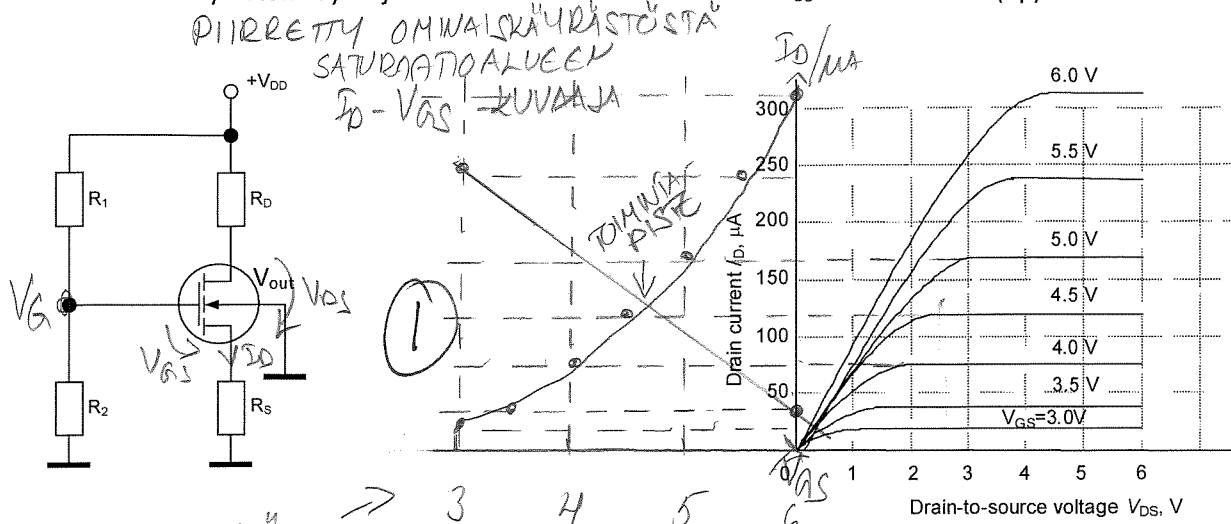


Nimi ja opiskelijanumero:

Oheisen kytkennän käyttöjännite $V_{DD} = 15\text{ V}$, $R_1 = 270\text{ k}\Omega$, $R_2 = 200\text{ k}\Omega$ ja $R_S = 14\text{ k}\Omega$. FET:n ominaiskäyrä on ohessa.

- i) Laske virta I_D ja ohjaujännite V_{GS} . (4p)
- ii) Mikä rajoittaa vastuksen R_D suuruutta, ja missä rajoissa vastus R_D voi vaihdella? Oleta, että ominaiskäyrästä käyrät jatkuvat kuvan kaltaisina kohtaan $V_{DS} = 20\text{ V}$ saakka. (2p)



a) KUN KÄYTETÄÄN TÄTÄ KUVAAJAA, TEHDÄÄN SAMALLA OLETUS SATURAATIOSTA.

$$V_G = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{DD} = \frac{200\text{k}}{200\text{k} + 270\text{k}} \cdot 15 = 6,38\text{ V}$$

1) $V_G - V_{GS} - R_S I_D = 0$
 $I_D = \frac{V_G - V_{GS}}{R_S}$

PIIRRETTÄÄN BIASOINTISUORA:

KASKEETAAN 2 PISTETÄÄ:

$V_{GS} = 3: I_D = \frac{6,38 - 3}{14\text{k}} = 242\text{ }\mu\text{A}$

$V_{GS} = 6: I_D = \frac{6,38 - 6}{14\text{k}} = 27\text{ }\mu\text{A}$

TOIMINTAPISTEESTÄ: $V_{GS} = 4,7\text{ V}, I_D = 125\text{ }\mu\text{A}$

FETtien toiminta-alueiden virta- ja jänniteyhälöt

Johtavuuden raja on näissä kaavoissa n-kanavaisille FET:ille. P-kanavaisilla polariteetit ovat toisin päin.

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

b) a-KOHDASSA TEHTIIN OLETUS SATURAATIO-ALUEESTA. R_D :N SUURUUTTA RAJOITAA

SATURAATIOALUEELLA PYSYMINEN, OMINAISKÄYRÄSTÖSTÄ $V_{GS} = 4,7\text{ V}$ KOHDALTA SATURAATION RAJAT: $V_{GSmin} = 2,5\text{ V}$

$V_{GSmax} = 20\text{ V}$

KÄYTTÖJÄÄNNITERAJOITUS TULEE ENNEN FET:N V_{GSmax} RAJOITUSTA $\rightarrow V_{GSmax} = 15\text{ V}$

KASKEETAAN R_D :N MIN JA MAX ARVET:

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

$$R_D = \frac{V_{DD} - V_{GS} - R_S I_D}{I_D}$$

$R_{Dmin} = 0\text{ }\Omega$

$$R_{Dmax} = \frac{V_{DD} - V_{GSmin} - R_S I_D}{I_D} = \frac{15 - 2,5 - 14\text{k} \cdot 125\text{ }\mu\text{A}}{125\text{ }\mu\text{A}} = 86\text{ k}\Omega$$

$0 < R_D < 86\text{ k}\Omega$

$R_{Dmin} = \frac{V_{DD} - V_{GSmax} - R_S I_D}{I_D} = \frac{15 - 15 - 14\text{k} \cdot 125\text{ }\mu\text{A}}{125\text{ }\mu\text{A}} = -14\text{ k}\Omega$

$R_{Dmax} = \frac{V_{DD} - V_{GSmin} - R_S I_D}{I_D} = \frac{15 - 2,5 - 14\text{k} \cdot 125\text{ }\mu\text{A}}{125\text{ }\mu\text{A}} = 86\text{ k}\Omega$