

옴의 법칙 완전 정복: 전압 · 전류 · 저항의 실무 가이드

개요

옴의 법칙은 도체(선형 저항체)에 대해 전압과 전류가 비례함을 말한다.

$$V = IR$$

여기서 $V[V]$, $I[A]$, $R[\Omega]$ 이다.

전력 관계

저항에서 소모되는 전력은

$$P = VI = I^2R = \frac{V^2}{R}$$

설계 시 계산 전력보다 여유($\times 2$ 이상)를 둔다.

직렬/병렬 등가

직렬:

$$R_{\text{eq}} = \sum_{k=1}^n R_k$$

병렬:

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}, \quad R_{\text{eq}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \text{ (두 저항 병렬)}$$

온도계수(TCR)

$$R(T) = R_0 [1 + \alpha (T - T_0)],$$

α 는 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ 혹은 $1/^{\circ}\text{C}$ 단위의 온도계수.

계측 유의사항

볼트미터 내부저항은 매우 커서 병렬 부하가 되고, 암미터 내부저항은 작지만 0이 아니므로 저전압 회로에서 전압 강하를 만든다.

예제 문제와 풀이

초급 1: 전류 계산

$R = 3.0 \text{ k}\Omega$, $V = 12 \text{ V}$ 일 때

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{3000} = 4 \text{ mA}.$$

초급 2: 전압 계산

$R = 220 \Omega$, $I = 30 \text{ mA}$ 일 때

$$V = IR = 0.03 \times 220 = 6.6 \text{ V}, \quad P = I^2 R \approx 0.198 \text{ W}.$$

중급 1: 혼합망

$R_1 = 1.0 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 2.0 \text{ k}\Omega$ 병렬에 $R_3 = 500 \Omega$ 직렬, $V = 10 \text{ V}$.

$$R_{12} = \frac{1000 \times 2000}{3000} \approx 666.7 \Omega, \quad R_{\text{eq}} \approx 1166.7 \Omega,$$

$$I_{\text{tot}} = \frac{10}{1166.7} \approx 8.57 \text{ mA},$$

$$V_3 \approx 4.29 \text{ V}, \quad V_{12} \approx 5.71 \text{ V},$$

$$I_1 \approx 5.71 \text{ mA}, \quad I_2 \approx 2.86 \text{ mA}.$$

중급 2: 정격 선택

$R = 1.8 \text{ k}\Omega$, $V = 24 \text{ V}$ 일 때

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{576}{1800} \approx 0.32 \text{ W}.$$

최소 0.5 W , 보수적으로 1.0 W 저항 권장.

고급 1: TCR 영향

$R_0 = 10 \text{ k}\Omega$ at 25°C , $\alpha = 100 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$, $T = 85^\circ\text{C}$.

$$R(T) = 10 \text{ k}\Omega [1 + 100 \times 10^{-6} \times 60] = 10.06 \text{ k}\Omega, \quad I = \frac{5}{10060} \approx 0.497 \text{ mA}.$$

고급 2: 볼트미터 로딩

$R_1 = 100 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$, $V_{\text{in}} = 10 \text{ V}$, $R_m = 1.0 \text{ M}\Omega$.

$$R_{2\parallel m} = \frac{100 \text{ k}\Omega \times 1.0 \text{ M}\Omega}{100 \text{ k}\Omega + 1.0 \text{ M}\Omega} \approx 90.9 \text{ k}\Omega,$$

$$V_{\text{out}} = 10 \cdot \frac{90.9}{100 + 90.9} \approx 4.76 \text{ V}.$$

설계 요약

정격 여유($\times 2$), 최악 조건 검증(\leq 한계), 계측 보정, 문서화, 안전 확보.