

CHƯƠNG 1

CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN TRONG MẠCH ĐIỆN

Giới thiệu:

Để khảo sát các thiết bị điện cần phải tìm ra qui luật các qui luật của các hiện tượng, các quá trình điện từ xảy ra trong thiết bị đó và xác định các thông số trạng thái, thông số đặc trưng của quá trình, đồng thời tìm cách mô tả qui luật bằng phương trình liên hệ giữa các thông số, để có được việc đó ta đưa mô hình mạch mạch điện vào để đánh giá

Mục tiêu:

- Phân tích được nhiệm vụ, vai trò của các phần tử cấu thành mạch điện như: nguồn điện, dây dẫn, phụ tải, thiết bị đo lường, đóng cắt...
- Giải thích được cách xây dựng mô hình mạch điện, các phần tử chính trong mạch điện. Phân biệt được phần tử lý tưởng và phần tử thực.
- 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.
- Rèn được tính cẩn thận, phương pháp học tư duy và nghiêm túc trong công việc.

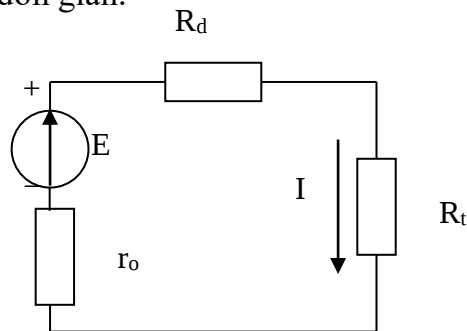
Nội dung chính:

1.1. Mạch điện và mô hình

1.1.1. Mạch điện.

Mạch điện là tập hợp các thiết bị điện nối với nhau bởi dây dẫn tạo thành những vòng kín để dòng điện chạy qua. Mạch điện gồm ba phần cơ bản: Nguồn điện, phụ tải và dây dẫn.

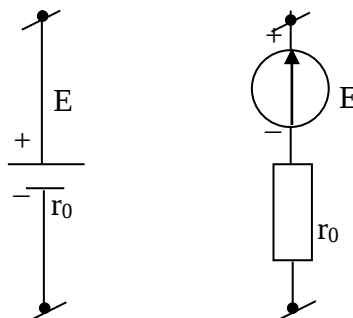
Ví dụ: Sơ đồ mạch điện đơn giản.



Hình 1.1. Sơ đồ mạch điện đơn giản

* **Nguồn điện:** Là thiết bị biến đổi các dạng năng lượng như cơ năng, hóa năng v.v... thành điện năng. Ví dụ: Máy phát điện, pin, ắc qui v.v...

- Ký hiệu:



Hình 1.2. Ký hiệu nguồn điện

Trong đó:

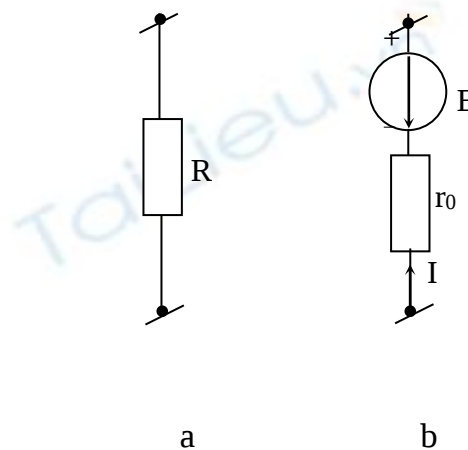
- E là sức điện động của nguồn điện, có chiều đi từ (-) nguồn về (+) nguồn.
- r_0 là điện trở trong của nguồn (nội trở).
- Dòng điện do nguồn điện tạo ra có chiều trùng với chiều sức điện động E .

* **Dây dẫn**: Để dẫn dòng điện từ nguồn tới nơi tiêu thụ, thường là dây đồng hoặc nhôm.

* **Phụ tải**: Là các thiết bị tiêu thụ điện năng, biến đổi điện năng thành các dạng năng lượng khác như cơ năng, nhiệt năng, quang năng v.v...

Ví dụ: Động cơ điện, đèn điện, bàn là điện v.v...

Khi tính toán, các phụ tải như đèn điện, bàn là điện v.v... được biểu diễn bằng điện trở thuần R (Hình 1-3.a), còn các phụ tải như động cơ điện được biểu diễn bởi điện trở trong r_0 nối tiếp với sức điện động E có chiều ngược với chiều dòng điện I chạy trong mạch (Hình 1-3.b).



Hình 1.3. Ký hiệu phụ tải

* Ngoài ra mạch điện còn có **phần tử phụ trợ** là các thiết bị đóng cắt (Cầu dao, rơ le...), thiết bị bảo vệ(Cầu chì, áp tô mát...), thiết bị đo lường (Vôn kế, Ampe kế...)

1.1.2: Các hiện tượng điện từ.

Các hiện tượng cảm ứng điện từ rất nhiều vẻ, như hiện tượng chỉnh lưu, biến áp, khuếch đại...

Tuy nhiên xét theo quan điểm năng lượng thì quá trình điện từ trong mạch điện có thể quy về hai hiện tượng năng lượng cơ bản :

- Hiện tượng biến đổi năng lượng.
- Hiện tượng tích phóng năng lượng điện từ...

1.1.3: Hiện tượng biến đổi năng lượng.

Hiện tượng biến đổi năng lượng có thể chia làm hai loại 2 loại:

-*Hiện tượng nguồn* : là hiện tượng biến đổi từ các dạng năng lượng khác như cơ năng, hóa năng, nhiệt năng ... thành năng lượng điện từ .

-*Hiện tượng tiêu tán*: là hiện tượng biến đổi năng lượng điện từ thành các dạng năng lượng khác như nhiệt, cơ, quang, hóa năng ...tiêu tán đi không hoàn trở lại trong mạch nữa.

1.1.4. Hiện tượng tích phóng năng lượng điện từ

Hiện tượng tích phóng năng lượng điện từ là hiện tượng năng lượng điện từ được tích vào một vùng không gian có tồn tại trường điện từ hoặc đưa từ vùng đó trở lại bên ngoài.

Để thuận tiện cho việc nghiên cứu người ta coi sự tồn tại của một trường điện từ thông nhất gồm hai mặt thể hiện:

+ *Trường điện và trường từ.*

Vì vậy hiện tượng tích phóng năng lượng điện từ cũng gồm hiện tượng tích phóng năng lượng trong trường từ và hiện tượng tích phóng năng lượng trong trường điện .

Bởi vì dòng điện và trường điện có liên quan chặt chẽ với nhau nên trong bất kì thiết bị điện nào cũng đều xảy ra cả hai hiện tượng biến đổi và tích phóng năng lượng .nhưng có thể trong một thiết bị thì hiện tượng năng lượng này xảy ra rất mạnh hơn so với hiện tượng năng lượng kia .

+ *Ví dụ:* Trong tụ điện , hiện tượng năng lượng chủ yếu xảy ra là hiện tượng tích phóng năng lượng trường điện. ngoài ra do điện môi giữa hai cực tụ có độ dẫn hữu hạn nào đó nên trong tụ xảy ra hiện tượng tiêu tán biến điện năng thành nhiệt năng.

Trong cuộn dây xảy ra chủ yếu là hiện tượng tích phóng năng lượng trường từ .ngoài ra dòng điện dẫn cũng gây ra tổn hao nhiệt trong dây dẫn của cuộn dây nên trong cuộn dây cũng xảy ra hiện tượng tiêu tán.

Trong cuộn dây cũng xảy ra hiện tượng tích phóng năng lượng trường điện nhưng thường rất yếu và có thể bỏ qua nếu tần số làm việc (và do đó tốc độ biến thiên của trường điện từ) không lớn lắm.

Trong điện trở thực ,hiện tượng chủ yếu xảy ra là hiện tượng tiêu tán biến đổi năng lượng trường từ thành điện năng.nếu trường điện từ biến thiên không lớn lắm ,có thể bỏ qua dòng điện dịch (giữa các vòng dây quấn hoặc giữa các lớp điện trở) so với dòng điện dẫn và bỏ qua sức điện động cảm ứng so với sụt áp trên điện trở, nói cách khác bỏ qua hiện tượng tích phóng năng lượng điện từ .

Trong ắc qui xảy ra nguồn biến đổi từ hóa năng sang điện năng ,đồng thời cũng xảy ra hiện tượng tiêu tán.

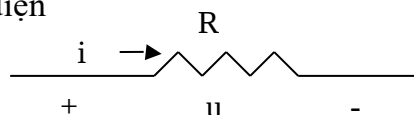
1.1.5. Mô hình mạch điện.

Mô hình mạch dùng trong lý thuyết mạch điện, được xây dựng từ các phần tử mạch lý tưởng sau đây:

1.1.5.1. Phần tử điện trở :

Là phần tử đặc trưng cho hiện tượng tiêu tán năng lượng điện từ

Kí hiệu của phần tử điện



Hình 1.4. Phần tử điện trở

Quan hệ giữa dòng và áp trên hai cực và phần tử điện trở ở dạng $u=Ri$ trong đó R là một thông số cơ bản của mạch điện đặc trưng cho hiện tượng tiêu tán năng lượng, gọi là điện trở.

Ta biết rằng dòng điện là dòng các điện tích chuyển dời có hướng, khi di chuyển trong vật dẫn thì các điện tích sẽ va chạm với các phân tử, nguyên tử và truyền bớt động năng cho chúng. Đại lượng đặc trưng cho mức độ va chạm đó gọi là điện trở của vật dẫn.

Ký hiệu: **R**

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

Trong đó:

- ρ là điện trở suất của vật dẫn ($\Omega\text{mm}^2/\text{m} = 10^{-6}\Omega\text{m}$)
- l là chiều dài (m)
- S là tiết diện (mm^2)

Vậy: Điện trở của vật dẫn tỷ lệ thuận với chiều dài, tỷ lệ nghịch với tiết diện và phụ thuộc vào vật liệu làm nên vật dẫn đó.

Đơn vị: Ω (Ôm)

Các ước số và bội số của Ω là: $\text{m}\Omega$, $\mu\Omega$, $\text{M}\Omega$, $\text{K}\Omega$.

$$1\Omega = 10^{-6}\text{M}\Omega$$

$$1\Omega = 10^{-3}\text{K}\Omega$$

$$1\Omega = 10^3\text{m}\Omega$$

$$1\Omega = 10^6\mu\Omega$$

* Nghịch đảo của điện trở gọi là điện dẫn: g

$$g = \frac{1}{R} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{S}{l} = \gamma \cdot \frac{S}{l}$$

Trong đó:

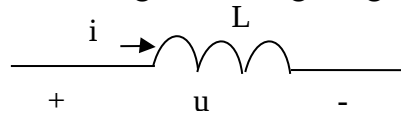
- γ là điện dẫn suất (Sm/mm^2), $\gamma = 1/\rho$

Điện dẫn suất phụ thuộc vào bản chất dẫn điện của từng vật liệu, điện dẫn suất càng lớn thì vật dẫn điện càng tốt.

Đơn vị: S (Simen) ($1\text{S} = 1/\Omega$)

1.1.5.2. Phần tử điện cảm :

Là phần tử đặc trưng cho hiện tượng tích nhong năng lượng trường từ
Kí hiệu:



Hình 1.5. Phần tử điện cảm

Quan hệ giữa dòng và áp trên phần tử điện cảm thường có dạng $u = L \frac{di}{dt}$ trong đó

L là một thông số cơ bản của mạch điện đặc trưng cho hiện tượng tích phong năng lượng trường từ gọi là điện cảm.

- Khi dòng điện qua một cuộn dây biến thiên thì từ thông móc vòng (ψ) của cuộn dây cũng thay đổi, nhưng tỷ số ψ/I luôn là hằng số, được gọi là hệ số tự cảm hay điện cảm của cuộn dây.

Ký hiệu: L

$$L = \frac{\psi}{I}$$

Trong đó:

- I là dòng điện chạy qua cuộn dây (A)
- ψ là từ thông móc vòng của cuộn dây(Wb)

Đơn vị: H (Henry)

Các ước số của H là: mH , μH

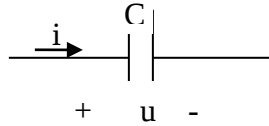
$$1\text{H} = 10^3\text{mH}$$

$$1\text{H} = 10^6\mu\text{H}$$

- Điện cảm là đại lượng đặc trưng cho khả năng lưu trữ từ của cuộn dây (trao đổi và tích lũy năng lượng từ trường của cuộn dây).

1.1.5.3. Phần tử điện dung:

Là phần tử đặc trưng cho hiện tượng tích phóng năng lượng trường điện



Hình 1.6. Phần tử điện dung:

Quan hệ giữa dòng điện và điện áp thường có dạng $i=Cdu/dt$ trong đó C gọi là điện dung là một thông số cơ bản của mạch điện đặc trưng cho hiện tượng tích phóng năng lượng trường điện.

Ta biết rằng điện thế luôn luôn tỷ lệ với điện tích gây ra điện trường. Khi điện tích của vật dẫn nhiễm điện tăng lên thì điện thế của vật cũng tăng theo, nhưng tỷ số giữa điện tích và điện thế của vật sẽ luôn là hằng số. Tỷ số này đặc trưng cho khả năng tích điện của vật gọi là điện dung của vật dẫn.

Vậy: Điện dung của vật dẫn là đại lượng được đo bằng tỷ số giữa điện tích của vật dẫn và điện thế của nó, là đại lượng đặc trưng cho khả năng tích điện của vật dẫn.

Ký hiệu: C

Trong đó:

$$C = \frac{q}{\varphi}$$

- q là điện tích của vật dẫn (C)
- φ là điện thế của vật dẫn (V)
- C là điện dung của vật dẫn

Đơn vị: F (Fara)

Các ước số của F là: μF , nF , pF

$$1F = 10^6\mu F$$

$$1F = 10^9nF$$

$$1F = 10^{12}pF$$

1.1.5.4. Phần tử nguồn :

Là phần tử đặc trưng cho hiện tượng nguồn. Phần tử nguồn gồm 2 loại. Phần tử nguồn áp và phần tử nguồn dòng.

Phương trình trạng thái của phần tử nguồn áp có dạng $u(t) = e(t)$, trong đó $e(t)$ không phụ thuộc dòng $i(t)$ chảy qua phần tử và được gọi sức điện động. Phương trình trạng thái của phần tử nguồn dòng có dạng $i(t) = j(t)$ trong đó $j(t)$ không phụ thuộc áp $u(t)$ trên 2 cực của phần tử $e(t)$ và $j(t)$ là 2 thông số cơ bản của mạch điện đặc trưng cho hiện tượng nguồn, đo khả năng phát của nguồn.

R , L , C , e , j là các thông số cơ bản của mạch điện, đặc trưng cho bản chất của quá trình điện từ (tiêu tán, tích phóng năng lượng điện trường hoặc từ trường hoặc hiện tượng nguồn)

Các phần tử điện trở, điện cảm, điện dung, nguồn áp, nguồn dòng là các phần tử lý tưởng cơ bản của mạch điện. Chúng là các phần tử 2 cực, ngoài ra để tiện lợi và chính xác hơn khi mô hình các phần tử thực có nhiều cực như: transistor, khuếch đại thuật toán, biến áp....

Người ta còn xây dựng thêm các phần tử lý tưởng nhiều cực như: các phần tử nguồn phụ thuộc, phần tử có Z hồ cảm, máy biến áp lý tưởng...

Bao gồm tất cả các thiết bị điện để biến đổi các dạng năng lượng khác nhau như: Cơ năng, hoá năng, nhiệt năng, thủy năng... thành điện năng.

Ví dụ :

+ Pin, ắc quy: Biến đổi hoá năng thành điện năng.

+ Máy phát điện: Biến đổi cơ năng thành điện năng.

+ Pin mặt trời biến đổi năng lượng bức xạ của mặt trời thành điện năng ...

Kí hiệu: E, e

Đơn vị : V (Vôn).

Các ước số và bội số của V là: μV , mV, KV, MV.

$$1 \mu\text{V} = 10^{-6}\text{V}$$

$$1\text{mV} = 10^{-3}\text{V}$$

$$1\text{KV} = 10^3\text{V}$$

$$1\text{MV} = 10^6\text{V}$$

1.1.5.5. Phần tử thực.

Một phần tử thực của mạch điện có thể được mô hình gần đúng bởi một hay tập hợp nhiều phần tử mạch lý tưởng được ghép nối với nhau theo một cách nào đó để mô tả gần đúng hoạt động của phần tử thực tế.

Hình là mô hình của các phần tử thực điện trở, tụ điện, cuộn dây.

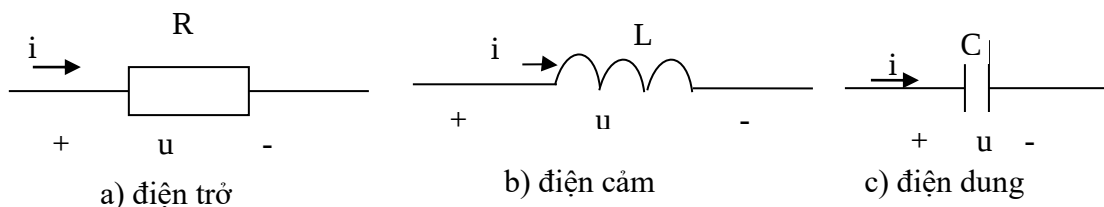
Các phần tử lý tưởng điện cảm L, điện dung C, điện trở R theo thứ tự phản ánh quá trình điện từ cơ bản xảy ra trong cuộn dây, tụ điện, điện trở thực.

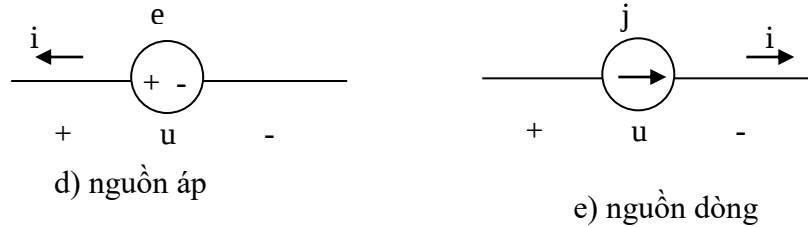
Ngoài ra trong các điều kiện cụ thể phải lưu ý đến các quá trình phụ xảy ra trong phần tử thực bằng cách bổ sung thêm vào các mô hình các phần tử phụ tương ứng .

Trong mô hình cuộn dây, ngoài phần tử điện cảm L đặc trưng cho quá trình cơ bản trong cuộn dây là quá trình tích phóng năng lượng trường từ, trong nhiều trường hợp cần lưu ý đến các điện trở r_L phản ánh tổn hao năng lượng trong cuộn dây và trong lõi thép ở tần số cao còn phải kể đến điện dung ký sinh giữa các vòng dây.

Mô hình của tụ điện trong đa số trường hợp gồm 2 phần tử điện dung C và điện trở r_C , trong đó phần tử điện dung là phần tử quan trọng nhất đặc trưng cho quá trình chủ yếu trong tụ điện là quá trình tích phóng năng lượng là trường điện, còn điện trở r_C là tính đến tổn hao trong điện môi. Nếu tần số làm việc rất cao thì phải lưu ý đến điện cảm L_C của dây nối.

Ở tần số cao trong mô hình của điện trở thực cũng phải lưu ý đến các tham số điện cảm L_r và điện dung C_r mà trong đa số các trường hợp có thể bỏ qua. Mỗi phần tử mạch lý tưởng tương ứng với một cách biểu diễn hình học ví dụ: hình 1-7.





Hình 1.7. Phần tử thực

1.2. Các khái niệm cơ bản trong mạch điện.

1.2.1. Dòng điện và chiều quy ước của dòng điện.

* *Khái niệm.*

Trong vật dẫn (kim loại hay dung dịch điện ly), các phần tử điện tích (điện tử tự do, ion +, ion -) chuyển động vì nhiệt theo mọi hướng và số phần tử trung bình qua mỗi đơn vị tiết diện thẳng của vật dẫn bằng 0.

Khi đặt vật dẫn trong điện trường, dưới tác dụng của lực điện trường sẽ làm cho các điện tích chuyển dời thành dòng, các điện tích +q sẽ chuyển dịch từ nơi có điện thế cao đến nơi có điện thế thấp, còn các điện tích -q dịch chuyển ngược lại, tạo thành dòng điện.

Vậy: Dòng điện là dòng chuyển dời có hướng của các điện tích dưới tác dụng của lực điện trường.

* *Chiều dòng điện:*

Quy ước chiều dòng điện trùng chiều dịch chuyển của điện tích (+). Nghĩa là ở mạch ngoài, dòng điện đi từ nơi điện thế cao đến nơi điện thế thấp.

* *Điều kiện để có dòng điện:*

Hai đầu dây dẫn hay vật dẫn phải có một hiệu điện thế (điện áp). Thiết bị duy trì điện áp là nguồn điện. Vậy muốn duy trì dòng điện trong vật dẫn thì phải nối chúng với một nguồn điện (pin, ắc qui, máy phát...)

1.2.2. Cường độ dòng điện:

Đại lượng đặc trưng cho độ lớn của dòng điện gọi là cường độ dòng điện.

- Kí hiệu: **I**.

Cường độ dòng điện là lượng điện tích dịch chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn trong một đơn vị thời gian.

$$I = \frac{q}{t}$$

Trong đó:

q: là điện tích qua tiết diện thẳng (C)

t: là thời gian (s)

- Đơn vị: **A**(Ampe)

Các ước số và bội số của A là: μA , mA, KA, MA

$$1 \mu A = 10^{-6} A$$

$$1 mA = 10^{-3} A$$

$$1 KA = 10^3 A$$

$$1 MA = 10^6 A$$

- Nếu lượng điện tích di chuyển qua vật dẫn không đều theo thời gian sẽ tạo ra dòng điện có cường độ thay đổi (dòng điện biến đổi).

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

- Nếu lượng điện tích di chuyển qua vật dẫn theo một hướng nhất định, với tốc độ không đổi sẽ tạo ra dòng điện một chiều (dòng điện một chiều). *Dòng điện một chiều là dòng điện có chiều và trị số không đổi theo thời gian.*

1.2.3. Mật độ dòng điện

Mật độ dòng điện là trị số của dòng điện trên một đơn vị diện tích.

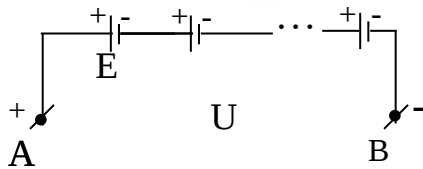
- Ký hiệu: J
- Đơn vị: A/mm^2 .

1.3. Các phép biến đổi tương đương.

1.3.1. Nguồn áp ghép nối tiếp.

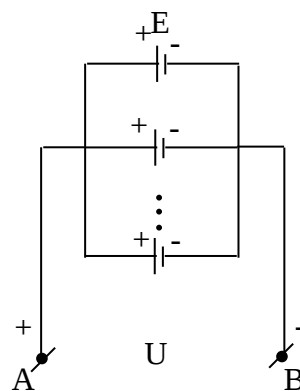
- Thực hiện khi cần tăng điện áp cung cấp cho tải.
- Giả sử có n nguồn giống nhau (E, r_0), ghép nối tiếp sẽ được bộ nguồn (Hình 1.8):

$$E_{bộ} = n.E \text{ và } r_{0bộ} = n. r_0$$



Hình 1.8. Nguồn áp ghép nối tiếp

1.3.2. Nguồn dòng ghép song song.



Hình 1.9. Nguồn dòng ghép song song

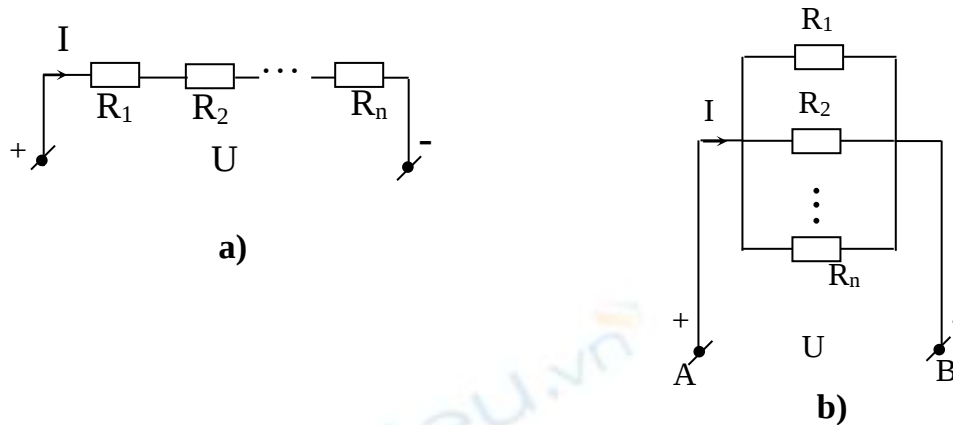
- Thực hiện khi cần tăng dòng điện cung cấp cho tải.
- Giả sử có n nguồn giống nhau (E, r_0), ghép song song sẽ được bộ nguồn (Hình 1.9)

$$E_{bộ} = E \text{ và } r_{0bộ} = \frac{r_0}{n}$$

1.3.3. Điện trở ghép nối tiếp, song song.

1.3.3.1. Ghép nối tiếp (ghép không phân nhánh).

Là cách ghép sao cho chỉ có một dòng điện duy nhất chạy qua các phần tử (Hình 1.10 a).



Hình 1.10. Điện trở ghép nối tiếp, song song

- Dòng điện:

$$I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$$

- Điện áp:

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

- Điện trở:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

1.3.3.2. Ghép song song (ghép phân nhánh).

Là cách ghép sao cho tất cả các phần tử đều đặt vào cùng một điện áp (Hình 1.10.b).

- Điện áp:

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$$

- Dòng điện:

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

- Điện trở:

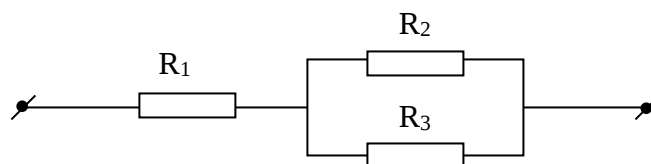
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$

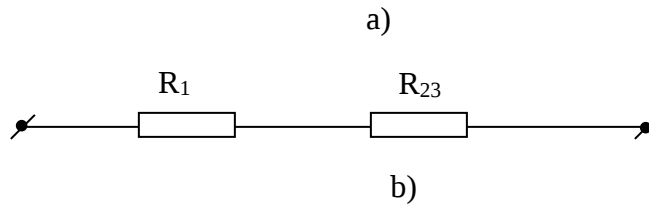
* **Bài tập:** Có ba nguồn điện có $E = 1.5 \text{ V}$, $r_0 = 1\Omega$, khi nào cần ghép nối tiếp các nguồn điện? Khi nào cần ghép song song các nguồn điện? Hãy tính nguồn tổng trong các trường hợp?

* **Ngoài ra còn dấu hỗn hợp các điện trở.**

- Là kết hợp giữa dấu nối tiếp và dấu song song.

Ví dụ: Có ba điện trở R_1 , R_2 , R_3 , thực hiện dấu hỗn hợp như Hình 1.11.a





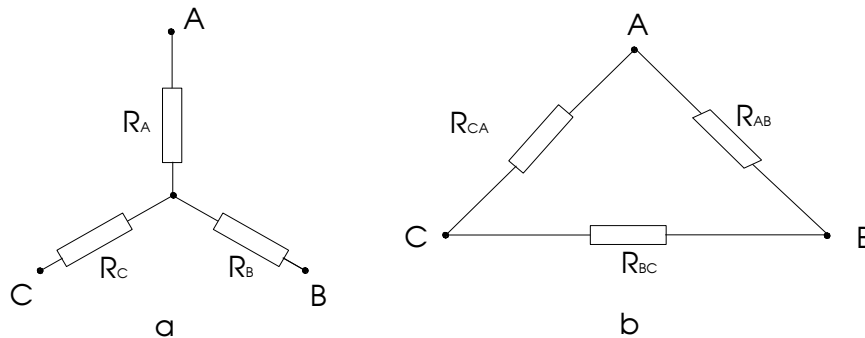
Hình 1.11. Điện trở ghép hỗn hợp

*** Cách giải:**

- + 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 (Hình 1.11.b).
- + Áp dụng định luật Ôm cho mạch không phân nhánh để tìm dòng điện mạch chính.
- + Tìm dòng điện các nhánh.

1.3.4. Biến đổi sao – tam giác (Y - Δ).

- **Đấu sao (Y):** là cách đấu 3 điện trở có một đầu đấu chung, 3 đầu còn lại đấu với 3 điểm khác của mạch (Hình 1.12.a).



Hình 1.12. Biến đổi sao – tam giác

- **Đấu tam giác (Δ):** là cách đấu 3 điện trở thành một tam giác kín, mỗi cạnh tam giác là một điện trở, mỗi đỉnh tam giác là một nút của mạch điện được nối tới các nhánh khác của mạch điện (Hình 1.12.b).

Trong nhiều trường hợp việc thay đổi 3 điện trở đấu hình tam giác thành 3 điện trở đấu hình sao tương đương hoặc ngược lại sẽ làm cho việc phân tích mạch điện được dễ dàng hơn.

Điều kiện để biến đổi là không làm thay đổi dòng điện, điện áp của các phần mạch điện còn lại.

1.3.4.1. Biến đổi sao – tam giác (Y - Δ).

- Công thức biến đổi từ hình sao sang hình tam giác:

$$R_{AB} = R_A + R_B + \frac{R_A \cdot R_B}{R_C}$$

$$R_{BC} = R_B + R_C + \frac{R_B \cdot R_C}{R_A}$$

$$R_{CA} = R_C + R_A + \frac{R_C \cdot R_A}{R_B}$$

1.3.4.2 Biến đổi sao – tam giác (Δ - Y).

- Công thức biến đổi từ hình tam giác sang hình sao:

$$R_A = \frac{R_{AB} \cdot R_{CA}}{R_{AB} + R_{BC} + R_{CA}}$$

$$R_B = \frac{R_{BC} \cdot R_{AB}}{R_{AB} + R_{BC} + R_{CA}}$$

$$R_C = \frac{R_{CA} \cdot R_{BC}}{R_{AB} + R_{BC} + R_{CA}}$$

*Trường hợp các điện trở bằng nhau:

$$R_Y = R_B = R_C = R_A; \quad R_{\Delta} = R_{BC} = R_{CA} = R_{AB}$$

- Đối với mạch chuyển đổi từ sao sang tam giác ta có:

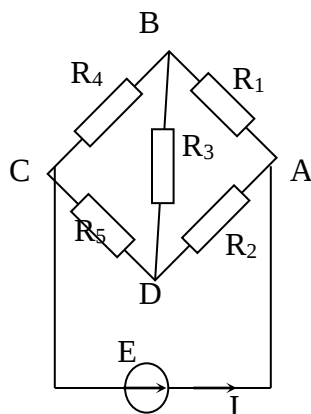
$$R_{\Delta} = 3 R_Y$$

$$R_Y = \frac{R_{\Delta}}{3}$$

- Đối với mạch chuyển đổi từ tam giác sang sao ta có:

* Bài tập:

Cho mạch điện như hình vẽ: Hình 1.13



Hình 1.13

Biết $E = 4,4 \text{ V}$, $R_2 = 60\Omega$, $R_3 = 120\Omega$, $R_4 = 8\Omega$, $R_5 = 44\Omega$

Xác định dòng điện trong nhánh chính I = ?

Giải:

- Thay một tam giác nào đó giả sử tam giác ABD gồm 3 điện trở R_1, R_2, R_3 thành 3 điện trở đầu sao là: R_A, R_B, R_D ta có:

- Điện trở tương đương của đoạn CO là:

$$R_{CO} = (R_4 \text{ nt } R_B) // (R_5 \text{ nt } R_D)$$

$$\Rightarrow R_{CO} = \frac{(R_4 + R_B)(R_5 + R_D)}{R_4 + R_5 + R_B + R_D} = \frac{(8 + 12)(44 + 36)}{8 + 44 + 12 + 36} = 16(\Omega)$$

$$R_A = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{20 \cdot 60}{20 + 60 + 120} = 6(\Omega)$$

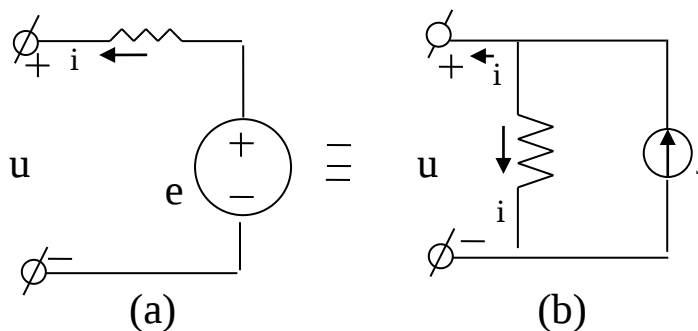
$$R_B = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{20 \cdot 120}{20 + 60 + 120} = 12(\Omega)$$

$$R_C = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{60 \cdot 120}{20 + 60 + 120} = 36(\Omega)$$

- Dòng điện chạy trong mạch chính là:

$$I = \frac{E}{R_{CO} + R_A} = \frac{4,4}{16 + 6} = 0,2(A)$$

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



Hình 1.14. Biến đổi tương đương giữa nguồn áp và nguồn dòng

Nguồn sức điện động mắc nối tiếp với điện trở sẽ tương đương với nguồn dòng mắc song song với điện trở đó và ngược lại.

Hình 1.14a có quan hệ u và I như sau :

$$U = e - ri$$

Hình 1.14b ta có : $j = i + i_1$

BÀI TẬP CHƯƠNG 1

Câu 1. Phát biểu dòng điện, cường độ dòng điện, mật độ dòng điện, ký hiệu và công thức tính toán?

Câu 2. Cho biết cách đấu sao và đấu tam giác? Công thức biến đổi từ hình sao sang hình tam giác, Công thức biến đổi từ hình tam giác sang hình sao?

Bài tập 1: Cho mạch điện có điện áp nguồn là $U = 218V$ cung cấp cho tải có dòng điện chạy qua là $I = 2,75A$, trong thời gian 3 giờ. Biết giá tiền điện là 500đ/1kWh. Tính công suất tiêu thụ của tải, điện năng tiêu thụ và tiền phải trả?

Bài tập 2: Cho mạch điện gồm: $E = 24V$, $r_0 = 0,3\Omega$, cung cấp cho phụ tải điện trở $r_t = 23\Omega$ qua một đường dây làm bằng đồng, tiết diện $S = 16mm^2$, dài $l = 640m$, Cho điện trở suất của đồng là: $\rho_{Cu} = 0,0175\Omega mm^2/m$.

a/ Tính điện trở của đường dây r_d và dòng điện trong mạch?

b/ Tính điện áp trên hai cực của nguồn, của tải, sụt áp trong nguồn và trên đường dây?

c/ Tính công suất của nguồn, công suất tải, tổn thất công suất trên đường dây và bên trong của nguồn?

Bài tập 3: Có 3 tụ điện $C_1 = 2\mu F$, $C_2 = 4\mu F$, $C_3 = 6\mu F$. Hãy xác định điện dung tương đương của ba tụ đó trong hai trường hợp:

1/ Đấu nối tiếp các tụ?

2/ Đấu song song các tụ?

CHƯƠNG 2

MẠCH ĐIỆN MỘT CHIỀU

Giới thiệu:

Trong chương mạch điện một chiều giúp tính toán được các phần tử trong mạch điện như điện trở, dòng điện, điện áp, công suất, điện năng, nhiệt lượng cũng như phân tích được sơ đồ

Mục tiêu:

- Trình bày, giải thích và vận dụng được linh hoạt các biểu thức tính toán trong mạch điện DC (dòng điện, điện áp, công suất, điện năng, nhiệt lượng...).
- Tính toán được các thông số (điện trở, dòng điện, điện áp, công suất, điện năng, nhiệt lượng) của mạch DC một nguồn, nhiều nguồn từ đơn giản đến phức tạp.
- Phân tích được sơ đồ và chọn phương pháp giải mạch hợp lý.
- Lắp ráp, đo đạc được các thông số của mạch DC theo yêu cầu.
- Phát huy tính tích cực, chủ động và sáng tạo trong học tập.

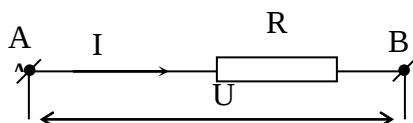
Nội dung chính:

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

2.1.1 Định luật Ohm.

2.1.1.1 Định luật Ôm cho 1 đoạn mạch.

Nếu đặt vào hai đầu đoạn mạch AB một hiệu điện thế U, có dòng điện chạy qua đoạn mạch (Hình 2 – 1).



Hình 2.1. Dòng điện chạy qua đoạn mạch

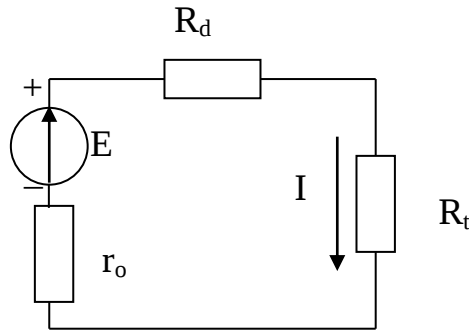
Nội dung định luật: Cường độ dòng điện chạy qua đoạn mạch tỷ lệ thuận với hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch và tỷ lệ nghịch với điện trở của đoạn mạch đó.

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

2.1.1.2. Định luật Ôm cho toàn mạch.

* Xét mạch điện như hình vẽ (Hình 2 – 2).

Gồm một nguồn điện có sức điện động E và nội trở r_0 cung cấp cho tải R_t qua một đường dây có điện trở là R_d



Hình 2.2. Dòng điện qua toàn mạch

Khi mạch điện kín sẽ có dòng điện I chạy trong mạch và gây sụt áp trên các phần tử của mạch. Áp dụng định luật Ôm cho từng đoạn mạch, ta có:

- Điện áp đặt vào phụ tải: $U_t = I.R_t$
- Điện áp đặt vào đường dây (sụt áp trên đường dây): $U_d = I.R_d$
- Điện áp đặt vào nội trở (sụt áp trong nguồn): $U_0 = I.r_0$
- Sức điện động nguồn bằng tổng các điện áp trên các đoạn mạch

$$E = U_t + U_d + U_0$$

$$= I.R_t + I.R_d + I.r_0 = I.(R_t + R_d + r_0)$$

Gọi $R_{td} = (R_t + R_d + r_0)$ là tổng trở của toàn mạch hay điện trở toàn mạch, ta có: $E = I.R_{td}$

Nội dung định luật ôm cho toàn mạch: *Cường độ dòng điện chạy trong mạch kín tỷ lệ thuận với sức điện động của nguồn và tỷ lệ nghịch với tổng trở toàn mạch điện.*

Ví dụ: Cho mạch điện như Hình 2.2, có:

$E = 231V$; $r_0 = 0,1\Omega$; $R_d = 1\Omega$; $R_t = 22\Omega$. Xác định dòng điện qua tải, điện áp trên tải? Điện áp đầu đường dây và sụt áp trong nguồn?

Giải

Ta có tổng trở của toàn mạch là: $R_{td} = R_t + R_d + r_0 = 22 + 1 + 0,1 = 23,1 (\Omega)$

Áp dụng định luật Ôm cho toàn mạch ta có dòng điện chạy qua tải là:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{231}{23,1} = 10(A)$$

Điện áp trên tải là: $U_t = I.R_t = 10.22 = 220 (V)$

Điện áp đặt vào điện trở đường dây là: $U_d = I.R_d = 10.1 = 10 (V)$

Điện áp đầu đường dây là:

$$U_{dd} = U_t + U_d = 220 + 10 = 230 (V)$$

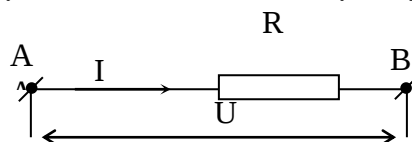
Sụt áp trong nguồn là :

$$U_0 = I.r_0 = 10 . 0,1 = 1 (V)$$

2.1.2. Công suất và điện năng trong mạch một chiều.

2.1.2.1. Công của dòng điện.

Khi đặt một hiệu điện thế U vào hai đầu đoạn mạch AB, trong mạch có dòng điện I chạy qua (Hình 2.3).



Hình 2.3. Hiệu điện thế qua hai đầu đoạn mạch

Công làm dịch chuyển lượng điện tích q từ A đến B được tính bằng công thức sau:

$$A = q.U \text{ mà } q = I.t \text{ nên}$$

$$A = U.I.t \text{ (J)}$$

Trong đó:

- q là lượng điện tích dịch chuyển (C) : Culong
- I là cường độ dòng điện chạy trong đoạn mạch (A) : Ampe
- U là hiệu điện thế giữa đầu đoạn mạch (V) : Volt
- t là thời gian dòng điện chạy trong đoạn mạch(s) :Giây

Vậy: Công của dòng điện sinh ra trong đoạn mạch bằng tích của hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch với cường độ dòng điện và thời gian dòng điện chạy qua đoạn mạch.

Đơn vị: **J**(Jun) hoặc **Cal**(Calo)

$$1J = 0,24 \text{ Cal}$$

2.1.2.2. Công suất của dòng điện.

Công suất của dòng điện là đại lượng đặc trưng cho tốc độ sinh công của dòng điện, có độ lớn bằng công của dòng điện sinh ra trong một giây.

Ký hiệu: **P**

$$P = \frac{A}{t} = U.I$$

Trong đó:

- U là hiệu điện thế (V)
- I là cường độ dòng điện (A)

Đơn vị: **W**(Oát)

Bội số của W là: KW, MW.

$$1KW = 10^3 \text{ W}$$

$$1MW = 10^6 \text{ W}$$

2.1.2.3. Điện năng trong mạch điện một chiều.

Điện năng là công suất mạch điện tiêu thụ trong một đơn vị thời gian.

$$W_r = P.t \text{ (KW/ h)}$$

2.1.3. Định luật Joule – LenZ.

2.1.3.1 Định luật.

Khi có dòng điện chạy qua vật dẫn, các điện tích sẽ va chạm với các nguyên tử, phân tử và truyền bớt động năng cho chúng, làm tăng mức chuyển động nhiệt của các nguyên tử, phân tử. Kết quả vật dẫn bị dòng điện đốt nóng đó là tác dụng phát nhiệt của dòng điện.

- Nhiệt lượng tỏa ra trên vật dẫn khi có dòng điện chạy qua:

$$Q = I^2.R.t \text{ (J)} = 0.24 I^2.R.t \text{ (Cal)}$$

Biểu thức này do nhà bác học Jun người Anh và nhà bác học Lenxơ người Pháp xác lập.

Nội dung định luật: *Nhiệt lượng tỏa ra từ một vật dẫn khi có dòng điện chạy qua tỷ lệ thuận với bình phương cường độ dòng điện, với điện trở vật dẫn và thời gian dòng điện chạy qua.*

2.1.3.2. Ứng dụng.

Tác dụng nhiệt của dòng điện được ứng dụng để chế tạo các dụng cụ đốt nóng bằng dòng điện như: Đèn sợi đốt, bàn là, bếp điện, mỏ hàn, nồi cơm điện, nấu chảy kim loại v.v ... Mặt khác nó cũng có thể làm cháy hỏng cách điện, làm giảm tuổi thọ của máy điện và thiết bị điện.

2.1.4. Định luật Faraday.

2.1.4.1. Hiện tượng.

Năm 1831, nhà vật lý học người Anh Michael Faraday phát hiện ra hiện tượng cảm ứng điện từ, một hiện tượng cơ bản của kỹ thuật điện.

Nội dung của hiện tượng đó là: *Khi từ thông biến thiên bao giờ cũng kèm theo sự xuất hiện một sức điện động gọi là sức điện động cảm ứng.*

2.1.4.2. Định luật.

Năm 1833, nhà vật lý học người Nga là Lenz đã phát hiện ra qui luật về chiều của sức điện động cảm ứng. Do đó định luật cảm ứng điện từ được phát biểu như sau:

Khi từ thông qua một vòng dây biến thiên sẽ làm xuất hiện một sức điện động trong vòng dây, gọi là sức điện động cảm ứng. Sức điện động này có chiều sao cho dòng điện do nó sinh ra tạo thành từ thông có tác dụng chống lại sự biến thiên của từ thông đã sinh ra nó.

- *Sức điện động cảm ứng trong vòng dây.*

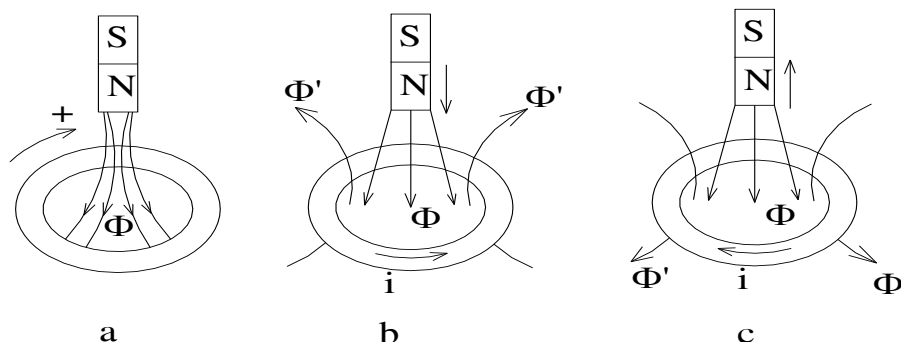
Giả sử vòng dây có từ thông xuyên qua là Φ (Hình 2.4.a). Ta qui ước chiều dương cho vòng dây như sau: quay cho cái vụn nút chai tiến theo chiều đường sức thì chiều quay của cái vụn nút chai là chiều dương của vòng dây.

-Sức điện động cảm ứng trong vòng dây khi có từ thông biến thiên được xác định bởi công thức Mắc xoen.

$$e = - \frac{d\Phi}{dt} (V)$$

Với $d\Phi/dt$: là tốc độ biến thiên của từ thông

Nghĩa là sức điện động cảm ứng xuất hiện trong vòng dây bằng tốc độ biến thiên của từ thông qua nó, nhưng ngược dấu. Dấu trừ thể hiện định luật cảm ứng điện từ về chiều của sức điện động cảm ứng. Ta xét các trường hợp cụ thể sau:



Hình 2.4. Sức điện động cảm ứng trong vòng dây

- Từ thông không biến thiên, khi đó:

$$\frac{d\Phi}{dt} = 0 \rightarrow e, i = 0$$

Nghĩa là sức điện động không xuất hiện nếu từ thông qua vòng dây không biến thiên.

- Từ thông qua vòng dây tăng:

Tức là ngược chiều dương quy ước.

$$\frac{d\Phi}{dt} > 0 \rightarrow e < 0$$

Nếu vòng dây kín thì sđđ này sẽ sinh ra dòng điện i cùng chiều, dòng điện này sinh ra từ thông ϕ' ngược chiều với từ thông ϕ (Hình 2 – 4.b), nghĩa là ϕ' chống lại sự tăng của từ thông ϕ đúng như định luật cảm ứng điện từ.

$$\frac{d\phi}{dt} < 0 \rightarrow e > 0$$

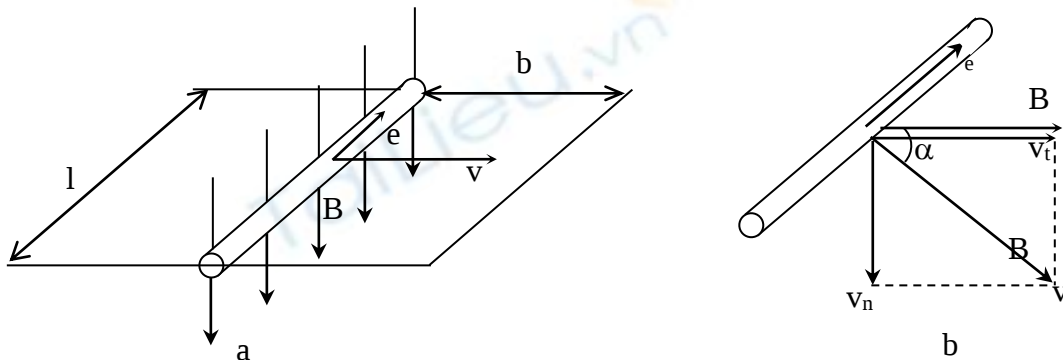
Từ thông qua vòng dây giảm dần:

Tức cùng chiều dương qui ước.

Sức điện động này sinh ra dòng điện cùng chiều, dòng điện này sinh ra từ thông ϕ' cùng chiều với ϕ (Hình 2.4.c), nghĩa là ϕ' chống lại sự giảm của ϕ , đúng như định luật cảm ứng điện từ.

- *Sức điện động cảm ứng trong dây dẫn thẳng chuyển động cắt từ trường:*

Giả sử có một dây dẫn thẳng có chiều dài l , chuyển động trong từ trường đều có cường độ từ cảm là B , với vận tốc v và vuông góc với đường sức từ (Hình 2.5.a).



Hình 2.5. Sức điện động cảm ứng trong dây dẫn thẳng chuyển động cắt từ trường

Trong thời gian Δt , dây dẫn dịch chuyển một đoạn: $\Delta b = v \cdot \Delta t$ từ thông biến thiên một lượng là:

$$\Delta\phi = B \cdot dS = Blv \cdot \Delta t.$$

-Trị số sức điện động cảm ứng là:

$$e = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{Blv\Delta t}{\Delta t} = Blv$$

Trong đó:

e : sức điện động cảm ứng (V)

B : Cường độ từ cảm (T)

l : Chiều dài dây dẫn (m)

v : Vận tốc chuyển động của dây dẫn (m/s)

- Chiều của sức điện động cảm ứng được xác định theo qui tắc bàn tay phải: *Đặt bàn tay phải cho các đường sức từ xuyên qua lòng bàn tay, ngón tay cái dãn ra theo chiều chuyển động của dây dẫn thì chiều bốn ngón tay còn lại chỉ chiều của sức điện động cảm ứng.*

* Trường hợp dây dẫn chuyển động xiên một góc $\alpha \neq 90^\circ$ so với đường sức từ (Hình 2.5.b). Ta phân tích v làm hai thành phần:

+ Thành phần tiếp tuyến v_t song song với B .

+ Thành phần pháp tuyến v_n vuông góc với B .

Chỉ có v_n làm xuất hiện sức điện động cảm ứng:

$$e = Blv_n = Blv \sin \alpha \text{ (V)}$$

2.1.4.2. Ứng dụng.

Nguyên lý hồ cảm được ứng dụng để chế tạo máy biến áp. (thực tế, để sự liên hệ giữa hai cuộn dây tốt, hệ số hồ cảm lớn) người ta quấn hai cuộn dây trên cùng một mạch từ.

2.1.5. Hiện tượng nhiệt điện (dòng điện xoáy)

2.1.5.1. Hiện tượng.

Khi từ thông qua một khối kim loại biến thiên, trong nó sẽ xuất hiện sức điện động cảm ứng. Do khối kim loại là vật liệu dẫn điện nên sức điện động này sẽ sinh ra dòng điện chảy trong vật dẫn gọi là dòng điện xoáy hay dòng Fuco. Dòng điện xoáy xuất hiện phổ biến ở máy điện, khí cụ điện...

2.1.5.2. Ứng dụng.

Dòng điện xoáy chạy quanh trong kim loại sẽ sinh ra tác dụng nhiệt lớn nên người ta lợi dụng nó để nấu chảy kim loại (lò điện cảm ứng) hay tôi kim loại (lò tôi cao tần) dòng điện xoáy còn có tác dụng để hâm dao động như trong các đồng hồ đo điện...

Mặt khác dòng điện xoáy có tác dụng nhiệt nên sẽ làm nóng lõi thép của máy điện và khí cụ điện gây tổn hao năng lượng, làm giảm tuổi thọ của máy điện và các thiết bị điện. Do đó trong kĩ thuật điện, lõi thép máy điện, khí cụ điện người ta không để nguyên khối mà chế tạo bằng các lá thép kỹ thuật mỏng có sơn cách điện ghép lại với nhau.

2.2. Các phương pháp giải mạch điện một chiều

2.2.1. Phương pháp biến đổi điện trở

2.2.1.1: Khái quát:

Phương pháp biến đổi điện trở chủ yếu dùng để giải mạch điện có một nguồn.

Dùng các phép biến đổi tương đương, đưa mạch điện phân nhánh về mạch điện không phân nhánh và do đó có thể tính dòng, áp bằng định luật ôm. Ngoài ra còn dùng phối hợp với các phương pháp khác để đơn giản hóa sơ đồ làm cho việc giải mạch điện dễ dàng hơn.

2.2.1.2. Phương pháp :

Mạch điện đầu song song và nối tiếp các điện trở (hình 2.6a) gọi là đầu hỗn hợp. Bài toán giải mạch điện một nguồn có các điện trở mắc hỗn hợp gồm các bước sau:

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 (hình 2.6b)

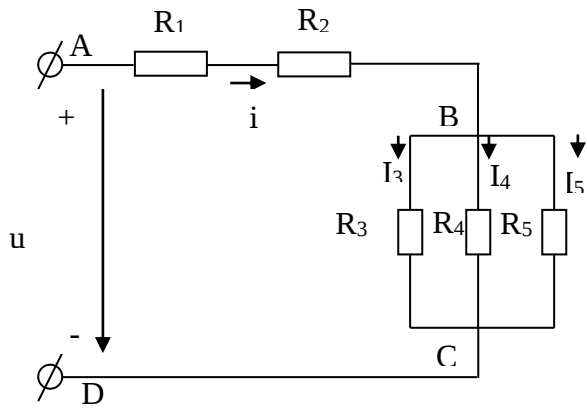
Bước 2:

Áp dụng định luật ôm cho mạch không phân nhánh tìm ra dòng điện qua nguồn, cũng là dòng điện mạch chính.

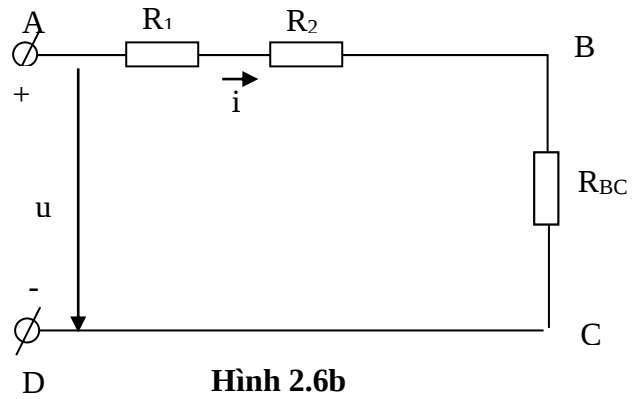
Bước 3:

Tìm dòng điện ở các nhánh rẽ.

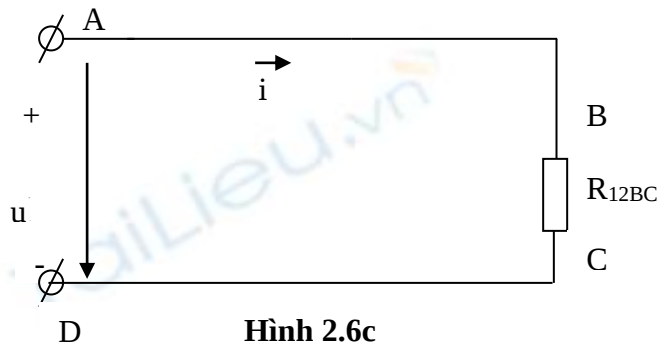
$$I_i = I \frac{R_{AB}}{R_i}$$



Hình 2.6a



Hình 2.6b



Hình 2.6c

2.2.1.3: Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Xác định dòng điện và điện áp trên các phần tử của mạch điện (H 2.6)

Biết: $U = 120\text{V}$, $R_1 = 0.12\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 10\Omega$, $R_4 = 20\Omega$, $R_5 = 50\Omega$

Giải: điện trở tương đương trên đoạn BC:

$$\frac{1}{R_{BC}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$$

$$\frac{1}{R_{BC}} = \frac{R_3 R_4 + R_5 R_4 + R_3 R_5}{R_3 R_4 R_5}$$

$$R_{BC} = 5,88\Omega$$

Điện trở tương đương toàn mạch

$$R_{td} = R_1 + R_2 + R_{BC} = 8\Omega$$

Dòng điện trong mạch chính là:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{120}{8} = 15\text{A}$$

Dòng điện ở các mạch rẽ:

$$I_3 = I \frac{R_{BC}}{R_3} = 15 \frac{5,88}{10} = 8,82\text{A}$$

$$I_4 = I \frac{R_{BC}}{R_4} = 15 \frac{5,88}{20} = 4,41\text{A}$$

$$I_5 = I \frac{R_{BC}}{R_5} = 15 \frac{5,88}{50} = 1,76\text{A}$$

Ví dụ 2: Xác định dòng điện và điện áp trên các phần tử của mạch điện (H 2.7)