

SỞ LAO ĐỘNG THƯƠNG BINH VÀ XÃ HỘI TỈNH HÀ NAM
TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ HÀ NAM

GIÁO TRÌNH

MÔ HỌC: MẠCH ĐIỆN

NGÀNH/NGHỀ: KỸ THUẬT MÁY LẠNH VÀ ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ
TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

Ban hành kèm theo Quyết định số 234/QĐ- CĐN ngày 05 tháng 8 năm 2020 của
Trường Cao Đẳng Nghề Hà Nam

Hà Nam, năm 2020

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.

Dựa theo giáo trình này, có thể sử dụng để giảng dạy cho các trình độ hoặc nghề ngành/ nghề khác của nhà trường.

Cần giảng dạy bổ sung những môn học, mô đun bắt buộc và một số môn học, mô đun tự chọn mà trong chương trình đào tạo trình độ Trung cấp chưa giảng dạy.

TaiLieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Giáo trình mạch điện được xây dựng và biên soạn trên cơ sở chương trình khung đào tạo nghề kỹ thuật máy lạnh và điều hoà không khí đã được tổng cục dạy nghề phê duyệt.

Giáo trình Mạch điện dùng để giảng dạy ở trình độ trung cấp nghề 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 áp dụng. 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 giảng viên của 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.

Phủ Lý, ngày 15 tháng 7 năm 2020

Người biên soạn

Chủ biên: Đỗ Thị Lành

MỤC LỤC

	TRANG
TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN	1
LỜI GIỚI THIỆU	2
Chương 1: CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MẠCH ĐIỆN	6
1. Mạch điện và mô hình mạch điện	6
1.1. Mạch điện	6
1.2. Các hiện tượng điện từ	7
1.3. Mô hình mạch điện	10
2. Các khái niệm cơ bản trong mạch điện	13
2.1. Dòng điện và chiều qui ước của dòng điện	13
2.2. Cường độ dòng điện	14
2.3. Mật độ dòng điện	14
CÂU HỎI ÔN TẬP	15
Chương 2: MẠCH ĐIỆN MỘT CHIỀU	16
1. Các định luật và biểu thức cơ bản trong mạch điện một chiều	16
1.1. Định luật Ôm	16
1.2. Công suất và điện năng trong mạch một chiều	17
1.2.1. Công của dòng điện	17
1.3. Định luật Joule -Lenz	18
1.4. Định luật Faraday	19
1.4.2. Định luật Faraday	19
1.5. Hiện tượng nhiệt điện	20
2. Các phương pháp giải mạch một chiều	22
2.1. Phương pháp biến đổi điện trở	22
2.3. Các phương pháp ứng dụng định luật Kirchooff	26
CÂU HỎI ÔN TẬP:	32
Chương 3: DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU HÌNH SIN	34
1. Khái niệm về dòng điện xoay chiều	34
1.1. Khái niệm	34
1.2. Chu kỳ và tần số của dòng điện xoay chiều	35
1.3. Dòng điện xoay chiều hình sin	35
1.4. Các đại lượng đặc trưng	35
1.5. Pha và sự lệch pha	37
1.6. Biểu diễn lượng hình sin bằng đồ thị vectơ	38
2. Giải mạch xoay chiều không phân nhánh	39
2.1. Giải mạch R-L-C	39
2.2. Giải mạch có nhiều phần tử mắc nối tiếp R-L-C	44
2.3. Cộng hưởng điện áp	47
3. Giải mạch xoay chiều phân nhánh	50
3.1. Phương pháp đồ thị vectơ (phương pháp Fresnel)	50
3.2. Phương pháp tổng dẫn	52
3.3. Phương pháp biên độ phức	56
3.4. Cộng hưởng dòng điện	65
3.5. Phương pháp nâng cao hệ số công suất	66
CÂU HỎI ÔN TẬP:	68

Chương 4: MẠNG BA PHA.....	71
Mã chương: MH 08 - 04	71
1. Khái niệm chung	71
1.1. Hệ thống ba pha cân bằng	71
1.2. Đồ thị dạng sóng và đồ thị vectơ	71
1.3. Đặc điểm và ý nghĩa.....	72
2. Sơ đồ đấu dây trong mạng ba pha cân bằng	73
2.1. Các định nghĩa.....	73
2.2. Đấu dây hình sao (Y)	73
2.2.1. Nguyên tắc nối	73
2.3. Đấu dây hình tam giác (Δ)	76
3. Công suất mạng ba pha cân bằng.....	77
3.1. Công suất tác dụng P.....	77
3.2. Công suất phản kháng Q	78
3.3. Công suất biểu kiến.....	78
4. Phương pháp giải mạng ba pha cân bằng	78
CÂU HỎI ÔN TẬP:.....	80
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	82

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: Mạch điện

Mã môn học: MH 09

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

- Vị trí: Môn học mạch điện được bố trí học sau các môn học chung và học trước các môn học/mô đun chuyên môn nghề.
- Tính chất: Là môn học kỹ thuật cơ sở, thuộc các môn học đào tạo nghề bắt buộc.
- Ý nghĩa và vai trò của môn học: Trang bị những kiến thức và kỹ năng tính toán cơ bản về mạch điện.

Mục tiêu của môn học:

- 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 1 pha, xoay chiều ba pha.

- Kỹ năng:

- + 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.
- + Giải thích được một số ứng dụng đặc trưng theo quan điểm của kỹ thuật điện.

- Năng lực tự chủ và trách nhiệm:

- + Có năng lực giải quyết các vấn đề của mạch điện, các loại dòng điện, nguồn điện.
- + Làm việc độc lập hoặc làm việc theo nhóm để giải quyết các bài toán về mạch điện.
- + Hướng dẫn những người khác giải các bài tập mạch điện; chịu trách nhiệm cá nhân và trách nhiệm đối với nhóm.
- + Đánh giá chất lượng các bài tập sau khi hoàn thành và kết quả thực hiện của các thành viên trong nhóm.

Nội dung của môn học:

Chương 1: CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MẠCH ĐIỆN

Mã chương: MH 09 - 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 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.

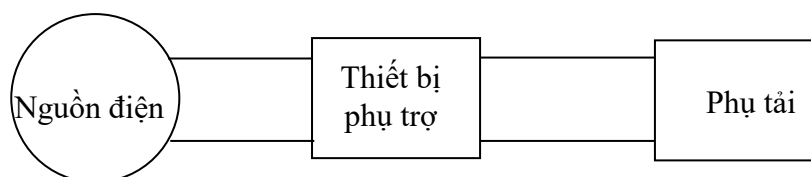
Nội dung chính:

- Mạch điện và mô hình.
- Các khái niệm cơ bản trong mạch điện.

1. Mạch điện và mô hình mạch điện

1.1. Mạch điện

Mạch điện là tập hợp các thiết bị điện nối với nhau bằng các dây dẫn (phần tử dẫn) tạo thành những vòng kín trong đó dòng điện có thể chạy qua. Mạch điện thường gồm các loại phần tử sau: nguồn điện, phụ tải (tải), thiết bị phụ trợ.



Hình 1.1: Mô hình mạch điện

1.1.1. Nguồn điện

- Nơi sản sinh ra năng lượng điện để cung cấp cho mạch.
- Nguồn điện có thể là nguồn một chiều hoặc xoay chiều.
- + Nguồn một chiều: Pin, acquy, máy phát điện một chiều,...
- + Nguồn xoay chiều: Lấy từ lưới điện, máy phát điện xoay chiều,...

Các nguồn điện công suất lớn thường được truyền tải từ các nhà máy điện (nhiệt điện, thủy điện, điện nguyên tử...).

Các nguồn điện một chiều thường được đặc trưng bằng suất điện động E , điện trở nội r . Với nguồn xoay chiều thường biểu diễn bằng công suất P (công suất máy phát) và hiệu điện thế lối ra u .



Hình 1.2: Một số loại nguồn điện

1.1.2. Phụ tải

Là các thiết bị sử dụng điện năng để chuyển hóa thành một dạng năng lượng khác, như dùng để thắp sáng (quang năng), chạy các động cơ điện (cơ năng), dùng để chạy các lò điện (nhiệt năng)... . Các thiết bị tiêu thụ điện thường được gọi là phụ tải (hoặc tải) và ký hiệu bằng điện trở R hoặc bằng trở kháng Z .



Hình 1.3: Một số loại phụ tải thông dụng

1.1.3. Dây dẫn

Có nhiệm vụ liên kết và truyền dẫn dòng điện từ nguồn điện đến nơi tiêu thụ. Thường làm bằng kim loại đồng hoặc nhôm và một số vật liệu dẫn điện có điện dẫn suất cao khác.

1.1.4. Các thiết bị phụ trợ:

Như các thiết bị đóng cắt (cầu dao, công tắc...), các máy đo (ampe kế, vôn kế, óat kế ...), các thiết bị bảo vệ (cầu chì, aptomat ...).

1.2. Các hiện tượng điện từ

1.2.1. Hiện tượng biến đổi năng lượng

1.2.1.1. Hiện tượng biến đổi điện năng thành nhiệt năng

Dòng điện tích chuyển động có hướng trong vật dẫn làm va chạm với các phân tử vật dẫn, truyền bớt năng lượng cho các phân tử, làm tăng mức chuyển động nhiệt trong vật dẫn. Như vậy dòng điện qua vật dẫn sẽ làm nóng vật dẫn, tức điện năng đã chuyển hoá thành nhiệt.

Gọi điện trở của vật dẫn là r , công của dòng điện là: $A = I^2 \cdot r \cdot t$, biết đương lượng nhiệt của mỗi công là 0,24 calo với mỗi Jun, nên nhiệt lượng do công chuyển hoá là:

$$Q = 0,24A = 0,24 \cdot I^2 \cdot r \cdot t \text{ (Calo)} \quad (1.1)$$

Định luật này do hai nhà Bác học là Jun (**người Anh**) và Lenxơ (**người Nga**) tìm ra bằng thực nghiệm nên người ta gọi là định luật **Jun - Lenxơ**.

Phát biểu định luật: Nhiệt lượng do dòng điện toả ra trên một điện trở tỷ lệ với bình phương dòng điện, với trị số điện trở và thời gian dòng điện chạy qua.

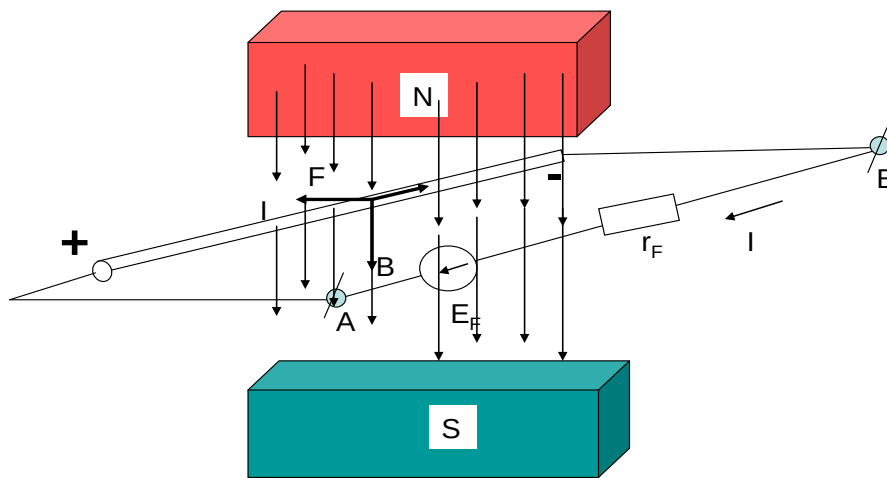
Nếu thay $I = \frac{U}{r}$ ta có:

$$Q = 0,24 \cdot \frac{U^2}{r} \cdot t \text{ (Calo)} \quad (1.2)$$

1.2.1.2. Hiện tượng biến đổi điện năng thành cơ năng

Giả sử có dây dẫn đặt trong từ trường đều, cường độ từ cảm là B . Nối dây dẫn với một nguồn s.đ.đ ngoài là E_F , điện trở nguồn là r_F , trong dây dẫn có dòng điện là I : $I = \frac{E - U}{r}$ ở đây U là điện áp đặt vào dây dẫn (điện áp giữa hai điểm A và B). Lực điện từ tác dụng lên dây dẫn là:

$$F = B \cdot l \cdot I$$



Hình 1.4: Sự xuất hiện sức phản điện

Chiều của F xác định theo qui tắc bàn tay trái.

Giả sử dưới tác dụng của lực F , dây dẫn chuyển động với tốc độ v theo chiều của lực từ. Phương này cắt vuông góc với đường sức, nên trong dây dẫn sẽ xuất hiện s.đ.đ cảm ứng có trị số là:

$$E = B \cdot l \cdot v$$

Chiều s.đ.đ E xác định theo qui tắc bàn tay phải. Ta thấy E có chiều ngược với dòng điện (và do đó ngược chiều so với s.đ.đ E_F của nguồn) gọi là s.đ.đ phản.

Gọi điện trở của dây dẫn là r_0 , áp dụng định luật kiếc khốp cho mạch vòng ta có:

$$U - E = I \cdot r_0, \text{ hay } U = E + I r_0 \quad (1.3)$$

Nhân cả hai vế của biểu thức (1.3) với dòng điện I ta có:

$$UI = EI + I^2 r_0 = Blv \cdot I + I^2 r_0 = F \cdot v + I^2 r_0$$

$$\text{Hay } P_{\text{điện}} = P_{\text{cơ}} + \Delta P_0 \quad (1.4)$$

Ở đây, $P_{\text{điện}} = UI$ là công suất điện của nguồn cấp cho động cơ, $P_{\text{cơ}} = F \cdot v$ là công suất của động cơ; $\Delta P_0 = I^2 r_0$ là tổn thất trên điện trở trong của động cơ.

Như vậy : dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường đều đã nhận một công suất điện của nguồn biến thành công suất cơ. Đó là cơ sở nguyên lí làm việc của động cơ điện.

1.2.2. Hiện tượng tích phóng năng lượng

1.2.2.1 Quá trình nạp điện

Đóng mạch điện gồm điện dung C chưa tích điện mắc nối tiếp với điện trở r vào nguồn điện áp một chiều. Tụ điện bắt đầu nạp điện, điện tích ở hai cực tăng từ giá trị không trở lên. Giả sử trong thời gian vô cùng nhỏ dt , điện tích tăng được một lượng là dq , thì dòng điện qua mạch có trị số là:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1.5)$$

Điện tích nạp vào tụ, nên ở hai bản cực của tụ có trị số điện áp là $U_C = \frac{q}{C}$.

Từ đó ta có: $q = C.U_C$. (1.6)

Thay vào biểu thức dòng điện ta có:

$$i = C \frac{dU_C}{dt} \quad (1.7)$$

Nghĩa là: dòng điện nạp của tụ tỉ lệ với tốc độ biến thiên điện áp trên tụ.

Áp dụng định luật kiếc khốp cho mạch vòng kín ta có:

$$U = i.r + U_C \quad (1.8)$$

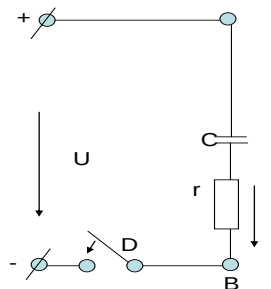
Biến đổi biểu thức này và thay vào biểu thức tính dòng điện ta có:

$$U - U_C = rC \frac{dU_C}{dt} = \tau \cdot \frac{dU_C}{dt} \quad (1.9)$$

Ở đây: $\tau = r.C$ gọi là hằng số thời gian của mạch, có thứ nguyên là s.

Phương trình (1.9) là phương trình vi phân có ẩn là U_C . Tại thời điểm đầu $t = 0$, $U_C = 0$, $(U - U_C) = U$, nên tốc độ tăng điện áp U_C là lớn nhất. Dòng điện nạp có trị số lớn nhất. Khi U_C đã tăng lên hiệu $U - U_C$ giảm nên tốc độ tăng điện áp U_C giảm dần.

Như vậy: Trong quá trình tụ điện nạp điện, dòng điện nạp giảm dần từ cực đại về không, còn điện áp tăng từ không tới giá trị ổn định là U .



Hình 1.5: Đóng tụ điện vào điện áp một chiều

Biểu thức điện áp có dạng:

$$U_C = U(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (1.10)$$

Điện áp trên điện trở:

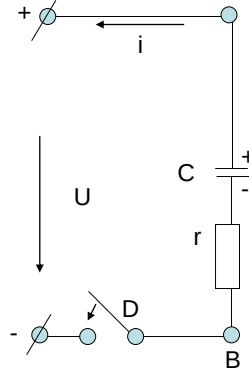
$$U = i.r = U - U_C = U \cdot e^{-t/\tau} \quad (1.11)$$

Dòng điện trong mạch:

$$i = \frac{U_r}{r} = \frac{U}{r} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (1.12)$$

1.2.2.2. Quá trình nạp điện. Quá trình phóng điện

Tụ điện nạp đầy, điện áp trên tụ là U . Khép kín mạch qua điện trở r , điện tích trên các cực sẽ phóng qua mạch, tạo thành dòng điện phóng i .



Hình 1.6: Quá trình phóng điện

Giả sử trong thời gian dt , điện tích trên cực tụ giảm một lượng dq , dòng điện phóng sẽ là:

$$i = -\frac{dq}{dt} \quad (1.13)$$

Dấu âm ở đây biểu thị cho điện tích giảm trong quá trình phóng.

Biết $q = C \cdot U_C$ là điện áp trên hai cực ở thời điểm xét.

$$\text{Từ đó:} \quad i = -C \frac{dU_C}{dt} \quad (1.14)$$

Như vậy: Dòng điện phóng điện của tụ điện tỉ lệ với tốc độ biến thiên của điện áp trên tụ, nhưng trái dấu. So sánh với (1.7) ta thấy dòng điện phóng ngược chiều với dòng điện nạp.

Biết điện áp trên tụ điện cũng là điện áp giáng trên điện trở: $U_C = i \cdot r$. Thay vào (1.14) ta có:

$$U_C = -rC \frac{dU_C}{dt} = -\tau \frac{dU_C}{dt} \quad (1.15)$$

Dấu âm thể hiện là điện áp U_C giảm dần trong quá trình phóng điện.

Như vậy, tốc độ giảm điện áp trên tụ tỷ lệ với điện áp trên tụ. Tại thời điểm đầu khi mới phóng điện, điện áp U_C có giá trị lớn nhất $U_C = U$, nên điện áp giảm nhanh nhất, dòng điện phóng có trị số lớn nhất. Khi điện áp U_C giảm dần, tốc độ giảm sẽ chậm lại, trị số dòng điện phóng cũng giảm theo. Khi tụ điện phóng điện, điện áp trên tụ cũng như dòng điện phóng cũng giảm dần từ trị số lớn nhất về trị số không.

1.3. Mô hình mạch điện

- Khi tính toán người ta thường thay mạch thực bằng mô hình mạch điện.
- Yêu cầu về mô hình mạch điện: mô hình mạch điện phải đảm bảo kết cấu hình học và quá trình năng lượng giống như mạch điện thực.
- Một mạch thực có thể có nhiều mô hình mạch điện, điều đó là tùy thuộc vào mục đích nghiên cứu và điều kiện làm việc của mạch điện.
- Các phần chính của mô hình mạch điện:

- + Nguồn điện áp $u(t)$;
- + Nguồn dòng $j(t)$;
- + Điện trở R ;
- + Điện cảm L ;
- + Điện dung C .

1.3.1. Phần tử điện trở

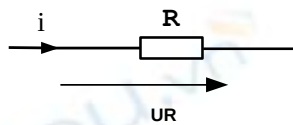
Điện trở R đặc trưng cho quá trình tiêu thụ điện năng và biến đổi điện năng sang dạng năng lượng khác như nhiệt năng, quang năng, cơ năng v...v.

Quan hệ giữa dòng điện và điện áp trên điện trở : $u_R = R.i$

Đơn vị của điện trở là Ω (ôm) ;

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

Trong hệ SI đơn vị điện trở (Ω).



Hình 1.7: Phần tử điện trở R

- Ngoài ra còn dùng khái niệm điện dẫn $g = \frac{1}{R}$. Đơn vị của điện dẫn là S

(Simen).

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

$$A = \int_0^t p dt = \int_0^t Ri^2 dt = Ri^2 t \quad (1.16)$$

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

1.3.2. Phần tử điện cảm

- Khi có dòng điện i chạy qua cuộn dây có w vòng sẽ sinh ra từ thông móc vòng qua cuộn dây:

$$\Psi = w\Phi$$

- Điện cảm của cuộn dây được định nghĩa

$$L = \frac{\Psi}{i} = \frac{w\Phi}{i} \quad (1.18)$$

- Đơn vị của điện cảm là H (Henri).

- Nếu có 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:

$$e_L = -\frac{d\Psi}{dt} = -L \frac{di}{dt} \quad (1.19)$$

Điện áp rơi trên cuộn dây:

$$u_L = -e_L = L \frac{di}{dt} \quad (1.20)$$

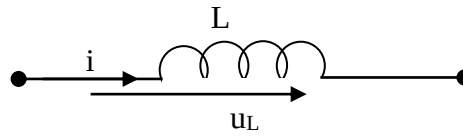
Công suất trên cuộn dây :

$$p_L = u_L i = Li \frac{di}{dt} \quad (1.21)$$

Năng lượng tích lũy trong cuộn dây :

$$W_M = \int_0^t p_L dt = \int_0^i L i di = \frac{Li^2}{2} \quad (1.22)$$

- Như vậy điện cảm L đặc trưng cho hiện tượng tích lũy năng lượng từ trường của cuộn dây.
- Kí hiệu. L



Hình 1.8: Phần tử điện cảm L

1.3.3. Phần tử điện dung

- Khi đặt điện áp của u_c lên tụ điện có điện dung C thì tụ sẽ được nạp điện với điện tích q:

$$q = Cu_c \quad (1.23)$$

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

$$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_c}{dt} \quad (1.24)$$

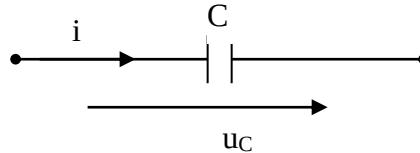
- Từ đó suy ra $u_c = \frac{1}{C} \int_0^t i dt$

- Công suất trên tụ điện $p_c = u_c i = Cu_c \frac{du_c}{dt}$

- Năng lượng tích lũy trong tụ điện $W_E = \int_0^t p_c dt = \int_0^u Cu_c du_c = \frac{Cu_c^2}{2}$

- Như vậy điện dung C đặc trưng cho hiện tượng tích lũy năng lượng điện trường trong tụ điện. Đơn vị của điện dung là F(Fara).

$$\mu F (1\mu F = 10^{-6} F); nF (1nF = 10^{-9} F); pF (1pF = 10^{-12} F)$$



Hình 1.9: Phần tử điện dung C

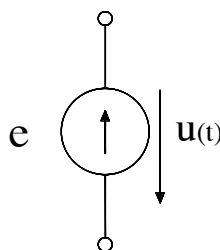
1.3.4. Phần tử nguồn

a. Nguồn điện áp $u(t)$

- Nguồn điện áp đặc trưng cho khả năng tạo nên và duy trì một điện áp trên hai cực của nguồn. Chiều điện áp được quy định từ điểm có hiệu điện thế cao xuống điểm có hiệu điện thế thấp. Chiều sức điện động được quy định từ điểm có điện thế thấp đến điểm có điện thế cao.

- Quan hệ giữa sức điện động và hai đầu cực.

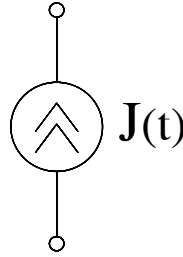
$$u(t) = e(t)$$



Hình 1.10: Nguồn điện

b. Nguồn dòng điện $j(t)$

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



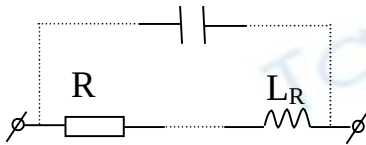
Hình 1.11: Nguồn dòng điện

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.

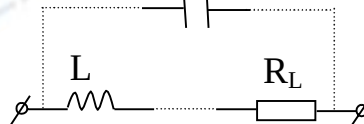
Ví dụ:

CR

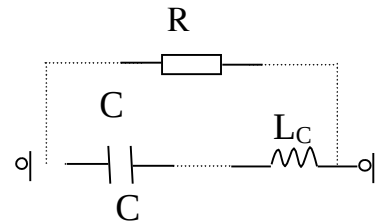


Hình a)

CL



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 quy ước của dòng điện

Khi đặt vật dẫn trong điện trường, 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 (các điện tử) sẽ di chuyển ngược lại từ nơi có điện thế thấp đến nơi có cao hơn và tạo thành dòng điện.

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

* Chiều quy ước của dòng điện:

Người ta quy ước chiều dòng điện là chiều di chuyển của các điện tích dương tức là hướng nơi có điện thế cao đến nơi có điện thế thấp hơn, và 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 hơn đến nơi có điện thế cao hơn nên dòng điện từ ngược với chiều quy ước của dòng điện.

+ **Trong dung dịch điện ly:** Dòng điện là dòng các ion chuyển dời có hướng. Nó gồm có hai dòng ngược chiều nhau đó là: Dòng **ion dương** có chiều theo chiều quy ước của điện trường và dòng **ion âm** có chiều ngược chiều quy ước. Các ion dương sẽ di chuyển từ Anốt (cực dương) về Catốt (cực âm) nên gọi là các **Cation**, các ion âm di chuyển từ catốt về Anốt nên 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. Nó gồm có dòng ion dương đi theo chiều của điện trường từ Anốt về Catốt, và dòng ion âm và điện tử đi ngược chiều điện trường từ Catốt về Anốt.

2.2. Cường độ dòng điện

Đại lượng đặc trưng cho độ lớn của dòng điện được gọi là **Cường độ dòng điện** (đôi khi ta gọi tắt là dòng điện), ký hiệu là I (hoặc i).

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

Ta có:
$$I = \frac{Q}{t}$$

Ở đây Q là điện tích qua tiết diện dây dẫn trong thời gian t . Nếu điện tích chuyển qua dây dẫn không đều theo thời gian sẽ tạo ra dòng điện có cường độ thay đổi (ký 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 sẽ là:

$$i = \frac{dQ}{dt}$$

Trong hệ SI đơn vị của điện tích là **Culông**, của thời gian là **giây** thì đơn vị của cường độ dòng điện là **Ampe** (ký hiệu A).

Ampe là cường độ của dòng điện cứ mỗi giây có một culông qua tiết diện dây dẫn.

$$1A = \frac{1C}{1s}$$

2.3. Mật độ dòng điện

Cường độ dòng điện qua một đơn vị diện tích tiết diện được gọi là mật độ dòng điện.

Kí hiệu là j :

$$j = \frac{I}{S} \quad (1.25)$$

Ở đây: S là diện tích tiết diện. Đơn vị mật độ dòng điện trong hệ SI là A/m^2 , vì đơn vị này quá nhỏ nên trong thực hành người ta dùng là A/cm^2 .

Cường độ dòng điện dọc theo một đoạn dây dẫn là không đổi thì chỗ nào dây dẫn có tiết diện nhỏ thì mật độ dòng điện sẽ lớn và ngược lại.

CÂU HỎI ÔN TẬP

Câu 1: Trình bày nguyên tắc biến đổi điện năng thành cơ năng?

Câu 2: Trình bày nguyên tắc biến đổi cơ năng thành điện năng?

Câu 3: Nguồn điện là gì? Tải là gì? Hãy cho các ví dụ về nguồn điện và tải?

Câu 4: Viết công thức tính điện trở từ sao sang tam giác, từ tam giác sang sao?

TaiLieu.vn

Chương 2: MẠCH ĐIỆN MỘT CHIỀU

Mã chương: MH 09 - 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 chiều 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 DC theo yêu cầu.

Nội dung chính:

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

1.1. Định luật Ôm

Định luật Ôm nêu lên mối quan hệ giữa dòng điện qua một đoạn mạch và điện áp giữa hai đầu đoạn mạch đó.

Giả sử điện áp U đặt vào hai đầu đoạn mạch dài l nó sẽ tạo ra điện trường đều có cường độ là:

$$E = \frac{U}{l} \quad (2.1)$$

Dưới tác dụng của điện trường, các phần tử dẫn điện sẽ di chuyển tạo thành dòng điện. Điện trường càng mạnh thì mật độ dòng điện càng lớn, tức là mật độ dòng điện tỷ lệ với cường độ điện trường:

$$J = \gamma \cdot E \quad (2.2)$$

Ở đây γ được gọi là điện dẫn suất, phụ thuộc vào bản chất dẫn điện của từng vật liệu điện, điện dẫn suất càng lớn thì vật liệu dẫn điện càng tốt.

Vậy ta có:

$$\frac{I}{S} = \gamma \cdot \frac{U}{l} \Rightarrow I = \gamma \cdot \frac{S}{l} \cdot U = g \cdot U \quad (2.3)$$

Trong đó: $g = \gamma \cdot \frac{S}{l}$ được gọi là điện dẫn của đoạn mạch:

Ta thấy dòng điện qua một đoạn mạch tỷ lệ với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch và với điện dẫn của đoạn mạch đó. Đây là nội dung của định luật Ôm cho một đoạn mạch.

Nghịch đảo của **điện dẫn** gọi là **điện trở**, kí hiệu là r :

$$r = \frac{1}{g} = \frac{1}{\gamma} \cdot \frac{l}{S} = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad (2.4)$$

$\rho = \frac{1}{\gamma}$ Gọi là **điện trở suất** của vật liệu đó.

Từ đây ta có dạng khác của định luật Ôm là:

$$I = \frac{U}{r} \quad (2.5)$$

Phát biểu định luật Ôm: Dòng điện qua một đoạn mạch tỷ lệ với điện áp hai đầu đoạn mạch, tỉ lệ nghịch với điện trở của đoạn mạch.

1.2. Công suất và điện năng trong mạch một chiều

1.2.1. Công của dòng điện

Công của dòng điện là công của lực điện chuyển dịch các điện tích trong mạch điện. Giả sử trên một đoạn mạch có điện áp là U , dòng điện là I , trong thời gian t lượng điện tích chuyển qua đoạn mạch là:

$$q = I.t.$$

Từ định nghĩa về điện áp ta thấy công của lực bằng tích của điện tích di chuyển qua đoạn mạch.

$$A = q.U = U.I.t \quad (2.6)$$

Trong đo lường ta thường dùng đơn vị của công là Jun ký hiệu là J .

Vây: Công của dòng điện sản ra trên một đoạn mạch tỷ lệ với điện áp hai đầu đoạn mạch, dòng điện qua mạch và thời gian duy trì dòng điện.

1.2.2. Công suất của dòng điện

Công suất là công trên một đơn vị thời gian

$$P = \frac{A}{t} = \frac{U.I.t}{t} = U.I \quad (2.7)$$

Vậy công suất của dòng điện trên một đoạn mạch tỷ lệ với điện áp ở hai đầu đoạn mạch và dòng điện qua mạch.

Đơn vị của công suất người ta dùng đơn vị đo là: Oát ký hiệu W .

Từ (2.6) ta rút ra công thức tính công theo công suất là:

$$A = P.t \quad (2.8)$$

Từ đây ta thấy đơn vị của công còn được tính theo đơn vị là: Oát - giờ (Wh).

1.2.3. Công suất của nguồn điện

Công của nguồn điện là số đo năng lượng chuyển hóa các dạng năng lượng khác thành điện năng, và được tính theo công thức:

$$A_{ng} = E.q = E.I.t \quad (2.9)$$

Trong đó: E là công suất của nguồn.

Công suất của nguồn được tính theo công thức sau:

$$P_t = \frac{A_{ng}}{t} = E.I \quad (2.10)$$

Vậy: công suất của nguồn điện bằng tích số giữa sức điện động nguồn và dòng điện qua nguồn.

Ví dụ: Một bóng đèn ghi 220 V, 100W.

a. Giải thích ký hiệu đó.

b. Tính điện trở bóng đèn (ở trạng thái làm việc).

c. Nếu bóng đèn đó đặt vào điện áp $U' = 110V$ thì công suất tiêu thụ của bóng đèn là bao nhiêu? giả thiết khi đó điện trở của bóng đèn là không đổi?

Giải:

a. Bóng đèn ghi 220V, 100W nghĩa là điện áp làm việc ứng với 220V thì đèn làm việc bình thường, đảm bảo các tính năng kỹ thuật theo quy định của nhà chế tạo và khi đó công suất tiêu thụ là 100W.

220V gọi là điện áp định mức của bóng đèn, kí hiệu U_{dm} .

100W gọi là công suất định mức của đèn kí hiệu là P_{dm} .

b. Điện trở của đèn ở trạng thái làm việc bình thường được tính theo công thức:

$$r = \frac{U_{dm}^2}{P_{dm}} = \frac{220^2}{100} = 484 \Omega$$

c. Gọi công suất tiêu thụ ứng với điện áp U' là P' và ứng với điện áp định mức là P_{dm} thì khi đó ta có:

$$P_{dm} = \frac{U_{dm}^2}{r} \text{ và } P' = \frac{U'^2}{r} \text{ ta rút ra } \frac{P'}{P_{dm}} = \frac{U'^2}{U_{dm}^2} = k^2$$

Với khi ta giả thiết là r không đổi.

Vậy công suất tiêu thụ của đèn ứng với điện áp $U' = 110V$ là

$$P' = P_{dm} \cdot k^2 = 100 \cdot \left(\frac{110}{220}\right)^2 = 25W.$$

1.3. Định luật Joule -Lenz

1.3.1. Định luật Jun – Lenxơ

Dòng điện tích chuyển động có hướng trong vật dẫn làm va chạm với các phân tử vật dẫn, truyền bớt năng lượng cho các phân tử, làm tăng mức chuyển động nhiệt trong vật dẫn. Như vậy dòng điện qua vật dẫn sẽ làm nóng vật dẫn, tức điện năng đã chuyển hoá thành nhiệt.

Gọi điện trở của vật dẫn là r , công của dòng điện là: $A = I^2 \cdot r \cdot t$, biết đương lượng nhiệt của mỗi công là 0,24 Calo với mỗi Jun, nên nhiệt lượng do công chuyển hoá là:

$$Q = 0,24A = 0,24 \cdot I^2 \cdot r \cdot t \text{ (Calo)} \quad (2.11)$$

Định luật này do hai nhà Bác học là Jun (**người Anh**) và Lenxơ (**người Nga**) tìm ra bằng thực nghiệm nên người ta gọi là định luật **Jun - Lenxơ**.

Phát biểu định luật: Nhiệt lượng do dòng điện toả ra trên một điện trở tỷ lệ với bình phương dòng điện, với trị số điện trở và thời gian dòng điện chạy qua.

$$\text{Nếu thay } I = \frac{U}{r} \text{ ta có:}$$

$$Q = 0,24 \cdot \frac{U^2}{r} \cdot t \text{ (calo)} \quad (2.12)$$

1.3.2. Ứng dụng của định luật Jun – Lenxơ

Tác dụng nhiệt của dòng điện được ứng dụng rất rộng rãi để làm các dụng cụ đốt nóng bằng dòng điện như đèn điện có sợi nung, bếp điện, bàn là điện, lò sấy và lò luyện bằng điện tử,... Nguyên tắc có bản của các dụng cụ này là dùng một phần tử đốt nóng để cho dòng điện chạy qua. Nhiệt toả ra ở các phần tử đốt nóng sẽ gia nhiệt các bộ phận chính của dụng cụ, hoặc sẽ phát sáng ở các đèn sợi nung.

Dòng điện đi qua dây dẫn sẽ toả nhiệt theo định luật Jun - Lenxơ. Nhiệt lượng này sẽ đốt nóng dây dẫn, khi dây dẫn nóng lên nhiệt độ của nó cao hơn nhiệt độ bên ngoài môi trường. Dây càng nóng thì nhiệt độ toả ra ngoài môi trường càng lớn. Đến một lúc nào đó nhiệt lượng toả ra môi trường trong một giây bằng nhiệt lượng sinh ra của dòng điện thì nhiệt độ dây dẫn không tăng nữa, ta gọi là nhiệt độ ổn định hay nhiệt độ làm việc của dây dẫn.

Hiện tượng ngắn mạch và cầu chì bảo vệ:

- Ngắn mạch là hiện tượng nối tắt hai điểm của mạch có điện thế khác nhau bằng một vật dẫn có điện trở không đáng kể. Khi đó dòng điện qua điểm ngắn mạch rất lớn, có thể làm nóng quá mức dây dẫn, vượt quá nhiệt độ cho phép của dây dẫn, dẫn đến việc cháy hỏng thiết bị.

- Để tránh khi có dòng điện vượt quá dòng điện cho phép như khi ngắn mạch người ta phải dùng các thiết bị bảo vệ. Thiết bị bảo vệ đơn giản nhất và rất phổ biến là **cầu chì**, cầu chì đặt nối tiếp trong mạch điện cần bảo vệ. Bộ phận chính của cầu chì là dây chảy làm bằng các chất dễ chảy đứt như chì, kẽm nhôm đồng. Khi dòng điện chạy qua mạch tăng cao nhiệt lượng toả ra ở dây chảy đủ làm chảy đứt nó là cho mạch bị ngắt.

1.4. Định luật Faraday

1.4.1. Hiện tượng điện phân

Khi dòng điện qua dung dịch muối ăn, anion Cl^- đi về cực dương (anot), còn cation Na^+ đi về phía cực âm (catot). Tại cực dương, Cl^- nhường bớt điện tử cho điện cực (vì cực dương luôn thiếu điện tử) trở thành nguyên tử trung hòa.

Ở cực âm, cation Na^+ thu thêm điện tử ở điện cực (vì ở cực âm luôn thừa điện tử) trở thành nguyên tử Na giải phóng ở cực âm.

Kết quả là phân tử muối ăn bị dòng điện phân tích thành Clo ở cực dương và Natri ở cực âm. Nếu dung dịch điện phân là một muối của đồng thì ở cực âm ta sẽ thu được kim loại đồng. Như vậy, khi dòng điện qua chất điện phân, sẽ xảy ra hiện tượng phân tích chất điện phân, giải phóng kim loại hoặc hydro ở cực âm. Đó là hiện tượng điện phân.

Dòng điện qua dung dịch càng lớn và càng lâu thì lượng kim loại giải phóng ở cực âm càng lớn. Như vậy giữa điện tích qua dung dịch điện phân và lượng chất được giải phóng, có mối quan hệ tỷ lệ. Quan hệ này đã được Faraday thiết lập từ thực nghiệm vào cuối năm 1834.

1.4.2. Định luật Faraday

* **Định luật Faraday thứ nhất:** Khối lượng của chất thoát ra ở mỗi cực điện tỷ lệ với điện tích đã chuyển qua chất điện phân:

$$M = k.q = k.I.t \quad (2.13)$$

Ở đây, m là khối lượng chất thoát ra ở điện cực ;

$Q = I.t$ là điện tích qua dung dịch (Culông) ;

k : Là đương lượng điện hóa của chất được giải phóng.

Nếu $q = 1\text{Culông}$ thì $k = m$. Vậy đương lượng điện hóa của một chất là khối lượng chất đó thoát ra ở điện cực khi có 1 Culông qua dung dịch.

* **Định luật Faraday thứ hai:** Đương lượng điện hóa của một nguyên tố tỷ lệ với nguyên tử lượng và tỷ lệ nghịch với hóa trị của nguyên tố ấy.