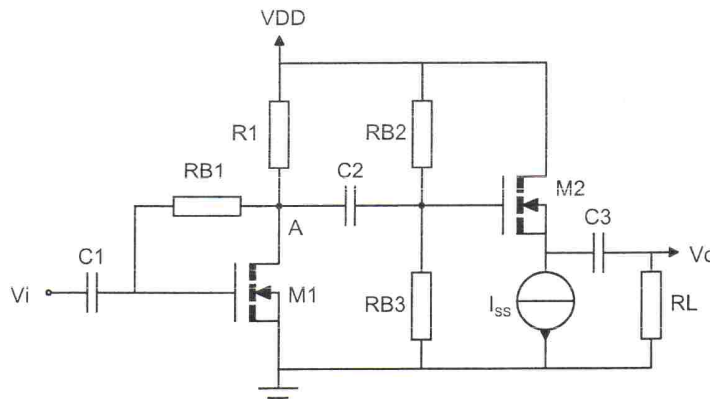


S-87.2113 ~~Elektroniikka I~~ Tentti 13.05.2008 / Marko Kosunen

Kirjoita nimesi ja opiskelijanumerosi jokaiseen paperiin (myös mahdollisiin liitteisiin). Kaikki laskimet sallittuja. Ei apukirjallisuutta.

1. Tarkastellaan kuvan 1 mukaista kytkentää. Kytkennässä  $V_{DD} = 10V$ ,  $R_1 = 8k\Omega$  ja  $R_L = 500\Omega$ . Vastukset  $R_{B1}$  ja  $R_{B2} = R_{B3}$  sekä kondensaattorit  $C_1$  ja  $C_2$  ovat suuria. Kytkennässä olevien NMOS-avaus-kanavatransistorien  $V_T = 1V$  ja  $K = 1mA/V^2$ .  $I_{SS} = 2,5mA$ .  $I_D = K \cdot (V_{GS} - V_T)^2$ .

- Laske transistorien toimintapisteet.
- Muodosta piensignaalisijaiskytkentä. Käytä transistoreille sijaiskytkentänä jänniteohjattua virtalähdettä.
- Osoita, että MOS-transistorin siirtokonduktanssi  $g_m = 2K(V_{GS} - V_T)$ .
- Laske piensignaalisijaiskytkennästä vahvistinasteiden jännitevahvistukset  $A_1 = v_A/v_i$  ja  $A_2 = v_o/v_A$  ja niiden avulla koko kytkennän jännitevahvistus  $A_v = v_o/v_i$ .
- Mitä hyötyä on transistorin M2 muodostamasta vahvistinasteesta kokonaisvahvistuksen  $A_v$  kannalta?



Kuva 1:

- Mitoita kuvan 2 operaatiovahvistinkytkentä niin, että sen suljetun silmukan vahvistus  $A_{CL} = v_o/v_{in}$  on 20dB, kun  $R_1 = 1k\Omega$  ja operaatiovahvistimen avoimen silmukan vahvistus  $A_o$  oletetaan äärettömäksi.
  - Johda kytkennän suljetun silmukan s-tason siirtofunktio  $A_{CL}(s)$  lauseke, kun operaatiovahvistimen differentiaalisen vahvistuksen s-tason siirtofunktiota approksimoidaan integraattorilla  $A_o(s) = \omega_t/s$ .
  - Mikä operaatiovahvistimen yksikkövahvistuksen taajuuden  $\omega_t$  pitää olla a)-kohdan kytkennässä, jotta suljetun silmukan vahvistuksen  $A_{CL}$  -3dB ylärajataajuus on 200kHz?
  - Mikä toinen nopeuteen vaikuttava ominaisuus yksikkövahvistuksen taajuuden lisäksi pitäisi ottaa huomioon sopivaa operaatiovahvistinta valittaessa?