

TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Piiritekniikan laboratorio

S-87.1010 Elektroniikka I /SLI

2. välikoe 9.12. 2006

Nimi ja opiskelijanumero jokaiseen paperiin.

1. a) Hahmottele n-kanava MOS-transistorin (NMOS) i_D - v_{DS} ominaiskäyrästä hila-lähdejännitteen V_{GS} arvoilla 1V, 2V ja 3V. Transistorin kynnyksjännite $V_T=1V$, transkonduktanssikerroin k_n , $W/L=1mA/V^2$.
- b) Merkitse käyrästä MOS-transistorin toimintatilat, Millaisena komponenttina MOS-transistoria voidaan kussakin toimintatilassa pitää? *Yksinkertainen luonnehdinta riittää.*
- c) Miten kanavanpituusmodulaatio vaikuttaa transistorin nielu-virtaan I_D ? Miten se näkyy ominaiskäyrästä?

2. Kuvan 1 vahvistinkytkennässä on toimintapiste asetettu niin, että bipolaaritransistorin Q_1 on aktiivialueella. Sen transkonduktanssi $g_m=80mS$ ja $r_\pi=1.4k\Omega$. Lähteen sisäinen resistanssi $R_s=1k\Omega$, emitterivastus $R_E=2.5k\Omega$, esijännitysvastukset $R_{B1}=38k\Omega$, $R_{B2}=25k\Omega$ ja kollektorivastus $R_C=4k\Omega$. Transistorin Q_1 parasiittiset kanta-kollektori ja kanta-emitteri kapasitanssit ovat $C_\mu=5pF$ ja $C_\pi=25pF$.

Piirin toimintaa tarkastellaan niin korkealla taajuudella, että kondensaattorit C1-C3 näyttävät oikosuluilta. Jätä transistorin lähtöresistanssi huomiotta.

- a) Muodosta piirille piensignaalisijaiskytkentä ja eliminoi C_μ Millerin teoreeman avulla.
- b) Laske yksinkertaistetusta piensignaalisijaiskytkennästä s-tason siirtofuntio v_o/v_{in} .
- c) Laske siirtofunktion napojen lausekkeet ja Miller-efektistä aiheutuvan navan taajuus.

3. Kuvan 2 vahvistinkytkennässä transistorin Q_1 , $\beta=100$, $R_1=1k\Omega$, $R_s=10k\Omega$ ja $R_L=8\Omega$. Käyttöjännitteet ovat $V_{CC}=+10V$ ja $V_{EE}=-10V$.

Piirin toimintaa tarkastellaan niin korkealla taajuudella, että kondensaattori C näyttää oikosululta. Jätä transistorin lähtöresistanssi huomiotta. Terminen jännite $V_T=25mV$.

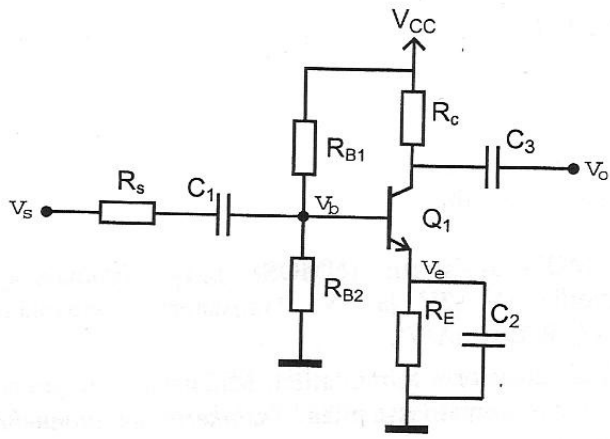
- a) Mikä vahvistinkytkentä on kyseessä?
- b) Laske transistorin Q_1 toimintapiste: I_C ja V_{CE} . Missä toimintatilassa transistori on?
- c) Osoita, että Q_1 :n kannalta näkyvä resistanssi kuorman R_L kanssa on

$$R_{in} = r_\pi + (1 + \beta) \frac{R_1 R_L}{R_1 + R_L}, \text{ eli kytkenä kertoo emitterillä näkyvän resistanssin}$$

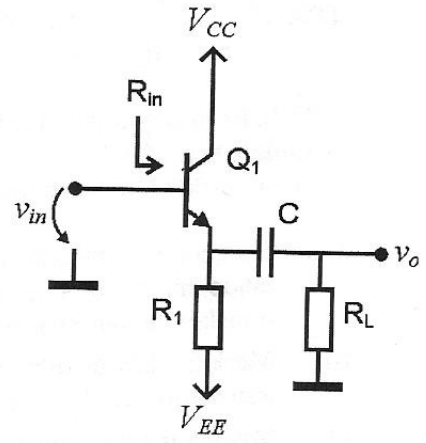
$1 + \beta$:lla.

- d) Laske jännitevahvistus $A_v=v_o/v_{in}$ kuormaan R_L .

4. a) Listaa bipolaaritransistorin toimintatilat ja ehdot NPN BJT-transistorin V_{BC} ja V_{BE} jännitteille kussakin tilassa.
- b) Piirrä bipolaaritransistorin suursignaalinmalli aktiivi- ja saturaatiotilassa.



Kuva 1.



Kuva 2.