

Hệ thống công thức Điện năng và Công suất điện

I. Điện năng tiêu thụ và Công suất điện của đoạn mạch

1. Điện năng tiêu thụ của đoạn mạch (A)

Điện năng tiêu thụ của một đoạn mạch là năng lượng điện mà đoạn mạch đó nhận được từ nguồn điện và chuyển hóa thành các dạng năng lượng khác (như nhiệt năng, quang năng, cơ năng...).

Công thức: $A = U.I.t = P.t$

- **A:** Điện năng tiêu thụ (Joule - J).
- **U:** Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch (Volt - V).
- **I:** Cường độ dòng điện chạy qua đoạn mạch (Ampe - A).
- **t:** Thời gian dòng điện chạy qua (giây - s).
- **P:** Công suất điện của đoạn mạch (Watt - W).

Đơn vị khác: 1 kWh (kilowatt-giờ) = 1000 W * 3600 s = 3,600,000 J = 3.6×10^6 J. Đây là đơn vị thường dùng để đo điện năng tiêu thụ trong sinh hoạt.

Ví dụ minh họa:

1. **Ví dụ 1:** Một bóng đèn có ghi 220V - 100W được sử dụng ở hiệu điện thế 220V trong 4 giờ. Tính điện năng tiêu thụ của bóng đèn theo đơn vị J và kWh.

Giải:

Công suất của đèn là $P = 100W$.

Thời gian sử dụng $t = 4 \text{ giờ} = 4 * 3600 = 14400 \text{ s}$.

Điện năng tiêu thụ theo J: $A = P.t = 100 * 14400 = 1,440,000 \text{ J}$.

Điện năng tiêu thụ theo kWh: $A = P(\text{kW}) * t(\text{h}) = (100/1000) \text{ kW} * 4 \text{ h} = 0.1 \text{ kW} * 4 \text{ h} = 0.4 \text{ kWh}$.

2. **Ví dụ 2:** Một bếp điện có điện trở $R = 80\Omega$ được mắc vào hiệu điện thế $U = 220\text{V}$. Tính điện năng bếp tiêu thụ trong 30 phút.

Giải:

Cường độ dòng điện qua bếp: $I = U/R = 220 / 80 = 2.75 \text{ A}$.

Thời gian sử dụng $t = 30 \text{ phút} = 30 * 60 = 1800 \text{ s}$.

Điện năng tiêu thụ: $A = U.I.t = 220 * 2.75 * 1800 = 1,089,000 \text{ J} \approx 1.09 * 10^6 \text{ J}$.

2. Công suất điện của đoạn mạch (P)

Công suất điện của một đoạn mạch là đại lượng đặc trưng cho tốc độ thực hiện công của dòng điện, hay tốc độ chuyển hóa điện năng thành các dạng năng lượng khác. Nó được đo bằng điện năng tiêu thụ trong một đơn vị thời gian.

Công thức: $P = A/t = U.I = I^2.R = U^2/R$

- **P:** Công suất điện (Watt - W). $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$; $1 \text{ MW} = 1,000,000 \text{ W}$.
- **U:** Hiệu điện thế (V).
- **I:** Cường độ dòng điện (A).
- **R:** Điện trở của đoạn mạch (Ohm - Ω).

Lưu ý: Công thức $P = I^2.R$ và $P = U^2/R$ chỉ áp dụng cho đoạn mạch thuần điện trở (chỉ tỏa nhiệt).

Ví dụ minh họa:

1. **Ví dụ 1:** Một điện trở 10Ω có dòng điện $2A$ chạy qua. Tính công suất tỏa nhiệt trên điện trở.

Giải:

Áp dụng công thức $P = I^2.R = 2^2 * 10 = 4 * 10 = 40 \text{ W}$.

2. **Ví dụ 2:** Một quạt điện được mắc vào mạng điện có hiệu điện thế $220V$, dòng điện qua quạt là $0.5A$. Tính công suất của quạt.

Giải:

Áp dụng công thức $P = U.I = 220 * 0.5 = 110 \text{ W}$.

II. Công và Công suất của nguồn điện

1. Công của nguồn điện (A_{ng})

Công của nguồn điện là công của các lực lạ bên trong nguồn điện, có tác dụng làm dịch chuyển các điện tích tự do ngược chiều điện trường, tạo ra và duy trì hiệu điện thế giữa hai cực của nó.

Công thức: $A_{ng} = E.q = E.I.t$

- **A_{ng} :** Công của nguồn điện (J).
- **E :** Suất điện động của nguồn điện (V).
- **q :** Điện lượng dịch chuyển qua nguồn (Coulomb - C).
- **I :** Cường độ dòng điện chạy trong toàn mạch (A).
- **t :** Thời gian dòng điện chạy qua (s).

Ví dụ minh họa:

1. **Ví dụ 1:** Một acquy có suất điện động $E = 12\text{V}$ phát một dòng điện $I = 2\text{A}$ trong khoảng thời gian 5 phút. Tính công mà acquy thực hiện.

Giải:

Thời gian $t = 5 \text{ phút} = 5 * 60 = 300 \text{ s}$.

Công của nguồn điện: $A_{\text{ng}} = E.I.t = 12 * 2 * 300 = 7200 \text{ J}$.

2. **Ví dụ 2:** Một nguồn điện thực hiện một công là 1800 J trong 2 phút để duy trì dòng điện 1.5A trong mạch. Tìm suất điện động của nguồn.

Giải:

Thời gian $t = 2 \text{ phút} = 120 \text{ s}$.

Từ công thức $A_{\text{ng}} = E.I.t$, ta có $E = A_{\text{ng}} / (I.t) = 1800 / (1.5 * 120) = 1800 / 180 = 10 \text{ V}$.

2. Công suất của nguồn điện (P_{ng})

Công suất của nguồn điện là đại lượng đặc trưng cho tốc độ thực hiện công của nguồn điện, được đo bằng công của nguồn thực hiện được trong một đơn vị thời gian.

Công thức: $P_{\text{ng}} = A_{\text{ng}} / t = E.I$

- **P_{ng} :** Công suất của nguồn điện (W).
- **E :** Suất điện động của nguồn (V).
- **I :** Cường độ dòng điện trong toàn mạch (A).

Ví dụ minh họa:

1. **Ví dụ 1:** Một pin có suất điện động 1.5V, cung cấp cho mạch ngoài một dòng điện 0.4A. Tính công suất của pin.

Giải:

Công suất của pin: $P_{ng} = E.I = 1.5 * 0.4 = 0.6 \text{ W}$.

2. **Ví dụ 2:** Một máy phát điện có công suất 5 kW và suất điện động 250 V. Tính cường độ dòng điện mà nó có thể cung cấp.

Giải:

Công suất $P_{ng} = 5 \text{ kW} = 5000 \text{ W}$.

Từ công thức $P_{ng} = E.I$, ta có $I = P_{ng} / E = 5000 / 250 = 20 \text{ A}$.

III. Định luật Jun-Lenxơ (Joule-Lenz Law)

1. Nội dung định luật

Nhiệt lượng tỏa ra trên một vật dẫn tỉ lệ thuận với điện trở của vật dẫn, với bình phương cường độ dòng điện và với thời gian dòng điện chạy qua vật dẫn đó.

2. Công thức

Công thức: $Q = R.I^2.t$

- **Q:** Nhiệt lượng tỏa ra (J).
- **R:** Điện trở của vật dẫn (Ω).
- **I:** Cường độ dòng điện (A).
- **t:** Thời gian (s).

Lưu ý: Nếu đoạn mạch chỉ có điện trở thuần (ví dụ: dây tóc bóng đèn, dây mayso của bếp điện), thì toàn bộ điện năng tiêu thụ sẽ chuyển hóa thành nhiệt năng. Khi đó, nhiệt lượng tỏa ra bằng điện năng tiêu thụ: $Q = A = U.I.t = (U^2/R).t = R.I^2.t$.

Ví dụ minh họa:

1. **Ví dụ 1:** Một ấm đun nước điện có điện trở 50Ω , hoạt động ở hiệu điện thế $220V$. Tính nhiệt lượng tỏa ra trong 10 phút.

Giải:

Cường độ dòng điện qua ấm: $I = U/R = 220 / 50 = 4.4 \text{ A}$.

Thời gian $t = 10 \text{ phút} = 600 \text{ s}$.

Nhiệt lượng tỏa ra: $Q = R.I^2.t = 50 * (4.4)^2 * 600 = 580,800 \text{ J}$.

2. **Ví dụ 2:** Một dây dẫn có điện trở 5Ω , trong 2 phút tỏa ra một nhiệt lượng 2400 J . Tìm cường độ dòng điện chạy qua dây.

Giải:

Thời gian $t = 2 \text{ phút} = 120 \text{ s}$.

Từ công thức $Q = R.I^2.t$, ta có $I^2 = Q / (R.t) = 2400 / (5 * 120) = 2400 / 600 = 4$.

Suy ra $I = \sqrt{4} = 2 \text{ A}$.

IV. Hiệu suất của nguồn điện (H)

1. Khái niệm

Hiệu suất của nguồn điện là tỉ số giữa năng lượng có ích (điện năng tiêu thụ ở mạch ngoài) và năng lượng toàn phần (công của nguồn điện).

Năng lượng toàn phần do nguồn sinh ra là $A_{ng} = E.I.t$. Một phần năng lượng này được tiêu thụ ở mạch ngoài ($A_{có ích} = U_N.I.t$), phần còn lại bị hao phí dưới dạng nhiệt bên trong nguồn do điện trở trong r ($A_{hao phí} = r.I^2.t$).

2. Công thức

Công thức tính theo năng lượng hoặc công suất:

$$H = (A_{có ích} / A_{toàn phần}) * 100\% = (P_{có ích} / P_{toàn phần}) * 100\%$$

Công thức tính theo hiệu điện thế hoặc điện trở:

$$H = (U_N / E) * 100\% = (R_N / (R_N + r)) * 100\%$$

- **H**: Hiệu suất của nguồn (%).
- **U_N** : Hiệu điện thế mạch ngoài (V).
- **E**: Suất điện động của nguồn (V).
- **R_N** : Điện trở tương đương của mạch ngoài (Ω).
- **r**: Điện trở trong của nguồn (Ω).

Ví dụ minh họa:

1. **Ví dụ 1:** Một nguồn điện có suất điện động $E = 24V$ và điện trở trong $r = 2\Omega$, được nối với một điện trở mạch ngoài $R_N = 10\Omega$. Tính hiệu suất của nguồn điện.

Giải:

Áp dụng công thức: $H = (R_N / (R_N + r)) * 100\% = (10 / (10 + 2)) * 100\% = (10 / 12) * 100\% \approx 83.33\%$.

2. **Ví dụ 2:** Một acquy có suất điện động 6V. Khi mắc vào mạch, nó cung cấp dòng điện 0.5A và hiệu điện thế giữa hai cực của nó là 5.8V. Tính hiệu suất của acquy.

Giải:

Hiệu điện thế mạch ngoài $U_N = 5.8V$.

Suất điện động $E = 6V$.

Hiệu suất của acquy: $H = (U_N / E) * 100\% = (5.8 / 6) * 100\% \approx 96.67\%$.

V. Bảng tổng hợp công thức

Đại lượng	Ký hiệu	Công thức	Đơn vị
Điện năng tiêu thụ (mạch ngoài)	A	$A = U.I.t$	J, kWh
Công suất điện (mạch ngoài)	P	$P = U.I = I^2.R = U^2/R$	W, kW
Công của nguồn điện	A_ng	$A_{ng} = E.I.t$	J
Công suất của nguồn điện	P_ng	$P_{ng} = E.I$	W
Nhiệt lượng tỏa ra (Định luật Jun-Lenxơ)	Q	$Q = R.I^2.t$	J
Hiệu suất của nguồn điện	H	$H = (U_N / E) * 100\% = (R_N / (R_N + r)) * 100\%$	%