

TỔNG HỢP KIẾN THỨC: ĐỊNH LUẬT ÔM CHO TOÀN MẠCH & HIỆN TƯỢNG ĐOẢN MẠCH

A. LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM

I. Nguồn điện và các đặc trưng

Nguồn điện là thiết bị tạo ra và duy trì một hiệu điện thế giữa hai cực của nó, nhằm cung cấp năng lượng điện cho mạch ngoài. Mỗi nguồn điện được đặc trưng bởi suất điện động và điện trở trong.

1. Suất điện động (E)

- **Định nghĩa:** Suất điện động (E) của một nguồn điện là đại lượng đặc trưng cho khả năng thực hiện công của lực lạ bên trong nguồn điện, được đo bằng thương số giữa công A của lực lạ khi dịch chuyển một điện tích dương q ngược chiều điện trường bên trong nguồn và độ lớn của điện tích q đó.
- **Công thức:** $E = A / q$
- **Đơn vị:** Vôn (V).
- **Ý nghĩa:** Suất điện động có giá trị bằng hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn khi mạch ngoài hở ($I = 0$).

2. Điện trở trong (r)

- **Định nghĩa:** Điện trở trong (r) là điện trở nội tại của nguồn điện. Nó đặc trưng cho sự cản trở dòng điện của chính nguồn điện đó.

- **Đơn vị:** Ôm (Ω).

II. Định luật Ôm cho toàn mạch

Xét một mạch điện kín đơn giản gồm nguồn điện (E, r) nối với một điện trở mạch ngoài R_N .

Sơ đồ mạch điện kín đơn giản

1. Cường độ dòng điện trong mạch

- **Phát biểu:** Cường độ dòng điện chạy trong mạch điện kín tỉ lệ thuận với suất điện động của nguồn điện và tỉ lệ nghịch với tổng điện trở của mạch (bao gồm điện trở trong và điện trở mạch ngoài).
- **Công thức:** $I = E / (R_N + r)$
- **Trong đó:**
 - **I:** Cường độ dòng điện toàn mạch (A)
 - **E:** Suất điện động của nguồn (V)
 - **R_N :** Điện trở tương đương của mạch ngoài (Ω)
 - **r:** Điện trở trong của nguồn (Ω)

2. Hiệu điện thế mạch ngoài (U_N)

- Hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện, cũng là hiệu điện thế trên mạch ngoài.
- **Công thức:** $U_N = I * R_N = E - I * r$
- **Nhận xét:** U_N luôn nhỏ hơn E khi mạch có dòng điện ($I > 0$). $U_N = E$ chỉ khi mạch hở ($I = 0$).

Ví dụ minh họa

1. **Ví dụ 1:** Một nguồn điện có suất điện động $E = 12V$, điện trở trong $r = 1\Omega$. Mạch ngoài là một điện trở $R = 5\Omega$. Tính cường độ dòng điện trong mạch và hiệu điện thế hai đầu điện trở R .

◦ **Giải:**

Cường độ dòng điện trong mạch: $I = E / (R + r) = 12 / (5 + 1) = 2 \text{ A}$.
Hiệu điện thế hai đầu điện trở R : $U = I * R = 2 * 5 = 10 \text{ V}$. (Hoặc $U = E - I*r = 12 - 2*1 = 10V$).

2. **Ví dụ 2:** Mắc một bóng đèn có điện trở 11Ω vào một nguồn điện có $E = 6V$ thì dòng điện qua đèn là $0.5A$. Tìm điện trở trong của nguồn.

◦ **Giải:**

Áp dụng công thức $I = E / (R + r) \Rightarrow R + r = E / I$.
 $\Rightarrow 11 + r = 6 / 0.5 = 12$.
 $\Rightarrow r = 12 - 11 = 1 \Omega$.

III. Công, Công suất và Hiệu suất của nguồn điện

Đại lượng	Nguồn điện	Mạch ngoài (Tải tiêu thụ)
Công	Công của nguồn: $A_{ng} = E * I * t$	Công tiêu thụ: $A_N = U_N * I * t = I^2 * R_N * t$
Công suất	Công suất của nguồn: $P_{ng} = E * I$	Công suất tiêu thụ: $P_N = U_N * I = I^2 * R_N$

Hiệu suất của nguồn điện (H)

- **Định nghĩa:** Hiệu suất của nguồn điện là tỉ số giữa công suất tiêu thụ của mạch ngoài và công suất của nguồn điện.
- **Công thức:** $H = (P_N / P_{ng}) * 100\% = (U_N / E) * 100\% = (R_N / (R_N + r)) * 100\%$
- **Ví dụ:** Từ Ví dụ 1 ở trên ($E = 12V$, $r = 1\Omega$, $R = 5\Omega$, $I = 2A$, $U = 10V$). Tính công suất nguồn, công suất mạch ngoài và hiệu suất.
 - **Giải:**
Công suất nguồn: $P_{ng} = E * I = 12 * 2 = 24 \text{ W}$.
Công suất mạch ngoài: $P_N = U * I = 10 * 2 = 20 \text{ W}$.
Hiệu suất nguồn: $H = (P_N / P_{ng}) * 100\% = (20 / 24) * 100\% \approx 83.33\%$.

IV. Hiện tượng đoản mạch

1. Định nghĩa

Đoản mạch (hay ngắn mạch) là hiện tượng xảy ra khi hai cực của nguồn điện được nối với nhau bằng một dây dẫn có điện trở rất nhỏ ($R_N \approx 0$).

2. Đặc điểm và Hệ quả

- Khi đoản mạch, điện trở mạch ngoài $R_N \approx 0$.
- Cường độ dòng điện trong mạch đạt giá trị rất lớn: $I_{dm} = E / r$
- **Hệ quả:** Dòng điện lớn tỏa ra nhiệt lượng rất mạnh ($Q = I^2Rt$), có thể làm hỏng nguồn điện, gây cháy nổ các thiết bị điện và gây hỏa hoạn. Đây là một hiện tượng nguy hiểm cần tránh.

3. Ví dụ minh họa

Một ắc quy có $E = 12\text{V}$, $r = 0.2\Omega$. Nối hai cực của nó với một bóng đèn có điện trở $R = 5.8\Omega$. Tính dòng điện qua đèn và dòng điện khi đoản mạch.

- **Giải:**

Dòng điện qua đèn: $I = E / (R + r) = 12 / (5.8 + 0.2) = 12 / 6 = 2 \text{ A}$.

Dòng điện khi đoản mạch: $I_{\text{đm}} = E / r = 12 / 0.2 = 60 \text{ A}$.

Nhận xét: Dòng điện đoản mạch lớn hơn rất nhiều (30 lần) so với dòng điện khi có tải, cực kỳ nguy hiểm.

B. CÁC DẠNG BÀI TẬP VẬN DỤNG

Dạng 1: Bài toán cơ bản về mạch điện kín

Phương pháp: Áp dụng trực tiếp các công thức $I = E / (R_N + r)$, $U_N = E - Ir$, $P_{\text{ng}} = EI$, $P_N = U_N I$, $H = U_N / E$.

Ví dụ: Cho mạch điện có nguồn $E = 24\text{V}$, $r = 2\Omega$. Mạch ngoài là điện trở $R_N = 10\Omega$. Tính I , U_N , P_N , P_{ng} và H .

- **Giải:**

$$I = E / (R_N + r) = 24 / (10 + 2) = 2 \text{ A}.$$

$$U_N = I * R_N = 2 * 10 = 20 \text{ V}.$$

$$P_N = U_N * I = 20 * 2 = 40 \text{ W}.$$

$$P_{\text{ng}} = E * I = 24 * 2 = 48 \text{ W}.$$

$$H = (P_N / P_{\text{ng}}) * 100\% = (40/48) * 100\% \approx 83.33\%.$$

Dạng 2: Mạch ngoài có nhiều điện trở

Phương pháp:

1. Tính điện trở tương đương của mạch ngoài (R_N) dựa vào cách mắc (nối tiếp, song song, hỗn hợp).
2. Áp dụng định luật Ôm cho toàn mạch để tìm cường độ dòng điện mạch chính I .
3. Dựa vào I và các tính chất của đoạn mạch nối tiếp/song song để tìm I , U tại từng điện trở thành phần.

Ví dụ: Cho nguồn ($E = 12V$, $r = 1\Omega$) nối với mạch ngoài gồm $R_1 = 3\Omega$ mắc nối tiếp với $R_2 = 2\Omega$. Tính cường độ dòng điện qua mỗi điện trở và hiệu điện thế hai đầu mỗi điện trở.

• Giải:

1. Điện trở mạch ngoài: $R_N = R_1 + R_2 = 3 + 2 = 5 \Omega$.
 2. Dòng điện mạch chính: $I = E / (R_N + r) = 12 / (5 + 1) = 2 \text{ A}$.
 3. Vì R_1 nối tiếp R_2 nên $I_1 = I_2 = I = 2 \text{ A}$.
- Hiệu điện thế hai đầu R_1 : $U_1 = I_1 * R_1 = 2 * 3 = 6 \text{ V}$.
- Hiệu điện thế hai đầu R_2 : $U_2 = I_2 * R_2 = 2 * 2 = 4 \text{ V}$.

Dạng 3: Biện luận công suất mạch ngoài cực đại

Phương pháp:

Công suất mạch ngoài $P_N = I^2 R_N = [E / (R_N + r)]^2 * R_N$.

Áp dụng bất đẳng thức Cauchy, công suất tiêu thụ trên mạch ngoài R_N đạt giá trị cực đại khi điện trở mạch ngoài bằng điện trở trong của nguồn.

- Điều kiện: $R_N = r$

- Giá trị cực đại: $P_{N \max} = E^2 / (4r)$

Ví dụ: Một nguồn điện có $E = 20V$, $r = 2\Omega$. Mạch ngoài là một biến trở R . Phải điều chỉnh R có giá trị bằng bao nhiêu để công suất tiêu thụ trên R là lớn nhất? Tính giá trị công suất lớn nhất đó.

- **Giải:**

Để công suất trên R là lớn nhất thì $R = r = 2 \Omega$.

Công suất cực đại khi đó là: $P_{\max} = E^2 / (4r) = 20^2 / (4 * 2) = 400 / 8 = 50 \text{ W}$.