

**SỞ LAO ĐỘNG - THƯƠNG BINH VÀ XÃ HỘI ĐỒNG THÁP
TRƯỜNG TRUNG CẤP THÁP MƯỜI**



GIÁO TRÌNH

Tên mô đun: Mạch điện

NGHỀ: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP

TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

*Ban hành kèm theo Quyết định số: 91/QĐ-TTCTM, ngày 10 tháng 07 năm 2024 của
Hiệu trưởng Trường Trung cấp Tháp Mười.*

Tháp Mười, năm 2024

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

Quyển sách giáo trình “MẠCH ĐIỆN” là quyển sách thuộc môn học chuyên môn các ngành thuộc khối kỹ thuật nói chung và đặc biệt là ngành Điện công nghiệp nói riêng. Giáo trình “MẠCH ĐIỆN” rất quan trọng đối với giáo viên cũng như học sinh sinh viên ngành Điện công nghiệp là môn học tiên quyết để học tập các môn học chuyên ngành và vận dụng vào các mô đun chuyên ngành một cách hiệu quả. Quyển tài liệu được biên soạn theo cấu trúc từng chương, từng phần từ đơn giản đến phức tạp giúp học sinh sinh viên có được những kiến thức kỹ năng của môn học làm nền tảng cho nhiều môn học chuyên môn khác. Quyển tài liệu được trích lọc từ nhiều nguồn tài liệu tham khảo kết hợp sự chất lọc nội dung phù hợp từ thực tế giảng dạy nhằm đơn giản nội dung cho phù hợp với năng lực thực tiễn của học sinh sinh viên.

Tháp Mười, ngày tháng năm 2024
Giáo viên cập nhật

Lê Trương Quốc Vương

MỤC LỤC

	Trang
<u>Chương 1: Các khái niệm cơ bản về mạch điện.....</u>	<u>1</u>
1. Mạch điện và mô hình:.....	1
2. Các khái niệm cơ bản trong mạch điện.....	2
3. Các thông số cơ bản của mạch điện:	5
<u>Chương 2: Mạch điện một chiều.....</u>	<u>8</u>
1. Các định luật và biểu thức cơ bản trong mạch một chiều.	8
2. Các phương pháp giải mạch một chiều.	15
3. Các phương pháp ứng dụng định luật Kirchooff và định luật Ohm.....	18
<u>Chương 3: Dòng điện xoay chiều hình sin.....</u>	<u>23</u>
1. Khái niệm về dòng điện xoay chiều.	23
2. Giải mạch điện xoay chiều không phân nhánh.	28
3. Giải mạch điện xoay chiều phân nhánh	36
4. Biểu diễn dòng điện hình sin bằng số phức.	40
<u>Chương 4: Mạch điện ba pha.....</u>	<u>46</u>
1. Khái niệm chung.....	46
2. Nguồn điện ba pha.....	46
3. Sơ đồ đầu dây trong mạch ba pha cân bằng.	48
4. Công suất mạch điện ba pha cân bằng.	54
5. Cách nối nguồn và tải trong mạch ba pha.....	55

CHƯƠNG TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: Mạch điện

Mã môn học: **5DCN009**

Thời gian thực hiện môn học: 60 giờ; (Lý thuyết: 45 giờ; Bài tập: 11 giờ; Kiểm tra: 04 giờ)

I. Vị trí, tính chất của môn học:

- Vị trí: Môn học mạch điện thuộc nghề điện công nghiệp, trình độ trung cấp, được bố trí học sau môđun Vẽ điện và trước các môđun chuyên môn nghề.
- Tính chất: là môn học kỹ thuật cơ sở thuộc các môn học đào tạo nghề bắt buộc.

II. Mục tiêu môn học:

- Về kiến thức:
 - + Phát biểu được các khái niệm, định luật, định lý cơ bản trong mạch điện một chiều, xoay chiều, mạch ba pha.
 - + Tính toán được các thông số kỹ thuật trong mạch điện một chiều, xoay chiều, mạch ba pha ở trạng thái xác lập.
 - + Trình bày các phương pháp giải mạch một chiều, xoay chiều, mạch ba pha.
- Về kỹ năng:
 - + Sử dụng các phương pháp giải mạch một chiều, xoay chiều, mạch ba pha.
 - + Vận dụng các phương pháp phân tích, biến đổi mạch để giải bài toán mạch điện một chiều, xoay chiều, mạch ba pha ở trạng thái xác lập.
- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm: Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác trong giải toán.

III. Nội dung môn học:

1. Nội dung tổng quát và phân bố thời gian:

Số TT	Tên chương, mục	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý Thuyết	Thực hành/ Thí nghiệm/ Bài tập/ Thảo luận	Kiểm tra
1	Chương 1. Các khái niệm cơ bản về mạch điện.	4	4		
	1.1 Mạch điện và mô hình				

	1.2 Các khái niệm cơ bản trong mạch điện.				
2	Chương 2. Mạch điện một chiều	20	15	4	1
	2.1 Các định luật và biểu thức cơ bản trong mạch một chiều.				
	2.2 Các phương pháp giải mạch một chiều.				
	2.3 Các phương pháp ứng dụng định luật Kirchooff và định luật Ohm.				
	Kiểm tra định kỳ				
3	Chương 3. Dòng điện xoay chiều hình sin.	20	12	6	2
	3.1 Khái niệm về dòng điện xoay chiều.				
	3.2 Giải mạch xoay chiều không phân nhánh.				
	3.3 Giải mạch xoay chiều phân nhánh.				
	3.4 Biểu diễn dòng điện hình sin bằng số phức.				
	Kiểm tra định kỳ				
4	Chương 4: Mạch điện ba pha.	16	14	1	1
	4.1 Khái niệm chung.				
	4.2 Nguồn điện ba pha				
	4.3 Sơ đồ đấu dây trong mạch ba pha cân bằng.				
	4.4 Công suất mạch điện ba pha cân bằng.				
	4.5 Cách nối nguồn và tải trong mạch ba pha.				
	Kiểm tra định kỳ				
	Cộng:	60	45	11	4

Chương 1: Các khái niệm cơ bản về mạch điện

Giới thiệu:

Mạch điện là môn học cơ bản của ngành Điện – Điện tử, là môn học cơ sở để học các môn học, môn chuyên ngành. Những khái niệm cơ bản về mạch điện là sự tiếp cận căn bản về các phần tử điện và đại lượng điện được ứng dụng trong đời sống sinh hoạt và lĩnh vực ngành nghề.

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 chính xác.

Nội dung chính:

1. Mạch điện và mô hình:

1.1 Mạch điện:

Mạch điện: là một hệ gồm các thiết bị điện, điện tử ghép lại thành vòng kín có dòng điện, trong đó xảy ra các quá trình truyền đạt, biến đổi năng lượng,... Mỗi phần tử trong mạch thực hiện một chức năng xác định gọi là phần tử mạch điện. Có 2 loại phần tử chính là nguồn và phụ tải.

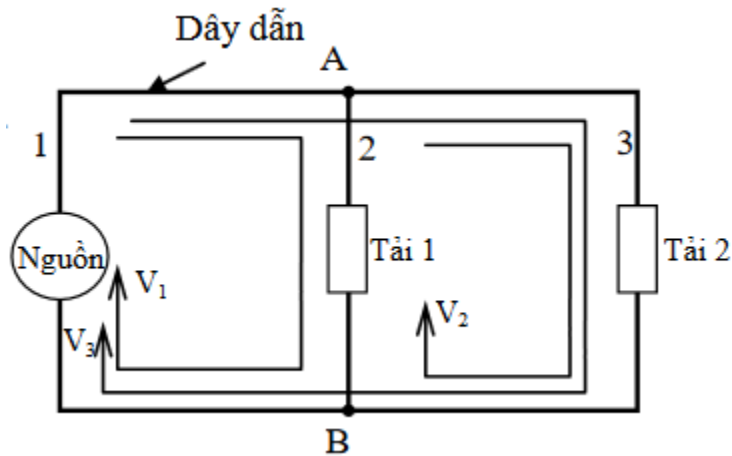
Nguồn điện: là thiết bị tạo ra điện năng. Về nguyên lý, nguồn điện là thiết bị biến đổi các dạng năng lượng như cơ năng, hóa năng, nhiệt năng,... thành điện năng. Ví dụ: Máy phát điện, ắc quy, pin mặt trời ...

Phụ tải: là các thiết bị tiêu thụ năng lượng và biến đổi điện năng thành các dạng năng lượng khác như cơ năng, nhiệt năng, quang năng, Ví dụ: động cơ điện, bếp điện, đèn điện...

- Cực của phần tử điện là các đầu ra. Phần tử có thể 2 cực, 3 cực, 4 cực, ...
- Trên các cực của phần tử có dòng điện, điện áp và công suất.

1.2 Mô hình mạch điện:

Mạch điện được xây dựng trên cơ sở nguồn điện, tải và dây dẫn



Hình 1 - 1: Mô hình mạch điện

1.2.1 Nguồn điện:

Nguồn điện là thiết bị điện tạo ra điện năng. Về nguyên lý, nguồn điện là thiết bị biến đổi các dạng năng lượng như cơ năng, hóa năng, nhiệt năng... thành điện năng. Ví dụ: Pin, ắc quy biến đổi hóa năng thành điện năng, Máy phát điện biến đổi cơ năng thành điện năng. Pin mặt trời biến đổi năng lượng bức xạ mặt trời thành điện năng...

1.2.2 Tải:

Tải là các thiết bị tiêu thụ điện năng và biến đổi điện năng thành các dạng năng lượng khác như cơ năng, nhiệt năng, quang năng... Ví dụ: động cơ điện tiêu thụ điện năng và biến đổi điện năng thành cơ năng, Bàn là, bếp điện biến đổi điện năng thành nhiệt năng, bóng đèn biến đổi điện năng thành quang năng...

1.2.3 Dây dẫn:

Dây dẫn dùng để dẫn điện từ nguồn điện đến phụ tải. Ngoài các thành phần cơ bản trên, mạch điện còn có các thiết bị phụ trợ để bảo vệ và điều khiển như cầu dao, áp tô mát, cầu chì, role...

2. Các khái niệm cơ bản trong mạch điện.

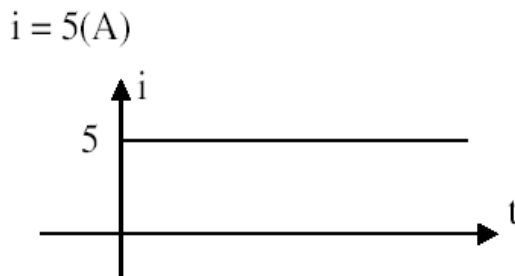
2.1 Cường độ dòng điện:

- Dòng điện: là dòng các điện tích dịch chuyển có hướng.
- Chiều dòng điện là chiều chuyển động dòng điện tích dương.
- Cường độ dòng điện: (gọi tắt là dòng điện) là lượng điện tích chuyển qua một bề mặt nào đó (tiết diện ngang của dây dẫn) trong một đơn vị thời gian.

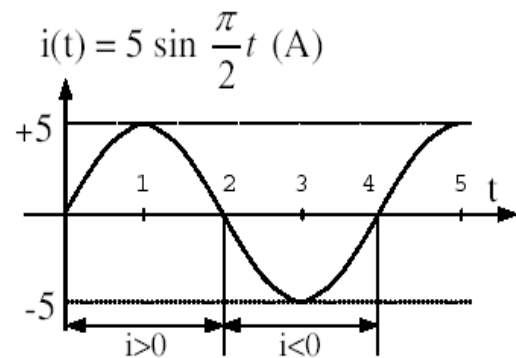
- Đơn vị cường độ dòng điện là Ampere (A).
- Ký hiệu: i
- Trong tính toán i là đại lượng đại số kèm theo chiều dương qui ước.
- Sau khi giải:
 - + Nếu i dương: Chiều thực của dòng điện trùng với chiều dương qui ước.
 - + Nếu i âm: Chiều ngược lại.

Ví dụ:

Dòng điện một chiều (DC)



Dòng điện xoay chiều (AC)



Hình 1 - 2: Biểu đồ dòng điện một chiều (DC) và xoay chiều (AC)

2.2 Mật độ dòng điện:

- Lượng điện tích chuyển qua dây dẫn trong một đơn vị thời gian.
- Mật độ dòng điện dây dẫn là dòng điện chạy qua dây dẫn trên một đơn vị diện tích dây dẫn.

2.3 Điện áp:

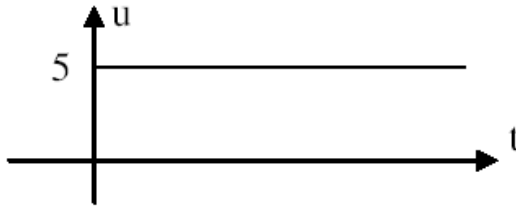
- Là công sinh ra khi 1 đơn vị điện tích dương dịch chuyển từ A đến B.
- Với $U_{AB} = \phi_A - \phi_B$; ϕ_A và ϕ_B là điện thế điểm A và B.
- Đơn vị : Volt (V)
- Ký hiệu : U

Trong tính toán điện áp U là lượng đại số theo chiều xác định, ví dụ U_{AB} . Khi $U_{AB} > 0$ thế A cao hơn thế B và $U_{AB} < 0$ thế B cao hơn thế A.

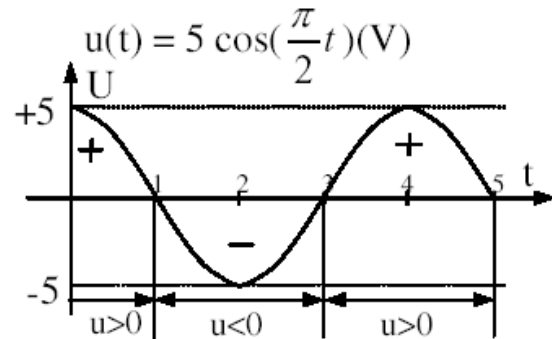
Ví dụ:

Điện áp một chiều (DC)

$$u = 5(\text{V})$$



Điện áp xoay chiều (AC)



Hình 1 - 3: Biểu đồ điện áp một chiều (DC) và xoay chiều (AC)

2.4 Công suất:

Trong mạch điện, một nhánh, một phần tử có thể nhận năng lượng hoặc phát năng lượng. Khi chọn chiều dòng điện và điện áp trên nhánh trùng nhau, sau khi tính toán công suất P của nhánh ta có kết luận sau về quá trình năng lượng của nhánh. Ở thời điểm nào đó nếu:

$$P = u \cdot i > 0: (\text{Nhánh nhận năng lượng})$$

$$P = u \cdot i < 0: (\text{Nhánh phát năng lượng})$$

Khi dòng điện có đơn vị A (ampe) và điện áp có đơn vị V (vôn) thì đơn vị công suất là W (Oát).

Ví dụ:

Công suất một chiều

$$u = 5(\text{V}) ; i = 5(\text{A})$$

$$p = u \cdot i = 25 (\text{W})$$

Công suất xoay chiều

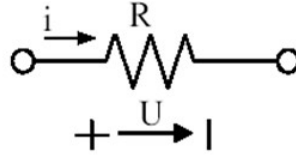
$$u(t) = 5 \cos \frac{\pi}{2} t (\text{V}); i(t) = 5 \sin \frac{\pi}{2} t (\text{A});$$

$$p(t) = u(t) \cdot i(t) = 25 \cos \frac{\pi}{2} t * \sin \frac{\pi}{2} t$$

$$= 12,5 \sin \pi t (\text{W})$$

3. Các thông số cơ bản của mạch điện:

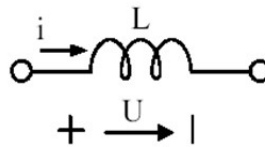
3.1 Phần tử điện trở R : Là phần tử đặt trưng cho hiện tượng tiêu tán năng lượng điện từ. Công suất tiêu tán $P = RI^2$



Hình 1 - 4: Phần tử điện trở R

- Ký hiệu phần tử điện trở R (hình 0 - 4)
- Với quan hệ $u = Ri(V)$
- Đơn vị điện trở R là Ohm [Ω]

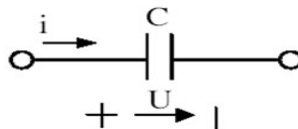
3.2 Phần tử điện cảm L : Là phần tử đặt trưng cho hiện tượng tích phóng năng lượng từ trường.



Hình 1 - 5: Phần tử điện cảm L

- Năng lượng từ trường: $W = 1/2 * Li^2$
- Ký hiệu phần tử điện cảm L (hình 1 - 5).
- L là thông số cơ bản của mạch điện đặc trưng cho hiện tượng phóng tích năng lượng từ trường, được gọi là điện cảm.
- Đơn vị điện cảm L là Henry [H]

1.3 Phần tử điện dung C : Là phần tử đặt trưng cho hiện tượng tích phóng năng lượng điện trường.



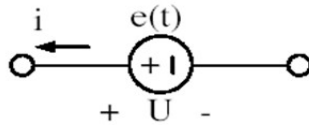
Hình 1 - 6: Phần tử điện dung C

- Ký hiệu phần tử điện dung C (hình 1 - 6).
- Năng lượng điện trường: $W = 1/2 * CU^2$.

- Đơn vị điện dung C là Fara [F]

3.4 Phần tử nguồn độc lập: Là phần tử đặt trưng cho hiện tượng nguồn, phần tử nguồn gồm hai loại:

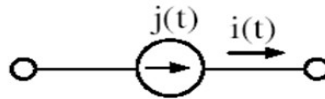
Phần tử nguồn áp $e(t)$



Hình 1 - 7: Phần tử nguồn áp $e(t)$

- Ký hiệu phần tử nguồn áp (hình 1 - 7)
- Với quan hệ $u(t) = e(t)$, trong đó $e(t)$ không phụ thuộc dòng điện $i(t)$ chảy qua phần tử và được gọi là sức điện động.

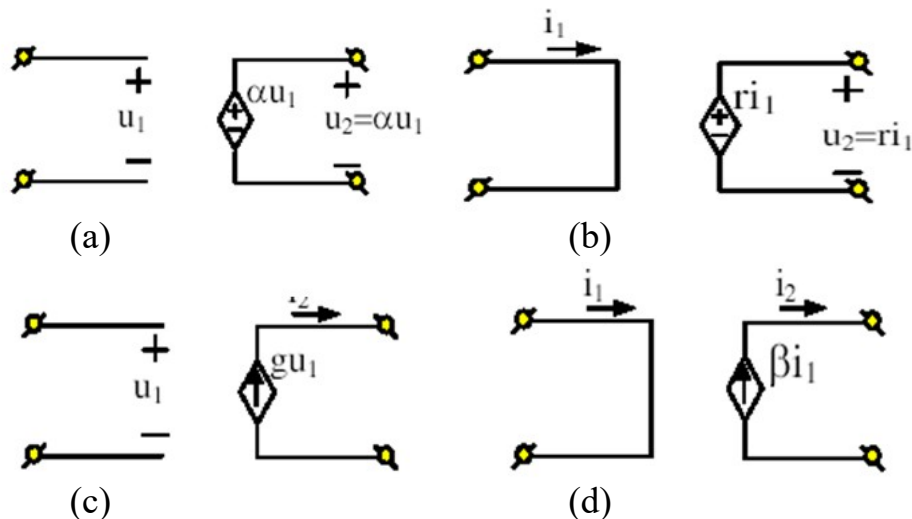
Phần tử dòng điện $j(t)$



Hình 1 - 8: Phần tử nguồn dòng $j(t)$

- Ký hiệu phần tử nguồn dòng (hình 1 - 8)
- Với quan hệ $i(t) = j(t)$, trong đó $j(t)$ không phụ thuộc điện áp $u(t)$ đặt trên 2 cực của phần tử
- $e(t)$ và $j(t)$ là hai thông số cơ bản của mạch điện đặt trưng cho hiện tượng nguồn, do có khả năng phát của nguồn.

3.5 Phần tử nguồn phụ thuộc: Là phần tử nguồn mà chúng phụ thuộc vào dòng điện hay điện áp nào đó của mạch.



Hình 1 - 9: Phần tử nguồn phụ thuộc

Phần tử nguồn áp phụ thuộc áp: (hình 1 - 9a) (VCVS – Voltage Controlled Voltage source).

- Nguồn áp u_2 phụ thuộc vào u_1 của mạch.
- Với $u_2 = \alpha u_1$; α : không thứ nguyên

Phần tử nguồn áp phụ thuộc dòng: (hình 1 – 9b) (CCVS – Current Controlled Voltage source)

- Nguồn áp u_2 phụ thuộc vào dòng i_1 của mạch.
- Với $u_2 = r.i_1$; r : thứ nguyên Ω (Ohm)

Phần tử nguồn dòng phụ thuộc áp: (hình 1 - 9c) (VCCS – Voltage Controlled Current source)

- Phần tử nguồn dòng phụ thuộc này phát ra dòng điện i_2 phụ thuộc vào điện áp u_1 theo hệ thức Nguồn dòng i_2 phụ thuộc vào u_1 của mạch.
- Với $i_2 = g.u_1$: g thứ nguyên S(Siemen) hay Ω^{-1}

Phần tử nguồn dòng phụ thuộc dòng: (hình 1 - 9d) (CCCS – Current Controlled Current source)

- Nguồn dòng i_2 phụ thuộc vào dòng i_1 của mạch.
- Với $i_2 = \beta i_1$; β không thứ nguyên.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Mạch điện là gì? Nguồn điện là gì? Tải là gì? Hãy cho ví dụ về nguồn điện và tải.
2. Cường độ dòng điện là gì? Quy ước chiều dòng điện? Vẽ tín hiệu $i(t) = 10A$, $i(t) = 5\sin 100t A$?
3. Có một dụng cụ nung nóng, khi điện áp của lưới là 220V thì dòng điện chạy trong đó là 5A. Hãy tính năng lượng điện trong một ngày đêm (24h).
4. Ba bóng đèn có điện trở $R_1 = 60 \Omega$; $R_2 = 120 \Omega$; $R_3 = 150 \Omega$; đấu song song, đặt vào điện áp $U = 120V$. Tính điện trở tương đương, dòng điện qua mỗi bóng đèn trong mạch chính.

Chương 2: Mạch điện một chiều

Giới thiệu:

Giải mạch điện một chiều là sự rèn luyện kỹ năng tính toán, giải mạch điện nhằm giúp học sinh sinh viên thấu hiểu chính xác về mạch điện. Biết vận dụng sự biến đổi mạch điện và áp dụng các định luật để tính toán các đại lượng điện từ đó áp dụng vào đời sống sinh hoạt và kỹ thuật ngành

Mục tiêu:

- Trình bày định luật, định lý 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:

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

1.1 Định luật Ohm.

Định luật Ohm do nhà bác học G. Ohm người Đức tìm ra bằng thực nghiệm ở nửa đầu thế kỷ 19, là một trong những định luật cơ bản của mạch điện.

Với đoạn mạch.

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

I: Cường độ dòng điện (A)

U: Điện áp (V)

R: Điện trở (Ω)

Với toàn mạch:

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

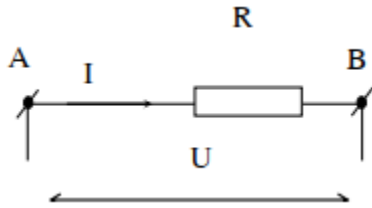
E: Sức điện động (V)

Định luật Ohm nêu mối quan hệ giữa dòng điện và điện áp ở mạch điện không phân nhánh. Đối với mạch điện phân nhánh, quan hệ giữa các dòng điện và điện áp sẽ phức tạp hơn rất nhiều.

1.2 Công suất và điện năng trong mạch một chiều.

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.



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

$$A = q.U = U.I.t$$

Trong đó:

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

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)

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

Tỷ số giữa công A và thời gian thực hiện t gọi là công suất P : $P = \frac{A}{t}$

Như vậy công suất là tốc độ thực hiện công theo thời gian. Vì công đặc trưng cho sự biến đổi năng lượng nên công suất là tốc độ biến đổi năng lượng theo thời gian.

Nếu công thực hiện không đều theo thời gian thì tốc độ thực hiện công (tức công suất) xác định như sau:

Xét trong thời gian vô cùng bé Δt công thực hiện là ΔA thì: $P = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{dA}{dt}$

Từ các định nghĩa trên ta có:

Công suất nguồn (gọi là công suất phát): $P_f = \frac{A_f}{t} = \frac{EIt}{t} = EI$

Công suất tải: $P = \frac{A}{t} = \frac{UIt}{t} = UI$

Công suất tổn hao trong nguồn: $\Delta P = \frac{\Delta A_0}{t} = \frac{\Delta U_0 It}{t} = \Delta U_0 I$

Ta có phương trình cân bằng công suất (định luật bảo toàn năng lượng) trong mạch điện: $P_f = P + \Delta P_0$

Trong hệ đơn vị SI, E và U tính ra vôn (V), I tính ra ampe (A), t tính ra giây (s) thì đơn vị công là jun (J) và công suất oát (W)

$$1W = \frac{1J}{1s} = 1 \text{ vôn} \times 1 \text{ ampe} = 1VA$$

$$1J = 1W \times s = 1V \times As = 1VC$$

Oát là công suất của hệ thực hiện công một jun trong thời gian một giây. Đối với mạch điện, oát là công suất của dòng điện một ampe thực hiện trên một đoạn mạch có điện áp một vôn.

Bội số của W là hW(hecto oát), kW(kilo oát), MW (mêga oát) còn ước số là mW(mili oát).

$$1hW = 10^2 W; 1kW = 10^3 W; 1MW = 10^3 kW = 10^6 W;$$

$$1mW = 10^{-3} W;$$

b. Điện năng.

Để đo công của dòng điện tức là điện năng tiêu thụ người ta dùng máy đếm điện năng hay công tơ điện. Điện năng tiêu thụ được tính ra Wh (oát giờ), hWh (hecto oát giờ), kWh (kilô oát giờ), MWh (mêga oát giờ), GWh (giga oát giờ), TWh (tera oát giờ).

$$1Wh = 1 \frac{J}{s} \times 3600s = 3600J$$

$$1hWh = 100 Wh = 360000J = 360 kJ$$

$$1kWh = 1000 Wh = 360000J = 3,6 MJ$$

$$1 MWh = 1000 kWh$$

$$1 GWh = 10^6 kWh$$

$$1 TWh = 10^9 kWh$$

$$\text{Ở đây, } 1kJ = 10^3 J, 1MJ = 10^6 J$$

Ví dụ 2.1: Mạch điện có điện áp $U = 220V$ cung cấp cho tải dòng điện $I = 3A$ trong thời gian 3 giờ. Biết giá tiền điện là 1500 đ/kWh. Tính công suất của tải, điện năng tiêu thụ và tiền điện phải trả.

Giải:

$$\text{Công suất tải: } P = U.I = 220.3 = 660 W$$

$$\text{Điện năng tải tiêu thụ: } A = P.t = 660.3 = 1980 Wh = 1,98 kWh$$

$$\text{Tiền điện phải trả: } 1500 \text{ đ} \cdot 1,98 = 2970 \text{ đ}$$

1.3 Định luật Joule -Lenz (định luật và ứng dụng)

a. Định luật.

Dòng điện là dòng các điện tích chuyển dời có hướng. Khi chuyển động trong vật dẫn, các điện tích va chạm với các phân tử, truyền bớt động năng, làm cho các phân tử của vật dẫn tăng mức chuyển động nhiệt. Kết quả vật dẫn bị dòng điện đốt nóng. Đó là tác dụng phát nhiệt của dòng điện.

Gọi điện trở vật dẫn là R. Khi đặt vào điện áp U, dòng điện qua vật dẫn xác định theo định luật Ôm: $I = \frac{U}{R}$

Công suất tiếp nhận trên vật dẫn là: $P=U.I=I.R.I=I^2.R$ (W)

Trong thời gian t, công do dòng điện thực hiện là: $A= P.t= I^2.R.t$ (J)

Công này đã được truyền cho vật dẫn, chuyển thành nhiệt. Biết đương lượng công của nhiệt là $J=0,24$ cal nên ta có: $Q=0,24 A=0,24 I^2.R.t$ (cal)

Biểu thức này được nhà bác học Anh là Joule và nhà bác học Nga là Lenz tìm ra bằng thực nghiệm năm 1844 gọi là định luật Joule – Lenz. Định luật phát biểu như sau: “ *Nhiệt lượng do dòng điện tỏa ra trong vật dẫn tỷ lệ với bình phương cường độ dòng điện, với điện trở vật dẫn và thời gian duy trì dòng điện.* ”

Đối với dòng điện biến đổi theo thời gian i(t), ta có thể tính nhiệt lượng tỏa ra trên đoạn mạch có điện trở R sau thời gian t bằng công thức:

$$Q = \int_0^t R.i^2 .dt$$

b. Ứng dụng của định luật Joule – Lenz:

Tác dụng nhiệt của dòng điện được ứng dụng từ rất sớm để chế tạo các dụng cụ đốt nóng bằng dòng điện như đèn điện sợi đốt, bếp điện, mỏ hàn điện, bàn là...

Mặt khác mỗi dây dẫn đều có điện trở r_d nên sẽ tiêu tán điện năng dưới dạng nhiệt, gọi là năng lượng tổn hao, làm giảm hiệu suất của thiết bị. Nhiệt lượng tỏa ra làm nóng vật dẫn và có thể hư hỏng cách điện.

Khi hai cực của nguồn điện chạm nhau qua một điện trở không đáng kể, dòng điện trong mạch sẽ vượt quá trị số cho phép nhiều. Hiện tượng đó gọi là ngắn mạch (hay chập mạch). Khi ngắn mạch nhiệt độ dây dẫn trong các cuộn dây đạt tới trị số nguy hiểm. Để bảo vệ chúng không bị nóng quá, phương pháp đơn giản nhất là dùng cầu chì hoặc role nhiệt.

1.4 Định luật Faraday (hiện tượng; định luật và ứng dụng các quy tắc)

a. Hiện tượng.

Ta nhúng hai điện cực bằng than vào dung dịch đồng sunfat ($CuSO_4$) rồi cho dòng điện chạy qua sau mấy phút ta thấy xuất hiện trên điện cực nối với cực âm của nguồn điện một lớp đồng nguyên chất mỏng.

Như vậy dòng điện đi qua dung dịch muối đồng đã giải phóng đồng, đó là hiện tượng điện phân.

Dòng điện qua dung dịch càng lớn và càng lâu thì lượng kim loại giải phóng ở âm cực càng lớn. Như vậy giữa điện tích qua dung dịch điện phân và lượng chất được

giải phóng có mối quan hệ tỉ lệ. Quan hệ này đã được Faraday kết luận từ thực nghiệm vào các năm 1833-1834.

b. Định luật Faraday về điện phân.

Định luật Faraday thứ nhất: “Khối lượng m của chất được giải phóng ra ở điện cực của bình điện phân tỉ lệ với điện tích q chạy qua bình đó”.

$$m = k \cdot q$$

Trong đó: m là khối lượng của chất được giải phóng ở điện cực.

$q = I \cdot t$ là điện tích qua dung dịch điện phân (culông).

k là đương lượng điện hóa, phụ thuộc vào bản chất của chất được giải phóng ra ở điện cực.

Trong hệ SI, đơn vị đương lượng điện hóa là kg/C . Ví dụ: với bạc $k = 1,118 \text{ mg/C}$.

Định luật Faraday thứ hai: Faraday đã nhận xét rằng, đương lượng điện hóa k của các chất khác nhau luôn luôn tỉ lệ thuận với khối lượng mol nguyên tử A của chất thu được ở điện cực và tỉ lệ nghịch với hóa trị n của chất ấy. Do đó định luật Faraday thứ hai được phát biểu như sau: “Đương lượng điện hóa k của nguyên tố tỉ lệ với đương lượng gam $\frac{A}{n}$ của nguyên tố đó”.

$$k = c \frac{A}{n}$$

$$c = \frac{1}{F} = \frac{1}{96500} \text{ là hệ số tỉ lệ (g/C)}$$

Ví dụ 2.2: Bạc có $A=108$, $n=1$ vậy

$$k = c \frac{A}{n} = \frac{1}{96500} \frac{108}{1} = 1,118 \cdot 10^{-3} \text{ (g/C)} = 1,118 \text{ mg/C}$$

Công thức biểu thị cả hai định luật Faraday:

$$m = \frac{1}{F} \frac{A}{n} q \text{ hay } m = \frac{1}{F} \frac{A}{n} It$$

Với I là cường độ dòng điện không đổi đi qua bình điện phân (A), t là thời gian dòng điện chạy qua bình (s).

c. Ứng dụng:

Hiện tượng điện phân được ứng dụng để điều chế hóa chất, để tinh chế kim loại, mạ điện, đúc điện...

- Điều chế hóa chất: Clo, hidro và xút (NaOH) là những nguyên liệu quan trọng của công nghiệp hóa chất. Việc điều chế các nguyên liệu này được thực hiện bằng cách điện phân dung dịch muối ăn (NaCl) tan trong nước với điện cực bằng graphit hoặc bằng kim loại không bị ăn mòn. Kết quả điện phân cho ta xút tan dung dịch và các khí hidro và clo bay ra.

- Luyện kim: Người ta dựa vào hiện tượng dương cực tan để tinh chế kim loại. Người ta đúc đồng nấu từ quặng ra (còn chứa nhiều tạp chất) thành các tấm. Dùng các tấm này làm cực dương trong bình điện phân đựng dung dịch đồng sunfat. Khi điện phân cực dương tan dần, đồng nguyên chất bám vào cực cực âm, còn tạp chất lắng xuống đáy.

Các kim loại khác (như nhôm, magie..) và nhiều hóa chất cũng được điều chế trực tiếp bằng phương pháp điện phân.

- Mạ điện: mạ điện là dùng phương pháp điện phân để phủ một lớp kim loại (thường là kim loại không gỉ như crom, niken, vàng, bạc...) lên những đồ vật bằng kim loại khác. Khi đó vật cần được mạ dùng làm cực âm, kim loại dùng để mạ để làm cực dương, còn chất điện phân là dung dịch muối của kim loại dùng để mạ.

- Đúc điện: người ta làm khuôn của vật định đúc bằng sáp ong hay bằng một chất khác dễ nặn rồi quét lên khuôn một lớp than chì (graphit) mỏng để bề mặt khuôn trở thành dẫn điện. Khuôn này được dùng để làm cực âm, còn cực dương thì làm bằng kim loại mà ta muốn đúc và dung dịch điện phân là muối của kim loại đó. Khi đặt một hiệu điện thế vào hai điện cực đó, kim loại sẽ kết thành một lớp trên khuôn đúc, dày hay mỏng là tùy thuộc vào thời gian điện phân. Sau đó người ta tách lớp kim loại ra khỏi khuôn và được vật cần đúc. Đúc điện là phương pháp đúc chính xác, do đó các bản in trước đây thường được chế tạo bằng phương pháp này.

1.5 Các định luật Kirchooff, định luật Ohm.

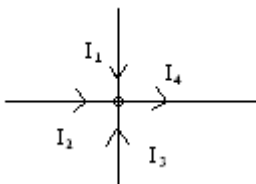
1.5.1. Các định luật Kirchooff

Định luật Kirchooff 1:

Tổng đại số các dòng điện tại một nút bằng không:

$$\sum_k i_k = 0.$$

Hay tổng các dòng điện đi vào một nút thì bằng tổng các dòng điện ra khỏi nút đó
Quy ước: Các dòng điện đi tới nút thì mang dấu dương, các dòng điện rời khỏi nút mang dấu âm hoặc ngược lại.



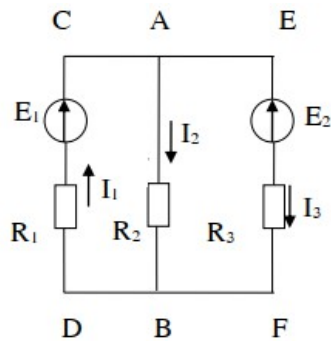
Theo hình vẽ ta có:

$$I_1 + I_2 + I_3 - I_4 = 0$$

Hay

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4$$

Ví dụ: Viết phương trình kirchoff 1 cho nút A



$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$\Rightarrow I_1 = I_2 + I_3$$

Định luật Kirchoff 2:

Tổng đại số điện áp của các phần tử trong 1 vòng kín bất kỳ bằng 0.

$$u = 0$$

Hay:

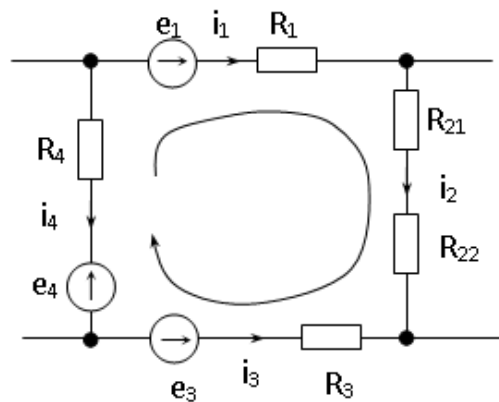
Theo một vòng kín tùy ý, tổng đại số các điện áp rơi trên các phần tử bằng tổng đại số các sức điện động trong vòng.

$$u = e$$

Qui ước: nếu chiều của dòng điện và sức điện động cùng chiều đi của vòng sẽ mang dấu dương, ngược lại mang dấu âm.

Mạch có **m** nút, **n** nhánh thì có: (**m - 1**) phương trình K1, (**n - m + 1**) phương trình K2

Ví dụ: Viết phương trình kirchoff 2



$$e_1 - e_3 + e_4 = i_1.R_1 + i_2.(R_{21} + R_{22}) - i_3.R_3 - i_4.R_4$$

1.5.2. Định lý Thevenin

Một mạng điện 2 cực phức tạp có nguồn, có thể được thay thế bằng một mạch điện 2 cực đơn giản gồm sức điện động E_{th} nối tiếp với điện trở R_{th} , trong đó E_{th} bằng điện áp