

열전대 온도 측정 회로의 출력 전압 V_o 계산 (CMRR 고려)

Gemini AI

December 15, 2025

1 회로 분석 및 기본 가정

주어진 회로는 모든 저항 R_a 가 동일한 차동 증폭기(Difference Amplifier) 회로입니다.

1.1 차동 이득 (A_{dm})

모든 저항이 동일하므로 이상적인 Op-Amp의 차동 이득(A_{dm})은 다음과 같습니다.

$$A_{dm} = \frac{R_{feedback}}{R_{in}} = \frac{R_a}{R_a} = 1$$

2 동상제거비(CMRR) 분석

주어진 CMRR은 60 dB이며, 이를 선형 값으로 변환합니다.

$$\begin{aligned} 20 \log_{10}(\text{CMRR}_{\text{ratio}}) &= 60 \text{ dB} \\ \text{CMRR}_{\text{ratio}} &= 10^{\frac{60}{20}} = 10^3 = 1000 \end{aligned}$$

2.1 동상 이득 (A_{cm}) 계산

$\text{CMRR} = \frac{|A_{dm}|}{|A_{cm}|}$ 정의를 이용하여 동상 이득을 계산합니다.

$$|A_{cm}| = \frac{|A_{dm}|}{\text{CMRR}_{\text{ratio}}} = \frac{1}{1000} = 0.001$$

3 출력 전압 (V_o) 수식 유도

실제 Op-Amp의 출력 전압 V_o 는 차동 성분과 동상 성분(오차)의 합으로 표현됩니다.

$$V_o = (A_{dm} \times V_{diff}) + (A_{cm} \times V_{com})$$

입력 전압 V_1 과 V_2 로부터 차동 전압(V_{diff})과 동상 전압(V_{com})을 정의합니다.

$$\begin{cases} V_{diff} = V_2 - V_1 \\ V_{com} = \frac{V_1 + V_2}{2} \end{cases}$$

계산된 이득과 전압을 대입하여 V_o 를 계산합니다.

$$V_o = (1 \cdot (V_2 - V_1)) + \left(0.001 \cdot \frac{V_1 + V_2}{2}\right)$$

4 결론

동상제거비가 60 dB일 때의 최종 출력 전압 V_o 는 다음과 같습니다.

$$V_o = (V_2 - V_1) + \frac{V_1 + V_2}{2000}$$