho sơ đồ như hình sau. Biết: $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $E = 16V$, $J = 2A$. Tìm dòng điện các nhánh.



Câu hỏi và bài tập

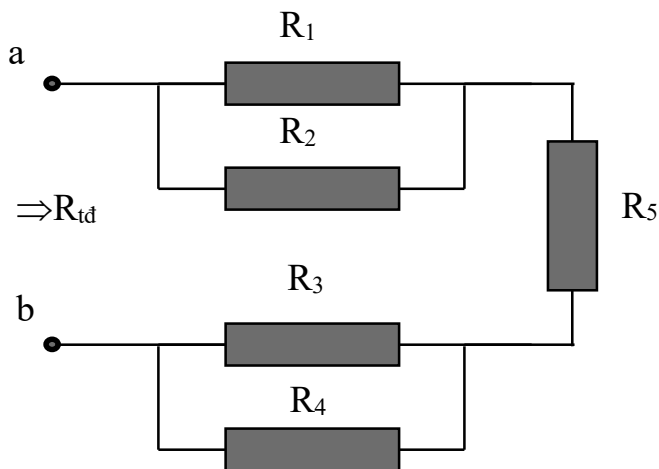
Câu hỏi 1: Mạch điện là gì? Mô hình mạch điện là gì?

Câu hỏi 2: Dòng điện là gì? Chiều dương của dòng điện quy ước như thế nào?

Câu hỏi 3: Nguồn áp là gì? Ký hiệu của nguồn áp như thế nào?

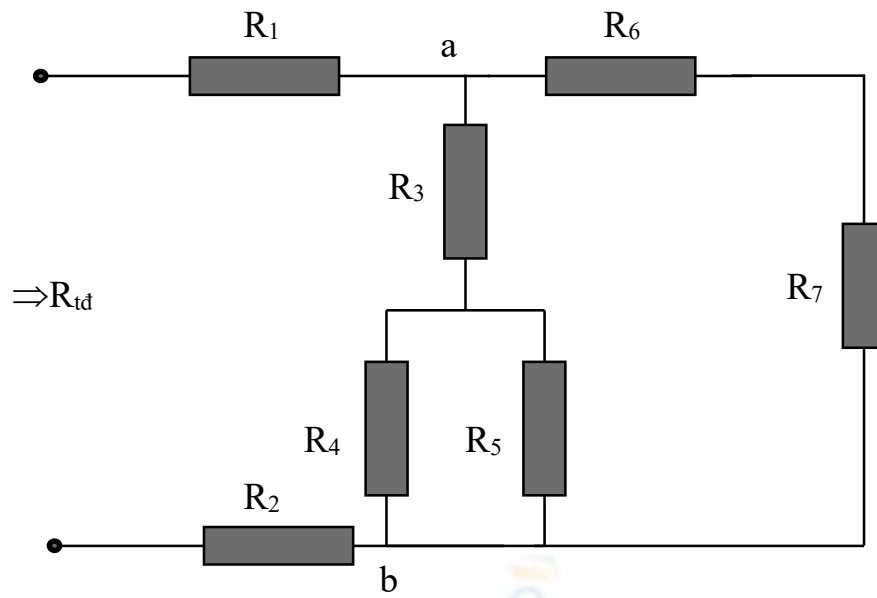
Câu hỏi 4: Nguồn dòng là gì? Ký hiệu của nguồn dòng như thế nào?

Bài tập 1: Cho sơ đồ như hình sau. Biết: $R_1 = 70\Omega$; $R_2 = 30\Omega$; $R_3 = 80\Omega$; $R_4 = 20\Omega$; $R_5 = 40\Omega$. Tìm điện trở tương đương R_{td} .

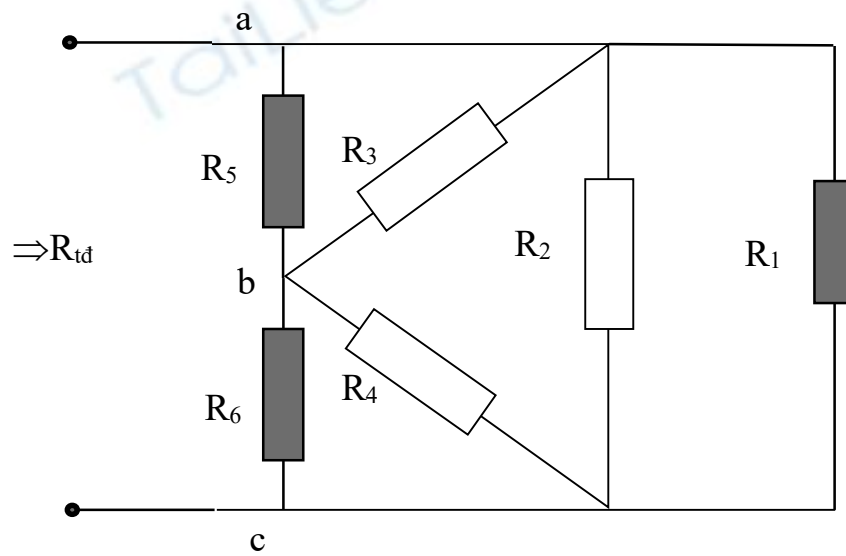


Bài tập 2: Cho sơ đồ như hình sau:

Biết: $R_1 = 4\Omega$; $R_2 = 8\Omega$; $R_3 = 2\Omega$; $R_4 = 6\Omega$; $R_5 = 3\Omega$; $R_6 = 1\Omega$; $R_7 = 5\Omega$. Tìm điện trở tương đương R_{td} .

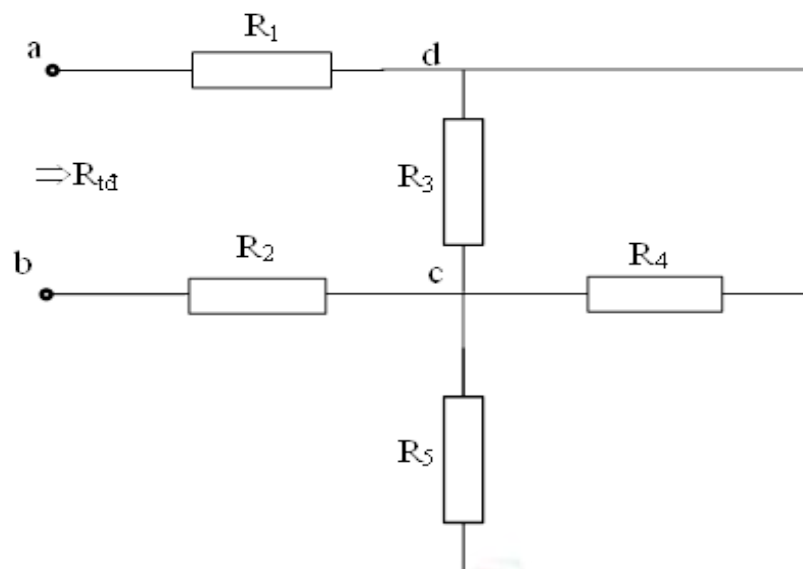


Bài tập 3: Cho sơ đồ như hình sau:



Biết: $R_1=12\Omega$; $R_2=3\Omega$; $R_3=8\Omega$; $R_4=6\Omega$; $R_5=8\Omega$. Tìm điện trở tương đương R_{td} .

Bài tập 4: Cho sơ đồ như hình sau:



Biết: $R_1=7\Omega$; $R_2=3\Omega$; $R_3=6\Omega$; $R_4=12\Omega$; $R_5=12\Omega$. Tìm điện trở tương đương R_{td}

CHƯƠNG 2: MẠCH ĐIỆN MỘT CHIỀU

Mã chương: MH07 – 02

Thời gian: 16 giờ (LT: 15; TH: 00; KT: 1)

Giới thiệu:

Mạch điện một chiều đóng vai trò quan trọng trong đời sống, đặc biệt là nguồn một chiều, như sử dụng trong các mạch điện tử, điện phân,.....Đặc điểm nổi bật của nguồn một chiều là rất ổn định.

Vì vậy, để có thể thấy rõ sự chuyển đổi năng lượng điện trong mạch một chiều và sự ổn định của nó, trong chương này sẽ giới thiệu các định luật cơ bản của mạch một chiều và các phương pháp giải để người học có thể vận dụng linh hoạt các biểu thức tính toán trong mạch điện một chiều (dòng điện, điện áp, công suất, điện năng, nhiệt lượng,...). Từ đó giải quyết được các vấn đề về thực tế như chọn tiết diện dây, công suất nguồn, công suất tải, loại tải,.....phù hợp với mục tiêu sử dụng.

Mục tiêu:

- Trình bày, giải thích và vận dụng linh hoạt các biểu thức tính toán trong mạch điện một chiều (dòng điện, điện áp, công suất, điện năng, nhiệt lượng,...);
- Tính toán các thông số (điện trở, dòng điện, điện áp, công suất, điện năng, nhiệt lượng) của mạch điện một nguồn, nhiều nguồn từ đơn giản đến phức tạp;
- Phân tích sơ đồ và chọn phương pháp giải mạch hợp lý;
- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ trong tính toán.

Nội dung chính

2.1. Các định luật và biểu thức cơ bản trong mạch một chiều

2.1.1. Định luật Ohm

Nội dung: “Cường độ dòng điện (I) chạy qua dây dẫn tỉ lệ thuận với hiệu điện thế (U) đặt vào hai đầu dây dẫn và tỉ lệ nghịch với điện trở (R) của dây”.

$$I = \frac{U}{R}$$

Trong đó: U: Hiệu điện thế, đơn vị là V.

I: Cường độ dòng điện, đơn vị là A.

R: điện trở, đơn vị là Ω

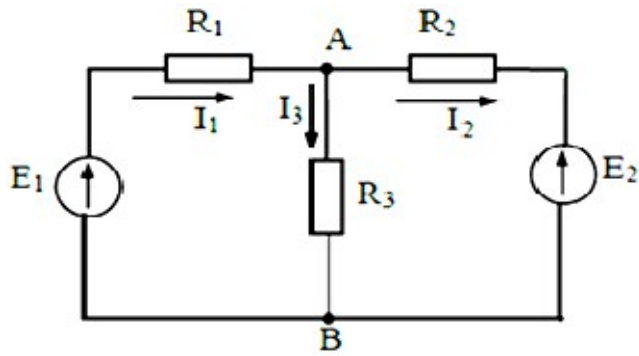
2.1.2. Định luật Kirchhoff

a, Kết cấu hình học của mạch điện:

- Nhánh: là 1 đoạn mạch có chứa một phần tử hoặc nhiều phần tử ghép nối tiếp nhau, trong đó có cùng một dòng điện chạy qua.
- Nút: là giao điểm gặp nhau của 3 nhánh trở lên.
- Vòng (mạch vòng): là một lối đi xuất phát từ một nút khép kín qua các nhánh và trở về chính nút đó. Một vòng mạch điện là sự kết hợp giữa các nút và các nhánh trong mạch điện đó.

Một mạch điện thực tế có thể được mô hình hoá thành mạch điện nguyên lý với các phần tử được tổ hợp sao cho sát với nguyên lý làm việc của thiết bị thật. Do vậy khi phân tích các mạch điện thực tế thì ta có thể tiến hành trên các mạch điện đã được mô hình hoá. Bước đầu tiên để phân tích các mạch điện này là cần phải xác định được số nút, số nhánh và số vòng của mạch điện.

Ví dụ 2.3: Cho mạch điện như hình dưới. Hãy cho biết mạch điện trên có bao nhiêu nhánh, bao nhiêu nút và bao nhiêu vòng ?



Lời giải:

Mạch điện trên gồm:

- Có 3 nhánh: Nhánh 1: gồm phần tử R_1 mắc nối tiếp với nguồn E_1 , nhánh 2: gồm phần tử R_2 mắc nối tiếp nguồn E_2 , nhánh 3: gồm phần tử R_3 .
- Có 2 nút: A và B
- Có 3 vòng: Vòng 1: nhánh 1, nhánh 3 nút A, nút B. Vòng 2: nhánh 2, nhánh 3, nút A, nút B. Vòng 3: nhánh 1, nhánh 2, nút A, nút B.

b, Định luật Kirchhoff 1:

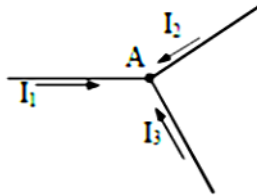
Định luật Kirchhoff 1 phát biểu cho một nút.

Nội dung: ***“Trong mạch điện, tổng đại số các dòng điện tại 1 nút bằng không”***

Biểu thức: $\sum_{\text{nút}} I = 0$

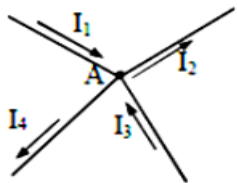
Quy ước: Nếu ta qui ước dòng điện đi vào nút mang dấu cộng (+), thì dòng điện đi ra nút mang dấu trừ (-) hoặc ngược lại.

Ví dụ 2.4: Cho mạch điện như hình dưới.



Xét tại nút A, theo định luật Kirchhoff 1 ta có: $I_1 + I_2 + I_3 = 0$

Ví dụ 2.5: Cho mạch điện như hình dưới



Xét tại nút A, theo định luật Kirchhoff 1 ta có: $I_1 - I_2 + I_3 - I_4 = 0$

c, Định luật Kirchhoff 2:

Định luật Kirchhoff 2 phát biểu cho mạch vòng kín.

Nội dung: **“Trong mạch điện, đi theo một vòng kín theo chiều tùy ý, tổng đại số các điện áp của các phần tử bằng không”.**

Biểu thức:
$$\sum_{\text{vòng kín}} U = 0$$

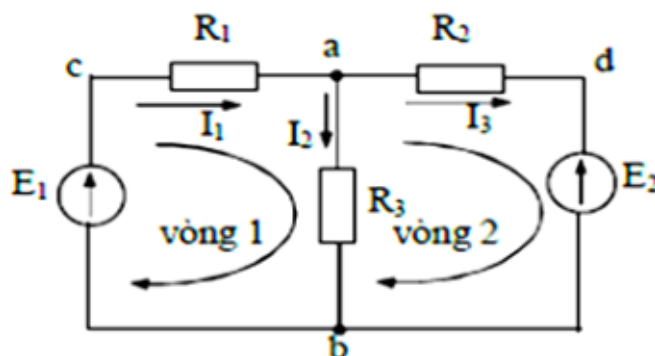
Hoặc có thể phát biểu như sau:

“Trong mạch điện, đi theo một vòng kín theo chiều tùy ý, tổng đại số các điện áp rơi trên các phần tử bằng tổng các sức điện động trong vòng kín đó”.

$$\sum U = \sum E$$

Trong đó những sức điện động và dòng điện có chiều trùng với chiều đi của vòng sẽ lấy dấu dương (+), ngược lại mang dấu âm (-).

Ví dụ 2.6: Cho mạch điện như hình dưới:



Phương trình viết theo định luật Kirchhoff 2:

Xét vòng 1 (a, b, c, a) theo định luật Kirchhoff 2 ta có: $U_{ab} + U_{bc} + U_{ca} = 0$

Xét vòng 2 (a, d, b, a) theo định luật Kirchhoff 2 ta có: $U_{ad} + U_{db} + U_{ba} = 0$

2.1.3. Công suất và điện năng trong mạch một chiều

2.1.3.1. Công suất

Công suất điện của một đoạn mạch là công suất tiêu thụ điện năng của đoạn mạch đó và có trị số bằng điện năng mà đoạn mạch tiêu thụ trong một đơn vị thời gian. Hoặc bằng tích hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện chạy qua đoạn mạch đó.

$$P = U \cdot I = R \cdot I^2$$

Trong đó: P – Công suất, đơn vị là oát (W)

2.1.3.2. Điện năng

Khi đặt một điện áp U vào hai đầu đoạn mạch có chứa phần tử tiêu thụ điện năng, các điện tích tự do trong đoạn mạch chịu tác dụng của lực điện. Sự chuyển dời có hướng của các điện tích này sinh ra dòng điện chạy qua đoạn mạch, khi đó lực điện thực hiện một công.

Nếu dòng điện có cường độ I thì sau thời gian t sẽ có một lượng điện tích $q = I \cdot t$ di chuyển trong đoạn mạch và khi đó lực điện thực hiện một công là A

$$A = U \cdot q = U \cdot I \cdot t$$

Trong đó: A – Điện năng, đơn vị jun (J) hay oát giây (Ws)

Vậy: Điện năng tiêu thụ của đoạn mạch bằng tích của điện áp giữa hai đầu đoạn mạch với cường độ dòng điện và thời gian dòng điện chạy qua đoạn mạch đó.

2.2. Giải mạch điện một chiều

2.2.1. Giải bằng phương pháp biến đổi điện trở

2.2.1.1. Nội dung:

Phương pháp này áp dụng các phép biến đổi điện trở như: biến đổi các điện trở mắc nối tiếp, biến đổi các điện trở mắc song song, biến đổi các điện trở nối $Y \Leftrightarrow \Delta$.

2.2.1.2. Các bước giải:

Bước 1: Đưa mạch điện phân nhánh về mạch điện không phân nhánh, bằng cách thay các nhánh song song bằng một nhánh có điện trở tương đương.

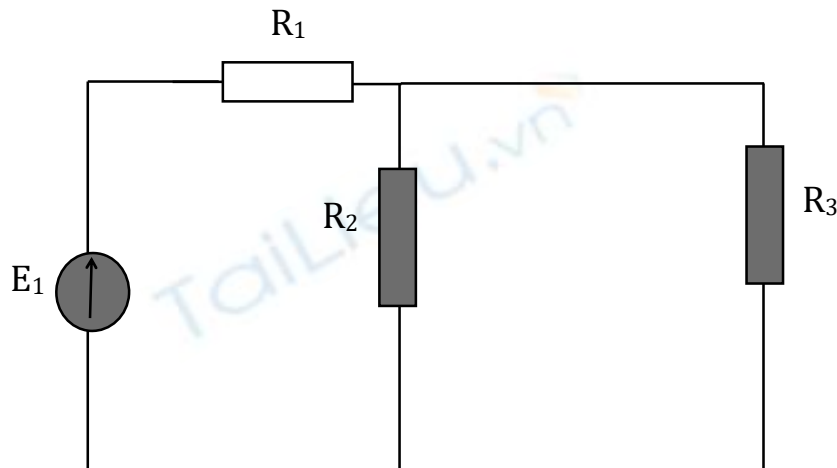
Bước 2: Áp dụng định luật Ohm cho toàn mạch để tính dòng điện qua nhánh chính.

Bước 3: Tính dòng điện ở các nhánh song song theo các công thức sau:

$$I_1 = \frac{R_{td}}{R_1} * I, I_2 = \frac{R_{td}}{R_2} * I, \dots, I_n = \frac{R_{td}}{R_n} * I$$

2.2.1.3. Thực hành:

Cho mạch điện như hình vẽ sau:



Biết: $R_1 = 4\Omega$; $R_2 = 6\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $E = 12V$. Tìm dòng điện các nhánh và công suất của nguồn.

2.2.2. Giải bằng phương pháp xếp chồng dòng điện

2.2.2.1. Nội dung:

Phương pháp này dựa trên tính chất xếp chồng của mạch điện tuyến tính. Trong mạch điện tuyến tính có nhiều nguồn tác dụng, dòng điện, điện áp trên nhánh được xác định bằng cách xếp chồng các dòng điện, điện áp do từng nguồn tác dụng riêng rẽ gây ra.

Khi cho từng nguồn tác dụng, các nguồn còn lại phải được triệt tiêu (nếu là nguồn áp thì ngắn mạch, nếu là nguồn dòng thì hở mạch)

2.2.2.2. Các bước giải:

Bước 1: Chọn dòng điện qua các nhánh làm ẩn số

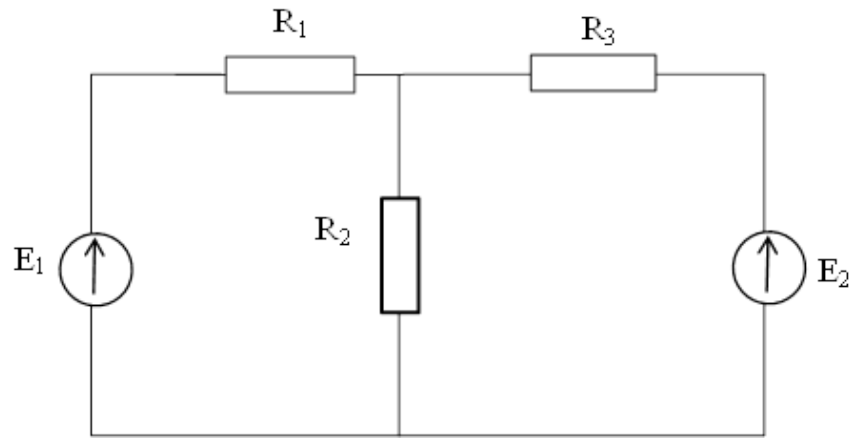
Bước 2: Cho từng nguồn một tác động, các nguồn còn lại xem như bằng 0. Giải tìm dòng điện ứng với từng nguồn tác động.

Bước 3: Tính dòng điện nhánh bằng tổng đại số các dòng điện khi cho từng nguồn tác động.

* *Chú ý: Các dòng điện cùng chiều mang dấu dương và ngược lại.*

2.2.2.3. Thực hành:

Cho mạch điện như hình vẽ với các thông số sau: $E_1 = 30V$, $E_2 = 12V$, $R_1 = R_2 = R_3 = 4\Omega$. Tính dòng điện trong các nhánh theo phương pháp xếp chồng dòng điện.



2.2.3. Giải bằng phương pháp ứng dụng định luật Kirchhoff

2.2.3.1. Phương pháp dòng điện nhánh:

2.2.3.1.1. Nội dung:

Phương pháp dòng điện nhánh dựa trên 2 định luật Kirchhoff, ẩn số là dòng điện các nhánh.

$$\begin{cases} \sum I = 0 \\ \sum U = 0 \end{cases}$$

Nếu mạch có d – nút và n – nhánh thì số phương trình độc lập cần xác định:

Theo định luật Kirchhoff 1: $(d-1)$ phương trình.

Theo định luật Kirchhoff 2: $n-(d-1)$ phương trình.

2.2.3.1.2. Các bước giải:

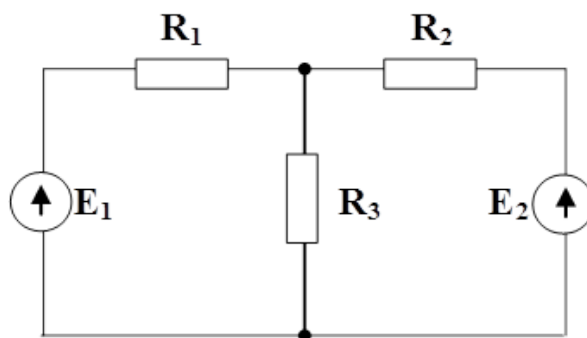
Bước 1: Xác định số phương trình độc lập theo định luật Kirchhoff 1 và Kirchhoff 2.

Bước 2: Tùy ý chọn chiều dòng điện nhánh và vòng.

Bước 3: Lập và giải hệ phương trình, tìm nghiệm.

2.2.3.1.3. Thực hành:

Cho mạch điện như hình vẽ với các thông số sau: $E_1 = 30V$, $E_2 = 12V$, $R_1 = R_2 = R_3 = 4\Omega$. Tính dòng điện trong các nhánh theo phương pháp dòng điện nhánh.



2.2.3.2. Phương pháp dòng điện vòng:

2.2.3.2.1. Nội dung:

Phương pháp dòng điện vòng dựa trên định luật Kirchhoff 2, ẩn số là dòng điện vòng.

$$\sum U = \sum E$$