

1 Uvod

DRM je način bežičnog prijenosa digitalnog signala na frekvencijama do 30 MHz. Podaci koji se prenose DRM signalom modulirani su OFDM modulacijskim postupcima.

Pred-FFT akvizicija je prvi proces koji se obavlja na uzorcima primljenog signala u DRM prijemniku. Sastoji se od određivanja početaka pojedinih OFDM simbola u primljenom signalu, te određivanja frekvencijske pogreške nastale prilikom transponiranja primljenog signala u osnovno frekvencijsko područje.

2 Opis problema

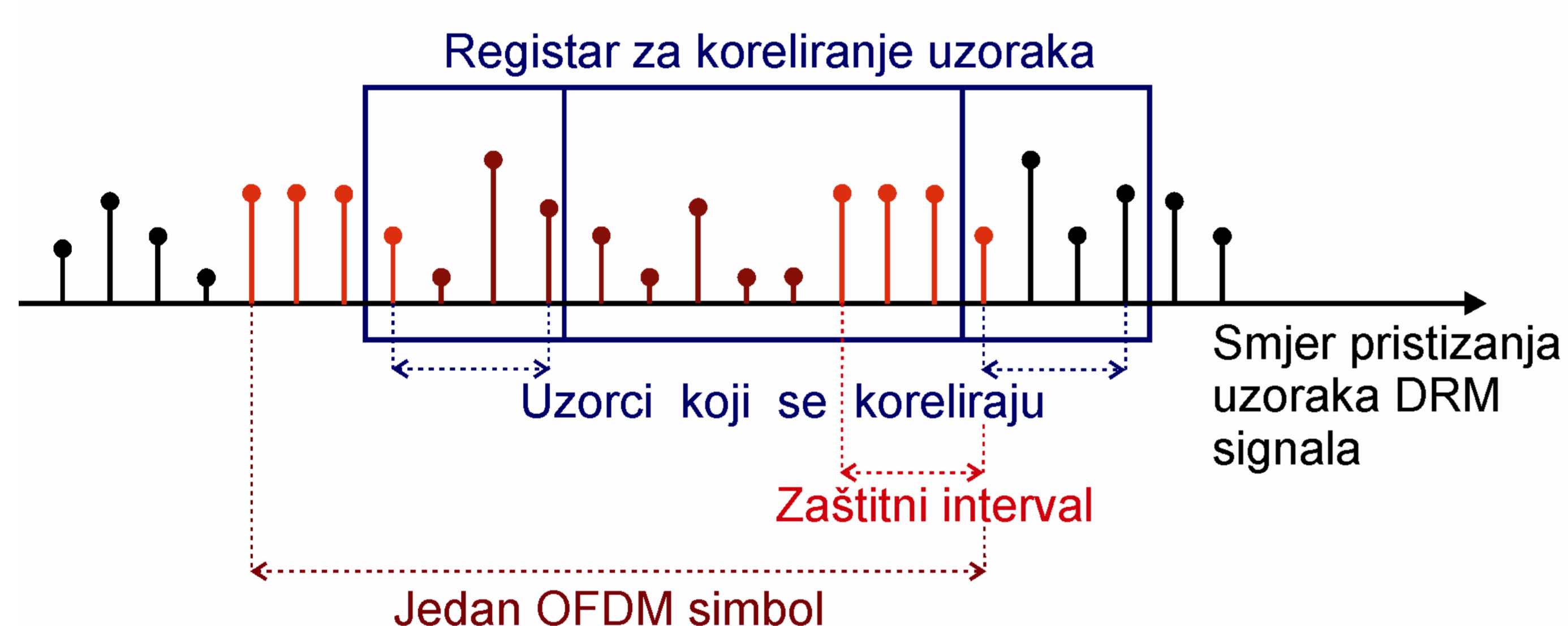
Cilj ovog rada bio je razviti model sklopovlja za pred-FFT akviziciju koji je optimiran za implementaciju u FPGA tehnologiji.

Dodatno, trebalo je razviti ponašajni model sklopovlja u Matlab programskom okruženju radi verifikacije rada FPGA modela.

3 Metoda

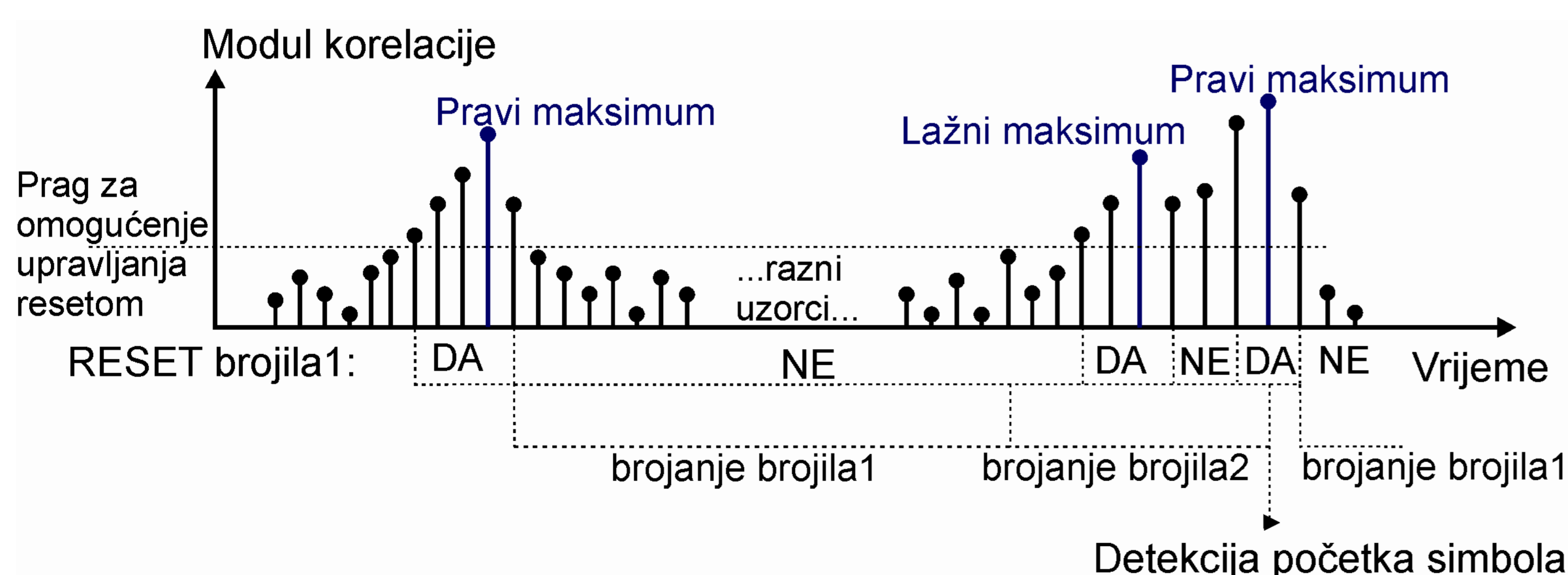
Određivanje početka OFDM simbola:

- Svaki OFDM simbol na početku ima zaštitni interval koji sadrži određeni broj uzoraka koji su identični uzorcima s kraja tog simbola.
- Nadolazeći uzorci kvantiziraju se na 1 bit i provode kroz registar. Zatim se računa korelacija uzoraka koji se trenutačno nalaze na početku i na kraju registra. Kada svi uzorci u registru pripadaju istom OFDM simbolu, korelacija postiže maksimalnu vrijednost.



Slika 1. Način određivanja početka OFDM simbola

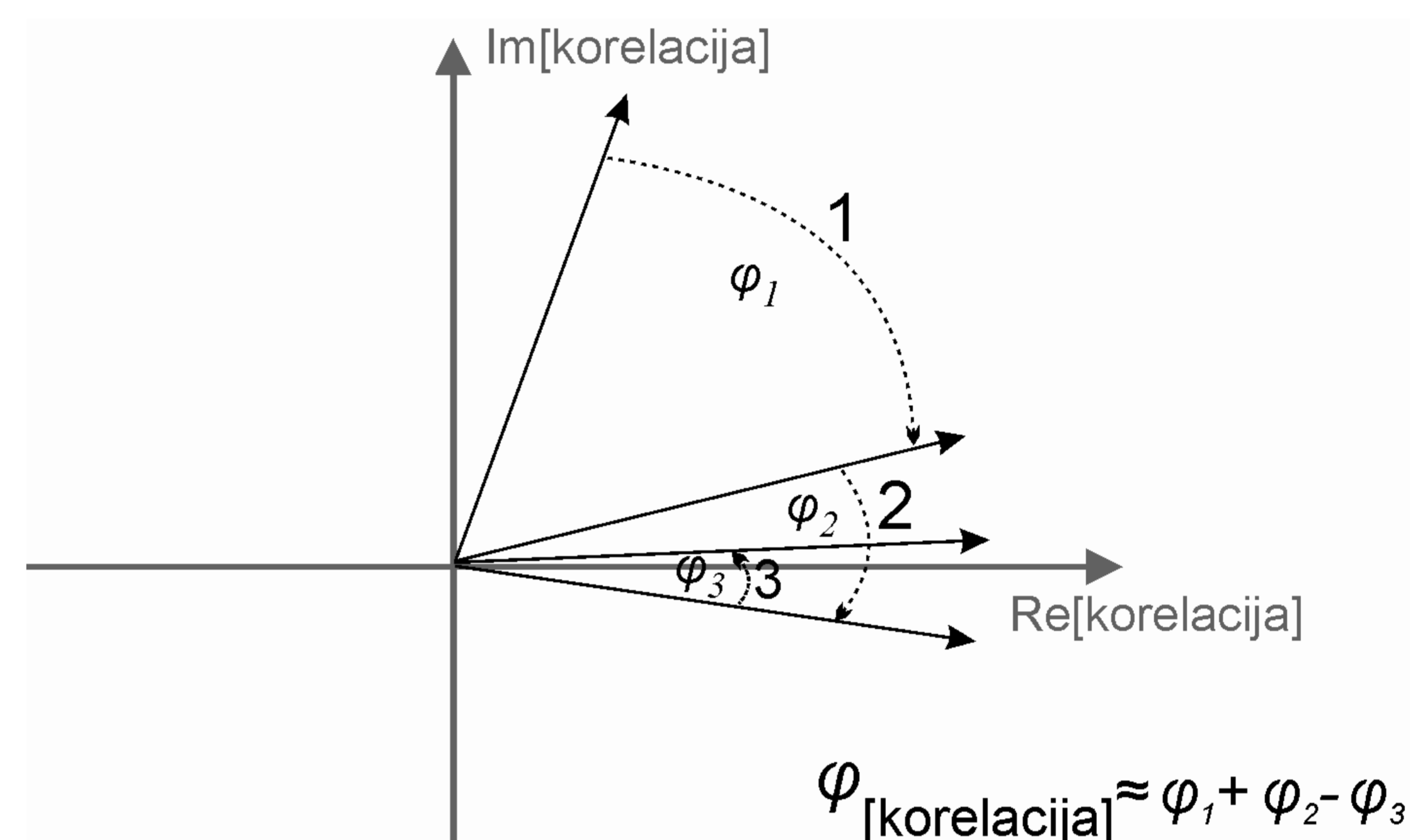
- Za svaku izračunatu vrijednost korelacije potrebno je odrediti predstavlja li ona lokalni maksimum.
- Ukoliko je trenutna vrijednost korelacije veća od prethodne, pamti se kao maksimum, a brojilo1 je pod resetom. Kad nastupi vrijednost manja od maksimuma, onemogućava se reset i počinje brojanje brojala1, pa zatim brojala2. Brojila broje onoliko koliko je dug jedan OFDM simbol, i zatim javljaju da je nastupio novi simbol.



Slika 2. Detekcija maksimuma korelacije

Određivanje frekvencijske pogreške:

- Frekvencijska pogreška proporcionalna je fazi korelacije u trenutku kad korelacija poprima maksimum.
- Faza korelacije se određuje već razvijenim sklopovljem koje radi na principu CORDIC algoritma. Realna i imaginarna komponenta korelacije se promatraju kao vrh vektora u kompleksnoj ravnini. Taj vrh se rotira u više iteracija za definiran slijed kutova koji konvergiraju prema nuli. Iznosi kutova su unaprijed određeni tako da rotaciju bude jednostavno implementirati u sklopovlju, a smjer rotacije u svakoj iteraciji se odabire tako da se preostala imaginarna komponenta približi nuli. Kutovi se prilikom rotacije akumuliraju i u konačnici predstavljaju početni kut korelacije.



Slika 3. Računanje faze korelacije kroz 3 rotacije

4 Rezultati

Rad sklopovlja ispitan je na više DRM signala. Rezultati rada razvijenog FPGA modela i ponašajnog modela se ne razlikuju. U slučaju svih ispitnih signala, rezultati odstupaju od idealnih u prihvatljivim granicama.

Rezultati implementacije modela na FPGA sklopu Spartan-3 xc3s1500 prikazani su u tablici 1. Razvijeni model zauzima mali postotak odsječaka FPGA sklopa i može raditi na visokim frekvencijama takta.

Tablica 1. Iskorištenost Spartan3 FPGA sklopa prilikom implementacije

FPGA komponenta	Iskorišteno komponenta	Ukupno komponenta	Postotak
Odsječci	316	13312	2.4%
Bistabili u odsječcima	186	26624	0.7%
Prozivne tablice	595	26624	2.2%
Maksimalna frekvencija takta za razvijeno sklopovlje			90.041 MHz

5 Zaključak

U ovom radu razvijen je model sklopovlja za pred-FFT akviziciju predviđen za implementaciju u FPGA tehnologiji. Verifikacija rada razvijenog sklopovlja provedena je uz pomoć ponašajnog modela u Matlab programskom okruženju. Razvijeno sklopovlje određuje početke simbola i računa frekvencijsku pogrešku sa zadovoljavajućom točnošću.

Implementacija razvijenog modela na FPGA sklopu Spartan-3 xc3s1500 rezultira najvećom frekvencijom takta na kojem sklop radi od 90 MHz. Cijeli model zauzima samo 2,4% odsječaka spomenutog FPGA sklopa i zbog toga se može efikasno koristiti kao dio DRM prijemnog sustava.