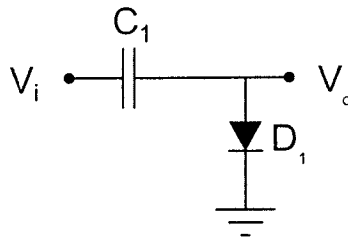


S-87.1010 Elektroniikka I Tentti 27.09.2009 / Marko Kosunen

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

1. a) Piirrä kuvan 1 kytkennän lähtöjännitteen aaltomuoto välillä $t=0\dots 2\text{ms}$, kun tulossa on $v_i(t) = 3V \cdot \sin(2\pi \cdot 1\text{kHz} \cdot t)$, kondensaattorin C_1 jännite alkutilassa on $0V$ ja diodilla on $0.7V$ myötäsuuntainen jännitepudotus.

b) Toista a-kohdan tehtävä piirille, joka on muuten identtinen kuvan 1 piirin kanssa, mutta diodi on kytketty päinvastoin (eli sen terminaalit vaihtavat paikkaa).



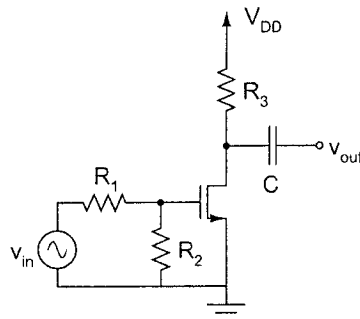
Kuva 1:

2. a) Piirrä avaus-NMOS-transistorin poikkileikkauskuva ja merkitse kuvaan terminaalit (G, S, D ja B). Selitä kuvan perusteella toiminta lyhyesti.

b) MOS-transistorin kanavan virta saturaatiossa on $I_D = \frac{1}{2}K(V_{GS} - V_T)^2(1 + \lambda V_{DS})$. Johda virran kaavan avulla MOS-transistorin siirtokonduktanssi $g_m [1/\Omega]$ sekä lähtöresistanssi $r_o [\Omega]$. Siirtokonduktanssia laskiessasi voit jättää termin λV_{DS} huomioimatta. (Vihje: molemmat riippuvat virran ja jännitteen muutoksesta)

c) Piirrä CMOS-invertterin piirikaavio ja selitä invertterin toiminta.

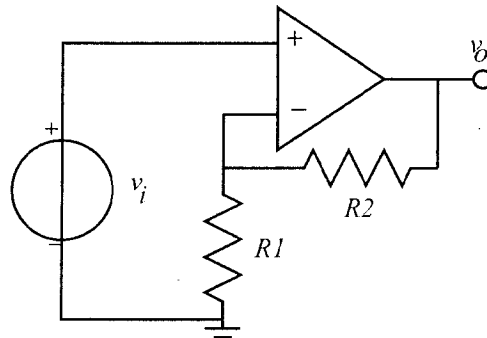
d) Vertaile kuvan 2 NMOS-invertteriä ja c)- kohdassa piirtämäsi CMOS-invertteriä tehonkulutuksen kannalta.



Kuva 2:

3. a) Mitoita kuvan 3 operaatiovahvistinkytkentä niin, että jännitevahvistus on 10 ja takaisinkytkentävastukseen R_2 menevä virta on korkeintaan 1mA, kun lähdössä on 1V:n jännite. Oleta, että operaatiovahvistin on ideaalinen.

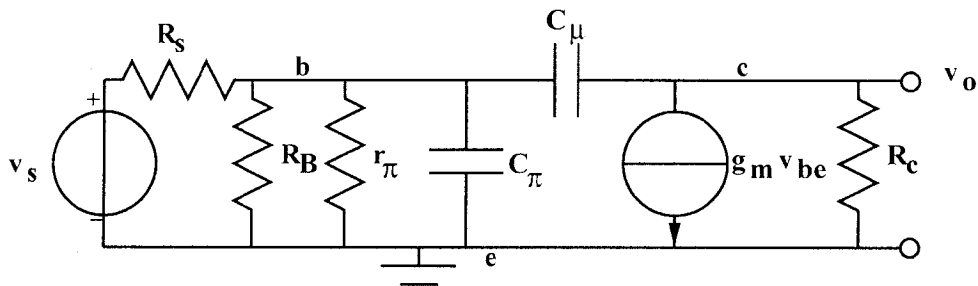
b) Jos operaatiovahvistimen jännitevahvistus ei olekaan ääretön vaan 80dB, niin miten suuren virheen tämä aiheuttaa kytkennän jännitevahvistukseen a)-kohdan tapauksessa? Miten suuri virhe on, jos kytkennän jännitevahvistukseksi on a)-kohdan tapauksessa mitoitettu 200.



Kuva 3:

4. Kuvassa 4 on esitetty yhteisemitterikytketyn transistorivahvistimen piensignaalisisjaiskytkentä. 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: