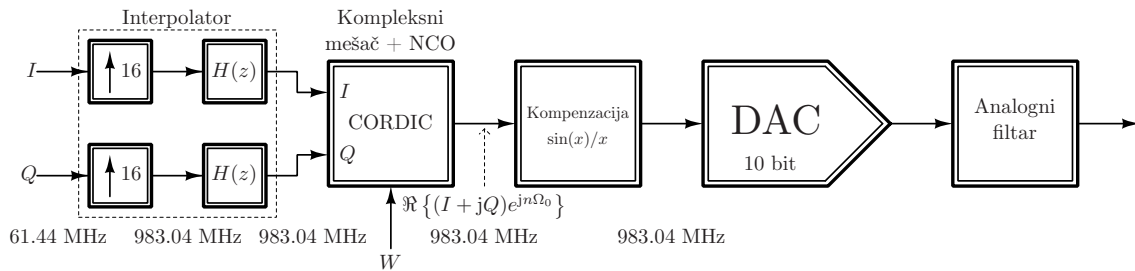


HARDVERSKO SOFTVERSKA OBRADA SIGNALA PROJEKAT ZA 2022/23. GODINU

OPIS PROBLEMA

Na slici je prikazan blok dijagram programabilnog generatora signala. Ulaz u generator signala je kompleksni signal u osnovnom opsegu učestanosti $x = I + jQ$ učestanosti odabiranja 61.44 MHz. Spektar kompleksnog signala u osnovnom opsegu učestanosti **nije** konjugovano-kompleksno simetričan i koristan signal zauzima opseg učestanosti od -25 do +25 MHz. Odbirci test signala su dati u fajlu `python/testsignal.txt`.



Učestanost odabiranja ulaznog signala se povećava $M = 16$ puta interpolatorom. Interpolirani signal se zatim pomera na zadatu centralnu digitalnu učestanost Ω_0 kompleksnim mešačem sa numerički kontrolisanim oscilatorom, što je ekvivalentno množenju odbiraka interpoliranog signala $x_I[n]$ kompleksnom sinusoidom $e^{jn\Omega_0}$ i uzimanjem realnog dela rezultata. Na izlazu kompleksnog mešača se nalazi FIR filter za kompenzaciju frekvencijskog odziva kola za rekonstrukciju digitalno-analognog konvertora. Digitalno-analogni konvertor može raditi u NRZ ili RF modu, kako bi se omogućila rekonstrukcija signala u prvoj ili drugoj Nikvistovoj zoni.

PRVA FAZA PROJEKTA

U prvoj fazi projekta je potrebno uraditi:

- [10] Predložiti arhitekturu interpolatora sa odnosom promene učestanosti odabiranja od 16 puta. Nacrtati spektar signala, granične učestanosti filtera i učestanosti odabiranja u svim granama predložene arhitekture. Pod pretpostavkom da je potrebno obezbediti potiskivanje spektralnih replika od $A_{dB} = 60$ dB, proceniti ukupan broj računskih operacija u sekundi predložene arhitekture interpolatora i uporediti sa direktnom implementacijom.
- [10] Nacrtati blok dijagram realizacije kompleksnog mešača i numerički kontrolisanog oscilatora (NCO) primenom CORDIC algoritma. Predložiti minimalni broj iteracija CORDIC algoritma, širinu binarnih reči i broja zaštitnih bita. Odrediti minimalnu širinu kontrolne reči W kojom se obezbeđuje frekvencijska rezolucija od 1 Hz.
- [5] Odrediti koeficijente FIR filtra za kompenzaciju frekvencijskog odziva NRZ kola za rekonstrukciju signala, tako da se amplituda rekonstruisanog signala ne menja više od ± 0.025 dB u opsegu digitalnih učestanosti $F = [0, 0.4]$.
- [5] Odrediti maksimalno vreme podrhtavanja trenutka odabiranja t_j tako da su na učestanosti $f = 0.9Mf_s = 884.74$ MHz odnosi signal/šum usled kvantizacije i podrhtavanja izjednačeni.

DRUGA FAZA PROJEKTA - HARDVERSKA REALIZACIJA

- [20] U izabranom jeziku za opis hardvera implementirati protočnu realizaciju CORDIC algoritma sa parametrima određenim u prvoj fazi projekta.

2. [20] Simulirati rad projektovanog CORDIC jezgra u modu kompleksnog mešača koji pomera ulazni signal na centralnu učestanost od 196.16 MHz. Nacrtati spektre ulaznog i izlaznog signala.

DRUGA FAZA PROJEKTA - SOFTVERSKA REALIZACIJA

1. [10] Odrediti koeficijente filtara u interpolatoru. Prodiskutovati detalje implementacije filtara - polifaznu dekompoziciju, postupak izračunavanja izlaznih odbiraka. Nacrtati amplitudske karakteristike pojedinačnih filtara i ukupnu frekvencijsku karakteristiku.
2. [10] Napraviti model CORDIC kompleksnog mešača u izabranom softverskom okruženju (Python, Octave, Matlab...). Simulirati rad CORDIC algoritma sa konstantnim ulaznim signalom i nacrtati spektar izlaznog signala. Izabrati učestanost izlaznog signala i broj odbiraka tako da budu zadovoljeni uslovi koherentnog odabiranja.
3. [10] Napraviti model celog sistema u izabranom softverskom okruženju (Python, Octave, Matlab...).
4. [10] Simulirati rad projektovanog sistema sa NRZ kolom za rekonstrukciju koji pomera ulazni signal na centralnu učestanost od $3Mf_s/8 = 368.64$ MHz. Nacrtati spektre ulaznog i izlaznog signala. Ponoviti simulaciju sa RF kolom za rekonstrukciju **u drugoj Nikvistovoj zoni** na centralnoj učestanosti od 860.16 MHz.

NAPOMENE

- Primeri Python skripti za crtanje amplitudskog odziva filtara i projektovanje poluopsežnih filtara su dati u direktorijumu `python`.
- Spektar signala se može nacrtati i bez primene prozorske funkcije ukoliko se izvrši periodično produženje signala u trajanju kašnjenja interpolacionog filtra. Pogledati primer u Jupyter svesci.
- Izveštaji o prvoj i drugoj fazi projekta se pišu u formi rada za časopis u [MS Word](#) ili [L^AT_EX obrascu](#) za IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques.
- Blok dijagrami se mogu nacrtati u programskom paketu [XCircuit](#) uz pomoć biblioteke simbola `dsp.lps`.
- Izveštaji se predaju isključivo u PDF formatu.