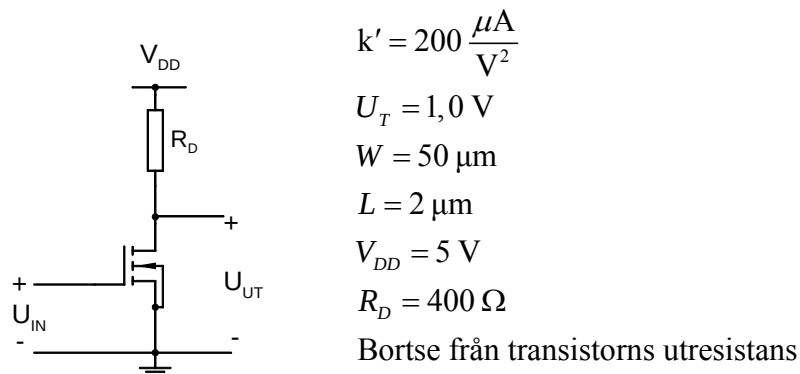


IE1207 Analog elektronik Studentövning 3

Lösningarna skall skrivas för hand på A4-papper. Alla Lösningsblad skall vara märkta med ditt namn i övre högra hörnet. Dina lösningar skall finnas inlämnade i Canvas innan övningen börjar.

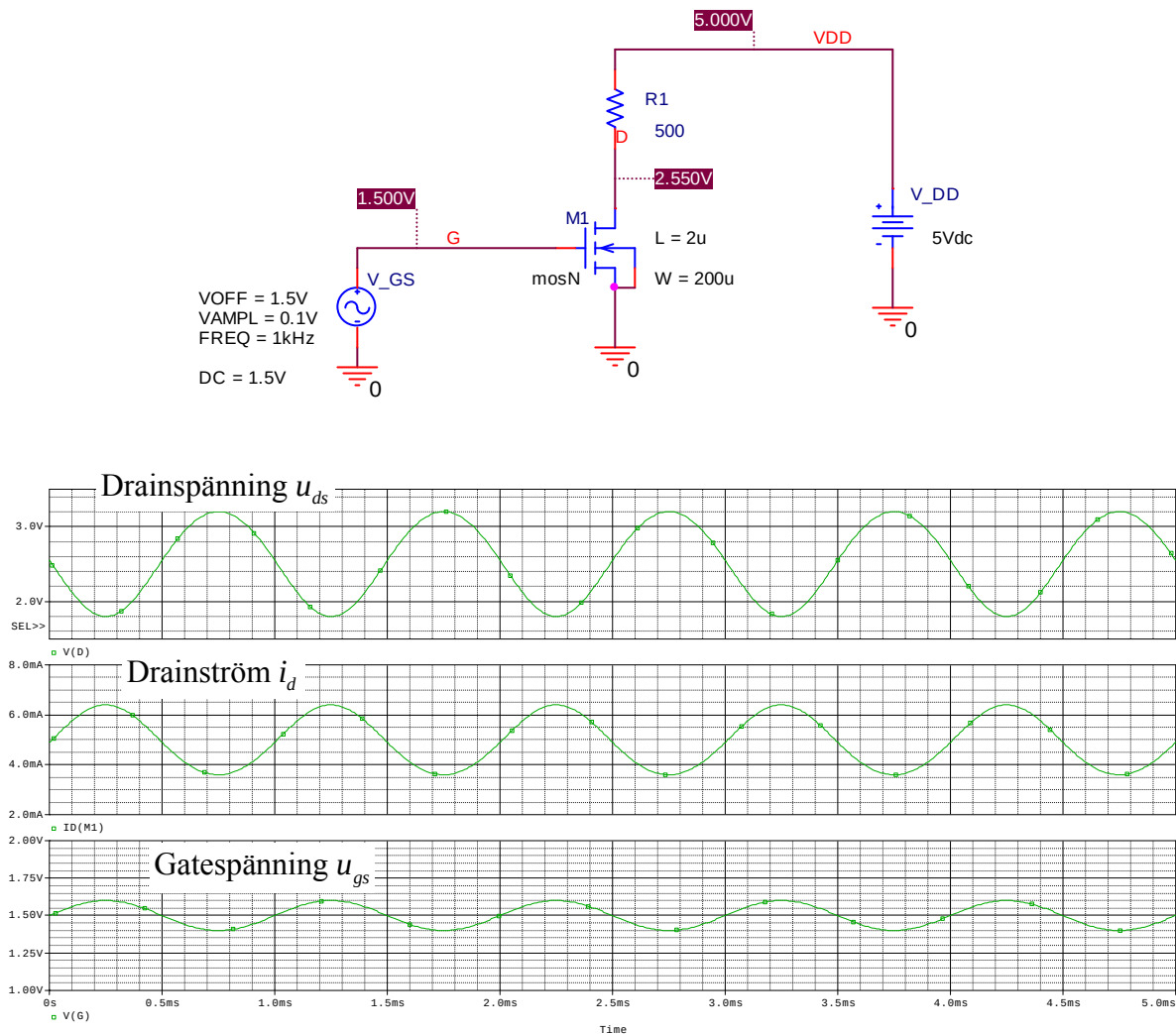
Uppgift 3.1

Figuren visar en förstärkare med MOS-transistorn.



- a Skissera överföringskaraktistiken från U_{IN} till U_{UT} för förstärkaren när U_{IN} går från 0 till 5 V. Markera i vilka områden (off, linjärt, mättat) transistoren arbetar och beräkna vid vilka inspänningar transistoren byter område.
- b Anta att transistoren ges en vilopunkt så att likspänningsnivån på utgången är $\frac{V_{DD}}{2}$. Beräkna spänningsförstärkningen för småsignaler i den vilopunkten.

Uppgift 3.2



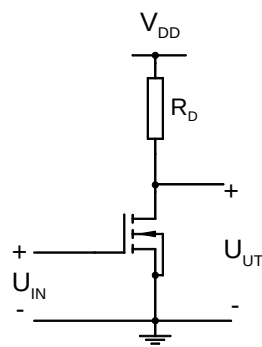
Figur 3.2 Ström i drain och spänning på drain respektive gate. Simulering med transientanalys, inspänning sinus 1000 Hz , toppvärde $0,1\text{V}$ och likspänningsnivå $1,5\text{ V}$

Transistorn är en NMOS transistor med tröskelspänningen $U_T = 0,8\text{ V}$. Du kan bortse från inverkan av kanallängdsmodulationen ($\lambda = 0$). Likspänningar i schemat är givna enligt figuren.

Bestäm

- transistorns transkonduktansparameter k' .
- transistorns transkonduktans g_m utifrån likströmsvärden.
- transistorns transkonduktans g_m utifrån variationer i diagrammen.
- ur en signalmodell förstärkarens spänningsförstärkning A_v för småsignaler från gate till drain.
- spänningsförstärkning A_v för småsignaler från gate till drain ur variationer i diagrammen.

Uppgift 3.3



$$k' = 200 \frac{\mu\text{A}}{\text{V}^2}$$

$$U_T = 0,8 \text{ V}$$

$$W = 200 \mu\text{m}$$

$$L = 2 \mu\text{m}$$

$$V_{DD} = 5 \text{ V}$$

$$R_D = 500 \Omega$$

Bortse från transistorens utresistans

För transistoren i ovanstående koppling önskar vi ha en vilopunkt $I_{DQ} = 4,9 \text{ mA}$. Beräkna vilken likspänning U_{GSQ} som behövs på ingången för att erhålla den viloströmmen.

Vad blir då U_{DSQ} ?

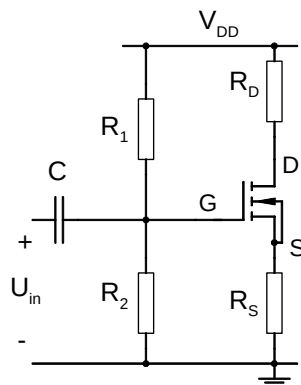
Beräkna transistorens transkonduktans i vilopunkten.

Om vi lyckas överlagra en liten växelspanning på gate, vilken småsignalförstärkning erhåller vi då från gate till drain?

Rita ett småsignalschema och visa hur ett uttryck på spänningsförstärkningen för småsignaler kan härledas ur schemat.

Uppgift 3.4

Nedanstående figur visar ett förstärkarsteg med en NMOS-transistor.



$$V_{DD} = 3 \text{ V}$$

$$R_1 = 150 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 100 \text{ k}\Omega$$

$$R_S = 680 \Omega \quad R_D = 5,6 \text{ k}\Omega$$

C kan betraktas som stor

För transistoren gäller

$$k' = 150 \mu\text{A}/\text{V}^2 \quad U_T = 0,8 \text{ V}$$

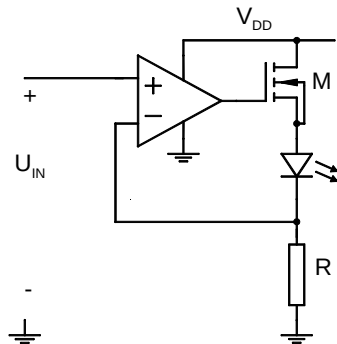
$$W = 100 \mu\text{m} \quad \lambda = 0$$

$$L = 1 \mu\text{m}$$

- Beräkna likspänningsnivån relativt jord på transistorens gate (G), source (S) och drain (D).
- Rita ett småsignalschema för förstärkaren, härled med hjälp av detta förstärkarens spänningsförstärkning för småsignaler från gate till drain respektive gate till source.
- Antag att en sinusformad spänning med amplituden 10 mV och frekvensen 1 kHz kopplas till ingången (U_{in}). Skissera i ett graderat diagram totalspänningen (DC + AC) på transistorens gate, source och drain relativt jord.

Uppgift 3.5

Nedanstående koppling används för att med spänningen U_{IN} styra strömmen genom en laserdiod.



$$V_{DD} = 8 \text{ V}$$

För transistoren M gäller: $U_T = 0,8 \text{ V}$ och

$$\frac{k' W}{2 L} = 10 \text{ mA/V}^2$$

Bortse från inverkan av kanallängdsmodulation ($\lambda = 0$).

$$R = 200 \, \Omega$$

Laserdioden kan anses ha konstant spänningsfall $U_F = 2,2 \text{ V}$ när den leder ström.

Operationsförstärkaren kan betraktas som ideal och av en typ som kan driva utgången ända ut till matningsspänningarna.

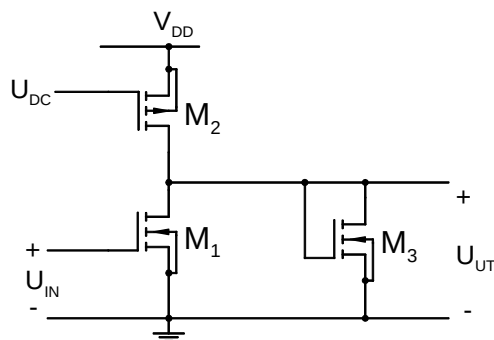
Bestäm ett samband mellan U_{IN} och strömmen i laserdioden. Motivera i svaret varför operationsförstärkaren kan anses vara motkopplad trots att det sitter en transistor och en diod i återkopplingen!

I vilket område arbetar transistorn? Linjära området eller mättnadsområdet? Motivera!

Vilken är den högsta ström som vi kan få i laserdioden?

Uppgift 3.6

Två N-kanal MOS-transistorer och en P-kanal MOS-transistor kopplas enligt figuren nedan.



Det kan antas att det finns en likspänningsnivå på ingången och att likspänningen U_{DC} är inställd så att transistorerna arbetar i mättnadsområdet med transkonduktanserna g_{m1} , g_{m2} respektive g_{m3} samt utresistanserna r_{o1} , r_{o2} respektive r_{o3} .

Rita signalschema och härled uttryck för förstärkarens spänningsförstärkning för småsignaler.

Ledning: Betrakta först varje transistor för sig. Hur ser signalmodellen ut för transistorn om

1. U_{GS} är likspänning? Förenkla modellen!
2. gate och drain kopplas ihop? Förenkla modellen!