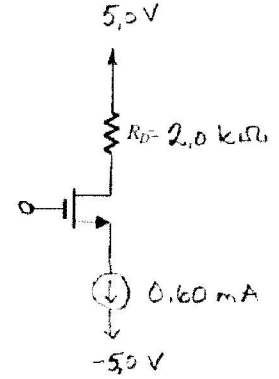


Elektroniikkajärjestelmät ETT_2068 välikoe 2 12.4. 2017

1a) Yksikiteisessä piissä on booriatomeja $5 \times 10^{16} / \text{cm}^3$ ja fosforiatomeja $2,5 \times 10^{17} / \text{cm}^3$. Laske piin resistiivisyys.

1b) Oheisen kytkennän transistorista tiedetään seuraavaa:
 kynnyksjännite on $V_{in} = 0,60 \text{ V}$, oksidikapasitanssi $10 \text{ fF}/\mu\text{m}^2$
 liikkuvuus $600 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $W/L = 4$ ja $\lambda = 0$.
 Laske lähde- ja nielu-jännitteet, kun hilajännite on $0,90 \text{ V}$.

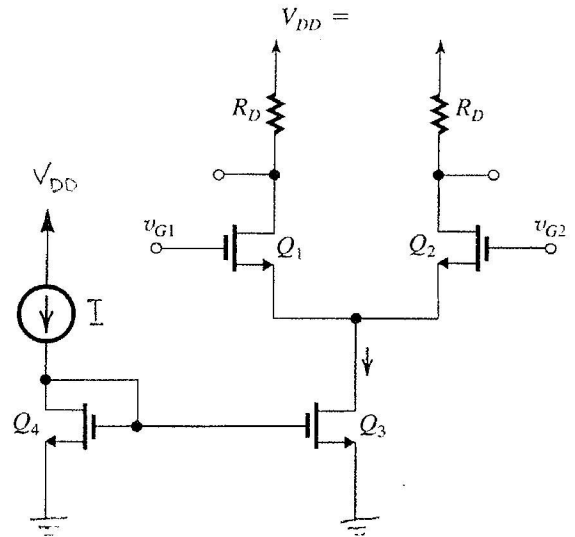


2) NMOS-tyyppisestä yhteislähdevahvistimesta (common-source) tiedetään seuraavaa: $g_m = 4,5 \text{ mA/V}$, $r_o = 3,0 \text{ k}\Omega$, $C_{gs} = 40 \text{ fF}$ ja $C_{gd} = 25 \text{ fF}$, kuorma on kapasitiivinen $C_L = 50 \text{ fF}$, ja signaalilähteen sisäinen resistanssi on 400Ω .

- Piirrä kytkennän piensignaalmalli, jossa näkyy myös parasiittiset kapasitanssit. Lisäksi laske kytkennän DC-jännitevahvistus.
- Laske kapasitanssien aiheuttamat aikavakiot avoimen piirin aikavakio -menetelmällä. Kapasitanssien "näkemät" resistanssit on johdettava.
- 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 $L = 0,25 \mu\text{m}$ sekä transistorien Q_3 ja Q_4 leveys $W = 10 \mu\text{m}$ ja $L = 2,0 \mu\text{m}$. Lisäksi tiedetään, että $V_t = 0,40 \text{ V}$, $k'_n = 270 \mu\text{A}/\text{V}^2$, $I = 140 \mu\text{A}$, kuormavastukset $R_D = 5,0 \text{ k}\Omega$ ja käyttöjännite $V_{DD} = 3,3 \text{ V}$.

- Laske transistorien $Q_1 - Q_4$ tapauksessa V_{GS} ja V_{OV} , kun $V_{CM} = 1,5 \text{ V}$.
- Laske transistorien Q_1 ja Q_2 yhteisen lähdesolmupisteen jännite V ja lähtöjännitteet V_{D1} ja V_{D2} , kun $V_{CM} = 1,5 \text{ V}$.
- Laske vahvistimen yhteismuotoisen signaalin jännitealue, jolla kaikki transistorit ovat kyllästystilassa.



4a) Erillisellä paperilla on takaisinkytkemättömän vahvistimen vahvistus- ja vaihe-erokäyrät. Kun takaisinkytkentä toteutetaan arvolla $\beta = 0,00003$ ja takaisinkytketty vahvistin on stabiili, niin kuinka suuret ovat vahvistusvara ja vaihevara? **Liitä erillinen paperi vastauspaperiisi.**

4b) Vastaa kahteen näistä

- Piirrä kuva MOS-kapasitanssista ja selitä tyhjennysalueen muodostuminen
- Piirrä nMOS-transistorin rakenne poikkileikkauksena. Selitä kontaktit. Selitä lyhyesti piirikortin rakenne ja tehtävät.

Hyvää pääsiäistä ja tenttimenestystä!