

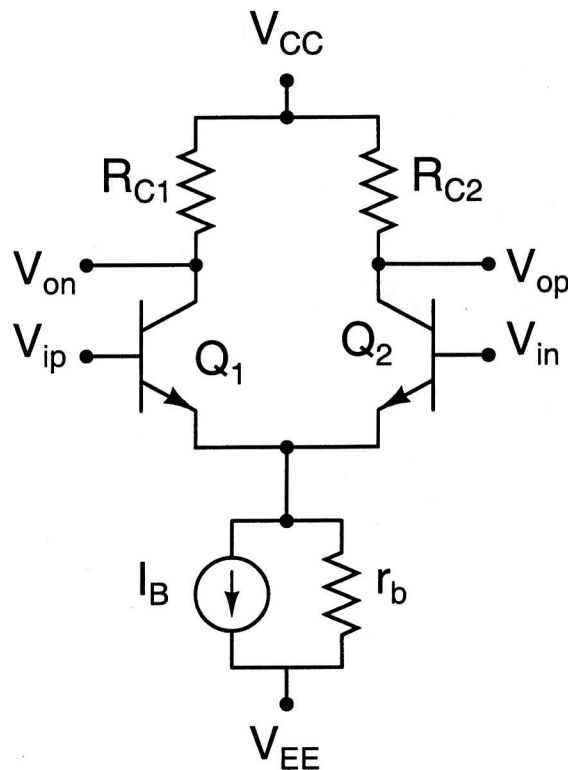
S-87.2020 Elektroniikka II Tentti ja välikoeuusinnat 27.05.2011

1. Välikokeen tehtävät 1-4, 2. välikokeen tehtävät 5-8 ja tentin tehtävät 1, 2, 6 ja 8. Kirjoita nimesi ja opiskelijanumerosi jokaiseen paperiin (myös mahdollisiin liitteisiin). Kaikki laskimet sallittuja. Ei apukirjallisuutta.

1. Kuvan 1 vahvistimessa $R_{C1} = R_{C2} = 5k\Omega$. Transistorit Q_1 ja Q_2 ovat aktiivialueella ja niiden transkonduktanssit $g_{m1} = g_{m2} = 40mS$. Transistorien virtavahvistuskerroin $\beta = 100$ ja termien jännite $V_T = 25mV$. Virtalähde $I_B = 2mA$ ja sen piensignaali-resistanssi $r_b = 1M\Omega$. Voit olettaa, että transistorien antoresistanssi $r_o = \infty$.

a) Muodosta vahvistimen eromuotoinen piensignaalisijaiskytkentä ja laske eromuotoinen jännitevahvistus $A_d = v_{od}/v_{id}$, missä v_{od} ja v_{id} ovat eromuotoinen tulo- ja lähtöjännite.

b) Muodosta vahvistimen yhteismuotoinen piensignaalisijaiskytkentä ja laske yhteismuotoinen jännitevahvistus $A_c = v_{oc}/v_{ic}$, missä v_{oc} ja v_{ic} ovat yhteismuotoinen lähtö- ja tulojännite.



Kuva 1:

2. Ei-invertoivassa vahvistinkytkenässä olevalla operaatiovahvistimella on kaksi vasemman puolitason napaa taajuuksilla $f_{p0} = 10kHz$ ja $f_{p1} = 10MHz$ sekä oikean puolitason nolla f_{z0} taajuudella $40MHz$. Operaatiovahvistimen DC vahvistus $A_{DC} = 80dB$.

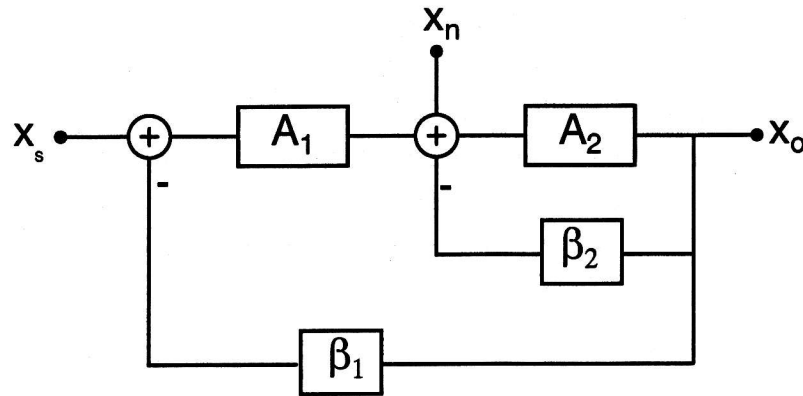
a) Piirrä silmukkavahvistuksen Bode-diagrammi ja määritä vaihe- ja vahvistusmarginaalit kun vahvistin on kytketty $20dB$ suljetun silmukan vahvistukseen A_f

b) Onko vahvistin stabiili a)-kohdassa?

c) Mikä suljetun silmukan vahvistuksen A_f pitää vähintään olla, jotta vahvistimen vaihevara on yli 60° ?

3.a) Johda siirtofunktio $\frac{x_o}{x_s}$ kuvan 2 takaisinkytketylle piirille. Tässä kohdassa ei tarvitse huomioida häiriösignaalia x_n .

b) Johda häiriösignaalin aiheuttama siirtofunktio $\frac{x_o}{x_n}$ kuvan 2 takaisinkytketylle piirille.



Kuva 2:

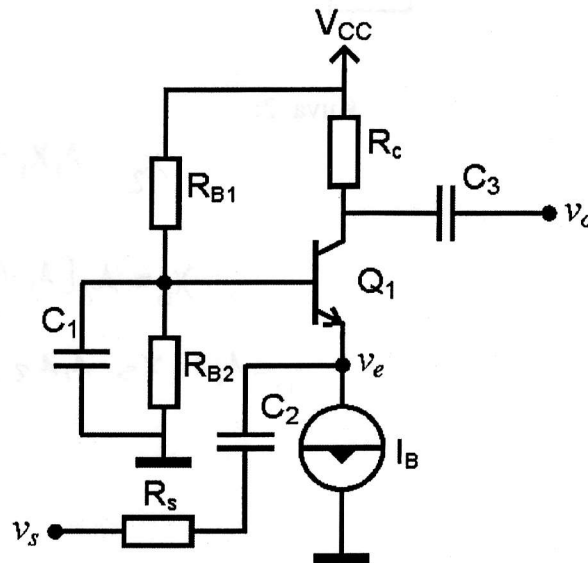
$$x_2 = A_1 x_1 - \beta_2 x_o + x_n$$

$$x_o = A_2 [A_1 \cdot (x_s - \beta_1 x_o) - \beta_2 x_o + x_n]$$

$$x_o = A_1 A_2 x_s - A_1 A_2 \beta_1 x_o - A_1 \beta_2 x_o + A_2 x_n$$

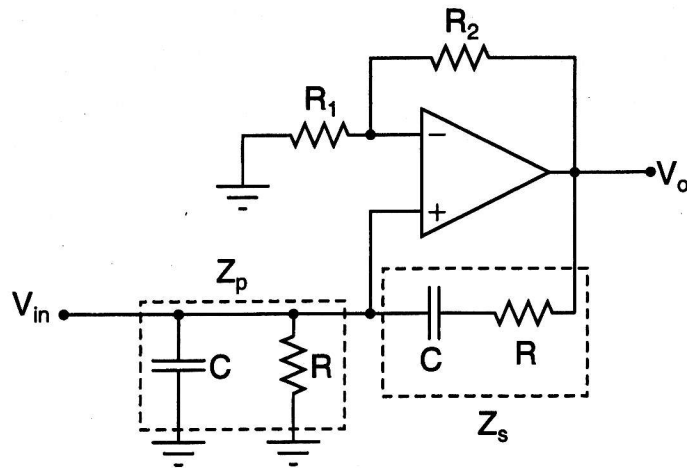
4. Kuvan 3 CB-vahvistinasteessa on toimintapiste asetettu niin, että transistorin Q_1 $g_m = 40\text{mS}$ ja $r_\pi = 1\text{k}\Omega$. Lähteen sisäinen resistanssi $R_S = 1\text{k}\Omega$, tulon esijännitysvastukset R_{B1} ja R_{B2} ovat suuria, kollektorivastus $R_C = 5\text{k}\Omega$ ja esivirtalähde $I_B = 1\text{mA}$. Transistorin Q_1 parasittiset kanta-kollektori ja kanta-emitteri kapasitanssit ovat $C_\mu = 6.5\text{pF}$ ja $C_\pi = 30\text{pF}$. Piirin toimintaa tarkastellaan niin korkealla taajuudella, että kondensaattorit C_{1-3} näyttävät oikosuilta. Transistorin lähtöresistanssia ei tarvitse ottaa huomioon.

- Laske piirin s-tason jännitteen siirtofunktio v_o/v_s .
- Laske siirtofunktion napataajuudet ja piirrä amplitudin Boden diagrammi.
- Piirin esijännitystä muutetaan niin, että transistorin Q_1 kollektorivirta on kaksinkertainen, jolloin sen $g_m = 80\text{mS}$ ja $r_\pi = 500\Omega$. Muut komponenttiarvot pysyvät ennallaan. Piirrä amplitudin Boden diagrammi uudessa toimintapisteessä. Muuttuuko piirin -3dB:n ylärajataajuus? Entä yksikkövahvistuksentaajuus?



Kuva 3:

5. a) Johda oskillaatioehto kuvan 4 Wieninsilta-oskillaattorille? Miten oskilloinnin käynnistyminen varmistetaan käytännössä? Voit olettaa, että operaatiovahvistin on ideaalinen.
 b) Mitoita oskillaattori niin, että oskillaatiotaajuus on 100kHz.



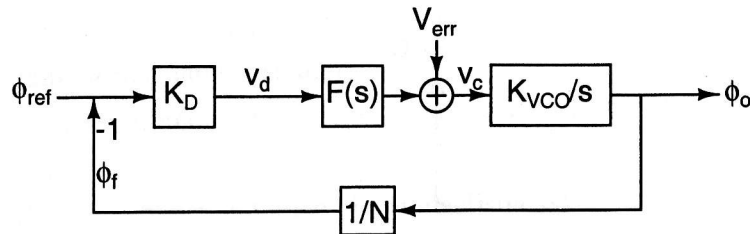
Kuva 4:

6. Selitä lyhyesti

- a) Miten transistorin häviötehon P_D , termisen resistanssin θ_{JA} ja ulkoisen lämpötilan θ_{TA} avulla voidaan laskea lämpötila puolijohteessa θ_{TJ} ?
- b) Mikä on yleisin tapa säätää hakkuriteholähteen lähtöjännitteen tasoa? c) Mitä etua on vaihe-
taajuusvertailijan (PFD) käytöstä verrattuna kertojan käyttöön PLL:ssä?
- d) Selitä R-2R -tekniikalla toteutetun DA-muuntimen toimintaperiaate?
- e) Mitä eroa on luokkien A-, B- ja AB-vahvistimilla (muutamalla sanalla, piirikaavioita ei tule esittää)?

7.a) Johda kuvan 5 PLL:n lineaariselle mallille siirtofunktio referenssin vaiheesta ϕ_{ref} lähtösignaalin vaiheeksi ϕ_o . Lohkokaaviossa $F(s) = \frac{1}{1+s/\omega_p}$. Häiriön vaikutusta ei tarvitse huomioida.

b) Edellä mainitussa toisen asteen PLL:ssä käytetään XOR-porttia vaihevertailijana. VCO:n vahvistus $K_{VCO} = 140\text{MHz/V}$, referenssitaajuus on 1MHz ja lähtötaajuus $1,8\text{GHz}$. XOR-portin (ECL) lähdön jännitealue on $0,77\text{V}_{pp}$. Laske silmukkasuodattimen navan ω_p taajuus, jolla saavutetaan $Q = 0,37$. Käytettävän suodattimen siirtofunktio on sama kuin a-kohdassa.

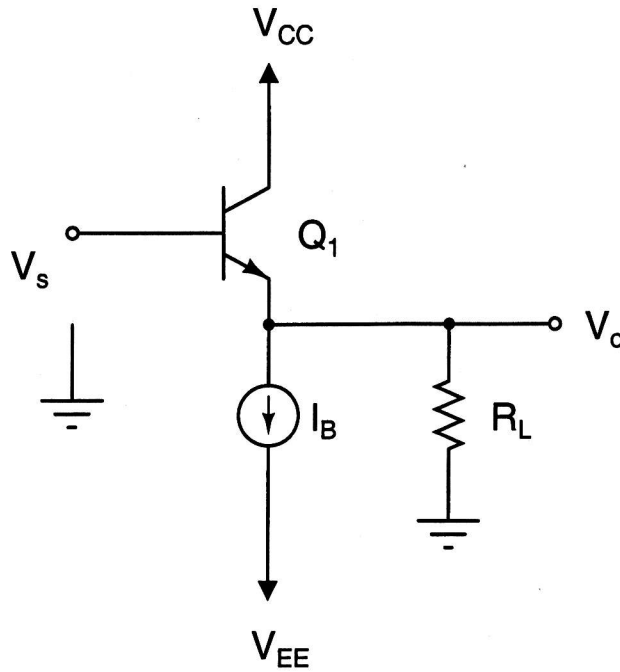


Kuva 5:

8. Kuvan 6 vahvistimen lähtöteho $P_L = 5W$, kuormavastus $R_L = 4\Omega$ ja käyttöjännitteet $V_{CC} = -V_{EE} = 10V$. Transistorin Q_1 virta saa muuttua vain 1%:n suhteessa esivirtaan, jolloin se toimii edelleen piensignaali-alueella. Signaali on sinimuotoinen.

a) Laske esivirran I_B suuruus ja vahvistimen hyötysuhde?

b) Mikä on vahvistimen hyötysuhde, jos lähtöjännite ulottuisi käyttöjännitteisiin?



Kuva 6: