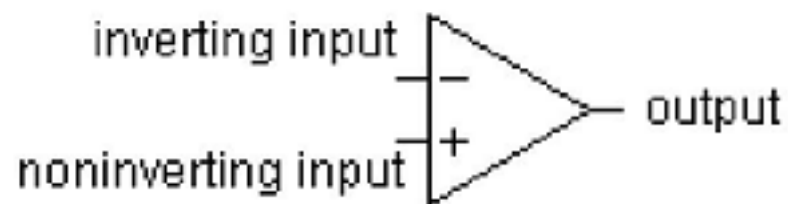
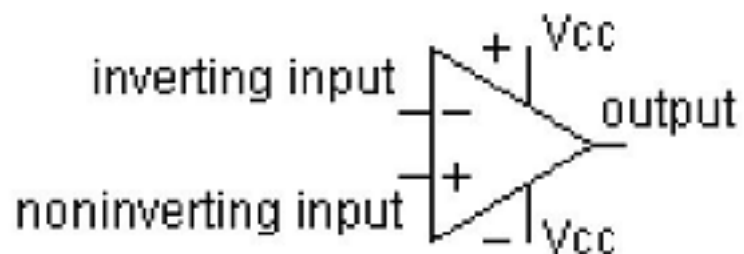
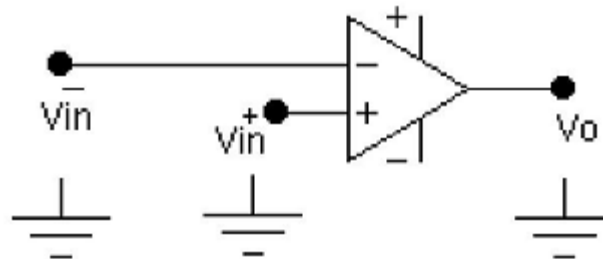


Mạch khuếch đại thuật toán – OP-AMP



Kí hiệu

Đặc tính và thông số của op-amp lý tưởng



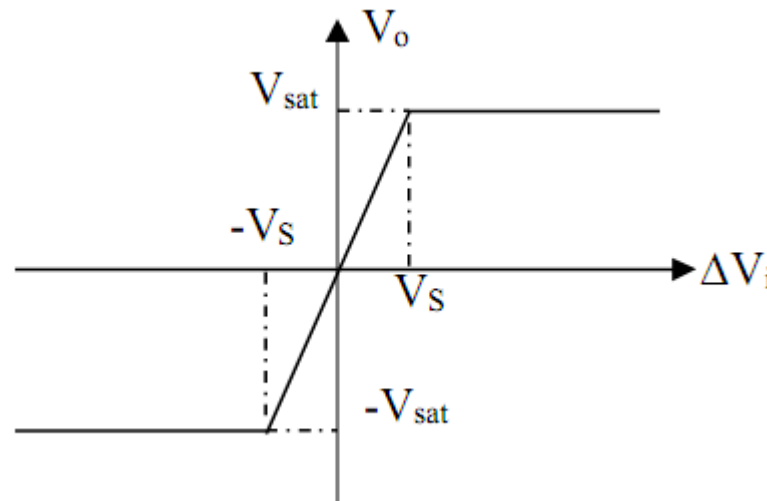
Mạch op amp trạng thái vòng hở

Ta có đáp ứng tín hiệu ra V_0 theo các cách đưa tín hiệu vào như sau:

- Đưa tín hiệu vào ngõ vào đảo thì $V_0 = -A_{vo}V_i^-$
- Đưa tín hiệu vào ngõ vào không đảo thì $V_0 = A_{vo}V_i^+$
- Đưa tín hiệu vào đồng thời cả hai ngõ thì $V_0 = A_{vo}(V_i^+ - V_i^-) = A_{vo}\Delta V_i$. ở trạng thái tĩnh, $V_i^+ = V_i^-$, suy ra $V_0 = 0$.

Thông thường hệ số khuếch đại vòng hở A_{vo} có giá trị rất lớn

Đặc tính và thông số của op-amp lý tưởng

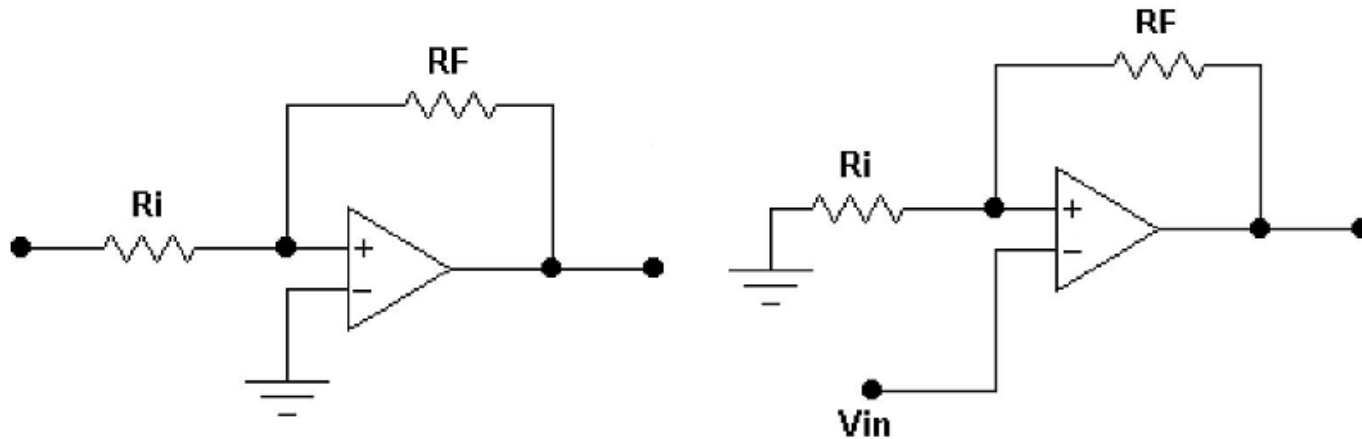


Đặc tuyến truyền đạt

- Vùng khuếch đại: $V_o = A_{vo} \Delta V_i$, $-V_s \leq \Delta V_i \leq V_s$, ($\Delta V_i = V_i^+ - V_i^-$).
- Vùng bão hòa dương: $V_o = +V_{sat}$, $\Delta V_i > V_s$
- Vùng bão hòa âm: $V_o = -V_{sat}$, $\Delta V_i < -V_s$

Thông thường thì giá trị V_s rất nhỏ khoảng từ vài chục μV đến vài trăm μV

Mạch hồi tiếp dương

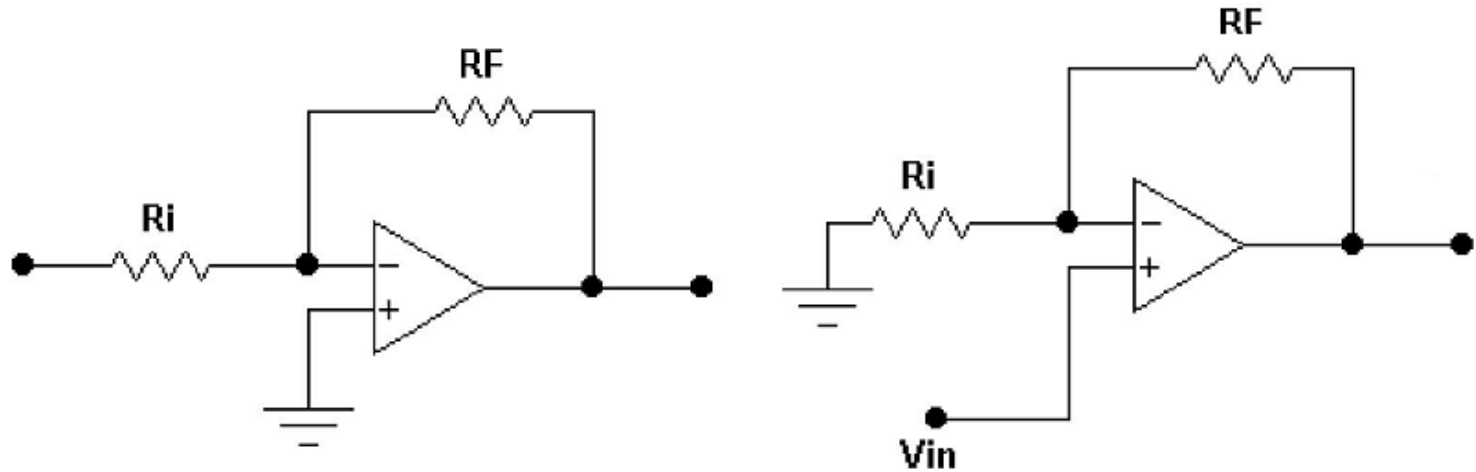


Tín hiệu ngõ vào và ngõ ra cùng pha.

Thông thường đây là kiểu hồi tiếp không mong muốn.

Hồi tiếp dương thường rất ít khi được sử dụng (chỉ dùng để tạo dao động).

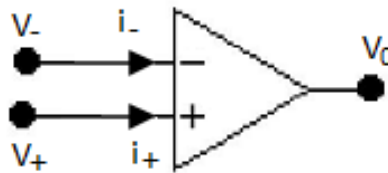
Mạch hồi tiếp âm



Tín hiệu ngõ vào và ngõ ra ngược pha nhau (lệch pha 180°).

Thông thường đây là kiểu hồi tiếp phổ biến được sử dụng (được sử dụng trong hầu hết các ứng dụng trong bài).

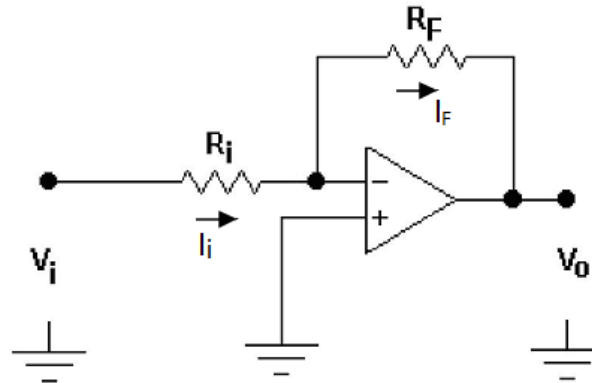
Op-amp lý tưởng



Khi sử dụng op-amp dạng lý tưởng ta lưu ý một số giả định sau:

- Hệ số khuếch đại vòng hở \rightarrow vô cùng lớn
- Tổng trở vào của op-amp \rightarrow vô cùng lớn
- Tổng trở ngõ ra của op-amp \rightarrow rất nhỏ ($\rightarrow 0$)
- Dòng i_- , $i_+ \rightarrow$ rất nhỏ ($\rightarrow 0$)
- Điện áp $V_- = V_+$

Mạch khuếch đại đảo

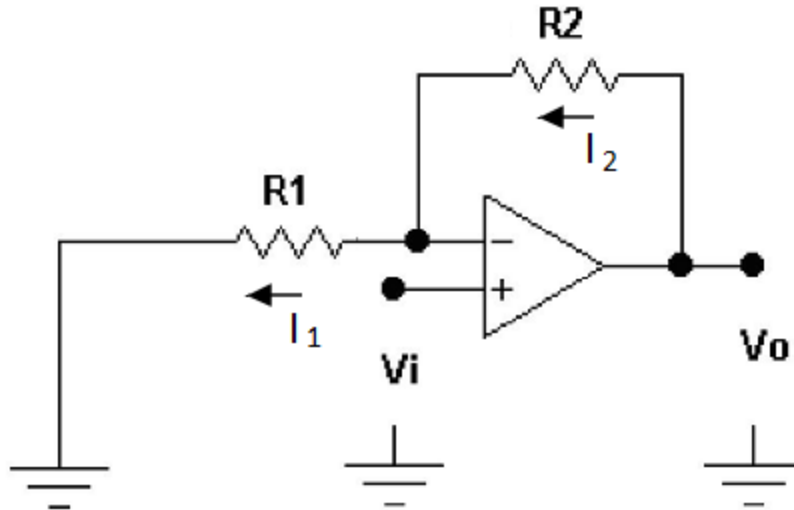


$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_F}{R_i}$$

$$Z_i = \frac{V_i}{I_i} \approx R_i$$

$$Z_o = R_{out}$$

Mạch khuếch đại không đảo

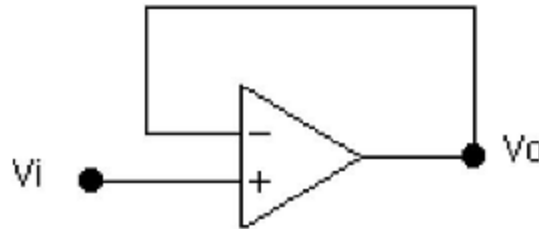


$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

Tổng trở vào có giá trị rất lớn

$$Z_i = \frac{V_i}{I_i} = R_i \left(1 + \frac{A_{vo}}{A_v} \right)$$

Mạch khuếch đại đệm không đảo

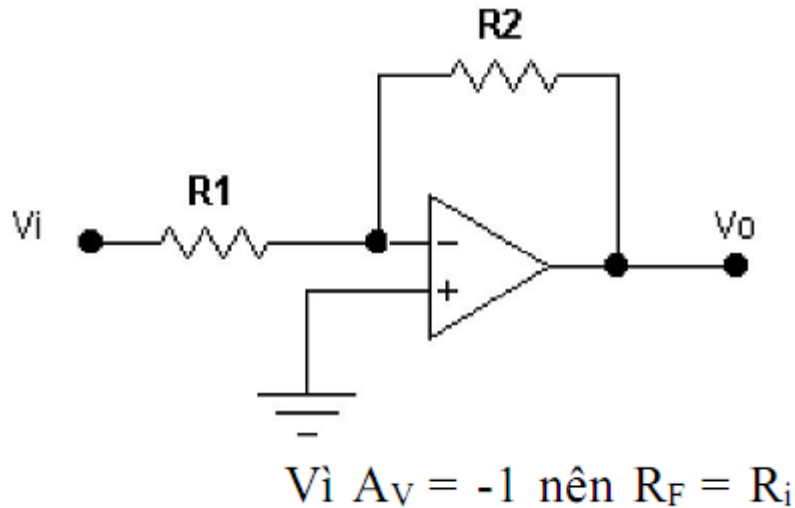


$$A_v = \frac{V_i}{V_o} = 1$$

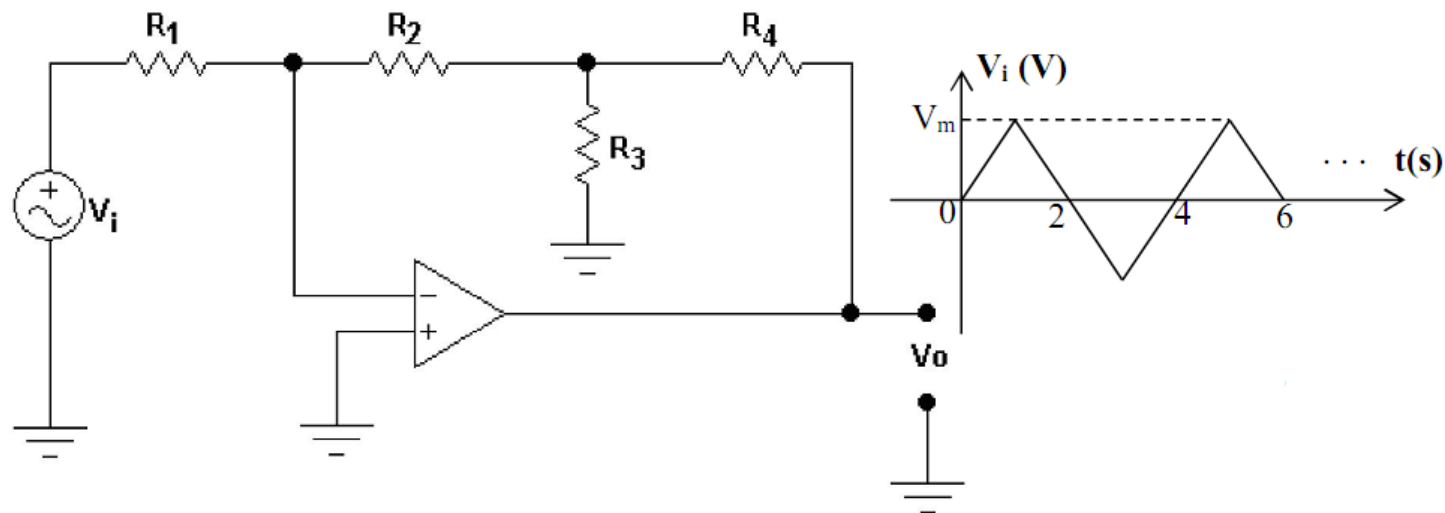
$$Z_i = R_i(1 + A_{vo})$$

Tổng trở vào có giá trị rất lớn

Mạch khuếch đại đảo

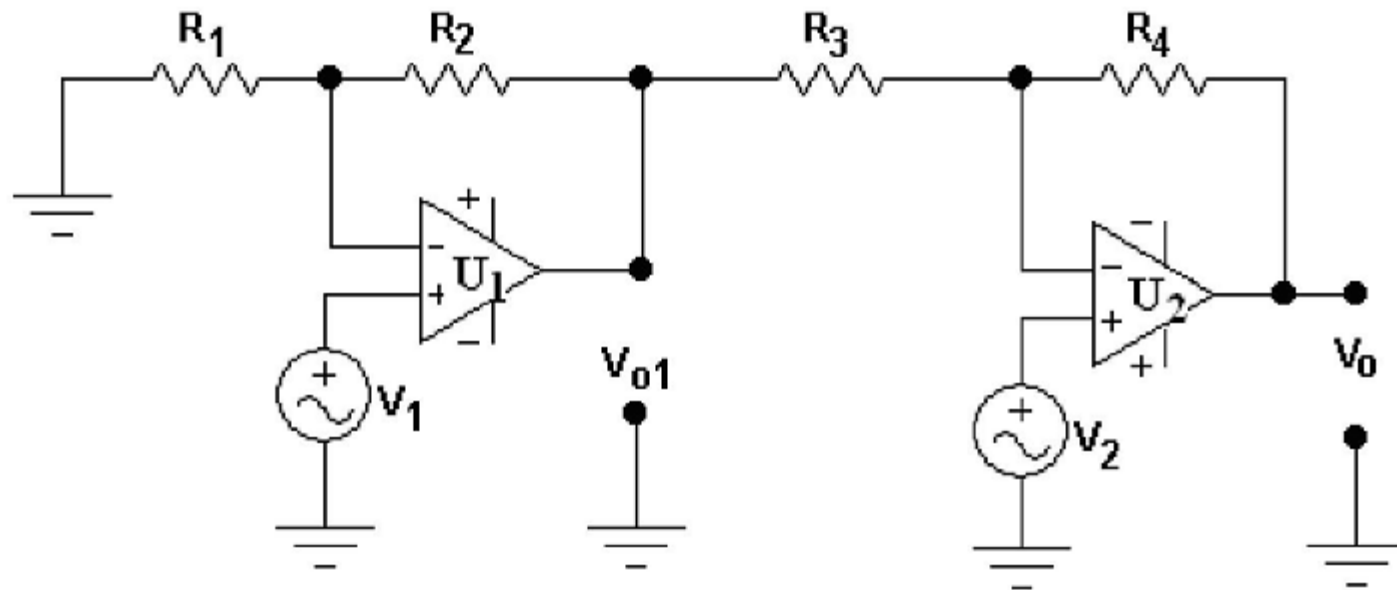


Tổng trở vào có giá trị rất lớn



Biết op-amp có $\pm V_{\text{sat}} = \pm 12 \text{ V}$, $R_1=R_2=R_3=R_4=R$, dạng sóng điện áp $V_i(t)$ được cho như hình

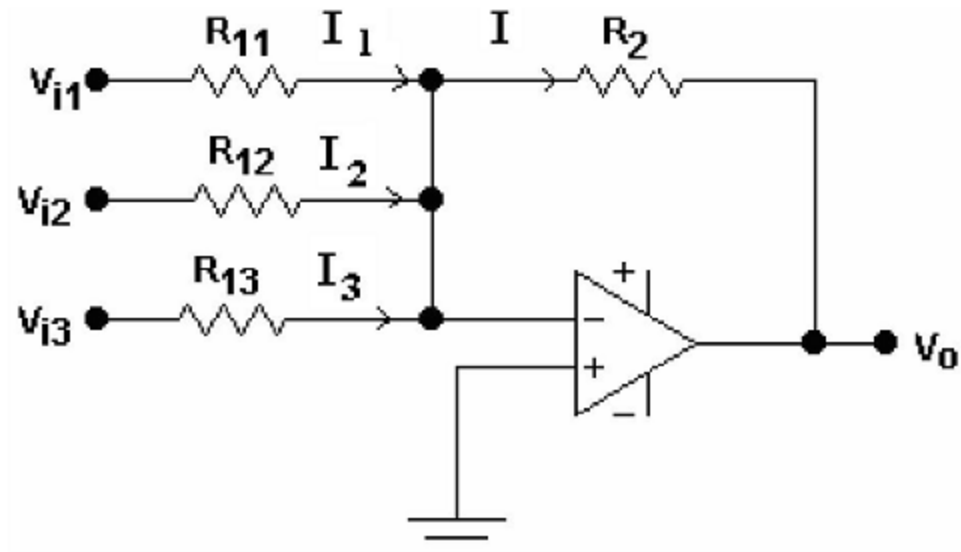
- Tính V_o theo V_i , độ lợi áp A_v
- Vẽ lại dạng sóng điện áp $V_o(t)$ khi $V_m = \frac{8}{3} \text{ V}$
- Vẽ lại dạng sóng điện áp $V_o(t)$ khi $V_m = 5 \text{ V}$



Chứng tỏ
$$V_0 = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \left[V_2 - \frac{1 + \frac{R_2}{R_1}}{1 + \frac{R_3}{R_4}} V_1 \right]$$

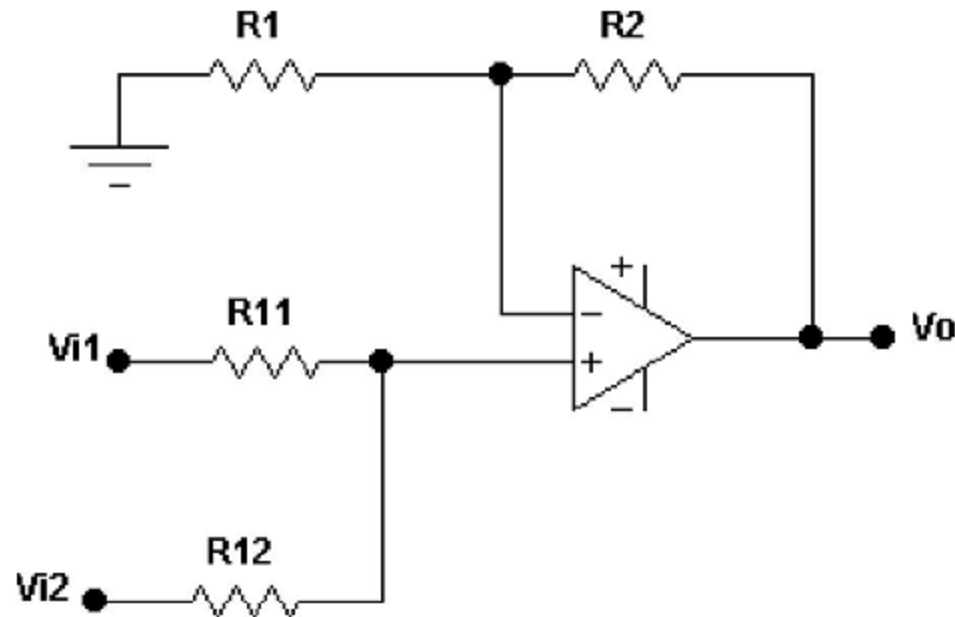
Tìm điều kiện về mối liên hệ giữa các điện trở trong mạch để $V_0 = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right)(V_2 - V_1)$

Mạch khuếch đại cộng đảo



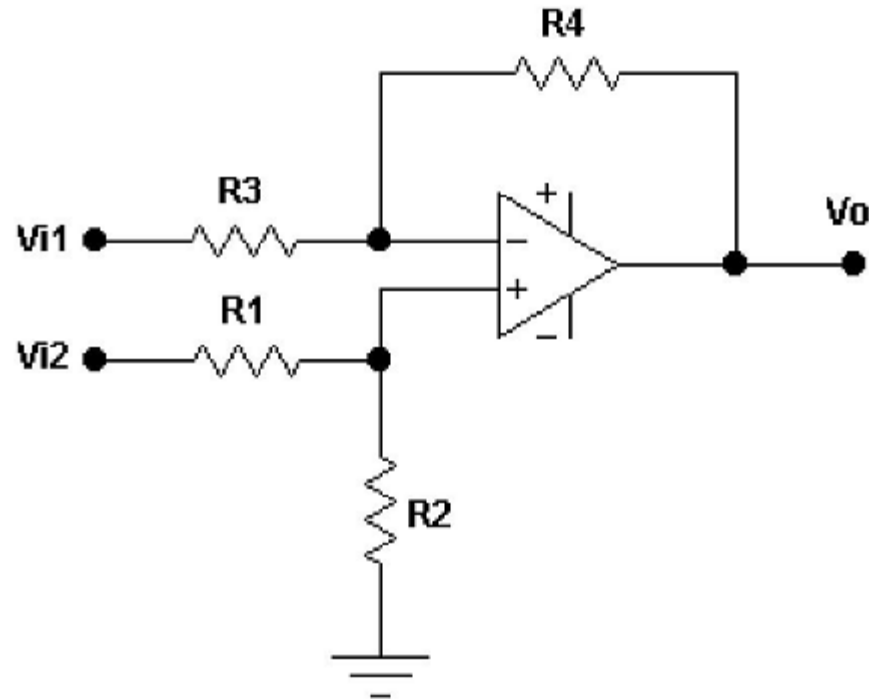
$$V_0 = V_{01} + V_{02} + V_{03} = -\left(\frac{R_2}{R_{11}} V_{i1} + \frac{R_2}{R_{12}} V_{i2} + \frac{R_2}{R_{13}} V_{i3}\right)$$

Mạch khuếch đại cộng không đảo



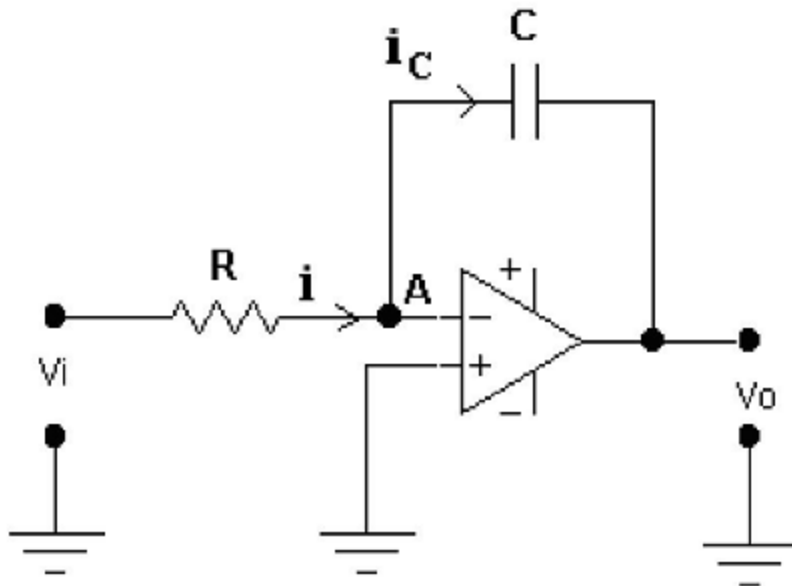
$$V_o = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \left(\frac{R_{12}}{R_{11} + R_{12}} V_{i1} + \frac{R_{11}}{R_{11} + R_{12}} V_{i2} \right)$$

Mạch khuếch đại trừ (vi sai)



$$V_0 = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right) V_{i2} - \frac{R_4}{R_3} V_{i1}$$

Mạch tích phân



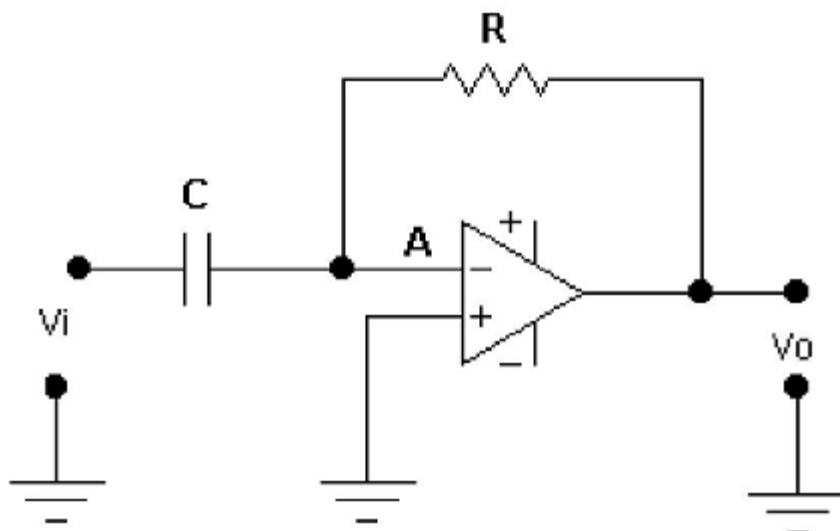
$$I_C = C \frac{du_c}{dt} \quad U_C = -V_0 \quad i = i_c$$

$$\Rightarrow i = -C \frac{dV_0}{dt} \quad i = \frac{V_i}{R}$$

$$V_0 = -\frac{1}{C} \int i dt + V_0(0)$$

$$V_0 = -\frac{1}{RC} \int V_i dt + V_0(0)$$

Mạch vi phân

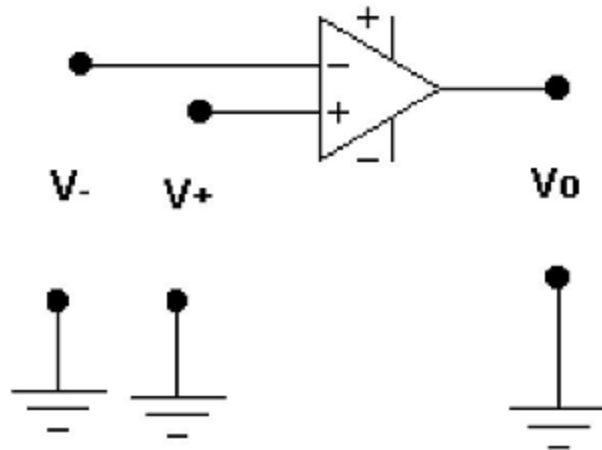


$$i = C \frac{dV_i}{dt}$$

Mặt khác: $i = -\frac{V_o}{R}$

Suy ra: $V_o = -RC \frac{dV_i}{dt}$

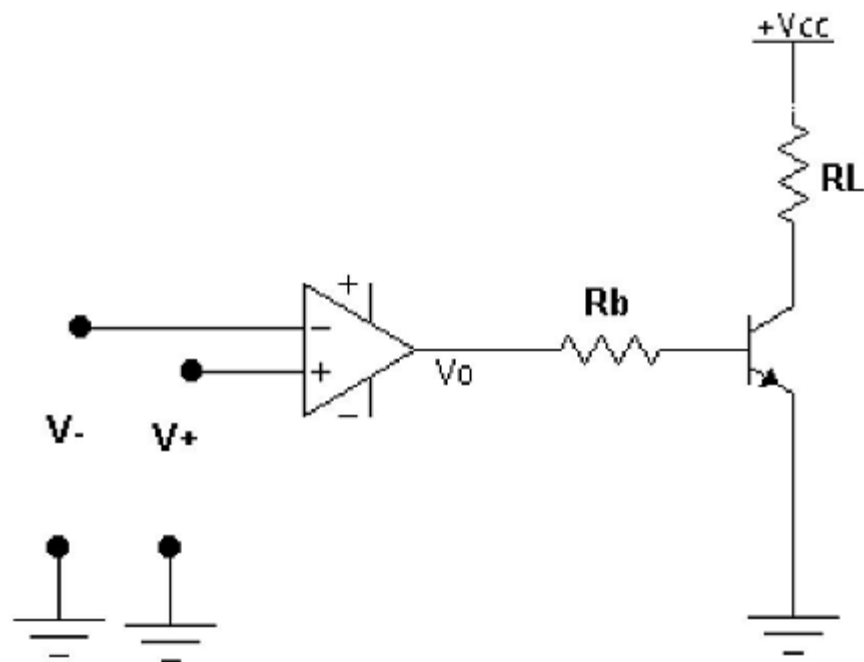
Mạch so sánh



Khi $V^+ > V^-$ thì $V_0 = V_{\text{sat}}$

Khi $V^- > V^+$ thì $V_0 = -V_{\text{sat}}$

Mạch so sánh



Ứng dụng mạch sáng đèn tự động khi trời tối

