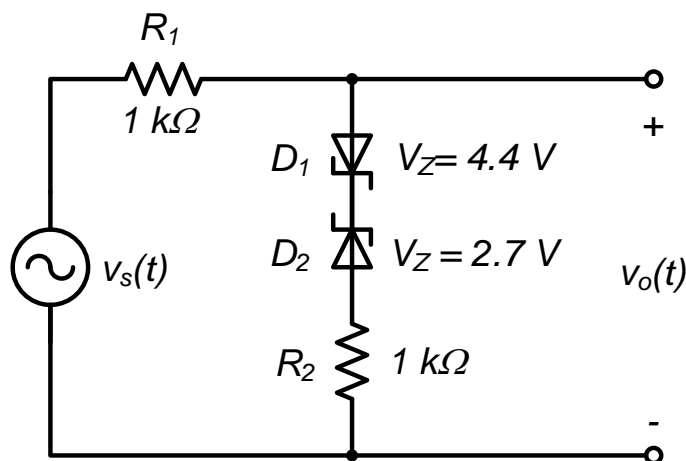


Elektroniikkasuunnittelun perusteet (Principles of electronic design 521431A)

Tentti 2.7.2011

1. a) Piirrä kuvan 1 zener-diodipiirin tulo-lähtö-ominaiskäyrä tulojännitealueella -10 V - $+10\text{ V}$. Zenerdiodien kynnyksjännitteet on annettu kuvassa ja zenerdiodit toimivat normaalina diodina ($V_D = 0.7\text{ V}$) myötäsuuntaan biasoituna.

b) Signaalilähde antaa kolmioaaltoa, jonka keskiarvo on nolla, huipusta-huippuun -arvo on 20 V ja taajuus 1 kHz . Piirrä aika-asteikolla kytkennän lähtöjännite yhdessä tulojännitteen kanssa.

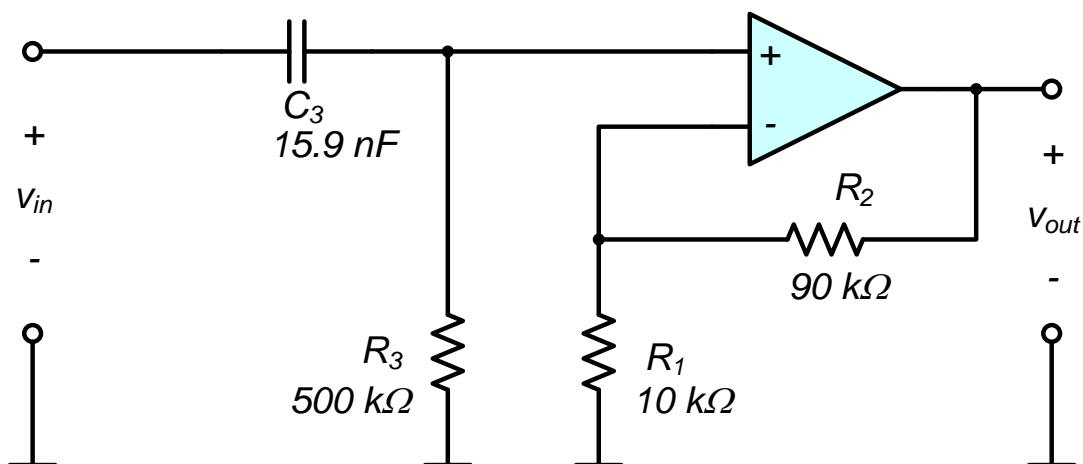


Kuva 1.

2. Tehtäväsi on suunnitella npn-transistorilla ($\beta \approx 500$ eli suuri) yhteisemitterikytketty (CE-) transistorivahvistin. Mitoita ja piirrä vastauspaperiisi kytkentä oheisten ohjeiden mukaan ja laske kysytyt asiat. Käytössäsi on yksipuoleinen käyttöjännite $V_{CC} = +21\text{ V}$.
- Mitoita transistorin kanta kahdella kantavastuksella R_{B1} ja R_{B2} siten, että kantajännite on noin 7 V ja vastusten läpi menevä virta noin 0.5 mA .
 - Mitoita emitterin biasointivastus R_{E1} siten, että emitterivirta on 5 mA .
 - Mitoita kollektorille vastus R_C siten, että kollektorijännite V_C on 14 V .
 - Ohita emitterivastus R_{E1} toisella vastuksella R_{E2} ja sen kanssa sarjassa olevalla hyvin isolla kondensaattorilla C_E siten, että saat transistorin jännitevahvistukseksi $v_C / v_B = 20\text{ V/V}$. Laske vastuksen R_{E1} arvo.
 - AC-kytkke transistorivahvistimen tuloon isolla kondensaattorilla C_B signaalilähde $v_s(t)$, jonka lähderesistanssi $R_S = 500\ \Omega$. AC-kytkke vahvistimen lähtöön niinikään isolla kondensaattorilla C_C kuorma, jonka resistanssi $R_L = 50\text{ k}\Omega$.
 - Mikä on suunnittelemasi vahvistimen tuloimpedanssi R_{in} , jännitevahvistus signaalilähteestä kuormaan v_{out} / v_s ja lähtöresistanssi R_{out} päästökaistalla?

3. a) Suunnittele ideaalista operaatiovahvistinta käyttäen kääntävä jännitevahvistin, jonka tuloimpedanssi on $50\text{ k}\Omega$, jännitevahvistus -10 V/V , alarajataajuus 10 Hz ja ylärajataajuus 16 kHz .

b) Kuvassa 2 on esitetty eräs jännitevahvistin käyttäen lähes ideaalista operaatiovahvistinta. Laske vahvistimen tuloresistanssi, jännitevahvistus ja alarajataajuus. Mitkä ovat mielestäsi vahvistimen lähtöresistanssi ja ylärajataajuus?



Kuva 2.

4. Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:

- Erään 12 bitin D/A-muuntimen lähtöalue on $0\text{ V} - 5.0\text{ V}$. Binäärinen ohjaussana muuttuu arvosta 1010 1110 0101 arvoon 0011 0001 1100. Kuinka paljon muuttuu muuntimen lähtöjännite?
- Piirrä transkonduktanssivahvistimen piirimalli ja selosta vahvistimen tärkeimmät parametrit.
- Piirrä kaksituloinen CMOS-NAND -portti transistoritasolla.
- N-CMOS-transistorin nieluvirtaa i_D saturaatioalueella kuvaa likimain yhtälö (1). Mitä eri termit tarkoittavat? Mitä tarkoittavat MOS-transistorin r_o ja g_m ja johda niiden kaava saturaatioalueella?

$$i_D = \frac{1}{2} \cdot \mu_n \cdot C_{ox} \cdot \frac{W}{L} \cdot (v_{GS} - V_t)^2 \cdot (1 + \lambda \cdot v_{DS}) \quad (1)$$