

MỤC LỤC

CHƯƠNG I: KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MẠCH ĐIỆN	4
1.1. GIỚI HẠN VÀ PHẠM VI ỨNG DỤNG CỦA MẠCH ĐIỆN.	4
1.1.1. Giới hạn của mạch điện	4
1.1.2. Phạm vi ứng dụng của mạch điện	5
1.2. CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN TRONG MẠCH ĐIỆN	5
1.2.1. Điện áp	5
1.2.2. Dòng điện:	6
1.2.3. Nguồn và tải	7
1.2.4. Mô hình.	8
1.3. CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA MẠCH ĐIỆN	10
1.3.1. Định luật Ohm	10
1.3.2. Định luật Kirchoff 1: (còn gọi là định luật Kirchoff về dòng điện).	10
1.3.3. Định luật Kirchoff 2: (còn gọi là định luật Kirchoff về điện áp)	11
1.3.3.1. Định luật Kirchoff viết cho một vòng	11
1.3.3.2. Định luật Kirchoff viết theo điện áp giữa hai nút	12
1.3.3.3. Tính độc lập và phương trình tuyến tính của các phương trình K_1, K_2	12
1.4. BIẾN ĐỔI TƯƠNG ĐƯƠNG MẠCH	13
1.4.1. Các nguồn mắc nối tiếp	13
1.4.2. Các nguồn dòng mắc song song	13
1.4.3. Các phần tử điện trở mắc nối tiếp :	14
1.4.4. Các phần tử điện trở mắc song song :	14
1.4.5. Phép biến đổi nguồn tương đương	14
1.4.6. Phép biến đổi sao \leftrightarrow tam giác	14
1.5. PHÂN LOẠI MẠCH ĐIỆN	15
1.5.1. Mạch có thông số tập trung và mạch có thông số rải.	15
1.5.2. Mạch tuyến tính và mạch không tuyến tính (phi tuyến)	15
1.5.3. Mạch điện dừng và mạch không dừng.	15
1.6. BÀI TẬP CHƯƠNG 1	16
CHƯƠNG II: MẠCH XÁC LẬP ĐIỀU HÒA	22
2.1. QUÁ TRÌNH ĐIỀU HÒA VÀ TRỊ HIỆU DỤNG	22
2.1.1. Đại lượng hình sin	22
2.1.2. Trị hiệu dụng	23
2.1.2.1. Dòng điện hiệu dụng	24
2.1.2.2. Điện áp hiệu dụng	24
2.2. PHƯƠNG PHÁP BIẾN ĐỔI PHỨC	24
2.2.1. Khái niệm :	24
2.2.1.1. Số phức dạng đại số	24
2.2.1.2. Số phức dạng mũ (dạng cực) :	24
2.2.1.3. Số phức liên hợp:	25
2.2.2. Cộng trừ và nhân chia số phức	25
2.2.2.1. Biến đổi số phức bằng tay	25
2.2.2.2. Nhân chia số phức dạng đại số	26
2.2.2.3. Nhân chia số phức dạng cực (dạng mũ)	26
2.2.2.4. Biến đổi số phức bằng máy tính	26
2.2.3. Biểu diễn đại lượng hình sin sang số phức	27

2.3. QUAN HỆ ĐIỆN ÁP VÀ DÒNG ĐIỆN TRÊN CÁC PHẦN TỬ R, L, C. TRỞ KHÁNG VÀ DẪN NẠP	27
2.3.1. Trên phần tử điện trở	27
2.3.2. Trên phần tử điện cảm	28
2.3.3. Trên phần tử điện dung	28
2.3.4. Trở kháng và dẫn nạp	28
2.3.4.1. Trở kháng (tổng trở)	28
2.3.4.2. Tam giác tổng trở:	29
2.3.4.3. Dẫn nạp (tổng dẫn)	30
2.4. CÁC ĐỊNH LUẬT OHM, KIRCHHOFF DẠNG PHỨC	31
2.4.1. Định luật ohm dạng phức	31
2.4.2. Định luật kirchhoff 1 dạng phức.	31
2.4.3. Định luật kirchhoff 2 dạng phức	32
2.4.4. Các phép biến đổi tương đương :	33
2.4.5. Đồ thị vectơ	33
2.5. CÔNG SUẤT TRONG MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU VÀ ĐO CÔNG SUẤT ...	34
2.5.1. Công suất thực P	34
2.5.2. Công suất trung bình còn gọi là công suất tác dụng	34
2.5.3. Công suất phản kháng Q	34
2.5.4. Công suất biểu kiến S	35
2.5.5. Phối hợp trở kháng giữa tải và nguồn	36
2.6. MẠCH CỘNG HƯỞNG	36
2.6.1. Mạch cộng hưởng nối tiếp	37
2.6.2. Mạch cộng hưởng song song.	37
BÀI TẬP.....	39
CHƯƠNG III: PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH MẠCH	45
3.1. PHƯƠNG PHÁP DÒNG NHÁNH	45
3.2. PHƯƠNG PHÁP THỂ NÚT	45
3.3. PHƯƠNG PHÁP DÒNG MẮT LƯỚI	50
3.4. MẠCH GHÉP HỒ CẢM	54
3.5. CÁC ĐỊNH LÝ MẠCH CƠ BẢN	57
3.5.1. Định lý tỉ lệ	57
3.5.2. Định lý xếp chồng	59
3.5.3. Định lý thevenin và định lý norton:	59
BÀI TẬP.....	62
CHƯƠNG IV: MẠCH BA PHA	64
4.1. KHÁI NIỆM MẠCH BA PHA	64
4.1.1. Khái niệm:	64
4.1.2. Các dạng sơ đồ ba pha của nguồn và tải	64
4.2. GHÉP NỐI MẠCH BA PHA	66
4.3. HỆ THỐNG ĐỐI XỨNG BỐN DÂY VÀ CÁCH GIẢI	67
4.4. MẠCH BA PHA ĐỐI XỨNG	68
4.4.1. Phân tích mạch ba pha đối xứng	68
4.4.2. Phân tích mạch điện ba pha không đối xứng	71
4.5. CÔNG SUẤT TÁC DỤNG VÀ ĐO CÔNG SUẤT	73
4.5.1. Các đại lượng công suất khác và hiệu chỉnh hệ số công suất	75
4.5.1.1. Công suất phản kháng	75

4.5.1.2.	Công suất biểu kiến	75
4.5.1.3.	Công suất phức	75
4.5.1.4.	Nguyên nhân gây ra hệ số công suất nhỏ là do động cơ không đủ tải	76
4.5.2.	Sụt áp và tổn hao công suất	76
4.5.2.1.	<i>Sụt áp</i>	76
4.5.2.2.	<i>Tổn hao công suất</i>	77
BÀI TẬP		78
CHƯƠNG V: MẠNG HAI CỬA		82
5.1.	KHÁI NIỆM	82
5.2.	HỆ PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI	82
5.2.1.	Hệ phương trình trạng thái dạng Z (Tổng trở)	82
5.2.2.	Hệ phương trình trạng thái dạng Y (Dẫn nạp)	85
5.2.3.	Hệ phương trình trạng thái dạng H (Hệ số khuếch đại)	87
5.2.4.	Hệ phương trình trạng thái dạng G	87
5.2.5.	Hệ phương trình trạng thái dạng A	87
5.2.6.	Hệ phương trình trạng thái dạng B	87
5.3.	PHÂN LOẠI MẠNG HAI CỬA	88
5.3.1.	Mạng hai cửa tương hỗ	88
5.3.2.	Mạng hai cửa đối xứng	88
BÀI TẬP		89

CHƯƠNG I

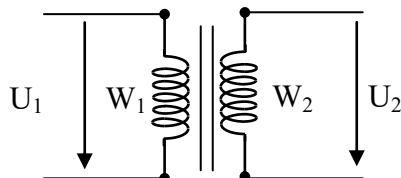
KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MẠCH ĐIỆN

1.1. GIỚI HẠN VÀ PHẠM VI ỨNG DỤNG CỦA MẠCH ĐIỆN.

1.1.1. Giới hạn của mạch điện

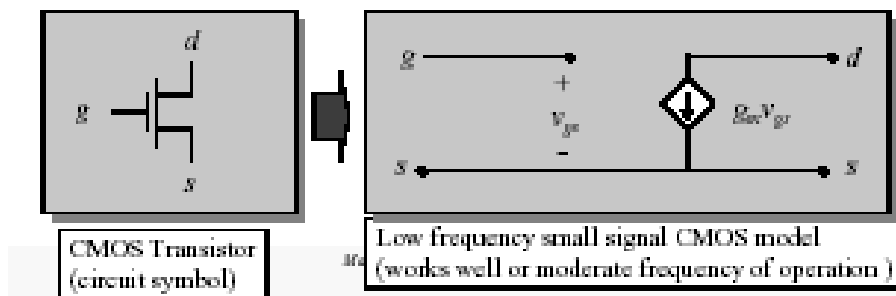
- Việc nghiên cứu các hiện tượng vật lý thông thường người ta thiết lập một mô hình tương đương.

Ví dụ: Máy biến áp một pha có mô hình mạch như sau.



Hình 1-1

- Hoặc transistor trường có mô hình mạch như sau:



Hình 1-2

- Từ mô hình đó người ta phân tích ra các hiện tượng vật lý: Vd: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2}$
- Việc lập mô hình cần phải chính xác thì kết quả phân tích mới gần với thực tế.
- Để khảo sát các hiện tượng điện - từ trường trong kỹ thuật điện, người ta dùng 2 loại mô hình:

✚ Mô hình mạch. (Mạch Điện)

✚ Mô hình trường (Lý Thuyết Trường)

- Mô hình mạch trong lý thuyết mạch điện là quá trình truyền đạt và biến đổi năng lượng, nó được đo bởi một số hữu hạn biến như: Dòng điện \$I\$ và điện áp \$U\$ trên các cực của các phân tử.

- Việc phân tích mô hình mạch dựa trên các định luật cơ bản:

✚ Định luật Kirchhoff1 (K1) về sự cân bằng dòng tại một nút.

✚ Định luật Kirchhoff2 (K2) về sự cân bằng áp cho một mạch vòng kín.

- Bản chất của quá trình điện từ trong các phần tử mạch (R, L, C) được mô tả bởi các phương trình đại số hoặc các phương trình vi tích phân

$$U_R(t) = R.I(t) \quad U_L(t) = \frac{L.di_L(t)}{dt} \quad I_C(t) = \frac{C.du_c(t)}{dt}$$

- Trong đó R, L, C là các thông số đặc trưng của cá phần tử mạch

1.1.2. Phạm vi ứng dụng của mạch điện

- Mạch điện là một hệ gồm các thiết bị điện, điện tử ghép lại trong đó xảy ra các quá trình truyền đạt, biến đổi năng lượng hay tín hiệu điện tử do bởi các đại lượng dòng điện hoặc điện áp. Mạch điện được cấu trúc từ các phần riêng lẻ đủ nhỏ thực hiện các chức năng xác định gọi là “Các phần tử mạch điện”. Có hai loại phần tử chính của mạch điện là: Phần tử nguồn và phần tử phụ tải.

- 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) .

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

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

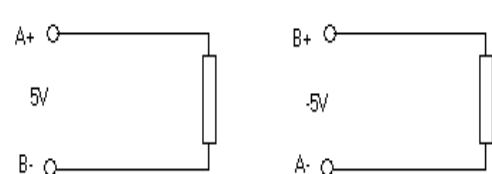
- Ngoài hai loại chính trên còn có nhiều loại phần tử khác nhau như: phần tử dùng để nối nguồn với tải (dây nối, hay đường dây tải điện), phần tử dùng thay đổi áp và dòng trong các phần khác của mạch (máy biến áp, máy biến dòng)....

- Trên mỗi phần tử thường có một số đầu nối ta gọi là các cực dùng để nối nó với các phần tử khác.

1.2. CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN TRONG MẠCH ĐIỆN

1.2.1. Điện áp

- Điện áp giữa hai điểm A và B là công cần thiết làm dịch chuyển một đơn vị điện tích (1 coulomb) từ A đến B.



Hình 1-3

- Đơn vị của điện áp là vôn (V)
- Điện áp ở hai đầu một phần tử của mạch được xác định bởi kí hiệu(+ -) và độ lớn (là giá trị đại số). U_{AB} : Điện áp giữa A và B.

Ví dụ: Khi viết $U_{AB} = 5v$ điều đó được hiểu là điện thế đầu A lớn hơn điện thế đầu B là 5v

- Nếu ta đổi giá trị độ lớn của điện áp ở hai đầu một phần tử trong một mạch điện từ âm sang dương, đồng thời đổi luôn giá trị (+ -) ở hai đầu phần tử đó ta được mạch điện không đổi.

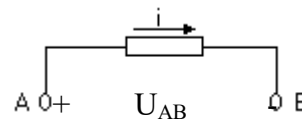
Ví dụ: Hai mạch điện sau đây là tương đương. Và ta có $U_{AB} = - U_{BA}$

1.2.2. 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.

- Đơn vị của dòng điện là ampere (A)

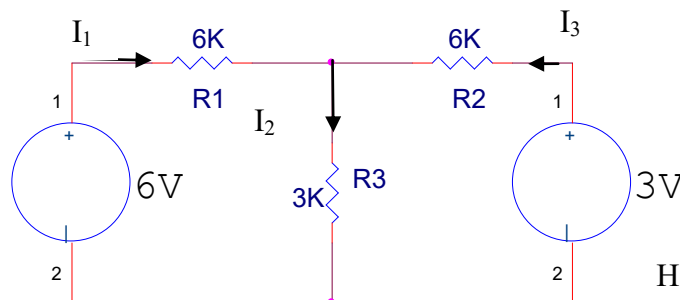
$$I(t) = \frac{dQ(t)}{dt}$$



Hình 1-4

- 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 ($I < 0$).



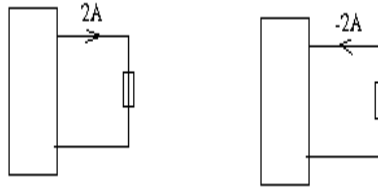
Hình 1-5

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

Ví dụ: Trên ba nhánh của mạch điện ta ký hiệu ba dòng điện khác nhau I_1, I_2, I_3

- Nếu ta đổi giá trị độ lớn của dòng điện đi qua một phần tử trong một mạch điện từ âm sang dương, đồng thời đổi luôn ký hiệu của dòng điện trong nhánh đó ta được mạch điện không đổi.

Ví dụ: Hai mạch điện sau đây (Hình 1-6) là tương đương



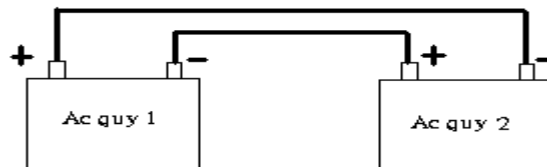
Hình 1-6

1.2.3. Nguồn và tải

- Hiện tượng biến đổi năng lượng có thể chia thành hai loại:
 - **Nguồn:** (Phần tử cung cấp công suất)
- Là hiện tượng biến đổi từ các dạng năng lượng khác như cơ năng, hoá năng, nhiệt năng ... thành năng lượng điện từ.
- Một phần tử gọi là nguồn cung cấp công suất nếu dòng điện đi ra từ cực dương và đi vào cực âm ở hai đầu phần tử đó
 - **Tải** (Phần tử tiêu thụ công suất)
- Là Phần tử biến đổi năng lượng điện từ thành các dạng năng lượng khác như cơ, nhiệt, quang, hoá năng ... năng lượng tiêu tán đi không hoàn trở lại trong mạch.
- **Một phần tử gọi là tải nếu dòng điện đi vào từ cực dương và đi ra từ cực âm của phần tử đó.**

Ắc quy 1: nguồn (phần tử cung cấp công suất)

Ắc quy 2: tải (phần tử tiêu thụ công suất)



Hình 1-7

- Hiện tượng tích phóng năng lượng điện từ:
 - ✚ Là hiện tượng năng lượng điện từ được tích trong một vùng không gian có tồn tại trường điện từ hoặc đưa từ vùng đó trả lại bên ngoài.

- ✚ Hiện tượng tích phóng năng lượng điện từ bao gồm hiện tượng tích phóng năng lượng trong trường từ và hiện tượng tích phóng năng lượng trong trường điện.

– **Trong cuộn dây :**

- Hiện tượng 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)

– **Trong tụ điện :**

- Trong tụ điện hiện tượng 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 điện hữu hạn nào đó nên trong tụ cũng xảy ra hiện tượng tiêu tán và biến điện năng thành nhiệt năng.

– **Trong điện trở :**

- Trong điện trở thực hiện tượng chủ yếu xảy ra hiện là hiện tượng tiêu tán (tải). Nó biến đổi năng lượng trường điện từ thành nhiệt năng.

1.2.4. Mô hình.

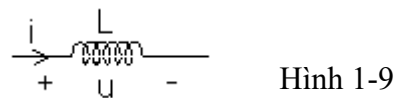
- Mô hình mạch điện dùng trong lý thuyết mạch được xây dựng từ các phân tử mạch lý tưởng sau.

- **Phần tử điện trở** (R) là phần tử đặc trưng cho sự tiêu tán năng lượng (tải). Quan hệ giữa dòng điện và điện áp trên hai cực của điện trở có dạng $U = R.I$



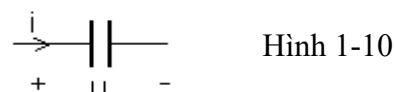
- **Phần tử điện cảm** (L) là phần tử đặc trưng cho sự phóng thích năng lượng trường từ. Quan hệ giữa dòng điện và điện áp trên hai cực của điện cảm có dạng

$$u = L \cdot \frac{di}{dt}$$



- **Phần tử điện dung** (C) là phần tử đặc trưng cho sự phóng thích năng lượng trường điện. Quan hệ giữa dòng điện và điện áp trên hai cực của điện dung có dạng

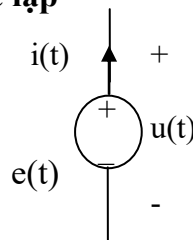
$$i = C \cdot \frac{du}{dt}$$



Phần tử nguồn là phần cung cấp công suất. Phần tử nguồn có hai loại:

➤ **Phần tử nguồn áp:**

+ Nguồn áp độc lập



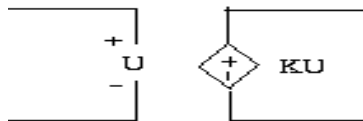
$u(t) = e(t) = \text{const}$
 $i(t)$ không phụ thuộc $e(t)$

Hình 1-11

- Dòng điện $i(t)$ phụ thuộc vào tải mắc vào hai đầu nguồn áp và đi ra từ cực dương của nguồn.

+ Nguồn áp phụ thuộc

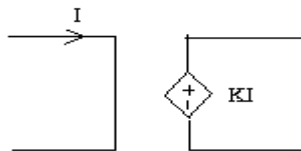
- **Nguồn áp phụ thuộc áp (VCVS) (Voltage Controlled Voltage Source)**



Hình 1-12

- Là phần tử nguồn áp mà giá trị của nó phụ thuộc vào điện áp của một phần tử nào đó bất kỳ trong mạch.

- **Nguồn áp phụ thuộc dòng (VCCS) (Voltage Controlled Current Source)**



Hình 1-13

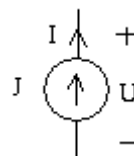
- Là phần tử nguồn áp mà giá trị của nó phụ thuộc vào dòng điện qua một phần tử nào đó bất kỳ trong mạch.

➤ **Phần tử nguồn dòng:**

+ Nguồn dòng độc lập

$I(t) = j(t) = \text{const}$

$U(t)$ không phụ thuộc vào $j(t)$

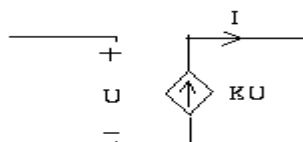


Hình 1-14

- Điện áp $u(t)$ phụ thuộc vào tải mắc vào hai đầu nguồn dòng

+ Nguồn dòng phụ thuộc

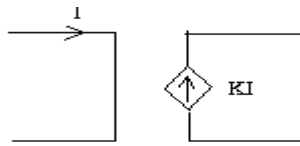
- **Nguồn dòng phụ thuộc áp (CCCS) (Current Controlled Voltage Source)**



Hình 1-15

- Là phần tử nguồn dòng mà giá trị của nó phụ thuộc vào điện áp của một phần tử nào đó bất kỳ trong mạch.

- **Nguồn dòng phụ thuộc dòng (CCVS) (current controlled current source)**



Hình 1-16

- Là phần tử nguồn dòng mà giá trị của nó phụ thuộc vào dòng điện qua một phần tử nào đó bất kỳ trong mạch

1.3. CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA MẠCH ĐIỆN

- Các định nghĩa cơ bản của một mạch điện :

- ❖ Nhánh: là phần tử hai cực bất kì hoặc là các phần tử hai cực nối tiếp với nhau trên đó có cùng dòng điện chạy.
- ❖ Nút (đỉnh): là biên của nhánh, điểm chung của nhánh.
- ❖ Vòng: sơ đồ mạch đặt đủ các nhánh tạo thành một đường khép kín.
- ❖ Mặt lưới: chỉ áp dụng cho mạch phẳng là vòng mà không chứa vòng nào bên trong.
- ❖ Mạch phẳng: là mạch mà có thể vẽ lên trên một mặt phẳng sao cho không có nhánh nào cắt nhau.

- Trong bài toán lý thuyết mạch để xét một mạch điện tổng quát ta xét mạch điện có một mạch phẳng n nhánh, d nút thì số mặt lưới: $m = n - d + 1$.

1.3.1. Định luật Ohm

- Cường độ dòng điện tỷ lệ thuận với hiệu điện thế, tỷ lệ nghịch với điện trở.

$$I_{(A)} = \frac{U_{(V)}}{R_{(\Omega)}}$$

Trong đó: I : cường độ dòng điện – Đơn vị tính Ampe

U: Hiệu điện thế - Đơn vị tính Volt

R: Trở kháng trong mạch – Đơn vị tính Ohm

1.3.2. Định luật Kirchoff 1: (còn gọi là định luật Kirchoff về dòng điện).

- Tổng đại số các dòng điện chảy vào hoặc ra một nút hoặc một mặt cắt tùy ý

thì luôn luôn bằng không.

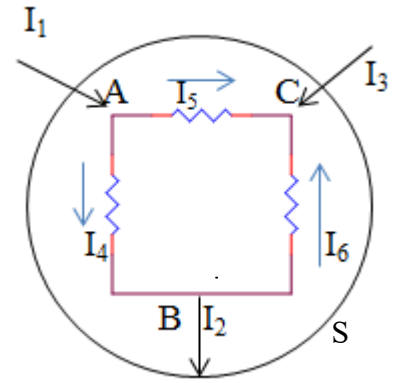
$$\sum_{K=1}^n \pm I_K$$

Quy ước :

- Chiều dòng điện chạy vào là: dương
- Chiều dòng điện chạy ra là: âm

Ví dụ:

- Theo định luật Kirchoff 1 ta có thể viết được tổng các dòng điện tại một nút hoặc một mặt cắt S bao quanh mạch lưới như sau



$$I_1 - I_2 + I_3 = 0 \text{ (Theo giá trị thực)}$$

$$K_1 : \text{ cho nút A : } I_1 - I_4 - I_5 = 0. \text{ (1)}$$

$$K_1 : \text{ cho nút B: } I_4 - I_2 - I_6 = 0 \text{ (2)}$$

$$K_1 : \text{ cho nút C: } I_3 + I_6 + I_5 = 0 \text{ (3)}$$

$$K_1 : \text{ cho mạch kín S bao 3 nút : (1) + (2) + (3) : } I_1 - I_2 + I_3 = 0.$$

1.3.3. Định luật Kirchoff 2: (còn gọi là định luật Kirchoff về điện áp)

- Tổng đại số các điện áp của tất cả các phần tử thuộc một vòng kính thì bằng không.

$$\sum (+/-)u_k = 0$$

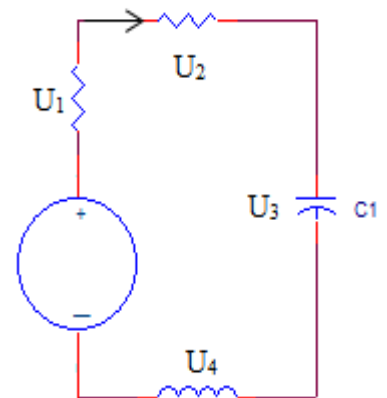
1.3.3.1. Định luật Kirchoff viết cho một vòng

- Dấu (+) chiều dương của vòng đi từ cực tính dương sang cực tính âm của U.

- Dấu (-) chiều dương của vòng đi từ cực tính âm sang cực tính dương của U.

Ví dụ: Vẽ hình và phân tích:

- Chiều dương của vòng là chiều tùy ý do chúng ta chọn (Nhưng trên thực tế nên chọn chiều dương của vòng cùng chiều quay với kim đồng hồ, để sau này chúng ta không nhầm lẫn).



- Từ ví dụ trên ta viết định luật kirchoff 2 ta được :

$$U_1 - E_1 - U_2 - U_3 - U_4 = 0 \quad (1)$$

- Trong đó theo định luật omh ta có :

$$U_1 = r_1 \cdot I_1$$

$$U_2 = - r_2 \cdot I_2$$

$$I_3 = C \frac{dU_3(t)}{dt} \Rightarrow U_3 = \frac{1}{C_3} \int I_3(T)DT$$

$$U_4 = L_4 \frac{di_4(t)}{dt}$$

Suy ra:
$$\sum_{VONG} \pm r_K I_K \pm L_K \frac{dI_K}{dt} \pm \frac{1}{C_K} \int I_K dt \pm E_K = 0$$

Dấu \pm trước I_k :

(+): Chiều dương của dòng điện trùng với chiều dương của vòng.

(-): Chiều dương của dòng điện ngược với chiều dương của vòng.

$$r_1 I_1 + r_2 I_2 + \frac{1}{C_3} \int i_3(t) dt - L_4 \frac{di_4(t)}{dt} - E_1 = 0$$

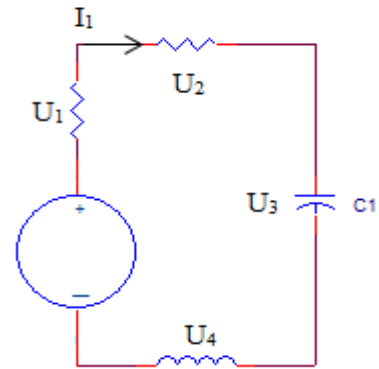
1.3.3.2. Định luật Kirchoff viết theo điện áp giữa hai nút

- Điện áp U_{ij} giữa hai nút i và j thì bằng tổng đại số các điện áp của tất cả các phần tử trên một đường tùy ý đi từ điểm i tới điểm j

$$U_{ij} = -U_2 - U_3 = -r_2 \cdot I_2 - \frac{1}{C_3} \int i_3(t) dt$$

$$U_{ij} = U_1 + U_4 + E_1 = E_1 + r_1 I_1 + L_4 \frac{di_4(t)}{dt}$$

$$U_{ij} = \sum \pm r_K i_K \pm L_K \frac{di_K}{dt} \pm \frac{1}{C_K} \int I_K dt \pm E_K$$



(+): Chiều dương của dòng điện trùng với chiều dương của vòng.

(-): Chiều dương của dòng điện ngược với chiều dương của vòng.

1.3.3.3. Tính độc lập và phương trình tuyến tính của các phương trình K_1 , K_2

K_2

a. Tính độc lập và tuyến tính của Kirchoff 1

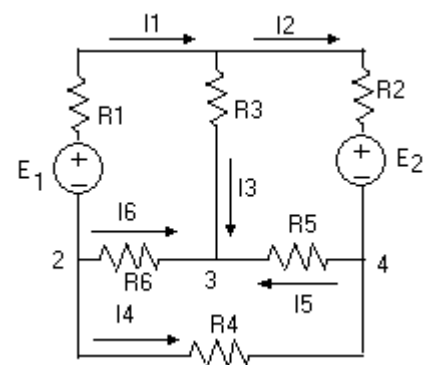
Định lý:

- Mạch có d nút thì có thể viết $(d - 1)$ phương trình k_1 độc lập tuyến tính.

- Các phương trình còn lại có thể suy ra từ $(d - 1)$ phương trình trên.

Vd: Vẽ hình và minh họa:

K_1 : Cho nút (1): $I_1 - I_2 - I_3 = 0$ (1)



$$K_1: \text{Cho nút (2)}: -I_1 - I_4 - I_6 = 0 \quad (2)$$

$$K_1: \text{Cho nút (3)}: I_3 + I_6 + I_5 = 0 \quad (3)$$

$$K_1: \text{Cho nút (4)}: I_2 + I_4 - I_5 = 0 \quad (4)$$

- Ta nhận thấy trong 4 phương trình trên sẽ có một phương trình được suy ra từ 3 phương trình còn lại. Có nghĩa là khi ta viết phương trình cho các nút thì chú ý rằng định luật Kirchhoff 1 có tính độc lập tuyến tính và ta nhận thấy khi mạch có d nút thì chỉ có thể viết được $(d - 1)$ phương trình K_1 độc lập tuyến tính còn các phương trình còn lại chỉ là phụ thuộc tuyến tính.

b. Tính độc lập và tuyến tính của định luật Kirchhoff 2 viết cho một vòng

Định lý:

- Mạch có n nhánh, d nút thì có thể viết $(n - d + 1)$ phương trình K_2 độc lập tuyến tính. Các phương trình còn lại có thể suy ra từ $(n - d + 1)$ phương trình trên.

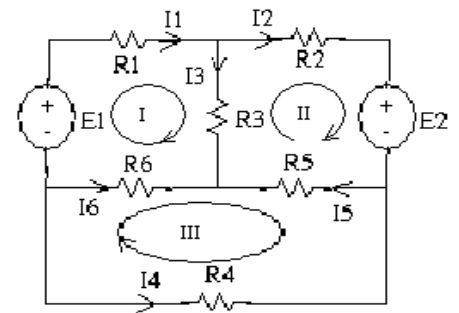
Ví dụ: Cho mạch điện như hình:

Mắc lưới (I) : $-E_1 + R_1 \cdot I_1 + R_3 \cdot I_3 - R_6 \cdot I_6 = 0$

Mắc lưới (II) : $E_2 + R_2 \cdot I_2 - R_3 \cdot I_3 + R_5 \cdot I_5 = 0$

Mắc lưới (III) : $-R_4 \cdot I_4 - R_5 \cdot I_5 + R_6 \cdot I_6 = 0$

Mắc lưới (IV) : $-E_1 + R_1 \cdot I_1 - R_6 \cdot I_6 + E_2 + R_2 \cdot I_2 + R_5 \cdot I_5 = 0$



1.4. BIẾN ĐỔI TƯƠNG ĐƯƠNG MẠCH

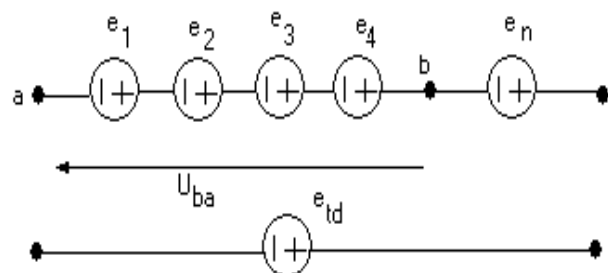
- Để đơn giản hoá mạch làm cho số nút giảm đi người ta sử dụng các phép biến đổi, và trong các phép biến đổi đó có phép biến đổi tương đương là thường sử dụng nhất trong khi giải toán lý thuyết mạch. Phép biến đổi tương đương thường dùng:

1.4.1. Các nguồn mắc nối tiếp

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

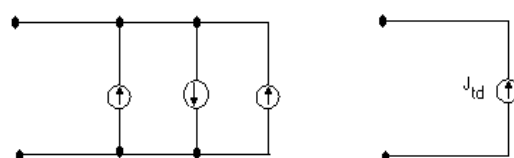
$$U_{ba} = e_1 + e_2 + e_3 + e_4$$

- Số phần tử = Số nhánh



1.4.2. Các nguồn dòng mắc song song

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



$$J = J_1 - J_2 + J_3$$

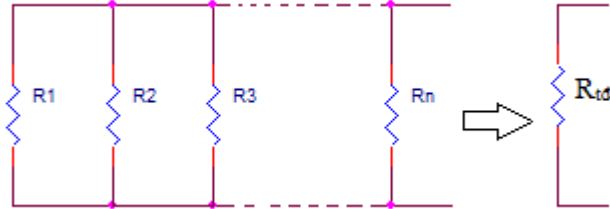
1.4.3. Các phần tử điện trở mắc nối tiếp :

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



1.4.4. Các phần tử điện trở mắc song song :

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



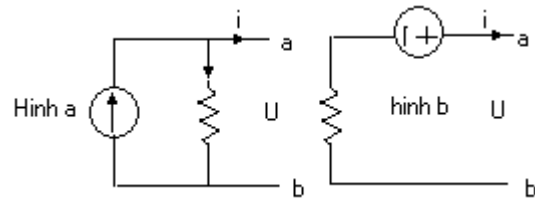
1.4.5. Phép biến đổi nguồn tương đương

- Biến đổi nguồn áp mắc nối tiếp với điện trở thành nguồn dòng mắc song song với điện trở.

Ta xét hình (b): $U = -r \cdot i + e$ (1)

Ta xét hình (a): $J = i + \frac{U}{r}$

$$\Leftrightarrow U = r \cdot J - r \cdot i \quad (2)$$



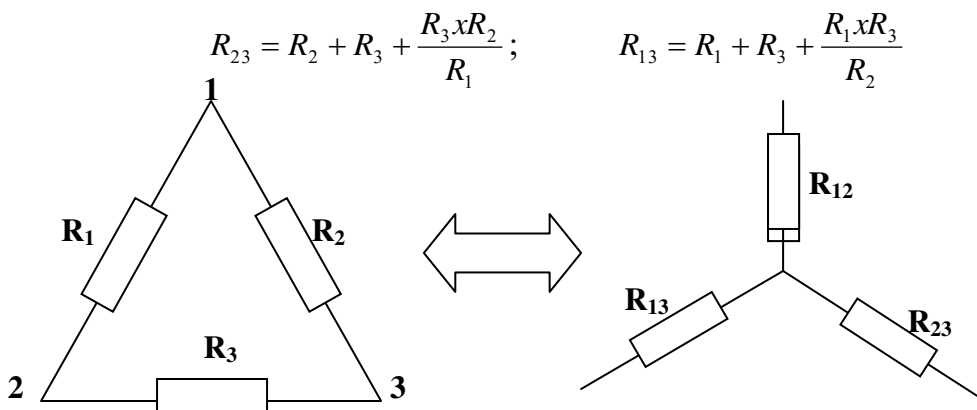
- Ta so sánh phương trình (1) và (2) ta được : $e = r \cdot J$

- Như vậy khi thay thế một nguồn áp mắc nối tiếp với một điện trở thành nguồn dòng mắc song song với điện trở thế 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). Chú ý khi tính toán dòng trên điện trở của nguồn áp.

1.4.6. Phép biến đổi sao ↔ tam giác

- Ta có các công thức biến đổi sau :

+ Biến đổi tam giác → Sao: $R_{12} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 \times R_2}{R_3}$



$$+ \text{Biến đổi sao} \rightarrow \text{tam giác: } R_1 = \frac{R_{12} \times R_{13}}{R_{12} + R_{13} + R_{23}}$$

$$R_2 = \frac{R_{12} \times R_{23}}{R_{12} + R_{13} + R_{23}}; \quad R_3 = \frac{R_{13} \times R_{23}}{R_{12} + R_{13} + R_{23}}$$

1.5. PHÂN LOẠI MẠCH ĐIỆN

- Có thể phân loại mạch điện theo 3 cách sau:

1.5.1. Mạch có thông số tập trung và mạch có thông số rải.

- Mạch có thông số tập trung là mạch mà các quá trình điện từ xảy ra trong nó chỉ phụ thuộc vào thời gian mà không phụ thuộc vào không gian.

Ví dụ: Trên đường dây tải điện trong một khoảng cách ngắn thì dòng ở đầu đường dây và cuối đường dây là như nhau, khi đó ta xem đường dây đó tương đương với một tổng trở. Quá trình biến đổi dòng và áp trên đường dây chỉ phụ thuộc vào thời gian mà không phụ thuộc vào không gian (chiều dài đường dây)

- Các phần tử lý tưởng (R,L,C,e,j) thuộc loại các phần tử có thông số tập trung.
- Mạch có thông số rải là mạch mà các quá trình điện từ xảy ra trong nó không những chỉ phụ thuộc vào thời gian mà còn không phụ thuộc vào không gian.

1.5.2. Mạch tuyến tính và mạch không tuyến tính (phi tuyến)

- Mạch được gọi là tuyến tính nếu nó thỏa mãn nguyên lý xếp chồng và nguyên lý tỷ lệ
- Nếu mạch chỉ gồm những phần tử tuyến tính thì nó là mạch tuyến tính
- Mạch được gọi là phi tuyến nếu nó không thỏa mãn nguyên lý xếp chồng và nguyên lý tỷ lệ
- Nếu mạch chỉ một phần tử phi tuyến thì nó là mạch phi tuyến

1.5.3. Mạch điện dừng và mạch không dừng.

- Mạch điện dừng là mạch các phần tử của nó không phụ thuộc vào thời gian
- Đa số các mạch điện trong thực tế đều mô hình bằng mạch điện dừng
- Trong lý thuyết mạch đóng vai trò quan trọng nhất là mạch tuyến tính dừng (TTD), có thông số tập trung. Mạch này có thể mô tả bởi các phương trình đại số hay pt vi phân tuyến tính.

1.6. BÀI TẬP CHƯƠNG 1

Ví dụ 1: Tìm công suất cung cấp và công suất tiêu thụ của mạch sau.

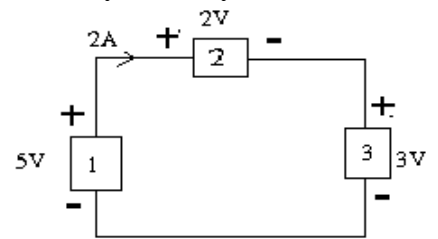
Giải:

Phần tử 1 cung cấp công suất: $P_1 = 5 \times 2 = 10\text{w}$

Phần tử 2 tiêu thụ công suất: $P_2 = U_2 \times I_2 = 2 \times 2 = 4\text{w}$

Phần tử 3 tiêu thụ công suất: $P_3 = U_3 \times I_3 = 3 \times 2 = 6\text{w}$

Kiểm tra lại nguyên lý cân bằng công suất: $P_1 = P_2 + P_3$



Ví dụ 2: Tìm áp trên các điện trở (mạch phân áp)

Giải:

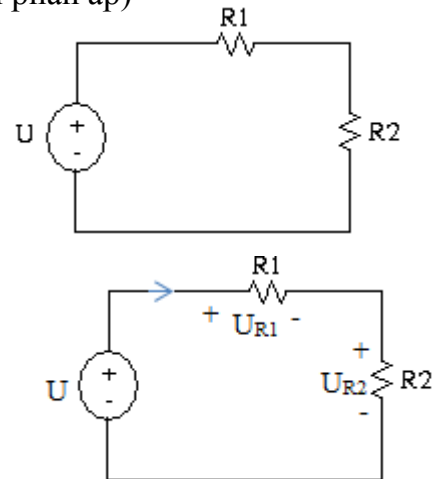
Áp dụng định luật K2 và định luật ôm

$$U_{R1} + U_{R2} - U = 0$$

$$\Leftrightarrow I.R1 + I.R2 - U = 0 \quad \Leftrightarrow I.(R1 + R2) = U$$

$$\Leftrightarrow I = \frac{U}{R1 + R2} \quad \Rightarrow U_{R1} = I.R1 = \frac{U.R1}{R1 + R2}$$

$$\Rightarrow U_{R2} = I.R2 = \frac{U.R2}{R1 + R2}$$



Kết luận: Nguồn điện áp U bị chia trên hai điện trở $R1$ và $R2$ theo các điện áp tỷ lệ thuận với giá trị điện trở

Ví dụ 3: Tìm dòng điện qua các điện trở (cầu phân dòng)

Tìm I_1, I_2 khi biết I

Giải:

Áp dụng định luật K1 tại nút a và định luật ohm

$$I = I_1 + I_2$$

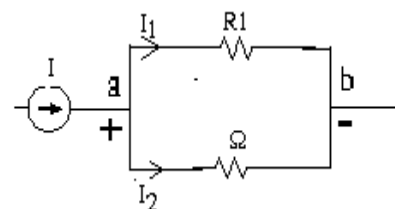
$$\text{Mà: } U_{ab} = U_{R1} = U_{R2}$$

Ta có:

$$I = \frac{U_{ab}}{R_{ab}} = \frac{U_{ab} \cdot (R_1 + R_2)}{R_1 \cdot R_2} \Rightarrow U_{ab} = I \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{(R_1 + R_2)}$$

$$\text{– Xét phần tử } R_1: \quad I_1 = \frac{U_{R1}}{R_1} = \frac{U_{ab}}{R_1} = \frac{I \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{(R_1 + R_2)}}{R_1}$$

$$\Leftrightarrow I_1 = I \cdot \frac{R_2}{(R_1 + R_2)}$$

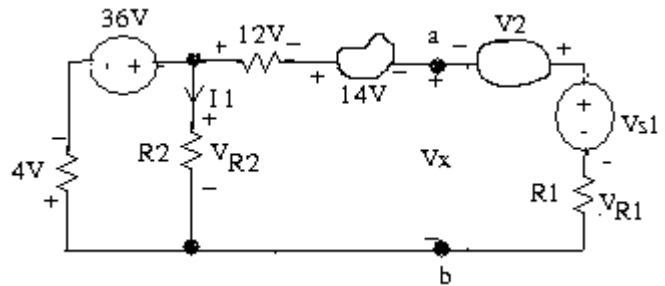


– Xét phần tử R_2 :

$$I_2 = \frac{U_{R2}}{R_2} = \frac{U_{ab}}{R_2} = \frac{I \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{(R_1 + R_2)}}{R_2}$$

$$\Leftrightarrow I_2 = I \cdot \frac{R_1}{(R_1 + R_2)}$$

Ví dụ 4: Dùng định luật KCL để tìm V_{R2} và V_x



Giải:

– Ta viết phương trình K2 cho mạch vòng bên trái

$$4 - 36 + V_{R2} = 0$$

Suy ra: $V_{R2} = 32 \text{ v}$

– Cuối cùng để tính giá trị V_x ta thường nghĩ rằng, V_x sẽ bằng tổng các điện áp rơi trên 3 phần tử phía bên phải, điều đó khiến ta không tìm ra được kết quả. Nhưng thật là đơn giản nếu chúng ta sử dụng K_2 cho những phần tử phía bên trái và qua a đến V_x tới b

$$4 - 36 - 12 + 14 + V_x = 0$$

Suy ra: $V_x = 6 \text{ v}$

– Nếu ta đã biết V_{R2} chúng ta có mạch vòng ngắn hơn qua R_2

$$- 32 + 12 + 14 + V_x = 0$$

Ta cũng suy ra được $V_x = 6 \text{ v}$