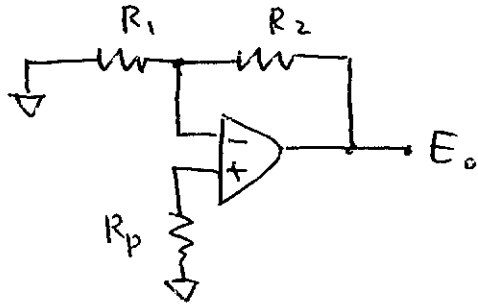


5장 손제 해답

5-2 (본 문제에서는 input bias current의 영향을 무시한다.)



반전 증폭기로 동작 시 이득이 10 $\Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 10$ — ①

$R_p = R_1 \parallel R_2$ 일 때

$$E_o = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) (R_1 \parallel R_2) I_{os}$$

$$= 11 \times (R_1 \parallel R_2) \times 2 \times 10^{-7} \quad (I_{os, max} = 200nA)$$

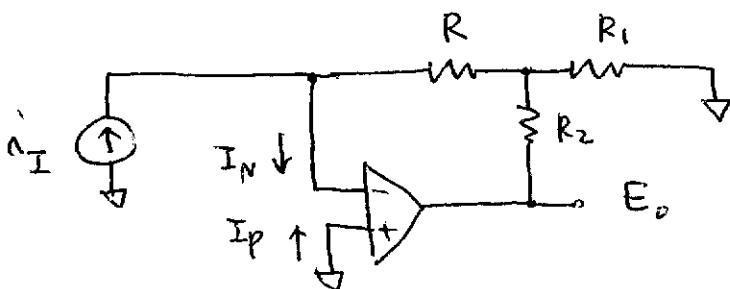
$$< 10 \times 10^{-3}$$

$R_1 \parallel R_2 < 4545.5$

전력 손실을 최소화하기 위해서는 $R_1 \parallel R_2 = 4545 \Omega$ — ②

①과 ②를 풀러 R_1 과 R_2 및 R_p 값을 구한다.

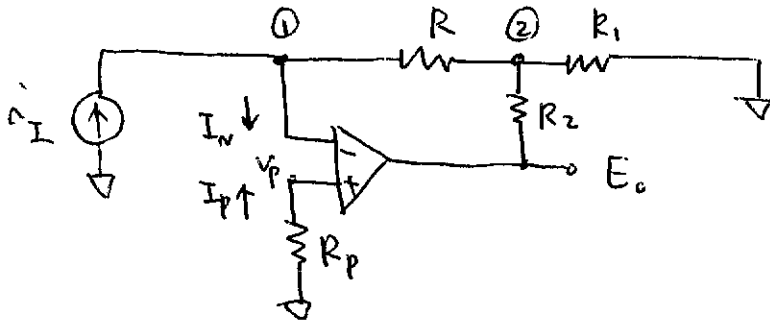
5-7 $I_B = 1nA, I_{os} = 0.1nA \Rightarrow \begin{cases} I_p = 1.05nA \\ I_n = 0.95nA \end{cases}$



(본 문제에서는 input bias current의 영향을 무시한다)

($I_I = 0$ 일 때) $E_o = \left(1 + \frac{R_2}{R_1} + \frac{R_2}{R}\right) R I_n$ 의 출력 dc offset이 발생함.

기하상징은



(i) $I_I = 0$ 이라 $I_N = 0$ 이라 가정하면 $V_p = -R_p I_P$ 이라,
 노드 ①과 ②의 전압은 V_p x 된다. 따라서 이 때의
 출력 전압을 E_{o1} 이라 하면,

$$E_{o1} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_p = -\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) R_p I_P$$

(ii) $I_I = 0$ 이라 $I_P = 0$ 인 경우의 출력 전압 E_{o2} 은

$$E_{o2} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1} + \frac{R_2}{R}\right) R I_N$$

Input bias current I_I 의한 dc offset 은
 최소화하는 R_p 는

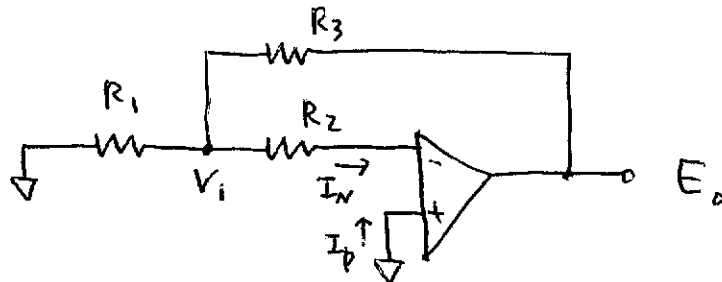
$$\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) R_p = \left(1 + \frac{R_2}{R_1} + \frac{R_2}{R}\right) R$$

로 부터 구한다.

5-10

$I_B = 50 \text{ nA}$ (본 문제에서는 input bias current의
 영향만을 고려한다)

Fig 3.32 의 회로에서 $V_I = 0$ 이라 dc 만을 생각하면,

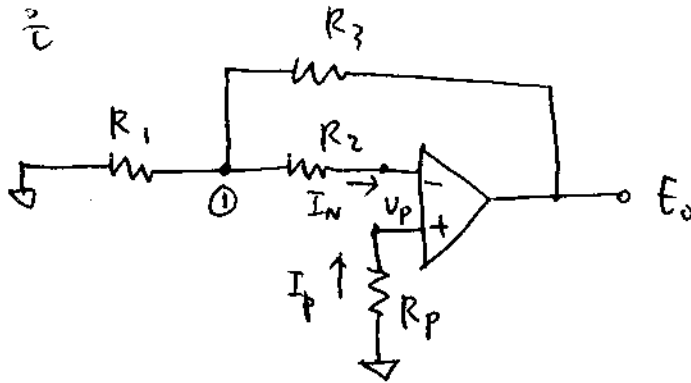


$$\left. \begin{aligned} V_I &= R_2 I_N \\ \frac{V_I}{R_1} + \frac{V_I}{R_2} + \frac{V_I - E_o}{R_3} &= 0 \end{aligned} \right\} \text{오일러} \quad E_o = \left(\frac{R_3}{R_1} + \frac{R_3}{R_2} + 1\right) R_2 I_N$$

$$\begin{cases} R_1 = R_2 = R_3 = 100 \text{ k}\Omega \\ I_N \approx I_B = 50 \text{ nA} \end{cases}$$

$$E_o = 3 \times 100 \times 10^3 \times 50 \times 10^{-9} = 15 \text{ mV}$$

7H KZ $\frac{2}{3}$



$$(i) \quad I_p = 0 \text{ 일 때} \quad E_{o1} = \left(\frac{R_3}{R_1} + \frac{R_3}{R_2} + 1 \right) R_2 I_N$$

$$(ii) \quad I_N = 0 \text{ 일 때}$$

$$V_p = -R_p I_p \text{ 이고 } I_N = 0 \text{ 이므로 노드 1의 전압은 } V_p \text{ 임.}$$

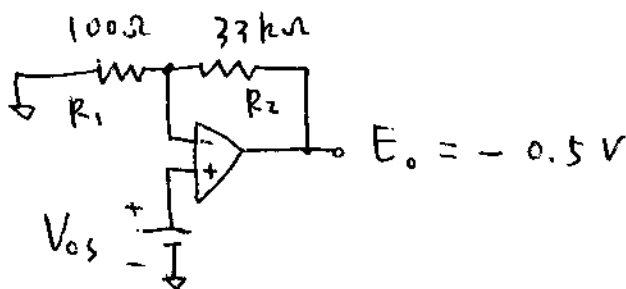
$$\begin{aligned} \text{따라서 } E_{o2} &= \left(\frac{R_3}{R_1} + 1 \right) V_p \\ &= - \left(\frac{R_3}{R_1} + 1 \right) R_p I_p \end{aligned}$$

따라서

$$\left(\frac{R_3}{R_1} + 1 \right) R_p = \left(\frac{R_3}{R_1} + \frac{R_3}{R_2} + 1 \right) R_2 \text{ 이므로}$$

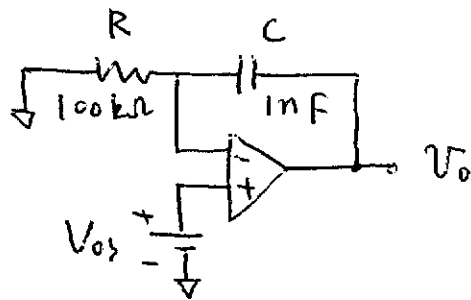
$$R_p = R_2 = 150 \text{ k}\Omega$$

5-12



$$E_o = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_{os} = 331 V_{os} = -0,5 \text{ mV}$$

$$V_{os} = -1,5 \text{ mV}$$



$$v_o(0) = 0$$

$$\pm V_{sat} = \pm 14 \text{ V}$$

$$v_o(t) = \frac{1}{RC} \int_0^t V_{os} dt = \frac{V_{os}}{RC} t$$

$$= -1,5 \times 10^{-3} \times \frac{1}{10^5 \times 10^{-9}} t = -15 t$$

$$15 t_1 = 14 \text{ mV} \quad t_1 = \frac{14}{15} = 0,933 \text{ s}$$

5-23

$$A_{min} = 10^4, \quad V_{os0(max)} = 2 \text{ mV}$$

$$CMRR = PSRR = 74 \text{ dB} \Rightarrow 5012$$



$$V_{os} = V_{os0} + TC(V_{os}) \Delta T + \frac{\Delta V_p}{CMRR} + \frac{\Delta V_s}{PSRR} + \frac{\Delta v_o}{A}$$

(a) $v_I = 0$ 일 때

$$V_{os} = 2 \text{ mV}$$

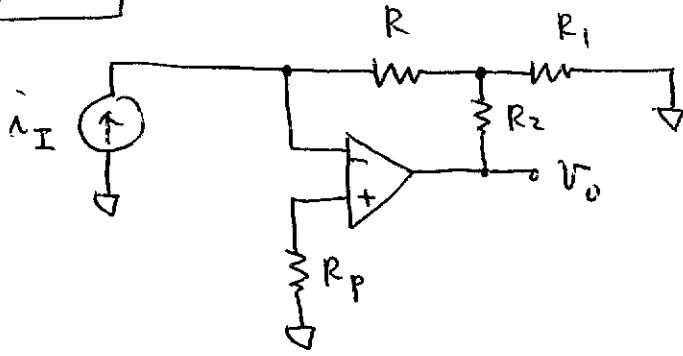
(b) $v_I = 10 \text{ V}$ 일 때

$$V_{os} = 0,002 + \frac{10}{5012} + \frac{10}{10^4} = 4,1 \text{ mV}$$

(c) $\Delta V_s = 3 \text{ V}$ 일 때

$$V_{os} = 0,002 + \frac{10}{5012} + \frac{3}{5012} + \frac{10}{10^4} = 4,7 \text{ mV}$$

5-29



- (i) $\frac{V_o}{I_I} \rightarrow$ output current gain $R_p \frac{1}{1}$ 가
- (ii) Low input bias current Op amp
- (iii) Low input offset voltage Op amp 또는 CSOA

External offset nulling \circ

