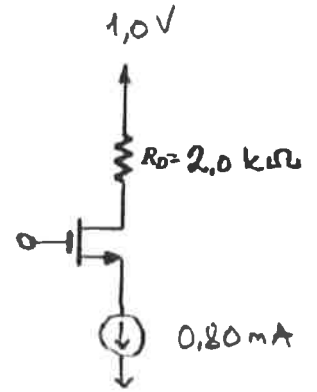


**Elektroniikkajärjestelmät ETT\_2068 välikoe 2 uusinta 27.4. 2017**

1a) Yksikiteisessä piissä on booriatomeja  $1,5 \times 10^{16} / \text{cm}^3$  ja fosforiatomeja  $0,5 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ . Laske piin resistiivisyys.

1b) Oheisen kytkennän transistorista tiedetään seuraavaa:  
 kynnysjännite on  $V_{th} = 0,40 \text{ V}$ , oksidikapasitanssi  $12 \text{ fF}/\mu\text{m}^2$   
 liikkuvuus  $500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ,  $W/L = 3$  ja  $\lambda = 0$ .  
 Laske lähde- ja nielu-jännitteet, kun hilajännite on  $-1,0 \text{ V}$ .

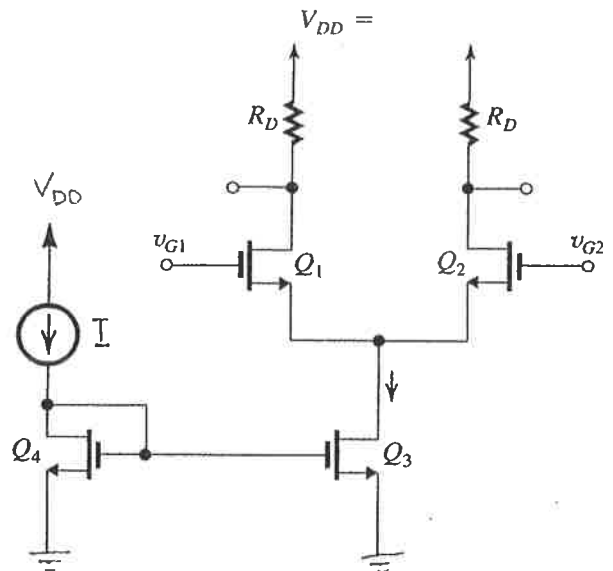


2) NMOS-tyyppisestä yhteislähdevahvistimesta (common-source) tiedetään seuraavaa:  $g_m = 3,5 \text{ mA/V}$ ,  $r_o = 8,0 \text{ k}\Omega$ ,  $C_{gs} = 20 \text{ fF}$  ja  $C_{gd} = 25 \text{ fF}$ , kuorma on kapasitiivinen  $C_L = 60 \text{ fF}$ , ja signaalilähteen sisäinen resistanssi on  $350 \Omega$ .

- a) Piirrä kytkennän piensignaalinmalli, jossa näkyy myös parasiittiset kapasitanssit. Lisäksi laske kytkennän DC-jännitevahvistus.
- b) Laske kapasitanssien aiheuttamat aikavakiot avoimen piirin aikavakio -menetelmällä. Kapasitanssien "näkemät" resistanssit on johdettava.
- c) Laske kytkennän 3 dB:n taajuus. Selitä lyhyesti, mitä tämä 3 dB:n taajuus tarkoittaa?

3) Viereisen kuvan differentiaaliparille tuodaan yhteismuotoinen jännite  $V_{CM}$  eli  $V_{G1} = V_{G2}$ . Transistorien  $Q_1$  ja  $Q_2$  leveys on  $W = 10 \mu\text{m}$  ja pituus  $L = 1,0 \mu\text{m}$  sekä transistorien  $Q_3$  ja  $Q_4$  leveys  $W = 10 \mu\text{m}$  ja  $L = 4,0 \mu\text{m}$ . Lisäksi tiedetään, että  $V_t = 0,50 \text{ V}$ ,  $k'_n = 250 \mu\text{A}/\text{V}^2$ ,  $I = 400 \mu\text{A}$ , kuormavastukset  $R_D = 2,0 \text{ k}\Omega$  ja käyttöjännite  $V_{DD} = 3,5 \text{ V}$ .

- a) Laske  $V_{GS}$  ja  $V_{OV}$  transistoreille  $Q_1 - Q_4$ , kun  $V_{CM} = 2,5 \text{ V}$ .
- b) Laske transistorien  $Q_1$  ja  $Q_2$  yhteisen lähdesolmupisteen jännite  $V$  ja lähtöjännitteet  $V_{D1}$  ja  $V_{D2}$ , kun  $V_{CM} = 2,5 \text{ V}$ .
- c) Laske vahvistimen yhteismuotoisen signaalin  $V_{CM}$  jännitealue, jolla kaikki transistorit ovat kyllästystilassa.



4a) Erillisellä paperilla on takaisinkytkemättömän vahvistimen vahvistus- ja vaihe-erokäyrät. Kun takaisinkytkentä toteutetaan arvolla  $\beta = 0,0015$  ja takaisinkytketty vahvistin on stabiili, niin kuinka suuret ovat vahvistusvara ja vaihevara? **Liitä erillinen paperi vastauspaperiisi.**

4b) Vastaa kahteen näistä  
 Piirrä nMOS-transistorin rakenne poikkileikkauksena. Selitä kontaktit.  
 Selitä MOS-transistorin piiriparametrit. Piirrä kuva.  
 Selitä lyhyesti piirikortin rakenne ja tehtävät.

*Hyvää tenttimenestystä!*