TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Piiritekniikan laboratorio

S-87.1010 Elektroniikka I /Sli
Tentti ja välikoeuusinta 9.1. 2007
1. vk.: 1-4, 2. vk.: 4.8, tentti: 2, 4, 6,7 MERKITSE MYÖS PAPERIIN MITÄ SOORITAT!
Nimi ja opiskelijanumero jokaiseen paperiin.

1. Kuvan 1. kytkennässä diodi D_1 toimii sarjakytkimenä pienelle vaihtojännitteelle v_{in}. Diodin toimintapiste asetetaan ohjausjännitteen V_C avulla joko myötäsuuntaiseksi tai estosuunnan rajalle (V_D=0V), jolloin sen dynaaminen resistanssi muuttuu voimakkaasti.

a) Laske diodin läpi kulkeva tasavirta kun ohjausjännite V_C on 0V. Käytä diodille vakiojännitepudostusmallia, jossa V_D=0.7V. Käyttöjännite V_{DD}=5V, R=10kΩ.

b) Laske kytkimen (diodin) dynaaminen resistanssi johtavassa ja johtamattomassa tilassa kun ohjausjännite V_C on joko 0V tai 5V. Diodin I_S=1e-15A ja n=1. Kondensaattorit ovat niin suuria, että ne näyttävät signaalitaajuudella oikosuluilta ja kela on niin suuri, että se näyttää avoimelta piiriltä.

Ohje: terminen jännite V_T on huoneenlämpötilassa noin 25.9mV.

2. a) Piirrä kuvan 2a piirin lähtöjännite ajan funktiona välillä 0..2ms, kun tulosignaali on v_i=3V·sin(2π·1kHz·t) ajalla t>0 ja v_i=0 ennen sitä.

b) Piirrä kuvan 2b piirin lähtöjännite ajan funktiona välillä 0..2ms. Tulojännite on sama kuin a)-kohdassa.

Ohje: käytä diodille vakiojännitepudotusmallia, jossa V_D=0.7V. Kondensaattorin C_1 alkujännite on nolla sekä a)- että b)-kohdissa.

3. a) Johda kuvan 3a 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.

b) Piirrä kuvan 3a piirin lähtöjännite aikatasossa jatkuvassa tilassa välillä 0..2mS, kun tulojännite $v_i(t)$ on kuvan 3b mukainen, R=1kΩ ja C=1μF ja operaatiovahvistin oletetaan ideaaliseksi.

c) Piirrä lähtöjännite b-kohdan mukaisessa tapauksessa, mutta ota huomioon operaatiovahvistimen lähdön rajallinen nousunopeus SR=40V/ms.

Ohje: *nousunopeuden rajoitus on sama sekä nousevalle että laskevalle lähtöjännitteelle.*

4. a) Johda kuvien 4a ja 4b operaatiovahvistinkytkentöjen jännitevahvistusten $A_v=V_o/V_{in}$ lausekkeet s-tasossa kun operaatiovahvistimen siirtofunktio on A(s). Tarkista tulos laskemalla jännitevahvistus, kun A(s)→∞.

b) Kuvan 4b 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, että operaatiovahvistimen DC-vahvistus on ääretön, jolloin siirtofuntio on samaa muotoa kuin integraattorilla.

5. Kuvassa 5 olevan vahvistimen tulon ja lähdön DC-tasot on erotettu 1μF:n kondensaattoreilla C_1 ja C_2. Laske oikosulkuaikavakioiden menetelmällä kondensaattoreista C_1 ja C_2 aiheutuva vahvistimen alarajataajuus, kun R_{in}= R_s=1kΩ ja R_o= R_L=50Ω.

6. Kuvan 6 vahvistimessa bipolaaritransistorin β=100, R_{B1}=25kΩ, R_{B2}=25kΩ, R_E=2.5kΩ, R_C=1.5kΩ ja V_{CC}=12V. Voit olettaa, että V_{BE}=0.7 ja että kondensaattorit ovat signaalitaajuuteen nähden suuria.

a) Laske piirin toimintapiste ja muodosta sen piensignaalisijaiskytkentä.

b) Laske vahvistimen avoimen piirin jännitevahvistus sekä tulo- ja lähtöresistanssit.

7. Kuvan 7 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.

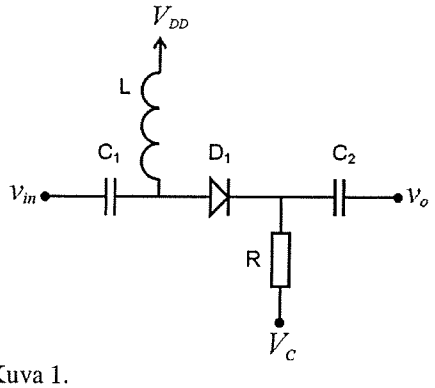
Ohje: transistorin kanavanpituusmodulaatiota ei tarvitse ottaa huomioon. Kondensaattorit C ovat signaalitaajuuteen nähden suuria.

8. Määrittele seuraavat CMOS digitaaliportteihin liittyvät käsitteet ja kerro millä tavalla ne riippuvat käyttöjännitteen suuruudesta.

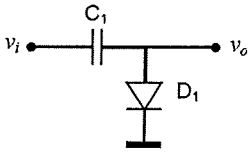
a) Häiriömarginaali

b) Etenemisviive

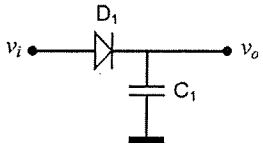
c) Dynaaminen tehonkulutus



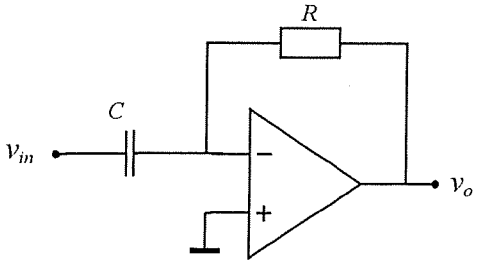
Kuva 1.



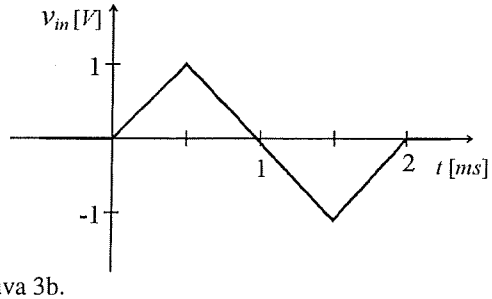
Kuva 2a



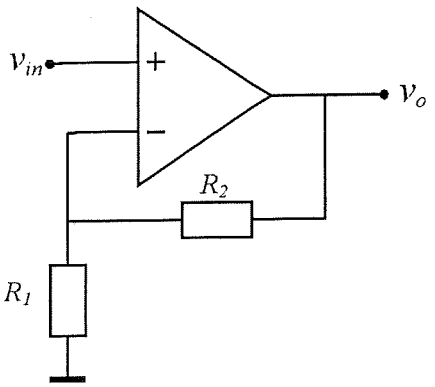
Kuva 2b



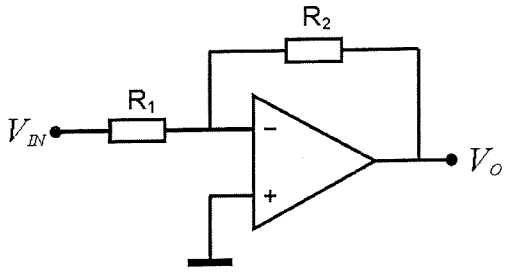
Kuva 3a.



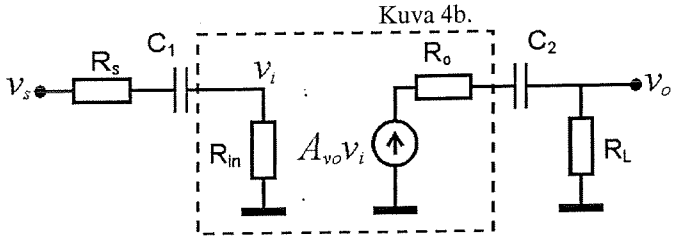
Kuva 3b.



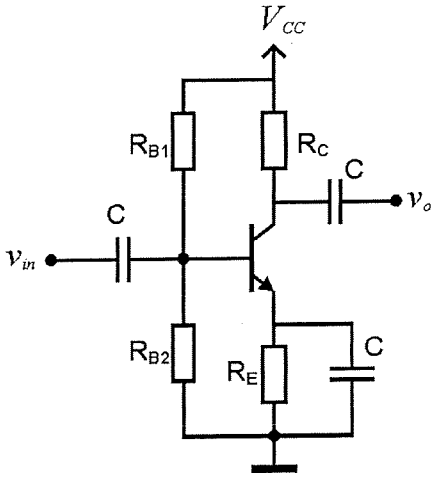
Kuva 4a.



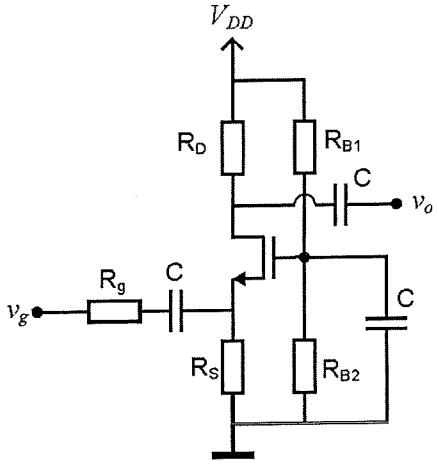
Kuva 4b.



Kuva 5



Kuva 6



Kuva 7