ELE.020 Elektroniikan perusteet **17.2.2026** **Koetehtävä 3**

Nimi ja opiskelijanumero:

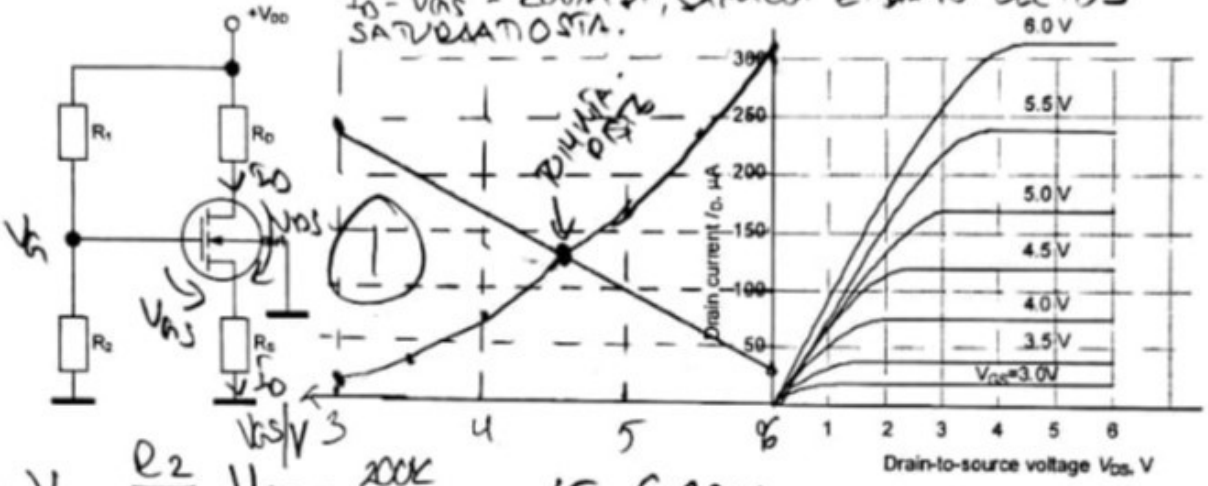
Tee vastauksesi tälle paperille, jatka tarvittaessa kääntöpuolelle.

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

i) **Laske virta I_D ja ohjausjännite V_{GS}. (4p)**

ii) **Mikä rajoittaa vastuksen R_D suuruutta, ja missä rajoissa vastus R_D voi vaihdella? Oleta, että ominaiskäyrästön käyrät jatkuvat kuvan kaltaisina kohtaan V_{DS} = 20 V saakka. (2p)**

PIIRRETÄÄN OHMINAISKÄYRÄSTÖSTÄ SATURAATIOALUEEN I_D - V_{GS} - KINMM, JOHON RATKAISUN OLETUS SATURAATIOSTA.



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

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

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

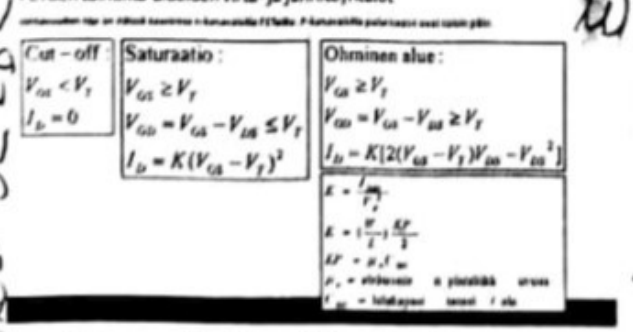
PIIRRETÄÄN BIASSUORA, LASKETAAN 2 PISTETTÄ:

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

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

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

TARKISTETAAN JOHTAVUUS. ILMAN R_D:TÄ EI VOI TARKISTAA TOIMINTA-ALUETTA. $V_{GS} \approx 4{,}7V > 3V$ ($\approx V_T$), OK, JOHTAA.


FETsien toiminta-alueiden virta- ja jännitеyhtälöt

Cut – off :	Saturaatio :	Ohminen alue :
$V_{GS} < V_T$	$V_{GS} \geq V_T$	$V_{GS} \geq V_T$
$I_D = 0$	$V_{GD} = V_{GS} - V_{DS} \leq V_T$	$V_{GD} = V_{GS} - V_{DS} \geq V_T$
	$I_D = K(V_{GS} - V_T)^2$	$I_D = K[2(V_{GS} - V_T)V_{DS} - V_{DS}^2]$

ii) i-KOHDASSA RATKAISUN OLETUS SATURAATIOSTA. R_D:N SUURUUTTA RAJOITTAA SATURAATIO-ALUEELLA PYSYMINEN. OHMINAISKÄYRÄSTÄ $V_{GS} = 4{,}7V$ KOHDALTA SATURAATION RAJAT:

$V_{DSmin} = 2{,}5V$, $V_{DSmax} = 20V$

KÄYTTÖJÄNNITE RAJOITTUU FET:N V_{DSmax} RAJOITUSTA → $V_{DSmax} = 15V$.

$R_{Dmin} = \frac{V_{DD} - V_{DSmax} - R_S I_D}{I_D} = \frac{15-15-14k \cdot 125\mu}{125\mu} = 14k\Omega \rightarrow 0\Omega$

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

JOTTUU: $0 < R_D < 86k\Omega$

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

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