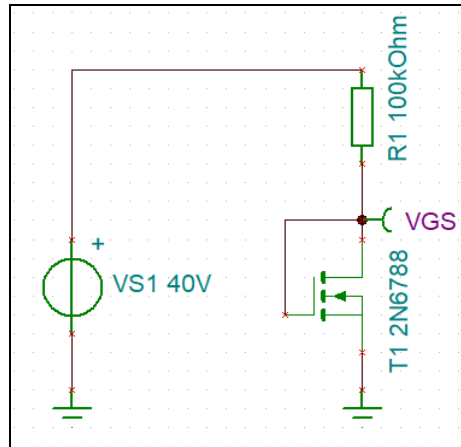


Laborator _ DE - Lucrarea 3

TRANZISTORUL MOS

Găujăneanu Nicoleta Monica, 424D

Caracteristica de transfer



Se modifică R1 la valoarea 100 Ω de la $V_{GS} > 3V$. $V_T = 3V$.

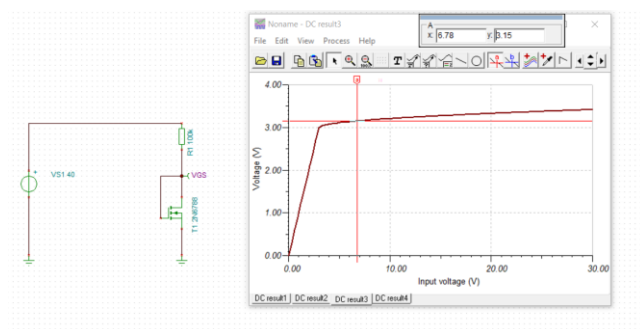
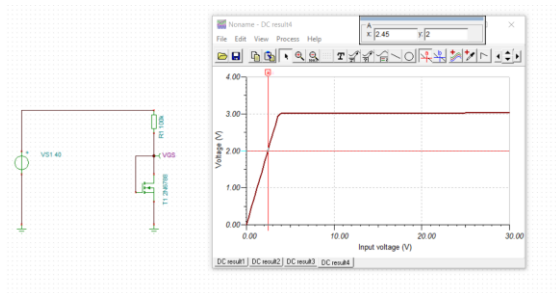
Se face analiza prin care VS1 variază de la 0 la 20V și se completează tabelul următor:

Tabelul 3.3 – 1,5p

V_{GS} [V]	0	1,5	2	3	3,05	3,07	3,09	3,1	3,15	3,2
$V_{cc} = VS1$	0	1,84	2.45	3.86	3.39	3.79	4.33	4,66	6.78	9.69
$R_D = R_{12} + R_{J22}$ (R1) [K Ω]	100k	100k	100k	100k	0,1k	0,1k	0,1k	0,1k	0,1k	0,1k
I_D [mA]	0	0.00338	0.0045	0.0086	3.49	7.2	12.4	15.6	36.3	64.9
$(V_{GS} - V_T)^2 / 2$ [V ²]	4.5	1.125	0.5	0	0.00125	0.00245	0.00405	0.005	0.01125	0.02

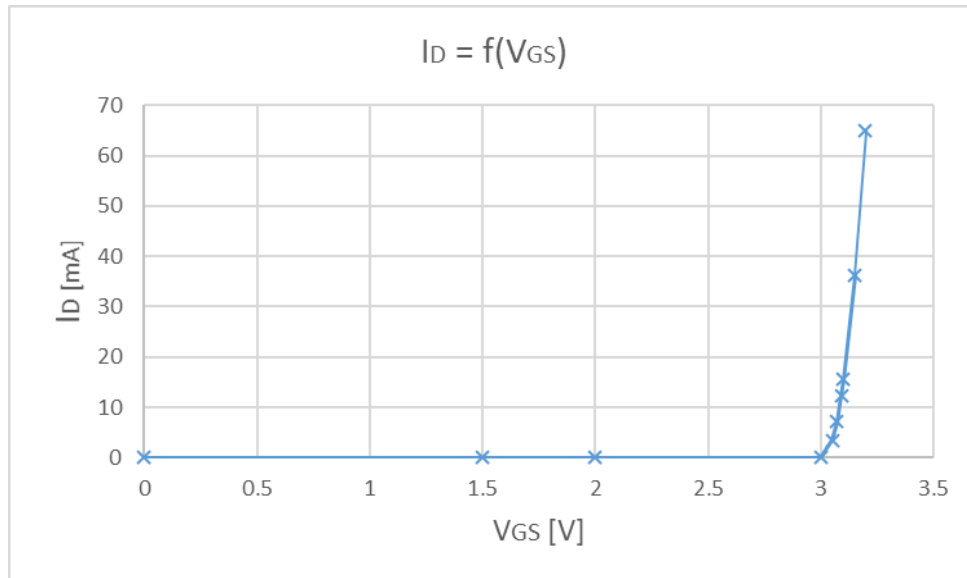
$$I_D = (VS1 - V_{GS}) / R1$$

T1 - 1p. Desenați caracteristica de transfer $I_D = f(V_{GS})$ a tranzistorului nMOS.

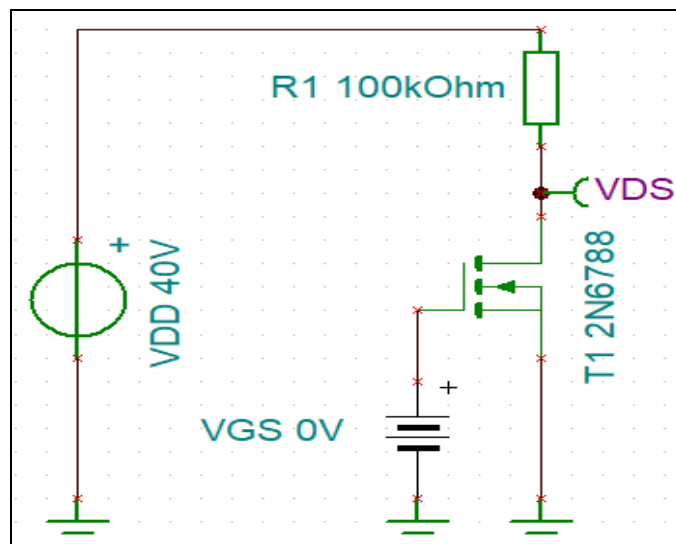


Laborator _ DE - Lucrarea 3

TRANZISTORUL MOS



Caracteristica de ieșire



Se face analiza prin care $V_{S1}=V_{DD}$ variaza de la 0 la 40 V și se completează tabelul următor:

Tabelul 3.4 – 2,5p

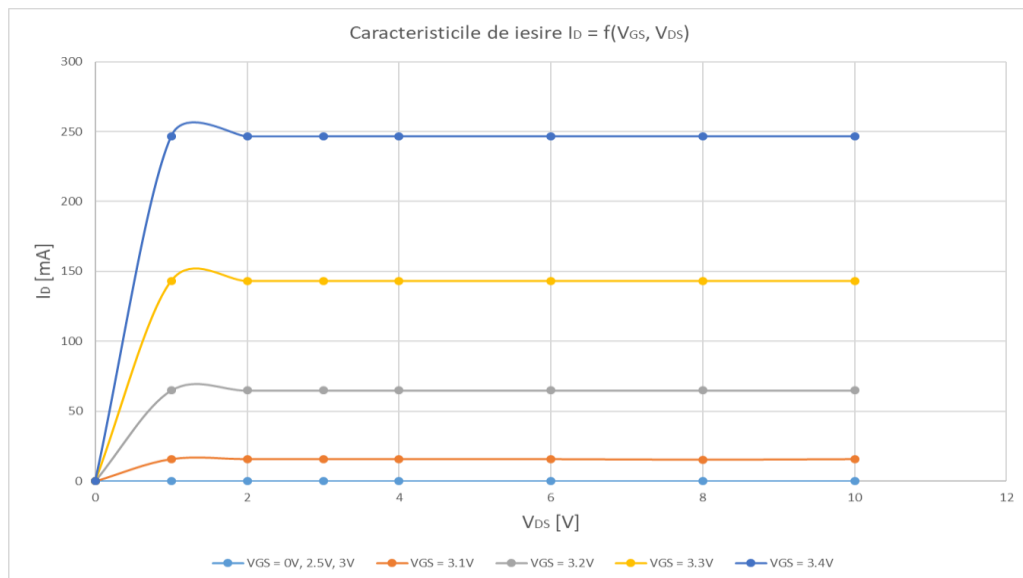
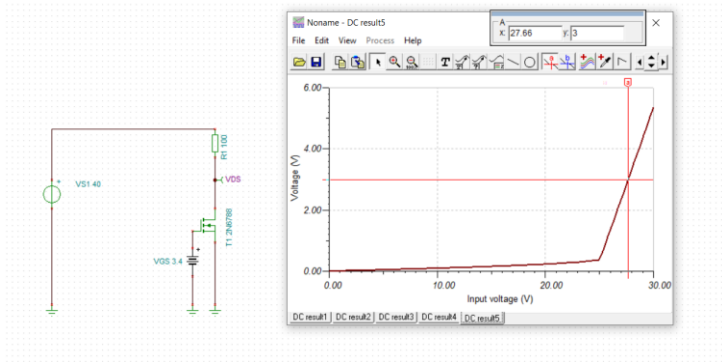
V_{DS} [V]		0	1	2	3	4	6	8	10
$V_{GS}=0$ [V]									
	V_{DD} [V]	0	1.23	2.45	3.68	4.9	7.35	9.8	12.25
	$R_1=R_{12}+R_{J22}$ [K Ω]	100k	100k	100k	100k	100k	100k	100k	100k
	I_D [mA]	0	0.0023	0.0045	0.0068	0.009	0.0135	0.018	0.0225
$V_{GS}=2,5$ [V]									
	V_{DD} [V]	0	1.23	2.45	3.68	4.9	7.35	9.8	12.25
	$R_{12}+R_{J22}$ [K Ω]	100k	100k	100k	100k	100k	100k	100k	100k
	I_D [mA]	0	0.0023	0.0045	0.0068	0.009	0.0135	0.018	0.0225
$V_{GS}=3,0$ [V]									
	V_{DD} [V]	0	1.23	2.45	3.68	4.9	7.35	9.8	12.25
	$R_{12}+R_{J22}$ [K Ω]	100k	100k	100k	100k	100k	100k	100k	100k
	I_D [mA]	0	0.0023	0.0045	0.0068	0.009	0.0135	0.018	0.0225
$V_{GS}=3,1$ [V]									
	V_{DD} [V]	0	2.56	3.56	4.56	5.56	7.56	9.56	11.56
	$R_{12}+R_{J22}$ [K Ω]	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k
	I_D [mA]	0	15.56	15.56	15.56	15.57	15.57	15.57	15.58
$V_{GS}=3,2$ [V]									
	V_{DD} [V]	0	7.49	8.49	9.49	10.49	12.49	14.49	16.49
	$R_{12}+R_{J22}$ [K Ω]	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k
	I_D [mA]	0	64.89	64.89	64.89	64.9	64.9	64.91	64.91
$V_{GS}=3,3$ [V]									
	V_{DD} [V]	0	15.32	16.32	17.32	18.32	20.32	22.32	24.32
	$R_{12}+R_{J22}$ [K Ω]	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k
	I_D [mA]	0	143.19	143.19	143.19	143.19	143.2	143.2	143.2
$V_{GS}=3,4$ [V]									
	V_{DD} [V]	0	25.66	26.66	27.66	28.66	30.66	32.66	34.66
	$R_{12}+R_{J22}$ [K Ω]	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k	0.1k
	I_D [mA]	0	246.58	246.58	246.58	246.58	246.59	246.59	246.6

Curentul I_D se calculeaza cu formula: $I_D = (V_{DD} - V_{DS})/R_I$;

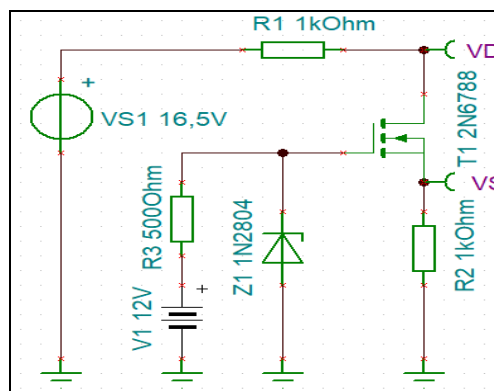
Laborator _ DE - Lucrarea 3

TRANZISTORUL MOS

T2 - 2p. Desenați pe același grafic caracteristicile de ieșire $I_D = f(V_{GS}, V_{DS})$ pt. tranzistorul nMOS.



Generator de curent constant cu nMOS



Laborator _ DE - Lucrarea 3

TRANZISTORUL MOS

Ecuția ce descrie funcționarea nMOS pentru acest regim este: $I_D = \frac{k}{2} \times (V_{GS} - V_T)^2$; rezulta ca pentru $V_{GS} > V_T$ si $V_{GS} = ct.$ $\Rightarrow I_D = ct.$

Se completează tabelul următor:

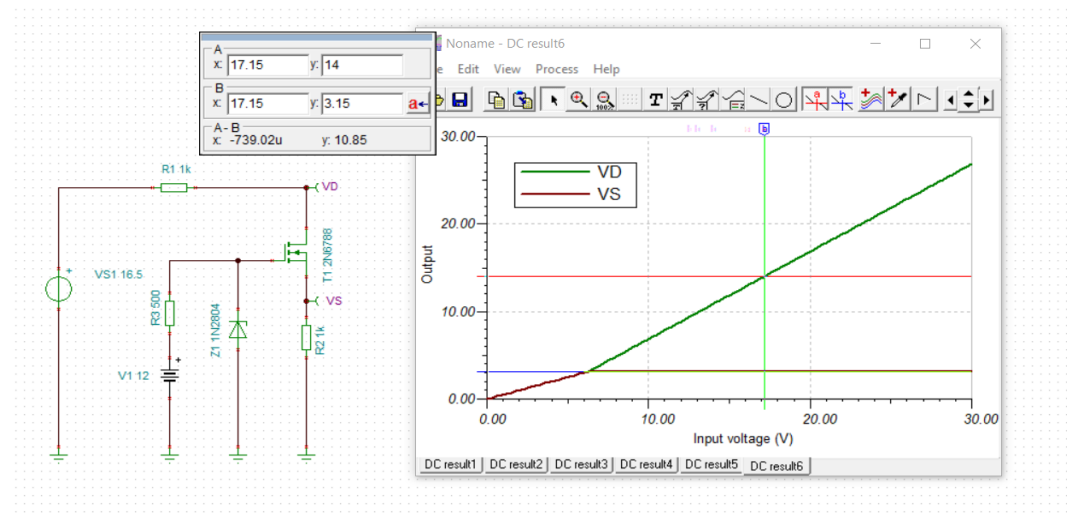
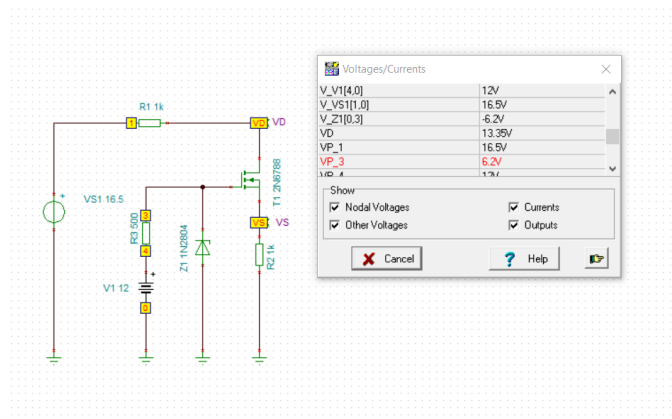
Tabelul 3.6 – 2p

VD (V)	13	14	15	16	17	18	19
VS (V)	3,15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15
VS1 (V)	16,15	17,15	18.15	19.15	20.15	21.15	22.15
VDS (V)= VD - VS	9,85	10.85	11.85	12.85	13.85	14.85	15.85
VGS (V)=VZ - VS	3,05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05
VZ=6,2(V)	ID (mA)	3,15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15

$VZ = \text{tensiunea pe dioda } Z1$, $VDS = VD - VS$ iar $ID = (VS1 - VD) / R1$

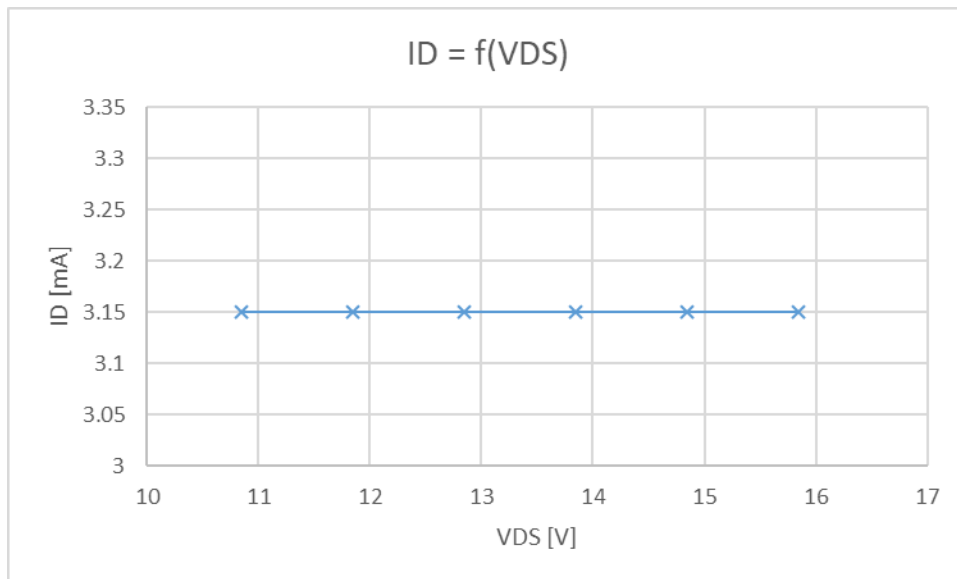
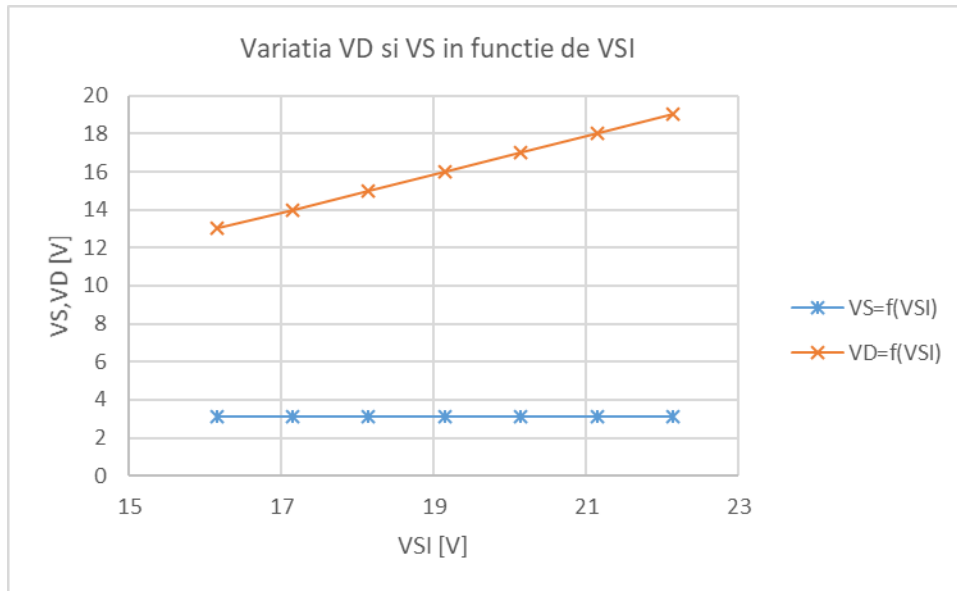
T3 – 1,5p. Desenați pe același grafic variația VD și VS în funcție de VS1.

T4 – 1,5p. Desenați graficul $I_D = f(V_{DS})$.



Laborator _ DE - Lucrarea 3

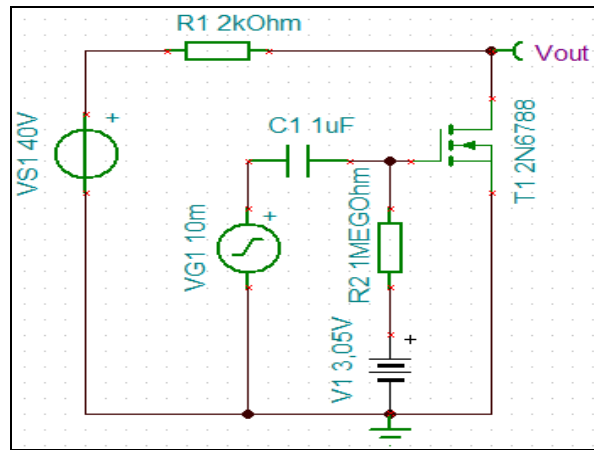
TRANZISTORUL MOS



Laborator _ DE - Lucrarea 3

TRANZISTORUL MOS

Modelul Dinamic



Caracteristici VG1: semnal sinusoidal cu $A = 10 \text{ mV}$, $f = 1 \text{ kHz}$., Se completează tabelul următor (aici se fixeaza $V_{GS} = 3,05 \text{ V}$ si se determina in c.c.VS1, a.i. $V_{DS} = V_{out} = 5 \text{ V}$, dupa care se determina V_{ds} in c.a.)

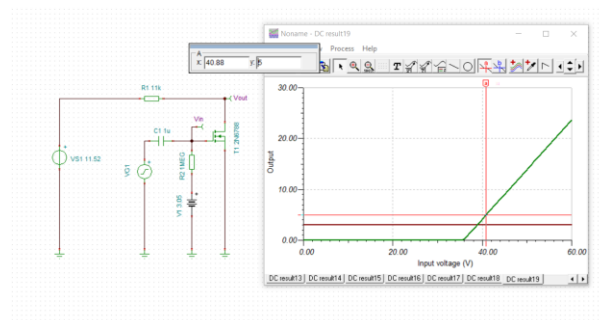
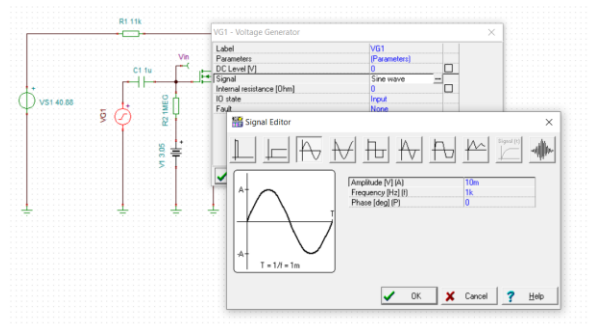
Tabel evaluare rezistenta dinamica de saturație ($r_{d,sat}$)

Tabelul 3.7 – 1p

R1 = RD (kΩ)	2k	11k
$V_{DS} \text{ (V)} = V_{out} \text{ (in c.c.)}$	5	5
$V_{ds} \text{ (V)} = V_{out} \text{ (in c.a.)}$	3,07	15.39

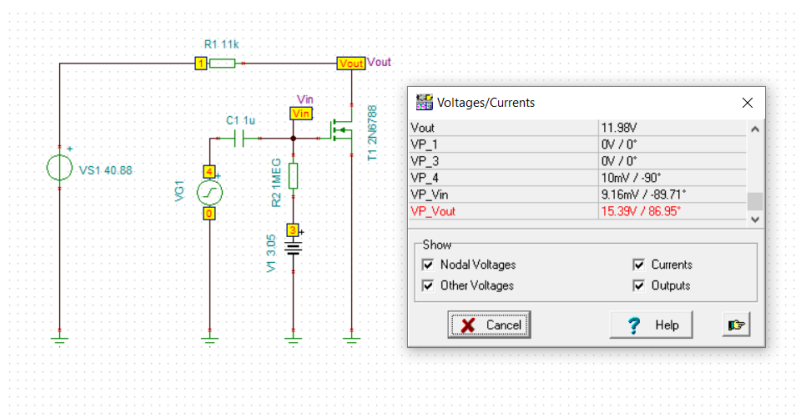
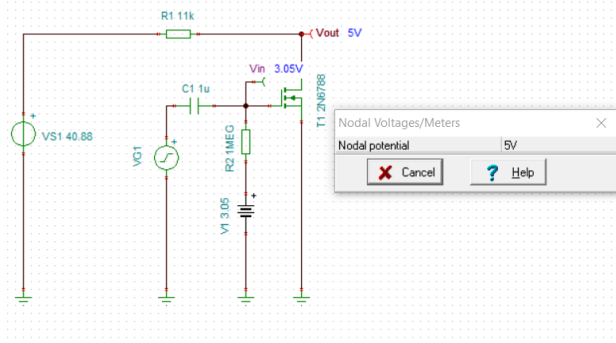
Se calculează rezistenta dinamica de saturație ($r_{d,sat}$) cu formula:

$$r_{d,sat} = \frac{1}{g_{d,sat}} = \frac{R_{D2} - R_{D1}}{\frac{R_{D2} \times V_{ds1}}{R_{D1} \times V_{ds2}} - 1} = 92.40 \Omega$$



Laborator _ DE - Lucrarea 3

TRANZISTORUL MOS



Tabel evaluare amplificare (aici se folosește tot schema modelului dinamic, dar $R1 = RD = 2K$ indiferent de valoarea lui V_{GS}); trebuie făcută analiza DC Transfer și se determină de fiecare dată, ce val are $VS1$ a.i. în c.c $V_{out} = V_{DS} = 5V$

Tabelul 4 – 2p

V_{GS} [V]	3.04	3.05	3.06	3.07	3.1 ($VS1 = 40V$)
$VS1$ (V)	8,76	11.52	15.02	19.24	36,13
I_D [mA]	1,88	3.26	5.01	7.12	15,57
$V_{ds} = V_{out}$	2,35V	3.07V	3.77V	4.45V	6,4V
$V_{gs} = VG1$	10mV	10mV	10mV	10mV	10mV
I_d	1,17mA	1.53	1.88	2.22	3,2mA
A_v	235	307	377	445	640
g_{ms} [mA/V]	-117.5	-153.5	-188.5	-222.5	-320

Amplificarea în tensiune (în c.a) se calculează cu relația: $A_v = \frac{V_o}{V_i} = -g_{ms} \cdot R_D$

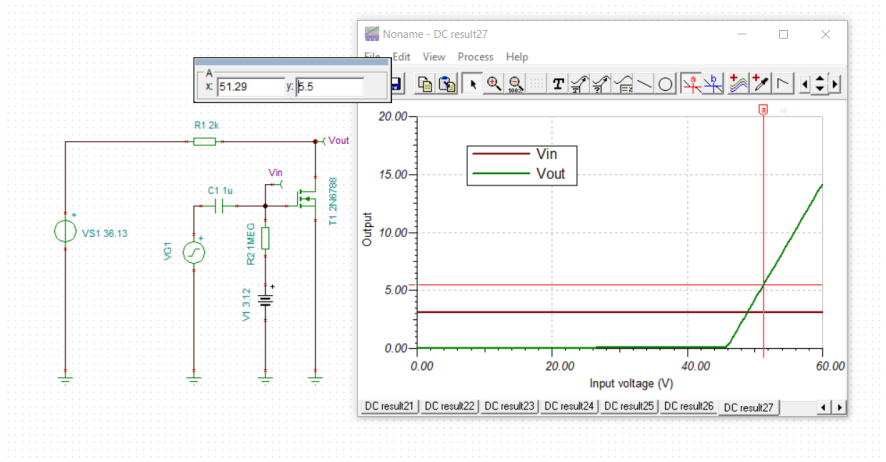
semnul (–) arată că semnalul de ieșire este defazat cu 180° față de semnalul de intrare.

Conductanța mutuală de saturație (g_{ms}) se calculează din relația lui A_v .

Laborator _ DE - Lucrarea 3

TRANZISTORUL MOS

T5 - 2p. Calculați amplificarea și inserați simularea amplificatorului pentru $V_{GS} = 3,12V$, $V_{gs} = 10mV$, semnal sinusoidal și $V_{DS} = 5,5V$



Caracteristica in DC

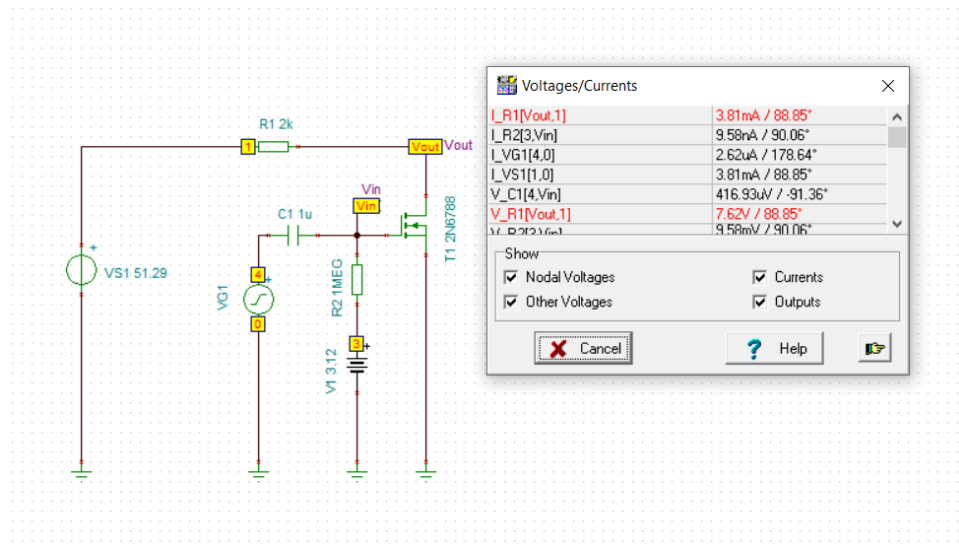
$V_{S1} = 51.29 V$
 $I_D = 22.9 mA$

Tabel in AC

$V_{ds} = V_{out} = 7.62V$

$I_d = 3.81 mA$

$V_{gs} = 10 mV$



$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = V_{ds}/V_{gs} = 762V$$

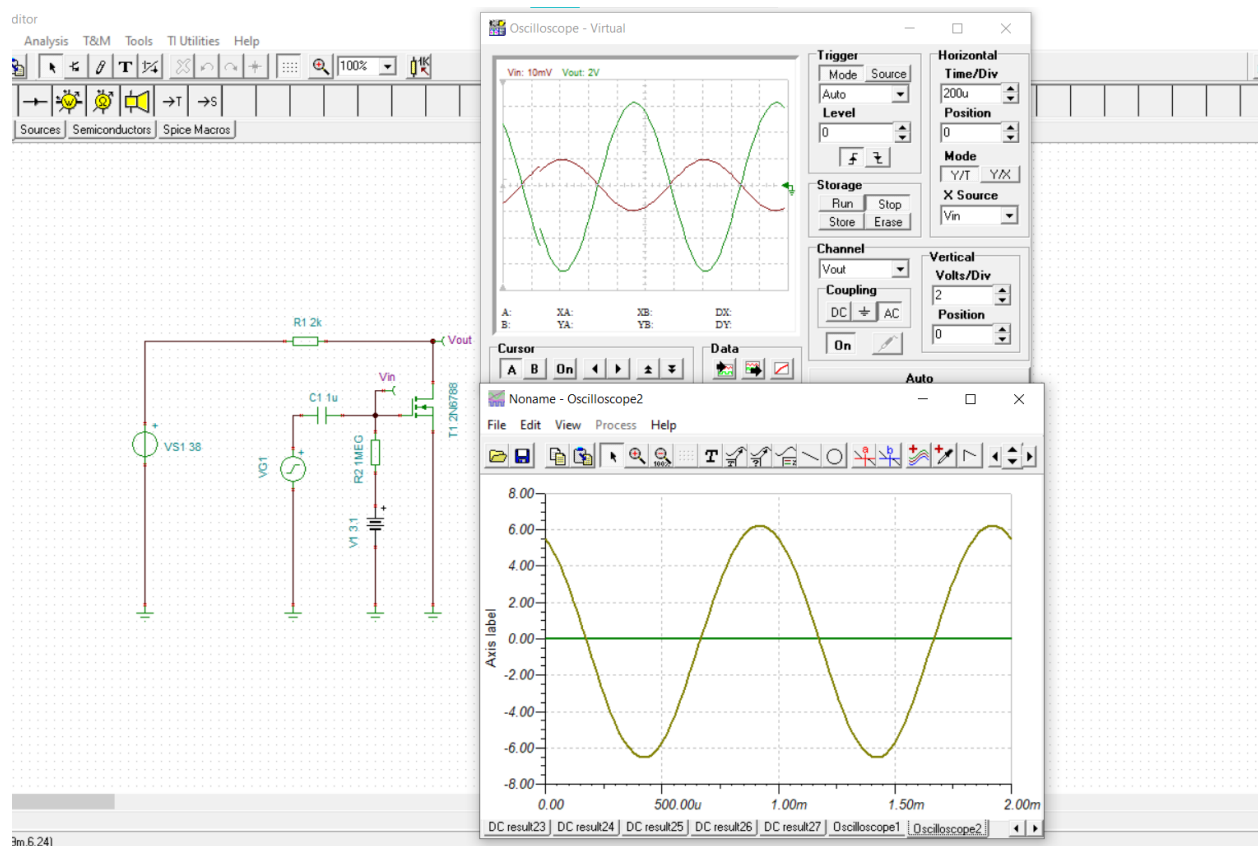
Laborator _ DE - Lucrarea 3

TRANZISTORUL MOS

T6 – 2p. Comparați valoarea lui A_v obținută analitic prin vizualizarea tensiunii de la ieșirea V_{out} cu ajutorul osciloscopului virtual și calculați amplificarea circuitului. *Se inserează captura de ecran cu graficul de pe displayul osciloscopului numai pentru una din valorile lui V_{GS} din Tabelul 4 - specificați valoarea aleasa.*

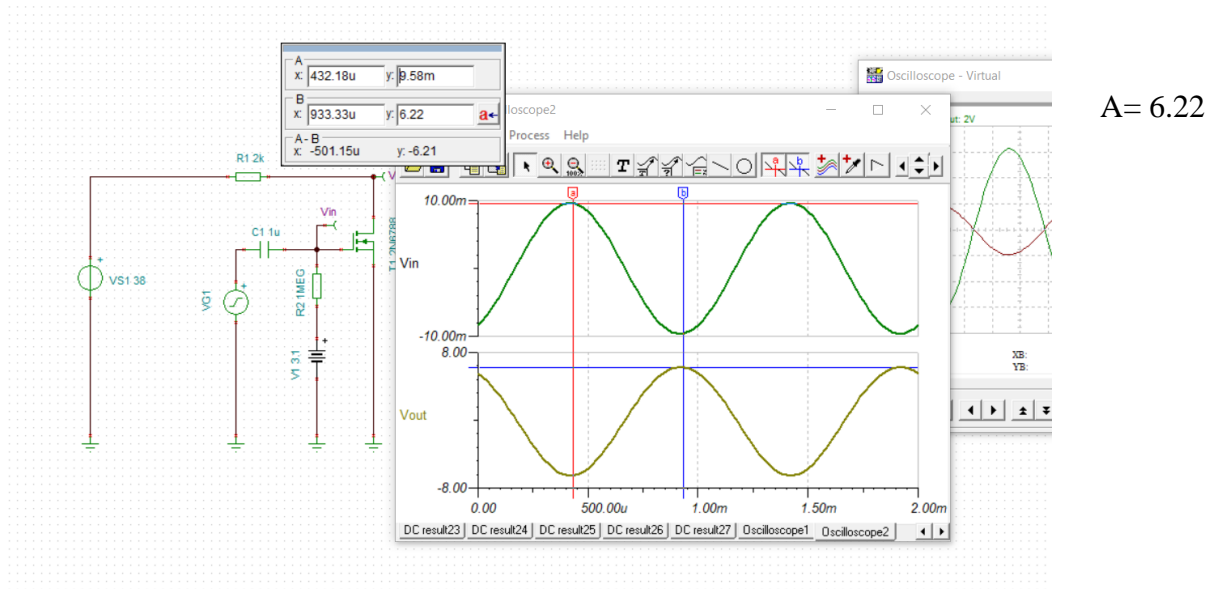
$$V_{GS} = 3.1V \quad V_{SI} = 36.13V \quad V_{ds} = v_o = 6.4V \quad V_{gs} = v_i = 10mV$$

$$A = v_o / v_i = 640$$



Laborator _ DE - Lucrarea 3

TRANZISTORUL MOS



Valoarea amplificarii masurate cu osciloscopul este putin mai mica decat valoarea obtinuta analitic, aceasta mica diferenta fiind prezenta prin pozitia condensatorului inaintea punctului de masura Vin.

**Am mai luat un caz din Tabelul 4 pentru verificare: $V_{GS} = 3.05V$ $V_{SI} = 11.52V$ $V_{ds} = v_o = 3.07V$
 $V_{gs} = v_i = 10mV \Rightarrow A = v_o / v_i = 307$

