

S-87.1010 Elektroniikka I, 2. välikoe 11.12.2013 Marko Kosunen

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

HUOM: Tehtävistä saa pisteitä, vaikka laskujen numeroarvot olisivat vastauksessa väärin. Arvostelun painopiste on symbolisessa laskemisessa, ts. sen osoittamisessa, että on ymmärtänyt mitä on laskemassa.

Vastaa ainakin normaalilla kirjasimella tehtyihin kysymyksiin. *Kursivoiduista kysymyksistä saa lisäpisteitä.*

1. Kuvan 1 vahvistimessa kanavaransistori on esijännitetty saturaatioalueelle.

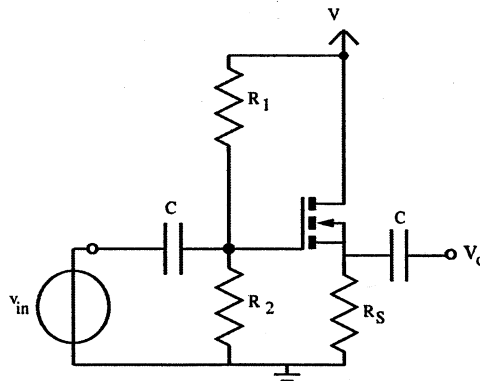
Nieluvirralle saturaatioalueella pätee $I_D = k' \frac{W}{2L} (V_{GS} - V_t)^2 (1 + \lambda V_{DS})$. Kanavanpituusmodulaatiota ei tarvitse ottaa huomioon. Kondensaattorit ovat signaalitaajuuteen nähden suuria.

a) Mikä kolmesta vahvistinkytkentätyypistä on kyseessä? Mikä on vastuksen R_S tehtävä esijännityksessä? (3p)

b) Piirrä vahvistimen piensignalisijaiskytkentä, ja laske vahvistimen avoimen piirin jännitevahvistus A_{vo} . (4p)

c) Johda transistorin siirtokonduktanssin g_m lauseke sekä Hila-lähde jännitteen V_{GS} että nieluvirran I_D funktiona. (2p)

d) Laske vahvistimen tuloresistanssi R_{in} ja lähtöresistanssi R_{out} . (2p)



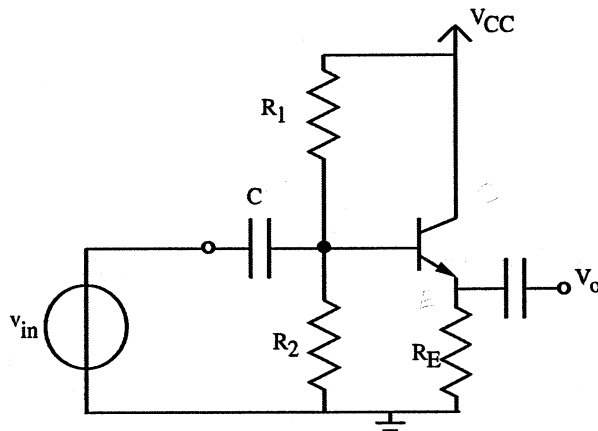
Kuva 1:

2. Kuvassa 2 on esitetty yksiasteinen transistorivahvistin. Transistorin $V_{BE} = 0.7V$, $V_T = 25mV$, $\beta = 100$. Kytkenässä $V_{CC} = 15V$, $R_1 = R_2 = 350k\Omega$, $R_E = 5k\Omega$. Kondensaattorit ovat suuria. Early-efektiä ei tarvitse ottaa huomioon.

a) Mikä kolmesta vahvistinkytkentätyypistä on kyseessä? Laske vahvistimen toimintapiste. (4p)

b) Piirrä vahvistimen piensignalisijaiskytkentä. Laske vahvistimen avoimen piirin jännitevahvistus A_{vo} (4p)

c) Laske vahvistimen tuloresistanssi R_{in} ja lähtöresistanssi R_{out} . (4p)

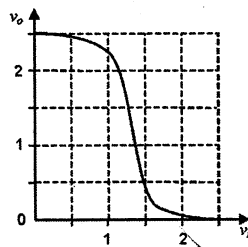


Kuva 2:

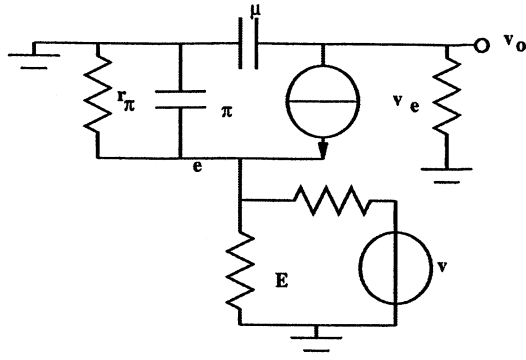
3. a) Kuvassa 3 on erään invertterin siirtokäyrä. Määrittele kuvasta logiikkatasot ja häiriömarginaalit. Nimellinen '0'-taso on 0V ja '1'-taso 2.5V. (4p)

b) Laske CMOS invertterin dynaaminen tehonkulutus, kun käyttöjännite $V_{DD} = 1.8V$, kuormakapasitanssi $C_L = 0.2pF$ ja tulosignaalin keskimääräinen taajuus on 100MHz. (3p)

c) Miten digitaalipiirin käyttöjännitteen laskeminen vaikuttaa häiriömarginaaleihin, etenemisviiveeseen ja tehonkulutukseen? (1p)



Kuva 3:



Kuva 4:

4. Kuvassa 4 on esitetty yhteiskantakytketyn transistorivahvistimen piensignalisijaiskytkentä. Transistorin $\beta = 100$ ja $V_T = 25mV$, ja kollektorivirta toimintapisteessä $I_C = 1mA$. Lisäksi $C_\pi = 30pF$, $C_\mu = 6pF$, $R_C = 5k\Omega$, $R_E = 500\Omega$, $R_s = 50\Omega$.

a) Laske vahvistimen siirtofunktio v_o/v_s , ja määrittele siitä tasajännitevahvistus ja napataajuudet. Kerro hyvin lyhyesti, mitkä ovat ne RC-aikavakiot jotka aiheuttavat navat. (6p)

b) Laske piirin 3-dB ylärajataajuus ω_H avoimen piirin aikavakioiden menetelmällä. (3p)