

Grupa: 423B

Numele: Frunză Vladimir

FIȘĂ REZULTATE LUCRARE L5 TEC-J_SOFT-HARD

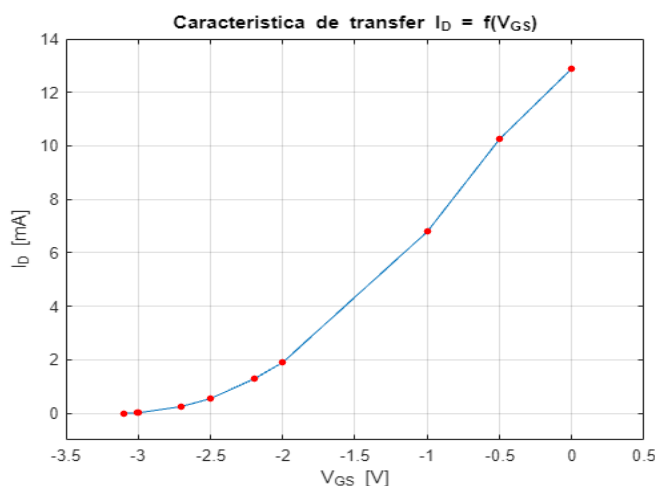
1. Caracteristica de transfer

5p. Tabelul 3.1 (fig.3.10a)

V_{GS} [V]	0	-0,5	-1	-2	-2,2	-2,5	-2,7	-3	-3,01	-3,1
V_{DD} V	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
V_{DS} V	2.11	4.75	8.21	13.1	13.72	8.86	12.23	14.82	14.86	15
$R_D=R_{12}$ [K Ω]	1k	1k	1k	1k	1k	11k	11k	11k	11k	11k
I_D [mA]	12.89	10.25	6.79	1.9	1.28	0.55	0.2518	0.0163	0.0127	0

Curentul $I_D = (V_{DD} - V_{DS}) / R_D$

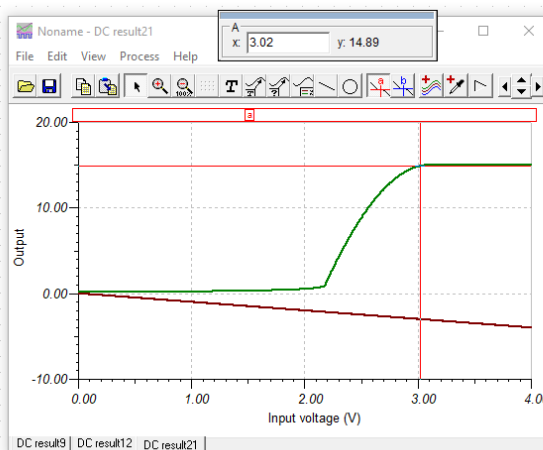
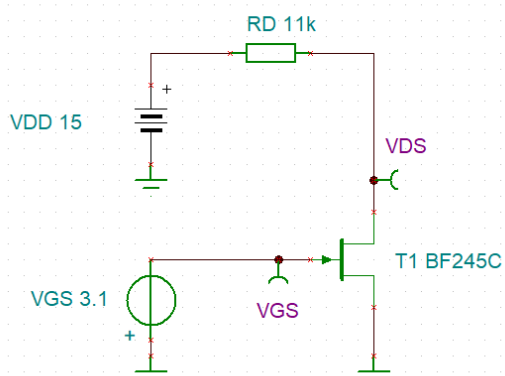
T1-2p. Inserați graficul caracteristicii de transfer $I_D=f(V_{GS})$ a tranzistorului TEC-J.



T2-2p. Determinați pe simulări tensiunea de prag la $10\mu A$ a tranzistorului TEC-J.

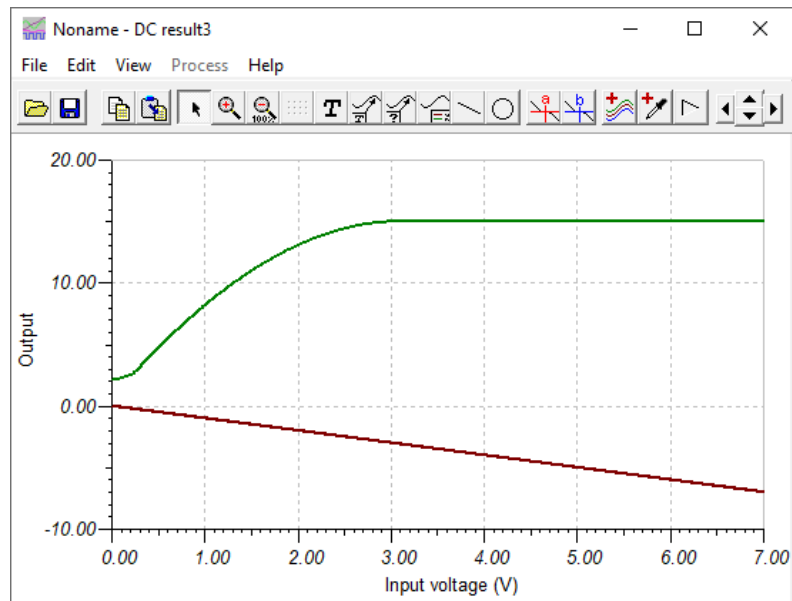
Vom lua $R_D = 11k\Omega$ (tensiune mare).

Pt $I_D = 10\mu A$, avem: $V_{DS} = V_{DD} - R_D \cdot I_D = 15 - 11k \cdot 10\mu = 14.89 V$



Din simulare observam: Valoarea lui V_{GS} pentru care $V_{DS} = 14.89\text{ V}$ este $V_{GS} = 3.02$

Din moment ce am lucrat in modul: **$V_{GS} = -3.02\text{ V}$ tensiune de prag.**



Se poate observa ca simularea functioneaza cum trebuie iar caracteristica este in parametri teoretici.

2. Caracteristica de ieșire

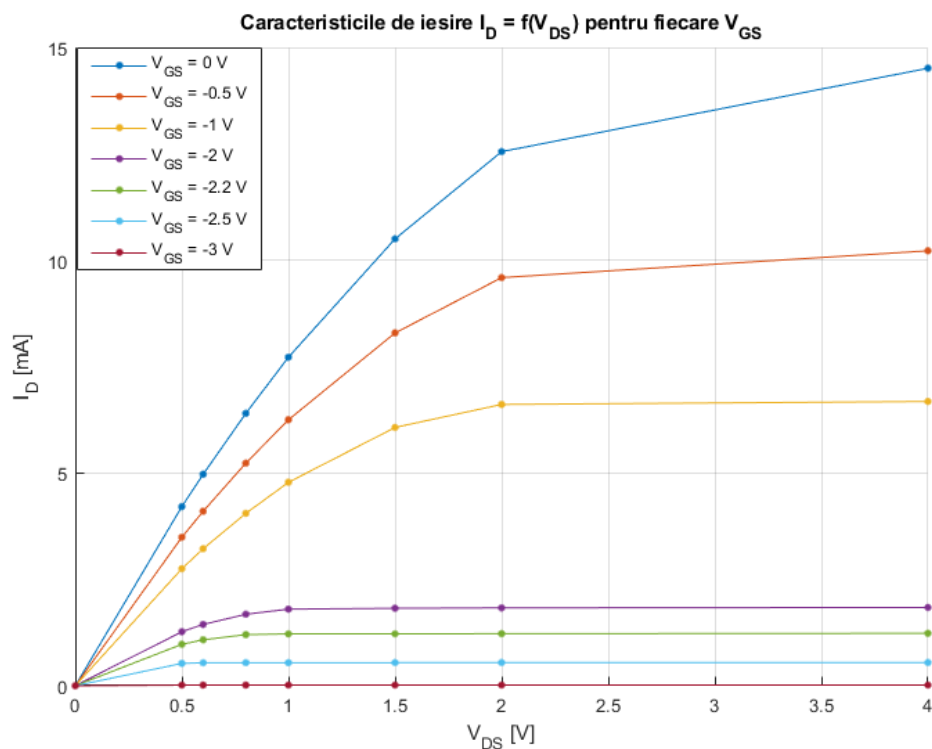
6p. Tabelul 3.2 (Fig.3.10b)

V_{DS} [V]		0	0.5	0.6	0.8	1	1.5	2	4
$V_{GS} = 0[V]$	$V_{DS,m\ddot{a}s} = V_{DS}$ [V]	0	0.5	0.6	0.8	1	1.5	2	4
	V_{DD} [V]	0	4.71	5.57	7.2	8.72	12	14.55	18.51
	$R_{I2} + R_{J22}$ [K Ω]	1k	1k	1k	1k	1k	1k	1k	1k
	I_D [mA]	0	4.21	4.97	6.4	7.72	10.5	12.55	14.51
$V_{GS} = -0,5[V]$	$V_{DS,m\ddot{a}s} = V_{DS}$ [V]	0	0.5	0.6	0.8	1	1.5	2	4
	V_{DD} [V]	0	3.99	4.7	6.03	7.25	9.79	11.59	14.22
	$R_{I2} + R_{J22}$ [K Ω]	1k	1k	1k	1k	1k	1k	1k	1k
	I_D [mA]	0	3.49	4.1	5.23	6.25	8.29	9.59	10.22
$V_{GS} = -1[V]$	$V_{DS,m\ddot{a}s} = V_{DS}$ [V]	0	0.5	0.6	0.8	1	1.5	2	4
	V_{DD} [V]	0	3.25	3.82	4.85	5.78	7.57	8.61	10.68
	$R_{I2} + R_{J22}$ [K Ω]	1k	1k	1k	1k	1k	1k	1k	1k
	I_D [mA]	0	2.75	3.22	4.05	4.78	6.07	6.61	6.68
$V_{GS} = -2[V]$	$V_{DS,m\ddot{a}s} = V_{DS}$ [V]	0	0.5	0.6	0.8	1	1.5	2	4
	V_{DD} [V]	0	1.77	2.04	2.48	2.8	3.32	3.83	5.84
	$R_{I2} + R_{J22}$ [K Ω]	1k	1k	1k	1k	1k	1k	1k	1k
	I_D [mA]	0	1.27	1.44	1.68	1.8	1.82	1.83	1.84

$V_{GS} = -2,2[V]$	$V_{DS,m\acute{a}s} = V_{DS} [V]$	0	0.5	0.6	0.8	1	1.5	2	4
	$V_{DD} [V]$	0	11.22	12.48	14.02	14.41	14.93	15.46	17.56
	$R_{I2}+R_{J22} [K\Omega]$	11k	11k	11k	11k	11k	11k	11k	11k
	$I_D = [mA]$	0	0.974	1.08	1.201	1.219	1.22	1.223	1.232
$V_{GS} = -2,5[V]$	$V_{DS,m\acute{a}s} = V_{DS} [V]$	0	0.5	0.6	0.8	1	1.5	2	4
	$V_{DD} [V]$	0	6.28	6.53	6.76	6.97	7.48	7.99	10.04
	$R_{I2}+R_{J22} [K\Omega]$	11k	11k	11k	11k	11k	11k	11k	11k
	$I_D = [mA]$	0	0.525	0.539	0.541	0.542	0.543	0.544	0.545
$V_{GS} = -3[V]$	$V_{DS,m\acute{a}s} = V_{DS} [V]$	0	0.5	0.6	0.8	1	1.5	2	4
	$V_{DD} [V]$	0	0.66	0.76	0.96	1.17	1.67	2.17	4.17
	$R_{I2}+R_{J22} [K\Omega]$	11k	11k	11k	11k	11k	11k	11k	11k
	$I_D = [mA]$	0	0.0152	0.0152	0.0153	0.0155	0.0155	0.0155	0.0155

$R_{I2}+R_{J22}$ este R_D din circuit, iar in tabel $V_{DS,m\acute{a}s} = V_{DS}$; $I_D = (V_{DD} - V_{DS}) / R_D$

T3-4p. Insearați graficul caracteristicii de ieșire $I_D = f(V_{DS}, V_{GS})$; V_{GS} - parametru.



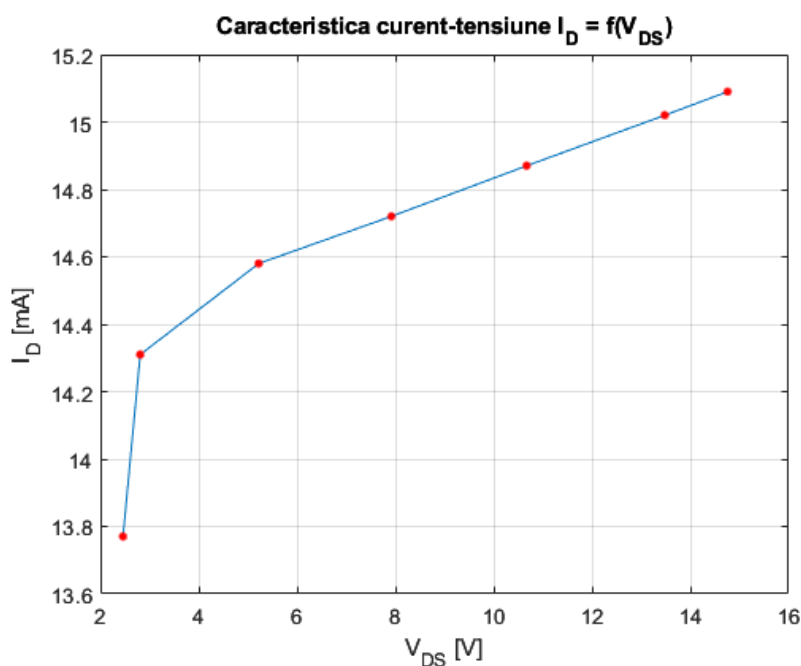
3. TEC-J ca generator de curent

6p. Tabelul 3.4 (Fig.3.13)

R_s [Ω]	10	100	300	500	700	900	1k
V_D [V]	14,91	14,98	15.13	15.28	15.42	15.69	16.23
V_s [V]	0,151	1,5	4.46	7.36	10.2	12.88	13.77
V_{DD} [V]	30	30	30	30	30	30	30
V_{DS} [V]	14,76	13,48	10.67	7.92	5.22	2.81	2.46
V_{GS} [V]	0	0	0	0	0	0	0
I_D [mA]	15,09	15,02	14.87	14.72	14.58	14.31	13.77

$$I_D = (V_{DD} - V_D) / R_D \text{ si } V_{DS} = V_D - V_s$$

T4-2p. Insearați graficul variației lui I_D funcție de V_{DS} ($I_D = f(V_{DS})$ - caracteristica curent-tensiune).



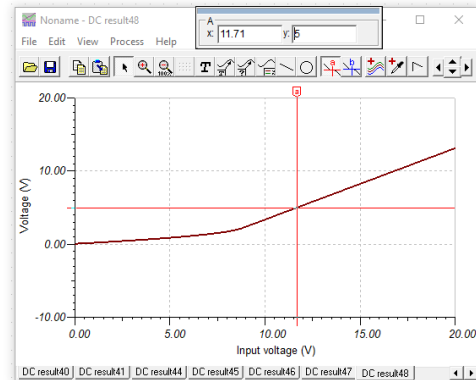
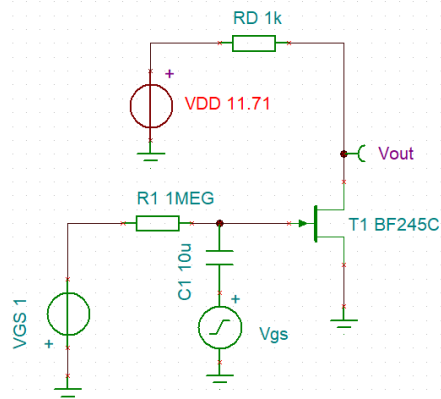
4.1 Măsurători in regim dinamic

6p Tabelul 3.6 (Fig.3.14) condiția de cc: $V_{DS}=5V$ (V_{out} in circuitul din figura)

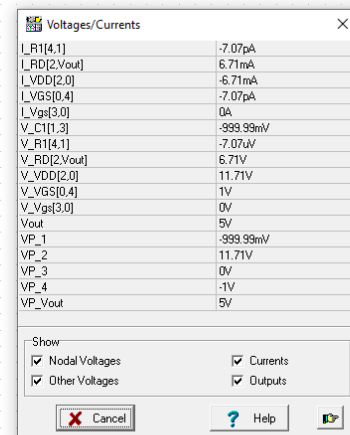
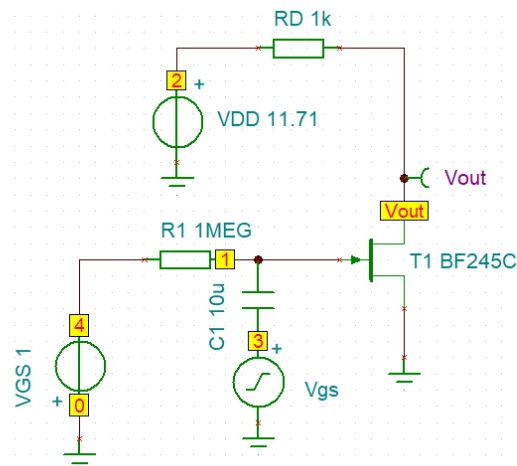
V_{GS} [V]	0	-0.5	-1	-1.5	-2	-2.5
I_D [mA]	14.57	10.26	6.71	3.9	1.85	0.55
V_{out} [mV]	88,73	75.73	62.1	47.91	33.27	18,28
V_{gs} [mV]	10	10	10	10	10	10
I_d [μA]	88,73	75.73	62.1	47.91	33.27	18.28
A_v	8.873	7.573	6.21	4.791	3.327	1.828
g_{ms} [mA/V]	-8.873	-7.573	-6.21	-4.791	-3.327	-1.828

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = -g_{ms} \cdot R_D \text{ (in c.a. } v_o = V_{out} \text{ iar } v_i = V_{gs}); V_{gs}\text{-semnal sinusoidal, } A=10mV, f=1kHz$$

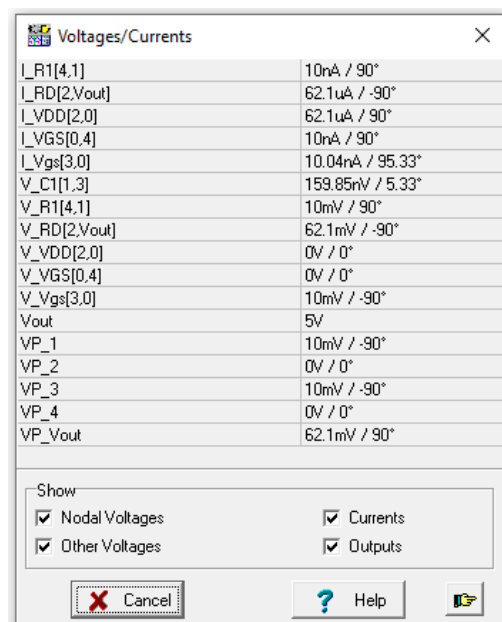
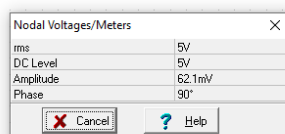
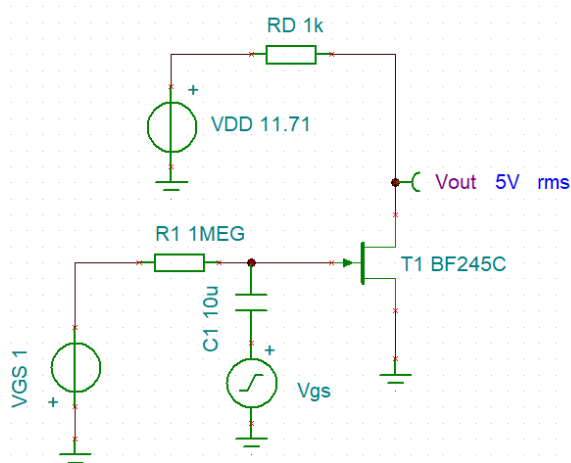
T5-2p. Inserați simularea amplificatorului sursă comună pentru o valoare V_{GS} aleasa din tabelul 3.6, $V_{gs}=10mV$ și $V_{DS}=5V$ și calculați amplificarea si g_{ms} , apoi înserați graficele: $A_v=f(V_{GS})$ si $A_v=f(I_D)$.



Pasul 1: Gasirea lui VDD astfel incat $V_{out} = 5V$ in CC



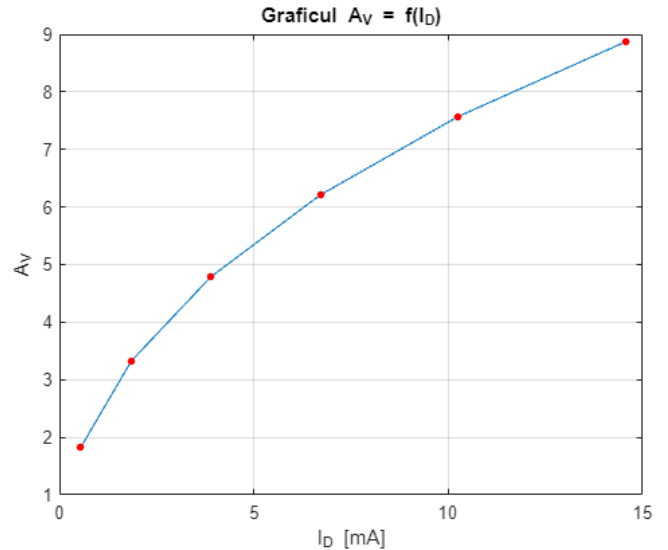
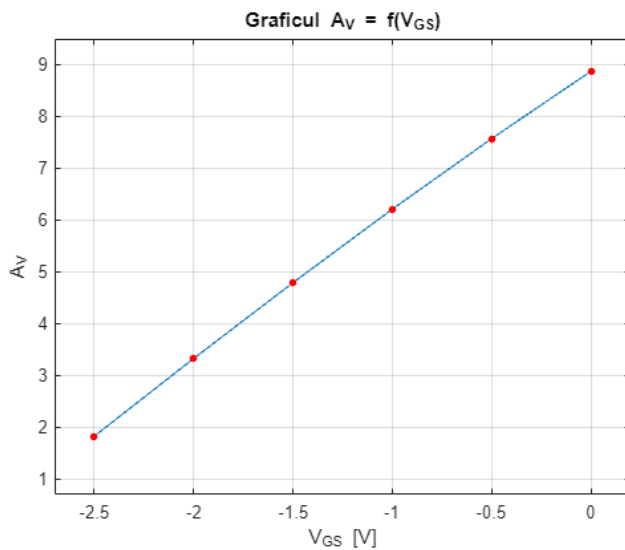
Pasul 2: Aflarea lui I_D (CC)



Pasul 3: Aflarea lui V_{out} si I_D (CA)

$$g_{ms} = -v_o / (v_i \cdot R_D) = -V_{out} / (V_{gs} \cdot R_D) = -62.1 \cdot 10^{-3} / (10 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3) = -6.21 \text{ (mA/V)}$$

Graficele:



4.2 Măsurători rezistența dinamică în saturație $r_{d,sat}$ (Atenție!! Cond. în cc: $V_{DS} = V_{out} = 5V$ cu $V_{GS} = -2V$ valoare fixă, pentru ambele valori ale lui R_D)

5p Tabel 3.5 (Fig.3.14)

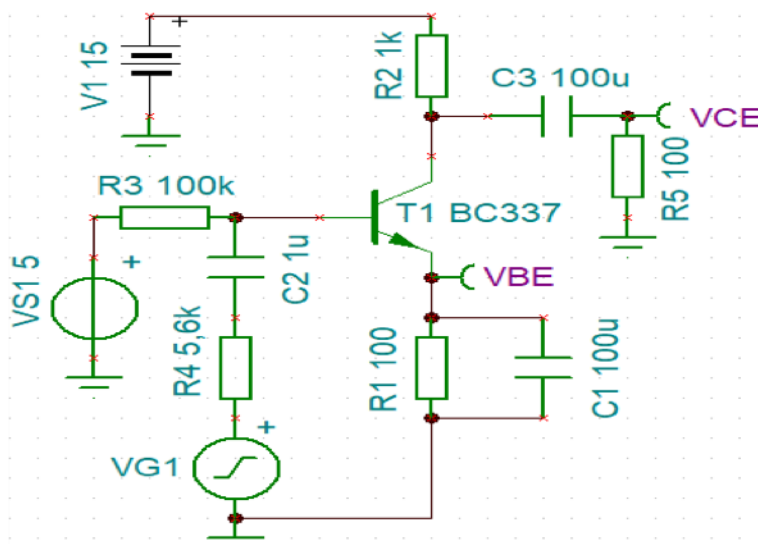
RD	11k	22k
I _D [mA]	1.85	1.85
V _{ds} = V _{out} [mV]	342.61	640.26
V _{gs} [mV]	10	10
r _{d,sat}	156.647241 kΩ	

Avem formula:

$$r_{d,sat} = \frac{1}{g_{d,sat}} = \frac{R_{D2} - R_{D1}}{\frac{R_{D2} \times V_{ds1}}{R_{D1} \times V_{ds2}} - 1}$$

4. AMPLIFICATORUL DE TENSIUNE

Desenați circuitul din figura următoare:



În continuare determin ce valoare are V_{R10} 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 V_{CE} , iar V_{in} este tensiunea de intrare în baza lui $T1$ măsurată în punctul de joncțiune al lui $C2$ cu baza lui $T1$, ambele valori fiind în c.a.).

Tabelul 4.1 – 4p

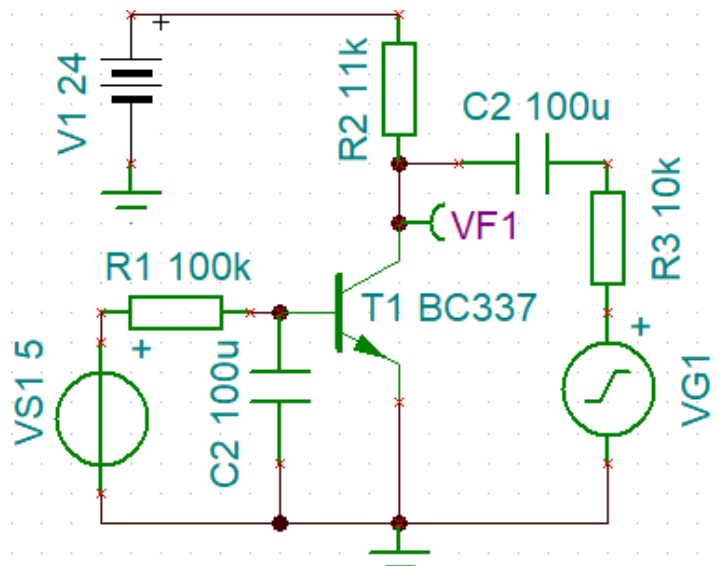
V_{R10} (V)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
I_c (mA)	1	2	3	4	5	6
V_g (mV)	10	10	10	10	10	10
V_{in} (mV)	3,23	2,29	1.82	1.54	1.35	1,21
V_o (mV)	12,9	17.82	20.75	22.67	23.99	24.89
A_v	3.99	7.78	11.4	14.72	17.77	20.57
g_m (mA/V)	309.59	873.35	1648.34	2597.4	3703.7	4958.67
β_0	78.88	99.50	111.52	120.01	126.07	130.9
R_{in} (k Ω)	0.254	0.114	0.068	0.046	0.034	0.026

Ultimele 4 mărimi se calculează cu următoarele formule:

- $A_v = V_o / V_{in}$ (amplificare în tensiune în c.a)
- $g_m = I_c / V_{in}$ (panta tranzistorului sau conductanța de transfer)
- $\beta_0 = I_c / I_b$ (factorul de amplificare în c.a. în conexiune emitor comun)
- $R_i = V_{in} / I_b$ (rezistența echivalentă la intrare, formula aproximativă, simplificată)

5. REZISTENTA DE IESIRE

Desenați circuitul din figura următoare:



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

In regimul de CC se pune problema la ce tensiune setez VS1 astfel încât la punctul de măsura VF1 (V_{CE} in tabelul 4.2) sa obțin valorile V_{CE} si I_C din Tabelul 4.2; acest lucru îl realizez cu analiza inCC prin comanda **DC Analysis** (menu Analysis).

Apoi se determina in CA tot in punctul de măsură VF1 mărimea V_o , (menu **Analysis** → **AC Analysis** → **Table of AC results**) se notează in 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
$r_0 = r_{ce} / R_2$	0.04418	0.02013

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

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

T4 – 1p r_0 ce a fost calculat in tabel are formula: $r_0 = r_{ce} / R_2$.