

ZI 2014/15

R1. Operacijsko pojačalo koje se može modelirati kao sustav prvog reda ima umnožak pojačanja i širine frekventijskog pojasa 10 MHz, maksimalnu brzinu porasta 5V/us, ulaznu struju 20 nA, ulaznu struju pomaka 5 nA i ulazni napon pomaka 50 uV. Maksimalni temperaturni koeficijent ulazne struje je 200 pA/°C, a ulazne struje pomaka 50 pA/°C i ulaznog napona pomaka 1 uV/°C. Operacijsko pojačalo se koristi u invertirajućem pojačalu ulaznog otpora 5 kΩ, pojačanja -100 s otpornicima odabranim tako da izlazni napon pomaka bude minimalan.

- a) Nacrtajte shemu pojačala i odredite otpore svih otpornika.
- b) Izračunajte izlazni napon pomaka.
- c) Izračunajte promjenu izlaznog napona pomaka uslijed promjene temperature od 30°C.
- d) Izračunajte najveću amplitudu ulaznog sinusnog napona frekvencije jednake graničnoj frekvenciji pojačala.

R2. Instrumentacijsko pojačalo s tri operacijska pojačala ima u prvom stupnju dva otpornika $R_a=25\text{ k}\Omega$ i jedan otpornik $R_b=1\text{ k}\Omega$. Drugi stupanj ima ulazni diferencijalni otpor 10 kΩ i diferencijalno pojačanje 20. Nacrtajte shemu instrumentacijskog pojačala i označite sve otpornike. Izračunajte ukupno diferencijalno pojačanje instrumentacijskog pojačala ako se jedan od otpornika R_a poveća za 1%.

R3. Invertirajuće pojačalo ima ulazni otpor 10 kΩ, pojačanje -50, minimalan izlazni napon pomaka i gornju graničnu frekvenciju 25 kHz koja je određena kondenzatorom u povratnoj vezi pojačala. Nacrtajte shemu pojačala i označite vrijednosti svih elemenata. Šum operacijskog pojačala je određen naponskim i strujnim izvorima spektralnih gustoća $20\text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ i $10\text{ pA}/\sqrt{\text{Hz}}$. Odredite efektivnu vrijednost šuma na izlazu pojačala. Ako je pojačalo spojeno na A-D pretvornik raspona ulaznog napona $\pm 5\text{ V}$ i razlučivosti 16 bita, na koliko najmanje značajnih bita utječe šum pojačala? Temperatura okoline je 300 K, a Boltzmanova konstanta je $1.37 \cdot 10^{-23}\text{ J/K}$. Zanemarite šum otpornika i pretpostavite beskonačan ulazni otpor operacijskog pojačala.

R4. Analogno digitalni pretvornik s dva pilasta napona ima oscilator frekvencije 1 MHz, referentni napon 5 V i brojilo do 10^4 impulsa. Nacrtajte blok shemu pretvornika i vremenski dijagram jednog ciklusa pretvorbe. Napon na ulazu pretvornika je 3,6 V. Odredite maksimalnu dopuštenu amplitudu smetnje pri kojoj pogreška pretvorbe ΔN (definirana kao $\Delta N = N_{sa_smetnjom} - N_{bez_smetnje}$) iznosi 36. Smetnja je trokutastog valnog oblika frekvencije 125 Hz, a početak pretvorbe je sinkroniziran sa smetnjom.

T1. Čime je ograničena brzina porasta izlaznog napona operacijskog pojačala? Kako ovisi o pojačanju?

T2. Navedite pogreške izvora referentnog napona i koristeći izraze objasnite postupak konzervativne procjene ukupne pogreške.

T3. Definirajte aperturnu nesigurnost S/H sklopa i objasnite kako ograničava najvišu frekvenciju signala koji se može otipkati?