

Ime i prezime _____

JMBAG _____

Ispit ima 5 zadataka i maksimalno donosi 30 bodova. Svaki zadatak vrijedi 6 bodova. Uvjet za pristupanje završnom usmenom ispitu je minimalno po 5 bodova iz međuispita i završnog pismenog ispita i minimalno 30 bodova ukupno iz obje pismene provjere. Ispit se piše 120 minuta.

R1. Eksperimentalnim postavom koji se sastoji od instrumentacijskog pojačala spojenog na fazno osjetljivo pojačalo mjeri se amplituda i faza sinusnog signala. Sinusnom signalu je superponiran naponski izvor bijelog šuma spektralne gustoće snage $200 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$. Šum instrumentacijskog pojačala se modelira naponskim izvorima u ulaznom stupnju ($20 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$) i izlaznom stupnju ($100 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$). Umnožak pojačanja i širine pojasa instrumentacijskog pojačala je 35 MHz , a pojačanje je 100 . Fazno osjetljivo pojačalo ima niskopropusni filter čija se karakteristika može aproksimirati idealnom niskopropusnom karakteristikom gornje granične frekvencije 1 MHz .

- Nacrtajte blokovsku shemu fazno osjetljivog pojačala. (1 bod)
- Izračunajte doprinos instrumentacijskog pojačala ukupnom šumu na ulazu u fazno osjetljivo pojačalo (izraženo kao efektivna vrijednost napona). (2 boda)
- Izračunajte ukupni šum na ulazu u fazno osjetljivo pojačalo (izraženo kao efektivna vrijednost napona). (1 bod)
- Izračunajte efektivnu vrijednost šuma na izlazu iz fazno osjetljivog pojačala. (2 boda)

R2. Za digitalno-analogni pretvornik razlučivosti 3-bitna upotrijebljena je naponska R-2R mreža i izvor referentnog napona 5 V .

- Nacrtajte shemu. (1 bod)
- Navedite osnovne razlike između naponske i strujne R-2R mreže. (1 bod)
- Odredite strujno opterećenje izvora referentnog napona u slučaju kodova 100_2 i 111_2 , ako je $R = 250 \Omega$. (2 boda)
- Odredite maksimalni dopušteni faktor strujne regulacije izvora referentnog napona (izraziti u $[\text{ppm}/\text{mA}]$). (2 boda)

R3. Na raspolaganju je $\Sigma\Delta$ pretvornik s modulatorom prvog reda i radnim taktom frekvencije $61,329 \text{ MHz}$ kojim se želi postići razlučivost od 24 bita.

- Objasnite koncept oblikovanja šuma kod $\Sigma\Delta$ pretvornika. (2 boda)
- Izračunajte graničnu frekvenciju idealnog niskopropusnog filtra na izlazu iz pretvornika. (2 boda)
- Izračunajte frekvenciju uzrokovanja na izlazu iz decimatora. (2 bod)

R4. Sustav za prikupljanje podataka slijedno uzorkuje 16 kanala. Vrijeme smirivanja multipleksera iznosi 250 ns , a vrijeme smirivanja programabilnog pojačala $1,5 \mu\text{s}$ za $0,01\%$ pune skale. Sklop za uzimanje i zadržavanje uzoraka (S&H) ima vrijeme akvizicije 10 ns i aperturnu nesigurnost 120 ps . Analogno-digitalni pretvornik ima razlučivost 12 bita, ulazni opseg od 5 V i vrijeme pretvorbe $1,25 \mu\text{s}$.

- Nacrtajte blokovsku shemu sustava za prikupljanje podataka. (1 bod)
- Jasno skicirajte ili opišite vremenski dijagram pretvorbe kojim se dobiva najviša frekvencija uzorkovanja. (1 bod)
- Izračunajte frekvenciju uzorkovanja pod uvjetima iz b). (2 boda)
- Provjerite odgovaraju li navedene specifikacije multipleksera, programabilnog pojačala i S&H sklopa razlučivosti od 12 bita i frekvenciji uzorkovanja izračunatoj pod c). (2 boda)

R5. Sklop za izravnu digitalnu sintezu (DDS) AD9912 ima 48-bitni fazni akumulator i 14-bitni digitalno-analogni pretvornik. Na ulaz DDS-a je doveden takt frekvencije 1 GHz . Dinamički opseg bez drugih komponenti spektra je 65 dB (SFDR).

- Nacrtajte blokovsku shemu sklopa i navedite izraz za izlaznu frekvenciju. (2 boda)
- Usporedite izravnu digitalnu sintezu i sintezu frekvencije fazno vezanom petljom (PLL). (2 boda)
- Odredite frekvencijsku razlučivost DDS-a. (1 bod)
- Ako je amplituda osnovnog harmonika 1 V , odredite amplitudu sljedeće najizraženije komponente spektra. (1 bod)