

커패시터(Capacitor)의 이론과 예제

1. 정전용량

정전용량은 다음과 같이 정의됩니다:

$$C = \frac{\epsilon A}{d}$$

여기서:

- C : 정전용량 [F]
- ϵ : 유전율
- A : 도체 면적
- d : 도체 간 거리

2. 커패시터 전압 변화

- 충전 시:

$$V(t) = V_0 (1 - e^{-t/RC})$$

- 방전 시:

$$V(t) = V_0 e^{-t/RC}$$

3. 직렬 및 병렬 연결

- 직렬:

$$\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$

- 병렬:

$$C_{\text{eq}} = \sum_{i=1}^n C_i$$

4. 에너지 저장

$$E = \frac{1}{2}CV^2$$

5. 예제 문제

초급 문제

1. $C = 10 \mu F$, $V = 12 V$ 일 때 저장 에너지는?

$$E = \frac{1}{2} \cdot 10 \times 10^{-6} \cdot 12^2 = 0.00072 \text{ J}$$

2. $C_1 = 2 \mu F$, $C_2 = 3 \mu F$ 직렬 연결 시 등가 정전용량은?

$$\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{5}{6} \Rightarrow C_{\text{eq}} = 1.2 \mu F$$

중급 문제

1. $C = 2 \mu F, 4 \mu F, 6 \mu F$ 병렬 연결 시:

$$C_{\text{eq}} = 2 + 4 + 6 = 12 \mu F$$

2. $R = 1 k\Omega$, $C = 10 \mu F$ 일 때, 방전 시 37%로 감소하는 시간:

$$t = RC = 1000 \cdot 10^{-6} = 0.01 \text{ s}$$

고급 문제

1. $A = 5 \times 10^{-4} m^2$, $d = 0.2 mm = 2 \times 10^{-4} m$, $\varepsilon_r = 2.2$, $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} F/m$

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r A}{d} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \cdot 2.2 \cdot 5 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-4}} = 4.86 \times 10^{-12} F$$

2. $V(t) = 10e^{-t/RC}$ 인 RC 회로의 전류:

$$i(t) = \frac{d}{dt}(CV(t)) = C \cdot \frac{d}{dt}(10e^{-t/RC}) = -\frac{10C}{RC}e^{-t/RC}$$