

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CƠ ĐIỆN XÂY DỰNG VIỆT XÔ
KHOA: ĐIỆN – ĐIỆN TĐH

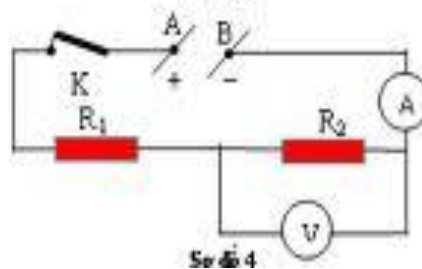
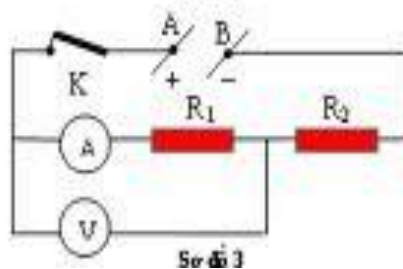
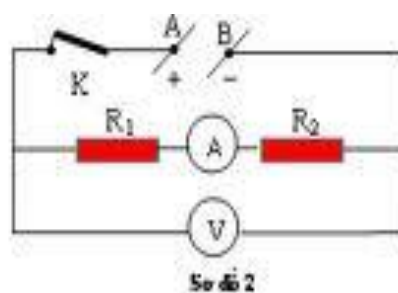
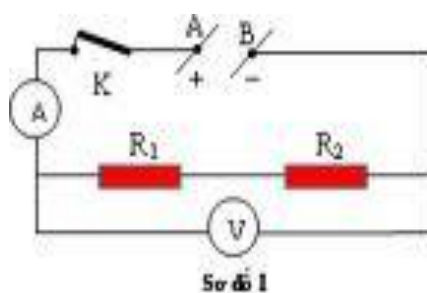
GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC: CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐIỆN

NGHỀ: KỸ THUẬT MÁY LẠNH VÀ ĐHKK

TRÌNH ĐỘ TRUNG CẤP

Ban hành theo Quyết định số: /QĐ....ngàytháng.....năm 2019
.....của.....



Ninh Bình, năm 2019

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.

LỜI GIỚI THIỆU

Giáo trình mạch điện được xây dựng và biên soạn trên cơ sở chương trình đào tạo nghề Điện công nghiệp đã được chỉnh sửa và phê duyệt.

Giáo trình mạch điện dùng để giảng dạy ở trình độ trung cấp được biên soạn theo nguyên tắc quan tâm đến: tính định hướng thị trường lao động, tính hệ thống và khoa học, tính ổn định và linh hoạt, hướng tới liên thông, chuẩn đào tạo nghề khu vực và thế giới, tính hiện đại và sát thực với sản xuất.

Nội dung 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 ba pha.

Áp dụng việc đổi mới trong phương pháp dạy và học, giáo trình đã biên soạn cả phần lý thuyết và bài tập. Giáo trình được biên soạn theo hướng mở, kiến thức rộng và cố gắng chỉ ra tính ứng dụng của nội dung được trình bày. Trên cơ sở đó tạo điều kiện để các trường sử dụng một cách phù hợp với điều kiện cơ sở vật chất.

Trong quá trình biên soạn không tránh khỏi sai sót, ban biên soạn rất mong được sự góp ý của bạn đọc để giáo trình được hoàn thiện hơn.

Ninh Bình, ngày tháng năm 2019

Chủ biên

1. Ths. Phạm Thị Hương Sen Chủ biên

MỤC LỤC

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC: CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐIỆN	5
Mã môn học: MH 08	5
III. NỘI DUNG MÔN HỌC:	5
CHƯƠNG 1: CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MẠCH ĐIỆN	7
1. Mạch điện và mô hình.....	7
1.1. Mạch điện.	7
1.2. Các hiện tượng điện từ.....	8
1.3. Mô hình mạch điện	9
1.3.1. Phần tử điện trở.	9
1.3.2. Phần tử điện cảm	10
1.3.3. Phần tử điện dung.....	10
1.3.4. Phần tử nguồn.....	11
1.3.5. Phần tử thật.....	12
2. Các khái niệm cơ bản trong mạch điện.	12
2.1. Dòng điện và chiều qui ước của dòng điện.	12
2.2. Cường độ dòng điện.....	13
2.3. Mật độ dòng điện.	14
3. Các phép biến đổi tương đương.	14
3.1. Ghép nguồn một chiều.....	14
3.1.1 Mắc nối tiếp.....	14
3.1.2 Mắc song song.....	15
3.1.3 Mắc hỗn hợp.....	15
3.2. Ghép phụ tải một chiều.....	17
3.2.1. Điện trở mắc nối tiếp.....	17
3.2.2. Điện trở mắc song song.....	17
3.3. Biến đổi Δ - Y và Y - Δ	17
CHƯƠNG 2: MẠCH ĐIỆN MỘT CHIỀU	19
1. Các định luật và biểu thức cơ bản trong mạch một chiều.....	19
1.1. Định luật Ohm.	19
1.2. Công suất và điện năng trong mạch một chiều.....	19
1.3. Các định luật <i>Kirchooff</i>	21
1.3.1. Các khái niệm (nhánh, nút, vòng).	21
1.3.2. Các định luật <i>Kirchooff</i>	22
1.4. Định luật Joule -Lenz (định luật và ứng dụng).....	23
1.5. Định luật Faraday (hiện tượng; định luật và ứng dụng).	24
1.6. Hiện tượng nhiệt điện (hiện tượng và ứng dụng).	26
2. Các phương pháp giải mạch một chiều.....	28
2.1. Phương pháp biến đổi điện trở.....	28
2.2. Phương pháp xếp chồng dòng điện.....	29
2.3. Phương pháp dòng điện nhánh.	30
2.4. Phương pháp dòng điện vòng.	31

2.5. Phương pháp điện thế nút.	32
CHƯƠNG 3: DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU HÌNH SIN.....	41
1. Khái niệm về dòng điện xoay chiều.....	41
1.1. Dòng điện xoay chiều.	41
1.3. Nguyên lý tạo ra sđđ xoay chiều hình sin 1 pha.....	42
1.4. Các đại lượng đặc trưng.....	43
1.5. Pha và sự lệch pha.	45
2. Giải mạch xoay chiều không phân nhánh.	49
2.1. Giải mạch R-L-C.	49
2.1.1. Mạch xoay chiều thuần trở.....	49
2.1.2. Mạch điện chỉ có điện cảm L.	50
2.1.3. Mạch xoay chiều thuần dung.....	52
2.1.4. Mạch xoay chiều có RLC mắc nối tiếp.....	54
2.2. Giải mạch có nhiều phần tử mắc nối tiếp.....	56
2.3. Cộng hưởng điện áp.....	58
3. Giải mạch xoay chiều phân nhánh.	59
3.1. Phương pháp đồ thị véc-tơ (phương pháp Fresnel).....	59
3.2. Phương pháp tổng dẫn.....	60
3.3. Cộng hưởng dòng điện.....	63
4. Hệ số công suất.	63
4.1. Định nghĩa và ý nghĩa hệ số công suất.....	63
4.2. Các biện pháp nâng cao $\cos\varphi$	64
CHƯƠNG 4: MẠCH BA PHA.....	77
1. Khái niệm chung.	77
1.1. Hệ thống ba pha đối xứng.....	77
1.2. Đồ thị dạng sóng và đồ thị véc tơ.....	78
1.3. Đặc điểm và ý nghĩa.	78
2. Sơ đồ đấu dây trong mạch ba pha đối xứng.....	79
2.1. Các định nghĩa.	79
2.2. Đấu dây hình sao (Y).....	79
2.3. Đấu dây hình tam giác (Δ).....	82
3. Đấu phụ tải ba pha hình sao.	84
3.1. Mạch ba pha có dây trung tính.....	84
3.1.1. Mạch ba pha không đối xứng có trở kháng đường dây.	84
3.2. Mạch ba pha không có dây trung tính.....	85
3.2.1. Công suất mạng ba pha cân bằng.....	85
3.2.2. Mạch ba pha có 1 phụ tải nối hình sao.....	87
4. Đấu phụ tải ba pha hình tam giác.....	88
4.1. Phụ tải không cân bằng.	88
4.2. Phụ tải cân bằng.....	89
5. Mạch ba pha có nhiều phụ tải mắc nối tiếp hoặc song song.....	90
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	99

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC: MẠCH ĐIỆN

Mã môn học: MH 08

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

- Môn học mạch điện được bố trí học sau các môn học chung và học trước các môn học, mô đun chuyên môn nghề.
- Là môn học kỹ thuật cơ sở.
- Trang bị những kiến thức và kỹ năng tính toán cơ bản về mạch điện.

Mục tiêu của 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.
 - + Giải thích được một số ứng dụng đặc trưng theo quan điểm của kỹ thuật điện.
- Về kỹ năng
 - + Tính toán được các thông số kỹ thuật trong mạch điện một chiều, xoay chiều, mạch ba pha ở trạng thái xác lập.
 - + Vận dụng được các phương pháp phân tích, biến đổi mạch để giải các bài toán về mạch điện hợp lý.
 - + Vận dụng phù hợp các định lý, các phép biến đổi tương đương để giải các mạch điện phức tạp.
- Về năng lực tự chủ và chịu trách nhiệm
 - + Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ trong tính toán.

III. NỘI DUNG MÔN HỌC:

Nội dung tổng quát và phân bổ thời gian:

Số TT	Tên chương mục	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập	Kiểm tra
1	Chương 1. Các khái niệm cơ bản về mạch điện.	13	8	4	1
	1.1. Mạch điện và mô hình	3	3		
	1.2. Các khái niệm cơ bản trong mạch điện.	1	1		
	1.3. Các phép biến đổi tương đương.	8	4	4	
	Kiểm tra	1			1
2	Chương 2. Mạch điện một chiều.	15	5	9	1
	2.1. Các định luật và biểu thức cơ bản trong mạch một chiều.	4	2	2	
	2.2. Các phương pháp giải mạch một chiều.	5	3	2	

	2.3. Thí nghiệm mạch điện 1 chiều	5		5	
	Kiểm tra	1			1
3	Chương 3. Dòng điện xoay chiều hình sin.	17	6	10	1
	3.1. Khái niệm về dòng điện xoay chiều.	3	2	1	
	3.2. Giải mạch xoay chiều không phân nhánh.	3	1	2	
	3.3. Giải mạch xoay chiều phân nhánh.	3	1	2	
	3.4. Hệ số công suất	1	1		
	3.5. Thí nghiệm mạch xoay chiều RLC nối tiếp	5		5	
	Kiểm tra	1			1
4	Chương 4. Mạch ba pha.	15	6	8	1
	4.1. Khái niệm chung.	1	1		
	4.2. Sơ đồ đấu dây trong mạng ba pha cân bằng.	2	2		
	4.3. Đấu phụ tải ba pha hình sao (Y)	3	1	2	
	4.4. Đấu phụ tải ba pha hình tam giác (Δ)	1	1	1	
	4.5. Giải mạch ba pha có nhiều phụ tải đấu song song	1	1		
	4.6. Thí nghiệm đấu phụ tải ba pha	5		5	
	Kiểm tra	1			1
	Cộng	60	25	31	4

CHƯƠNG 1

CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MẠCH ĐIỆN

Mã chương: MH08.01

Giới thiệu:

Ở chương này ta sẽ làm quen với các khái niệm về mạch điện, và các phép biến đổi tương đương nhằm đưa mạch điện về dạng đơn giản.

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.

Nội dung chính:

- Mạch điện và mô hình.
- Các khái niệm cơ bản trong mạch điện.
- Các phép biến đổi tương đương.

1. Mạch điện và mô hình.

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 các hiện tượng điện từ xảy ra trong mạch điện.
- Nhận biết được các thiết bị và sử dụng được dụng cụ đo trong mạch điện.

1.1. Mạch điện.

Mạch điện là tập hợp các thiết bị điện (nguồn, tải, dây dẫn...) được nối lại với nhau bằng các dây dẫn tạo thành những mạch vòng kín, trong đó dòng điện có thể chạy qua.

Mạch điện thường gồm các thành phần sau: nguồn điện, phụ tải, dây dẫn.

a. Nguồn điện: là thiết bị phát ra điện năng. Về nguyên lý, nguồn điện là thiết bị biến đổi các dạng năng lượng khác (như cơ năng, quang năng, nhiệt 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 mặt trời thành điện năng.

b. Phụ tải (tải): là 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 điện năng thành nhiệt năng.

Bóng điện biến điện năng thành quang năng....

c. Dây dẫn: có nhiệm vụ truyền tải điện năng (từ nguồn tới phụ tải tiêu thụ) và dùng để nối các thành phần của mạch điện.

Ngoài 3 yếu tố chính trong mạch điện còn có các thiết bị phụ trợ khác để:

Đóng cắt và điều khiển mạch điện như cầu dao, aptomat, công tắc...

Đo lường các đại lượng của mạch điện như ampe kế, vôn kế, oát kế..

Bảo vệ mạch điện như cầu chì, rơle, aptomat...

1.2. Các hiện tượng điện từ.

Các hiện tượng điện từ có rất nhiều dạng như: Tách sóng, tạo hàm, tạo sóng, biến áp, khuếch đại...

Tuy nhiên nếu 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 là hiện tượng biến đổi năng lượng và hiện tượng tích phóng năng lượng điện từ.

1.2.1. Hiện tượng biến đổi năng lượng.

Hiện tượng biến đổi năng lượng gồm hai loại:

Hiện tượng nguồn: là hiện tượng biến đổi các dạng năng lượng như cơ năng, hoá 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, hoá năng... tiêu tán đi không hoàn trở lại trong mạch nữa.

1.2.2. Hiện tượng tích phóng năng lượng.

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

Để thuận tiện cho quá trình nghiên cứu, người ta coi sự tồn tại của một trường điện từ thống nhất gồm 2 mặt thể hiện là điện trường và từ trường.

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

Dòng điện và trường điện từ có liên quan chặt chẽ với nhau nên trong bất kì thiết bị nào cũng đều xảy ra cả 2 hiện tượng: biến đổi và tích phóng năng lượng. Nhưng có thể trong một thiết bị thì hiện tượng năng lượng này xảy ra mạnh hơn hiện tượng năng lượng kia. Ví dụ: ta xét các phần tử là điện trở thực, tụ điện, cuộn dây, ắc quy.

Trong điện trở thực: chủ yếu xảy ra hiện tượng tiêu tán biến đổi năng lượng trường điện từ thành nhiệt 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 tích phóng năng lượng điện từ.

Trong tụ điện chủ yếu là: hiện tượng tích phóng năng lượng điện trường. Ngoài ra do điện môi giữa 2 cốt tụ có độ dẫn điện hữu hạn nào đó nên trong tụ cũng xảy ra hiện tượng tiêu tán biến đổi điện năng thành nhiệt năng.

Trong cuộn dây chủ yếu là: hiện tượng tích phóng năng lượng từ trường. Ngoài ra dòng điện 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 còn xảy ra hiện tượng tích phóng năng lượng điện trường nhưng thương rất yếu và có thể bỏ qua nếu tần số làm việc không lớn lắm.

Trong ắc quy là: xảy ra hiện tượng nguồn biến đổi từ hoá năng sang điện năng, đồng thời cũng xảy ra hiện tượng tiêu tán biến đổi từ điện năng thành nhiệt năng.

1.3. Mô hình mạch điện

Mạch điện gồm nhiều phần tử, khi làm việc nhiều hiện tượng điện từ xảy ra trong các phần tử. Khi tính toán người ta thay thế mạch điện thực bằng mô hình mạch điện.

Mô hình mạch điện là sơ đồ thay thế mạch điện thực, trong đó quá trình năng lượng điện từ và kết cấu hình học giống như mạch thực.

Mô hình mạch điện gồm nhiều phần tử lý tưởng đặc trưng cho quá trình điện từ trong mạch và được ghép nối với nhau tùy theo kết cấu của mạch

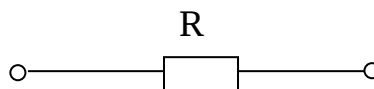
Sau đây ta sẽ xét các phần tử lý tưởng của mô hình mạch điện.

1.3.1. Phần tử điện trở.

Đặc trưng cho vật dẫn về mặt cản trở dòng điện.

Về năng lượng, điện trở R đặc trưng cho quá trình biến đổi và tiêu thụ điện năng thành các dạng năng lượng khác như cơ năng, quang năng, nhiệt năng...

Kí hiệu:



Hình 1.1. Kí hiệu điện trở.

Đơn vị của điện trở là Ω (ôm), $1 \text{ k}\Omega = 10^3 \Omega$.

Cho dòng điện i chạy qua điện trở R gây ra sụt áp trên điện trở là u_R . Theo định luật Ôm quan hệ giữa dòng điện i và điện áp u_R là: $u_R = i.R$

Công suất tiêu thụ trên điện trở $p = u_R.i = i^2.R$

Như vậy điện trở R đặc trưng cho công suất tiêu tán trên điện trở.
Điện năng tiêu thụ trên điện trở trong khoảng thời gian t là

$$A = \int_0^t p dt = \int_0^t i^2 R dt \quad \text{khi } i = \text{const} \quad \text{có } A = i^2 R t$$

Đơn vị của điện năng là Wh (oát giờ), bội số của nó là kWh.

Điện dẫn G: Đặc trưng cho vật dẫn về mặt dẫn điện, là đại lượng nghịch đảo của điện trở.

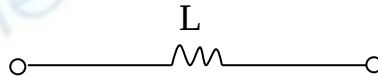
$$G = \frac{1}{R}$$

Đơn vị: S (Simen).

1.3.2. Phần tử điện cảm

Điện cảm L đặc trưng cho hiện tượng tích phóng năng lượng từ trường của cuộn dây.

Kí hiệu:



Hình 1.2. Kí hiệu điện cảm.

Đơn vị của điện cảm là H (Henry).

$$1 \text{ mH} = 10^{-3} \text{ H}, 1 \mu\text{H} = 10^{-6} \text{ H}, 1 \text{ MH} = 10^6 \text{ H}$$

Khi có dòng điện i chạy qua cuộn dây có w vòng dây, sẽ sinh ra từ thông móc vòng qua cuộn dây $\psi = w \cdot \phi$

$$\text{Điện cảm của cuộn dây được định nghĩa là } L = \frac{\psi}{i} = \frac{w\phi}{i}$$

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

$$e_L = - \frac{d\psi}{dt} = -L \frac{di}{dt}$$

$$\text{Điện áp trên cuộn dây: } u_L = - e_L = L \frac{di}{dt}$$

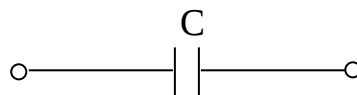
$$\text{Công suất trên cuộn dây: } p_L = u_L \cdot i = i \cdot L \frac{di}{dt}$$

$$\text{Năng lượng từ trường tích lũy trong cuộn dây: } W = \int_0^t p_L dt = \int_0^t L i di = \frac{1}{2} L i^2$$

1.3.3. Phần tử điện dung.

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

Kí hiệu:



Hình 1.3. Kí hiệu điện dung.

Đơn vị của điện dung là Fara (F).

Khi đặt điện áp u_C lên tụ điện có điện dung C thì tụ điện sẽ được nạp điện với điện tích q : $q = C \cdot u_C$

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

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}(Cu_C) = C \frac{du_C}{dt} \quad \text{từ đó suy ra} \quad u_C = -\frac{1}{C} \int_0^t i dt$$

Nếu tại thời điểm $t = 0$ mà tụ điện đã có điện tích ban đầu thì điện áp trên tụ điện là: $u_C = \frac{1}{C} \int_0^t i dt + u_C(0)$

$$\text{Công suất trên tụ điện: } P_c = u_c \cdot i = Cu_c \frac{du_c}{dt}$$

Năng lượng tích lũy trong điện trường của tụ điện.

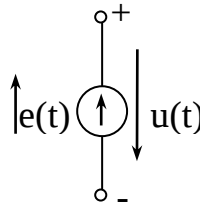
$$W_E = \int_0^t p_c dt = \int_0^u Cu_c du_c = \frac{1}{2} Cu^2$$

1.3.4. Phân tử nguồn.

a) Nguồn điện áp $u(t)$.

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

Kí hiệu:



Hình 1.4. Kí hiệu nguồn điện áp.

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

Điện áp đầu cực $u(t)$ sẽ ngược dấu với sức điện động: $u(t) = -e(t)$.

Chiều $e(t)$ từ điểm điện thế thấp đến điểm điện thế cao.

Chiều $u(t)$ từ điểm điện thế cao đến điểm điện thế thấp, vì thế chiều điện áp đầu cực nguồn ngược với chiều sức điện động.

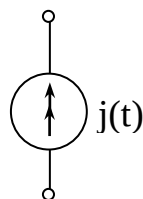
Đơn vị: V(volt).

b) Nguồn dòng điện $j(t)$.

Để tạo ra điện áp đặt vào mạch điện, người ta dùng các nguồn điện. Ví dụ: pin, acquy cung cấp các điện áp không đổi (theo thời gian), các máy phát điện xoay chiều cung cấp điện áp hình sin có tần số $f = 50 \text{ Hz}$ dùng trong công nghiệp và sinh hoạt.

Nguồn dòng điện đặc trưng cho khả năng của nguồn điện tạo lên và duy trì một dòng điện cung cấp cho mạch ngoài.

Kí hiệu: bằng một vòng tròn với mũi tên kép.



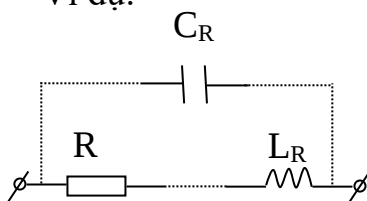
Hình 1.5. Kí hiệu nguồn dòng điện.

Đơn vị: A(ampe).

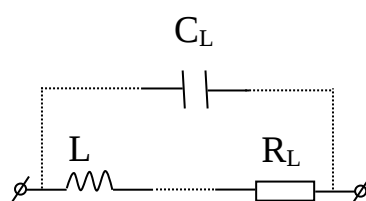
1.3.5. Phần tử thật

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

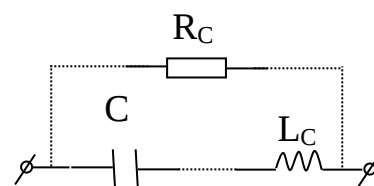
Ví dụ:



Hình a)



Hình b)



Hình c)

Hình 1.6. Kí hiệu phần tử thực của điện trở, cuộn dây và tụ điện.

Hình a) là mô hình của điện trở thực ở tần số cao (cần lưu ý đến tham số L_R , C_R mà đa số các trường hợp có thể bỏ qua.)

Hình b) là mô hình của cuộn dây, ngoài phần tử điện cảm L , cần lưu ý đến điện trở R_L là tổn hao trong cuộn dây và trong lõi ở tần số cao còn phải kể đến ảnh hưởng của điện dung ký sinh C_L giữa các vòng dây.

Hình c) là mô hình của tụ điện ngoài điện dung C còn kể đến điện trở R_C là tổn hao trong điện môi ở tần số cao thì phải lưu ý đến điện cảm L_C của dây nối.

2. Các khái niệm cơ bản trong mạch điện.

2.1. Dòng điện và chiều qui ước của dòng điện.

Khi đặt vật dẫn trong điện trường (điện trường là khoảng không gian bao quanh một điện tích mà ở đó có lực tác dụng của lực điện tích lên các điện tích khác) dưới tác dụng của lực điện trường các điện tích dương sẽ di chuyển từ nơi

có điện thế cao đến nơi có điện thế thấp hơn, còn các điện tích âm thì di chuyển ngược lại tạo thành dòng điện.

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

Quy ước: Chiều dòng điện là chiều di chuyển của các điện tích dương (đó cũng là chiều của điện trường)

Trong kim loại: dòng điện là dòng các điện tử chuyển dời có hướng vì điện tử di chuyển từ nơi có điện thế thấp đến nơi có điện thế cao hơn nên chiều dòng điện tử ngược với chiều quy ước của dòng điện.

Trong dung dịch điện ly: dòng điện là dòng các ion chuyển dời có hướng. Bao gồm 2 dòng ngược chiều nhau là: dòng ion dương cùng chiều quy ước (chiều điện trường), dòng ion âm ngược chiều quy ước. Như vậy các ion dương sẽ di chuyển từ anôt (cực +) về catôt (cực -) nên được gọi là các cation, còn các ion âm di chuyển từ catôt (cực -) về anôt (cực +) nên được gọi là các anion.

Trong môi trường chất khí bị ion hoá: dòng điện là dòng các ion và điện tử chuyển dời có hướng. Bao gồm dòng các ion dương đi theo chiều của điện trường từ anôt (cực +) về catôt (cực -), còn các ion âm và điện tử đi ngược chiều điện trường từ catôt (cực -) về anôt (cực +).

2.2. Cường độ dòng điện.

Đại lượng đặc trưng cho độ lớn của dòng điện gọi là cường độ dòng điện (gọi tắt là dòng điện), kí hiệu: I .

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

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

Trong đó: q : điện tích (C)

t : thời gian (s)

I : cường độ dòng điện (A)

Ampe là cường độ của dòng điện cứ một giây thì có một coulomb chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn.

$$1\text{kA}=10^3\text{A}, \quad 1\text{mA}=10^{-3}\text{A}, \quad 1\mu\text{A}=10^{-6}\text{A}$$

Nếu điện tích di chuyển qua dây dẫn không đều theo thời gian sẽ tạo ra dòng điện có cường độ thay đổi (kí hiệu là i). Giả sử trong thời gian rất nhỏ dt , có lượng điện tích dq qua tiết diện dây thì cường độ dòng điện $i = \frac{dq}{dt}$.

Khi điện tích di chuyển theo một hướng nhất định với tốc độ không đổi sẽ tạo thành dòng điện một chiều (hay dòng điện không đổi). Vậy dòng điện một

chiều là dòng điện có chiều và trị số không đổi theo thời gian. Đồ thị của nó là một đường thẳng song song với trục thời gian.

Nếu dòng điện có trị số hoặc chiều biến đổi theo thời gian được gọi là dòng điện biến đổi. Dòng điện biến đổi có thể là dòng điện không chu kỳ hoặc dòng điện có chu kỳ.

Ví dụ: dòng điện tắt dần đó là dòng điện không chu kỳ.

Dòng điện có chu kỳ là dòng điện biến đổi tuần hoàn nghĩa là cứ sau một khoảng thời gian nhất định nó lặp lại trị số và dạng biến thiên như cũ. Trong các dòng điện có chu kỳ thì quan trọng nhất là dòng điện xoay chiều hình sin.

2.3. Mật độ dòng điện.

Khi cường độ dòng điện qua một đơn vị diện tích được gọi là mật độ dòng điện, kí hiệu là δ (denta).

$$\delta = \frac{I}{S}$$

Trong đó: I: cường độ dòng điện (A)

S: diện tích tiết diện dây (m^2)

δ : mật độ dòng điện (A/m^2), (A/cm^2), (A/mm^2)

Cường độ dòng điện dọc theo một đoạn dây dẫn là như nhau ở mọi tiết diện nên ở chỗ nào tiết diện dây nhỏ, mật độ dòng điện sẽ là lớn và ngược lại.

Ví dụ 1.1: dây dẫn có tiết diện $95mm^2$ dòng điện $I= 200A$ qua. Tính mật độ dòng điện.

Giải: Mật độ dòng điện là: $\delta = \frac{I}{S} = \frac{200}{95} = 2,05 (A/mm^2)$

3. Các phép biến đổi tương đương.

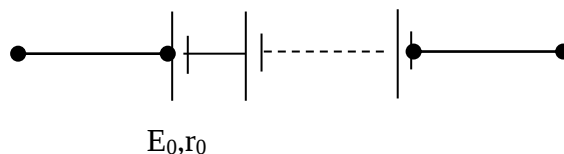
3.1. Ghép nguồn một chiều

3.1.1 Mắc nối tiếp.

a. Cách mắc.

-Là ghép liên tiếp các phần tử nguồn với nhau :cực âm phần tử thứ nhất với cực dương phần tử thứ 2,cực âm phần tử thứ 2 với cực dương phần tử thứ 3...

-Cực (+)của phần tử thứ nhất với cực (-) của phần tử cuối cùng là 2 cực của bộ nguồn.



Hình 1.7. Ghép nguồn nối tiếp

b. Tính các thông số của bộ nguồn

-Sức điện động chung của cả bộ nguồn.

$$E = n \cdot E_0 (V).$$

Trong đó :n là số phần tử của nguồn ghép nối tiếp.

E_0 là s. đ. đ của mỗi phần tử.

-Điện trở trong của bộ nguồn:

$$R_0 = n \cdot r_0 (\Omega).$$

r_0 là điện trở trong của mỗi phần tử.

R_0 là điện trở trong của bộ nguồn.

-Số phần tử nguồn cần ghép nối tiếp:

$$n \geq U/E_0.$$

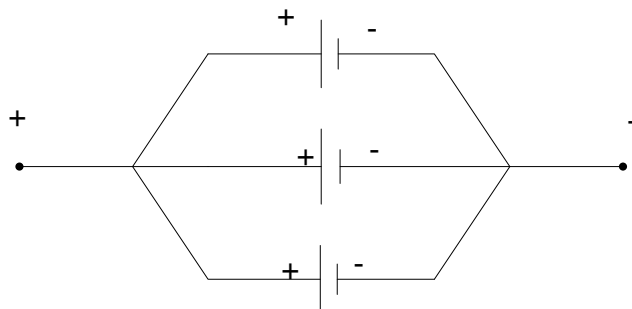
U là điện áp phụ tải yêu cầu.

$-I_{\text{bộ nguồn}} = I_{\text{mỗi phần tử}} \cdot$

3.1.2 Mắc song song.

a. Cách mắc

-Là đấu các cực cùng tên của các phần tử với nhau, cực (+) của các phần tử cũng là cực (+) của bộ nguồn và cực (-) của các phần tử cũng là cực (-) của bộ nguồn



Hình 1.8. Ghép nguồn song song

b. Tính các thông số của bộ nguồn.

-Sức điện động : $E = E_0$

-Điện trở trong của bộ nguồn: $R_0 = r_0 / m$.

m là số phần tử ghép song song.

-Dòng điện tương đương của bộ nguồn

$$I = m \cdot I_0$$

I_0 là dòng điện phóng cho phép của từng phần tử nguồn .

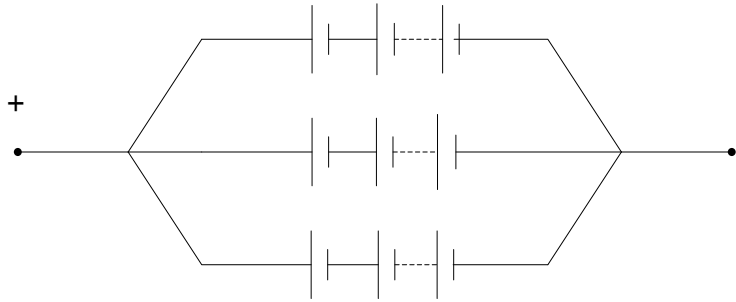
-Số nhánh cần ghép song song

$$m \geq I/I_0.$$

3.1.3 Mắc hỗn hợp.

a. Cách mắc

-Bộ nguồn gồm m nhánh song song giống nhau, mỗi nhánh có n phần tử nối tiếp.



Hình 1.9. Ghép nguồn hỗn hợp

b. Tính các thông số của bộ nguồn.

-Sức điện động của cả bộ

$$E = n \cdot E_0$$

-Dòng điện tương đương

$$I = m \cdot I_0$$

-Điện trở trong của bộ

$$R_0 = nr_0/m.$$

-Số phần tử của cả bộ

$$N = n \cdot m$$

VD: Xác định số phần tử ác qui cần có để ghép thành bộ nguồn cung cấp cho tải là bóng đèn có công suất 2,1kw, điện áp 120V. Biết mỗi phần tử ác qui có $E_0 = 2V$, dòng điện phóng cho phép là 6A.

Giải:

-dòng điện tải yêu cầu

$$I = U/R = 2100/120 = 17,5A$$

-Vì dòng điện và điện áp tải yêu cầu lớn hơn s. đ. đ và dòng điện phóng cho phép của mỗi phần tử nên phải ghép hỗn hợp.

-Số phần tử nối tiếp trng mỗi nhánh

$$n \geq U/E_0 = 60 \Rightarrow \text{lấy } n = 60$$

-Số phần tử ghép song song

$$m \geq I/I_0 = 2,92 \Rightarrow \text{lấy } m = 3.$$

-Số phần tử ác qui của cả bộ

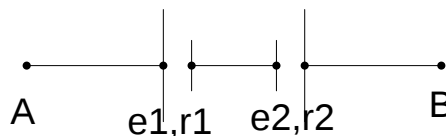
$$N = m \cdot n = 3 \cdot 60 = 180 \text{ chiếc.}$$

+) khi có hai nguồn điện mà cực âm (hoặc dương) của nguồn này nối tiếp với cực âm(+) của nguồn kia thì ta có hia nguồn mắc xung đối.

+)A là cực dương ,B là cực âm của bộ nguồn.

Nguồn có s. đ. đ lớn hơn là nguồn phát (ε_1), còn nguồn kia trở thành máy thu.

$$\Rightarrow \varepsilon_b = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$$



$$\Rightarrow r_b = r_1 + r_2.$$

3.2. Ghép phụ tải một chiều

3.2.1. Điện trở mắc nối tiếp.

Mắc nối tiếp các điện trở là mắc đầu điện trở này với cuối điện trở kia, sao cho chỉ có duy nhất một dòng điện đi qua các điện trở.

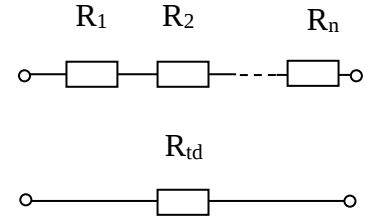
Ta có:

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

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

$$R_{td} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Nếu $R_1 = R_2 = \dots = R_N = R$ thì $R_{td} = n.R$



Hình 1.10. Các điện trở mắc nối tiếp.

3.2.2. Điện trở mắc song song.

Mắc các điện trở là mắc đầu các điện trở với nhau, cuối các điện trở với nhau, sao cho các điện trở được đặt vào cùng một điện áp.

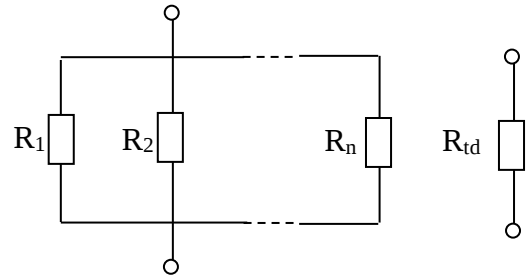
Ta có:

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

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

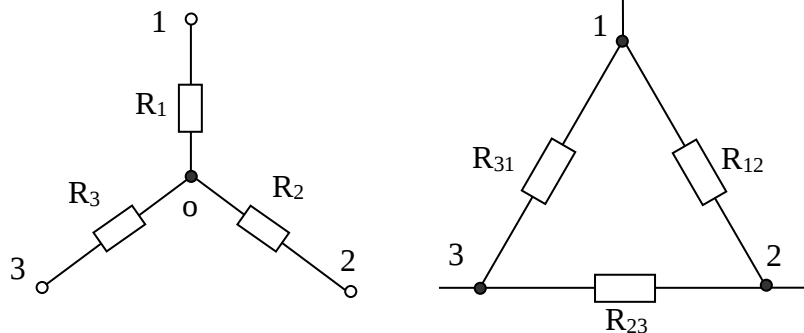
$$\frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Nếu $R_1 = R_2 = \dots = R_N = R$ thì $R_{td} = \frac{R}{n}$



Hình 1.11. Các điện trở mắc song song.

3.3. Biến đổi Δ - Y và Y - Δ .



Hình 1.12. Các điện trở mắc hình sao – tam giác.

Biến đổi Y $\rightarrow$ Δ

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

Biến đổi $\Delta \rightarrow$ Y

$$R_1 = \frac{R_{31} \cdot R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

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

$$R_{31} = R_3 + R_1 + \frac{R_3 \cdot R_1}{R_2}$$

Nếu $R_1 = R_2 = R_3 = R_Y$ thì $R_{\Delta} = 3 \cdot R_Y$

$$R_2 = \frac{R_{12} \cdot R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$R_3 = \frac{R_{23} \cdot R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

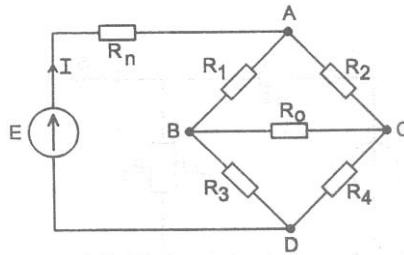
Nếu $R_{12} = R_{23} = R_{31} = R_{\Delta}$ thì $R_Y = \frac{R_{\Delta}}{3}$

Ví dụ 1.2

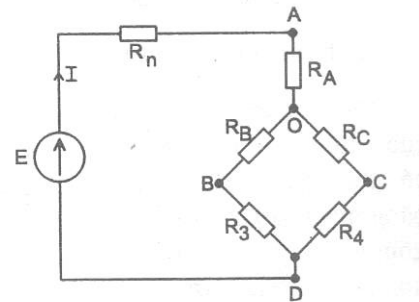
Tính dòng điện I chạy qua nguồn của mạch cầu hình 1.9, biết

$R_1 = 12\Omega$, $R_3 = R_2 = 6\Omega$, $R_4 = 21\Omega$, $R_0 = 18\Omega$, $E = 240V$, $R_n = 2\Omega$ (hình 1.9)

Giải:



Hình 1.13. Mạch điện ví dụ.



Hình 1.14. Biến đổi $\Delta \rightarrow Y$

Biến đổi tam giác ABC (R_1 , R_2 , R_0) thành sao R_A , R_B , R_C (hình 1.31)

$$R_A = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_0} = \frac{12 \cdot 6}{12 + 6 + 18} = 2\Omega$$

$$R_B = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_0} = \frac{12 \cdot 18}{12 + 18 + 6} = 6\Omega$$

$$R_C = \frac{R_0 R_2}{R_1 + R_2 + R_0} = \frac{18 \cdot 6}{12 + 18 + 6} = 3\Omega$$

Điện trở tương đương R_{OD} của 2 nhánh song song:

$$R_{OD} = \frac{(R_B + R_3) \cdot (R_C + R_4)}{R_B + R_3 + R_C + R_4} = \frac{(6 + 6) \cdot (3 + 21)}{6 + 6 + 3 + 21} = 8\Omega$$

Điện trở tương đương toàn mạch: $R_{td} = R_n + R_A + R_{OD} = 2 + 2 + 8 =$

12Ω

CHƯƠNG 2: MẠCH ĐIỆN MỘT CHIỀU

Mã chương: MH08.02

Giới thiệu:

Chương này giới thiệu các định luật cơ bản và quan trọng của mạch điện một chiều cũng như mạch xoay chiều. Nắm vững các phương pháp giải mạch điện một chiều ta sẽ giải được mạch xoay chiều.

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 một nguồn, nhiều nguồn từ đơn giản đến phức tạp.
- Phân tích sơ đồ và chọn phương pháp giải mạch hợp lý.
- Lắp ráp, đo đạc các thông số của mạch điện một chiều theo yêu cầu.

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:

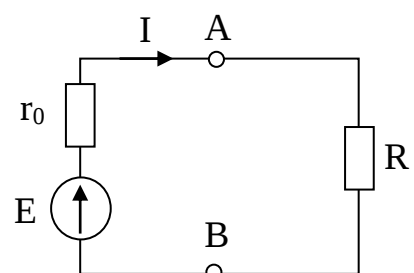
$$I = \frac{E}{R}$$

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.

a. Công suất.



Hình 2.1. Nguồn điện nối với tải.

Nối nguồn điện F có sức điện động E và điện trở trong r_0 với một tải điện trở. Dưới tác dụng của lực trường ngoài của nguồn điện, các điện tích liên tục chuyển động qua nguồn và mạch ngoài tạo thành dòng điện I . Công của trường ngoài cũng là công của nguồn để di chuyển một điện tích q qua nguồn là:

$$A_f = E \cdot q \text{ mà } q = I \cdot t \text{ thay vào ta có } A_f = E \cdot I \cdot t$$

Theo định luật bảo toàn năng lượng thì công của nguồn sẽ biến đổi thành các dạng năng lượng khác ở phần tử của mạch, cụ thể là ở tải R và ở chính điện trở trong r_0 của nguồn.

Gọi điện áp trên tải (giữa hai cực AB) là $U = V_A - V_B$ năng lượng do điện tích q thực hiện khi qua đoạn mạch AB sẽ là: $A = U \cdot q = U \cdot I \cdot t$

Còn một phần năng lượng sẽ tiêu tán bên trong nguồn dưới dạng nhiệt:

$$\Delta A_0 = A_f - A = (E - U)It = \Delta U_0 It$$

Hiệu giữa sức điện động với điện áp trên hai cực của nó gọi là sụt áp bên trong nguồn, ký hiệu $\Delta U_0 = E - U$

Từ đó ta có phương trình cân bằng sức điện động trong mạch: $E = U + \Delta U_0$

Vậy sức điện động của nguồn bằng tổng điện áp trên hai cực nguồn với sụt áp bên trong nguồn.

Sụt áp trong nguồn, theo định luật Ôm, tỷ lệ với dòng điện qua nguồn: $\Delta U_0 = r_0 I$ ở đây hệ số tỷ lệ r_0 chính là điện trở trong của nguồn.

Khi nguồn hở mạch $I=0$ thì $\Delta U_0=0$ từ đó $E=U$, sức điện động nguồn bằng điện áp trên hai cực nguồn khi hở mạch. Vì thế có thể đo sức điện động bằng vôn-mét mắc vào hai cực nguồn đang hở mạch (không tải).

Tỷ số giữa công A và thời gian thực hiện t gọi là công suất P :

$$P = A/t$$

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:

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

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