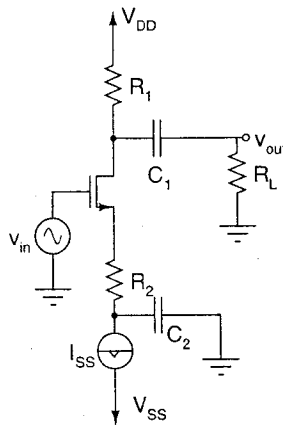


S-87.1010 Elektroniikka I, II Välikoe 17.12.2009 / Marko Kosunen

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

1. Oheisen kuvan 1 kytkennässä $R_L = R_1 = 10k\Omega$ ja $R_2 = 1k\Omega$, $I_{ss} = 1mA$ ja $k' \frac{W}{L} = 0.5mA/V^2$. Saturaatioissa NMOS-transistorille pätee $I_D = k' \frac{W}{2L} (V_{GS} - V_T)^2 (1 + \lambda V_{DS})$. Kanavanpituusmodulaatiota ei kuitenkaan tarvitse ottaa huomioon.

- Laske transistorille g_m ja kytkennälle $\frac{v_{out}}{v_{in}}$.
- Mikä on kytkennän jännitevahvistus, jos $R_2 = 0$,
- Mitkä komponentit määrittävät vahvistuksen, jos $R_2 \gg \frac{1}{g_m}$? Mitä hyötyä tästä voi olla?

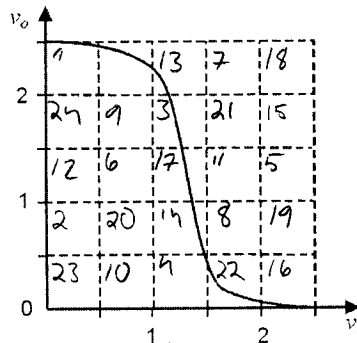


Kuva 1:

2. a) Kuvassa 2 on erään invertterin siirtokäyrä. Määrittele kuvasta logiikkatasot ja häiriömarginaalit. Nimellinen '0'-taso on 0V ja '1'-taso 2.5V.

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

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

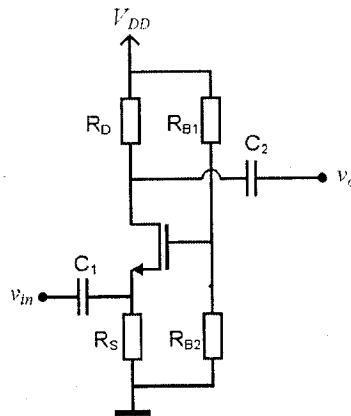


Kuva 2:

3. Kuvan 3 vahvistimessa $R_S = 1k\Omega$, $R_D = 5k\Omega$, $R_{B1} = 100k\Omega$, $R_{B2} = 25k\Omega$ ja $V_{DD} = 15V$. NMOS-transistorin $knW/L = 2mA/V^2$ ja $V_t = 1V$. Kanavanpituusmodulaatiota ei tarvitse ottaa huomioon. Kondensaattorit ovat signaalitaajuuteen nähden suuria.

a) Laske MOS-transistorin toimintapiste.

b) Piirrä vahvistimen piensignalisijaiskytkentä ja laske sen avoimen silmukan jännitevahvistus A_{vo} sekä tulo- ja lähtöimpedanssit R_{in} ja R_o .

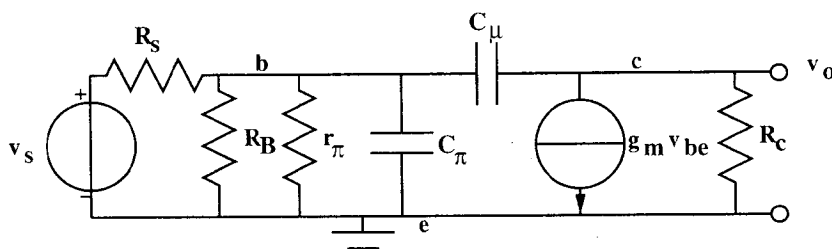


Kuva 3:

4. Kuvassa 4 on esitetty yhteisemitterikytketyn transistorivahvistimen piensignalisijaiskytkentä. Transistorin $\beta = 100$ ja $V_T = 25mV$, ja kollektorivirta toimintapisteessä $I_c = 1mA$. Lisäksi $C_\pi = 30pF$, $C_\mu = 6pF$, $R_C = 5k\Omega$, $R_B = 10k\Omega$ ja $R_s = 50\Omega$.

a) Laske vahvistimen siirtofunktio v_o/v_s Millerin teoreeman avulla. Mitkä ovat napakulmataajuudet ω_{p0} ja ω_{p1} .

b) Laske piirin 3-dB ylärajataajuus ω_H avoimen piirin aikavakioiden menetelmällä. Miksi ylärajataajuus ja a-kohdan hallitseva napa eroavat toisistaan melko paljon?



Kuva 4: