

## EE.ELE.210 Transistorit ja vahvistinpiirit

1/2

Tentti 14.12.2021 / Jouko Heikkinen

Tentissä saa käyttää omaa ohjelmoitavaa laskinta. Tätä paperia ei tarvitse palauttaa.

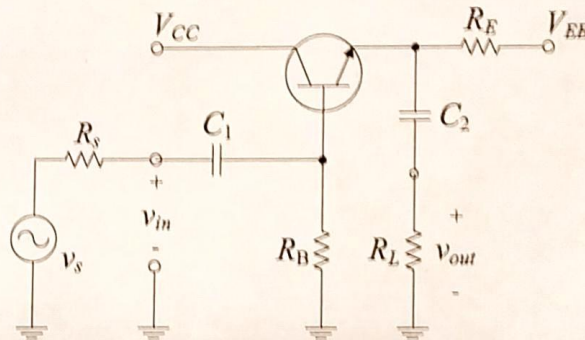
Muistathan antaa palautetta Kaiku-järjestelmän kautta saadaksesi opintosuorituksen.

1. Piirrä lohkokaavio takaisinkytketystä vahvistimesta ja merkitse siihen oleelliset signaalit. Johda lohkokaavion avulla suljetun silmukan vahvistuksen lauseke ja tarkastele lausekkeen avulla suljetun silmukan vahvistuksen muutosherkkyttä (herkkyttä vahvistimen avoimen silmukan vahvistuksen muutoksille) kun kyseessä on

- a) positiivinen takaisinkytkentä
- b) negatiivinen takaisinkytkentä

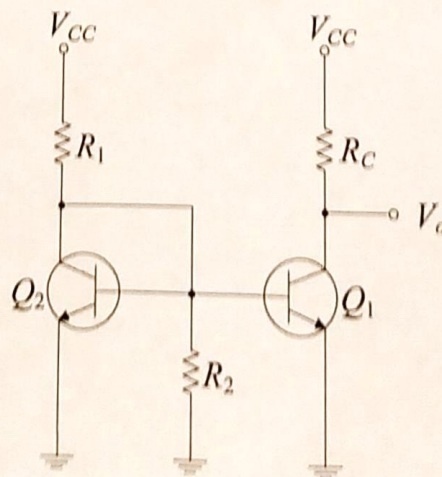
(6p)

2. Nimeä kuvassa 1 näkyvä kytkentä. Määritä vastuksen  $R_E$  arvo siten, että  $I_{BQ} = 100 \mu\text{A}$  kun  $V_{CC} = +12 \text{ V}$ ,  $V_{EE} = -12 \text{ V}$ ,  $R_B = 12 \text{ k}\Omega$ ,  $R_S = 1 \text{ k}\Omega$  ja  $R_L = 1000 \Omega$ . Piirrä keskitaajuusalueen piensignaalin malli, johda jännitevahvistuksen  $A_v$  ja ulostuloimpedanssin  $Z_{out}$  lausekkeet sekä laske niiden arvo. Transistorin  $V_{BEQ} = 0,7 \text{ V}$  ja  $\beta = 100$ . (6p)



Kuva 1

3. Kuvan 2 kytkennässä identtisten transistorien  $Q_1$  ja  $Q_2$  virtavahvistus on 100 ja Early-jännite on ääretön. Johda resistanssin  $R_1$  lauseke parametrien  $V_{BE}$ ,  $\beta$ ,  $R_2$ ,  $I_C$  ja  $V_{CC}$  avulla lausuttuna. Laske lausekkeen arvo tapauksessa, jossa transistorin  $Q_2$  kollektorivirta  $I_C = 0,6 \text{ mA}$ , kun  $V_{CC} = +12 \text{ V}$ ,  $R_2 = 2,4 \text{ k}\Omega$  ja  $V_{BE1} = V_{BE2} = 0,6 \text{ V}$ . Kuinka suuri virhe (prosentteissa) tulokseen aiheutuisi, jos transistorien kantavirran oletettaisiin olevan nolla? Mitoita  $R_C$  niin, että  $V_o = 6 \text{ V}$ . (6p)



Kuva 2