



UNIVERZITET U KRAGUJEVCU - MAŠINSKI FAKULTET - INFORMATIKA U INŽENJERSTVU

# Virtuelna merna instrumentacija: mogućnosti *NI ELVIS* platforme

*Seminarski rad iz predmeta Računarski podržano  
merenje i upravljanje*



**Predmetni profesor:**  
Dr Milan Matijević

**Student:**  
Andreja Kojanić, 86/2002

*Kragujevac, april 2010.*

# 01. Uvod

---

*NI ELVIS (Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite)* je multidisciplinarna platforma koja se može koristiti za edukaciju u oblasti osnovnih koncepata dizajna električnih kola, instrumentacije, kontrole, telekomunikacija i mikrokontrolera, sa primenom u mnogim granama modernog inženjerstva (klasična fizika, elektronika, mašinstvo, vazduhoplovstvo, informatika, biomedicina, eko-inženjering, itd.).

*NI ELVIS* je primarna komponenta *NI* platforme za laboratorijski rad i edukaciju, u kombinaciji sa *NI Multisim* i *NI LabVIEW* softverom. Proces bi tako počinjao od simulacije stvarnog procesa u *Multisimu*, preko kreiranja prototipa realnog kola na *ELVISu* i završavao se upoređivanjem realnih rešenja sa onima dobijenim iz *LabVIEWa* (ili *LabVIEW SignalExpressa*).

*NI ELVIS* sadrži dvanaest najčešće korišćenih laboratorijskih instrumenata u jedinstvenoj platformi, uključujući osciloskop, digitalni multimetar (*DMM*), generator funkcija, varijabilni izvor napona, analizator dinamičkog signala (*DSA*), Bodeov analizator, dvokanalni i trokanalni strujno-naponski analizator, generator talasnih funkcija i analizator impedanse.

Svi elementi su kao virtuelni instrumenti (*Virtual Instruments* odnosno *Vis*) podložni modifikacijama iz grafičkog interfejsa *LabVIEWa* tako da tačno ispune zahteve projektanta. *LabVIEW* programiranje se bazira na principu blok-dijagramskog toka podataka i tako pruža veoma fleksibilnu primenu pri merenjima.

I konačno, glavna jedinica *ELVIS* sistema se na računar vezuje na *USB* port, bez mnogo podešavanja ili dodatnog neophodnog harvera, čime omogućuje laku akviziciju podataka, ali i migraciju samog *ELVIS* sistema na drugi računar.

Za testiranje sistema ćemo koristiti *RC* kolo prvog reda. *RC* kolo, *RC* filter ili mreža je električno kolo koje se sastoji od otpornika i kondenzatora. Ova kola se mogu koristiti i da blokiraju ili propuštaju određene ulazne frekvencije. U formulaciji koju ćemo koristiti, naše *RC* kolo bi predstavljalo *Low Pass Filter*, odnosno, kako samo ime kaže, filter koji propušta signale niskih frekvencija, a kod signala viših frekvencija smanjuje amplitudu. Ova karakteristika kola se vidi na Bodeovom dijagramu frekventnog odziva, gde se primećuje takozvana *cut-off* frekvencija.

*Low Pass Filter* kola imaju realnu primenu u audio tehnici (*Treble Cut* ili *Hiss* filteri), video tehnici za različite metode zamagljenja slike; a po njihovom modelu su kreirani i algoritmi za tzv. *data smoothing*, kao i u finansijskoj matematici, za "pomeranje proseka" niza veličina. Takođe, teoretski "savršeni" *Low Pass Filter* se pominje u *Whittaker-Shannonovoj* formuli kao metod rekonstrukcije kontinualnog signala iz semplovanog digitalnog signala, pa mnogi *D/A* konverteri koriste aproksimacije ovih filtera.

Stoga, *RC* kolo predstavlja dovoljno jednostavan, a pritom tehnički relevantan sklop na kome ćemo prikazati mogućnosti ove platforme.

## 02. Osnovni koncepti NI ELVIS sistema

Ovde će biti opisani osnovni koncepti na kojima je baziran rad i arhitektura *NI ELVIS* sistema, *Virtual Instrumentation* i *DAQ (Data Acquisition)* sistemi.

### 02.1 *Virtual Instrumentation* sistemi

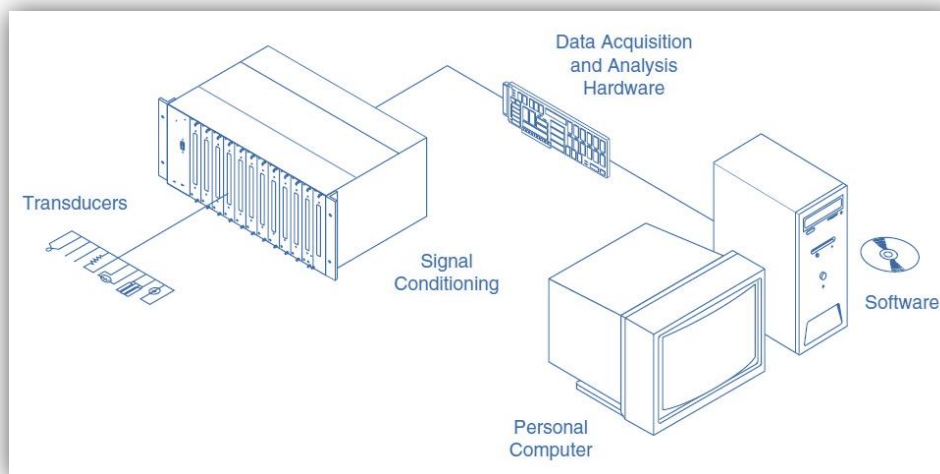
*Virtual Instrumentation (VI)* se definiše kao kombinacija hardvera i softvera za merenje i upravljanje sa novim računarskim tehnologijama kojima se obezbeđuje efikasno kreiranje korisnički definisanih sistema.

Jednostavno, korišćenjem univerzalnih elemenata u više različitih *VI* sistema bez potrebe za kupovinom usko specijalizovanog hardvera ili softvera, postiže se visoka efikasnost i ekonomičnost. Takva modularna priroda ovog principa pruža ogromnu fleksibilnost u radu.

Ovaj princip dalje obezbeđuje jak osnov kako za praktičnu nastavu, tako i za istraživački rad.

### 02.2 *Data Acquisition (DAQ)* sistemi (hardver i softver);

*Data Acquisition* sistemi sakupljaju, mere i analiziraju događaje iz okruženja. Svetlost, temperatura, pritisak i moment su samo neke od pojava koje *DAQ* sistemi mogu da izmere. Proces akvizicije podataka se sastoji u sakupljanju i merenju signala sa konvertorskih jedinica i slanja istih računaru na obradu. *DAQ* sistemi često mogu da sadrže i (analogni ili digitalni) izlazni signal.



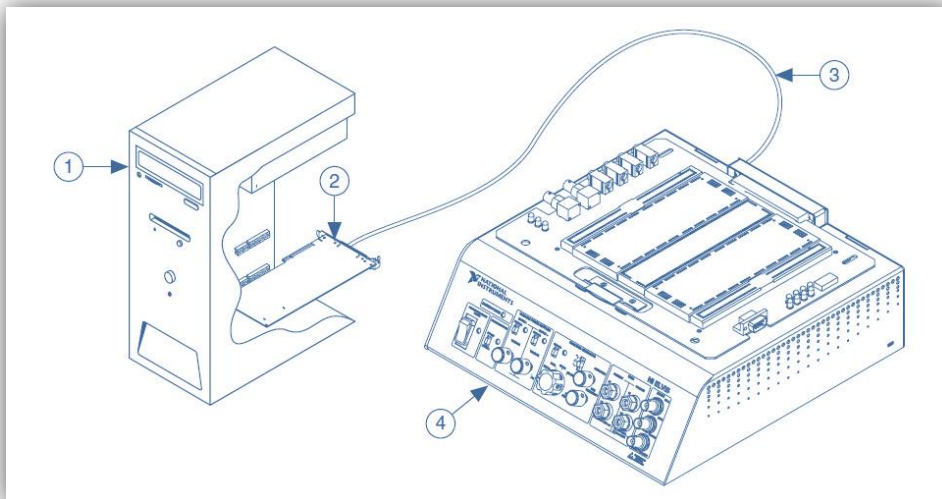
Slika 1: Tipični sistem za akviziciju podataka

Osnovni elementi *DAQ* sistema su:

- **Kovertor** – jedinica koja neki prirodni događaj može da pretvori u merljivi električni signal,
- **Signal** – izlaz iz senzorske jedinice.
- **Manipulatori signala** – njih vezujemo na *DAQ* sistem kako bi izmenili signal u formu koja će pogodnija za potrebe samog sistema (pojačanje, linearizacija, pobuda, izolacija, filterizacija).
- **DAQ hardver** – konkretna aparatura za dobavljanje, merenje i analizu podataka.
- **Softver** – programi za dizajn i programiranje aplikacija za merenje i kontrolu.

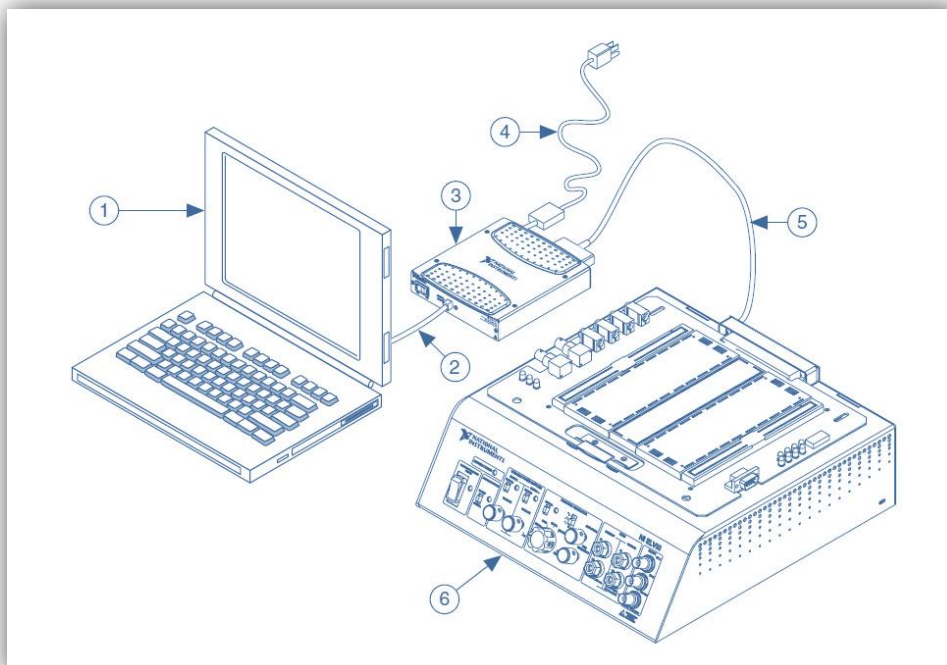
## 03. Arhitektura ELVIS sistema

Na naredne dve slike su demonstrirani mogući načini povezivanja ELVIS sistema.



Slika 2: Povezivanje glavne ELVIS jedinice na desktop računar

Elementi na slici 2: ① desktop računar, ② 68-pinska *data acquisition* kartica M serije, ③ izolovani kabl, ④ glavna *ELVIS* jedinica.



Slika 3: Povezivanje glavne ELVIS jedinice na laptop

Na slici 3 imamo ① računar, ② USB kabl, ③ eksterni USB *data acquisition* uređaj M serije, ④ napojni kabl, ⑤ izolovani kabl i ⑥ glavnu jedinicu.

Kao što je već rečeno, *NI ELVIS* je dizajniran da simulira više različitih elektronskih instrumenata. Sistem je izgrađen na osnovi koju čini *NI LabVIEW* softver, tako da njegovu arhitekturu čine sledeći elementi:

- [1] Kartica za akviziciju podataka;
- [2] Sama glavna upravljačka jedinica;
- [3] ELVIS softver na računaru.

## 03.1 Uređaji za akviziciju podataka

Svrha DAQ sistema je da prihvate i obrade neko fizičko dešavanje iz okoline. Svetlost, temperatura, pritisak, napon i moment su samo neki od tipova signala koje sistemi za akviziciju mogu da procesuiraju. Da bi se izvelo neko merenje pomoću ovih sistema, potrebno je da postoji određeni tip konvertora odabran prema tipu signala koji se posmatra, kako bi se isti preveo u format koji računar može da tumači.

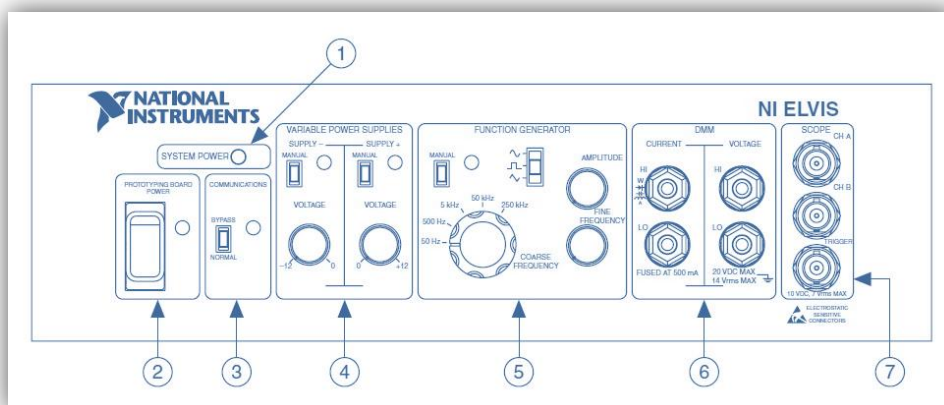
Tako tipični *DAQ* uređaj sadrži analogne ulaze za merenje električnih signala, kao i analogne izlaze (za generisanje pobuda pri upravljanju nekim sistemom ili davanje signala sistemu kako bi se izmerio njegov odziv). Takođe, multifunkcijski *DAQ* uređaji sadrže i digitalne ulaze i izlaze za merenje ili upravljanje nad bulovskim sistemima poput releja. I konačno, obuhvataju i counter/timer ulaze i izlaze, za merenja vremenskih kategorija nad sistemom.

Centralni deo jedne *DAQ* jedinice je spoj dva elementa koja obavljaju pomenute procese generisanja i čitanja signala, analogno-digitalnog (*ADC*) i digitalno-analognog konvertora (*DAC*).

Kao što se može videti na slikama 2 i 3, kartica za akviziciju podataka se nalazi između glavne jedinice i računara. Moguće kompatibilne kartice koje je *National Instruments* naveo u specifikacijama proizvoda su *NI PCI-6251 M Series DAQ device* kao interno, i *NI USB-6251 Mass Termination M Series DAQ device* i kao eksterno rešenje, za postavku sa laptop računarom. Praktično, u pitanju su varijante iste multifunkcionalne osmootbitne kartice.

## 03.2 Glavna jedinica

### 03.2.1 Prednji panel



Slika 4: Prednji panel glavne jedinice

Kao što je prikazano na slici, prednji panel sadrži osnovne elemente za ručnu manipulaciju sistemom. Sa druge strane, poznato je (i biće detaljnije opisano u narednom odeljku koji se tiče softvera) da svu kontrolu možemo

obaviti i preko *Soft Front Panel (SFP)* virtuelnih instrumenata koji su napisani *LabVIEW* kodu i ugrađeni u *ELVIS Traditional* softver.

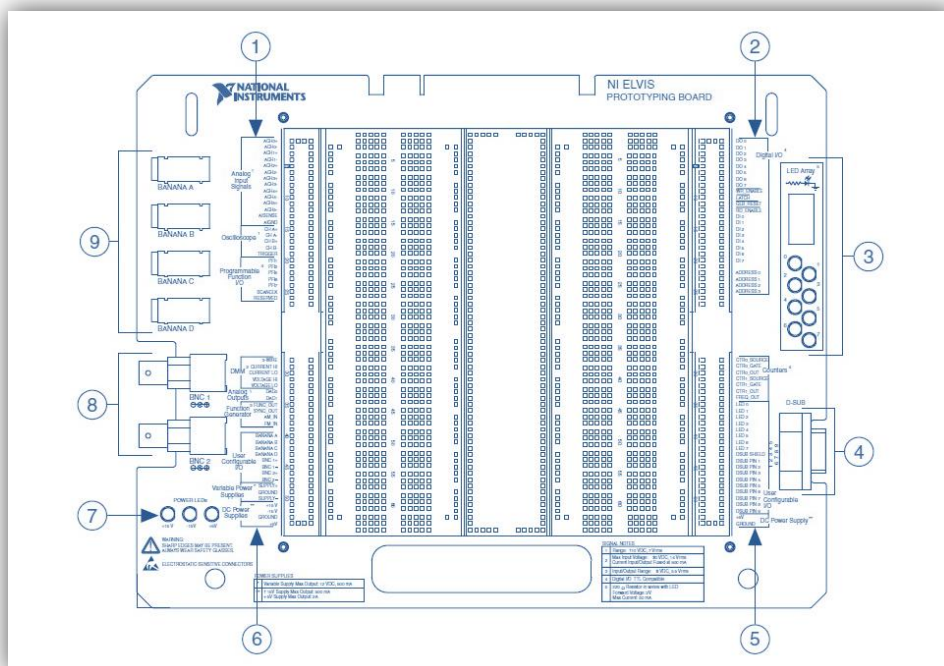
Elementi prikazani na slici:

- ① *LED on/off* indikator, kao što sâmó ime kaže, pokazuje da li je jedinica uključena pomoću prekidača (koji se nalazi na zadnjoj strani jedinice, slika 5).
- ② Prekidač za napajanje proto-borda služi za uključivanje napajanja proto-borda i njegov status prikazuje odgovarajuća *LED* dioda.
- ③ *Communications* prekidač diktira kontrolu nad *ELVIS* sistemom. Ukoliko je setovan na *Normal*, računaru je dozvoljena kontrola nad sistemom.
- ④ Kontrole napona su podeljene na dva seta komandi, za raspon od  $-12\div 0V$  i  $0\div 12V$ . Setovi su nazvani *Supply-* i *Supply+*, i vizuelno razdvojeni na panelu. Oba sadrže po prekidač sa dva stanja, koji u *Manual* modu dozvoljava potencimetrima kontrolu nad voltažom, a u drugom (*Software*) modu manipulaciju prebacuje na SFP instrumente.
- ⑤ Kontrole generatora funkcija ponovo sadrže *Manual/Software* prekidač za dodeljivanje kontrole nad sistemom računaru (*FGEN SFPu*, konkretno) ili unosu sa kontrola panela. *Function Selector* prekidač služi za odabir konkretne funkcije sa kojom se radi (sinusna, step ili trougaona talasna funkcija), *Coarse Frequency* potencimetar zadaje grubu vrednost frekvencije (50, 500Hz; 5, 50 ili 250kHz) sa mogućnošću finog podešavanja na *Fine Frequency* potencimetru, a *Amplitude* potencimetrom podešavamo *peak* amplitudu generisane funkcije.
- ⑥ Konektori digitalnog multimetra su podeljeni na *Current* i *Voltage* segmente, od kojih je svaki ima po dva konektora, za *HI* i *LO* vrednosti. A kako *DMM* ima konektore i na protobordu, ne preporučuje se korišćenje i jednog i drugog seta konektora.
- ⑦ Za rad sa osciloskopom imamo tri konektora: *BNC* konektor za *A* kanal, *BNC* konektor za *B* kanal i *BNC* konektor za okidač osciloskopa (*Trigger*). Takođe, važi prethodna napomena, da iako postoje i protobord *Scope* konektori, neophodno je koristiti ili jedne ili druge, nikako oba seta, pogotovo sa različitim tipovima signala, jer se tako može izazvati kratak spoj i trajno oštetiti glavna jedinica.

### 03.2.2 Prototyping board

Protobord služi za povezivanje kola za rad sa *ELVIS* sistemom. Na slici 5 vidimo šematski izgled protoborda, koji se ne razlikuje puno od većine laboratorijskih modela ploča koje možemo videti, osim što je kompleksnije organizovan. Osnovni elementi su redom raspoređeni u četiri +/- seta vertikalno orijentisanih konekcija ograničenih plavim i crvenim linijama; a između njih se nalaze tri veća seta čije su konekcije označene slovima *A÷J* i razdvojene su po sredini. Na levom i desnom kraju borda imamo četiri grupacije specijalnih konekcija koje se sastoje od setova od po 4 konektora koje se vezuju na *PC*, grupisanih po specijalnim funkcijama koje obezbeđuju. Recimo, kroz jedan od tih segmenata, konkretno donji levi, protobord omogućuje vezivanje na izvore napona od  $\pm 15$  i  $\pm 5V$ . Takođe, umesto fabričkog protoborda, moguće je na glavnu jedinicu montirati i bilo koju drugu ploču na kojoj radimo, jer se zadnji konektor ploče ponaša kao svaki drugi *PCI* slot, što sistemu daje dodatnu fleksibilnost.





Slika 5: Gornji panel glavne jedinice - prototyping board

Pozicije na slici su sledeće:

- ① Signalni redovi za AI, Scope i programabilne funkcije,
- ② Signalni redovi digitalnih izlaza i ulaza,
- ③ LED niz,
- ④ D-SUB konektor,
- ⑤ Signalni redovi brojača, tajmera i izvora napona,
- ⑥ Signalni redovi za DMM, FGEN, izvori napona, korisnički zadate ulaze i izlaze,
- ⑦ LED indikatori napona ploče,
- ⑧ BNC konektori,
- ⑨ Banana džek konektori.

Tabela 1: Opisi signala protoborda

Ime signala	Tip signala	Opis signala
<b>ACH0÷ACH2 ±</b>	Opšti analogni ulazi	<i>Analog Input</i> kanali 0÷2± :
<b>ACH3÷ACH4 ±</b>	Opšti analogni ulazi	<i>Analog Input</i> kanali 3 i 4± : kanali koji se ne mogu koristiti kada se koristi osciloskop.
<b>ACH5 ±</b>	Opšti analogni ulaz	<i>Analog Input</i> kanal 5± : ne može se koristiti ako se koristi DMM.
<b>AI SENSE</b>	Opšti analogni ulaz	<i>Analog Input Sense</i> : Referentni kanal pri korišćenju kanala u <i>nonreferenced single-ended (NRSE)</i> modu.
<b>AI GND</b>	Opšti analogni ulaz	<i>Analog Input Ground</i> : Referentni <i>GROUND</i> kanal vezan direktno na DAQ uređaj, ne sa ostalim <i>GROUND</i> .
<b>CH &lt;A..B&gt; +</b>	Osciloskop	Osciloskop kanali A and B (+) : Pozitivni ulazni kanali osciloskopa.
<b>CH &lt;A..B&gt; -</b>	Osciloskop	Osciloskop kanali A and B (-) : Negativni ulazni kanali osciloskopa.
<b>TRIGGER</b>	Osciloskop	Osciloskop <i>Trigger</i> : <i>Trigger</i> ulaz osciloskopa, vezan na <i>Analog Input Ground</i> .

<b>3-WIRE</b>	DMM	<i>Three Wire</i> : Izvor napona <i>DMMa</i> za <i>three-wire transistor</i> merenja.
<b>CURRENT HI</b>	DMM	<i>Positive Current</i> : Ulaz za pozitivne vrednosti za sva merenja preko <i>DMMa</i> sem merenja napona.
<b>CURRENT LO</b>	DMM	<i>Negative Current</i> : Ulaz za negativne vrednosti za sva merenja preko <i>DMMa</i> sem napona.
<b>VOLTAGE HI</b>	DMM	<i>Positive Voltage</i> : Ulaz za pozitivne vrednosti kada se <i>DMM</i> koristi kao voltmetar.
<b>VOLTAGE LO</b>	DMM	<i>Negative Voltage</i> : Ulaz za negativne vrednosti kada se <i>DMM</i> koristi kao voltmetar.
<b>DAC&lt;0..1&gt;</b>	Analogni izlazi	<i>Analog Output kanali 0 i 1</i> : Analogni izlazi čije karakteristike zavise od konkretnog <i>DAQ</i> uređaja.
<b>FUNC_OUT</b>	Generator funkcija	<i>Function Output</i> : Izlazni signal sa <i>Function Generatora</i>
<b>SYNC_OUT</b>	Generator funkcija	<i>Synchronization Output</i> : <i>TTL (transistor-transistor logic)</i> sinhronizacioni signal iste frekvencije kao i signal na <i>FUNC_OUT</i> pinu.
<b>AM_IN</b>	Generator funkcija	<i>Amplitude Modulation</i> ulaz : Ulaz za modulaciju amplitude <i>Function Generatora</i> .
<b>FM_IN</b>	Generator funkcija	<i>Frequency Modulation</i> ulaz : ulaz za modulaciju frekvencije <i>Function Generatora</i> .
<b>BANANA &lt;A..D&gt;</b>	Korisnički zadati I/O	Banana džekovi <i>A÷D</i> : Signali sa bočnih banana konektora.
<b>BNC &lt;1..2&gt; +</b>	Korisnički zadati I/O	<i>BNC</i> konektori 1 i 2 (+) : Signali pozitivnog predznaka sa bočnih <i>BNC</i> konektora.
<b>BNC &lt;1..2&gt; -</b>	Korisnički zadati I/O	<i>BNC</i> konektori 1 i 2 (-) : Signali negativnog predznaka sa bočnih <i>BNC</i> konektora.
<b>SUPPLY+</b>	Varijabilni izvor napona	Izlazni pin za pozitivni raspon, $0\div12V$ .
<b>GROUND</b>	Varijabilni izvor napona	<i>GROUND</i> pin protoborda, uzajamno povezani.
<b>SUPPLY-</b>	Varijabilni izvor napona	Izlazni pin za negativni raspon, $-12\div0V$ .
<b>+15V</b>	Izvor jednosmerne struje	Signalna linija za izvor koji proizvodi fiksnih $+15V$ .
<b>-15V</b>	Izvor jednosmerne struje	Signalna linija za izvor koji proizvodi fiksnih $-15V$ .
<b>GROUND</b>	Izvor jednosmerne struje	<i>GROUND</i> pin protoborda, uzajamno povezan sa ostalim istoimenim pinovima.
<b>+5V</b>	Izvor jednosmerne struje	Signalna linija za izvor koji proizvodi fiksnih $+5V$ .
<b>DO &lt;0..7&gt;</b>	Digitalni ulazi / izlazi	<i>Digital Output</i> linije $0\div7$ : kanali koje koristi <i>NI ELVIS Digital Bus Writer SFP</i> za generisanje podataka.
<b>WR ENABLE</b>	Digitalni ulazi / izlazi	Aktivni signal koji se ažurira kada se aktivira neki od <i>DO&lt;0..7&gt;</i> kanala.
<b>LATCH</b>	Digitalni ulazi / izlazi	Aktivni signal koji pulsira kada se podaci nađu na <i>DO&lt;0..7&gt;</i> kanalima.
<b>GLB RESET</b>	Digitalni ulazi / izlazi	Aktivni signal koji se koristi za resetovanje <i>NI ELVIS</i> hardverskih podešavanja.
<b>RD ENABLE</b>	Digitalni ulazi / izlazi	Aktivni signal koji pokazuje da se podaci čitaju sa kanala <i>DI&lt;0..7&gt;</i> .



<b>DI &lt;0..7&gt;</b>	Digitalni ulazi / izlazi	Digital Input linije 0÷7 : kanali sa kojih NI ELVIS Traditional Digital Bus Reader SFP čita podatke.
<b>ADDRESS &lt;0..3&gt;</b>	Digitalni ulazi / izlazi	Adresne linije 0÷3
<b>LED &lt;0..7&gt;</b>	Korisnički zadati I/O	LED ulazni signali 0÷7
<b>DSUB SHIELD</b>	Korisnički zadati I/O	Signal za pristupanje D-SUB konektoru na desnom delu protoborda
<b>DSUB PIN &lt;1..9&gt;</b>	Korisnički zadati I/O	Signali za individualne D-SUB pinove 1÷9
<b>+5V</b>	Izvor jednosmerne struje	Signalna linija za izvor koji proizvodi fiksni +5V
<b>GROUND</b>	Izvor jednosmerne struje	GROUND pin protoborda, uzajamno povezan sa ostalim istoimenim pinovima.

Tabela 2: Signali koji se usmeravaju direktno na DAQ uređaj

Ime signala na protobordu	Tip signala *	Ime signala na M Series DAQ kartici	Opis signala iz aspekta DAQ uređaja
<b>PFI 1</b>	Ulazni signal	PFI 1 / P1.1	PFI Input ili Static Digital Input
<b>PFI 2</b>	Ulazni signal	PFI 2 / P1.2	PFI Input ili Static Digital Input
<b>PFI 5</b>	Ulazni signal	PFI 5 / P1.5	PFI Input ili Static Digital Input
<b>PFI 6</b>	Ulazni signal	PFI 6 / P1.6	PFI Input ili Static Digital Input
<b>PFI 7</b>	Ulazni signal	PFI 7 / P1.7	PFI Input ili Static Digital Input
<b>SCANCLK</b>	Izlazni signal	PFI 11 / P2.3	PFI Output ili Static Digital Output
<b>RESERVED</b>	Izlazni signal	PFI 10 / P2.2	PFI Output ili Static Digital Output
<b>CTR0_SOURCE</b>	Ulazni signal	PFI 8 / P2.0	PFI Input ili Static Digital Input (Odgovara CTR 0 SRC kanalu NI-DAQmx)
<b>CTR0_GATE</b>	Ulazni signal	PFI 9 / P2.1	PFI Input ili Static Digital Input (Odgovara CTR 0 GATE kanalu NI-DAQmx)
<b>CTR0_OUTPUT</b>	Izlazni signal	PFI 12 / P2.4	PFI Output ili Static Digital Output (Odgovara CTR 0 OUT kanalu NI-DAQmx)
<b>CTR1_SOURCE</b>	Ulazni signal	PFI 3 / P1.3	PFI Input ili Static Digital Input (Odgovara CTR 1 SRC kanalu NI-DAQmx)
<b>CTR1_GATE</b>	Ulazni signal	PFI 4 / P1.4	PFI Input ili Static Digital Input (Odgovara CTR 1 GATE kanalu NI-DAQmx)
<b>CTR1_OUTPUT</b>	Izlazni signal	PFI 13 / P2.5	PFI Output ili Static Digital Output (Odgovara CTR 1 OUT kanalu NI-DAQmx)
<b>FREQ_OUT</b>	Izlazni signal	PFI 14 / P2.6	PFI Output ili Static Digital Output
* Na M Series DAQ uređajima, moguće je podešavati ove signale po želji, međutim, pri korišćenju kartice sa ELVIS sistemom, karakter signala je fiksiran kao ulazni ili izlazni, bez mogućnosti promene.			

U prethodne dve tabele je navedena lista signala na protobordu glavne jedinice. U Tabeli 1 su izlistani signali za internu upotrebu, odnosno, koji su nezavisni od ostatka sistema, sortirani po fizičkoj lokaciji svojih pinova na specijalnim setovima protoborda. U Tabeli 2 su nabrojani signali koji se direktno rutiraju ka kartici za akviziciju.

#### **Povezivanje signala na protobord:**

**GROUND konekcije:** Ukoliko je signal koji merimo vezan na jedan od GROUND pinova, merenje je validno. GROUND pinovi se nalaze na više lokacija na protobordu, ali su svi međusobno povezani.

**Analogni signali:****Generički analogni ulazi:**

Protobord *NI ELVIS* sistema sadrži šest diferencijalnih *AI* kanala,  $ACH0\div5$ , koji su direktno vezani na ulazne kanale uređaja za akviziciju. Na gornjem levom specijalnom setu, protobord sadrži skup pinova grupisan nazivom *Analog Input Signals*, sa pinovima koji se tiču konkretnih kanala, kao i *AISENSE* i *AIGND*, pinove za uzemljenje, koji su takođe vezani direktno na *DAQ* uređaj.

Mogući su konflikti na kanalima 3 i 4, ukoliko se koriste osciloskopski kanali *A* i *B* respektivno, kao i konflikt na kanalu 5 pri korišćenju *DMM*-a. Stoga, radi izbegavanja ovih nepremostivih konflikata, najbolje je koristiti kanale 0, 1 i 2.

Tabela 3: Kanali analognih izlaza i odgovarajući kanali na *DAQ* uređaju

<i>NI ELVIS</i> ulazni kanal	<i>DAQ</i> uređaj ulazni kanal
<i>ACH0+</i>	<i>AI 0</i>
<i>ACH0-</i>	<i>AI 8</i>
<i>ACH1+</i>	<i>AI 1</i>
<i>ACH1-</i>	<i>AI 9</i>
<i>ACH2+</i>	<i>AI 2</i>
<i>ACH2-</i>	<i>AI 10</i>
<i>ACH3+</i>	<i>AI 3</i>
<i>ACH3-</i>	<i>AI 11</i>
<i>ACH4+</i>	<i>AI 4</i>
<i>ACH4-</i>	<i>AI 12</i>
<i>ACH5+</i>	<i>AI 5</i>
<i>ACH5-</i>	<i>AI 13</i>
<i>AISENSE</i>	<i>AI SENSE</i>
<i>AIGND</i>	<i>AI GND</i>

**Generički analogni izlazi:**

Na donjem levom specijalnom setu nam se nude dva kanala za analogne izlaze *DAQ* uređaja, *DAC0* i *DAC1*. Problem se javlja pri korišćenju *FGEN* ili *DMM* funkcija, koja mogu da smetaju merenjima. Ukoliko do toga može doći, softver će izbaciti prozor sa obaveštenjem o greški i mogućem konfliktu.

**DC izvori napona:**

Pinovi se nalaze na donjem levom specijalnom setu, i omogućuju statičkih  $\pm 15V$  i  $\pm 5V$ .

**Generator funkcija (FGEN):**

Takođe na donjem levom setu, nalaze se i pinovi generatora funkcija, *FUNC\_OUT*, izlazni signal generatora funkcija, *SYNC\_OUT*, koji vraća *TTL* vremenski signal kompatibilan sa konkretnom frekvencijom generisane funkcije; kao i *AM\_IN* i *FM\_IN* konekcije za modulaciju amplitude i frekvencije.

**Promenljivi izvor napona:**

Omogućuju povezivanje kola na *SUPPLY+* za raspon  $0\div 12V$ , *SUPPLY-* za  $-12\div 0V$  i *GROUND* za uzemljenje.

**Bode analizator:**

Bez direktne veze, *Bode analyzer* koristi izlaz generatora funkcija, a zatim sa analognih ulaza *ACH0* i *ACH1* meri pobudu i odziv. Dakle, potrebno je *FUNC\_OUT* povezati na ulaz kola i *ACH1*, a izlaz na *ACH0* kanale.

**Struja-napon analizator:**

Moguće je povezati signal samo na *Current Hi* i *Current Low* na donjem levom setu, ali isto tako i povezati dodatne tri kako bi se, recimo, merio struja/napon odziv sa *NPN BJT* otpornika.

**Analizator impedanse:**

Ako koristimo *Impedance Analyzer*, potrebno je signale sprovesti na pomenute *Current Hi* i *Current Low* konektore.

**Digitalni I/O signali:**

Digitalni signali se vezuju na gornji desni specijalni set, na adekvatnih 2x8 kanala (*DIO÷7* i *DOO÷7*), sa adresnim pinovima *ADDRESS0÷3*. Dakle, podržani digitalni ulazni i izlazni signali su *TTL* kompatibilni, po 8 bita, a adresiranje se vrši sa 4 bita. Nad njima takođe manipulišu softverske funkcije, ali se takođe mogu *Communication Switch*-em prebaciti na *bypass* mod.

**Brojač / tajmer signali:**

Nalaze se na donjem desnom setu, i omogućuju pristup brojač/tajmer ulazima *DAQ* uređaja, a naravno, može im se pristupiti i softverski. *CTRO\_SOURCE*, *CTRO\_GATE*, *CTRO\_OUT*, *CTR1\_GATE*, i *CTR1\_OUT* se usmeravaju na *Counter 0* i *Counter 1 PFI* signalne linije *DAQ* uređaja.

**Korisnički zadati signali:**

Vezivanjem na ove konektore kontrolišu se elementi u koje spadaju četiri banana džeka i dva *BNC* konektora sa leve strane borda i *D-SUB* konektor i osam *LED* dioda na desnoj strani.

**Korišćenje sistema u Bypass modu:**

Neke od signala *DAQ* kartice je moguće prosledivati direktno na protobord (*Analog Input*, *Analog Output* i *Counter Input/Output*). Njima je moguće upravljati direktno iz *NI-DAQmx* softvera, bez obzira u kom je položaju *Communications Switch*.

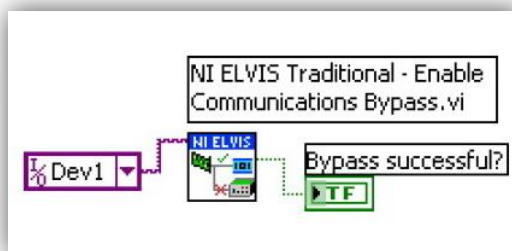
Sa druge strane, kada su *Variable Power Supply* i *Function Generator* u *Manual* modu, njima se upravlja direktno kontrolama sa prednjeg panela glavne jedinice, nezavisno od položaja *Communications Switch*-a.

**Normal mod**

Kada je *Communications* prekidač u *Normal* modu, *Digital Input* i *Output* linije uređaja za akviziciju se koriste za softversku kontrolu nad elementima *ELVIS* glavne jedinice, dakle, softver je funkcionalan samo kada je prekidač u *Normal* poziciji.

**Bypass mod**

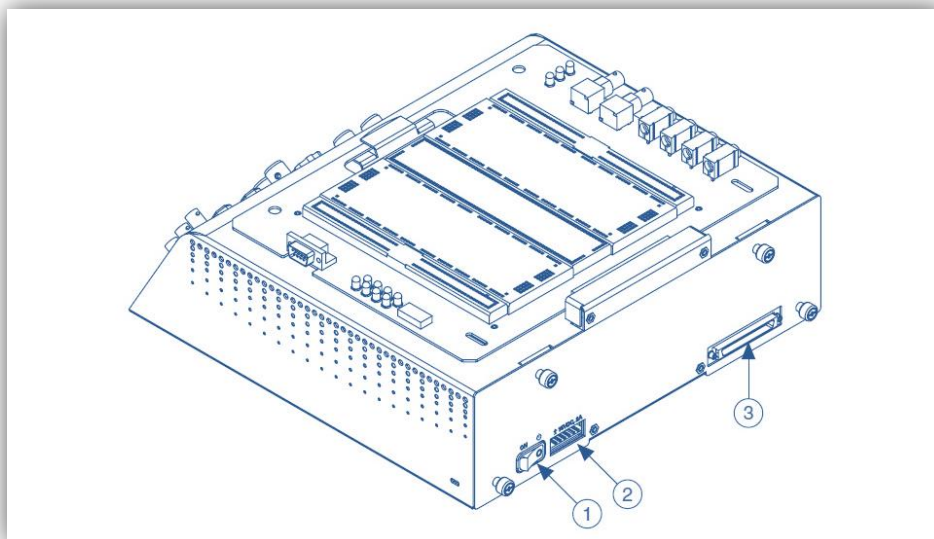
*Bypass* mod se pokreće postavljanjem *Communications* prekidača u istoimeni mod, u kombinaciji sa pokretanjem *NI ELVIS Traditional – Enable Communications Bypass VI* iz *LabVIEWa* (slika).



Slika 6: NI ELVIS Traditional - Enable Communications Bypass VI

Kada je glavna jedinica postavljena u *Bypass* mod, osam digitalnih ulaza i izlaza na portu 0 DAQ uređaja se rutiraju direktno na *Digital Input* linije <0..7> na protobordu. Pristupamo im odgovarajućim NI-DAQmx *Digital I/O* funkcijama (za više informacija, pogledati NI-DAQmx *Help*).

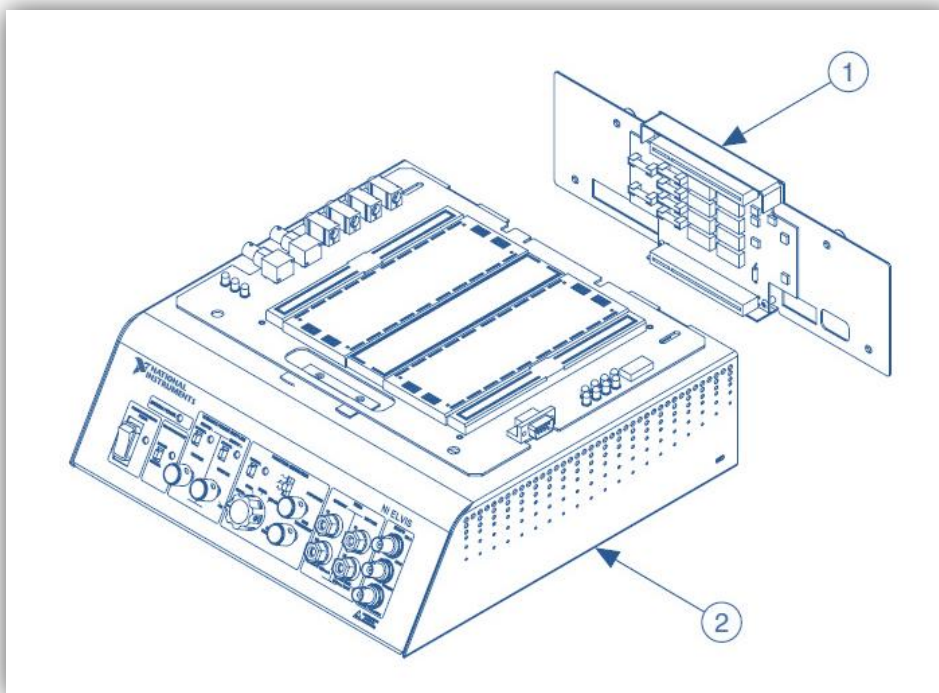
### 03.2.3 Zadnji panel jedinice



Slika 7: Zadnji panel glavne jedinice

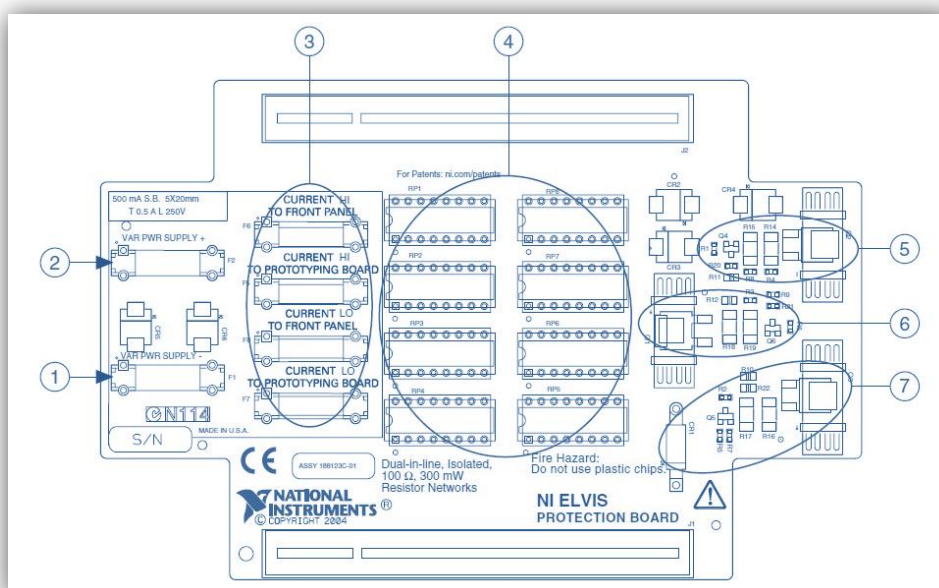
Pozicije na slici 5: ① Prekidač za uključivanje jedinice, ② Konektor za naponski kabl i ③ 68-pinski konektor za kabl ka *data acquisition* uređaju.

### 03.2.4 Zaštitna ploča



**Slika 8: Zaštitna ploča glavne jedinice (pozicija 1)**

Unutar same jedinice se nalazi ploča kroz koju prvo prolaze signali sa protoborda i tako obezbeđuje zaštitu od visokih napona ili kratkog spoja u sistemu. Vrednost ovog podsistema je višestruka, pogotovo zbog edukativnog karaktera sistema: njome se u slučaju navedenih problema eksperimentalno kolo izoluje od ostatka sistema, pa se tako smanjuje rizik po *DAQ* uređaj ili sam računar.



Slika 9: Osigurači zaštitne ploče - 1. napon (-), 2. napon (+), 3. strujni osigurači, 4. otpornici, 5. ograničavajuća kola za +15V, 6. ograničavajuća kola za -15V, 7. ograničavajuća kola za -5V.



## 03.3 Softver ELVIS sistema

NI ELVIS softverski paket je platforma izgrađena na *LabVIEW* okruženju i predstavlja kombinaciju seta virtuelnih instrumenata sa source kodom i kontekstualnim instrukcijama sa standardnim *LabVIEW* metodama za akviziciju i mogućnošću ispisa podataka u tekstualnom, *Microsoft Excel* ili *HTML* formatu.

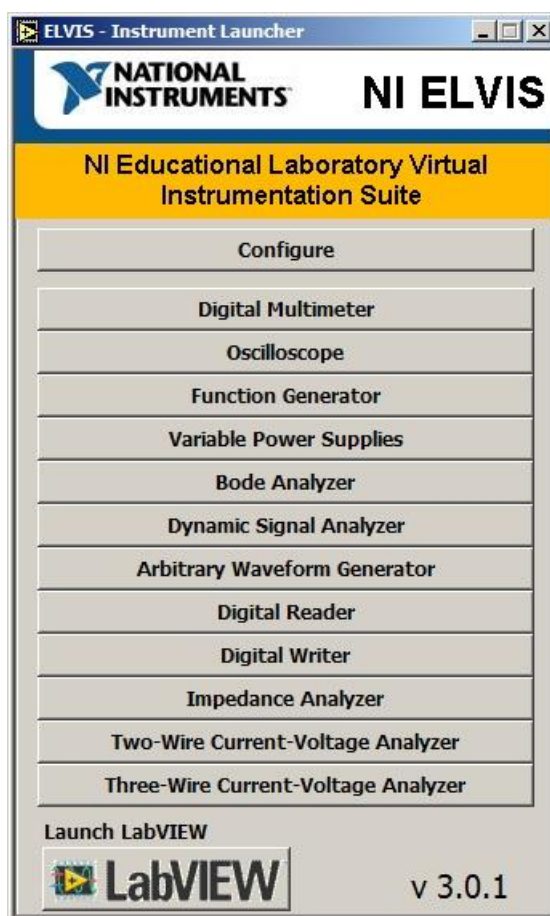
Sistem nam takođe ostavlja dve mogućnosti za merenje i upravljanje – putem elemenata *NI ELVIS Instrument Launchera*, ili iz samog *LabVIEWa* preko *NI ELVIS Application Programming Interface-a*.

Iz *Instrument Launchera* imamo brzi pristup za korišćenje svih 12 predefinisanih interfejsa *ELVIS* instrumenata, kao i izvornom kodu i primerima kreiranim za ovaj sistem.

Sa druge strane, preko *ELVIS API*-ja, korisnik može da kreira sopstvene virtuelne instrumente ili da u već postojeći *LabVIEW* projekat doda funkcionalnosti koje nudi *ELVIS*, jednostavnim odabirom odgovarajućih funkcija sa *ELVIS* palete i dodavanjem istih na blok dijagram.

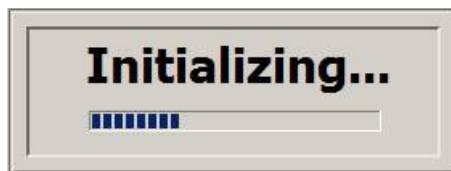
### 03.3.1 NI ELVIS Traditional Instrument Launcher

*ELVIS* softveru se pristupa iz *Start* menija, *Start* → *All Programs* → *National Instruments* → *NI ELVIS 3.0* → *NI ELVIS*. Time pokrećemo prikazani prozor za interakciju sa instrumentima.



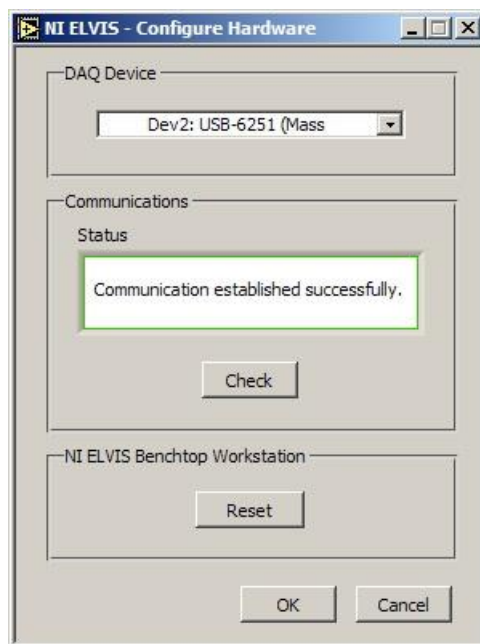
Slika 10: NI ELVIS Instrument Launcher - glavni prozor ELVIS softvera

Po startovanju, uspostavlja se komunikacija sa *DAQ* uređajem i karticom i softver nam prikazuje mali statusni prozor, što se vidi na sledećoj prikazanoj slici.



Slika 11: Statusni prozor koji se prikazuje dok se inicijalizuju moduli

*Configuration* dugme poziva prozor u kome podešavamo osnovne parametre komunikacije sa jedinicom, dok ostala dugmad pozivaju prozore konkretnih instrumenata.



Slika 12: Instrument Launcherov Configuration dijalog

### **Zajedničke kontrole interfejsa instrumenata:**

Pre opisivanja individualnih instrumenata, potrebno je opisati neke od zajedničkih funkcija koje se nude u svakom zasebnom panelu. To su, zapravo, dugmad koja se pojavljuju bar kod dva različita prozora:

**RUN** ili **RUN/SINGLE** dugmad, koja se javljaju u tri varijante, ali je **RUN** pored **SINGLE** dugmeta osnovna postavka. Kada je **RUN** uključen, smatra se da se merenje obavlja kontinualno, a ukoliko je u pitanju **SINGLE** mod, obavlja se jedno merenje u tom trenutku. Kod Bodeovog i struja/napon *analizera* **RUN** ima drugačiju funkciju jer pomenuti instrumenti u isto vreme i mere i daju signale. Stoga je **RUN** dugme kod njih pokreće njihovu osnovnu funkciju.

**LOG** funkcija nudi opciju da se kod nekih mernih virtualnih instrumenata rešenja izvezu u tekstualni fajl koji bi mogao kasnije da se koristi u drugom programu za analizu. Na primer, izvezene podatke korisnik može lako da uveze u *Microsoft Excel* ukoliko problem zahteva tabelarni prikaz, grafike i sl.

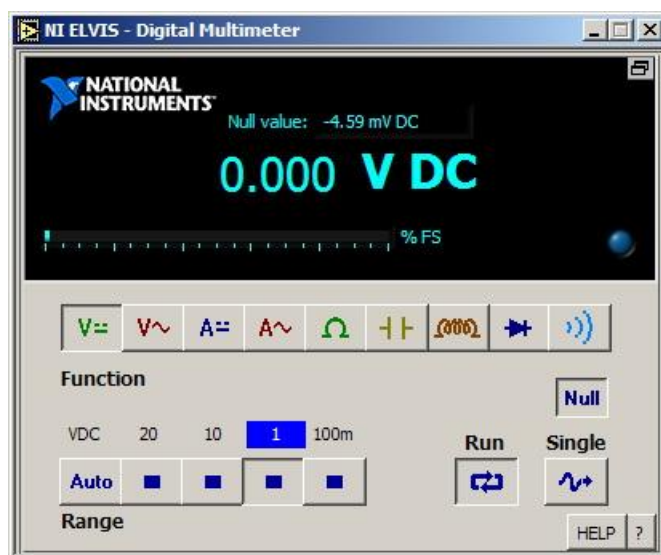
**MANUAL** indikator kod *Variable Power Supply* i *Function Generator* instrumenata ukazuje na mod upravljanja istim (softverski ili putem kontrola na prednjem panelu) koji je trenutno aktivan. Odnosno, ako je *Manual* dugme pritisnuto, instrument podešavamo softverski, u suprotnom, koristimo kontrole glavne jedinice.

**CURSORS** i **MARKERS** su skupovi kontrola kod instrumenata koji imaju mogućnost plotovanja rezultata, i kontrolišu prikaz specijalnih oznaka na prikazu. Odgovarajuća dugmad ih uključuje a nad njima se manipuliše direktno, klikom na pozicije na ekranu.

**Neke napomene vezane za interfejs instrumenta:**

- Instrumenti koji proizvode napon i signale najčešće ne proizvode onu vrednost koja je prikazana na ekranu njihovih interfejsa. Stoga, pre korišćenja istih za merenja, bilo bi potrebo prepodesiti ih za optimalne željene izlaze.
- Merni instrumenti su podešeni na prikaz sa velikim brojem cifara pa tako često prikazuju i najmanje fluktuacije, koje je uglavnom potrebno zanemariti. Tako se preporučuje da se pri merenju rezultati prikažu kao neka srednja vrednost, smanjene preciznosti.
- Korišćenje više interfejsa virtuelnih instrumenata je moguće, ukoliko vodimo računa o pomenutim hardverskim konfliktima konekcija na glavnoj jedinici. Ukoliko korisnik ipak pokrene instrument koji bi koristio neke već aktivne konekcije, sistem će na ekran izbaciti poruku sa greškom i jedan od aktivnih interfejsa neće biti pušten u rad.

**[1] Digital Multi-Meter (DMM)**



Slika 13: Digital Multimeter interfejs

**Funkcija:** merenje napona i struje, induktivnosti, kapacitivnosti i otpornosti, kao i provera kontinualnosti kola i dioda.

**Konekcije:** **CURRENT** i **VOLTAGE HI/LO** konektori na prednjem panelu ili pinovi na donjem levom setu na protobordu. Kao što je već naglašeno, koriste se jedni ILI drugi, nikako oba seta u isto vreme.

**Korišćenje:** U zavisnosti od željene funkcije, povezujemo **DMM** konekcije na kolo ili element kola, kao što će biti opisano za svaku od devet funkcija **DMMa**.

**Kontrole instrumenta:**

- **FUNCTION** dugmad preko koje pravimo selekciju željene varijante merenja.
- **NULL** dugme pomoću koga unuljavamo vrednosti pre merenja, kako bi se sistem adaptirao na lokalne uslove za postavljeno kolo. Svaka od funkcija se unuljava samo jednom, osim funkcije merenja struje.

- **RANGE** dugmad pružaju mogućnost odabira maksimalnih vrednosti opsega merenja, pritom te vrednosti variraju zavisno od funkcije koja se koristi. Tako korisnik može zadati vrednost opsega, a takođe imamo i **AUTO** dugme koje dozvoljava da sâm DMM odabere pogodnu vrednost po konkretnim aktuelnim vrednostima problema.

#### Napon:

- Preciznost: 0.3%;
- DC Opseg:  $\pm 20$  V (u četiri opsega);
- AC Opseg:  $\pm 14$  Vrms (četiri opsega);
- Povezivanje: **VOLTAGE HI/LO** na prednjem panelu ili odgovarajući konektori protoborda;
- Unuljavanje: Spojiti HI i LO polove i kliknuti na NULL;
- Merenje: Paralelno, između čvorova.

#### Struja:

- Opseg: 250 mA (u dva opsega);
- AC/DC preciznost: 0.25%  $\pm 3$  mA\*;
- Povezivanje: **CURRENT HI/LO** ili odgovarajući konektori protoborda;
- Unuljavanje: Postaviti jedan pol na mesto na kolu gde se i meri, drugi pol ostaviti slobodan, kliknuti NULL, pa onda pristupiti merenju;
- Merenje: Redno.

#### Otpornost:

- Preciznost: 1%;
- Opseg: 5  $\Omega$  do 3 M $\Omega$  (u četiri opsega);
- Povezivanje: **CURRENT HI/LO** ili odgovarajući konektori protoborda;
- Unuljavanje: Spojiti HI i LO polove i kliknuti na NULL;
- Merenje: sa obe strane otpornika.

#### Kapacitivnost:

- Preciznost: 2%;
- Opseg: 50 pF to 500  $\mu$ F (u tri opsega);
- Povezivanje: **CURRENT HI/LO** ili odgovarajući konektori protoborda;
- Unuljavanje: Kliknuti na NULL dok su HI i LO polovi slobodni;
- Merenje: sa obe strane kondenzatora.

#### Induktivnost:

- Preciznost - 1%
- Opseg - 100  $\mu$ H do 100 mH
- Povezivanje: **CURRENT HI/LO** ili odgovarajući konektori protoborda;
- Unuljavanje: Spojiti HI i LO polove i kliknuti na NULL;
- Merenje: sa obe strane induktora.

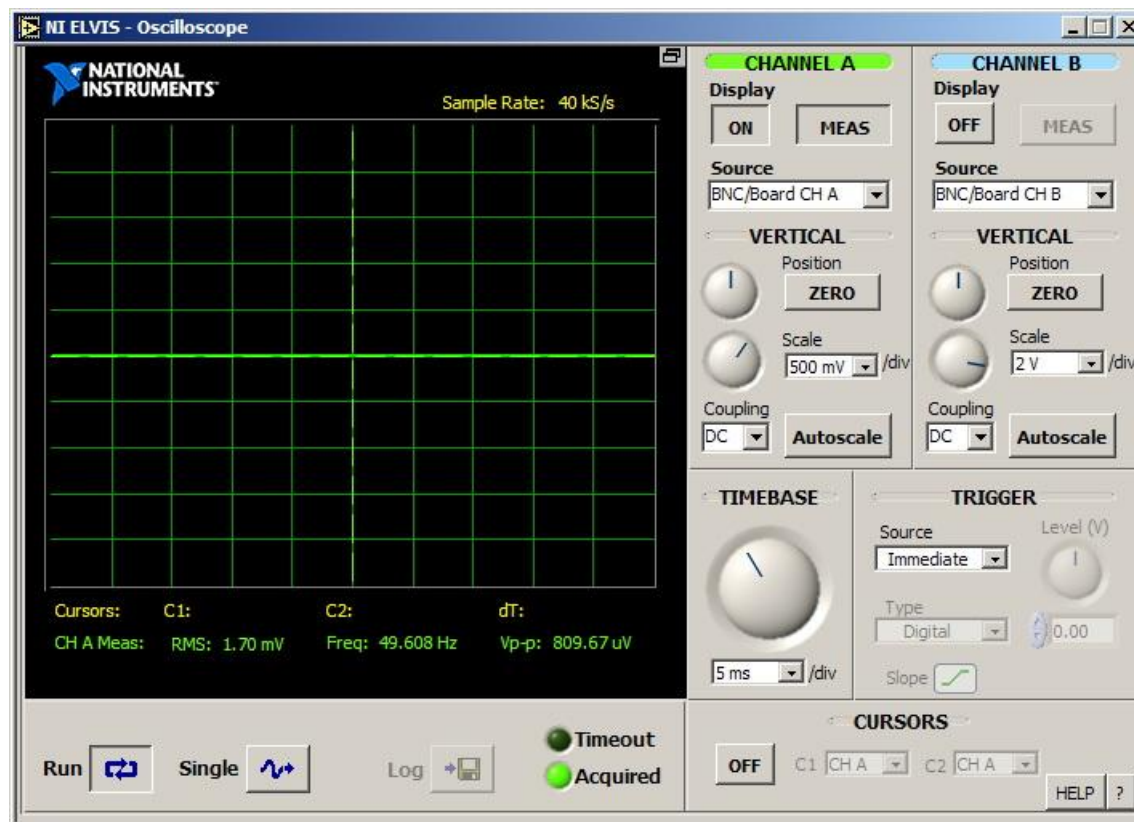
#### Test kontinualnosti kola (kratki spoj):

- Prag otpora - 15  $\Omega$  maksimalno
- Test napon - 3.89 V
- Povezivanje: **CURRENT HI/LO** ili odgovarajući konektori protoborda;
- Unuljavanje: Spojiti HI i LO polove i kliknuti na NULL;
- Merenje: na krajevima kola.

#### Test dioda:

- Povezivanje: **CURRENT HI/LO** ili odgovarajući konektori protoborda;
- Unuljavanje: Spojiti HI i LO polove i kliknuti na NULL;
- Merenje: **HI** pol postavljamo na anodu, **LO** na katodu diode.

## [2] Oscilloscope



Slika 14: Oscilloscope interfejs

**Funkcija:** Osciloskop nudi standardne funkcije desktop osciloskopa uz određene dodatne mogućnosti: merenje voltaže signala sa dvokanalnim prikazom, *peak-to-peak*, *RMS* i merenje frekvencije, interno povezivanje sa generatorom funkcija i analizatorom impedanse, izvoženje rezultata za dalju analizu.

**Konekcije:** Tri *SCOPE* BNC konektora na prednjem panelu, ili protobord konekcije na gornjem levom specijalnom setu, *CH A $\pm$* , *CH B $\pm$*  i *TRIGGER*.

**Korišćenje:** Konektor “-” vezati na *GROUND*, drugi na izvor.

**Kontrole instrumenta (zajedničke za oba kanala):**

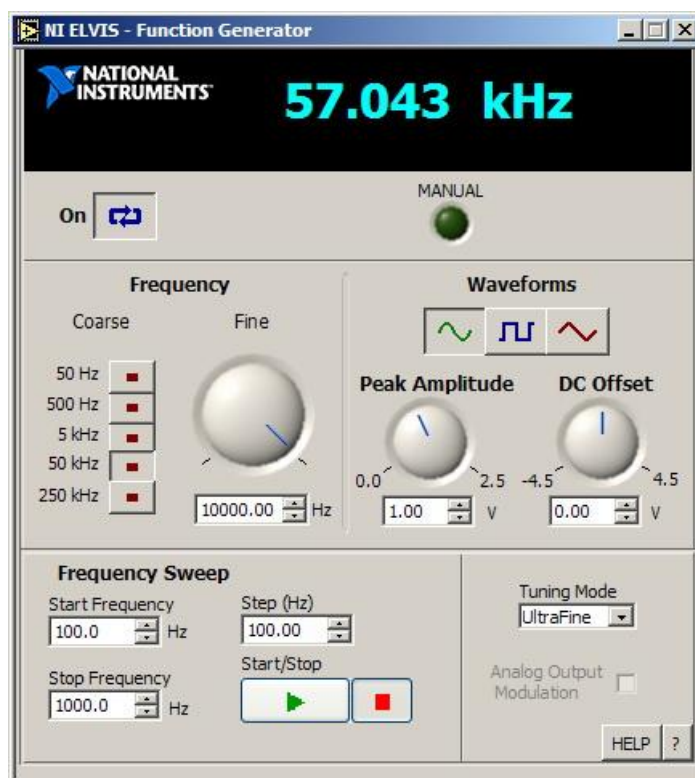
- **ON / OFF** dugmad: Kontrolišu prikaz odgovarajućeg kanala;
- **MEAS** dugme: Ukoliko je uključeno, frekvencija, VRMS i Vp-p su prikazani;
- **SOURCE** padajući meni: preko njega biramo izvor od više ponuđenih;
- **VERTICAL** “potenciometar”: Pomeri prikaz talasa naviše ili naniže, zavisno od naše selekcije;
- **ZERO** dugme: Poništava prethodno podešenu Vertical vrednost;
- **SCALE** potenciometar i dugme: skalira Voltage osu za određeni kanal.
- **COUPLING** meni: prikazuje pravi signal zajedno sa nekim ofsetom.
- **AUTOSCALE** dugme: Osciloskop sâm bira razmeru za prikaz.



#### Kontrole nezavisne od kanala:

- **TIMEBASE** potencijometar i meni: skalira vremensku osu na prikazu.
- **TRIGGER** kontrole: bira koji deo talasa prikazujemo na levoj strani displeja. Iz menija se bira izvor koji se uzima kao *trigger*, potencijometar definiše *trigger* voltažu, analogno/digitalni i uzlazno/silazni modifikator.
- **CURSOR** kontrole: omogućuju korisniku postavljanje dva kursora na prikaz ukoliko je dugme u ON položaju. Iz menija se bira na koji kanal se postavlja cursor. Kursori zapravo predstavljaju start i stop markere, između kojih se vrši merenje.
- **TIMEOUT / ACQUIRED** indikatori: Timeout indikator je uključen ukoliko je instrument izgubio signal.

### [3] Function Generator



Slika 15: Function Generator interfejs

**Funkcija:** Proizvodi jednostavne sinusoidalne, Hevisajdove (step) i trougaone naponske funkcije.

**Konekcije:** Nalaze se na levom donjem setu na protobordu, u kombinaciji sa bilo kojim GROUND konektorom.

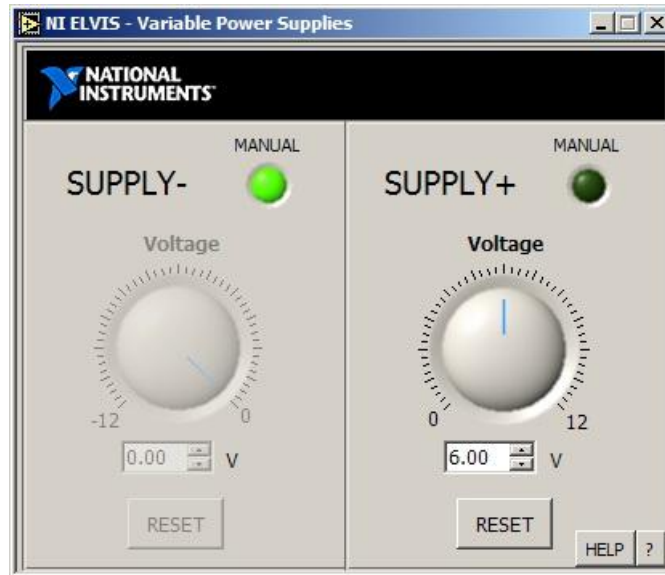
**Korišćenje:** Ovim instrumentom je moguće upravljati i sa prednjeg panela glavne jedinice, naravno, uz smanjenu preciznost.

#### Kontrole instrumenta:

- **ON** dugme: Kada je pritisnuto, *FGEN* kontinualno proizvodi signal.
- **FREQUENCY** kontrole: Opseg frekvencija se bira sa *COARSE* tastera, a tačna frekvencija sa *FINE* potencijometra. Drugi način za podešavanje frekvencije je direktni unos vrednosti u polje ispod.
- **WAVEFORMS** dugmad: služe za odabir tipa funkcije koju je potrebno generisati.
- **PEAK AMPLITUDE** potencijometar: kontroliše apsolutni peak izlazne amplitude (dakle, ne *peak-to-peak*, već jednostrani).

- **DC OFFSET** potencijometar: kontroliše *offset* voltaže na zadatu funkciju.
- **FREQUENCY SWEEP** kontrole: Instrument pruža i mogućnost prolaska kroz više frekvencija u kratkom vremenskom periodu. Ovde se zadaju vrednosti *start*, *stop* i *step* frekvencija, proces se pokreće *PLAY* tasterom a završava kada se dostigne *STOP* frekvencija ili se klikne na *STOP* dugme.

#### **[4] Variable Power Supply**



Slika 16: Variable Power Supply interfejs

**Funkcija:** Proizvodi dve različite vrednosti DC napona, iz opsega  $-15 \div 0V$  i  $0 \div 15V$ .

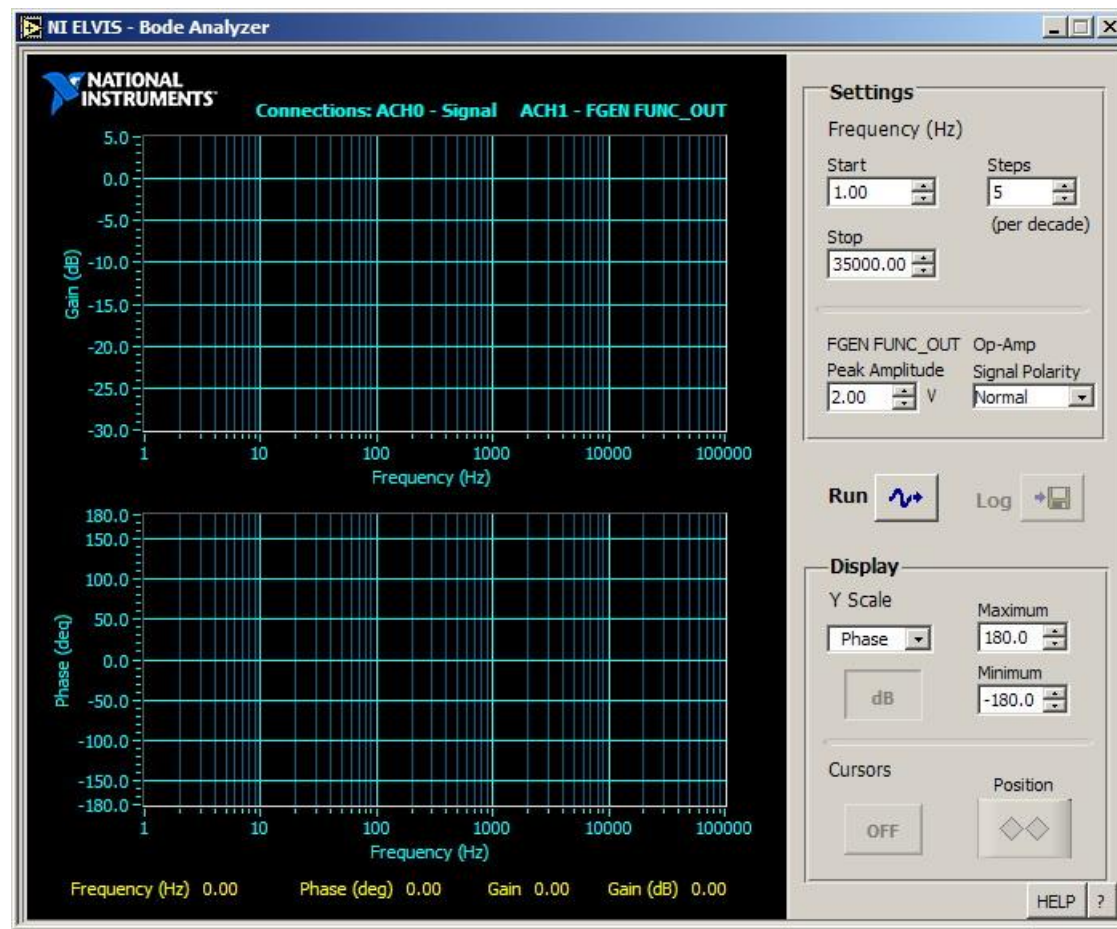
**Konekcije:** Tri seta konektora na donjem levom setu protoborda, *SUPPLY-*, *SUPPLY+* i *GROUND*.

**Korišćenje:** Ovim instrumentom je moguće upravljati i sa prednjeg panela glavne jedinice, naravno, uz smanjenu preciznost.

**Kontrole instrumenta:**

- **VOLTAGE** kontrole: ovim potencijometrima ili upisivanjem vrednosti u odgovarajuća polja zadajemo napone.

## **[5] Bode Analyzer**



Slika 17: Bode analyzer interfejs

**Funkcija:** Analiza RC kola u svrhu iscrtavanja logaritamskih zavisnosti pojačanje/frekvencija i faza/frekvencija, odnosno, Bodeovih dijagrama.

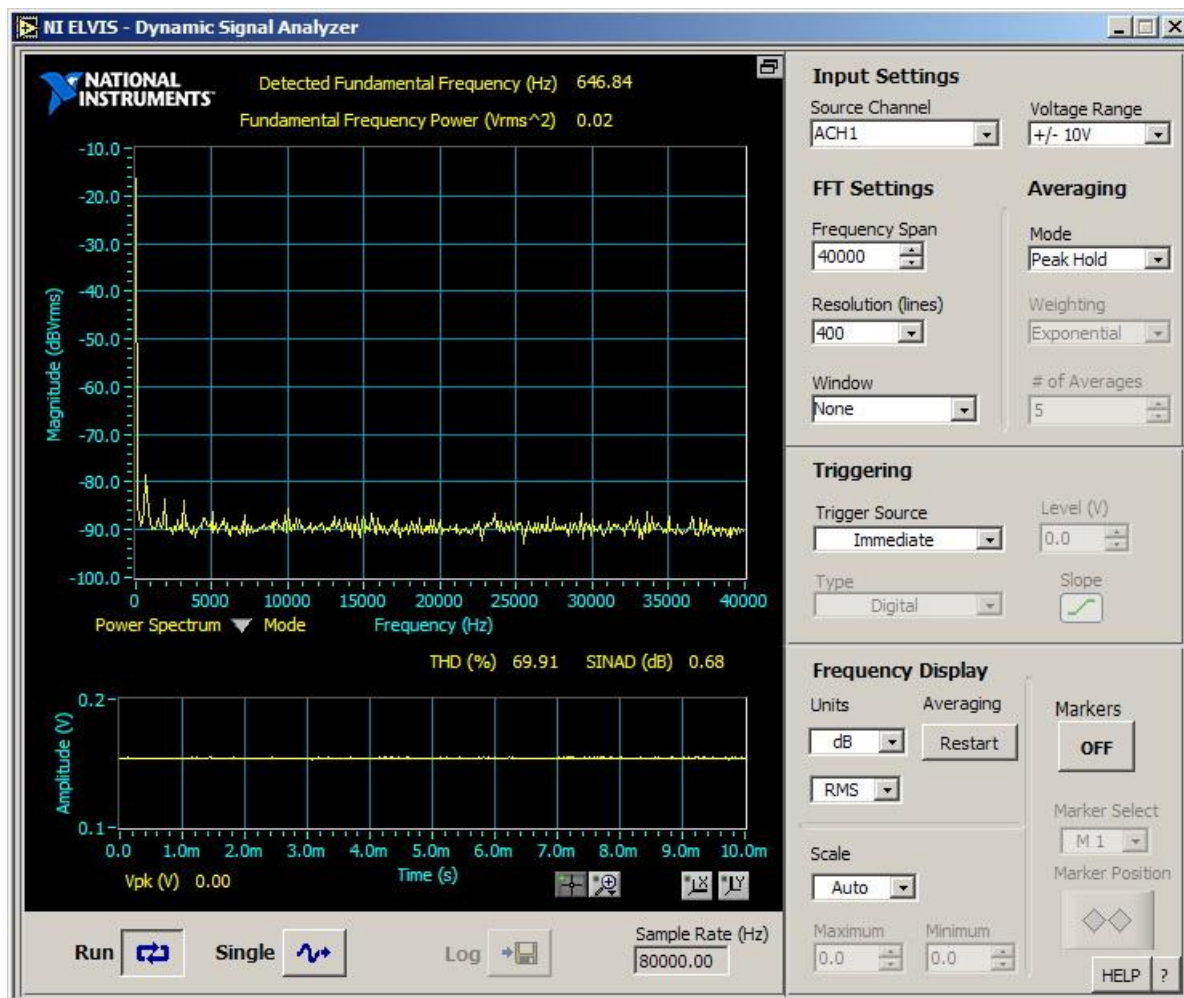
**Konekcije:** Koriste se analogni kanali 0 i 1, dva seta +/- konekcija na gornjem desnom setu protoborda.

**Korišćenje:** Pored veze sa ulazom kola, *FUNC\_OUT* mora biti vezan i na *ACH1*, a kraj kola se vezuje na *ACH0* da bi se izvelo merenje, kao na sledećem dijagramu.

**Kontrole:**

- **SETTINGS** set: služi za upravljanje parametrima na izlazu Function Generatora: frequency sweep start, stop, broj koraka, peak amplitude i polaritet signala.
- **DISPLAY** set: kontroliše prikaz y osa oba dijagrama zasebno. Ovaj set omogućuje i korišćenje pomenutih korisnički zadatih kursora.

## **[6] Dynamic Signal Analyzer**



Slika 18: Dynamic Signal Analyzer interfejs

**Funkcija:** Prikaz ulaznih signala frekventnom i vremenskom domenu.

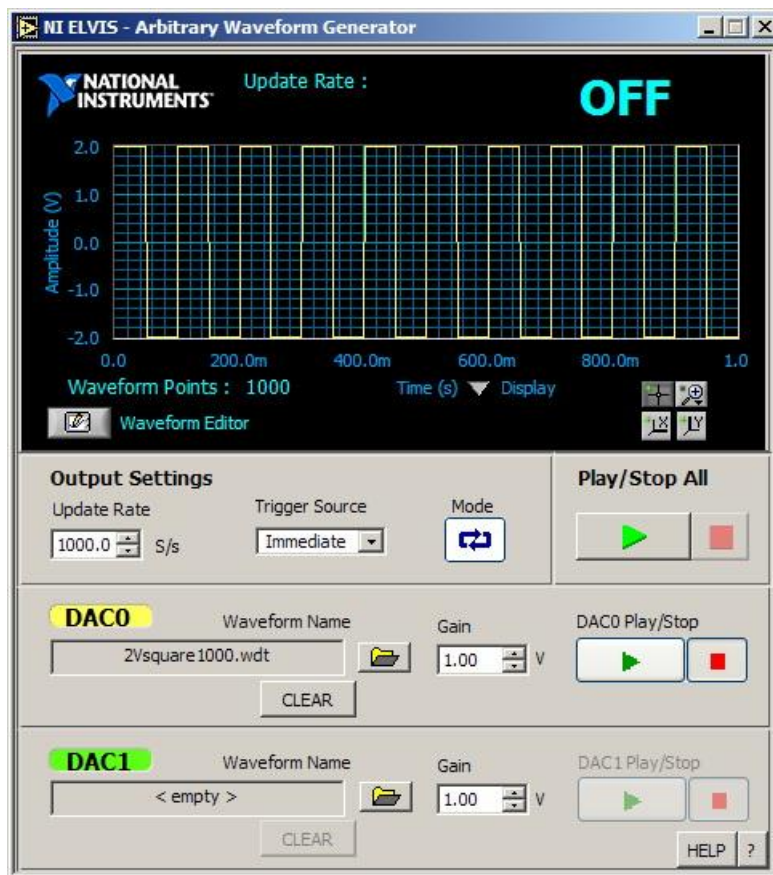
**Konekcije:** Bilo koje iz prvih osam +/- konekcija u setu za analogne signale, gornji levi specijani set protoborda.

**Korišćenje:** Posle vezivanja kola na pomenute konekcije na protobordu, ovim instrumentom se može analizirati bilo koji naponski signal.

**Kontrole instrumenta:**

- **INPUT** podešavanja: selektuje izvor i rang napona za ulazni signal;
- **FFT** podešavanja: ovaj instrument koristi FFT (Fast Fourier Transform) algoritam da izvede analizu domena frekvencije, pa u ovom segmentu interfejsa kontrolišemo opseg i razmak frekvencija;
- **AVERAGING** podešavanja: podešavaju tip aproksimacije na srednju vrednost;
- **TRIGGERING** podešavanja: kontrolišu izvor, tip napona i triggera;
- **FREQUENCY DISPLAY** podešavanja: kontrolišu jedinice, opseg i markere na prikazu.

## [7] Arbitrary Waveform Analyzer



Slika 19: Arbitrary Waveform Analyzer interfejs

**Funkcija:** Proizvodi arbitražne talasne funkcije koje kreiramo u NI Waveform Editoru.

**Konekcije:** Analog Output konektori na donjem levom setu protoborda, DAC0 i DAC1.

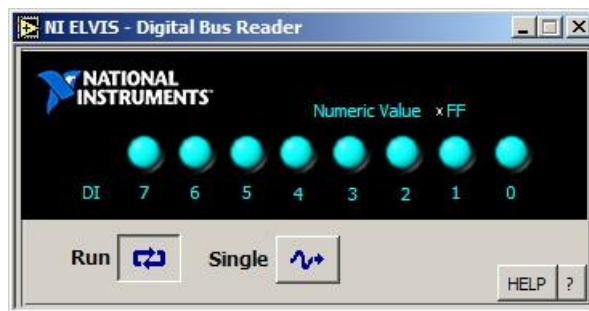
**Korišćenje:** Za korišćenje ovog instrumenta, potrebno je imati i sačuvane .wdt fajlove iz editora, pa tako sami interfejs sadrži dugme koje poziva Editor.

**Kontrole interfejsa:**

- **DISPLAY kontrole:** nalaze se na delu koji je predviđen za prikaz, u donjem denom uglu, i omogućuju zumiranje i manipulacije nad osama;
- **OPEN FILE kontrole:** ukoliko već imamo neki sačuvan .wdt fajl, možemo ga učitati na jedan od kanala prikaza. Polje levo od tastera prikazuje ime fajla koji je trenutno aktivan, dugme CLEAR prekida čitanje trenutno aktivnog fajla.
- **GAIN polja:** Talasna funkcija se skalira u zavisnosti od vrednosti koju ovde upišemo.
- **UPDATE RATE polje:** kontroliše broj tačaka po sekundi.
- **TRIGGER SOURCE padajući meni:** Kao što ime i govori, bira izvor za trigger.
- **MODE dugme:** za odabir između kontinualnog ponavljanja i jednog prolaska.
- **PLAY/STOP dugmad:** započinju ili prekidaju signal sa instrumenta na izlazne kanale.



## **[8] Digital Reader**



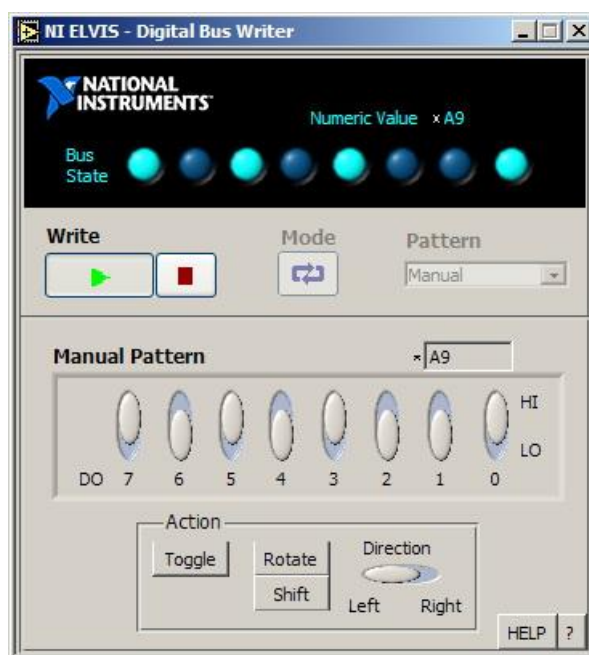
Slika 20: Digital Reader interfejs

**Funkcija:** Praćenje signala sa osam digitalnih ulaza.

**Konekcije:** Digital Input konekcije protoborda (DI0÷DI7).

**Korišćenje:** Kao što se vidi na screenshotu, osam DI konekcija odgovaraju po jednom indikatorskom svetlu interfejsa. Svetlo plava boja odgovara stanju logičke jedinice, odnosno +5V, a tamno plava logičkoj nuli, vrednosti 0V. Broj izmerenih bajtova se prikazuje u heksadecimalnom zapisu. Instrument se preko Run i Single modifikatora podešava da izvrši jedno merenje ili da meri kontinualno.

## **[9] Digital Writer**



Slika 21: Digital Writer interfejs

**Funkcija:** Proizvodi osam digitalnih izlaza vrednosti 0 (LO signal) ili +5V (HI signal).

**Konekcije:** Digital Output konekcije protoborda (DO0÷DO7).

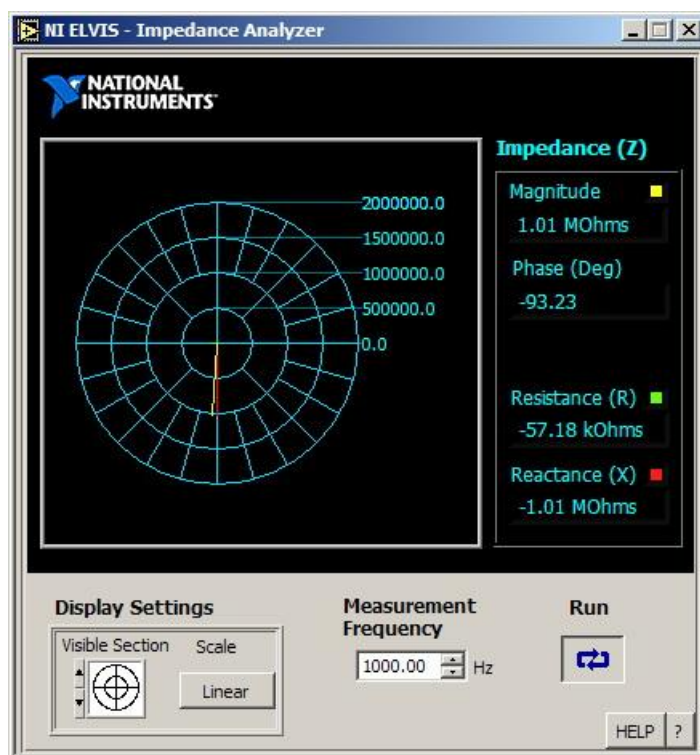
**Korišćenje:** Za interfejs važi ista kovencija kao i kod Digital Readera, a kontrole interfejsa su objašnjene ispod.

Kontrole interfejsa:

- **WRITE** dugme: Startuje i stopira izlazni signal instrumenta.

- **MODE** button: Menja mod rada instrumenta (jedan prolaz ili kontinualno).
- **PATTERN** meni: Bira način kreiranja signala, manuelni ili automatski.
- **MANUAL PATTERN** prekidači: definišu aktivne signalne kanale.
- **ACTION** kontrole: Kada je **TOGGLE** dugme aktivno, imamo mogućnost rotiranja ili pomeranja šeme signala sa **ROTATE** i **SHIFT** tasterima, respektivno. Smer definiše **DIRECTION** prekidač.

## [10] Impedance Analyzer



Slika 22: Impedance Analyzer interfejs

**Funkcija:** Analiza impedanse elementa kola i prikaz iste u polarnom ili kompleksnom obliku.

**Konekcije:** **CURRENT HI/LO** na protobordu ili odgovarajući banana konektori **DMMA** na prednjem panelu.

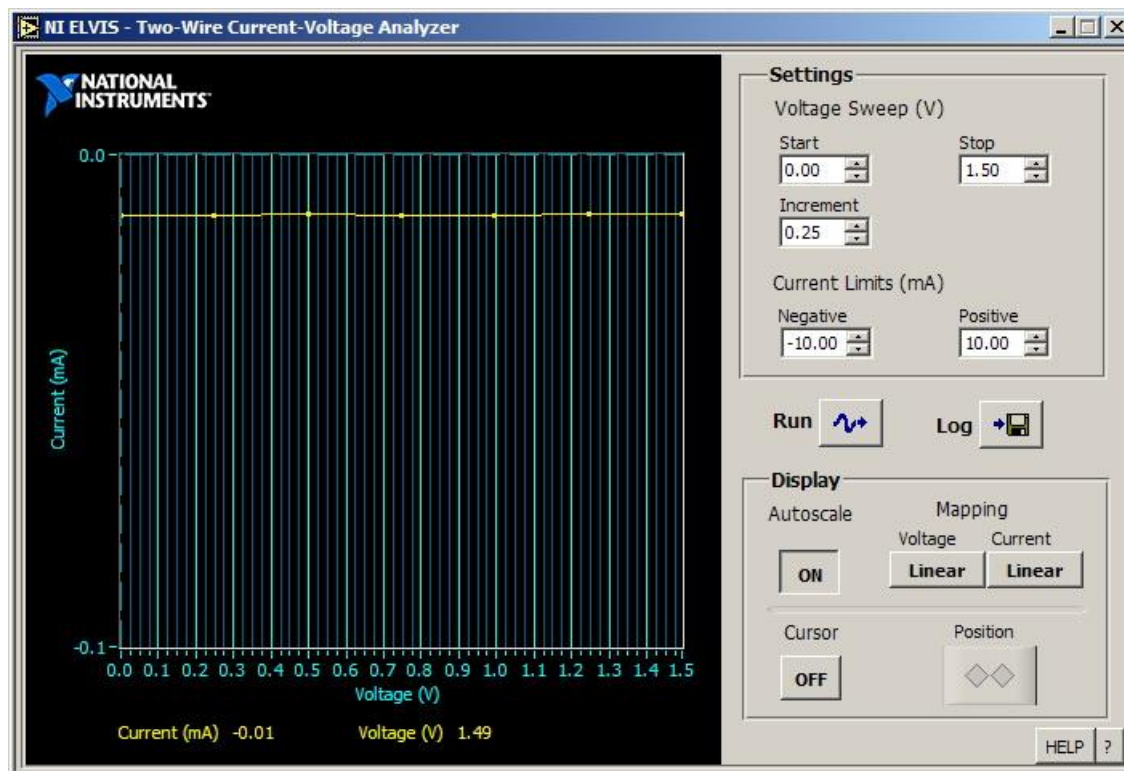
**Korišćenje:** Spojiti krajeve elementa kola sa **HI** i **LO** konekcijama protoborda, ali u ovom slučaju ne koristiti **GROUND**.

Ukupna impedansa se izračunava po izrazu:  $Z = \text{Magnitude} \angle \text{Phase} = R + jX$

**Kontrole interfejsa:**

- **DISPLAY** kontrole: **VISIBLE SECTION** daje mogućnost koncentrisanja na konkretni kvadrant prikaza, a **SCALE** modifikator menja prikaz sa linearnog na logaritamski.
- **MEASUREMENT FREQUENCY** polje: definiše vrednost frekvencije koja se koristi za analizu elementa.
- **RUN** dugme: kao i ranije, menja mod merenja sa jednog prolaza na kontinualno.

## **[11] Two-Wire Current-Voltage Analyzer**



Slika 23: Two-Wire Current-Voltage Analyzer interfejs

**Funkcija:** Analizira struja-napon karakteristiku elementa/kola sa dve konekcije.

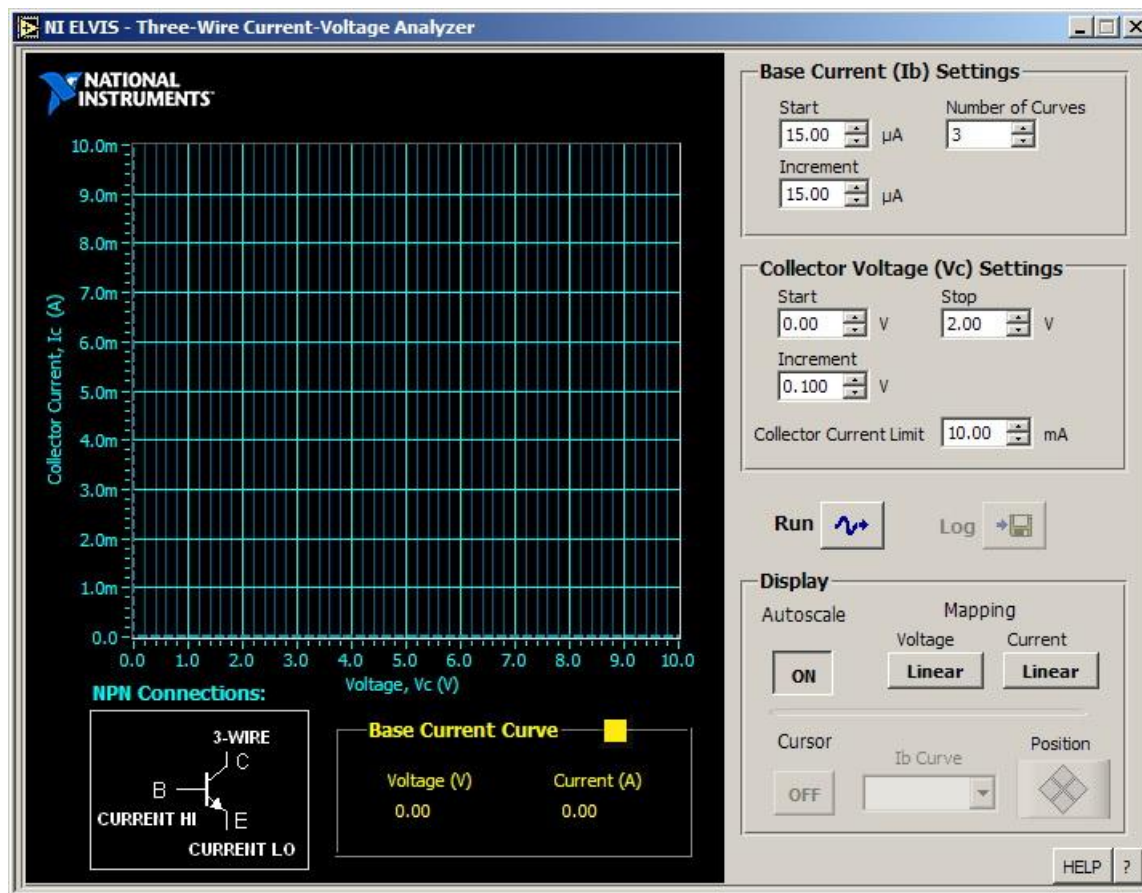
**Konekcije:** Koristi ili CURRENT HI/LO protobord konekcije ili banana džekove DMMa na prednjem panelu.

**Korišćenje:** Povezati jedan kraj posmatranog elementa sa CURRENT HI, drugi sa CURRENT LO i instrument će proći kroz određeni dijapazon vrednosti napona i izmeriti vrednosti struje za svaki.

**Kontrole interfejsa:**

- **VOLTAGE SWEEP** podešavanja: Kontrolisu početnu, krajnju vrednost i korak napona.
- **CURRENT LIMITS** podešavanja: podešava vrednost na kojoj se merenje struje prekida.
- **RUN** dugme: Startuje analizu kola.
- **LOG** dugme: Kreira tekstualni fajl sa informacijama sa prikaza.
- **DISPLAY** podešavanja: AUTOSCALE uključuje automatsko kalibrisanje prikaza u zavisnosti od konkretnih vrednosti, tip mapiranja vrednosti (Linear, Semi-Log i Logarithmic) i postavljanje kursora.

### **[11] Three-Wire Current-Voltage Analyzer**



Slika 24: Three-Wire Current-Voltage Analyzer interfejs

**Funkcija:** Analizira struja-napon karakteristiku elementa/kola sa tri konekcije (*three terminal device*).

**Konekcije:** Koristi ili *CURRENT HI/LO* protobord konekcije sa dodatnim konekcijama za treći terminal, ili banana džekove *DMMA* na prednjem panelu.

**Korišćenje:** Kada se kolo poveže na način prikazan na shemi u donjem levom uglu interfejsa, princip rada je isti kao sa prethodnim instrumentom.

**Kontrole interfejsa:**

- **BASE CURRENT** podešavanja: Kontrolise početnu vrednost, inkrement struje i broj krivih prikaza.
- **COLLECTOR VOLTAGE** podešavanja: Kontrolisu promene vrednosti napona preko početne, krajnje i vrednosti koraka; ali i limit izlaza.
- **RUN** dugme: Započinje analizu.
- **LOG** dugme: Kreira tekst fajl sa dobijenim podacima.
- **DISPLAY** podešavanja: Kao i kod prethodnog instrumenta, Autoscale uključuje automatsko kalibrisanje prikaza u zavisnosti od konkretnih vrednosti, tip mapiranja vrednosti (Linear, Semi-Log i Logarithmic) i postavljanje kursora.

## 04. Instalacija i kalibracija sistema

---

U ovoj sekciji ćemo posvetiti pažnju samom povezivanju fizičkih elemenata sistema, kao i instaliranju i konfigurisanju softverskog dela. Takođe, pomenućemo i načine kalibracije elemenata sistema.

### 04.1 Instalacija NI ELVIS sistema

---

Potrebni hardver:

- NI ELVIS glavna radna jedinica;
- NI ELVIS prototyping board;
- 68-pinski E/M Series uređaj za akviziciju podataka;
- 68-pinski E/M Series kabl;
- NI ELVIS naponski kabl;
- USB kabl (ukoliko se koristi USB uređaj za akviziciju);
- Računar.

Softver:

- LabVIEW verzije 7.1 ili bilo koja novija;
- NI-DAQmx verzije 8.1 ili bilo koja novija;
- NI ELVIS Traditional softver, najnovija verzija se nalazi na [ni.com/downloads](http://ni.com/downloads).

Fabrička uputstva i dokumentacija (sa [ni.com/manuals](http://ni.com/manuals)):

- *Where to Start with NI ELVIS*;
- *NI Educational Virtual Instrumentation Suite (NI ELVIS) Hardware User Manual*;
- *NI-DAQmx for USB Devices Getting Started Guide*;
- *DAQ Getting Started Guide*;
- E/M Series DAQ device documentation.

#### 04.1.1 Instalacija LabVIEW i NI-DAQmx softvera

---

Instalacija NI LabVIEW i NI-DAQmx softvera je detaljno opisivana u više ranijih radova, tako ćemo ovde navesti samo osnovne korake pri tom procesu.

- [1] Instalirati LabVIEW verzije 7.1 ili više, prateći instrukcije sa instalacionog diska i uputstva *LabVIEW Release Notes*.
- [2] Instalirati NI-DAQmx verzije 8.1 ili više, prateći instrukcije sa instalacionog diska koji se isporučuje uz karticu. **NAPOMENA:** Softver je neophodno instalirati PRE povezivanja DAQ uređaja, kako bi detekcija uređaja prošla bez problema.
- [3] Kada Setup zatraži restartovanje računara, ugasiti računar.
- [4] Povezati DAQ uređaj po uputstvima iz *NI-DAQmx for USB Devices Getting Started Guide* ili *DAQ Getting Started Guide*.
- [5] Uključiti računar.
- [6] Pokrenuti Measurement and Automation Explorer (MAX) kako bi verifikovali i pravilno podesili uređaj. Konfiguracija uređaja u MAXu je detaljno opisana u *NI-DAQmx for USB Devices Getting Started Guide* ili *DAQ Getting Started Guide*, a i u MAX Help fajlovima, kojima se pristupa kroz meni *Help* → *Help Topics* → *NI-DAQmx* → *MAX Help for NI-DAQmx*.



Ovime se završava priprema računara za nastavak instalacije *ELVIS* sistema.

## 04.1.2 Instalacija NI ELVIS Traditional softvera i hardvera

---

Kao i sa *DAQ* uređajem, prvo se instalira softver, a tek po završetku procesa se hardver povezuje na računar.

- [1] Sa **ni.com/downloads** skinuti najnoviju verziju *NI ELVIS Traditional* softvera.
- [2] Pokrenuti instalaciju.
- [3] Kada instalacija zatraži restartovanje računara, isključiti računar.
- [4] Proveriti da li je glavni napojni prekidač na jedinici u *OFF* položaju, ako nije, postaviti ga u isti.
- [5] 68-pinskim kablom povezati glavnu jedinicu sa *DAQ* uređajem.
- [6] Instalirati *prototyping board* po sledećim koracima:
  - [a] Postaviti prednji otvor za fiksiranje ispred odgovarajućeg držača.
  - [b] Pogurati protobord na pozadi i spojiti ga na konektor.
- [7] Povezati naponski kabl na glavnu jedinicu i priključak na zidu.
- [8] Uključiti glavnu jedinicu prekidačem na zadnjoj strani, a zatim i protobord, *Prototyping Board Power* prekidačem. *System Power LED* bi trebalo da svetli, kao i tri indikatorska *LEDa* na protobordu.

Sledi proces podešavanja *NI ELVIS Traditional* softvera. Kao što je pomenuto ranije, ovaj paket sadrži set softverskih instrumenata pod imenom *NI ELVIS Traditional soft front panel (SFP) instrumenata*, *LabVIEW Express* virtuelne instrumente, kao i *SignalExpress* kôd za eventualne potrebe izmene istih.

Da bi *SFP* instrumenti mogli da se koriste, potrebno je uspostaviti i konfigurisati vezu između *DAQ* uređaja, sledećim koracima:

- [1] Proveriti da li je *DAQ* kartica pravilno instalirana i podešena u *MAXu*, kao i da li je glavna jedinica uključena.
- [2] Pokrenuti *NI ELVIS Traditional Instrument Launcher* (*Start* → *All Programs* → *National Instruments* → *NI ELVIS 3.0* → *NI ELVIS*).
- [3] Pokrenuti *Configuration* dijalog klikom na istoimeno dugme.
- [4] Odabrati *DAQ* uređaj koji je fizički povezan sa glavnom jedinicom iz *DAQ Device* menija.
- [5] Kliknuti *Check* dugme na *Communications* segmentu dijaloga za verifikaciju veze.
- [6] Po izvršenom testu, pojavljuje se poruka u *Status* segmentu koja govori da li je pokušaj konfiguracije uspešno završen ili ne.
- [7] Kada se ovaj proces uspešno završi, odnosno računar poveže glavnu jedinicu sa uređajem za akviziciju, moguće je početi sa korišćenjem *NI ELVIS* sistema. Ukoliko se javlja greška u komunikaciji, odabrati neku drugu od eventualno ponuđenih kartica.

## 04.2 Kalibracija NI ELVIS sistema

---

Kako su elektronske komponente poput analogno-digitalnih konvertera podložne nelinearnostima i variranjima rezultata usled vremena i temperature, potrebno je kompenzovati te poremećaje, što zahteva kalibraciju sistema. Za poboljšanje rezultata *ELVIS* sistema, potrebno je s' vremena na vreme kalibrisati i glavnu jedinicu i karticu za akviziciju.

## 04.2.1 Kalibracija kartice za akviziciju

---

Kalibracija se vrši po sledećim koracima:

- [1] Pokrenuti *Measurement and Automation Explorer (MAX)*.
- [2] Otvoriti meni *Devices and Interfaces*.
- [3] Naći odgovarajuću *M Series DAQ* karticu na listi ponuđenih uređaja.
- [4] Desnim klikom na nju, izabrati iz kontekst menija opciju *Self-Calibrate*.

Takođe, kalibraciju uređaja za akviziciju je preporučljivo izvoditi sa uključenom glavnom jedinicom da bi *EEPROM* jedinice bio dostupan za upis podataka o izvedenoj kalibraciji. Poznati su slučajevi grešaka sa ranijim verzijama softvera, gde konstante kalibracije nisu mogle da se upišu kada je *EEPROM* nedostupan, pa su rezultati merenja bili netačni ili manje tačni, a *Self-Calibration* modul prikazivao grešku.

## 04.2.2 Kalibracija instrumenata glavne jedinice

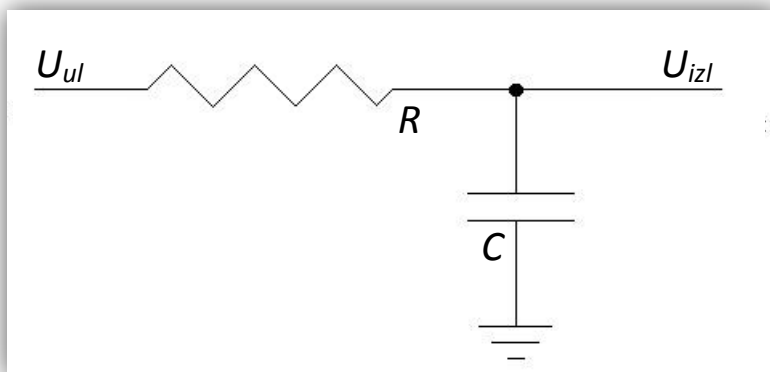
---

Kalibracija glavne jedinice, odnosno *Variable Power Supply* i *Function Generator* instrumenata, se vrši iz *Calibration Wizarda* koji je element *NI ELVIS Traditional* softvera i pokreće se iz *Start* → *All Programs* → *National Instruments* → *NI ELVIS 3.0* → *Calibration Wizard*.

Neophodno je naglasiti da se kalibracija može izvršiti samo kada se instrumenti koriste u softverskom modu.

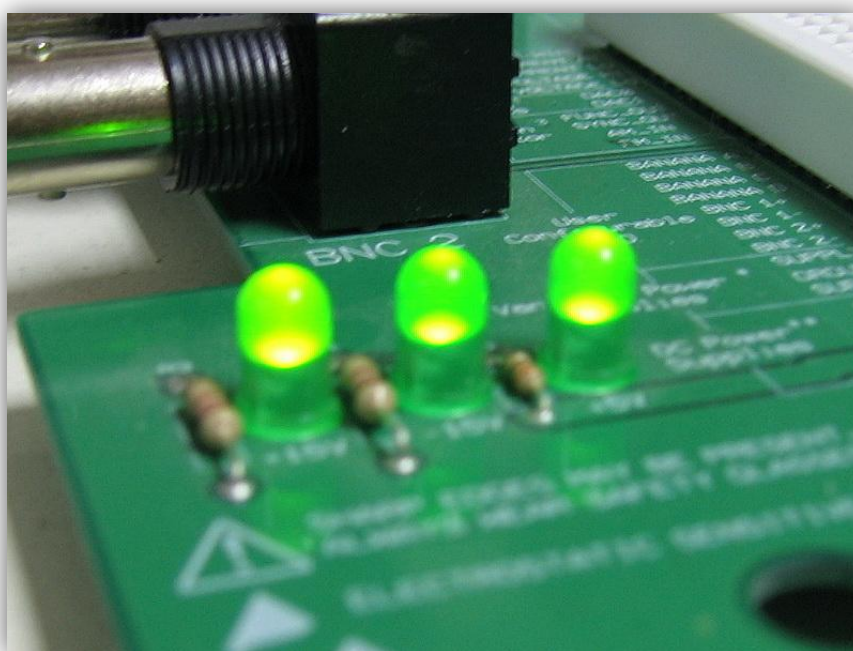
## 05. Implementacija RC kola

Neophodno je prvo povezati RC kolo prvog reda na glavnu *ELVIS* jedinicu (slika). Proces se ne razlikuje previše od povezivanja komponenata na regularne modele ploča koje vidamo u laboratorijama. Potrebno je samo voditi računa o signalnim konekcijama, ekvipotencijalnim linijama ploče i naravno, osigurač-diodama.



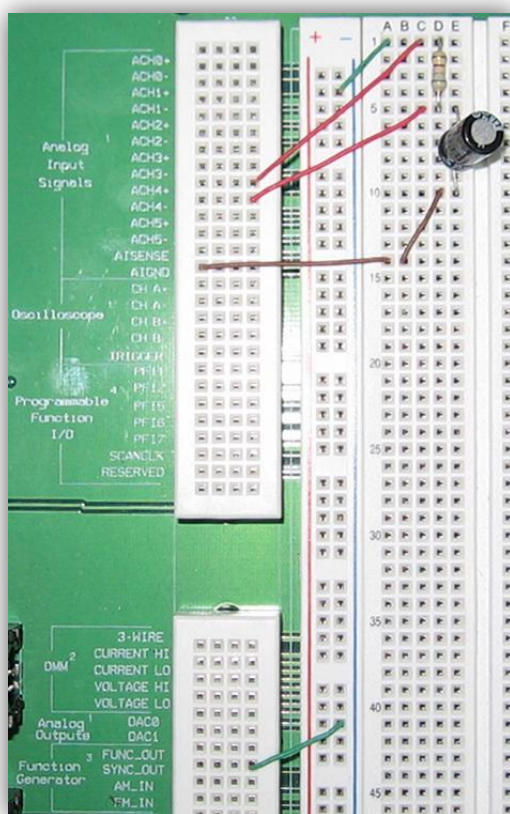
Slika 25: RC kolo prvog reda

Signalne konekcije *ELVIS* instrumenata i njihovo vezivanje na elemente kola su objašnjene detaljno u sekcijama 03.2.2 i 03.3.2. Bitno je obratiti pažnju na linije označene slovima A÷J, jer su pinovi na njima na istim potencijalima, pa se neke od konekcija mogu međusobno poništiti. Npr. ako *FGEN\_OUT* postavimo na liniju na kojoj već imamo vezanu *GROUND* konekciju, *Function Generator* signali se neće proslediti u kolo; dok sa druge strane kanale za akviziciju analognih signala je potrebno postaviti na istu liniju. Osigurač diode signaliziraju ispravnost kola iz aspekta dodeljenog napona: na primer, ukoliko je 5V dioda ugašena kada uključimo napon protoborda, ne bi trebalo da puštamo sistem u rad jer negde u kolu koje napajamo sa pomenutih 5V imamo kratak spoj. Generalno, ovakav problem se ne može javiti u ovom slučaju, ali je neophodno napomenuti.



Slika 26: Indikatorske diode osigurača

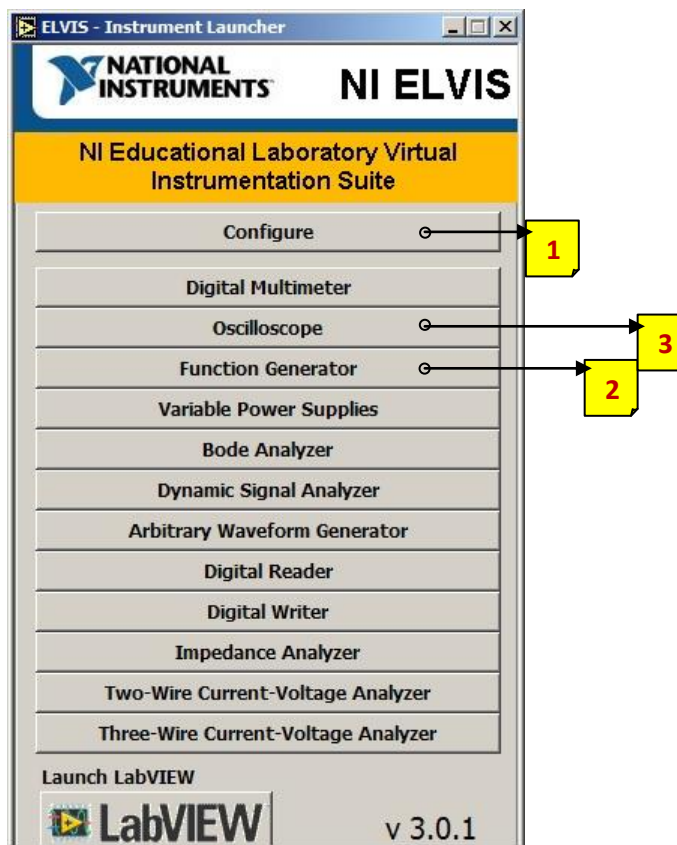
RC kolo bi posle povezivanja izgledalo kao na slici. Iskorišćen je otpornik od  $680\Omega$  i kondenzator od  $220\mu F$ . Žicama zelene boje je na signalne smernice vezan signal *Function Generator* sa *FGEN\_OUT* i doveden na početak kola, na A1. Izlaz iz kola hvatamo na kanalu *ACH4*, koji je fabrički predefinisiran kao *Channel B* na osciloskopu. Isto tako smo imali mogućnost da sa „-“ signalne smernice izvučemo i signal *Function Generator* na *ACH3*- kako bismo isti dodelili na *Scope Channel A*, ali smo se odlučili za varijantu koja daje tačnije rezultate i ne zahteva dodatnu kalibraciju. Dakle, akviziciju signala iz kola omogućujemo tako što pravimo razliku potencijala vezivanjem crvenih žičica na *C1* i *C5*, i respektivno na *ACH4*- i *ACH4+*. Preostaje nam samo još da slobodnu granu kola izvučemo na „masu“, odnosno *AIGND*, što smo obavili žicom smeđe boje i naš jednostavni *Low-Pass Filter* je spreman za rad.



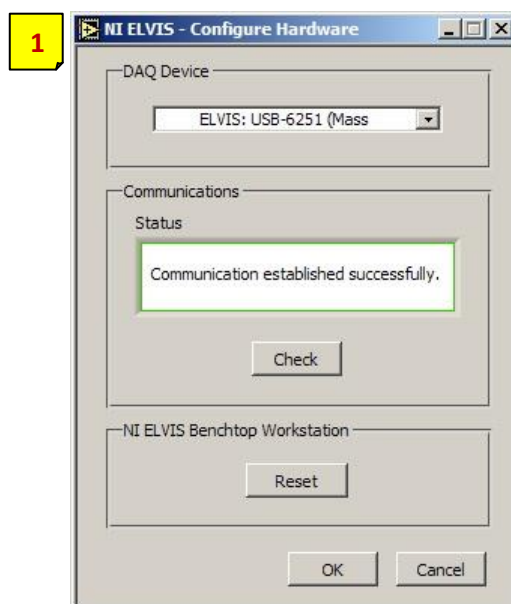
Slika 27: Model RC kola na protobordu

## 06. Merenje iz *Instrument Launchera*

Za ovaj konkretni problem koristićemo *Function Generator* da kolu prosledimo neku funkciju i *Oscilloscope* kojim ćemo pratiti odziv. Dakle, pošto smo uključili DAQ karticu, glavnu jedinicu i protobord, startujemo *Instrument Launcher* (slika 28) i njegov konfiguracijski dijalog (slika 29).

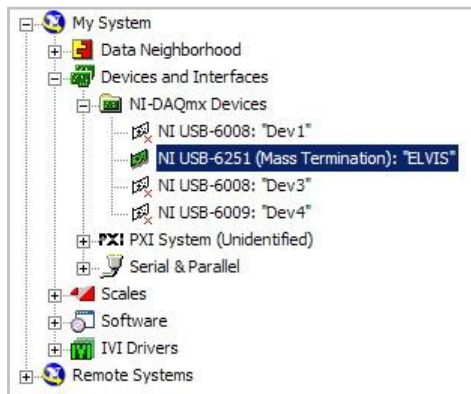


Slika 28: *ELVIS Instrument Launcher*



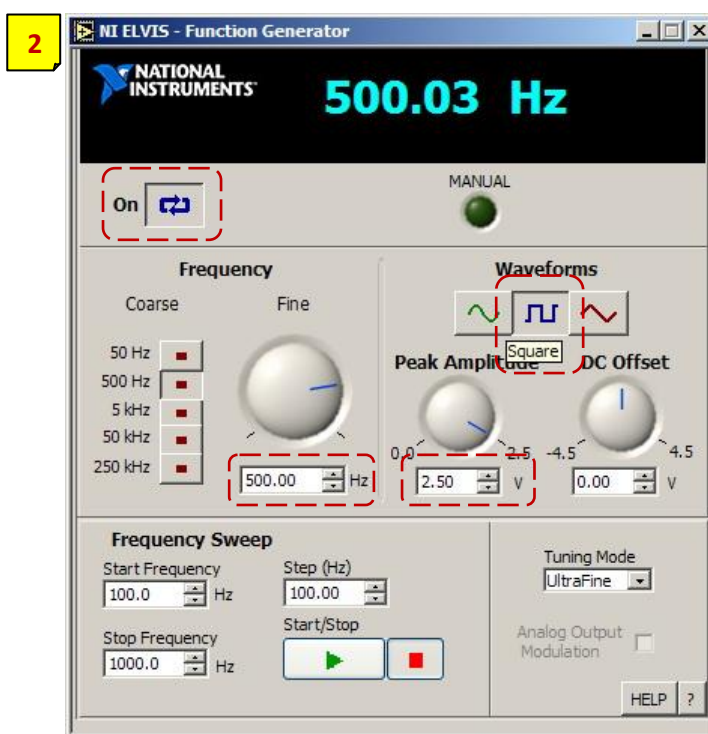
Slika 29: *Configure Hardware* dijalog

Na slici 29 vidimo kako izgleda dijalog kada je sistem ispravno podešen. U odnosu na prethodno predstavljanje ovog prozora, u sekciji 03.3.1, u *Measurement and Automation Exploreru* smo kartici dodelili ime "ELVIS" kako bismo je lakše prepoznali ukoliko je na računar povezan još neki DAQ uređaj. Novo ime se dodeljuje iz MAXovog *Configuration* panela (slika ), desnim klikom na relevantnu karticu pa zatim *Rename* komandom.



Slika 30: MAX Configuration panel

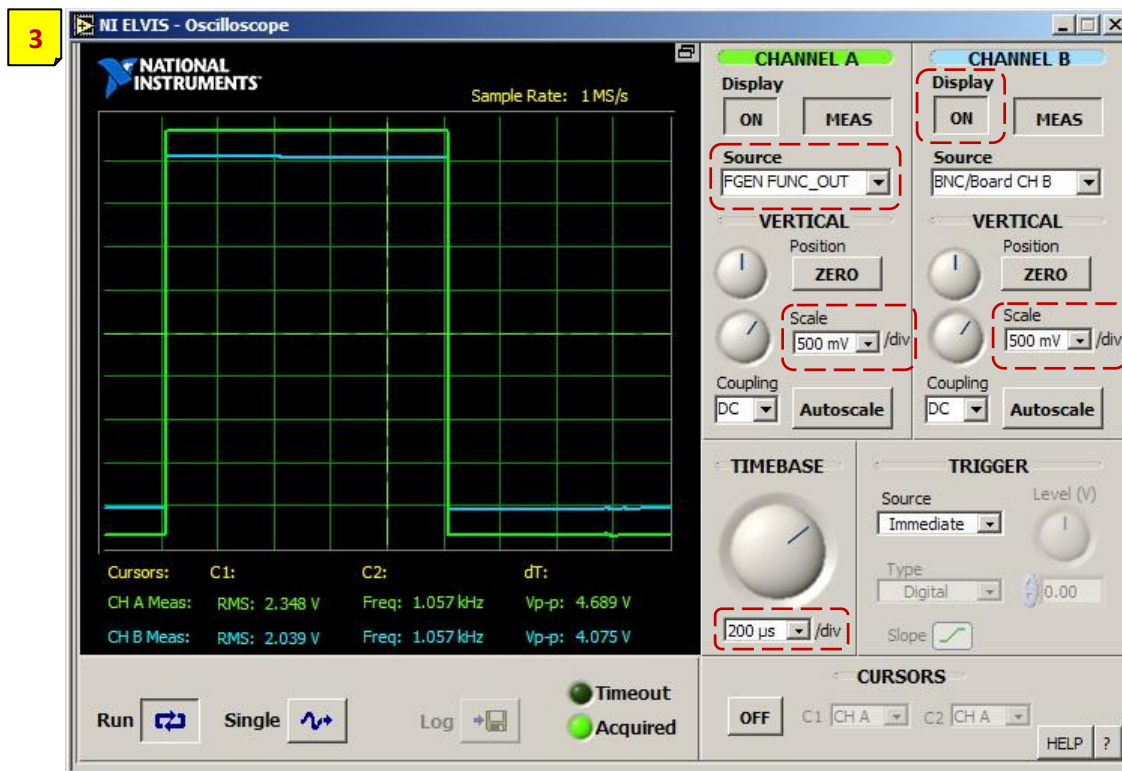
Dalje, pokrećemo *Function Generator* i zadajemo mu parametre, za *Frequency 500Hz*, *Peak Amplitude 2.50V*, *Square Waveform* i puštamo ga u rad pritiskom na *On* taster (slika 31). Redosled unosa je nebitan.



Slika 31: Inicijalizovani Function Generator

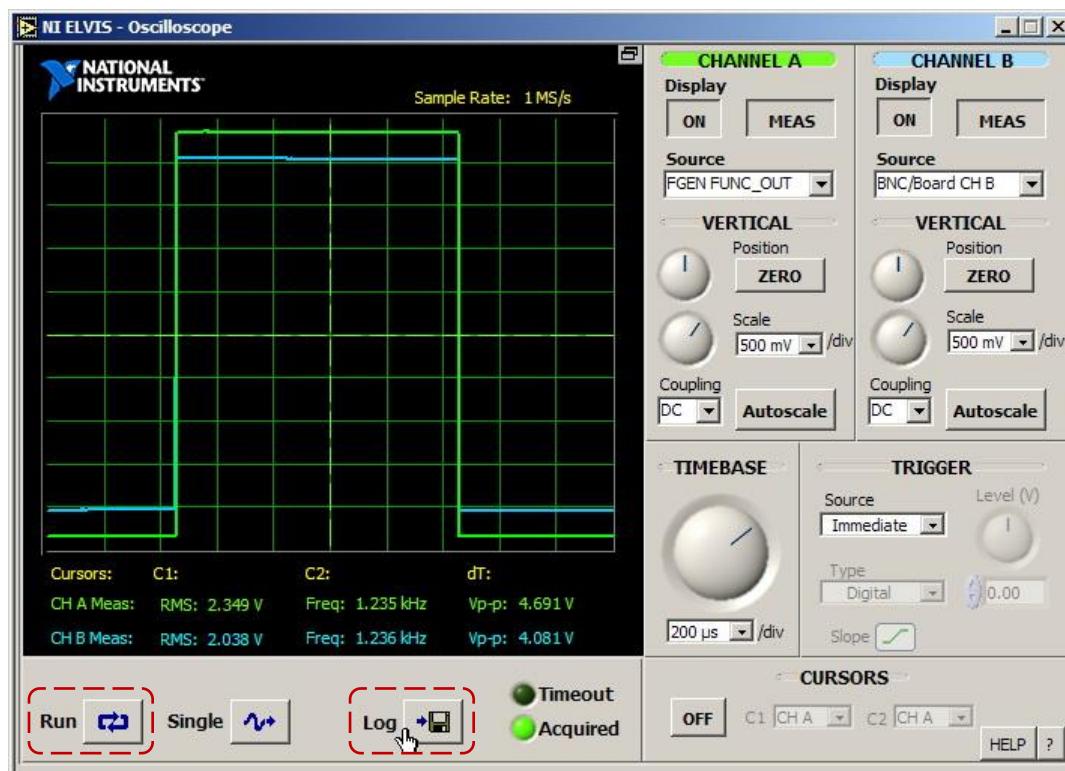
I konačno, startujemo i *Oscilloscope* instrument, i podešavamo ga kao na slici 32. Iz padajućih menija, za *Channel A* biramo direktni izlaz sa generatora funkcije, *FGEN\_OUT*, a za *Channel B* ćemo ostaviti ponuđeni *BNC/Board CH B*, jer je već napomenuto da se za akviziciju koriste analogne pinovi *ACH4+/-*, koji se tretiraju kao *Channel B*. Naravno, pošto je u ovom instrumentu prikaz kanala B po definiciji isključen, neophodno ga je uključiti klikom na *ON* taster. Dalje je potrebno podesiti *Scale* i *Timebase* parametre kako bismo imali dobar pregled funkcije, u ovom slučaju je ta kombinacija glasila *500mV* za *Scale* i *200μs* za *Timebase*.





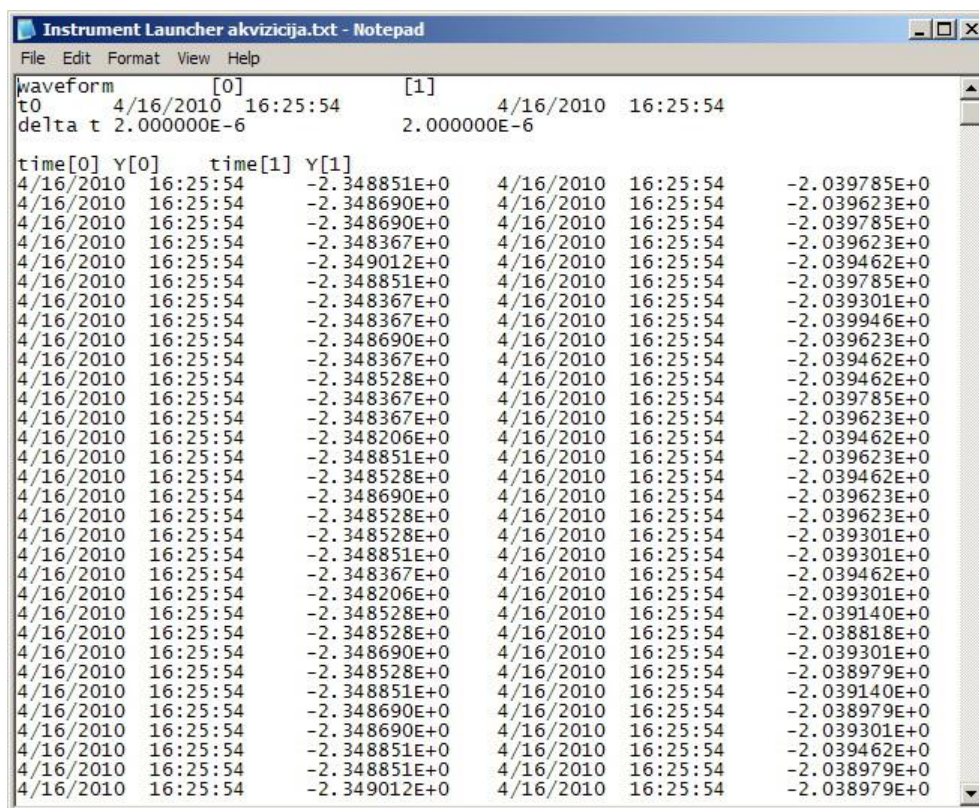
Slika 32: Inicijalizovani Oscilloscope instrument

Ovaj instrument po inicijalizaciji startuje prikaz i akviziciju (*Run Continously* dugme je aktivno odmah po uključivanju), stoga samo treba da akviziciju završavimo deaktivacijom *Run* i klikom na *Log* dugme (slika). Odatle biramo putanju i ime tekstualnog fajla u koji želimo da sačuvamo podatke i proces je gotov.



Slika 33: Završetak akvizicije na Oscilloscope instrumentu

Rezultati u fajlu sadrže zaglavlje sa podacima o početnom trenutku akvizicije u realnom vremenu ( $t_0$ ) i ukupnom trajanju akvizicije ( $\Delta t$ ), a ostatak je su sortiran po kanalima i kolonama koje prikazuju vreme konkretnog odabira i vrednosti po y-osi (amplituda funkcije [V]), pa imaju oblik kao na slici:



```
Instrument Launcher akvizicija.txt - Notepad
File Edit Format View Help
waveform [0] [1]
t0 4/16/2010 16:25:54 4/16/2010 16:25:54
delta t 2.000000E-6 2.000000E-6

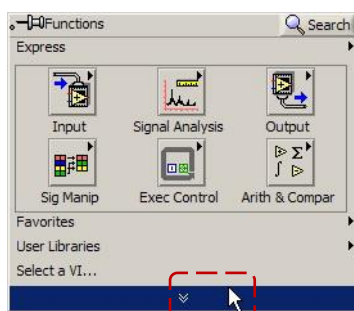
time[0] y[0] time[1] y[1]
4/16/2010 16:25:54 -2.348851E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039785E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348690E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039623E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348690E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039785E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348367E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039623E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.349012E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039462E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348851E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039785E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348367E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039301E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348367E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039946E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348690E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039623E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348367E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039462E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348528E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039462E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348367E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039785E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348367E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039623E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348206E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039462E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348851E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039623E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348528E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039462E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348690E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039623E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348528E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039623E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348528E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039301E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348851E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039301E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348367E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039462E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348206E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039301E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348528E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039140E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348528E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.038818E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348690E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039301E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348528E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.038979E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348851E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039140E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348690E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.038979E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348690E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039301E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348851E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.039462E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.348851E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.038979E+0
4/16/2010 16:25:54 -2.349012E+0 4/16/2010 16:25:54 -2.038979E+0
```

Slika 34: Tekstualni fajl sa podacima

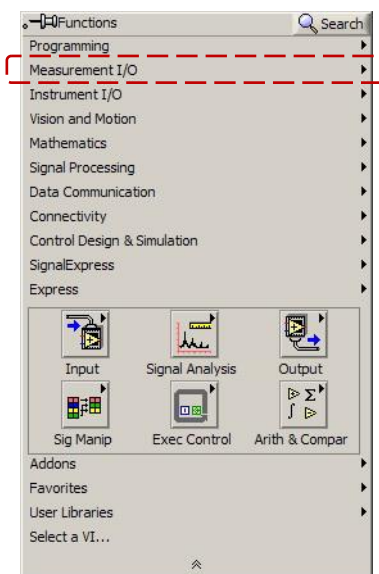
## 07. Kreiranje *LabVIEW* instrumenata

U *LabVIEW* softverskom paketu možemo raditi sa *ELVIS* instrumentima na mnogo fleksibilniji, moćniji, ali i komplikovaniji način. Korisnik ove platforme može kreirati virtuelne instrumente prilagođene konkretnoj problematici ili svojim, individualnim potrebama. Ovde će dalje biti ilustrovan primer gde se simuliraju dva prethodno korišćena instrumenta, *Function Generator* i *Oscilloscope*.

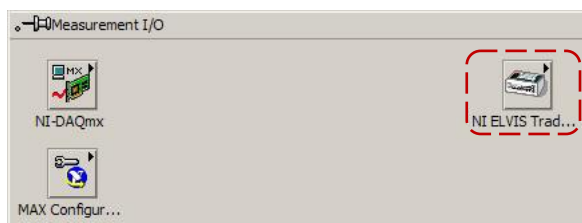
U *LabVIEW*u, *ELVIS* instrumente na blok dijagram postavljamo iz zasebne palete do koje stižemo putem *context menu*-ja (slika 35), desnim klikom na *Block Diagram*, zatim posle proširenja menija (slika 36) biramo *Measurement I/O* (slika 37), odatle na *NI ELVIS Traditional* (slika 38).



Slika 35: Right-click Context Menu u Block Diagram prozoru



Slika 36: Prošireni Context Menu



Slika 37: Measurement I/O paleta

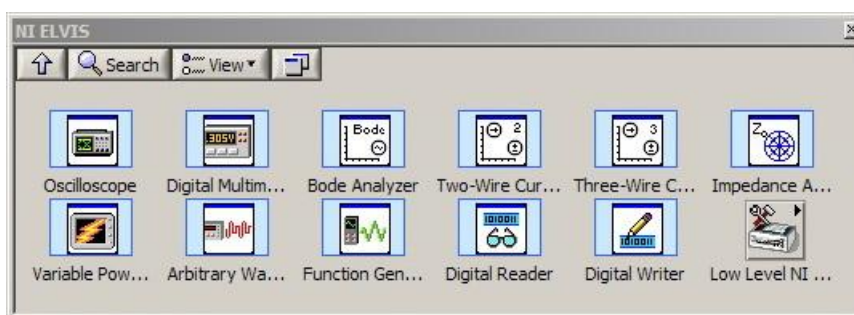


Slika 38: NI ELVIS Traditional paleta

Radi lakšeg pristupa instrumentima, preporučljivo je paletu „prikačiti“ na radni prostor blok dijagrama, klikom na ikonicu u gornjem levom uglu na slici 38, pored naslova palete.

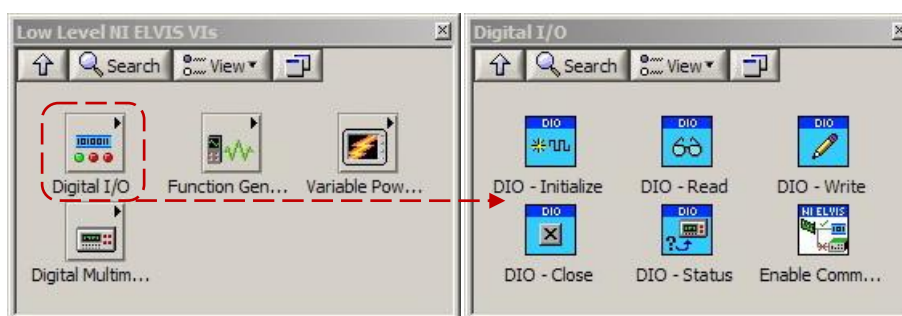
Primećuje se da blokovi ELVIS instrumenata imaju različite vidove reprezentacije (forme) u ovoj paleti:

- *Express Virtual Instruments* (u daljem tekstu *Express VI*) varijantu predstavljaju kompletni instrumenti sa svim mogućnostima instrumenta obuhvaćenim u jednom bloku (plavi blokovi na slici 39; odnosno svi sem poslednje ikonice, koja otvara pod-paletu sa sledećim tipom instrumenata).



Slika 39: NI ELVIS Express VI paleta

- *Low-Level Virtual Instruments* (u daljem tekstu *Low-Level VI*) koji za neke od instrumenata (*Digital I/O*, *Function Generator*, *Variable Power Supply* i *Digital Multimeter*) omogućuju segmentni pristup i parcijalno korišćenje funkcionalnosti instrumenta pri projektovanju blok dijagrama (slika 40, a i b).



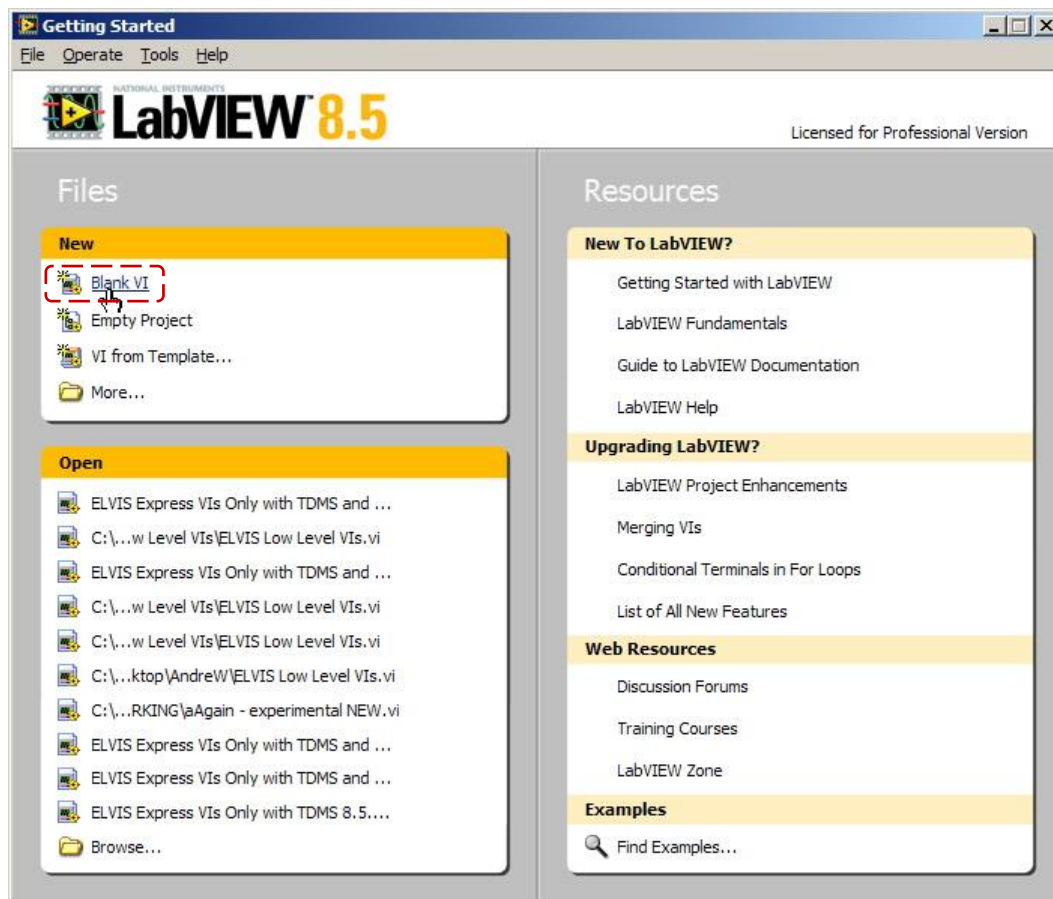
Slika 40: a) Low Level ELVIS VIs paleta i b) set Digital I/O blokova

Stoga, budući da se u ovom primeru radi sa *Function Generatorom*, uradićemo dva potpuno ekvivalentna instrumenta koristeći za jedan *Function Generator Express VI*, a za drugi njegove *Low-Level* segmente sa slike 40b.



## 07.1 Virtuelni instrument sa *Express VI* blokovima

Po pokretanju *LabVIEW* sa desktop ikonice ili iz *Start* → *All Programs* → *National Instruments* → *LabVIEW 8.5* → *LabVIEW* otvara se *Getting Started* prozor, iz koga biramo *Blank VI* iz *Files* / *New* sekcije:



Slika 41: *Getting Started*, *LabVIEW* početni prozor

Nakon te komande, otvaraju se dva *LabVIEW* prozora, *Block Diagram (BD)* i *Front Panel (FP)* prozori. Blok dijagram prozor ima radnu površinu bele boje, dok je radna površina *Front Panel* prozora sive boje. Rad na našem instrumentu počinjemo u BD prozoru, postavljanjem adekvatnih blokova.

Pošto želimo da simuliramo interfejs koji smo videli u *ELVIS Launcher* instrumentima, znamo da su nam na našem instrumentu potrebne *Function Generator* komande za zadavanje funkcije kolu, kontinualno aktivni *Oscilloscope* blok koji će vršiti akviziciju podataka i prikazivati izgled signala na grafu. Tako je očigledno da je u pitanju kontinualno izvršavanje ovih instrukcija, da većina elemenata blok dijagrama mora biti u uslovljenoj petlji, koju ćemo ručno prekinuti posle određenog vremena. Imaćemo i dodatne setove elemenata, npr. indikator trajanja rada instrumenta koji će nam i signalizirati kraj akvizicije, kao i blokove za zapis podataka.

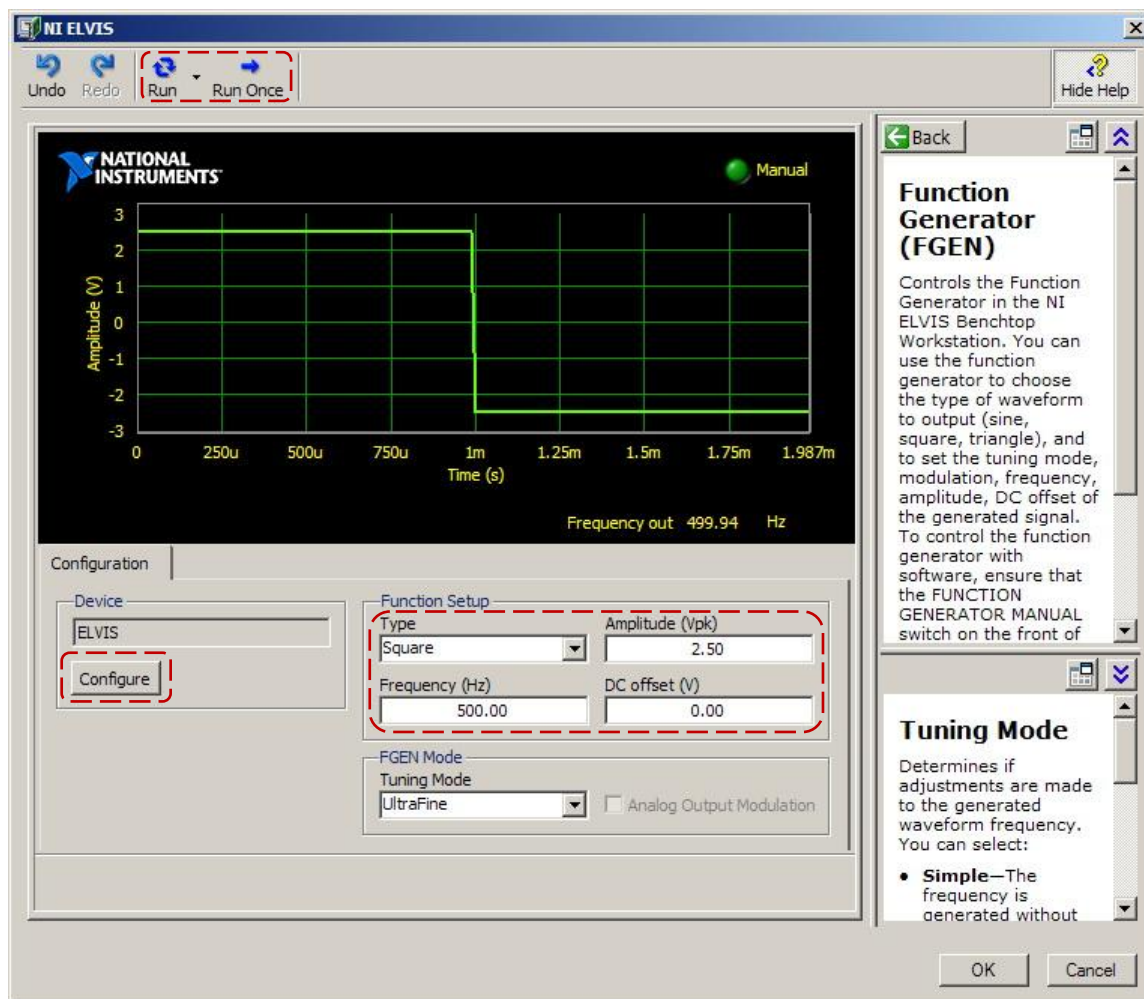
Za početak, na blok dijagram postavljamo *Function Generator Express VI* iz pomenute *NI ELVIS* palete (slika 42).



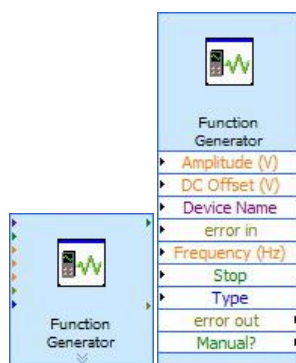
Slika 42: *Function Generator Express VI* blok pre podešavanja



Ubrzo pošto postavimo instrument na *BD*, pojaviće se “*Initializing*” statusna traka i zatim se otvara *Function Generator LabVIEW* konfiguracioni dijalog, izgleda kao na slici 43. Iz njegove *Function Setup* sekcije inicijalizujemo *Function Generator* na iste vrednosti koje smo koristili i pri radu iz *Instrument Launcher*a. Takođe, status sistema možemo proveriti preko *Configure* dugmeta koje otvara isti dijalog kao i u *Launcheru*. Posle podešavanja, na *Run* ili *Run Once* možemo proveriti status instrumenta, pa ukoliko se *Frequency Out* slaže sa zadatom vrednosti i *LabVIEW* ne prikaže grešku, klikom na *OK* završavamo rad u ovom dijalogu. Po izlasku iz podešavanja, izgled samog *FGEN* bloka se menja, prikazuje ulaze i izlaze pa dozvoljava vezivanje sa ostalim elementima blok dijagrama (slika 44).



Slika 43: Dijalog za podešavanje Function Generatora



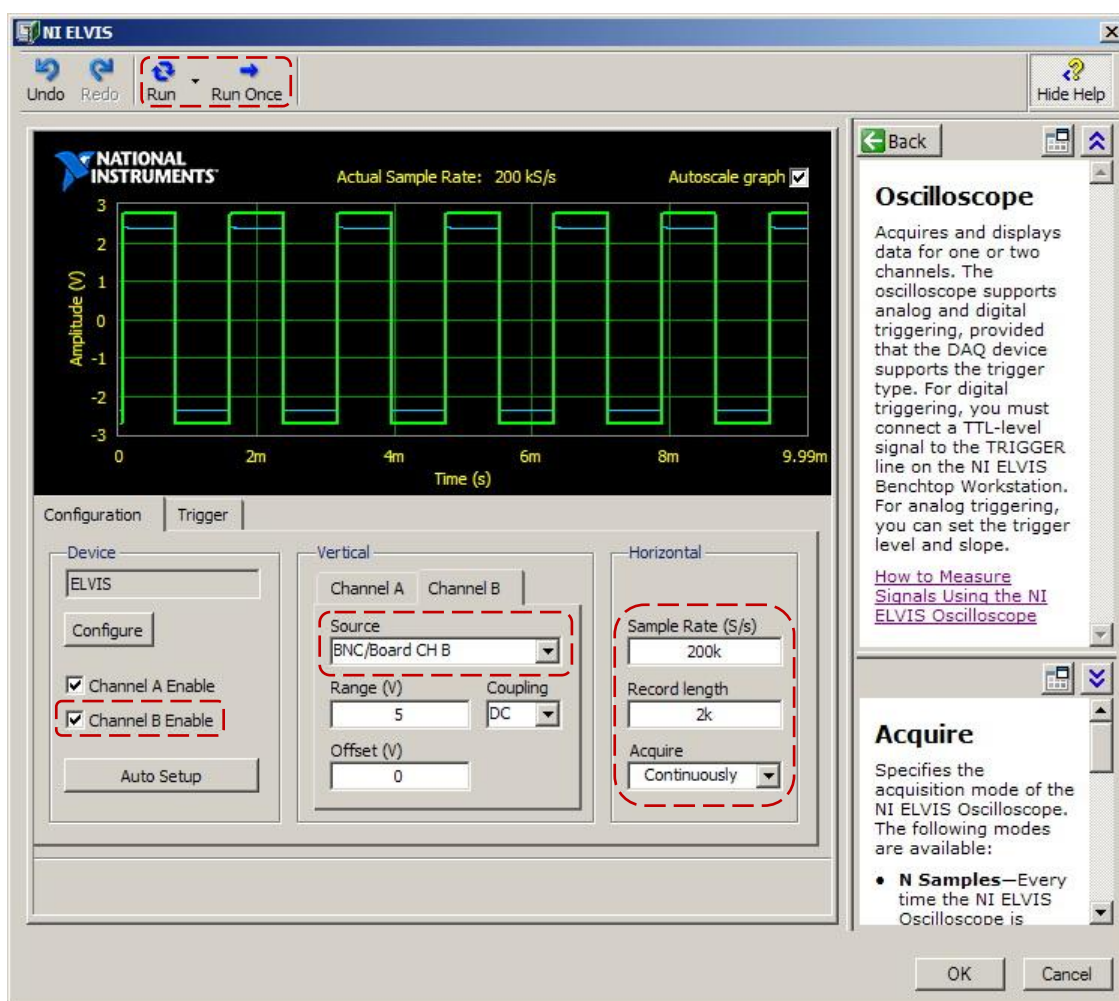
Slika 44: Inicijalizovani Function Generator (block i expanded izgled)

Zatim na blok dijagram iz iste palete postavljamo i drugi neophodni instrument, *Oscilloscope*.



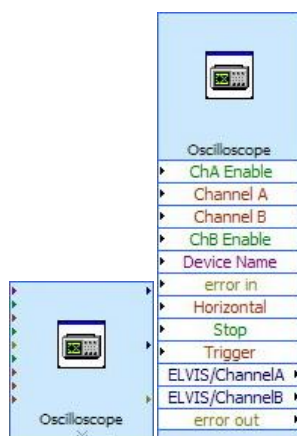
Slika 45: Neinicijalizovani osciloskop blok

Ponovo, posle postavljanja osciloskop-bloka na BD, pojavljuje se status traka, a za njom i dijalog za podešavanje instrumenta. Kako smo i maločas za podešavanje *Function Generatora* koristili iste vrednosti koje smo koristili i u *Instrument Launcher* merenjima, tako ćemo i sada podesiti *Scope*. Generalno, polja koja bi trebalo izmeniti su očigledna: *Channel B Enable* treba čekirati jer je po definiciji isključeno, a zatim na zasebnim tabovima u *Vertical* sekciji, *Channel A* i *Channel B*, treba odabrati respektivno *FGEN\_FUNC\_OUT* i *BNC/BOARD CH B*. Podešavanja signala po kanalima smo ostavili na *default* vrednostima (*Range: 5V*, *Coupling: DC* i *Offset: 0V*). U *Horizontal* sekciji, za *Sample Rate* staviti *200 000 (200k)* uzoraka po sekundi, a za *Record Length* (broj uzoraka) uzećemo *2000 (2k)*, a kako ćemo i po završetku akvizicije signale prosleđivati na graf, *Acquire* ćemo postaviti na *Continuously* umesto *N Samples*. Kako bismo proverili da li je sve u funkciji, najbolje je sa prednjeg panela glavne jedinice uključiti *Function Generator* na *Manual* poziciju i u kolo pustiti *STEP* funkciju učestanosti *500Hz* i amplitude *2.5V*, uključiti *Run* ili *Run Once* pa će prozor izgledati kao na slici 46. Ukoliko je to slučaj, podešavanja su validna i možemo očekivati pravilan rad ovog instrumenta. Takođe, u svakom trenutku možemo startovati i automatsko podešavanje klikom na *Auto Setup* dugme.



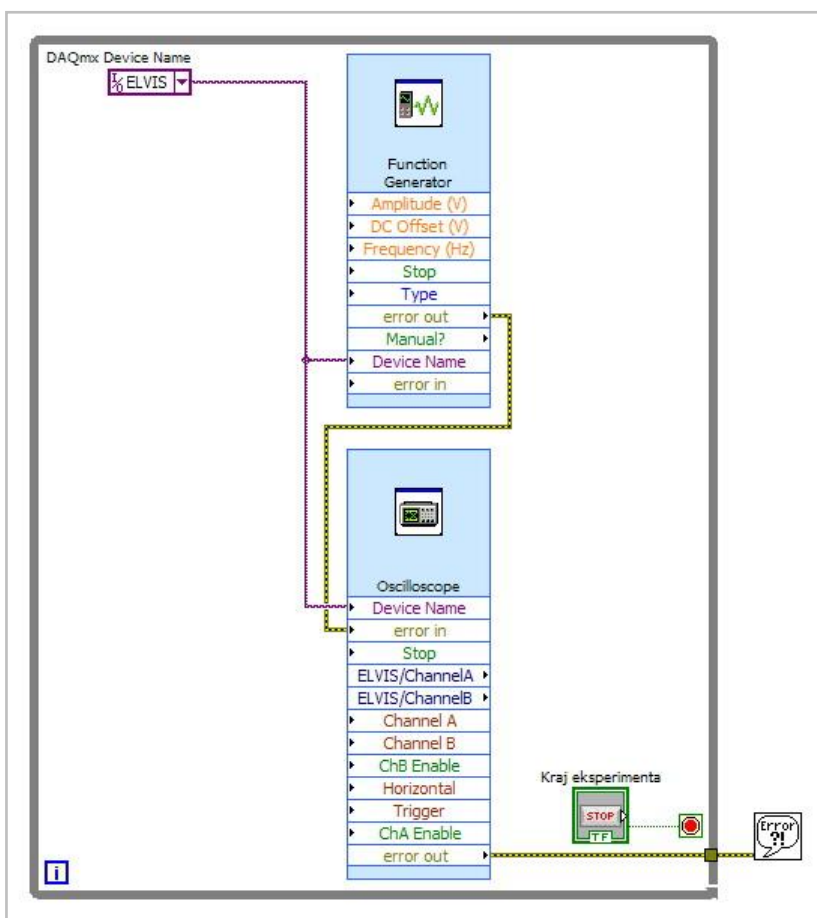
Slika 46: Podešeni osciloskop

Posle podešavanja, *Oscilloscope* blok dozvoljava konekcije i izgleda kao na slici 47.



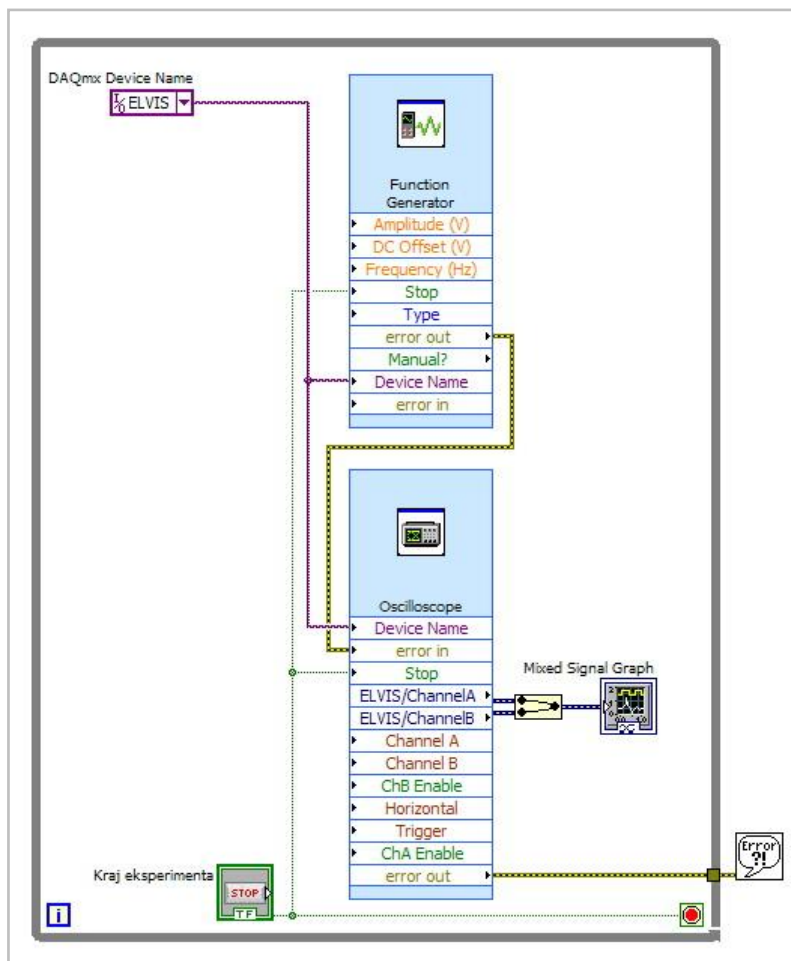
Slika 47: Inicijalizovani Osciloskop (block i expanded izgled)

Naredni korak je obezbeđivanje kontinualne akvizicije kreiranjem while petlje oko instrumenata iz context menija, *Exec Control* → *While Loop*. Bitno je i međusobno povezati ova dva instrumenta, i dodeliti im *Device Name*, ime DAQ uređaja kojim je glavna ELVIS jedinica vezana na računar. U našem slučaju, kao što je već pomenuto, kartica zove "ELVIS". Blokove vezujemo tako što prosleđujemo grešku onako kako bi se realno prenosila pri radu: sa *Error Out* izlaza FGEna na *Error In* osciloskopa, odakle izvlačimo van petlje jednu *Error* poruku, iz *Programming* → *Dialog & User Interface* → *Simple Error Handler*. Tako, ako se greška pojavi pri *Function Generator* inicijalizaciji, ne inicijalizuje se osciloskop.



Slika 48: Izgled blok dijagrama posle povezivanja instrumenata

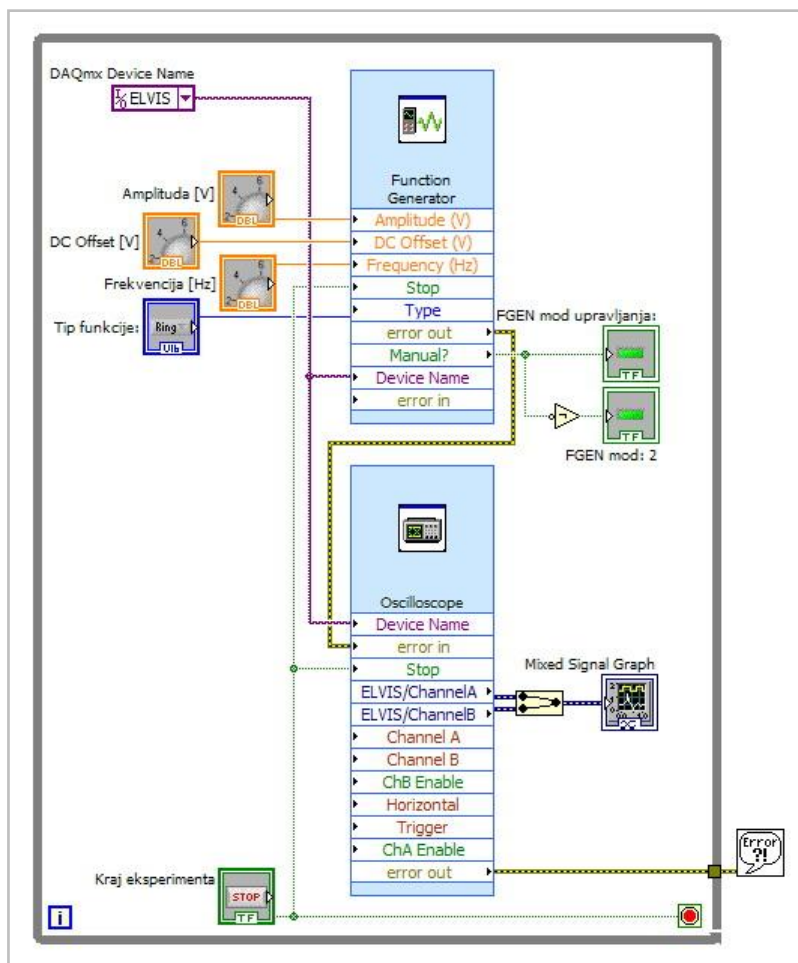
Česta problematika pri radu sa *ELVIS* instrumentima u *LabVIEWu* je što je rad instrumenta kontinualan i po definiciji se nastavlja i posle izvršenja petlje. Da bi se naši instrumenti odazivali na *STOP* kontrolu petlje, vezaćemo njihove *Stop* ulaze na logičku vrednost dugmeta za zaustavljanje petlje, kao na slici 49. Stoga je nadalje neophodno zaustavljati instrument isključivo pomoću pomenutog dugmeta na *Front Panelu*, a ne *STOP* tastera na *Toolbaru* prozora. Na slici se takođe vidi i graf za prikaz funkcija, koji smo dodali desnim klikom na *ELVIS/ChannelA* polje oscilo-skopa i iz menija odabrali *Create → Graph Indicator*, a zatim vezali na isti i signalnu liniju sa *ELVIS/ChannelB* polja, gde se automatski postavio blok za kombinovanje signala. Kasnije ćemo zameniti ovaj graf na *Front Panelu*, desnim klikom na graf, pa *Replace → Modern → Graph → Mixed Signal Graph*.



Slika 49: Dijagram sa postavljenim metodom zaustavljanja i grafom za prikaz funkcije

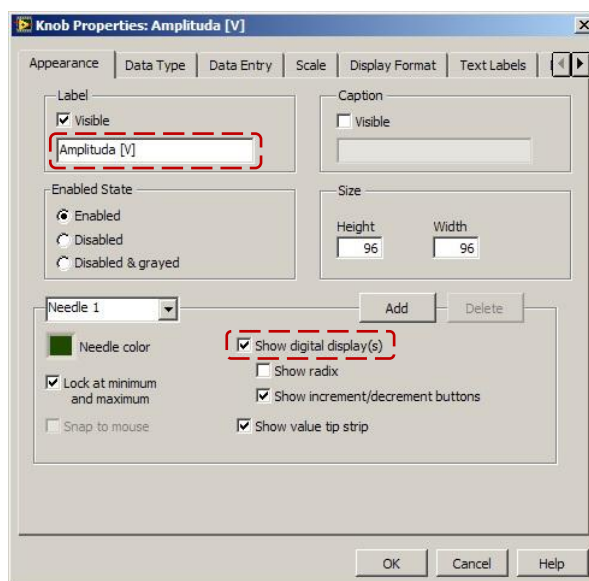
U ovom trenutku već imamo jedan funkcionalan virtuelni instrument za prikaz izmerenih vrednosti. Međutim, ograničeni smo na onaj početno podešeni izlaz *Function Generatora* (*STEP* funkcija, učestanosti 500Hz i amplitude 2.5V). Tako nam sada preostaje je da postavimo kontrole instrumenata, kako bismo imali fleksibilniji pristup od trenutnog, gde bismo mogli da menjamo zadate parametre *on-the-fly* (u toku rada instrumenta).

Tako postavljamo kontrole *Function Generatora*, i to za *Amplitude (V)*, *DC Offset (V)*, *Frequency (Hz)* i *Type* ulaze instrumenta, desnim klikom na pomenute ulaze, zatim odabirom *Create → Control*. Pošto *LabVIEW* po definiciji za kontrole postavi jednostavna numerička polja, kao i u slučaju grafa, na samom *Front Panelu* ćemo modifikovati reprezentaciju ovih kontrola. Za prve tri pomenute kontrole ćemo postaviti potenciometre (desni klik na postojeće polje, *Replace → Num Ctrl → Dial*), a za *Type* ćemo postaviti padajući meni (*Replace → Text Ctrl → Menu Ring*).



Slika 50: Dijagram sa dodatim kontrolama Function Generatora

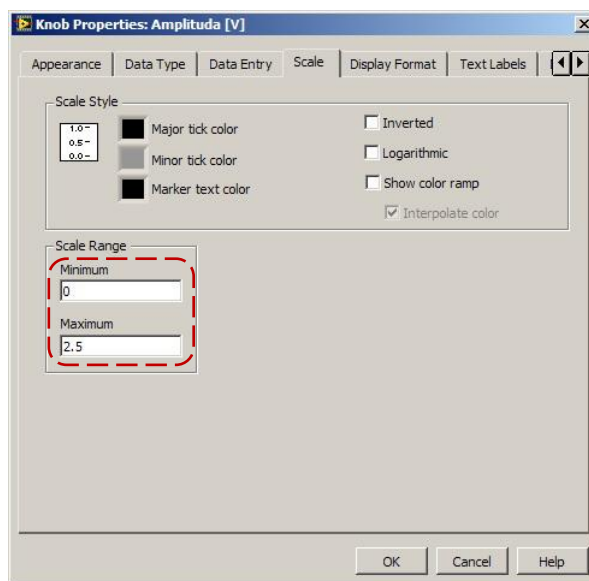
Takođe su potrebne male modifikacije prikaza kontrola kako bi ispoštovale korisničke i hardverske potrebe. Za početak se desnim klikom na kontrolu i odabirom *Properties*, na prvom, *Appearance* tabu osim upi-sivanja imena kontrole pod *Label*, čekira *Show Digital Display(s)* opcija da bi kontrola u numeričkom polju po-kazivala tačnu odabranu vrednost. Na slici 51 je pokazan konkretni *Property Pages* dijalog za kontrolu amplitude.



Slika 51: Formatiranje kontrola, prvi korak

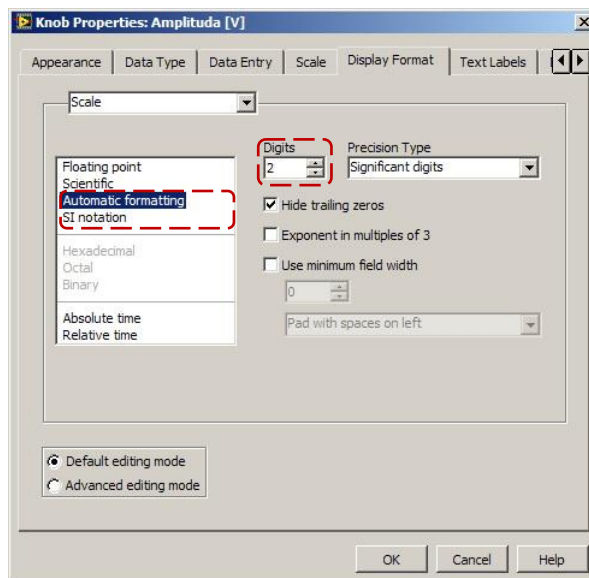


Dalje, iako *LabVIEW* “razume” hardverski definisane granice u kojima se mogu kretati vrednosti za prve tri kontrole, moraćemo ih podesiti i tako da se vrednosti vide na *Front Panelu*. Tako na *Scale* tabu postavljamo konkretne granice: za amplitudu  $0 \div 2.5$ , za *DC Offset*  $-4.5 \div 4.5$  i konačno, za frekvenciju  $0 \div 250000$  (slika 52).



Slika 52: Formatiranje kontrola, drugi korak

Dalje, čisto iz estetskih razloga je za amplitudu i offset na *Display Format* tabu promenjen numerički format na *Automatic Formatting*, uzet je broj 2 za broj cifara (jedna decimala), za frekvenciju *SI Notation* i broj cifara 3, i čekirana je opcija *Hide Trailing Zeros*.

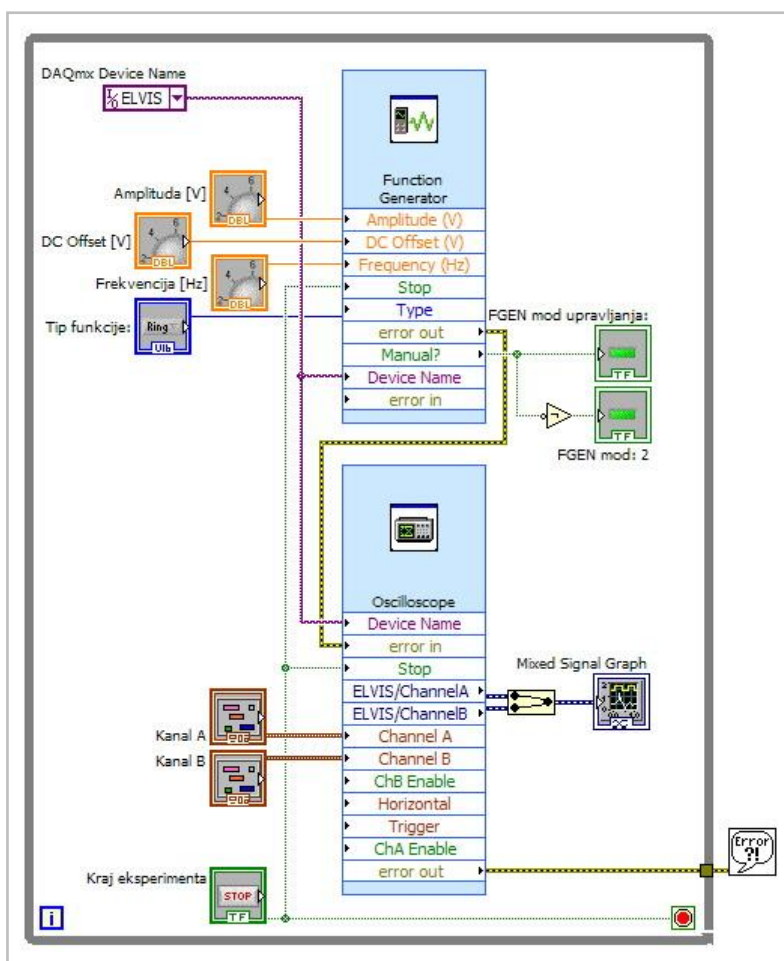


Slika 53: Formatiranje kontrola, treći korak

Potrebno je naglasiti da u slučaju *Type* padajućeg menija nije preporučljivo menjati imena funkcijama na listi iako je to moguće, već ih je bolje ostaviti onakvim kako su već imenovane (*Square*, *Sine* i *Triangle*). Iako je *LabVIEW* generalno fleksibilan i što se toga tiče, *ELVIS Function Generator* zahteva prosleđivanje string promenljive a ne numeričkog identifikatora niza, tako da ako se one promene (na recimo *STEP*, *Sinusna* i *Trougaona*), sistem prijavljuje grešku.

Na slici 50, sa desne strane *Function Generatora* imamo i postavljena dva indikatora, izvučena sa statusnog izlaza (*Manual?*), izmenjene u dve indikatorske diode. Gornja dioda je obeležena kao "*Manual*" i svetli ukoliko je prekidač na prednjem panelu same glavne jedinice *FGEN* uključen na *Manual*, a druga dioda je obeležena sa "*Software*", i budući da je u pitanju negirana vrednost *Manual* izlaza, svetli ukoliko je *Function Generator* dozvoljava softversku manipulaciju.

Potom, na *Channel A* i *Channel B* ulaze postavljamo kontrole za konkretne kanale osciloskopa, kao na slici 54. Potrebno je napomenuti da se iz ovih kontrola vrednosti ne mogu menjati "*on-the-fly*". Sa druge strane, ove kontrole imaju predefinisanu formu "polja kontrola", poput *LabVIEW* sklopova za obradu greške, pa je sem naslova polja nemoguće korisniku prilagoditi liste padajućih menija i "prevesti" njihove vrednosti.

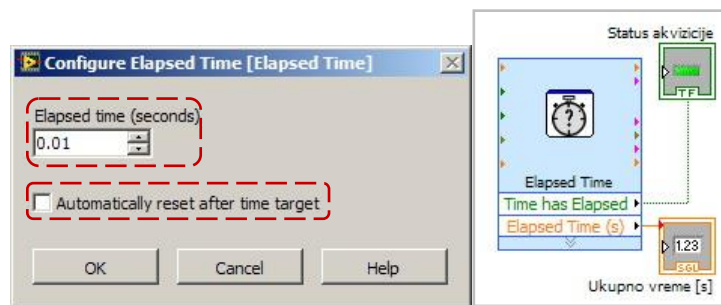


Slika 54: Dijagram sa dodatim poljima za individualne kanale osciloskopa

Ostaje nam još samo da uvrstimo jednu vremenski instrument koji bi merio vreme od aktiviranja, i vraćao nam status akvizicije kako bismo znali da je proces obavljen. To postizemo uvođenjem *Elapsed Time VI*-ja iz *Programming* → *Timing* palete. Po ubacivanju bloka na dijagram, pojavljuje se konfiguracioni dijalog u koji je potrebno uneti interval za "okidanje" statusa instrumenta. To je u našem slučaju:

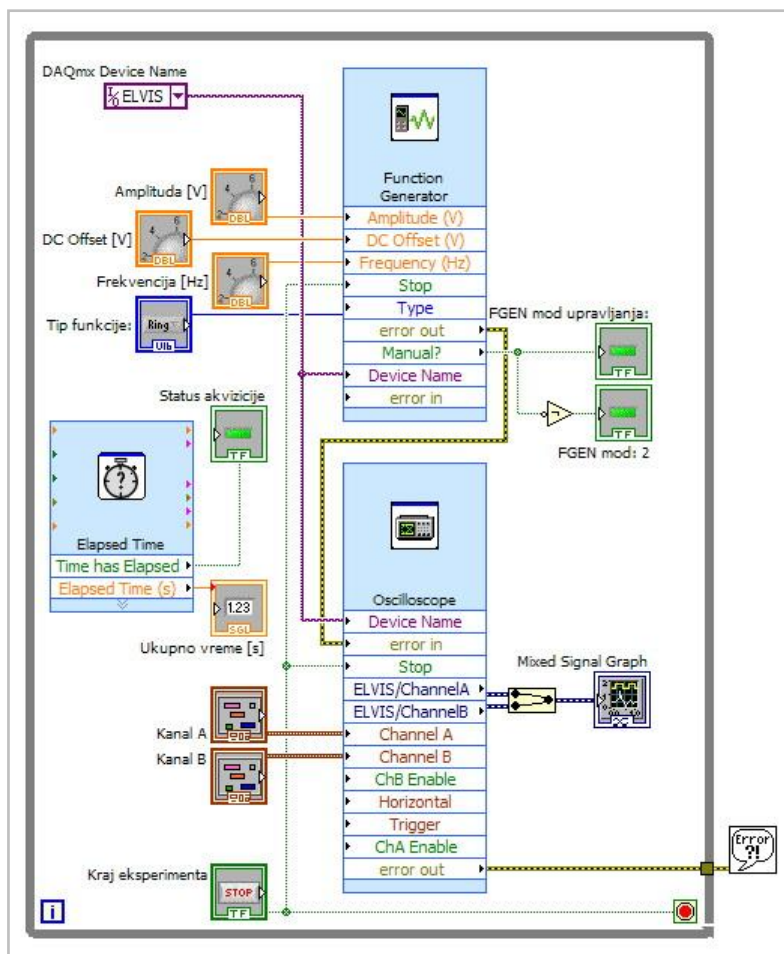
$$\text{Elapsed Time} = \text{Record Length} / \text{Sample Rate} = 2000 / 200000 \frac{1}{s} = 0.01s$$

Takođe je potrebno deselektovati opciju *Automatically reset after time target*, da se instrument ne bi vrteo u petljama od jedne stotinke, već da nam kontinualno meri vreme. Tako će instrument posle tog vremenskog perioda poslati *TRUE* vrednost i uključiti indikatorsku diodu "*Status akvizicije*", dok numeričko polje "*Ukupno vreme [s]*" pokazuje vreme u sekundama od početka akvizicije.



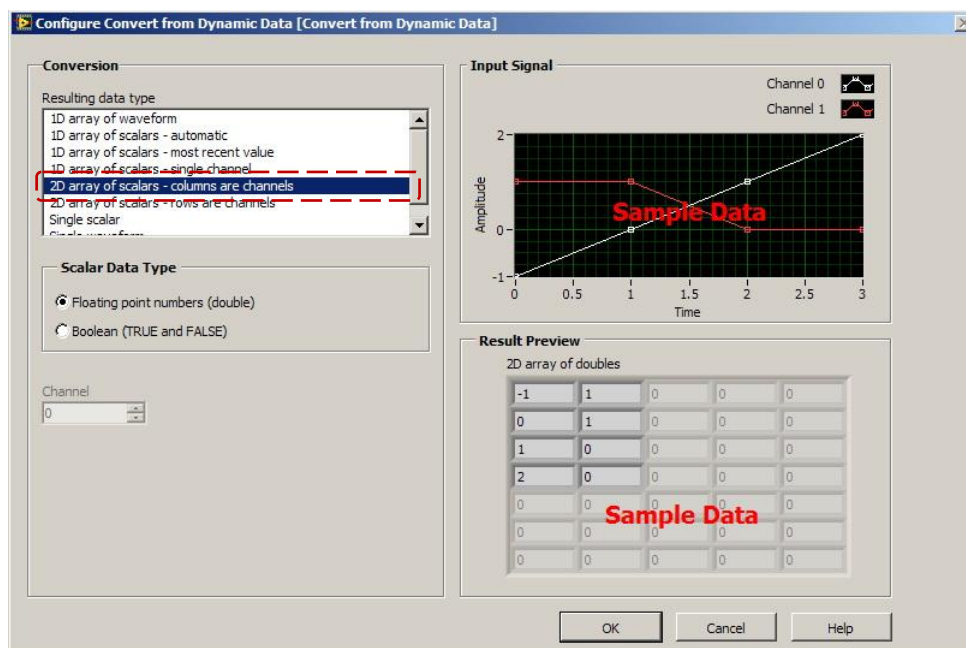
Slika 55: *Elapsed Time VI - Konfiguracija i konačni izgled*

Budući da se ovaj VI ne vezuje na ostale elemente dijagrama, on mahom zadržava dosadašnji oblik (slika 56).



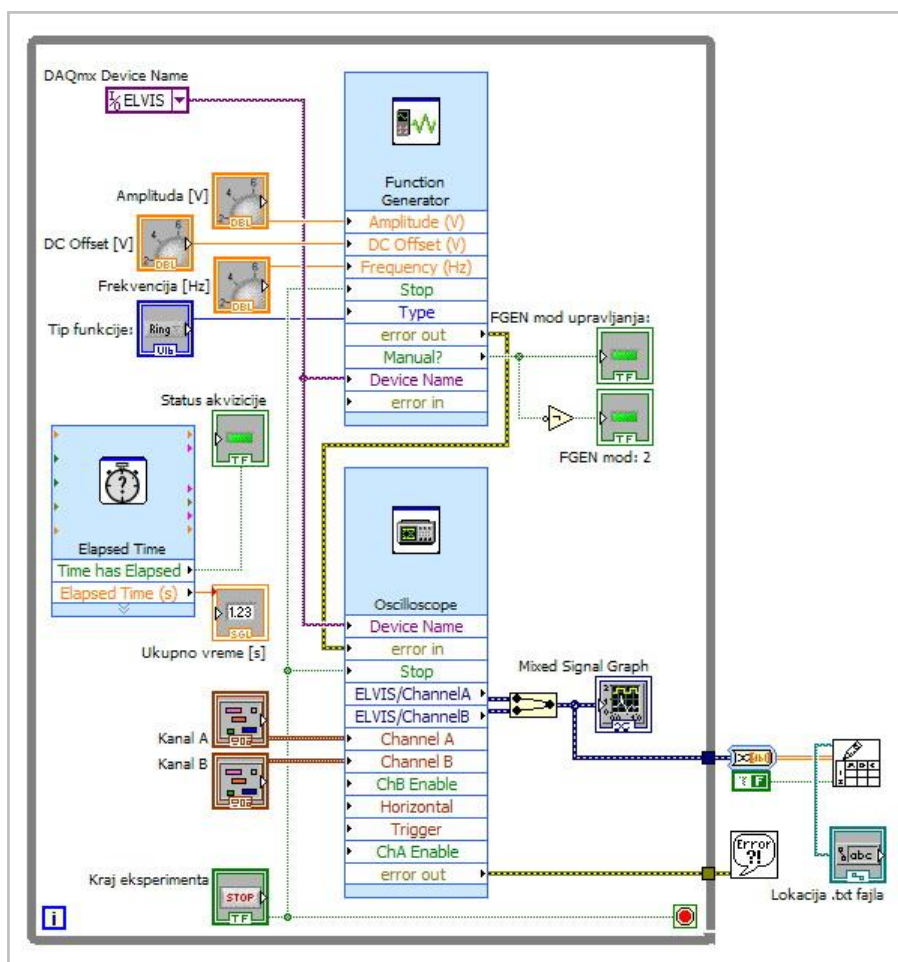
Slika 56: *Dijagram posle uvođenja Elapsed Time VIja*

Dakle, sada su na redu elementi za upis podataka. Ovu sekciju smo izveli na dva načina u istom instrumentu: preko klasičnog metoda zapisa u fajl, kao i sa *TDMS* blokovima (*Time Domain Measurement Streaming*). Za početak, postavimo klasične blokove za upis. Iz palete *Programming* → *File I/O* postavljamo blok *Write to Spreadsheet File.vi* i na njegov ulaz za *2D Data* vezujemo kombinovani izlaz sa kanala A i B osciloskopa. Između se automatski pojavljuje *Convert from Dynamic Data* blok, koji dvokliknemo da pristupimo njegovom konfiguracionom prozoru, u kome biramo "2D array of scalars - columns are channels" opciju, kako bismo sortirali dobijene podatke u dve kolone, kao što se vidi u istom prozoru (slika 57), na *Result Preview* sekciji. Na *New File Path* izlaz bloka za pisanje postavljamo kontrolu (desni klik → *Create* → *Control*) za upis putanje do fajla, a na *Append to File* ulaz postavimo konstantu *FALSE* (desni klik → *Create* → *Constant*), kako bi instrument uvek upisivao podatke prepisujući postojeće podatke ukoliko fajl već postoji.



Slika 57: Convert to Dynamic Data konfiguracioni dijalog

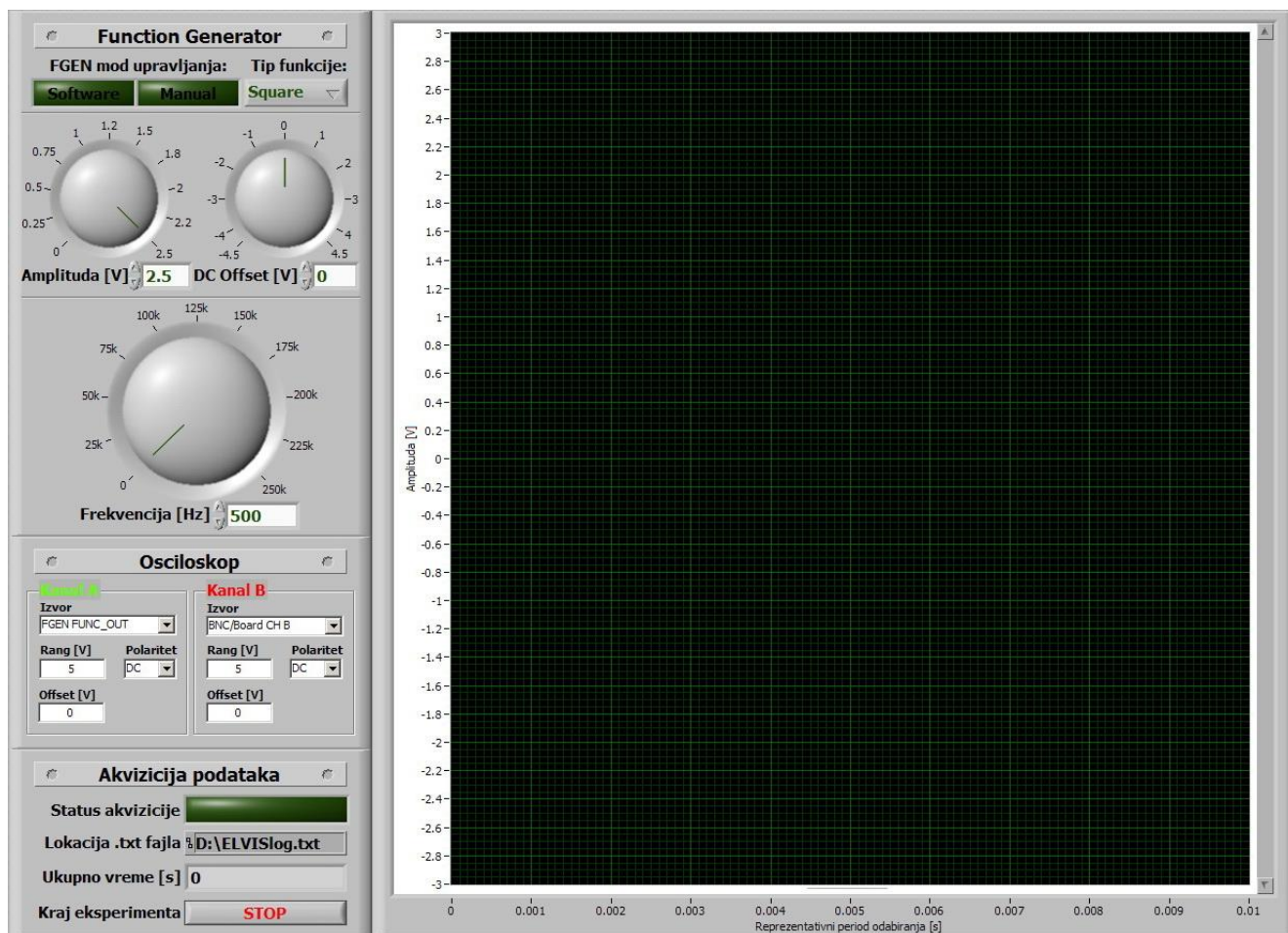
Posle ovih koraka, izgled dijagrama dat je na slici 58:



Slika 58: Izgled dijagrama sa dodatim blokovima za upis podataka

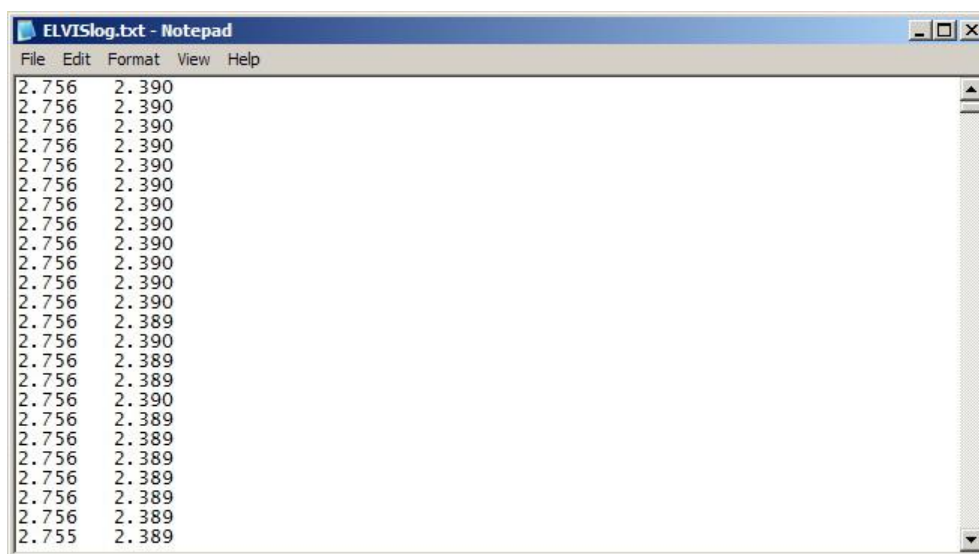


Ono što je u ovom trenutku bitno naglasiti je da imamo kompletno funkcionalni instrument, ali i *Front Panel*, koji neće bitno menjati izgled do kraja rada, jer trenutno imamo sve kontrole koje su nam potrebne za rad. Tako posle “kozmetičkih” izmena i sortiranja elemenata po funkciji, *FP* dobija oblik sa slike 59.



Slika 59: Konačni izgled Front Panela

Takođe, sada možemo i da pokrenemo instrument i prikazemo izgled fajla u koji smo upisali prve podatke.



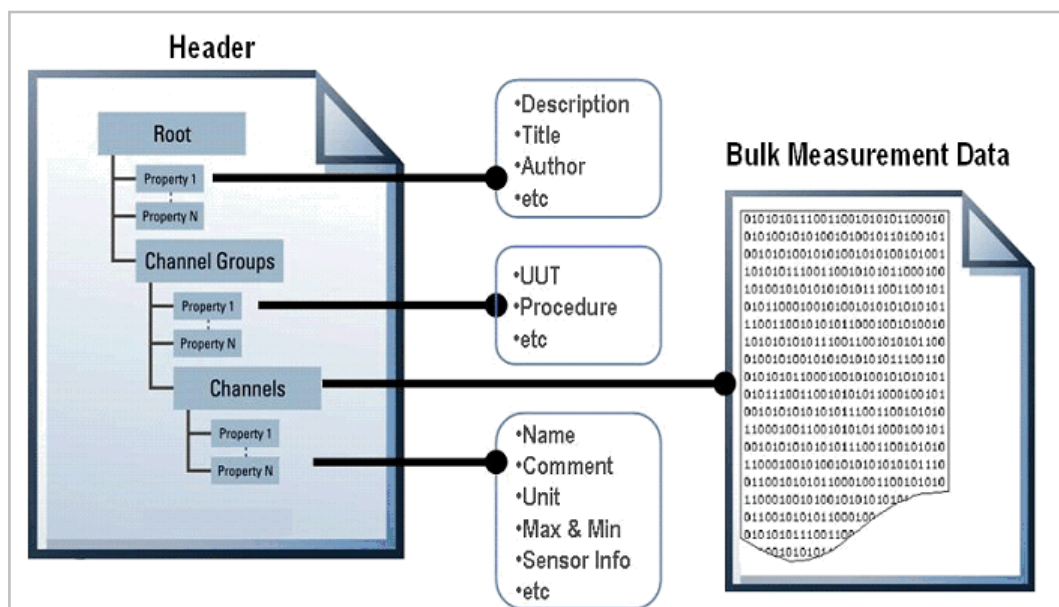
Slika 60: Rezultati akvizicije



### ***Dodavanje Time Domain Measurement Streaming funkcionalnosti***

National Instruments je kreirao TDM kao potpuno fleksibilni set kako bi eliminisao potrebu da korisnik od nule kreira i kasnije održava svoj format fajlova. Tako je TDM dostupan iz softverskih paketa LabVIEW, LabWindows/CVI, DIAdem, ali se može uvesti i u aplikacije poput Microsoft Excela. TDM takođe dozvoljava pristup i *third-party* aplikacijama preko obezbeđenog TDM Dynamic Link Library-ja. TDM metod ima nekoliko jedinstvenih karakteristika koje izdvajaju ovaj metod od klasičnih metoda izvoženja podataka, kao što je uvođenje opisa za svaki od nizova podataka. Dalje, ovaj metod nudi dva modela, TDM i TDMS. TDMS API (TDM Streaming Application Protocol Interface) predstavlja najfleksibilniji, samim tim i preporučeni način za manipulaciju fajlova ovog tipa.

TDM model nudi organizaciju sličnu XMLu, u tri nivoa hijerarhije (slika), Root, Channel Group i Channel. Budući da svaki od ovih nivoa prihvata neograničeni broj korisnički zadatih atributa, TDM fajlovi su tako unapred indeksirani za brzu pretragu.



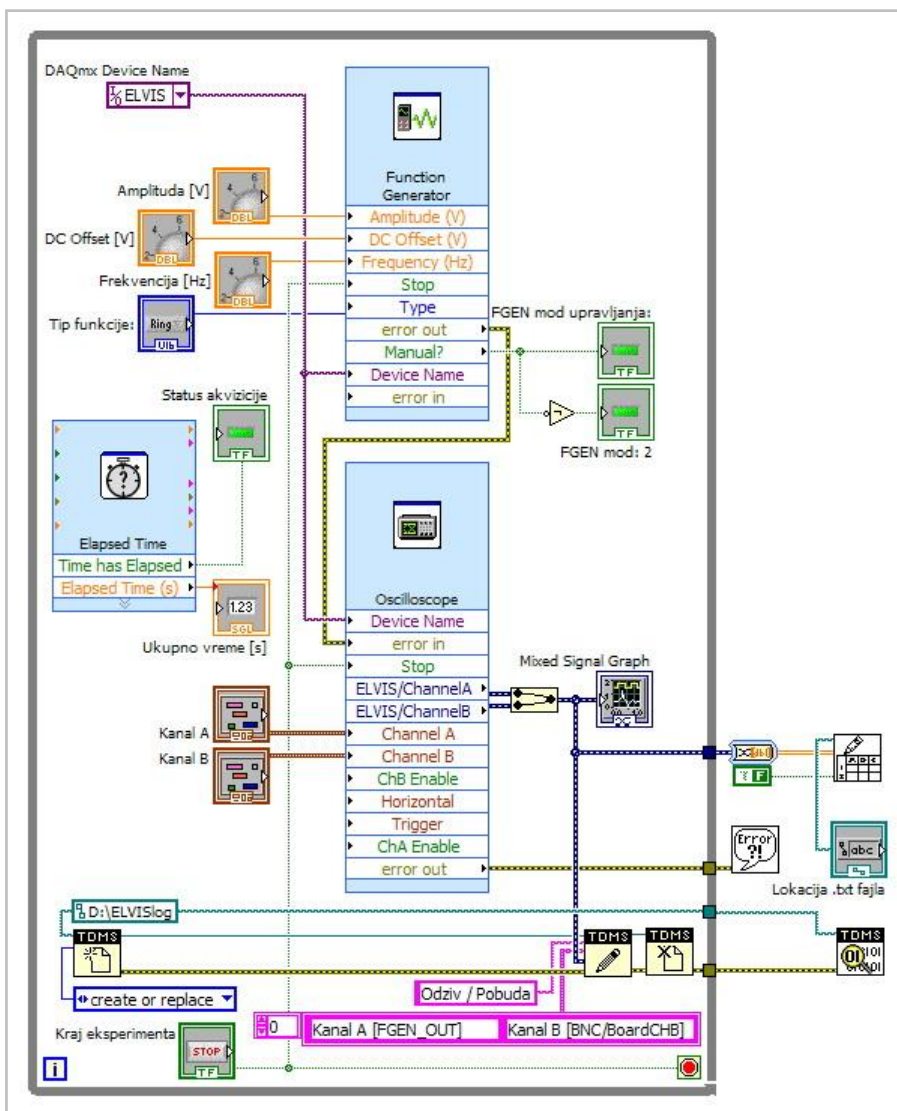
Slika 61: Hijerarhijska organizacija TDMS fajlova

Sa druge strane, kod TDMS fajlova imamo binarni fajl za indeksiranje, sa \*.TDMS\_Index ekstenzijom, koji nam pruža kompaktni pregled informacija i atributa podataka, a kako su podaci u nezavisnom fajlu, pregled i pristup tim podacima je znatno brži. Ukoliko se TDMS Index fajl izgubi na neki način, može se regenerisati iz osnovnog, Bulk Data fajla.

Osnovna povoljnost u radu sa ovim modelom je upravo fleksibilnost indeksiranog zaglavlja, koja kao takva dozvoljava česte promene u aplikaciji, bez potrebe da se u TDMS fajlu podaci i hijerarhija reorganizuju da bi se adaptirali na promene. Upravo tako, kada se prošire zahtevi koji se tiču dokumentacije, potrebno je izvršiti minorne prepravke na postojećim TDMS blokovima u blok dijagramu.

Dodatna funkcionalnost ovog metoda je ugrađeni TDMS File Viewer virtuelni instrument, čijim pozivanjem iz blok dijagrama posle akvizicije dobijamo detaljni pregled svih upisanih podataka i njihovih atributa, uredno sortiranih po unapred zadatoj hijerarhiji.

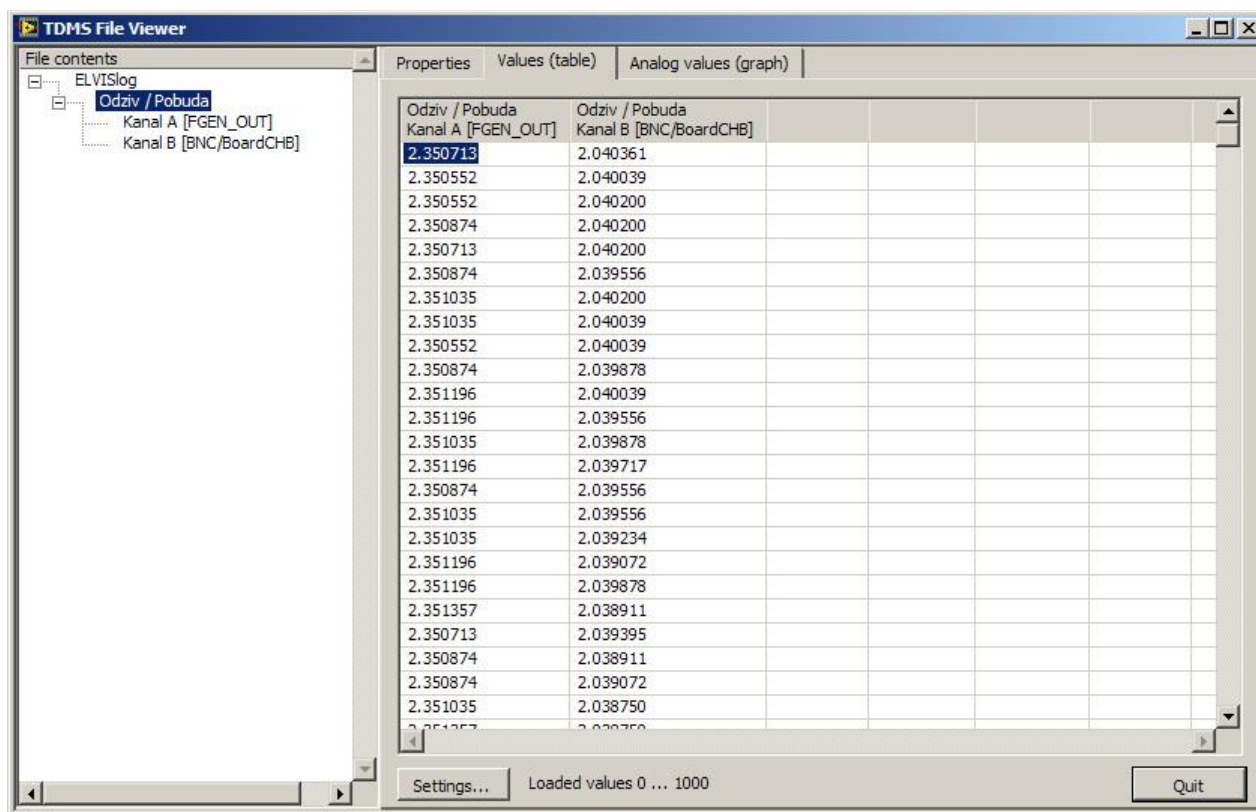
Posle ubacivanja TDMS blokova, naš blok dijagram ima oblik prikazan na slici 62.



Slika 62: Finalni izgled blok dijagrama posle dodavanja TDMS funkcionalnosti

TDMS blokovi se nalaze u paleti kojoj pristupamo kroz *Programming* → *File I/O* → *TDM Streaming*, i sa leva na desno imamo *TDMS Open*, *TDMS Write*, *TDMS Close*, i van petlje je postavljen *TDMS File Viewer*. Tako vidimo da je *Data Flow* kroz ove blokove prilično realan i razumljiv, što samo ide u prilog prethodnom delu priče koji se ticao lakoće i fleksibilnosti rada sa istim.

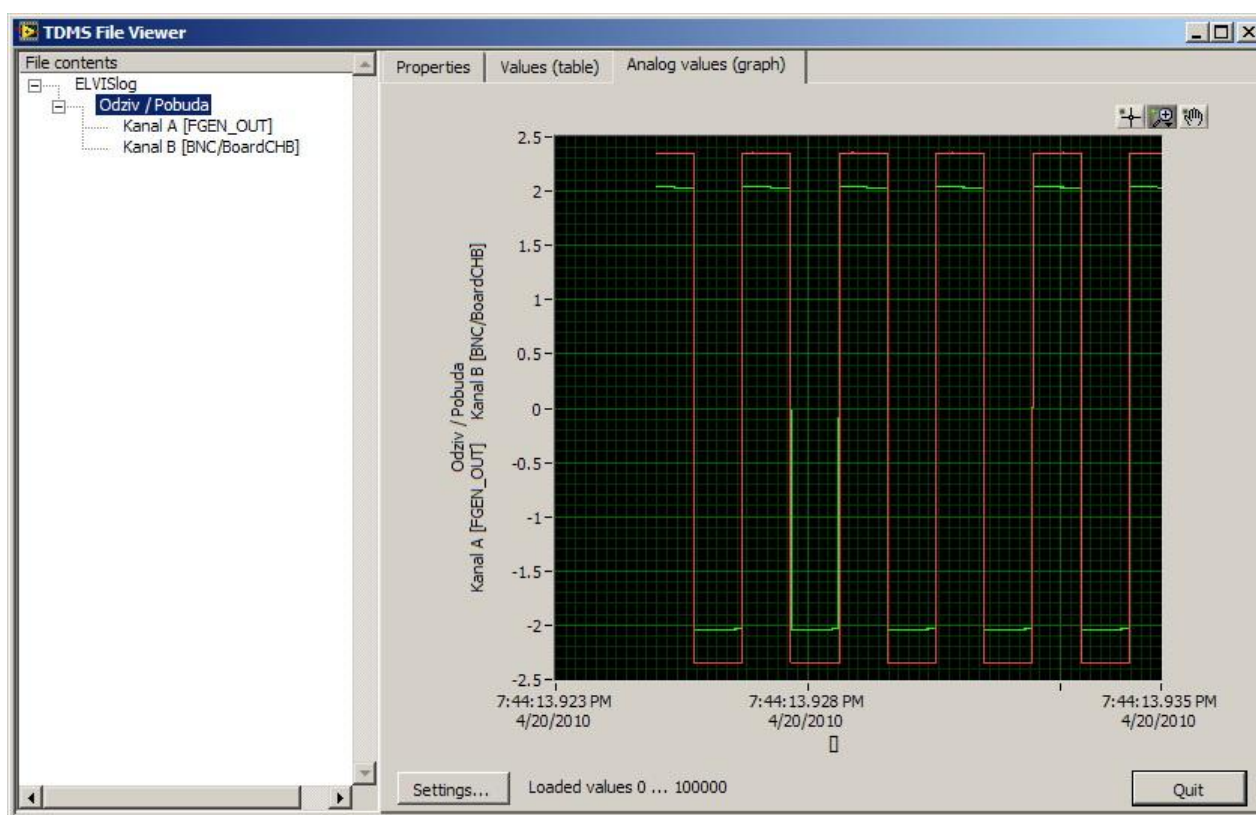
Na *TDMS Open*: *File Path* ulaz je vezana konstanta sa budućom lokacijom *TDMS* fajla, a na *Operation* smo takođe *Create Constant* akcijom postavili predefinisani padajući meni iz koga smo odabrali *Create or Replace* akciju, kako bismo slobodno prepisali fajl ukoliko fajl istog imena postoji. Sa ovog bloka na sledeći prosleđujemo *TDMS File Out* i *Error Out* na odgovarajuće *In* konekcije sledećeg bloka, *TDMS Write*. Na *Data* konekciju istog bloka vezaćemo grupisane signale sa izlaza osciloskopa, a zadaćemo im atribut tako što ćemo na konekcije *Group Name in (Untitled)* i *Channel Name(s) in (Untitled)* zadati konstante. U ovom slučaju, vidi se kako smo ih imenovali, s' tim što smo *Channel Names* blok konstanti "razvukli" kako bi se videla oba kanala, što i nije neophodno: pregled se može vršiti i preko levog polja u kome je upisana vrednost 0. Nula predstavlja identifikator prvog kanala, dok je 1 identifikator kanala B. Pošto se završi *streaming* upis ovim blokom, potrebno je zatvoriti fajl, da bi posle klika na *STOP* dugme instrumenta fajl bio dostupan za otvaranje iz poslednjeg bloka, *TDMS File Viewer*. Izgled podataka u automatski pokrenutom *Vieweru* je dat na slikama 63, 64, 65 i 66.



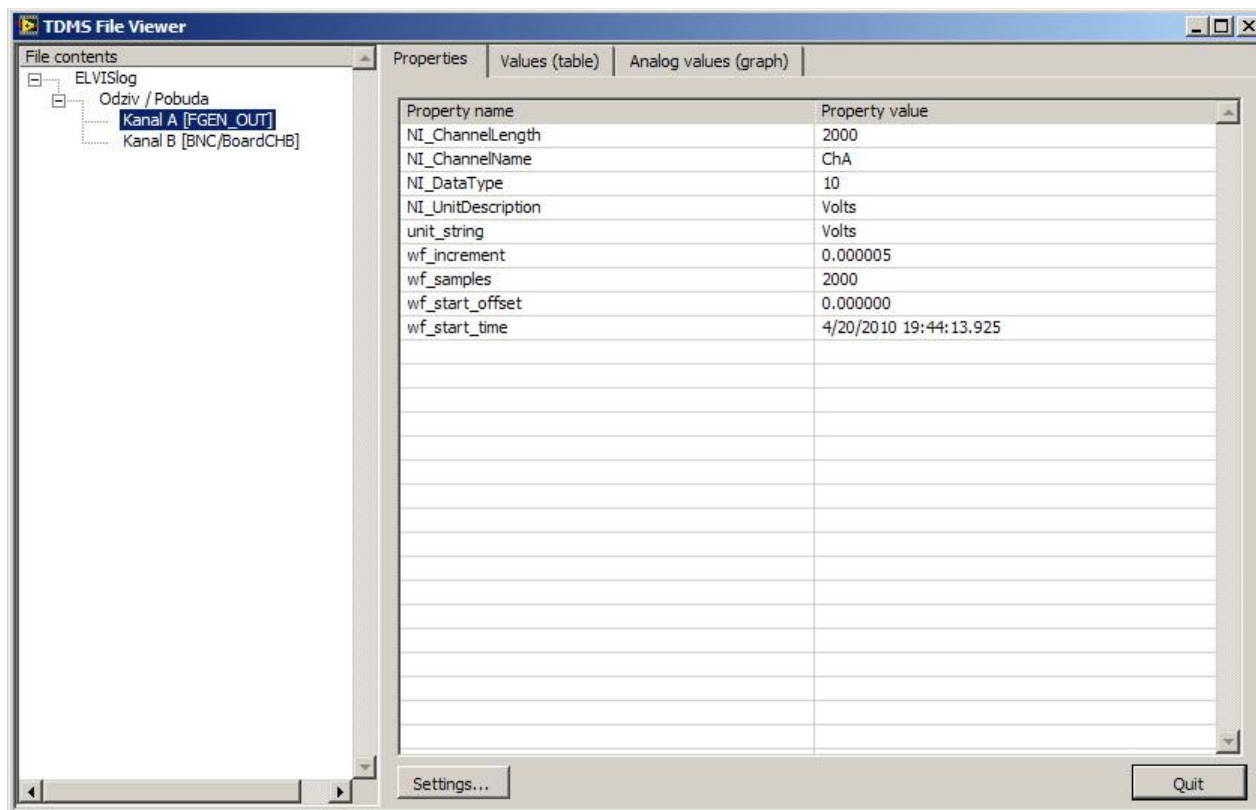
The screenshot shows the TDMS File Viewer interface. The 'File contents' pane on the left shows a tree structure with 'ELVISlog' expanded, containing 'Odziv / Pobuda', which in turn contains 'Kanal A [FGEN\_OUT]' and 'Kanal B [BNC/BoardCHB]'. The 'Values (table)' tab is selected, displaying a table with two columns: 'Odziv / Pobuda Kanal A [FGEN\_OUT]' and 'Odziv / Pobuda Kanal B [BNC/BoardCHB]'. The table contains 20 rows of numerical data. The status bar at the bottom indicates 'Loaded values 0 ... 1000'.

Odziv / Pobuda Kanal A [FGEN_OUT]	Odziv / Pobuda Kanal B [BNC/BoardCHB]
2.350713	2.040361
2.350552	2.040039
2.350552	2.040200
2.350874	2.040200
2.350713	2.040200
2.350874	2.039556
2.351035	2.040200
2.351035	2.040039
2.350552	2.040039
2.350874	2.039878
2.351196	2.040039
2.351196	2.039556
2.351035	2.039878
2.351196	2.039717
2.350874	2.039556
2.351035	2.039556
2.351035	2.039234
2.351196	2.039072
2.351196	2.039878
2.351357	2.038911
2.350713	2.039395
2.350874	2.038911
2.350874	2.039072
2.351035	2.038750
2.351257	2.038750

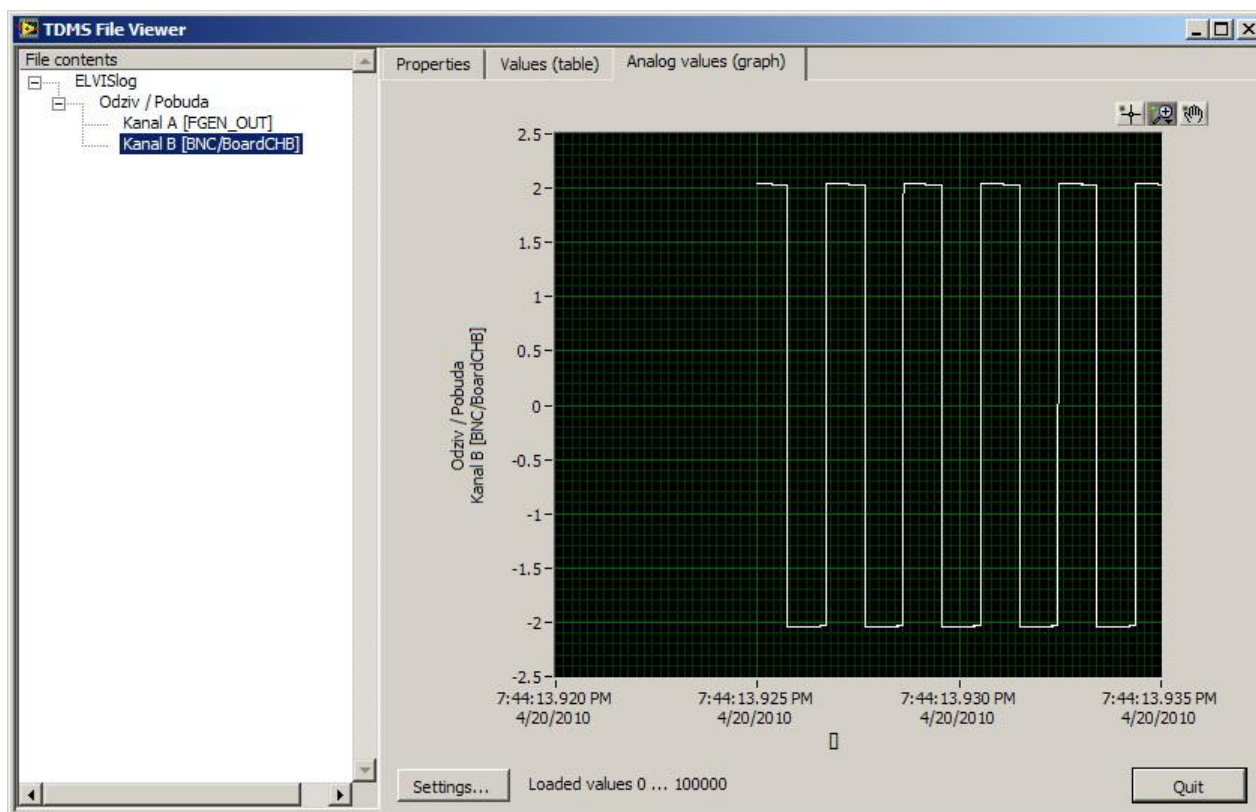
Slika 63: Paralelni pregled podataka oba kanala u TDMS File Vieweru



Slika 64: Automatski generisani analogni graf u TDMS File Vieweru



Slika 65: Properties Tab kanala A sa zasebnim atributima signala



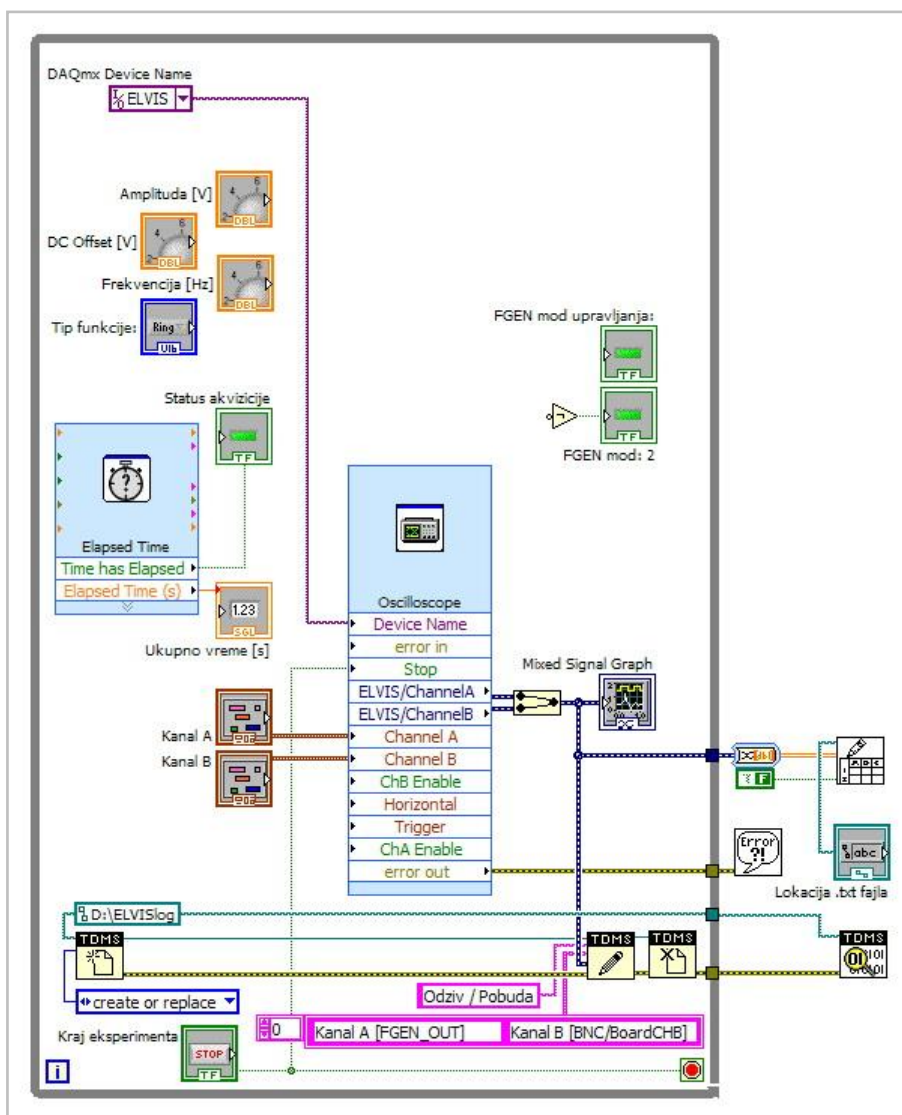
Slika 66: Individualni graf kanala B u TDMS File Vieweru

Ovime je izrada potpuno funkcionalnog instrumenta za akviziciju signala sa kola povezanog na *ELVIS* glavnu jedinicu gotova. Preostaje još da demonstriramo rad sa *Low Level* segmentima *Function Generatora*.



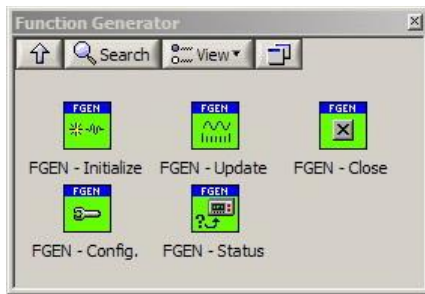
## 07.2 Virtuelni instrument sa *Low Level* kontrolama

Kako treba da demonstriramo da su u pitanju dva ekvivalentna pristupa radu sa *ELVIS* instrumentima, konkretno, sa *Function Generatorom*, za izradu ovakvog blok dijagrama iskoristićemo postojeći, samo ćemo skloniti *Function Generator Express VI* blok, i zatim ukloniti nepotrebne konektorske linije sa *Ctrl+B* (slika 67).



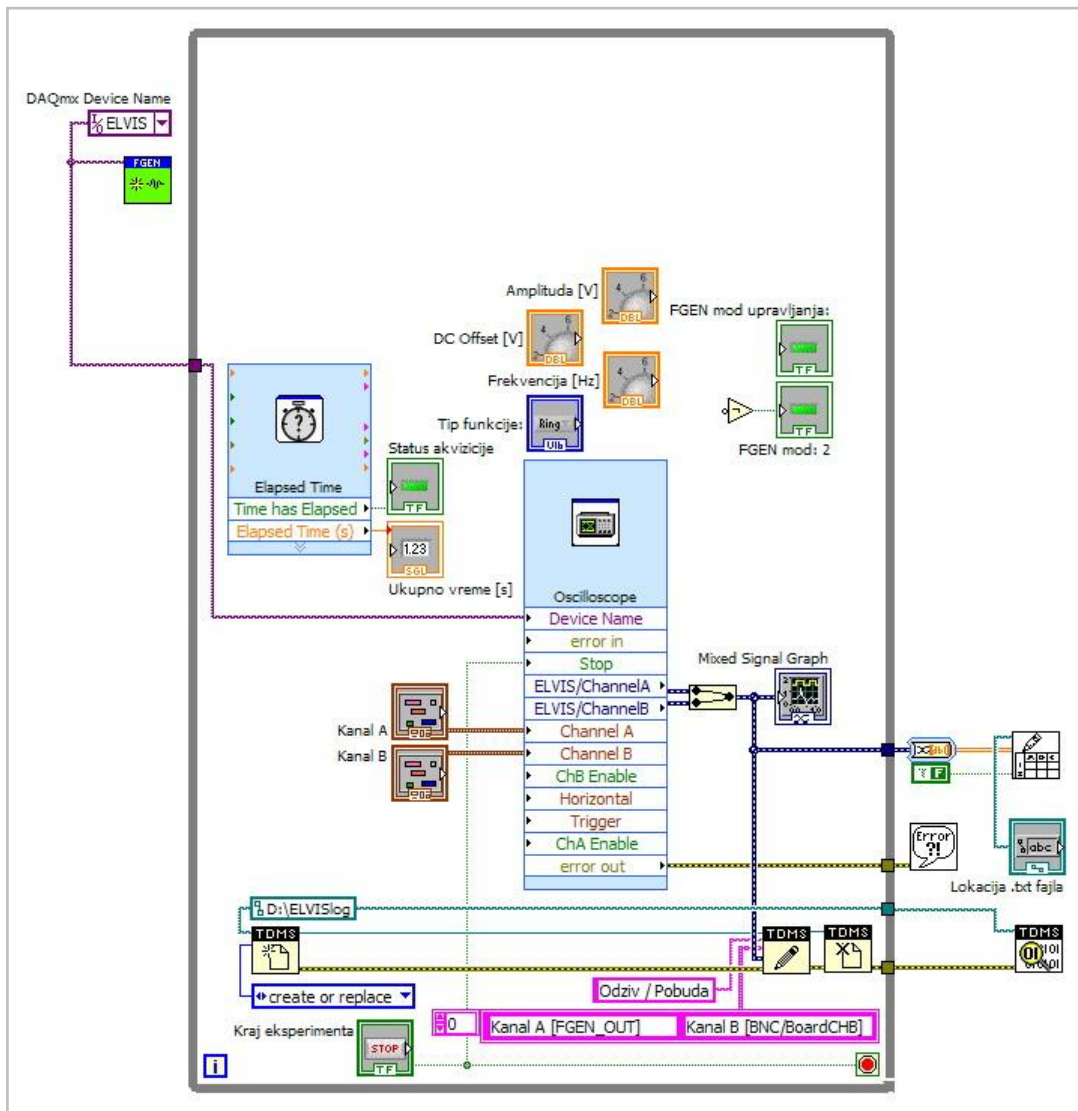
Slika 67: Blok dijagram bez *FGEN Express VI*ja

Kontrole instrumenta ćemo da ostavimo na blok dijagramu da se *Front Panel* ne bi poremetio, pa da ne bismo morali iznova da podešavamo svaku ponaosob. Samo ćemo uvesti manje korekcije u položaju istih kako bi ostalo dovoljno mesta za manipulaciju *Function Generator Low Level* segmentnim blokovima. Kao što je pomenuto ranije, ovi blokovi se nalaze u paleti *Measurement I/O* → *NI ELVIS* → *Low Level NI VIs* → *Function Generator*, slika 68.



**Slika 68: Low Level kontrole Function Generatora**

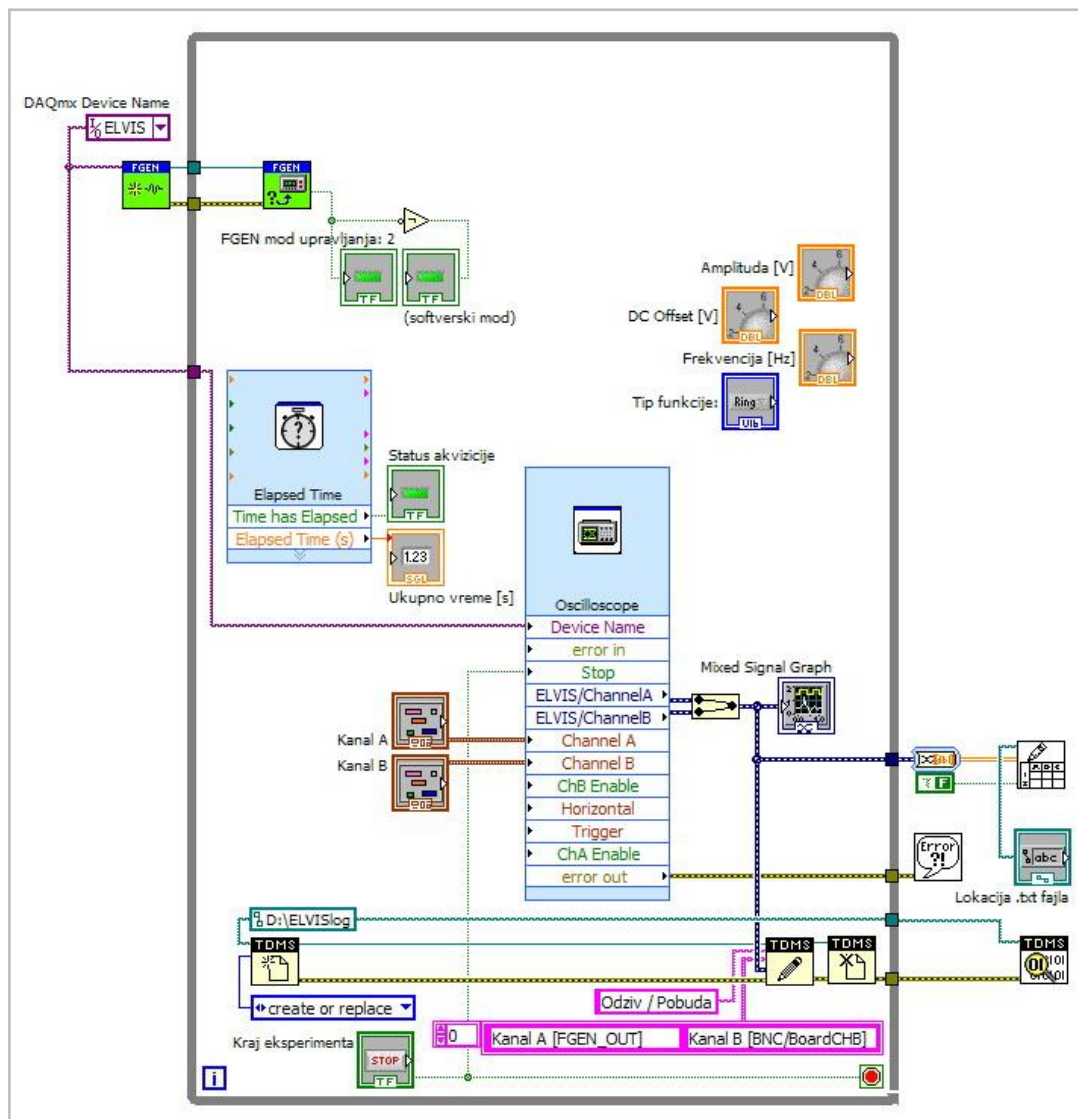
Postavljanje blokova započnemo na logični način: inicijalizacijom *Function Generator*. Kako samo ime govori, to postizemo postavljanjem *FGEN - Initialize* bloka, i to van petlje. Kao i većina *ELVIS Virtual Instrument* blokova, i on ima više ulaznih i izlaznih konektora, a najvažnije ga je povezati sa karticom preko *Device Name* ulaza. Ponovo povezujemo postojeći *DAQmx Device Name (Measurement I/O → NI-DAQmx → Advanced → DAQmx Constants & Property Nodes)* blok, samo ćemo je izvući van petlje, kako ne bi došlo do greške. Bezbedno je ostaviti konekciju sa *Oscilloscope Express VI*, jer ga je moguće inicijalizovati i pozivom van petlje.



**Slika 69: Pravilno postavljanje bloka za inicijalizaciju FGNa**



Dalje, potreban nam je *FGEN - Status* blok, koji će nam prosleđivati status *Function Generatora*, da li je u pitanju *Manual mod* ili je dozvoljena softverska komunikacija sa istim.

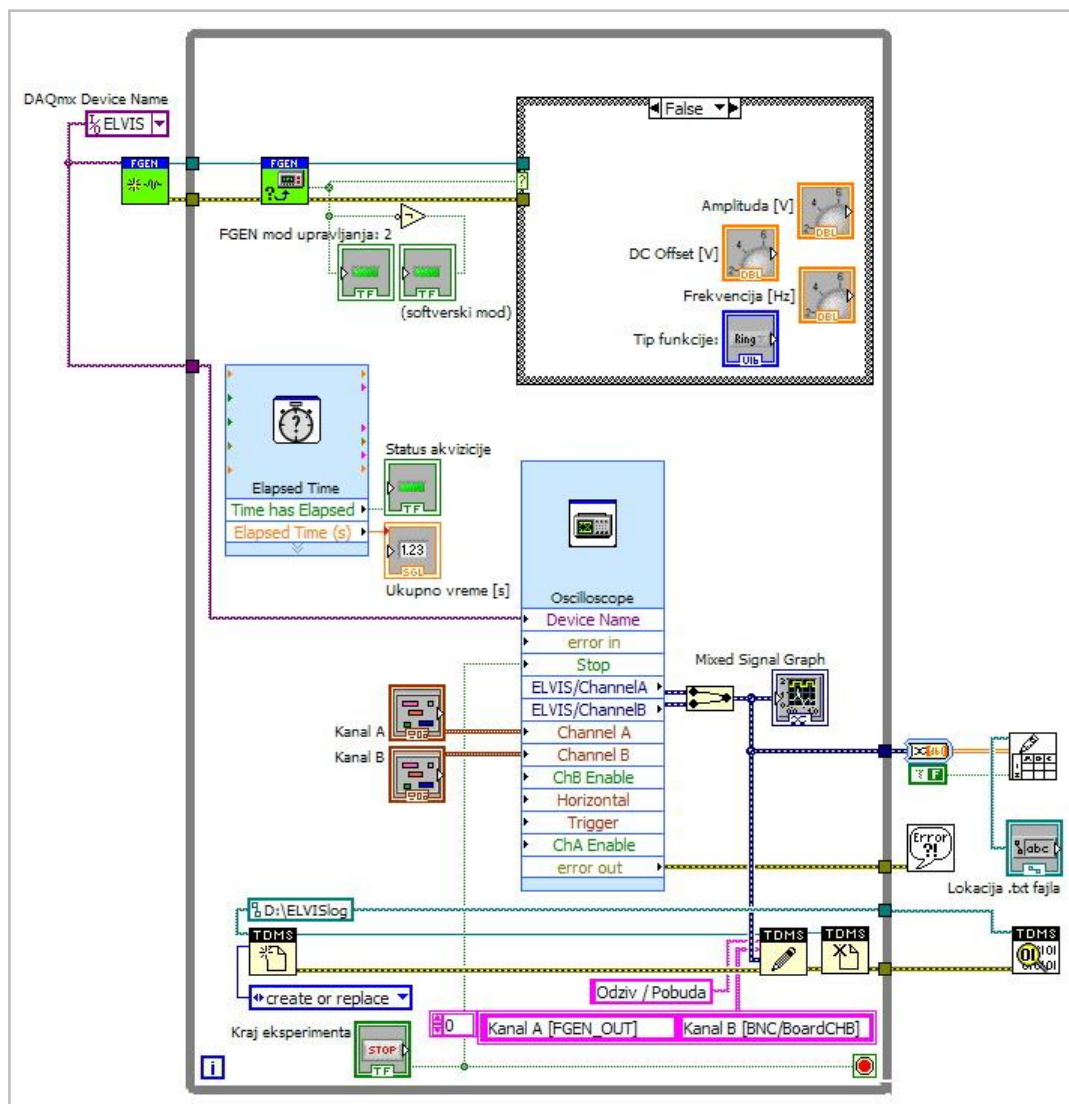


Slika 70: Postavljanje FGEN Configure bloka

Kao što se vidi na slici 70, potrebno je ovaj blok postaviti u petlju kako bi konstantno proveravao i vraćao traženu statusnu vrednost. Na ulaze ovog bloka sa odgovarajućih izlaza *Initialize* bloka prosledićemo *FGEN Refnum* vrednost i *Error* signalnu liniju.

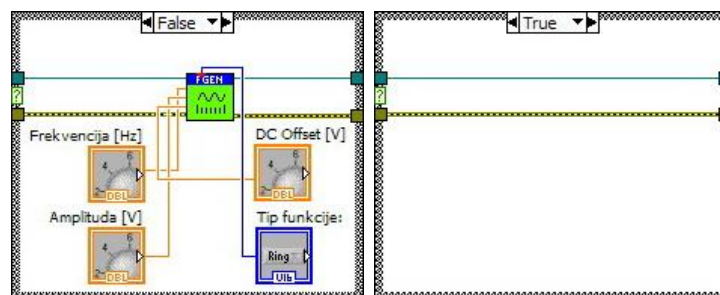
Na *Manual?* Izlaz vezujemo postojeće kontrole, statusne diode, identično kao i na prethodnom dijagramu, *Manual* diodu direktno, *Software* sa negacijom. Ovaj izlaz ćemo iskoristiti i za uslovljavanje logičkog *Case Structure* bloka koji nam je potrebna za sledeći korak, za postavljanje *FGEN Update* segmenta.

Na *Case Selector* ulaz *Case Structure* bloka (*Exec Control* → *Case Structure*) ćemo povezati pomenuti *Manual?* Izlaz, a na *FALSE* tab postavljamo *FGEN Update VI*, prevlačimo postojeće kontrole i konektujemo ih na odgovarajuće konekcije istog.



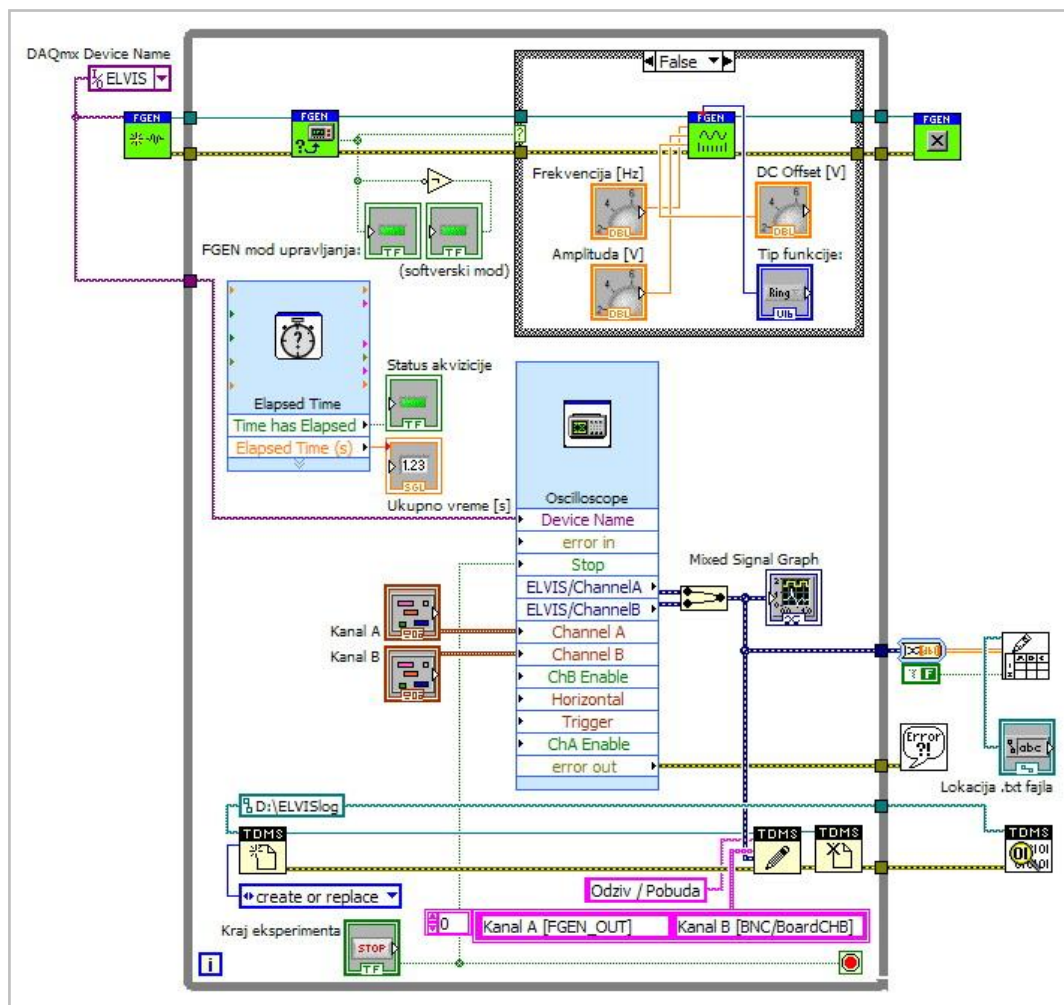
Slika 71: Case Structure uslovljavanje i prosleđivanje podataka

Filozofija ove strukture je da dozvoli softversku kontrolu nad *Function Generatorom* samo ako je isti u softverskom modu, da ne bi došlo do slučajnog *bypassa*. Tako, na slici 72(a) vidimo *FALSE* tab, na kome je *Update* blok i kompletni set kontrola, kao i *True* tab (b) koji samo prosleđuje *FGEN Reference Number* i *Error* podatke sledećem *FGEN* bloku.



Slika 72: (a) FALSE tab i (b) TRUE tab logičke strukture

Sledeći blok je ujedno i poslednji *Function Generator Low Level* blok, i to *FGEN Close*. Kao što je slučaj i sa *Express VI* instrumentima, i ovako inicijalizovani *FGEN*, jednom pokrenut, radio bi u pozadini i posle zaustavljanja aplikacije na *Front Panelu*, stoga je neophodno zaustaviti njegov rad ovim blokom. Ukoliko se to ne bi uradilo, problem se ne bi pojavio odmah, već na prvom sledećem pristupanju bilo kom resursu glavne *ELVIS* jedinice, ne samo izlazu *Function Generatora*. Takođe, kako je u pitanju poslednji blok i poslednja modifikacija sekcije, finalni izgled blok dijagrama je dat na slici 73.



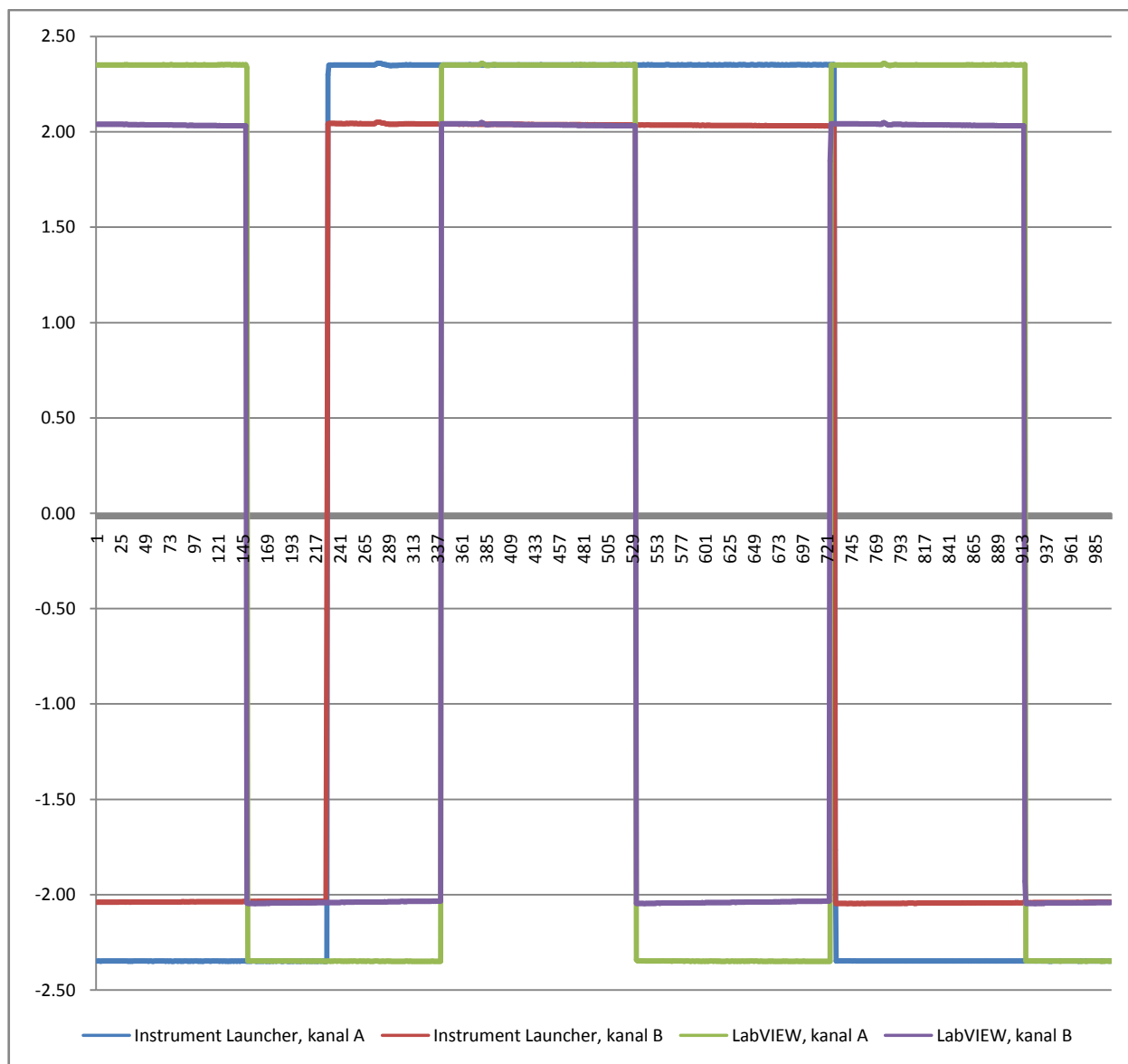
Slika 73: Postavljanje FGEN Close bloka / finalni izgled blok dijagrama

Od razlika u odnosu na pređašnji slučaj primećujemo da, osim zaustavljanja *FGEN* signala sa postavljanjem *Close* bloka van petlje, nemamo prosleđivanje informacije o grešci između *FGEN* sekcije i *Scope* instrumenta. To je u ovom slučaju nemoguće, jer se *Error* putanja završava na *Close* bloku, odnosno van petlje, te je neizvodljivo vratiti signal nazad u petlju. Sa druge strane, ovako postavljen i podešen set blokova predstavlja stabilan set *FGEN* kontrola, pa ne očekujući grešku nismo postavili ni *Simple Error Handler* blok na *Error Out* izlaz sa *FGEN Close*.

Rezultati akvizicije u ovom slučaju su apsolutno identični prethodnima, pa nema potrebe da ih zasebno prezentujemo na kraju ovog dela.

## 08. Zaključak

Kao prirodan zaključak ovog rada nameće se poređenje rezultata, kao i ocena efikasnosti ELVIS platforme, kao i njena moguća primena u edukaciji i/ili istraživačkom radu.



Grafik 1: Poređenje rezultata Instrument Launcher i LabVIEW akvizicije za hiljadu (1000) uzoraka

Rezultati akvizicije iz *ELVIS Instrument Launchera* i kreiranog *LabVIEW* instrumenta se vrlo malo razlikuju, mahom u malim oscilacijama vrednosti koje zavise od učestanosti kalibracije sistema, i glavne jedinice i DAQ uređaja. Tako su konkretne maksimalne vrednosti amplitude funkcija iz *LabVIEW* akvizicije niže u odnosu na one koje dobijamo sa *Launchera*. To generalno i ne predstavlja toliki problem za dalju identifikaciju sistema, ali je neophodno pomenuti kao fenomen.

Problem se primećuje i pri korišćenju *Function Generatora* sa prednjeg panela glavne jedinice (u *Manual* modu) u *LabVIEW* okruženju, u tom smislu da zadata funkcija ima neki (manji, ali primetan) pozitivni *Offset* u odnosu na nultu liniju koji mi nismo zadali, a pri korišćenju istog instrumenta iz *Instrument Launchera*, sistem

se čini savršeno kalibrisanim. Stoga, ukoliko radimo sa instrumentima *ELVISa* u *LabVIEWu* i želimo apsolutno tačne rezultate, potrebno je konstantno upoređivati rezultate u etapama i kalibrisati instrumente po potrebi.

Treća stavka u „negativnoj koloni“ bi bilo (krajnje neočekivano) drastično povećano korišćenje resursa računara pri radu sa *Low Level* kontrolama *Function Generatora*. To se na drugom *LabVIEW* instrumentu dâ i primetiti po indikatorskom polju za proteklo vreme, koji ispravno prikazuje vreme, ali uz neki memorijski lag, pa budući da osim vida incijalizacije i manipulacije nad *FGENom* ništa nismo promenili, dolazimo do zaključka da je taj, segmentni pristup, iz nekog razloga zahtevniji pa bi ga valjalo koristiti samo u nekim jednostavnijim problemima.

I pored svih nabrojanih problema poznatog ili nepoznatog porekla, neki globalni zaključak bi bio da prednosti platforme definitivno prevazilaze mane, jer nudi plejadu mogućnosti: brz pristup i fleksibilan rad sa instrumentima iz *Launchera*, ali i velike mogućnosti adaptacije kapaciteta sistema na individualne potrebe korisnika. Takođe, veliki je broj primera gde se zaobljaženjem instrumenata *NI ELVIS* palete iz *LabVIEWa*, direktnim imenovanim pristupom na analogne i digitalne kanale *DAQ* kartice mogu kreirati jako moćne aplikacije sa širokim dijapazonom mogućnosti. Ta varijanta u ovom radu nije prezentovana jer se ipak taj pristup ne obazire previše na mogućnosti instrumenata sistema, a na kraju krajeva, to je bio esencijalni deo ovog rada.

Generalno, mi smo ono *Education* iz *ELVIS* skraćenice stavili na test i ustanovili da je platforma savršeno opravdala korišćenje te reči u akronimu. *ELVIS* sistem je nešto što bi savršeno poslužilo za edukaciju studenata u više oblasti koje pokrivaju studije na ovom fakultetu, ali isto tako ostavlja dovoljno prostora za ozbiljnije projekte. Po mom mišljenju, jedna od dobrih strana je činjenica da je relativno lako upoznati i savladati osnove *LabVIEW* grafičkog programiranja uz *NI ELVIS* instrumente, što samo može osobu privući takvom pristupu rada. Tako, sa *LabVIEW* „pogonom“, *ELVIS* čini solidno utemeljenu srž jednog fino zaokruženog sistema koji dalje možemo oklopiti kao na blok dijagramu: počevši od projektovanja i prototypinga *NI Multisim* paketu pre same izgradnje kola na ploči; i posle izrade instrumenata u *LabVIEWu*, prosleđivanjem podataka u već standardne, dobro poznate pakete, *MatLab* i *Simulink*.

Dalje, postojećim nadogradnjama *NI ELVIS* glavne jedinice poput *Quanserovog* koračnog motora i sličnih koje se nude na tržištu, edukativni kapacitet ove platforme raste, a samim tim i znanje onih individua koji na njoj rade, kao i mogućnosti istih za ozbiljnije samostalne projekte.



## 09. Literatura i URL reference

---

- [1] ***Where to Start with NI ELVIS***  
National Instruments, 2008;
- [2] ***NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite (NI ELVIS) User Manual***  
National Instruments, 2003;
- [3] ***NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite (NI ELVIS) Hardware User Manual***  
National Instruments, 2008;
- [4] ***Introduction to NI ELVIS (NI ELVIS II, Multisim and LabVIEW)***  
Barry Patton, National Instruments, 2009;
- [5] ***The LabVIEW Student Edition User Guide***  
Lisa K. Wells, Prentice Hall, 1995;
- [6] ***LabVIEW: LabVIEW Fundamentals***  
National Instruments, 2005;
- [7] ***National Instruments Developer Zone***  
<http://zone.ni.com/dzhp/app/main>, (april/maj 2010.);
- [8] ***LabVIEW Special Effects: GUI Techniques Using Attribute Nodes***  
Dave Ritter, LabVIEW Technical Resource Volume 7, Number 3, 1999;
- [9] ***National Instruments LabVIEW Campus Workshop***  
National Instruments, 2009;
- [10] ***Introduction to LabVIEW 8.5***  
Finn Haugen, <http://techt teach.no/labview/lv85/labview/index.htm>, (mart/april 2010.);