

Nimi: \_\_\_\_\_ Opisk.no: \_\_\_\_\_

1	2	3	4	5	$\Sigma$	Laboratoriotentti suoritettu ____ / ____ / 2002

1. Selvitä lyhyesti seuraavat käsitteet (kohdat a - j).

a) Mitä tarkoittaa käsite virtuaalinen maa?

- toinen sis. tulo kytketty maahan niin toinenkin on maapotentiaalissa  
n.s. virtuaalinen maa



b) Mitä tarkoittaa kolmitilalogiikka?

- enable / disable

input - output

c) Vertaile JFETiä ja sulkytyypistä MOSFETiä (molemmat ovat n-tyyppiä)?

- rakenteellisia eroja, mutta ei toiminnallisia

- JFET:llä  $V_{GS} < 0$  eli neg. kirkvinen maksimissa 0

d) Selvitä transistorin toiminta cut off -, lineaarinen - ja saturaatiotoimintamuodoissa?

BJT:

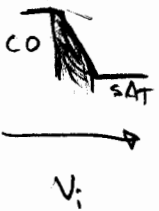
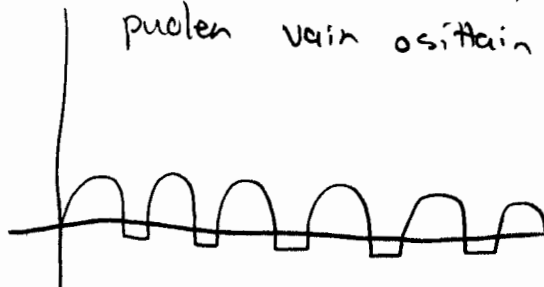
- cut-off = toimii äärettömänä vastuksena, avoin piiri, ei johda

- lineaarinen = toimii vahvistimena

- saturaatio  $\neq I_b$  ei ohjaa ulostuloa, "kyllästynyt"

e) Mikä on AB-luokan vahvistimen toimintaperiaate? (Piirrä kuva ja selitä toiminta sen avulla.)

- A:n ja B:n välimuoto, vahvistaa toisen puolen vain osittain



f) Mikä on kohinan ja särön ero?

- kohina satunnaisista häiriöistä signaalissa
- säröytyminen johtuu elektronikka järjestelmästä itsestään (vääristyminen)

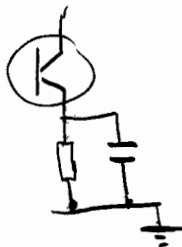
g) Mitä tarkoitetaan vahvistimen taajuusvasteella (Piirrä kuva)?

- vahvistus vaihtelee inputin taajuuden mukaan
- yleisesti ulostulon arvo riippuu taajuudesta



h) Miksi transistorivahvistinkytkennöissä käytetään ohituskondensattoreita? (Piirrä kuva)

- että saadaan AC-komponentti suodatettua pois



i) Mitä tarkoittaa vahvistimista puhuttaessa DC-kytketty?

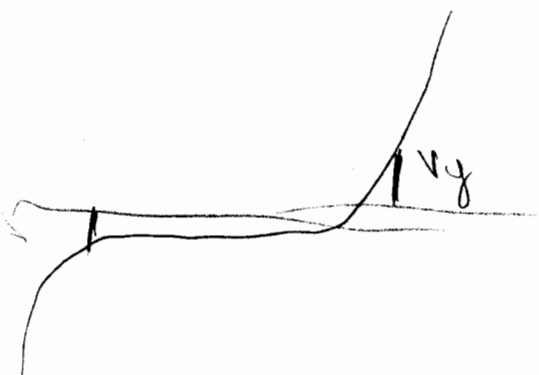
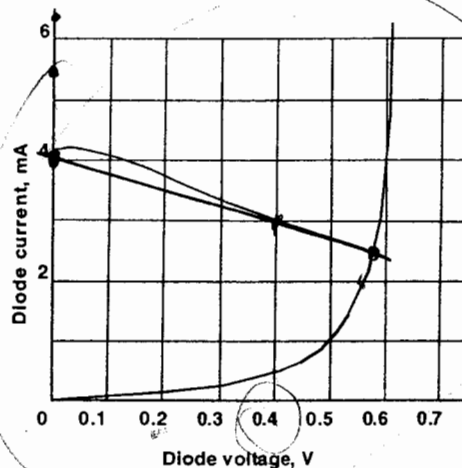
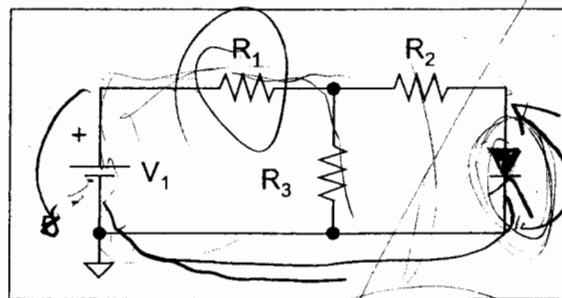
- DC-komponentti pääsee vahvistimeen, pitäisi ulostulon vaihtaa taajuus muuttuisi (pienillä taajuuksilla)

j) Mitä tarkoittaa oktaavi?

- tuplaus/puolitus taajuudelle, desibeleinä 6 dB vahvistukseen

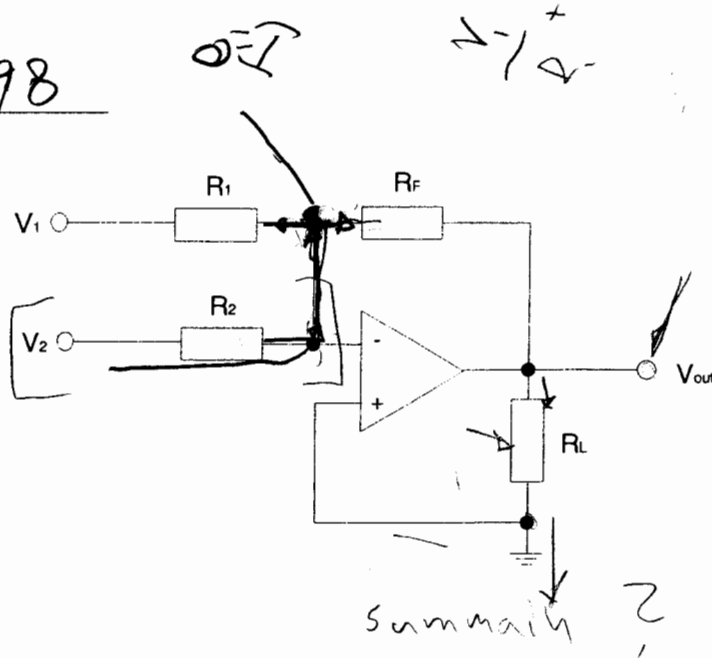
millä

2. a) Laske vastuksen  $R_1$  yli oleva jännite ja piirrä sen suunta kuvaan. Merkitse piirtämiisi nuoliin selvästi, kumpaan tehtävän kohtaan nuoli kuuluu. Diodin ominaiskäyrä on annetun kuvan mukainen. Kytkenän muut arvot ovat:  
 $R_1 = R_2 = 220 \Omega$  ja  $R_3 = 350 \Omega$ .  
 i)  $V_1 = -3,2 \text{ V}$  ja  
 ii)  $V_1 = 2,4 \text{ V}$ .



Vastaus: i)  $V_{R1} = -1,24$  ii)  $V_{R1} = 1,98$

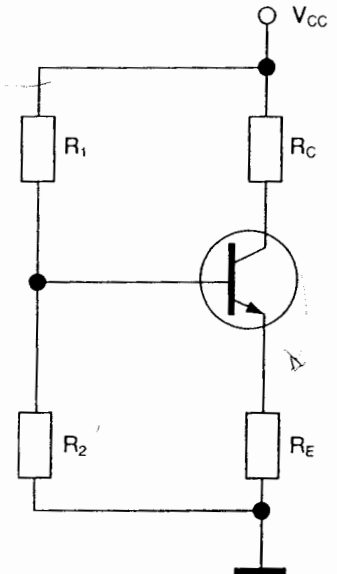
2. b) Mikä on jännite  $V_{out}$  oheisessa piirissä, kun  $R_1 = 12 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 21 \text{ k}\Omega$ ,  $R_F = 47 \text{ k}\Omega$ ,  $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $V_1 = 3,7 \text{ V}$  ja  $V_2 = -2,1 \text{ V}$ ? Operaatiovahvistimen käyttöjännitteet ovat riittävät.



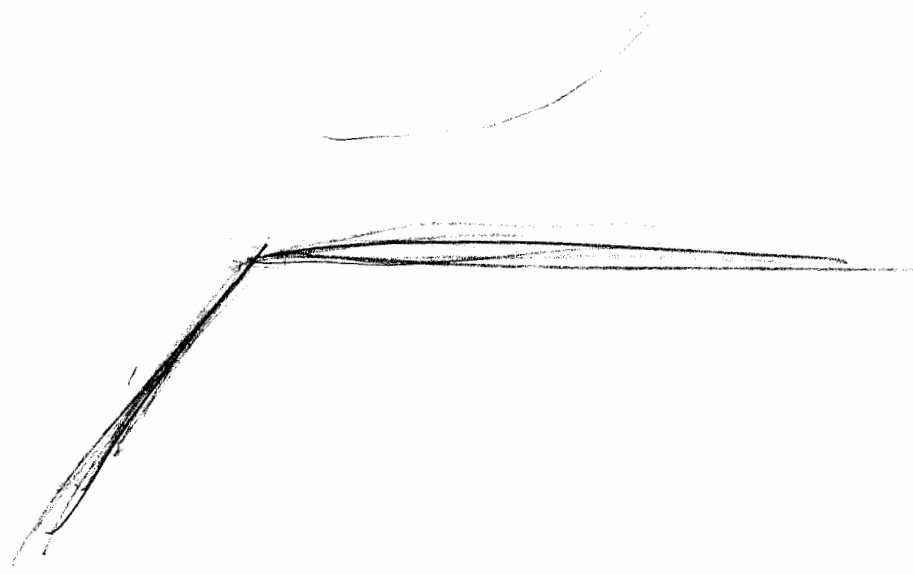
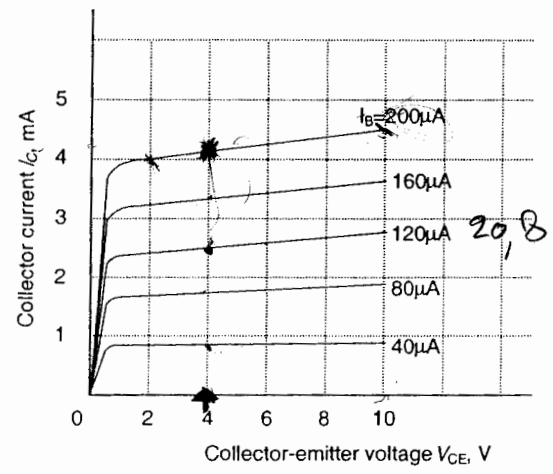
$$V_{out} = -R_F \left( \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} \right)$$

Vastaus:  $V_{out} =$

3. a) Laske oheisen kytkennän kantavirta  $I_B$ , kollektorivirta  $I_C$  ja vastuksen  $R_1$  arvo, kun  $R_2$  on  $14\text{ k}\Omega$ . Transistorin ominaiskäyrä on ohessa. Piirin muut arvot ovat:  $V_{CC} = 18\text{ V}$ ,  $R_C = 3,4\text{ k}\Omega$ ,  $R_E = 1,0\text{ k}\Omega$ ,  $V_{CE} = 4\text{ V}$  ja  $V_{BE} = 0,7\text{ V}$ . Tehtävässä ei saa tehdä oletusta  $I_C = I_E$ .



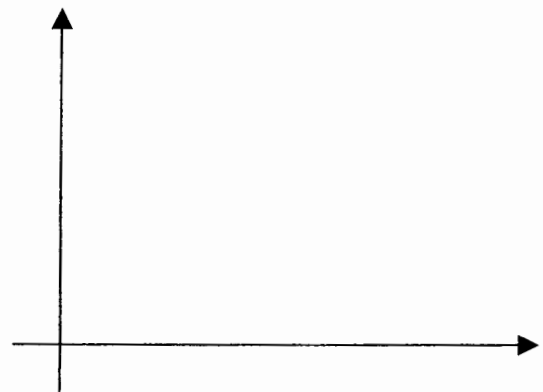
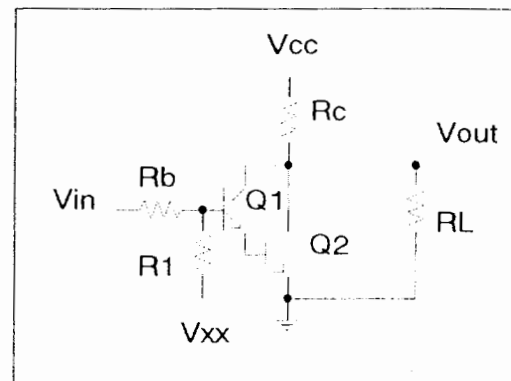
$\beta = 20$



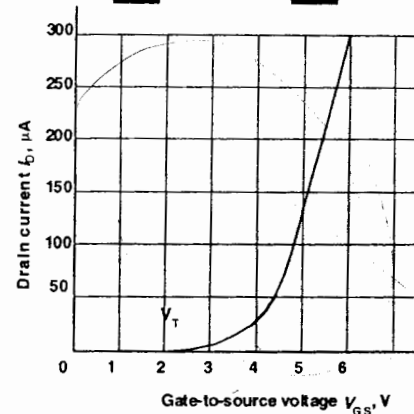
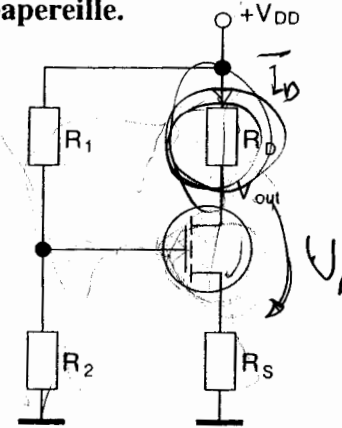
Vastaus:  $I_B =$  \_\_\_\_\_,  $I_C =$  \_\_\_\_\_ ja  $R_1 =$  \_\_\_\_\_



3. b) Hahmottele käännepisteinen ulostulo  $V_{out}$  sisäänmenojännitteen  $V_{in}$  funktiona, kun  $V_{in}$  muuttuu -50 V:sta 100 V:iin (valitse vastauskuvaan sopivat akselialueet). Transistorit Q1 ja Q2 ovat identtisiä ja yksittäisen transistorin  $h_{FE}=\beta=7$ ,  $V_{CESAT}=0,2$  V ja  $V_{BE}=0,7$  V. Piirin muut arvot ovat:  $V_{CC}=16$  V,  $V_{XX}=-16$  V,  $R_b=79$  k $\Omega$ ,  $R_1=82$  k $\Omega$ ,  $R_c=3,2$  k $\Omega$  ja  $R_L=47$  k $\Omega$ . Tehtävässä ei saa tehdä oletusta  $I_C=I_E$ .

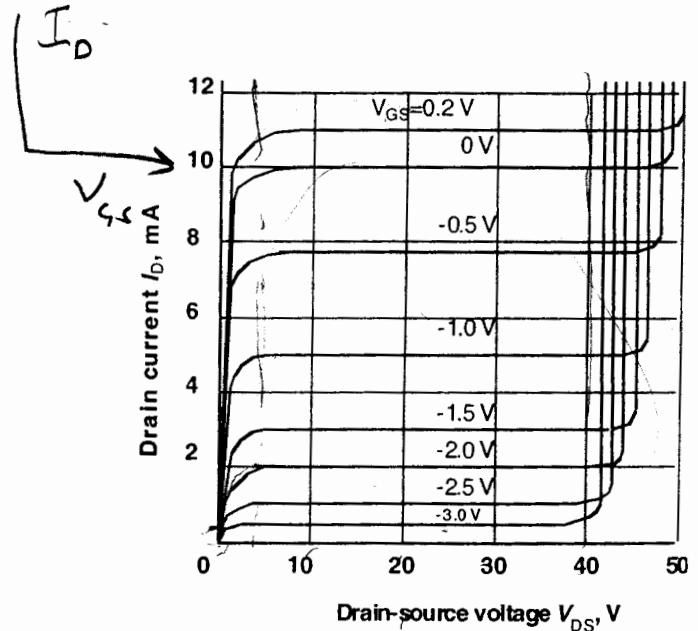
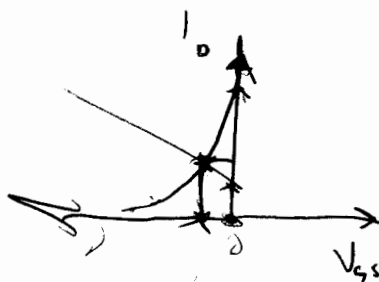


4. a) Oheisen kytkennän käyttöjännite  $V_{DD} = 16\text{ V}$ , biasointivastukset  $R_1 = 100\text{ k}\Omega$  ja  $R_2 = 160\text{ k}\Omega$  sekä  $R_D = 47\text{ k}\Omega$ . FET:n ominaiskäyrä on ohessa. Mitoita vastus  $R_S$ , kun jännitteeksi  $V_{out}$  halutaan  $4\text{ V}$ .



Vastaus:  $R_S =$  \_\_\_\_\_

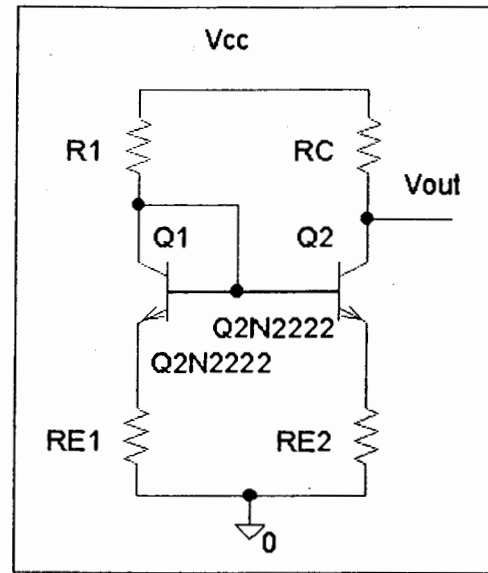
4. b) Kytken 4a avaustyypinen MOSFET vaihdetaan JFETiin, jonka ominaiskäyrä on ohessa. Käyttöjännite  $V_{DD} = 16\text{ V}$ ,  $R_1 = 47\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 16\text{ k}\Omega$  ja  $R_S = 1,5\text{ k}\Omega$
- i) Mikä on kytkennän  $I_D$  ja  $V_{GS}$ ?
- ii) Huomaa, että laskettaessa virtaa  $I_D$  ei vastusta  $R_D$  tarvittu. Mikä rajoittaa ja missä rajoissa vastus  $R_D$  voi vaihdella?



Vastaus: i)  $I_D =$  \_\_\_\_\_ ja  $V_{GS} =$  \_\_\_\_\_ ja ii)  $R_D =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$

Mikä rajoittaa: \_\_\_\_\_

5. a) Laske oheisen kuvan kytkennässä virrat  $I_{C1}$  ja  $I_{C2}$ . Mikä tulee vastuksen  $R_C$  arvoksi, kun ulostuloksi  $V_{out}$  halutaan 12,2V ja käyttöjännite  $V_{CC} = 18$  V. Transistorit Q1 ja Q2 ovat identtiset. Virtavahvistus  $h_{FE} = \beta = 19$ ,  $V_{BE} = 0,7$  V ja  $V_{CESAT} = 0,2$  V. Vastukset ovat:  $R_1 = 19$  k $\Omega$  ja  $R_{E1} = R_{E2} = 1,5$  k $\Omega$ . Tehtävässä ei saa tehdä oletusta  $I_C = I_E$ .

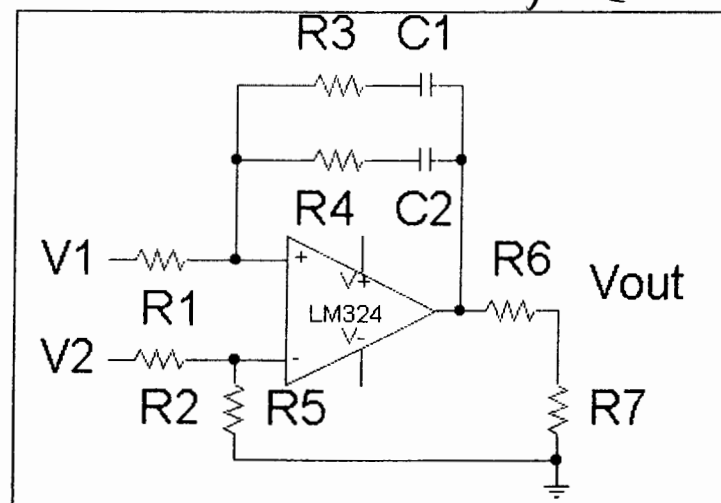


$$\omega = 2\pi f$$

Vastaus:  $I_{C1} =$  \_\_\_\_\_ ,  $I_{C2} =$  \_\_\_\_\_ ja  $R_C =$  \_\_\_\_\_

$$\frac{1}{j\omega C}$$

5. b) Laske  $V_{out}$  taajuudella  $f = 150$  Hz, kun muut arvot ovat.  $R_1 = R_2 = 1$  k $\Omega$ ,  $R_3 = R_4 = 2,2$  k $\Omega$ ,  $C_1 = C_2 = 1,8$   $\mu$ F,  $R_5 = R_6 = R_7 = 3,9$  k $\Omega$ ,  $V_1 = 5$  V,  $V_2 = 0$  V ja operaatiovahvistimen LM324 käyttöjännitteet ovat  $\pm 15$  V. Perustele ratkaisusi.



Vastaus:  $V_{out} =$  \_\_\_\_\_

Perustelut: \_\_\_\_\_