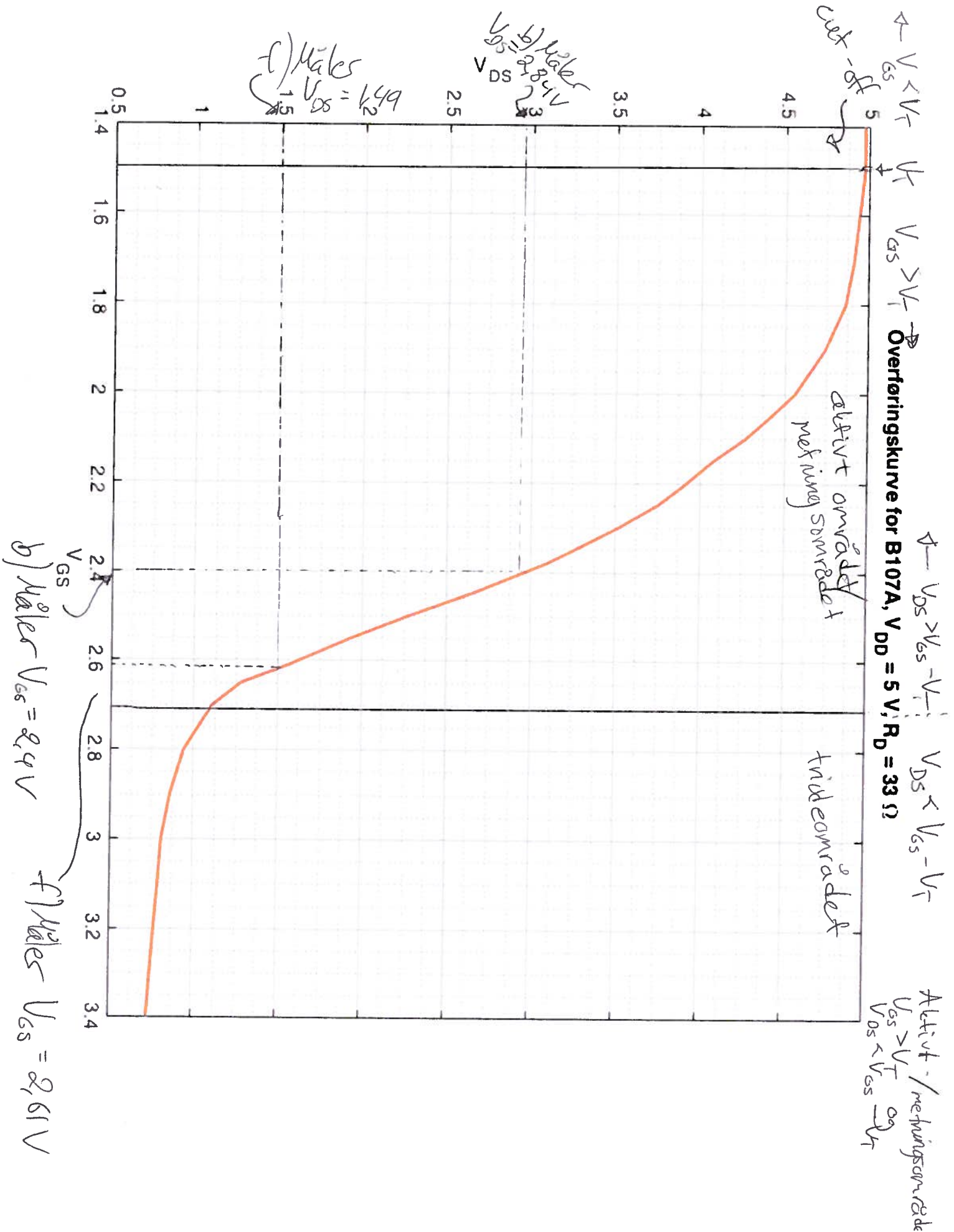
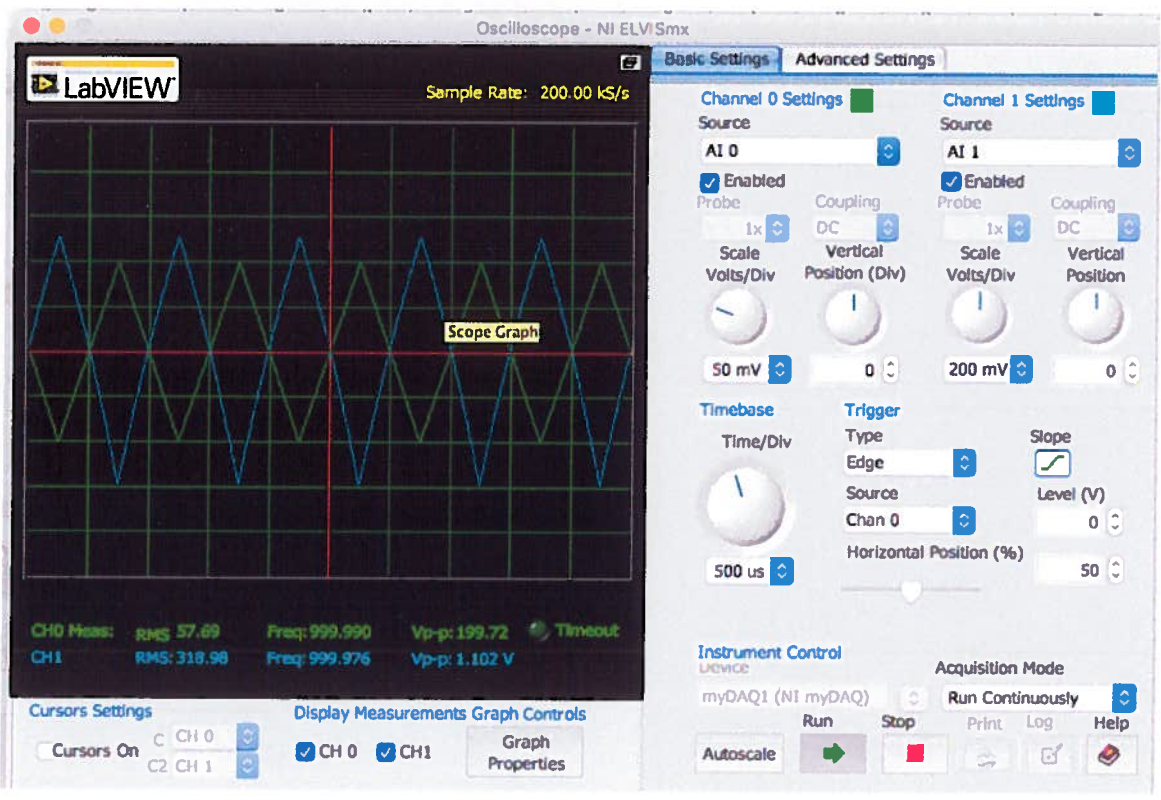


Øing 7 løsningsforslag

ESDA I



c)

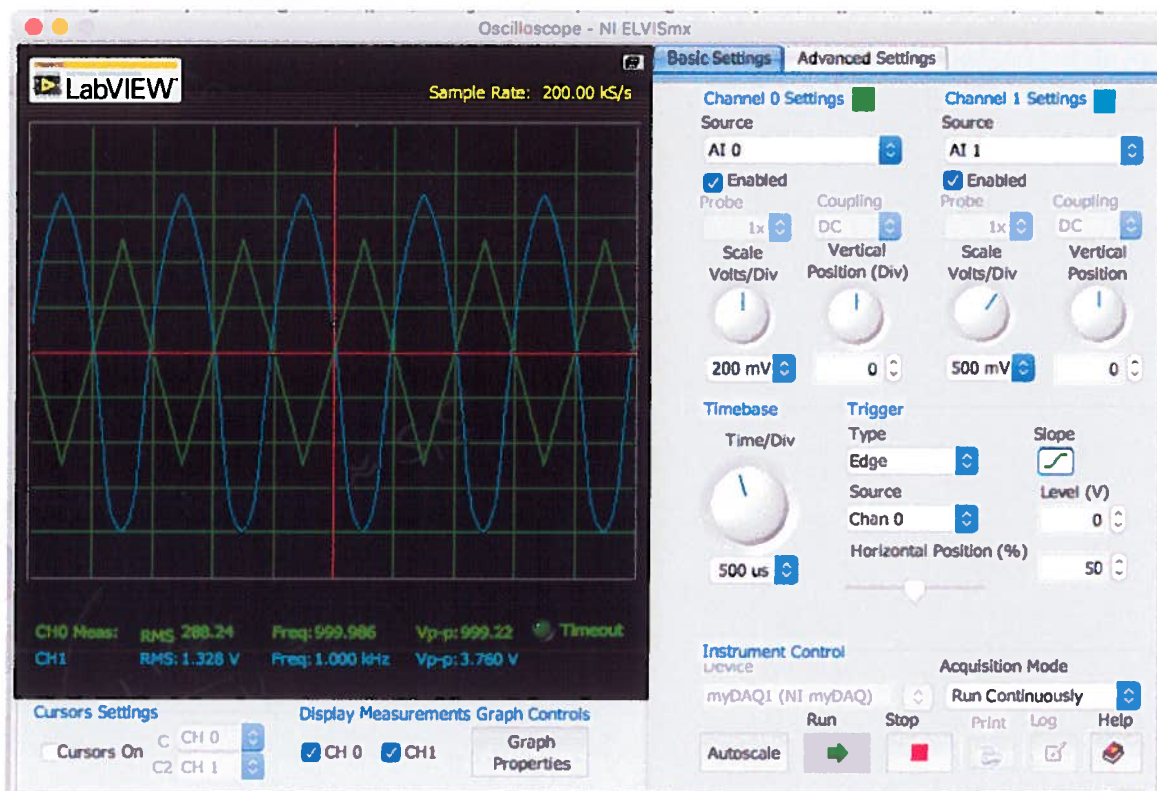


d)

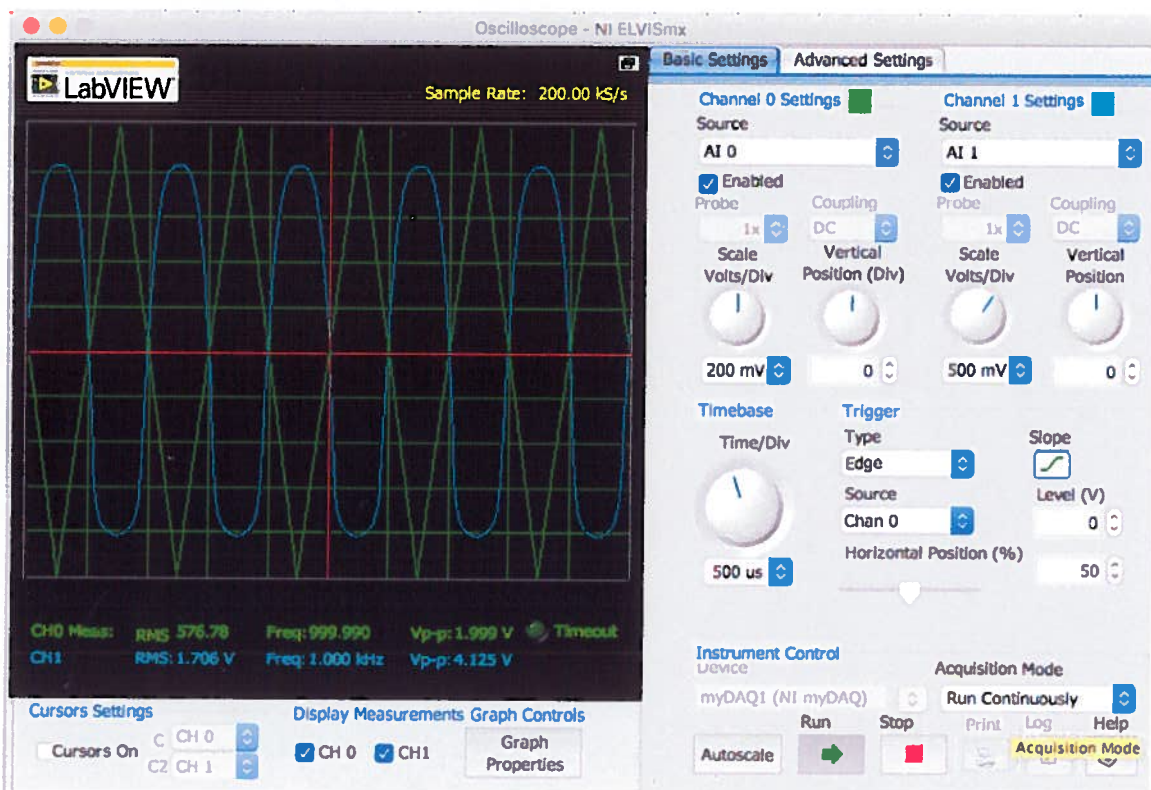
$$A = \frac{1,102 \text{ V}}{0,1997 \text{ V}} \approx 5,5$$

e). Under er udspenningen (blå) med et indgangssignal med amplitude 0,5V.

Signalet er lidt forvrænget, specielt ved positivt indgangssignal. Det er naturligt for ved $2,5V + 0,5V$ så er vi i triodeområdet og kurven er langt fra lineær. Den anden del af udsenningen er også lidt forvrænget fordi overføringskurven ikke er helt lineær i mætningsområdet og det giver udslag ved store indgangsamplituder.

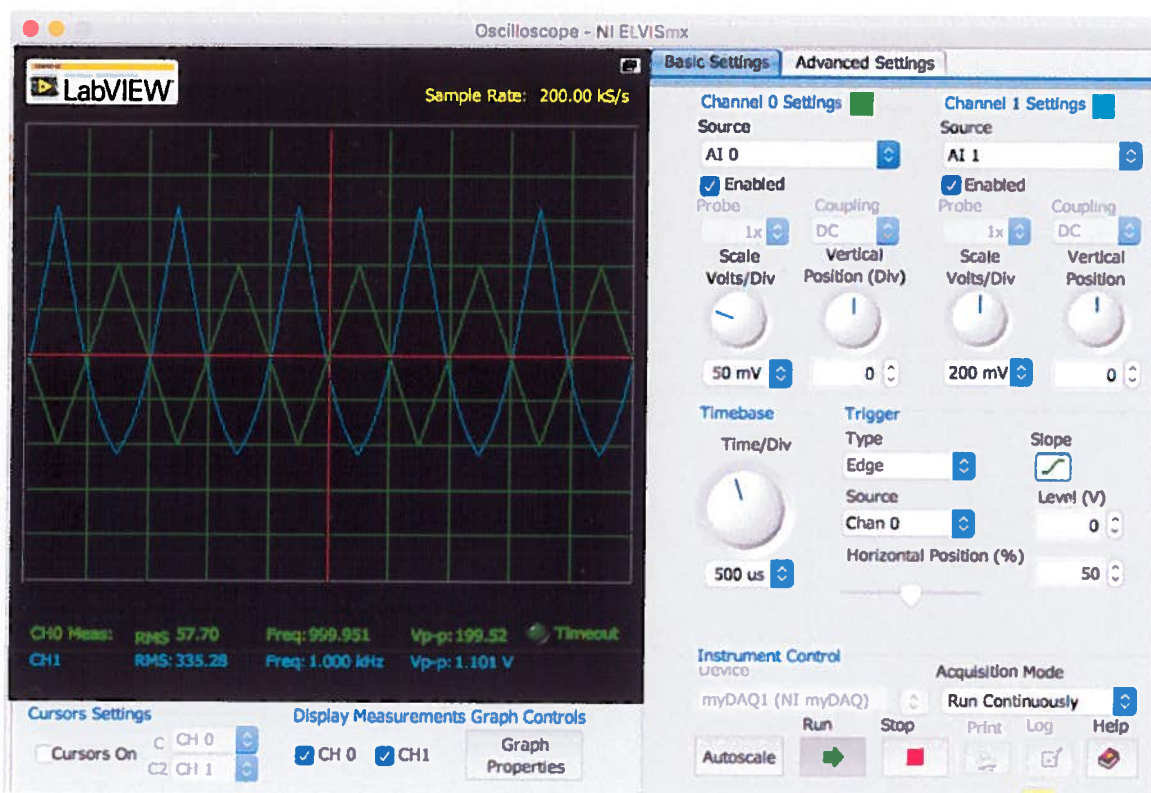


- Ved 1 V amplitude er signalet veldig forvrengt
- Fordi vi har gått langt utenfor målingsområdet



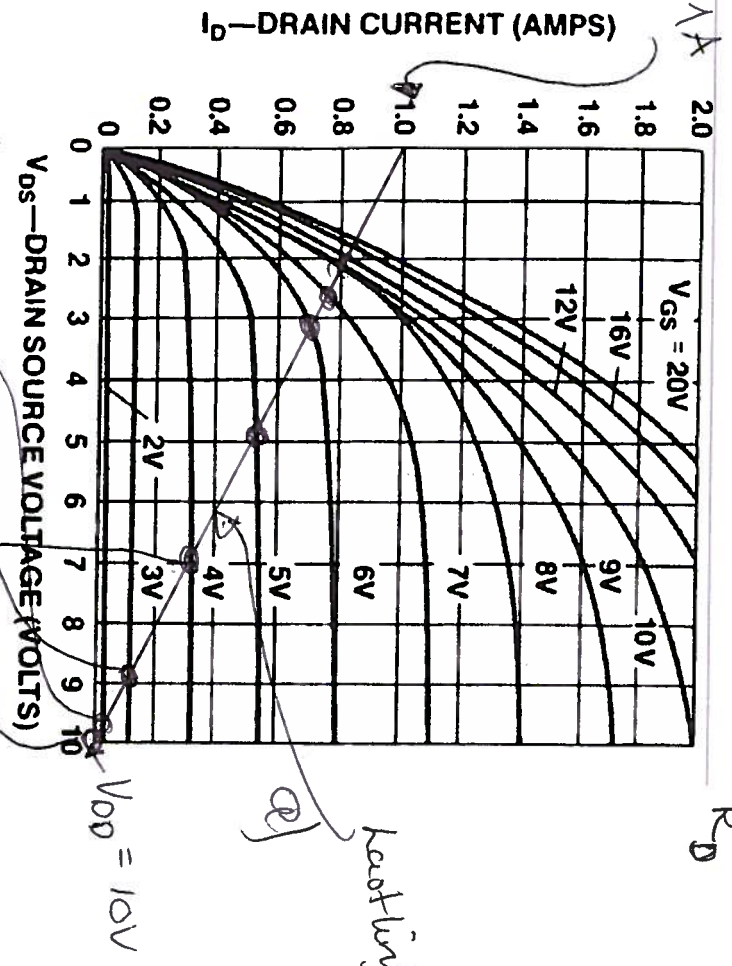
f) Med $R_{G1} = 8k\Omega$ blir V_{GS} målt til 2,6V.

Da er vi ~~noe~~ grensa til triodområdet. Når inngangsspenningen er positiv beveger vi oss i området på overføringskurva hvor det er en avbøyning (2,61V - 2,71V). For negativ inngangsspenning er overføringskurva lineær (2,51V - 2,61V). Derfor får vi forvrengning av utspenningen for positiv inngangsspenning og normal forsterkning for negativ inngangsspenning.

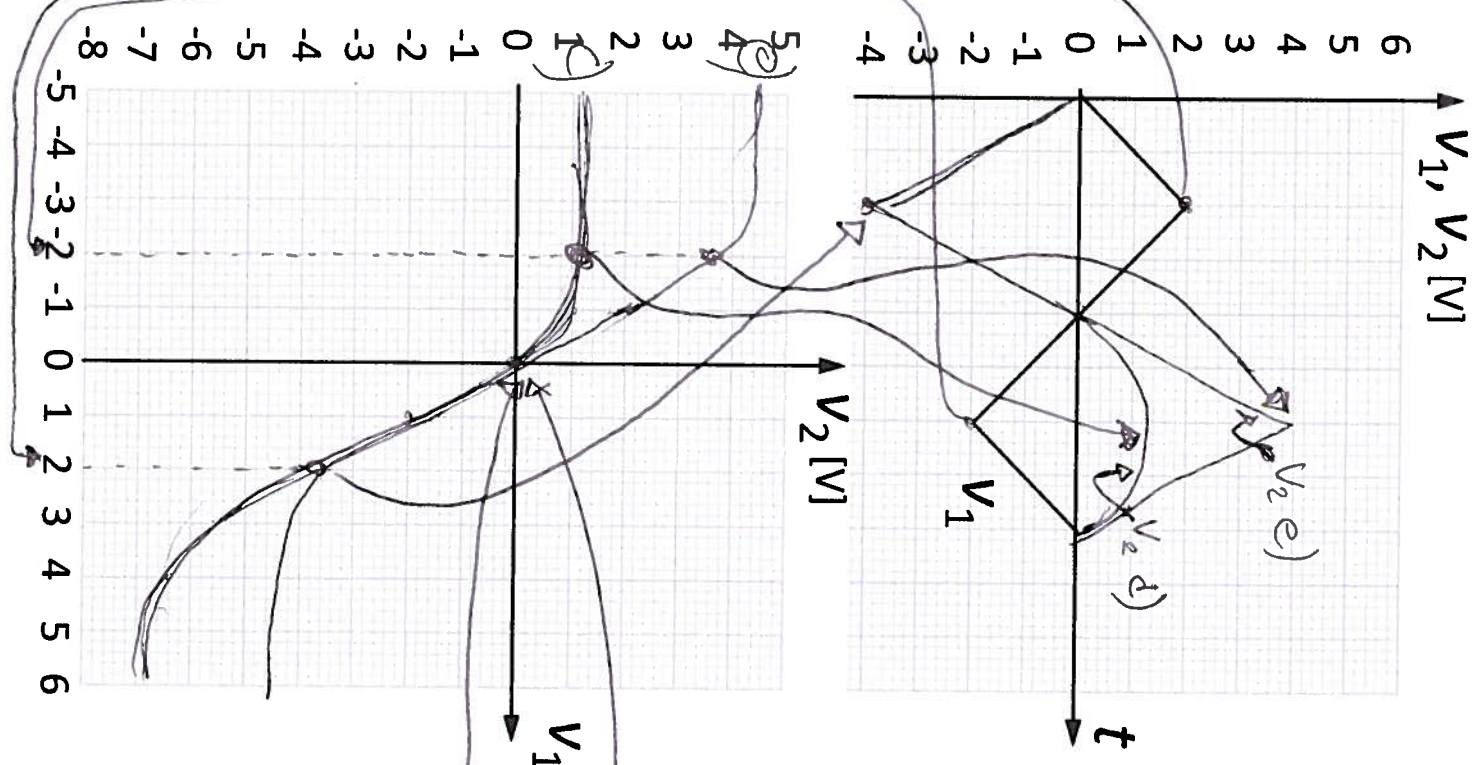


Wirkung für Lastlinie: $I_D = \frac{V_{DD} - V_{DS}}{R_D}$

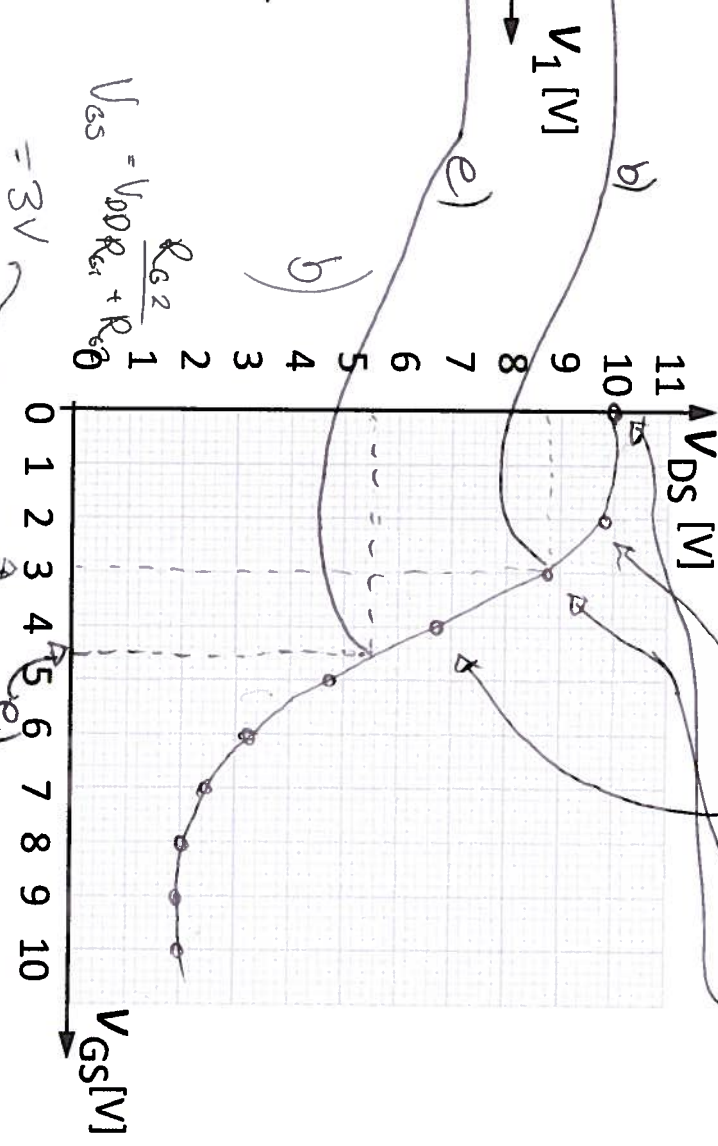
$\frac{V_{DD}}{R_D} = I_A$



lastlinie



oppo 2

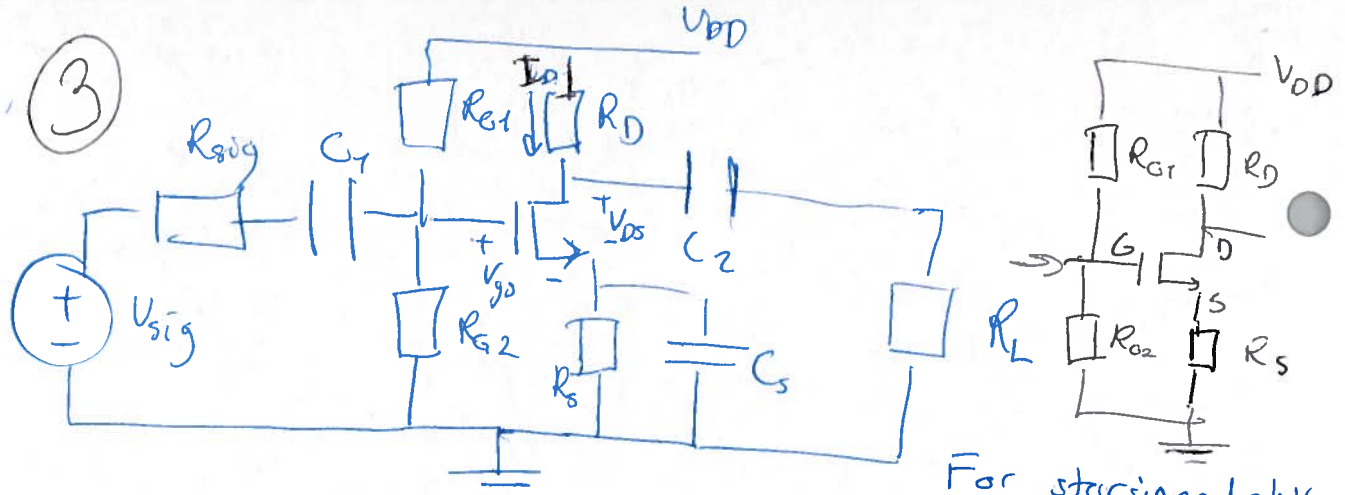


$V_{GS} = \frac{V_{DD} R_G}{R_G + R_D} = 3V$

• (2e) Vi ser i d) at signalet blir kraftig forvrengt for $v_1 < 0$. Dette kommer av ulineariteten (metning / klipping) i overføringskurva. Ved å endre arbeidspunktet til "midten" på kurva i b) får vi en mer symmetrisk form $V_1 - V_2$ -kurva. Vi kan f.eks. få dette til ved å sette $V_{GS} = 4,5V$. Motstandsverdiene for dette tilfelle kan f.eks. være

$$R_{G1} = 5,5 \text{ k}\Omega \quad R_{G2} = 4,5 \text{ k}\Omega$$

Se merking av det nye arbeidspunktet i grafen fra b) og den nye kurva i forsterkerkarakteristikken.



For storsignalekv. blir kondensatorerne åpne kretser.

$$V_G = V_{DD} \cdot \frac{R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} = 14 \cdot \frac{1}{3+1} V = 3,5V$$

$$V_S = I_D \cdot R_S$$

$$I_D = \frac{K}{2} (V_G - V_S - V_T)^2 \quad \# \text{ antar aktivt område}$$

$$\frac{V_S}{R_S} = \frac{K}{2} (V_G - V_S - V_T)^2$$

$$\frac{V_S}{500} = \frac{32}{2} \cdot 10^{-3} (3,5 - V_S - 1)^2$$

Under V_T \Rightarrow i cut-off ikke aktivt område

$$V_S = \frac{41 \pm 1}{16} = \begin{cases} 3,13V \\ 2V \end{cases} \Rightarrow \underline{V_{GS}} = V_G - V_S = \begin{cases} 3,5V - 3,13 = 0,37V \\ 3,5V - 2V = \underline{1,5V} \end{cases}$$

$$I_D = \frac{K}{2} (V_{GS} - V_T)^2 = \frac{32}{2} (1,5 - 1)^2 mA = \underline{4mA}$$

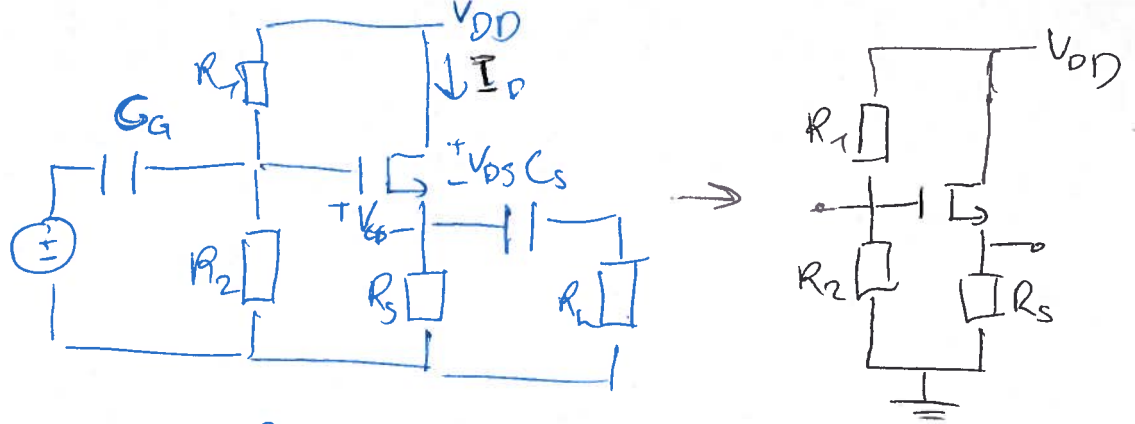
$$V_D = V_{DD} - I_D \cdot R_D = 14 - 4 \cdot 2 V = 6V$$

$$V_{DS} = V_D - V_S = 6V - 2V = \underline{4V}$$

Sjekk at transistoren er i aktivt område:

$$V_{GS} > V_T \quad 1,5V > 1V \quad \text{OK!}$$

$$V_{DS} > V_{GS} - V_T \quad 4V > 1,5V - 1V \quad \text{OK!}$$



$$V_G = V_{DD} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 12 \cdot \frac{18}{13 + 18} \text{ V} = 7 \text{ V}$$

$$V_S = I_D \cdot R_S$$

$$I_D = \frac{K}{2} (V_G - V_S - V_T)^2$$

antar efektif
område

$$\frac{V_S}{R_S} = \frac{K}{2} (V_G - V_S - V_T)^2$$

$$\frac{V_S}{500} = \frac{4}{2} \cdot 10^{-3} (7 - V_S - 1)^2$$

$$V_S = (6 - V_S)^2$$

$$V_S^2 - 12V_S + 36 - V_S = 0$$

$$V_S^2 - 13V_S + 36 = 0$$

$$V_S = \frac{13 \pm \sqrt{169 - 144}}{2} = \frac{13 \pm 5}{2} = \begin{cases} 9 \text{ V} \\ 4 \text{ V} \end{cases}$$

$$V_{GS} = \begin{cases} 7 - 9 \text{ V} = -2 \text{ V} & \text{cut-off} \\ 7 - 4 \text{ V} = \underline{\underline{3 \text{ V}}} \end{cases}$$

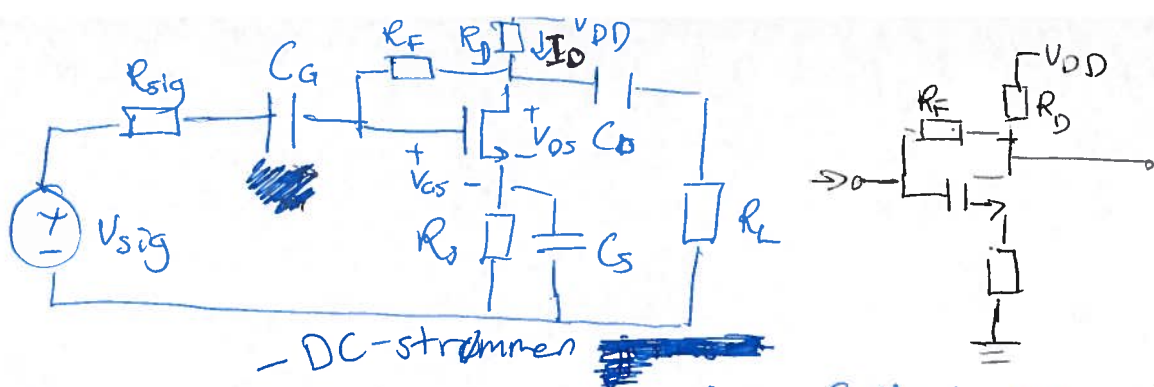
$$I_D = \frac{K}{2} (V_{GS} - V_T)^2 = \frac{4}{2} (3 - 1)^2 \text{ mA} = \underline{\underline{8 \text{ mA}}}$$

$$V_{DS} = V_{DD} - V_S = 12 - 4 \text{ V} = \underline{\underline{8 \text{ V}}}$$

sjekke:

$$V_{GS} > V_T \quad 3 \text{ V} > 1 \text{ V} \quad \text{OK!}$$

$$V_{DS} > V_{GS} - V_T \quad 8 \text{ V} > 3 \text{ V} - 1 \text{ V} \quad \text{OK!}$$



Siden $I_G = 0$ er spenningsfallet over R_F null og dermed $V_G = V_D$

antar aktivt område

$$\begin{aligned}
 I_D &= \frac{K}{2} (V_G - V_S - V_T)^2 = \frac{K}{2} (V_D - V_S - V_T)^2 \\
 &= \frac{K}{2} (\underbrace{V_{DD} - I_D R_D}_{V_D} - \underbrace{I_D R_S}_{V_S} - V_T)^2 \\
 &= \frac{8}{2} \cdot 10^{-3} (15 - 2 - I_{D5} (2,5 + 0,5) \cdot 10^{-3})^2 \\
 &= 4 \cdot 10^{-3} (13 - 3 \cdot 10^3 I_{D5})^2 \\
 &= 4 \cdot 10^{-3} (169 - 78 \cdot 10^3 I_{D5} + 9 \cdot 10^6 I_{D5}^2) \\
 &= 4 \cdot (169 \cdot 10^{-3} - 78 I_{D5} + 9 \cdot 10^3 I_{D5}^2) \\
 &= 676 \cdot 10^{-3} - 312 I_{D5} + 36 \cdot 10^3 I_{D5}^2 \\
 36 \cdot 10^3 I_{D5}^2 - 312 I_{D5} + 676 \cdot 10^{-3} &= 0
 \end{aligned}$$

$$I_D = \frac{312 \pm 25}{72} \text{ mA} = \begin{cases} 4,7 \text{ mA} \\ 4 \text{ mA} \end{cases} \quad \begin{array}{l} < V_T \\ \text{cut-off} \end{array}$$

$$\underline{V_{DS}} = \underline{V_{GS}} = V_{DD} - I_D (R_D + R_S) = \begin{cases} 15 - 4,7 \cdot 3V = 9,9V \\ 15 - 3V = 3V \end{cases}$$

$$I_{D5} = 4 \text{ mA}$$

Sjekk: $V_{GS} > V_T$ $3V > 2V$ OK!

$V_{DS} > V_{GS} - V_T$ $3V > 3V - 2V$ OK!