

9. AMPLIFICATOARE OPERAȚIONALE

9.1. GENERALITĂȚI PRIVIND AMPLIFICATOARELE OPERAȚIONALE

9.1.1 DEFINIȚIE

Amplificatoarele operaționale – sunt amplificatoare electronice de curent continuu, care reprezintă o categorie de circuite integrate analogice amplificatoare cu performanțe deosebite, cu ajutorul cărora se pot realiza o diversitate extrem de mare de aplicații liniare și neliniare.

Denumirea de “**operaționale**” se datorează faptului că primele tipuri de amplificatoare de acest tip au fost folosite pentru realizarea anumitor operații matematice simple (adunare, scădere, înmulțire și împărțire cu o constantă). Primele tipuri de AO aveau componente discrete și performanțe modeste. Odată cu apariția și dezvoltarea tehnologiei circuitelor integrate performanțele AO au crescut spectaculos.

9.1.2 CONSTRUCȚIA AO

Un amplificator operațional conține trei etaje distincte realizate cu componente integrate (**fig.9.1.1**) și este prevăzut cu: două intrări (o intrare inversoare și o intrare neinversoare), o ieșire, terminale de alimentare cu tensiune, terminale suplimentare utilizate pentru reglajul componentei continue a ieșirii (offset) și/sau pentru compensare.

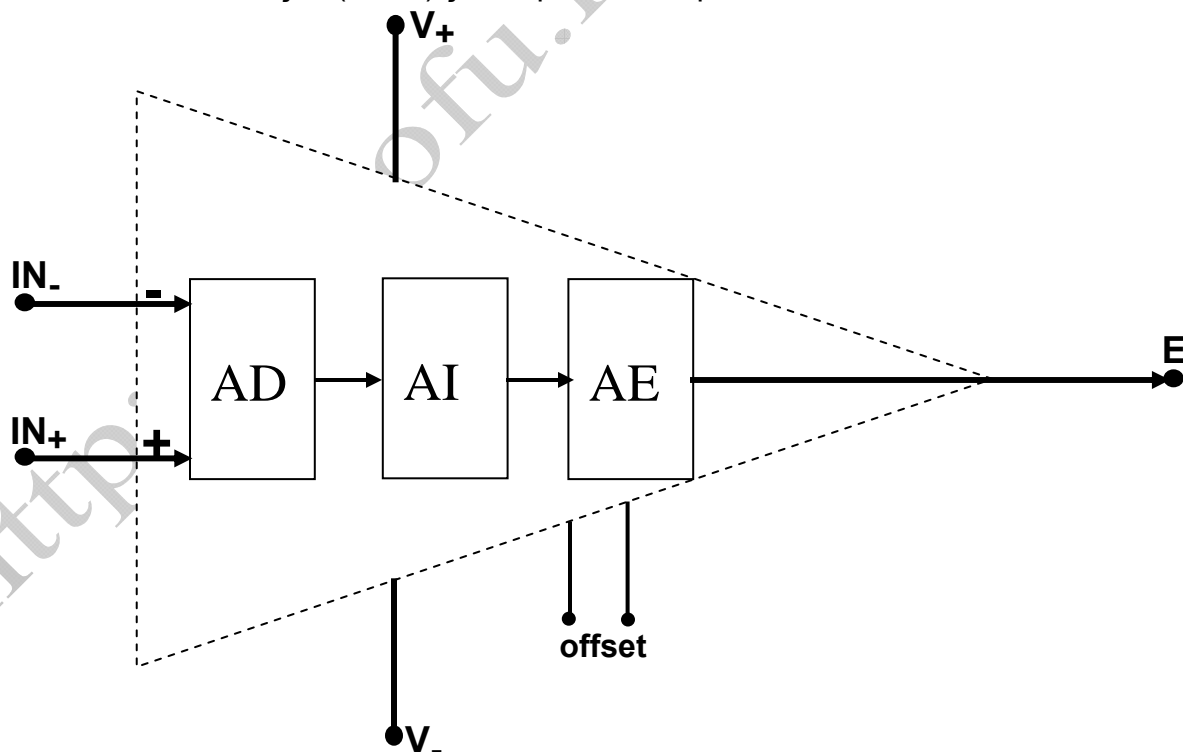


Figura 9.1.1 Schema bloc a unui amplificator operațional

Elementele schemei bloc:

- **IN₊** *intrarea neinversoare* – semnalul aplicat pe această intrare, la ieșire este amplificat și este în fază cu semnalul de intrare (semnalul de ieșire nu este inversat)
- **IN₋** *intrarea inversoare* – semnalul aplicat pe această intrare, la ieșire este amplificat și defazat cu 180° față de semnalul de intrare (semnalul este inversat)
- **E** *ieșirea AO*
- **V₊**, **V₋** - terminale pentru alimentarea cu tensiune a AO. Alimentarea cu tensiune se poate face de la o sursă de c.c. diferențială de tensiune (**+V**, **-V**)
- **AD** *amplificator diferențial* – este etajul de intrare a AO și amplifică diferența semnalelor aplicate la intrările AO. Acest bloc, prin structura sa, amplifică și semnalele de curent continuu.
- **AI** *amplificator intermediar* – este un etaj de adaptare care preia semnalul de la ieșirea etajului de intrare și îl prelucrează pentru a corespunde cerințelor etajului de ieșire
- **AE** *amplificator de ieșire* – este un etaj de putere care asigură curentul de ieșire necesar
- **offset** – terminale utilizate pentru reglarea componentei continue a semnalului de ieșire și pentru compensare.

În figura 9.1.2 este prezentată o configurație simplă de amplificator operațional elementar.

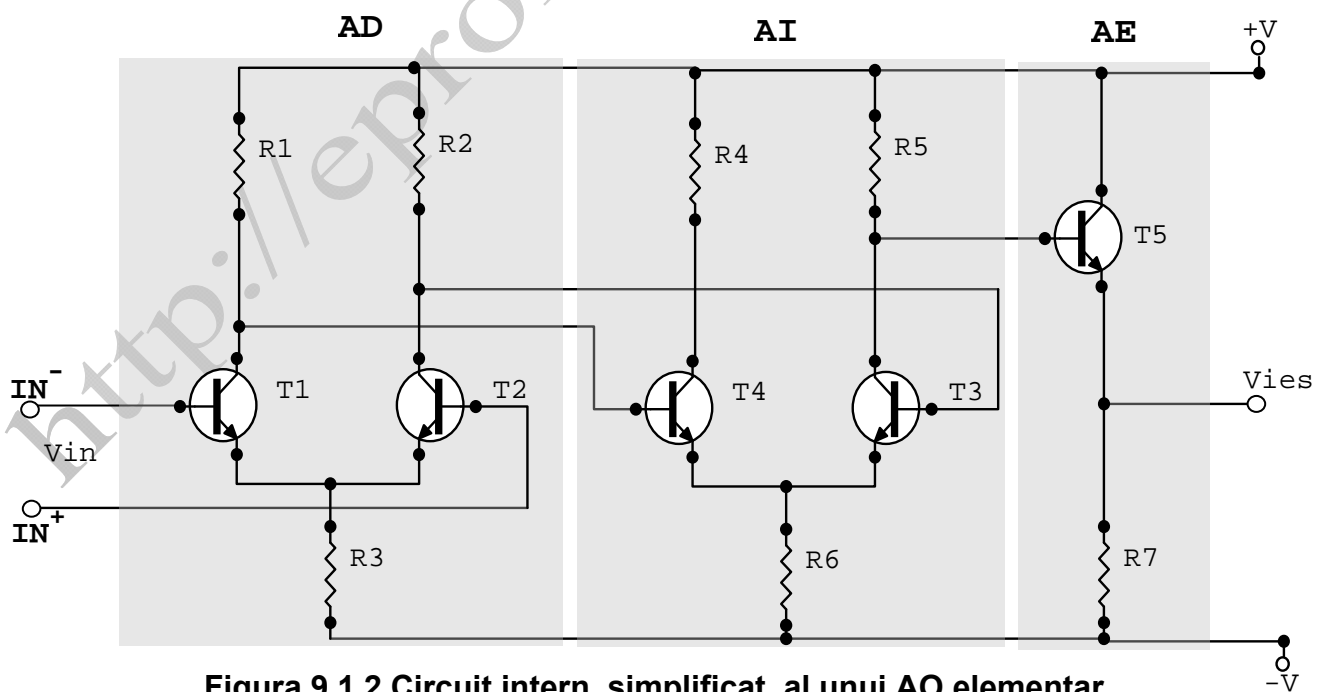


Figura 9.1.2 Circuit intern, simplificat, al unui AO elementar

9.1.3 SIMBOLUL, TERMINALELE, CAPSULELE AO

Simbolul standardizat al amplificatorului operațional(AO) este prezentat în **figura 9.1.3(a)**. El prezintă două borne de intrare – **intrarea inversoare (-)** și **intrarea neinversoare(+)** și o **bornă de ieșire**. Un AO obișnuit trebuie alimentat cu două tensiuni continue, una pozitivă și cealaltă negativă, ca în **figura 9.1.3(b)**. De obicei, bornele de alimentare cu tensiune continuă nu sunt reprezentate în simbol, pentru simplificare, însă prezența lor este totdeauna subînțeleasă. În **figura 9.1.4** sunt prezentate 2 tipuri de capsule pentru AO LM 741.

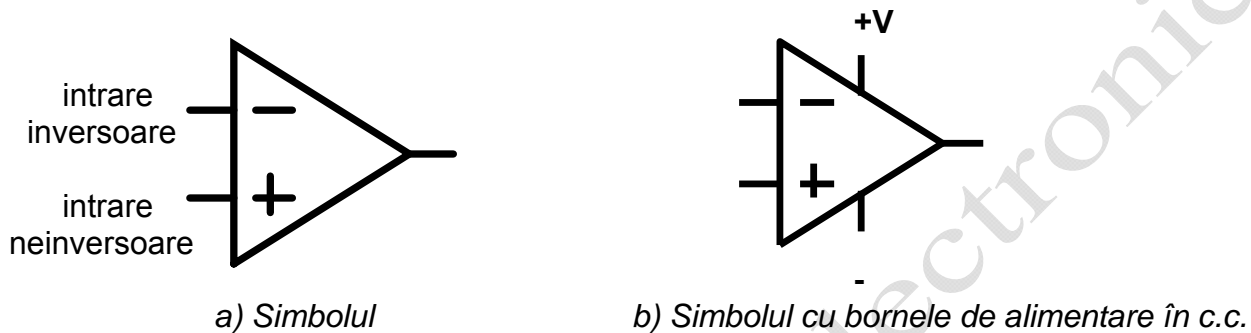


Figura 9.1.3. Simboluri AO

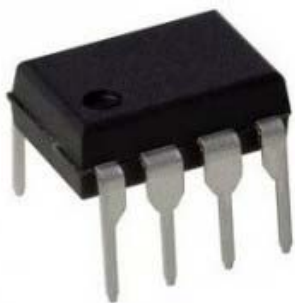
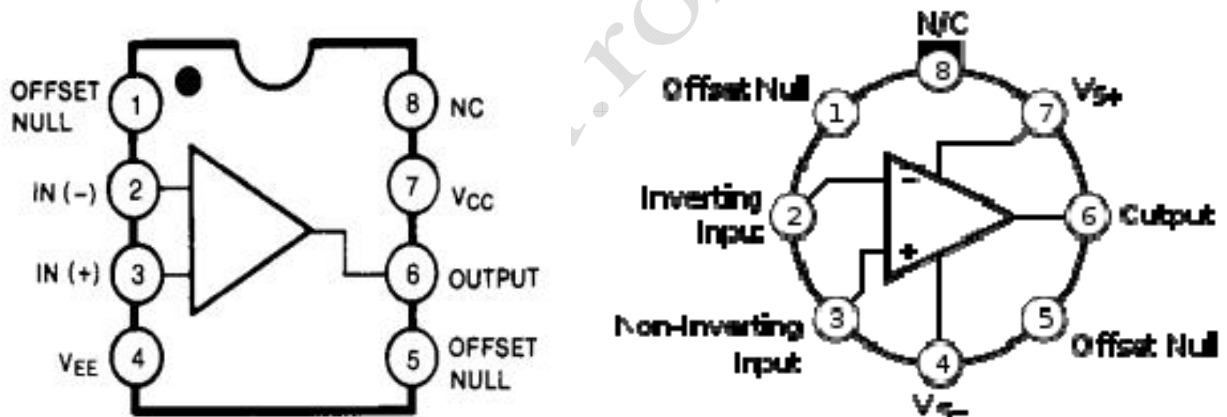


Figura 9.1.4. Capsule AO LM 741 cu 8 pini.

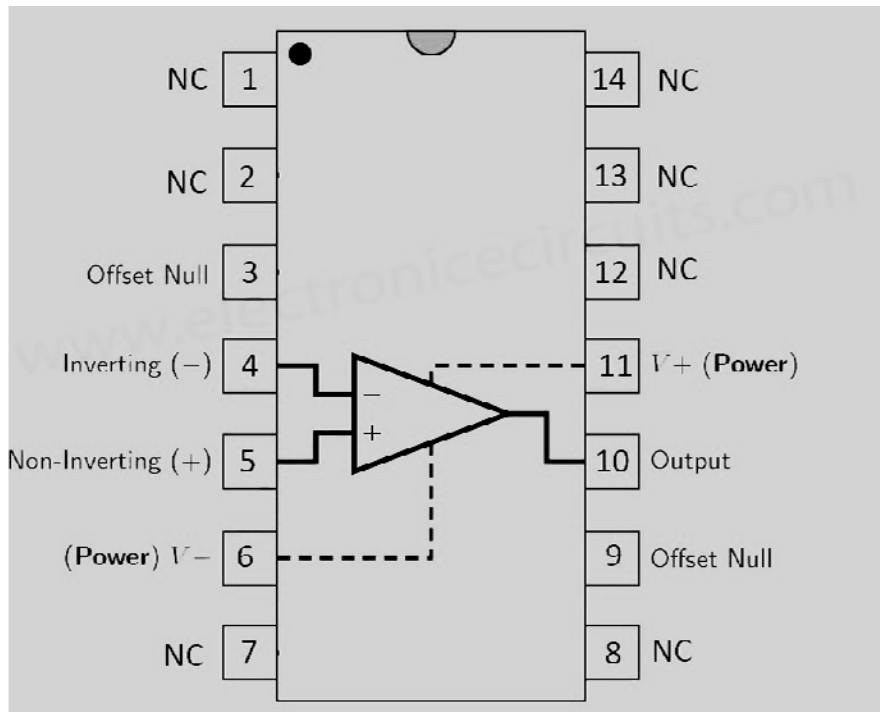


Figura 9.1.5. Capsulă AO LM 741 cu 14 pini.

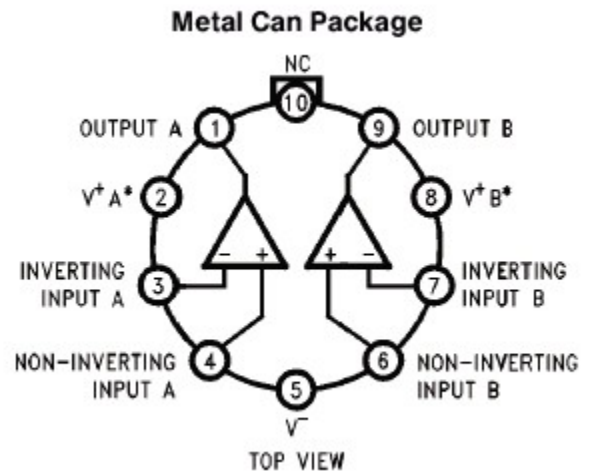
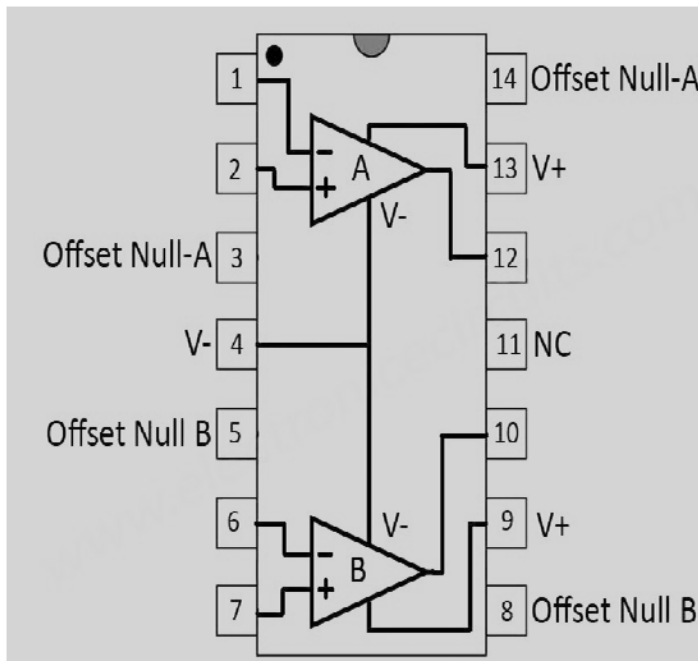


Figura 9.1.6. Capsule cu două AO LM 747

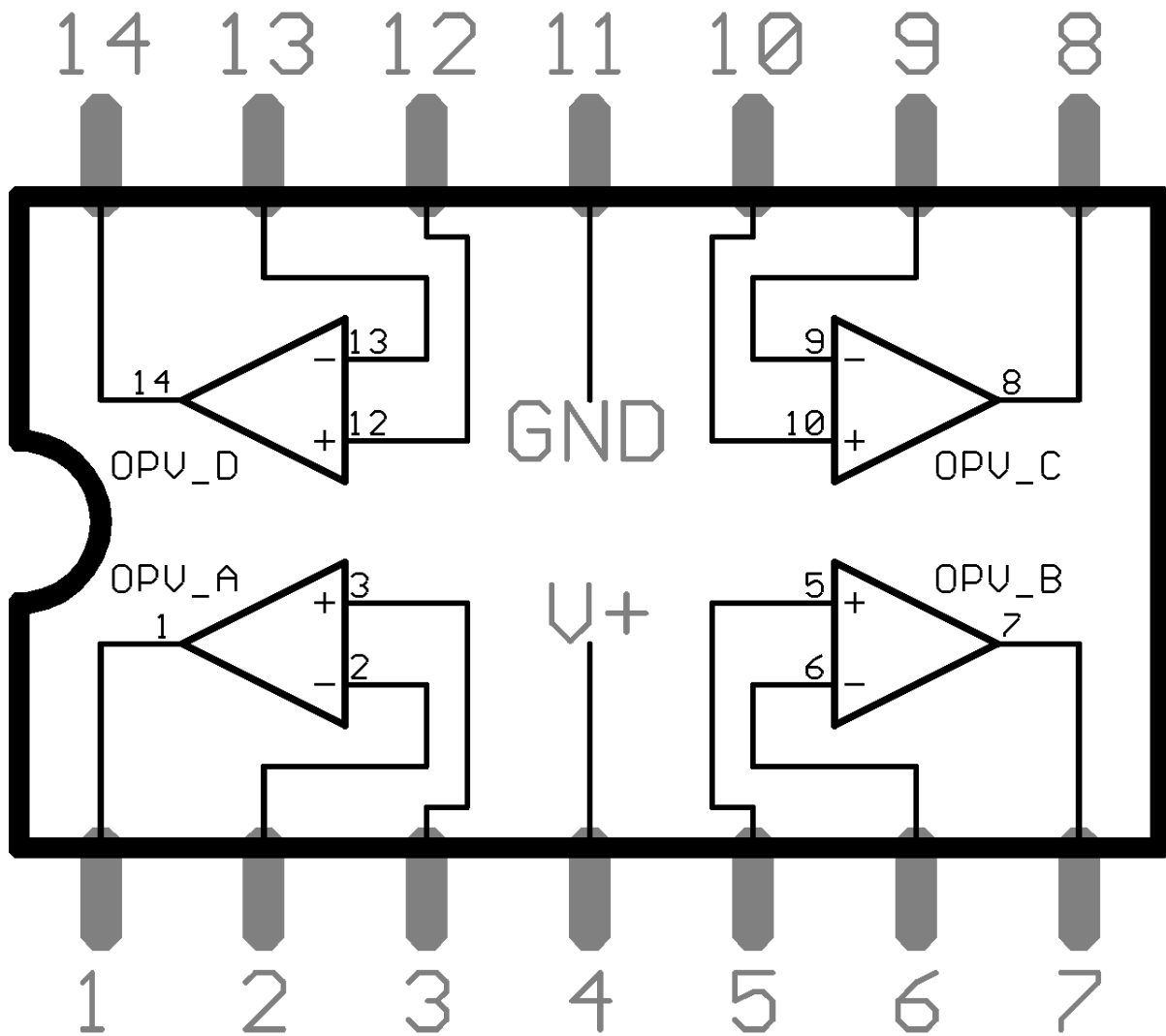


Figura 9.1.7. Capsulă cu 4 AO **LM 324**

9.1.4 AMPLIFICATORUL OPERAȚIONAL IDEAL ȘI REAL

a. AO ideal.

Pentru a înțelege ce este, un AO, trebuie precizate **caracteristicile ideale** ale acestuia:

- câștigul în tensiune infinit;
- lățimea de bandă infinită;
- impedanța de intrare infinită;
- impedanța de ieșire zero.

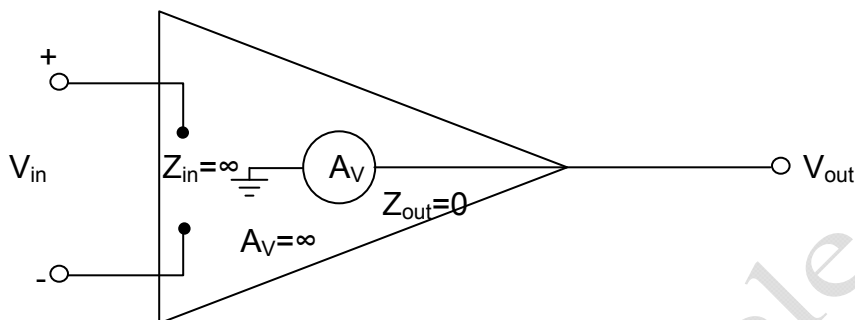


Figura 9.1.8. Reprezentarea AO ideal

b. AO real.

Amplificatorul operațional ideal este imposibil de realizat. Acesta este limitat din punct de vedere al curentului, al tensiunii, al tehnologiei de realizare. **Caracteristicile reale** ale unui AO sunt:

- câștigul în tensiune foarte mare;
- impedanță de intrare foarte mare;
- impedanță de ieșire foarte mică;
- bandă de trecere largă.

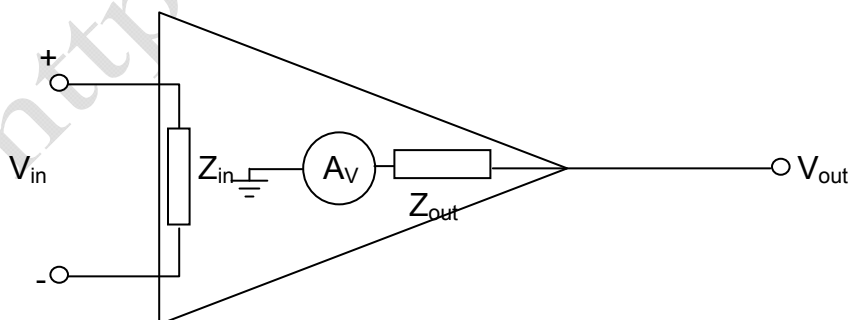


Figura 9.1.9. Reprezentarea AO real

9.1.5 REACȚIA NEGATIVĂ LA AMPLIFICATOARELE OPERAȚIONALE

Reacția negativă – este o metodă prin care o parte din tensiunea de ieșire a unui AO este adusă la intrare inversoare, în antifază față de semnalul de intrare (fig. 9.1.10).

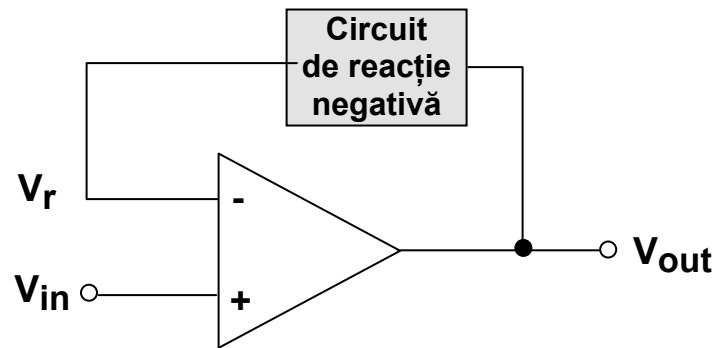


Figura 9.1.10. Reacția negativă la AO

Deoarece câștigul în tensiune a AO este foarte mare, utilitatea AO fără reacție negativă este extrem de restrânsă. O tensiune de intrare extrem de mică poate aduce ieșirea AO în saturație. În prezența reacției negative, câștigul în tensiune a AO poate fi controlat.

Reacția negativă are următoarele efecte :

- câștigul în tensiune este fixat prin circuitul de reacție la valoarea dorită
- mărește stabilitatea amplificării
- lărgiște banda de frecvență
- crește viteza de lucru
- scade nivelul zgomotului și al distorsiunilor neliniare
- impedanța de intrare poate fi mărită sau micșorată la valoarea dorită
- impedanța de ieșire poate fi redusă până la valoarea dorită

În figura 9.1.11 a este prezentată schema unui AO neinversor cu reacție negativă, iar în figura 9.1.11 b este prezentată schema unui AO inversor cu reacție negativă.

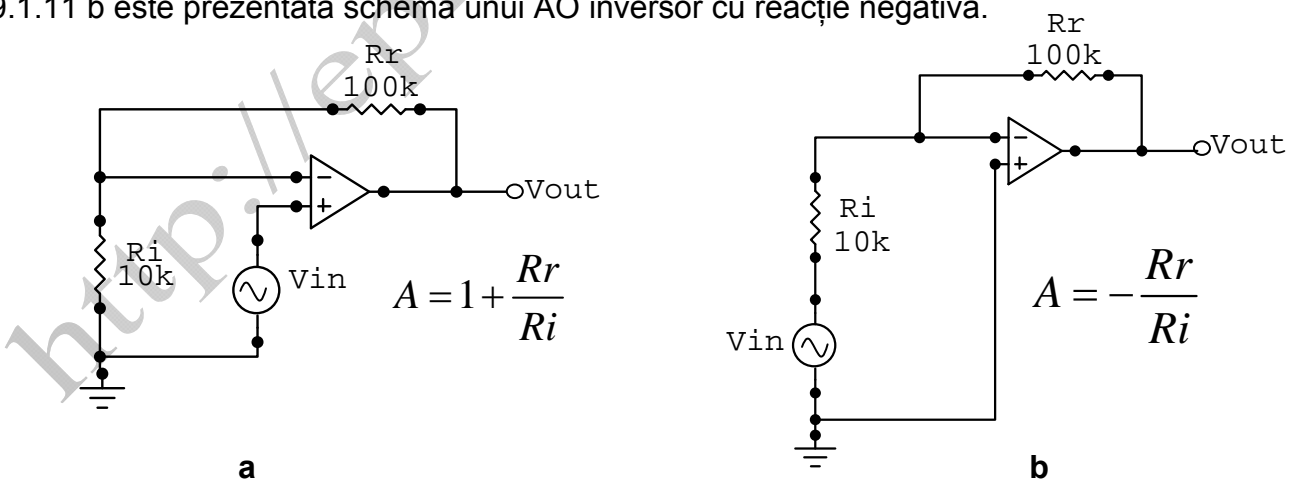


Figura 9.1.11. AO cu reacție negativă