

Lab 2

Characterizing Field Effect Transistors
INF3410, fall 2016, mandatory labratory
exercise

Daniel Lee

Erol Gorancic

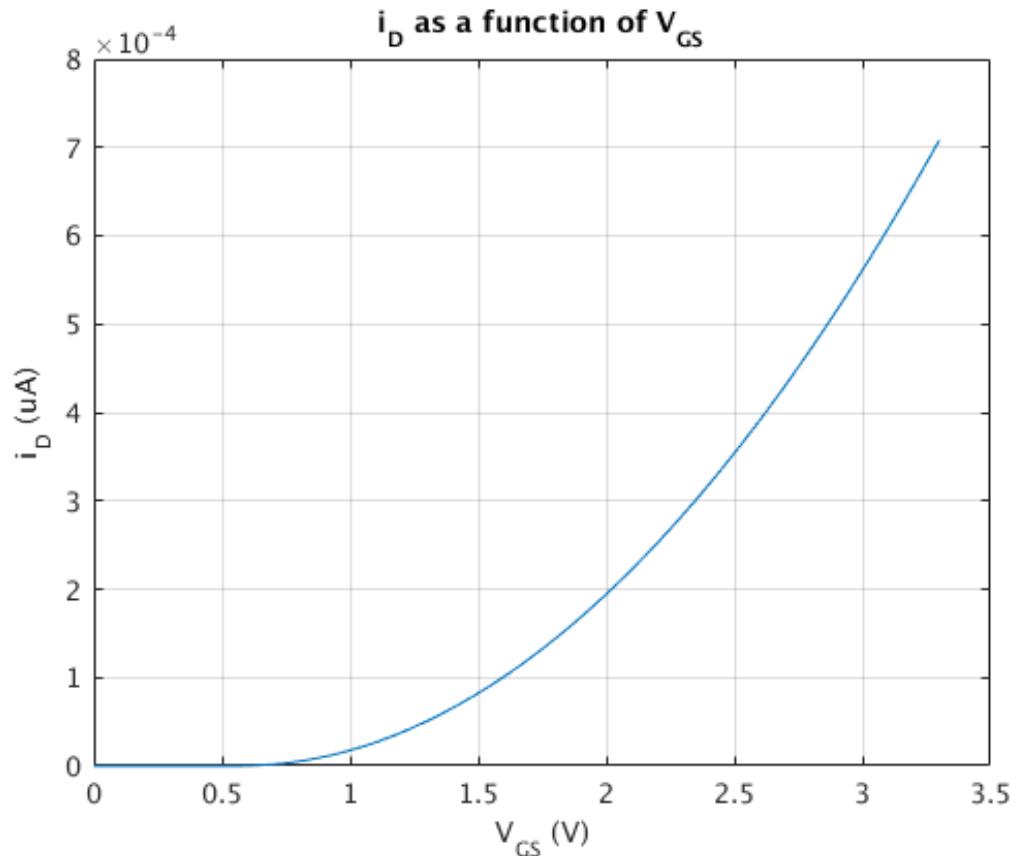
Caroline Ophus

6 Prelab

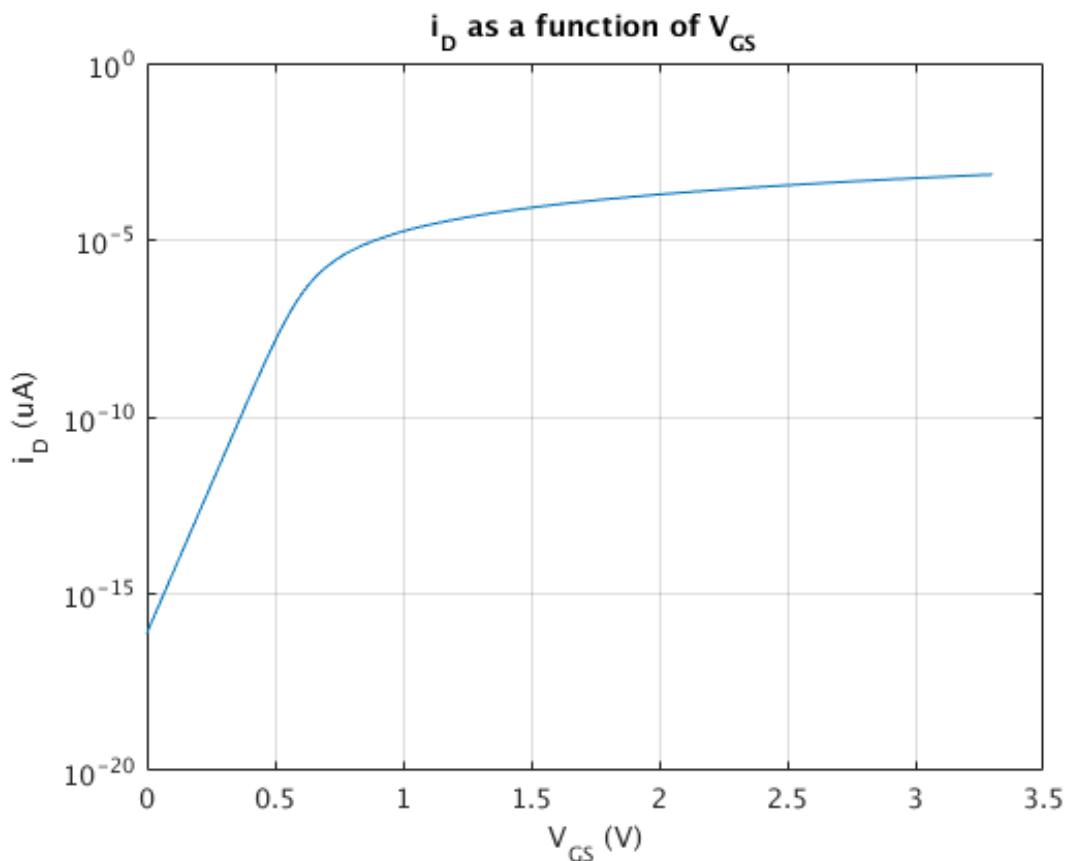
Alle målinger der drain har konstant spenning er gjort med Vdd = 3.3 V.
Se bort i fra microbenevnelsen på y-aksen i alle figurer i Task 1.

Task 1:

1)



Figur 1: Id som funksjon av Vgs active region med lineær y-akse.



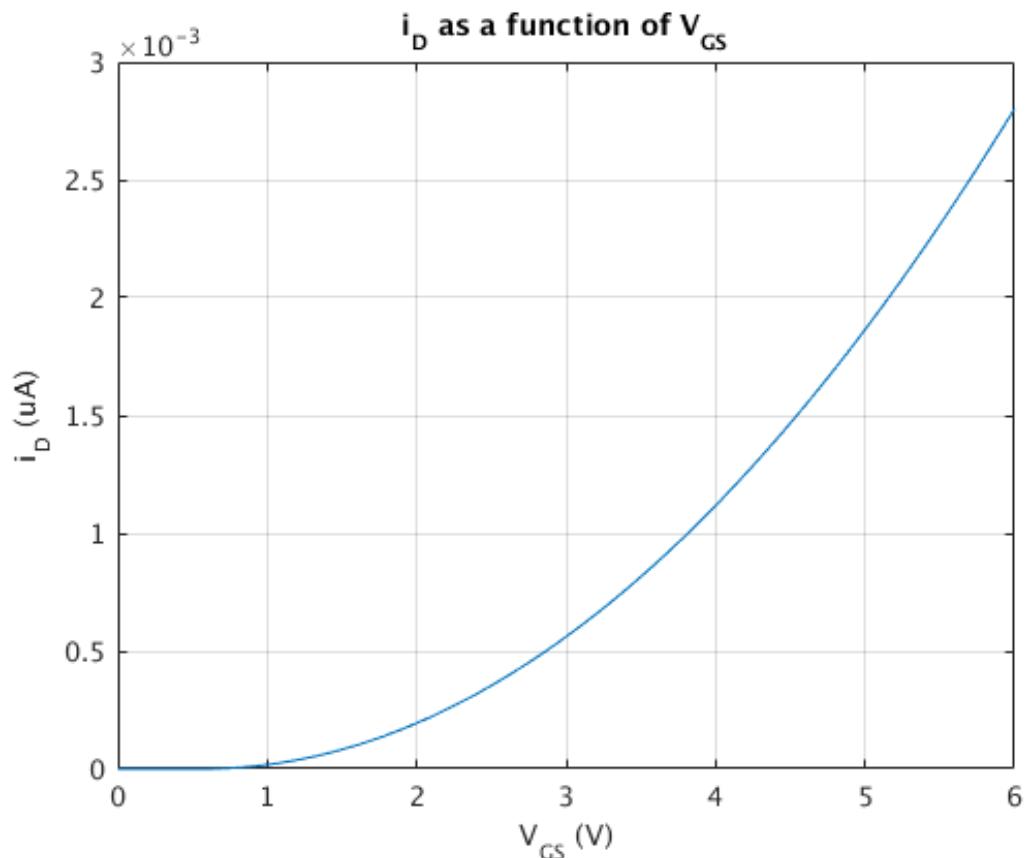
Figur 2: Id som Figur 2: Figur 2funksjon av Vgs active region med logaritmisk y-akse.

For å sikre at kurven er i active region, må Vgs ikke overstige thresholdspenning pluss Vdd. dvs:

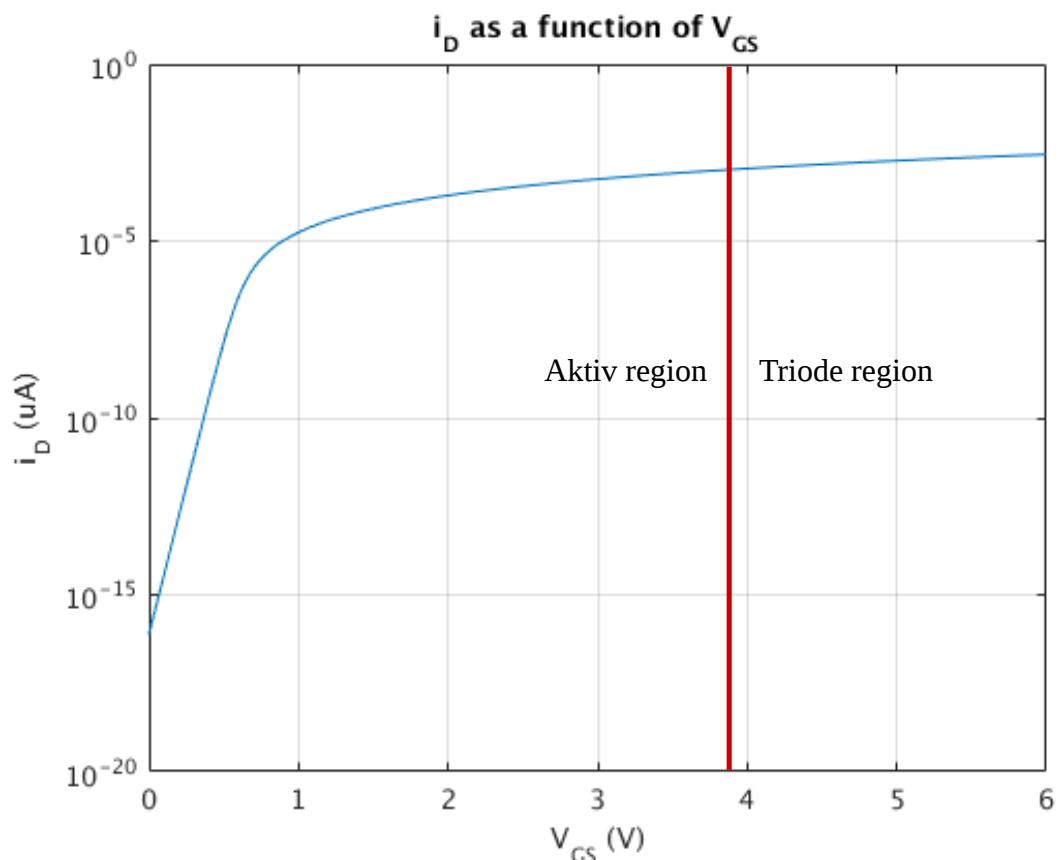
$$V_{GS} < V_{dd} + V_{TH}$$

Siden $VDD + VTH = 3.3 V + 0.57 V$, og VGS går fra 0 V til 3.3V, vil alle punktene i kurven være i active region.

2)



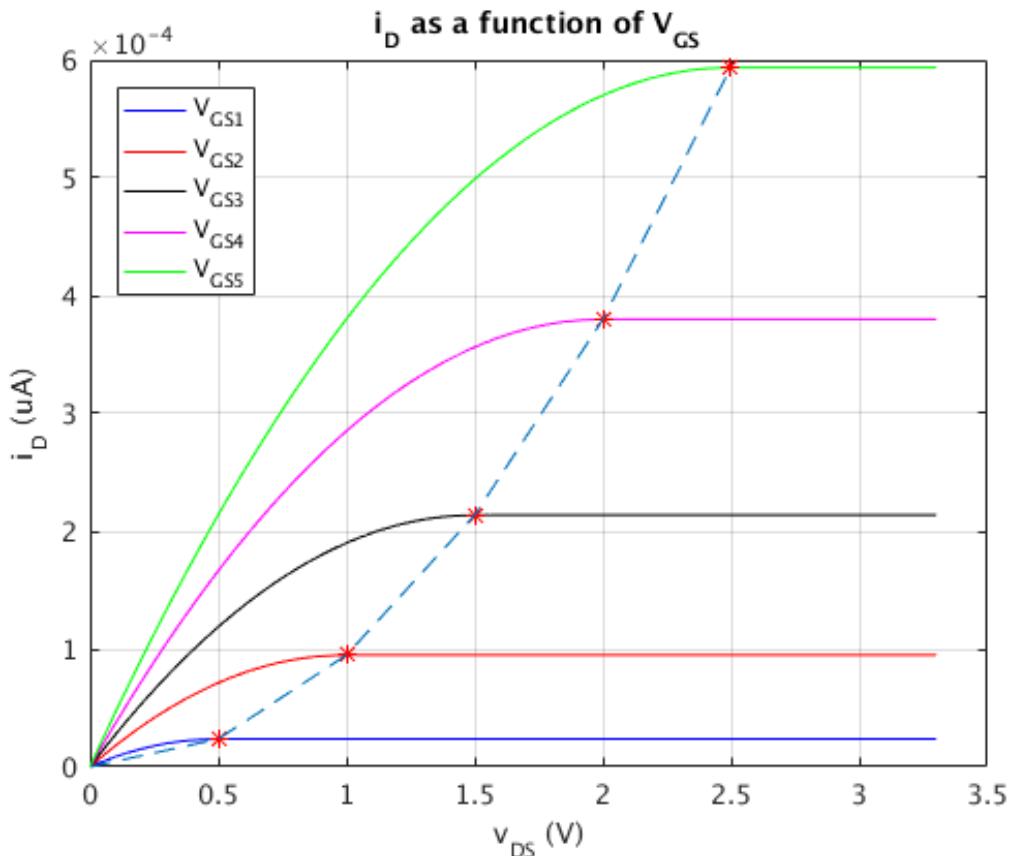
Figur 3: Id som funksjon av Vgs active og triode region med lineær y-akse.



Figur 4: i_D som funksjon av V_{GS} aktiv og triode region med logaritmisk y-akse.

Her er VGS større enn VDD + VTH og dermed er transistoren både i aktiv og triode region. Hvis hele kurven skulle vært i triode regionen, måtte VGS startet på VDD + VTH.

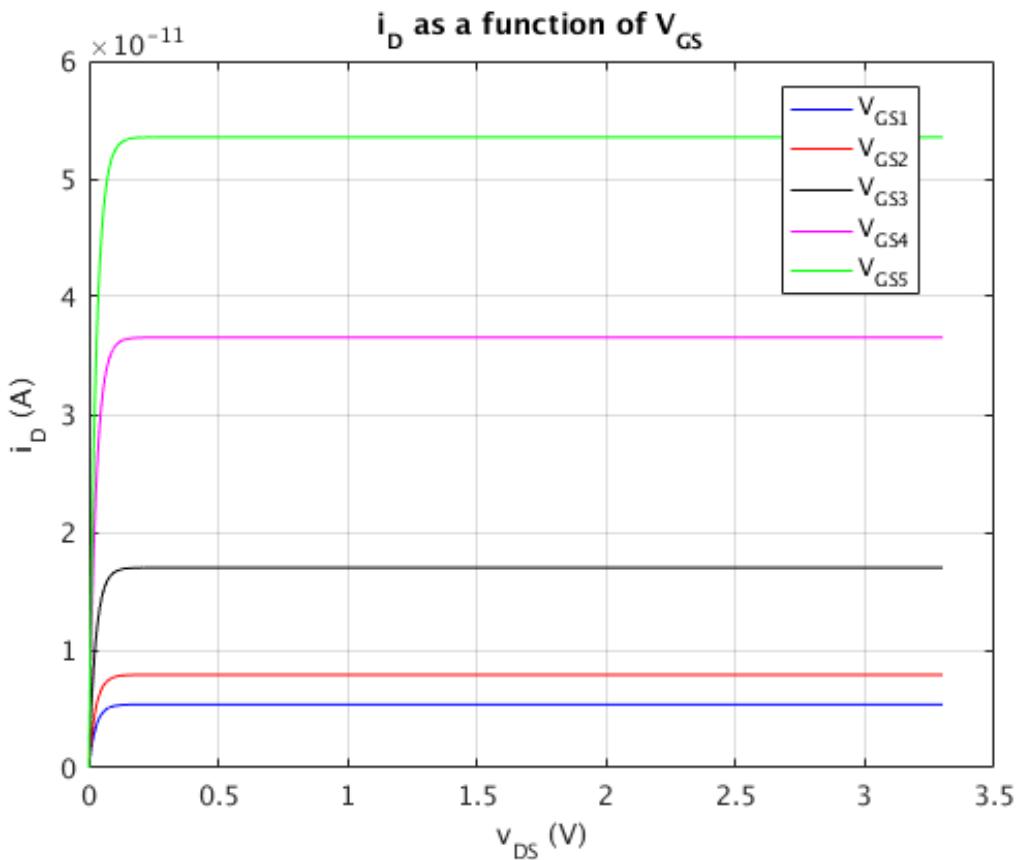
3)



Figur 5: 5 kurver av i_D som funksjon av v_{DS} I strong inversion?

Alle kurvene er tegnet med $VGS > VTH$, dermed er alle i strong inversion.

4)

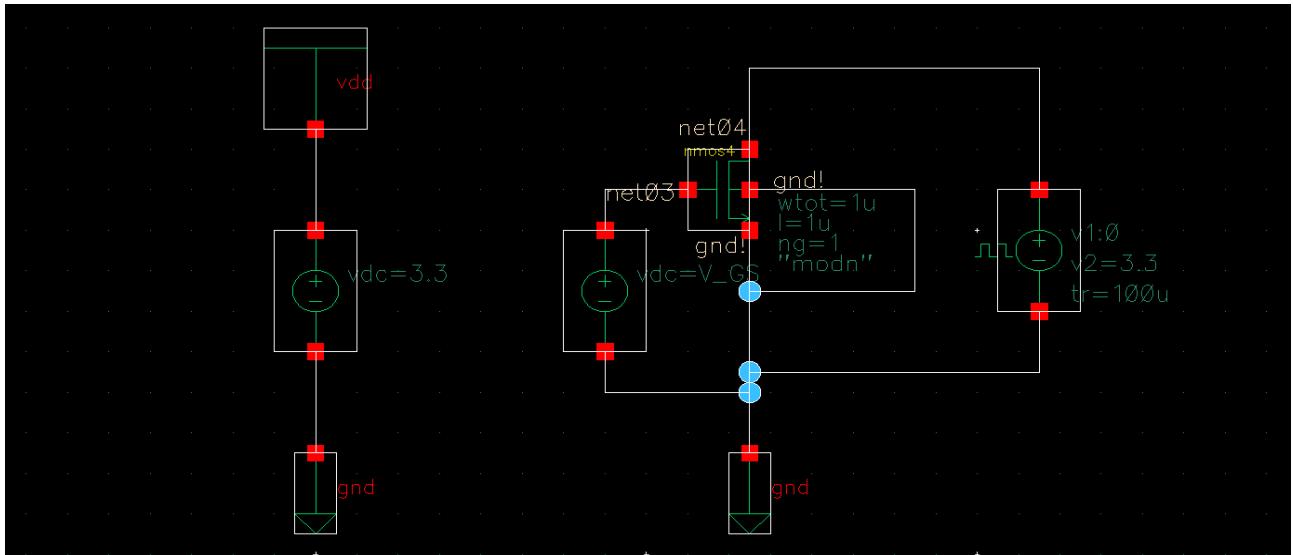


Figur 6: 5 kurver av i_D som funksjon av v_{DS} , NMOS transistor, weak inversion.

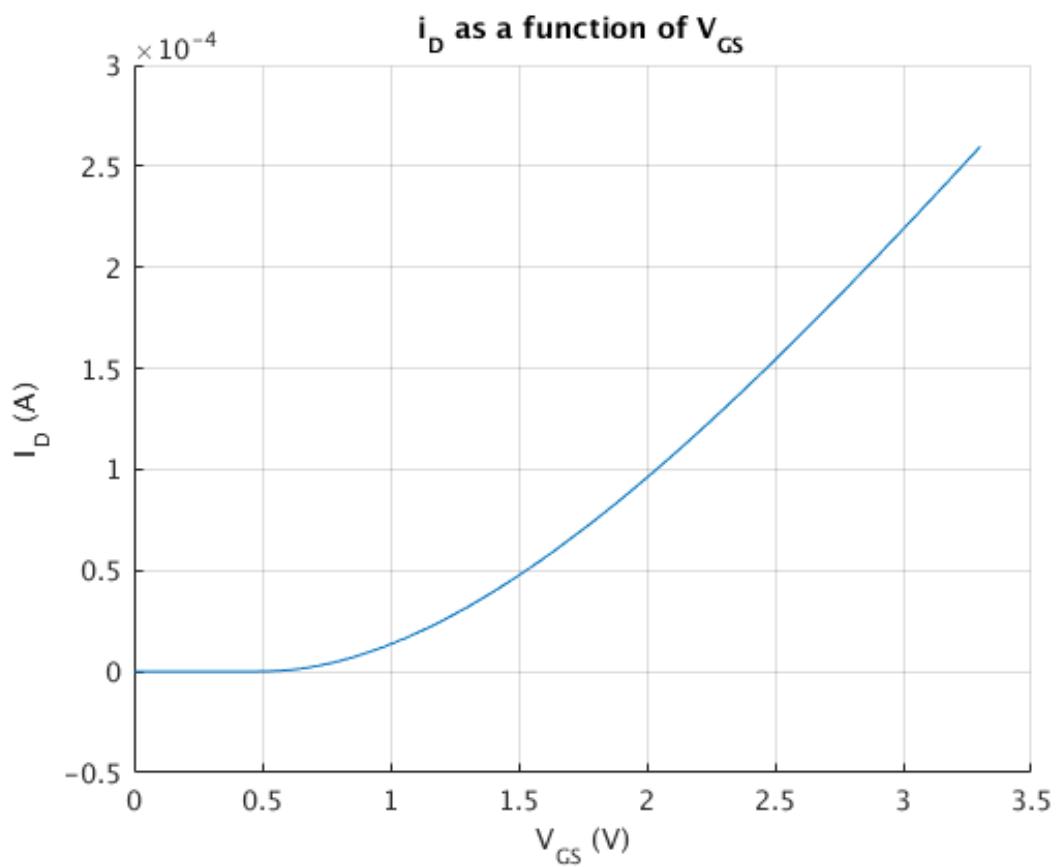
Her er alle tegnet med $V_{GS} < V_{TH}$ og er dermed i weak inversion.

7 Simulation

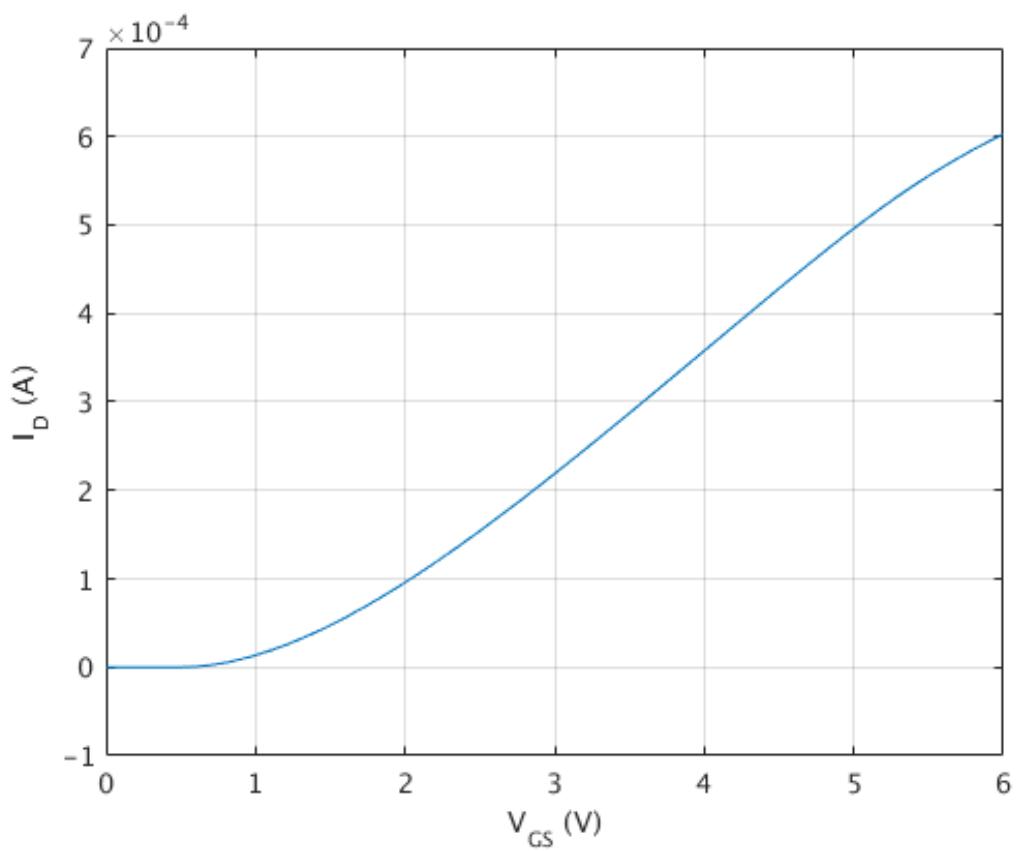
Task 2



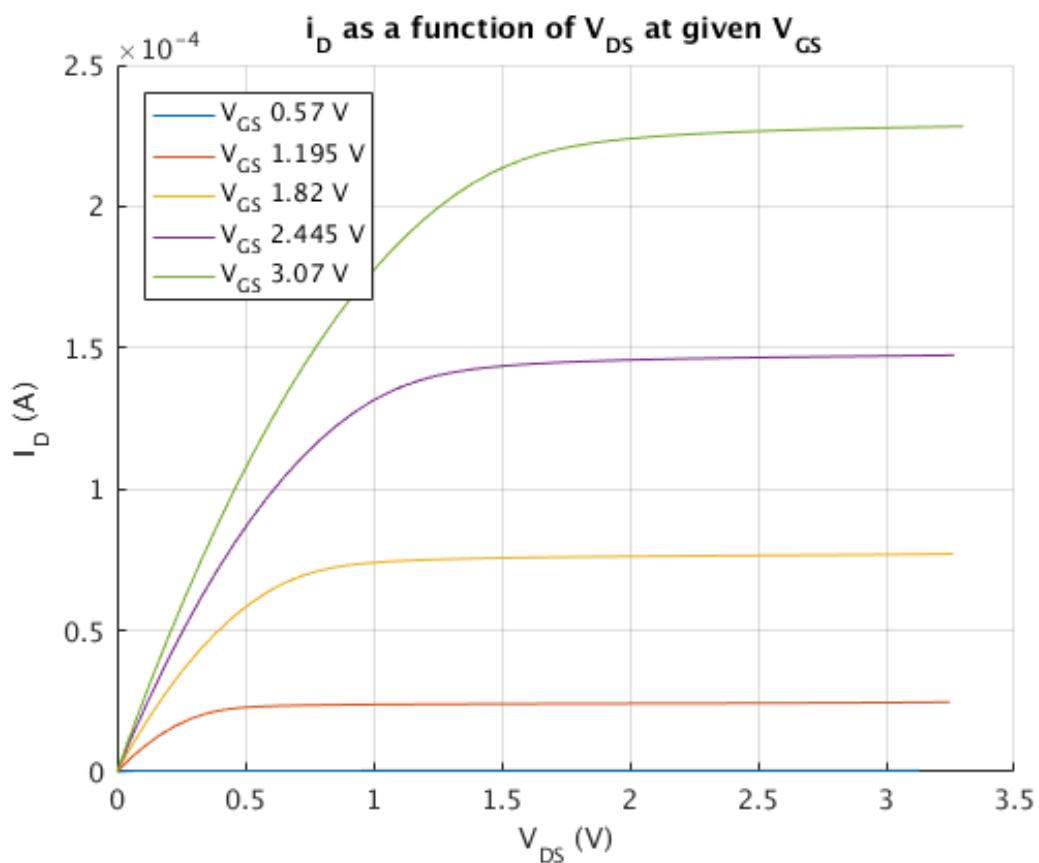
Figur 7: en av cadence kretsene som ble simulert



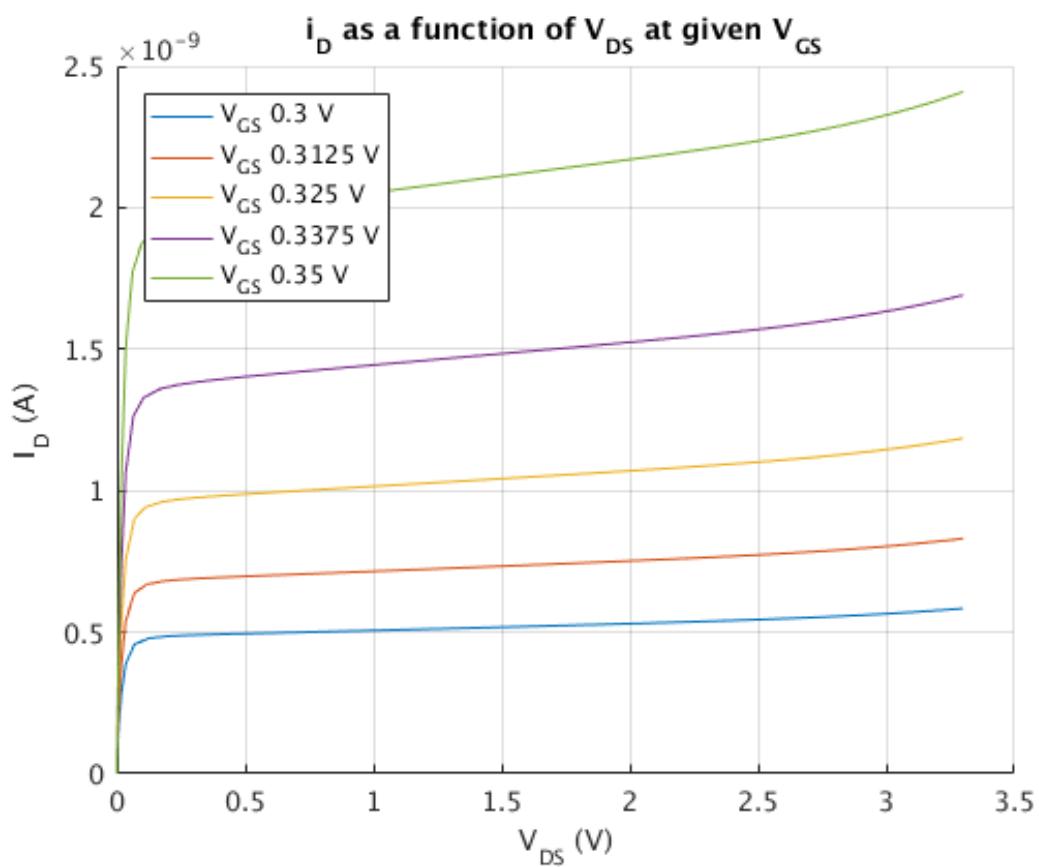
Figur 8: cadence simulering i aktiv region



Figur 9: cadence simulering med aktiv og triode region

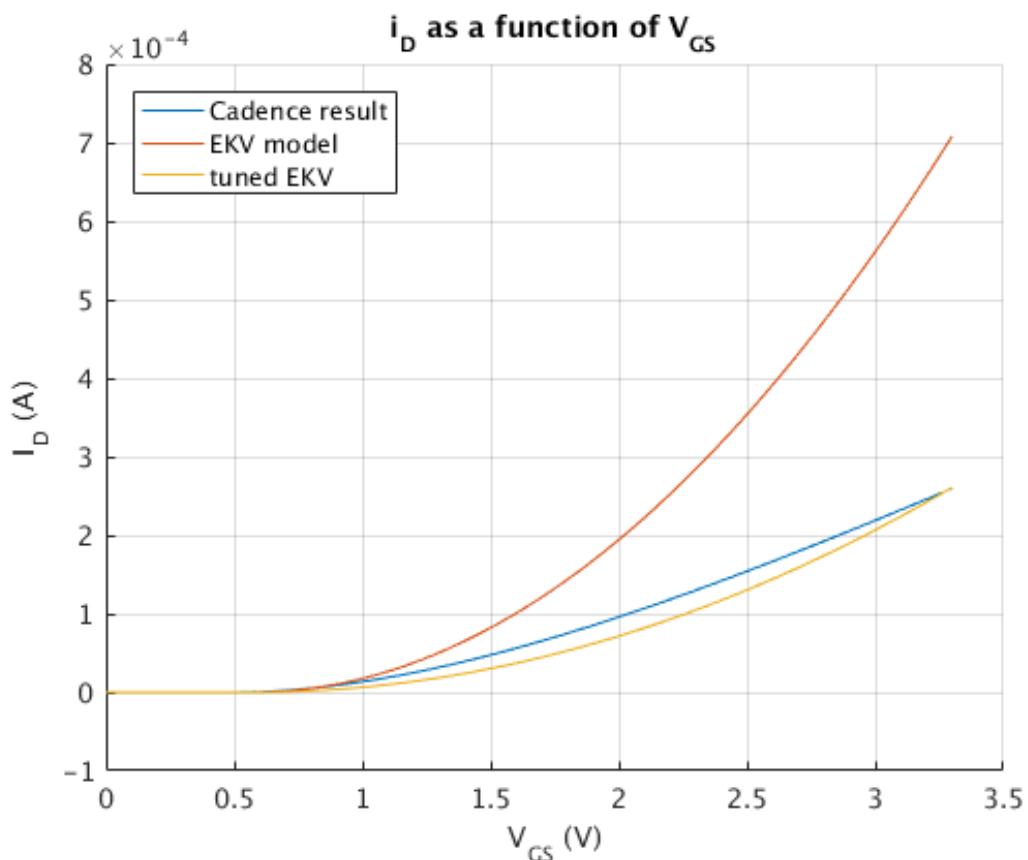


Figur 10 : cadence kurver I aktiv og triode region med strong inversion



Figur 11: cadence med weak inversion

Task 3

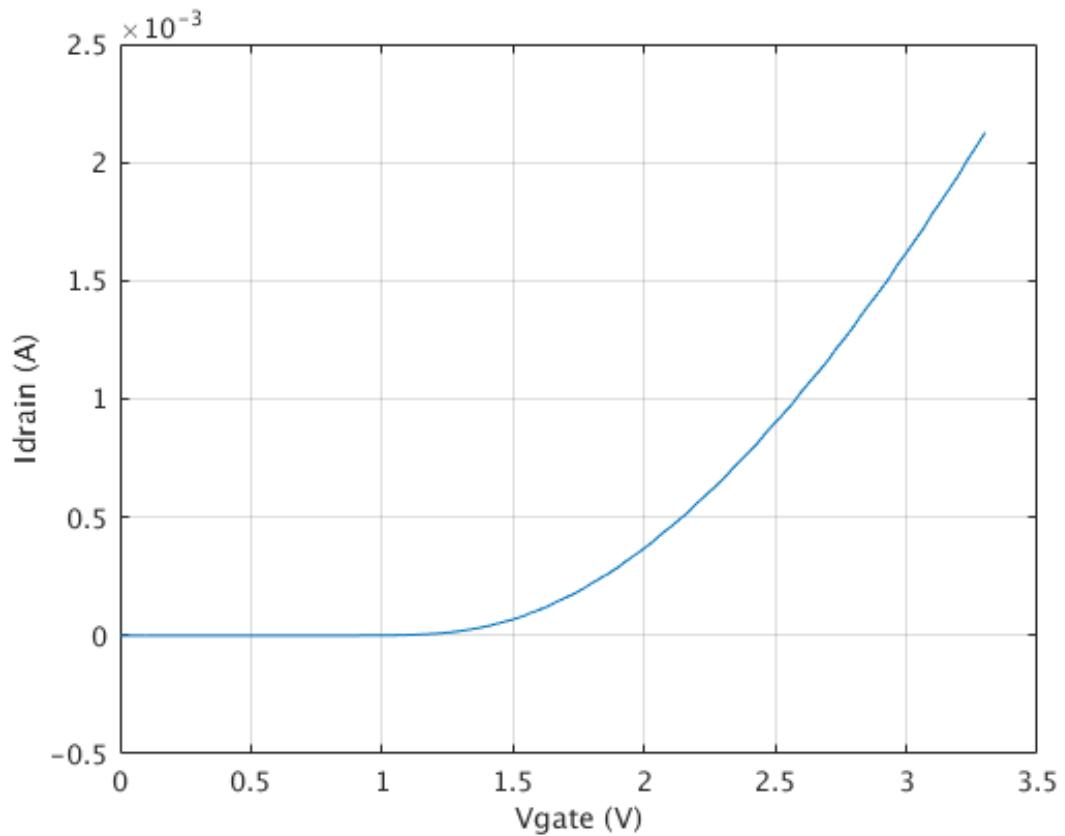


Figur 12 : EKV modell og cadence resultat, samt tuned EKV

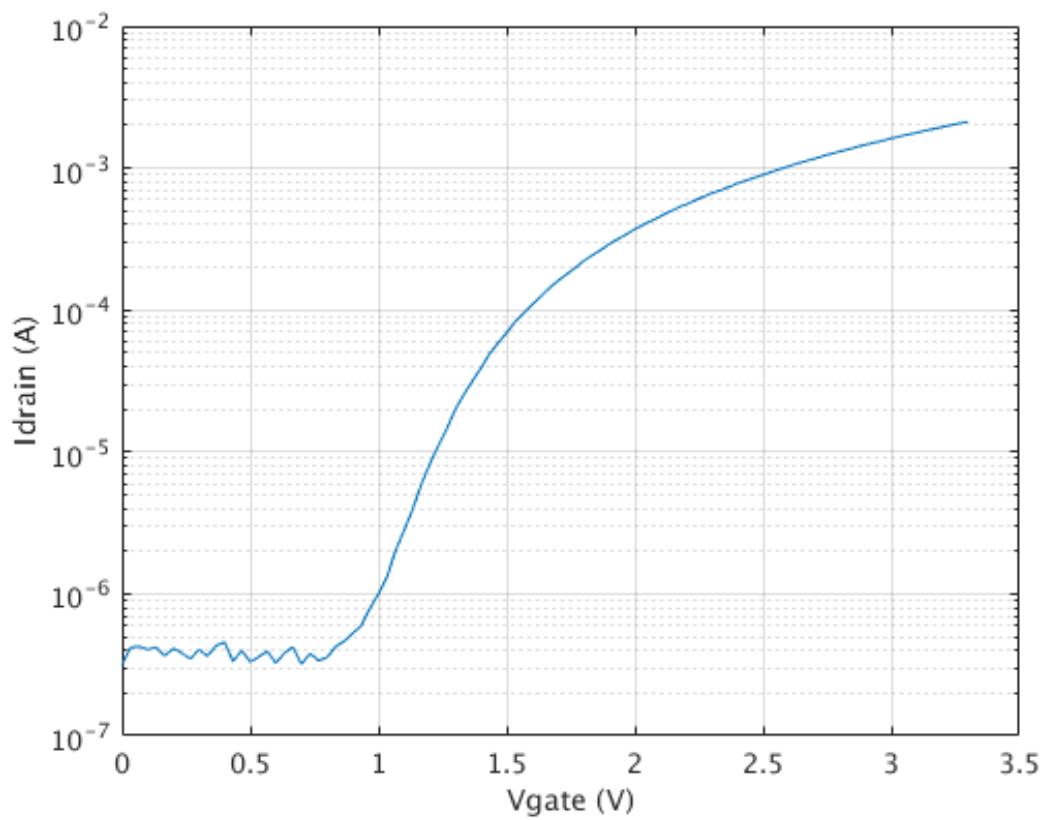
EKV modellen ble tunet til $\beta = 60 \mu\text{A}/\text{V}^2$ og λ uendret. Metoden som ble brukt var prøv og feil.

8 Measurement

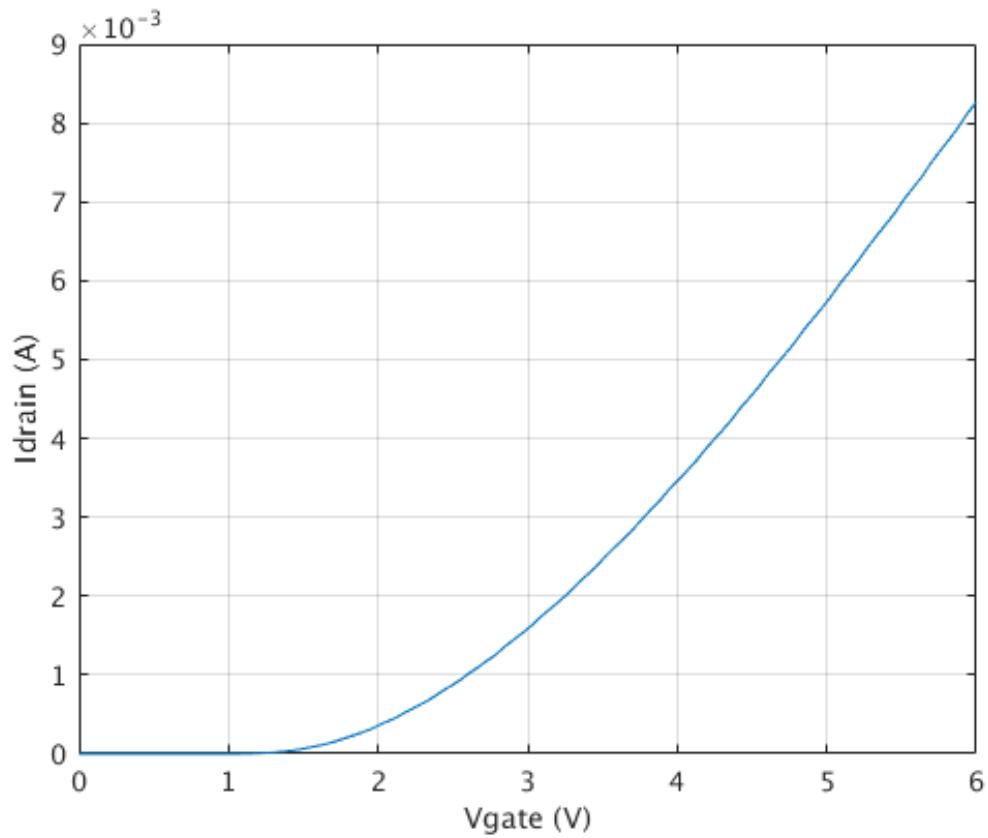
Task 4



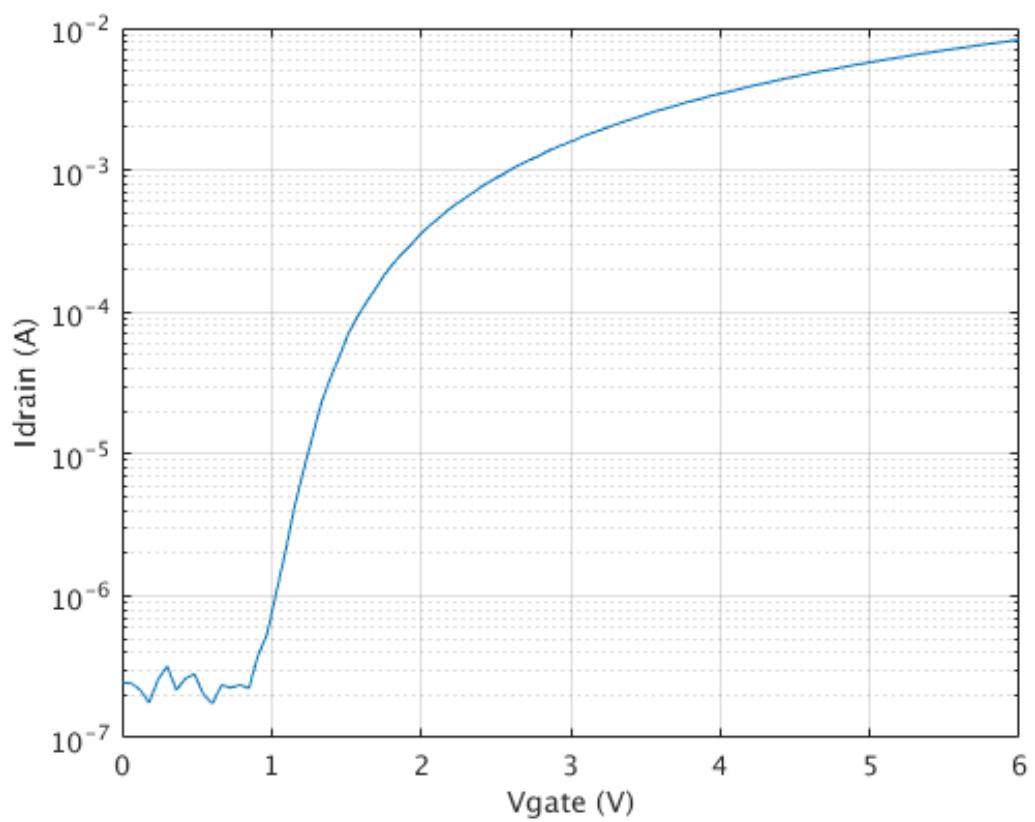
Figur 13: MC14007 i aktiv region



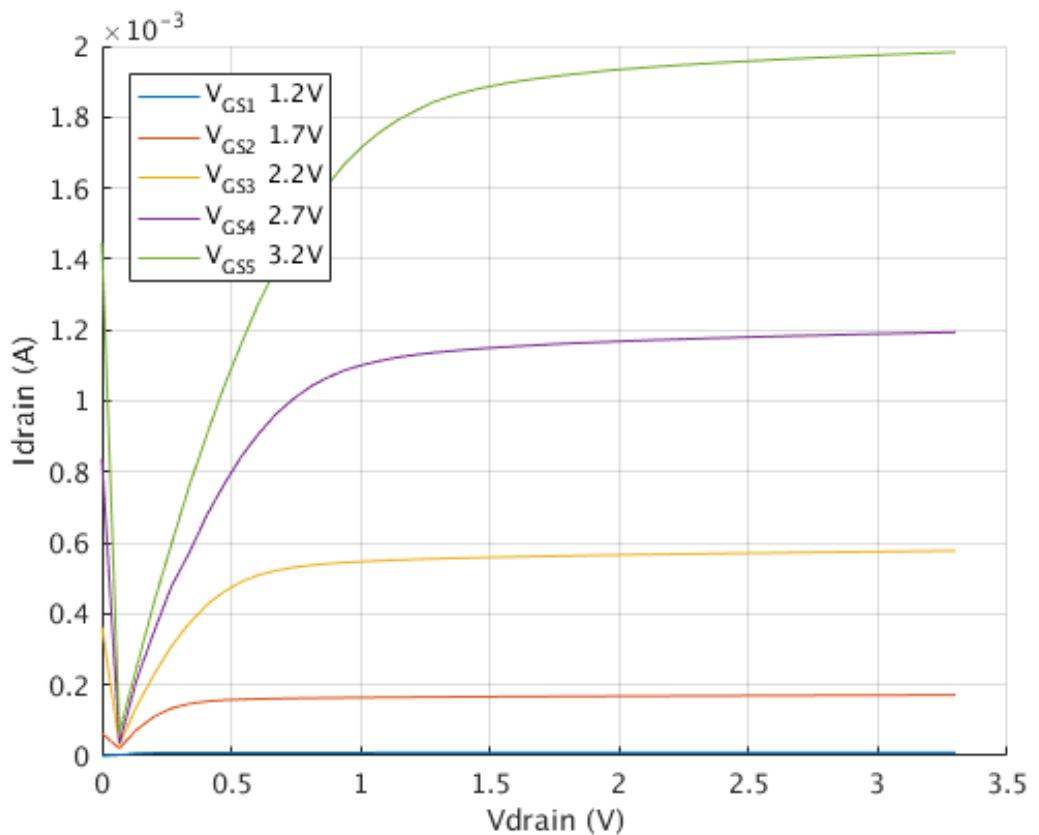
Figur 14: MC14007 i aktiv region, logaritmisk y-akse



Figur 15: MC14007 i aktiv og triode region

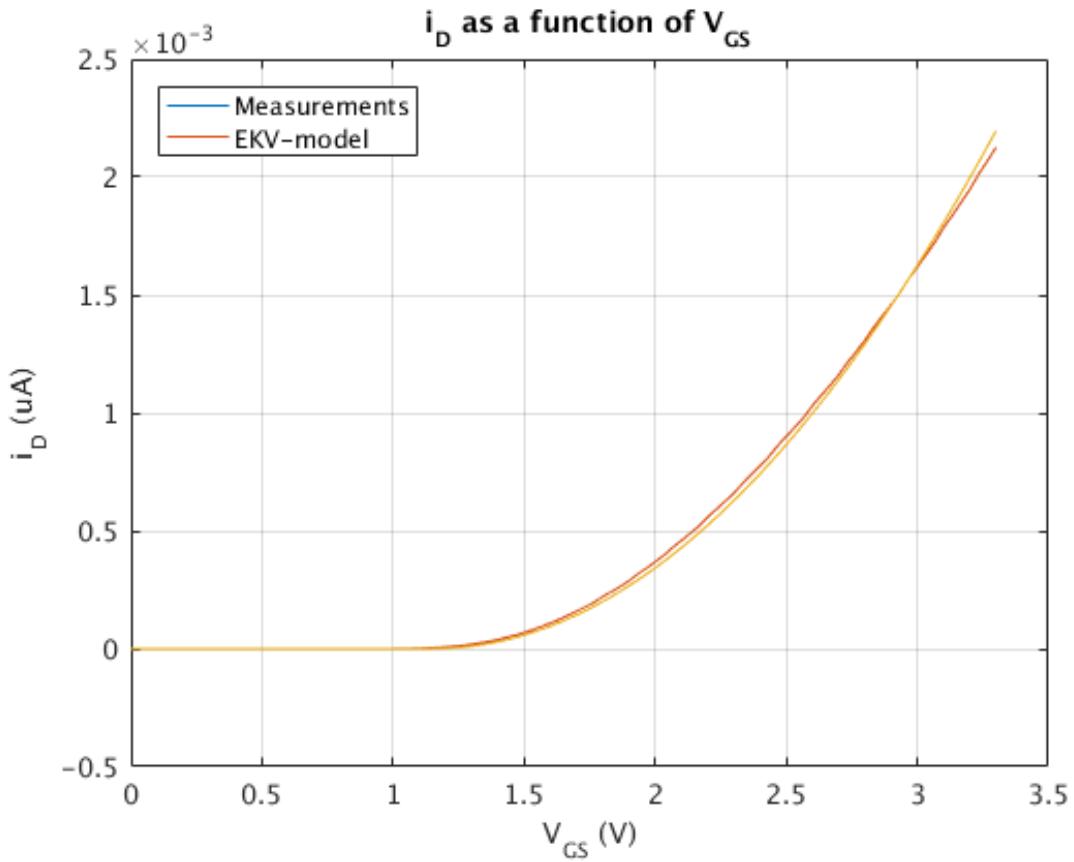


Figur 16: MC14007 i aktiv og triode region, logaritmisk y akse



Figur 17: Drainstrøm som funksjon av drain spenning, ved gitte gate spenninger

Task 5:

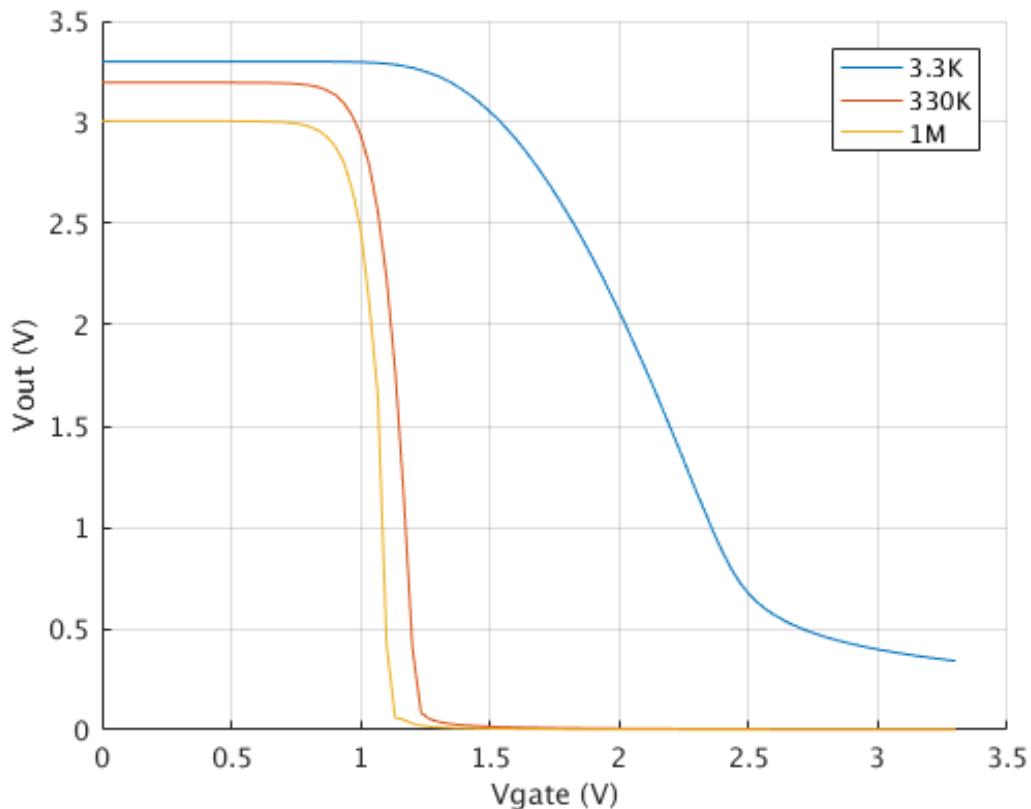


Figur18: Justert EKV modell som skal passe med målingene av MC14007

Forandringene fra opprinnelig EKV modell var threshold som ble satt til 1.15 V, samt beta ble satt til 950 $\mu\text{A}/\text{V}^2$

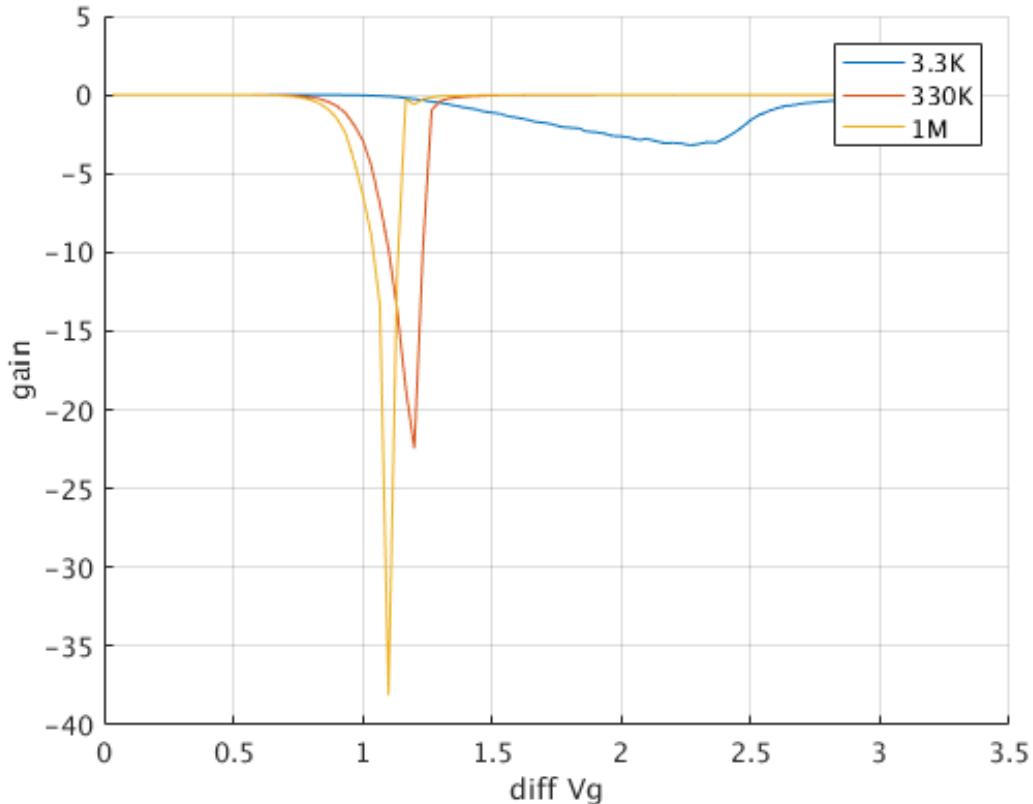
9 Common source amplifier

Task 6



Figur 19: V_{out} som funksjon av V_{in} (gatespenning)

Optimal VGS biasspenning varier med valg av motstand. For 3.3 kohm, er en gatebias på rundt 2 V optimalt. For 330 k og 1 M er biasspenningen på rundt 1.2 V. Dette er tatt med øyemål basert på figur 19.



Figur 20: Den deriverete av figur 19, viser gain for forsterkeren med de respektive motstandene

For å finne biasstrømmen I drain må man finne spenningsfallet I motstanden:

$$I = \frac{V_{DD} - V_{out}}{R}$$

Vi setter biaspunkt til 0.5 VDD, det vil si spenningsfall på 1.65V. Da får vi biasstrømmene:

$$I_{3.3k} = \frac{1.65V}{3.3k} = 0.5mA$$

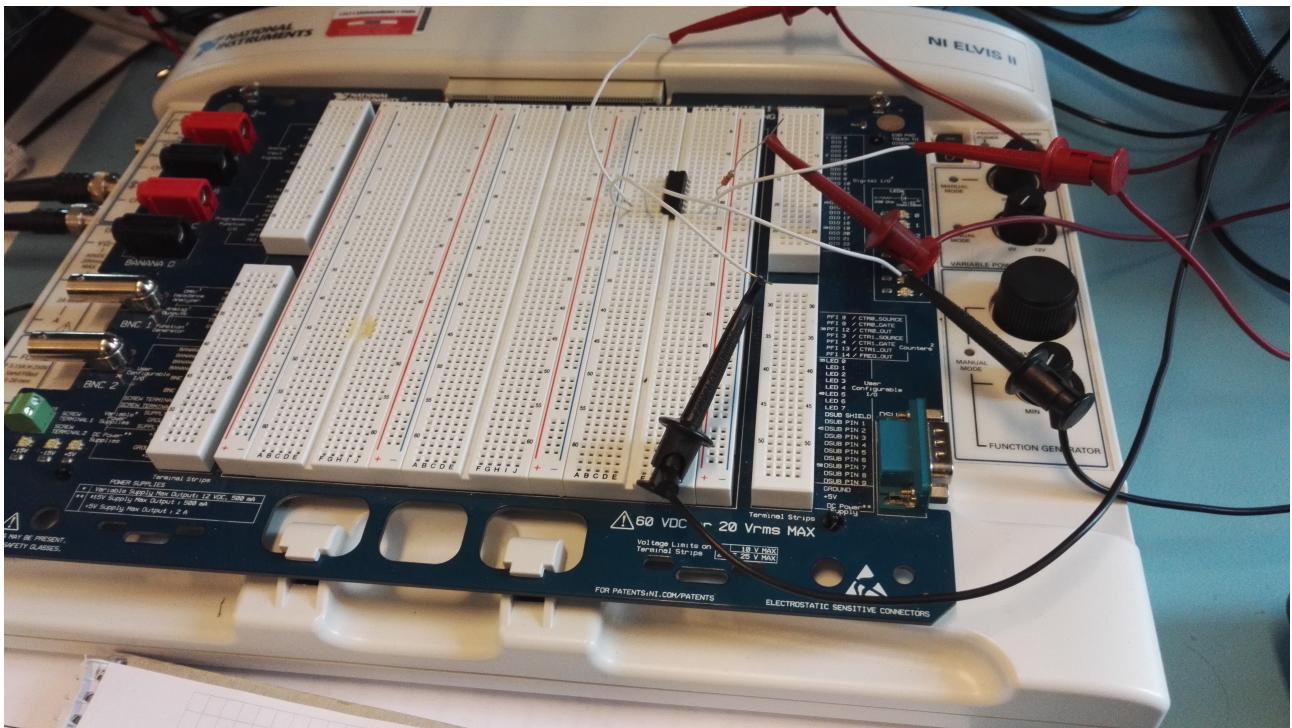
$$I_{330k} = \frac{1.65V}{330k} = 5\mu A$$

$$I_{1M} = \frac{1.65V}{1M} = 1.65\mu A$$

Alle er strong inversion fordi alle har gatespenning over threshold.

Figur 20 viser at høyest motstand gir høyest gain.

Hvis gain-bandwidth produktet gjelder for common source forsterkere, så har forsterken med lavest gain den høyeste båndbredden.



Vedlegg 1: fotografi av breadboard under måling av drain strøm