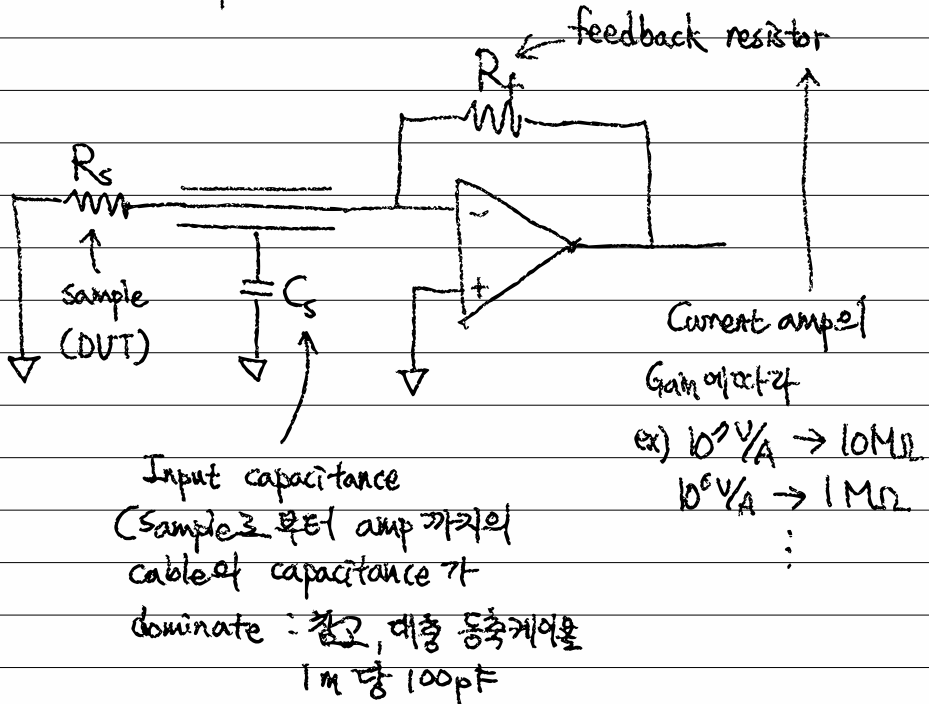


Noise floor estimation

- Current amp 을 이용한 noise floor



- 주요 noise 성분

① op amp 에 의한 noise (current) 전류 노이즈: $i_n \sim 5 \text{ fA} / \sqrt{\text{Hz}}$

전압 노이즈: $e_n \sim 3 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}$

② 저항에 의한 전류 noise

sample: $\sqrt{4k_B T / R_s}$ ← 샘플 영역의 온도

feedback resistor: $\sqrt{4k_B T / R_f}$

③ Amp의 전압 noise가 sample로 들어가기 발생하는

$$\text{전류 noise} : \frac{e_n}{R_s}$$

④ ★ 중요 ★ Strong capacitor에 의한 noise

$$\approx e_n \cdot 2\pi f C_s$$

↪ bandwidth (대충 Gain 10^7 V/A 이면 50 kHz)

Total current noise

$$\hat{i}_{n_i}^2 = \hat{i}_n^2 + \left(\sqrt{\frac{4k_B T}{R_s}} \right)^2 + \left(\sqrt{\frac{4k_B T}{R_f}} \right)^2 + \left(\frac{e_n}{R_s} \right)^2 + \left(e_n \cdot 2\pi f C_s \right)^2$$

\hat{i}_n : Sample 5 fA / $\sqrt{\text{Hz}}$
 $\frac{4k_B T}{R_s}$: 저항 50 ~ 100 k Ω
 $\frac{4k_B T}{R_f}$: 저항 10⁷ Ω
 $\frac{e_n}{R_s}$: 대충 10⁷ Gain 이면
 $e_n \cdot 2\pi f C_s$: 대충 50 kHz

* 예시
 온도 K, 전류 A, 저항 Ω , 전압 V
 $k_B : J/K$

현재 cable 길이
 5 meter 정도
 500 pF

$$\therefore \hat{i}_{n_{\text{input, rms}}} = \sqrt{f_m} \cdot \sqrt{\hat{i}_{n_i}^2} \Rightarrow \text{Gain 공하면 Scope에서 모든 voltage noise}$$

current amp 0.01 ms 시점
 100 kHz

$$\Delta V_{\text{rms}} = \hat{i}_{n_{\text{input, rms}}} \times \text{Gain}$$

[illegible]