# Integrated circuit ( IC )

Indholdsfortegnelse

[Integrated circuit ( IC ) 1](#_Toc184815551)

[Noter 2](#_Toc184815552)

[Hvordan en halvleder laves 3](#_Toc184815553)

[Cascode kobling af two single stage mosfets: 7](#_Toc184815554)

[Cascode current mirror 10](#_Toc184815555)

[Øvelser 11](#_Toc184815556)

[Uge 1 ( Mosfet fysik ) 11](#_Toc184815557)

[Uge 2 ( Mosfet konfigurationer ) 14](#_Toc184815558)

[Uge 3, 4, 5 ( Mosfet konfigurationer ) 16](#_Toc184815559)

[Uge 6 & 7 22](#_Toc184815560)

[Uge 9, 10 & 11 25](#_Toc184815561)

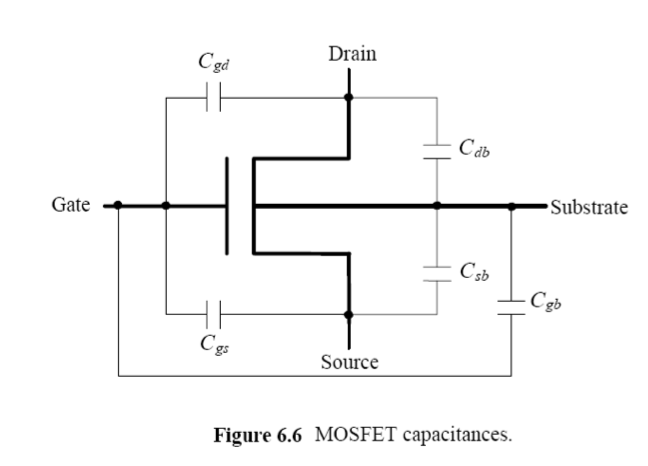
[Uge 12, 13 & 14. Miller effekt og frekvens response 26](#_Toc184815562)

## Noter

Antagelse gjort i kurset.

Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, Font/skrifttype, nummer/tal

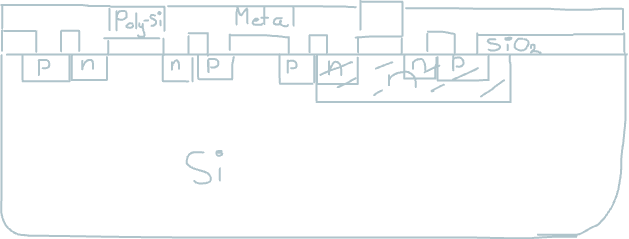
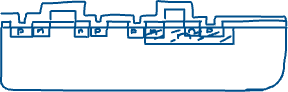
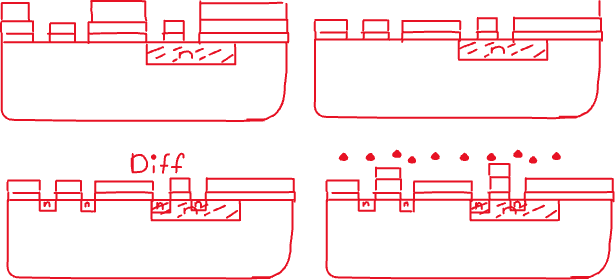
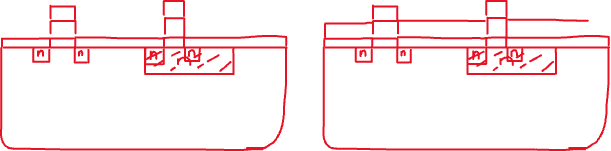
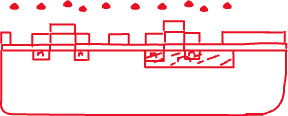
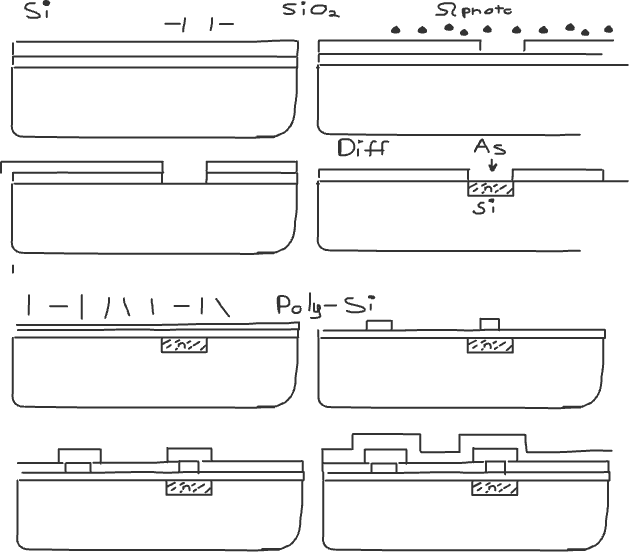
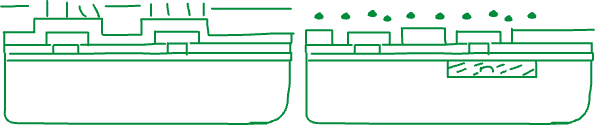
Automatisk genereret beskrivelseEt billede, der indeholder Font/skrifttype, tekst, diagram, linje/række

Automatisk genereret beskrivelseMosfet kapacitanser:

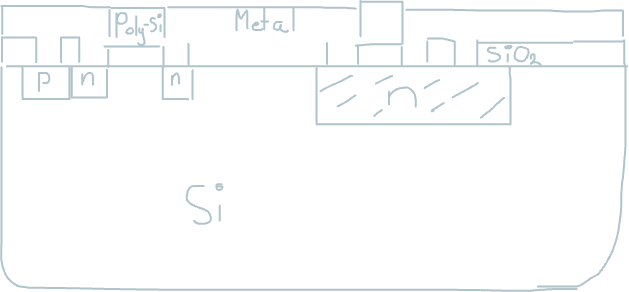
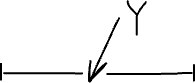
Et billede, der indeholder diagram, linje/række, Teknisk tegning, Plan

Automatisk genereret beskrivelse

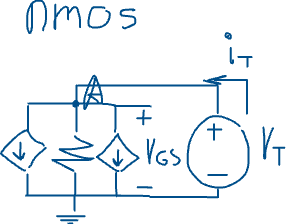
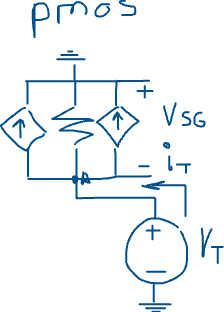
### Hvordan en halvleder laves



Tæt på I hvert fald. Jeg lavede fejl i hvordan jeg fik sat n og p dopingerne.



### Diode kobling



### Cascode kobling af two single stage mosfets:

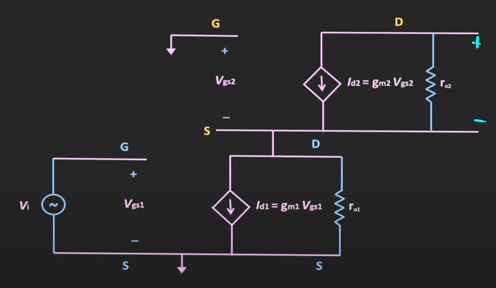
Et billede, der indeholder skærmbillede, diagram, Font/skrifttype, design

Automatisk genereret beskrivelseEt billede, der indeholder skærmbillede, diagram, design

Automatisk genereret beskrivelseFra to videoer som udleder det:   
<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=uFxXgDCLhGw>   
<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=uFxXgDCLhGw>   
Step 1:   
DC har ikke en direkte påvirkning, så vi betragter dem som 0 når vi ser på resistansen.



Et billede, der indeholder diagram, skærmbillede, linje/række, Plan

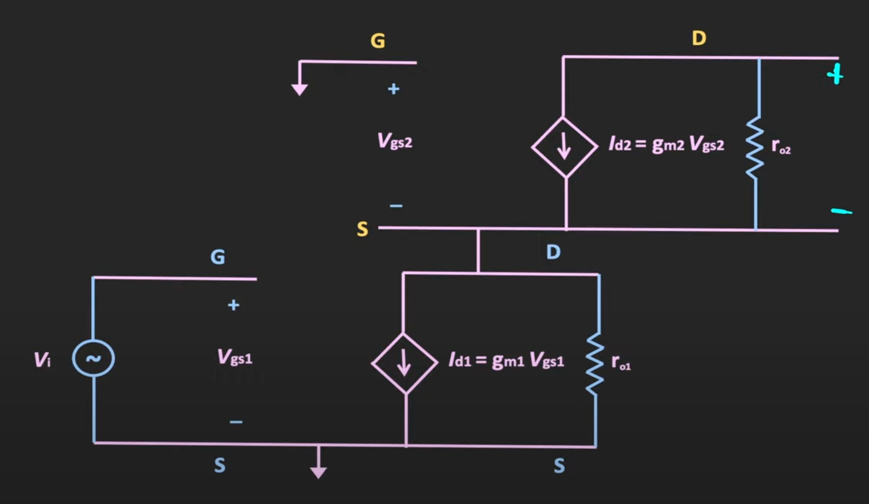
Automatisk genereret beskrivelseEt billede, der indeholder diagram, skærmbillede, linje/række, Plan

Automatisk genereret beskrivelseStep 2:  
Deres kredsløbs ækvivalenter:   
Løs for .   
Et trick jeg har set to gange nu, er at slukke alle uafhængige kilder. Jeg kan ikke helt redegøre for det, men vi gjorde det samme ved superposition af kilder, tilbage i EK 1 & 2.



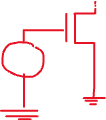
Så gælder der:   
   
   
Identificering af at   
   
   
Så har jeg at

Okay. Det her resultat er lavet ud fra, at den nederste kilde var inputtet. Det samme resultat har min professor fundet for den øverste. Konklusionen må da være, at det ikke ændre noget.

  
   
   
Det samme for nederste del.



Og husker at mit ønskede resultat er   
Indser, at



Og da af hvad jeg hører typisk er, så er

Så ser jeg på første formel igen:

Og så har jeg fundet trans konduktansen.

### Cascode current mirror

Årsag bag cascode kobling på current mirror:   
<https://www.youtube.com/watch?v=x9xt9ChSiow&t=22s>

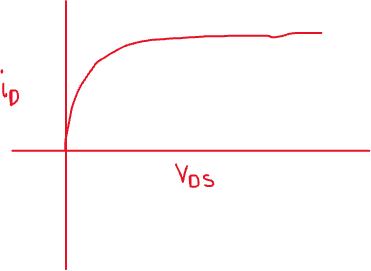
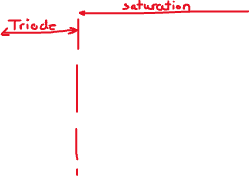
## Øvelser

### Uge 1 ( Mosfet fysik )

#### Mosfet saturation til triode region

Et billede, der indeholder diagram, linje/række, tekst, Font/skrifttype

Automatisk genereret beskrivelseAt what current does M1 go from saturation to triode region?   
Problemstillingen:

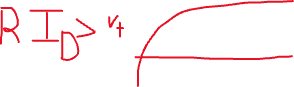
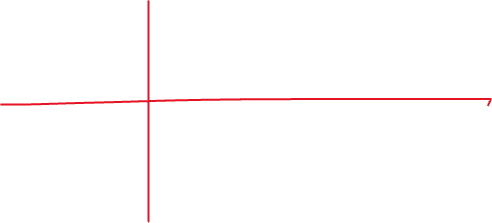


Triode region  
 saturation region

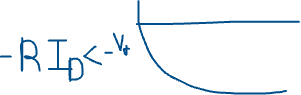
Set ud fra kredsløbet så ser jeg, at spændingen Vds er gate spændningen men fratrukket spændingen over resistoren.

Så den starter i Saturation region:  
   
 Gate source spændingsfaldet gælder for begge sider.  
   
Så i saturation regionen, så er produktet af strømmen og resistoren mindre end threshold spændingen.

Ændringen må så ske, når   
   
   
 Typisk værdi af



Jeg fik så åbenbart ikke at vide, at R er 0,5 men det er den.



#### Et billede, der indeholder diagram, linje/række, Font/skrifttype Automatisk genereret beskrivelseGate spændings for at vout er

Et billede, der indeholder tekst, Font/skrifttype, håndskrift, skærmbillede

Automatisk genereret beskrivelse

Ud fra sidste øvelse, så observerer jeg at:

Et billede, der indeholder diagram, tekst, linje/række, Font/skrifttype

Automatisk genereret beskrivelseEt billede, der indeholder diagram, linje/række, Font/skrifttype

Automatisk genereret beskrivelse

Det eneste jeg ser ændre sig er drain strømmen.



’’’

*Ligningen løses for i\_D vha. WordMat.*

Et billede, der indeholder diagram, linje/række, Font/skrifttype

Automatisk genereret beskrivelseStrømmen som løber ind i   
Farshad eller hvem der har skrevet den her øvelse antager, at der ingen strøm løber fra gaten og ud til terminalerne eller omvendt. Måske er det en idealisering? Jeg troede, at vi skulle gøre det uden idealisering men ok.



Og så hiver han en formel op fra røven

Så for at output spændingen er 0,75 så kræver det at, spændingskilden til gaten er   
=========  
   
=========

### Uge 2 ( Mosfet konfigurationer )

#### Sketch and the transconductance of the transistor as a function of for each circuit as varies from 0 to

Et billede, der indeholder tekst, linje/række, Font/skrifttype, diagram

Automatisk genereret beskrivelse

1. Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, Font/skrifttype, linje/række

   Automatisk genereret beskrivelseTilfælde *a* ligner en mosfet konfigureret som en diode.

I det tilfælde så har jeg

Jeg gør antagelsen som hans også gør ved udregning af , nemlig at er så betydelig stor, at udtrykket går mod 0.

Så har jeg en samlet transkonduktans på   
.   
  
Chatten gav mig typiske værdier for transkonduktanserne på

Et billede, der indeholder tekst, linje/række, skærmbillede, Kurve

Automatisk genereret beskrivelseLad mig gå efter dem i mine udtryk.



Nu til opsætning b.

1. Et billede, der indeholder Font/skrifttype, diagram, tekst, design

   Automatisk genereret beskrivelseEt billede, der indeholder diagram, linje/række

   Automatisk genereret beskrivelseTilfældet ligner en common Gate konfiguration.



Lad mig sige, at kan betegnes som spændingen over

Og spændingen er i parallel med den ækvivalente spændingen I samlingen. Lad mig finde strømmen igennem dem   
Spændingen i denne kobling er parallel.

Et billede, der indeholder linje/række, Font/skrifttype, diagram, tekst

Automatisk genereret beskrivelse

### Uge 3, 4, 5 ( Mosfet konfigurationer )

#### Q: Sketch Vout versus Vin for the circuits as Vin varies from 0 to VDD. Identify important transition points

Et billede, der indeholder tekst, linje/række, Font/skrifttype, skærmbillede

Automatisk genereret beskrivelse



Et billede, der indeholder diagram, Font/skrifttype, linje/række, design

Automatisk genereret beskrivelseEt billede, der indeholder Font/skrifttype, diagram, linje/række, skærmbillede

Automatisk genereret beskrivelseEt billede, der indeholder Font/skrifttype, diagram, linje/række, tekst

Automatisk genereret beskrivelseLad mig beskrive den her som Common Source med Current Source Load.  
Hvor Vb er konstant hvilket medfører at spændingen over den er fast og hvis spændingen ikke er 0, vil det medføre en konstant strøm ud fra dens resistans. Dens gain vil da kunne beskrives:

Men i stedet for og så må jeg finde den ækvivalente  
 til cascade koblingen. I stedet for r’erne så er det bare blevet  
 substitueret som Resistansens som outputtet møder.  
  
For cascade koblinger, så beskriver de den som en common  
source med source degeneration:



Et billede, der indeholder diagram, Font/skrifttype, linje/række, tekst

Automatisk genereret beskrivelseEt billede, der indeholder diagram, linje/række, Font/skrifttype, skærmbillede

Automatisk genereret beskrivelse  
Hvor

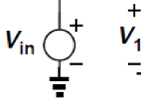


Et billede, der indeholder diagram, linje/række, Font/skrifttype, skærmbillede

Automatisk genereret beskrivelseEt billede, der indeholder design

Automatisk genereret beskrivelse med lav tillidMen det er ikke helt det samme tilfælde, da de her ser input signalet fra første nmos.  
Min vil da være vendt om

Et billede, der indeholder tekst, symbol, Font/skrifttype, Grafik

Automatisk genereret beskrivelse



Måske giver det mening ud fra formlen:

Hvor det ses at er den som er den aktive resistor, at jeg bare kan bytte om på dem og det samme med konduktansen:

Chatten sagde, at jeg godt kunne gøre det, men den har taget fejl nogle gange, så nu prøver jeg lige noget andet.

Et billede, der indeholder diagram, Font/skrifttype, linje/række, tekst

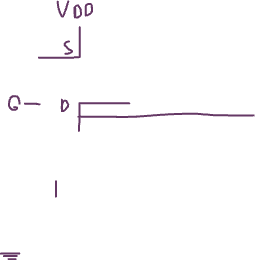
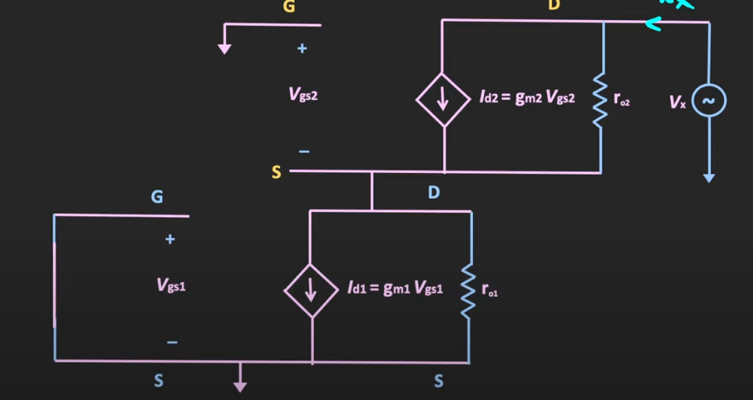
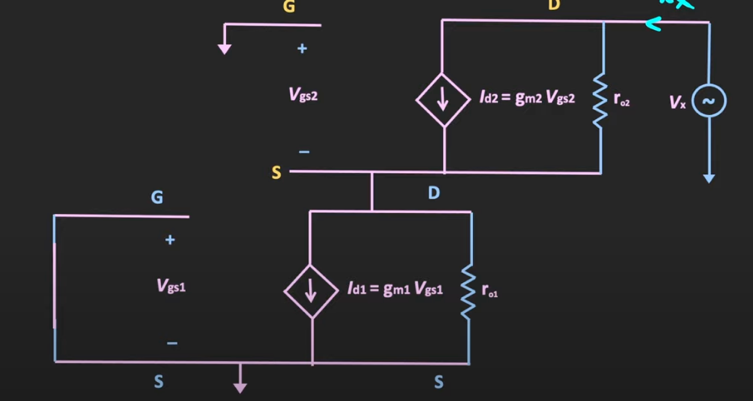
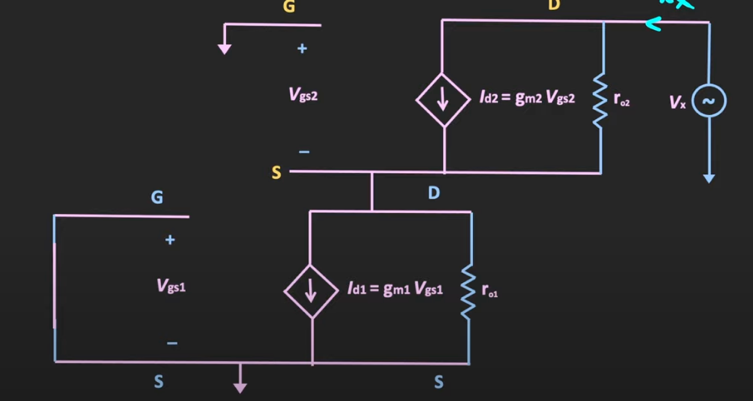
Automatisk genereret beskrivelse*Jeg valgte at finde to forskellige udledninger for det, og valgte så selv at udlede for det. Hvad jeg fandt ud af er, at det ikke ændrede på noget, hvilken transistor der var input og hvilken der ikke var. I hvert fald med de antagelser der er gjort.*  
*”Cascode kobling af two single stage mosfets:”*

I så fald så har jeg at:

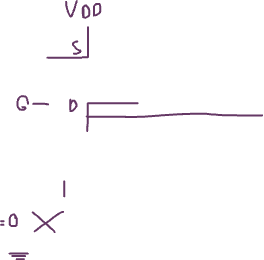
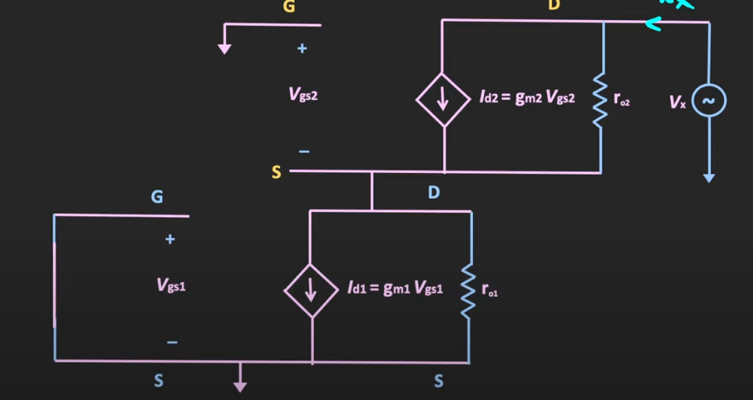
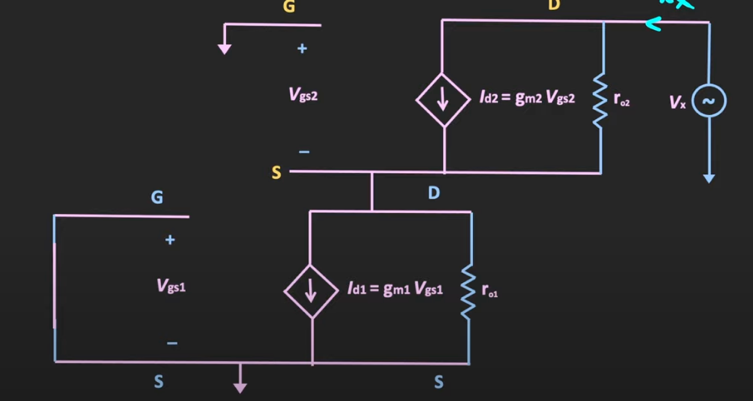
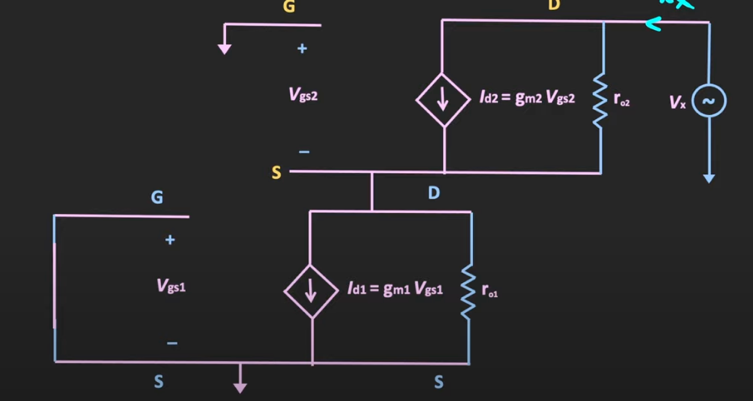
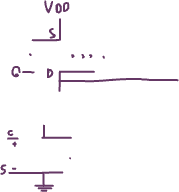
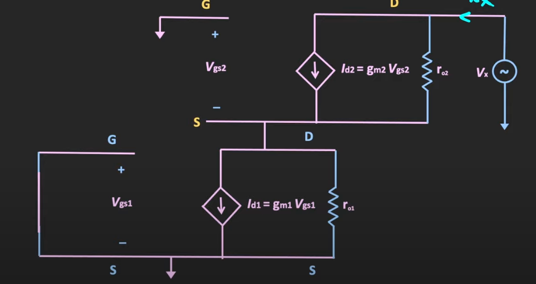
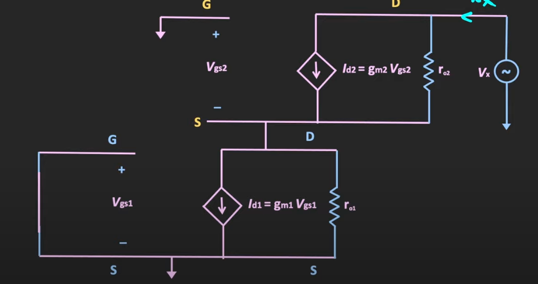
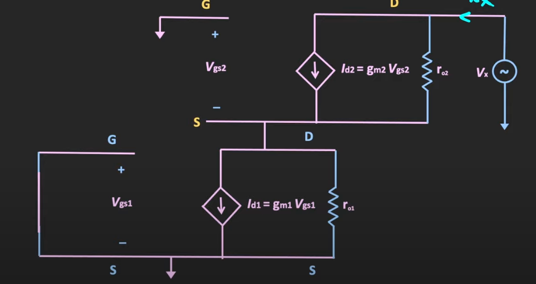
set fra nmos netværket er:

Da jeg havde den estimerede for det før:

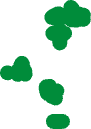
For Common source med current source load, som jeg beskrev systemet med før, så har jeg fundet hvad ville være.



Da vi ser på setuppet som en common source med source degeneration,  
så vil vores pmos danne udgangspunkt i loaden.  
For at finde , så lader jeg inputtet være sat til 0.



Antaget at der ingen strøm   
løber ude i outputtet.



Lad mig sige at der gælder at er slået fra. Hvilket giver mening, da man tester for output signalet.



### Uge 6 & 7

Et billede, der indeholder diagram, Font/skrifttype, linje/række

Automatisk genereret beskrivelse7 - Assuming all MOSFETs are in saturation, calculate the small-signal voltage gain of each circuit (*λ* ≠ 0 ).

#### Konfiguration 1.



I en differential amplification.

Med et common mode signal vil signalet kunne skrives som:

Et billede, der indeholder diagram, Font/skrifttype, linje/række

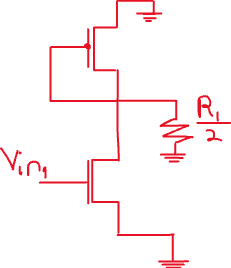
Automatisk genereret beskrivelseHvor ændringen ville være 0.



Half circuit analysis:

Så skal jeg bare finde output resistansen for diodekoblingen + R1/2

’’’



#### Konfiguration 4



Først ser jeg efter differential form.

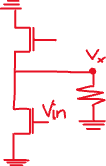


Et billede, der indeholder diagram, linje/række, Font/skrifttype, tekst

Automatisk genereret beskrivelse

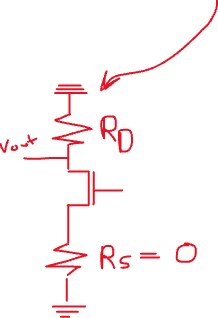


’’’



Et billede, der indeholder tekst, Font/skrifttype, linje/række, hvid

Automatisk genereret beskrivelse

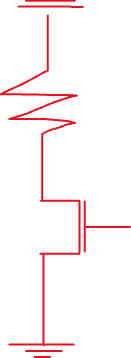


Som er svaret på den differentiale del af den.  
Common mode har jeg et billede af på telefonen.

#### Konfiguration 7

Et billede, der indeholder linje/række, tekst, diagram, Font/skrifttype

Automatisk genereret beskrivelse

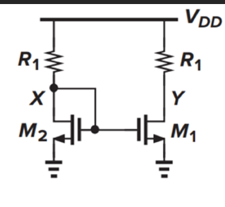


### Uge 9, 10 & 11

Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, diagram, linje/række

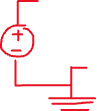
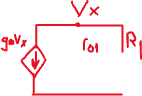
Automatisk genereret beskrivelseSketch VX and VY as a function of VDD for each circuit. Assume the transistors in each circuit ( Og hvad mere ? Han sluttede ikke sin tanke )

Et billede, der indeholder tekst, Font/skrifttype, diagram, linje/række

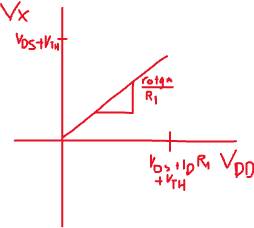
Automatisk genereret beskrivelse



This is a known configuration, found on slide 4 of the week 9 lecture.



Da Vx også er gaten her, så beskriver jeg den i saturation, hvor Vx - V\_TH < V\_DS, Vx < V\_DS +V\_TH.



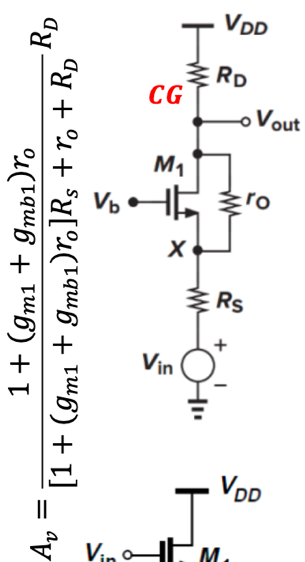
The plot described linear only because   
as the parameters, that I’ve not substituted for are nonlinear.

### Uge 12, 13 & 14. Miller effekt og frekvens response

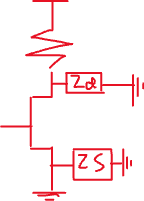
#### Et billede, der indeholder diagram, Font/skrifttype, linje/række Automatisk genereret beskrivelseEt billede, der indeholder diagram, linje/række, skitse, design Automatisk genereret beskrivelseMiller effekt eksempler

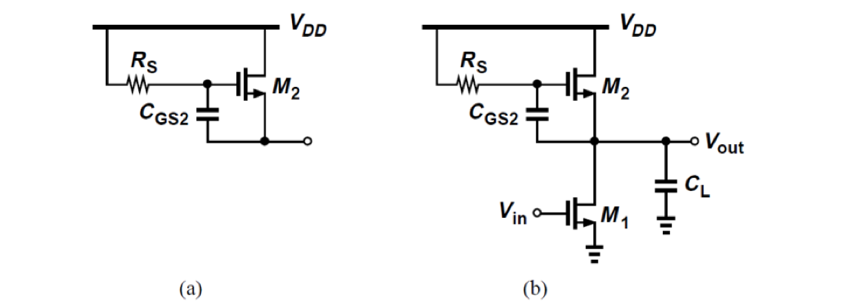
Et billede, der indeholder Font/skrifttype, diagram, hvid, linje/række

Automatisk genereret beskrivelseKonversionen er typisk kun valid, hvis signalet gennem impedancen ikke er den enste.   
Det ligner meget godt hvordan vi kan beskrive en transistor ud fra spændinger i transistoren, med spændinger udenfor transistoren som påvirker den direkte. Her mener jeg ( VBS, VGS kontra VDS )  
Så her kan jeg bruge miller effekt på at beskrive den interne resistance til en resistans ved både drain og source.

Eksemplet følger en common gate configuration.  
   
   
Hvis Rs = 0

Det resultat kan eventuelt indsættes for kredsløbet.



Kan vi splitte en source follower op I to terminaler, uden at udelægge dens filtrerings egenskaber.



Noget med kapacitansen opsætning gør, at inputtet ikke påvirker outputtet, men omvendt.

Et billede, der indeholder Font/skrifttype, håndskrift, tekst, linje/række

Automatisk genereret beskrivelse   
For høje frekvenser:   
Så den agere som en source follower, når den modtager høje frekvenser.

#### Opgave 1. √

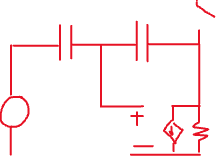
Svar:   
<https://electronics.stackexchange.com/questions/406856/calculate-input-impedance-of-this-circuit>   
Eller som opgave 6.1 i svararket til den gamle tekstbog.

Et billede, der indeholder diagram, Font/skrifttype, linje/række, skitse

Automatisk genereret beskrivelseHvis man tilsideser alle kapacitanserne i kredsløbet, hvad vil input impedancen så være?

Vigtig pointe i opgaven. En uafhængig strømkilde, og det er den uafhængige del, som er vigtig her. En uafhængig strømkilde, ville i AC henseende ikke ændre på noget.  
Den kan være lavet af en anden transistor, som load.   
I AC ser vi dens output impedance som ∞, og derfor vil ingen strøm løbe igennem dem, I AC.

Det er det som gør, at jeg kan løse den her opgave.



Dermed kan jeg nemmere beskrive strømmen.

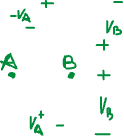
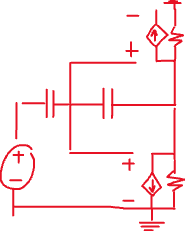
Eliminere variabler. Først for eq1.   
   
Indsætter i eq3:

===============  
   
===============

#### Et billede, der indeholder diagram, linje/række, Teknisk tegning Automatisk genereret beskrivelseOpgave 2. √



Svar nr. 2 i svararket.



Et billede, der indeholder skitse, tegning, diagram, håndskrift

Automatisk genereret beskrivelse  
Det er bare som et parallel kredsløb til hinanden.   
   
To strømkilder til samme punkt ( GND ) i1 + i2



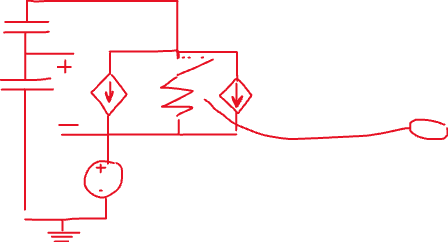
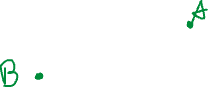
Substituere formel 1 og 2 ind.

Og igen formel 1.

==================  
   
==================  
Og så får jeg det samme svar som i opgavebesvarelsen.

#### 

#### Et billede, der indeholder diagram, Font/skrifttype, design, typografi Automatisk genereret beskrivelseOpgave 3. √



Løser ligning 1 med 3.

==========  
   
 ==========   
Svararket får det samme.

#### Opgave 6 - ( Figure a ). Calculate gain at very low and very high frequencies

Et billede, der indeholder diagram, linje/række, Font/skrifttype

Automatisk genereret beskrivelseNeglect all other capacitances and assume for a & b, and for all circuits.

Low frequencies:   
The circuit is open

======



======

High frequencies:



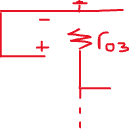
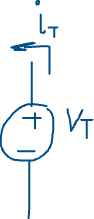
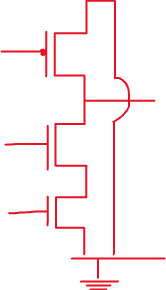
===== The circuit is shorted directly to vout. All other paths seems open,   
 as their resistance relative to the direct path seems gigantic.  
=====

#### Opgave 7 - ( Figure b ). Calculate gain at very low and very high frequencies

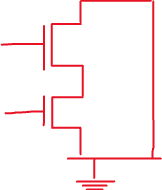
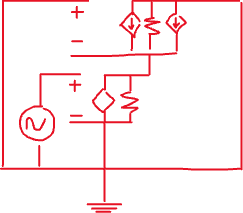
#### 

Et billede, der indeholder fjeder, spiralfjeder, natur, typografi

Automatisk genereret beskrivelseNeglect all other capacitances and assume for a & b, and for all circuits.  
Low frequencies:



Hvis jeg ser bort fra det et øjeblik, og så bare siger, at de er utroligt store, så vil være meget større end   
Så udtrykket vil kunne være:



Og jeg ønsker

Løser første ligning i forhold til VA

Bruger formel 2:

Substituere formel 3 ind.

Næsten løst, men hvad med VB? Jeg kommer lige til at tænkte på, at hvis den deler node med ground, som den jo gør, så er den jo også grounded.

Gmerne er noget større end 1/ro’erne, da ro’erne er meget høje.

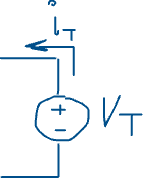
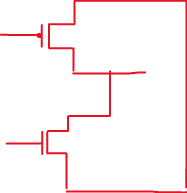
For tilfældet hvor ,   
Så vil jeg få en

Jeg synes det er ret høje værdier for bias current, samtidig med, at overdrive voltage kun lige bliver overholdt. Jeg kan sige at:   
====================================================  
Og endnu mere approksimativt vil jeg kunne sige at:   
====================================================

Et billede, der indeholder tekst, diagram, Font/skrifttype, linje/række

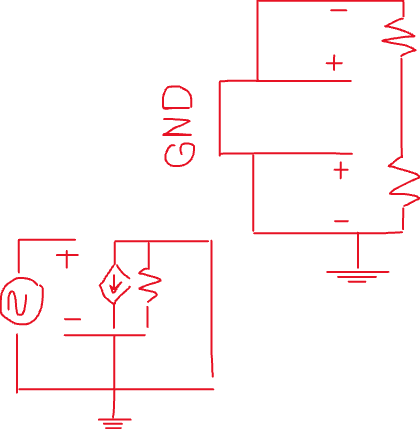
Automatisk genereret beskrivelseHøje frekvenser:

Vejen over m2 virker åben.



Transconduktancen skulle være   
nem.

Strømmen løber direkte ud i outputtet.



i ground =>

Så nu har jeg for både høj og lav frekvens:   
========================  
Lav frekvens:

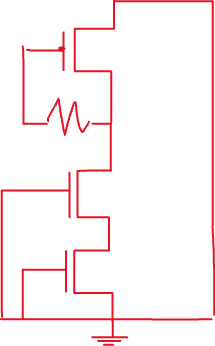
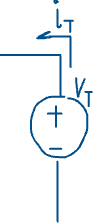
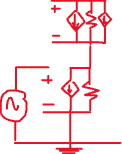
Høj frekvens:   
   
========================

#### Et billede, der indeholder diagram, Font/skrifttype, linje/række Automatisk genereret beskrivelseOpgave 8 - ( Figur c ). Calculate gain at very low and very high frequencies. Resultat √, men ved ikke hvor godt det er.

Neglect all other capacitances and assume for a & b, and for all circuits.

Lave frekvenser:

  
For diode koblingen, så løber der ingen strøm gennem gaten. Ingen strøm medfører ingen spændingsfald.  
Det er dermed bare en normal diode kobling.



Et billede, der indeholder diagram, Font/skrifttype, linje/række

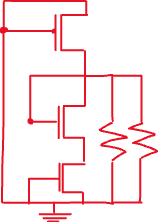
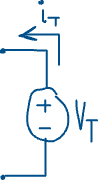
Automatisk genereret beskrivelseLøser formel 1 for VA

Isolere for VA i formel 2.   
Indsætter VA  
Hvis

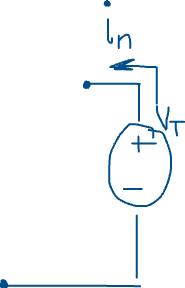
Og derfor må den approksimativt være:

======================  
   
======================

Høje frekvenser:   
Giver det mening?   
M3 bliver ikke diode koblet, da dens gate er GND og dermed ikke  
feedback. Dermed kan gaten på M3 og resistoren R2 siges, begge at  
gå mod ground. i diode kobling. R1 kan siges at være i parallel med.

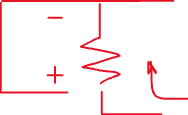


Alle kilder er grounded, derfor går R1 også mod ground.   
Så   
  
For cascade koblingen.  
   
   
   
Jeg løser formel 2 for spændingen i B.



Indsætter i formel 1.

===  
   
   
=====================

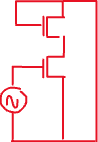
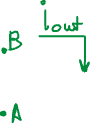
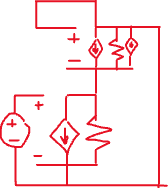


For pmos netværket så er det bare den interne resistans der bliver set.

Et billede, der indeholder diagram, Font/skrifttype, linje/række

Automatisk genereret beskrivelse

Transkonduktancen



Isolere VA i formel 2.

Indsætter for VA

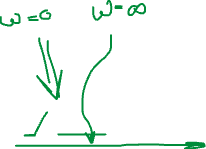
Og så har jeg gainet for høj frekvenser:   
================================  
   
================================

Så

#### Et billede, der indeholder diagram, Font/skrifttype, linje/række Automatisk genereret beskrivelseOpgave 6. Calculate gain at very low and very high frequencies

For en lav frekvens, så vil kredsløbet blive blokeret. For en høj frekvens, så vil C2 blive shortet.

Derfor



#### Et billede, der indeholder tekst, diagram, håndskrift, Font/skrifttype Automatisk genereret beskrivelseOpgave 7

Et billede, der indeholder tekst, whiteboard, håndskrift, indendørs

Automatisk genereret beskrivelse

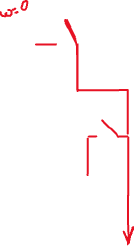
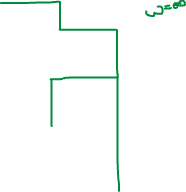


#### Opgave Et billede, der indeholder diagram, Font/skrifttype, linje/række, tekst Automatisk genereret beskrivelse8

To diode koblinger

Et billede, der indeholder tekst, whiteboard, indendørs, håndskrift

Automatisk genereret beskrivelse

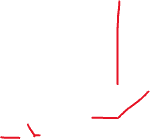


Et billede, der indeholder diagram, tekst, Font/skrifttype, linje/række

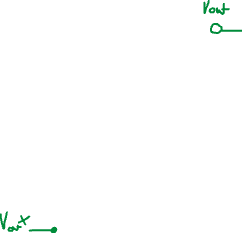
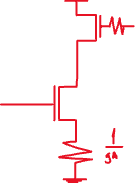
Automatisk genereret beskrivelse

#### Opgave 9

Så for lave frekvenser, så kan M1 beskrives som en diode kobling i cascode med Vin og M3.   
Resistansen for den kan findes som:

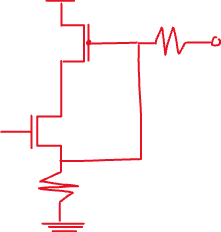


Ved høje frekvenser så får jeg.

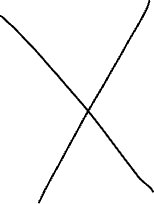
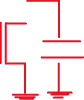


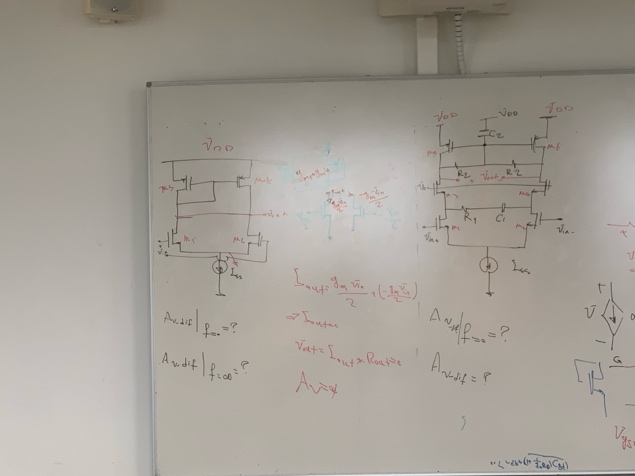
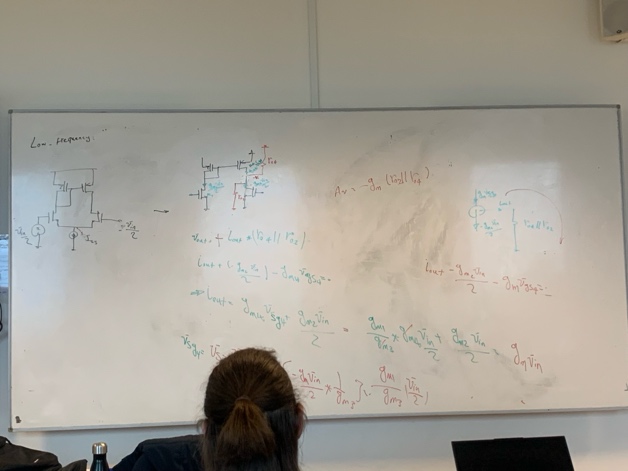
Et billede, der indeholder tekst, whiteboard, håndskrift, indendørs

Automatisk genereret beskrivelse



#### Et billede, der indeholder diagram, linje/række, Teknisk tegning Automatisk genereret beskrivelseOpgave 10





#### Opgave 11

Et billede, der indeholder tekst, whiteboard, håndskrift, indendørs

Automatisk genereret beskrivelseEt billede, der indeholder tekst, whiteboard, håndskrift, indendørs

Automatisk genereret beskrivelse