

Laboratorul 5

Dispozitive electronice și electronică analogică

Tudor Diana Ioana

Constantinescu Vlad

Cozma Andrei

Circuite Elementare cu Amplificatoare Operaționale.

1 Scopul lucrării

În cadrul acestui laborator veți studia circuite elementare care au la bază amplificatoare operaționale (AO) - en. *operational amplifier* -Op-Amp.

2 Noțiuni teoretice

Amplificatorul operațional, reprezentat în figura următoare, este un circuit integrat, cu două intrări și cu o ieșire. Intrarea notată cu + se numește intrare neinversoare¹, iar cea notată cu - se numește intrare inversoare². În continuare vom folosi notațiile V_{i+} pentru potențialul din borna de intrare neinversoare (potențial măsurat față de masa circuitului), V_{i-} pentru potențialul din borna de intrare inversoare și V_o pentru potențialul din borna de ieșire.

Tensiunea generată de amplificatorul operațional la ieșire este de sute de mii de ori mai mare decât diferența dintre intrări ($V_{i+} - V_{i-}$). Altfel spus, amplificatorul operațional este un amplificator diferențial care amplifică foarte mult (A_d este de ordinul 10^5) tensiunea diferențială de intrare.

Amplificatoarele operaționale sunt montaje electronice care sunt alimentate de la surse de tensiune cu tensiune finită. Ele generează la ieșire tensiuni cuprinse în intervalul generat de cele două tensiuni de alimentare.

Un amplificator **ideal**, are următoarele proprietăți teoretice:

- Amplificarea tensiunii diferențiale de intrare (A_d), în buclă deschisă, tinde la ∞ .
- Impedanța de intrare diferențială (raportată la o conexiune între borna inversoare și cea neinversoare), dar și impedanțele de intrare ale intrărilor (raportate față de masă) sunt ∞ . Astfel, curentul prin bornele de intrare inversoare (-) și neinversoare (+) este 0.
- Impedanța de ieșire este 0.

¹en. non-inverting input

²en. inverting input

- Bandă de trecere infinită, adică funcționarea amplificatorului ideal este independentă de frecvența semnalelor de la intrare.
- Tensiunea de ieșire poate varia între orice limite.

Un amplificator operațional **real**, are următoarele proprietăți:

- Amplificarea tensiunii diferențiale de intrare (A_d) este de ordinul sutelor de mii (10^5).
- Impedanța de intrare este de ordinul $G\Omega$ spre $T\Omega$ ($10^{12} - 10^{13}\Omega$), iar în cazul amplificatoarelor mai vechi, implementate în tehnologie cu tranzistoare bipolare, aceasta poate să scadă până la ordinul de $M\Omega$.
- Curenții de intrare sunt de ordinul pA sau nA , iar în cazul amplificatoarelor mai vechi pot ajunge până la valori de μA .
- Impedanța de ieșire este de ordinul zecilor de Ω .
- Banda de trecere poate varia de la ordinul MHz până la ordinul de GHz.
- Tensiunea de ieșire poate varia până aproape de tensiunile de alimentare.

Reacția în amplificatoare

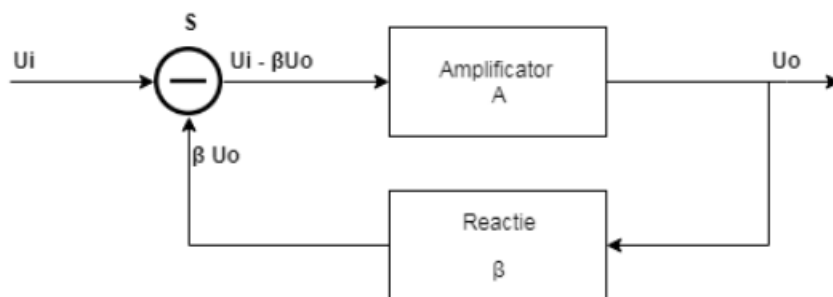


Figura 1

$$U_o = A(U_i - \beta \cdot U_o) \quad (1)$$

$$U_o \cdot (1 + A \cdot \beta) = A \cdot U_i \quad (2)$$

$$U_o = \frac{A}{1 + A \cdot \beta} \cdot U_i \quad (3)$$

$$U_o = \frac{1}{\frac{1}{A} + \beta} \cdot U_i \quad (4)$$

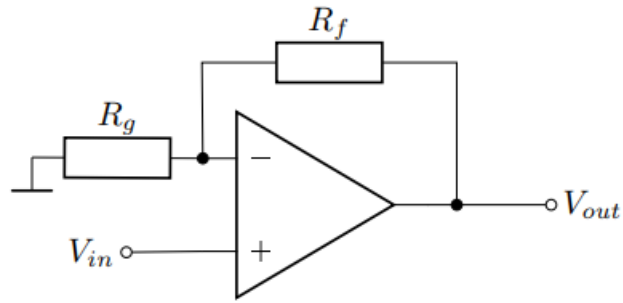


Figura 2

Circuit amplificator inversor

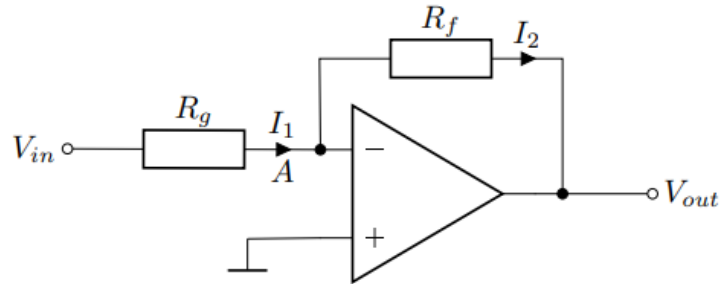


Figura 3: AO inversor

Descrierea circuitului:

- Semnalul V_{in} se conectează la borna inversoare (-) prin intermediul rezistenței R_g ;
- Se utilizează o conexiune în buclă de reacție negativă realizată prin intermediul lui R_f ;
- Borna neinversoare (+) este conectată la masă.

Formula care descrie, pentru acest circuit, dependența tensiunii de ieșire în funcție de componente și de tensiunea de intrare este:

$$V_{out} = -\frac{R_f}{R_g} V_{in} \quad (5)$$

Circuit amplificator neinversor

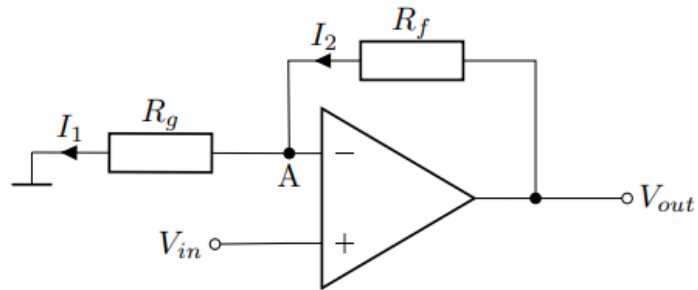


Figura 4: AO neinversor

Descrierea circuitului:

- Semnalul V_{in} se conectează la borna neinversoare (+);
- Borna inversoare este conectată la masă prin intermediul rezistenței R_g ;
- Se utilizează o conexiune în buclă închisă cu reacție negativă realizată prin intermediul lui R_f .

Formula care descrie, pentru acest circuit, dependența tensiunii de ieșire în funcție de componente și de tensiunea de intrare este:

$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_f}{R_g}\right) V_{in} \quad (10)$$

Circuit repetor

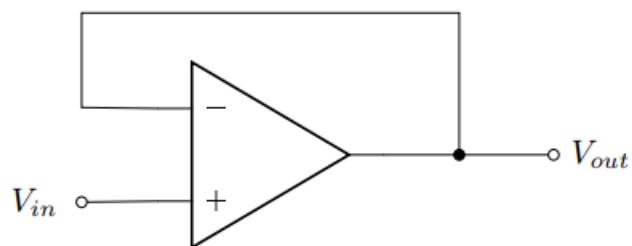


Figura 5: AO repetor

Descrierea circuitului:

- Semnalul de intrare se aplică pe borna neînversoare (+);
- Se folosește o conexiune în buclă închisă cu reacție negativă.

Circuit comparator

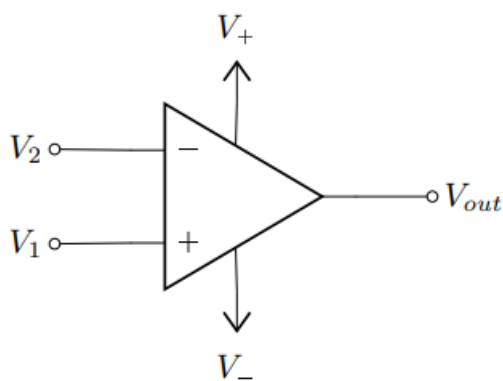
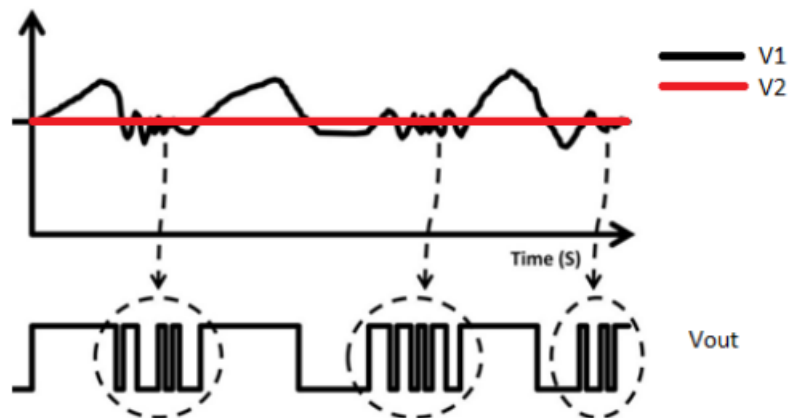


Figura 6: Comparator



Circuit comparator cu histerezis

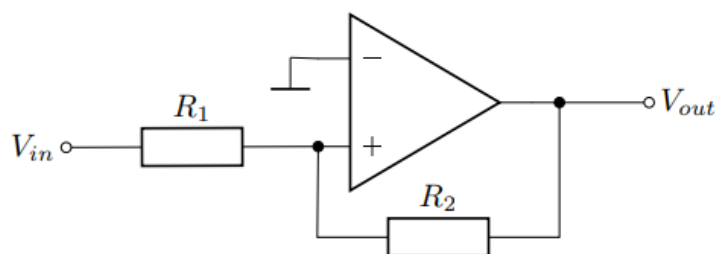


Figura 8: Comparatorul cu histerezis

Circuitele cu histerezis sunt cele care nu depind doar de semnalele de intrare, ci și de stările anterioare.

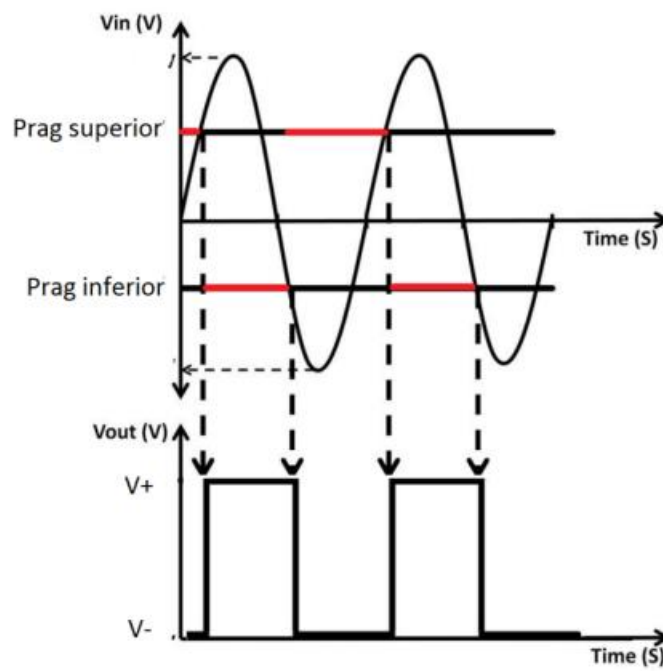


Figura 9: Semnalul de la intrarea comparatorului cu histerezis și ieșirea acestuia

Circuit integrator

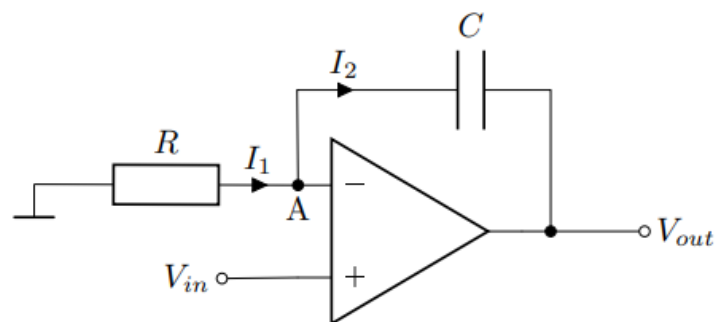


Figura 10: AO integrator

Amplificatorul diferențial

Amplificatorul diferențial realizat cu AO este reprezentat în figura 12.

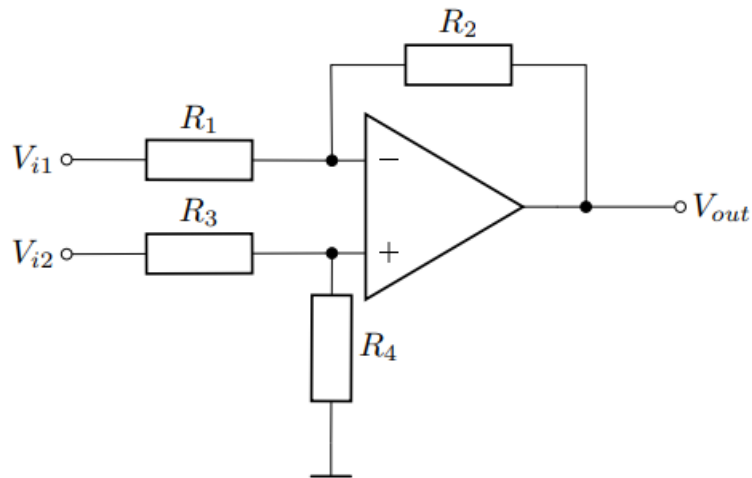


Figura 12: Amplificatorul diferențial

Pentru un AO ideal, tensiunea de ieșire se poate scrie sub forma:

$$V_{out} = -\frac{R_2}{R_1} V_{i1} + \frac{R_3}{R_3 + R_4} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) V_{i2} \quad (23)$$

Amplificatorul de instrumentație

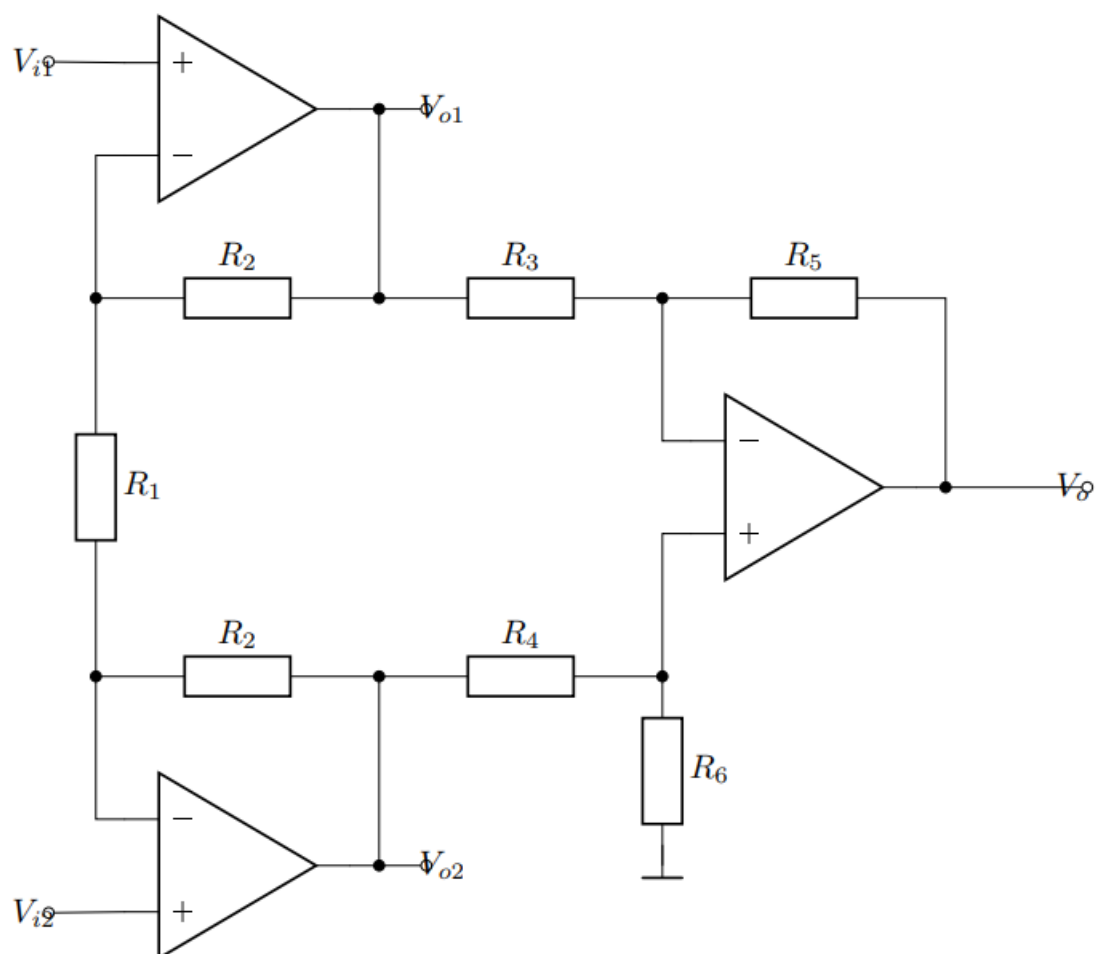


Figura 13: Amplificatorul de instrumentație

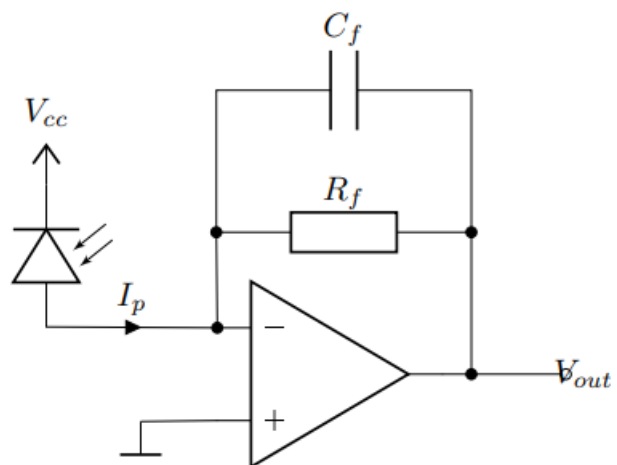


Figura 16

3 Desfășurarea lucrării

În cadrul lucrării curente, se dorește realizarea conexiunilor cu amplificatoare operaționale prezentate în partea teoretică a îndrumarului.

În Figura 17 este prezentat circuitul operațional TL072 pe care îl veți utiliza în cadrul acestui laborator. TL072 este un circuit integrat ce conține două amplificatoare operaționale independente. Datasheet-ul poate fi consultat la adresa următoare: Datasheet Texas Instruments TL072

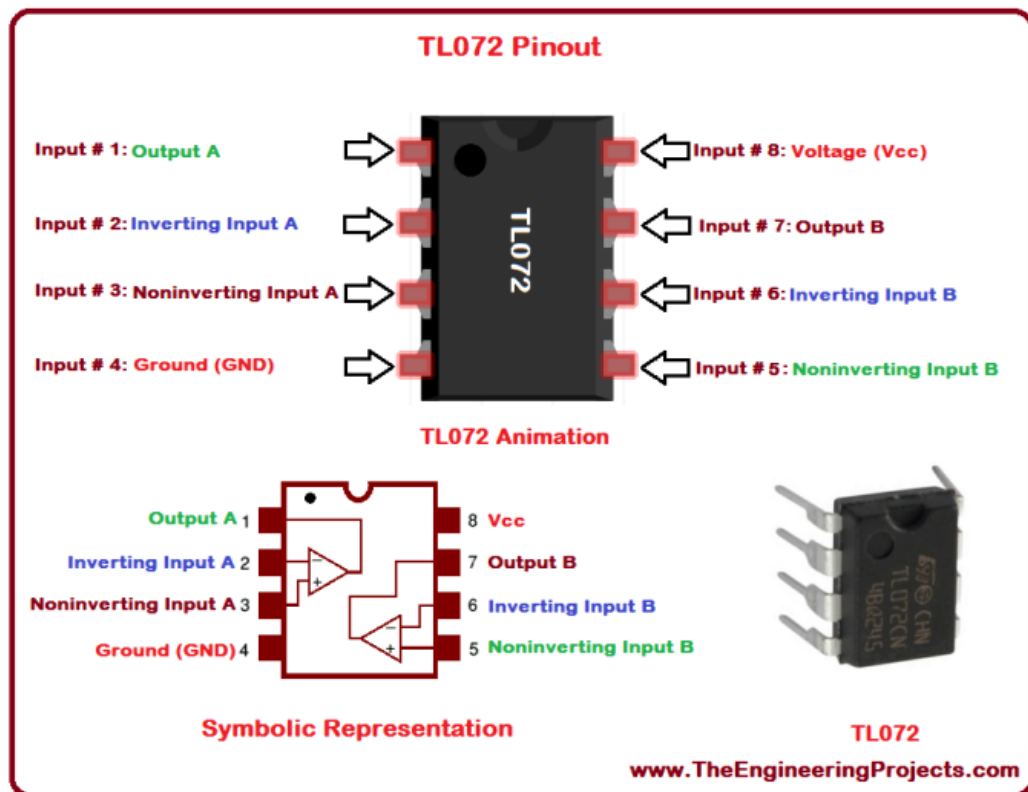
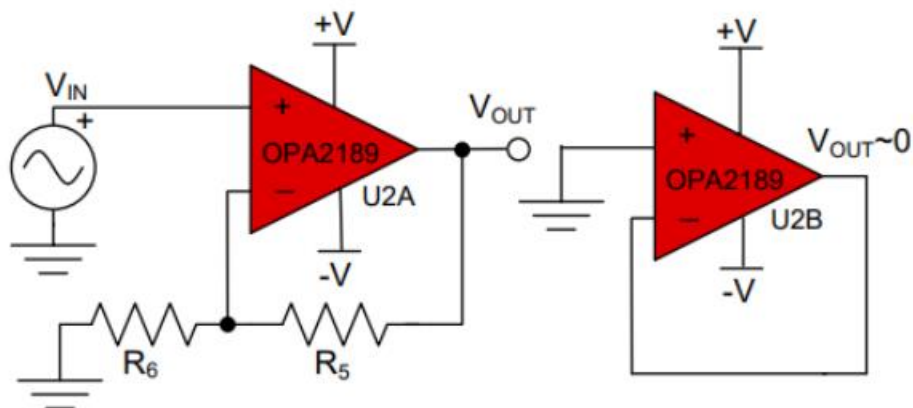


Figura 17



Copyright © 2017, Texas Instruments Incorporated

Proper Implementation of Unused Op Amps - Split Supply Rail

Figura 18

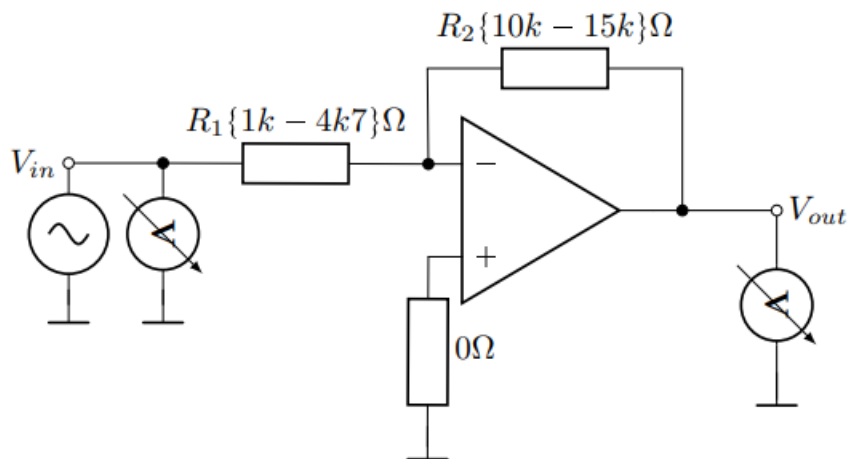


Figura 19: Amplificatorul inversor

3.2 Circuit neinversor

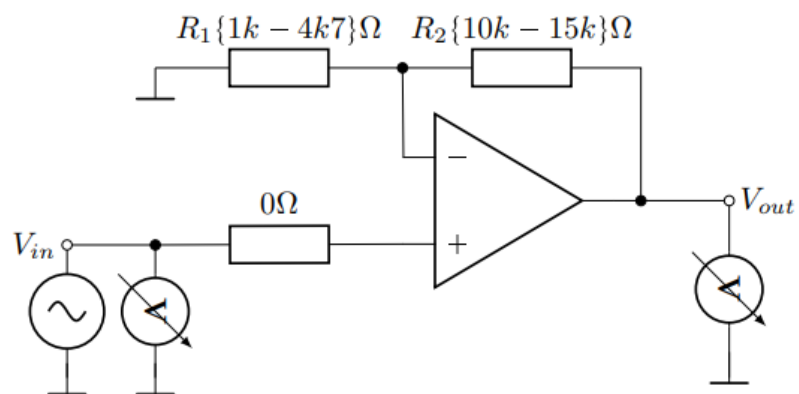


Figura 20: Amplificatorul neinversor

