



PROIECT EA 2018 - 2019

Muşat Andreea

321AC

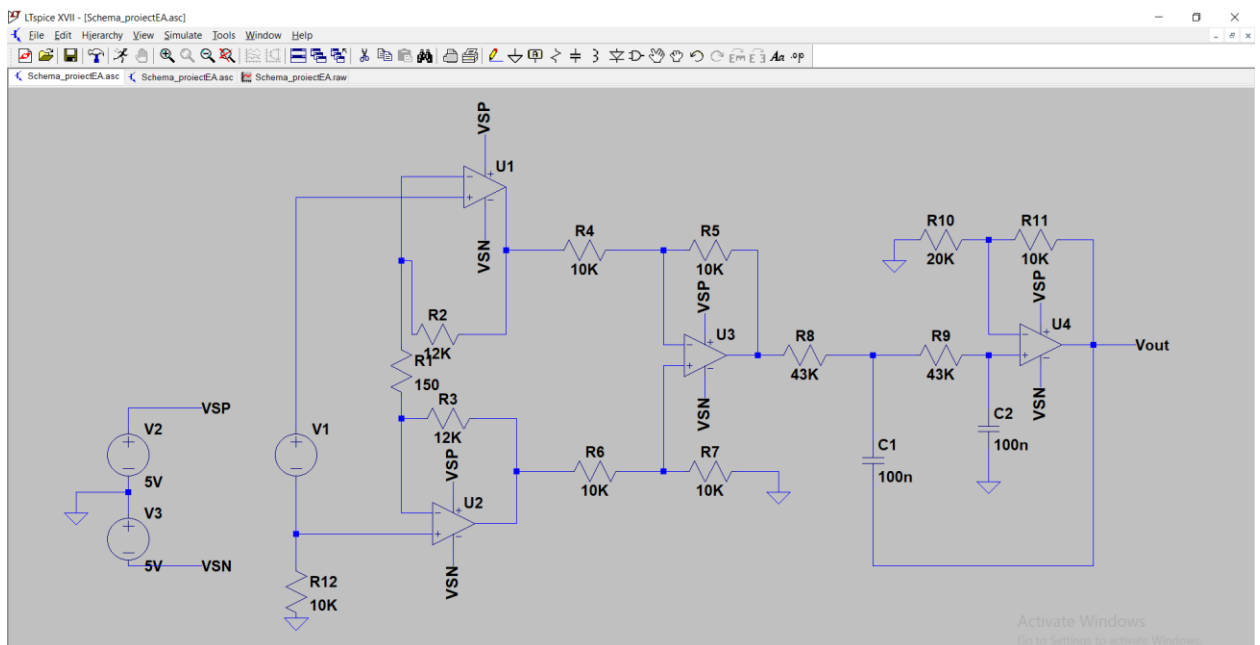
Cerinte-analiza:

1. Calcularea valorilor numerice:

N	U	M	E		P	R	E	N	U	M	E
M	U	Ş	A	T	A	N	D	R	E	E	A
L1	L2	L3			L4	L5	L6				
150	100	43			12	4	300				
R1 (Ω)	V _{im} (mV) <i>intrare</i>	R8=R9 (k Ω)			R2=R3 (k Ω)	V _{om} (V) <i>iesire</i>	f _{-3dB} (Hz) <i>banda</i>				

Schema in LTSpice cu valorile numerice personalizate:

Am folosit pentru proiectare amplificatorul operational: universalOpamp2.



Schema este un amplificator de instrumentatie. Citeste o tensiune electrica venita de la un sensor care e controlat cu sursa V1. Tensiunea respectiva este

amplificata. Semnalul(V1) nu este masurat fata de masa, ci intre cele doua intrari, intre care am legat si senzorul.

Filtrul activ trece-jos limiteaza componentele rapide din semnalul de iesire (atenueaza frecventele inalte).

Aceasta schema (amplificator de instrumentatie) preia un semnal mic diferential si il transforma intr-un semnal mare fata de masa, filtrat.

2. **SIMULAREA DE TIP DC SWEEP** – este o analiza de tip static, in curent continuu, in care unul sau mai multi parametri variaza intr-un domeniu specificat (cel mai intalnit domeniu este variatia liniara).

Calcul teoretice: analiza pe blocuri

- Formula de la amplificatorul neinversor: $(1+(R2+R3)/R1)$
- Diferential: $(-R5/R4)$
- Neinversor: $(1+R11/R10)$

Din formula amplificarii de tensiune(diferentiala) $\Rightarrow A = (1+24000/150)(-1)(1+1/2) = -241,5$.

Calcularea domeniului tensiunii de intrare pentru care schema functioneaza linear (stiind faptul ca tensiunea de iesire poate avea valori intre VSP si VSN, care sunt -5V, respectiv 5V):

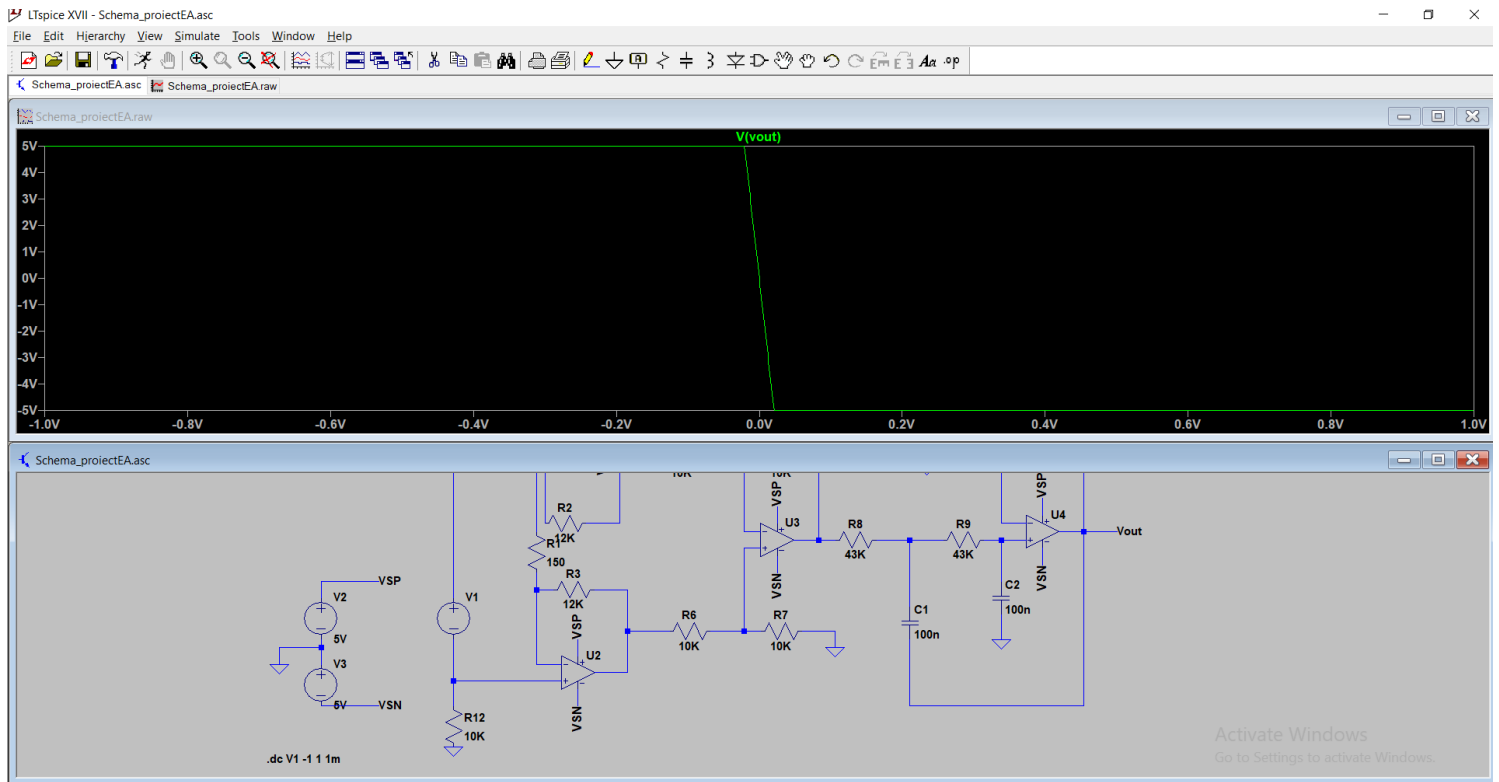
$$V_{in_minim_permis} = (-5)/|-241,5| = -0,020704V$$

$$V_{in_maxim_permis} = 5/|-241,5| = 0,020704V$$

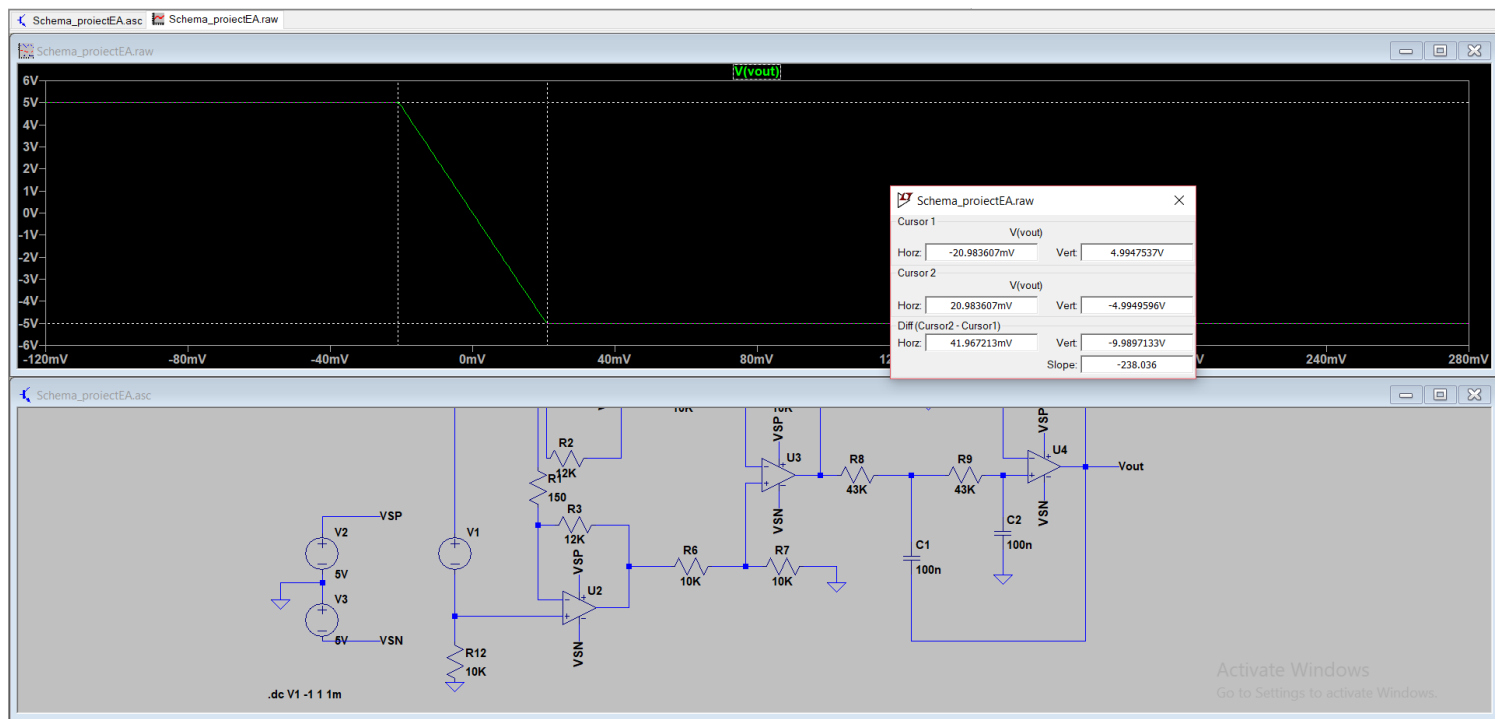
Asadar, domeniul tensiunii de intrare pentru care schema functioneaza liniar este cu aproximatie $[-20,7; 20,7]$ mV.

Pentru simularea in LTSpice, am ales variatia tensiunii V1 intre -1V si 1V cu pas de 1mV.

Caracteristica de transfer a schemei(graficul lui Vout in functie de V1).

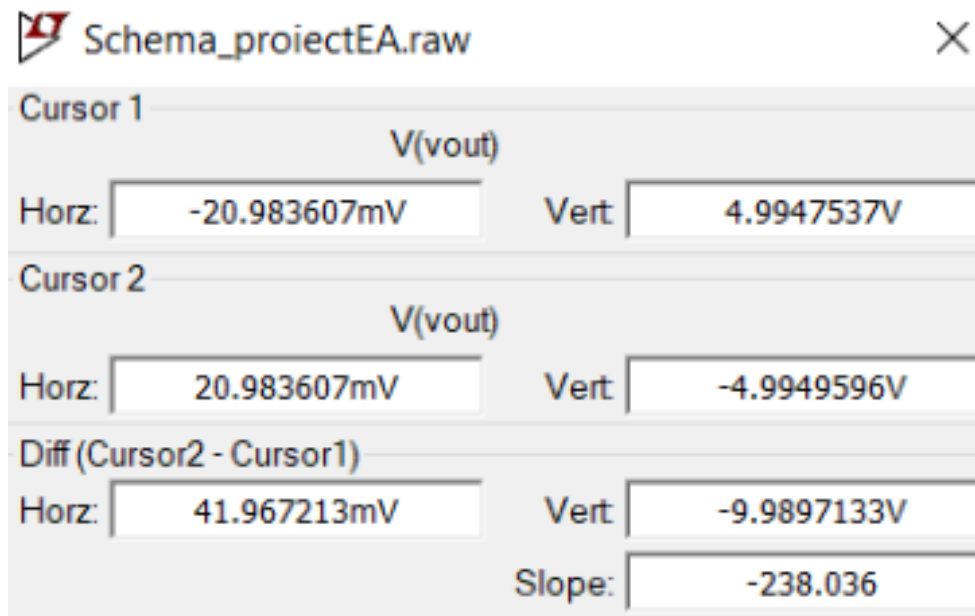


Click to plot V(Vout).



Dupa ce am rulat, automat ne va face caracteristica de transfer din cele doua imagini.

Caracteristica de transfer se masoara de la momentul in care tensiunea de iesire are -5V si pana la momentul in care ajunge la 5V.



Din tabelul cursoroanelor observam ca amplificarea de tensiune a schemei are valoarea -238.036(Slope).

Din calculele teoretice am obtinut -241,5. Diferenta dintre cele doua rezultate este de 3,5.

Aceste erori apar fie din erorile de calcul (calculatorul nu face niciodata calcule exacte, exista erori numerice, simulatorul face scurtaturi numerice si sare peste etape), fie pentru ca amplificatorul meu nu este un amplificator ideal si are amplificarea finita.

Tot din tabelul celor doua cursori, putem observa faptul ca domeniul tensiunii de intrare pentru care schema functioneaza liniar este [-20.98; 20.98] mV. Rezultatul fiind foarte apropiat de intervalul calculate numeric, adica [-20,7; 20,7] mV.

3. SIMULAREA DE TIP AC

Vom folosi o simulare de tip decada (o scara naturala pentru simularile de tip frecventa).

Numarul de puncte pe decada: 10

Frecventa de la 1 Hz pana la 100Hz.

Grafic: La Vout functie de frecventa.

2 grafice: amplificarea in dB si defazaj.

Se defineste banda de trecere a filtrului pana in punctul unde amplificarea scade la jumate cand o consideram amplificarea de putere. Amplificarea de tensiune trebuie sa scada de radical din 2 ori.

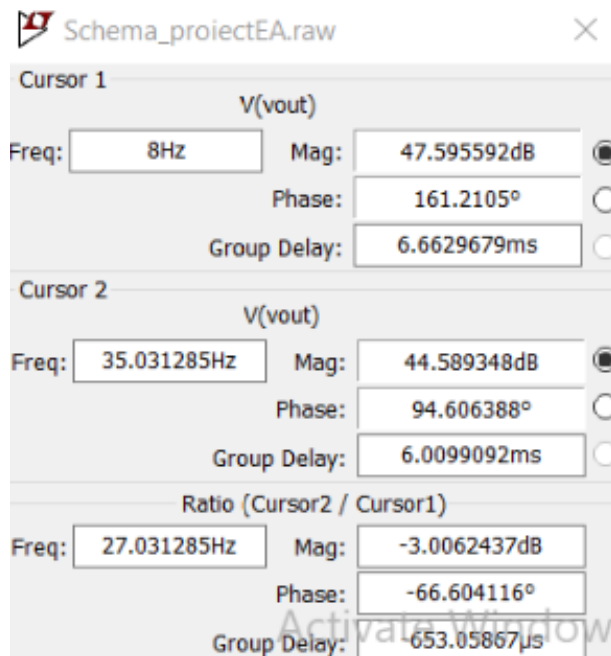
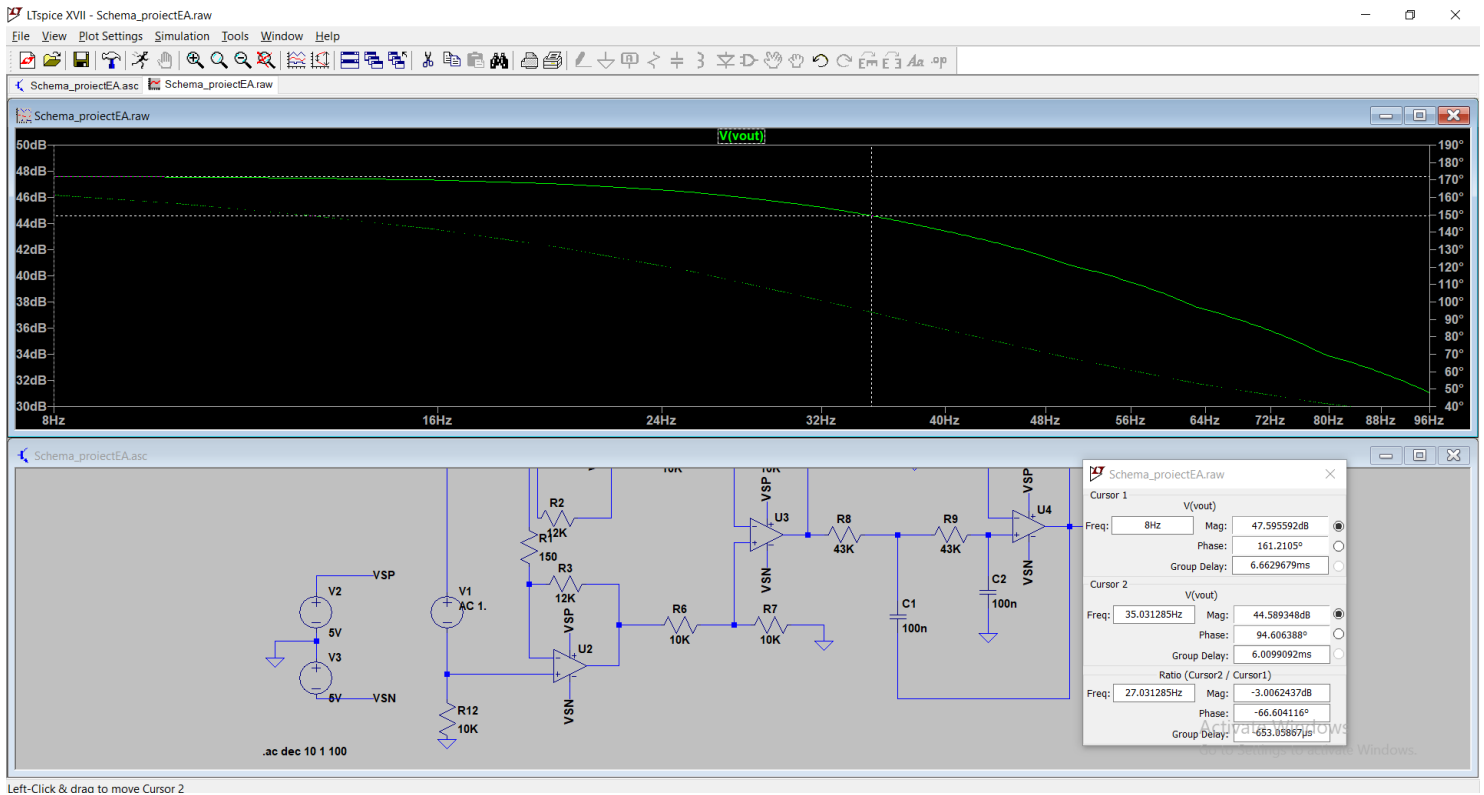
$20 \cdot \log_{10}(1/2) = -3,0102999$. Deci este aproximativ -3.

Daca aveam constanta de tip $R \cdot C$ in secunde, $1/R \cdot C$ in hertz \rightarrow este comparabil cu $1/R \cdot C$ (ca ordine de marime). Asa se masoara frecventa de 3dB.

-3dB = -3dB ca raport/ca diferenta

Asadar, voi analiza pentru valoarea sursei V1 cu **AC 1.**, iar comanda de simulare rulata este .ac dec 10 1 100 ce realizeaza caracteristica de frecventa a schemei la scara logaritmica si ne ofera informatii despre banda de trecere a filtrului. Aceasta este determinata de frecventa la care amplificarea scade de $\sqrt{2}$ ori, mai exact la frecventa la care amplificarea in dB a scazut cu -3dB de la valoarea maxima de incepere.

Diagrama amplitudine-frecventa(scara logaritmica): Primul cursor il ducem cat se poate de la stanga ca sa fie cat mai buna aproximatia, iar cu cel de al doilea cursor ne vom muta pana la o valoare cat mai apropiata de -3dB(valoarea Mag a celor doua cursoare).



Banda de trecere este determinata de frecvenetele de amplificare maxima in dB.

$$20\log(|A|)=20\log(241,5)=20*2,383=47,65 \text{ dB}$$

Acest rezultat devine 44,65dB (frecventa de -3dB).

Din tabelul celor doua cursoare, se poate observa ca rezultate simularii sunt foarte apropiate de rezultatele teoretice. Valoarea "Mag" a primului cursor, 47.59, este apropiata de rezultatul calculului $20*\log(|A|)=47,65 \text{ dB}$. Valoarea "Mag" al celui de al doilea cursor, 44.58, este apropiata de rezultatul calculului pentru frecventa de -3dB, 44,65dB.

In final, analizand valorile "Freq" ale celor doua cursoare, putem spune ca banda de trecere a schemei este bine aproximata de intervalul [8;35.03] Hz.

4. SIMULAREA DE TIP TRANSIENT - se foloseste pentru semnale/raspunsuri tranzitorii. Regim tranzitoriu cand dam un semnal treapta la intrare si vedem cum raspunde la semnalul treapta. Perioada semnalului dreptunghiular trebuie sa fie mult mai mare decat timpul de raspuns tranzitoriu.

Sa se masoare raspunsul circuitului la semnal tranzitoriu:

Sursa V1 --> sursa de tip PULSE: tensiunea initiala 0. Maxima nu trebuie sa aibe o tensiune prea mare, pt ca o sa ne duca amplificatorul in zona neliniara. Deci, trebuie sa-i dam la amplitudine o valoare masurata in domeniul de liniaritate masurata anterior. O sa las 1m (un semnal f mic) ca sa fie calculele usoare.

Ideal impuls are timp de crestere zero. Practic nu exista asa ceva, deci o sa-i dau valoarea de 10n(nanosecunde), o valoare foarte mica (practic instantaneu).

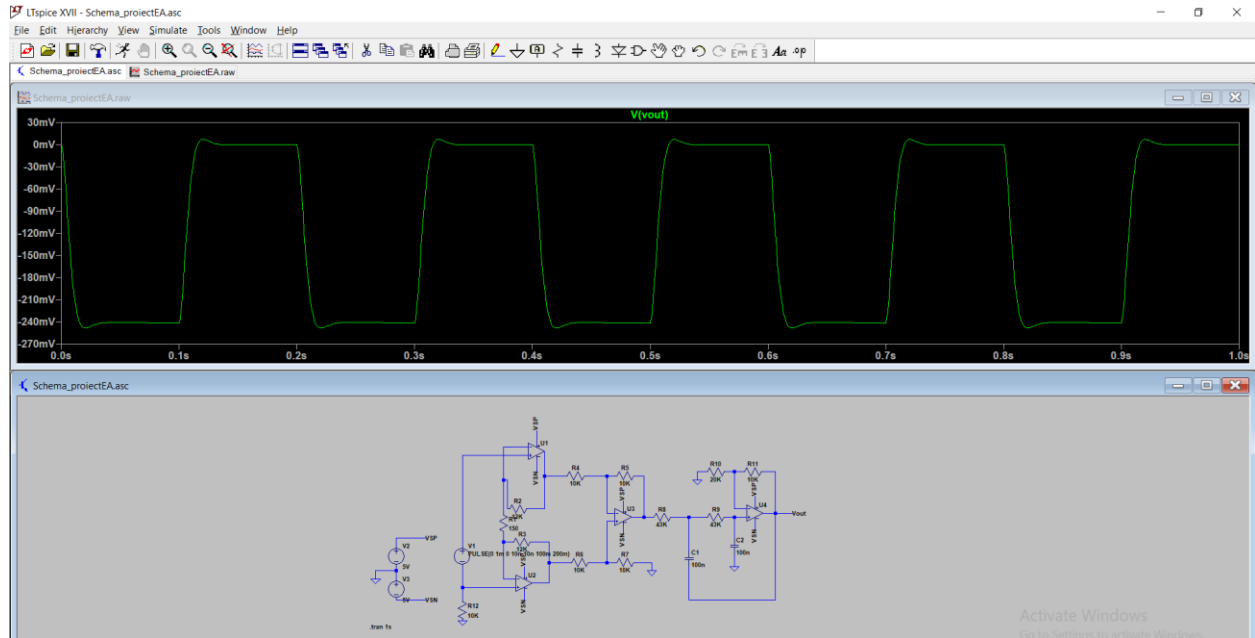
Ton = cat sa stea Von. Sa zicem ca ii dam un semnal periodic. Trebuie ca perioada aceasta sa fie semnificativ mai mare decat timpul de stabilizare.

Timpul de stabilizare este de asteptat sa fie corelat cu frecventa de 3dB.

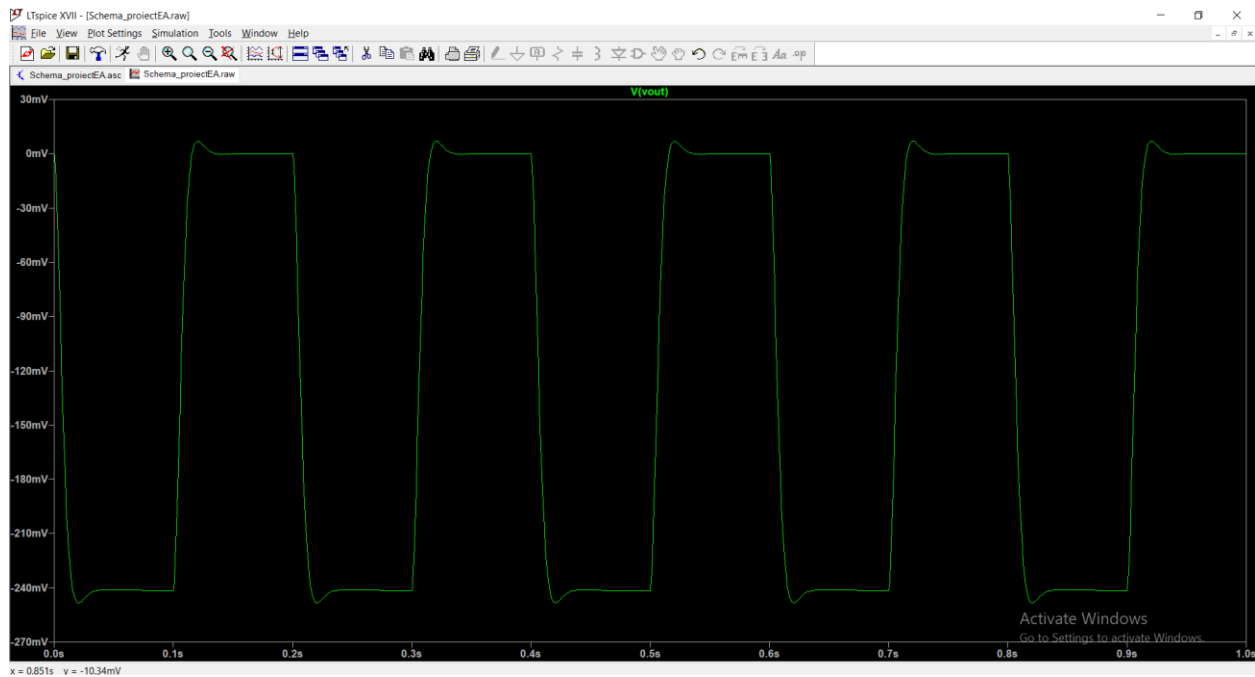
Daca facem simulare de tip DC apare supracresterea. Cand avem o supracrestere in domeniul timp, avem o supracrestere in domeniul frecventa.

Exista o relatie intre timpul de crestere si frecventa.

Transient-ul si frecventa sunt doua fatede matematice ale aceluasi lucru.



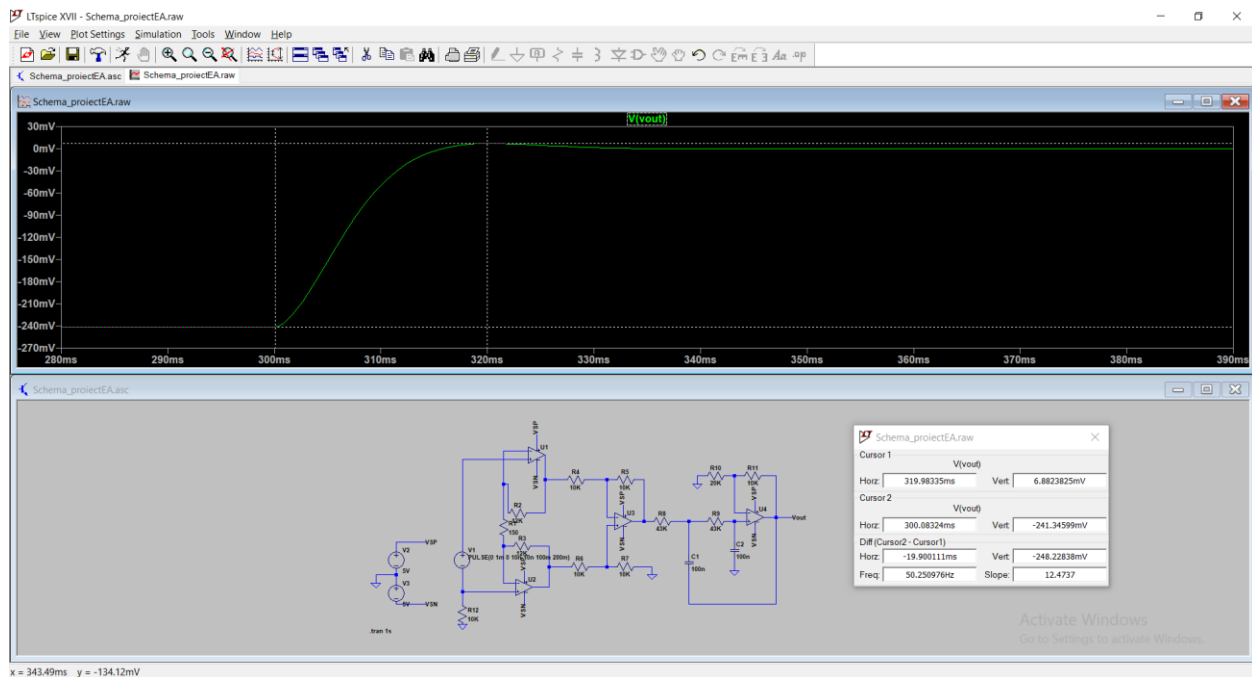
Rezultatele obtinute pot fi interpretate ca un suprareglaj dat de filtrul trece-jos.

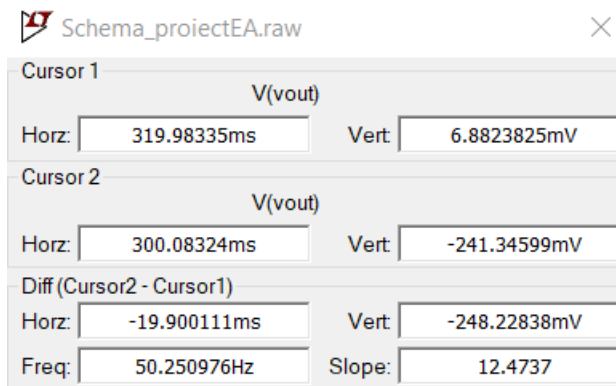


Se observa pe grafic raspunsul tranzitoriu si timpul de crestere. Se gasesc punctele pe verticala de 10% si 90% din amplitudinea comutatiei.

Pentru a calcula timpul de crestere, vom masura amplitudinea varf la varf, apoi timpii pentru care valoarea amplificarii este 10%, respectiv 90% din amplitudinea varf la varf si la final facem diferenta celor doi timpi.

In ultima imagine se poate observa tranzitia de la valoarea de stabilizare de jos, la valoarea de Vout maxim, respectiv la stabilizarea de sus.





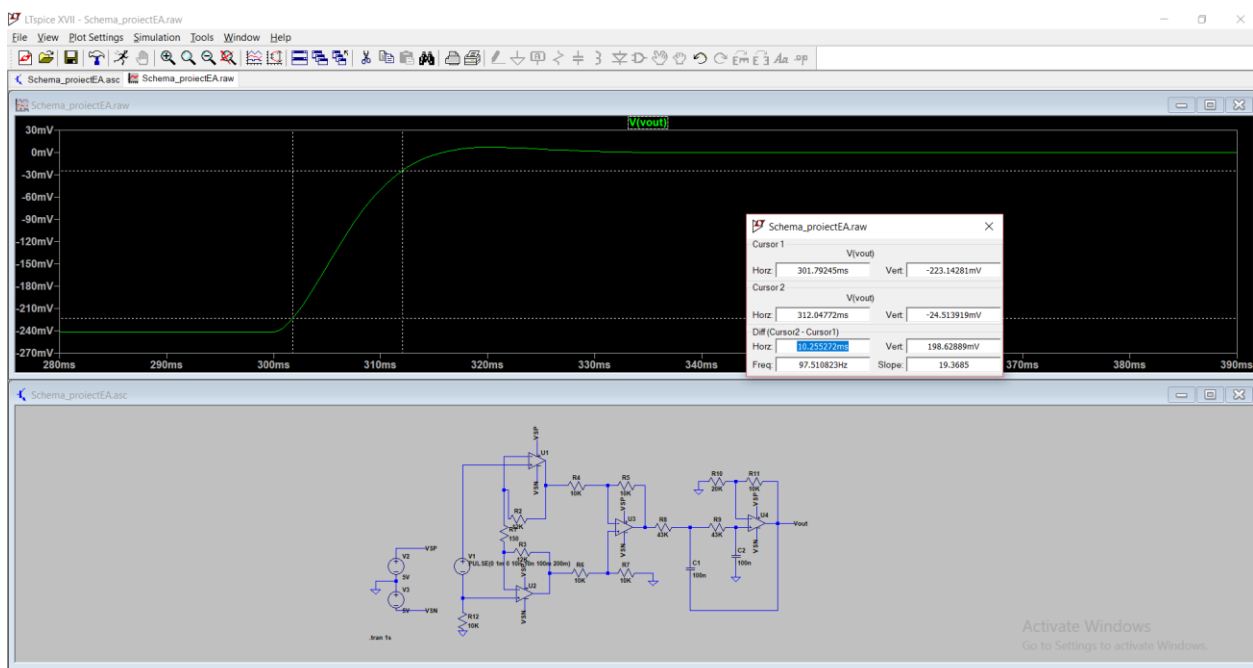
Astfel, punand primul cursor in cel mai inalt punct de pe grafic si al doilea cursor in punctul de stabilizare de jos, observam ca amplitudinea varf la varf a iesirii este -248.22 mV.

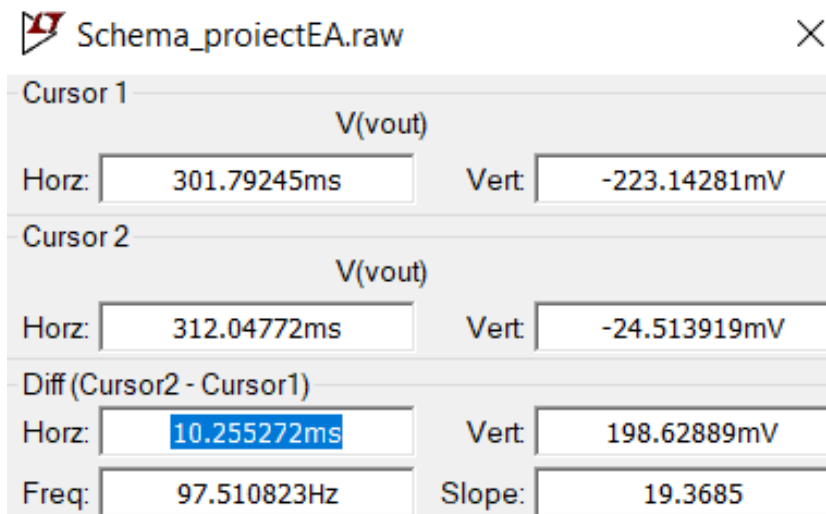
$$0.1 * (-248.22) = -24,822\text{mV}$$

$$0.9 * (-248.22) = -223,398\text{mV}$$

Deci timpul de crestere este dat de timpul in care amplitudinea iesirii creste de la -223,398mV la -24,822mV.

Fixand cele doua cursoare aproximativ la punctele calculate, obtinem timpul crestere egal cu 10.25ms.





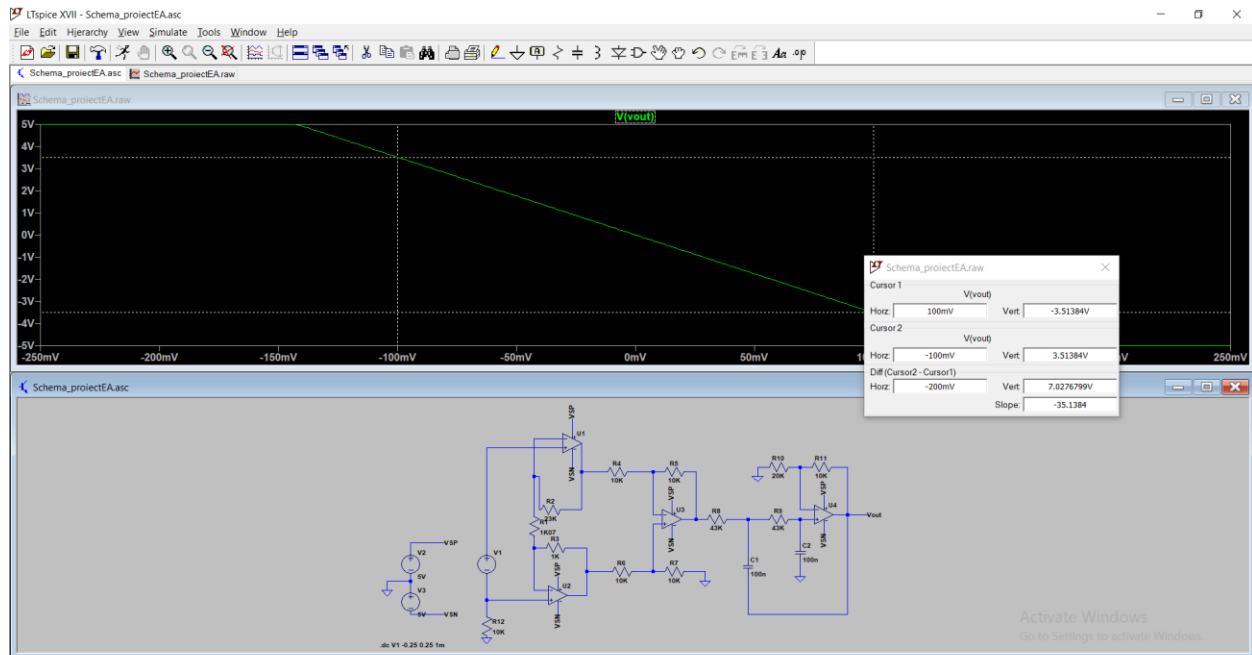
Relatia dintre timpul de crestere si f_{-3dB} este $T_c = a \cdot (1 / (2 \cdot \pi \cdot \sqrt{R_8 \cdot R_9 \cdot C_1 \cdot C_2}))$, a fiind coeficientul de proportionalitate. Aceasta relatie, dintre frecventa si timp de crestere, este proportionala cu $1 / \sqrt{R_8 \cdot R_9 \cdot C_1 \cdot C_2} = 2 \cdot \pi \cdot f_{-3dB} =$ pulsatia de taiere.

Deci timpul in care se realizeaza procesul de atenuare a semnalelor de amplificare mare este timpul de crestere, un timp suficient de rapid (10.25 ms) ca sa nu existe posibilitatea unor instabilitati(cauzate de semnalele mari).

5. Schema trebuie sa transfere domeniul de intrare specificat (-100, +100) mV in domeniul de iesire specificat (-4V,4V). Inseamna ca trebuie sa am o amplificare de tensiune egala cu 40, panta ($\Delta V_{out} / \Delta V_{in}$).

Daca aleg sa modific R_4 , R_5 , va trebui sa modific in acelasi raport si R_8 , R_7 pentru a-si pastra conditia de differential. Ca sa nu fac prea multe modificari, voi modifica doar valoarea lui R_1 . Folosind formula de amplificare de tensiune(diferentiala) in care voi considera rezistenta R_1 necunoscuta, obtin:
 $A = (1 + 24/R_1)(-1)(1 + 1/2) = -40 \Rightarrow 40/1,5 = 1 + 24/R_1 \Rightarrow 24 \cdot R_1 = 25,6 \Rightarrow R_1 = 1,07 \text{ K}\Omega$.

Dupa inlocuirile facute, o sa-l dam Run pe DC si vom pune cele doua cursoare la -100 mV si la 100 mV. Se observa ca amplificarea este de la 4 la -4.



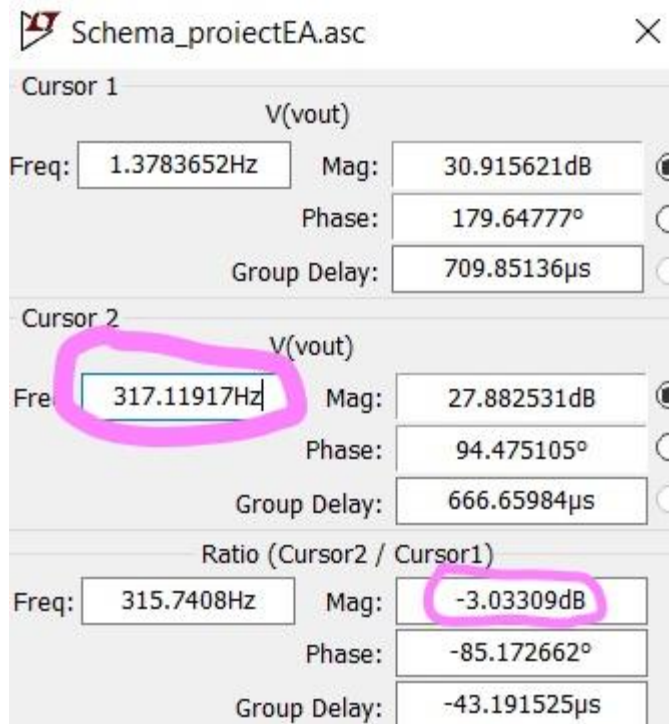
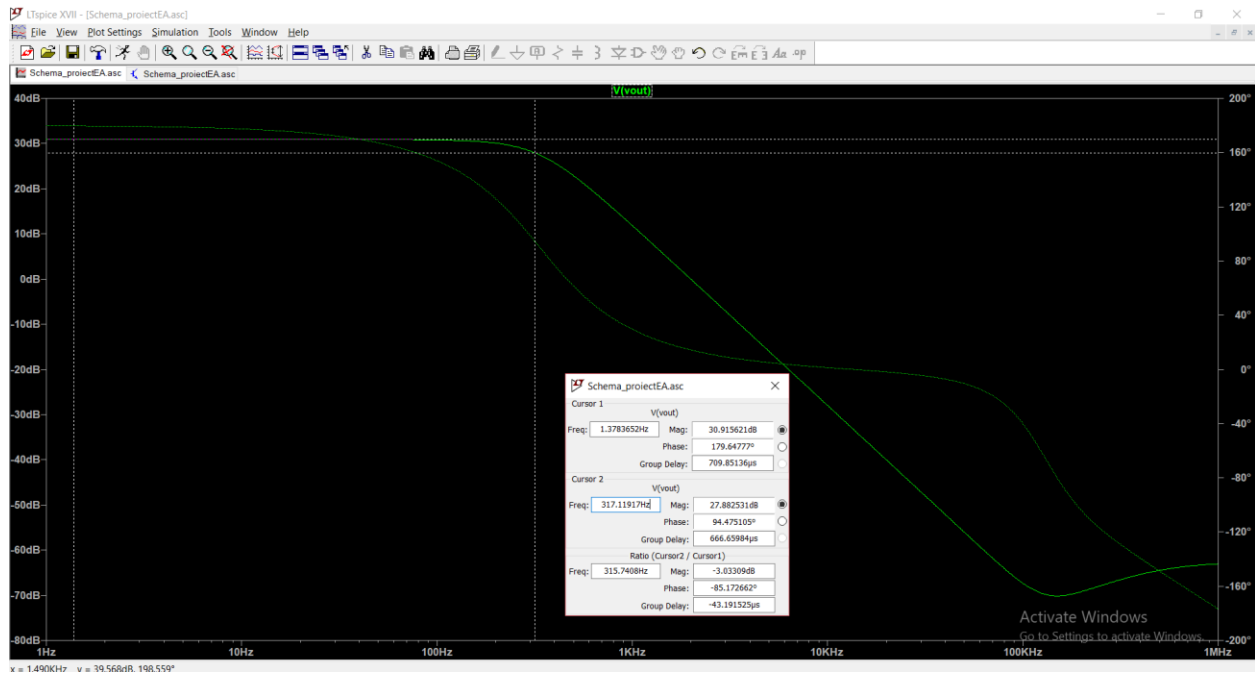
Se observa ca panta este aproape -35(aproape -40)

Schema mai trebuie sa aiba frecventa de -3dB, in valoare de 300Hz. Se doreste amplificarea frecventei de -3dB de la valoarea aflata in exercitiul 3(35.03HZ) la frecventa data in tabelul din exercitiul 1, adica 300Hz.
 $A_{fv} = 300 / (35.03) = 8,564$. Deci se doreste amplificarea frecventei de -3dB de 8,5 ori.

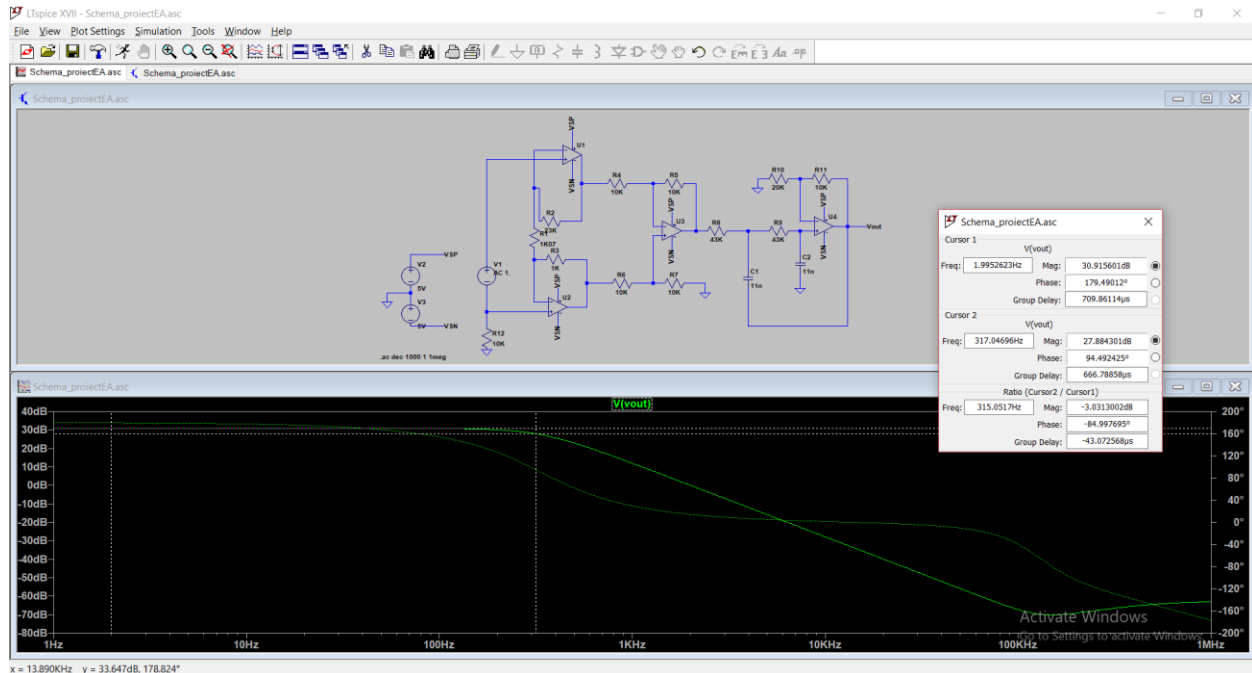
Din $1 / \sqrt{R8 \cdot R9 \cdot C1 \cdot C2} = 2 \cdot \pi \cdot f_{-3dB}$ -> trebuie scazute fie cele doua rezistente de 8,5 ori, fie cele 2 condensatoare.

$$C1 = C2 = 100 / 8,564 = 11,676 \text{ nF}$$

Vom simula cu aceste noi valori ale condensatoarelor folosind o simulare de tip AC si trebuie sa obtinem frecventa de 300HZ.



Cand al doilea cursor a atins $-3\text{dB}(\text{Mag})$, frecventa este 317.11Hz . Este 10% eroare, deci rezultatul este destul de bun. Probabil daca maream condensatorul ne dadea frecventa mai aproape de 300Hz .



Concluzii finale:

Analiza de tip DC Sweep ne permite o analiza de precizie mai buna decat analiza trans. Analiza AC ne da caracteristica de frecventa (avem un filtru). Va face caracteristica de transfer. In DC sweep nu mai exista raspuns in frecventa (tot ce e condensator a disparut din schema).

Schema este un amplificator de instrumentatie. Citeste o tensiune electrica venita de la un sensor care e controlat cu sursa V1. Tensiunea respectiva este amplificata. Semnalul(V1) nu este masurat fata de masa, ci intre cele doua intrari, intre care am legat si senzorul.

Filtrul activ trece-jos limiteaza componentele rapide din semnalul de iesire (atenueaza frecventele inalte, perturba zgomotul).

Circuitul trebuie să aibă o impedanță de intrare mare și o impedanță de ieșire mică, pentru a evita reducerea semnalului la conectarea cu elementele de intrare / ieșire. Este deci necesar un amplificator care să transfere linear domeniul de ieșire al senzorului în domeniul de intrare al instrumentului de măsură.