

저항기(Resistor): 원리, 계산, 실무 팁과 예제

개요

저항기는 전류의 흐름을 제한하는 대표적인 수동소자입니다. 신호 레벨 조정, 전압 분배, 전류 제한, 센서 바이어싱 등 거의 모든 전자회로에서 핵심적으로 사용됩니다. 본 문서에서는 정의와 원리, 연결 방식, 전력 계산, 표기법, 실무 팁, 그리고 난이도별 예제 문제를 제시합니다.

1 기본 원리(옴의 법칙)

저항기의 전압 V , 전류 I , 저항 R 사이에는 다음 관계가 성립합니다.

$$V = IR \quad (1)$$

단위는 각각 V, A, Ω 을 사용합니다. 일정 온도 범위에서 저항기는 이상적으로 선형 거동을 가정합니다.

2 종류

- 고정 저항기: 탄소 피막, 금속 피막, 금속 산화물 등. 공차(예: $\pm 1\%$, $\pm 5\%$)와 온도계수(TCR)를 데이터시트로 확인합니다.
- 가변 저항기: 포텐서미터(가변 범위 설정), 트리머(보정용).
- 특수 저항기: NTC/PTC 서미스터(온도 의존), LDR(광 의존) 등 비선형 특성 소자.

3 저항값 표기: 컬러 코드와 SMD 표기

3.1 컬러 코드(4밴드 예)

첫째/둘째 밴드는 유효숫자, 셋째는 승수, 넷째는 공차를 의미합니다. 예시: 갈-흑-적-금 $\Rightarrow 10 \times 10^2 = 1\text{ k}\Omega$, 공차 $\pm 5\%$.

3.2 SMD 숫자 표기

예: 472 $\Rightarrow 47 \times 10^2 = 4.7\text{ k}\Omega$, 1001 $\Rightarrow 100 \times 10^1 = 1\text{ k}\Omega$.

4 직렬/병렬 연결과 등가 저항

4.1 직렬(Series)

$$R_{eq} = \sum_{k=1}^n R_k \quad (2)$$

전류는 동일하고, 각 저항의 전압 강하는 저항값에 비례합니다.

4.2 병렬(Parallel)

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k} \quad (3)$$

전압은 동일하고, 분기 전류는 저항값에 반비례합니다. 두 개일 때는

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}. \quad (4)$$

5 전력(Power) 계산과 정격

저항에서 소모되는 전력은

$$P = VI = I^2 R = \frac{V^2}{R}. \quad (5)$$

실무에서는 정격 전력의 최소 2배 여유를 두는 보수적 설계를 권장합니다. 밀집 배치나 고온 환경에서는 추가 마진이 필요합니다.

6 전압 분배기(Voltage Divider)

두 저항 R_1, R_2 로 구성된 분배기에서 출력은

$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}. \quad (6)$$

부하가 연결되면 유효 R_2 가 병렬 등가로 낮아져 출력이 떨어질 수 있으므로, 부하 임피던스를 충분히 높게 설계하거나 버퍼를 사용합니다.

7 실무 팁(보수적 설계)

- 전력 마진: 정격의 2배 이상 권장.
- 온도계수(TCR): 정밀 분배기/센서 바이어싱은 저 TCR 금속피막 사용.
- 허용오차: 1% vs 5% 선택은 비용과 성능의 트레이드오프.
- 패키지 크기: SMD(0402, 0603, 0805 등)는 크기에 따라 전력 정격과 발열 특성이 다름.
- 고속/고주파: 직렬 ESL, 병렬 ESR 영향 고려. 필요 시 저유도 저항(Low-inductance) 선택.