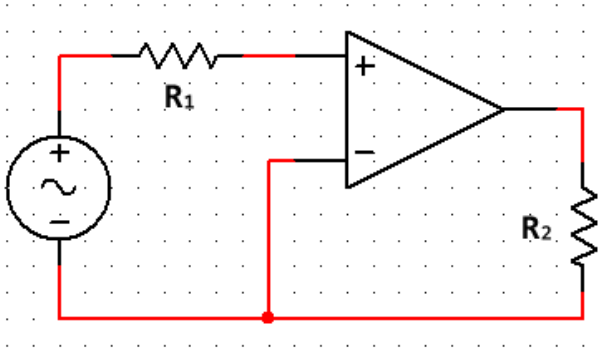
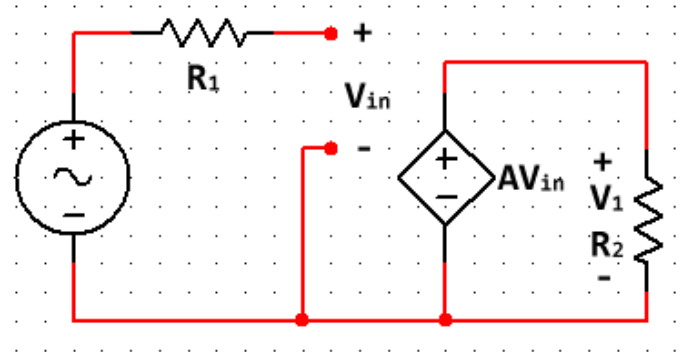


1. op amp

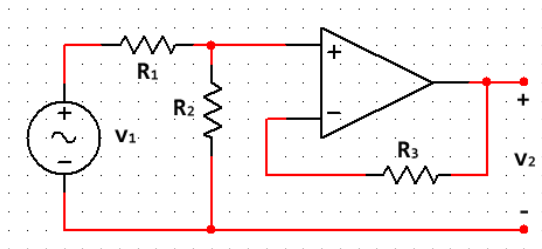


<그림 1-1> op amp 회로

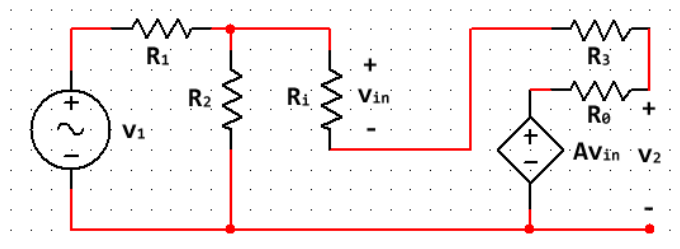


<그림 1-2> (그림 1-1)의 이상 op amp 회로

아래는 개량 op amp에 대한 예제이다.



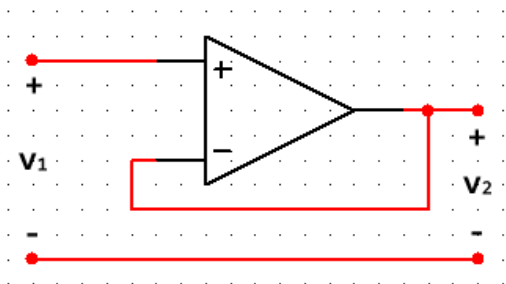
<그림 1-3> op amp 회로



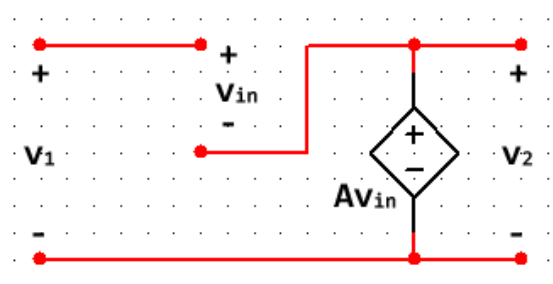
<그림 1-4> (그림 1-3)의 개량 op amp 회로

이상 op amp는 $R_i = \infty, R_o = 0$ 인 이상적인 경우이다.

2. 전압 폴로워



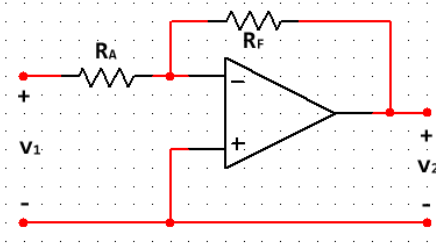
<그림 2-1> 전압 폴로워 회로



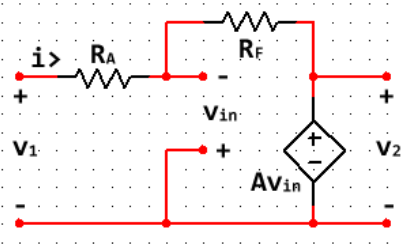
<그림 2-2> (그림 2-1)의 이상 op amp 회로

$$\begin{aligned}
 v_1 &= v_{in} + Av_{in} = (1 + A)v_{in} \\
 &= \frac{1 + A}{A} Av_{in} = \frac{1 + A}{A} v_2 \quad (\because Av_{in} = v_2) \\
 \therefore v_2 &= \frac{A}{A + 1} v_1
 \end{aligned}$$

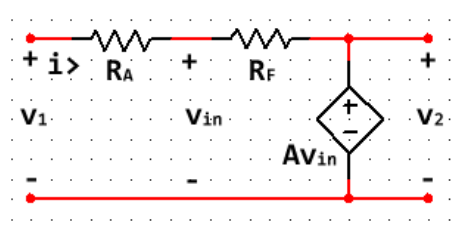
3. 반전 증폭기



<그림 3-1> 반전 증폭기

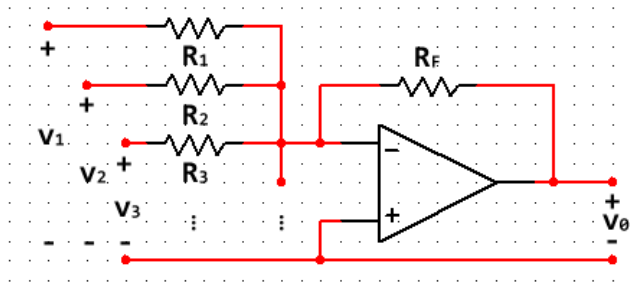


<그림 3-2> (그림 3-1)의 이상 op amp 회로

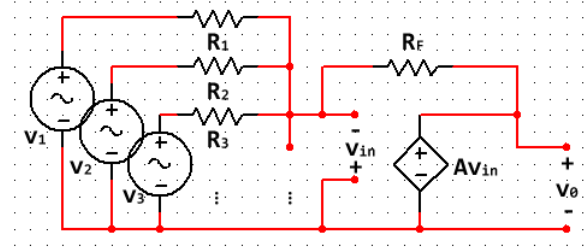


$$\begin{aligned}
 v_{in} &= -Av_{in} - R_F i \\
 \rightarrow i &= -\frac{A+1}{R_F} v_{in} = -\frac{A+1}{R_F} \frac{v_2}{A} \quad (\because Av_{in} = v_2) \quad \dots \alpha \\
 v_2 &= v_1 - (R_A + R_F)i \quad \dots \beta \\
 \xrightarrow{\alpha \text{ to } \beta} v_2 &= v_1 + \frac{R_A + R_F}{R_F} \frac{A+1}{A} v_2 \\
 \rightarrow v_2 &= \frac{-R_F}{R_A + \frac{1}{A}(R_A + R_F)} v_1 \\
 \xrightarrow{\lim A \rightarrow \infty} v_2 &= -\frac{R_F}{R_A} v_1
 \end{aligned}$$

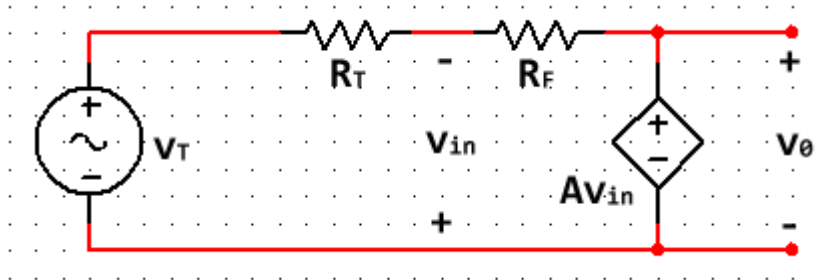
4. 반전가산기



<그림 4-1> 반전 가산기



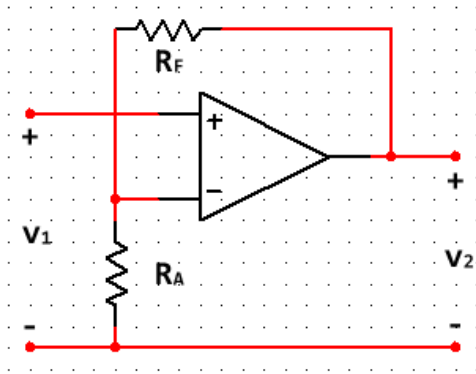
<그림 4-2> (그림 4-1)의 이상 op amp 회로



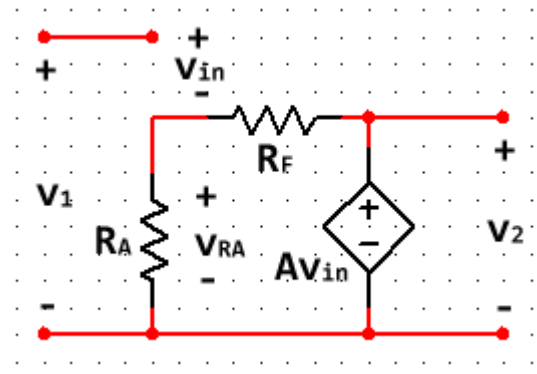
<그림 4-3> (그림 4-2)의 테브넨 변환을 한 회로

$$\begin{aligned}
 v_0 &= -R_F \left(\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2} + \frac{v_3}{R_3} + \dots \right) \\
 R_T &= \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots} \\
 v_T &= R_T \left(\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2} + \frac{v_3}{R_3} + \dots \right)
 \end{aligned}$$

5. 비반전 증폭기



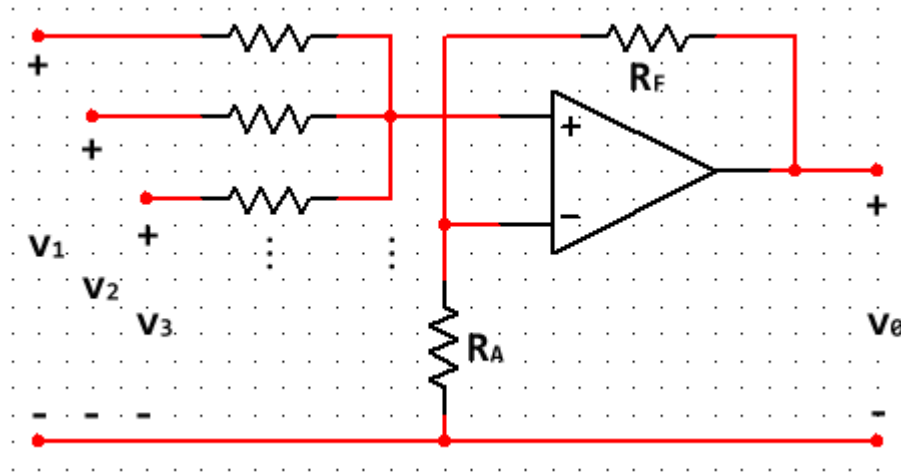
<그림 5-1> 비반전 증폭기



<그림 5-2> (그림 5-1)의 이상 op amp

$$\begin{aligned}
 v_{RA} &= \frac{R_A}{R_A + R_F} v_2 \cdots \alpha \\
 v_1 &= v_{in} + v_{RA} \cdots \beta \\
 \xrightarrow{\alpha \text{ to } \beta} v_1 &= \frac{v_2}{A} + \frac{R_A}{R_A + R_F} v_2 (\because Av_{in} = v_2) \\
 \xrightarrow{\lim A \text{ to } \infty} v_1 &= \frac{R_A}{R_A + R_F} v_2 \\
 \rightarrow v_2 &= \left(1 + \frac{R_F}{R_A}\right) v_1
 \end{aligned}$$

6. 비반전 가산기



<그림 6-1> 비반전 가산기

$$\begin{aligned}
 v_0 &= R_T \left(1 + \frac{R_F}{R_A}\right) \left(\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2} + \frac{v_3}{R_3} + \cdots\right) \\
 R_T &= \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots}
 \end{aligned}$$