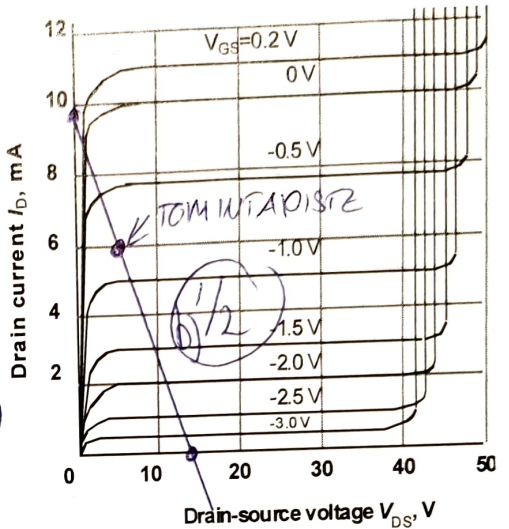
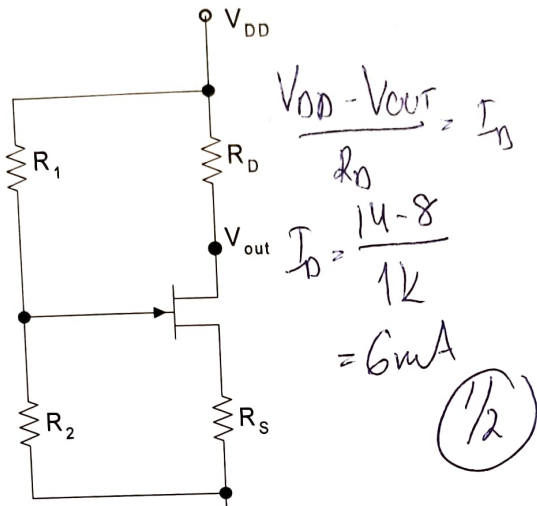


Nimi ja opiskelijanumero:

Tee vastauksesi tälle paperille, jatka tarvittaessa kääntöpuolelle.

a) Kuvan kytkennän käyttöjännite on $V_{DD} = 14\text{ V}$, biasointivastukset $R_1 = 33\text{ k}\Omega$, $R_2 = 4,7\text{ k}\Omega$ ja $R_D = 1\text{ k}\Omega$. FET:n ominaiskäyrästä on esitettyä oikeanpuoleisessa kuvassa. Mitoita vastus R_S , kun jännitteeksi V_{out} halutaan 8 V . (4,5 p)

b) Piirrä kuvan ominaiskäyrästä kytkennän toimintasuora mitoittamalla R_S :n arvolla ja merkitse sille toimintapiste. (1,5 p)



a) $V_G = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{DD} = \frac{4,7\text{ k}\Omega}{33\text{ k}\Omega + 4,7\text{ k}\Omega} \cdot 14 = 1,75\text{ V}$

$V_G - V_{GS} - R_S I_D = 0$

$V_G - V_{GS} = R_S I_D$

$R_S = \frac{V_G - V_{GS}}{I_D} = \frac{1,75 - (-0,8)}{6\text{ mA}} = 425\ \Omega$

$I_D = 6\text{ mA} \rightarrow$ OLETUS: SATURAATIO
 \rightarrow KATOTAAN OMINAISKÄYRÄSTÄ -
 TÖSTÄ V_{GS} KOHDASTA
 $I_D = 6\text{ mA} \rightarrow V_{GS} = -0,8\text{ V}$

TOIMINTA-ALUE TARKISTUS:
 $V_{GS} = -0,8\text{ V} \geq -3\text{ V}$ (KÄYRÄSTÖSTÄ)
 $V_{GS} = -0,8\text{ V} \geq -3\text{ V}$, OK JOHTAA

$V_{out} - V_{GS} - R_S I_D = 0$
 $V_{GS} = V_{out} - R_S I_D = 8 - 425 \cdot 6\text{ mA} = 5,45\text{ V}$
 $V_{GS} - V_{GS} = -0,8 - 5,45 = -6,25\text{ V} \leq V_p$
 \rightarrow OK, SATURAATIO

Cut-off: $V_{GS} < V_T$ $I_D = 0$	Saturaatio: $V_{GS} \geq V_T$ $V_{GD} = V_{GS} - V_{DS} \leq V_T$ $I_D = K(V_{GS} - V_T)^2$	Ohminen alue: $V_{GS} \geq V_T$ $V_{GD} = V_{GS} - V_{DS} \geq V_T$ $I_D = K[2(V_{GS} - V_T)V_{DS} - V_{DS}^2]$
$K = \frac{I_{Dsat}}{V_T^2}$ $K = \left(\frac{W}{L}\right) \frac{KP}{2}$ $KP = \mu_n C_{ox}$ μ_n = elektronien pintaaliikkuvuus C_{ox} = hilakapasitanssi / ala		

b) $V_{DD} - R_D I_D - V_{GS} - R_S I_D = 0$

$V_{DD} - V_{GS} = I_D (R_D + R_S)$

$I_D = \frac{V_{DD} - V_{GS}}{R_D + R_S} \rightarrow$ TOIMINTASUORA:

$I_D = 14\text{ V} : I_D = \frac{14 - 14}{1\text{ k}\Omega + 425\ \Omega} = 0$

$V_{GS} = 0 : I_D = \frac{14 - 0}{1\text{ k}\Omega + 425\ \Omega} = 9,8\text{ mA}$