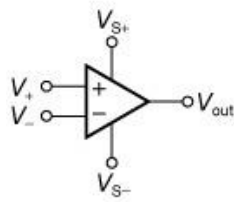


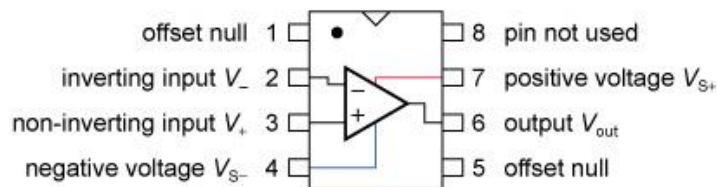
تقویت کننده عملیاتی (Operational Amplifier , Op-Amp)



(a)



(b)



(c)

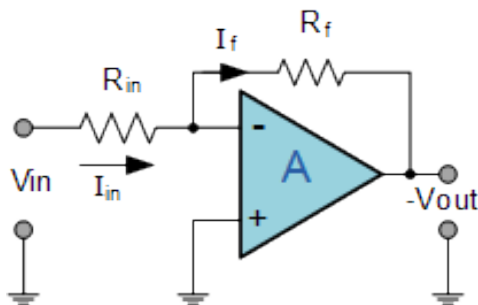
مدارات حلقه بسته یا closed loop (مدارات با فیدبک منفی)

برای اینکه بتوانیم بهره زیاد op-amp را کنترل کنیم و کاهش دهیم (استفاده از op-amp بعنوان تقویت کننده) حتما باید در این مدارات از فیدبک منفی استفاده کنیم.

چرا فیدبک مثبت استفاده نمی شود؟؟

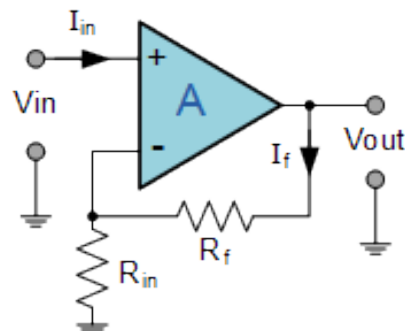
در ادامه به برخی از مدارات پایه ای op-amp اشاره می گردد.

Inverting Op-amp



$$A = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_f}{R_{in}}$$

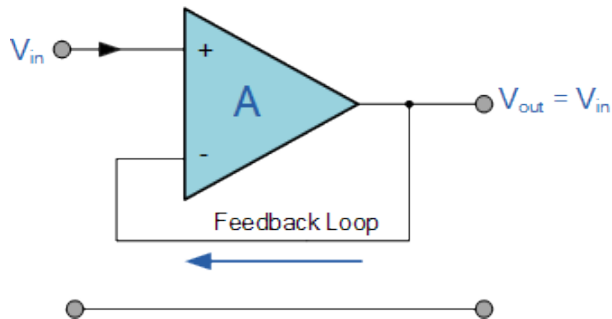
Non-inverting Op-amp



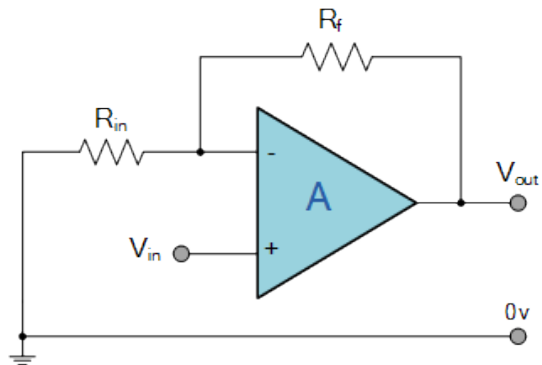
$$A = \frac{V_{out}}{V_{in}} = 1 + \frac{R_f}{R_{in}}$$

inverting op - amp: $I_{in} = I_f \Rightarrow \frac{V_{in} - 0}{R_{in}} = \frac{0 - V_{out}}{R_f} \Rightarrow$

$$\frac{V_{in}}{R_{in}} = -\frac{V_{out}}{R_f} \Rightarrow A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_f}{R_{in}}, \quad R_i = R_{in}$$

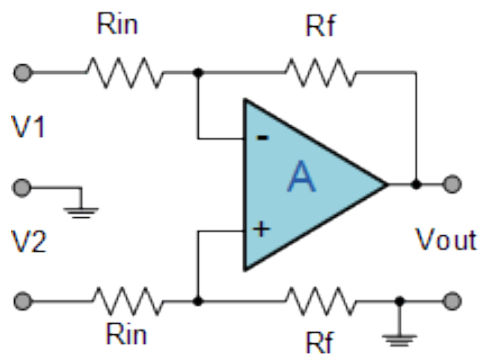


positive buffer $A_v = +1$



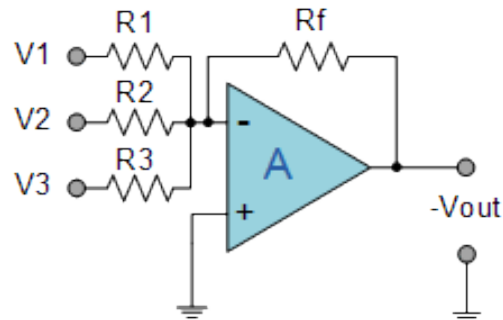
negative buffer $R_{in} = R_f \quad A_v = -1$

Differential Op-amp

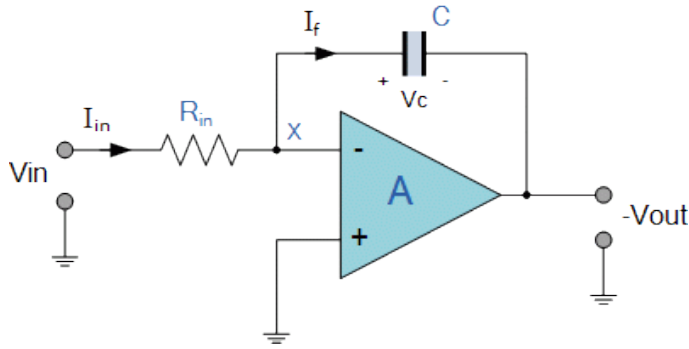


$$V_{out} = \frac{R_f}{R_{in}} (V_2 - V_1)$$

Summing Op-amp



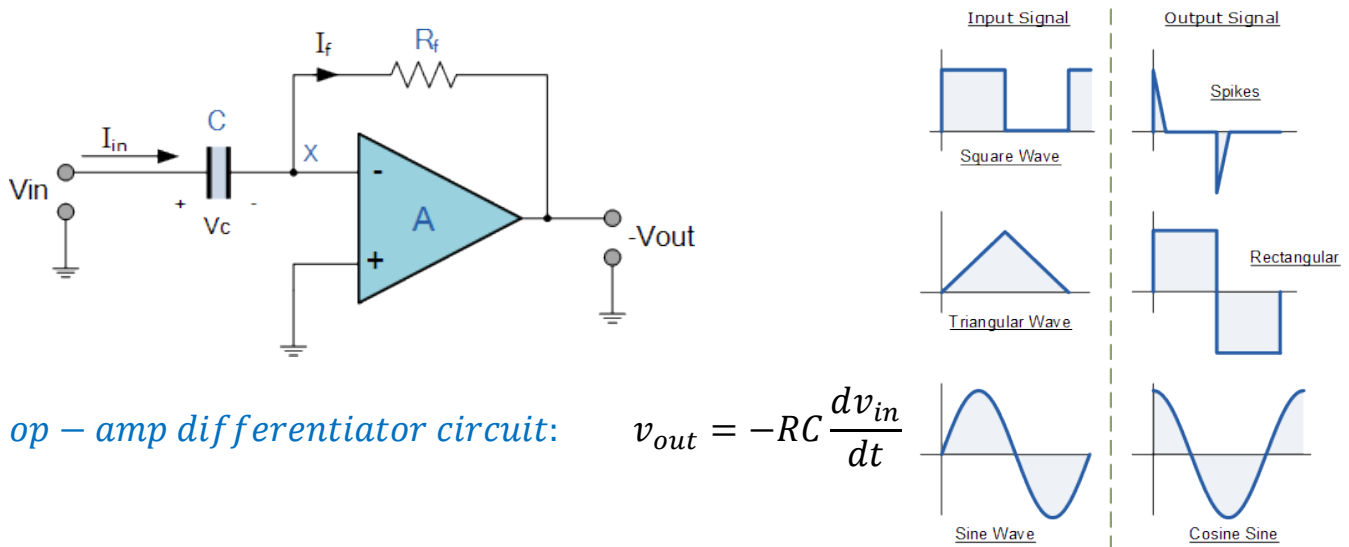
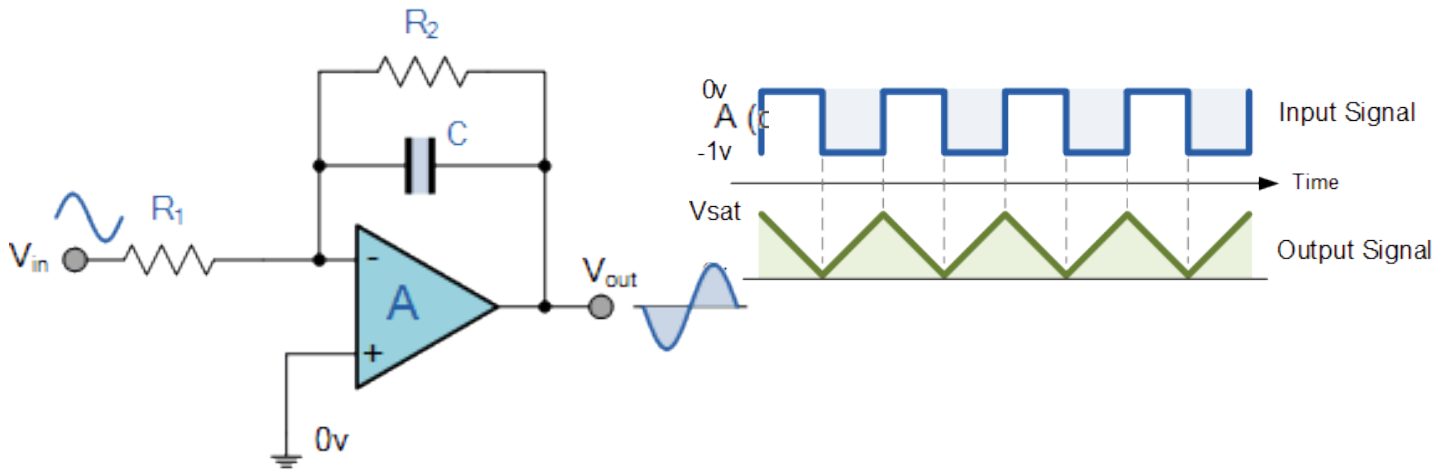
$$V_{out} = -\left(\frac{R_f}{R_1} V_1 + \frac{R_f}{R_2} V_2 + \frac{R_f}{R_3} V_3\right)$$



op – amp integrator circuit:

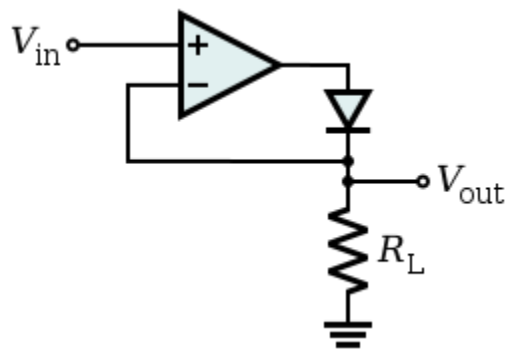
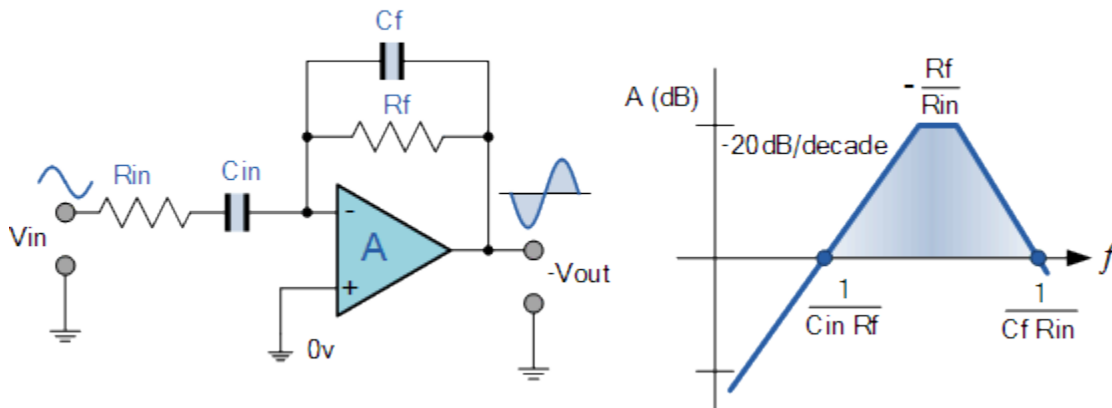
$$i_{in} = i_f \Rightarrow \frac{v_{in} - 0}{R_1} = C \frac{dv_c}{dt} = C \frac{d(0 - v_{out})}{dt}$$

$$\Rightarrow -C \frac{dv_{out}}{dt} \Rightarrow \frac{v_{in}}{R_1} = -C \frac{dv_{out}}{dt} \Rightarrow v_{out} = -\frac{1}{R_1 C} \int v_{in} dt$$



op – amp differentiator circuit:

$$v_{out} = -RC \frac{dv_{in}}{dt}$$



ideal rectifier: for an op – amp with $A_{OL} = 100,000$ & $V_\gamma = 0.6v$,

$$\text{if } V_{in} > \frac{V_\gamma}{A_{OL}} = \frac{0.6v}{100,000} = 6\mu v \Rightarrow D: \text{on} \& V_{out} = V_{in}, \text{ else: } D: \text{off} \& V_{out} = 0$$

آزمایش ۲:

۱. روابط مربوط به هریک از مدارات فوق را اثبات کنید.
۲. مدارات فوق را ببینید و صحت روابط محاسبه شده در مقایسه با نتایج آزمایش ها را بررسی کنید.
۳. چرا در این مدارات فیدبک روی پایه مثبت ورودی اعمال نمی شود؟ بعنوان مثال در مدار تقویت کننده معکوس کننده با عوض کردن پایه های مثبت و منفی مدار را بسته و نتیجه را بررسی و تشریح کنید.
۴. یک مدار یکسوساز تمام موج ایده ال طراحی کنید.