

회로 해석의 핵심, 키르히호프의 법칙 완벽 정리

개요

본 문서는 키르히호프의 전류 법칙(KCL)과 전압 법칙(KVL)의 개념, 수식, 그리고 예제문제를 한국어로 정리한 참고 자료입니다.

키르히호프의 전류 법칙 (KCL)

정의: 하나의 노드에서 들어오는 전류의 합은 나가는 전류의 합과 같다.

$$\sum I_{\text{in}} = \sum I_{\text{out}} \quad \text{또는} \quad \sum_{k=1}^n I_k = 0.$$

키르히호프의 전압 법칙 (KVL)

정의: 임의의 폐회로(루프)를 한 바퀴 도는 동안의 전압 상승과 강하의 대수합은 0이다.

$$\sum_{k=1}^n V_k = 0.$$

예제 문제

본 섹션은 초급 2문제, 중급 2문제, 고급 2문제로 구성되며 각 문제에 해설을 포함합니다.

초급 예제 1 (KCL 기본)

노드로 들어오는 전류: $I_1 = 2\text{ A}$, $I_2 = 3\text{ A}$. 나가는 전류: $I_3 = ?$.

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \Rightarrow I_3 = 5\text{ A}.$$

초급 예제 2 (직렬 KVL)

직렬 저항 $R_1 = 2\ \Omega$, $R_2 = 3\ \Omega$, 전압원 $V = 10\text{ V}$. 회로 전류 I 는?

$$V = I(R_1 + R_2) = I(5\ \Omega) \Rightarrow I = 2\text{ A}.$$

중급 예제 1 (KCL 응용)

하나의 노드에 $I_1 = 5\text{ A}$ (유입), $I_2 = 2\text{ A}$ (유출), $I_3 = ?$ (유출).

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0 \Rightarrow I_3 = 3\text{ A}.$$

중급 예제 2 (KVL + 옴의 법칙)

전압원 12 V, 직렬 저항 $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 4 \Omega$. 각 저항 전압강하?

$$R_{\text{total}} = 6 \Omega, \quad I = \frac{12}{6} = 2 \text{ A},$$

$$V_{R_1} = IR_1 = 4 \text{ V}, \quad V_{R_2} = IR_2 = 8 \text{ V}.$$

고급 예제 1 (메쉬 해석)

루프1: $V_1 = 10 \text{ V}$, $R_1 = 2 \Omega$, 공통저항 $R_3 = 1 \Omega$.

루프2: $V_2 = 5 \text{ V}$, $R_2 = 3 \Omega$, 공통저항 $R_3 = 1 \Omega$. 루프전류 I_1, I_2 를 정의하면

$$\begin{cases} 10 - 2I_1 - 1(I_1 - I_2) = 0 \Rightarrow 3I_1 - I_2 = 10, \\ -5 + 3I_2 + 1(I_2 - I_1) = 0 \Rightarrow -I_1 + 4I_2 = 5. \end{cases}$$

$$I_1 = 3 \text{ A}, \quad I_2 = 2 \text{ A}.$$

고급 예제 2 (KCL/KVL 복합)

노드 방정식과 루프 방정식이 동시에 주어짐:

$$\begin{cases} I_1 = I_2 + I_3, \\ 15 = 2I_2 + 3I_3, \\ I_2 = I_3 \quad (\text{조건}) \end{cases} \Rightarrow I_2 = I_3 = 3 \text{ A}, \quad I_1 = 6 \text{ A}.$$

마무리

KCL과 KVL은 회로 해석의 보존 법칙에 기반한 필수 도구입니다. 노드/메쉬 해석, 등가 변환, 시뮬레이션 검증 등 다양한 상황에서 핵심 역할을 합니다.