

Laborator _ DE - Lucrarea 4

TRANZISTORUL BIPOLAR

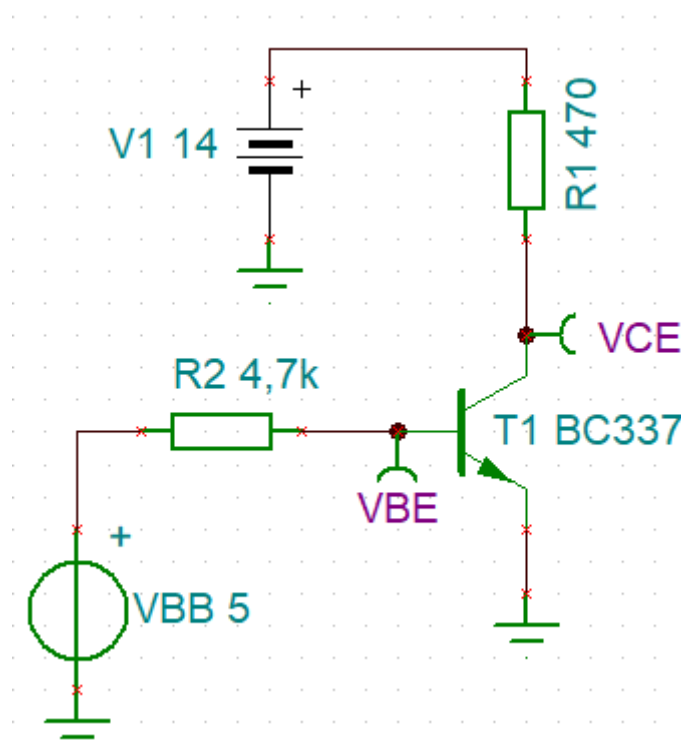
Găujăneanu Nicoleta Monica, grupa 424D

Tranzistorul bipolar - simulări

Precum in lucrarea precedenta, programul de simulare utilizat este tot TINA-TI

I. CARACTERISTICILE DE INTRARE SI DE TRANSFER

Cu ajutorul programului TINA realizați următorul circuit:



Se realizează caracteristica de transfer in DC funcție de VBB. Completați tabelul de mai jos:

Tabelul 1 – 1p

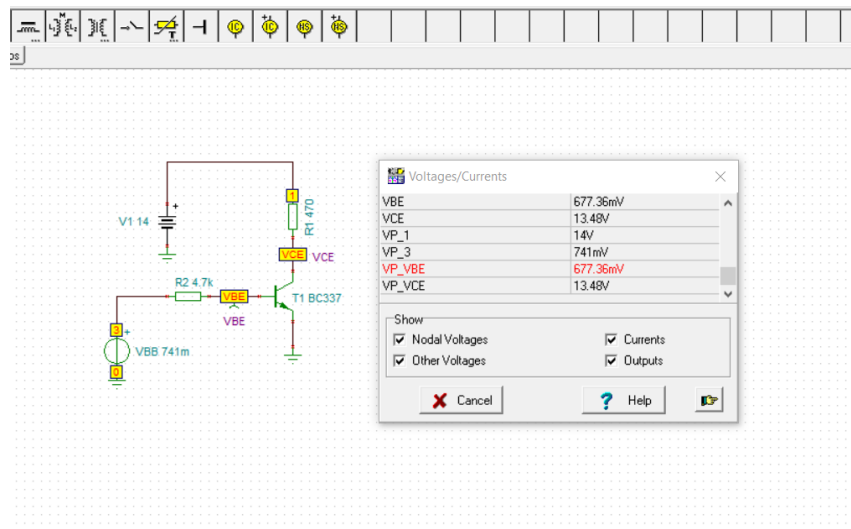
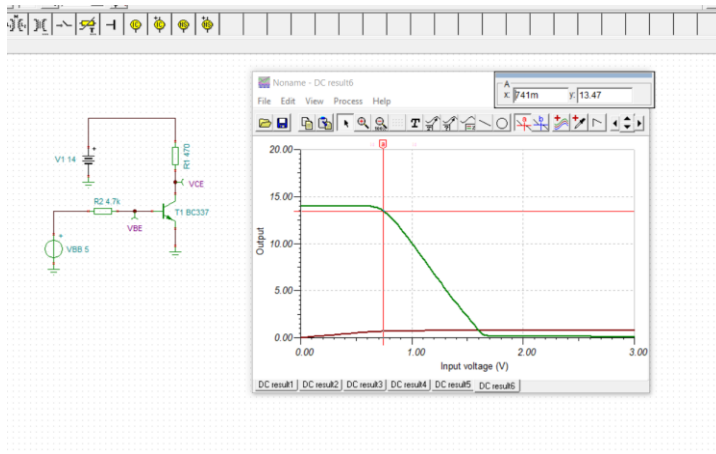
VBB (mV)	647	741	835	929	1023	1070
VBE (mV)	630	677.36	702.1	717.38	728.2	732,59
VCE (V)	13,93	13.48	12.48	11.15	9.67	8,91
IB (mA)	0.0036	0.0135	0.0282	0.045	0.0627	0.0717
IC (mA)	0.1489	1.1063	3.234	6.0638	9.2127	10.829
β_F	41.361	81.948	114.68	134.75	146.93	151.03

Curenții I_B si I_C se calculează cu relațiile următoare:

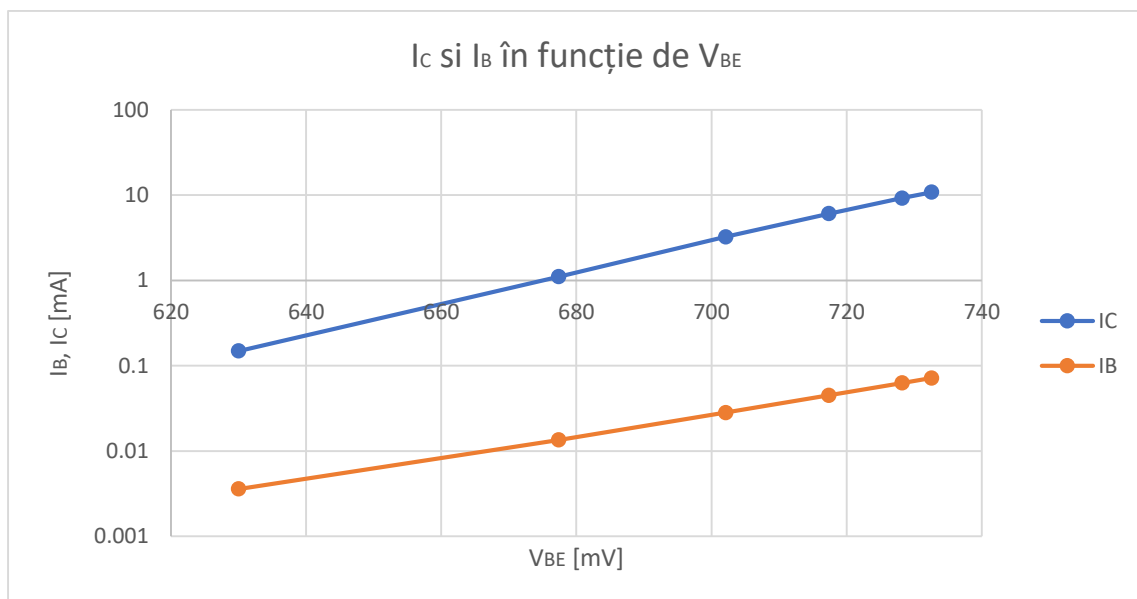
$$I_B = (VBB - V_{BE})/R2 \quad \text{si} \quad I_C = (V1 - V_{CE})/R1 \quad \text{iar} \quad \beta_F = I_C / I_B$$

Laborator _ DE - Lucrarea 4

TRANZISTORUL BIPOLAR



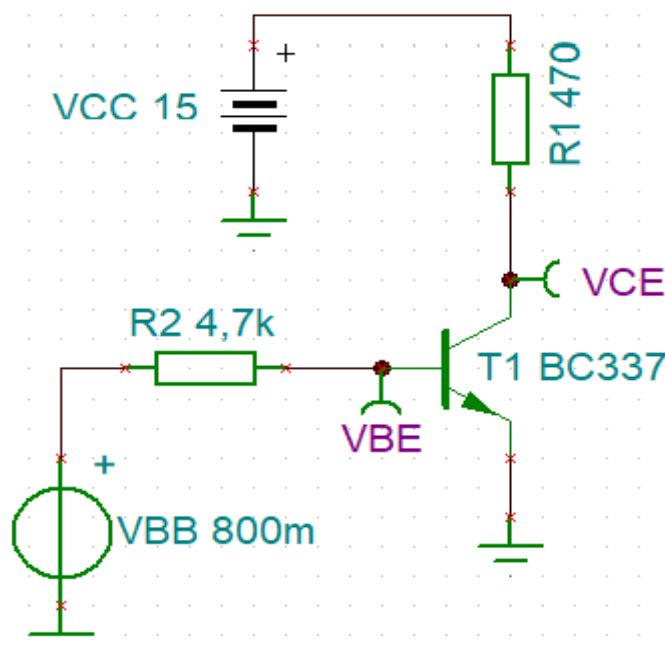
T1-2p - Desenați curbele $I_C = f(V_{BE})$ și $I_B = f(V_{BE})$ pe același grafic, scara de curent fiind logaritmică.



Laborator _ DE - Lucrarea 4 TRANZISTORUL BIPOLAR

2. CARACTERISTICILE DE IESIRE

Modificați circuitul ca in figura următoare ($V_{CC} = V_1$):



Se realizează caracteristica de transfer in DC funcție de V_{CC} la cele trei valori fixe pentru V_{BB} din Tabelul 2, evidențiate cu galben. Completați **Tabelul 2**.

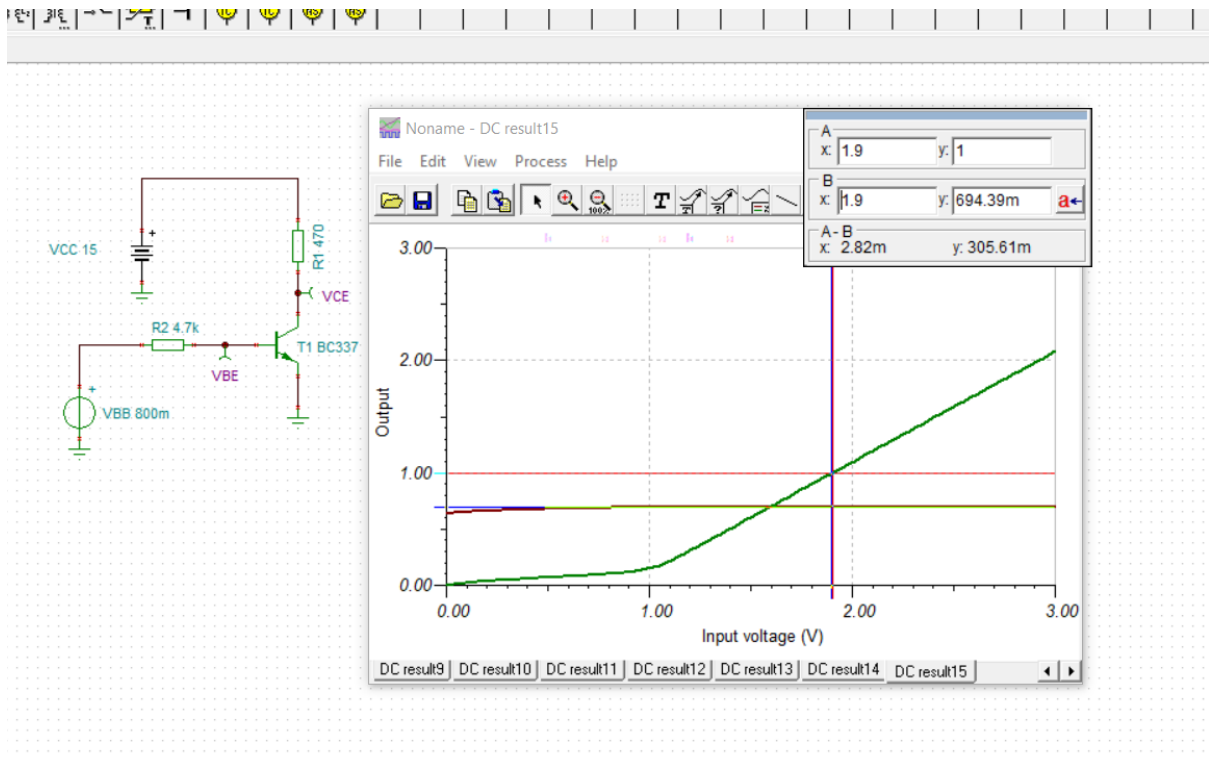
Tabelul 2 – 5p

V_{CE} (V)	0,1	0,5	1	5	8	12
V_{CC1} (V)	0,777	1.4	1.905	5,97	9.02	13.08
V_{BB1} (mV)	800	800	800	800	800	800
V_{BE1} (mV)	688	694.39	694.39	694	694.42	694
I_{B1} (μA)	23.829	22.47	22.47	22.553	22.463	22.553
I_{C1} (mA)	1.44	1.914	1.925	2.063	2.17	2.297
V_{CC2} (V)	1.915	3.169	3.695	7.89	11.03	15.22
V_{BB2} (mV)	950	950	950	950	950	950
V_{BE2} (mV)	711.42	719.91	719.92	719.99	720.04	720.1
I_{B2} (μA)	50.761	48.955	48.953	48.938	48.927	48.914
I_{C2} (mA)	3.861	5.678	5.734	6.148	6.446	6.851
V_{CC3} (V)	2.902	4.917	5.46	9.78	13.02	17.33
V_{BB3} (mV)	1070	1070	1070	1070	1070	1070
V_{BE3} (mV)	721.93	732.37	732.38	732.49	732.58	732.69
I_{B3} (μA)	74.057	71.836	71.834	71.81	71.791	71.768
I_{C3} (mA)	5.961	9.397	9.489	10.170	10.68	11.34

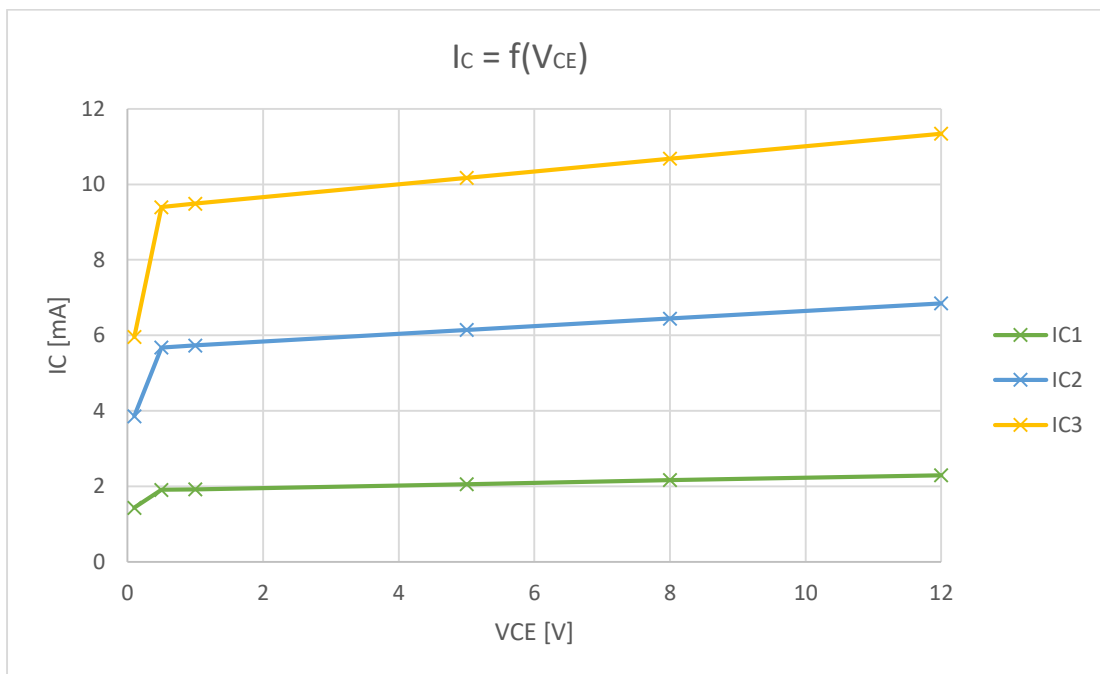
Cum schema de simulare este identica cu cea precedenta, relațiile de calcul pentru I_B si I_C , sunt identice cu cele folosite in determinările aferente **Tabelului 1**.

Laborator _ DE - Lucrarea 4

TRANZISTORUL BIPOLAR



T2-3p - Desenați pe același axe de coordonate curbele $I_{C_i} = f(V_{CE})$, unde: $i = 1, 2, 3$; specificați pe grafic și valoarea corespunzătoare a lui V_{BB} .



I_{C1} pentru $V_{BB}=800mV$, I_{C2} pentru $V_{BB}=950mV$, I_{C3} pentru $V_{BB}=1070mV$

Laborator _ DE - Lucrarea 4

TRANZISTORUL BIPOLAR

3. FACTORUL DE AMPLIFICARE IN CURENT

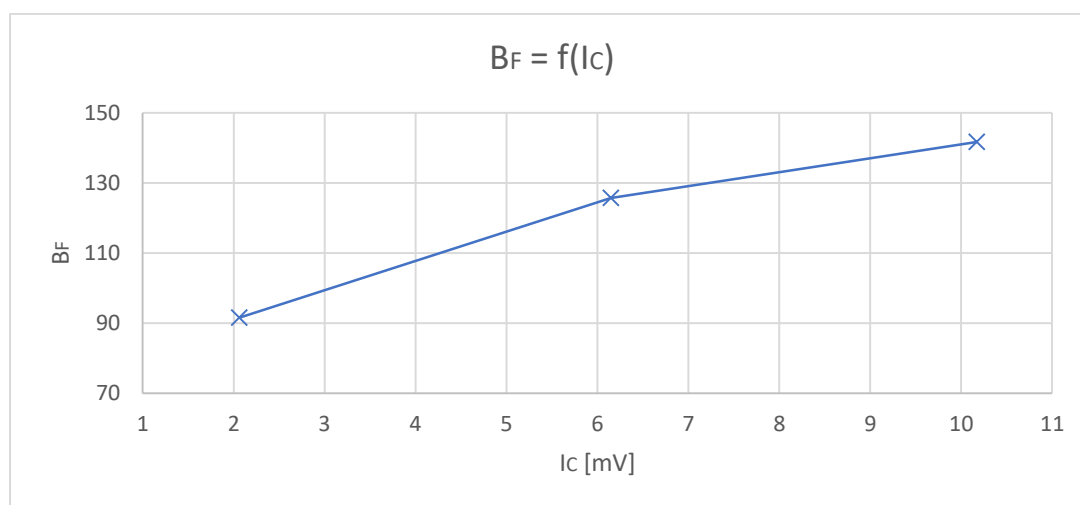
Folosind valorile obținute pentru $V_{CE} = 5\text{ V}$ din *Tabelul 2*, completați *Tabelul 3* și calculați factorul β_F .

Tabelul 3 – 1p

$I_B (\mu A)$	22.553	48.938	71.81
$I_C (mA)$	2.063	6.148	10.17
β_F	91.473	125.628	141.623

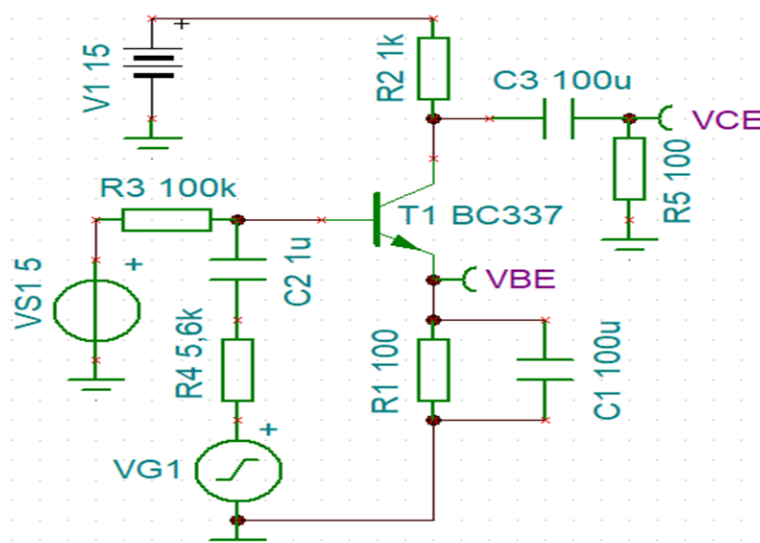
$$\beta_F = I_C / I_B$$

T3-1p Desenați graficul $\beta_F = f(I_C)$.



4. AMPLIFICATORUL DE TENSIUNE

Desenați circuitul din figura următoare:



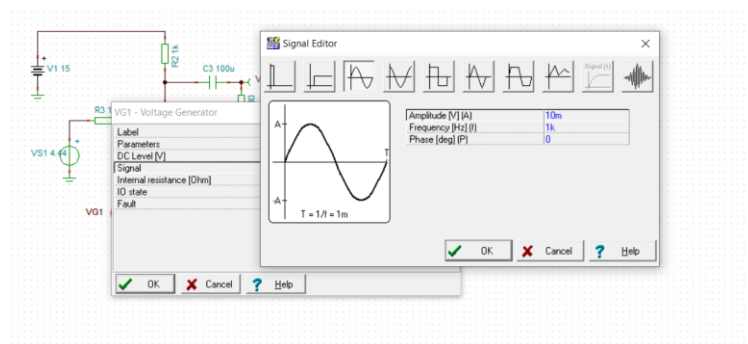
Laborator _ DE - Lucrarea 4

TRANZISTORUL BIPOLAR

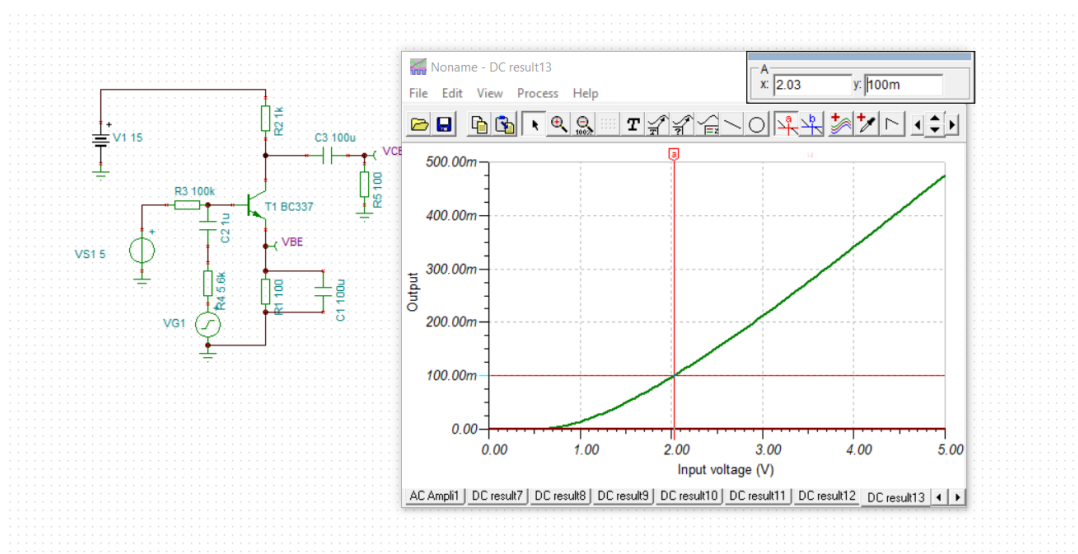
În continuare determinăm ce valoare are V_{S1} astfel încât V_{R10} să ia valorile din Tabelul 4.1, cu ajutorul caracteristicii de transfer în DC (V_{R10} este tensiunea ce cade pe $R1$ în schema de mai sus). Se modifică apoi în schema V_{S1} cu valoarea corespunzătoare, apoi se determină mărimile de c.a. din tabel prin analiza **Table of AC results**, pentru $V_g = V_{G1} = 10\text{mV}$, $f = 1\text{kHz}$ și $V_1 = V_C = 15\text{V}$, completând restul mărimilor din tabel (V_o este tensiunea de ieșire măsurată în punctul VCE, iar V_{in} este tensiunea de intrare în baza lui $Tr1$ măsurată în punctul de joncțiune al lui $C2$ cu baza lui $Tr1$, ambele valori fiind în c.a.).

Tabelul 4.1 – 4p

V_{R10} (V)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
I_c (mA)	1	2	3	4	5	6
V_g (mV)	10	10	10	10	10	10
V_{in} (mV)	3,23	2,28	1,82	1,54	1,34	1,21
V_o (mV)	12,9	17,86	20,75	22,66	24	24,89
A_v	4(3,99)	8(7,83)	11(11,4)	15(14,71)	18(17,91)	21(20,57)
g_m (mA/V)	30,959	877,192	1648,351	2597,402	3731,343	4958,677
β_0	79,681	99,108	111,524	120,012	126,071	130,69
R_{in} (k Ω)	0,257	0,101	0,067	0,046	0,033	0,026



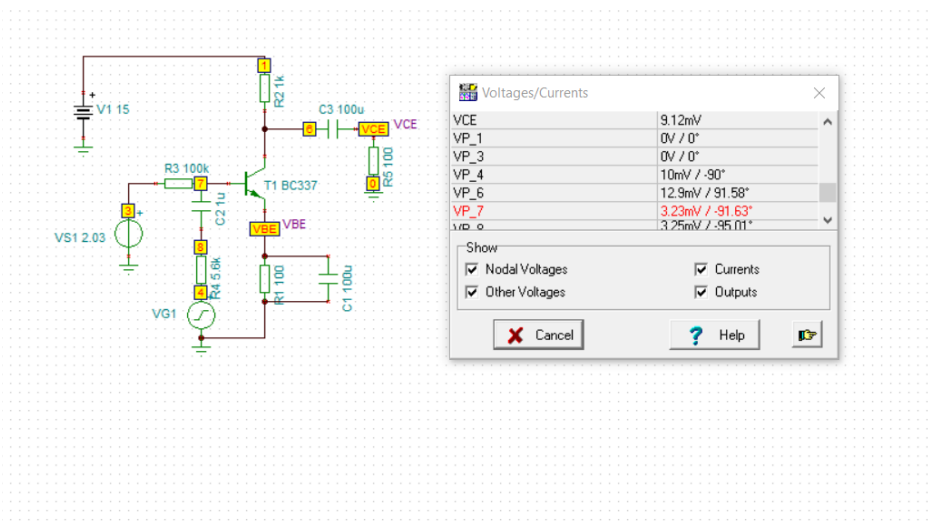
parametrii generator de semnal



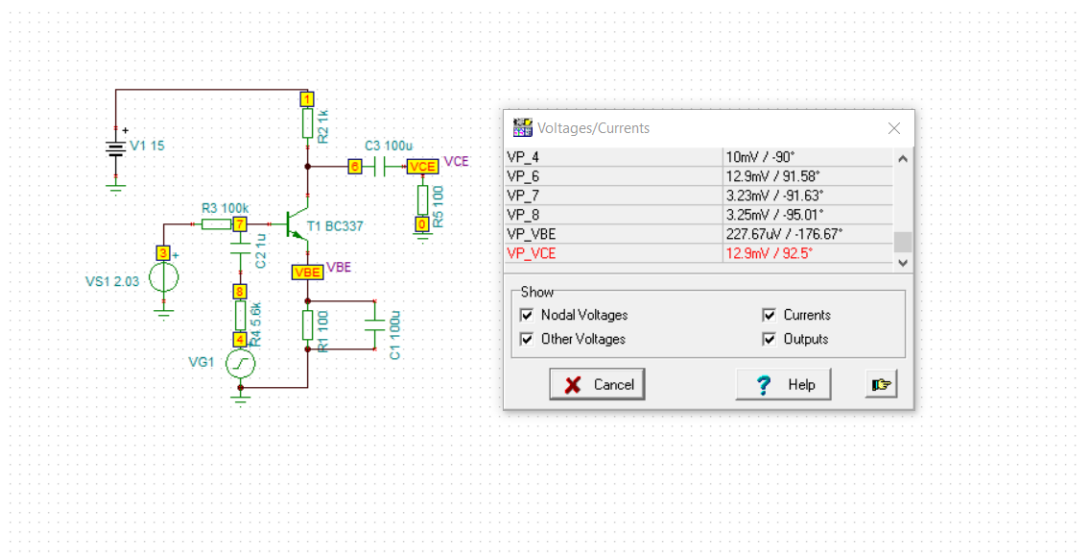
V_{S1}

Laborator _DE - Lucrarea 4

TRANZISTORUL BIPOLAR



V_{in}



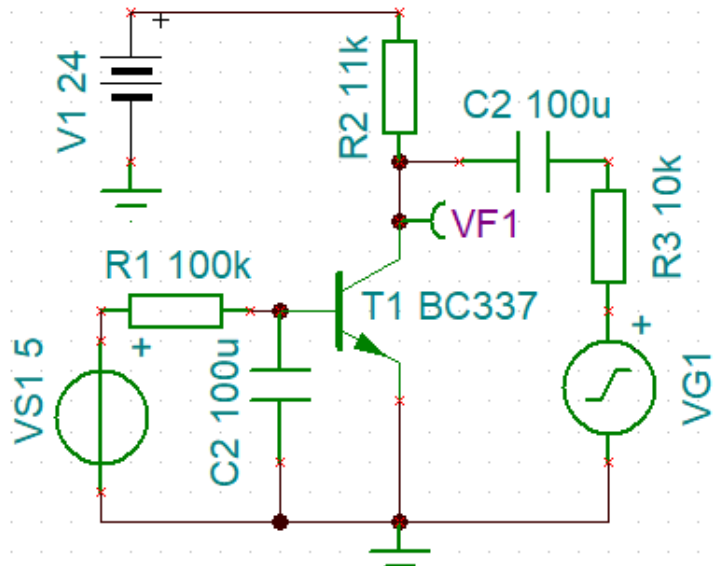
V_o

Ultimele 4 mărimi se calculează cu următoarele formule:

- $A_V = V_o / V_{in}$ (amplificare in tensiune in c.a)
- $g_m = I_c / V_{in}$ (panta tranzistorului sau conductanța de transfer)
- $\beta_o = I_c / I_b$ (factorul de amplificare in c.a. in conexiune emitor comun)
- $R_i = V_{in} / I_b$ (rezistenta echivalenta la intrare, formula aproximativa, simplificata)

5. REZISTENTA DE IESIRE

Desenați circuitul din figura următoare:



Se modifica amplitudinea generatorului de semnal sinusoidal $V_{G1} = V_g = 1V$, $f = 1kHz$.

În regimul de CC se pune problema la ce tensiune setez V_{S1} astfel încât la punctul de măsură V_{F1} (V_{CE} în tabelul 4.2) să obțin valorile V_{CE} și I_C din Tabelul 4.2; acest lucru îl realizez cu analiza în CC prin comanda **DC Analysis** (menu Analysis).

Apoi se determina în CA tot în punctul de măsură V_{F1} mărimea V_o , (menu **Analysis** → **AC Analysis** → **Table of AC results**) se notează în Tabelul 4.2.

Tabelul 4.2 – 2p

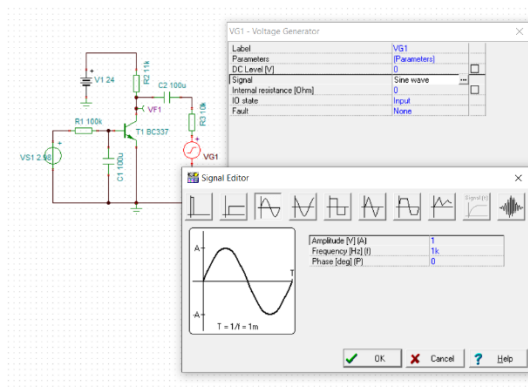
V_{CE} (V)	13	2
I_C (mA)	1	2
V_o (V)	0,486	0.443
V_g (V)	1	1
r_{ce} (k Ω)	0.486	0.2215

Rezistența de ieșire a tranzistorului bipolar care lucrează în RAN prin definiție este :

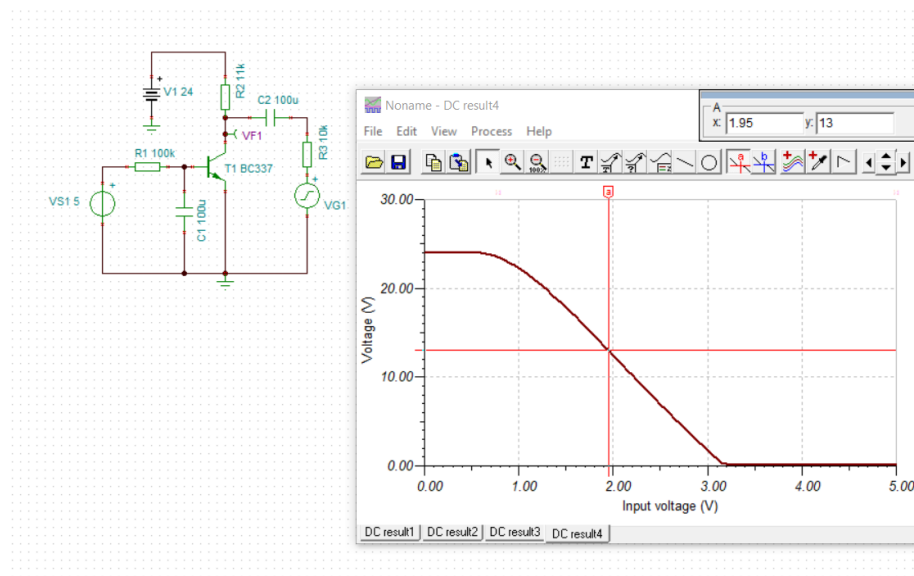
$$r_{ce} = V_o / I_C \text{ (k}\Omega\text{)}.$$

Laborator _ DE - Lucrarea 4

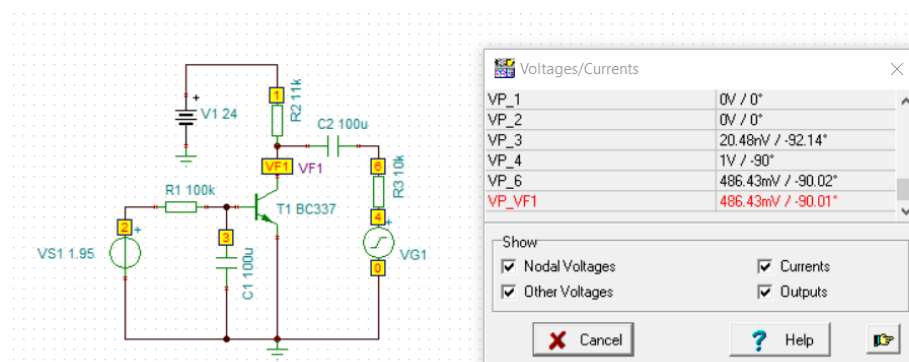
TRANZISTORUL BIPOLAR



parametrii generator de semnal sinusoidal



VS1



V_o

T4 – 1p Calculați r_o cu formula: $r_o = r_{ce} / R_2$.

$$r_{o1} = \frac{r_{c1}}{R_2} = 0.486 / 11 = 0.044$$

$$r_{o2} = \frac{r_{c2}}{R_2} = 0.2215 / 11 = 0.0201$$