



OPERACIONI POJAČAVAČ

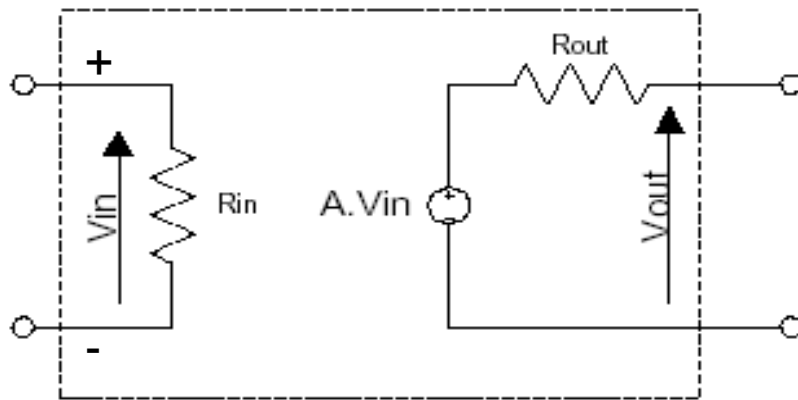
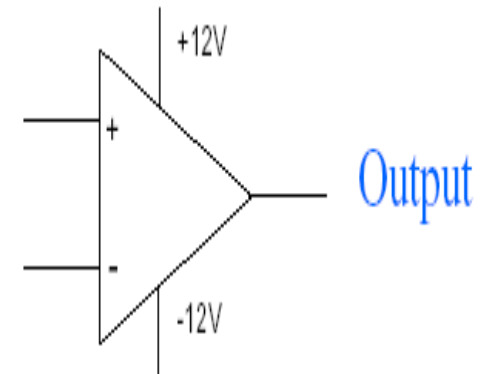
OP.AMP.

Izgled, model i šematska oznaka operacionog pojačavača

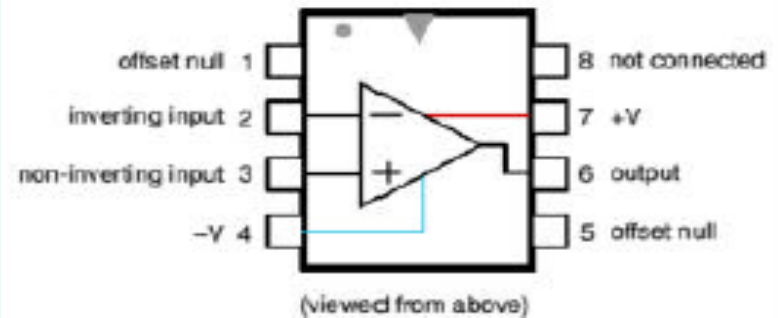


Non-inverting input

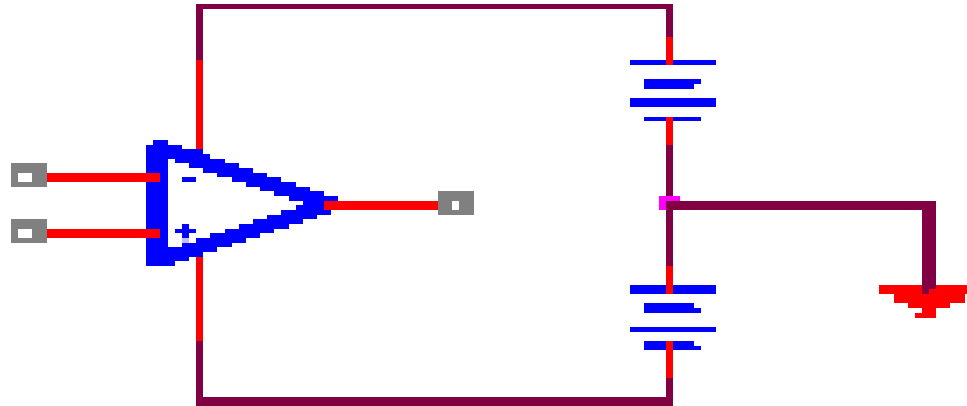
Inverting input



741 in 8-pin DIL (Dual In Line) pack



Napajanje operacionog pojačavača



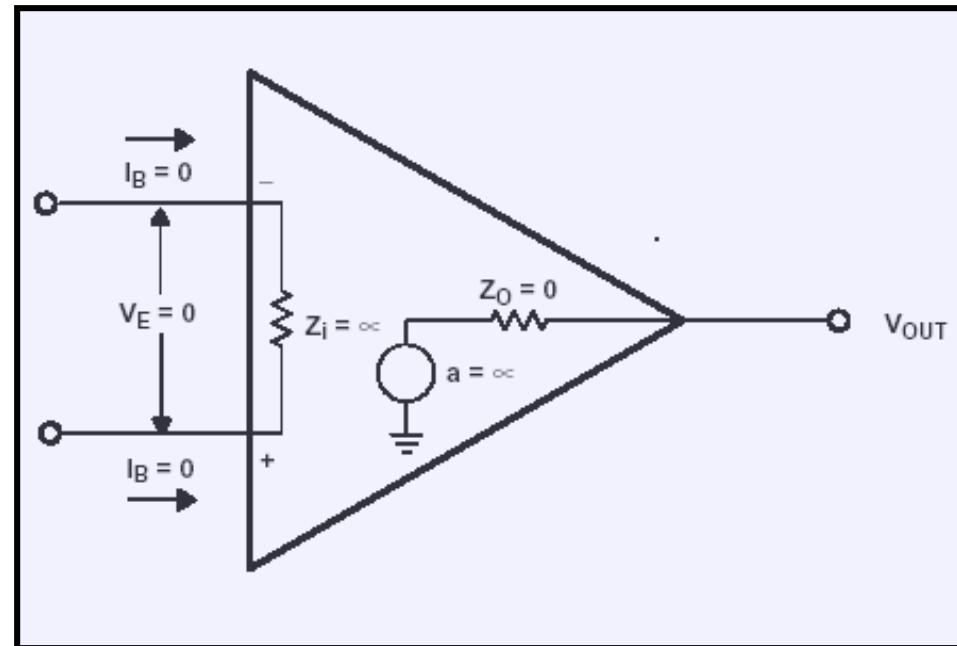
- Uvek mora postojati napajanje OP.AMP.-a
- Uobičajene vrednosti su $\pm 12\text{V}$ ili $\pm 15\text{V}$
- Priklučci za napajanje OP.AMP.-a se na šemama najčešće izostavljaju, napajanje se podrazumeva.

Idealan operacioni pojačavač

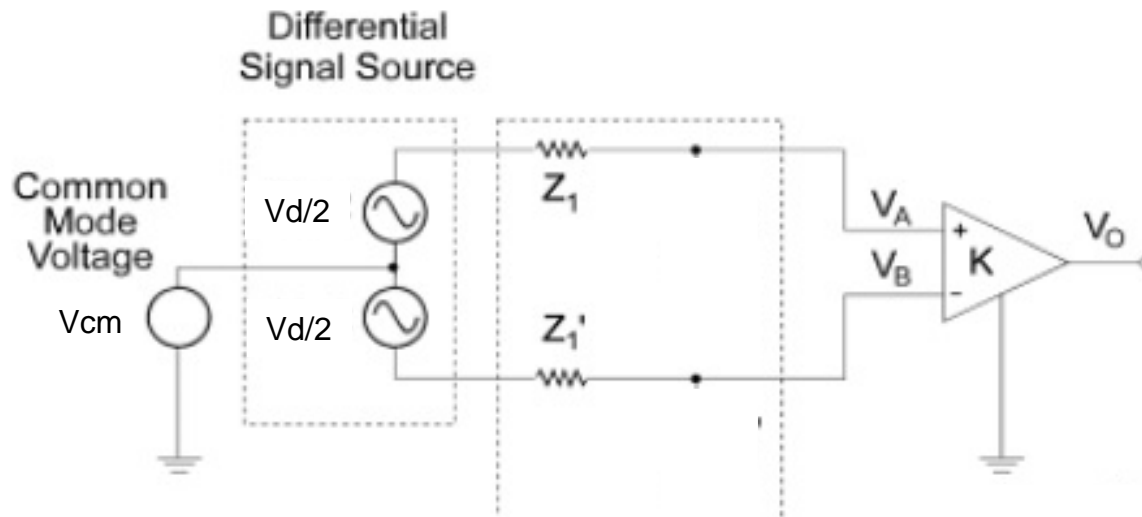
- Fikcija koja nam olakšava analizu elektronskih kola baziranih na OP.AMP.
- Karakteristike realnog OP.AMP.-a teže ka karakteristikama idealnog
- U mnogim slučajevima tačnost analize kola modelovanog idealnim OP.AMP.-ovima je sasvim zadovoljavajuća
- Problemi nastaju kad OP.AMP. radi u režimu bliskom graničnim vrednostima parametara

Karakteristike idealanog operacionog pojačavača

- Beskonačno diferencijalno pojačanje
- Beskonačna ulazna impedansa
- Nulta izlazna impedansa
- Beskonačan faktor CMRR
- Beskonačno širok propusni opseg
- Beskonačan ulazni i izlazni dinamički opseg



CMRR faktor



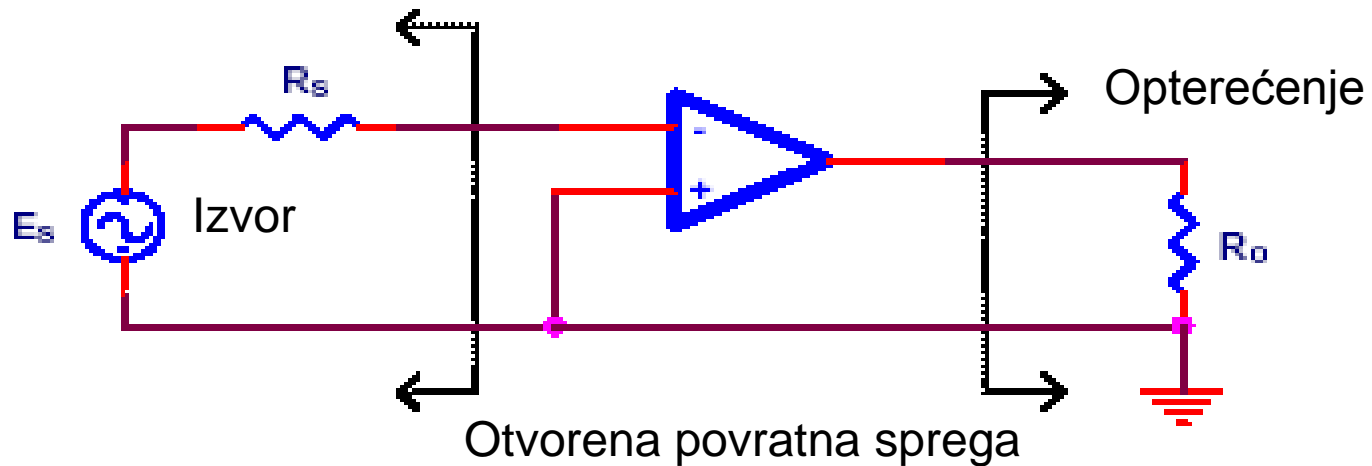
$$A_d = K$$

$$V_o = A_d(V_A - V_B) + A_{cm}V_{cm} = A_dV_d + A_{cm}V_{cm}$$

$$CMRR = 20\log \frac{A_d}{A_{cm}}$$

Kod idealnog operacionog pojačavača važi: $A_{cm} = 0$ odnosno $CMRR = \infty$

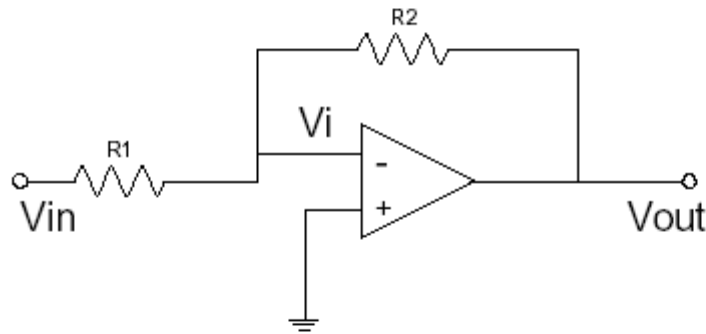
Virtualna masa



- Da bi se dobio konačan napon na izlazu, pri beskonačnom pjačanju OP.AMP.-a, neophodno je da ulazni napon teži nuli
- Pri analizi se smatra da se ulazi OP.AMP.-a nalaze na istom potencijalu koji se naziva **virtuelna masa**
- **Virtuelna masa** ne mora biti na potencijalu mase kola

Invertujući pojačavač

Pošto je ulazna impedansa OP.AMP. beskonačna nema struje koja ulazi u OP.AMP. te važi:



$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_2}{R_1}$$

$$\frac{V_{in} - V_i}{R_1} = \frac{V_i - V_{out}}{R_2}$$

$$V_i - V_{out} = \frac{R_2}{R_1}(V_{in} - V_i)$$

$$V_{out} = -AV_i$$

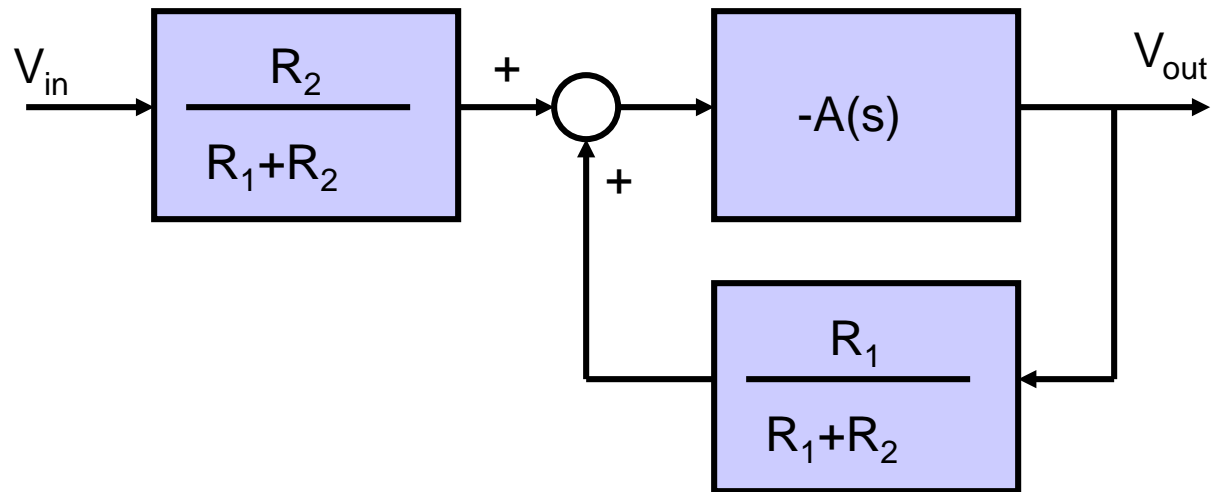
$$-\left(\frac{1}{A} + 1\right)V_{out} = \frac{R_2}{R_1}\left(V_{in} + \frac{V_{out}}{A}\right)$$

$$-\left(\frac{1}{A} + 1 + \frac{R_2}{A \cdot R_1}\right)V_{out} = \frac{R_2}{R_1}V_{in}$$

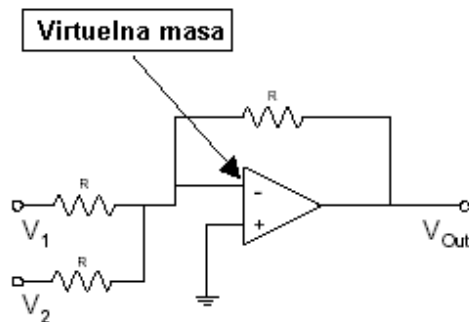
Za A koje teži beskonačnosti:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_2}{R_1}$$

Funkcija prenosa invertujućeg pojačavača



Sabirač



$$V_{out} = -(V_1 + V_2)$$

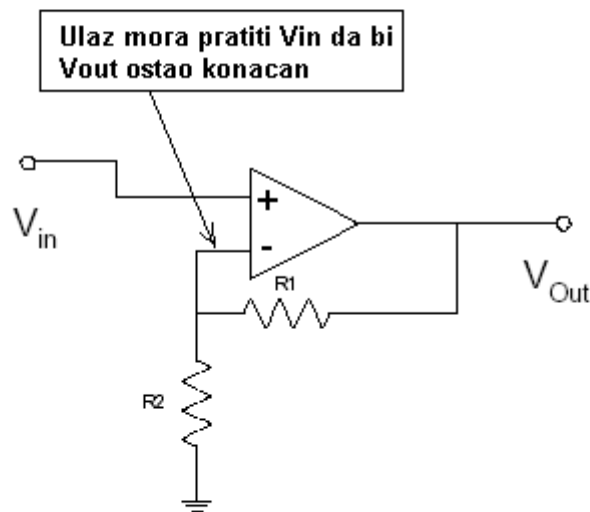
Suma struja u čvoru virtuelne mase mora biti nula, a zbog beskonačne ulazne impedanse OP.AMP.-a struja prema OP.AMP.-u je nula te važi:

$$\frac{V_1}{R} + \frac{V_2}{R} + \frac{V_{out}}{R} = 0$$

$$V_{out} = -(V_1 + V_2)$$

Primetite negativan predznak izlaznog napona!

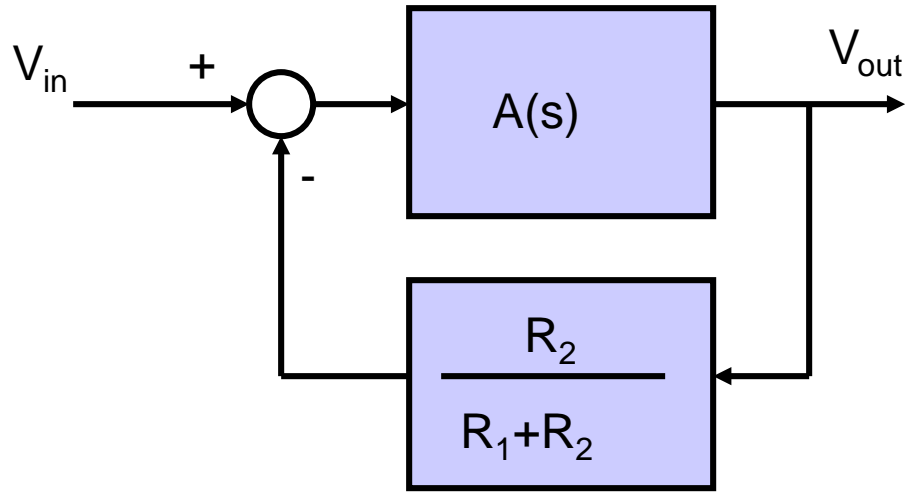
Neinvertujući pojačavač



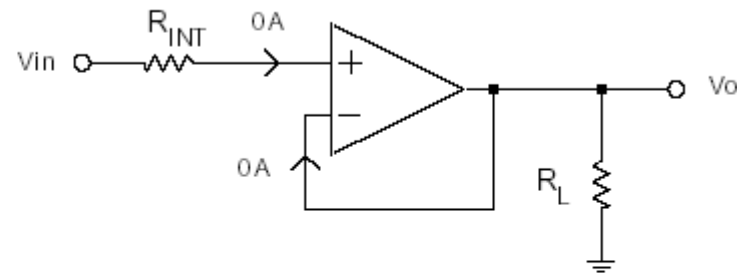
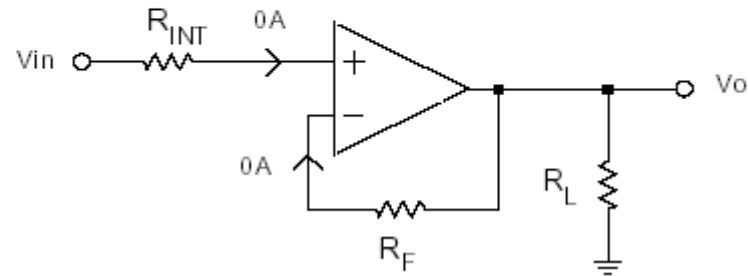
$$\frac{R2}{R1 + R2} V_{out} = V_{in}$$
$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R1 + R2}{R2}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R1 + R2}{R2}$$

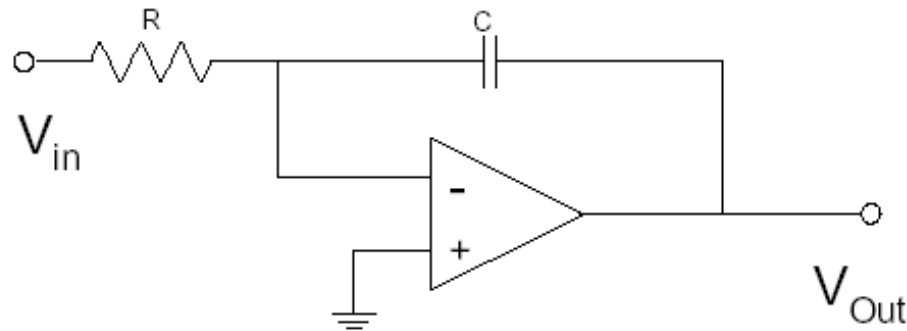
Funkcija prenosa neinvertujućeg pojačavača



Bafer sa jediničnim pojačanjem



Integrator



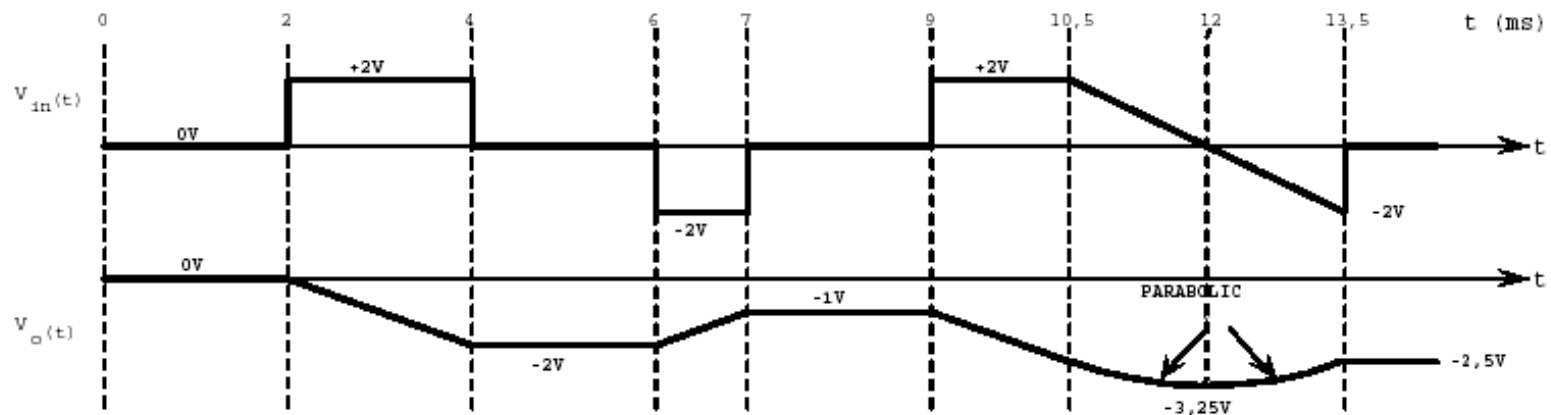
$$\frac{V_{in}}{R} + C \frac{dV_{out}}{dt} = 0$$

$$\frac{dV_{out}}{dt} = -V_{in} \frac{1}{RC}$$

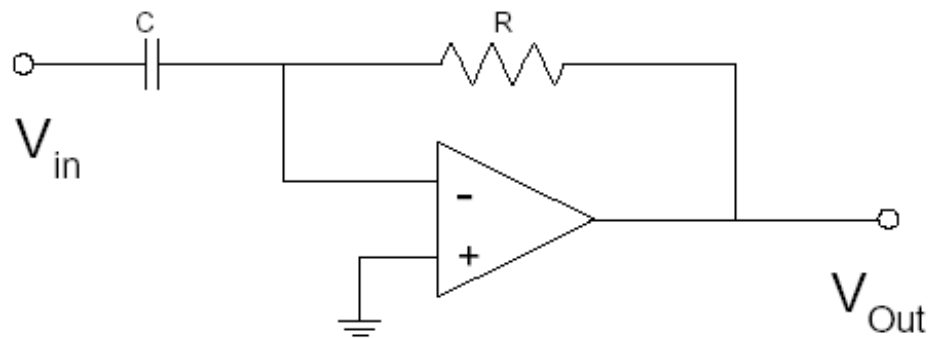
$$V_{out} = -\frac{1}{RC} \int V_{in} dt$$

$$V_{out} = -\frac{1}{RC} \int V_{in} dt$$

Primetite negativan predznak izlaznog napona!



Diferencijator



$$\frac{V_{out}}{R} + C \frac{dV_{in}}{dt} = 0$$

$$V_{out} = -RC \frac{dV_{in}}{dt}$$

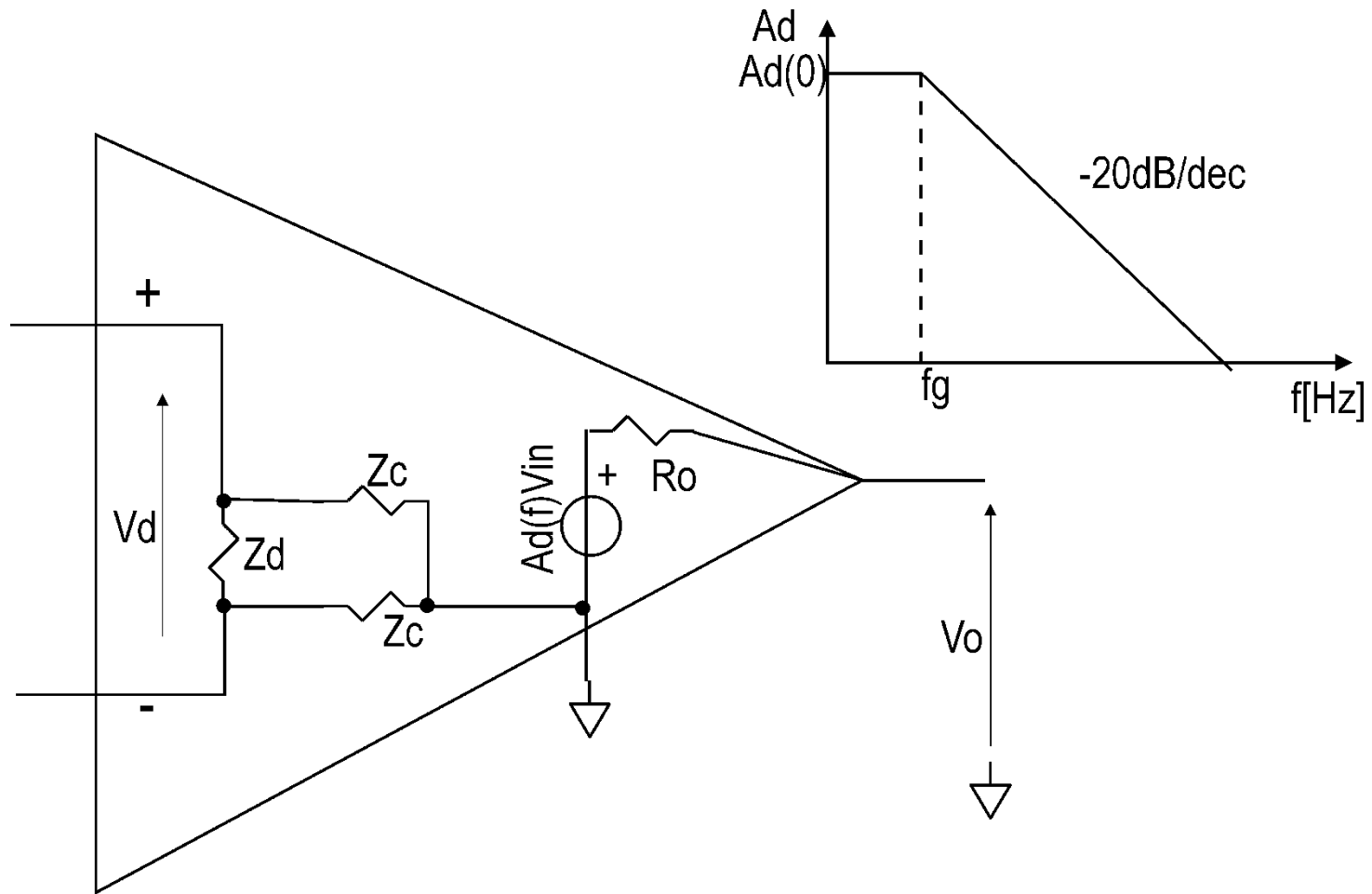
$$V_{out} = -RC \frac{dV_{in}}{dt}$$

Primetite negativan predznak
izlaznog napona!

Realan operacioni pojačavač

- Diferencijalno pojačanje konačno; preko 100dB
- $CMRR=20\log(A_{dif}/A_{cm})$ oko 100dB
- Propusni opseg konačan
- Ulazne impedanse i do više $G\Omega$
- Izlazna impedansa nekoliko Ω
- Dinamički opseg ograničen naponom napajanja
- Ofset različit od nule; od μV naviše
- Struja polarizacije različita od nule; od pA naviše
- Vreme uspostave izlaznog signala veće od nule

Realan operacioni pojačavač



Prikaz nekih karakteristika realnih operacionih pojačavača

