

Nume student(ă): Iordache Madalina Gabriela

Grupă: 323CA

Semigrupă (I sau II): I

Electronică Analogică

Laboratorul 3 – Amplificatorul diferențial

Aplicații și simulări

3 Desfasurarea lucrării

În cadrul lucrării curente, dorim realizarea conexiunilor cu amplificatoare operationale prezentate în partea teoretică a îndrumării și observarea caracteristicilor importante ale amplificatoarelor (limitarea Gain-Bandwidth Product, caracteristica Rail to Rail ouput, limitarea ieșirii la potențialele date de sursele de alimentare). Aveți la dispoziție fișierele:

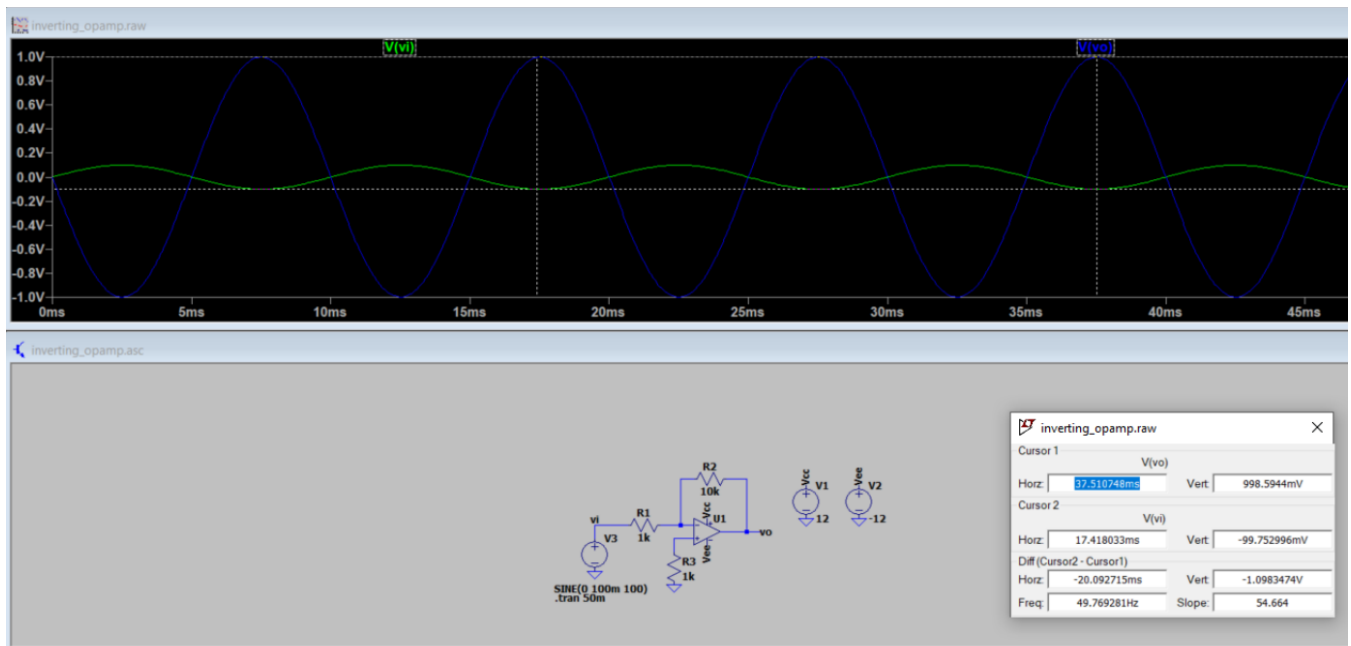
- inverting opamp.asc - pentru studierea caracteristicilor amplificatorului în regim inversor realizat cu amplificator operational (simulare de tip transient)
- non-inverting opamp.asc - pentru studierea caracteristicilor amplificatorului în regim neinversor realizat cu amplificator operational (simulare de tip transient)
- GBW opamp.asc - pentru studierea caracteristicilor gain-bandwidth ale amplificatorului în regim inversor realizat cu amplificator operational (simulare de tip AC)
- comparator.asc - pentru studierea caracteristicilor comparatorului realizat cu amplificator operational (simulare de tip transient)

3.1 Amplificatorul inversor realizat cu amplificator operational

Deschideți fișierul pentru studierea caracteristicilor amplificatorului în regim inversor realizat cu amplificator operational. Rulați simularea și vizualizați semnalele de intrare în montaj și semnalul de la ieșirea amplificatorului operational

1. Măsurati raportul tensiunilor și determinați amplificarea folosind un cursor pe semnalul de intrare și un cursor pe semnalul de ieșire. Comparati valoarea obținută cu cea din măsurători cu cea teoretică obținută conform formulei aferente amplificatorului inversor.
2. Reglați semnalul de intrare la amplitudinea de 1.2V. Rulați simularea și observați forma semnalului de la ieșire. Înlocuiți amplificatorul utilizat inițial cu modelul OP07 (stergeți componenta și adăugați o componentă nouă). Rulați simularea din nou. Ce observați referitor la semnalul de la ieșire? Ce putem spune despre tensiunea de ieșire a amplificatorului și relația acesteia cu valorile tensiunilor de alimentare?

3.1.1



Valoarea obtinuta din masuratori:

$$V_i = -100 \text{ mV}; V_o = 1000 \text{ mV}$$

Am masurat raportul tensiunilor:

$$V_o / V_i = 1000 \text{ mV} / -100 \text{ mV} = -10$$

Valoarea teoretica:

$$V_o = -R_2 / R_1 * V_i$$

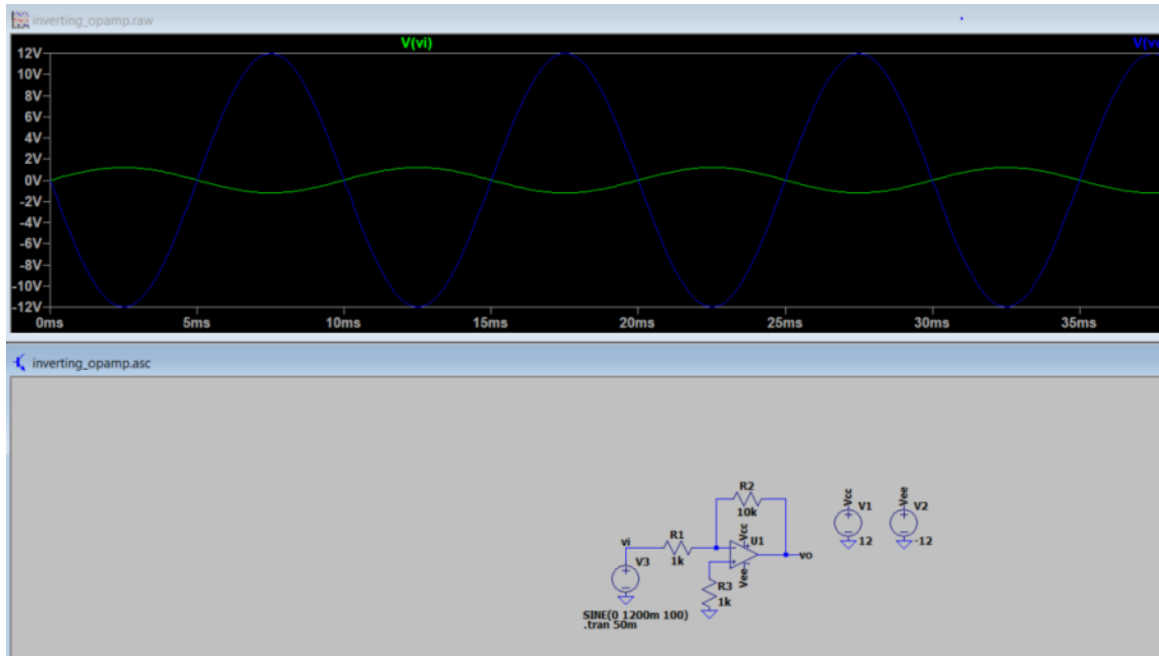
Rezulta raportul tensiunilor:

$$V_o / V_i = -R_2 / R_1 = -10000 / 1000 = -10$$

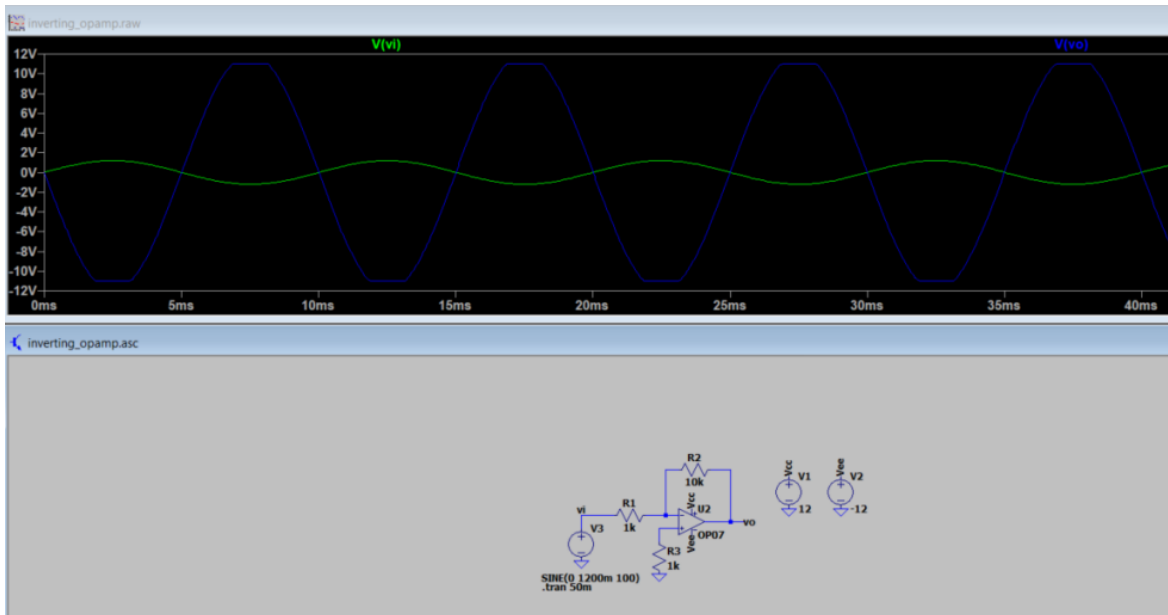
Comparatand valoarea obtinuta cu din masuratori cu cea teoretica obtinuta conform formulei aferente amplificatorului inversor, se observa ca cele doua valori sunt aproximativ egale.

3.1.2

Am reglat semnalul de intrare la amplitudinea de 1.2V. Dupa ce am rulat simularea, forma semnalului de la iesire este urmatoarea:



Am inlocuit amplificatorul utilizat initial cu modelul OP07:



Se observa ca semnalul generat la iesire nu se mai apropie de valoarea maxima, oprindu-se in jurul valorii de 11 V (valoarea maxima nu poate depasi tensiunea de alimentare).

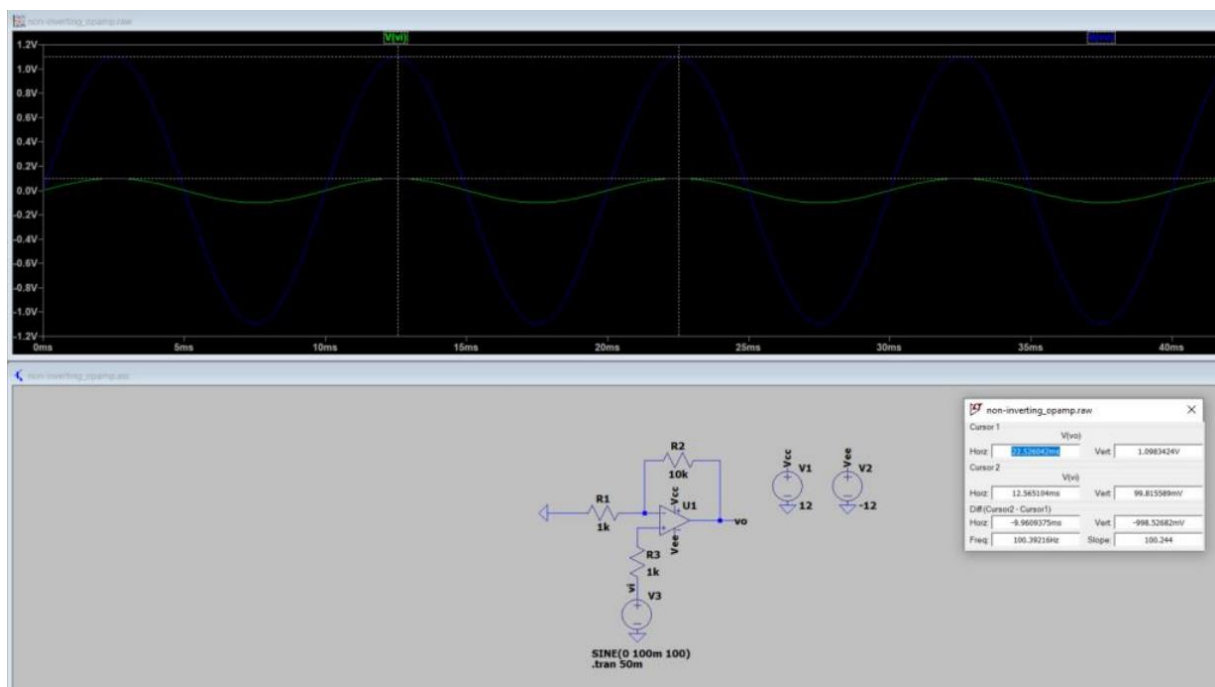
3.2 Amplificatorul neinversor realizat cu amplificator operational

Deschideti fisierul pentru studierea caracteristicilor amplificatorului in regim neinversor realizat cu amplificator operational. Rulati simularea si vizualizati semnalele de intrare in montaj si semnalul de la iesirea amplificatorului operational.

1. Masurati raportul tensiunilor si determinati amplificarea folosind un cursor pe semnalul de intrare si un cursor pe semnalul de iesire. Comparati valoarea obtinuta cu din masuratori cu cea teoretica obtinuta conform formulei aferente amplificatorului neinversor.

2. Reglati semnalul de intrare la amplitudinea de 1.2V. Rulati simularea si observati forma semnalului de la iesire. Inlocuiti amplificatorul utilizat initial cu modelul OP07 (stergeti componenta si adaugati o componenta noua). Rulati simularea din nou. Ce observati referitor la semnalul de la iesire? Ce putem spune despre limitarea semnalului in cele doua cazuri: Se limiteaza la aceeasi valoare (in cazul montajului inversor si neinversor)? Depinde valoarea de montaj sau de tensiunile de alimentare?

3.2.1



Valoarea obtinuta din masuratori:

$$V_i = 100 \text{ mV}; V_o = 1.1 \text{ V} = 1100 \text{ mV}$$

Am masurat raportul tensiunilor:

$$V_o / V_i = 1100 \text{ mV} / 100 \text{ mV} = 11$$

Valoarea teoretica:

$$V_o = (1 + R_2 / R_1) * V_i$$

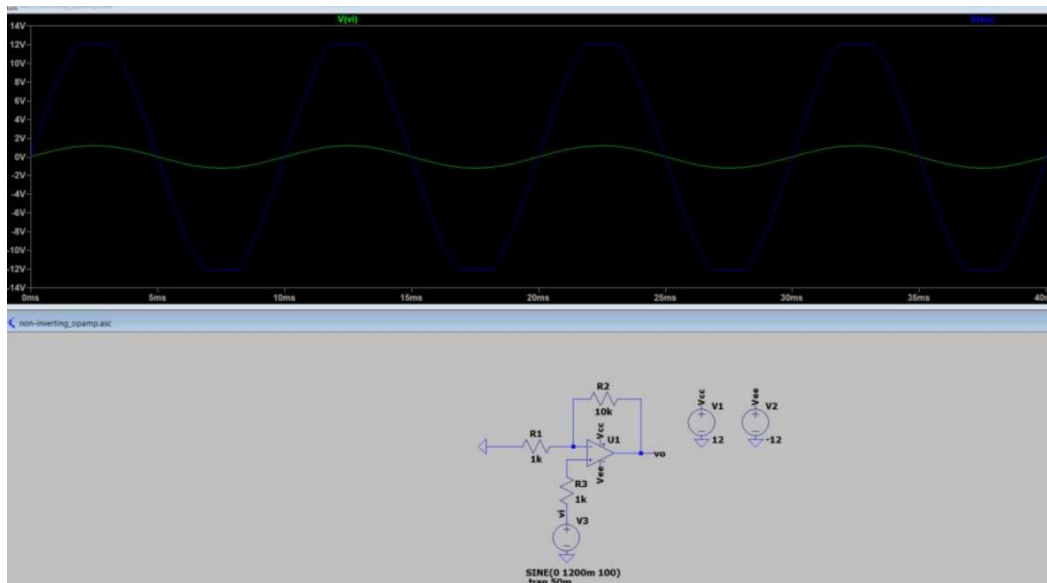
Rezulta raportul tensiunilor:

$$V_o / V_i = (1 + R_2 / R_1) = 1 + 10000 / 1000 = 1 + 10 = 11$$

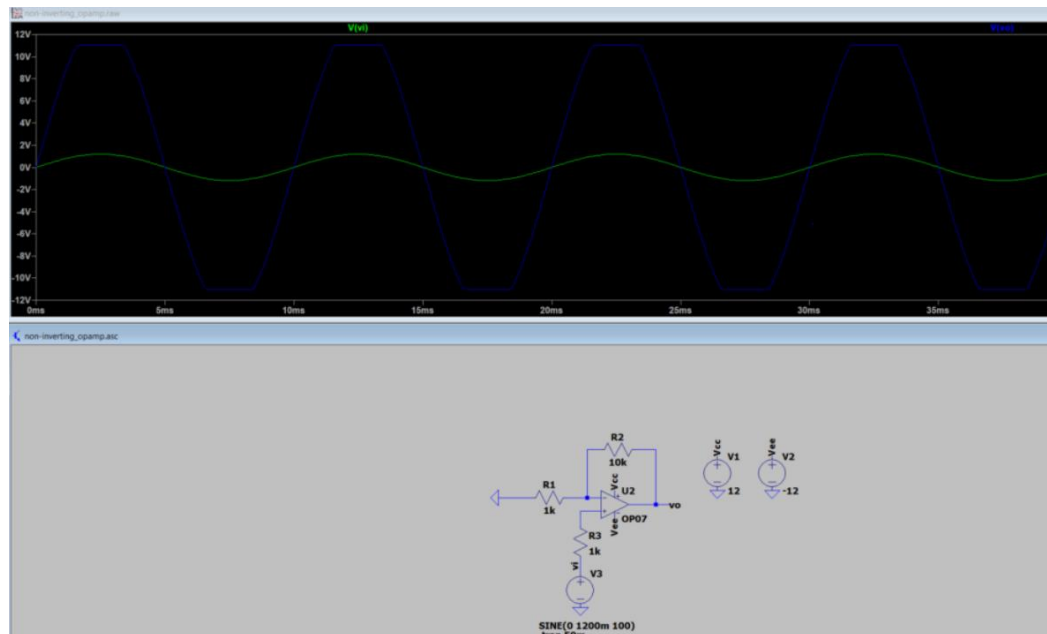
Comparand valoarea obtinuta cu din masuratori cu cea teoretica obtinuta conform formulei aferente amplificatorului inversor, se observa ca cele doua valori sunt egale.

3.2.2

Am reglat semnalul de intrare la amplitudinea de 1.2V. Dupa ce am rulat simularea, forma semnalului de la iesire este urmatoarea:



Am inlocuit amplificatorul utilizat initial cu modelul OP07:



Folosind amplificatorul original din circuit, tensiunea de iesire ar fi trebuit sa aiba valoarea $1.2 \cdot 11 = 13.2$ V, valoare care nu este atinsa pentru ca tensiunea de alimentare este de 12V, iar valoarea maxima a tensiunii de iesire este tot de 12 V.

Inlocuind cu amplificatorul OP07, valoarea de iesire este mai mica din cauza capacitatii sale mai reduse de rail to rail output. Aceasta valoare se opreste in tensiunii de 11 V. Atat montajul inversor cat si montajul neinversor se limiteaza la aceeasi valoare de iesire, depinzand de limita tensiunii de alimentare.

3.3 Comparatorul realizat cu amplificator operational

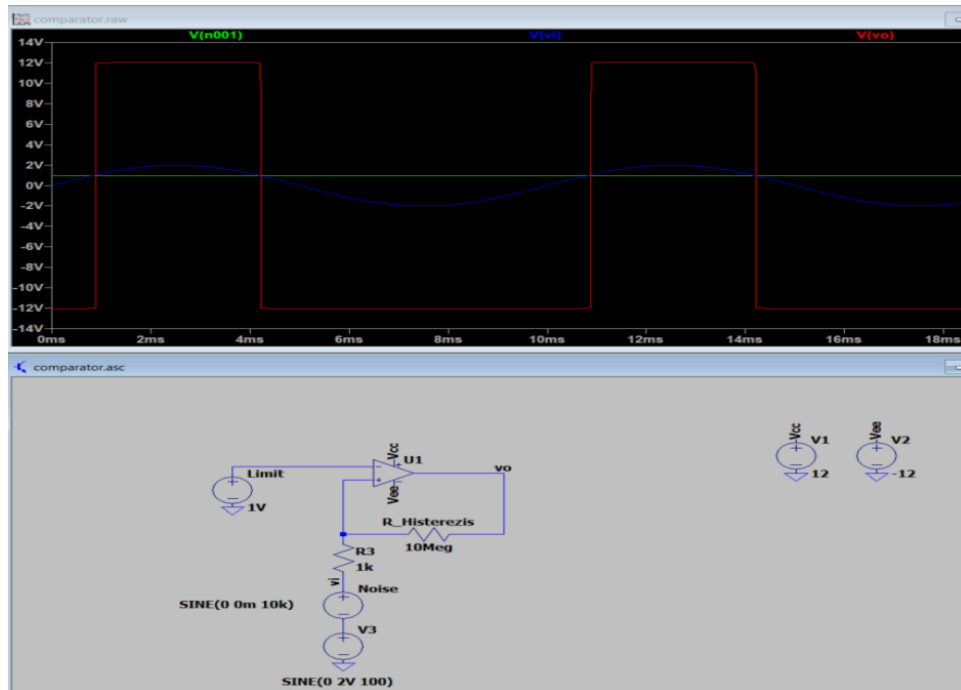
Deschideti fisierul pentru studierea caracteristicilor comparatorului realizat cu amplificator operational. Rulati simularea si vizualizati semnalele de intrare in montaj si semnalul de la iesirea amplificatorului operational. Identificati semnalul variabil si limita de comparatie, precum si semnalul de iesire. Adaugati toate aceste 3 tensiuni in acelasi grafic. Initial sursa Noise este reglata la amplitudine 0 (semnalul de comparat este considerat fara zgomot). Rezistenta de Histerezis este de $10\text{M}\Omega$, mult mai mare decat $R3$ si nu va avea niciun efect.

1. Observati si notati comportamentul montajului. Ce se intampla cu tensiunea de iesire pentru cazurile cand $V_i < V_{\text{limit}}$ si $V_i > V_{\text{limit}}$

2. Modificati sursa de zgomot (click dreapta pe ea) astfel incat zgomotul sa fie de 100mV. Rerulati simularea. Ce observati ca se intampla cu tensiunea de iesire cand tensiunea de intrare (acum cu zgomot suprapus peste valoarea utila) se apropie de prag?

3. Folosind acelasi zgomot de 100mV, modificati valoarea rezistentei de histerezis la $100\text{k}\Omega$. Ce observati ca se intampla cu tensiunea de iesire cand tensiunea de intrare (acum cu zgomot suprapus peste valoarea utila) se apropie de prag? Observati cum se modifica tensiunea din borna neinversoare a amplificatorului. Cum a fost influentata tensiunea din borna neinversoare?

3.3.1



Semnalul variabil V_i (albastru), semnalul de iesire V_o (rosu). Limita limit (verde) este constanta $\rightarrow 1\text{ V}$

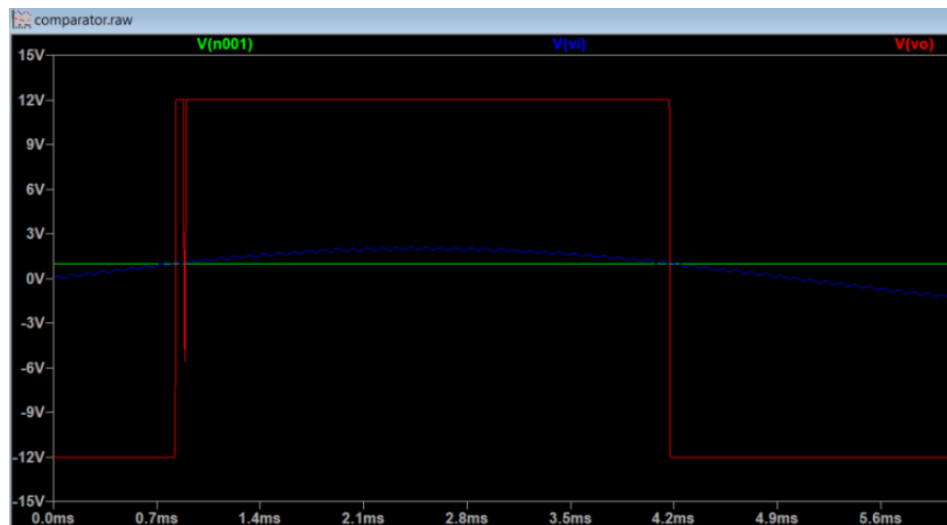
$V_i < V_{limit}$: tensiunea de iesire este -12 V

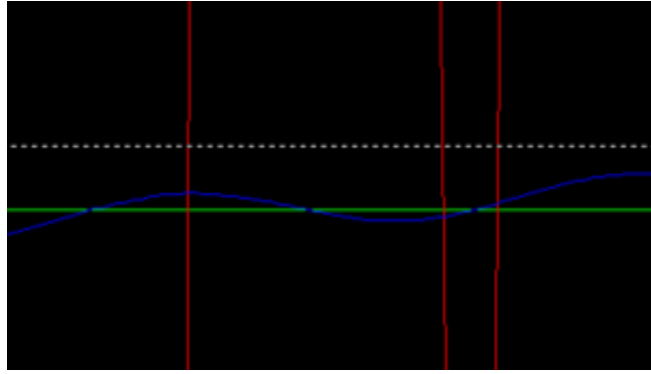
$V_i > V_{limit}$: tensiunea de iesire este de 12 V

In functie de valoarea semnalului de intrare fata de limita, se poate observa ca circuitul comuta tensiunea de iesire intre cele doua semnale V_{cc} si V_{ee} .

3.3.2

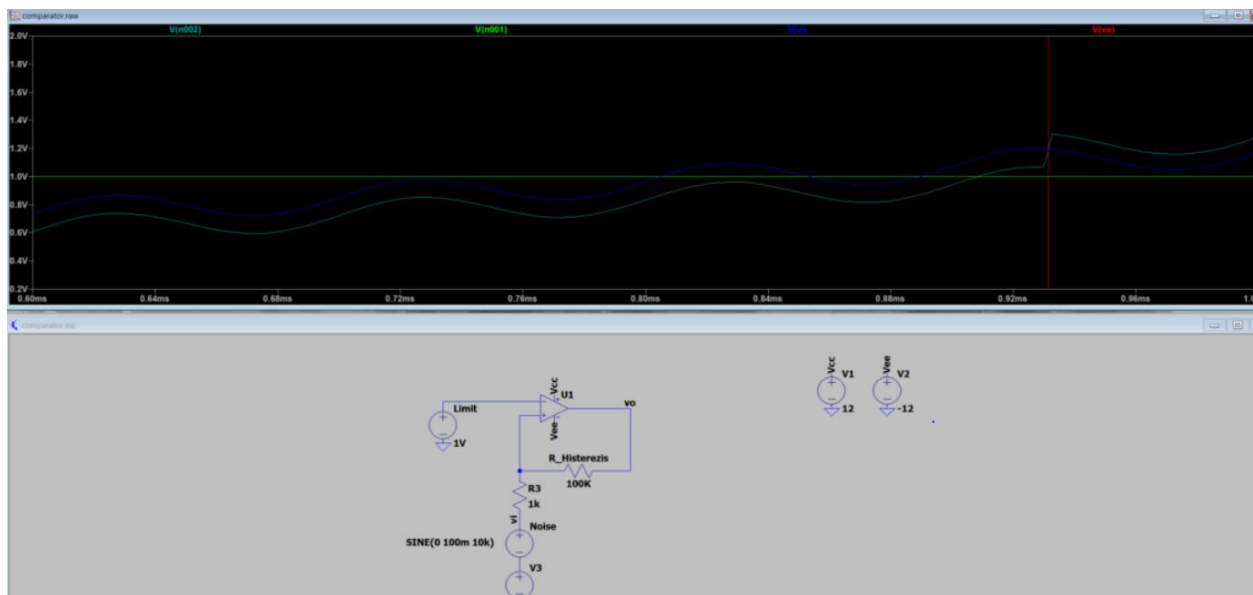
Am modificat sursa de zgomot astfel incat zgomotul sa fie de 100mV.





Daca valoarea tensiunii de intrare se apropie de punctul limita, amplificatorul detecteaza micile variatii produse de zgomot peste semnalul de intrare si reactioneaza intocmai, rezultand un comportament nedorit (valoarea tensiunii de iesire comuta intre cele 2 valori $+12\text{ V}$ / -12 V).

3.3.3



Folosind acelasi zgomot de 100 mV , dar cu schimbarea rezistentei de histerezis, se observa ca amplificatorul nu mai comuta necontrolat din cauza zgomotului, atunci cand valoarea tensiunii de intrare se apropie de limita, iar tensiunea de iesire se stabilizeaza. Micsorand valoarea rezistentei la 100 K , se permite unei cantitati mici de tensiune sa se intoarca din iesire, combinandu-se cu tensiunea de intrare generata de sursa.

Pe borna neinversoare, vom avea o tensiune mai mica decat valoarea V_i cand tensiunea de iesire este -12 V . Trecand la o tensiune de iesire de $+12\text{ V}$, tensiunea de pe borna inversoare devine mai mare decat valoarea V_i .

3.4 Studiarea caracteristicii Gain Bandwidth Product(GBP/GBW) a amplificatoarelor

Trebuie avut în vedere faptul că amplificatoarele operationale au o rampă de modificare a ieșirii(slew rate) limitată (nu răspund instantaneu la semnalele de excitație aplicate intrărilor). În cadrul acestui exercițiu vom observa aspectul practic al limitării GBP pentru un amplificator. Este evident faptul că pentru un semnal cu amplitudine mare, dându-se o rată de creștere limitată a tensiunii, ieșirea va ajunge la valoarea dorită într-un timp mai mare comparativ cu cazul în care semnalul are amplitudine mică. Asadar, este trivial faptul că de la o anumită limită superioară de frecvență (a semnalului), amplificatorul nu va apuca să comute ieșirea astfel încât să pastreze amplificarea dorită.

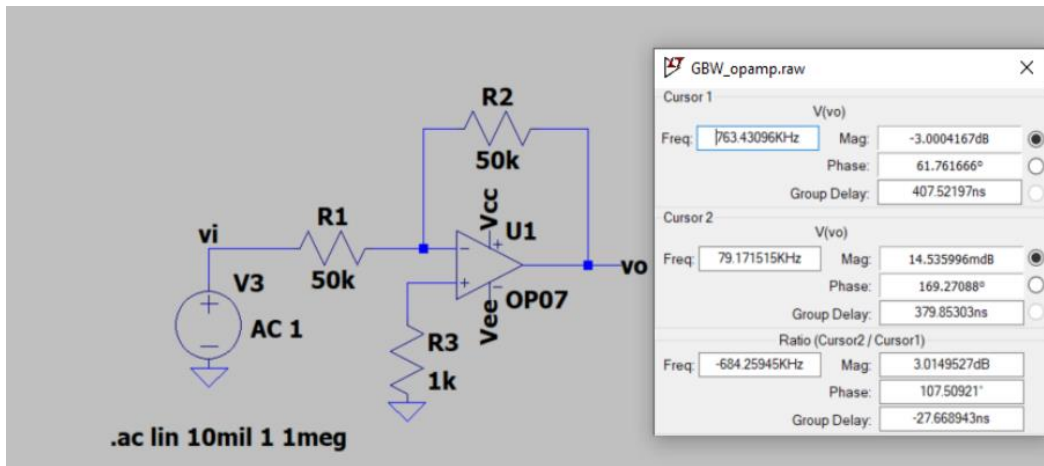
Pentru a putea exprima capabilitatea de răspuns a amplificatorului în frecvență, la modul general se utilizează noțiunea de Gain Bandwidth Product (Produs Amplificare-Bandă).

GPW reprezintă produsul între amplificare și bandă de frecvență la care amplificarea scade cu 3dB. De exemplu, dacă avem un amplificator cu $GBP=100\text{kHz}$, el poate să amplifice cu un factor de amplificare 1, un semnal 100kHz, sau poate să amplifice cu un factor de amplificare de 10 un semnal de numai 10kHz.

Simularea pentru GBW opamp.asc este o simulare ce ne va genera graficul amplificării în funcție de frecvență (diagrama Bode).

1. Alegeți valorile rezistențelor (de ordinul zecilor de $K\Omega$) astfel încât amplificarea să fie 1 (amplificator inversor). Măsurati, folosind cursoarele (ambele pe aceeași diagramă, un cursor mutat în cel mai din stânga punct de pe grafic și al doilea cursor la poziția în care amplificarea scade cu 3dB (fata de cursorul inițial)), frecvența la care amplificarea scade cu 3dB.
2. Alegeți valorile rezistențelor (de ordinul zecilor de $K\Omega$) astfel încât amplificarea să fie 2 (amplificator inversor). Măsurati, folosind cursoarele (ambele pe aceeași diagramă, un cursor mutat în cel mai din stânga punct de pe grafic și al doilea cursor la poziția în care amplificarea scade cu 3dB (fata de cursorul inițial)), frecvența la care amplificarea scade cu 3dB. Având în vedere că a crescut amplificarea de 2 ori, ce putem spune, comparativ cu cazul anterior, referitor la frecvență?
3. Alegeți valorile rezistențelor (de ordinul zecilor de $K\Omega$) astfel încât amplificarea să fie 4 (amplificator inversor). Măsurati, folosind cursoarele (ambele pe aceeași diagramă, un cursor mutat în cel mai din stânga punct de pe grafic și al doilea cursor la poziția în care amplificarea scade cu 3dB (fata de cursorul inițial)), frecvența la care amplificarea scade cu 3dB.
4. Propuneți un circuit (compus din mai multe blocuri de amplificare) care să poată amplifica un semnal de 4 ori pentru o frecvență de 250kHz și care să utilizeze circuitul OP07. Circuitul NU poate fi realizat cu un singur amplificator operational.

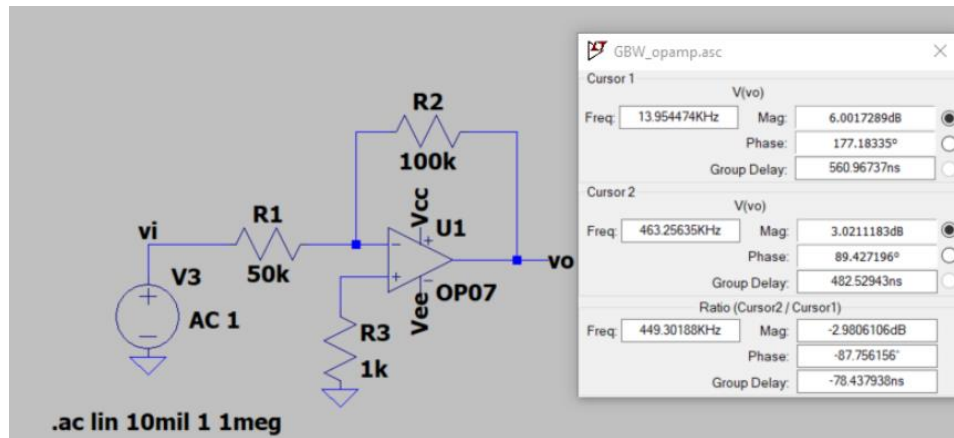
3.4.1



Amplificarea scade cu 3 dB la frecventa de 763KHz.

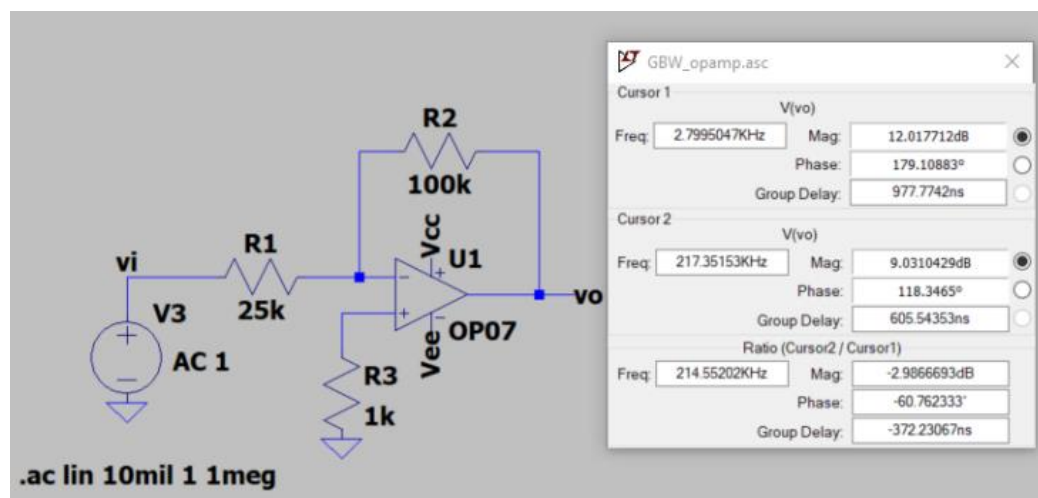
3.4.2





Amplificarea scade cu 3dB la frecventa de 463KHz. Frecventa limita scade pe masura ce creste factorul de amplificare.

3.4.3



Amplificarea scade cu 3dB la frecventa de 271KHz.

3.4.4

Am inseriat doua amplificatoare operationale OP07.

