

Circuite analogice

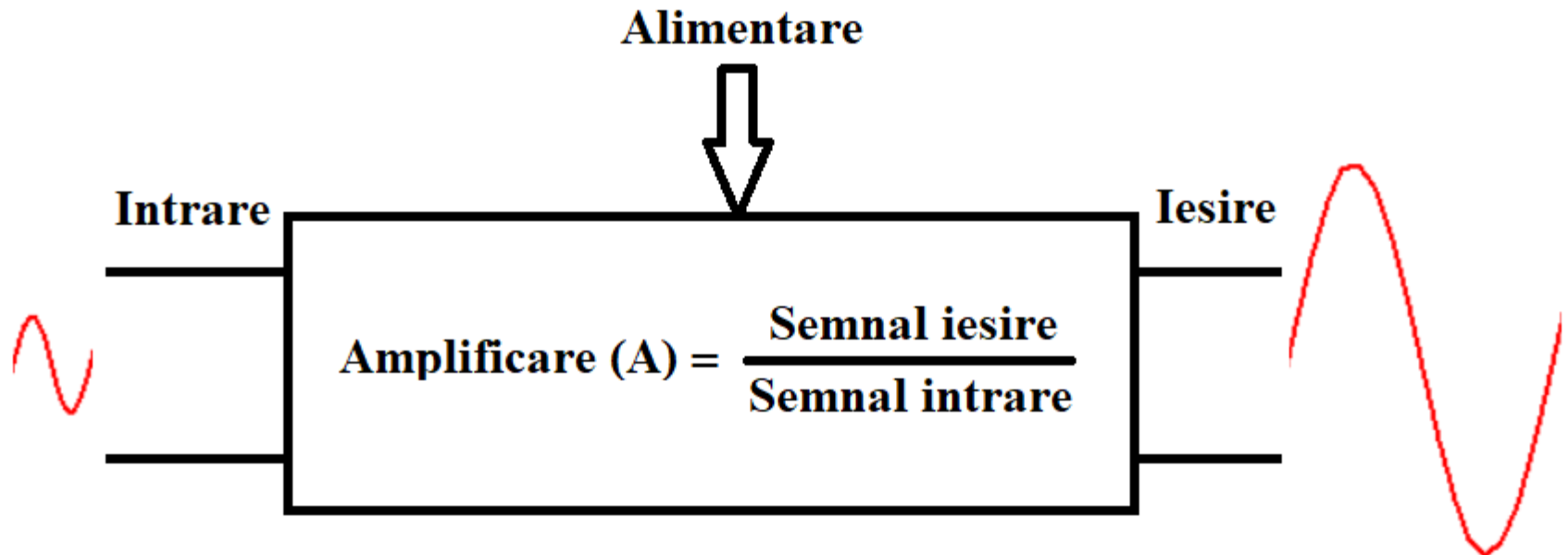
Amplificatoare operaționale

Surse de tensiune continuă

Oscilatoare

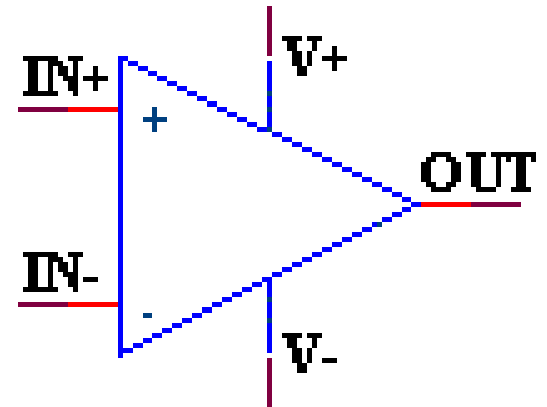
Amplificatoare

- Dispozitiv / circuit electronic folosit pentru a crește amplitudinea semnalului de intrare
- $V_{OUT} = A * V_{IN}$



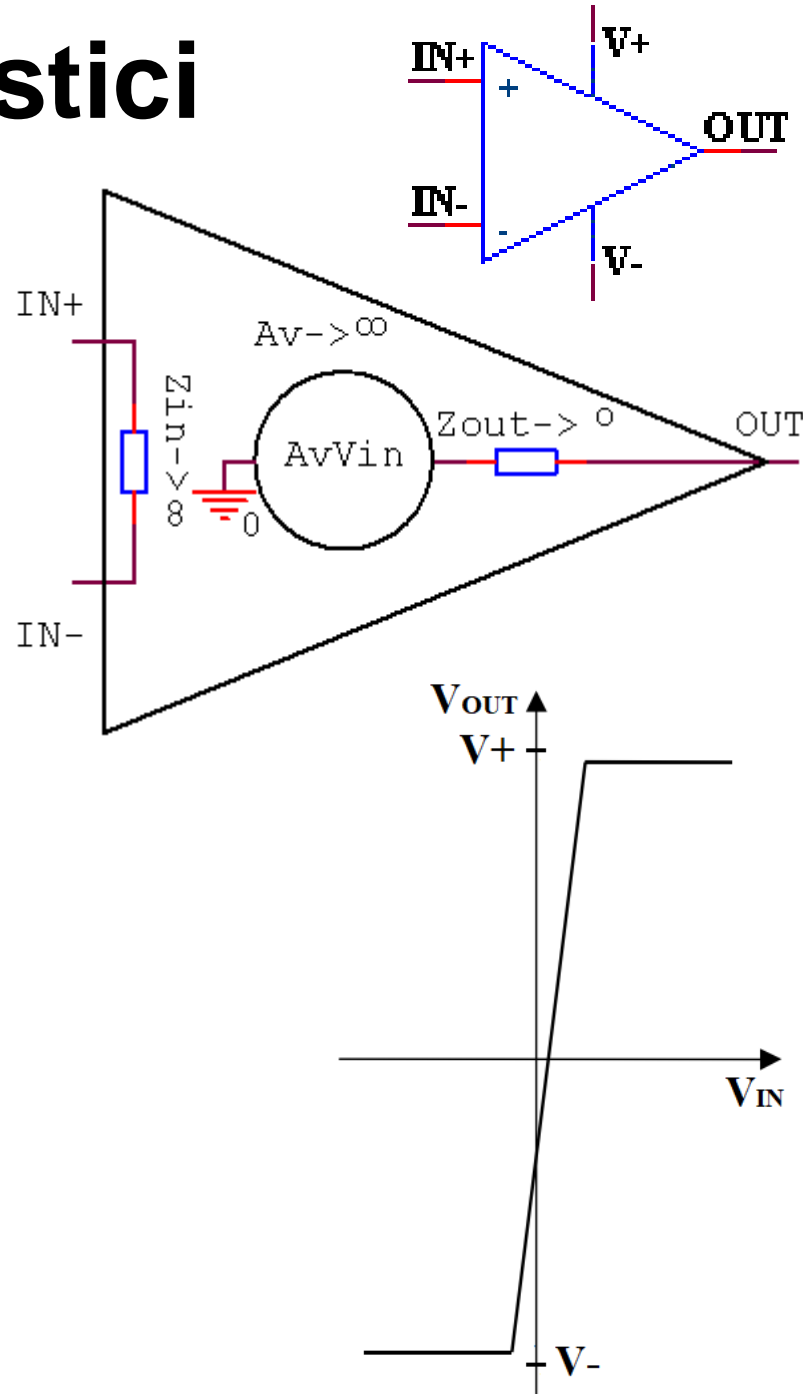
Amplificatoare operaționale

- simbol
 - intrari
 - intrarea inversoare (IN-)
 - intrarea neinversoare (IN+)
 - ieșire (OUT)
 - alimentari cu tensiune continuă
 - alimentare pozitiva (V+)
 - alimentare negativa (V-)



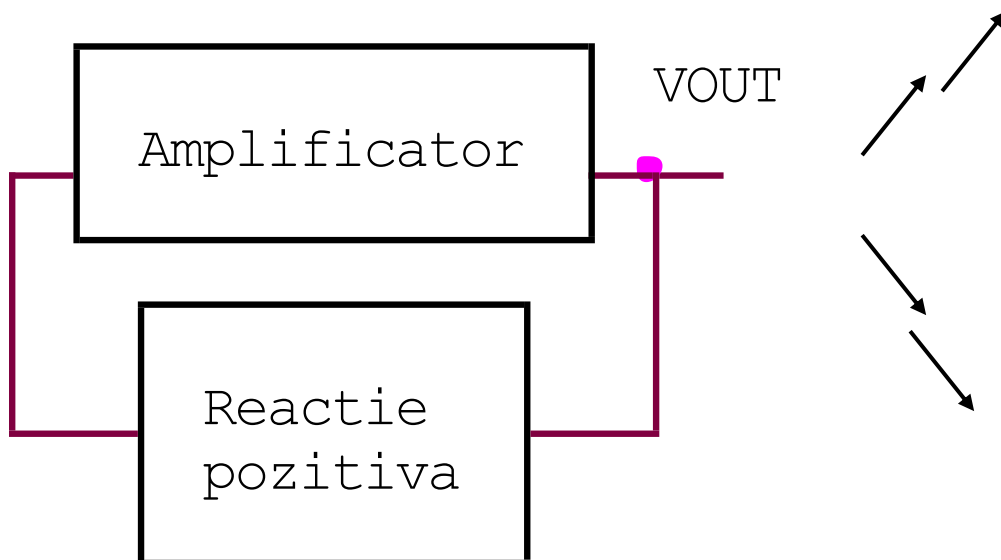
Caracteristici

- impedanța de intrare foarte mare (ideal ∞)
- curenți de intrare foarte mici (ideal 0)
- amplificarea sau câștigul în tensiune (A_V) foarte mare (ideal ∞)
- tensiunea de ieșire limitată de tensiunile de alimentare
- tensiunea între intrări foarte mică (ideal 0)
- impedanța de ieșire foarte mică (ideal 0)



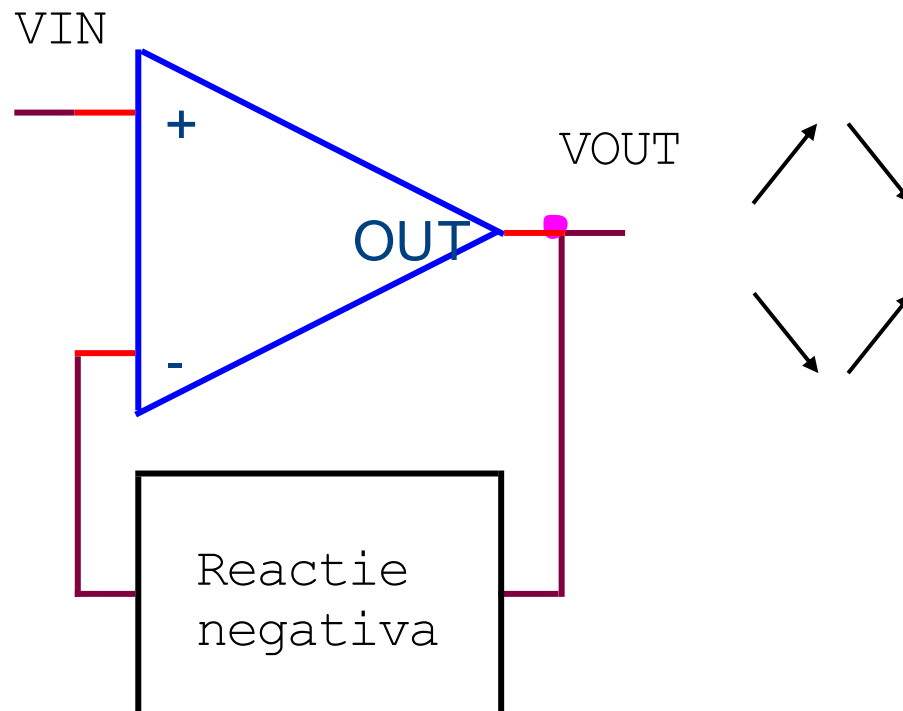
Reacție pozitivă

- o parte din semnalul de ieșire este adus la intrare cu un defazaj total nul producând o creștere a semnalului de ieșire



Reacția negativă

- o parte din semnalul de ieșire este adus la intrare cu un defazaj de 180° față de semnalul de intrare producând o scădere a semnalului de ieșire

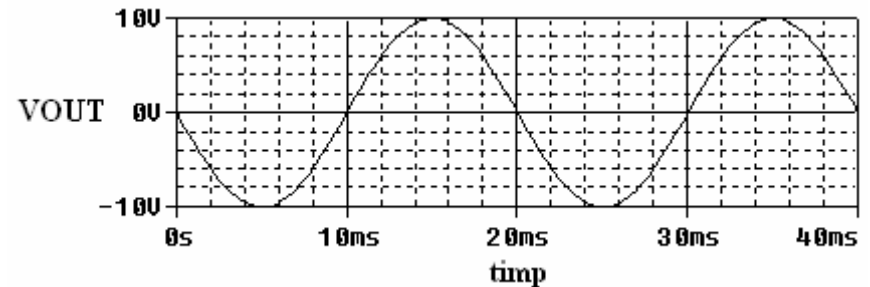
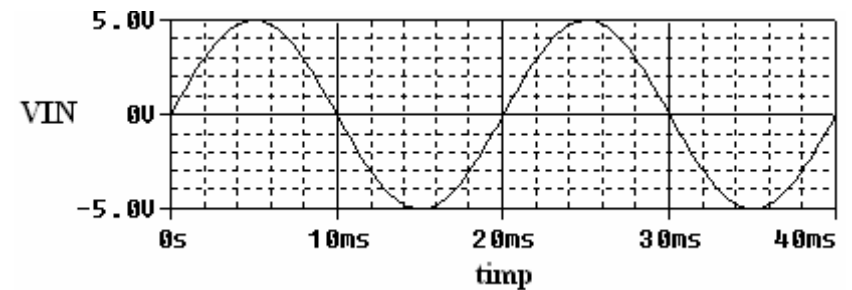
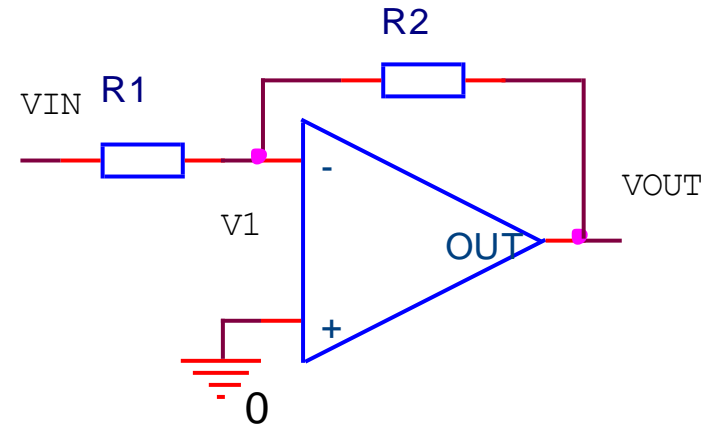
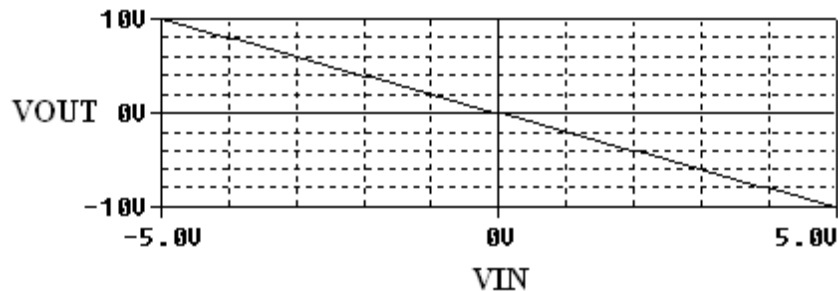


Amplificator cu câștig constant

- $V_1 = 0V$
- $I_{R1} = I_{R2}$

$$I = \frac{V_{IN}}{R_1} = -\frac{V_{OUT}}{R_2}$$

$$V_{OUT} = -\frac{R_2}{R_1} V_{IN}$$

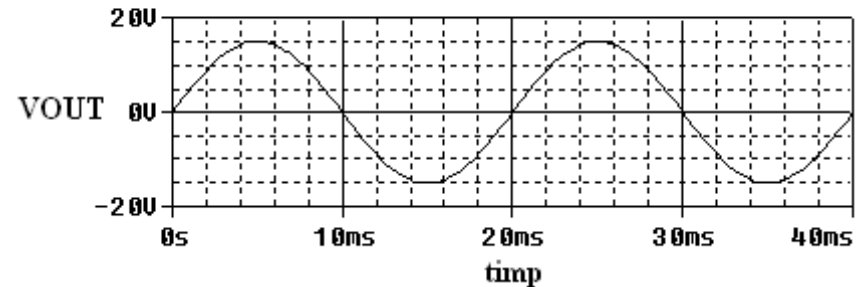
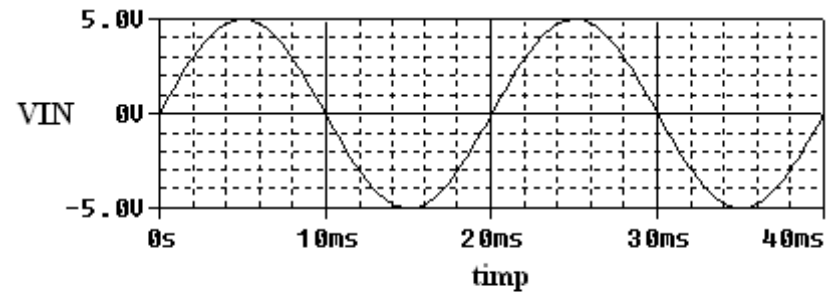
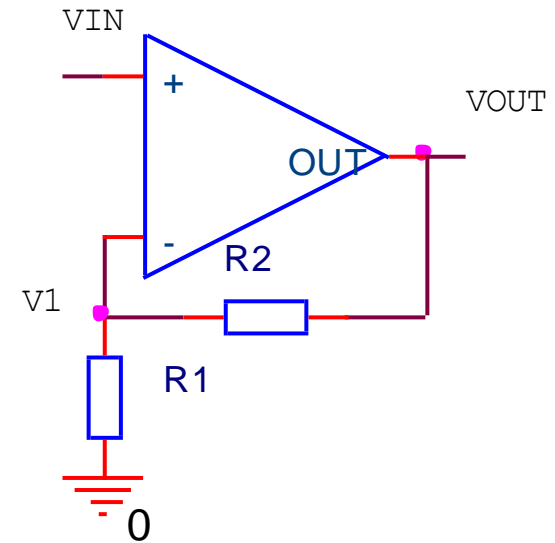
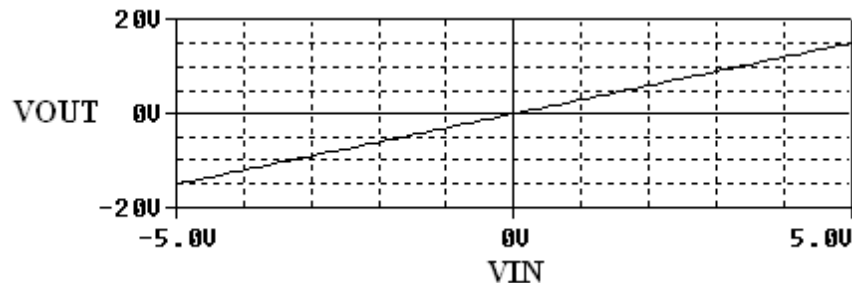


Amplificator neinversor

- $V_{IN} = V_1$
- $I_{R1} = I_{R2}$

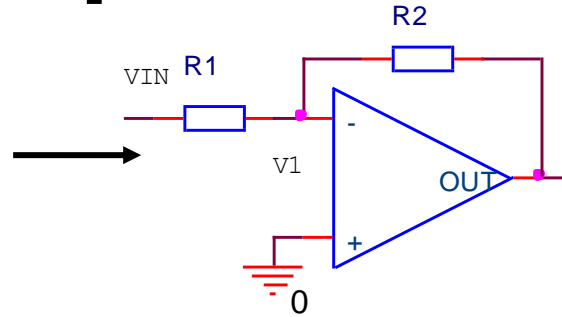
$$V_{IN} = V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{OUT}$$

$$V_{OUT} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_{IN}$$



Amplificator sumator

Amplificator cu câștig constant

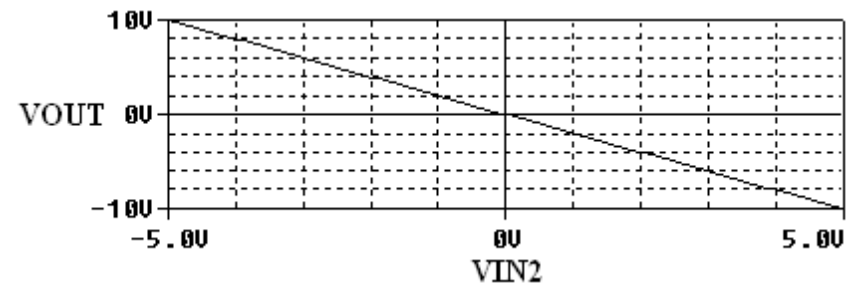
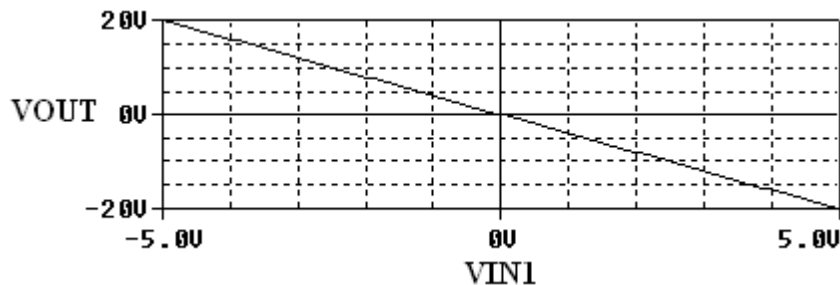
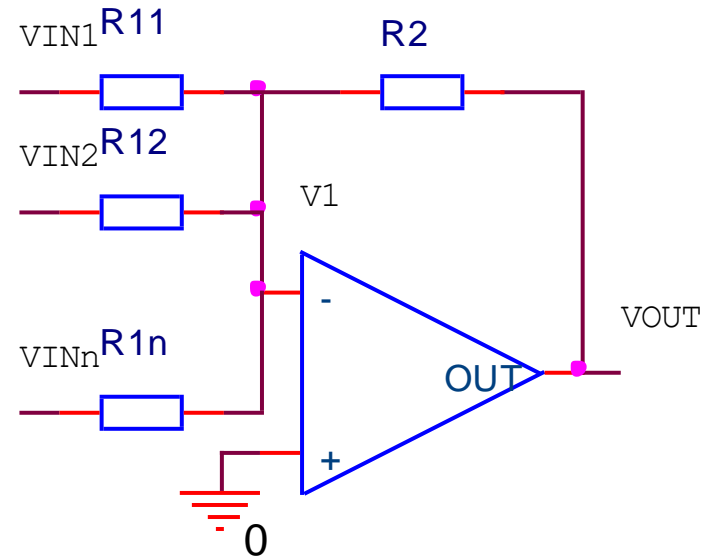


$$V_{OUT} = -\frac{R_2}{R_1} V_{IN}$$

- $V_1 = 0V$
- $I_{R2} = I_{R11} + \dots + I_{R1n}$

$$I_{R2} = -\frac{V_{OUT}}{R_2} = \frac{V_{IN1}}{R_{11}} + \dots + \frac{V_{INn}}{R_{1n}}$$

$$V_{OUT} = -\left(\frac{R_2}{R_{11}} V_{IN1} + \dots + \frac{R_2}{R_{1n}} V_{INn}\right)$$



Circuit integrator

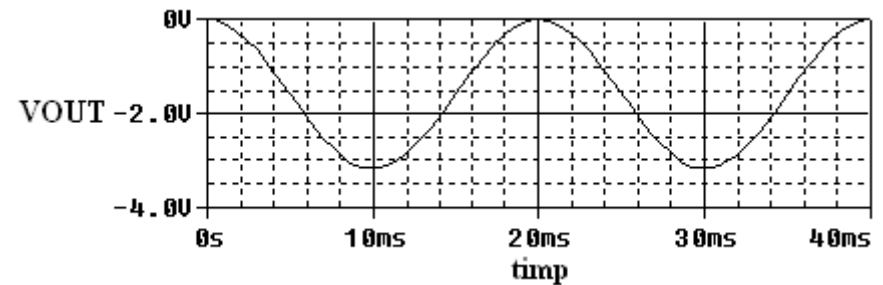
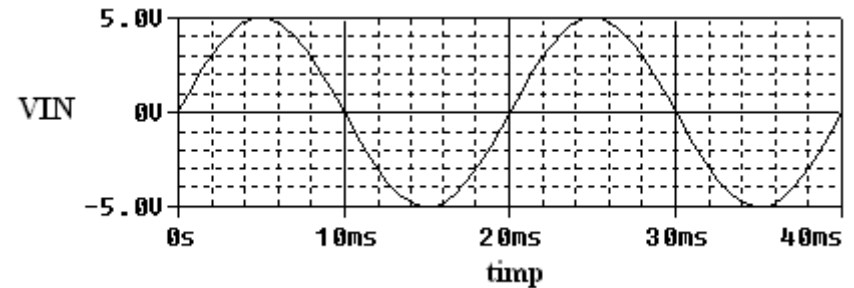
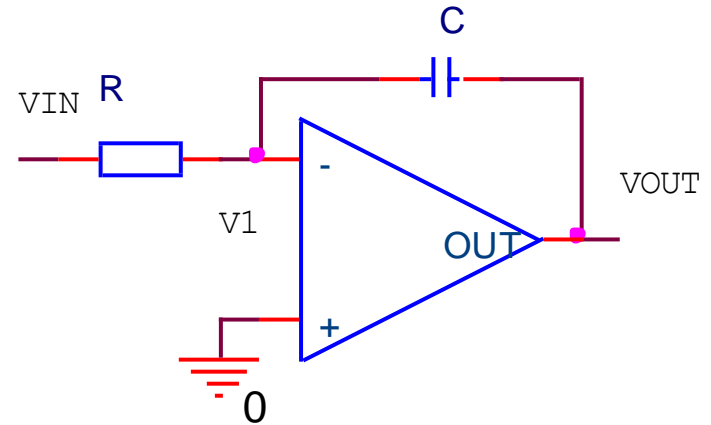
$$Z_c = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{sC}$$

- $V_1 = 0V$
- $I_R = I_C$

$$I = \frac{V_{IN}}{R_1} = -\frac{V_{OUT}}{Z_C} = -sCV_{OUT}$$

$$V_{OUT} = -\frac{1}{sCR} V_{IN}$$

$$v_{out}(t) = -\frac{1}{RC} \int v_{in}(t) dt$$



Circuit derivator

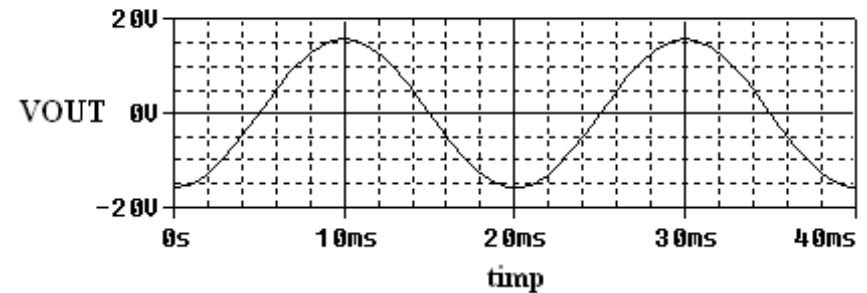
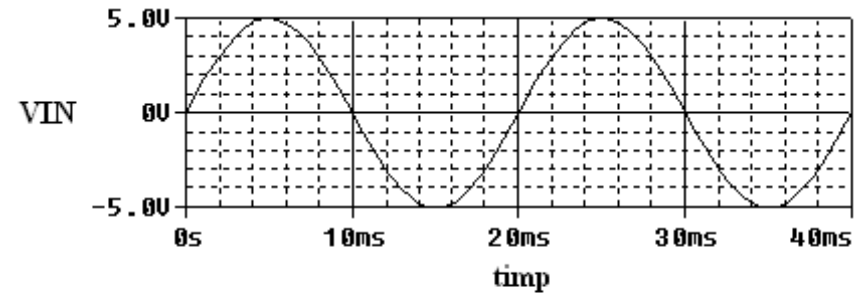
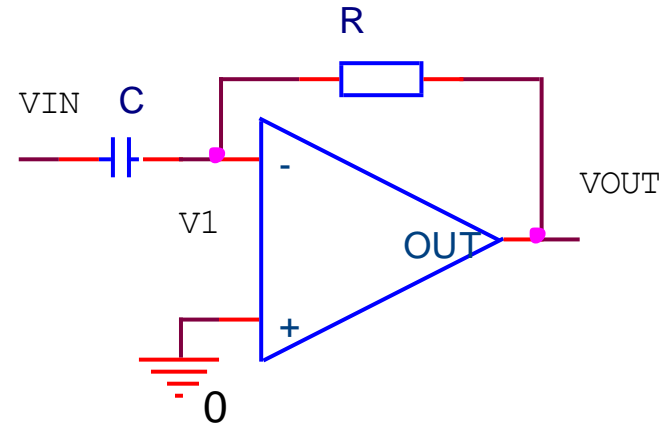
$$Z_c = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{sC}$$

- $V_1 = 0V$
- $I_R = I_C$

$$I = -\frac{V_{OUT}}{R} = \frac{V_{IN}}{Z_C} = sCV_{IN}$$

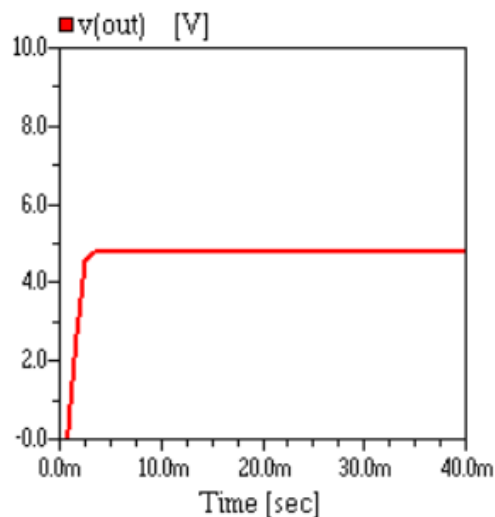
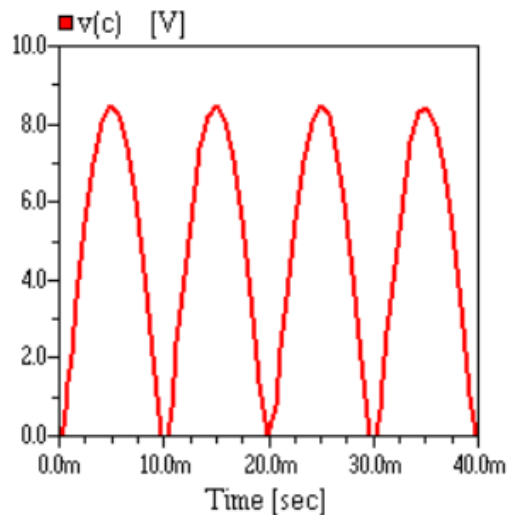
$$V_{OUT} = -sCRV_{IN}$$

$$v_{out}(t) = -RC \frac{dv_{in}(t)}{dt}$$



Surse de tensiune continuă

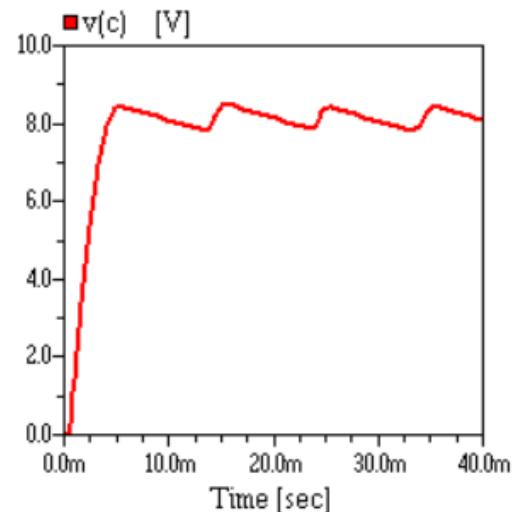
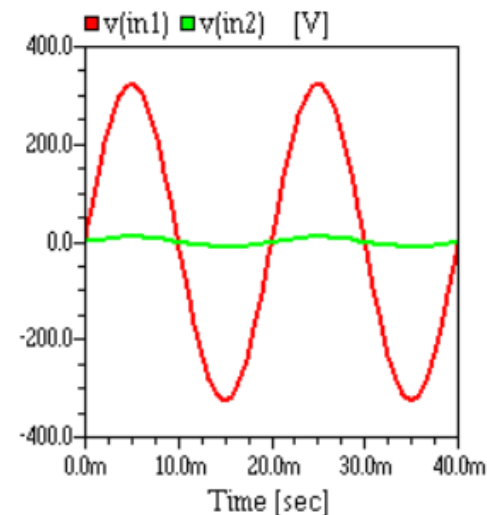
- transformator: separă aparatul de rețeaua de curent alternativ și modifică valoarea tensiunii rețelei la valoarea necesară obținerii tensiunii sursei



- redresor: transformă tensiunea alternativă într-o formă de undă având componenta continuă diferită de zero

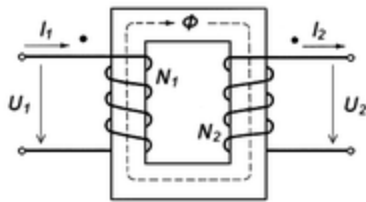
- filtru: atenuează variațiile de tensiune furnizate de redresor

- stabilizator: generează o tensiune cât mai apropiată de tensiunea continuă

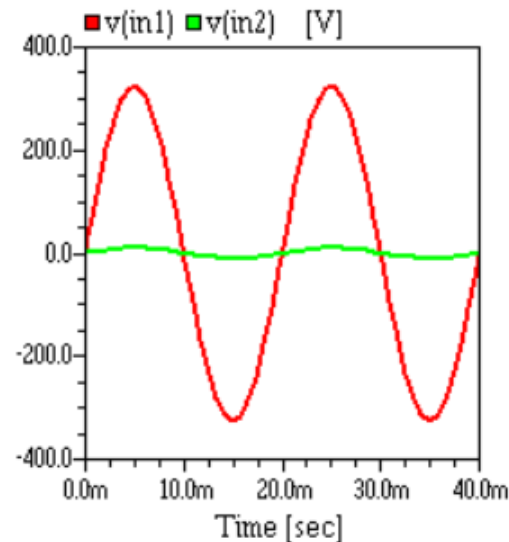
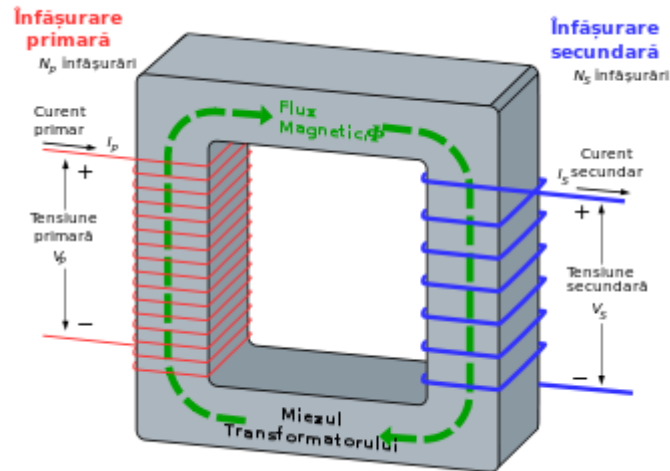


Transformator

- separă aparatul de rețeaua de curent alternativ
- modifică valoarea tensiunii rețelei la valoarea necesară obținerii tensiunii sursei
- in Romania $U_{ef}=230V$, $f=50Hz$

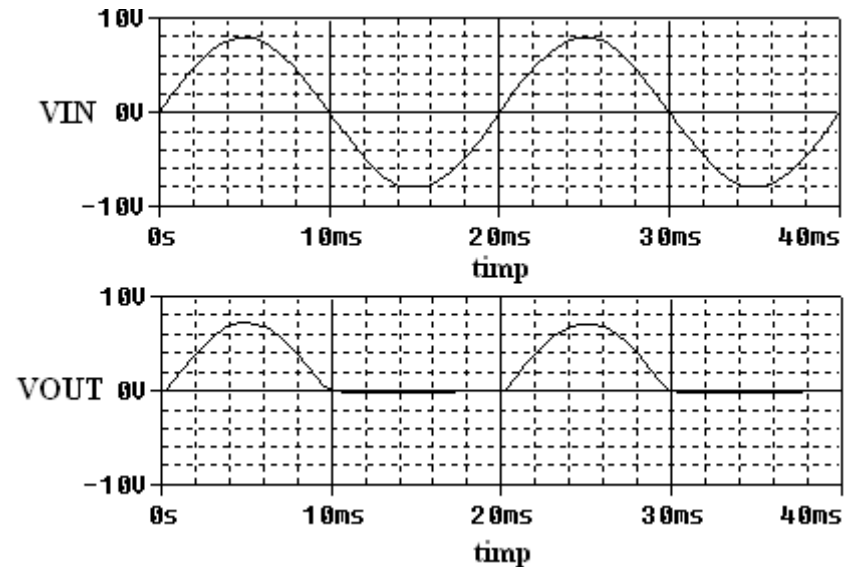
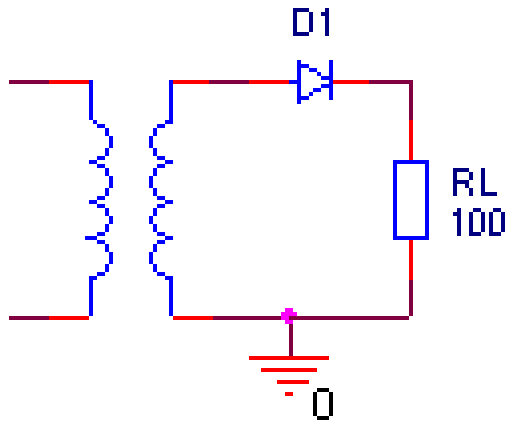


$$\frac{U_1}{U_2} \simeq \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = k$$

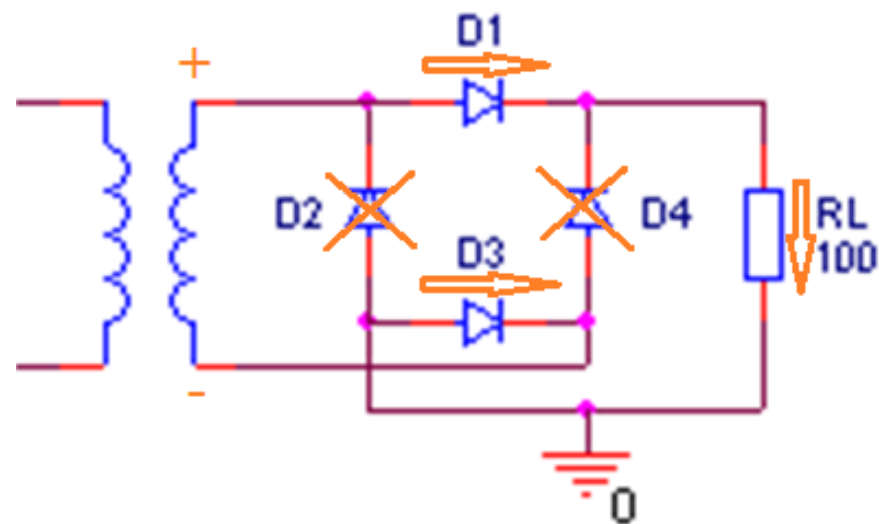


Redresor monoalternanță

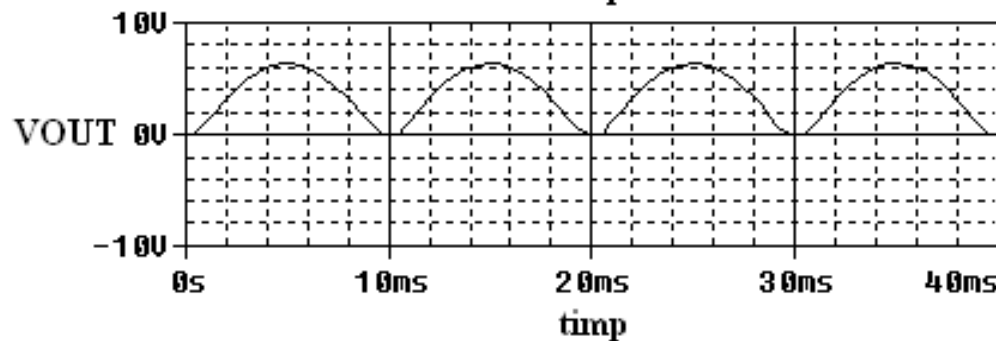
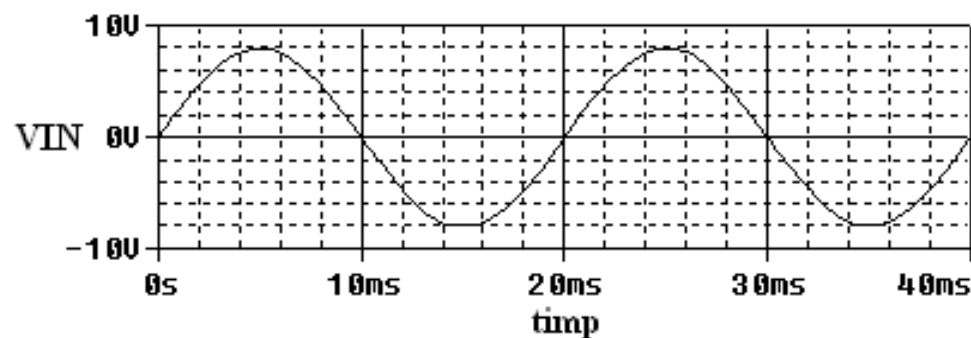
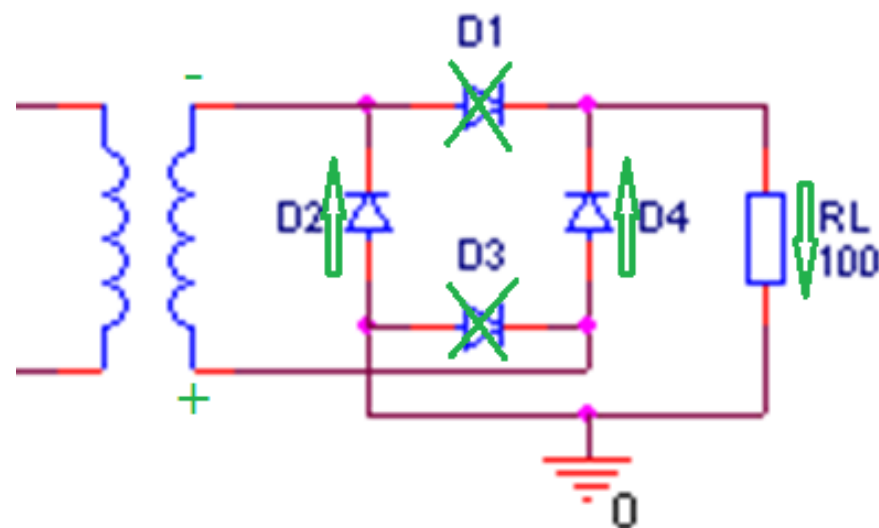
- D_1 este deschisă în alternanțele pozitive și blocată în alternanțele negative



Redresor dublă alternanță în punte

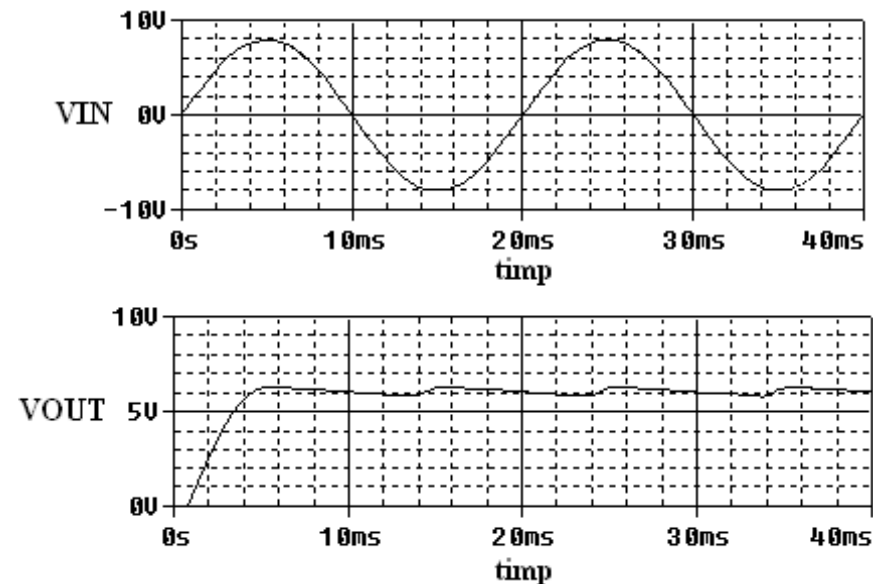
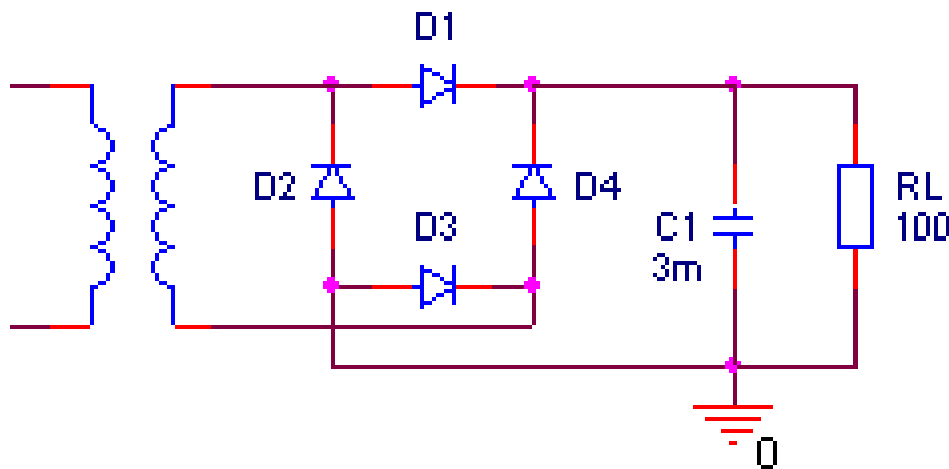


- D_1 și D_3 sunt deschise în alternanțele pozitive
- D_2 și D_4 sunt deschise în alternanțele negative



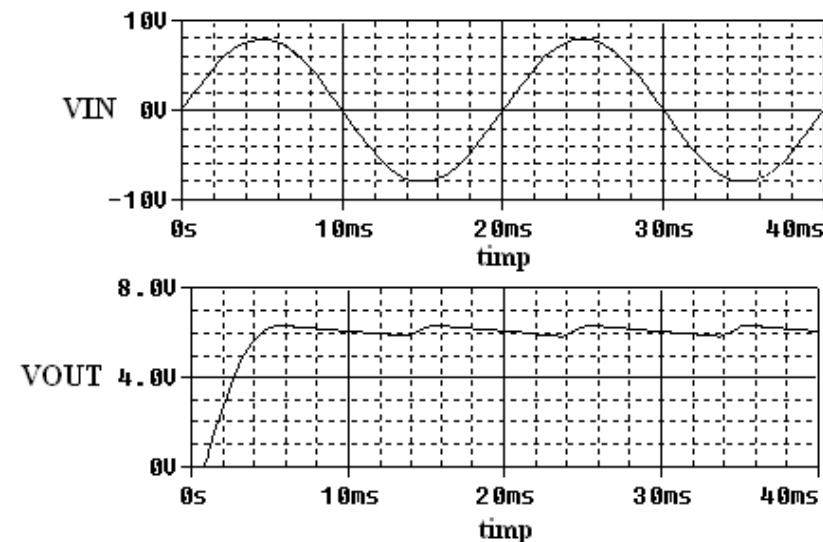
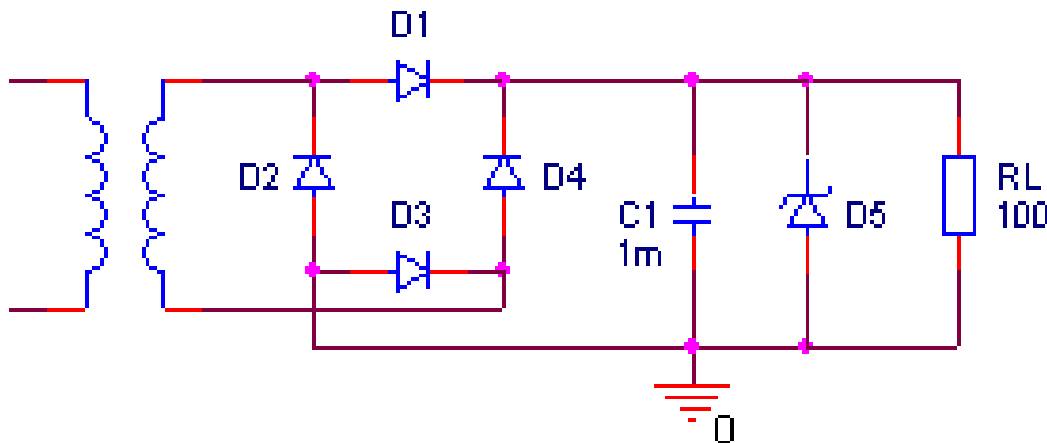
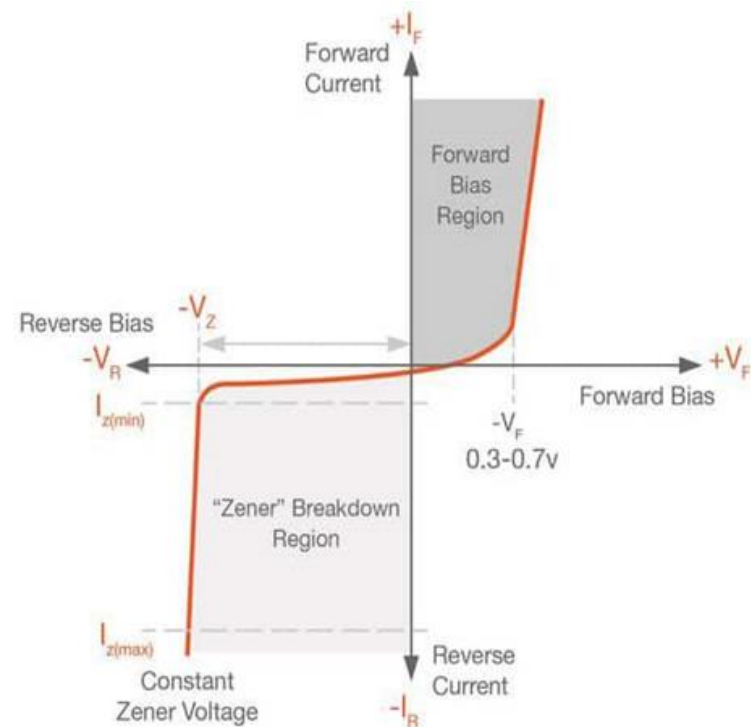
Redresor cu filtru

- dacă tensiunea furnizată de redresor este mai mare decât tensiunea pe condensator, acesta înmagazinează energie
- dacă tensiunea furnizată de redresor este mai mică decât tensiunea pe condensator, acesta debitează energie



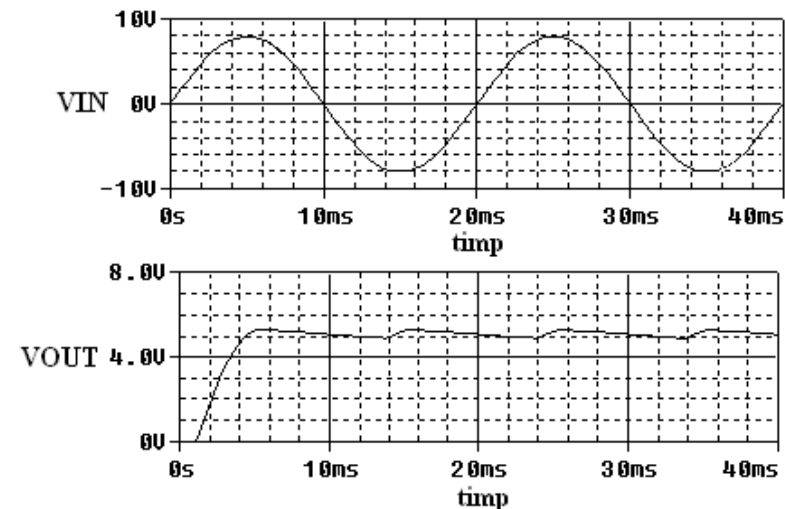
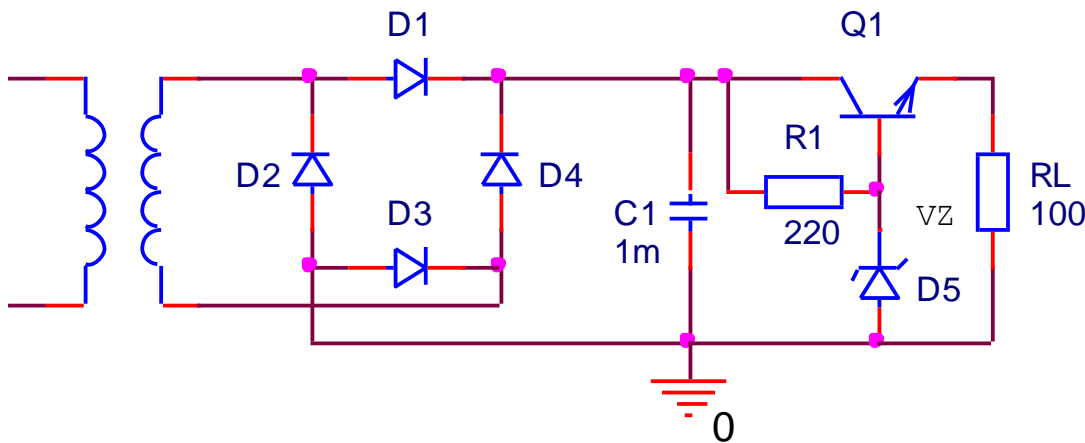
Stabilizator parametric cu diodă Zener

- bazat pe neliniaritatea caracteristicii curent-tensiune a diodei Zener
- permite variații mari de curent la variații mici ale tensiunii inverse pe diodă

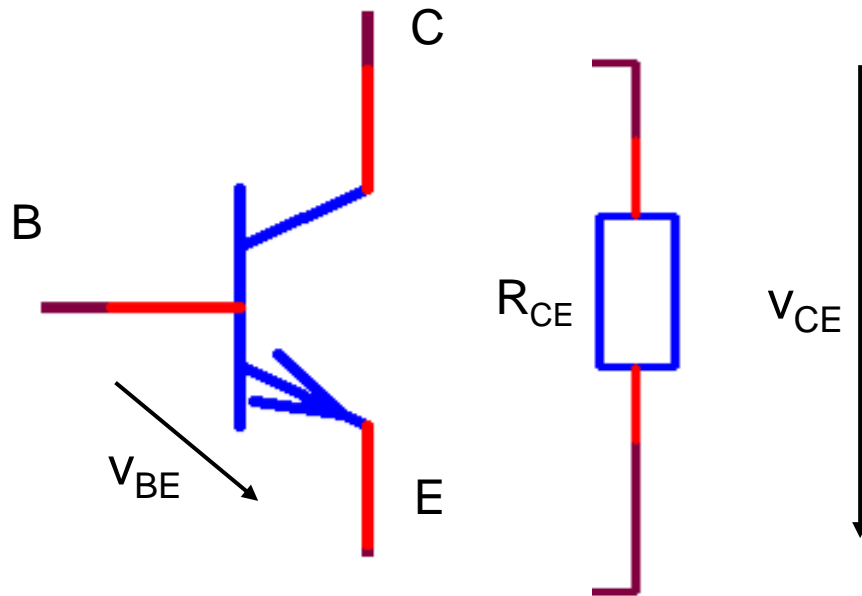


Stabilizator cu reacție fără amplificator de eroare

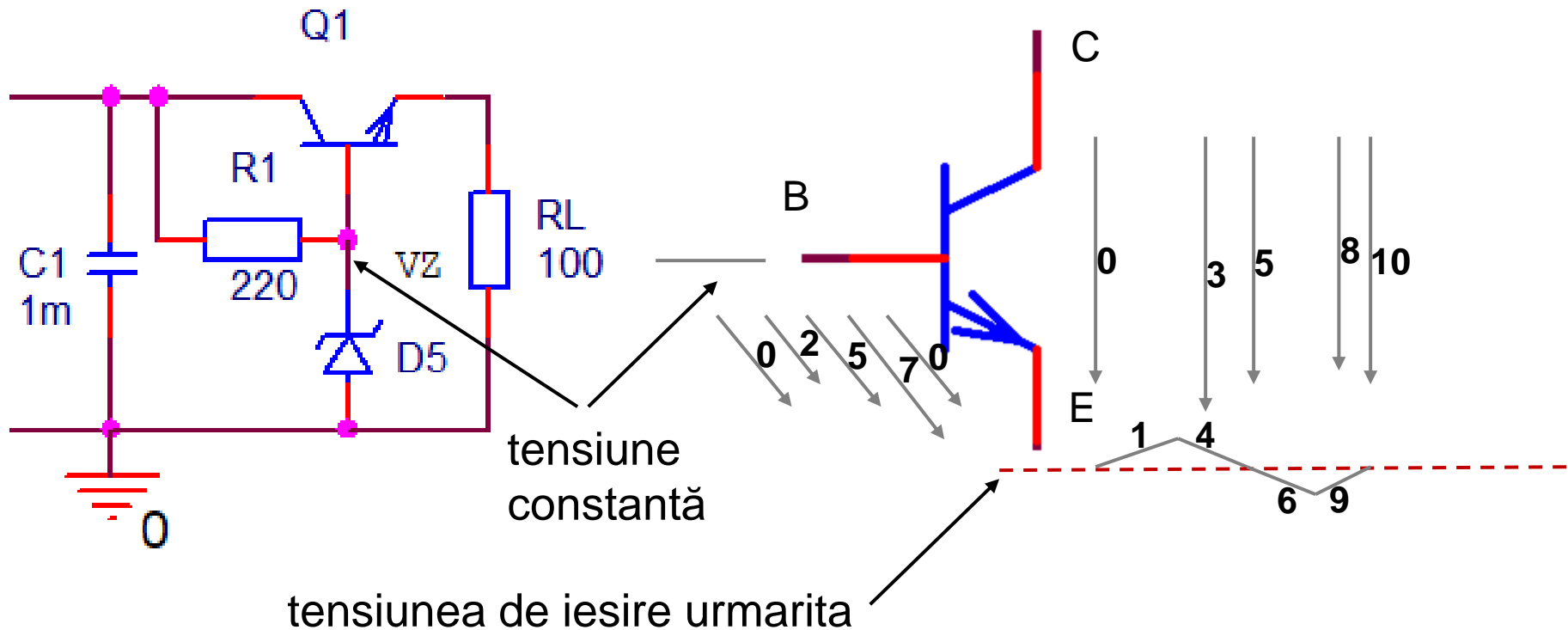
- reacție negativă
- tensiunea de ieșire (v_{OUT}) comparată cu o tensiune de referință (v_Z)
- compararea generează un semnal de eroare care este aplicat unui element de control
- dacă v_{OUT} crește, elementul de control va determina scăderea acestei tensiuni și invers
- $V_{BE} = V_Z - V_{OUT}$
- Dacă v_{OUT} crește $\rightarrow v_{BE}$ scade $\rightarrow v_{CE}$ crește $\rightarrow R_{CE}$ crește $\rightarrow v_{OUT}$ scade
- Dacă v_{OUT} scade $\rightarrow v_{BE}$ crește $\rightarrow v_{CE}$ scade $\rightarrow R_{CE}$ scade $\rightarrow v_{OUT}$ crește
- $V_{OUT} = V_Z - V_{BE}$



- v_{BE} scade $\rightarrow R_{CE}$ crește $\rightarrow v_{CE}$ crește
- v_{BE} crește $\rightarrow R_{CE}$ scade $\rightarrow v_{CE}$ scade



- $V_{BE} = V_Z - V_{OUT}$
- V_Z tensiune de referință (constantă)
- V_{OUT} tensiune de iesire urmarita (0, 5, 10)
- tranzistorul se afla in regiunea activa normala
- V_{OUT} crește (1) -> V_{BE} scade (2) -> V_{CE} crește (3) -> V_{OUT} scade (4)
- V_{OUT} scade (6) -> V_{BE} crește (7) -> V_{CE} scade (8) -> V_{OUT} crește (9)
- $V_{OUT} = V_Z - V_{BE}$

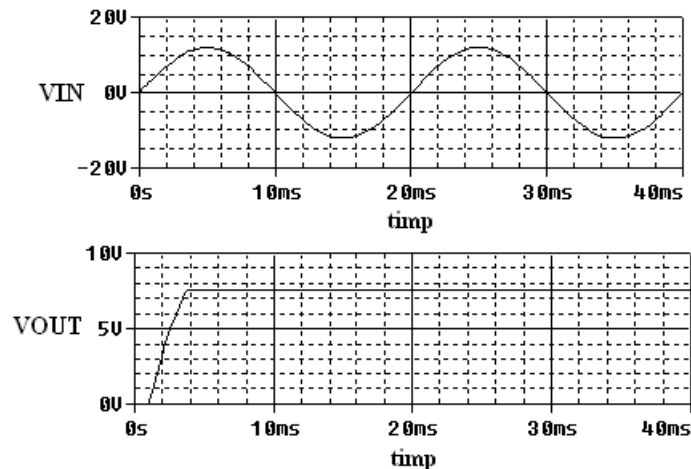
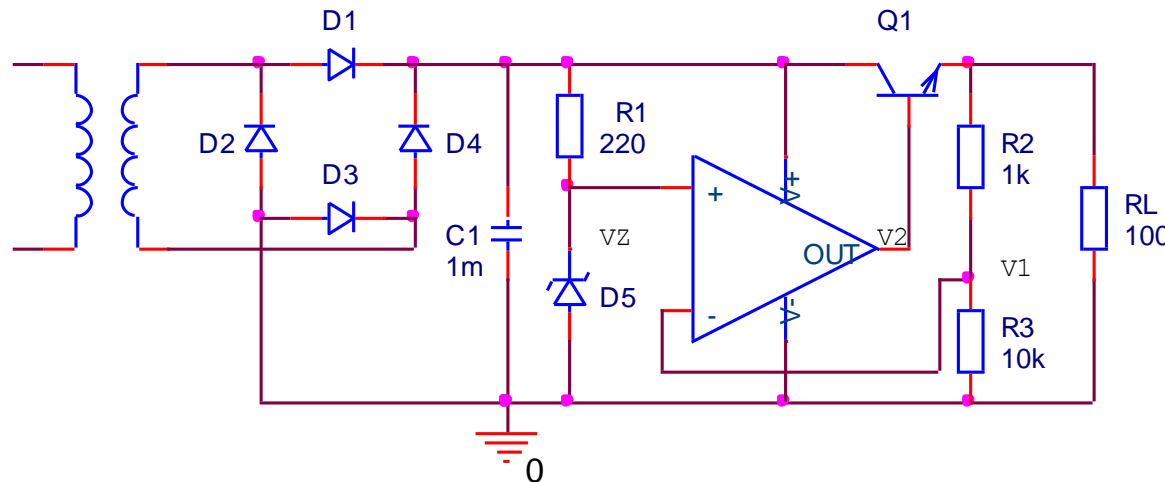


Stabilizator cu reacție cu amplificator de eroare

$$v_1 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} v_{OUT}$$

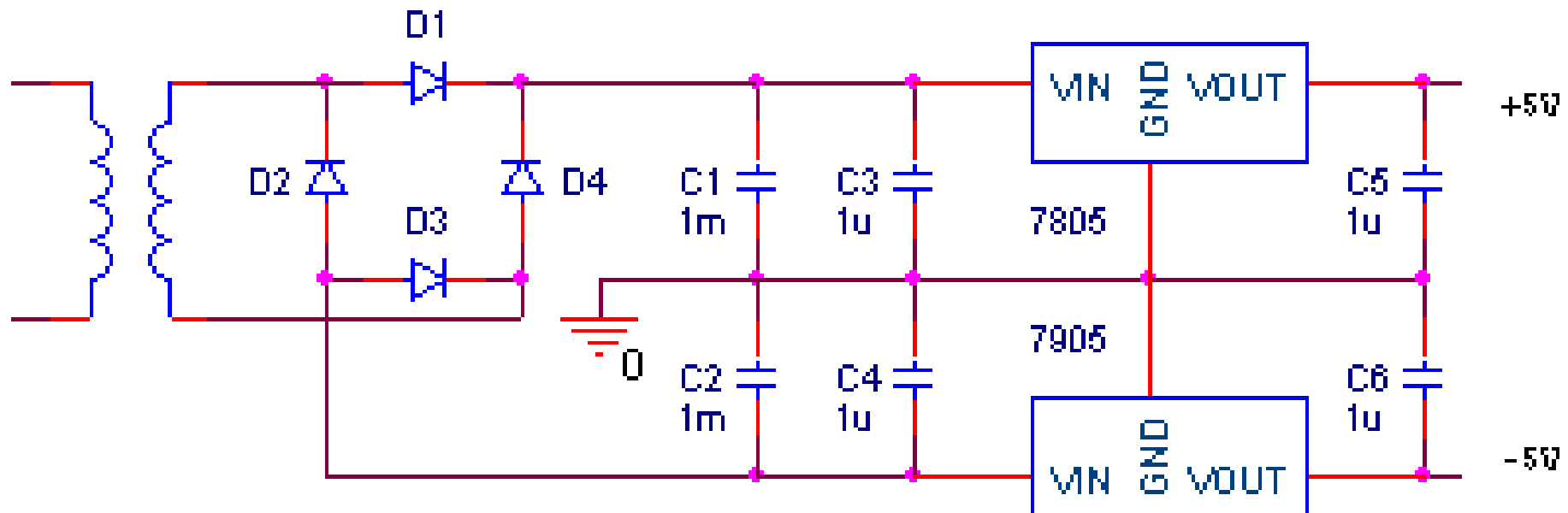
- Dacă v_{OUT} scade $\rightarrow v_1$ scade $\rightarrow v_2$ crește $\rightarrow v_{BE}$ crește $\rightarrow v_{CE}$ scade $\rightarrow v_{OUT}$ crește
- Dacă v_{OUT} crește $\rightarrow v_1$ crește $\rightarrow v_2$ scade $\rightarrow v_{BE}$ scade $\rightarrow v_{CE}$ crește $\rightarrow v_{OUT}$ scade

$$v_{OUT} = \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) v_Z$$



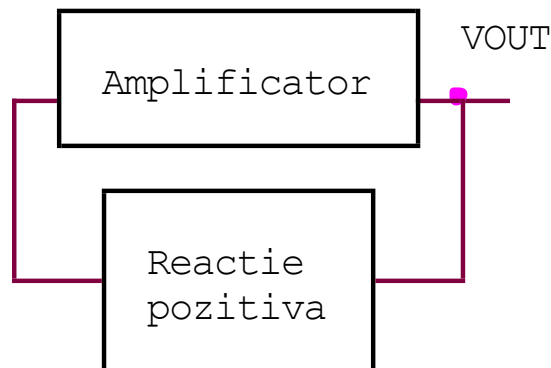
Stabilizatoare de tensiune integrate

- seria 7800 furnizează la ieșire tensiuni stabilizate pozitive
- seria 7900 furnizează la ieșire tensiuni stabilizate negative
- ultimele două cifre indică valoarea tensiunii stabilizate
- condensatorul conectat la intrare are rolul de a împiedica apariția oscilațiilor datorate inductanțelor parazite ale liniei de alimentare
- condensatorul conectat la ieșire are rol de filtrare



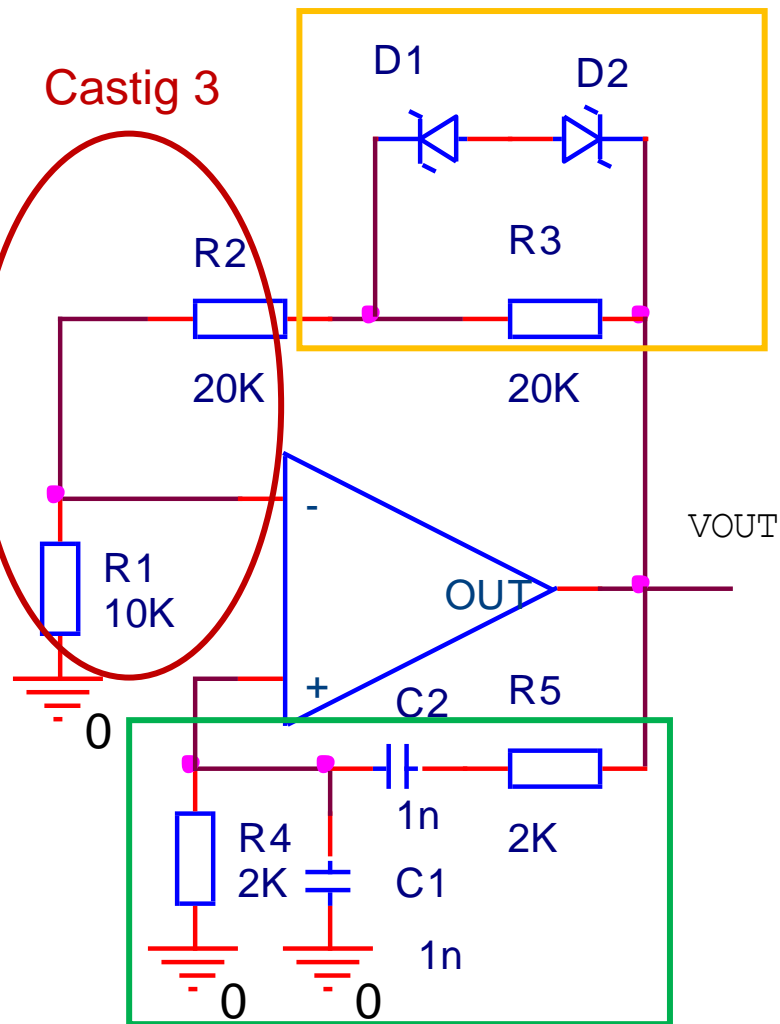
Oscilatoare

- Formă de undă repetitivă în absența unui semnal de intrare
- Amplificator și circuit de reacție pozitivă
- Reacție pozitivă: o parte din semnalul de ieșire este adus la intrare cu un defazaj total nul producând o creștere a semnalului de ieșire
- Condiții pentru generarea oscilațiilor
 - Defazajul total trebuie să fie 0°
 - Câștigul în tensiune trebuie să fie mai mare decât 1 pentru a permite apariția și creșterea amplitudinii oscilațiilor. După atingerea amplitudinii dorite câștigul în tensiune trebuie să fie 1



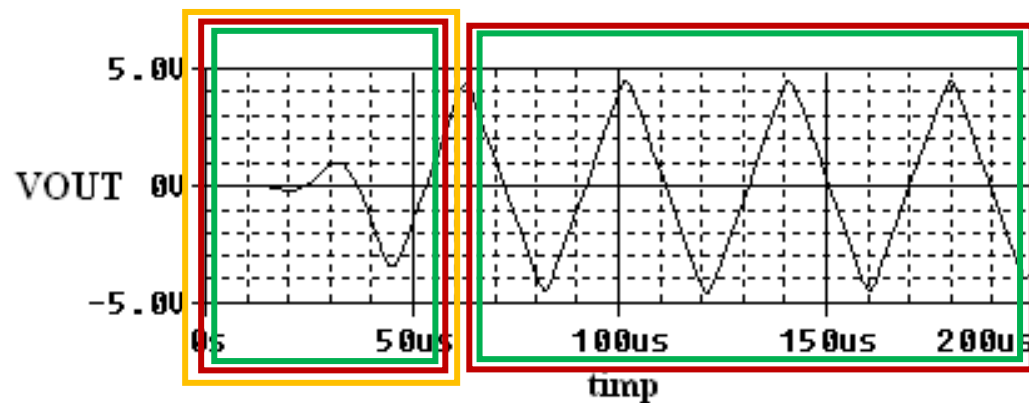
Are efect doar pentru amplitudini
mai mici decât cele dorite,
crescand castigul circuitului

Castig 3



Castig 1/3

Oscilator cu punte Wien

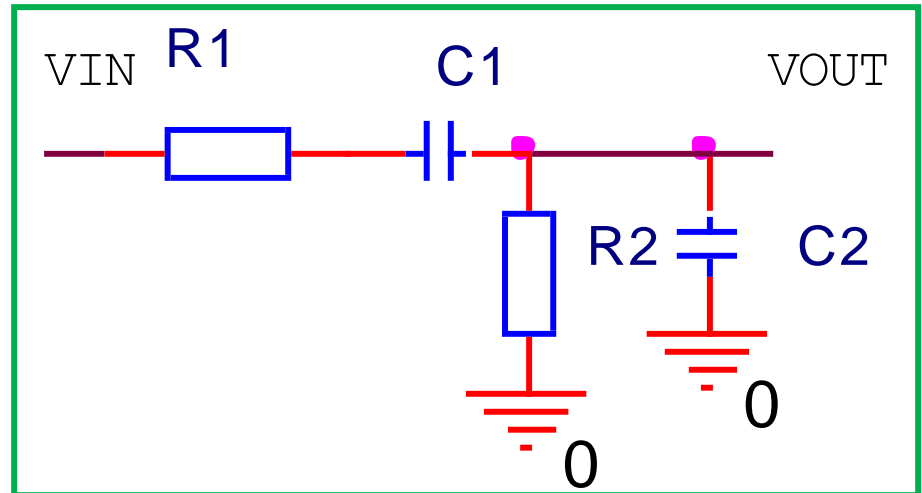


Oscilator cu punte Wien

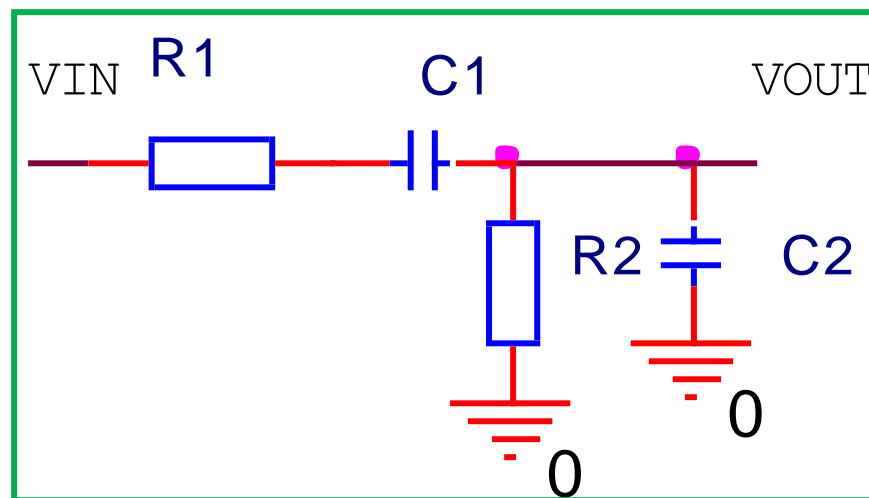
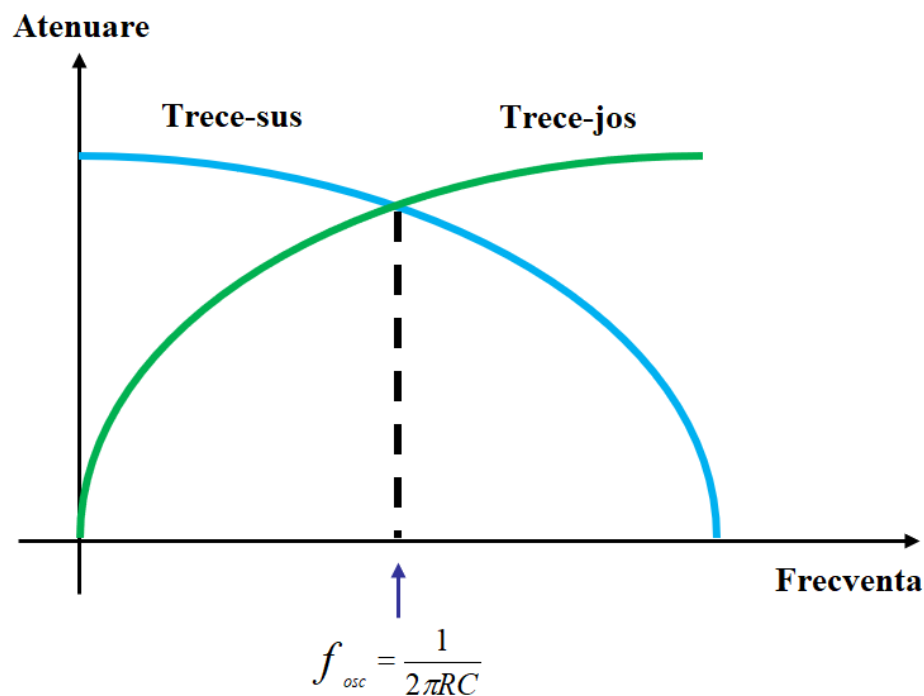
- Circuitul de reacție pozitivă
 - punte Wien
 - filtru RC trece-sus si filtru RC trece-jos
 - fiecare filtru atenuează semnalul la frecvențe mici respectiv mari
 - $R_1=R_2=R$, $C_1=C_2=C$
 - atenuarea este minimă pentru frecvența de oscilație

$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$\frac{V_{IN}}{V_{OUT}} = 3$$

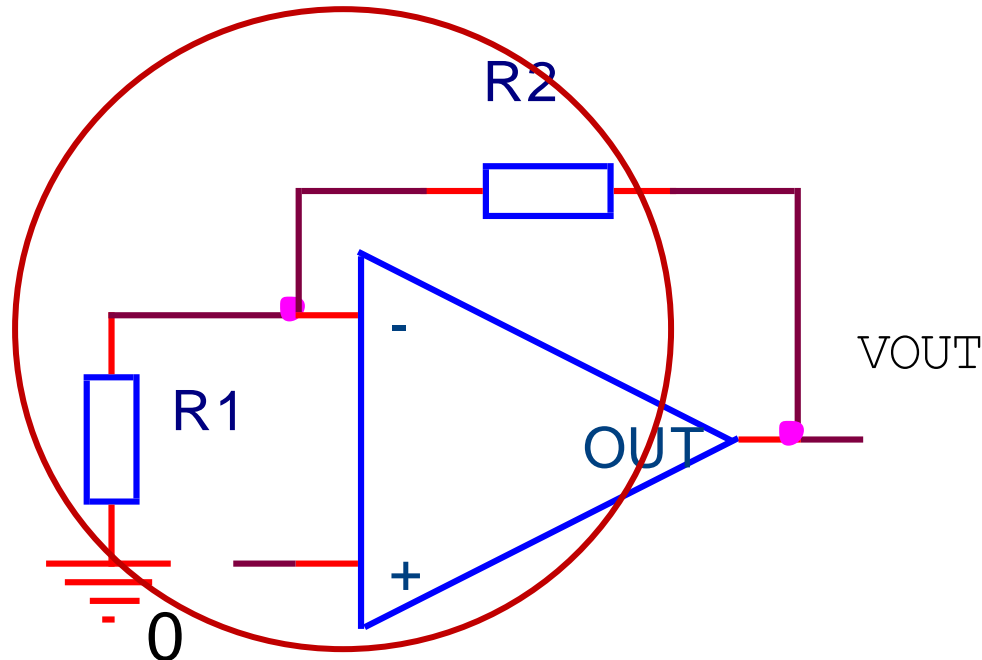


- filtru RC trece-sus si filtru RC trece-jos
- fiecare filtru atenuează semnalul la frecvențe mici respectiv mari
- $R_1=R_2=R$, $C_1=C_2=C$
- atenuarea este minimă pentru frecvența de oscilație



- Circuitul de bază
 - amplificator operațional cu buclă de reacție negativă
 - pentru ca oscilatorul să prezinte un câștig în tensiune unitar amplificarea circuitului de bază trebuie să fie 3

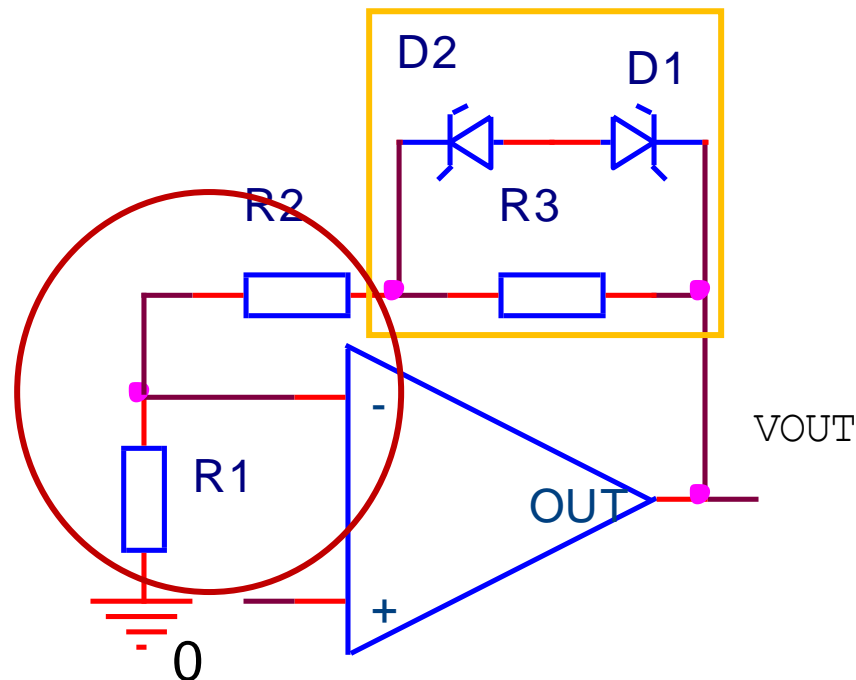
$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = 1 + \frac{R_2}{R_1} \quad R_2 = 2 R_1$$



- pentru amplitudini mai mici decât cele dorite, cele două diode Zener sunt blocate

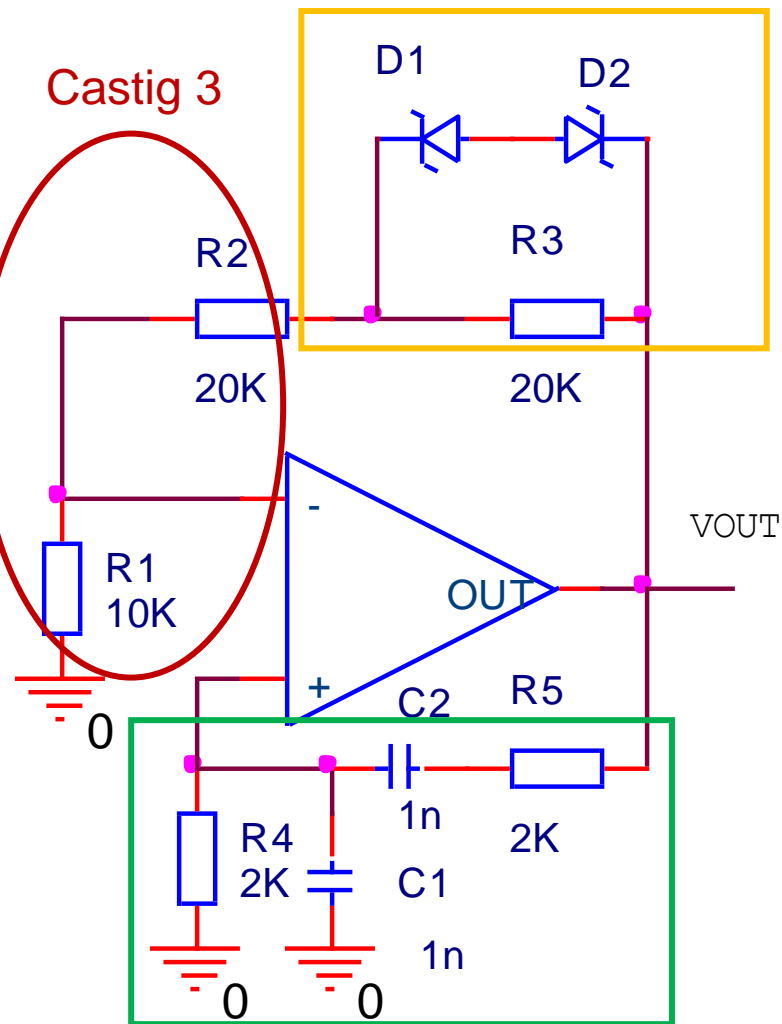
$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = 1 + \frac{R_2 + R_3}{R_1} = 3 + \frac{R_3}{R_1}$$

- la atingerea amplitudinii de oscilație diodele Zener intră în conducție scurtcircuitând R3 și determinând o amplificare a circuitului de bază egală cu 3 și un câștig în tensiune al oscilatorului egal cu 1



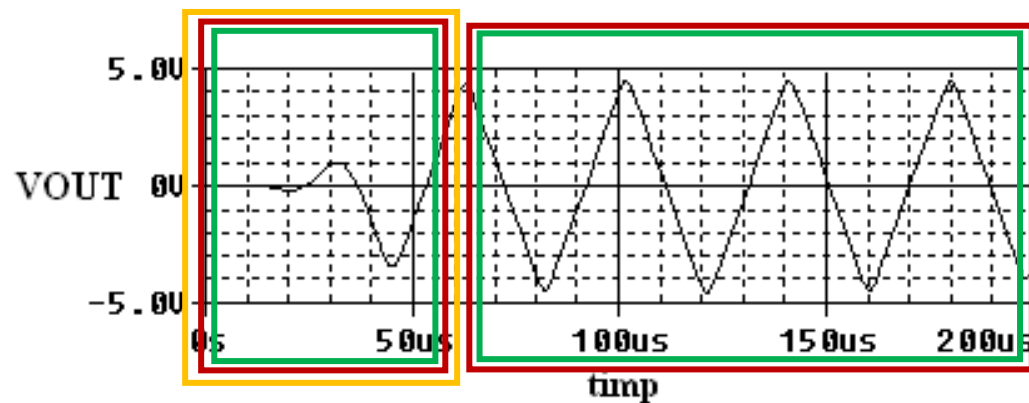
Are efect doar pentru amplitudini
mai mici decât cele dorite,
crescand castigul circuitului

Castig 3



Castig 1/3

Oscilator cu punte Wien



Probleme propuse

- Sa se proiecteze o sursa de curent comandata in tensiune
- AO2 – repetor
- Pentru calculul tensiunii V_- se foloseste principiul superpozitiei

$$V_- = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_1 + \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_2$$

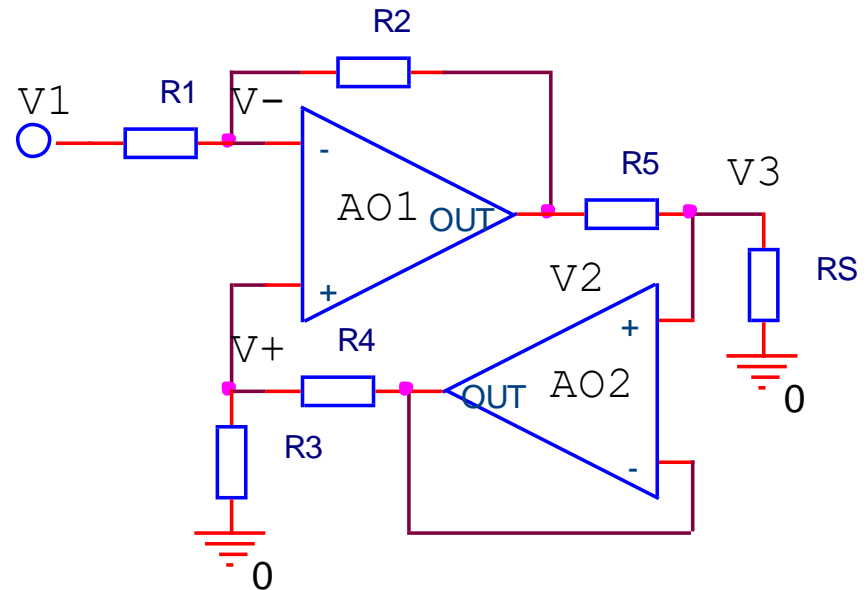
$$V_+ = \frac{R_3}{R_3 + R_4} V_3$$

$$V_- = V_+$$

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} V_1 + \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_2 = \frac{R_3}{R_3 + R_4} V_3$$

$$I_s = I_5 = \frac{V_2 - V_3}{R_5}$$

$$V_2 = I_s R_5 + V_3$$



$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} V_1 = \frac{R_3}{R_3 + R_4} V_3 - \frac{R_1}{R_1 + R_2} (I_s R_5 + V_3)$$

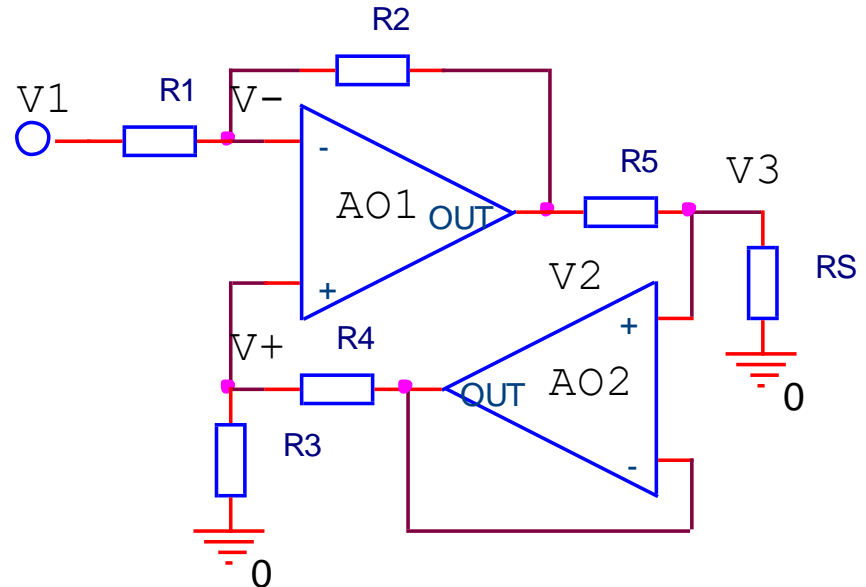
$$I_s = -\frac{R_2}{R_5 R_1} V_1 + \frac{R_1 + R_2}{R_5 R_1} \left(\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) V_3$$

- Curentul I_s trebuie sa depinda doar de tensiunea V_1
- Coeficientul tensiunii V_3 trebuie sa fie 0

$$\frac{R_1 + R_2}{R_5 R_1} \left(\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) = 0$$

$$R_2 R_3 = R_1 R_4$$

$$I_s = -\frac{R_2}{R_5 R_1} V_1$$



- Sa se proiecteze un amplificator avand factorul de amplificare egal cu -10.
- Sa se proiecteze un amplificator avand factorul de amplificare egal cu 5.