

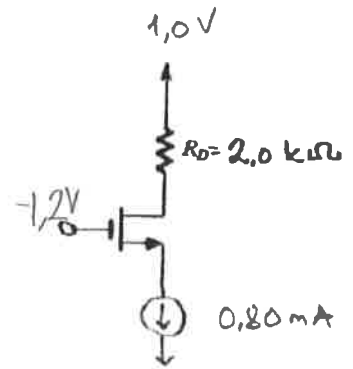
Elektroniikkajärjestelmät ETT_2068 välikoe 2 20.4. 2018

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

1b) Oheisen kytkennän transistorista tiedetään seuraavaa:

kynnysjännite on $V_{in} = 0,50 \text{ V}$, oksidikapasitanssi $15 \text{ fF}/\mu\text{m}^2$
liikkuvuus $400 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $W/L = 3$ ja $\lambda = 0$.

Laske lähde- ja nielu-jännitteet, kun hilajännite on $-1,2 \text{ V}$.



2) NMOS-tyyppisestä yhteislähdevahvistimesta (common-source) tiedetään seuraavaa: $g_m = 5,0 \text{ mA/V}$, $r_o = 4,0 \text{ k}\Omega$, $C_{gs} = 40 \text{ fF}$ ja $C_{gd} = 35 \text{ fF}$. Kuorma on kapasitiivinen $C_L = 50 \text{ fF}$, ja signaalilähteen sisäinen resistanssi on 350Ω .

a) Piirrä kytkennän piensignaali malli, 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 differentiaaliparin transistorien "mitat" ovat seuraavat: kaikkien transistorien leveys on $10 \mu\text{m}$.

Transistorien pituudet ovat järjestyksessä

Q_1, Q_2, Q_3 ja Q_4 $0,5 \mu\text{m}, 0,5 \mu\text{m}, 2,0 \mu\text{m}$ ja $4,0 \mu\text{m}$.

Lisäksi tiedetään, että $V_t = 0,50 \text{ V}$, $k'_n = 250 \mu\text{A}/\text{V}^2$,

$I = 200 \mu\text{A}$, kuormavastukset $R_D = 2,0 \text{ k}\Omega$ ja

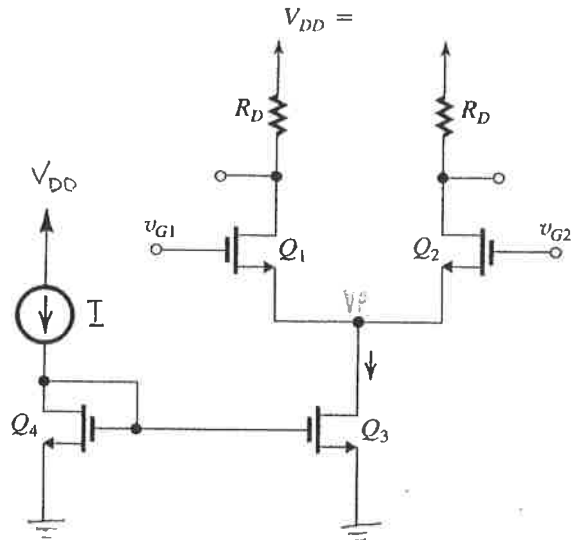
käyttöjännite $V_{DD} = 3,3 \text{ V}$.

Differentiaaliparille tuodaan yhteismuotoinen jännite V_{CM} eli $V_{G1} = V_{G2}$.

a) Laske V_{GS} ja V_{OV} transistorille $Q_1 - Q_4$, kun $V_{CM} = 2,0 \text{ V}$.

b) Laske transistorien Q_1 ja Q_2 yhteisen lähdesolmupisteen jännite V ja lähtöjännitteet V_{D1} ja V_{D2} , kun $V_{CM} = 2,0 \text{ V}$.

c) Laske vahvistimen yhteismuotoisen signaalin V_{CM} jännitealue, jolla kaikki transistorit ovat kyllästystilassa.



4a) Erillisellä paperilla on piirretty takaisinkytkentään liittyvät vahvistus- ja vaihe-erokäyrät. Jos $\beta = 0,20$ ja takaisinkytketty vahvistin on stabiili, niin kuinka suuret ovat vahvistusvara ja vaihevara? Piirrä tähän oheiseen kuvaan ja liitä se vastauspaperihisi.

4b) Vastaa kahteen näistä

Piirrä nMOS-transistorin rakenne poikkileikkauksena. Selitä tarvittavat kontaktit.

Selitä MOS-transistorin piiriparametrit. Piirrä kuva.

Selitä lyhyesti piirikortin rakenne ja tehtävät.

Hyvää tenttimenestystä!