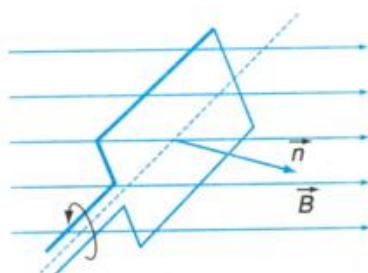


# 26 DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

## MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU CHỈ CÓ ĐIỆN TRỞ THUẦN

Ngày nay, dòng điện dùng trong các gia đình, công sở, nhà máy hầu hết là dòng điện xoay chiều. Vậy dòng điện xoay chiều là gì và có các đặc trưng cơ bản nào ?



**Hình 26.1** Khi khung dây quay đều trong từ trường, trong khung có suất điện động xoay chiều.

### 1. Suất điện động xoay chiều

Cho một khung dây dẫn phẳng có diện tích  $S$  quay đều với tốc độ góc  $\omega$  quanh một trục vuông góc với các đường sức của một từ trường đều có cảm ứng từ  $\vec{B}$ . Theo định luật cảm ứng điện từ, trong khung dây xuất hiện một suất điện động biến đổi theo thời gian :

$$e = E_0 \cos(\omega t + \varphi_0) \quad (26.1)$$

Đó là suất điện động xoay chiều biến đổi theo thời gian theo định luật dạng sin, thường gọi tắt là *suất điện động xoay chiều*. Chu kỳ và tần số biến đổi của suất điện động liên hệ với tần số góc  $\omega$  bởi các công thức :  $T = \frac{2\pi}{\omega}$ ,  $f = \frac{\omega}{2\pi}$  (giống như đối với dao động cơ).

Suất điện động tạo bởi các máy phát điện xoay chiều cũng có biểu thức dạng như trên.

### 2. Điện áp xoay chiều. Dòng điện xoay chiều

Nối hai cực của máy phát điện xoay chiều với một đoạn mạch tiêu thụ điện. Trong mạch có dao động điện cường bức với tần số bằng tần số của suất điện động do máy phát điện tạo ra. Giữa hai đầu đoạn mạch có một hiệu điện thế biến thiên theo thời gian theo định luật dạng sin gọi là *hiệu điện thế xoay chiều* hay *điện áp xoay chiều*.

Dùng dao động kí điện tử hai chòm tia để nghiên cứu đồng thời cường độ dòng điện và điện áp giữa hai đầu đoạn mạch,

ta thấy chúng biến đổi theo thời gian theo định luật dạng sin (còn gọi là biến đổi điều hoà) cùng tần số, nhưng nói chung, lệch pha với nhau. Đồ thị biến đổi của các đại lượng đó trong một trường hợp được vẽ ở Hình 26.2.

Trong trường hợp tổng quát, biểu thức của điện áp giữa hai đầu đoạn mạch xoay chiều  $AB$  nào đó và cường độ dòng điện qua nó có dạng :

$$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_1) \quad (26.2)$$

$$i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_2) \quad (26.3)$$

Ở đây,  $u$  là điện áp tức thời giữa  $A$  và  $B$ ,  $i$  là cường độ dòng điện tức thời với quy ước chiều dương là chiều tính điện áp tức thời (từ  $A$  tới  $B$ ),  $\omega$  là tần số góc ;  $U_0, I_0$  là các biên độ ;  $\varphi_1, \varphi_2$  là các pha ban đầu tương ứng của điện áp và cường độ dòng điện. Ta nói trong mạch có dòng điện xoay chiều.

Đại lượng  $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$  gọi là độ lệch pha của  $u$  so với  $i$ .

Nếu  $\varphi > 0$  thì  $u$  sớm pha so với  $i$ .

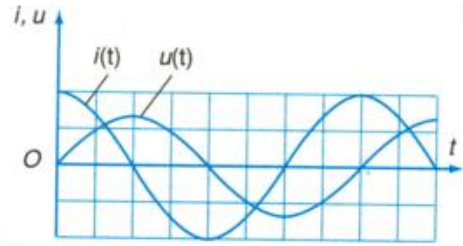
Nếu  $\varphi < 0$  thì  $u$  trễ pha so với  $i$ .

Nếu  $\varphi = 0$  thì  $u$  đồng pha với  $i$ .

Điện áp lấy ra từ hai cực của máy phát điện xoay chiều cũng như từ ổ cắm điện (nối với mạng điện) là điện áp xoay chiều.

### 3. Đoạn mạch xoay chiều chỉ có điện trở thuần

Đặt một điện áp xoay chiều  $u = U_0 \cos \omega t$  vào hai đầu đoạn mạch chỉ có điện trở thuần  $R$  (Hình 26.3). Trong từng khoảng thời gian rất nhỏ, điện áp và cường độ dòng điện coi như không đổi, ta có thể áp dụng định luật Ôm như đối với dòng điện không đổi chạy trên đoạn mạch có điện trở  $R$  :



**Hình 26.2** Đồ thị biểu diễn sự biến đổi của cường độ dòng điện và điện áp giữa hai đầu một đoạn mạch xoay chiều theo thời gian.

**C1** Căn cứ vào Hình 26.2, hãy cho biết trong hai đại lượng  $u(t)$  và  $i(t)$ , đại lượng nào biến thiên sớm pha hơn và sớm hơn một lượng bằng bao nhiêu ?

**C2** Tần số  $f$  và chu kì dao động  $T$  của dòng điện xoay chiều có mối liên hệ với tần số góc  $\omega$  giống như ở các dao động cơ học. Hãy viết biểu thức tổng quát  $u(t), i(t)$  theo  $T$  rồi theo  $f$ .

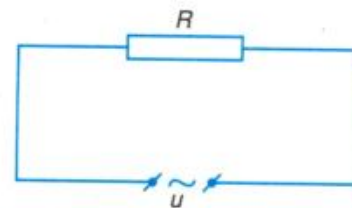
Mạng điện dân dụng của nước ta cung cấp dòng xoay chiều với tần số 50 Hz. Một số nước dùng dòng xoay chiều tần số 60 Hz.

Để đơn giản, người ta thường chọn thời điểm ban đầu sao cho pha ban đầu của  $u$  hoặc của  $i$  bằng 0.

Ví dụ, chọn  $\varphi_1 = 0$  thì :

$$u = U_0 \cos \omega t$$

$$i = I_0 \cos(\omega t - \varphi)$$



**Hình 26.3** Đoạn mạch chỉ có điện trở thuần.

$$i = \frac{u}{R} = \frac{U_0}{R} \cos \omega t = I_0 \cos \omega t$$

Như vậy, cường độ dòng điện trên điện trở thuần biến thiên đồng pha với điện áp giữa hai đầu điện trở và có biên độ xác định bởi :

$$I_0 = \frac{U_0}{R} \quad (26.4)$$

#### 4. Các giá trị hiệu dụng

Dòng điện xoay chiều cũng có hiệu ứng toả nhiệt như dòng điện một chiều.

Cho dòng điện xoay chiều có cường độ  $i = I_0 \cos \omega t$  chạy qua đoạn mạch chỉ có điện trở thuần  $R$ . Công suất toả nhiệt tức thời (công suất ở thời điểm  $t$  bất kì) được tính bằng công thức :

$$p = Ri^2 = RI_0^2 \cos^2 \omega t$$

Ta có thể biến đổi vế phải thành :

$$p = \frac{RI_0^2}{2} + \frac{RI_0^2}{2} \cos 2\omega t$$

**C3** Công suất toả nhiệt tức thời biến thiên theo quy luật nào ? So sánh chu kỳ biến đổi của nó với chu kỳ biến đổi của dòng điện.

Biểu thức trên gồm hai số hạng : một số hạng không đổi và một số hạng biến đổi điều hoà theo thời gian.

Nếu xét trong một khoảng thời gian rất lớn so với chu kỳ dòng điện thì giá trị trung bình của số hạng thứ hai bằng 0.

Công suất toả nhiệt trung bình của dòng điện xoay chiều trong một chu kỳ, gọi tắt là công suất toả nhiệt trung bình, có giá trị là :

$$\mathcal{P} = \bar{p} = \overline{RI_0^2 \cos^2 \omega t} = \frac{RI_0^2}{2} \quad (26.5)$$

Đó cũng là công suất toả nhiệt trung bình trong thời gian  $t$  rất lớn so với chu kỳ, vì phần thời gian lẻ so với chu kỳ rất nhỏ, gây sai lệch không đáng kể. Vậy nhiệt lượng toả ra trong thời gian  $t$  là :

$$Q = \frac{RI_0^2}{2} t$$

Nếu cho dòng điện không đổi cường độ  $I$  chạy qua điện trở nói trên trong cùng thời gian  $t$  sao cho nhiệt lượng toả ra cũng bằng  $Q$ , nghĩa là :

$$Q = RI^2t \quad (26.6)$$

thì

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \quad (26.7)$$

Đại lượng  $I$  xác định như trên được gọi là giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện xoay chiều hay *cường độ hiệu dụng* của dòng điện xoay chiều.

*Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều bằng cường độ của một dòng điện không đổi, nếu cho hai dòng điện đó lần lượt đi qua cùng một điện trở trong những khoảng thời gian bằng nhau đủ dài thì nhiệt lượng toả ra bằng nhau.*

Tương tự như vậy, người ta cũng xác định được suất điện động hiệu dụng của một nguồn điện xoay chiều :

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{2}} \quad (26.8)$$

và điện áp hiệu dụng ở hai đầu đoạn mạch xoay chiều :

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} \quad (26.9)$$

Để đo điện áp hiệu dụng và cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều, người ta dùng vôn kế và ampe kế xoay chiều. Nguyên tắc cấu tạo của các dụng cụ này dựa trên những tác dụng không phụ thuộc vào chiều của dòng điện.

## 5. Biểu diễn bằng vectơ quay

Tương tự như đối với các dao động cơ, người ta cũng biểu diễn các dao động điện từ bằng các vectơ quay. Cường độ dòng điện  $i$  và điện áp  $u$  được biểu diễn bằng các vectơ quay tương ứng :  $i \leftrightarrow \vec{I}$ ,  $u \leftrightarrow \vec{U}$ . Các vectơ  $\vec{I}$ ,  $\vec{U}$  có độ dài tương ứng tỉ lệ với các giá trị hiệu dụng  $I$ ,  $U$  và quay ngược chiều kim đồng hồ (quy ước là chiều dương) quanh gốc  $O$  với tốc độ góc bằng tần số góc  $\omega$  của dòng điện. Ở thời điểm  $t = 0$ , chúng có phương hợp với trục  $Ox$  (trục pha) một góc bằng pha

Thông thường, trong đời sống, mỗi khi nói về cường độ dòng điện hoặc điện áp xoay chiều là nói về giá trị hiệu dụng của các đại lượng ấy. Mạng điện xoay chiều dân dụng ở nước ta có điện áp xoay chiều là 220 V.

**C4** Nêu ví dụ về tác dụng của dòng điện không phụ thuộc vào chiều dòng điện. Tác dụng này phụ thuộc như thế nào vào cường độ dòng điện ?



**Hình 26.4** Biểu diễn bằng vectơ quay cho đoạn mạch chỉ có điện trở thuần.

Vì các giá trị hiệu dụng và các biên độ tương ứng tỉ lệ với nhau, nên ta có thể vẽ các vectơ quay biểu diễn cường độ dòng điện  $i$  và điện áp tức thời  $u$  có số đo chiều dài bằng hoặc tỉ lệ với số đo các biên độ tương ứng  $I_0$ ,  $U_0$ . Khi đó, các vectơ quay này được kí hiệu là  $\vec{I}_0$ ,  $\vec{U}_0$ .

ban đầu của đại lượng tương ứng. Đối với đoạn mạch chỉ có điện trở thuần, các vectơ quay  $\vec{I}$  và  $\vec{U}$  có cùng hướng (Hình 26.4).

## CÂU HỎI

1. Thế nào là điện áp xoay chiều ? Dòng điện xoay chiều ?
2. Điện áp tức thời và cường độ dòng điện tức thời trên một đoạn mạch biến thiên giống nhau và khác nhau ở điểm nào ?

## BÀI TẬP

1. Các giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều
  - A. được xác định dựa trên tác dụng nhiệt của dòng điện.
  - B. chỉ được đo bằng các ampe kế xoay chiều.
  - C. bằng giá trị trung bình chia cho  $\sqrt{2}$ .
  - D. bằng giá trị cực đại chia cho 2.
2. Câu nào sau đây đúng khi nói về dòng điện xoay chiều ?
  - A. Có thể dùng dòng điện xoay chiều để mạ điện.
  - B. Điện lượng chuyển qua tiết diện của dây dẫn trong một chu kì của dòng điện bằng 0.
  - C. Điện lượng chuyển qua tiết diện của dây dẫn trong mọi khoảng thời gian bất kì đều bằng 0.
  - D. Công suất toả nhiệt tức thời trên một đoạn mạch có giá trị cực đại bằng công suất toả nhiệt trung bình nhân với  $\sqrt{2}$ .
3. Dòng điện chạy trên một đoạn mạch có biểu thức  $i = 2\cos 100\pi t$  (A). Viết biểu thức của điện áp  $u$  giữa hai đầu đoạn mạch, biết điện áp này sớm pha  $\frac{\pi}{3}$  đối với cường độ dòng điện và có giá trị hiệu dụng là 12 V.
4. Một dòng điện xoay chiều chạy qua điện trở  $R = 10 \Omega$ . Biết nhiệt lượng toả ra trong 30 phút là  $9 \cdot 10^5$  J, tìm biên độ của cường độ dòng điện.

## Em có biết ?

Việc chuyển từ dùng dòng điện một chiều sang dùng dòng điện xoay chiều, đặc biệt dòng điện xoay chiều ba pha (sẽ học ở Bài 30) là một bước tiến quan trọng của ngành điện. Thế nhưng, vào khoảng cuối thế kỉ XIX, nhiều người còn chưa nhận thấy ngay điều đó. Ngay cả một số nhà khoa học ngày đó cũng chưa ủng hộ cuộc chuyển đổi này. Điều đó xảy ra vì những lợi thế của dòng xoay chiều không dễ thấy ngay được. Các em sẽ thấy dần các lợi thế đó ở các bài học sau.