9. AMPLIFICATOARE OPERAŢIONALE

9.1. GENERALITĂŢI PRIVIND AMPLIFICATOARELE OPERAŢIONALE

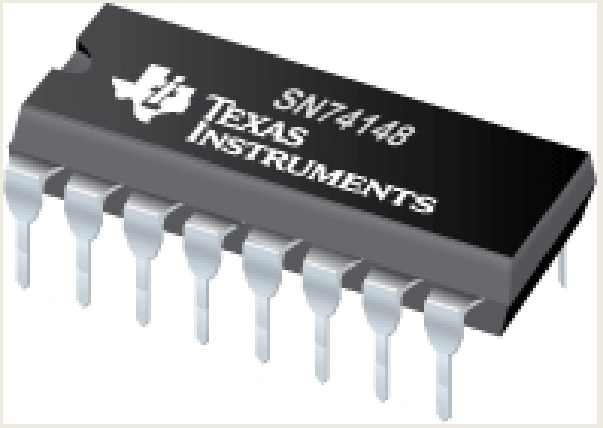
9.2 CONEXIUNILE AMPLIFICATOARELOR OPERAŢIONALE

9.3 DEPANAREA CIRCUITELOR CU AMPLIFICATOARE OPERAŢIONALE

9.1. GENERALITĂŢI PRIVIND AMPLIFICATOARELE OPERAŢIONALE

Amplificatoarele operaţionale **– sunt amplificatoare electronice de curent continuu, care reprezintă o categorie de circuite integrate analogice, cu ajutorul cărora se pot realiza o diversitate extrem de mare de aplicaţii liniare şi neliniare.**

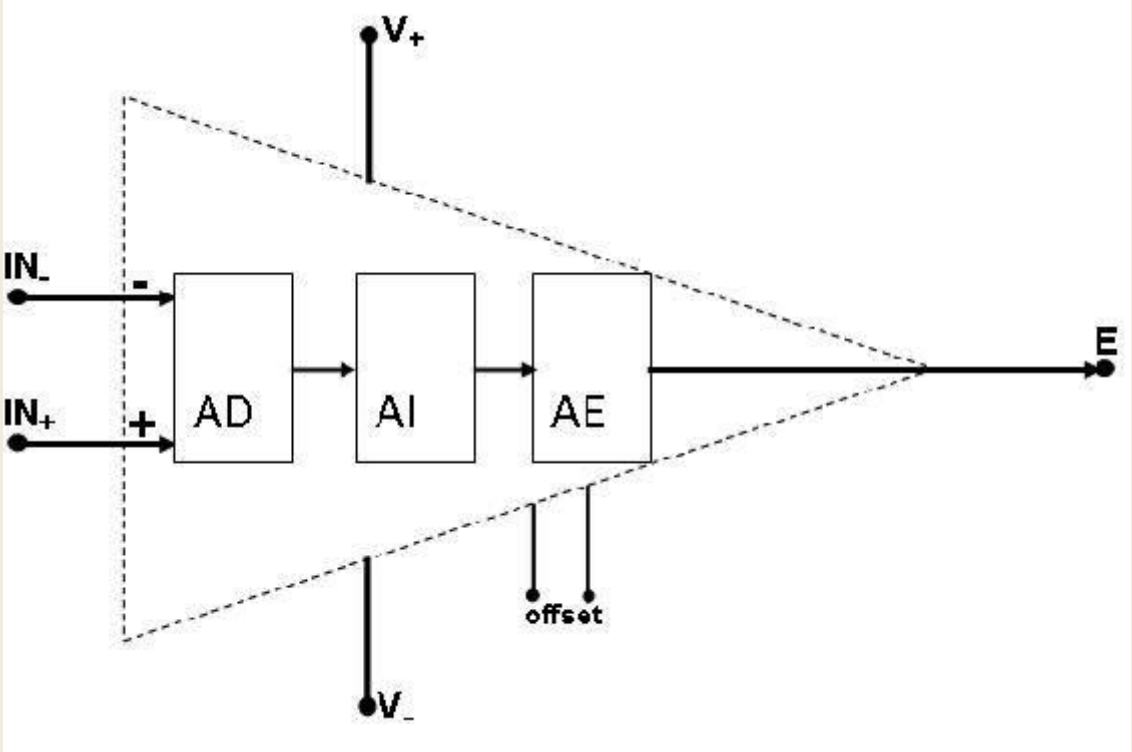
Circuitul integrat (CI) **este un dispozitiv electronic alcătuit din mai multe componente electrice și electronice pasive și active interconectate între ele şi situate pe o plăcuță de material semiconductor (siliciu), plasate într-o capsulă etanșă prevăzută cu elemente de conexiune electrică spre exterior, numite terminale sau pini.**



CONSTRUCŢIA AMPLIFICATORULUI OPERAŢIONAL

Un amplificator operaţional conţine trei etaje distincte realizate cu componente integrate şi este prevăzut cu:

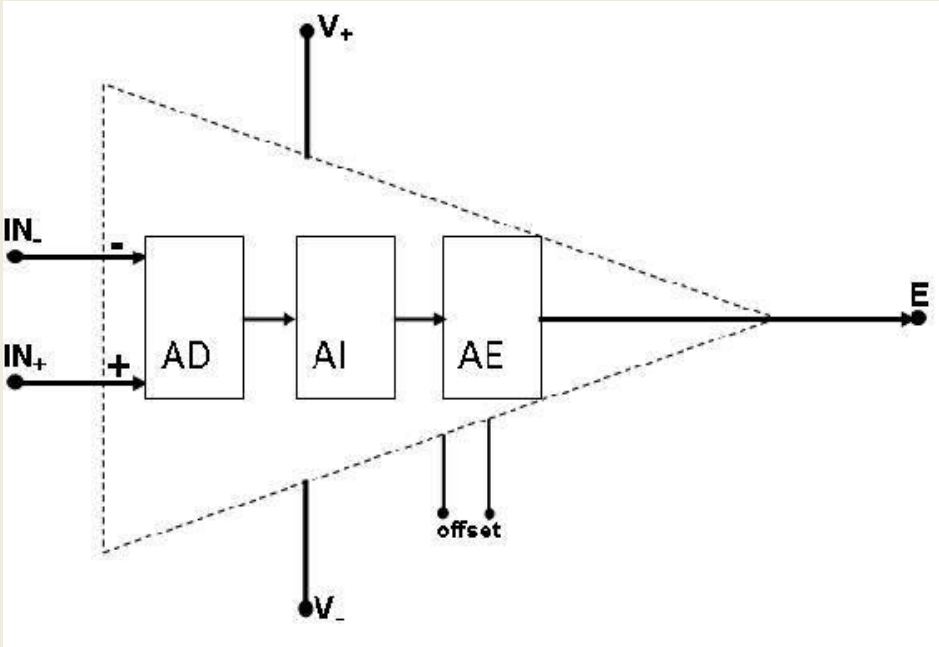
- **două intrări (o intrare inversoare şi o intrare neinversoare);**
- **o ieşire;**
- **terminale de alimentare cu tensiune;**
- **terminale suplimentare utilizate pentru reglajul componentei continue a ieşirii (offset) şi/sau pentru compensare.**



ELEMENTELE SCHEMEI BLOC:

IN_+ intrarea neinversoare – semnalul aplicat pe această intrare, la ieşire este amplificat şi este în fază cu semnalul de intrare (semnalul de ieşire nu este inversat)

IN_- intrarea inversoare – semnalul aplicat pe această intrare, la ieşire este amplificat şi defazat cu 180° faţă de semnalul de intrare (semnalul este inversat)

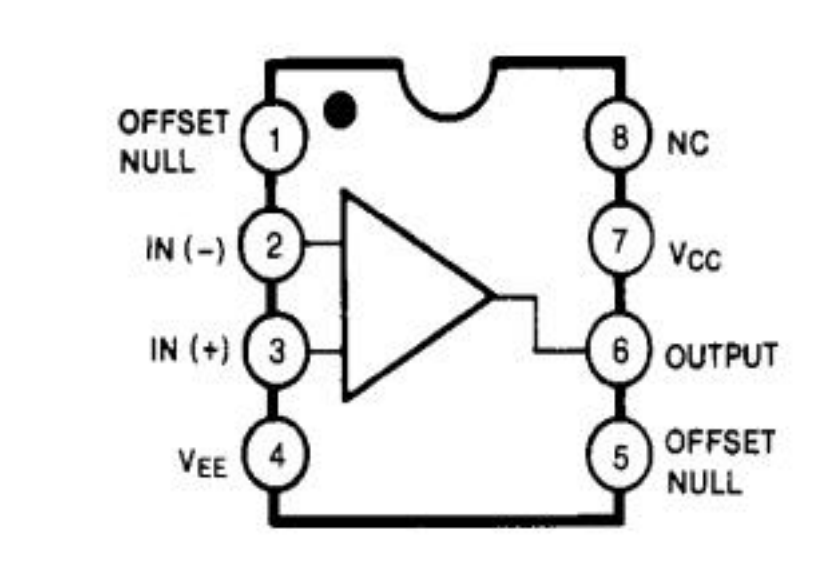


- ***AD amplificator diferenţial*** – este etajul de intrare a AO şi amplifică diferenţa semnalelor aplicate la intrările AO. Acest bloc, prin structura sa, amplifică şi semnalele de curent continuu.
- ***AI amplificator intermediar*** – este un etaj de adaptare care preia semnalul de la ieşirea etajului de intrare şi îl prelucrează pentru a corespunde cerinţelor etajului de ieşire
- ***AE amplificator de ieşire*** – este un etaj de putere care asigură curentul de ieşire necesar

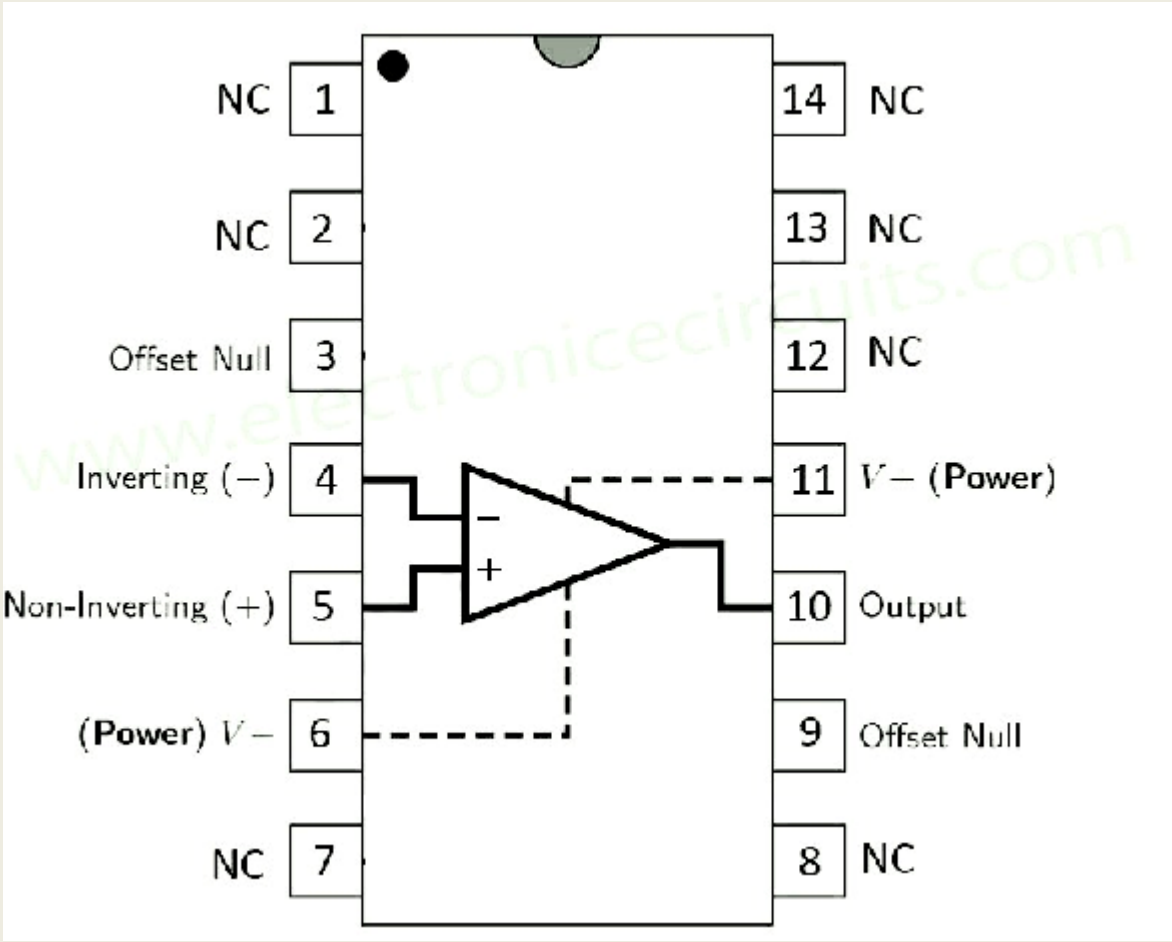
SIMBOLURILE, CAPSULELE ŞI TERMINALELE AO

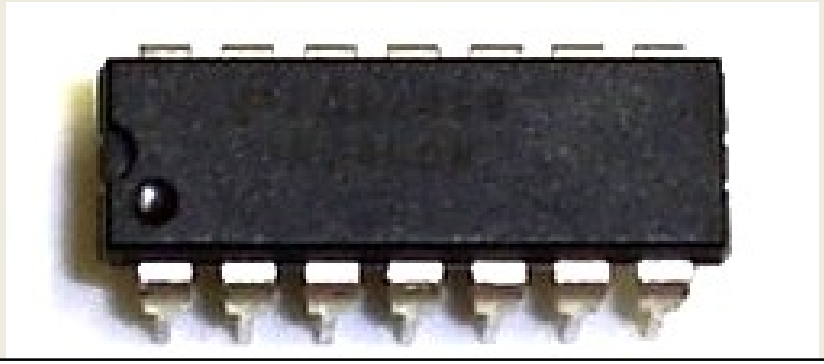
SIMBOLURILE AO

CAPSULĂ CU 8 TERMINALE ŞI UN AMPLIFICATOR OPERAŢIONAL

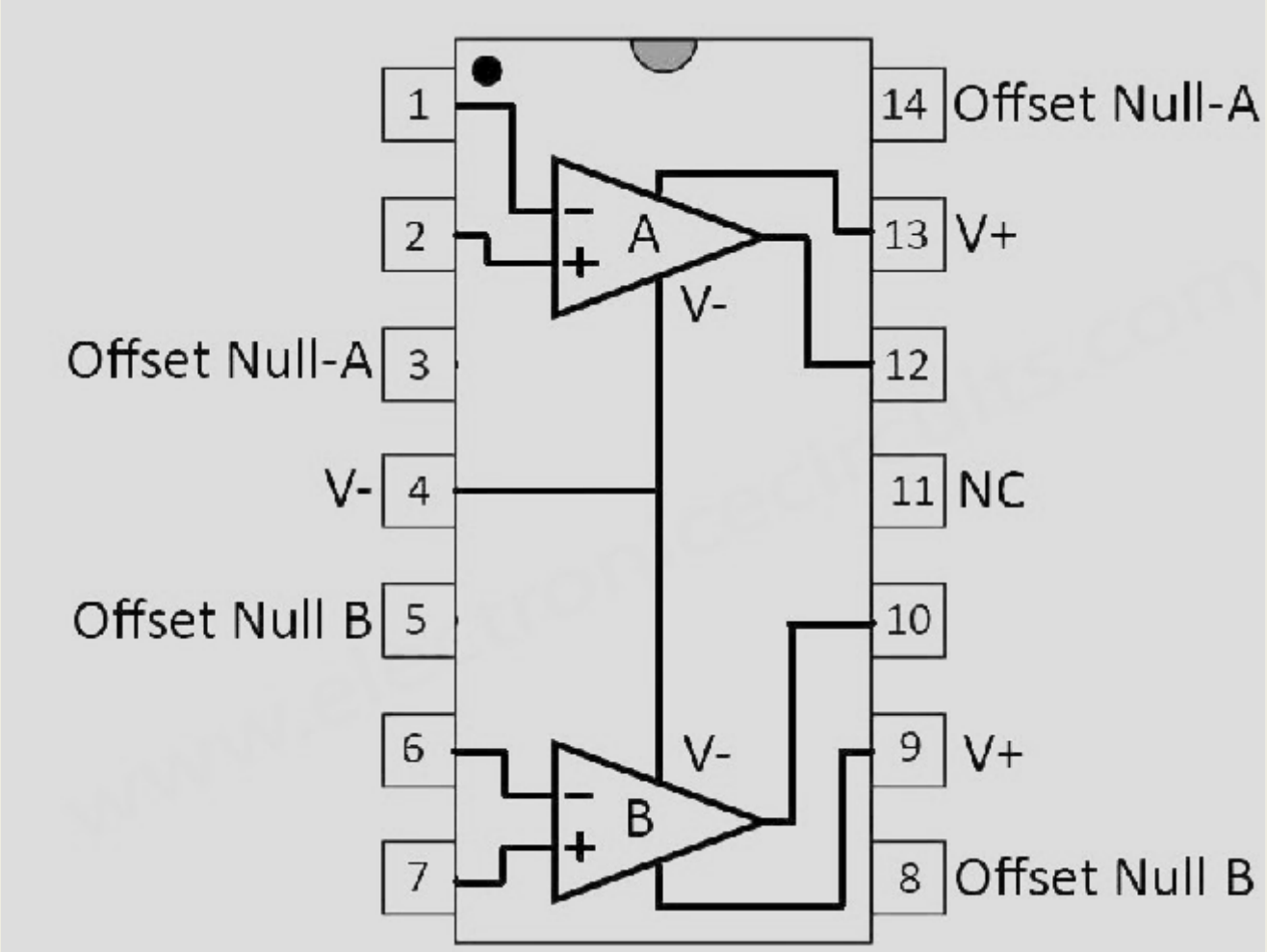


CAPSULĂ CU 14 TERMINALE ŞI UN AMPLIFICATOR OPERAŢIONAL

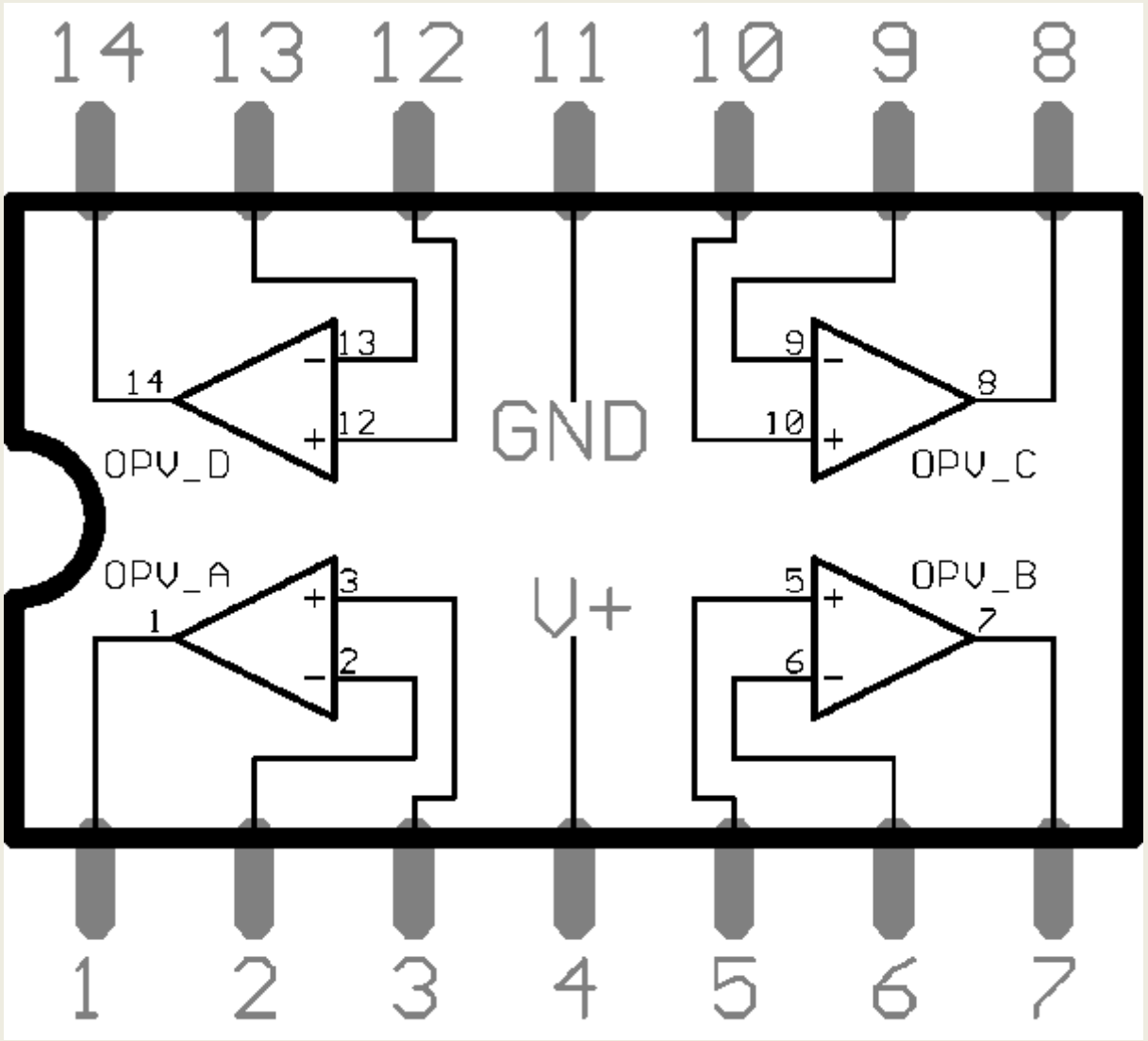




CAPSULĂ CU 14 TERMINALE ŞI DOUĂ AMPLIFICATOARE OPERAŢIONALE



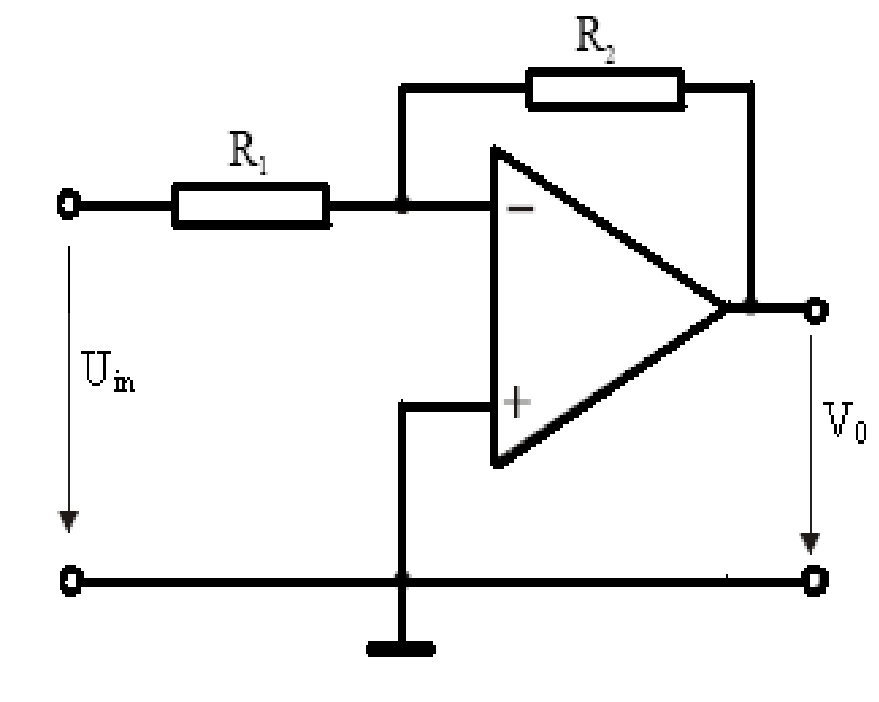
CAPSULĂ CU 14 TERMINALE ŞI PATRU AMPLIFICATOARE OPERAŢIONALE



9.2 CONEXIUNILE AMPLIFICATOARELOR OPERAŢIONALE

9.2.1 CONEXIUNEA INVERSOARE

Pentru a obţine o conexiune inversoare, se conectează borna de intrare neinversoare la masă, iar borna de intrare inversoare la o sursă de tensiune.



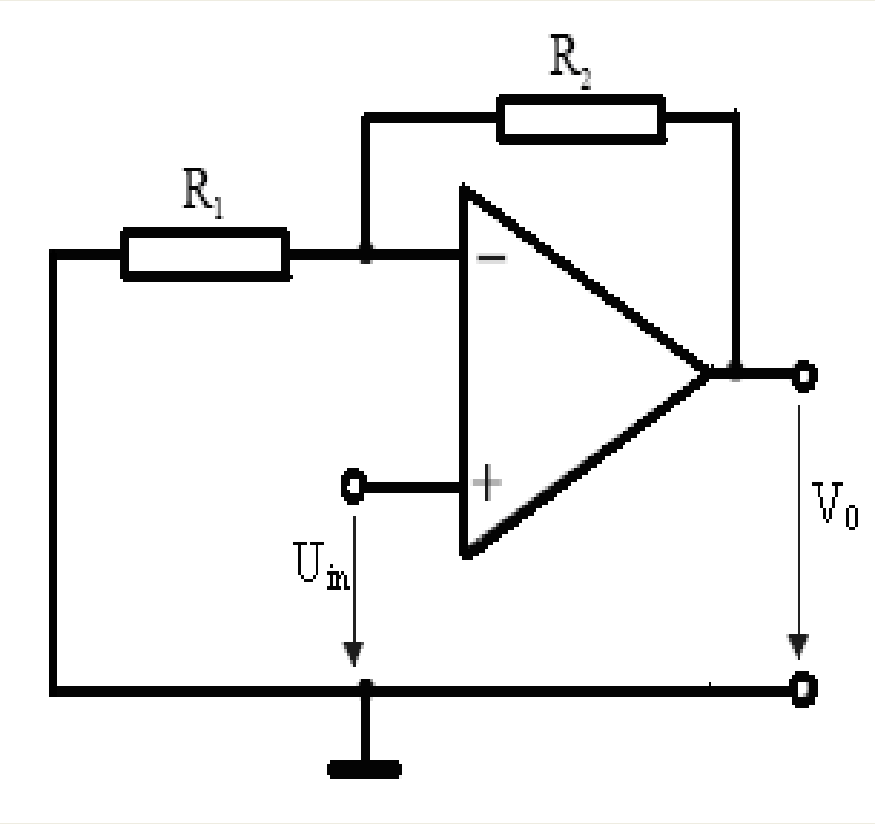
$$V_O = -\frac{R_2}{R_1} \cdot U_{in}$$

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

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

9.2.2 CONEXIUNEA NEINVERSOARE

Pentru a obţine o conexiune neinversoare, se conectează borna de intrare neinversoare la sursa de tensiune, iar borna de intrare inversoare la masă printr-o rezistenţă.



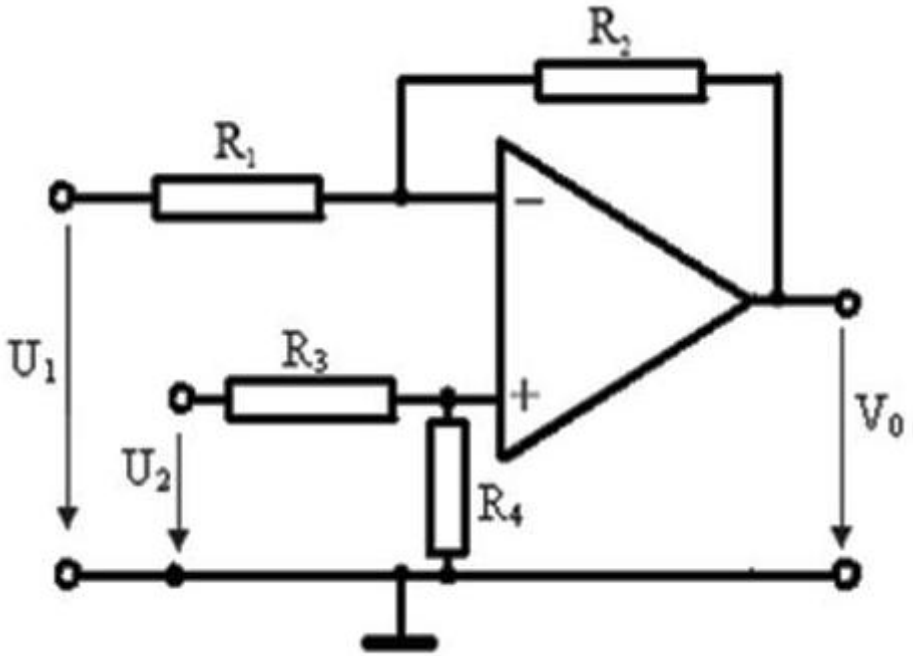
$$V_O = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot U_{in}$$

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

Rezistorul R_1 şi rezistorul R_2 au rol de reacţie.

9.2.3 CONEXIUNEA DIFERENŢIALĂ

Pentru a obţine o conexiune diferenţială 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.



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

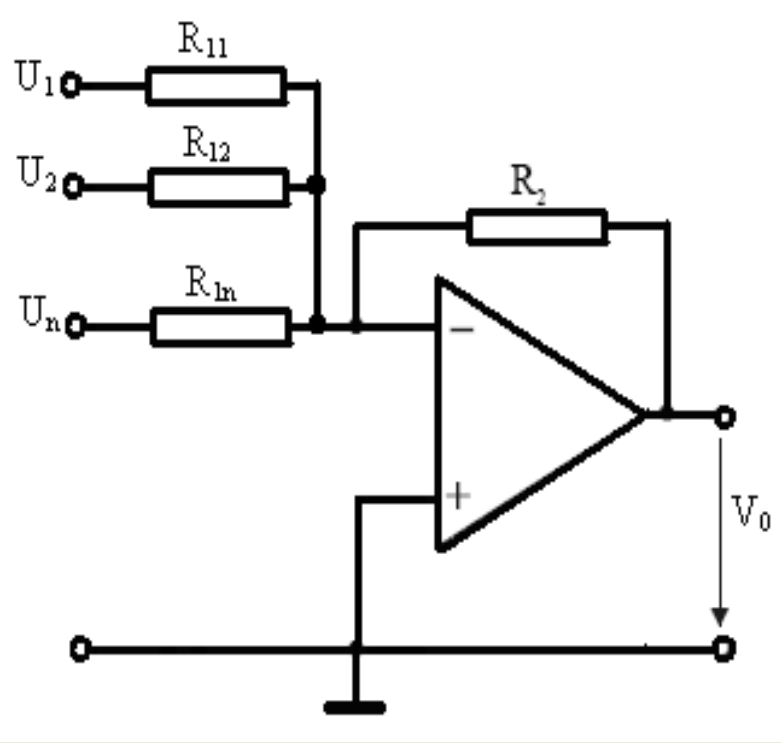
Dacă este îndeplinită condiția : $\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3}$

$$\Longrightarrow V_o = \frac{R_2}{R_1} \cdot (U_2 - U_1)$$

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

9.2.4 SUMATORUL INVERSOR

Circuitul sumator inversor 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.



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

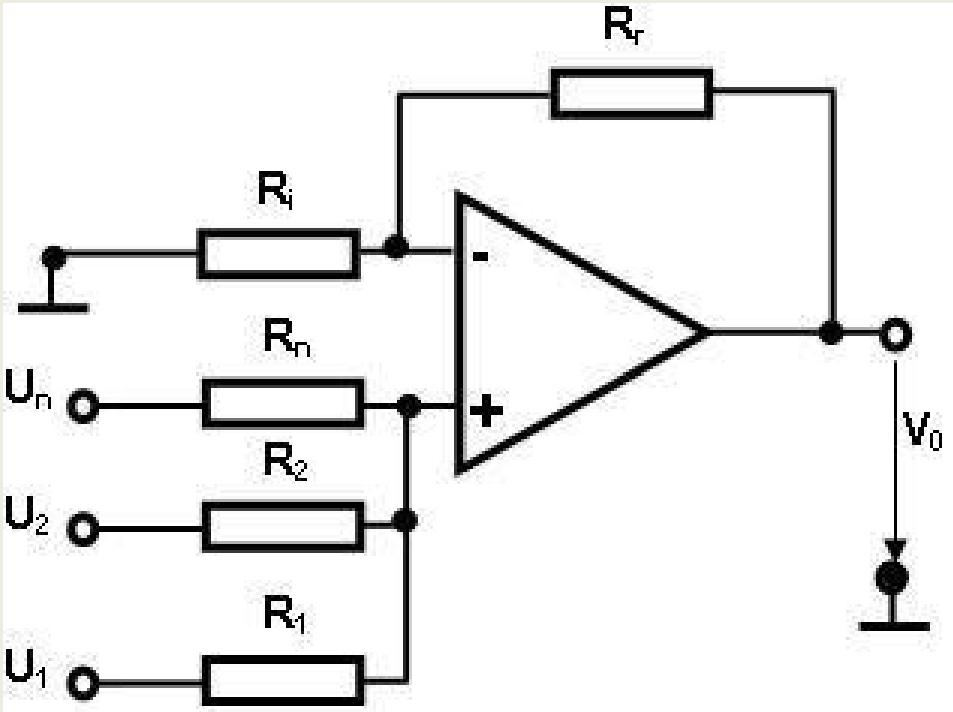
$$R_{11} = R_{12} = \ldots R_{1n} = R_1 \Longrightarrow$$

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

Rezistoarele R_{11} … R_{1n} au rol de limitare a curenţilor furnizaţi de sursele de semnal, iar rezistorul R_2 are rol de reacţie.

9.2.5 SUMATORUL NEINVERSOR

Circuitul sumator inversor are la ieşire suma semnalelor de intrare. Pentru aceasta se porneşte de la o conexiune neinversoare, doar că la borna neinversoare se conectează toate sursele de semnal.



DACĂ:

$$R_1 = R_1 = R_n = R \Rightarrow$$

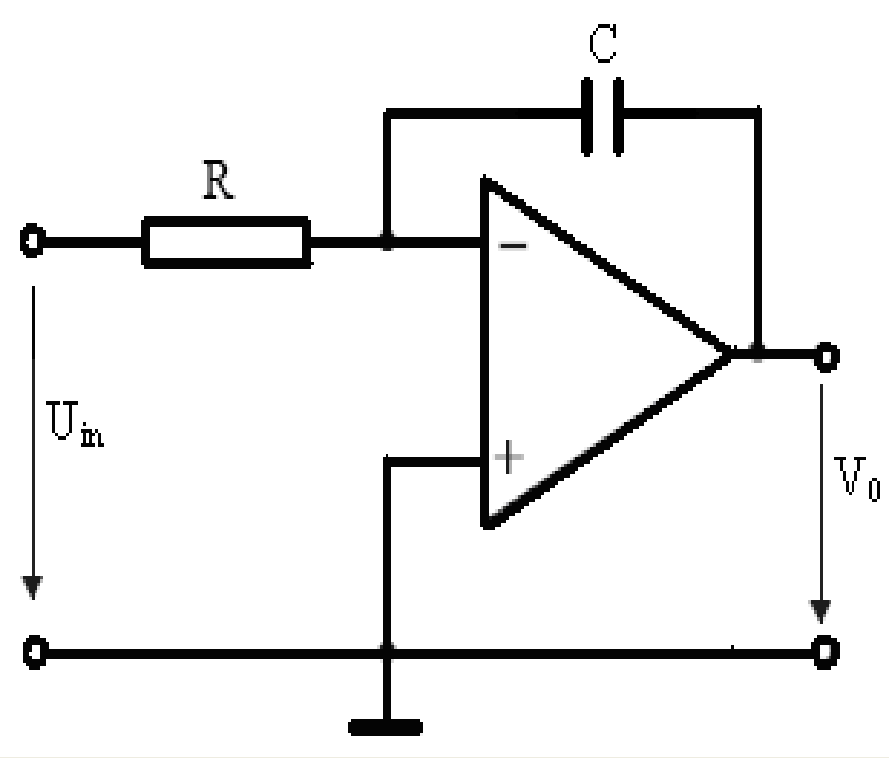
$$R_r = R_i = 2 \cdot R$$

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

Rezistoarele R_1 … R_n au rol de limitare a curenţilor furnizaţi de sursele de semnal, iar rezistoarele Ri şi Rr are rol de reacţie.

9.2.5 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 rezistenţa de reacţie va fi înlocuită cu un condensator.



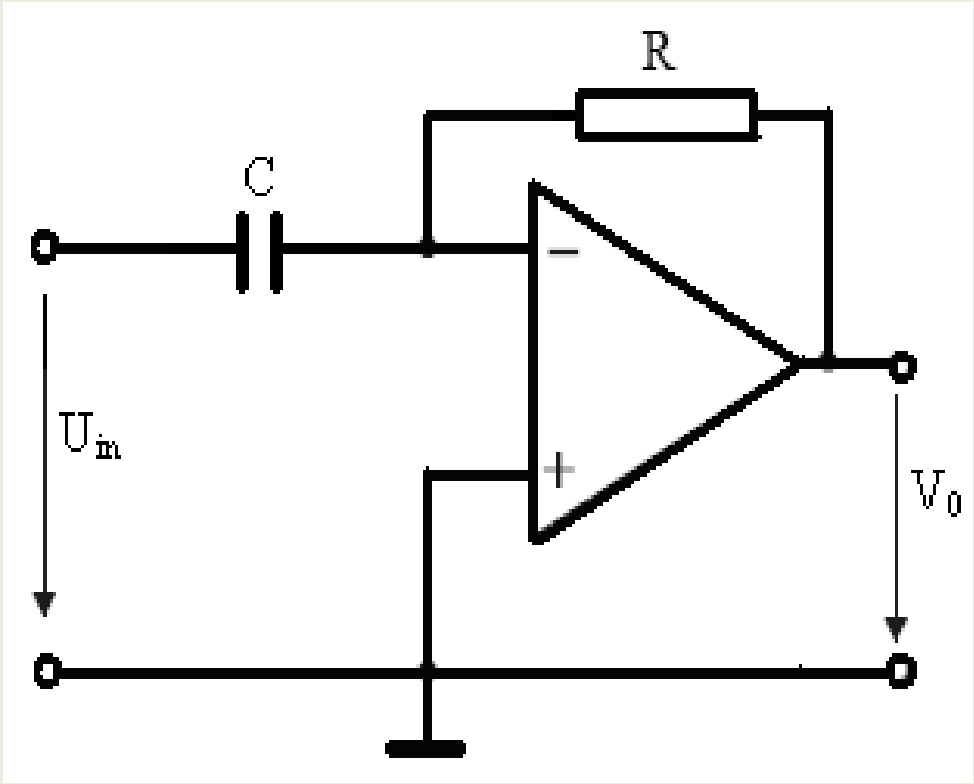
$$V_O = -\frac{1}{RC} \cdot \int_0^t U_{in}(t)dt$$

$\tau = RC$ **CONSTANTA DE TIMP**

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

9.2.6 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 rezistenţa de limitare va fi înlocuită cu un condensator.



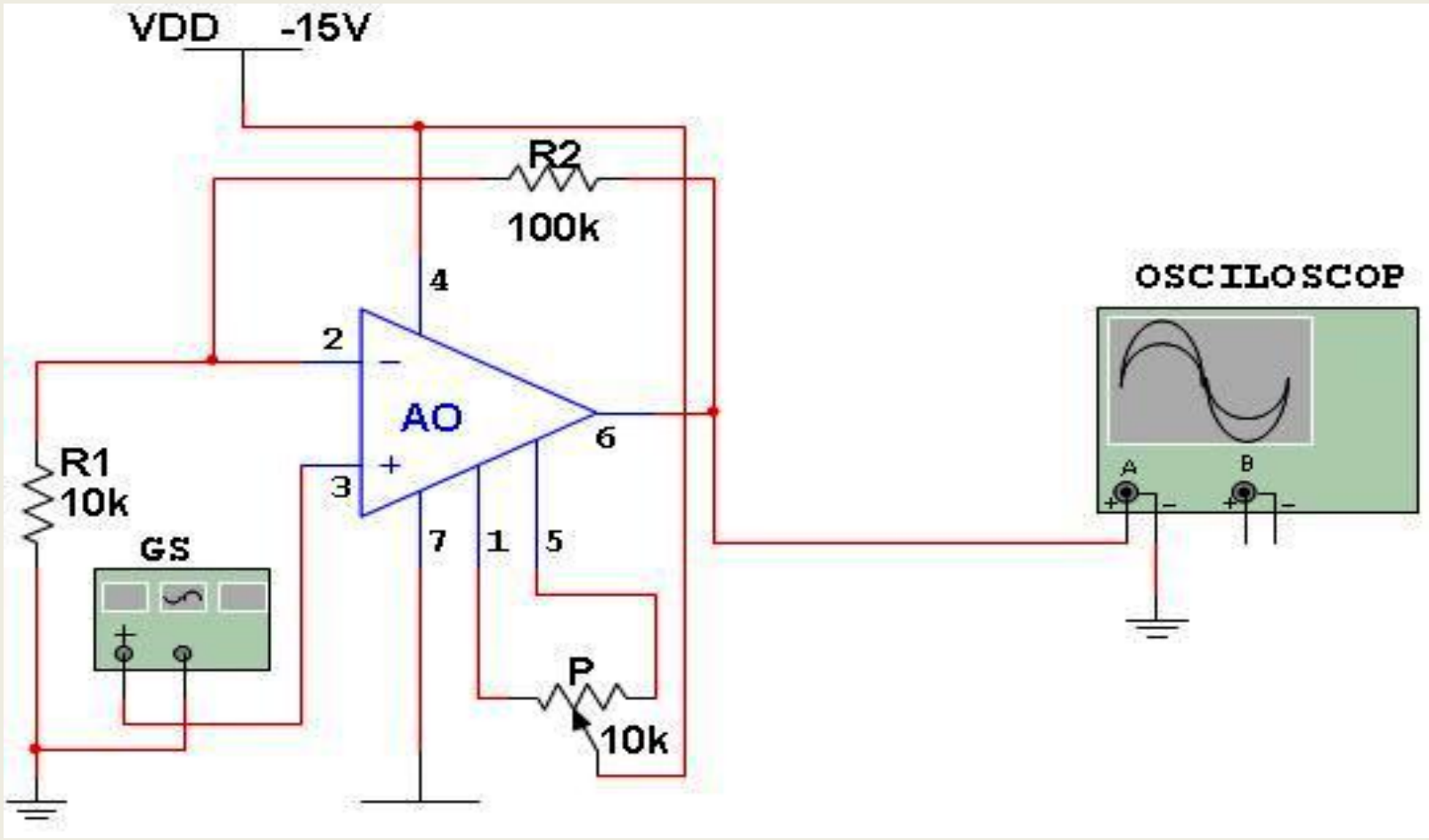
$$V_O = -RC \cdot \frac{dU_{in}(t)}{dt}$$

Rezistorul R şi condensatorul C au rol de reacţie. Ca şi la circuitul integrator ele formează constanta de timp a circuitului.

9.3 DEPANAREA CIRCUITELOR CU AO

9.3.1 DEFECTE ALE AMPLIFICATOARELOR NEINVERSOARE

AO din figura de mai jos este conectat ca amplificator neinversor. La intrarea neinversoare (3) se aplică un semnal sinusoidal de 100 mV şi 100 Hz. La ieşirea AO (6) se conectează un osciloscop. În funcţie de oscilograma indicată de osciloscop se poate localiza defectul.



a. Întreruperea rezistorului R1 – în această situaţie valoarea lui R1 tinde practic spre infinit iar amplificarea în tensiune va fi 1.

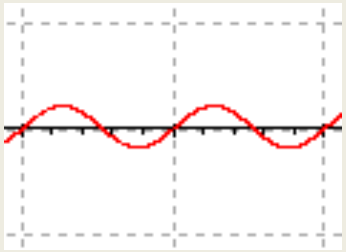
Semnalul indicat de osciloscop va fi identic cu semnalul de intrare.

b. Întreruperea rezistorului R2 – în această situaţie se întrerupe circuitul de reacţie şi AO funcţionează în buclă deschisă cu un câştig în tensiune foarte mare, iar AO intră în regiunea neliniară.

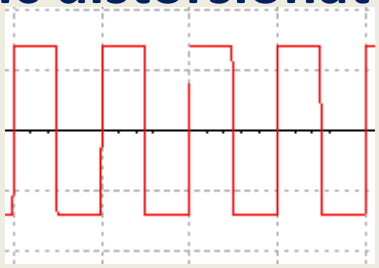
Semnalul indicat de osciloscop este puternic limitat.

c. Întreruperea potenţiometrului P sau reglare incorectă – în această situaţie tensiunea de decalaj de la ieşire va produce limitarea semnalului de la ieşire numai pe una dintre semialternanţe, *dacă semnalul de intrare este suficient pentru a asigura la ieşire maximum de amplitudine.*

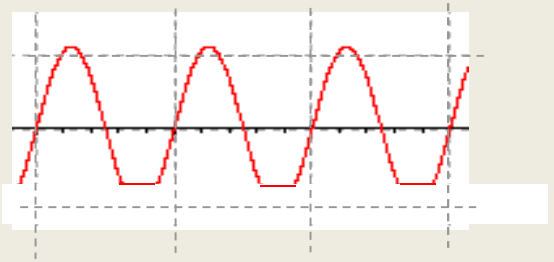
d. Defect intern la AO – în această situaţie *semnalul de ieşire este inexistent* sau este puternic distorsionat



a



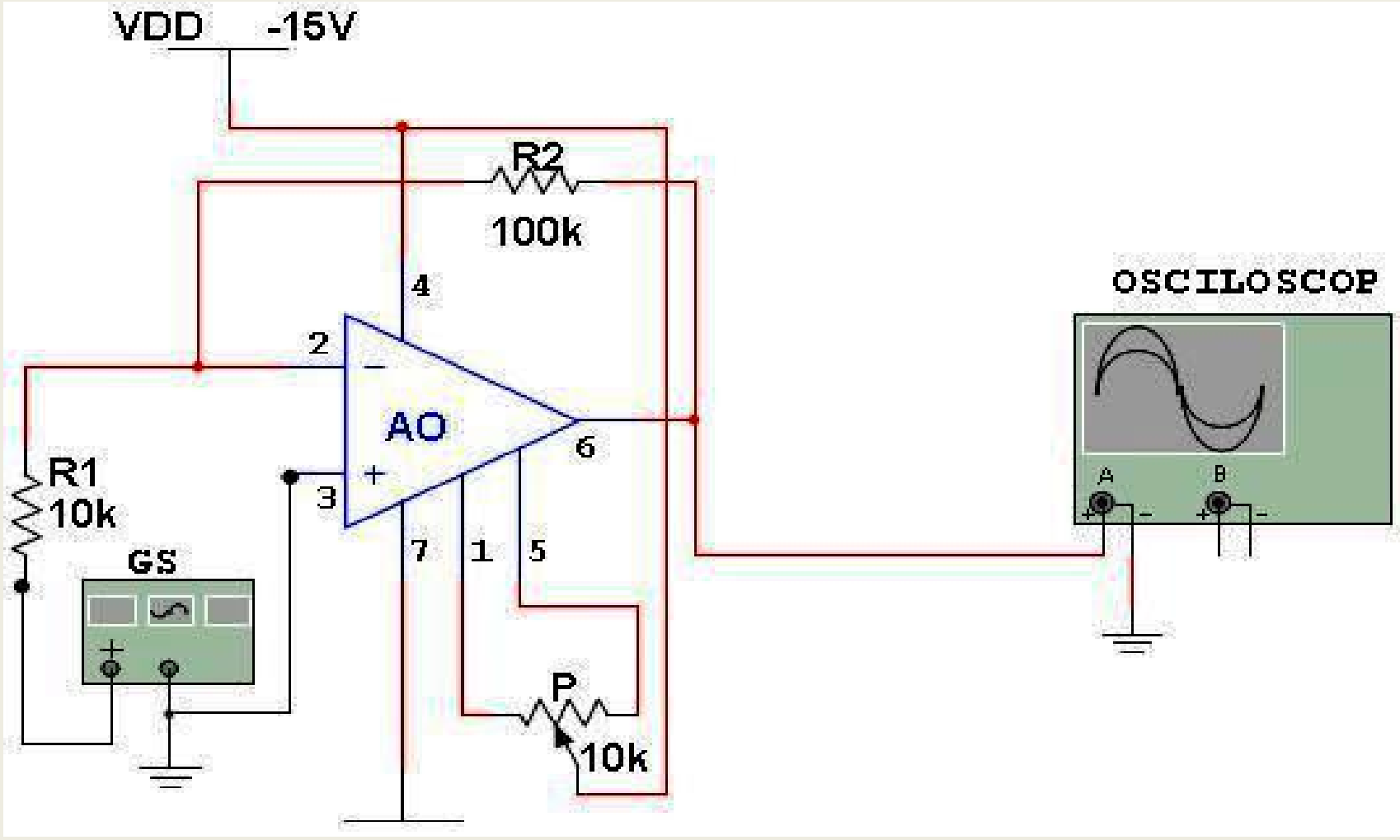
b



c

9.3.2 DEFECTE ALE AMPLIFICATOARELOR INVERSOARE

AO din figura de mai jos este conectat ca amplificator inversor. La intrarea inversoare (2) se aplică un semnal sinusoidal de 100 mV şi 100 Hz. La ieşirea AO (6) se conectează un osciloscop. În funcţie de oscilograma indicată de osciloscop se poate localiza defectul.



a. Întreruperea rezistorului R1 – în această situaţie se întrerupe circuitul pe care semnalul de intrare ajunge la borna (2) a AO. La ieşirea AO semnalul va fi inexistent.
Osciloscopul nu indică nimic.

b. Întreruperea rezistorului R2 – în această situaţie se întrerupe circuitul de reacţie şi AO funcţionează în buclă deschisă cu un câştig în tensiune foarte mare, iar AO intră în regiunea neliniară.
Semnalul indicat de osciloscop este puternic limitat.

c. Întreruperea potenţiometrului P sau reglare incorectă – în această situaţie tensiunea de decalaj de la ieşire va produce limitarea semnalului de la ieşire numai pe una dintre semialternanţe.

d. Defect intern la AO – în această situaţie *semnalul de ieşire este inexistent* sau este puternic distorsionat

Lecțiile de electronică se poate descărca de la adresa:

http://eprofu.ro/tehnic/lectii-discipline-tehnice/

Auxiliarele de electronică se pot descărca de la adresa:

http://eprofu.ro/electronica/

***Adresa e-mail profesor electronică analogică*:**

cornelbn@gmail.com