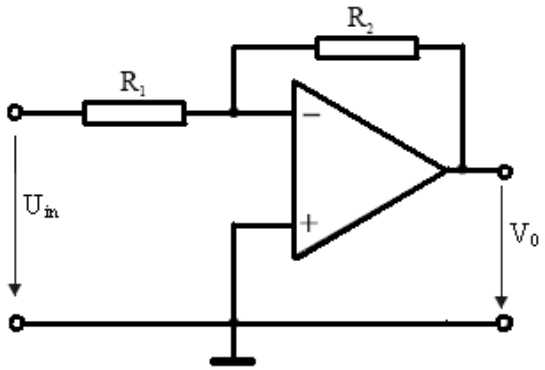
9.4. CONEXIUNILE PRINCIPALE ALE AO.

9.4.1. Conexiunea inversoare.

Pentru a obține o conexiune inversoare, se conectează borna de intrare neinversoare la masă, iar borna de intrare inversoare la o sursă de tensiune (fig.9.4.1).

Rezistorul R_1 are rol de limitare a semnalului de intrare, iar rezistorul R_2 are rol de reacție negativă.



$$V_O = -\frac{R_2}{R_1} \cdot U_{in}$$

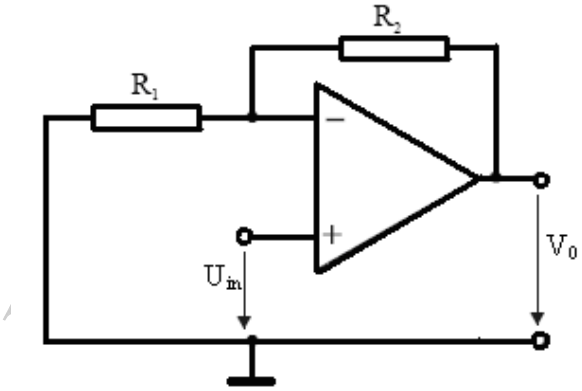
$$A = \frac{V_0}{U_{in}} = -\frac{R_2}{R_1}$$

Figura 9.4.1 Conexiunea inversoare a AO.

Semnul minus din relația amplificării indică că tensiunea de ieşire este defazată cu 180° față de tensiunea de intrare ceea ce justifică denumirea de amplificare inversoare.

9.4.2. Conexiunea neinversoare.

Pentru a obține o conexiune neinversoare, se conectează borna de intrare neinversoare la sursa de tensiune, iar borna de intrare inversoare la masă printr-o rezistență (fig. 9.4.2). Rezistorul R_1 şi rezistorul R_2 au rol de reacție.



$$V_O = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot U_{in}$$

$$A = \frac{V_0}{U_{in}} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

Figura 9.4.2 Conexiunea neinversoare a AO.

Se poate observa că de această dată semnalul de ieşire este în fază cu semnalul de intrare, de unde rezultă că amplificarea este neinversoare.

http://eprofu.ro/electronica

9.4.3. Conexiunea REPETOR.

Conexiunea repetor constituie un caz particular de AO neinversor, în care întreaga tensiune de ieşire este adusă la intrarea inversoare prin conectare directă ca în figura 9.4.3.

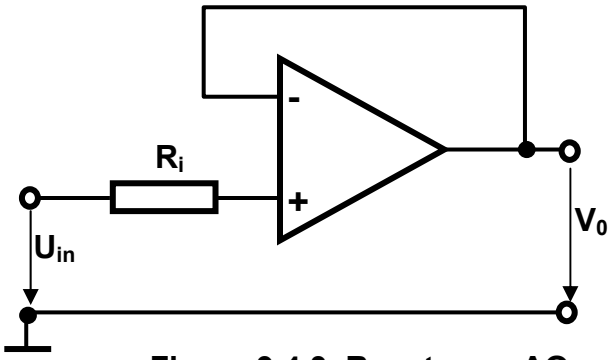


Figura 9.4.3 Repetor cu AO.

Această conexiune are următoarele proprietăți:

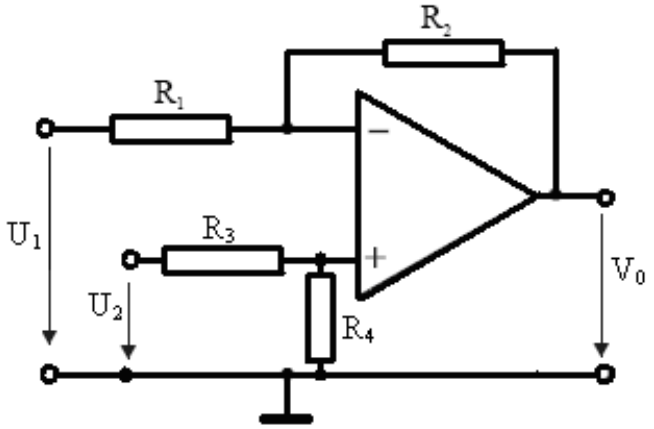
- câştigul în tensiune este 1
- impedanța de intrare foarte mare
- impedanța de ieşire foarte mică

Se utilizează ca etaj tampon de adaptare dintre sursele cu impedanță mare şi sarcinile cu impedanță mică.

9.4.4. Conexiunea diferențială.

Pentru a obține o conexiune diferențială avem nevoie de două surse de semnal, una care se conectează la borna de intrare neinversoare, iar cealaltă care se conectează la borna de intrare inversoare (fig. 9.4.4).

Rezistoarele R_1 şi R_2 au rol de reacție, iar rezistoarele R_3 şi R_4, au rol de divizor de tensiune pentru intrarea neinversoare.



$$V_O = \left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\cdot\frac{R_4}{R_3+R_4}\cdot U_2 - \frac{R_2}{R_1}\cdot U_1$$

Dacă este îndeplinită condiția : $\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3}$

$$\Longrightarrow V_O = \frac{R_2}{R_1}\cdot\left(U_2 - U_1\right)$$

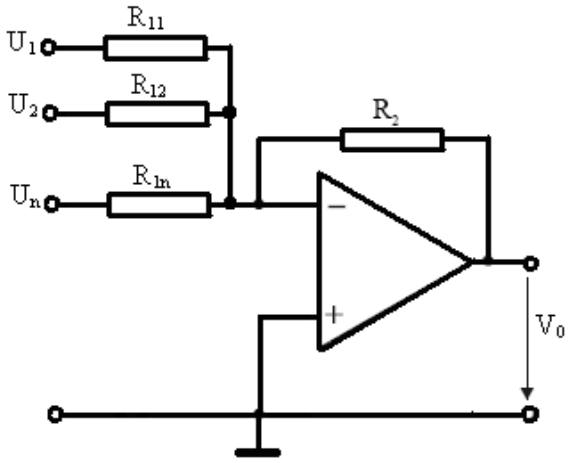
Figura 9.4.4 Conexiunea diferențială a AO.

http://eprofu.ro/electronica

9.4.5. Circuit sumator.

Circuitul sumator are la ieşire suma semnalelor de intrare. Pentru aceasta se porneşte de la o conexiune inversoare, doar că la borna inversoare se conectează toate sursele de semnal (fig.9.4.5).

Rezistoarele R_{11} … R_{1n} au rol de limitare a curenților furnizați de sursele de semnal, iar rezistorul R_2 are rol de reacție.



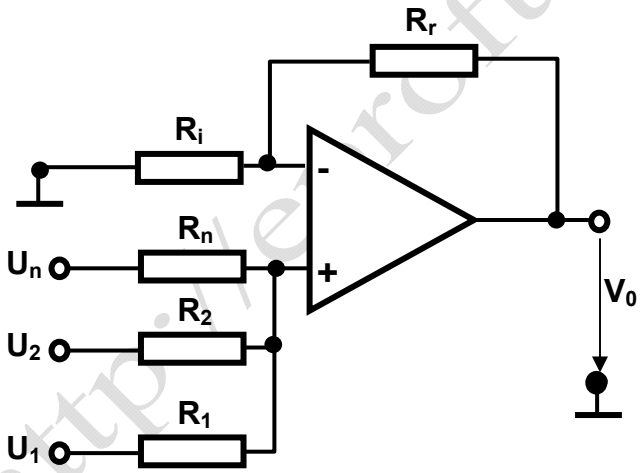
$$V_O = -R_2 \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{U_i}{R_{1i}}$$

dacă $R_{11} = R_{12} = ...R_{1n} = R_1 \Longrightarrow$

$$\Longrightarrow V_O = -\frac{R_2}{R_1} \cdot \sum_{i=1}^{n} U_i$$

Figura 9.4.5 AO inversor sumator.

Amplificatorul amplifică suma tensiunilor de intrare. Semnul minus semnifică faptul că tensiunea de ieşire este defazată cu 180° față de tensiunea rezultată ca sumă a tensiunilor de intrare.



Dacă :

$$R_1 = R_1 = R_n = R \Longrightarrow$$

$$R_r = R_i = 2 \cdot R$$

$$\Longrightarrow V_0 = \sum_{i=1}^{n} U_i$$

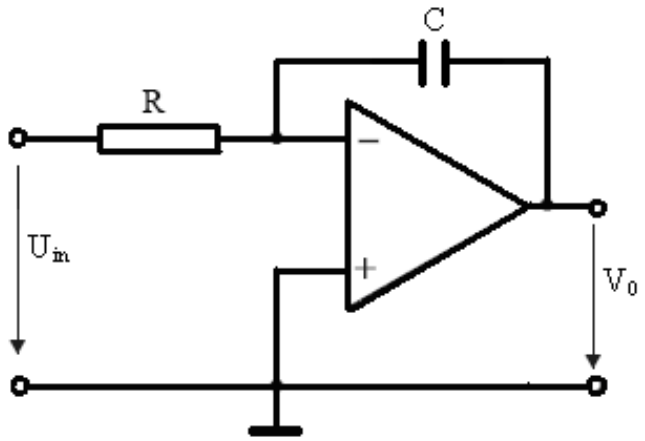
Figura 9.4.6 AO neinversor sumator.

http://eprofu.ro/electronica

9.4.6. Circuit de integrare.

Circuitul de integrare are la ieşire valoarea integrată a semnalului de intrare. Pentru aceasta se porneşte de la o conexiune inversoare, doar că rezistența de reacție va fi înlocuită cu un condensator (fig.9.4.7).

Rezistorul R are rol de limitare a curentului de la sursa de semnal, iar condensatorul C are rol de reacție.



$$V_O = -\frac{1}{RC} \cdot \int_0^t U_{in}(t)\,dt$$

$\tau = RC$ - constantă de timp

Figura 9.4.7 Circuit de integrare cu AO.

Exemplu de constantă de timp tipică pentru un circuit de integrare $\tau = 0,01s$ cu elemente:

R=10 KΩ C= 1 μF

Pentru creşterea stabilității se introduce o reacție negativă, se conectează în paralel cu condensatorul **C** un rezistor $\mathbf{R_f}$. În această situație circuitul va integra doar în domeniul f>fo deoarece doar acolo R_f nu contează, fiind şuntat de reactanța condensatorului C.

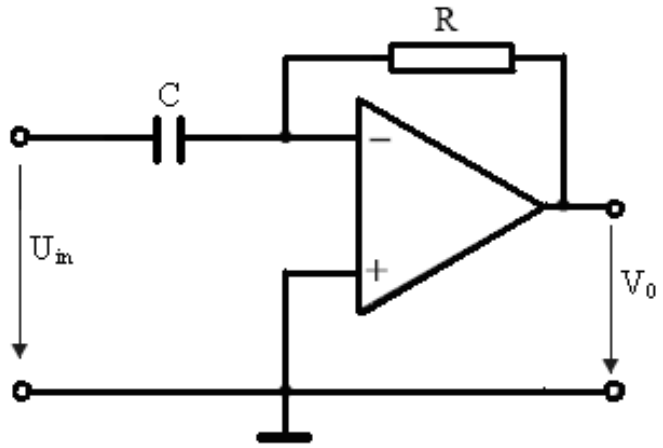
$$f > fo = \frac{1}{2\pi R_f C}$$

Circuitul de integrare are o comportare de ***filtru trece jos cu amplificare***.

http://eprofu.ro/electronica

9.4.7. Circuit de derivare.

Circuitul de derivare are la ieşire valoarea derivată a semnalului de intrare. Pentru aceasta se porneşte de la o conexiune inversoare, doar că rezistența de limitare va fi înlocuită cu un condensator (fig. 9.4.8). Rezistorul R şi condensatorul C au rol de reacție. Ca şi la circuitul integrator ele formează constanta de timp a circuitului.



$$V_O = -RC \cdot \frac{dU_{in}(t)}{dt}$$

Figura 9.4.8 Circuit de derivare cu AO.

Exemplu de constantă de timp tipică pentru un circuit de integrare $\tau = 0,1ms$ cu elemente:

R=10 KΩ C= 10 nF

Se observă că amplificarea depinde de frecvență iar la frecvențe mari, datorită creşterii acesteia circuitul devine instabil.

Pentru creşterea stabilității se introduce o rezistență serie la intrare, **Ra,** care va limita amplificarea la frecvențele la care reactanța condensatorului *C* devine neglijabilă, iar circuitul se comportă ca un amplificator inversor. Trebuie deci ca frecvența semnalelor derivate să satisfacă condiția :

$$f < fo = \frac{1}{2\pi RaC}$$

Circuitul de derivare are o comportare de ***filtru trece sus cu amplificare***.

Amplificarea este dată de raportul $\frac{R}{Ra}$

http://eprofu.ro/electronica