TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Piiritekniikan laboratorio

S-87.1010 Elektroniikka I /SLi
Tentti ja välikoeuusinta 9.1. 2008
Vk. 1: 1-4, vk. 2: 5-8, tentti: 2, 4, 6, 8
Kirjoita nimi ja opiskelijanumero jokaiseen paperiin.

1. Kuvan 1 vahvistimen tulo on puhtaasti kapasitiivinen C_{in}=100pF. Lähtöimpedanssissa on sekä resistiivinen, että kapasitiivinen komponentti: R_o=100kΩ ja C_o=110pF.

a) Minkä tyyppinen vahvistin on kyseessä?

b) Laske vahvistimen avoimen piirin jännitevahvistus A_{vo} DC:llä kun G_m=1mS.

c) Johda s-tason siirtofunktio $v_o(s)/v_s(s)$ kun R_S= 1kΩ ja R_L=10kΩ ja piirrä sen Bode diagrammi. Mikä on vahvistimen –3dB:n ylärajataajuus?

2. Kuvassa 2 esitetty piiri on signaalinrajoitin. V_{L1}=2.3V, V_{L2}=-2.3V, R_1=R_2=10kΩ. Voit olettaa diodit ideaalisiksi lukuunottamatta myötäsuuntaista jännitettä V_D=0.7V.

a) Millä tulojännitteen arvoilla lähtösignaali leikkautuu?

b) Hahmottele piirin siirtofunktio V_O/V_I, välillä v_i=-10V..+10V, kun diodien kanssa kytketään sarjaan 1kΩ:n suuruiset vastukset R_{S1} ja R_{S2}.

c) Miten suurta estosuuntaista jännitettä diodien D_1 ja D_2 pitää kestää?

3. a) Laske kuvan 3 kytkennän s-tason siirtofunktio $v_o(s)/v_{in}(s)$. Vaihtoehtoisesti voit myös johtaa $v_o(t)$:n lausekkeen $v_{in}(t)$:n funktiona aikatasossa. Minkä matemaattisen operaation kytkentä tekee tulosignaalille? Voit olettaa operaatiovahvistimen ideaaliseksi.

b) Operaatiovahvistimen tuloihin menee esivirta I_B. Miten voit kumota esivirran vaikutuksen kytkennässä? Mitoita esivirran kumoava kytkentäsi, kun R_1=1kΩ ja C=1nF.

4. a) Johda kuvien 4a ja 4b operaatiovahvistinkytkentöjen jännitevahvistusten $A_v=V_o/V_{in}$ lausekkeet kun operaatiovahvistin on ideaalinen.

a) Johda kuvan 4a operaatiovahvistinkytkennän jännitevahvistuksen $A_v=V_o/V_{in}$ lauseke s-tasossa, kun operaatiovahvistimen siirtofunktio on A(s). Tarkista tulos vertaamalla a)-kohdan tulokseen, kun A(s)→∞.

c) Kuvan 4a kytkentä on mitoitettu niin, että sen jännitevahvistus A_v DC:llä on 24dB. Laske kytkennän –3dB:n ylärajataajuus ω_{3dB}, kun operaatiovahvistimen yksikkövahvistuksen taajuus ω_t=1Mrad/s.

Ohje: Oleta c)-kohdassa, että operaatiovahvistimen DC-vahvistus on ääretön, jolloin siirtofuntio on samaa muotoa kuin integraattorilla.

5. a) Hahmottele n-kanava MOS-transistorin (NMOS) i_D-v_{DS} ominaiskäyrästö hila-lähdejännitteen V_{GS} arvoilla 1V, 2V ja 3V. Transistorin kynnysjännite V_t=1V, transkonduktanssikerroin $k_n'W/L$=1mA/V^2.

b) Merkitse käyrästöön MOS-transistorin toimintatilat.

c) Miten kanavanpituusmodulaatio vaikuttaa transistorin nielu-virtaan I_D? Miten se näkyy ominaiskäyrästössä?

6. Kuvan 5. vahvistimen käyttöjännite V_{CC}=10V ja transistorin virtavahvistuskerroin β=100 ja V_T=25mV. Voit olettaa toimintapistettä laskiessasi, että transistorin V_{BE}=0.7V. Transistorin antoresistanssia ei oteta huomioon ja kondensaattorit ovat signaalitaajuuteen nähden suuria.

a) Mitoita R_B ja R_C niin, että transistorin toimintapisteeksi tulee V_{CE}=4V ja I_C=2mA.

b) Ratkaise vahvistimen avoimen piirin jännitevahvistus A_{vo}.

c) Laske transistorin toimintapiste a)-kohdassa lasketuilla vastusarvoilla kun β onkin 50 tai 200.

7. Kuvan 6 piirissä NMOS transistorin toimintapiste on asetttu niin, että se on saturaatiossa ja sen transkonduktanssi g_m=2mS. Lisäksi R_S=1kΩ, R_D=10kΩ. Lähteen sisäinen resistanssi R_g=500Ω. Transistorilla on parasiittinen kapasitanssi hilalta lähteelle C_{gs}=1pF ja hilalta nielulle C_{gd}=0.2pF.

a) Muodosta piirille piensignaalisijaiskytkentä käyttäen MOS-transistorille piensignaalimallia, johon on lisätty C_{gs} ja C_{gd}.

b) Laske siirtofunktio v_o/v_g s-tasossa ja ratkaise jännitevahvistuksen arvo DC:llä sekä siirtofunktion napojen taajuudet.

c) Piirrä vahvistimen taajuusvasteen amplitudin ja vaiheen Bode-diagrammi.

Ohje: transistorin kanavanpituusmodulaatiota ei tarvitse ottaa huomioon. Kondensaattorit C ovat signaalitaajuuteen nähden suuria.

8. Selitä lyhyesti mitä seuraavat käsitteet tarkoittavat ja miten ne määritellään (soveltuvin osin)

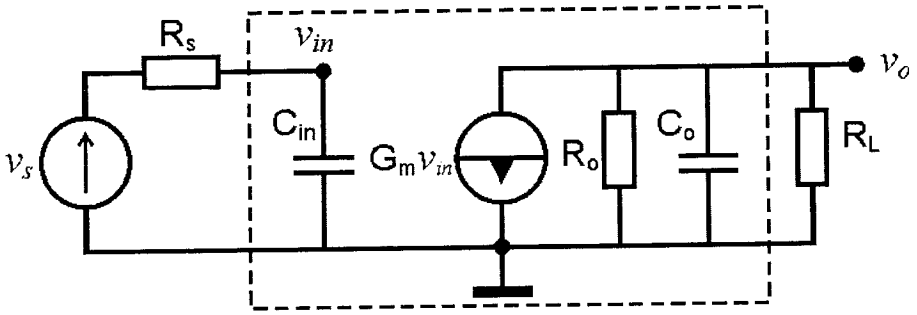
a) Transistorin f_T.

b) Avoimen piirin aikavakioiden menetelmä.

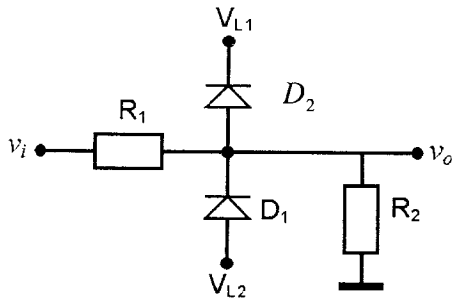
c) Miller-kapasitanssi.

c) Logiikkaportin häiriömarginaali.

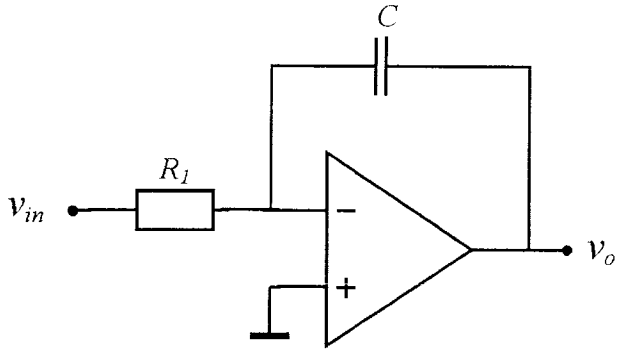
d) Logiikkaportin etenemisviive.



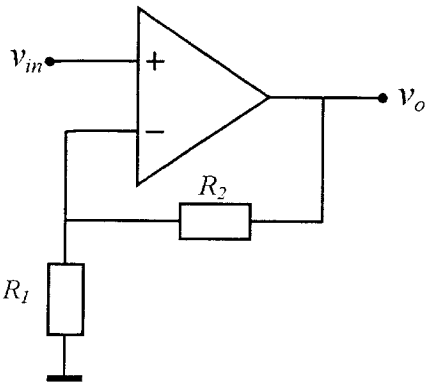
Kuva 1



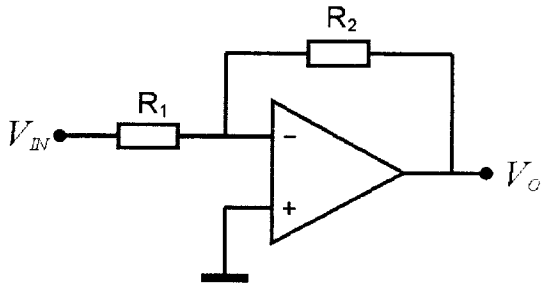
Kuva 2



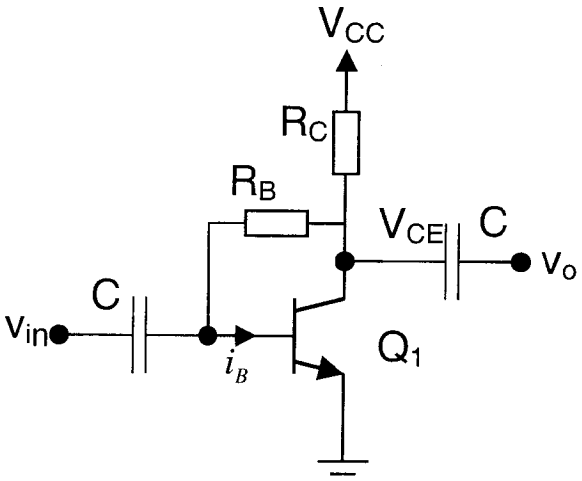
Kuva 3



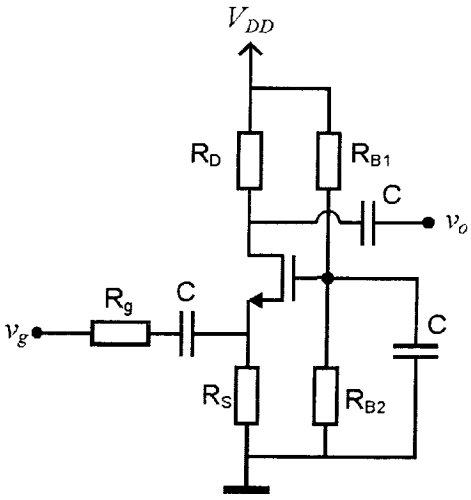
Kuva 4a



Kuva 4b



Kuva 5



Kuva 6