

UNIVERZITET U SARAJEVU
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET SARAJEVO
ODSJEK ZA AUTOMATIKU I ELEKTRONIKU

LabVIEW FPGA zasnovan sistem upravljanja kretanjem holonomskog robota

ZAVRŠNI RAD
I ciklusa studija

Mentor: Red.prof.dr. Jasmin Velagić

Kandidat: Emina Hasanović

Sarajevo, 2017

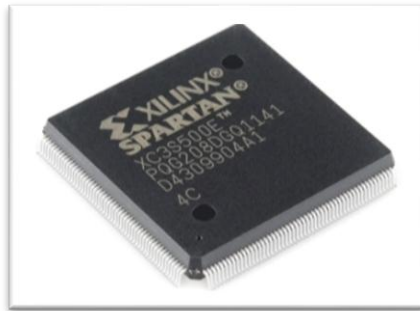
Pregled rada

- FPGA tehnologija, razvoj, primjena i arhitektura
- NI Single-Board RIO 9636 FPGA baziran uređaj
- LabVIEW programski paket
- Pogon robota Holbos
- Rezultati i analiza urađenog

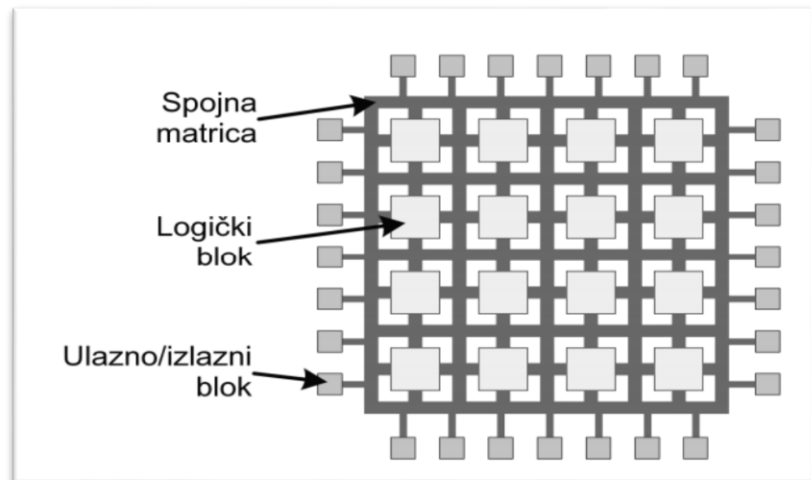
Sklopovska realizacija sistema

❖ FPGA (*Field Programmable Gate Array*)

FPGA je integrisano kolo, projektovano tako da se njegova unutrašnja struktura može definirati od strane korisnika. Unutrašnju strukturu korisnik može definisati pomoću HDL-a ili šematskih dijagrama. Ovo integrirano kolo čine veliki broj identičnih logičkih ćelija koje se naknadno povezuju da bi se ostvarila željena funkcija. Izgled FPGA čipa i njegova arhitektura su prikazane na sljedećim slikama:



Slika 1. Izgled FPGA čipa



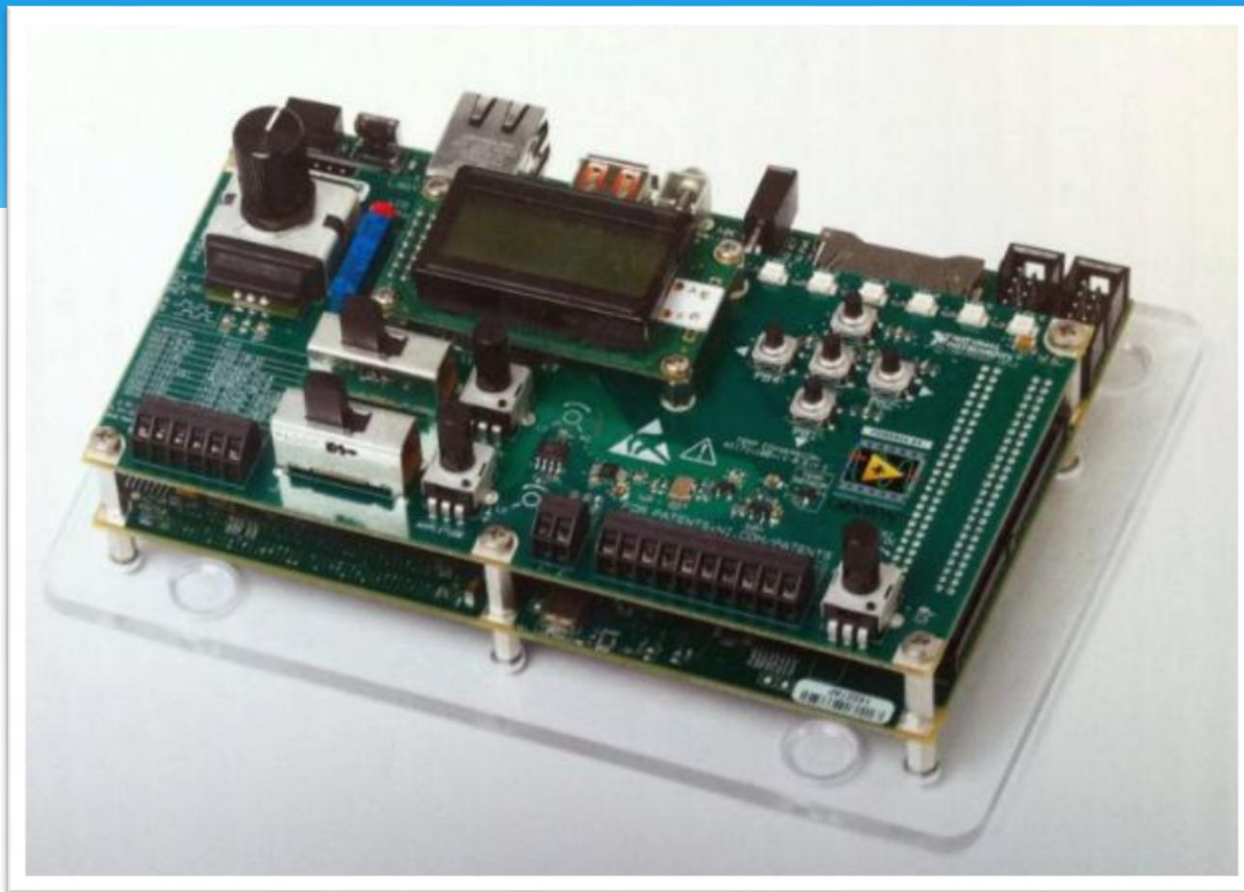
Slika 2. Arhitektura FPGA

❖ NI sb -RIO 9636 kartica

Kartica koja je korištena je NI sb-RIO 9636. Posjeduje:

- procesor 400 MHz, 512 MB memorije i 256 MB DRAM-a
- na njoj se nalazi 16 16-bitnih analognih ulaza koji idu do maksimalnog napona ± 10 V
- 4 16-bitna analogna izlaza
- 28 digitalnih ulaza/izlaza sa nominalnim naponom 3.3 V
- ugrađena periferija kao što je integrirani 10/100BASE Ethernet, RS232 serijski port, RS485 serijski port, USB, CAN i SHDC portovi, od 9 do 30V istosmjerni napon napajanja

Princip programiranja se temelji na *Real-Time* programiranju i FPGA čipu.



Slika 3. Izgled kartice NI sb-RIO 9636

Softverska podrška

- Programsko okruženje koje koristimo u ovom slučaju je LabVIEW (2014.)
- Kako kartica posjeduje FPGA čip, programiranje na njoj zahtijeva FPGA Target, pa nije dovoljan samo LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*)
- Potrebno je upotrijebiti još nekoliko modula koji suže kao nadogradnja:
 1. Real-Time 2014
 2. Xilinx 14.7 2014
 3. FPGA module 2014



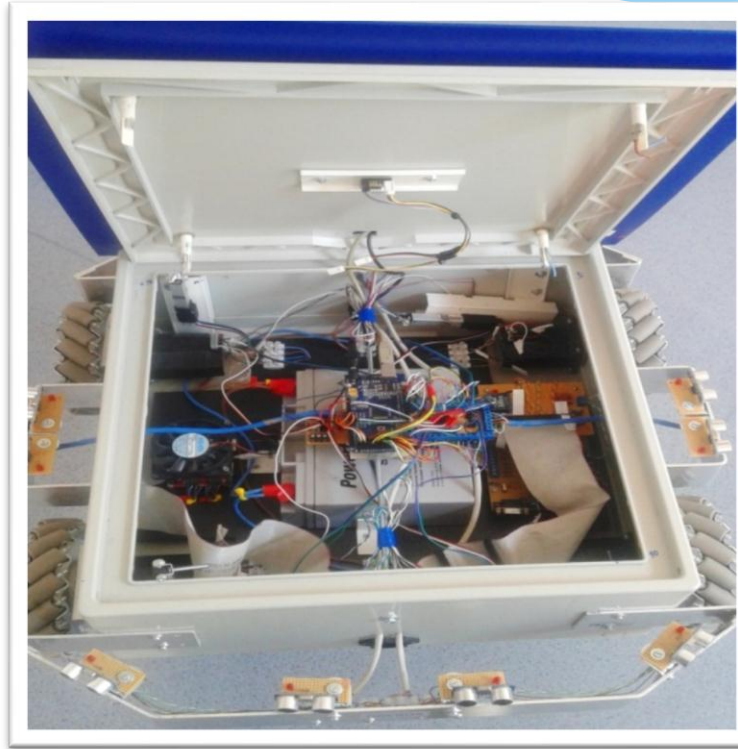
Slika 4. Početni prozor LabVIEW-a

❖ Instalacija kartice

- Najlakši način za spajanje RIO evaluacijskog hardvera (vašeg Real-Time Targeta) je preko lokalne mreže sa DHCP serverom. Ako ste povezani na internet, onda vjerovatno postoji i DHCP server koji omogućava automatsko pribavljanje IP adrese kako bi se ostvarilo samo povezivanje.
- Jednostavno iskoristite uključeni ethernet kabl kako biste povezali target sa ruterom ili prekidač na istu internet vezu kao što je povezan Windows na PC-ju. Ovo će omogućiti targetu da automatski primi IP adresu vašeg DHCP servera.
- Ukoliko je DHCP konekcija, opisana u prethodnom paragrafu, nedostupna, možete vaš RIO evaluacijski hardver direktno povezati sa vašim kompjuterom i pratiti korake koji će biti opisani kako biste ručno podesili vašu IP adresu. Ukoliko PC ima samo jedan ethernet kabl, ovo će zahtijevati da diskonektujete kompjuter sa bilo koje internet veze na koju je bio povezan.
- Jednom kada je RIO evaluacijski hardver spojen na PC, uključite napajanje i pratite određene korake kako biste konfigurisali IP adresu.
- LabVIEW RIO Evaluation Kit → Setup Utility

Pogon mobilnog robota Holbos

- Mobilni robot koji je korišten kao objekat upravljanja spada u grupu holonomskih ili svesmjernih robota.
- Točkove korištenog robota, HOLBOS, pokreću koračni motori, korišten je i drajver za koračne motore.

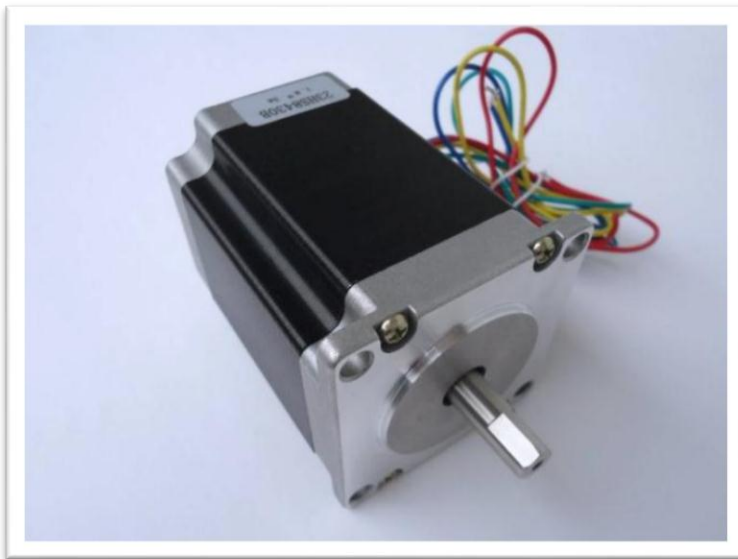


Slika 5. Holbos

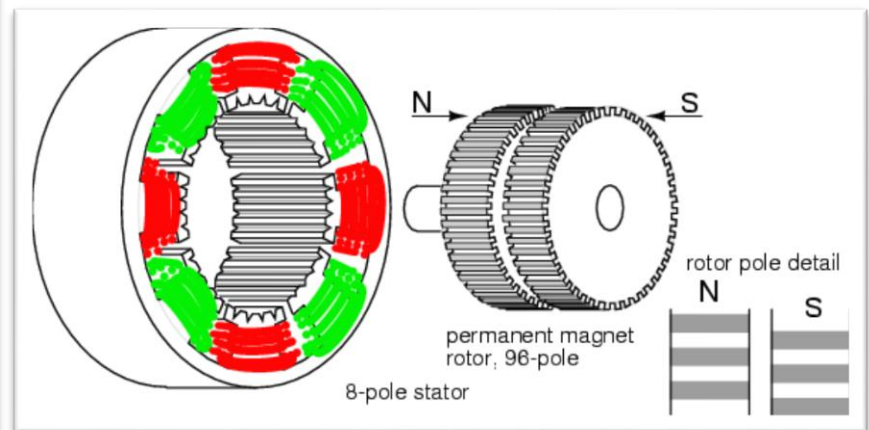
❖ Koračni motori

- To su elektromehanički pretvornici energije, koji pulsnu električnu pobudu pretvaraju u koračni mehanički pomak (rotacijski ili translacijski).
- Osobine i podjela
- Hibridni, bipolarni koračni motor

Motori korišteni za pogon sva četiri točka su POWERMAX II step motori sa oznakom P22NXXD-LXX-XX-00, veličine NEMA 23. Hibridni motori rade na kombinaciji permanentnomagnetnih i motora sa promjenjivom reluktansom.



Slika 6. Vanjski izgled koračnog motora



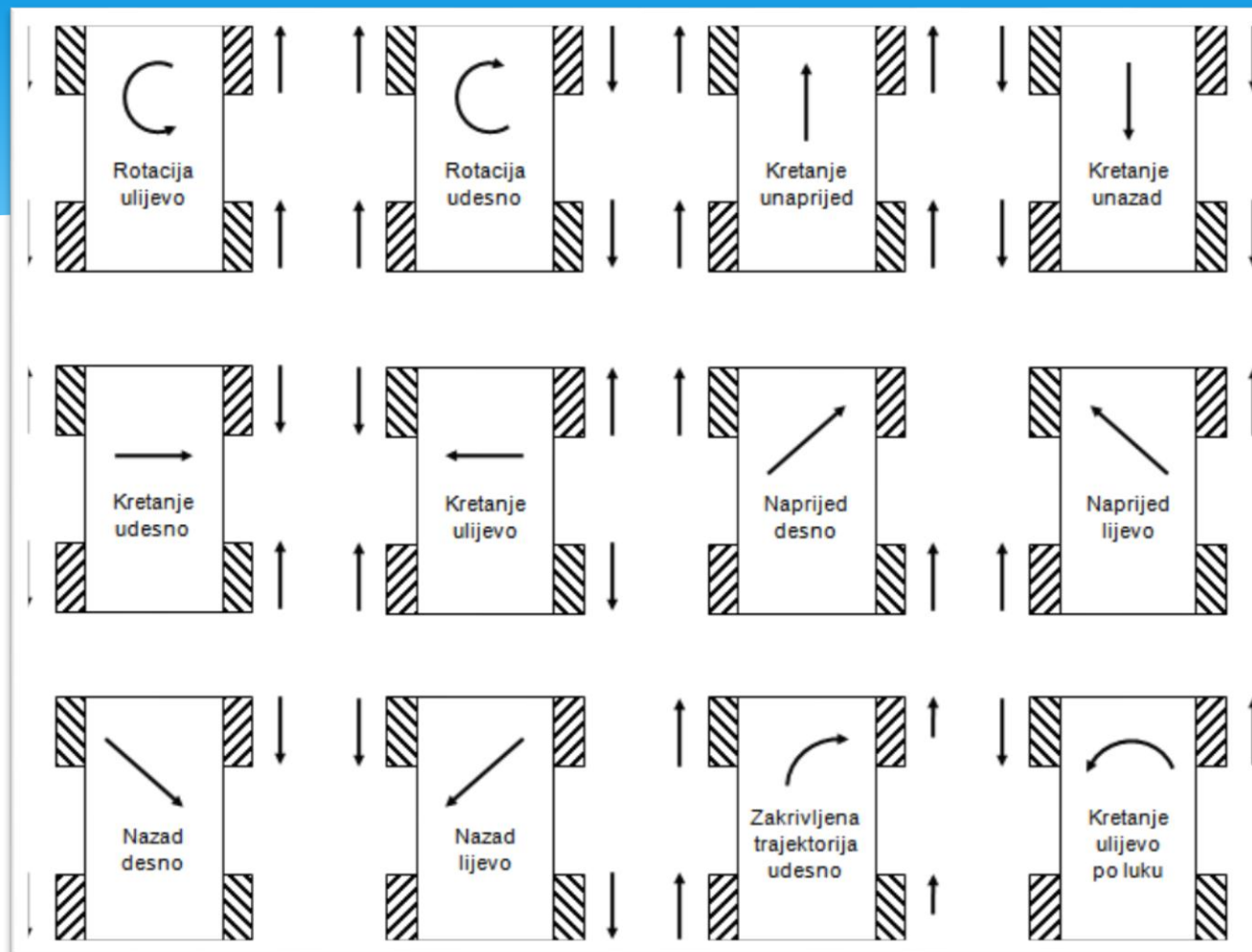
Slika 7. Struktura hibridnog koračnog motora

❖ "Mecanum Wheel" točkovi

- Točkovi nalaze u vrhovima četverougla.
- To je konvencionalni točak sa serijom valjaka konektovanih na noseću metalnu strukturu. Ovi valjci imaju ugao rotacije 45 stepeni u odnosu na pravu koja je referentna i za rotaciju cjelokupnog točka.
- Tipična konfiguracija zahtjeva četiri točka, kako bi se ispunio minimum za postizanje svih smjerova.
- Princip rotacije zavisi od smjera pojedinih točkova.



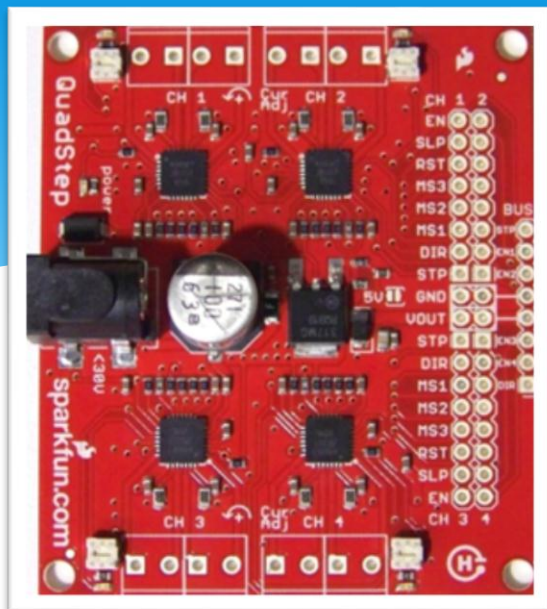
Slika 8. Izgled Mecanum Wheel točka



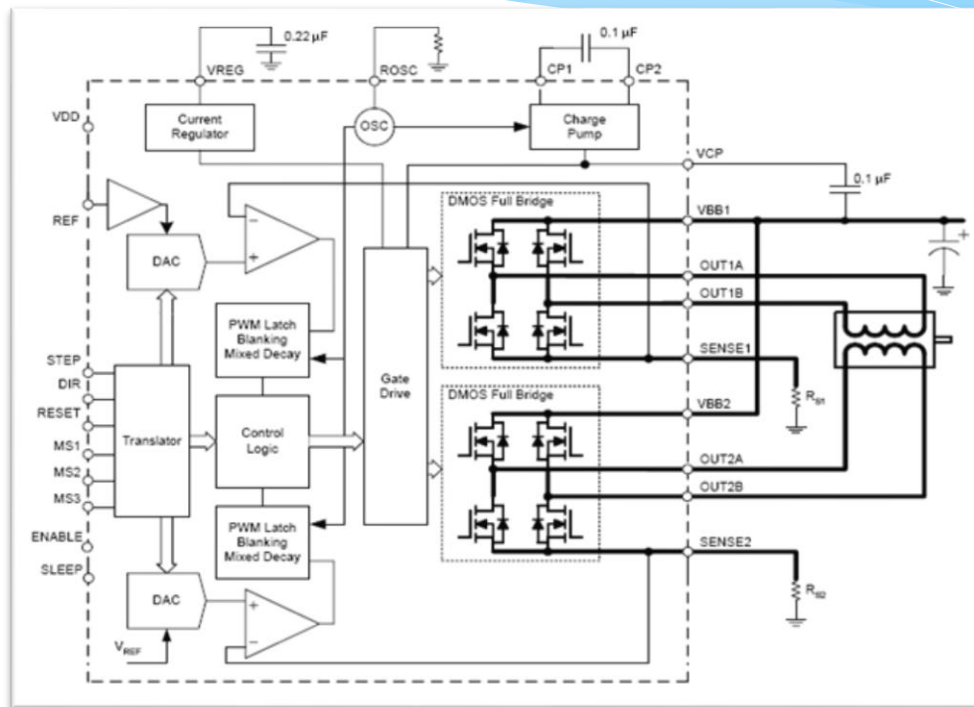
Slika 8. Kretanje robota u zavisnosti od smjera rotacije pojedinih točkova

❖ 'Quadstepper 4 Stepper Motor Driver Board'

- Drajver omogućava upravljanje do četiri bipolarna step motora istovremeno koristeći nekoliko ulazno-izlaznih pinova.
- Svaki izlaz za motor može obezbijediti maksimalnu struju u iznosu od 2 A po fazi za vrijednost napona od 35 V.
- Ploča ima mogućnost upravljanja motora u nekoliko modova rada: upravljanje sa punim korakom, pola koraka, jednom četvrtinom, osminom i šesnaestinom koraka.
- Ulazni krug se sastoji od regulatora napona LM317, a glavna komponenta koja upravlja motorom je drajver za motor sa oznakom A4983 i na ploči su prisutna ta četiri identična kola.
- Ulazni pinovi drajvera: RESET ulaz, STEP ulaz, MICROSTEP SELECT ulaz, DIR (DIRECTION) ulaz, ENABLE ulaz.



Slika 9. Quadstepper 4 Stepper Motor Driver Board



Slika 10. Drajver A4983

Implementacija sistema za upravljanje kretanjem robota

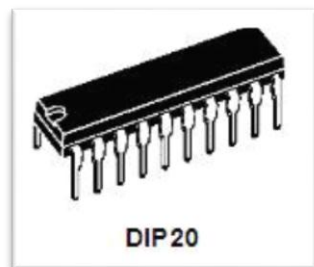
- Pristupamo pisanju programa koje ćemo prebaciti na FPGA čip.
- Kreiramo odgovarajući LabVIEW FPGA projekat, odaberemo odgovarajući sistem (*Single-Board RIO Embedded System*), odaberemo da li ćemo raditi na stvarnom sistemu ili u simulaciji, odaberemo vrstu kartice na kojoj ćemo raditi ako smo izabrali da radimo u simulaciji, i konačno smo kreirali projekat.
- Kreiramo VI (*Virtual Instrument*) tako što kliknemo desnim klikom na FPGA target i odabremo New → VI.
- Komuniciramo sa FPGA VI preko Host VI, zbog ograničenih manipulacija sa podacima na FPGA targetu.
- Host VI možemo kreirati unutar projekta desnim klikom na *Project Ime_projekta.lvproj* → New → VI.
- Sada možemo kreirati *Block Diagrame* i ispisivati ih na karticu.

❖ Upravljanje jednim koračnim motorom

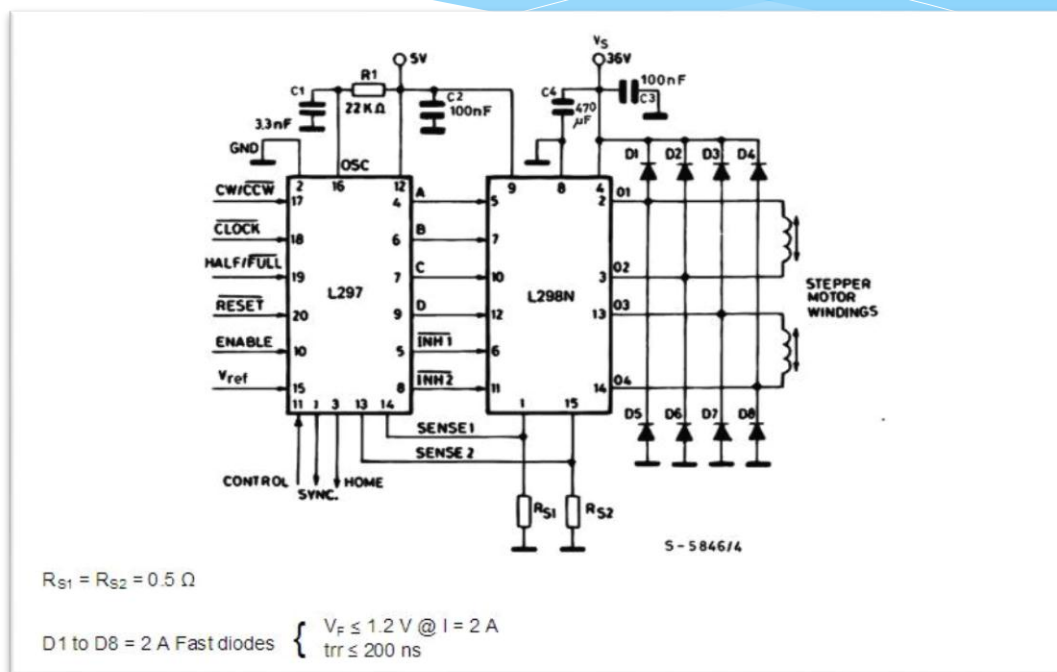
- Prvo je kreiran projekat za upravljanje jednim bipolarnim, hibridnim koračnim motorom korištenjem drajvera koji je kreiran pomoću kola L298N i L297.



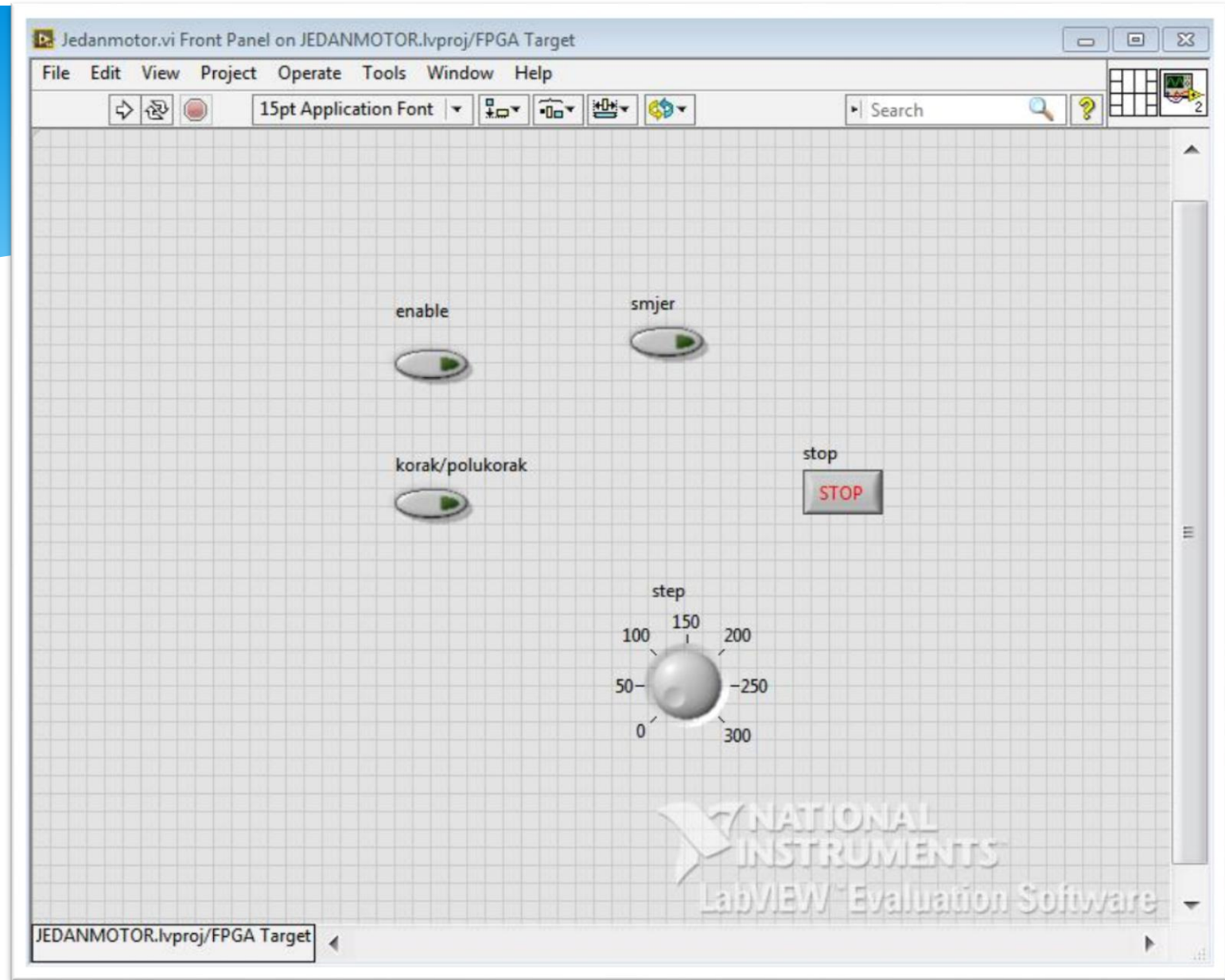
Slika 11. L298N



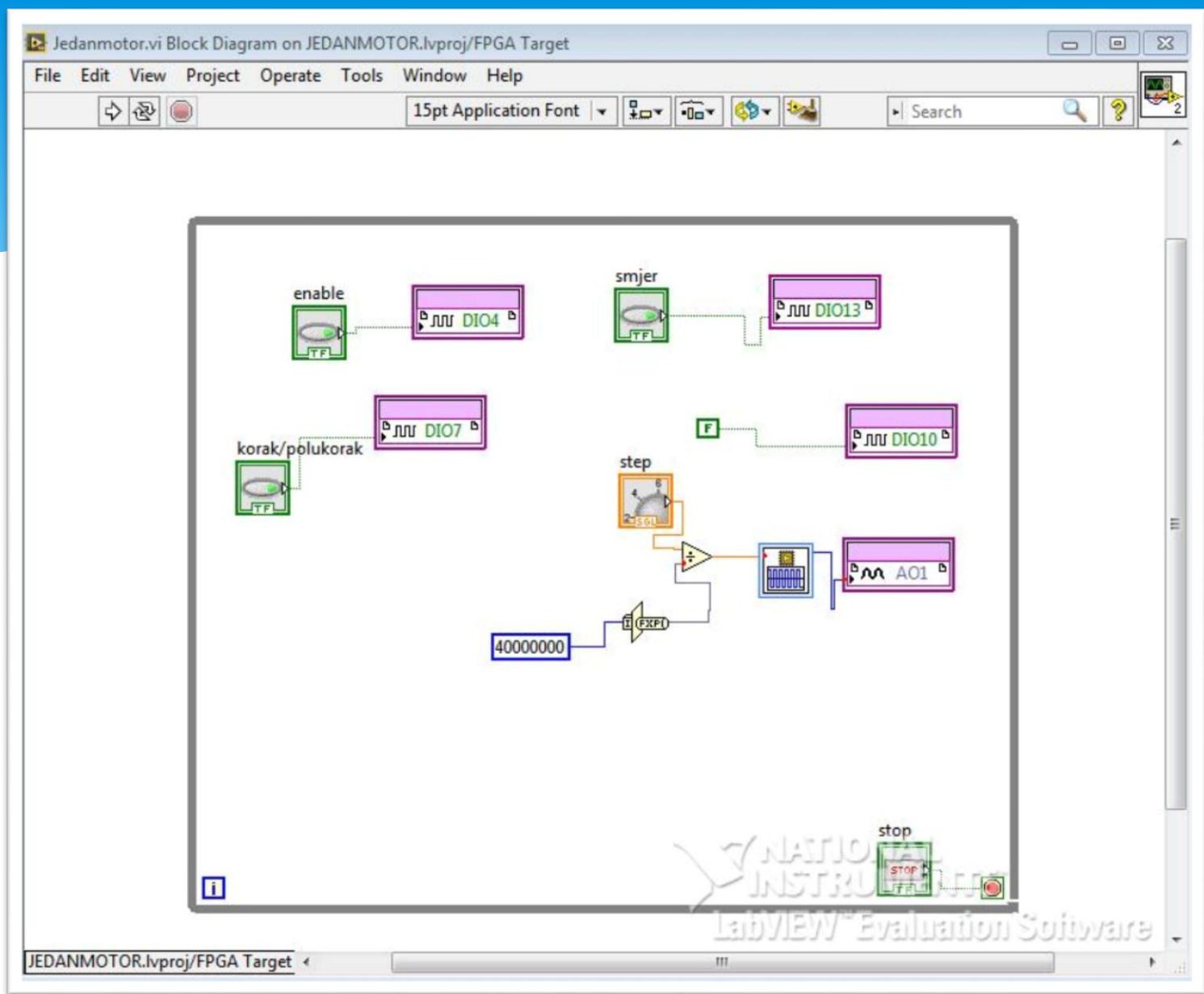
Slika 12. L297



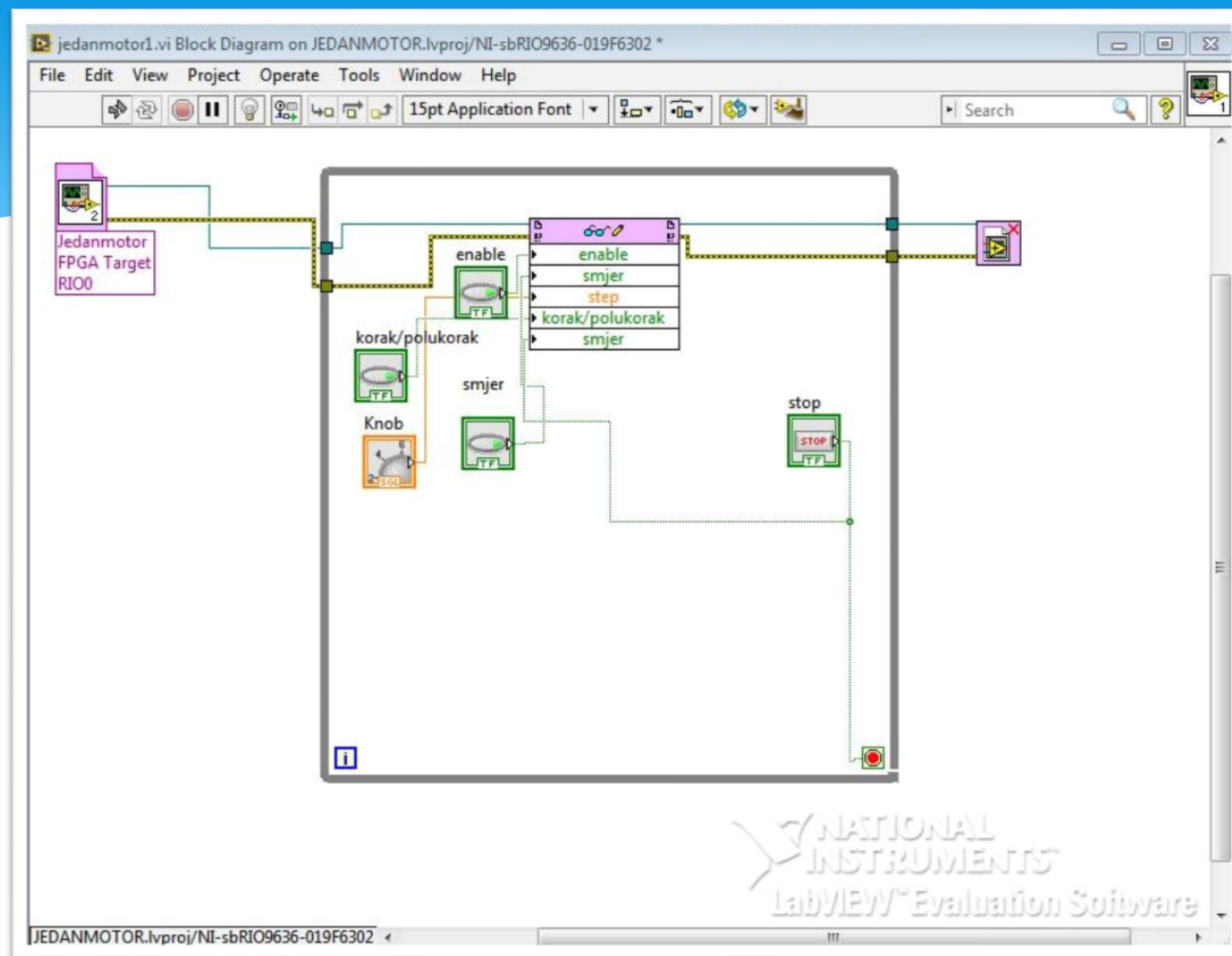
Slika 13. Drajver za koračni motor na bazi L298N i L297



Slika 14. Front Panel FPGA targeta



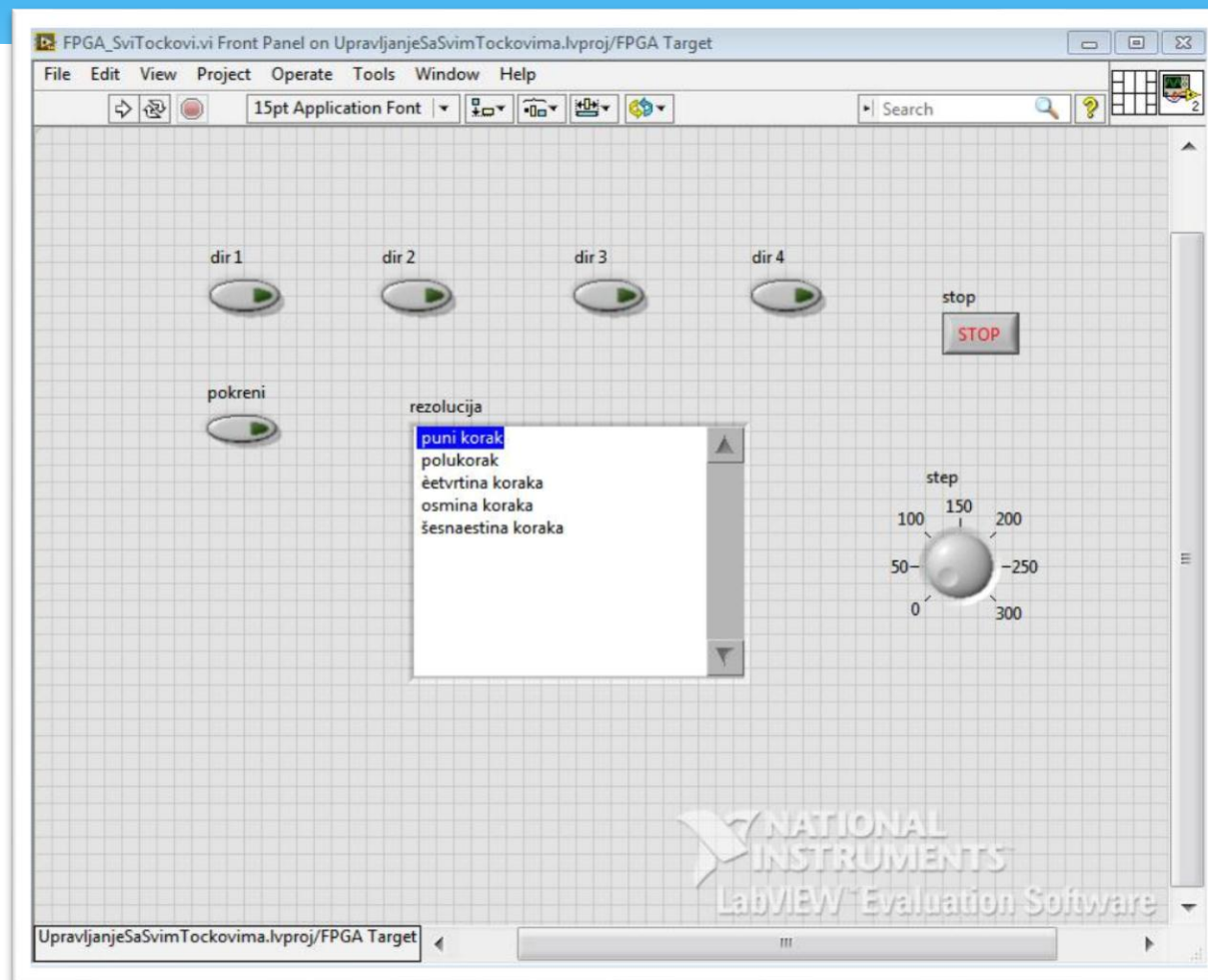
Slika 15. Block Diagram FPGA targeta



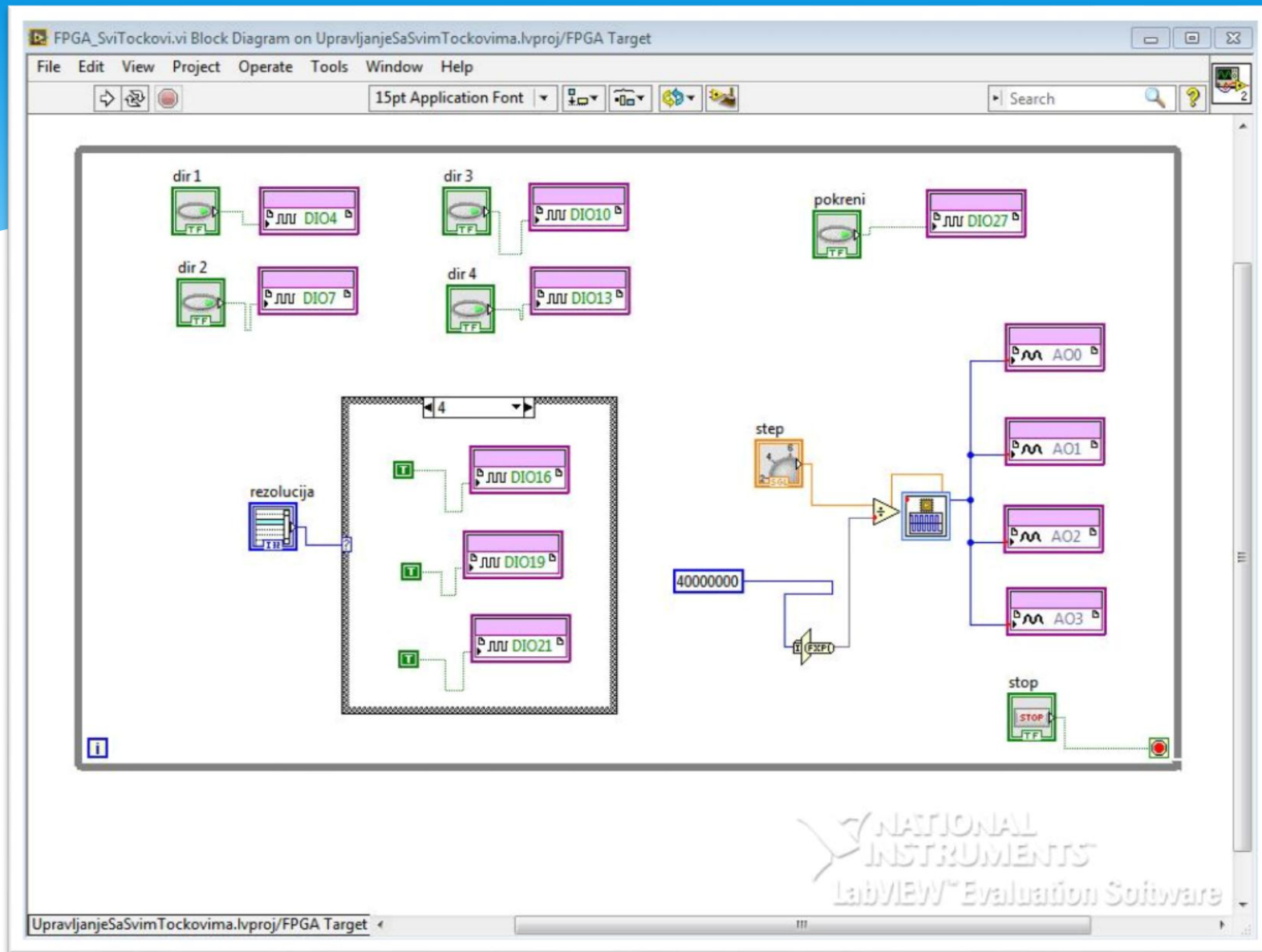
Slika 16. Block Diagram HOST-a

❖ Program za upravljanje HOLBOS-om

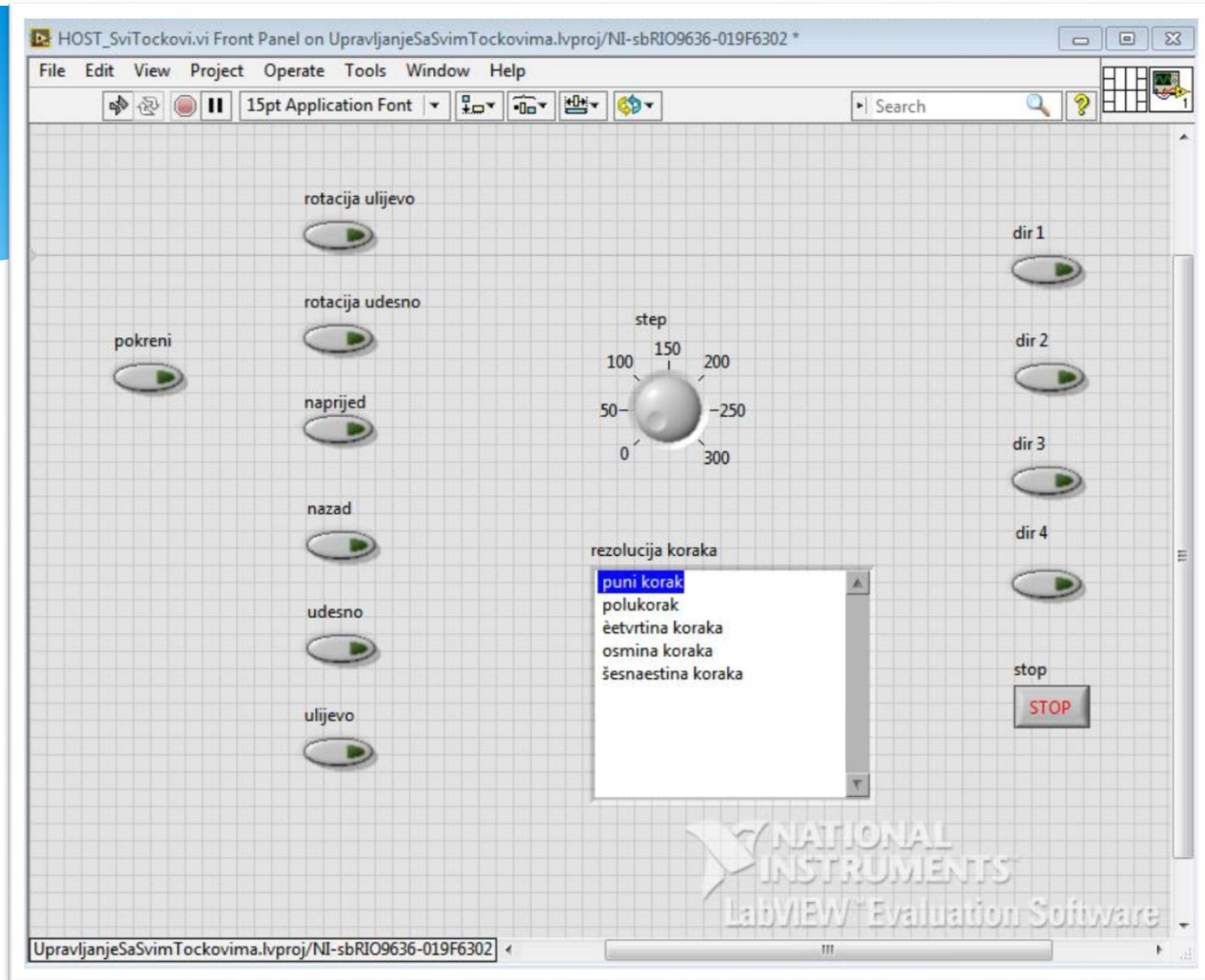
- Potrebno je 12 linija, 8 digitalnih linija i 4 analogna izlaza.



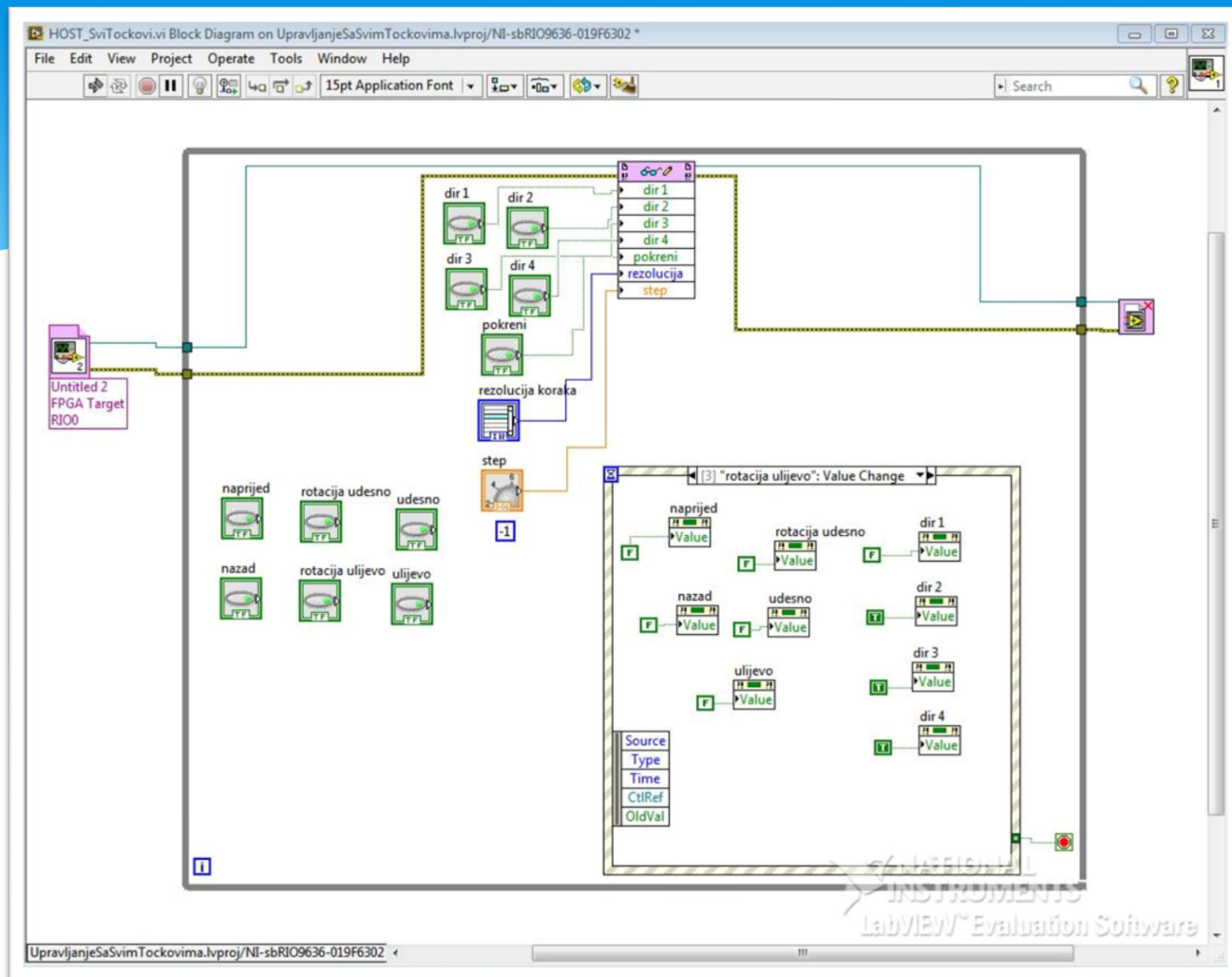
Slika 17. Front Panel FPGA targeta za upravljanje HOLBOS-om



Slika 18. Block Diagram FPGA targeta za upravljanje HOLBOS-om



Slika 19. Front Panel HOST-a za upravljanje HOLBOS-om



Slika 20. Block Diagram HOST-a za upravljanje HOLBOS-om

Zaključak

- Napisani programski kod je funkcionalan i *user friendly*, što je njegova najbitnija karakteristika jer korisnik programa ne mora poznavati sam pogonski mehanizam niti strukturu i osobine drajvera za motore da bi upravljao njegovim kretanjem.
- Bitno je bilo da se naš program izvršava u realnom vremenu i da pri kretanju nema poteškoća zbog toga, to je sve moguće jer korištena kartica NI sbRIO-9636 posjeduje *Real-Time Modul* koji je omogućio simulaciju u realnom vremenu.
- Brzina odziva robota i njegovog pogona je jako dobra.
- Napisani program je vrlo lahko moguće nadograditi i tako ostvariti još kvalitetnije i cjelokupno upravljanje robotom jer robot posjeduje i mnoge senzore.
- Prezentirane su adekvatne strukture koje omogućavaju kretanje tijela holonomskog, mobilnog robota.
- Upoznavanje s radom jedne nove tehnologije, FPGA.
- Svesmjerni, mobilni roboti su našli primjenu u svakodnevnom životu.
- FPGA tehnologija, također, ima višestruke primjene.



HVALA NA PAŽNJI !