

## Định luật Ôm cho mạch kín

### A. Phương pháp & Ví dụ

#### 1. Mạch kín cơ bản (gồm nguồn và điện trở thuần):

( $R$  là điện trở của mạch ngoài;  $E, r$  là suất điện động và điện trở trong của nguồn).

#### 2. Mạch kín gồm nhiều nguồn điện và máy thu mắc nối tiếp với điện trở thuần:

Trong đó:  $R$  là điện trở tương đương của mạch ngoài;

$E, r$  là suất điện động và điện trở trong của nguồn;

$E', r'$  là suất điện động và điện trở trong của máy thu điện

với quy ước: nguồn khi dòng điện đi vào từ cực âm và đi ra từ cực dương; máy thu khi dòng điện đi vào từ cực dương và đi ra từ cực âm.

#### 3. Mạch kín gồm nhiều nguồn giống nhau ( $E, r$ ) mắc thành bộ và điện trở thuần:

+ Nếu  $n$  nguồn giống nhau mắc nối tiếp thì:  $E_b = nE; r_b = nr$ .

+ Nếu  $n$  nguồn giống nhau mắc song song thì:

+ Nếu mắc hỗn hợp đối xứng gồm  $m$  dãy, mỗi dãy có  $n$  nguồn thì:

**Ví dụ 1:** Đèn 3V – 6W mắc vào hai cực acquy ( $E = 3V, r = 0,5\Omega$ ). Tính điện trở đèn, cường độ dòng điện, hiệu điện thế và công suất tiêu thụ của đèn.

#### Hướng dẫn:

Điện trở của đèn:

Cường độ dòng điện qua đèn:

Hiệu điện thế của đèn:  $U = IR = 1,5 \cdot 1,5 = 2,25V$ .

Công suất tiêu thụ của đèn:  $P = RI^2 = 1,5 \cdot 1,5^2 = 3,375W$ .

**Ví dụ 2:** Hai điện trở  $R_1 = 2\Omega, R_2 = 6\Omega$  mắc vào nguồn ( $E, r$ ). Khi  $R_1, R_2$  nối tiếp, cường độ trong mạch  $I_N = 0,5A$ . Khi  $R_1, R_2$  song song, cường độ mạch chính  $I_S = 1,8A$ . Tìm  $E, r$ .

#### Hướng dẫn:

– Khi  $[R_1 \text{ nt } R_2] \Rightarrow R_N = R_1 + R_2 = 2 + 6 = 8\Omega$

– Khi  $[R_1 // R_2]$

Từ (1) và (2), suy ra:

**Ví dụ 3:** Cho mạch điện như hình. Biết nguồn điện có suất điện động  $E = 12V$  và có điện trở trong  $r = 1\Omega$ , các điện trở  $R_1 = 10\Omega, R_2 = 5\Omega$  và  $R_3 = 8\Omega$ .

a) Tính tổng trở  $R_N$  của mạch ngoài.

- b) Tính cường độ dòng điện  $I$  chạy qua nguồn điện và hiệu điện thế mạch ngoài  $U$ .  
 c) Tính hiệu điện thế  $U_1$  giữa hai đầu điện trở  $R_1$ .  
 d) Tính hiệu suất  $H$  của nguồn điện.

**Hướng dẫn:**

a)  $R_N = R_1 + R_2 + R_3 = 23\Omega$

b)

$$U_N = I.R_N = 0,5.23 = 11,5V$$

c)  $U_1 = I.R_1 = 0,5.10 = 5V$

d)

**Ví dụ 4:** Có mạch điện như hình vẽ. Nguồn điện có suất điện động  $E = 12V$  và có điện trở trong  $r = 0,5\Omega$ . Các điện trở mạch ngoài  $R_1 = 4,5\Omega$ ,  $R_2 = 4\Omega$ ,  $R_3 = 3\Omega$ . Hãy tìm số chỉ của ampe kế hiệu suất của nguồn điện khi

a) K mở.

b) K đóng.

**Hướng dẫn:**

a) Khi K mở mạch gồm  $R_1$  nối tiếp  $R_2$  nối tiếp  $R_3$ :  $R_{td} = R_1 + R_2 + R_3 = 11,5\Omega$

b) Khi khóa K đóng, A và B cùng điện thế nên chập A, B, mạch điện vẽ lại như hình

$$R_{td} = R_1 + R_2 = 7,5\Omega$$

**Ví dụ 5:** Cho mạch điện như hình vẽ. Nguồn điện có suất điện động  $E = 9V$  và điện trở trong  $r = 1\Omega$ . Các điện trở mạch ngoài  $R_1 = R_2 = R_3 = 3\Omega$ ,  $R_4 = 6\Omega$ .

- a) Tính cường độ dòng điện chạy qua các điện trở và hiệu điện thế hai đầu mỗi điện trở.  
 b) Tính hiệu điện thế giữa hai điểm C và D.  
 c) Tính hiệu điện thế 2 đầu nguồn điện và hiệu suất của nguồn điện.

**Hướng dẫn:**

a) Ta có:  $R_{23} = R_2 + R_3 = 6\Omega$

$$R_{ng} = R_{AB} + R_4 = 8\Omega;$$

$$U_4 = I_4.R_4 = 6(V)$$

$$U_{AB} = I.R_{AB} = 2(V) \Rightarrow U_1 = U_{23} = 2(V)$$

b) Hiệu điện thế giữa hai điểm C và D:  $U_{AB} = U_3 + U_4 = 1 + 6 = 7(V)$

c) Hiệu điện thế hai đầu nguồn:  $U = E - Ir = 9 - 1 = 8V$

Hiệu suất của nguồn:

**Ví dụ 6:** Cho mạch điện như hình:  $E = 12V$ ,  $r = 1\Omega$ ,  $R_1 = R_2 = 4\Omega$ ,  $R_3 = 3\Omega$ ,  $R_4 = 5\Omega$ .

- a) Tìm điện trở tương đương mạch ngoài.
- b) Tìm cường độ dòng điện mạch chính và  $U_{AB}$ .
- c) Tìm cường độ dòng điện trong mỗi nhánh và  $U_{CD}$ .

**Hướng dẫn:**

a) Ta có:

b)

$$U_{AB} = I \cdot R_{ng} = 9,6V$$

c) Do  $R_{12}$  và  $R_{34}$  bằng nhau, mà chúng mắc song song nên:

## B. Bài tập

**Bài 1.** Xét mạch kín gồm nguồn điện có suất điện động  $E = 2V$ , điện trở trong  $r = 0,1\Omega$  mắc với điện trở ngoài  $R = 99,9\Omega$ . Tìm hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện.

**Lời giải:**

+ Cường độ dòng điện trong mạch chính:

$$+ \text{Ta có: } E = U + Ir \Rightarrow U = E - Ir = 2 - 0,02 \cdot 0,1 = 1,998V$$

**Bài 2.** Cho mạch điện trong đó nguồn điện có điện trở trong  $r = 1\Omega$ . Các điện trở của mạch ngoài  $R_1 = 6\Omega$ ,  $R_2 = 2\Omega$ ,  $R_3 = 3\Omega$  mắc nối tiếp nhau. Dòng điện chạy trong mạch là  $1A$ .

a) Tính suất điện động của nguồn điện và hiệu suất của nguồn điện.

b) Tính công suất tỏa nhiệt của mạch ngoài và nhiệt lượng tỏa ra ở mạch ngoài trong thời gian  $t = 20$  phút.

**Lời giải:**

a) Điện trở tương đương mạch ngoài:  $R_{td} = R_1 + R_2 + R_3 = 11\Omega$

+ Ta có:

$$+ \text{Hiệu điện thế mạch ngoài (hiệu điện thế hai đầu cực của nguồn): } U = IR_{td} = 11V$$

+ Hiệu suất của nguồn:

b) Công suất tỏa nhiệt ở mạch ngoài:  $P = I^2 R_{td} = 11W$

$$+ \text{Nhiệt lượng tỏa ra ở mạch ngoài trong thời gian } t = 20 \text{ phút: } Q = I^2 R_{td} t = 13,2 \text{ kJ}$$

**Bài 3.** Nguồn điện ( $E$ ,  $r$ ), khi điện trở mạch ngoài là  $R_1 = 2\Omega$  thì cường độ dòng điện qua  $R_1$  là  $I_1 = 8A$ . Khi điện trở mạch ngoài là  $R_2 = 5\Omega$  thì hiệu điện thế hai đầu nguồn là  $U_2 = 25V$ . Tìm  $E$ ,  $r$ .

**Lời giải:**

Khi  $R = R_1 = 2\Omega$ , ta có:

Khi  $R = R_2 = 5\Omega$ :

$$\Rightarrow 5E - 25r - 125 = 0 \quad (2)$$

Từ (1) và (2), ta có:

**Bài 4.** Mạch kín gồm nguồn điện ( $E = 200 \text{ V}$ ,  $r = 0,5\Omega$ ) và hai điện trở  $R_1 = 100 \Omega$ ,  $R_2 = 500 \Omega$  mắc nối tiếp. Một vôn kế mắc song song với  $R_2$ , thì số chỉ của nó là 160 V. Tính điện trở của vôn kế.

**Lời giải:**

Giả sử điện trở của vôn kế không quá lớn so với điện trở của các điện trở thuần

- + Gọi  $R_v$  là điện trở vôn kế.
- + Điện trở tương đương mạch ngoài:

+ Dòng điện trong mạch chính:

- + Lại có:  $I = I_2 + I_v$ . Với:
- + Do đó ta có:

**Bài 5.** Cho mạch điện như hình vẽ. Nguồn điện có  $E = 12\text{V}$ , và điện trở trong  $r = 0,1\Omega$ . Các điện trở mạch ngoài  $R_1 = R_2 = 2\Omega$ ,  $R_3 = 4\Omega$ ,  $R_4 = 4,4\Omega$ .

- a) Tính cường độ dòng điện chạy qua các điện trở và hiệu điện thế hai đầu mỗi điện trở.
- b) Tính hiệu điện thế  $U_{CD}$ . Tính công suất tiêu thụ của mạch ngoài và hiệu suất nguồn điện.

**Lời giải:**

a)  $R_{23} = R_2 + R_3 = 6\Omega$

$$\rightarrow R_{AB} + R_4 = 5,9 \Omega$$

$$I_4 = I = 2 \text{ A} \Rightarrow U_4 = I_4 \cdot R_4 = 8,8 \text{ V}$$
$$U_{AB} = I \cdot R_{AB} \Rightarrow U_{23} = U_1$$

$$I_2 = I_3 = I_{23} = 0,5\text{A}$$

b) Hiệu điện thế giữa hai điểm C, D:  $U_{CD} = U_3 + U_4 = 2 + 8,8 = 10,8\text{V}$

+ Công suất mạch ngoài:  $P_{ngoai} = I^2 R_{td} = 2^2 \cdot 5,9 = 23,6\text{W}$

+ Hiệu suất nguồn:

**Bài 6.** Có mạch điện như hình vẽ. Các điện trở mạch ngoài  $R_1 = 6\Omega$ ,  $R_2 = 5,5\Omega$ . Điện trở của ampe kế và khóa K không đáng kể, điện trở của vôn kế rất lớn. Khi K mở vôn kế chỉ 6V. Khi K đóng vôn kế chỉ 5,75 V, tính E, r và số chỉ ampe kế khi đó.

**Lời giải:**

Khi khoá K mở, trong mạch không có dòng điện. Ta có:  $U_v = E = 6\text{V}$

- + Khi đóng K, trong mạch có dòng điện:
- + Số chỉ vôn kế V chính là hiệu điện thế hai cực của nguồn nên:

+ Số chỉ của ampe kế A chính là dòng điện trong mạch chính nên:  $I_A = I = 0,5 \text{ A}$