

Nume student(ă): Iordache Madalina Gabriela

Grupă: 323CA

Semigrupă (I sau II): I

Electronică Analogică
Laboratorul 3 – Tranzistorul bipolar
Aplicații și simulări

3.2.1 Conexiunea Emitor Comun si Sarcina Distribuita

Pentru conexiunea Emitor Comun, se aduce tranzistorul in fiecare dintre cele doua puncte statice de functionare ($V_{CC} = 15V$ si $V_{CC} = 30V$) apoi se masoara parametrii intrarilor si ai iesirilor.

Amplitudinea semnalului U_i se seteaza, pentru ambele cazuri, la 1mV pentru EC, SD. Frecventa semnalului de intrare va fi setata la 10kHz.

Pentru fiecare dintre acestea masurati amplitudinile semnalelor (curent si tensiune):

- de intrare(U_i),
- de iesire ($U_{o\infty}$), la mersul in gol (cu sarcina de $10M\Omega$ (10Meg)),
- de iesire cu sarcina de $10K\Omega$.

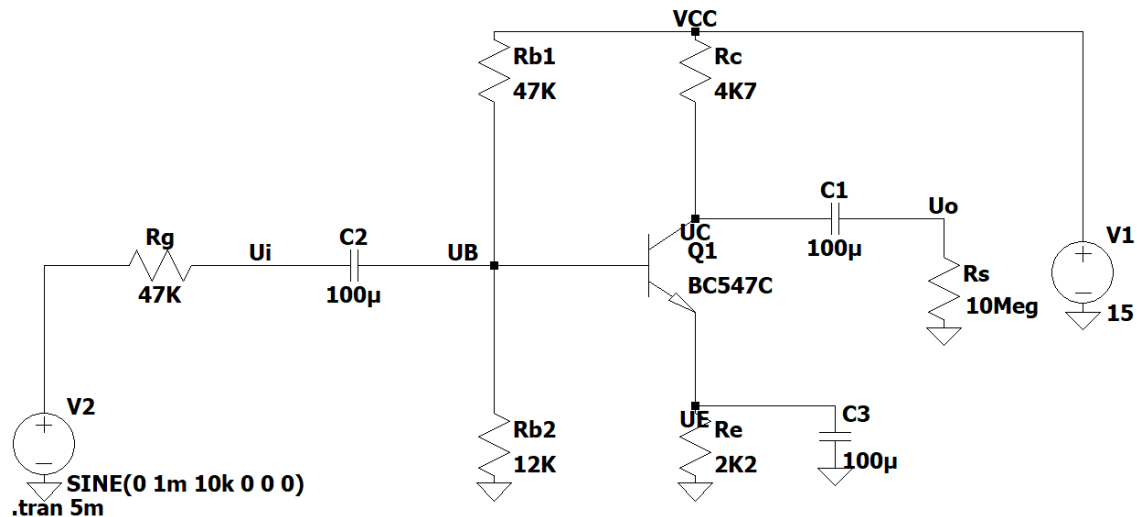
Calculati amplificariile de tensiune ($A_{U\infty}$), de curent (A_I), impedanta de intrare (Z_i) si impedanta de iesire (Z_o) **pentru conexiunile EC si SD.**

- Pentru $V_{CC} = 15V$, si $V_{CC} = 30V$, cu iesirea in gol (rezistenta de sarcina foarte mare), comparati cum se modifica tensiunea de iesire ($U_{o\infty}$) pentru doua tensiuni de alimentare.
- Observati diferenta de faza intre intrare si iesire. Cand tensiunea de la intrare se afla la valoarea pozitiva maxima, cum este tensiunea de la iesire (pozitiva sau negativa)?

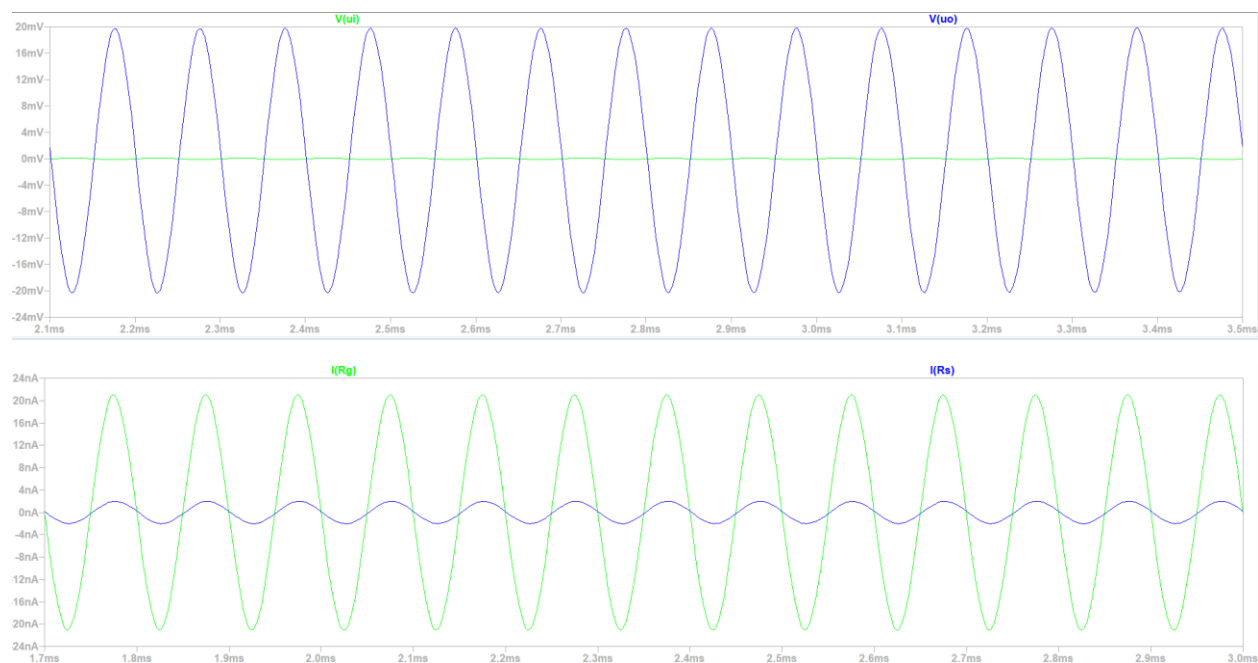
- Care dintre aceste doua montaje este mai stabil (mai putin influentat) in raport cu variatia tensiunii de alimentare? Cum se coreleaza observatiile cu formulele din Tabelul 1?

Conexiunea Emitor Comun

Consider $V_{CC} = 15V$.

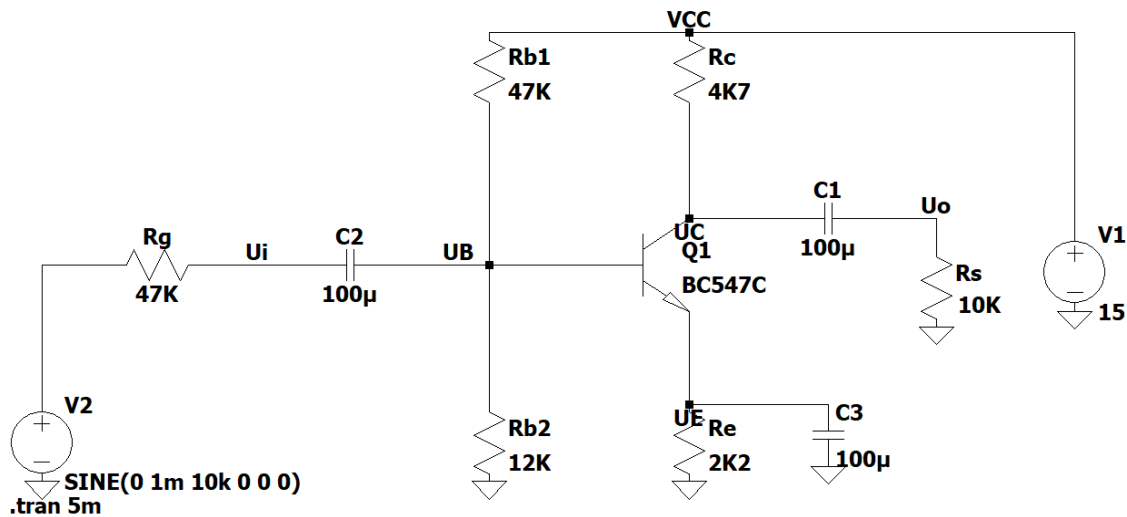


Graficul curentului de intrare - $I(R_g)$ si al curentului de iesire - $I(R_s)$ precum si al tensiunii de intrare $V(u_i)$ si al tensiunii de iesire $V(u_o)$:

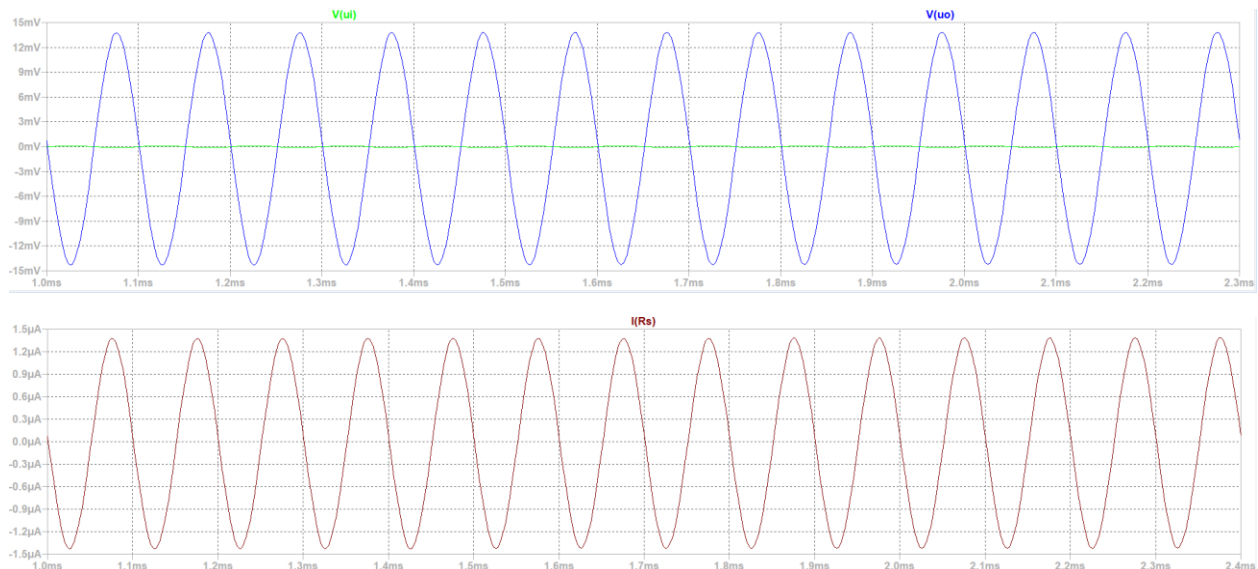


Tensiunea de iesire are acum amplitudinea de aproximativ 19.58mV, iar tensiunea de intrare, 100μV. Curentul de intrare are acum amplitudinea de 21nA, iar curentul de iesire, 1.8nA.

Am setat $R_s = 10K$.



Graficul curentului de iesire - $I(R_s)$ precum si al tensiunii de iesire $V(u_o)$:



Curentul de iesire - $I(R_s)$ are amplitudinea 1.382μA, iar tensiunea de iesire $V(u_o)$ are amplitudinea 13.5 mV.

Calculați amplificările de tensiune ($A_{U\infty}$), de curent (A_I), impedanța de intrare (Z_i) și impedanța de ieșire (Z_o)

- Amplificarea de tensiune:

$$A_{U\infty} = U_o/U_i = -19.58\text{mV} / 100\mu\text{V} = -195.8 \text{ (pt mers în gol)}$$

$$A_{U\infty} = U_o/U_i = -13.5\text{mV} / 112\mu\text{V} = -120.53 \text{ (pt } R_s = 10\text{k)}$$

- Amplificarea de curent:

$$A_I = I_o/I_i = 1.8\text{nA} / 21\text{nA} = 0.085 \text{ (pt mers în gol)}$$

$$A_I = I_o/I_i = 1.382\mu\text{A} / 21\text{nA} = 65.81 \text{ (pt } R_s = 10\text{k)}$$

- Impedanța de intrare:

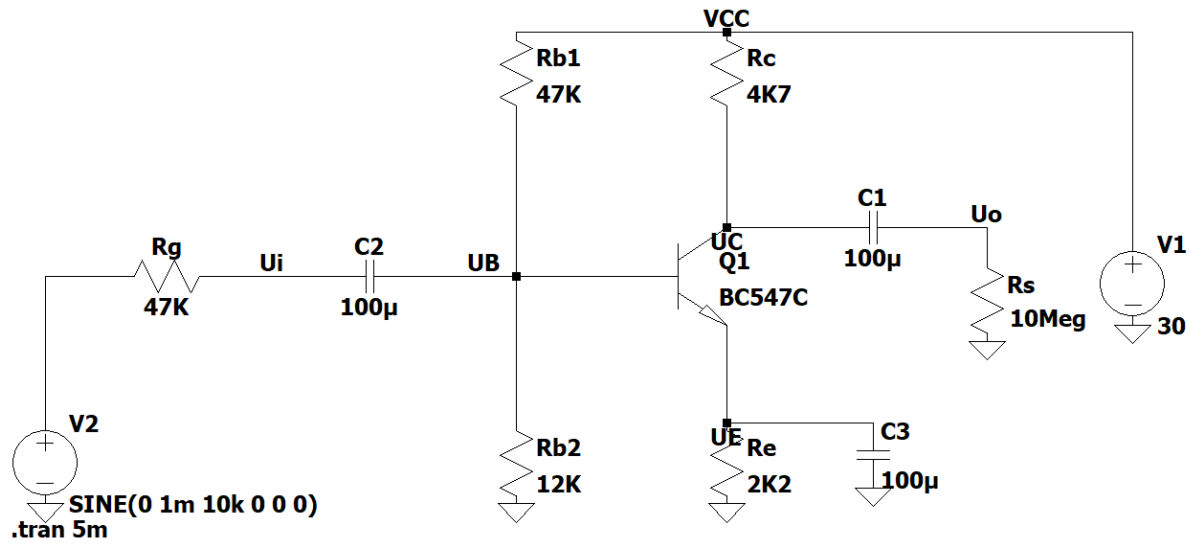
$$Z_i = U_i/I_i = 100\mu\text{V} / 21\text{nA} = 4761.9$$

- Impedanța de ieșire:

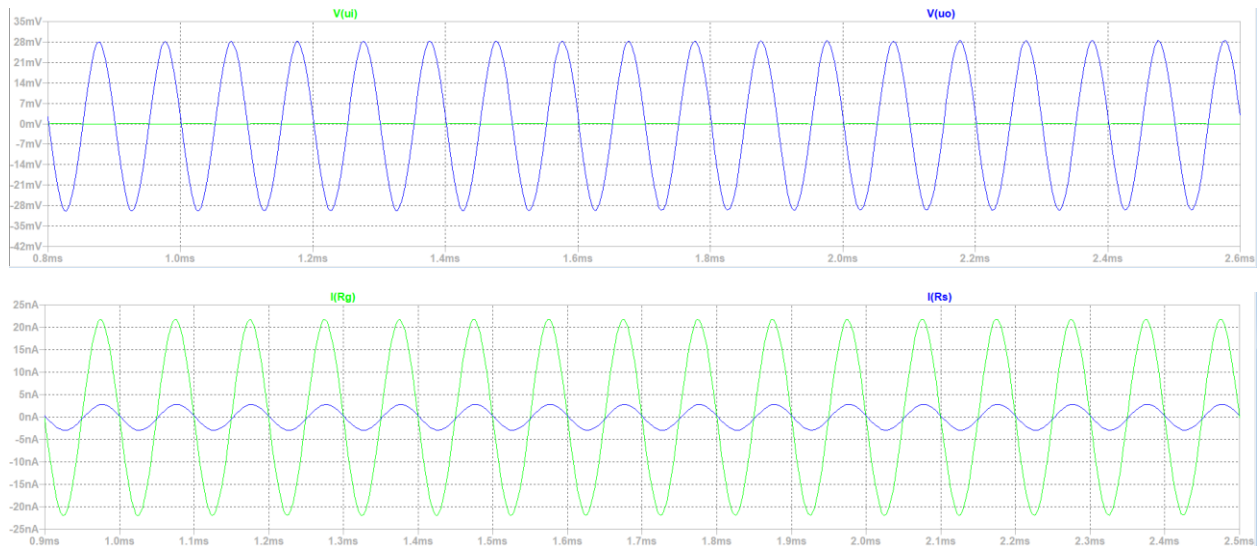
$$Z_o = U_o/I_o = 19.58\text{mV} / 1.8\text{nA} = 10.87 * 10^6 \text{ (pt mers în gol)}$$

$$Z_o = U_o/I_o = 13.5\text{mV} / 1.382\mu\text{A} = 9768.45 \text{ (pt } R_s = 10\text{k)}$$

Consider $V_{CC} = 30V$.

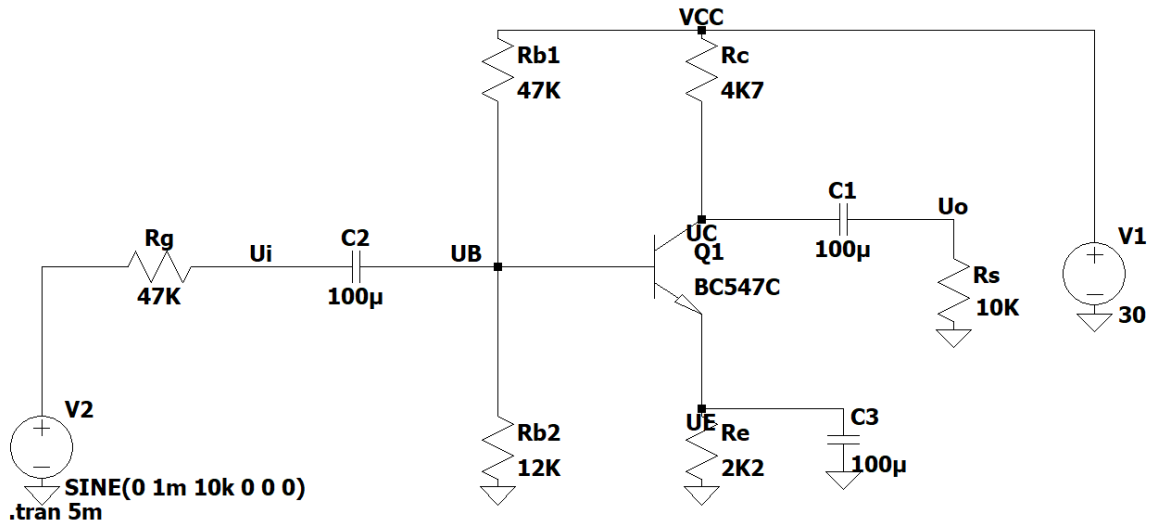


Graficul curentului de intrare - $I(R_g)$ si al curentului de iesire - $I(R_s)$ precum si al tensiunii de intrare $V(u_i)$ si al tensiunii de iesire $V(u_o)$:

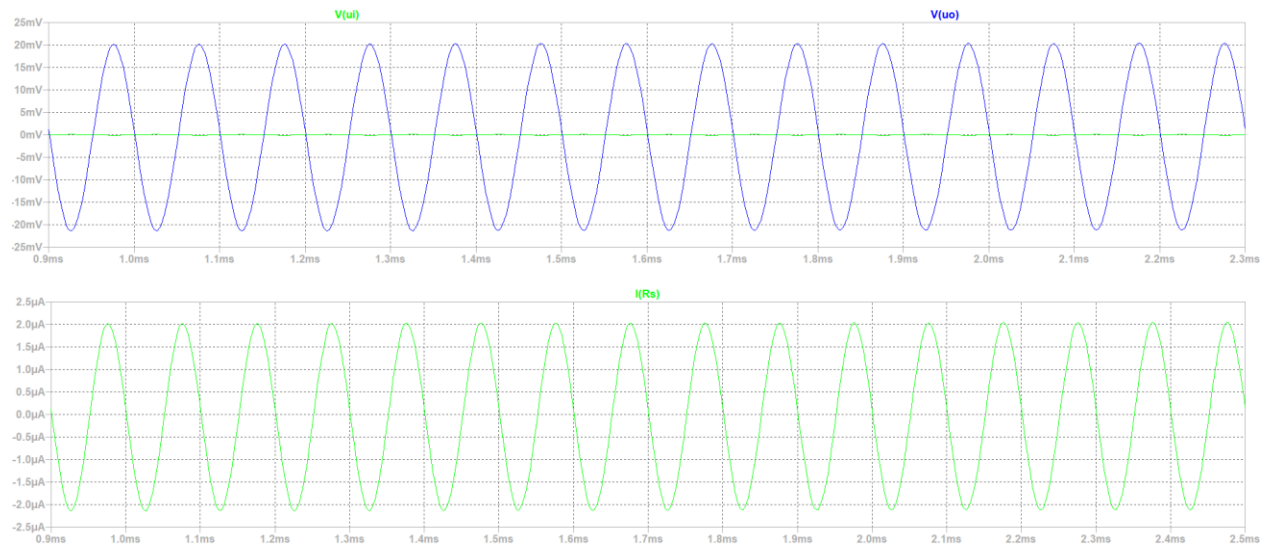


Tensiunea de iesire are acum amplitudinea de aproximativ 28mV, iar tensiunea de intrare, 80µV. Curentul de intrare are acum amplitudinea de 21.8nA, iar curentul de iesire, 2.8nA.

Am setat $R_s = 10K$.



Graficul curentului de iesire - $I(R_s)$ precum si al tensiunii de iesire $V(u_o)$:



Curentul de iesire - $I(R_s)$ are amplitudinea $2.028\mu A$, iar tensiunea de iesire $V(u_o)$ are amplitudinea 20.25 mV .

Calculați amplificările de tensiune ($A_{U\infty}$), de curent (A_I), impedanța de intrare (Z_i) și impedanța de ieșire (Z_o)

- Amplificarea de tensiune:

$$A_{U\infty} = U_o/U_i = -25\text{mV}/80\mu\text{V} = -312.5 \text{ (pt mers în gol)}$$

$$A_{U\infty} = U_o/U_i = 20.25\text{mV}/77.7\mu\text{V} = -280.61 \text{ (pt } R_s = 10\text{k})$$

- Amplificarea de curent:

$$A_I = I_o/I_i = 2.8\text{nA}/21.8\text{nA} = 0.128 \text{ (pt mers în gol)}$$

$$A_I = I_o/I_i = 2.028\mu\text{A}/21.76\text{nA} = 93.198 \text{ (pt } R_s = 10\text{k})$$

- Impedanța de intrare:

$$Z_i = U_i/I_i = 3669.72$$

- Impedanța de ieșire:

$$Z_o = U_o/I_o = 8.92 \cdot 10^6 \text{ (pt mers în gol)}$$

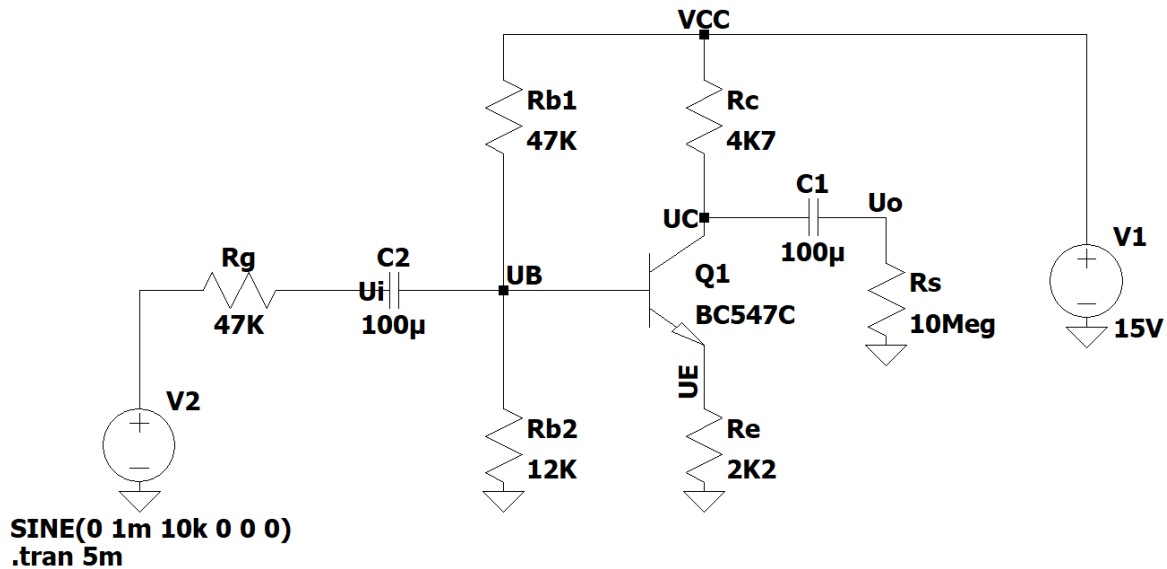
$$Z_o = U_o/I_o = 9985.2 \text{ (pt } R_s = 10\text{k})$$

Dacă se aduce tranzistorul în fiecare dintre cele două puncte statice de funcționare ($V_{CC} = 15\text{V}$ și $V_{CC} = 30\text{V}$) apoi se măsoară parametrii intrărilor și ai ieșirilor, se observă că tensiunea de ieșire $U_{o\infty}$ scade atunci când $V_{CC}=15\text{V}$. Când tensiunea de la intrare U_i are valoarea maximă pozitivă, tensiunea de ieșire $U_{o\infty}$ are valoarea minimă negativă.

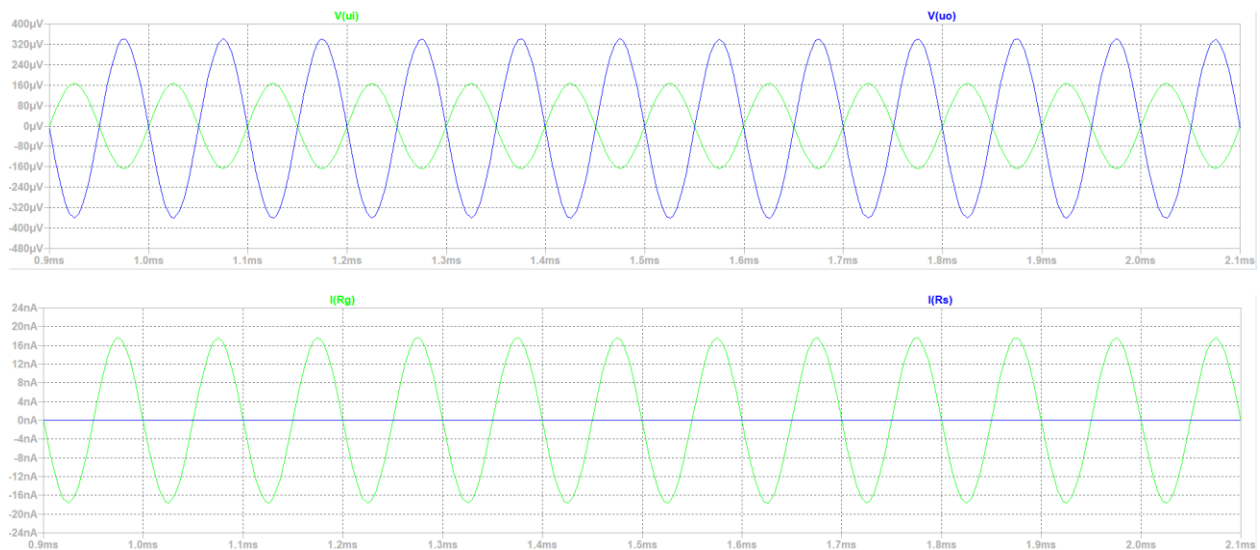
Montajul este instabil în raport cu variația tensiunii de alimentare.

Conexiunea Sarcina Distribuita

Consider $V_{CC} = 15V$.

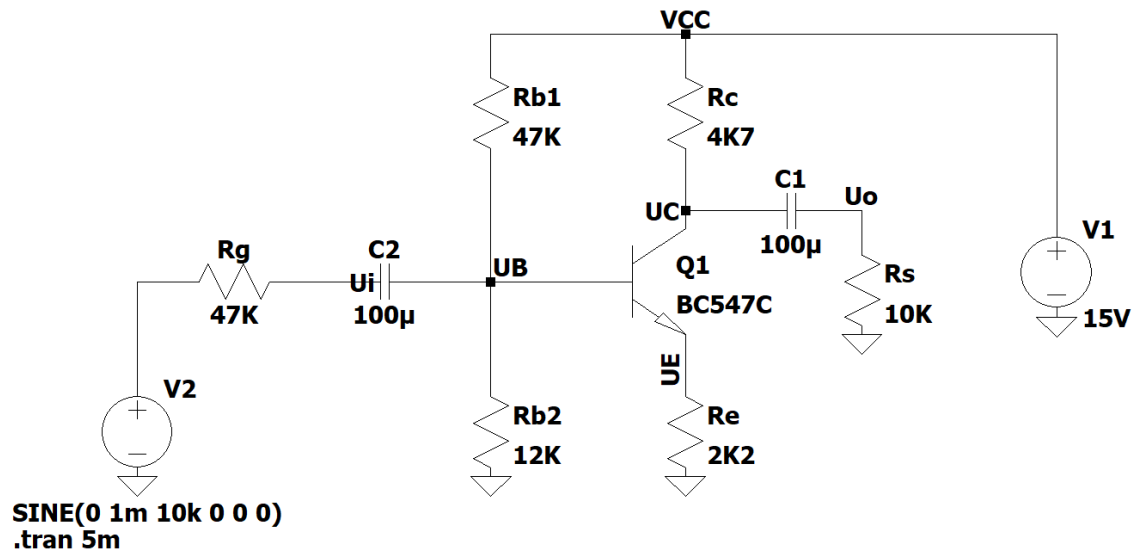


Graficul curentului de intrare - $I(R_g)$ si al curentului de iesire - $I(R_s)$ precum si al tensiunii de intrare $V(u_i)$ si al tensiunii de iesire $V(u_o)$:

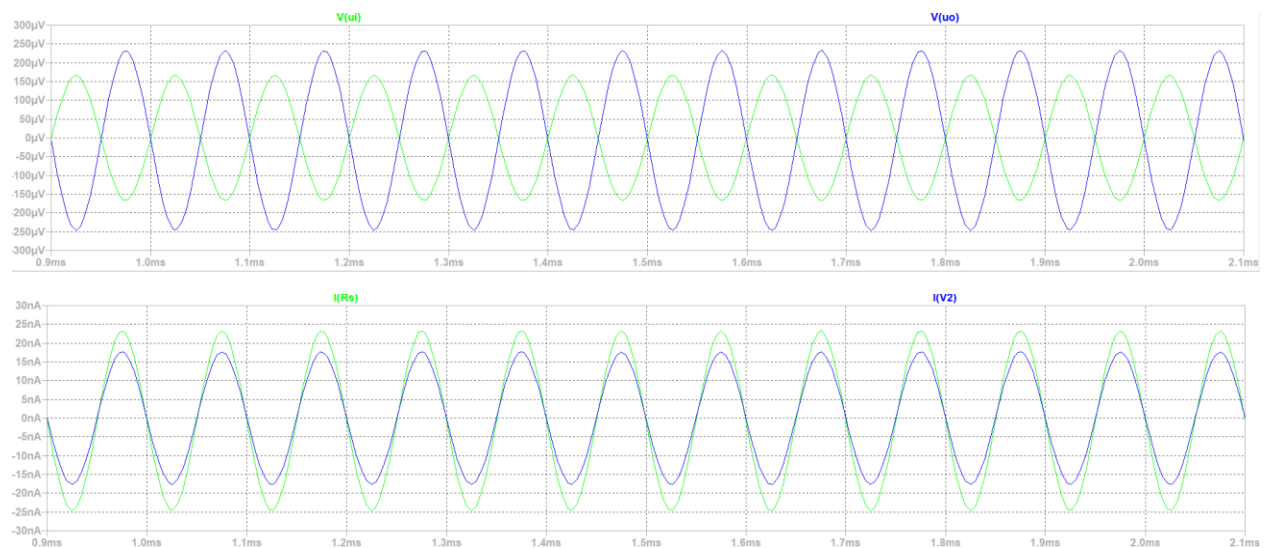


Tensiunea de iesire are acum amplitudinea de aproximativ 340.044 μV , iar tensiunea de intrare, 166.47 μV . Curentul de intrare are acum amplitudinea de 17.58 nA, iar curentul de iesire, 33.6 pA (foarte apropiat de 0).

Am setat $R_s = 10K$.



Graficul curentului de iesire - $I(R_s)$ precum si al tensiunii de iesire $V(u_o)$:



Tensiunea de iesire are acum amplitudinea de aproximativ $232.273\mu V$, iar tensiunea de intrare, $166.47\mu V$. Curentul de intrare are acum amplitudinea de $17.649nA$, iar curentul de iesire, $23.2nA$ (foarte apropiat de 0).

Calculați amplificările de tensiune ($A_{U\infty}$), de curent (A_I), impedanța de intrare (Z_i) și impedanța de ieșire (Z_o)

- Amplificarea de tensiune:

$$A_{U\infty} = U_o/U_i = -340.044\mu\text{V} / 166.47\mu\text{V} = -2.042 \text{ (pt mers în gol)}$$

$$A_{U\infty} = U_o/U_i = 232.273\mu\text{V} / 166.47\mu\text{V} = -280.61 \text{ (pt } R_s = 10\text{k)}$$

- Amplificarea de curent:

$$A_I = I_o/I_i = 33.6\text{pA} / 17.58\text{nA} = 0 \text{ (pt mers în gol)}$$

$$A_I = I_o/I_i = 23.2\text{nA} / 17.649\text{nA} = 1.314 \text{ (pt } R_s = 10\text{k)}$$

- Impedanța de intrare:

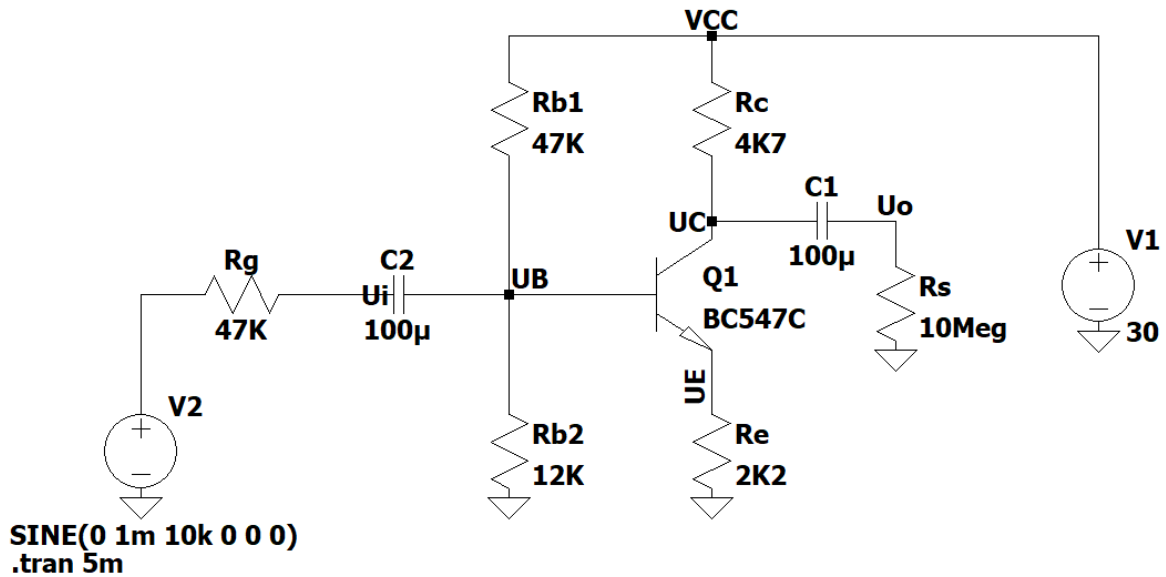
$$Z_i = U_i/I_i = 9469.28$$

- Impedanța de ieșire:

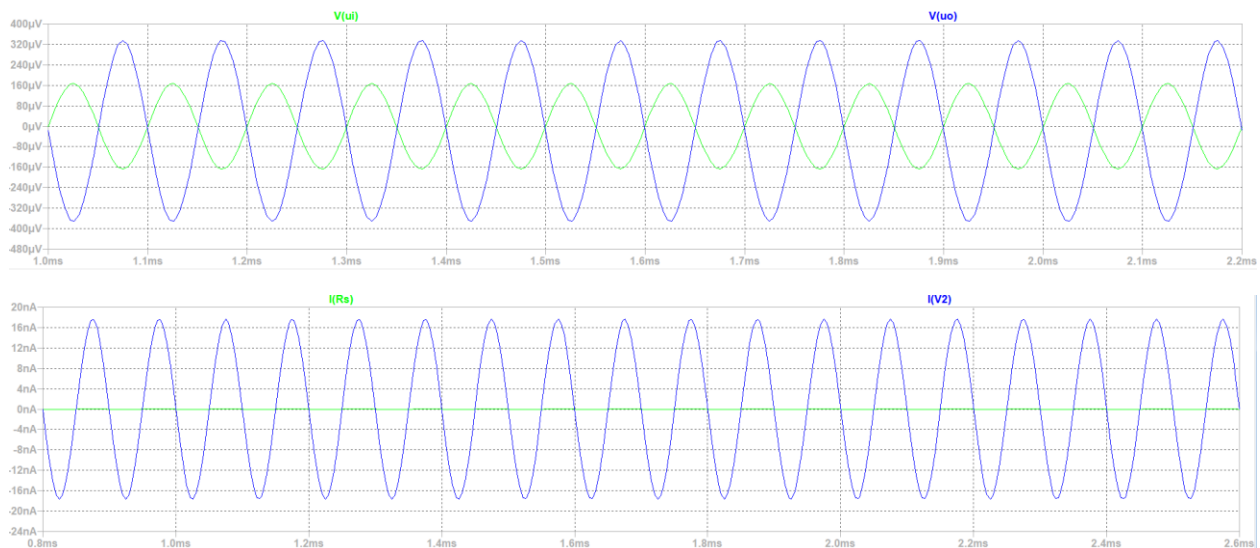
$$Z_o = U_o/I_o = \infty \text{ (pt mers în gol)}$$

$$Z_o = U_o/I_o = 10\,011.76 \text{ (pt } R_s = 10\text{k)}$$

Consider $V_{CC} = 30V$.

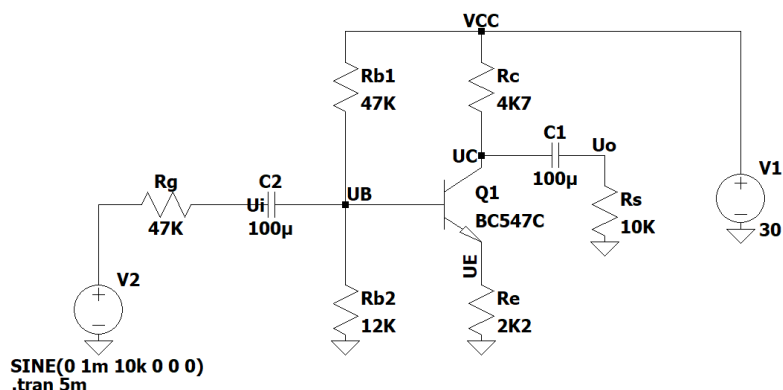


Graficul curentului de intrare - $I(R_g)$ si al curentului de iesire - $I(V_2)$ precum si al tensiunii de intrare $V(u_i)$ si al tensiunii de iesire $V(u_o)$:

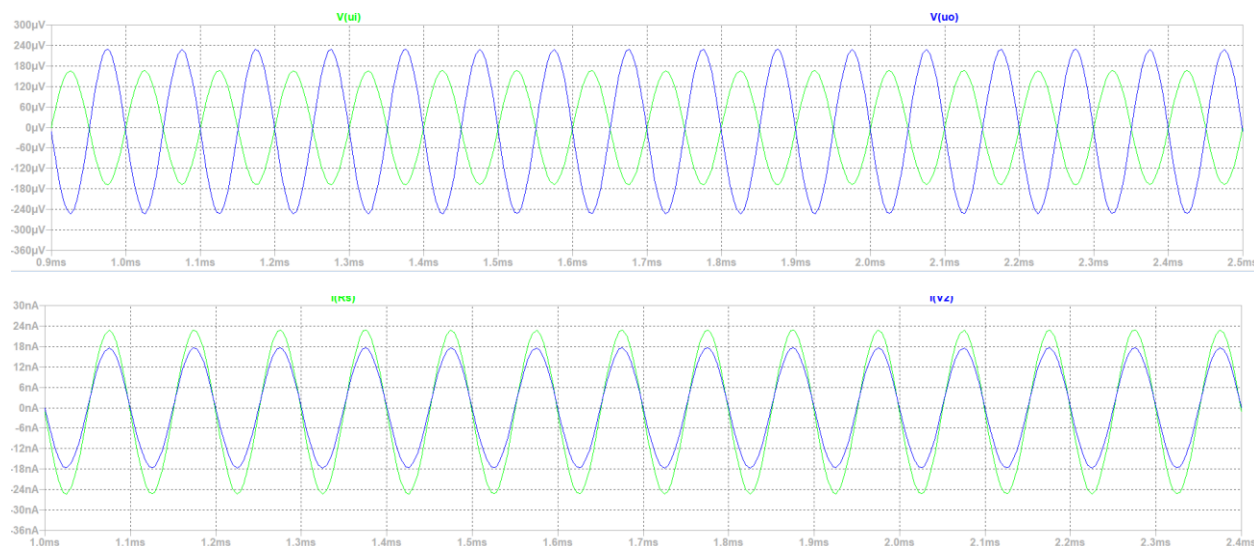


Tensiunea de iesire are acum amplitudinea de aproximativ 335.92 μV , iar tensiunea de intrare, 166.76 μV . Curentul de intrare are acum amplitudinea de 17.65 nA, iar curentul de iesire, 0.

Am setat $R_s = 10K$.



Graficul curentului de iesire - $I(V2)$ precum si al tensiunii de iesire $V(uo)$:



Tensiunea de iesire are acum amplitudinea de aproximativ $232.273\mu V$, iar tensiunea de intrare, $166.76\mu V$. Curentul de intrare are acum amplitudinea de $17.58nA$, iar curentul de iesire, $23.2nA$.

Calculand amplificariile de tensiune (AU_{∞}), de curent (AI), impedanta de intrare (Zi) si impedanta de iesire (Zo), observ ca parametrii vor fi aceiasi deoarece valorile nu se modifica considerabil.

Daca se aduce tranzistorul in fiecare dintre cele doua puncte statice de functionare ($VCC = 15V$ si $VCC = 30V$) apoi se masoara parametrii intrarilor si ai iesirilor, se observa ca tensiunea de iesire nu se modifica atunci cand VCC se schimba, tensiunea de la intrare este in antifaza cu tensiunea de iesire, iar montajul este mai stabil in raport cu variatia tensiunii de alimentare fata de montajul Emitter Comun.

3.2.2 Conexiunea Colector Comun (Repetor pe Emitter)

Pentru conexiunea Colector Comun, se aduce tranzistorul în fiecare dintre cele două puncte statice de funcționare ($V_{CC} = 15V$ și $V_{CC} = 30V$) apoi se măsoară parametrii intrărilor și ai ieșirilor.

Amplitudinea semnalului U_g se setează, la $0.1V$. Frecvența semnalului de intrare va fi setată la $10kHz$.

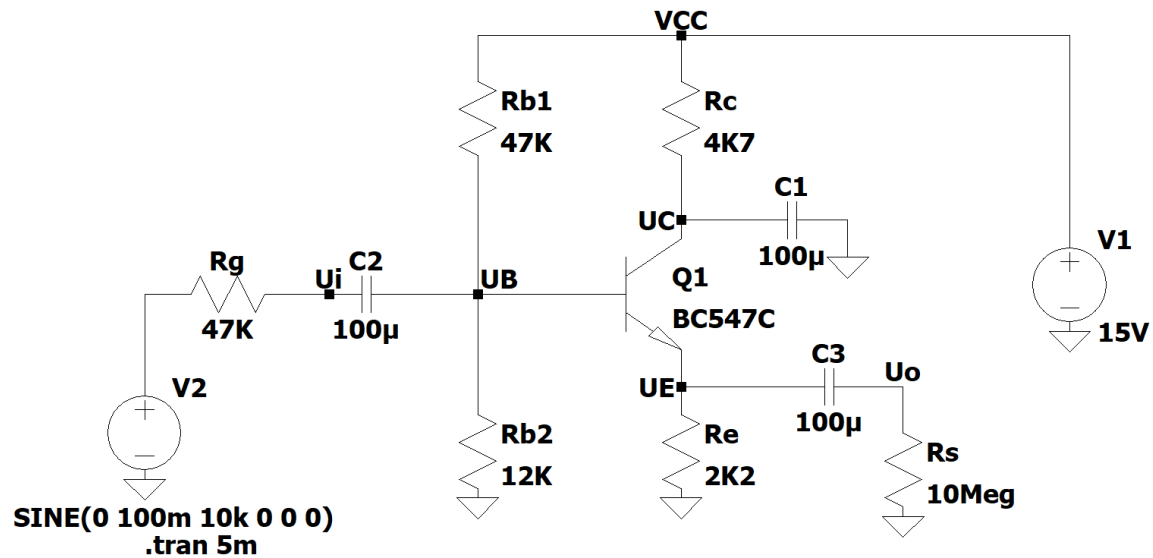
Pentru fiecare dintre aceste tensiuni de alimentare măsurați amplitudinile semnalelor (curent și tensiune):

- de intrare (U_i),
- de ieșire ($U_{o\infty}$), la mersul în gol (cu sarcină de $10M\Omega$ ($10Meg$)),
- de ieșire cu sarcină de $10K\Omega$.

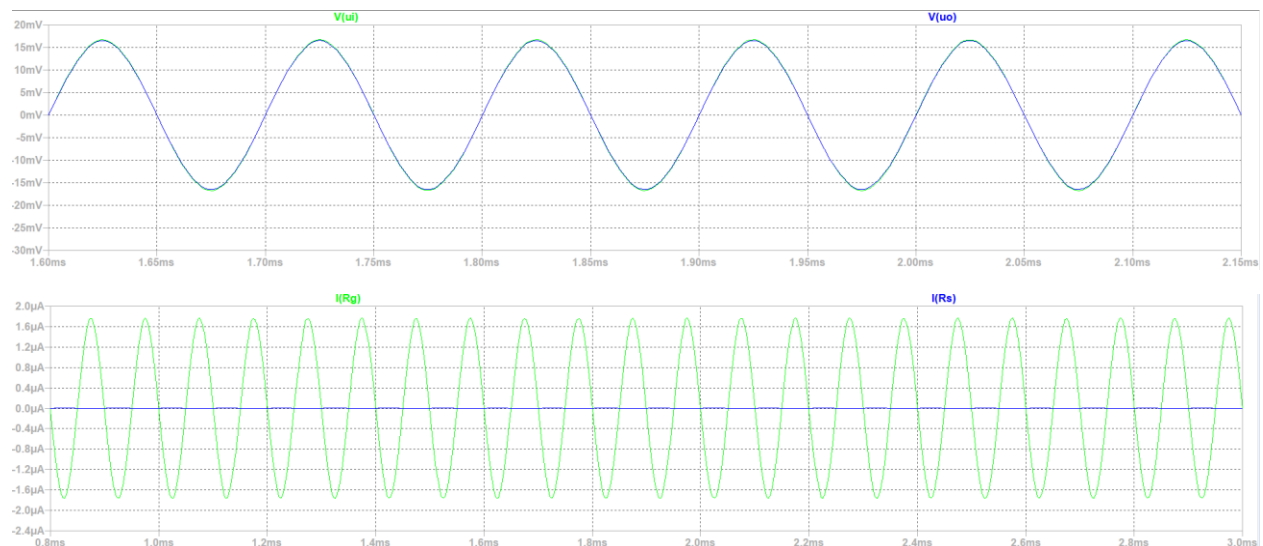
Calculați amplificările de tensiune ($A_{U\infty}$), de curent (A_I), impedanța de intrare (Z_i) și impedanța de ieșire (Z_o) **pentru conexiunea CC**.

- Comparați amplificarea în tensiune de la montajul CC (pentru cele două tensiuni de alimentare) cu amplificarea în tensiune de la montajul EC. Ce observați? Motivați de ce această conexiune mai este denumită și Repetor pe Emitter (Emitter Follower).

Consider $V_{CC} = 15V$.

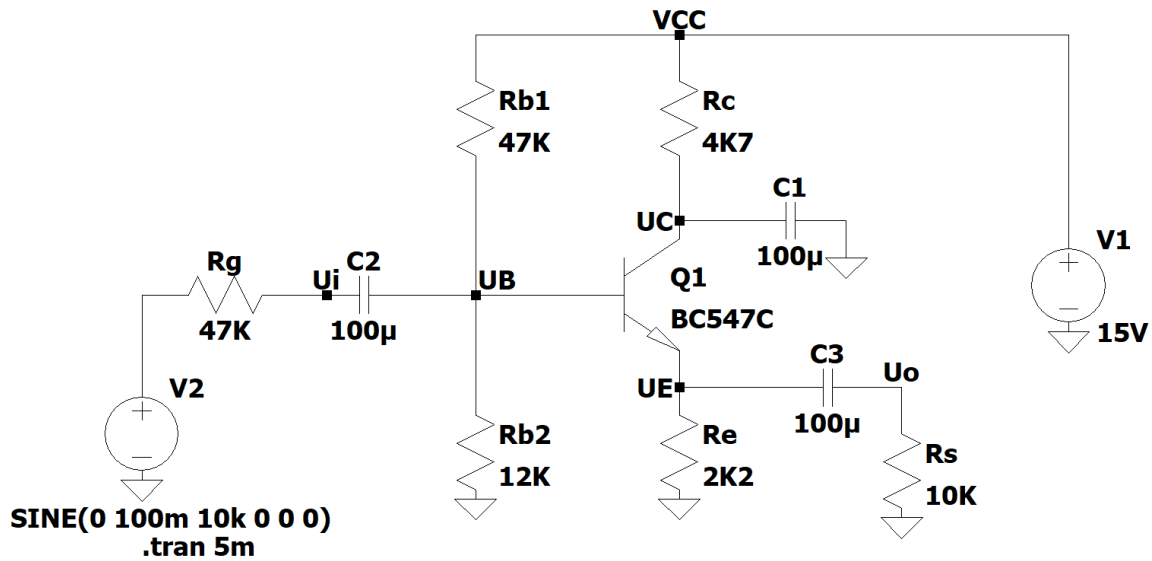


Graficul curentului de intrare - $I(R_g)$ si al curentului de iesire - $I(R_s)$ precum si al tensiunii de intrare $V(u_i)$ si al tensiunii de iesire $V(u_o)$:

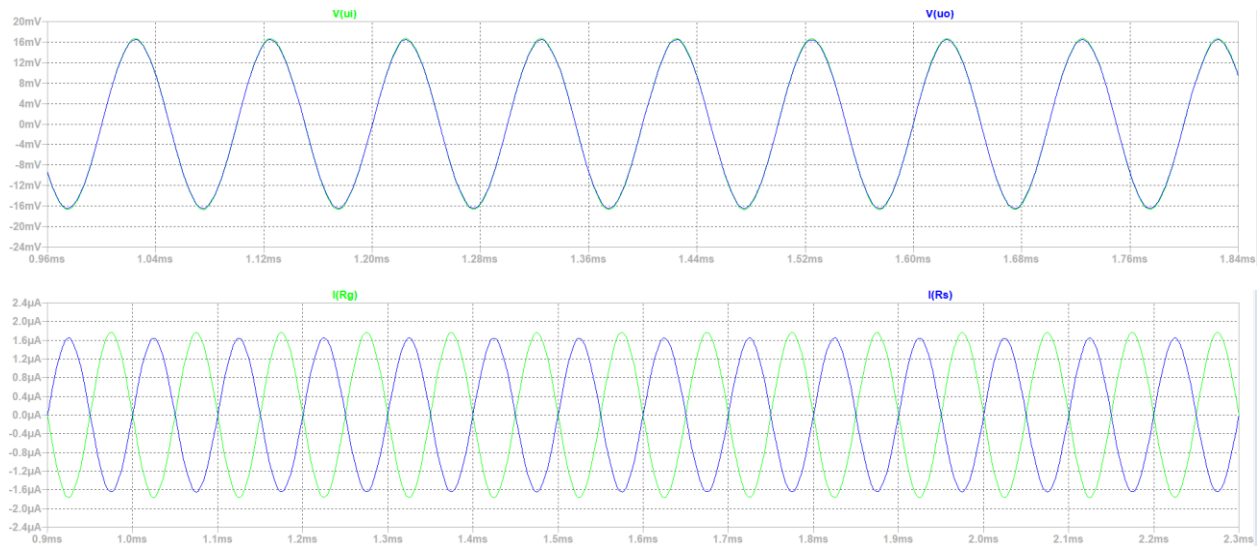


Tensiunea de iesire are acum amplitudinea de aproximativ 16.5mV, iar tensiunea de intrare, 16.68mV. Curentul de intrare are acum amplitudinea de 1.7613µA, iar curentul de iesire, 1.6517nA.

Am setat $R_s = 10K$.



Graficul curentului de intrare - $I(R_g)$ si al curentului de iesire - $I(R_s)$ precum si al tensiunii de intrare $V(u_i)$ si al tensiunii de iesire $V(u_o)$:



Tensiunea de iesire are acum amplitudinea de aproximativ 16.44mV, iar tensiunea de intrare, 16.66mV. Curentul de intrare are acum amplitudinea de 1.7632μA, iar curentul de iesire, 1.647nA.

Calculați amplificările de tensiune ($A_{U\infty}$), de curent (A_I), impedanța de intrare (Z_i) și impedanța de ieșire (Z_o)

- Amplificarea de tensiune:

$$A_{U\infty} = U_o/U_i = 1 \text{ (pt mers în gol)}$$

$$A_{U\infty} = U_o/U_i = 1 \text{ (pt } R_s = 10k)$$

- Amplificarea de curent:

$$A_I = I_o/I_i = -0.91 \cdot 10^{-3} \text{ (pt mers în gol)}$$

$$A_I = I_o/I_i = -0.94 \cdot 10^{-3} \text{ (pt } R_s = 10k)$$

- Impedanța de intrare:

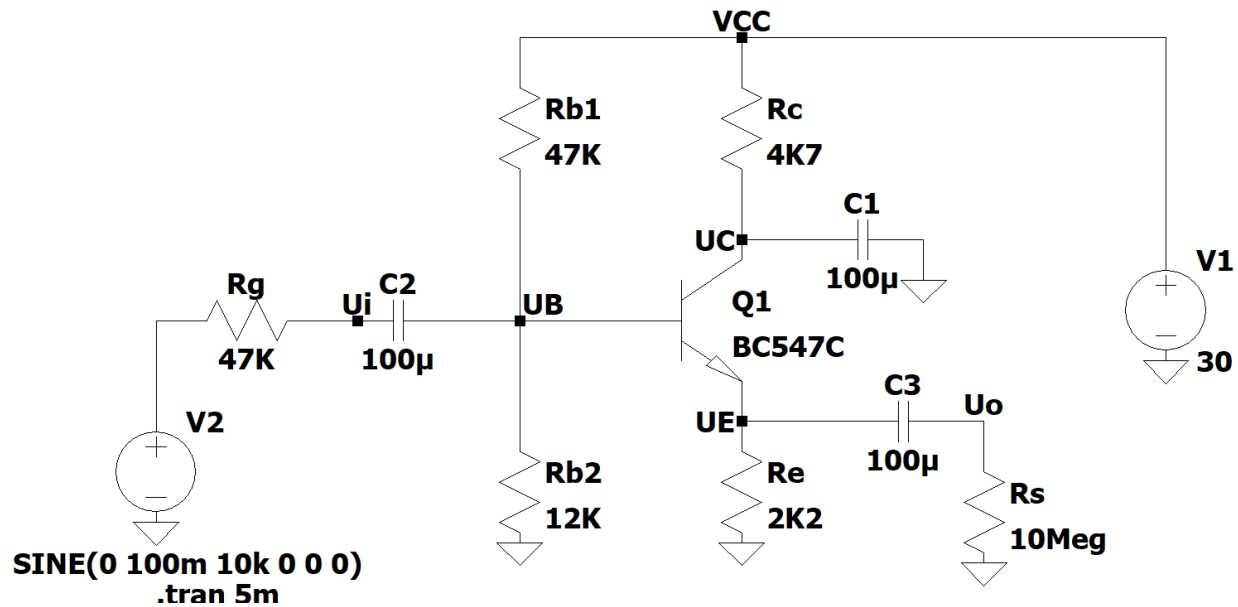
$$Z_i = U_i/I_i = 9470.27$$

- Impedanța de ieșire:

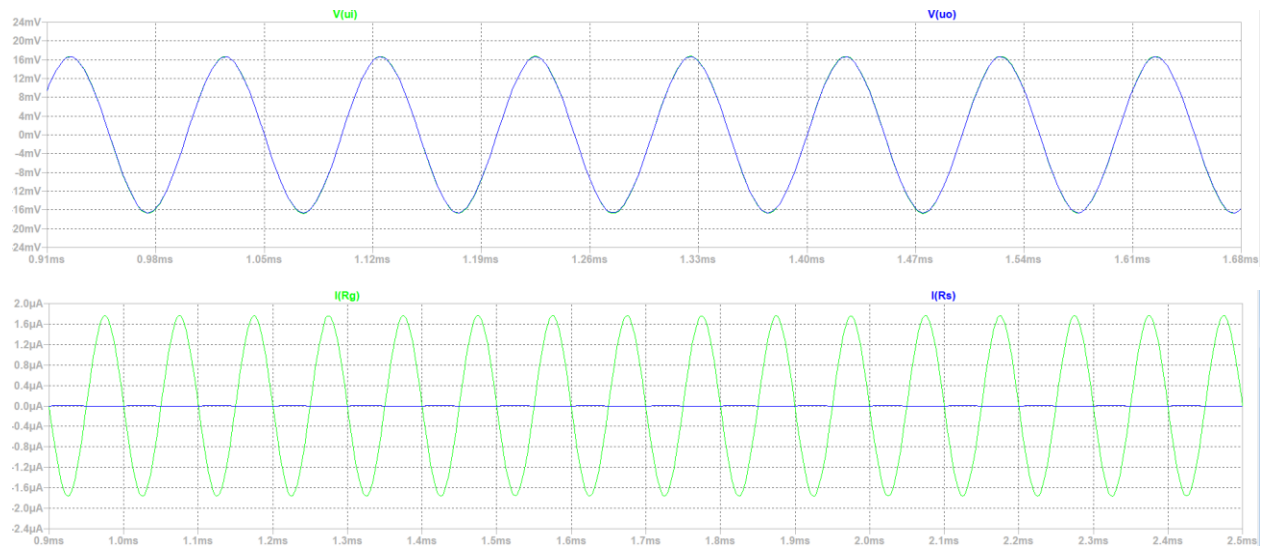
$$Z_o = U_o/I_o = 0.99 \cdot 10^7 \text{ (pt mers în gol)}$$

$$Z_o = U_o/I_o = 0.998 \cdot 10^7 \text{ (pt } R_s = 10k)$$

Consider $V_{CC} = 30V$.

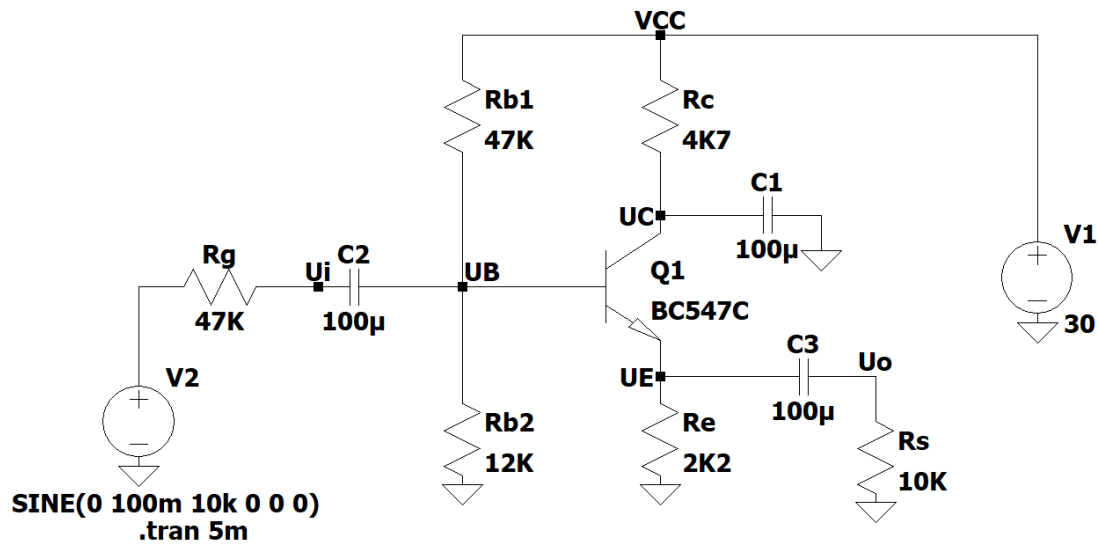


Graficul curentului de intrare - $I(Rg)$ si al curentului de iesire - $I(Rs)$ precum si al tensiunii de intrare $V(ui)$ si al tensiunii de iesire $V(uo)$:

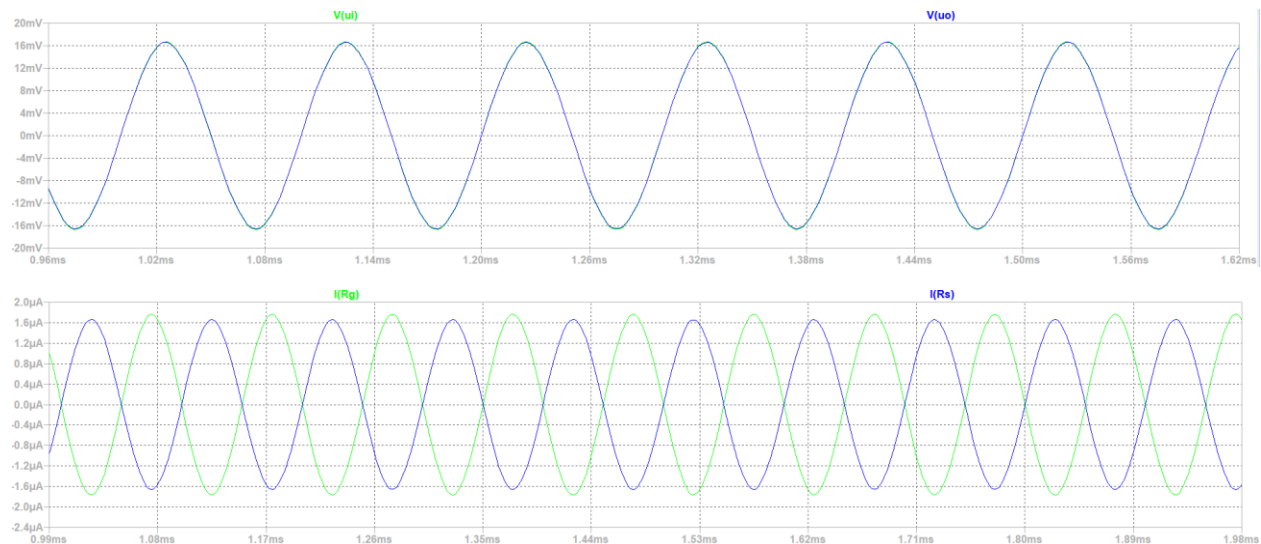


Tensiunea de iesire are acum amplitudinea de aproximativ 16.614mV, iar tensiunea de intrare, 16.72mV. Curentul de intrare are acum amplitudinea de 1.7613μA, iar curentul de iesire, 1.658nA (valori aproximativ egale cu cele obtinute in cazul in care $V_{CC}=15V$).

Am setat $R_s = 10K$.



Graficul curentului de intrare - $I(R_g)$ si al curentului de iesire - $I(R_s)$ precum si al tensiunii de intrare $V(u_i)$ si al tensiunii de iesire $V(u_o)$:



Tensiunea de iesire are acum amplitudinea de aproximativ 16.544mV, iar tensiunea de intrare, 16.7023mV. Curentul de intrare are acum amplitudinea de 1.766μA, iar curentul de iesire, 1.661μA (valori aproximativ egale cu cele obtinute in cazul anterior).

Asadar, cand $V_{CC}=30V$, valorile parametrilor sunt aceleasi ca atunci cand $V_{CC}=30V$.

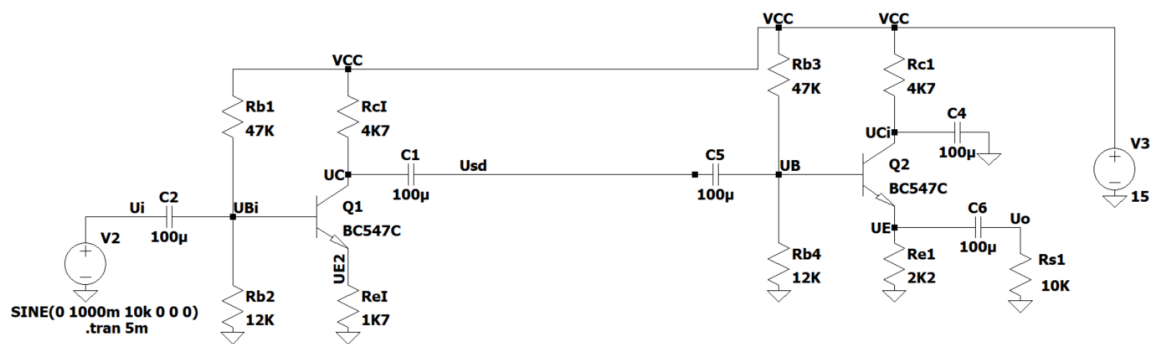
Amplificarea în tensiune de la montajul CC (pentru cele două tensiuni de alimentare) în comparație cu amplificarea în tensiune de la montajul EC: amplificarea în tensiune este 1 pentru montajul CC, amplificarea în tensiune este mult mai mare la montajul EC.

Această conexiune mai este denumită și Repetor pe Emitor (Emitter Follower) pentru că repetă la ieșire tensiunea de intrare.

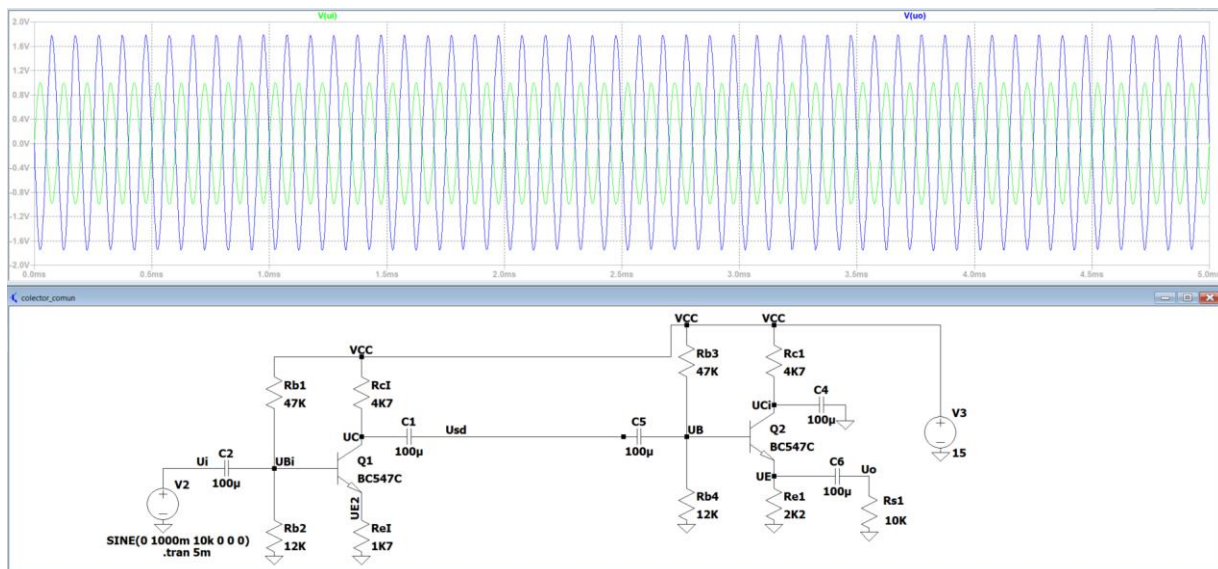
3.2.3 Constructia amplificatoarelor - scheme de principiu

Propuneti o schema (completa sau la nivel bloc - ex. bloc de amplificator EC, CC, SD) din mai multe blocuri (de ex: un EC si un CC, iesirea EC (care primeste semnalul de intrare) este cuplata de intrarea in CC) care amplifica semnalul de intrare de 2 ori si care nu isi modifica amplificarea pentru sarcini de 10K 100K si 500K. Ce bloc de amplificare alegeti pentru a putea genera curentii mai mari pe iesire pentru sarcinile mici? Ce bloc alegeti pentru a amplifica semnalul? Motivati in 1-2 randuri schema propusa.

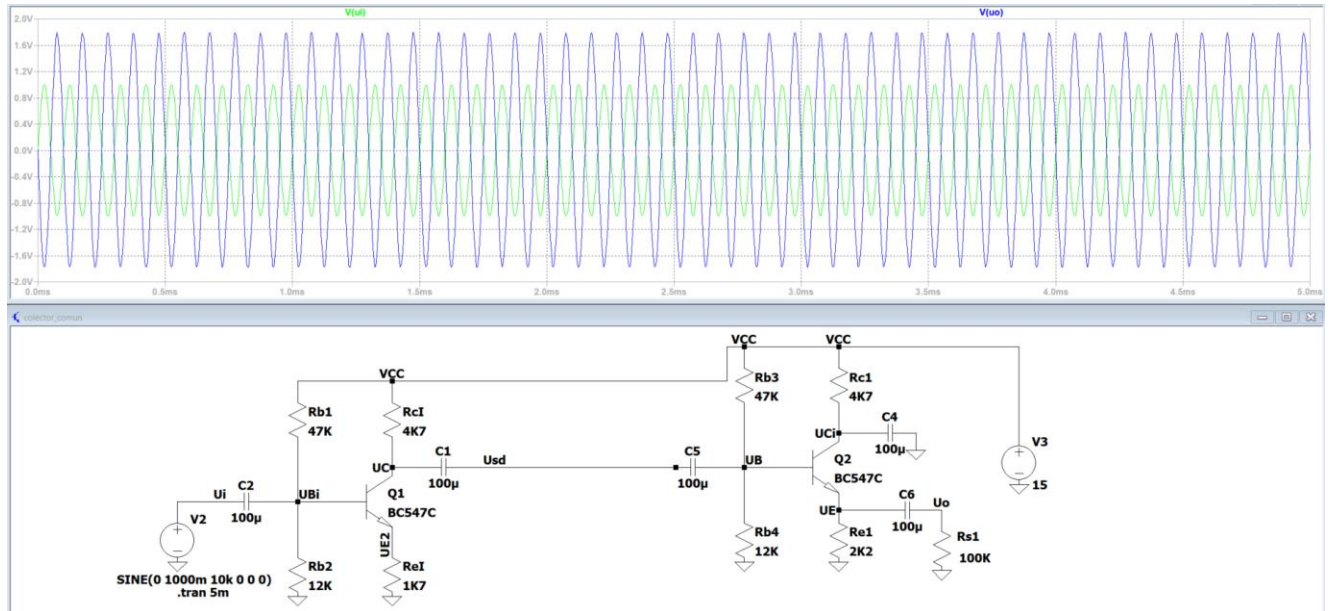
Schema propusa care amplifica semnalul de intrare de 2 ori si care nu isi modifica amplificarea pentru sarcini de 10K 100K si 500K:



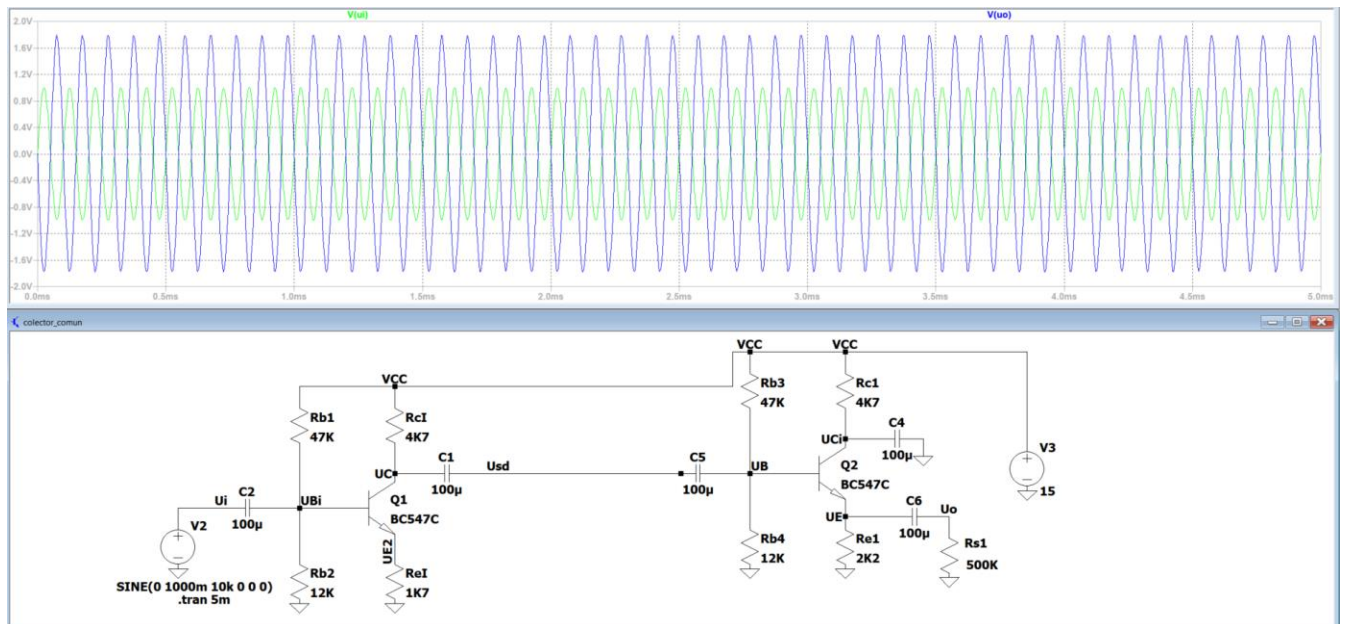
Pentru sarcini de 10K:



Pentru sarcini de 100K:



Pentru sarcini de 500K:



Pentru a dubla tensiunea de intrare la iesire, am utilizat in schema propusa o conexiune sarcina distribuita.

Pentru a putea genera curentii mai mari pe iesire pentru sarcinile mici am ales un bloc de amplificare de tipul colector comun ca sa pastrez aceeaasi amplificare a tensiunii pentru sarcini de 10K, 100K si 500K.