

Nimi: \_\_\_\_\_

Opiskelijanumero: \_\_\_\_\_

Tee vastaukset kokonaisuudessaan kysymys-  
papereille. Jatka tarvittaessa paperin kääntöpuolelle.

T1	T2	T3	T4	T5	Yhteensä
0	0	0	0	0	0

1. a) Mitä on kohina? Piirrä myös selventävä kuva. (1p)

Kohina on satunnaista, monesti ulkaisista tekijöistä johtuvaa  
häiriötä joka summantuu signaalin

b) Mikä on varaktori? (1p)

Konkadiodi, säädettävä esto

0

c) Mikä on toimintapiste? (1p)

0

d) Mikä on suurin ero FET- ja BJT-transistorien ohjauksessa? (1p)

BJT:ssä menee kannalle virta

FET:ssä kitalle ei-mee virtaa

0

e) Mitä tarkoittaa passiivinen vahvistin? (1p)

0 Ei mitään

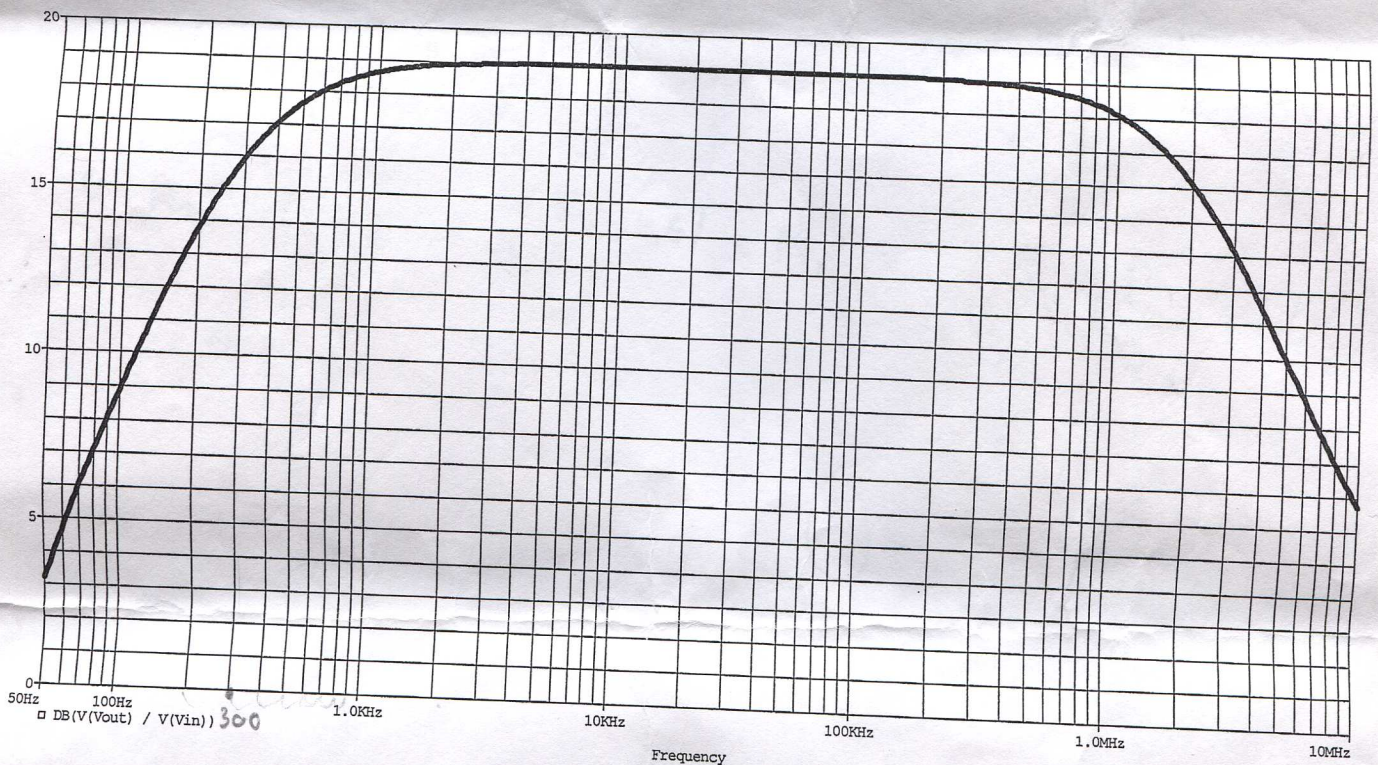
f) Mihin piensignaalmallia käytetään? (1p)

Yksinkertaistetaan  
pieniä signaalin ollessa  
pieni

0



2. i) Olet simuloinut erään vahvistinkytkenän amplitudivastetta ja saanut alla olevan kuvan mukaisen tuloksen. (3p)
- Mikä on vahvistimen ulostulossa olevan signaalin vaihtokomponentin amplitudi taajuudella 10kHz, kun sisäänmenossa olevan signaalin AC-komponentin amplitudi on 15 mV? Entä ylemmän rajataajuuden kohdalla?
  - Mikä on vahvistimen kaistanleveys?
  - Onko kyseinen kytkentä AC- vai DC-kytketty? Perustele vastauksesi.



a) kohdassa 10kHz vahvistus 19dB

$$20 \log\left(\frac{V_{out}}{V_{in}}\right) = 19\text{dB} \quad \Rightarrow \quad \frac{V_{out}}{V_{in}} = 10^{\frac{19}{20}} \Rightarrow V_{out} = 15\text{mV} \cdot 10^{\frac{19}{20}}$$

rajataajuus:  $A_{v\text{dB}} = 19\text{dB} - 3\text{dB} \Rightarrow V_{out} = 15\text{mV} \cdot 10^{\frac{16}{20}}$

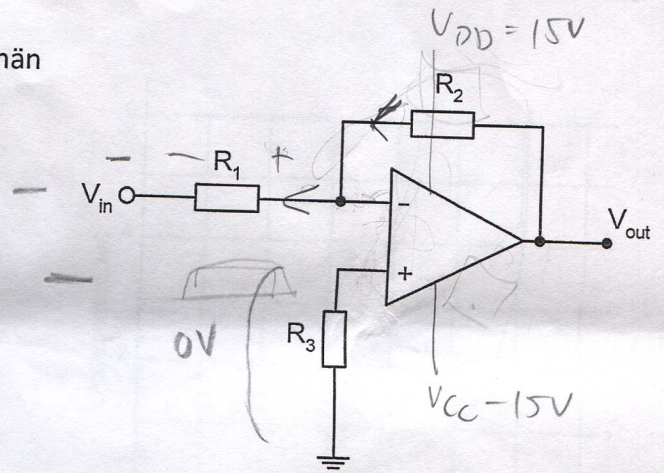
b)  $BW = 2\text{MHz} - 300\text{Hz} \approx 2\text{MHz}$

c) AC, rajat ei ole suodattunut pois



2. ii) Laske oheisen kytkennän ulostulojännite  $V_{out}$ . Kytkenän käyttöjännitteet ovat  $\pm 15V$ . (3p)

$V_{in} = -4,6V$ ,  $R_1 = 3,8k\Omega$ ,  
 $R_2 = 15,8k\Omega$  ja  $R_3 = 6,2k\Omega$ .



$$\left. \begin{aligned} I &= \frac{V_{in} - 0}{R_1} \\ 0 - R_2 I &= V_{out} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} V_{out} &= \frac{R_2}{R_1} V_{in} \\ &= \frac{15,8}{3,8} (-4,6) = -19,1 \end{aligned}$$

$$(V_i - V_e) \frac{R_1}{R_2} = V_{out}$$

0

3. i) Vertaile zenerdiodia, valodiodia ja LEDiä keskenään. Mieti ainakin niiden perustoimintaideoita ja käyttökohteita. (2p)

Zener kestää paljon paremmin negatiivisia jännitteitä  
 käyttökohte: esim regulaattori

Diodi joka aktivoituu valossa



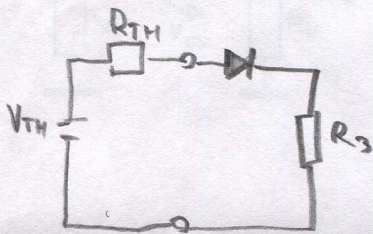
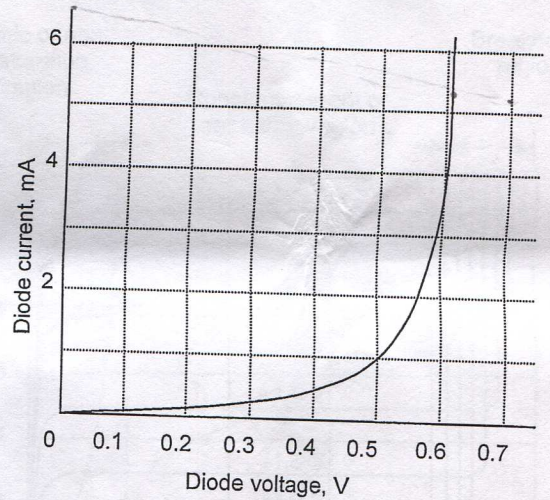
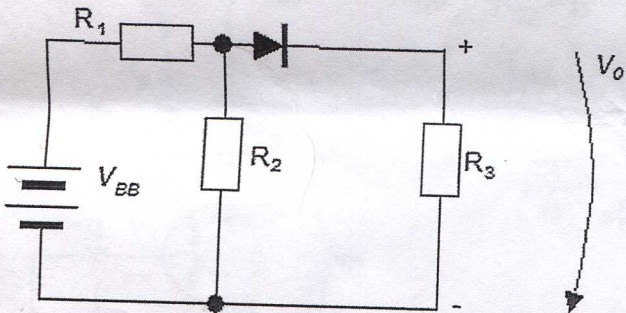
Big McJesus

3. ii) Kuvan piirissä käytettävän diodin ominaiskäyrä on ohessa.

$V_{BB} = 12\text{ V}$ ,  $R_1 = 680\ \Omega$ ,  $R_2 = 330\ \Omega$  ja  $R_3 = 390\ \Omega$ . (4p)

a) Määritä ulostulojännite  $V_o$ .

b) Mikä on jännitelähteestä  $V_{BB}$  otettu teho?



$$V_{TH} - R_{TH} I_D - R_3 I_D = 0$$

$$I_D = \frac{V_{TH} - V_D}{R_{TH} + R_3}$$

$$V_D = 0 \Rightarrow I_D = 6.4\text{ mA}$$

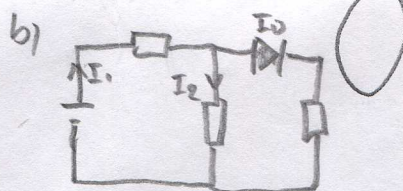
$$V_D = 0.7 = 2 I_D \Rightarrow 5.26\text{ mA}$$

$$V_D = 0.61 \Rightarrow I_D = 5.4\text{ mA}$$

$$V_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{BB} = 3.92\text{ V}$$

$$R_{TH} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 222\ \Omega$$

a)  $V_{out} = R_3 I_D = 2.1\text{ V}$

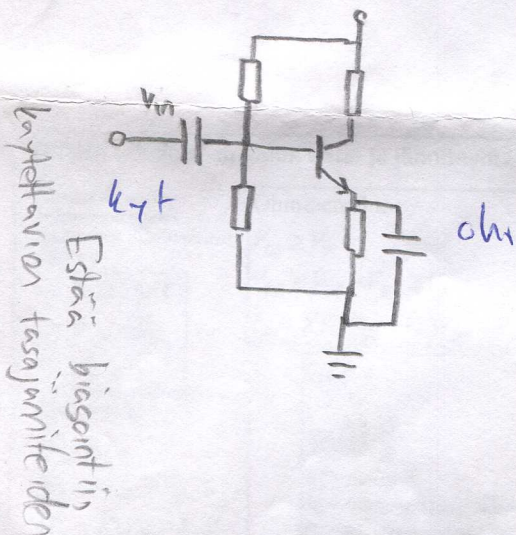


$$I_2 = \frac{V_{out} + V_D}{R_2}$$

$$I_1 = I_2 + I_D$$

$$P_{BB} = V_{BB} I_1 = V_{BB} \left( \frac{V_{out} + V_D}{R_2} + I_D \right) = 163\text{ mW}$$

4. i) Mitä ovat ohitus- ja kytkentäkondensaattori? Mitkä ovat niiden tehtävät, ja mitä etuja ja haittoja ne tuovat mukanaan? Piirrä esimerkkikytkentä, josta nämä kondensaattorit löytyvät selkeästi merkittyinä. (2p)



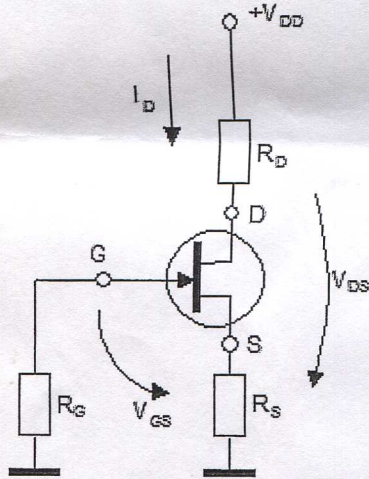
## JÄNNITEHÄVIÖ

suodattaa kohinaa  
tasavirta



4. ii) Kuvan piirissä käytetään JFETiä, jonka ominaiskäyrästä on esitetty oikeanpuoleisessa kuvassa. Määritä  $V_{DS}$ ,  $I_D$  ja  $V_{GS}$ , kun  $V_{DD} = 24 \text{ V}$ ,  $R_D = 3,9 \text{ k}\Omega$ ,  $R_S = 1 \text{ k}\Omega$  ja  $R_G > 100 \text{ k}\Omega$ .

(4p)

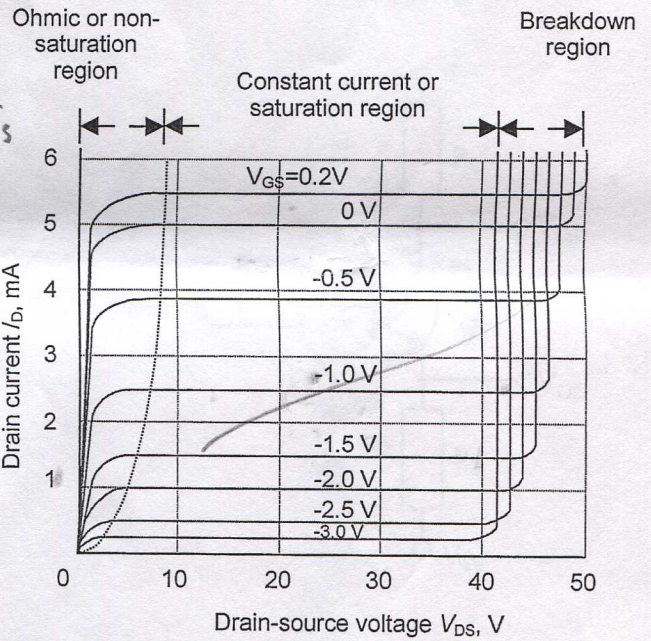


$$V_{DD} - R_D I_D - V_{DS} - R_S I_S$$

$$I_D = I_S$$

$$I_D = \frac{V_{DD} - V_{DS}}{R_S + R_D}$$

$$V_{DS} = 0 \Rightarrow I_D = 4,9$$



**FETtien toiminta-alueiden virta- ja jänniteyhtälöt**

Johtavuuden raja on n-kanavaisille FETeille. P-kanavaisilla polariteetit ovat toisin päin.

**Cut-off:**

$$V_{GS} < V_T$$

$$I_D = 0$$

**Saturaatio:**

$$V_{GS} \geq V_T$$

$$V_{GD} = V_{GS} - V_{DS} \leq V_T$$

$$I_D = K(V_{GS} - V_T)^2$$

**Ohminen alue:**

$$V_{GS} \geq V_T$$

$$V_{GD} = V_{GS} - V_{DS} \geq V_T$$

$$I_D = K[2(V_{GS} - V_T)V_{DS} - V_{DS}^2]$$

$$K = \frac{I_{DSS}}{V_p^2}$$

$$K = \left(\frac{W}{L}\right) \frac{KP}{2}$$

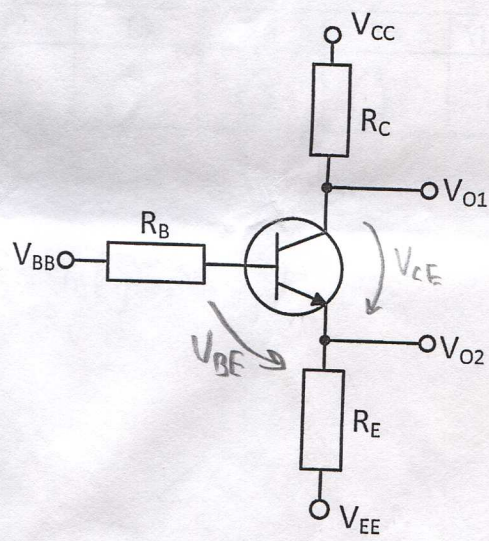
$$KP = \mu_n C_{OX}$$

$\mu_n$  = elektronien pintaliikkuvuus

$C_{OX}$  = hilakapasitanssi / ala



5. Kuvan komponenttien arvot ovat  $V_{CC} = 0$ ,  $V_{EE} = -10$  V,  $R_E = 0$ ,  $R_C = 1,8$  k $\Omega$  ja  $R_B = 47$  k $\Omega$ . Transistorin  $\beta = 125$ . Piirrä  $V_{BB} - V_{O1}$  -kuvaaja ( $V_{BB}$  x-akselille ja  $V_{O1}$  y-akselille), josta löytyy selvästi merkittynä transistorin toiminta-alueet. (6p)



6