



UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA



Facultatea de Electronică,
Telecomunicații și
Tehnologia Informației

PROIECT
SISTEME CU CIRCUITE INTEGRATE ANALOGICE

STUDENT: MELINTE DUMITRU COSMIN

PROF. ÎNDRUMĂTOR: CONF.DR.ING. FAZAKAS ALBERT

SPECIALIZARE: TEHNOLOGII ȘI SISTEME DE
TELECOMUNICAȚII

ANUL: III

GRUPA: 2231/2

Circuit sumator cu trei căi, reglabil, cu amplificare la ieșire

Informații pentru realizarea circuitului

Nume	Cod temă	Domeniu	Tema	Specificații implementare	Simulări
Melinte Cosmin	AU4	Prelucrare semnale audio	Sumator 3 căi, reglabil + Amplificare ieșire	AO + Amplificare clasă AB / Supply Sensing	LTSpice & Proteus

Tabelul 1. Specificații pentru proiectare

Schema bloc a circuitului



Figura 1.0 Schema bloc a circuitului

Schema electrică a circuitului

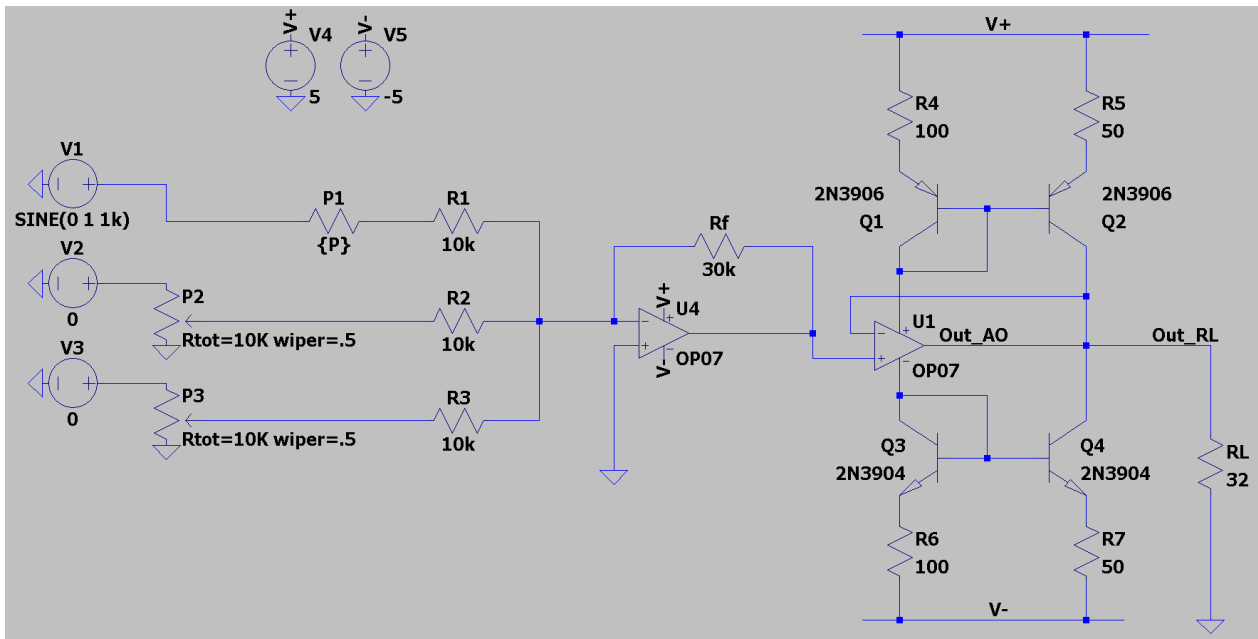


Figura 2.0 Schema electrică a circuitului LTSpice

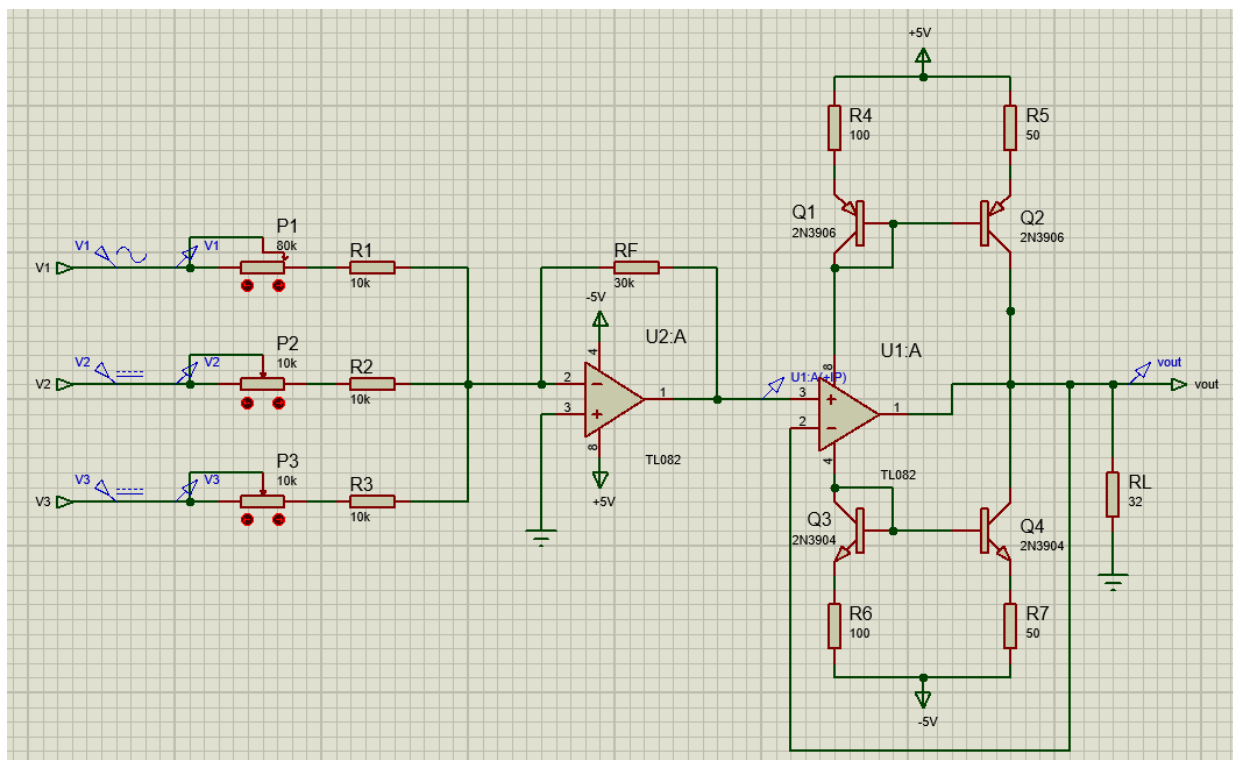


Figura 3.0 Schema electrică a circuitului Proteus

Fundamentare teoretică

Amplificator operațional sumator inversor

Amplificatorul operațional (AO) este un dispozitiv electronic utilizat pentru a amplifica semnalele electrice. În configurația de sumator (Figura 2.1), AO-ul preia mai multe semnale de intrare și le combină, producând o singură ieșire care este suma amplificată a semnalelor de intrare.

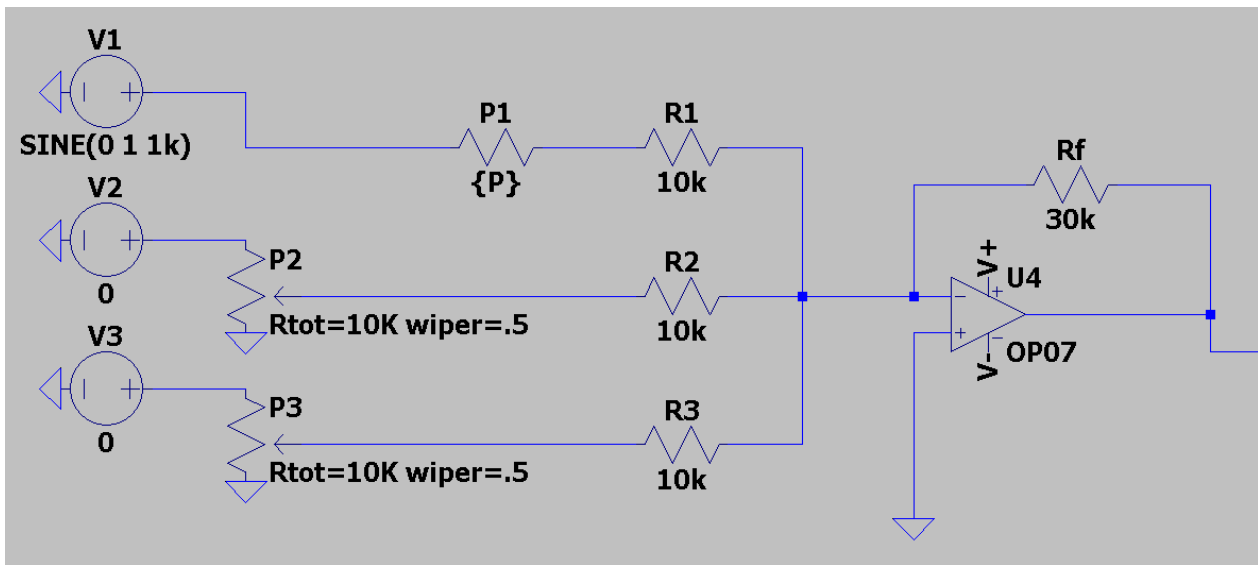


Figura 2.1 Amplificatorul operațional sumator inversor

Dimensionarea rezistențelor pentru a obține $\pm 10[\text{dB}]$

U4 = Amplificator operațional inversor

$$a[\text{dB}] = 10[\text{dB}] \Rightarrow a = 10^{\frac{a[\text{dB}]}{20}} = 10^{0.5} \cong 3,16$$

$$\text{Alegem } R1 = 10\text{K}[\Omega] \Rightarrow Rf = 30\text{K}[\Omega]$$

Dimensionarea potențiometrului

$$\frac{R_f}{R_1 + P_1} = -10[dB] = \frac{1}{3}$$

$$\frac{R_f}{R_1} = 10[dB] = 3$$

$$3R_f = R_1 + P_1$$

$$R_f = 3R_1$$

$$\text{Dacă } R_1 = 10K \text{ și } R_f = 30K \Rightarrow P_1 = 3 * 30K - 10K \Rightarrow P_1 = 80K$$

Calculăm V_{OUT} pentru AO U4

Aplicând legea nodului obținem:

$$\frac{V_{out} - V_{in}}{R_f} = \frac{V_{in}}{R_1} + \frac{V_{in} - V_{P1}}{R_p}$$

$$R_1 = 10K, \quad R_f = 30K, \quad V_{P1} = 1[V]$$

$$\frac{V_{out}}{30K} = -\frac{1}{10K} \Rightarrow V_{out} = -3[V]$$

Simulare în LTSpice pentru a verifica valoarea tensiunii obținute la ieșirea AO sumator inversor:

$$V_{OUT} = V(n007) = \pm 3[V]$$

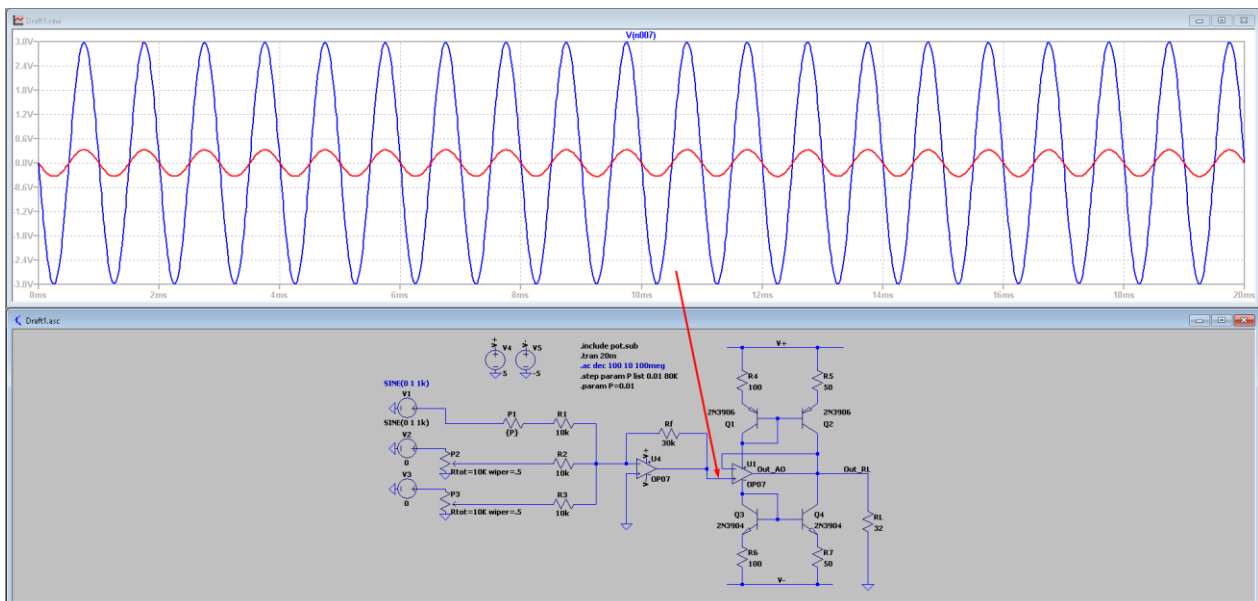


Figura 3.1 Ieșire AO sumator inversor

Amplificator Operațional + Oglindă de curent alternant

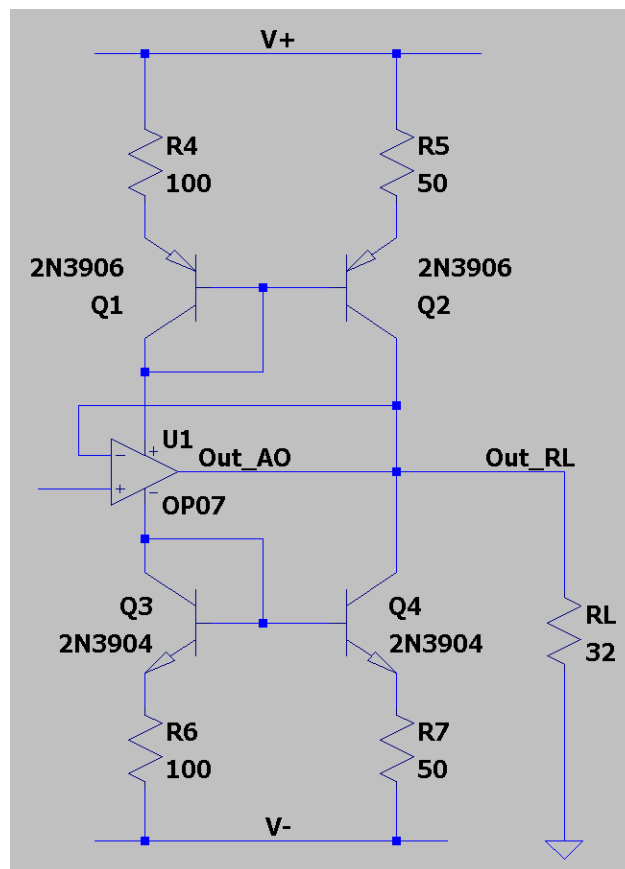


Figura 2.2 Oglindă de curent cu AO

În circuit, oglinda de curent bialternantă (Figura 2.2) este alimentată de sursele de tensiune V+ și V-. Aceasta este realizată printr-o combinație de tranzistoare și rezistențe, astfel încât curentul de ieșire să fie controlat și influențat în mod direct de curentul de intrare. Oglinda primește un curent de intrare prin intermediul AO-ului și generează un curent de ieșire amplificat.

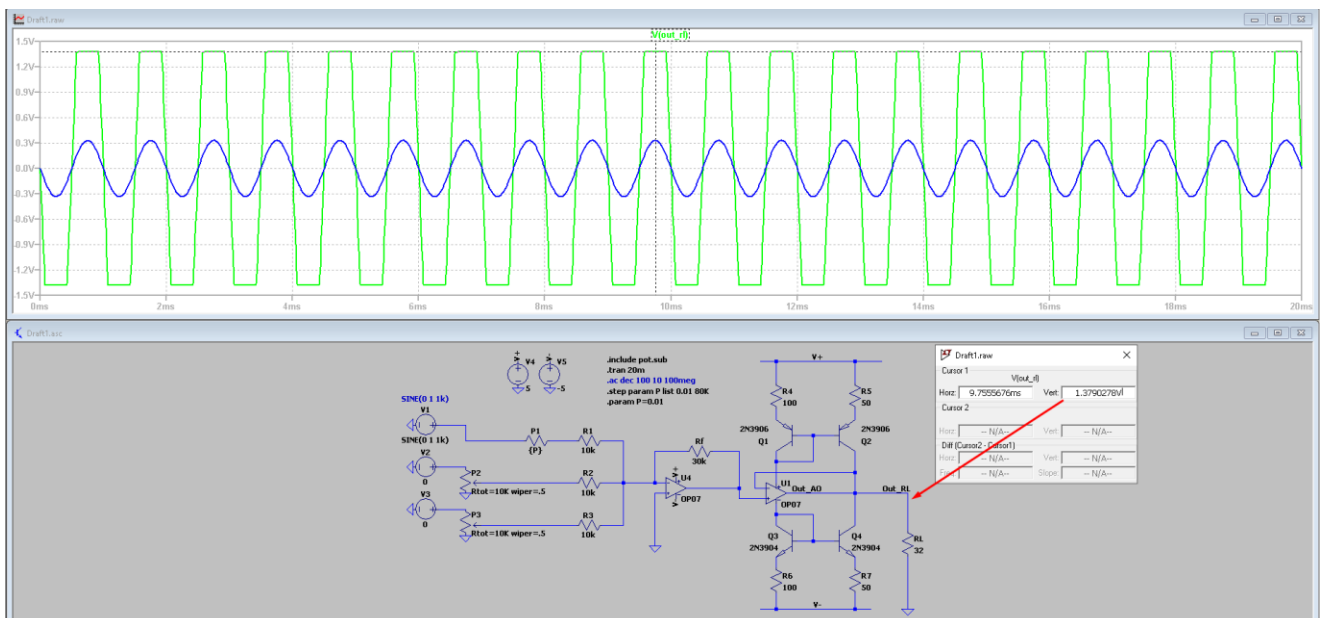
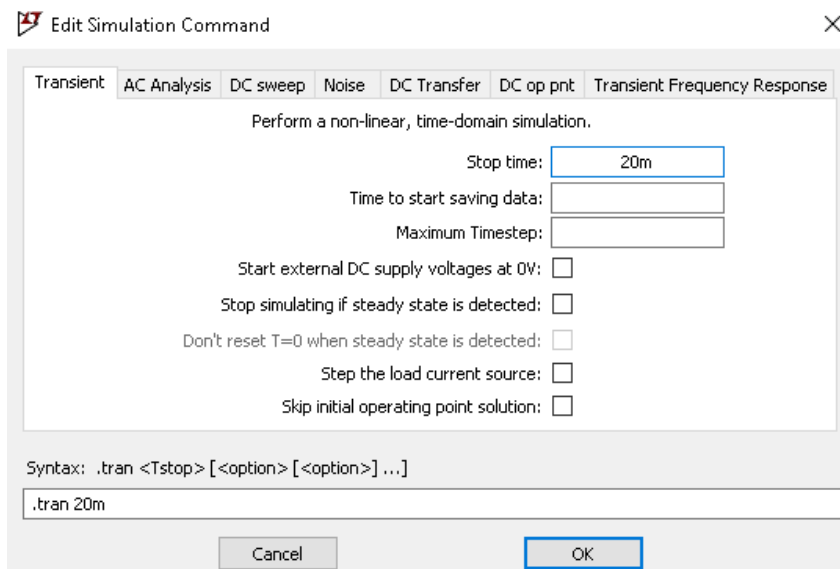
Acest etaj al circuitului are de asemenea rol de izolație între intrare și ieșire, având ca scop reducerea nivelului de zgomot și stabilizarea impedanței la ieșire pentru o calitate mai bună a sunetului.

Raportul rezistențelor $\frac{R4}{R5}$ trebuie să fie egal cu cel al rezistențelor $\frac{R6}{R7}$ pentru a asigura curenți de valoare egală în modul atât sus cât și jos. Acest lucru asigură simetria amplitudinii semnalului, atât în partea superioară, cât și în cea inferioară.

Testarea circuitului și interpretarea rezultatelor analizelor specifice

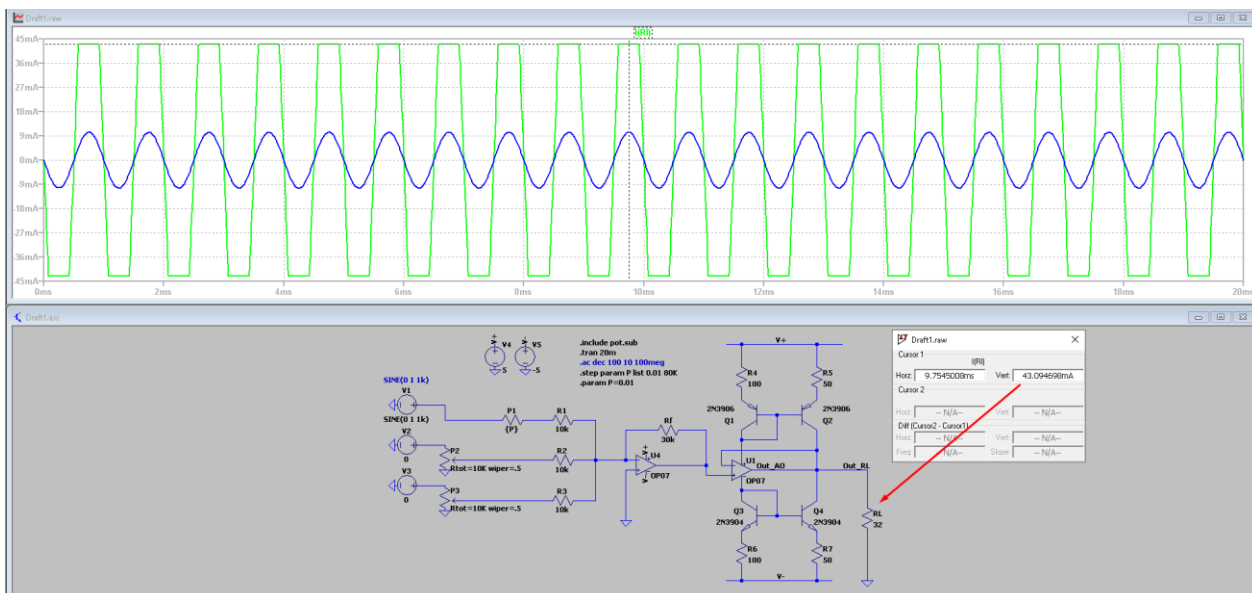
Analiză Transient LTSpice

Vom face o analiză de tip **Transient** cu următoarele valori:



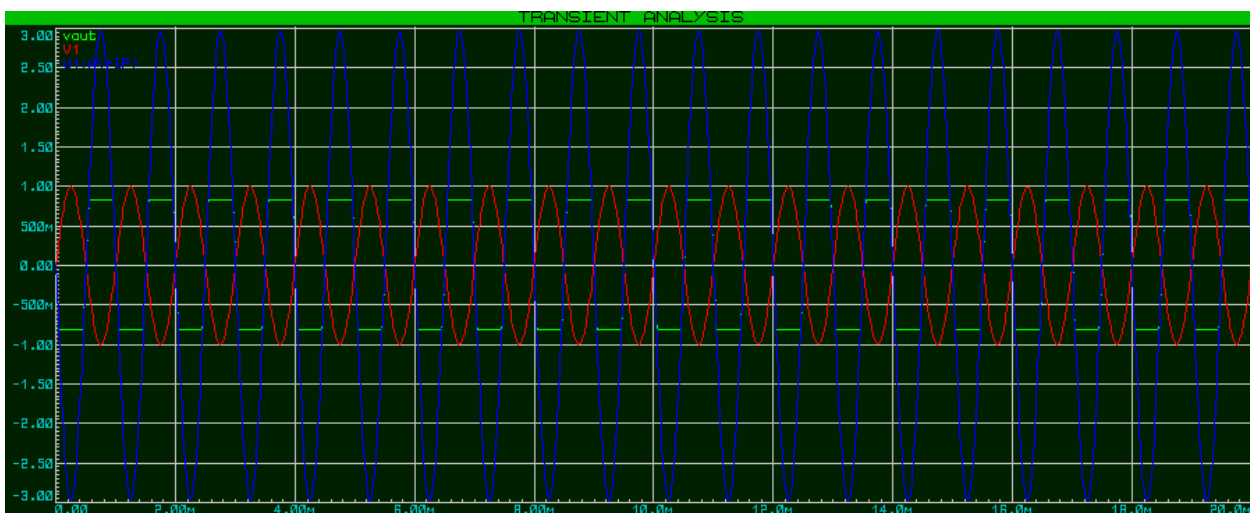
Valoarea tensiunii de ieșire

$V(\text{Out_RL}) = \pm 1.377[\text{V}]$



Amplitudinea curentului pe rezistența de ieșire	$I(RL) = \pm 43[\text{mA}]$
VAmplitudinea curentului pe rezistența Rf	$I(Rf) = \pm 100[\mu\text{A}]$
⇒ Curentul a crescut de aproximativ 430 de ori	

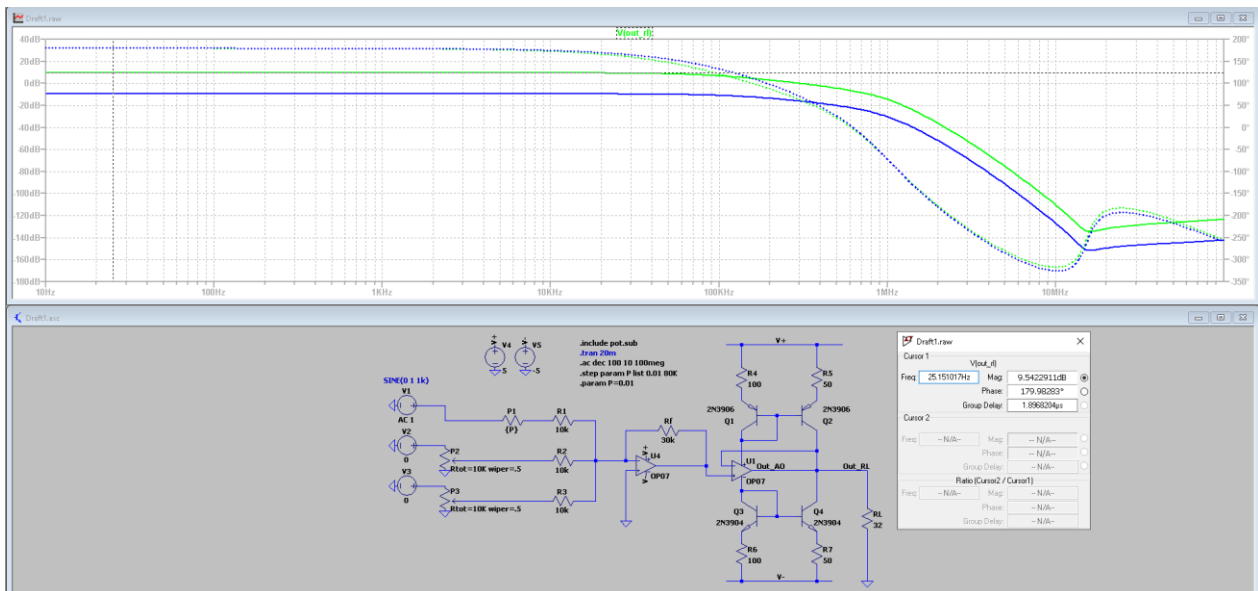
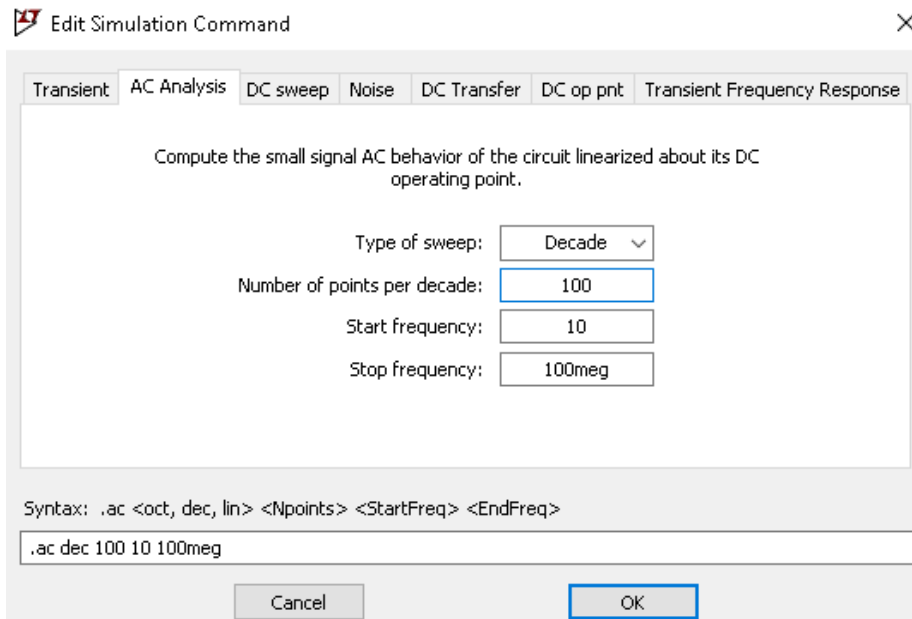
Analiză Transient Proteus



Amplitudinea semnalului de intrare	$V1 = \pm 1[\text{V}]$
Amplitudinea semnalului la ieșirea din AO sumator inversor	$U1:A(+IP) = 3[\text{V}]$
Amplitudinea semnalului de ieșire	$Vout = 0.8[\text{V}]$

Analiză în Curent Alternativ LTSpice

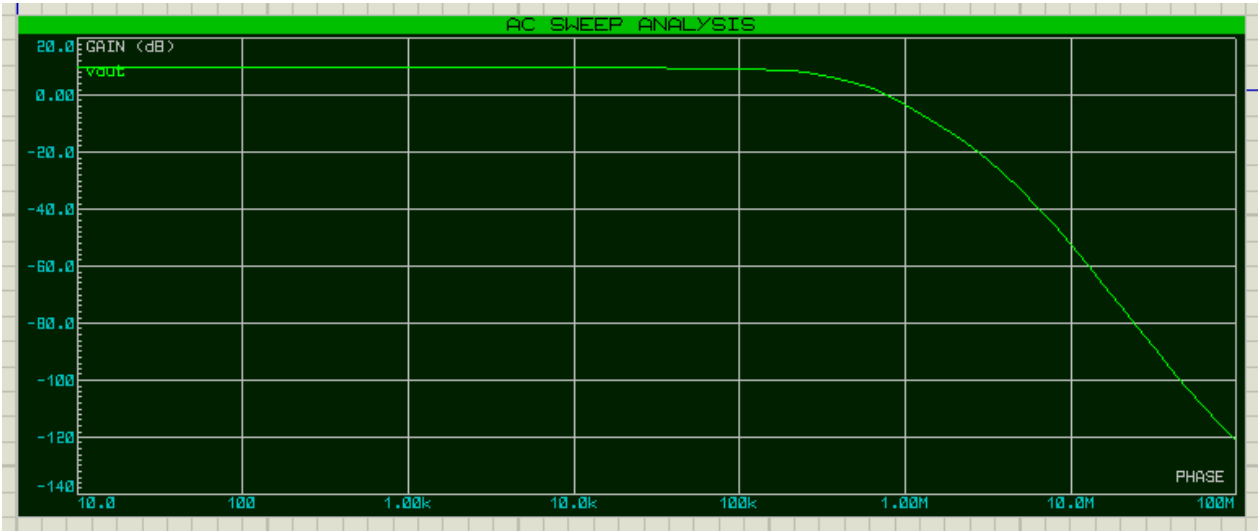
Vom face o analiză de tip **AC**, în funcție de parametrul **P** cu valoarea de start **0.01**, până la **80K** și **variație liniară**, cu următoarele valori:



Câștigul la ieșire: P[dB]

$V(\text{Out_RL}) = \pm 9.54[\text{dB}]$

Analiză în Curent Alternativ Proteus



Câștigul la ieșire: P[dB]	Vout = ±9.47[dB]
---------------------------	------------------

Bibliografie

<http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/de/>

<http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/cef/>

<https://github.com/brandondrury/LTspice-Libraries/tree/main/Pot>