

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

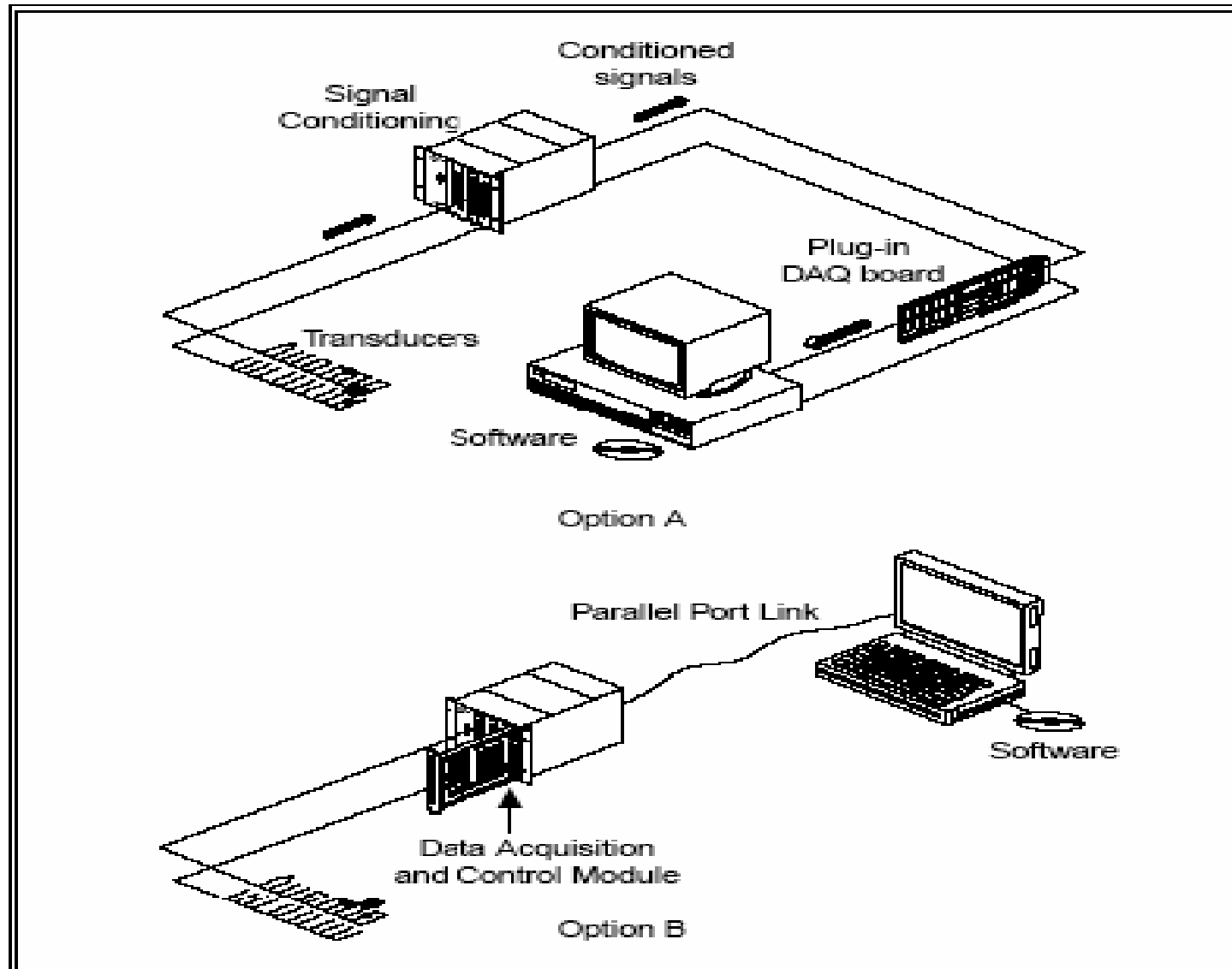
- Prije nego što kompjuterski bazirani VI instrument može mjeriti fizički signal iz vanjskog okruženja, senzor ili transdjuser mora konvertovati taj signal u električni signal bilo naponski ili strujni.
- Ovi uređaji se tipično spajaju direktno na interni bus PC računara putem plagljivog slota (AT/ISA, EISA, PCI, PCI Express). Sa DAQ uređajima, hardware konvertuje ulazni signal u digitalni signal koji se šalje računaru.
- Isti uređaj može izvršiti mnoštvo mjerenja jednostavno mjenjajući softwaresku aplikaciju koja čita podatke. Dakle, osim upravljanja, mjerenja i prikazivanja podataka, korisnikova aplikacija za računarski bazirani DAQ sistem takodjer ima ulogu firmvera.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Za razliku od samostalnih mjernih instrumenata, koristimo pomoćne module (accessories), da kondicioniramo signale, prije nego što ih plug-in DAQ modul konvertuje u digitalnu formu. Software kontrolira DAQ sistem prikupljajući sirove podatke, analizirajući podatke i prikazujući rezultate.

Naredna slika prikazuje dvije opcije DAQ sistema. U opciji A, plagljivi DAQ uredjaj je rezidentan u računaru. U opciji B, DAQ uredjaj je vanjski.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja



Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Uloga softvera

Računar prima sirove podatke. Softver preuzima ove podatke i prikazuje ih u formi koju korisnik može razumjeti. Softver manipulira podacima tako da se mogu pojaviti ili kao prikaz na grafu ili chartu, ili u izvještaju. Softver takodjer kontrolira DAQ sistem, informišući DAQ uređaj kada da prikuplja podatke, kao i sa kojih kanala da prikuplja podatke. Tipično, DAQ softver uključuje drajvere i aplikacioni softver. Drajveri su specifični za svaki DAQ uređaj ili tip uređaja i uključuju set komandi koje uređaj prihvaća. Aplikacioni softver (kao naprimjer LabView), šalje komande na drajvere, da bi naprimjer prikupljali podatke sa termoelementa, i vratili mu te podatke, i nakon toga ih analizira i prikazuje prikupljene podatke.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

LabView DAQ VI šalju pozive (calls) na NI-DAQ aplikacioni programski interfejs (API). NI-DAQ API sadrže alate i bazne funkcije koje interfejsiraju sa DAQ hardverom.

Primjeri koje ćemo pokazati pokazuju kako realizovati mjerenja koristeći multifunkcionalni ulazno –izlazni tip DAQ uređaja (MIO – multifunctional I/O). Ovi primjeri su bazirani na korištenju DAQ VI-jeva iz verzije LabView 6.0. i 7.0

U verziji Labview 7.0 NI je uveo DAQ Asistent Express VI da se grafički konfiguriraju kanali ili najčešći slučajevi funkcija mjerenja.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Korištenjem DAQ Assistant Express VI na blok dijagramu možemo konfigurirati kanale i taskove za korištenje sa NI-DAQmx akvizicijom podataka.(demonstrirati)

Ni-DAQmx je programski interfejs za komuniciranje sa uređajima za akviziciju podataka (Daq uređajima).

Možemo koristiti DAQ Asistent Express VI da kontroliramo uređaje koji su podržavani od strane NI-DAQmx.

NI-DAQmx task je kolekcija jednog ili više kanala, tajminga, triggerovanja, i drugih karakteristika koje su relevantne za sam task akvizicije. Konceptualno, task predstavlja samo mjerenje ili generaciju signala kojeg želimo realizirati.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Naprimjer, mi možemo konfigurirati kolekciju kanala za analogne ulaze. Nakon kreiranja taska, nema potrebe da individualno konfiguriramo kanale da bi izvršili operacije uvođenja analognih signala, nego samo da pristupimo tasku. Nakon kreiranja taska, možemo dodati ili ukloniti kanale

Za kontinualno mjerenje ili generiranje signala, potrebno je postaviti while konturu oko DAQ Assistant Express VI.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Kako mjeriti istosmjerni (DC) napon

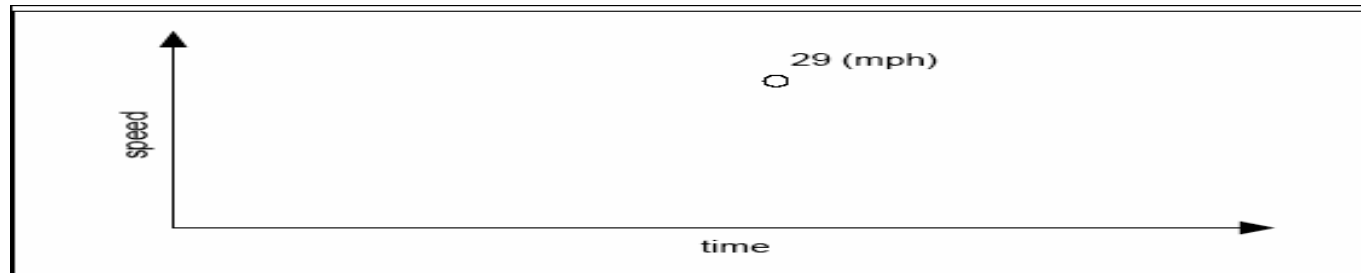
Uobičajeni tipovi DC signala koje treba mjeriti u inženjerskoj praksi su : signali sa transmitera pritiska , temperature, nivoa, sile, itd. (svi standardni 4-20 mA signali konvertovani u naponski signal 1- 5 V).

Da bi poboljšali tačnost većine mjerenja, koristićemo kondicioniranje signala. Ovo uključuje manipuliranje sa signalom koristeći i hardver i softver. Uobičajene metode softverskog kondicioniranja uključuju usrednjavanje, filtriranje, i linearizaciju.

Uobičajene hardverske metode kondicioniranja uključuju pojačanje signala, kompenzaciju hladnog kraja (za termoelemente), pobudjivanje senzora (RTD mjerenje temperature, ili napajanje Wheastonovog mosta sa strain gauge sensorima) , te filtriranje.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

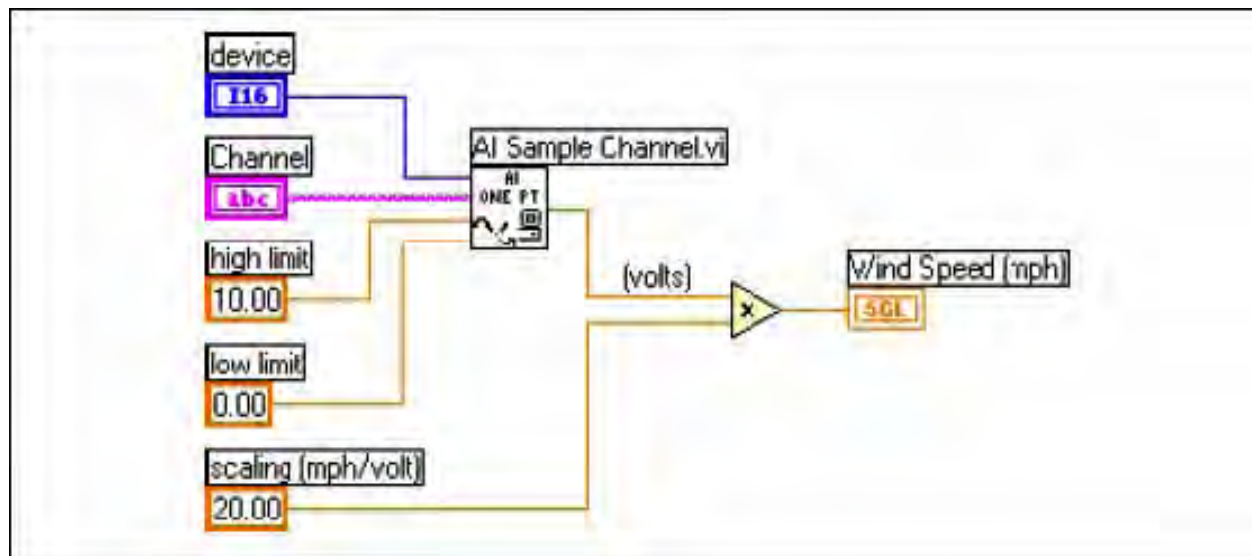
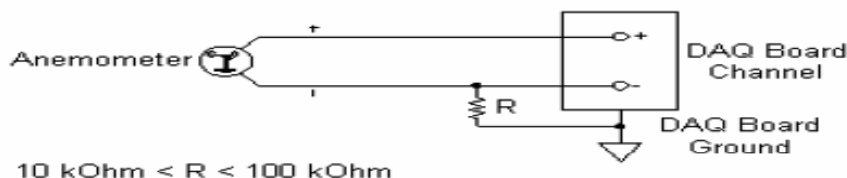
Jednostavni akvizicioni sistem



Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Slika pokazuje tipični dijagram ožičenja za anemometar sa izlaznim opsegom signala od 0 do 10 V, koji korespondira brzini vjetra od 0 do 200 mph. To znači da u softveru, trebaćemo skalirati podatke po slijedećoj formuli :

Očitanje anemometra(V) x 20 (mph/V) = brzina vjetra (mph)



Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Mi možemo pojednostaviti ovaj blok dijagram koristeći DAQ imenovane kanale (DAQ Named Channels –DNC).

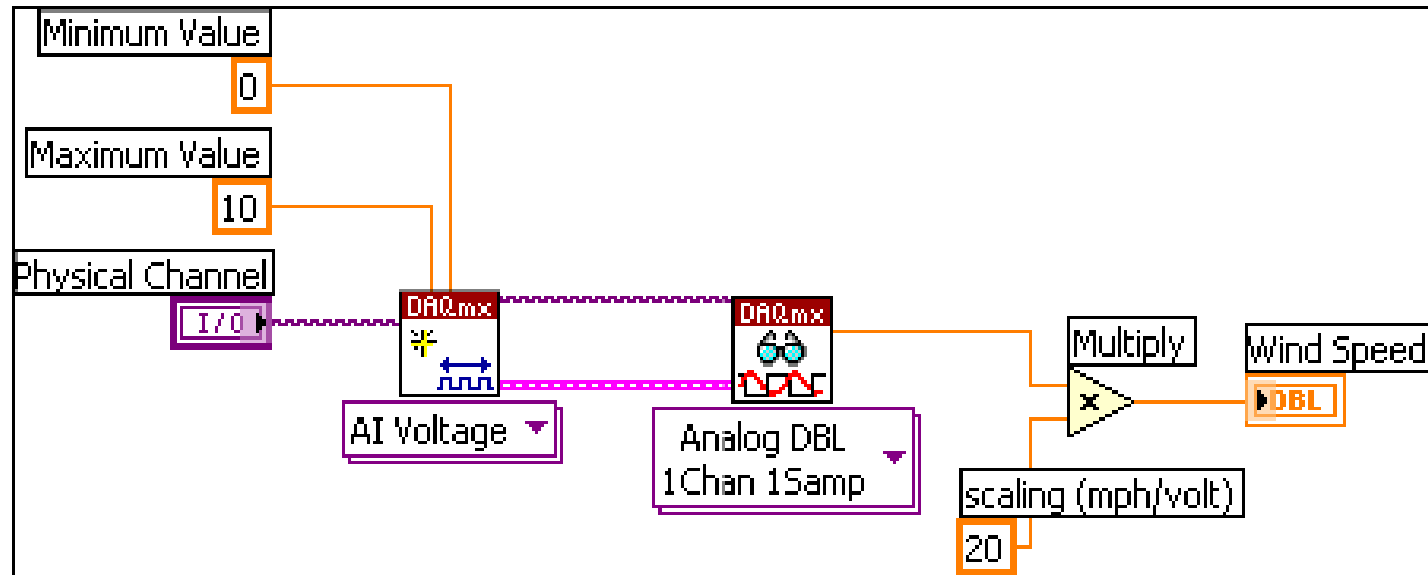
Ovo pojednostavljuje blok dijagram, pošto DAQ imenovani kanal ima informaciju o uređaju , kanalu, pojačanju i jednačini za skaliranje. Ponovno, AI Sample Channel prikuplja jednu vrijednost analognog signala, ali u ovom slučaju VI vraća odmah brzinu vjetra u inženjerskoj jedinici.



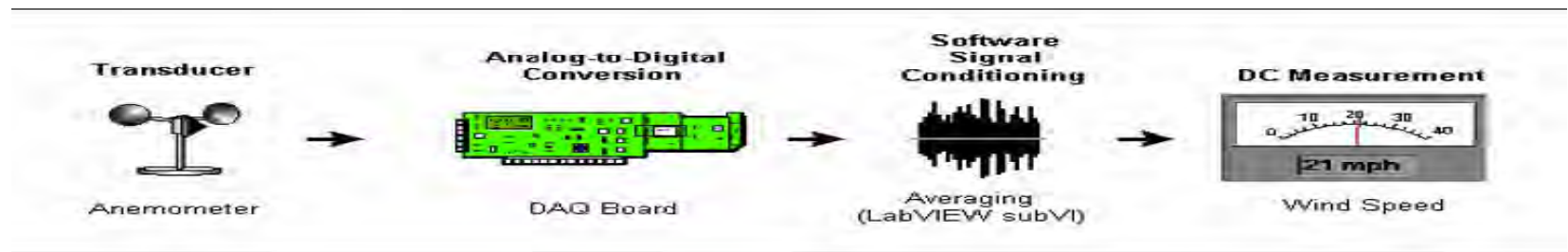
NI-DAQmx metod u LabView 7.0

Kod ovog metoda DAQmx **Create Virtual Channel VI** , koristi **Physical Channel** da kreira virtualni kanal analognog naponskog ulaza. Opseg napona je 0-10V. **DAQmx Read VI** čita po jedan sampl sa jednostrukog kanala, kao što se vidi sa slijedeće slike:

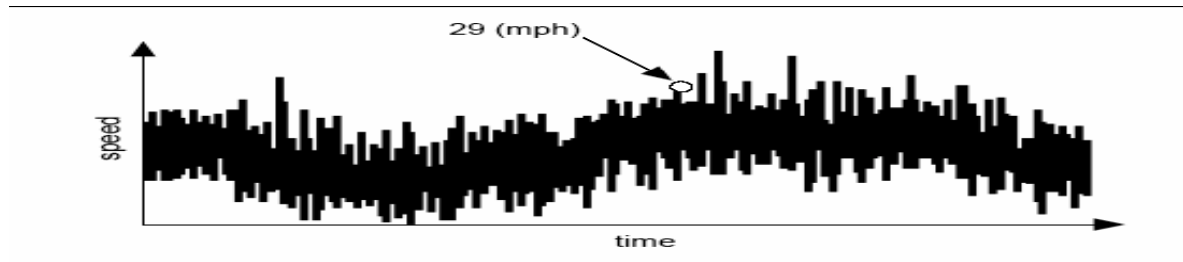
Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja



Naredna slika pokazuje akvizicioni sistem za mjerenje brzine vjetera sa dodatkom softverskog usrednjavanja.

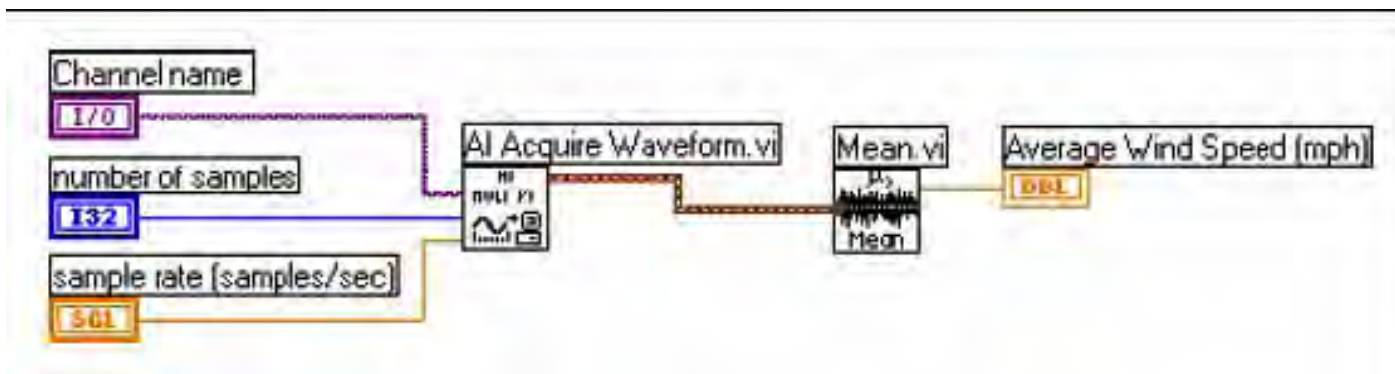


Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja



Pošto mi usrednjavamo u softwaru, hardwaresko ožičenje se neće mijenjati. Blok dijagram na slijedećoj slici pokazuje software za mjerenje srednje brzine vjetra ako koristimo imenovani DAQ kanal (DNC – DAQ named channel). Kako smo već rekli , DNC memorira informaciju o uređaju, kanalu , pojačanju i skaliranju.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja



Jedan čest razlog usrednjavanja je i da se eliminiraju šumovi od 50 ili 60 Hz iz napona napajanja mreže. Ako koristimo brzinu skeniranja koja je cjelobrojni multipl perioda šuma, šum iz napajanja će biti eliminiran. Jedan primjer koji radi i za šumove i 50 i 60 Hz je da skaniramo sa 300 skanova u sekundi, i onda urednjavamo sa 30 tačaka.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

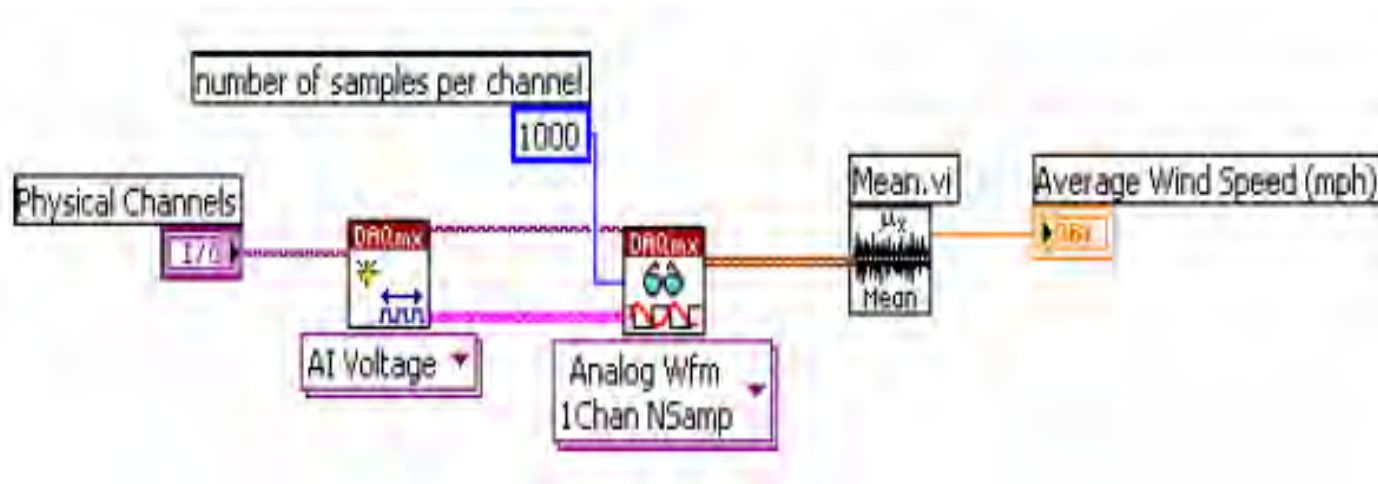
NI-DAQmx metod

Naredni blok dijagram koristi NI-DAQmx Vi-jeve da izvrši usrednjavanje signala.

Blok dijagram koristi **Analog Wfm 1Chan Nsamp** instancu od **DAQmx Read VI** da prikupi višestruke vrijednosti sa jednostrukog kanala.

DAQmx Read VI, čita 1000 samplova sa virtualnog kanala kojeg je kreirao **DAQmx Create Virtual Channel VI**.

Nakon ovoga kao i u prethodnom slučaju implementacije sa tradicionalnim NI-DAQ Vi-evima kao kod LabView 6.0, koristi se VI blok Mean VI da usrednji ovih 1000 samplova dobijenih od DAQmx Read VI.

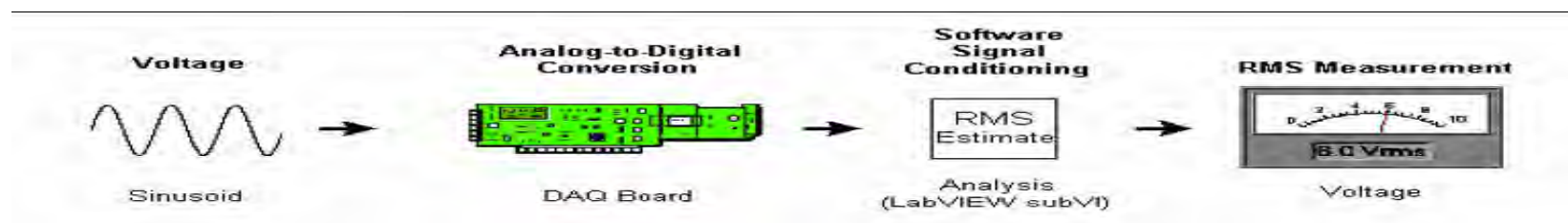


Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Kako mjeriti naizmjenični (AC) napon

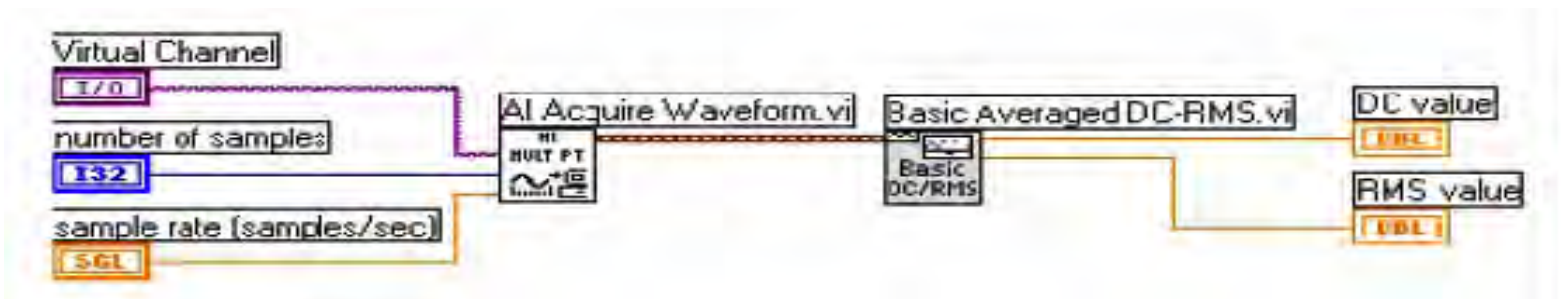
Ako želimo koristiti relacije koje vrijede za DC (istosmjerna) kola i kod mjerenja naizmjeničnog napona , onda je potrebno izračunati njegovu efektivnu vrijednost V_{rms} (root mean square) tj. srednje kvadratnu vrijednost.

LabView omogućava lako mjerenje srednje kvadratne vrijednosti. Naredna slika pokazuje akvizicioni sistem za mjerenje V_{rms}



Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Blok dijagram na narednoj slici pokazuje software za mjerenje Vrms ako koristimo DNC



Jedna prednost korištenja Basic Averaged DC-RMS VI je da može napraviti dobru procjenu sa najmanjom količinom podataka. U skladu sa Nyquistovim kriterijem, moramo prikupljati sa brzinom koja je najmanje dva puta veća od brzine signala koji se prikuplja, da bi dobili pouzdane frekventne podatke.

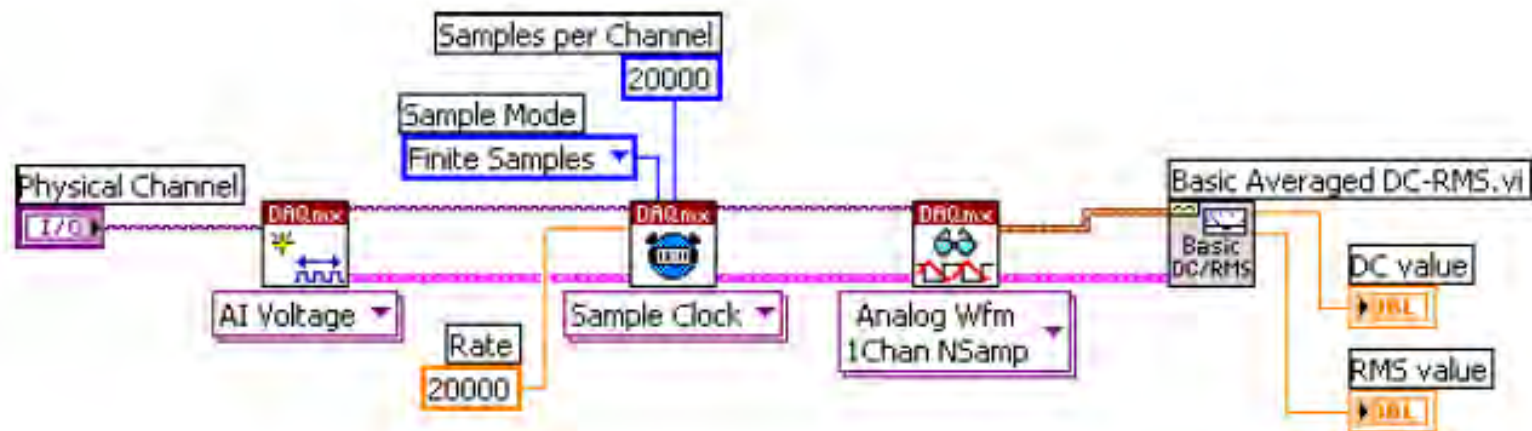
Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

NI-DAQmx metod za mjerenje AC napona

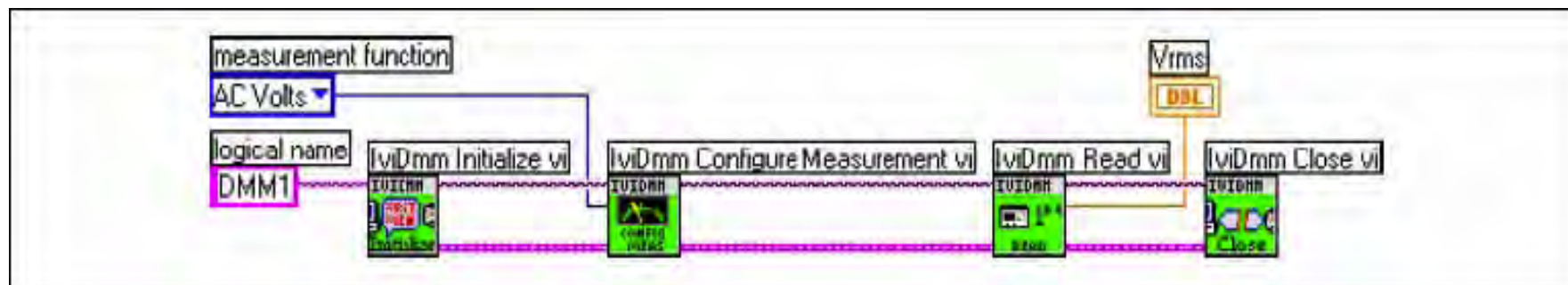
Blok dijagram na narednoj slici koristi NI-DAQmx Vi-ajeve da prikupi očitavanja AC napona. DAQmx **Create Virtual Channel VI** kreira virtualni kanal da prikupi naponski signal. DAQmx **Timing VI** je setovan na **Sample Clock** sa konačnim modom sampliranja. Broj uzoraka po kanalu i brzina uzorkovanja odredjuju koliko samplova po kanalu treba prikupiti i sa kojom brzinom. Pošto se u ovom primjeru zahtjeva 20.000 samplova, sa brzinom od 20 Ksamplova/sec, akvizicija traje 1 sec. i završi se.

DAQmx **Read VI** mjeri 20,000 naponskih uzoraka i vraća ovaj valni oblik ka **Basic Averaged DC-RMS VI**, koji procjenjuje DC RMS vrijednosti valnog oblika.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja



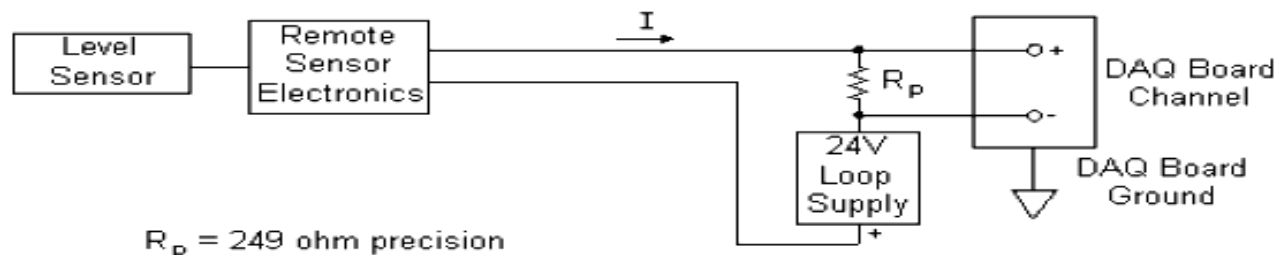
Naredna slika pokazuje blok dijagram za mjerenje V_{rms} koristeći IVI klasu drajverskih VI. (interchangeable virtual instrument instrument drajveri , DLL bazirani).



Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

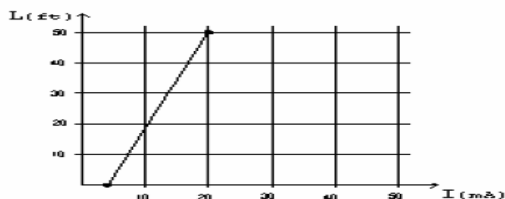
Kako mjeriti strujni signal

Koristimo transponder sa standardnim strujnim signalom 4-20 mA da mjerimo nivo u posudi. Slika pokazuje akvizicioni sistem koji može biti korišten da ovo mjeri.



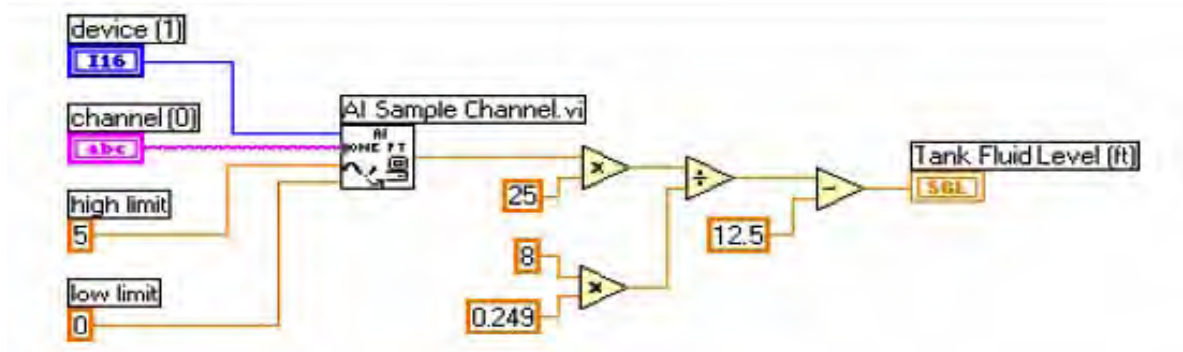
Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Pošto je strujni signal 4-20 mA a R_p je 249Ω , V je u opsegu od 0.996 V do 4.98 V, što je unutar opsega DAQ uređaja.

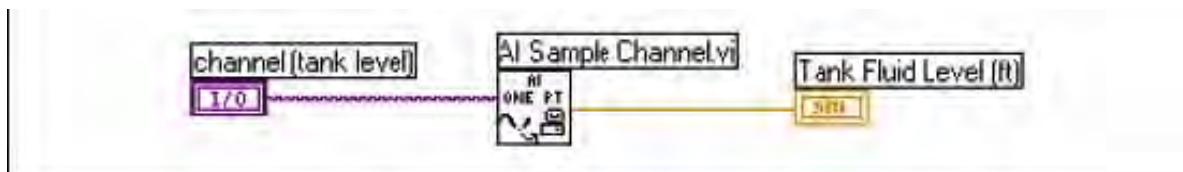


$$L = \frac{25}{8} I - \frac{25}{2}$$

$$L = \frac{25 \cdot V}{8 \cdot 0.249} - \frac{25}{2}$$

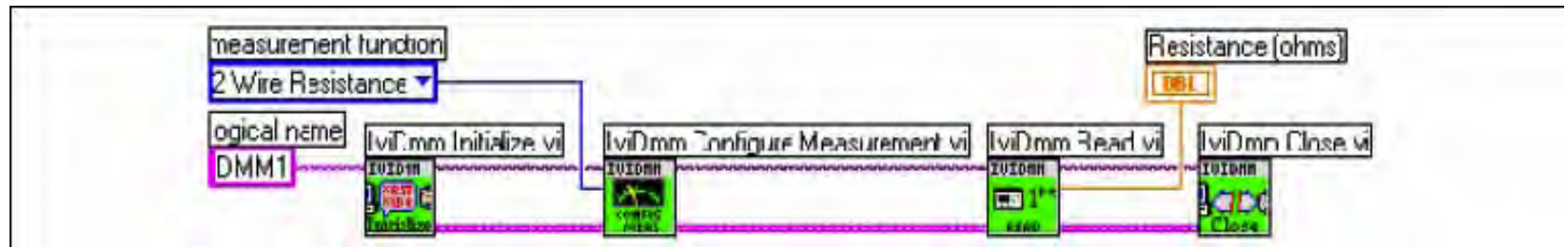
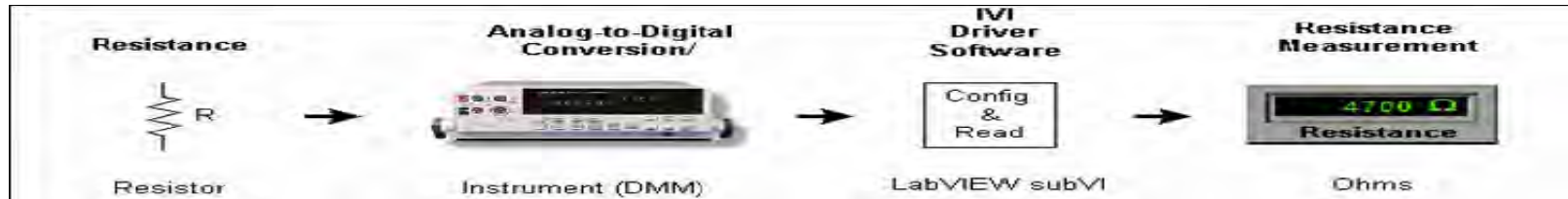


Koristeći DNC

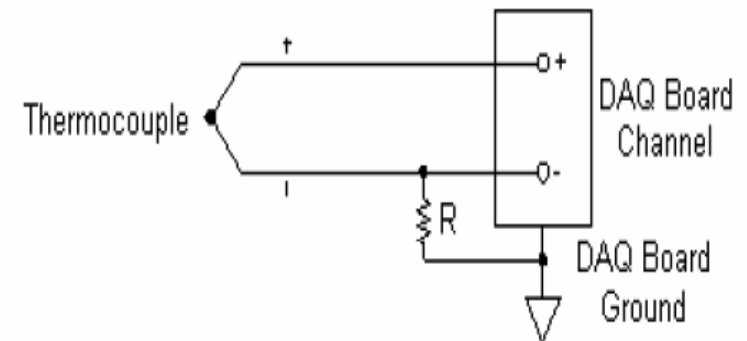
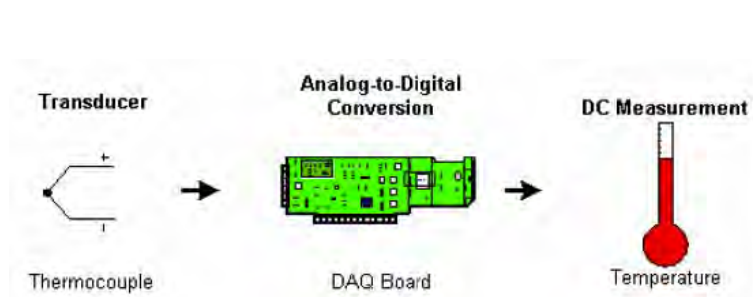


Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Kako mjeriti otpornost

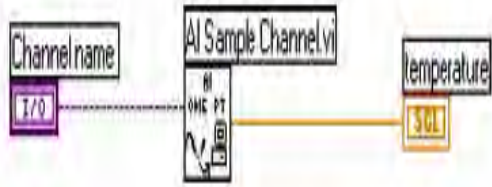


Mjerenje temperature



$$10 \text{ k}\Omega < R < 100 \text{ k}\Omega$$

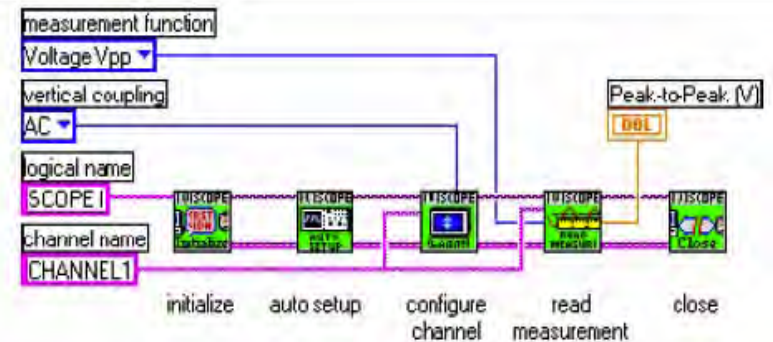
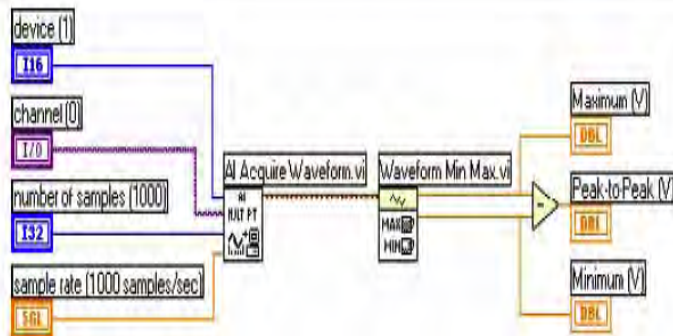
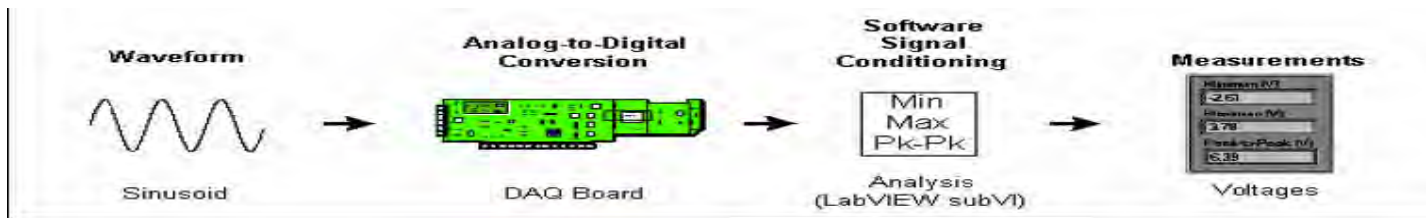
Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja



Single Point Thermocouple Measurement VI : examples\daq\ solution\transduc.llb

Primjeri osciloskopskih mjerenja

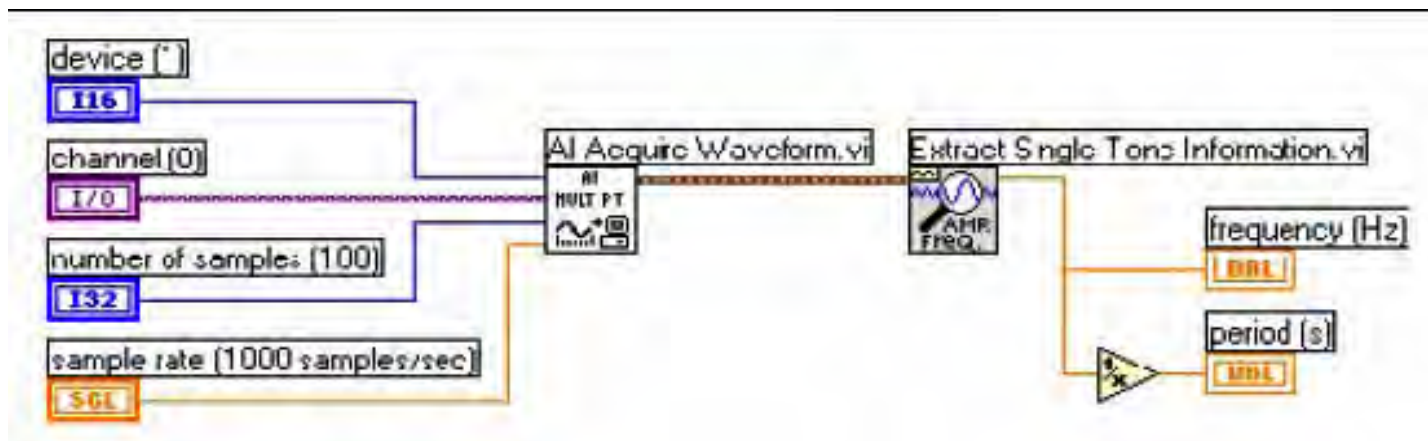
Kako mjeriti maximum, minimum i peak-to-peak napone



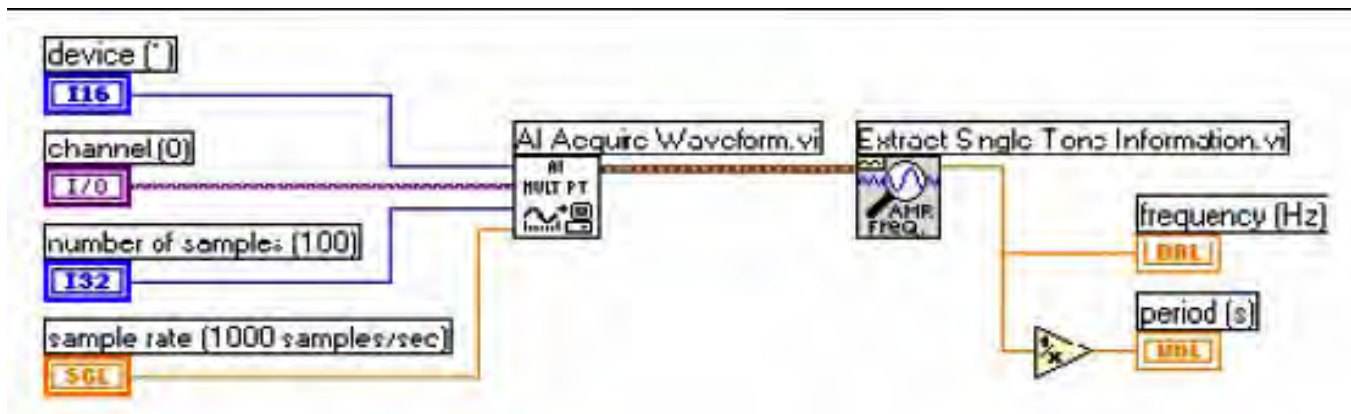
Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Kako mjeriti frekvenciju i period repetitivnog signala

Za ovaj primjer, treba da imamo repetitivni signal. Naš mjerni sistem je sličan onom za mjerenje minimuma, maximuma i peak-to-peak vrijednosti samo što je na instrumentu izabrano mjerenje frekvencije. Moramo voditi računa o Nyquistovom kriteriju, tj. ako želimo da mjerimo signal frekvencije od 100 Hz, treba nam brzina sampliranja od najmanje 200 S/s. U praksi, očekuje se da brzina sampliranja bude 5 do 10 puta veća od očekivane frekvencije koja se mjeri.



Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja



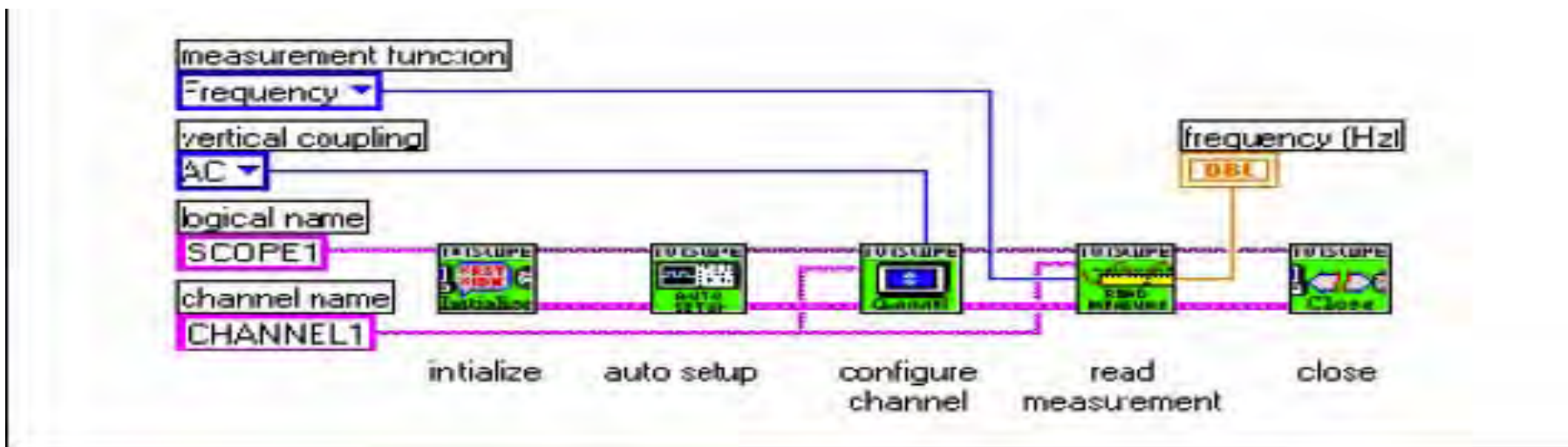
Osim brzine sampliranja, treba da odredimo i broj samplova koje treba prikupiti. Tri ciklusa moraju biti akvizirana. U slučaju 100 Hz, ako je brzina sampliranja 500 S/s , potrebno je da prikupimo 15 tačaka. Ovo je zbog toga što sampliramo sa oko 5 puta većom brzinom od frekvencije signala. dakle treba nam $3 \times 5 = 15$ samplova.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Broj tačaka koje prikupljamo određuje broj frekventnih “korpi” (“bins”) u koje podatci upadaju. Sa više korpi , frekvencija koju mjerimo može se uklopiti u jednu korpu umjesto u nekoliko. Veličina svake korpe je brzina samplovanja podijeljena sa brojem prikupljenih tačaka. Ako sampliramo sa sa 500 S/s , i prikupimo 100 tačaka, imaćemo korpe u intervalu od 5 Hz.

VI Extract Single Tone koristi podatke iz tri dominantne korpe da odredi frekvenciju. Pravilo je da sampliramo 5 do 10 puta brže od frekvencije signala, i da prikupimo 10 ili više ciklusa.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja



Primjer mjerenja frekvencije i perioda sa filtriranjem

Frekventne komponente ispod Nyquistove frekvencije će se pojaviti tamo gdje i treba na njihovim vrijednostima. Frekventne komponente iznad Nyquistove frekvencije pojaviće se aliasirane između 0 i Nyquistove frekvencije. Aliasirana komponenta je apsolutna vrijednost razlike između aktuelne komponente i najbližeg cjelobrojnog multipla brzine sampliranja.

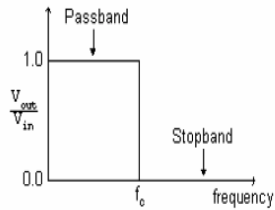
$$|800 - (2 \cdot 500)| = 200\text{Hz}$$

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

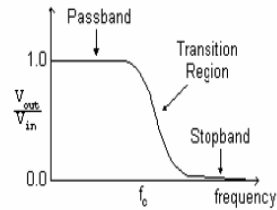
Jedan način da eliminiramo aliasirane komponente je da koristimo analogni hardverski filter prije digitalizacije i analize za sadržaj frekvencije. Ako želimo da ovo filtriranje realizujemo u softveru, moramo prvo samplirati pri brzini koja je dovoljno velika da korektno predstavi najveću frekventnu komponentu koja je sadržana u signalu.

Predpostavimo sada da je frekvencija koju pokušavamo da mjerimo je oko 100 Hz. Koristićemo niskopropusni Butterworth-ov filter sa frekvencijom odsjecanja (cutoff frequency – f_c) setovanom na 250 Hz. Ovo će filtrirati frekvencije iznad 250 Hz i propustiti frekvencije ispod 250 Hz.

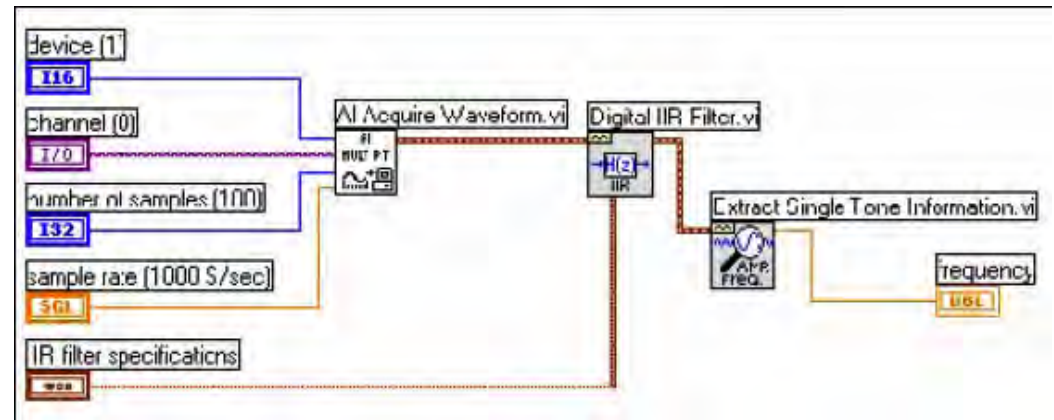
Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja



Ideal Filter



Real Filter

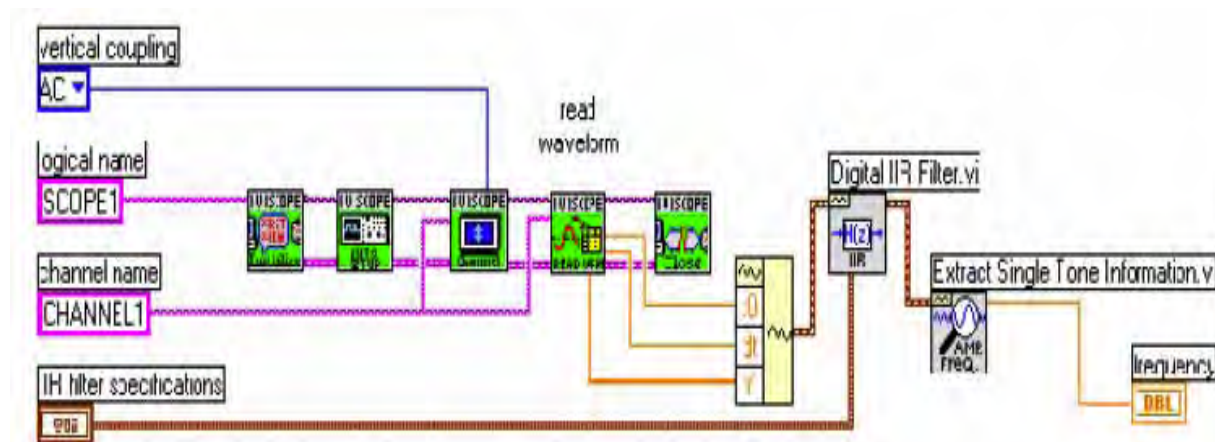


Specifikacije IIR filtera na prednjem panelu, za izbor dizajn parametara za filter.

Verzija sa IVI VI-jevima

IIR filter specifications

Filter topology	Butterworth
Order	5
Filter type	Lowpass
Lower cut-off frequency (Hz)	250.00
Upper cut-off frequency (Hz)	16.34k
Passband ripple (dB peak-peak)	25.00m
Stopband attenuation (dB)	92.00



Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

DAQ VI u LabView (Verzija 6.0)

Paleta Functions>> Data Acquisition sadrži 6 subpaleta, koje sadrže različite klase DAQ VI. Ove DAQ Vi su klasifikovane kako slijedi:

- VI Analognih ulaza
- VI Analognih izlaza
 - VI Digitalni I/O
- VI Brojača (Counters)
- VI kalibracija i konfiguracija
- VI za kondicioniranje signala

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Organizacija DAQ Vi-ajeva

- Easy (lagane) VI
- Intermediate VI (srednje VI)
- Utility VI (pomoćne VI)
- Advanced VI Easy Vi (lagane VI)
- (napredne VI)

Easy VI izvršavaju jednostavne DAQ operacije i tipično su smještene u prvom redu palete DAQ VI. Možemo izvršavati ove VI sa prednjeg panela ili ih koristiti kao subVI u drugim aplikacijama.

Intermediate (srednje) VI

Srednje VI imaju više hardverske funkcionalnosti i efikasnosti u razvoju aplikacija nego Easy VI. Srednje VI sadrže grupe Advanced VI, ali koriste manje parametara i nemaju neke od naprednijih mogućnosti

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Utility (Pomoćne) VI

Pomoćne VI, koje se mogu naći u mnogim subpaletama DAQ paleta, su također VI srednjeg (intermediate) nivoa , imaju više hardverske funkcionalnosti i efikasnosti u razvoju aplikacija nego Easy VI.

Advanced (Napredne) VI

Napredne VI su najniži nivo interfejsa ka DAQ drajverima. Vrlo malo aplikacija zahtjeva korištenje naprednih VI. Napredne VI daju na izlazu najveći obim statusne informacije o DAQ drajveru. Treba koristiti napredne VI, kada Easy VI ili srednje VI nemaju ulaze koji su potrebni da bi se kontrolisala neka nestandardna DAQ funkcija.

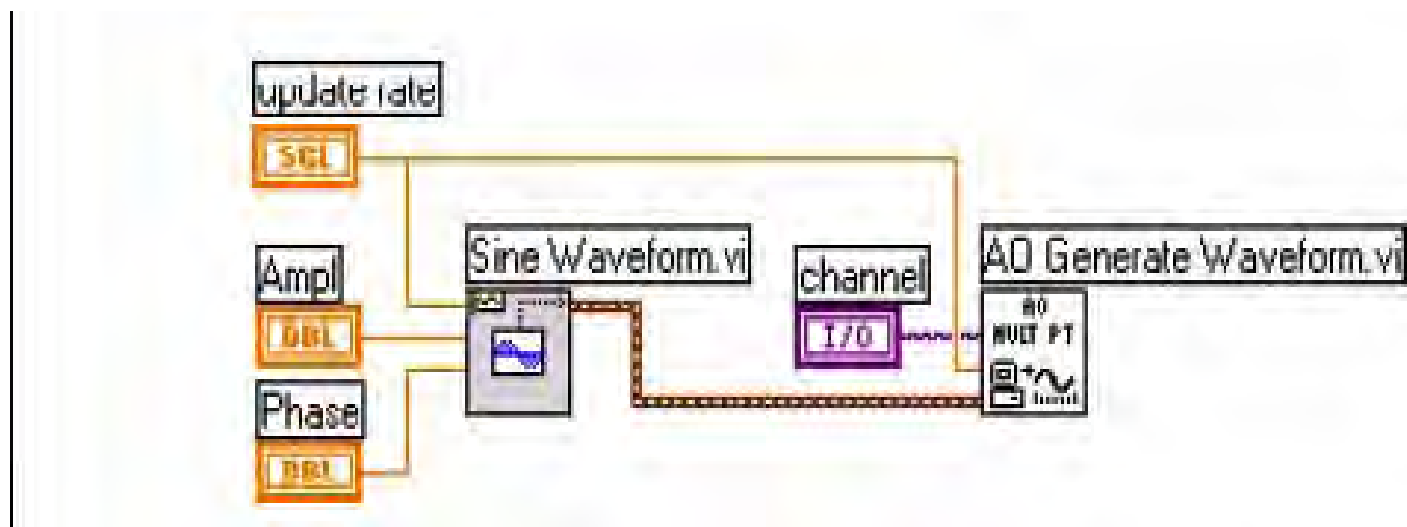
Polimorfične DAQ VI

Neke od DAQ VI su polimorfične. One prihvataju ili vraćaju podatke u različitim formatima. Na primjer, Easy Analog Input VI može vratiti podatke bilo u obliku valnog oblika ili kao varijablu polja (array) sa skaliranim vrijednostima. Po defaultu, Polymorphic Analog Input VI vraćaju podatke kao valni oblik.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

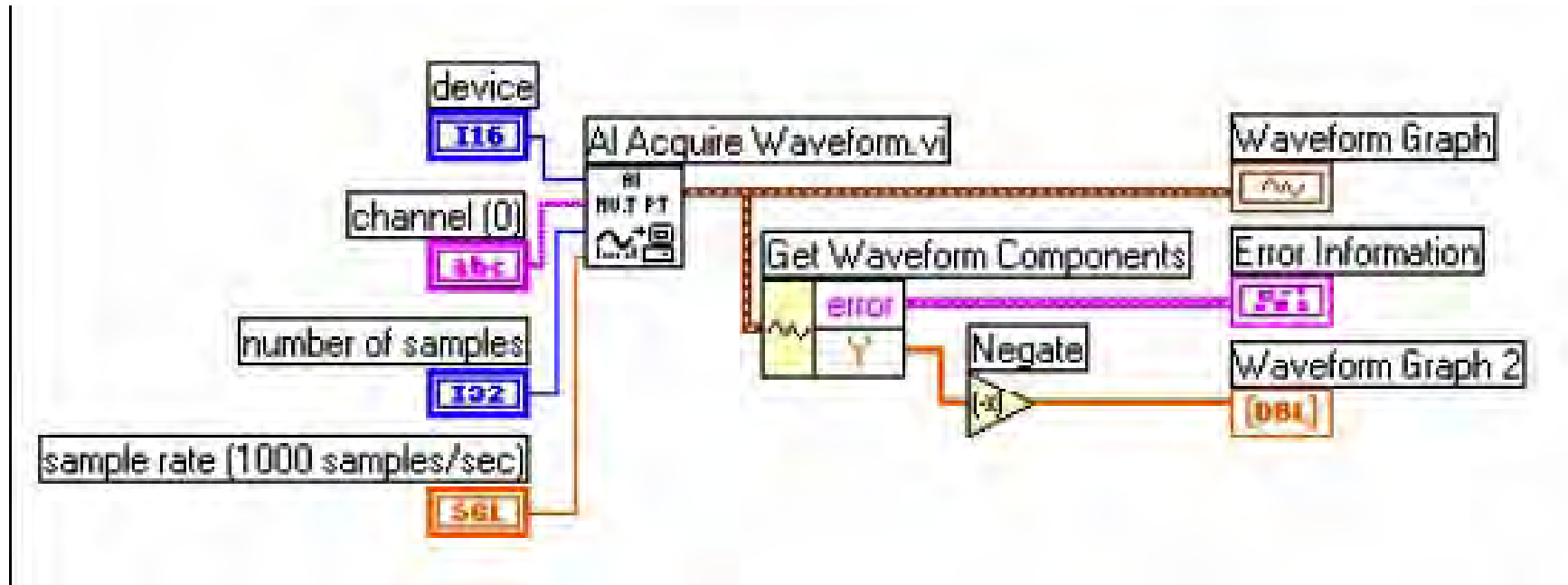
Primjer akvizicije sa pojedinačnim tačkama

Kontrolni element valnog oblika se može koristiti sa analognim izlazom kao na narednom blok dijagramu. VI Sine Waveform generira sinusni valni oblik. VI AO Generate Waveform šalje valni oblik na uređaj.:



Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Ekstrakcija komponenti akviziranog valnog oblika



Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Adresiranje kanala , porta i brojača

VI analognih ulaza i izlaza imaju parametar kanala (channels), gdje možemo specificirati kanale sa kojih VI čita ili na koje piše. VI digitalnih ulaza i izlaza ima sličan parametar koji se zove lista digitalnog kanala (digital channel list), a ekvivalentna vrijednost se zove lista brojača (counter list) za brojačku VI.

Svaki kanal kojeg specificiramo u parametru channels postaje član grupe. Za svaku grupu , možemo prikupljati ili generirati podatke na kanalima koji su izlistani u grupi.

VI skaniraju (za vrijeme akvizicije) ili ažuriraju (za vrijeme generisanja) , ove kanale u redosljed u kojem su navedeni u listi.

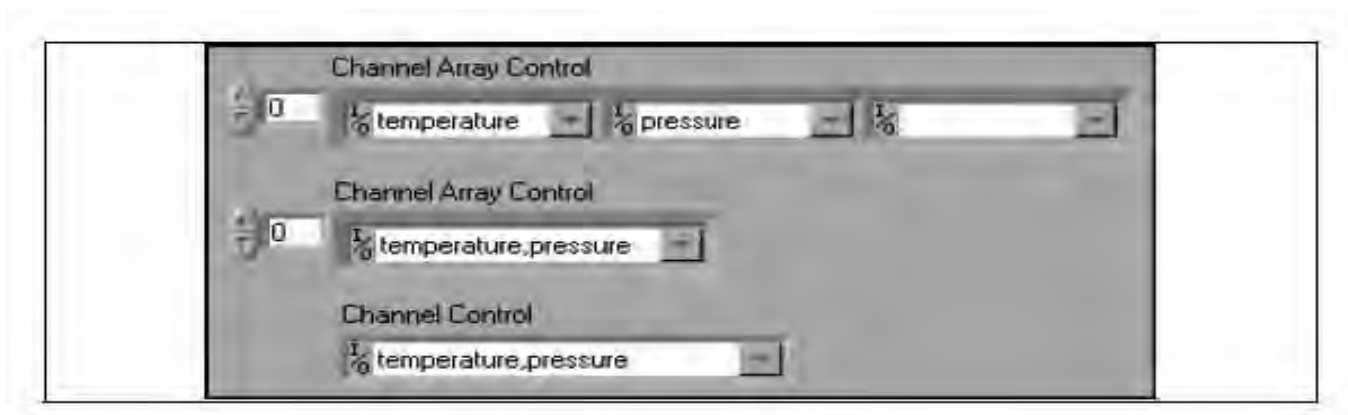
Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Da bi se izbrisala grupa, treba poslati prazan channels parametar i broj grupe ka VI , ili doznačiti novi channels parametar za grupu. Korisnik može mjenjati grupe samo na nivou Advanced VI. Channels kod Analognih i digitalnih VI je DNC (DAQ name channel) kontrolni element.

Adresiranje po imenu kanala (channel name addressing)

Ako koristimo DAQ Channels Wizard da konfiguriramo analogne i digitalne kanale, možemo adresirati ove kanale po imenu iz channels parametra u LabView. Channels može biti array varijabla stringova, ili u slučaju Easy VI, skalarni string kontrolni element, kao što je pokazano na narednoj slici.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja



Ako imamo channels array varijablu , možemo koristiti po jedan ulaz kanala za svaki element polja, specificirati cijelu listu u jednom elementu, ili koristiti bilo koju kombinaciju ova dva metoda. Ako unesemo u channels višestruka imena kanala , moramo konfigurirati sve kanale u listi za isti DAQ uređaj. Ako konfiguriramo kanale sa imenima : temperatura i pritisak, obadva su mjerena sa istim DAQ uređajem. Možemo specificirati listu kanala u jednom elementu razdvajajući ih sa zarezima, naprimjer: temperatura, pritisak.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Ako konfiguriramo kanale sa imenima : temp1, temp2, temp3, možemo specificirati opseg kanala razdvajajući ih sa kolonom, naprimjer: temp1: temp3.

Kod specificiranja imena kanala, spelovanje i razmaci su važni, ali veliko ili malo slovo nije važno (nije case sensitive).Kada koristimo imena kanala, nema potrebe da ožičavamo device, input limits ili input config ulazne parametre.

LabView će ignorisati device ulaz kada se koriste imena kanala.

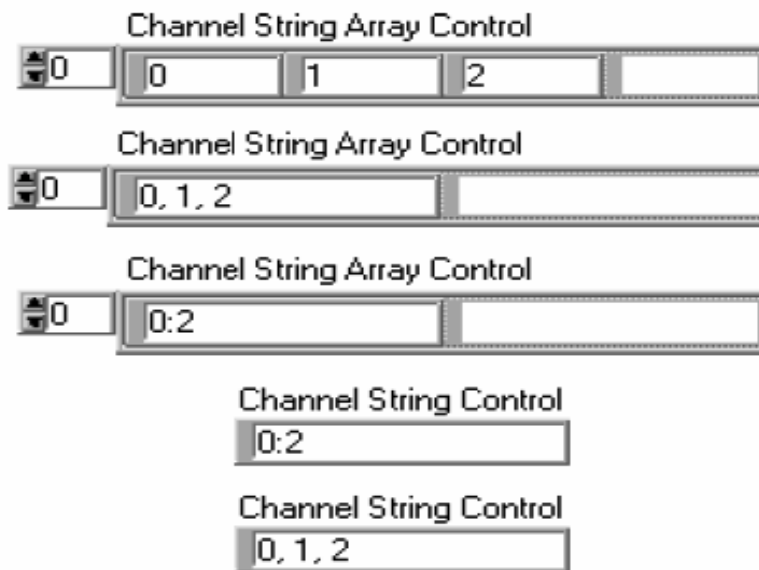
Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Adresiranje broja kanala (channel number addressing)

Ako ne koristimo imena kanala da bi adresirali kanale, možemo ih adresirati sa brojem kanala u channels parametru. Channels može biti bilo koja varijabla polja sa string elementima , ili kod Easy VI, skalar string kontrolni element. Ako imamo channels polje, možemo koristiti jedan ulaz kanala po svakom elementu polja, cijelu listu u jednom elementu ili kombinaciju prva dva.

Ako imamo kanale 0,1 i 2 možemo specificirati listu kanala, u jednom elementu, odvajajući individualne kanale sa zarezom, : 0,1,2 . Ili kao opseg 0 : 2.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja



Setinzi za granične vrijednosti.

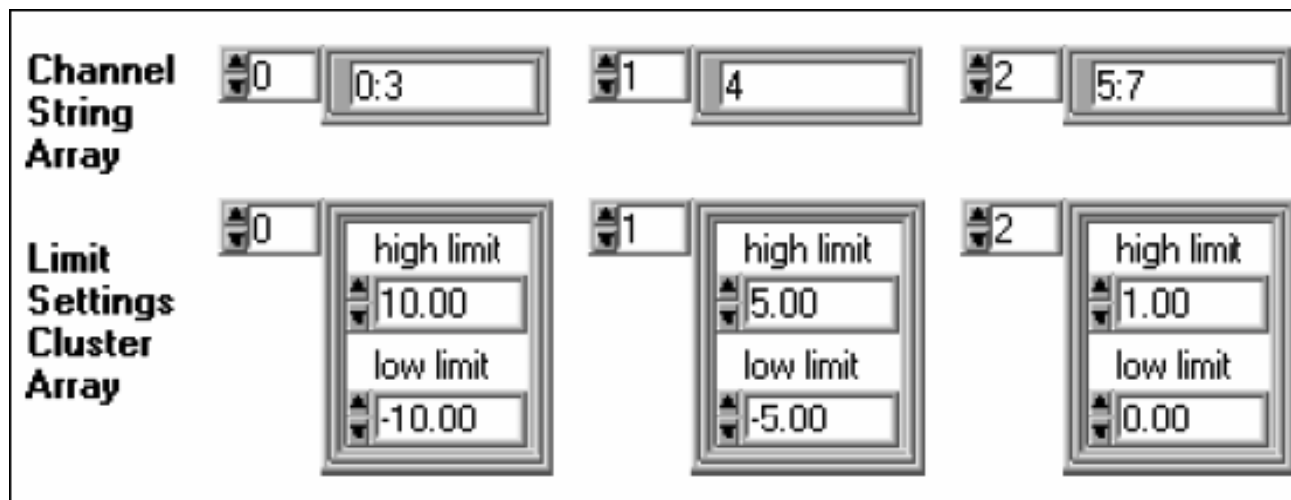
Setinzi za granične vrijednosti su minimalne i maksimalne vrijednosti koje analogni signali mogu poprimiti. Par graničnih vrijednosti može biti jedinstven za svaki analogni ulaz i/ ili izlaz.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Svaki par graničnih vrijednosti formira klaster. Limiti za analogne izlaze imaju i trećeg člana a to je referentni napon. Zbog jednostavnosti, LabView definiše ove granične vrijednosti kao par vrijednosti. LabView koristi polje ovih klastera da doznači granične vrijednosti kanala u channel string polju.

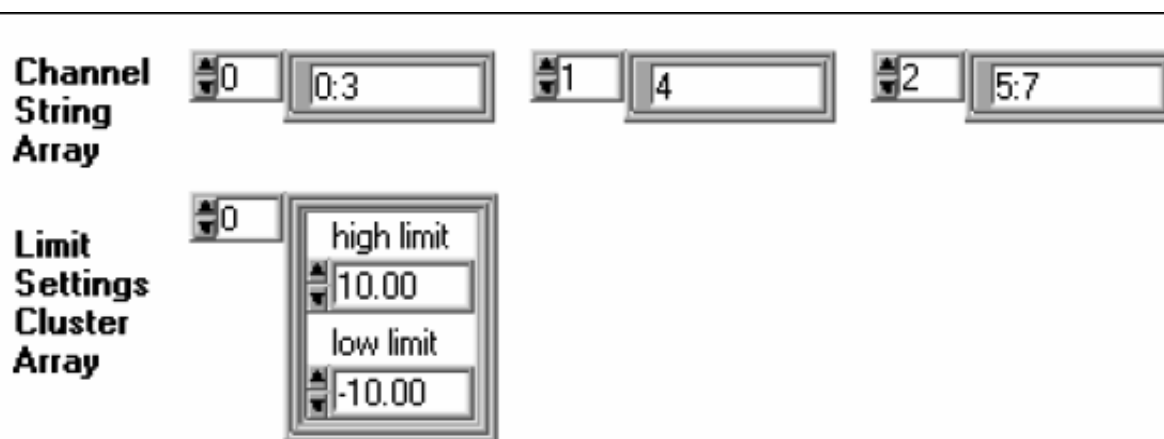
LabView koristi polje stringova da specificira koji kanali pripadaju grupi. LabView takodjer doznačuje sve kanale izlistane u channels polju i iste setinge u odgovarajućem limit settings klaster polju. Naredna slika ilustrira jedan ovakav slučaj:

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja



Ako limit settings klaster polje ima manje elemenata nego channel string polje, LabView doznačava svima preostalim kanalima granične vrijednosti sadržane u zadnjem ulazu u limit settings klaster polju. Naredna slika ilustrira ovaj slučaj:

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

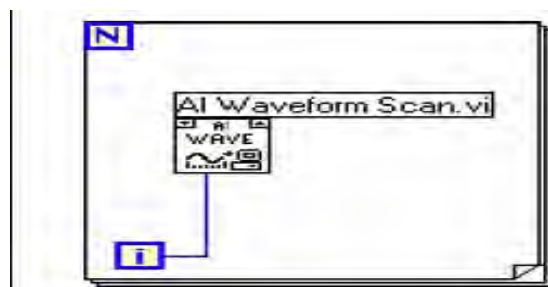


Drugi DAQ VI parametri

Ulaz device na VI-jevima za analogne I/O , digitalne I/O i brojače , specificira broj DAQ konfiguracionog softvera koji je doznačen za taj DAQ uređaj. Softver doznačava jedinstveni broj za svaki DAQ uređaj. Parametar device obično se pojavljuje kao ulaz u konfiguracionu VI. Drugi česti parametar konfiguracione VI je task ID , koji doznačava specifičnu I/O operaciju koji se koristi kroz čitav tok programa.

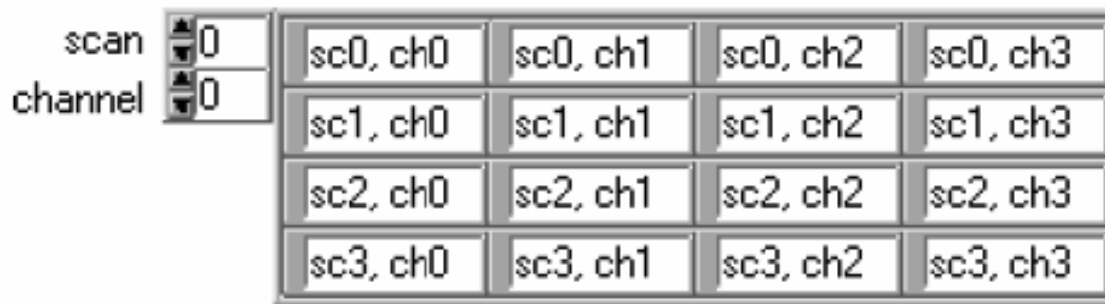
Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Neki DAQ Vi-jevi izvršavaju samo konfiguraciju uređaja ili I/O operaciju, dok drugi izvršavaju obadvoje, tj. i konfiguraciju i operaciju. Neke od ovih VI koje realizuju obadvije funkcije imaju ulaz iteration.



VI Analognih ulaza organiziraju svoje podatke po kolonama. Svaka kolona sadrži podatak sa jednog kanala, tako da selektirajući kolonu, mi selektiramo i kanal. Selektirajući red mi selektiramo skaniranu vrijednosti podataka u datom trenutku po svim kanalima. Ovaj način uredjenja se naziva uredjenje po koloni (column major order).

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja



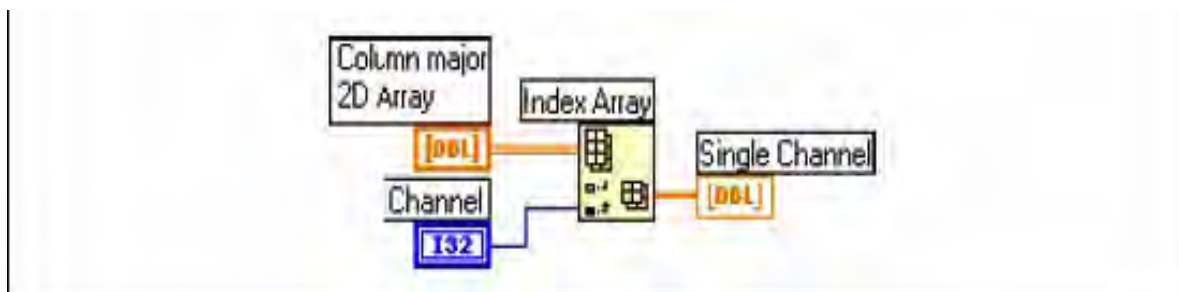
The diagram shows a 4x4 grid of data points. To the left of the grid are two vertical selectors. The top selector is labeled 'scan' and has a dropdown arrow pointing to the value '0'. The bottom selector is labeled 'channel' and also has a dropdown arrow pointing to the value '0'. The grid cells contain the following text:

sc0, ch0	sc0, ch1	sc0, ch2	sc0, ch3
sc1, ch0	sc1, ch1	sc1, ch2	sc1, ch3
sc2, ch0	sc2, ch1	sc2, ch2	sc2, ch3
sc3, ch0	sc3, ch1	sc3, ch2	sc3, ch3

Da bi konvertovali podatke da budu sa uredjenjem po redu, treba koristiti funkciju `Transpose 2D array` koja je raspoloživa u `Functions>>Array` paleti. Možemo također transponovati podatke u polju za graf , klikajući desnim tasterom na graf i izabirući `Transpose Array` iz pop-up menija

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

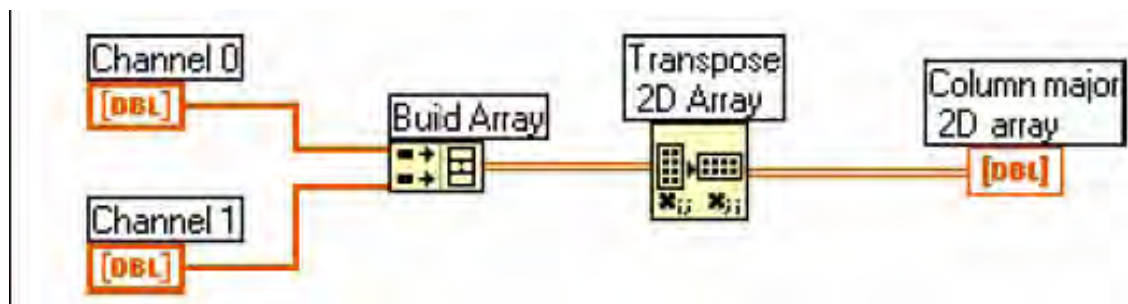
Da bi izvadili jedan kanal iz 2D polja uredjenog po koloni, treba koristiti funkciju ***Index Array***, koja je raspoloživa u Functions>Array paleti. Selektiramo kolonu (tj. kanal) na taj način što ćemo ožičiti selekciju sa indeksnim ulazom na dnu lijevo, i funkcija Index Array će proizvesti cijelu kolonu podataka kao 1D polje kao na slici:



Baferi analognih izlaza koji sadrže podatke za više od jednog kanala su takodjer 2D polja uredjena po koloni. Da bi se kreirala takva varijabla polja, potrebno je prvo urediti izlaz iz svakog izlaznog kanala kao 1D polje.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Nakon toga treba selektirati funkciju Build Array na paleti Functions>>Array & Cluster. Zatim je potrebno ožičiti svako 1D polje na terminal Build Array da se kombinuju ova polja u jedinstven red 2D polje sa uredjenjem po redu (major row). Nakon toga koristimo funkciju Transpose 2D array da konvertujemo polje uredjeno po redu u polje uredjeno po koloni.

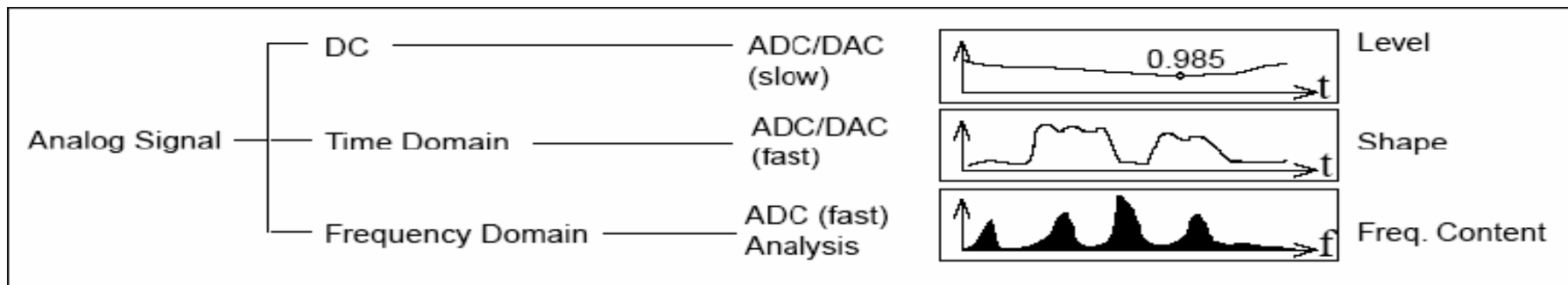


Ovako uredjeno polje je sada spremno da se upiše na AO Write VI

Karakteristike DAQ modula

Analogni ulazi

Analogni signali mogu biti grupisani u tri kategorije: DC, vremenski i frekventni domen.



Tipovi analognih signala

- u odnosu na šta se signal referencira?
- Kako brzo signal varira u vremenu

Karakteristike DAQ modula

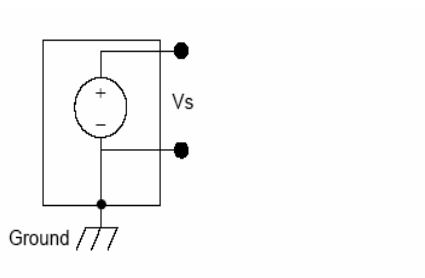
Brzina uzorkovanja koju koristimo zavisi od tipova osobina koje pokušavamo da nadjemo u valnom obliku signala koji uzorkujemo. Naprimjer, ako pokušavamo da otkrijemo kratki impuls u vremenskom domenu, moramo uzorkovati dovoljno brzo da ne propustimo impuls. Vrijeme između sukcesivnih skaniranja mora biti manje od perioda impulsa. Ako uz to želimo da izmjerimo i vrijeme porasta impulsa, moramo samplirati sa još većom brzinom, koja zavisi od toga kako brzo impuls raste.

Karakteristike DAQ modula

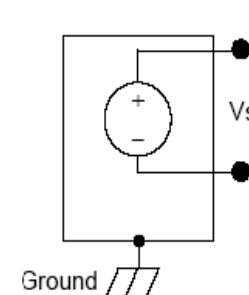
Ako mjerimo frekventne karakteristike valnog oblika, često ne moramo uzorkovati tako brzo kao kod mjerenja u vremenskom domenu. U skladu sa Nyquistovim kriterijem, moramo uzorkovati sa brzinom koja je veća od dvostruke maksimalne frekvencije komponente u signalu da bi dobili tačnu informaciju o frekvenciji signala kojeg mjerimo. Frekvencija koja je jednaka polovini brzine samlpovanja se naziva Nyquistova frekvencija.

Signali se pojavljuju u dva oblika : referencirani i ne referncirani izvori signala. Referencirani izvori signala se nazivaju uzemljeni signali, a ne referencirani signali se nazivaju plivajući (floating) signali.

Uzemljeni izvori signala

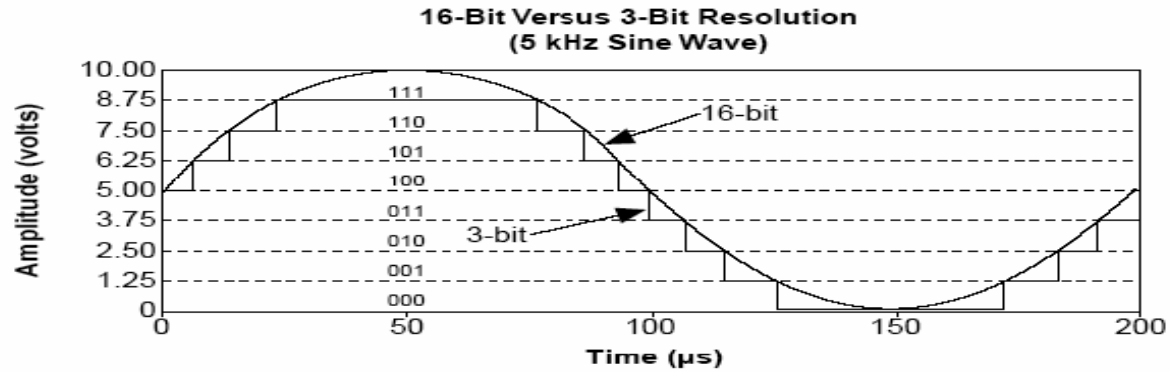


Plivajući (floating) izvor signala

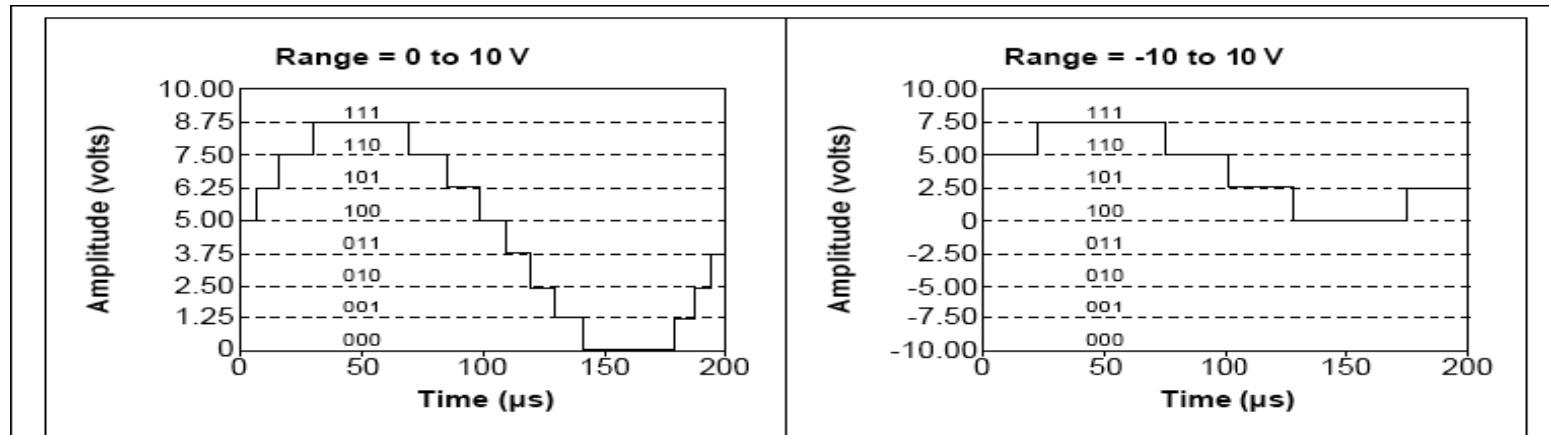


Karakteristike DAQ modula

Rezolucija

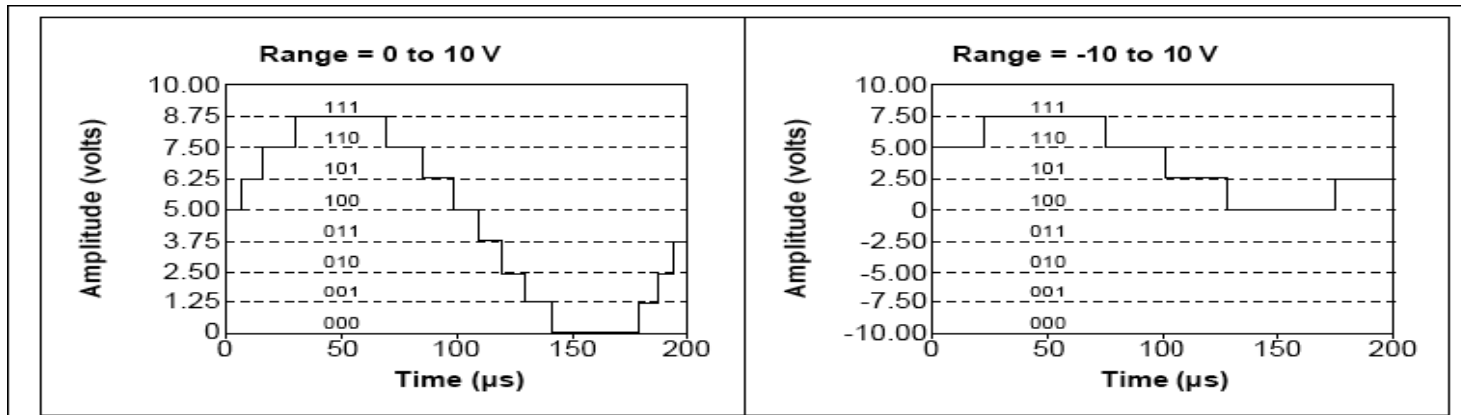


Opseg uredjaja (device range)



Karakteristike DAQ modula

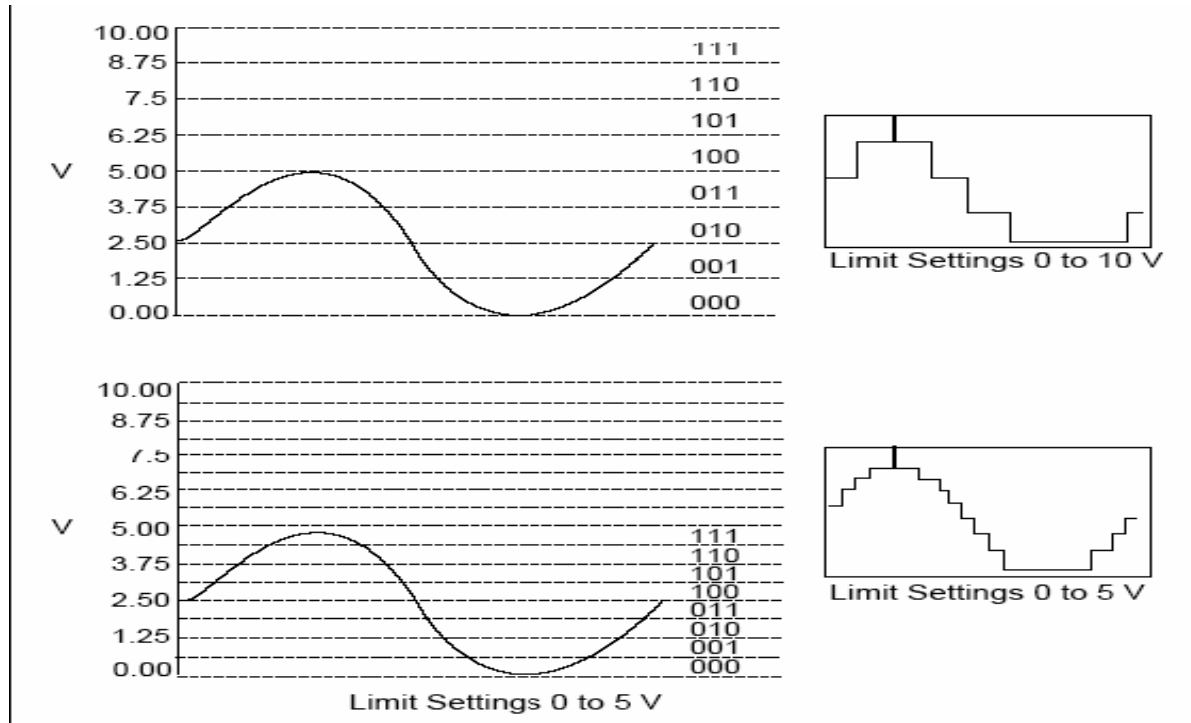
Opseg uređaja (device range)



Opseg se odnosi na minimalni i maksimalni nivo signala koji ADC može digitizirati. 3 bitni ADC, pokazan na lijevom dijelu slike, ima 8 digitalnih podjela, u opsegu od 0 do 10 V. Ako izaberemo opseg od -10.00 do 10.00 V, kao što je pokazano na desnom dijelu slike, isti ADC sada dijeli opseg od 20 V u osam podjela. Najmanji detektabilni napon se povećava sa 1.25 V na 2.5 V, i imamo manje tačnu predstavu signala.

Karakteristike DAQ modula

Postavne vrijednosti granica signala



Koristeći 3 bitni ADC i opseg uređaja od 0.00 do 10.00 V, vidimo efekat postavljanja graničnih vrijednosti između 0 i 5 V i 0 i 10 V. Sa granicom od 0 do 10 V, ADC koristi samo 4 od 8 digitalnih podjela u konverziji. Ako koristimo granice od 0 do 5 V, ADC sada ima pristup do svih 8 digitalnih segmenata. Ovo će učiniti digitalnu predstavu signala tačnijom.

Karakteristike DAQ modula

Razmatranja o selekciji opsega analognog ulaza

$$\text{Širina koda} = \frac{\text{opseg uredjaja}}{2^{\text{rezolucija}}}$$

Naprimjer, 12 bitni DAQ uredjaj sa 0 do 10 V ulaznim opsegom detektuje 2.4 mV promjenu, dok isti uredjaj sa -10 do 10 V ulaznog opsega detektuje promjenu od 4.8 mV.

Što je manja širina koda, biće tačnije mjerenje.

Mi moramo takodjer da znamo da li je naš signal jednopolaran ili bipolaran. Jednopolarni signali su signali čiji je opseg od 0 do pozitivne vrijednosti (naprimjer, 0 do 5 V).

Karakteristike DAQ modula

Bipolarni signali su signali čiji opseg je od negativne do pozitivne vrijednosti (naprimjer -5 do 5 V).

Da bi se postigla manja širina koda, kada je signal unipolaran, treba specificirati da je opseg uređaja unipolaran. Ako je opseg signala manji od opsega uređaja, treba postaviti granične vrijednosti koje tačnije odražavaju opseg signala. Naredna tabela pokazuje kako širina koda od 12 bita DAQ uređaja varira sa opsegom uređaja i graničnim vrijednostima, pošto granične vrijednosti automatski podese pojačanje na uređaju.

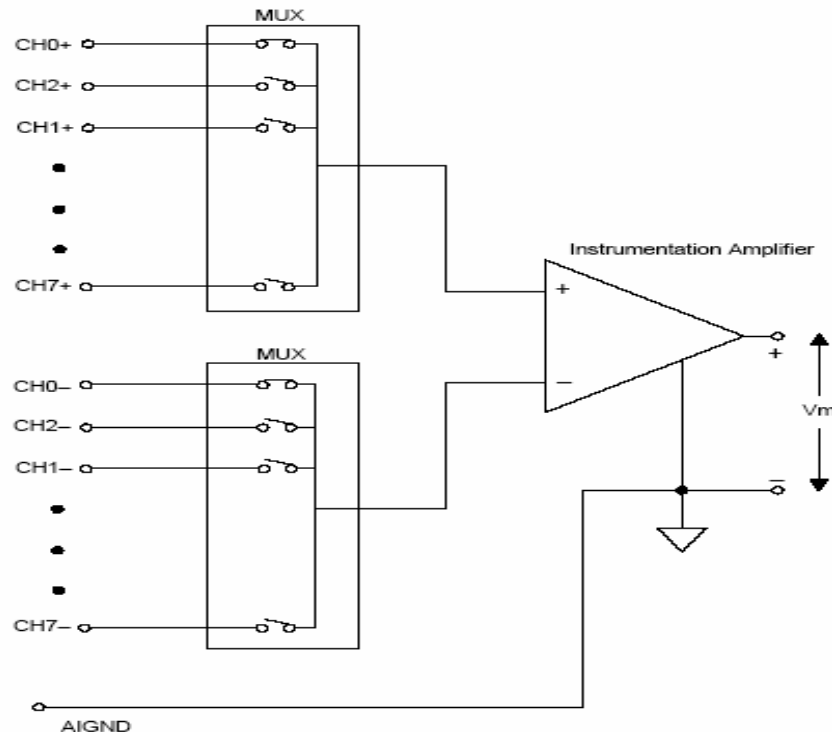
Karakteristike DAQ modula

Device Voltage Range	Limit Settings	Precision ¹
0 to 10 V	0 to 10 V 0 to 5 V 0 to 2.5 V 0 to 1.25 V 0 to 1 V 0 to 0.1 V 0 to 20 mV	2.44 mV 1.22 mV 610 μ V 305 μ V 244 μ V 24.4 μ V 4.88 μ V
-5 to 5 V	-5 to 5 V -2.5 to 2.5 V -1.25 to 1.25 V -0.625 to 0.625 V -0.5 to 0.5 V -50 to 50 mV -10 to 10 mV	2.44 mV 1.22 mV 610 μ V 305 μ V 244 μ V 24.4 μ V 4.88 μ V
-10 to 10 V	-10 to 10 V -5 to 5 V -2.5 to 2.5 V -1.25 to 1.25 V -1 to 1 V -0.1 to 0.1 V -20 to 20 mV	4.88 mV 2.44 mV 1.22 mV 610 μ V 488 μ V 48.8 μ V 9.76 μ V
¹ The value of 1 Least Significant Bit (LSB) of the 12-bit ADC. In other words, the voltage increment corresponding to a change of 1 count in the ADC 12-bit count.		

Karakteristike DAQ modula

Kod DAQ uredjaja postoji tri načina konfigurisanja uredjaja da konvetuje signal:

- Diferencijalni,
- referencirani jednostruki (referenced single ended)
- nereferecirani jednostruki (NRSE)
- **Diferencijalni mjerni sistem**



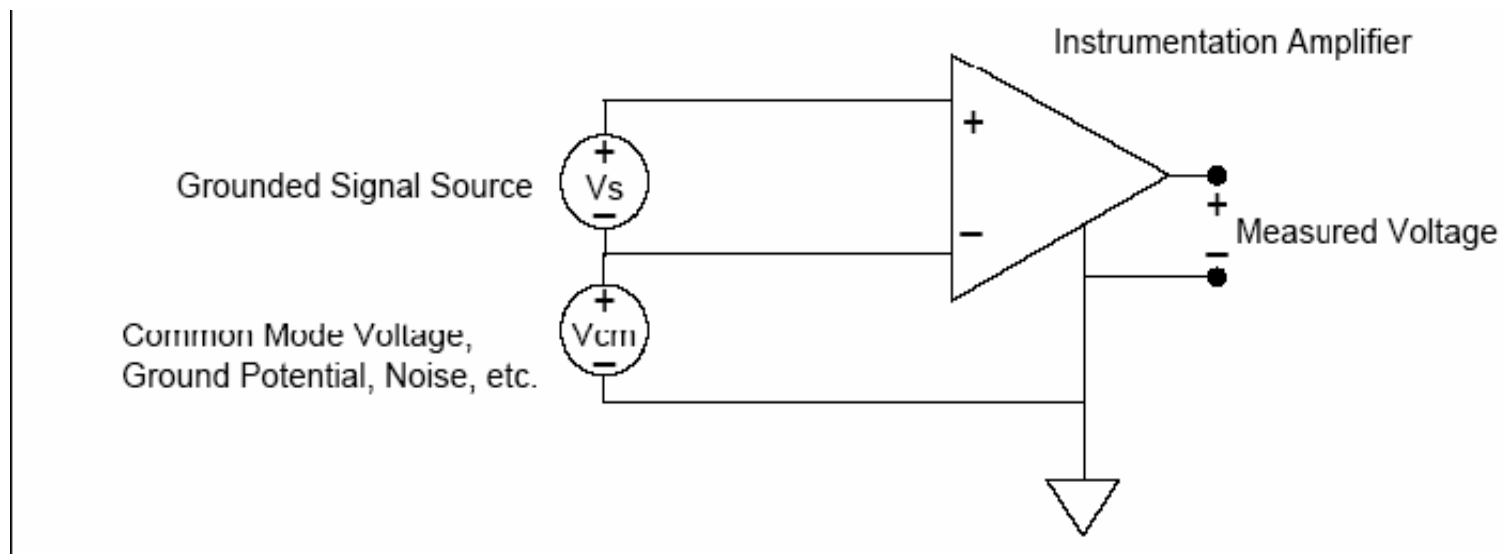
Karakteristike DAQ modula

- Općenito, diferencijalni mjerni sistem se preferira pošto on odbacuje ne samo greške indukovane sa konturom umašenja (ground loop induced) , nego takodjer šum koji se kupi iz okoline. Treba koristiti diferencijalni mjerni sistem kada svi ulazni signali ispunjavaju slijedeće kriterije:
 - * nisko nivovski signali (naprimjer , manje od 1 V)
 - * dugi ili neširmovani kablovi i ožičenja koji prolaze kroz okruženje sa mnogo šumova.

Svaki od ulaznih signala zahtjevaju odvojenu referentnu tačku prema masi ili povratnom signalu

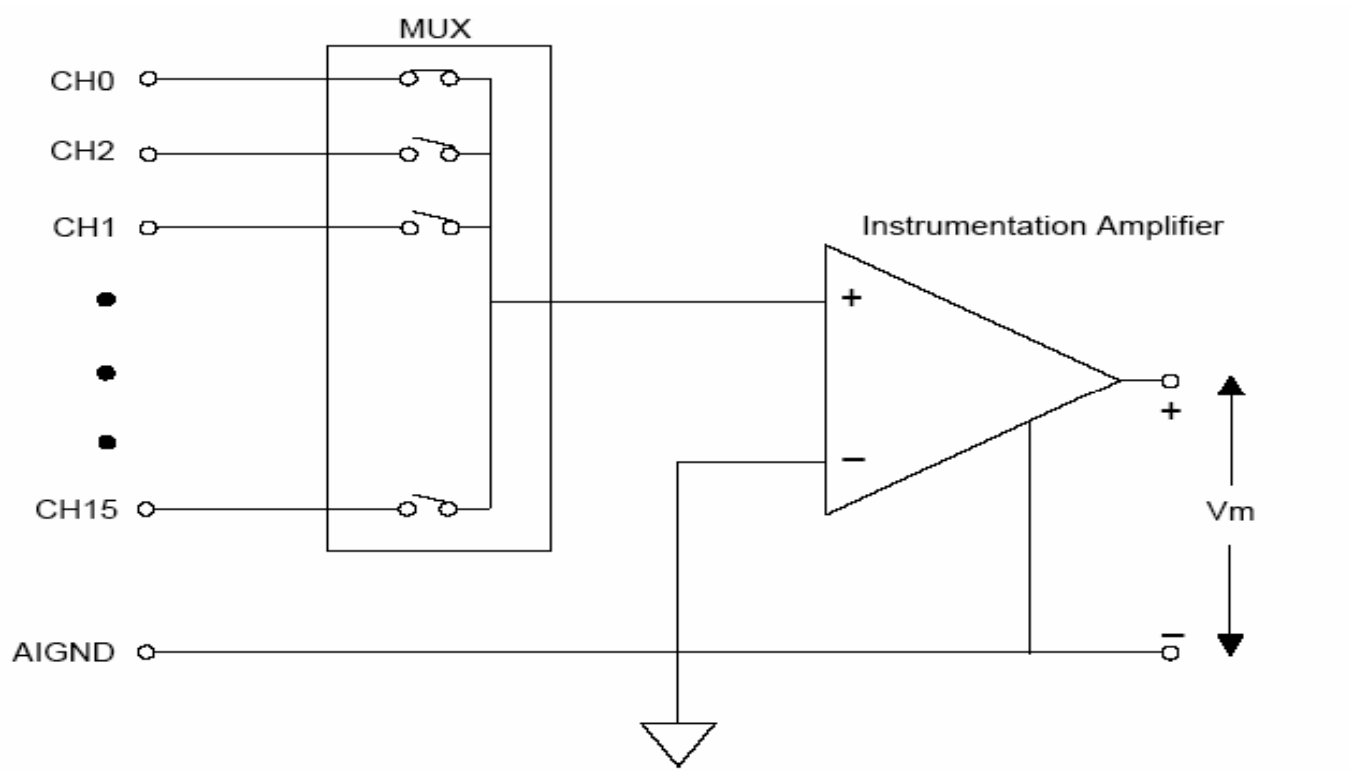
Karakteristike DAQ modula

Idealni sistem diferencijalnog mjerenja očitava potencijalnu razliku između njegova dva terminala, (+) i (-) ulaza. Svaki napon koji je prisutan na ulazima instrumentalnog pojačala u odnosu na masu pojačala se naziva common-mode napon. Idealni diferencijalni mjerni sistem potpuno odbacuje (tj. ne mjeri), napone common-moda.



Karakteristike DAQ modula

Referencirani jednostruki (single ended) mjerni sistem (RSE)

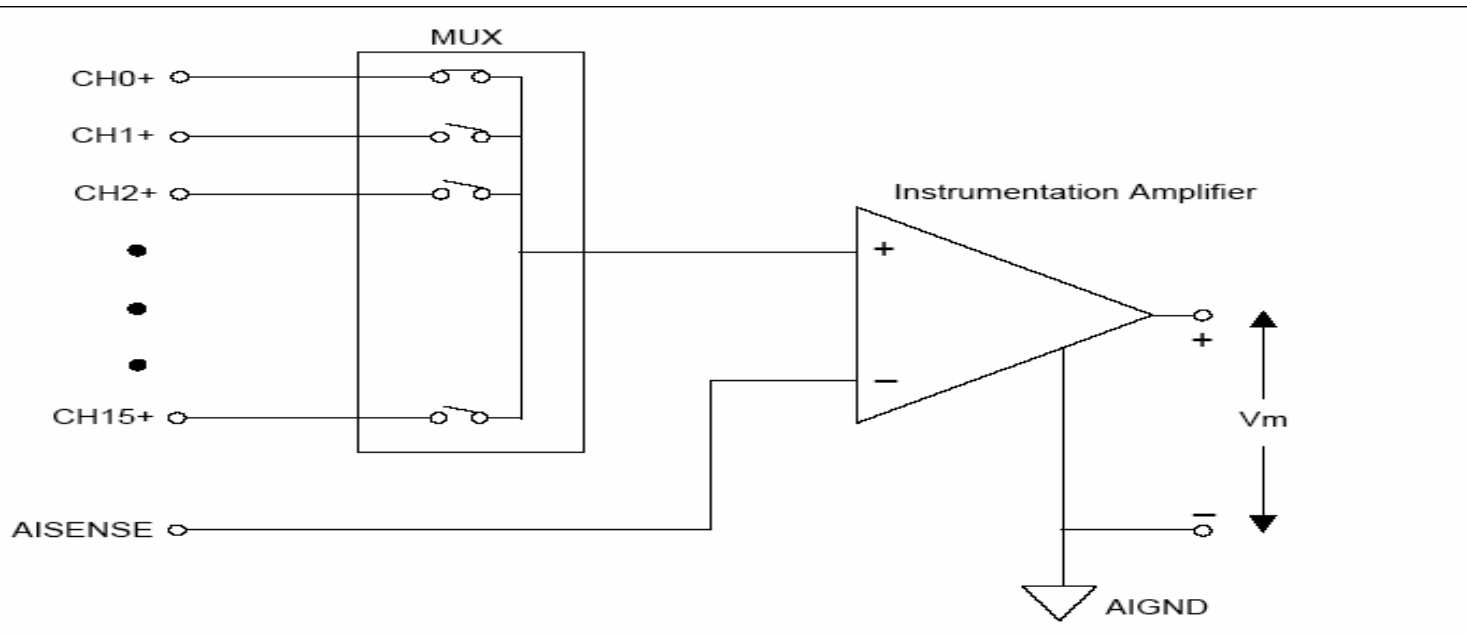


RSE mjerni sistem se koristi da mjeri plivajući signal, pošto on umašuje signal u odnosu na uzemljenje. Treba koristiti ovaj mjerni sistem samo onda kada trebamo jednostruki (single ended –SE) a naš uredjaj ne radi sa NRSE mjerenjem.

Karakteristike DAQ modula

Nereferencirani jednostruki (SE) mjerni sistem (NRSE)

DAQ uređaji često koriste varijantu RSE mjerne tehnike poznatu kao NRSE mjerni sistem. Kod NRSE mjernog sistema, sva mjerenja se vrše u odnosu na zajedničku referencu, pošto su svi ulazni signali već umašeni. Na slici je NRSE mjerni sistem gdje AISENSE je zajednička referenca a AIGND je sistemska masa. Svi signali moraju djeliti zajedničku referencu u AISENSE.



Karakteristike DAQ modula

Jednostruke konfiguracije dozvoljavaju dva puta više mjernih kanala i prihvatljive su kada amplituda induciranih grešaka je manja od zahtjevane tačnosti podataka.

Koriste se jednostruka mjerenja kada svi ulazi ispunjavaju slijedeće kriterije:

- visoko nivovski signali (normalno iznad 1 V)
- kratki ili propisno oklopljeni (širmovani) kablovi odnosno ožičenje se koristi koje prolazi kroz sredinu bez mnogo šuma.
- Svi signali mogu djeliti zajedničku referencu na izvoru signala

Karakteristike DAQ modula

Adresiranje kanala s AMUX-64T

AMUX-64T vanjski multiplekser proširuje broj analognih ulaznih signala koje DAQ uređaj može da mjeri. Korisnik može priključiti 1, 2, ili 4 AMUX-64T modula na DAQ uređaj. Broj AMUX modula se postavlja u okviru konfiguracije uređaja sa Measurement & Automation Explorerom. Svaka 4 kanala na AMUX modulu su multipleksirana na jedan kanal DAQ uređaja.

U LabView , svaki kanal sa DAQ pločice korespondira sa 4 AMUX kanala na svakom AMUX-u. Naprimjer, sa jednim AMUX-64T , kanalni string 0:1 prikuplja podatke sa AMUX kanala od 0 do 7, itd.

Korisnik može prikupljati podatke sa jednog AMUX-64T kanala koristeći kanalni string Amy!x , gdje x definira broj kanala a y definira broj željenog AMUX-a.

(tako je $y=1$ ako imamo samo jedan AMUX konfigurisan). Naprimjer AM3!8 će vratiti kanal 8 na trećem konfigurisanom AMUX-64T.

Karakteristike DAQ modula

Primjeri akvizicije analognih signala

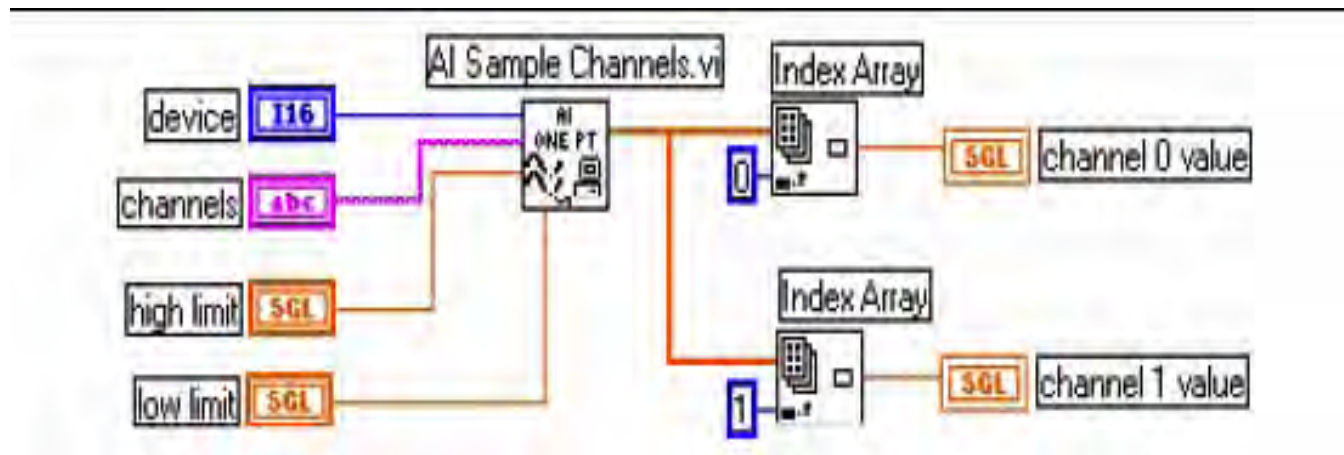
Primjer ove akvizicije je dat u `examples\daq\analogin\analogin.llb` u primjeru `Acquire 1 Point from 1 Channel VI`

Višekanalni, jednostruki analogni ulaz

Kod višestrukih kanala , sa jednotačnim očitanjem, LabView vraća vrijednosti nekoliko kanala odjedanput. DAQ uređaj izvršava skeniranje kroz sve specificirane kanale i vraća njihove vrijednosti kada završi.

`Easy I/O VI`, `AI Sample Channels`, prikuplja pojedinačne vrijednosti više kanala. `AI Sample Channels VI` izvršava jednu A/D konverziju na specificiranim kanalima i vraća skalirane vrijednosti u valnom obliku.

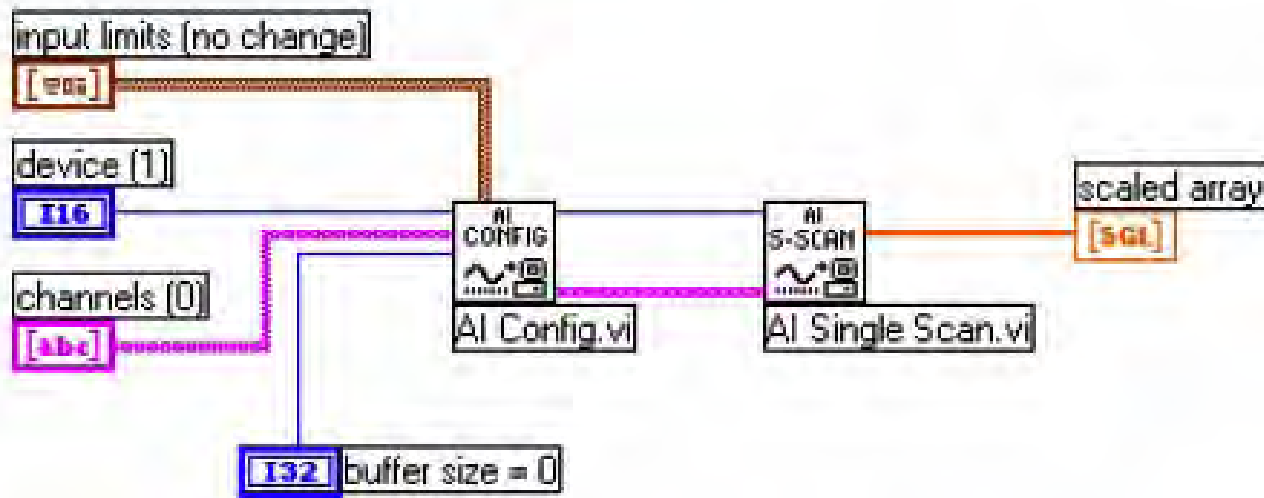
Karakteristike DAQ modula



Naredna slika pokazuje simplificirani blok dijagram za nebaferovane aplikacije. LabView poziva AI Config VI, koja konfiguriše kanale, selektira input limits (high limit i low limit ulaze kod Easy VI-jeva) i generira taskID.

Program prenosi taskID i klaster greške na AI Single Scan VI, koja vraća podatke u polju (po jednu tačku za svaki specificirani kanal).

Karakteristike DAQ modula



U primjeru: Cont Acq&Chart (immediate) VI u Functions>>Data Acquisition>>Analog input se vidi kako programirati AI Config i AI Single Scan Vi-jeve da izvršavaju niz jednostrukih skanova koristeći softwaresko tajmiranje (while loop) , i procesiranje svakog skana.

Karakteristike DAQ modula

Da bi pozvali AI Config VI samo jedanput treba je staviti van While konture u programu. AI Config VI konfigurira kanale , selektira high i low granice, generira taskID

Nakon toga AI Config VI prenosi taskID i klaster greške u While konturu. LabView poziva AI Single Scan VI da izvede skan i prenese povratne podatke na My Single-Scan Processing VI.

Ovaj primjer koristi softwareski tajmiranu (pomoću metronoma) akviziciju. Sistemski sat može biti prekinut od strane interakcije sa korisnikom, tako da ako nam nije potrebna precizna brzina akvizicije, treba koristiti ovo softversko tajmiranje akvizicije.

Karakteristike DAQ modula

Korištenje softverski tajmirane analogne I/O kontrolne konture

Sa softwareski tajmiranim analognim kontrolnim konturama brzina analogne akvizicije i posljedično brzina kontrolnih kontura su kontrolisani sa softwareskim tajmerom kao što je naprimjer: Wait Until Next ms Multiplier tajmerom.

Akvizicija se izvršava za vrijeme svake iteracije konture kada AI Single Scan AI se poziva i kontrolna kontura se izvršava jedanput za svaki interval vremena.

Osim interakcije sa korisnikom, i veliki broj prednjih panela sa velikim grafičkim indikatorima kao što su chartovi i grafovi utiču na brzinu kontrolnih kontura . Osvježavanje ekrana monitora interaptira sistemski sat , koji kontroliše brzinu kontura. Zbog toga treba držati broj ovih chartova i grafova na minimumu kada koristimo softwareski tajmirane upravljačke konture.

Karakteristike DAQ modula

(Vidjeti Analog IO Control Loop (immed) VI , u examples\daq\
analog_io\analog_io.llb , kao primjer softwareski tajmiranih
upravljačkih kontura.)

Pošto je iteracioni terminal spojen sa AI Read One Scan i AO
Write One Update VI-jevima, aplikacija konfigurira DAQ
uredjaj za analogni ulaz i izlaz samo na prvoj iteraciji.

Brzina konture kao i brzina akvizicije je specificirana sa loop
rate. Razlog zašto actual loop period je važan je zbog toga
što interakcija sa korisnikom će uticati na brzinu konture i
akvizicije.

Karakteristike DAQ modula

Korištenje hardwareški tajmiranih analognih I/O kontrolnih kontura

Za precizniji tajming kontrolnih kontura akvizicije i precizniju brzinu skaniranja analognih ulaza, treba koristiti hardwareški tajmirane kontrolne konture.

Vidjeti: Analog IO Control loop (hw timed) VI u direktoriju : examples\ daq\analog_io\analog_io.llb za primjer hardwareški tajmirane , ne baferovane kontrolne konture.

Sa hardwareški tajmiranim kontrolnim konturama, akvizicija neće biti prekidana interakcijom sa korisnikom. Kod ovakvog tajminga, analogni ulaz se automatski stavlja u FIFO bafer DAQ uredjaja sa intervalom koji je odredjen sa brzinom skaniranja analognog ulaza. Korisnik može sinhronizovati svoj dijagram kontrolne konture sa ovom preciznom brzinom analognog skaniranja ulaza, time što će stalno pozivati AI Single Scan VI da iščitava najstarije podatke iz FIFO bafera.

Karakteristike DAQ modula

AI Single Scan VI će se vratiti čim slijedeći skan je prikupljen od strane DAQ uredjaja. Ako se pohrani više od jednog skana u FIFO bafer DAQ uredjaja, kada se pozove AI Single Scan VI, tada LabView nije bio sposoban da se nosi sa brzinom akvizicije. Korisnik može ovo detektovati tako što će nadzirati podatke zaostale u izlazu u AI Single Scan VI.

Softwareski overhead spriječava da se nosimo sa brzinom hardwareski tajmirane brzine konture. Kada se ovo desi, Boolov indikator *loop too slow* će biti setovan TRUE u Analog IO Control loop (hw timed) VI.

AI Start VI počinje analognu akviziciju sa parametrom loop rate (scan brzinom) . Pri prvoj iteraciji , AI Single Scan VI čita najnovije podatke u FIFO baferu.

Ako više od jedne vrijednosti je pohranjeno u FIFO bafer DAQ uredjaja kada ga iščitavamo, aplikacija nije bila u stanju da se drži sa brzinom akvizicije u upravljačkoj konturi, i mi smo propustili jedan interval kontrolne konture. Ovo će voditi ka pojavi greške , što će završiti konturu i akviziciju.

Karakteristike DAQ modula

Poboljšanje performanse upravljačke konture

Postoje neka razmatranja koja treba provesti ako planiramo da imamo i druge VI-jeve koji se izvršavaju paralelno sa hardwareški tajmiranom upravljačkom konturom. Kada pozovemo AI Single Scan VI u hardwareški tajmiranoj kontrolnoj konturi, VI čeka sve do sljedećeg skana prije nego što se vrati sa podacima, što znači da CPU čeka unutar NI-DAQ drajvera, sve dok se skan ne prikupi.

Kao posljedica ovoga, ako pokušamo da izvršavamo druge LabView Vi-jeve , oni mogu da se izvršavaju sporije ili sa prekidima. Korisnik može reducirati ovaj problem sa uvodjenjem softwareskog kašnjenja, sa Wait (ms) VI, na kraju konture nakon što upišemo vrijednosti analognih izlaza. Sada druge LabView VI-jevi i konture se mogu izvršiti za vrijeme ovog vremena.

Karakteristike DAQ modula

Druga dobra tehnika je da se polira (izabira) analogni ulaz bez čekanja u drajveru. U tom slučaju možemo postaviti AI Single Scan VI time limit in sec na 0. Nakon toga, VI čita FIFO bafer DAQ uredjaja i vraća se odmah , bez obzira da li je slijedeći skan prikupljen.

AI Single Scan VI scaled data izlazna varijabla polja je prazna , ako skan nije bio još prikupljen. Polirati za analogni ulaz koristeći Wait (ms) ili Wait Until Next ms Multiple zajedno sa AI Single Scan VI u While konturi unutar dijagrama upravljačke konture.

Postaviti vrijeme čekanja manje od intervala kontrolne konture (najmanje upola). Ako scaled data izlazno polje nije prazno izaći iz konture polinga , šaljući scaled data polje i izvršavajući ostatak dijagrama upravljačke konture.

Karakteristike DAQ modula

Ovaj metod ne vraća podatke čim je skan bio prikupljen, kao u prethodnom primjeru, nego daje dovoljno vremena za druge VI-jeve da se izvrše. Ovaj metod je dobra tehnika za balansiranje opterećenja CPU između nekoliko kontura i VI-jeva koji se izvršavaju paralelno.

(Pogledati primjere u `examples\daq\solution\control.llb` za analizu opisanog).

Baferovana akvizicija valnih oblika

Jedan način da se prikupljaju višestruki podatci sa jednog ili više kanala je da se koriste nebaferovani metodi koji su ranije opisani u ovom poglavlju , na repetitivan način.

Karakteristike DAQ modula

Medjutim, prikupljanje jedne po jedne tačke sa jednog ili više kanala jedno za drugim je vrlo neefikasno i vremenski konzumirajuće. Također sa ovom metodom akvizicije, mi nemamo tačnu kontrolu nad vremenom između svakog sampla i kanala. Zbog toga možemo koristiti bafer podataka u memoriji računara da efikasnije prikupljamo podatke.

Ako želimo da prikupimo više od jednog očitavanja sa više od jednog kanala, potrebno je prikupljati podatke kao valne oblike. Postoje dvije tehnike baferovane akvizicije valnih oblika koje možemo koristiti , zavisno od toga šta želimo činiti sa podacima nakon akvizicije:

- jednostavna baferovana akvizicija,
- akvizicija sa kružnm baferom.

Karakteristike DAQ modula

Korištenje jednostavnih bafera za prikupljanje valnih oblika sa DAQ ulaznim VI

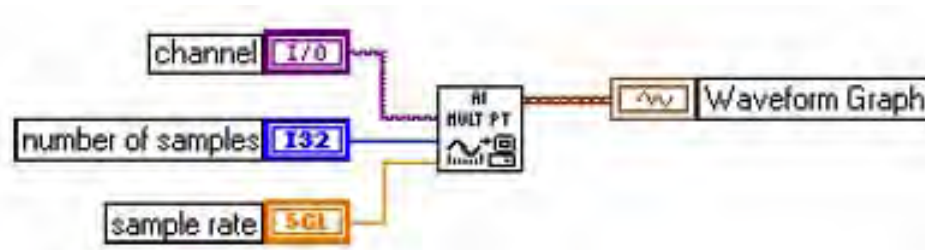
Sa baferovanim I/O , LabView prenosi podatke uzete u vremenskim intervalima od DAQ uređaja na bafer podataka u memoriji. U okviru VI, mi moramo specificirati broj uzoraka koje treba uzeti i broj kanala sa kojih LabView će uzimati sample. Iz ovih informacija, LabView alokira bafer u memoriji da pohrani broj tačaka podataka jednak broju uzoraka po kanalu pomnožen sa brojem kanala. Kako se akvizicija podataka nastavlja bafer se puni sa podacima. Medjutim , podatci neće biti dostupni sve dok LabView ne prikupi sve sample.

Kada je akvizicija završena, podatci u baferu mogu biti analizirani , pohranjeni na disk ili prikazani na ekranu u okviru VI.

Karakteristike DAQ modula

Prikupljanje jednog valnog oblika

Najlakši način da se prikupi jednostruki valni oblik sa jednog kanala je da se koristi AI Acquire Waveform VI, kao što je pokazano na narednoj slici:



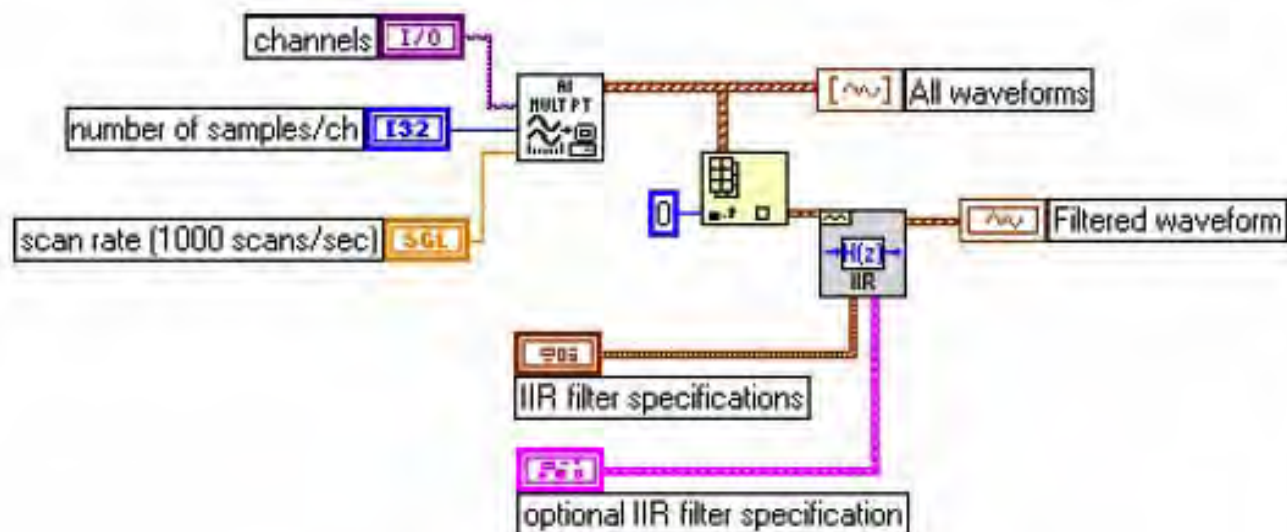
Prikupljanje višestrukih valnih oblika

Mi možemo prikupiti više od jednog valnog oblika sa drugom Easy Analog Input Vi, i to AI Acquire Waveforms. Ova VI takodjer ima minimalan skup ulaza, ali dozvoljava da se očita više od jednog kanala i vraća polje valnih oblika sa svim kanalima koje je očitala.

Karakteristike DAQ modula

Da bi se pristupilo ili kontrolisao pojedinačni valni oblik, treba indeksirati polje valnih oblika sa funkcijom Indeksa polja (Index Array function) , ili koristiti ulazno indeksiranje na For ili While konturi.

VI na narednoj slici prikuplja valne oblike sa višestrukih kanala i crta valne oblike na grafu. Dodatno, funkcija indeksa polja, pristupa prvom valnom obliku u polju i šalje ga na filter, koji šalje valni oblik na drugi graf.



Karakteristike DAQ modula

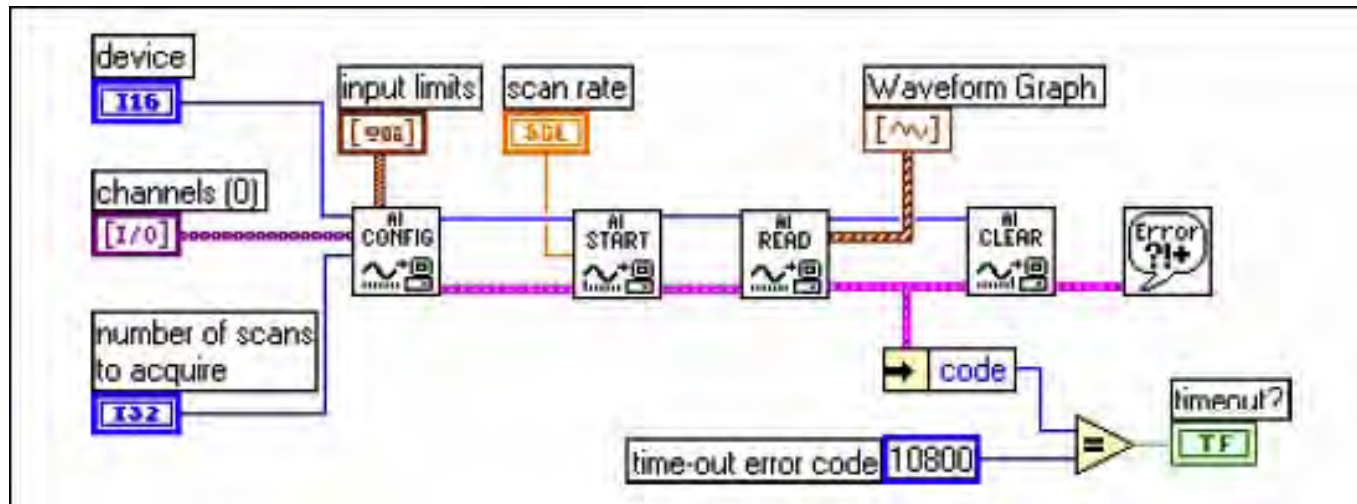
Channels ulaz za AI Acquire Waveform VI, ima pull down meni , gdje možemo izabrati kanal iz liste konfigurisanih imena kanala. Mi možemo takodjer postaviti high limit i low limit ulaze za sve kanale na istu vrijednost. Kao i druge Easy VI, mi ne možemo koristiti nikakve napredne (advanced) programske osobine sa ovom VI.

Možemo prikupiti višestruke valne oblike koristeći srednje (Intermediate) VI. Srednje VI obezbjedjuju više kontrole nad procesom akvizicije , kao naprimjer da možemo da čitamo bilo koji dio bafera.

Primjer na narednoj slici gdje je Acquire N Scans VI, koja se može naći u `examples\daq\analogin\analogin.llb`.

Karakteristike DAQ modula

Sa srednjim VI za analogne ulaze, moramo ožičiti taskID da bi identificirali DAQ operaciju da obezbjedimo da se VI-jevi izvršavaju u korektnom redoslijedu.



Sa ovom VI, moćemo ne samo konfigurirati trigerovanje, kuplovanje, akviziciju, tajming, vadenje podataka, i dodatni hardware, nego takodjer kontrolisati kada se svaki korak akvizicionog procesa pojavi.

Karakteristike DAQ modula

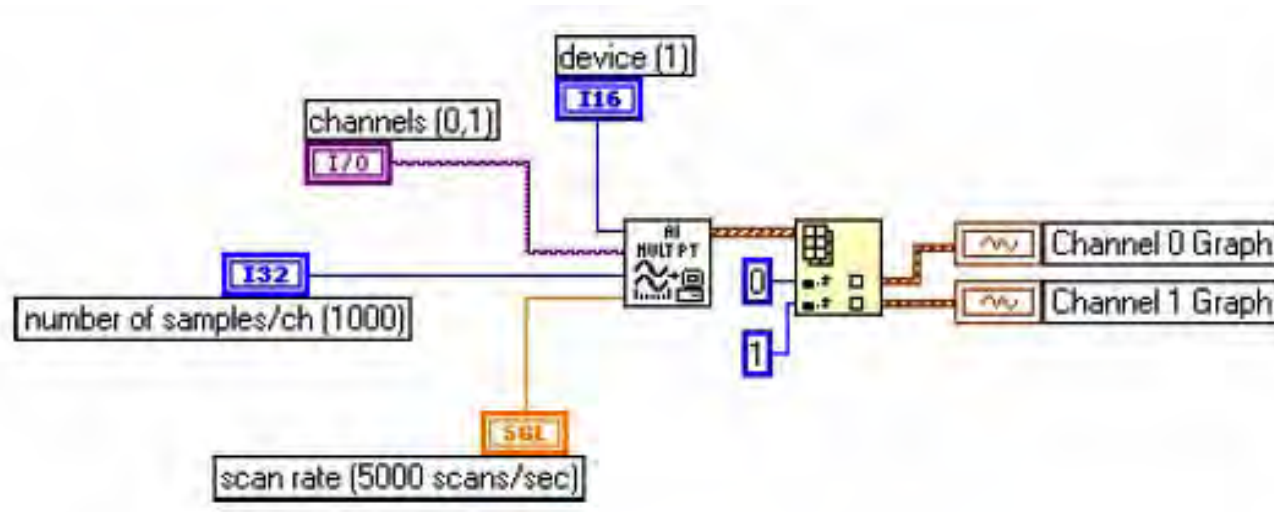
Sa AI Config VI, mi možemo konfigurirati različite parametre akvizicije, kao što su kanali koje treba očitati i veličinu bafera koju treba koristiti. U AI Start VI, korisnik specificira parametre korištene u programu da starta akviziciju, kao što je broj skanova koji će prikupiti, brzinu pri kojoj VI uzima podatke, i setinge triggera. U AI Read VI, korisnik specificira parametre da izvadi podatke iz bafera akviziranih podataka.

Za mnoge DAQ uređaje, isti ADC sampluje mnoge kanale umjesto samo jednog. Maksimalna brzina sampliranja po kanalu je maksimalna brzina uređaja podijeljena sa brojem kanala.

Karakteristike DAQ modula

Primjeri Jednostavno baferovane akvizicije sa iscrtavanjem

Naredna slika pokazuje kako se može koristiti AI Acquire Waveform VI da se prikupe dva valna oblika na kanalima 0 i 1, i onda prikažu valni oblici na posebnim grafovima. Ovaj tip VI je koristan za poredjenje dva ili više valnih oblika ili za analizu kako signal izgleda prije i poslije prolaska kroz sistem. U ovom primjeru, 1000 skanova na kanalu 0 i 1 su uzeti pri brzini od 5000 skanova u sekundi. Actual scan period izlaz se pokazuje u aktuelnoj vremenskoj bazi na X osi grafova.



Karakteristike DAQ modula

Pogledati primjer u VI Acquire N Scans example u examples \daq\analogin\analogin.llb.

Analogni ulaz sa jednostavnim baferom i višestrukim startovima

Kao primjer možemo koristiti Acquire N-Multi-Start VI u examples \daq\analogin\analogin.llb.

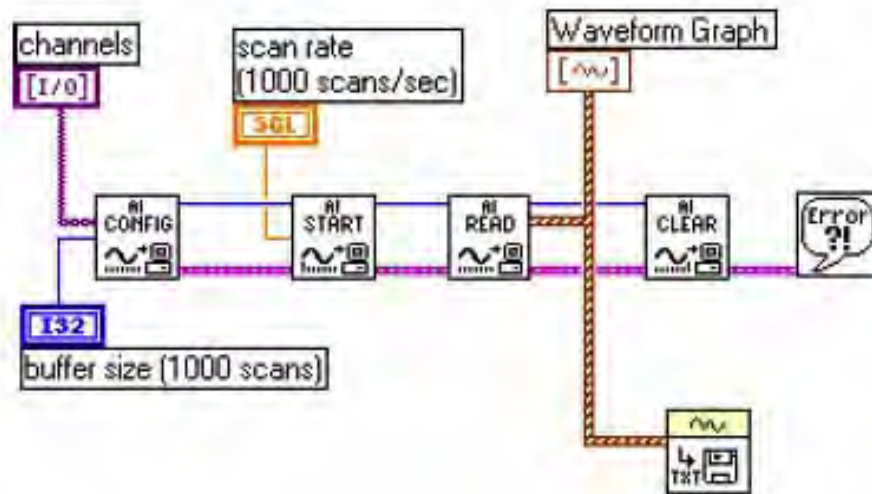
Jednostavno baferovani analogni ulaz sa upisivanjem podataka u spreadsheet fajl.

Ako želimo da upisujemo prikupljene podatke u fajl, postoji mnogo formata fajlova u kojima možemo pohraniti podatke. Spreadsheet format fajla se koristi najčešće pošto ga možemo očitavati koristeći većinu aplikacija spreadsheetova za kasnije iscrtavanje u grafu i analizu. U LabView mi možemo koristiti VI-jeve da pošaljemo podatke u fajl u spreadsheet formatu ili iščitati ih iz takvog fajla.

Karakteristike DAQ modula

Možemo naći ove Vi-jeve u Functions>>File I/O paleti i u Functions>>Waveform>>Waveform File I/O paleti .

VI koji se koristi u ovom primjeru je Export Waveforms to Spreadsheet File VI , koji je pokazan na narednoj slici:



Karakteristike DAQ modula

U ovom primjeru , srednja (Intermediate) VI analognog ulaza prikuplja polje valnih oblika , grafuje podatke, i kreira spreadsheet fajl koji sadrži podatke.

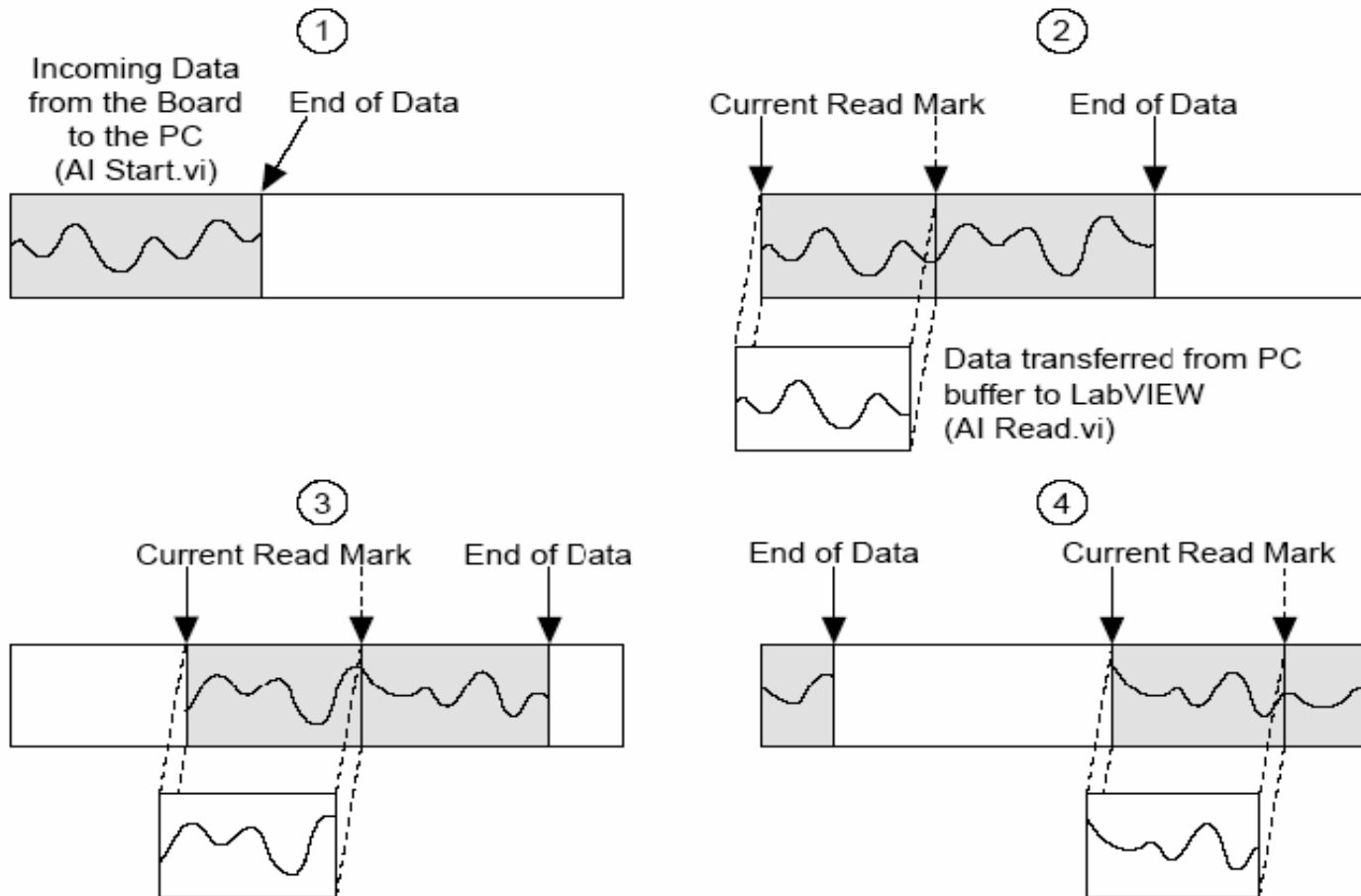
Korištenje kružnog bafera za pristup podacima za vrijeme akvizicije

Možemo primjeniti jednostavne tehnike baferovanja u mnogim DAQ aplikacijama, ali postoje neke aplikacije gdje ove tehnike nisu adekvatne. Ako želimo da gledamo, procesiramo, ili logujemo dijelove podatka kako su prikupljeni, ne treba koristiti ove jednostavne tehnike baferovanja.

Za ove tipove aplikacija, treba uspostaviti kružni bafer, da bi pohranili prikupljene podatke u memoriju.

Karakteristike DAQ modula

Koristeći kružni bafer, mi možemo setovati uredjaj da kontinualno prikuplja podatke u pozadini (background) dok LabView vadi prikupljene podatke.



Karakteristike DAQ modula

Kružni bafer se razlikuje od jednostavnog bafera po tome kako LabView postavlja podatke u njega i vadi ih iz njega. Kružni bafer se puni sa podacima , isto kao i jednostavni bafer. Medjutim, kada dodje do kraja bafera, on se vraća na početak i puni ponovo isti bafer. To znači da se podatci mogu čitati kontinualno u kompjutersku memoriju, ali samo definirana količina memorije može biti korištena.

VI mora da vadi podatke iz bafera u blokovima, iz jedne lokacije u baferu, dok podatci ulaze u bafer u drugoj lokaciji, tako da nepročitani podatci se ne prepisuju sa novim podacima. Pošto je potrebno održavati bafer, možemo koristiti samo srednje i napredne VI-jeve za ovaj tip akvizicije podataka.

Karakteristike DAQ modula

Dok kružni bafer radi dobro u mnogim aplikacijama, postoje dva moguća problema koja se mogu pojaviti sa ovim tipom akvizicije: VI može pokušati da vadi podatke iz bafera brže nego što se oni prikupljaju, ili VI ne vadi podatke iz bafera dovoljno brzo prije nego što LabView prepíše podatke u baferu sa novim.

Kada VI pokušava da čita podatke iz bafera koji još nisu bili ni prikupljeni, LabView će čekati za podatke koje naša VI zahtjeva da se prikupe , i onda će vratiti te podatke.

Ako naša VI ne čita podatke iz kružnog bafera dovoljno brzo, VI šalje natrag grešku, saopštavajući korisniku da neki podatci mogu biti prepisani i izgubljeni.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Kontinualno prikupljanje podataka sa višestrukih kanala

Mi možemo prikupljati kontinualno vremenski samplirane podatke sa jednog ili više kanala sa srednjim VI. (Primjer : Acquire & Process N Scans VI u examples \daq\analogin\analogin.llb.)

U ovom primjeru imamo ulaze za setovanje kanala, veličine kružnog bafera, brzine skaniranja, broj samplova koje treba izvaditi iz kružnog bafera.

VI defaultira u input buffer size od 2000 samplova i 1000 number of scans to read at a time, što znači da VI čita u polovini bafera podataka , dok VI puni drugu polovinu bafera sa novim podatcima.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Ako ne vadimo podatke iz kružnog bafera dovoljno brzo, podatci koje nismo pročitali biće prepisani sa novim podacima. Mi možemo riješiti ovaj problem sa podešenjem jednog od slijedećih parametara:

Input buffer size, scan rate, ili number of scans to read at a time.

Ako naš program prepíše preko podataka u baferu, tada podatci dolaze u bafer brže nego što ih naša VI može čitati i sve prethodne baferovane podatke, i Labview vraća kod greške. – 10846 overWriteWrror.

Ako povećamo veličinu bafera tako da mu treba duže vremena da se napuni, naša VI će imati više vremena da pročita podatke iz njega.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Ako usporimo scan rate , reduciramo brzinu pri kojoj se bafer puni, i to takodjer daje programu više vremena da izvadi podatke. Možemo takodjer povećati number of scans to read at a time. Ovo vadi više podataka iz bafera svaki put i efektivno reducira broj puta koliko treba da pristupimo baferu prije nego on postane pun. Treba provjeriti izlazni scan backlog da bi vidjeli koliko vrijednosti podataka ostaje u kružnom baferu nakon čitanja. Pošto se koriste srednje VI, mi možemo takodjer kontrolisati i druge parametre kao što je triggerovanje, kuplovanje, i dodatni hardware.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Asinhrona kontinualna akvizicija koristeći DAQ pojavljivanja (occurrences)

Glavna prednost prikupljanja podataka kao što je opisano u prethodnoj sekciji je u slobodi manipuliranja sa podacima između poziva ka AI Read VI.

Jedino ograničenje je u tome što je akvizicija sinhrona. To znači da , jednaput kada pozovemo AI Read VI, mi ne možemo izvršiti bilo kakav drugi task sve dok AI read VI ne povрати prikupljene podatke. Ako je naš DAQ uređaj još uvijek zaposlen sa skupljanjem podataka, mi ćemo morati čekati ne radeći ništa dok se ne završi VI.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Na jednoj višestaznoj (multithreaded) platformi kao što je Windows, ovo ograničenje može biti prevaziđeno sa alokacijom dodatnih threadova , ili mjenjajući preferirani izvršni sistem djelova naše aplikacije. Možemo prikupiti asinhrono i kontinualno podatke sa više kanala koristeći iste srednje DAQ VI , dodavajući DAQ pojavljivanja (occurrences). (vidjeti VI Cont Acq&Chart (Async Occurrence) VI u examples \daq\analogin\analogin.llb)

Ovaj primjer koristi DAQ Occurrence Config VI i Wait on Occurrence funkciju da kontroliše očitavanja. Prvi DAQ Occurrence Config VI setuje DAQ Event.

DAQ Event će postaviti pojavljivanje svaki put kada broj skanova koji je prikupljen je jednak vrijednosti opšte vrijednosti A, gdje je A opšta vrijednost number of scans to read at a time.

Unutar While Loop, Wait on Occurrence funkcija spava u pozadini, sve dok izabrani DAQ Event se ne desi.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Timed out izlaz iz Wait on Occurrence funkcije je ožičen na selekcionu terminal Case strukturu koja uključuje AI Read VI. Ovo znači da AI Read nije pozivan sve dok number of scans to read at a time nije bio prikupljen.

Rezultat je da While Loop efektivno stavljena u stanje spavanja, pošto mi ne pokušavamo da pročitamo podatke sve dok ne znamo da su prikupljeni. Ovo oslobadja thread izvršenja da može da radi ostale taskove dok mi čekamo na DAQ Event (dogadjaj).

Ako DAQ Occurrence istekne vremenski (time out), tada će izlazna vrijednost za timed-out izlaz biti TRUE, i AI Read neće biti nikada pozvan.

Kada je akvizicija kompletirana, DAQ pojavljivanje (occurrence) se poziva opet da počisti sva pojavljivanja.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Primjer analognog ulaza sa kružnim baferom

Jedina razlika između aplikacija sa jednostavnim baferima i aplikacija sa kružnim baferom u blok dijagramu je vrijednost number of scans to acquire ulaza kod AI Start Vi. Moramo pozivati AI Read Vi uzastopno da bi izvadili podatke.

Analogni ulaz sa Baznim kružnim baferom

Naredni primjer je VI koja donosi podatke iz kanala pri brzini od 1000 samplova /sec, u bafer koji može držati 4000 samplova. Ovaj tip primjera može biti prikladan ako hoćemo da gledamo podatke iz kanala u dužem periodu vremena, ali ne možemo da pohranimo sve podatke odjednom u memoriju.

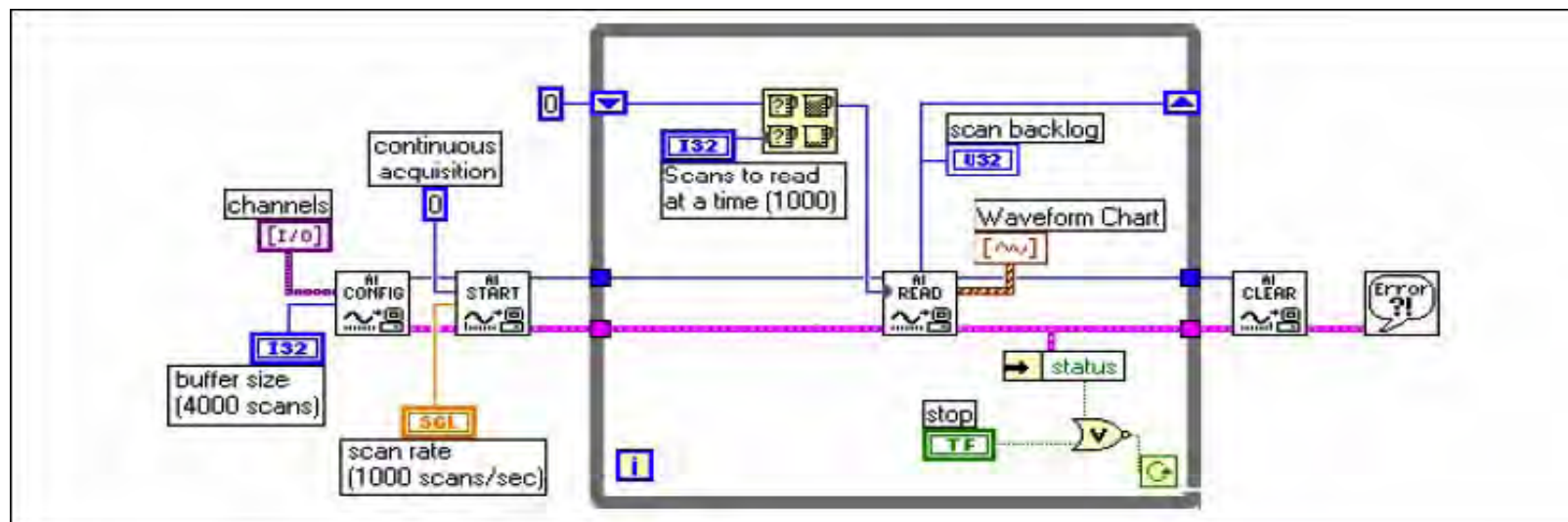
Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

AI Config VI postavlja specifikaciju kanala i veličinu bafera , zatim AI Start VI inicijalizira prikupljanje podataka u pozadini (background) , pri specificiranoj brzini.

Unutar While Loop, AI Read Vi ponovljivo čita blokove podataka iz bafera veličine jednake ili 1000 skanova ili veličine od scan backlog – zavisi šta je veće .

VI ovo realizuje koristeći Max&Min funkciju da odredi koja je veća od dvije vrijednosti. Korisnik nema potrebe da koristi Max& Min funkciju na ovaj način da bi aplikacija radila , ali ova funkcija pomaže da kontrolišemo veličinu od scan backloga, koji ustvari označava koliko samplova je preostalo u baferu. Ova VI kontinualno čita i prikazuje podatke iz kanala 0 sve dok se ne pojavi greška ili dok ne kliknemo na Stop taster.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja



Primjeri drugih analognih ulaza sa kružnim baferom

VI u direktoriju examples\daq\ analogin\analogin.llb i u direktoriju examples\daq\ analogin\strmdisk.llb su primjeri analognih ulaza sa kružnim baferom kao što su :

- Cont Acq& Chart (buffered) VI – demonstrira analogni ulaz sa kružnim baferom slično prethodnom primjeru , ali ova VI uključuje i druge ulaze na prednjem panelu.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

- Cont Acq to File (binary) VI - prikuplja podatke putem analognog ulaza sa kružnim baferom i pohranjuje ih u specificirani fajl kao binarne podatke. Ovaj proces se često naziva "streaming na disk".
- Cont Acq to Spreadsheet File VI - kontinualno očitava podatke koje LabView prikuplja u kružni bafer i pohranjuje ove podatke u specificirani fajl u spreadsheet formatu.

Kontrola akvizicije sa triggerima

Akvizicija pojedinačnih vrijednosti i valnih oblika u prethodnom odjelju, starta u slučajnim trenutcima vremena, relativno u odnosu na podatke. Medjutim, ponekada treba da postavimo start akvizicije u tačno odredjenom trenutku vremena. Jedan primjer za ovo ako bi željeli da testiramo odziv nekog uređaja kojeg testiramo na impulsnu ulaz. Ovaj impulsni ulaz se onda može takodjer koristiti da kaže DAQ uređaju da starta prikupljanje podataka. Bez ovog ulaza, moramo startati prikupljanje prije nego što primjenimo test impuls.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Ovo je neefikasno korištenje memorije računara i prostora na disku, pošto moramo alocirati i koristiti više memorije nego što je neophodno. Jedanput, podaci koje trebamo za analizu bit će negdje na početku bafera, drugi put na kraju.

Možemo startati akviziciju na bazi uslova ili stanja analognog ili digitalnog signala koristeći tehniku triggerovanja.

U opštem slučaju, trigger je bilo koji događaj koji starta prokupljanje podataka.

Hardverski i softverski trigering.

U okviru LabView mi možemo koristiti softverski trigering da startamo akviziciju ili koristiti vanjski uređaj da izvrši hardwaresko triggerovanje.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Hardwaresko trigerovanje

Hardwaresko trigerovanje dozvoljava nam da postavimo vrijeme starta akvizicije i prikupljamo podatke u poznatom trenutku vremena , relativno u odnosu na trigerski signal. Vanjski uređaji proizvode ove hardwareske trigerske signale. U LabView specificiramo uslove trigerovanja koji moraju biti dostignuti prije nego što akvizicija započne. Kada su uslovi ispunjeni, akvizicija počinje. Mi možemo također analizirati podatke prije trigera.

Postoje dva tipa hardwareskih trigera: digitalni i analogni.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

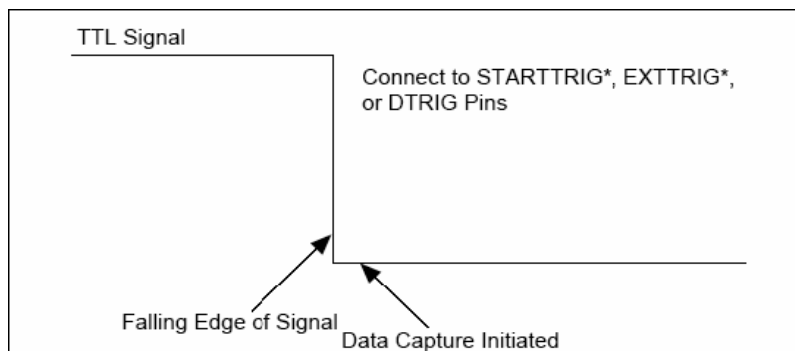
Digitalno trigerovanje

Digitalni triger je obično TTL signal koji ima dva diskretna nivoa: niski i visoki.

Kod promjene sa jedne vrijednosti na drugu, kreira se digitalna ivica. Postoje dva tipa ivica: rastuća i opadajuća. Možemo postaviti da analogna akvizicija starta kao rezultat rastuće ili opadajuće ivice od digitalnog trigerskog signala.

Obično, digitalni trigerski signali su povezani na :
STARTTRIG*, EXTTRIG*, DTRIG, EXT TRIG IN, ili PFI pinove DAQ uređaja.. Pinovi STARTTRIG* i EXTTRIG* koji imaju zvjezdicu nakon njihovog imena , prihvataju opadajuću ivicu signala kao triger.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

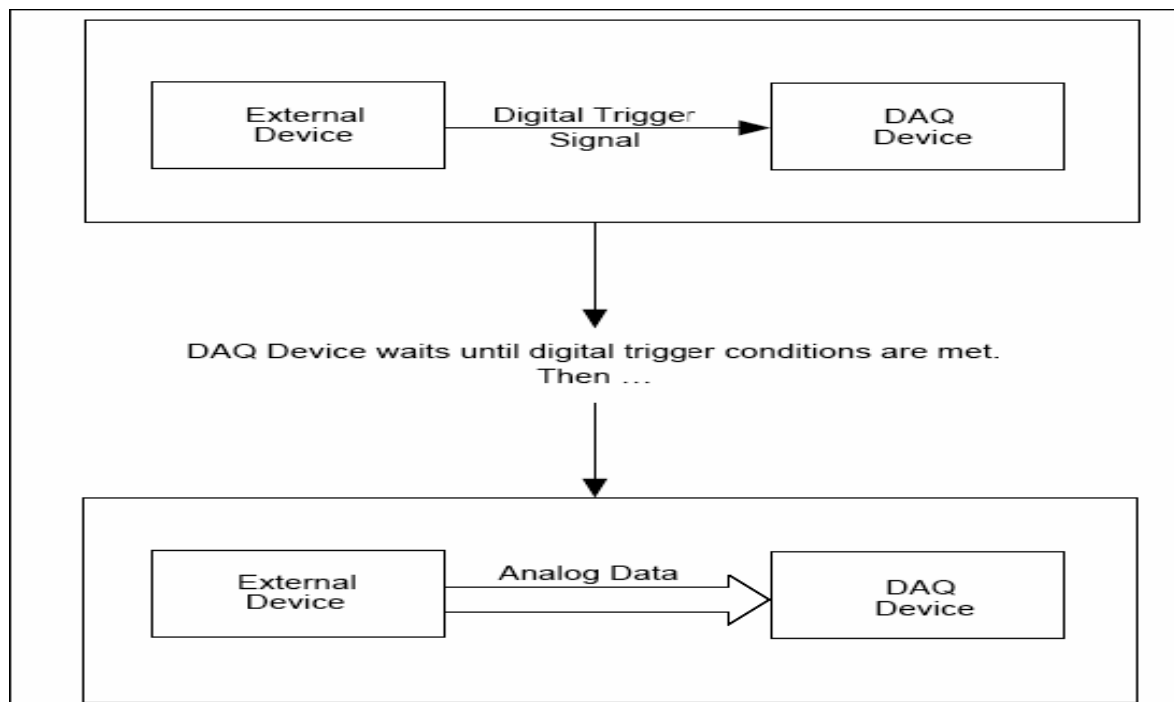


Naredna slika pokazuje kako digitalni triger radi za prikupljanje podataka poslije trigerovanja (post triggered). Vanjski uređaj šalje triger, ili TTL signal , na DAQ uređaj. Čim DAQ uređaj primi signal, i trigerski uslovi su zadovoljeni, uređaj će početi sa prikupljanjem podataka.

Naprimjer sa NI DAQ uređajem NI 406X , impulsi za start trigeru se mogu generisati eksterno ili interno. Slijedeći izvori se mogu koristiti:

- softwareski start triger
- externi triger

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja



Primjeri sa digitalnim trigerovanjem

Pogledati VI Acquire N Scans Digital Trig u `examples\daq\analogin\analogin.llb` kao primjer digitalnog trigerovanja.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Ova VI koristi srednje (intermediate VI) da izvrši baferovanu akviziciju, gdje LabView pohranjuje podatke u memorijski bafer za vrijeme akvizicije. Nakon što je akvizicija kompletna, VI vadi podatke iz memorijskog bafera i prikazuje ih na ekranu.

Mi moramo konfigurisati uređaj sa uslovima pri kojima će startati akviziciju.

Naprimjer, mi možemo izabrati da tip trigera bude Boolean i postavljen na START OR STOP TRIGGER. Izabrati START & STOP TRIGGER samo onda kada imamo dva trigera: start i stop.

Nadalje, ako koristimo DAQ uređaj sa PFI linijama, (naprimjer E seriju NI DAQ modula), možemo specificirati uslove triggerskog signala u trigger channel kontrolnom elementu u okviru analog chann & level klastera.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Možemo prikupiti podatke i prije i poslije digitalnog trigerskog signala. Ako pretrigger scans je veći od 0, uređaj će prikupljati podatke prije nego što su trigerski uslovi zadovoljeni. On će zatim oduzeti vrijednost pretrigger scans od number of scans to acquire da odredi broj skanova koje će prikupiti nakon što su trigerski uslovi zadovoljeni.

Ako je pretrigger scans 0, tada ćemo prikupiti number of scans to acquire nakon što su trigerski uslovi zadovoljeni.

Prije nego što starta prikupljanje podataka, korisnik mora specificirati trigger edge ulaz , takodjer može specificirati vrijednost za time limit, tj. maksimalno vrijeme koje će Vi čekati za triger i zahtjevane podatke.

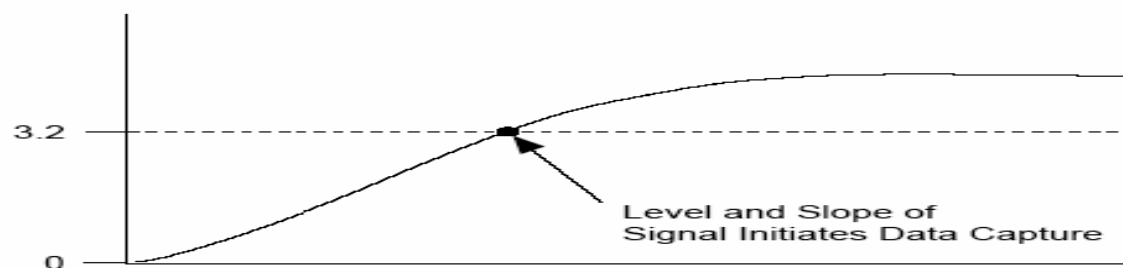
Primjer Acquire N Scans Digital Trig VI , drži podatke u memorijskom baferu sve dok uređaj ne kompletira akviziciju. Broj podataka koje treba prikupiti mora biti relativno mali, da bi mogao da stane u memoriju. .

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Analogno trigerovanje

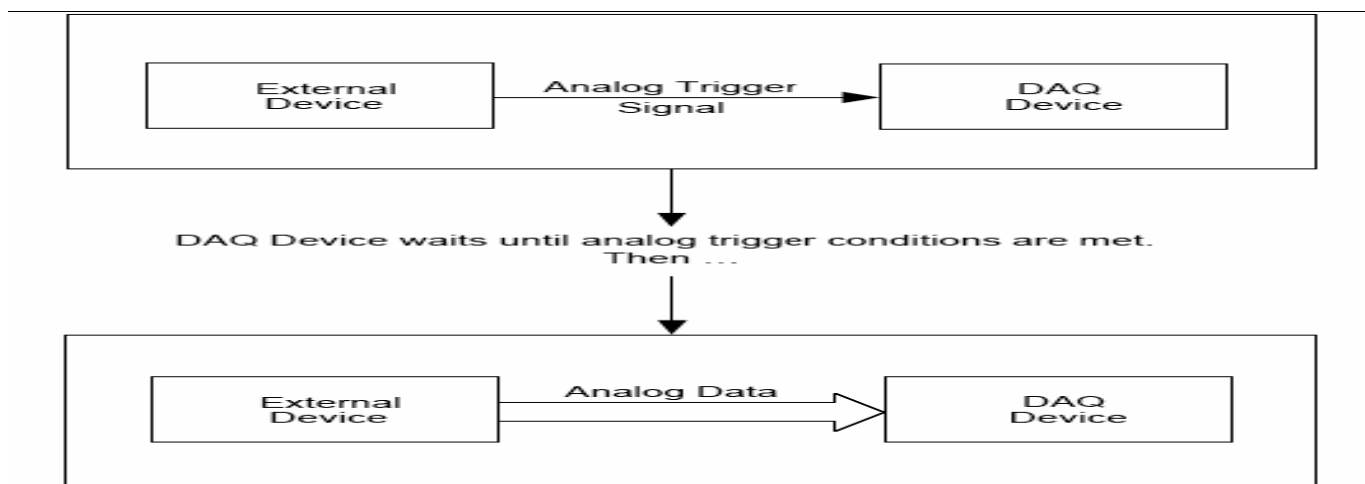
Treba spojiti analogni trigerski signal na analogne ulazne kanale, na iste one kanale gdje spajamo i analogne ulaze. DAQ uređaj nadzire analogni trigerski kanal sve dok trigerski uslovi nisu zadovoljeni. Korisnik konfigurira DAQ uređaj da čeka na određeni uslov analognog ulaznog signala, kao što je naprimjer nivo signala ili nagib (rastući ili opadajući). Kada uređaj identificira uslov trigerovanja , on starta akviziciju.

Analogni triger je setovan da starta akviziciju na rastući nagib signala, kada on dostigne iznos od 3.2 V.



Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Slijedeća slika ilustrira analogni triger za post-trigersku akviziciju koristeći vremensku liniju (timeline). Korisnik konfigurira DAQ hardware u LabView da počne uzimati podatke kada je dolazni signal na rastućoj ivici i kada amplituda dostigne 3.2 V.



Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Primjeri sa analognim trigerovanjem

Primjer Acquire N Scans Analog hardware Trig VI, u `examples\daq\analogin\analogin-llb`, za primjer analognog trigerovanja. Ova VI koristi srednje (intermediate VI-jeve) da izvrši baferovanu akviziciju, gdje se pohranjuju podaci za vrijeme trajanja akvizicije. Nakon što se akvizicija kompletira, VI vadi sve podatke iz memorijskog bafera i prikazuje ih.

Možemo prikupiti podatke i prije i nakon analognog trigerskog signala. Ako pretrigger scans je veće od 0, uređaj će prikupljati podatke prije trigerskog uslova. Zatim će oduzeti vrijednost pretrigger scans od number of scans to acquire da bi odredio broj skanova koje će prikupiti nakon što su trigerski uslovi zadovoljeni. Ako pretrigger scans je 0, tada number of scans to acquire je prikupljen nakon što su trigerski uslovi ispunjeni.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

1. Specificirati u ulazu trigger slope , da li triggerovati akviziciju na rastuću ili opadajuću ivicu analognog triggerskog signala.
2. Unjeti trigger channel koji će se koristiti za spajanje analognog triggerskog signala.
3. Specificirati trigger level na triggerskom signalu potreban da počne akvizicija. Nakon što korisnik specificira kanal na koji se dovodi triggerski signal, LabView čeka dok se specificirani uslovi ne steknu da starta baferovanu akviziciju.

(Primjer Acquire & proc. N Scans –Trig VI u examples\daq\analogin\analogin-llb, kako realizovati ako želimo da vidimo procesne informacije za vrijeme akvizicije).

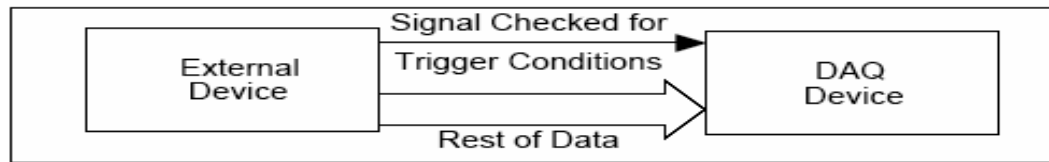
Primjer Acquire N-Multi-Analog Hardware Trig VI u examples\daq\analogin\analogin-llb ako želimo da imamo višestruke analogne triggerske signale koji će startati višestruku akviziciju

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

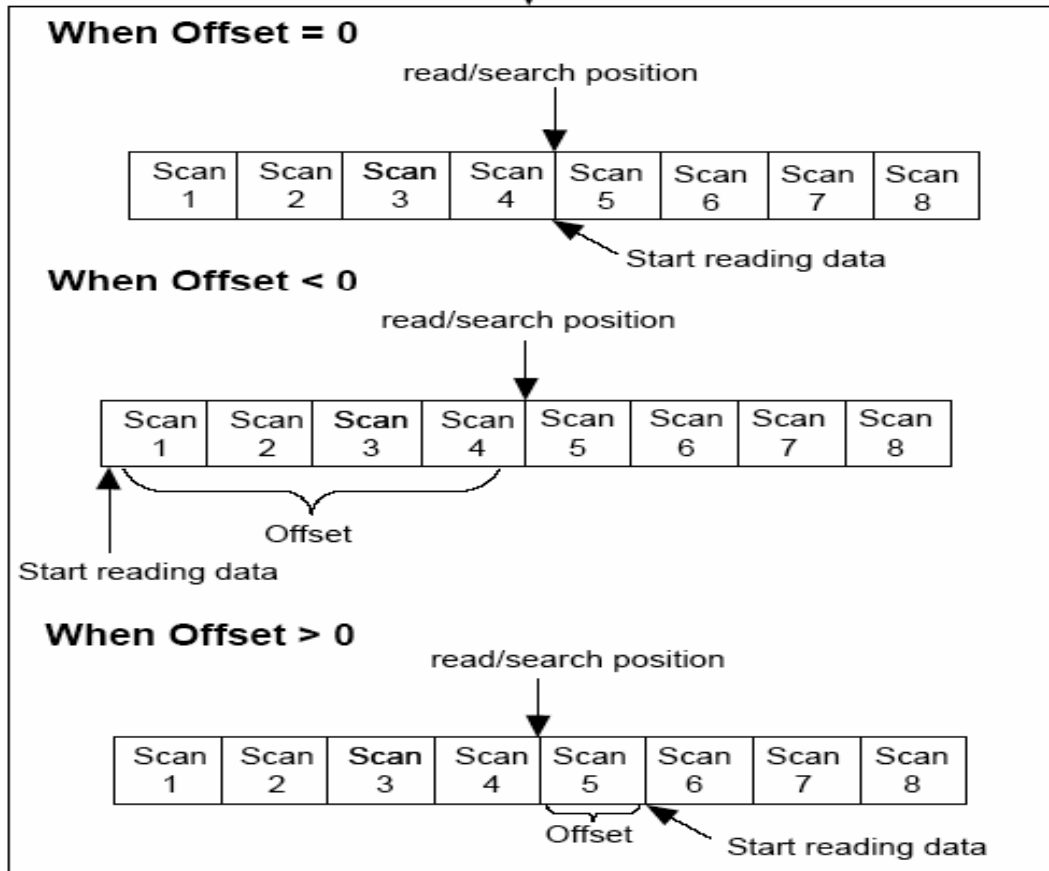
Softwaresko trigerovanje

Kod softwareskog trigerovanja, možemo simulirati analogni triger koristeći softver. Ova forma trigerovanja se često koristi u situacijama gdje hardwareski trigeri nisu raspoloživi. Drugo ime za softverske trigerske signale, specifično analogne signale je uslovno prikupljanje (conditional retrieval). Sa uslovnim prikupljanjem, korisnik setuje DAQ uređaj da prikuplja podatke, ali uređaj ne vraća podatke u LabView sve dok podatci ne zadovolje uslove prikupljanja. LabView **skanira ulazne** podatke i izvršava poredjenje sa uslovima, ali ne pohranjuje podatke sve dok se ne zadovolje specifikacije.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja



When trigger conditions are met (at Scan 4)



Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Read-search pozicioni poenter prolazi kroz bafer sve dok ne nadje lokaciju skanova gdje podatci zadovoljavaju uslove prikupljanja. Offset indicira lokaciju skana od koje Vi počinje čitanje podataka relativno u odnosu na read/search poziciju. Negativni offset indicira da trebamo pretriggerske podatke (tj. podatke prije uslova prikupljanja). Ako je offset veći od nule, tada trebamo posttriggerske podatke.

Klaster Uslovnog prikupljanja (conditional retrieval) iz AI Read Vi, specificira uslove analognog signala za prikupljanje, kao što je pokazano na narednoj slici:

conditional retrieval (off)

mode (off)	channel index (0)	slope (rising)	level (0.0)
off	0	rising	0.00
hysteresis (0.0)	skip count (0)	offset (0)	
0.00	0	0	

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Kada prikupljamo podatke sa uslovnim prikupljanjem, podatci se pohranjuju u memorijski bafer, slično kao i kod aplikacija sa hardwarekim triggerovanjem. Nakon što VI starta , podatci se smještaju u bafer. Kada su uslovi za prikupljanje zadovoljeni, AI Read Vi pretražuje bafer za željenu informaciju. Kao i kod hardwareskog triggerovanja, korisnik specificira analogni kanal triggerskog signala, specificirajući channel index, tj. broj indeksa koji korespondira relativnom redoslijedu pojedinačnih kanala u listi kanala. Korisnik takodjer specificira nagib -slope (opadajući ili rastući) i nivo-level od triggerskog signala.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

AI Read VI počinje traženje za uslove prikupljanja u baferu, na poziciji read/search. Offset vrijednost u klasteru conditional retrieval je gdje korisnik specificira skan lokacije od kojih VI počinje čitanje podataka relativno u odnosu na read/search poziciju. Skip count ulaz omogućava korisniku da specificira broj puta koliko triggerski uslovi su ispunjeni i propušteni prije nego se podatci akvizicije vrata LabView. Hysteresis ulaz kontroliše opseg koji se koristi za uslove prikupljanja. Ovo je korisno kada ulazni signali imaju šuma koji može da neželjeno trigeruje početak akvizicije. Jedanput kada su slope i level uslovi na channel index-u zadoovljeni, read/search pozicija indicira lokaciju gdje su uslovi prikupljanja zadovoljeni.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Primjeri sa uslovnim prikupljanjem

Acquire N Scans Analog Software Trig Vi primjer, koji se nalazi u `examples\daq\analogin\analogin-llb`, koristi srednje Vi-jeve.

Glavna razlika ovog softwareskog trigerovanja i primjera sa hardwareskim trigerovanjem je korištenje conditional retrieval ulaza za AI Read Vi. Korisnik setuje trigger channel, trigger slope, i trigger level na isti način za obadva metoda trigerovanja. Vrijednost pretrigger scans se negira i spaja na offset vrijednost od conditional retrieval klastera od AI Read VI. Kada su uslovi trigerovanja zadovoljeni, VI vraća zahtjevani broj skanova.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Omogućavanje vanjskom izvoru da kontroliše brzinu akvizicije

Tipično, DAQ uređaj koristi interne brojače da odredi brzinu prikupljanja podataka, ali ponekad korisnik može željeti da prikuplja podatke sa brzinom koja je sinhrona sa nekim posebnim signalima u sistemu. Naprimjer, možemo čitati temperaturne kanale svaki put kada se impuls pojavi, koji predstavlja signal da je pritisak prešao određenu vrijednost. U ovom slučaju, interni brojači su nedovoljni za ove potrebe. Potrebno je kontrolisati brzinu akvizicije sa nekim eksternim signalom.

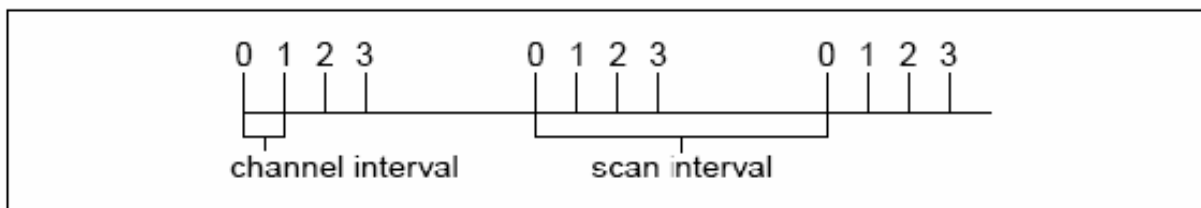
Možemo porediti skanove na kanalima uzimajući snapshot napona na analognim ulaznim kanalima. Ako postavimo brzinu skaniranja na 10 skanova u sekundi, tada mi uzimamo 10 snapshotova svake sekunde svih kanala u listi kanala. U ovom slučaju, interni sat (scan clock) setuje brzinu skaniranja, koja kontroliše vremenski interval između skanova.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

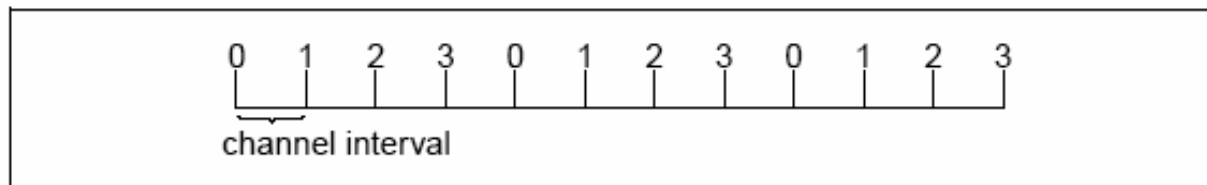
Kod većine DAQ uređaja (izuzev kod onih koji sampliraju simultano), prelazak sa jednog kanala na slijedeći odnosno sa jednog sampla na drugi, zavisi od brzine kanalnog sata (channel clock). Dakle kanalni sat je sat koji kontroliše vremenski interval između individualnih samplova unutar skana, što znači da kanalni sat (channel clock) ide brže nego skan sat. (scan clock).

Što je brži kanalni sat, to su uži razmaci u vremenu u samplovima kanala unutar svakog skana, kao što se vidi na narednoj slici:

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja



Neki DAQ uređaji nemaju scan satove, nego koriste skaniranje u krug (round-robin scanning). Naredna slika pokazuje primjer round-robin skaniranja.



Kada nema scan sata, kanalni sat se koristi da preklapa između svakog kanala u jednakim intervalima vremena. Isto kašnjenje postoji između svih uzoraka po kanalu, kao i između posljednjeg kanala u skanu, i prvog kanala u slijedećem skanu. Kod DAQ modula sa scan i kanalnim satovima, round-robin skaniranje se pojavljuje ako onemogućimo scan sat na taj način što setujemo brzinu skaniranja na 0 i koristimo interchannel delay od AI Config VI, da kontrolišemo brzinu akvizicije.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

LabView je scan-clock orijentisani program. Kada izaberemo brzinu skaniranja, LabView automatski izabere kanalni sat za korisnika. LabView izabire najveću brzinu kanalnog sata koja dozvoljava adekvatno vrijeme smirenja (settling time) za ADC.

LabView dodaje 10 μ s na medjukanalno kašnjenje da kompenzira za faktore koji nisu uzeti u obzir.

Korisnik može setovati svoju brzinu po kanalu (channel clock rate) sa interchannel delay ulazom u AI Config VI, koja poziva Advanced AI Clock Config VI da konfigurira kanalni sat. Najjednostavniji metod da se postavi medjukanalno kašnjenje je da se postepeno povećava kašnjenje, ili period sata, sve dok se ne počnu pojavljivati konzistentni podatci sa podacima od prethodnih setinga kašnjenja. Možemo utvrditi koliko je medjukanalno kašnjenje na taj način da izvršavamo AI Clock Config VI, za kanalni sat bez specificiranja frekvencije.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Vanjska kontrola kanalnog sata

Postoje situacije kada korisnik ima potrebu da eksterno kontroliše kanalni sat. Kanalna brzina je ona brzina kod koje se realizuje analogna konverzija. Na primjer, pretpostavimo da trebamo da znamo nivo jakosti signala na ulazu, svaki put kada infracrveni senzor pošalje impuls. Većina DAQ uređaja ima EXTCONV* pin ili PFI pin na I/O konektoru da bi se omogućilo korisniku da prikljući svoj kanalni sat. Kod NI 406x serije DAQ uređaja, treba koristiti EXTRIG ulazni pin. Ovaj vanjski signal mora biti TTL nivo signala.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

(Primjer Acquire N Scans –ExtChanClk VI , u examples\daq\analogin\analogin-llb gdje se koristi akvizicija sa vanjski kontrolisanim kanalnim satom. Ova VI uključuje AI Clock Config VI i vanjski izvor sata koji je spojen na I/O konektor)

Korisnik može omogućiti vanjske konverzije pozivajući napredni VI AI Clock Config. Ovaj VI se poziva od strane AI Config VI, koji normalno setuje interno kanalno kašnjenje automatski ili ručno, sa interchannel delay kontrolnim parametrom.

Pozivajući AI Clock Config VI nakon AI Config VI resetuje kanalni sat tako da on dolazi iz vanjskog izvora za vanjsku konverziju.

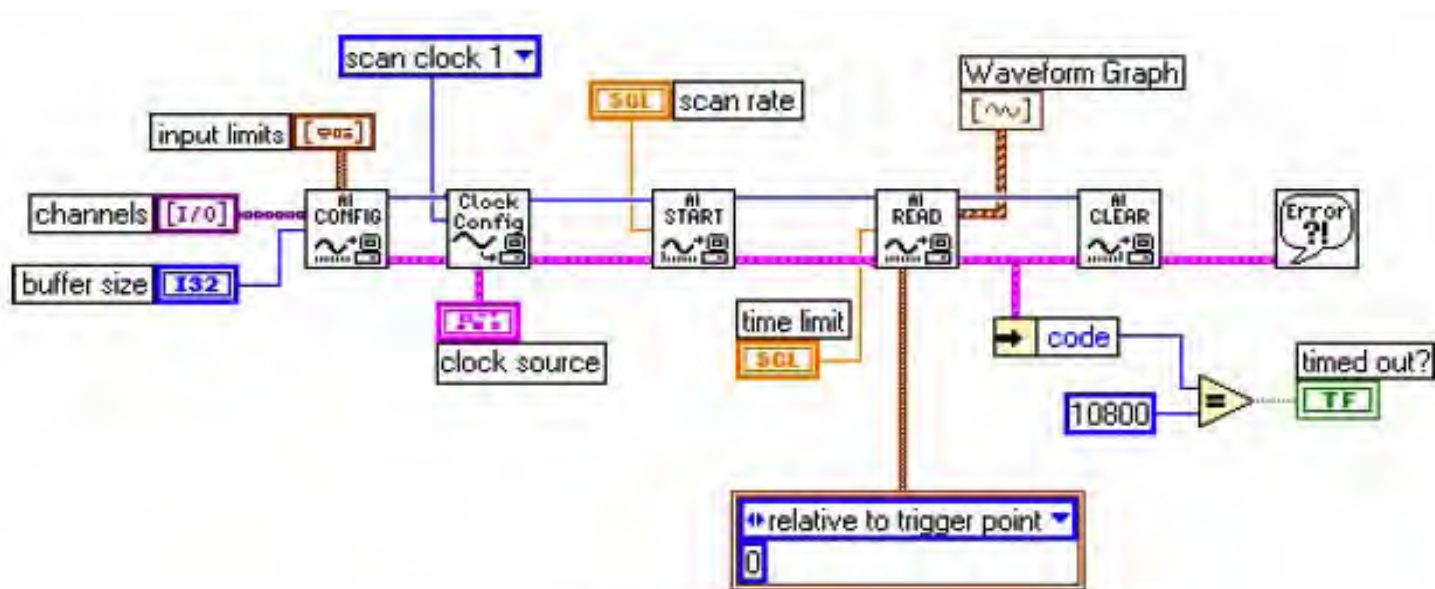
Primjetimo takodjer da je scan sat setovan na 0 da se onemogući, dozvoljavajući kanalnom satu da kontroliše brzinu akvizicije.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Na većini uređaja , eksterna konverzija se javlja na opadajućoj ivici EXTCONV* linije.. Na uređajima sa PFI linijama (kao što su NI moduli E serije) , može se postaviti Clock Source Code ulaz od AI Clock Config VI na PFI pin sa bilo opadajućom ili rastućom ivicom ili koristeći default PFI2/Convert* pin gdje konverzije se javljaju na opadajuću ivicu.

Pošto LabView određuje dužinu vremena prije nego AI Read VI tajmira na bazi interchannel delay i scan clock rate, možda će biti potrebno forsirati vremenski limit za AI Read VI, kao što je to pokazano u primjeru Acquire N Scans-ExtChanClk VI.

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja



Vanjska kontrola scan sata

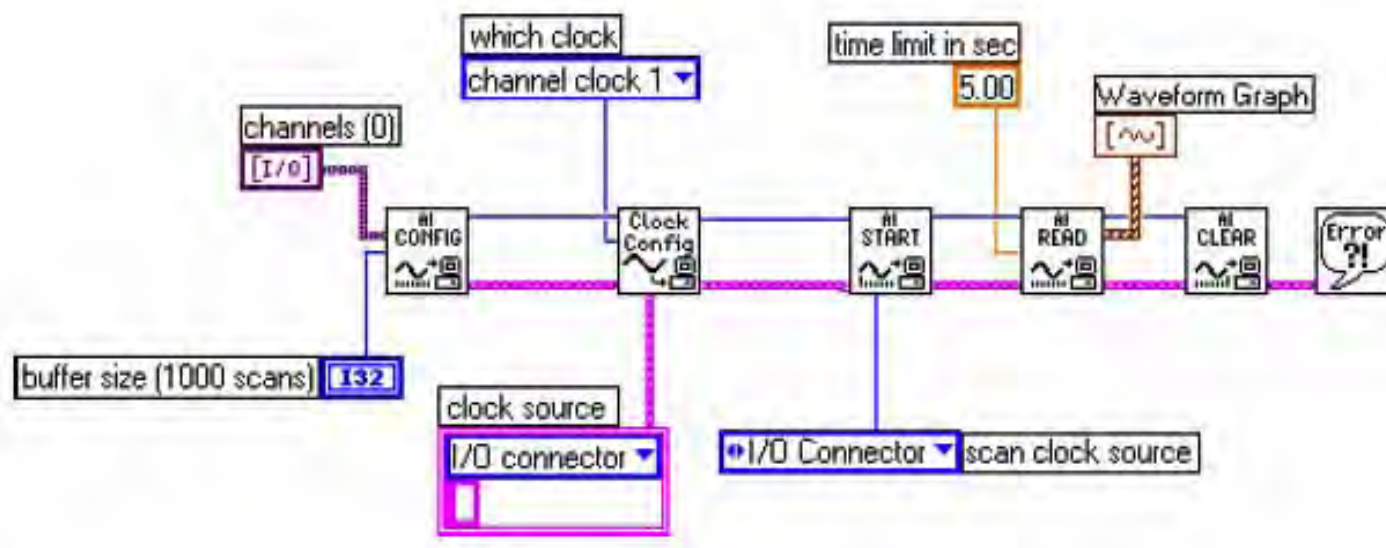
Vanjska kontrola scan sata može biti korisnija nego vanjska kontrola kanalnog sata (channel clock) , ako sampliramo višestruke kanale, ali može biti malo teže da se odredi gdje ga priključiti , pošto nema na I/O konektoru pina sa labelom ExtScanClock , kao što ima pin s labelom EXTCONV*.

Opaska: Neki MIO moduli NI, imaju izlaz na I/O konektoru koji je labeliran kao SCANCLK, koji se koristi za vanjsko multipleksiranje i nije analogni ulaz scan clocka. Ovo ne može biti korišteno kao ulaz

Povezivanje PC sa signalima iz mjernog okruženja

Vanjska kontrola scan i kanalnih satova

Korisnik može kontrolisati simultano scan i kanalne satove. Medjutim, potrebno je osigurati da se koristi odgovarajući tajming. Naredna slika demonstrira kako treba setovati aplikaciju da kontroliše obadva sata.

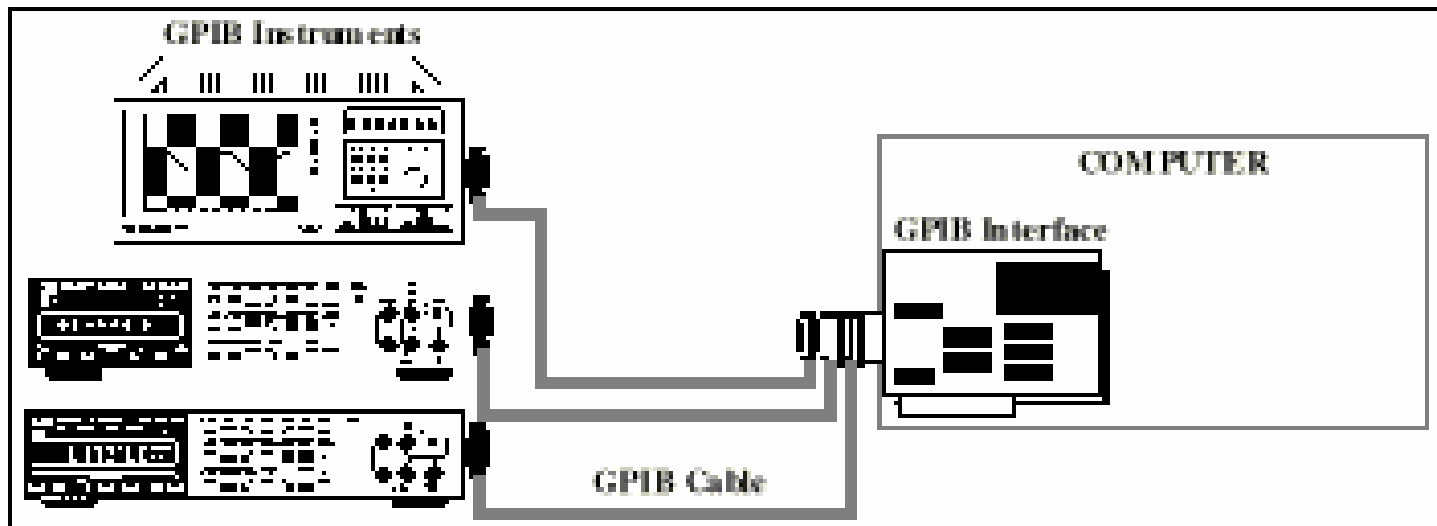


IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

GPIB bus

Interfejsni bus opšte namjene (General Purpose Interface Bus-GPIB) , takodjer nazvan i IEEE 488, je metod komuniciranja sa autonomnim instrumentima, kao što su multimetri, osciloskopi, analizatori, itd. NI proizvodi mnoštvo proizvoda za kontrolu instrumenata sa GPIB busom.

Najdirektniji metod je da se instalira plug-in GPIB kartica u PC računar i poveže instrument direktno sa ovim modulom koristeći GPIB kabel.



IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

LabVIEW GPIB funkcije kontrolišu NI GPIB interfejsne. LabVIEW koristi NI-488.2 standardni softver koji dolazi zajedno sa GPIB interfejsom.

GPIB biblioteka (Functions>>Instrument I/O) sadrži i tradicionalne GPIB funkcije kao i 488.2 funkcije. GPIB 488.2 funkcije dodaju IEEE 488.2 kompatibilnost LabVIEW-u. Ove funkcije implementiraju pozive koje IEEE 488.2 specificira i slične su rutinama u okviru NI -488.2 softvera.

GPIB instrumenti nude test i proizvodnim inženjerima najširu selekciju proizvođača instrumenata, od onih opšte namjene do specijaliziranih instrumenata.

Kontroleri(controllers), talkers I Listeners

Da bi se odredilo koji uređaj ima aktivnu kontrolu nad basom, uređaji u okviru GPIB basa se katagoriziraju kao Kontroleri , talkers (oni koji govore tj. šalju podatke) I listeners (tj. oni koji slušaju odnosno primaju podatke). Svaki uređaj na GPIB basu ima jedinstvenu GPIB primarnu adresu između 0 i 30.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

Kontroler definira komunikacione linkove, odgovara uređajima na njihove zahtjeve za servisima, šalje GPIB komande, i prenosi ili prima kontrolu nad basom.

Talkeri su instruirani od strane kontrolera da govore ,i postave podatke na GPIB. U svakom datom trenutku vremena , samo jedan uređaj može biti adresiran da govori na basu.

Listeneri su adresirani od strane Kontrolera da slušaju i čitaju podatke sa GPIB basa. Više uređaja istovremeno može biti određeno od strane kontrolera da sluša (prima podatke).

Hardwareška specifikacija GPIB basa.

GPIB je digitalni , paralelni bas sa 24 linije. Sastoji se od osam linija podataka (data lines DIO 1-8), 5 linija za upravljanje basom (EOI, IFC, SRQ, ATN, REN), tri handshake (sinhronizacione) linije (DAV, NRFD, NDAC),i osam linija umašenja.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

Značenje pojedinih linija je :

Linije za upravljanje GPIB basom :

- ATN (attention) : kontroler postavlja ovu liniju na 1 (true) kada šalje komande, i na 0 (false) kada šalje data poruke
- IFC (Interface clear) : Kontroler upravlja ovom linijom da bi inicijalizirao bas i postavio sam sebe u CIC (controller in charge) mode
- REN (remote enable): kontroler upravlja REN linijom da postavi uređaje u remote ili lokalni programski mod.
- SRQ (service request): svaki uređaj na GPIB basu može upravljati asinhrono ovom linijom da bi zahtjevao servis od Kontrolera.
- EOI (end of identify): Talker koristi ovu liniju da označi kraj svoje poruke koju šalje slušaocima (listenerima). Kontroler koristi ovu liniju kada provodi paralelno poliranje (prozivku)

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

Značenje pojedinih linija je :

Linije za sinhronizaciju (handshake) :

- NRFD (not ready for data) : Uredjaj koji sluša (listener) je spreman/ nepsreman da primi bajt poruke. Koristi se takodjer i od strane Talkera da signalizira da će podatke slati preko HS 488 (high speed 488)
- NDAC (not data accepted) : Uredjaj koji sluša (Listener) je/nije prihvatio bajt poruke.
- DAV (data valid): Uredjaj koji je Talker indicira da su signali na data linijama DIO 1-8 stabilni (validni) i da ih listeneri mogu očitati.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

GPIB koristi dakle 8 bitni paralelni odnosno bajt serijski, asinhroni prenos podataka. Ovo znači da su cijeli bajti sekvencijalno handšejkirani duž basa sa brzinom koju određuje najsporiji učesnik u prenosu podataka.

Pošto je jedinica podatka na GPIB basu bajt (osam bita), poruke koje se prenose su vrlo često kodirane kao stringovi ASCII karaktera.

Dodatne električne specifikacije dozvoljavaju podacima da se prenose preko GPIB-ja sa maksimalnom brzinom od 1 MB/sec, pošto je GPIB linijski transmisioni sistem. Ove specifikacije su:

- maksimalna udaljenost od 4 m između bilo koja dva uređaja i prosječna udaljenost od 2 m na cijeloj dužini basa.
- Maksimalna dužina kabla od 20 m.
- Maksimalno 15 uređaja se može spojiti na svaki bas sa najmanje 2-3 uređaja kao aktivno (tj. napajano iz mreže a ne sa basa).

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

Ako korisnik prekorači bilo koji od ovih limita, biće potreban dodatni hardware da produži dužinu basa ili poveća broj dozvoljenih uređaja.

Veća brzina u prenosu podataka može se postići sa HS488 (high speed 488) uređajima i kontrolorima što predstavlja jedno proširenje GPIB specifikacija i podržano je od strane kontrolera koje proizvodi NI.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

Pošto originalni IEEE dokument nije sadržavao uputstva za preferiranu sintaksu i formate komandi, nastavljene su aktivnosti na specifikacijama da bi se povećala kompatibilnost i konfigurabilnost između test i mjernih sistema. Ove aktivnosti su rezultirale u dopunjenom standardu IEEE 488.2, Codes, Formats, protocols and Common Commands, for use with IEEE 488. Ovaj raniji je preimenovan u IEEE 488.1. IEEE 488.2 ne zamjenjuje IEEE 488.1. Mnogi uređaji su još uvijek u skladu samo sa IEEE 488.1. Standard IEEE 488.2 se nadograđuje na IEEE 488.1 definirajući minimalni skup mogućnosti povezivanja uređaja, zajednički skup kodova i formata podataka, protokol za poruke između uređaja, generički skup neophodnih zajedničkih komandi za uređaje, i novi model za izvještavanje o statusu uređaja.

U 1990 godini, IEEE 488.2 je uključio "Standardne komande za programabilne instrumente" (SCPI – STANDARD COMMANDS FOR PROGRAMMABLE INSTRUMENTATION). SCPI definira specifične komande koje svaka klasa instrumenata mora da izvršava.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

Time, SCPI garantira kompletnu kompatibilnost i konfigurabilnost sistema izmedju ovih instrumenata. Nije više potrebno učiti različite komande za svaki instrument , i lako se može zamjeniti instrument jednog proizvođača sa instrumentom drugog proizvođača.

IEEE 488.2 Specifikacije

IEEE Standard 488.2-1987, je ohrabrio daljnji rast i prihvatanje IEEE 488 basa ili GPIB basa, riješavajući probleme koji su proizašli iz originalnog 488 standarda. IEEE 488.2 standard je definiran na osnovu premise da treba ostati kompatibilan sa postojećim 488.1 standardom. Osnovni koncept koji je korišten u 488.2 specifikacijama za komunikaciju izmedju kontrolera i instrumenata je bio " precizno govorenje" (precise talking) , i "opraštajuće slušanje" (forgiving listening). Drugim riječima, IEEE 488.2 precizno definira kako IEEE 488.2 kontroleri i instrumenti govore, tako da kompletan IEEE 488.2 kompatibilni sistem može biti visoko pouzdan i efikasan.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

Standard je također zahtjevao da IEEE 488.2 uređaji mogu biti sposobni da rade sa postojećim IEEE 488.1 uređajima, prihvatajući širok opseg komandi i formata podataka kao Slušaoci (Listeners). Međutim, pun opseg i prednosti IEEE 488.2 standarda se mogu ostvariti kada je kompletan sistem IEEE 488.2 kompatibilan.

Kontroleri

Mada IEEE 488.2 je imao manje odraza na Kontrolere nego na instrumente, postoji nekoliko zahtjeva i opcionih poboljšanja za Kontrolere, koji su učinili da IEEE 488.2 kontroler postane neophodna komponenta testnih sistema. IEEE 488.2 je precizno definirao način na koji Kontroleri šalju komande i podatke kao i dodatne funkcionalnosti koje imaju. Zbog ovih zahtjeva na IEEE 488.2 kontrolere, proizvođači instrumenata mogli su dizajnirati kompatibilnije i efikasnije instrumente. Beneficije ove standardizacije za onoga ko razvija testni sistem su u smanjenom vremenu potrebnom za razvoj, pošto on rješava probleme vezane sa nekompatibilnostima instrumenata, varirajućim strukturama komandi i formata podataka.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

Zahtjevi na IEEE 488.2 kontrolere

IEEE 488.2 je definirao niz zahtjeva za Kontroler, uključujući i egzaktan skup IEEE 488.1 interfejsnih mogućnosti, kao što je pulsiranje interfejsne CL linije (clear line) svakih 100 μ s, setovanje i detekcija EOI (END MESSAGE – kraj poruke), setovanje i potvrđivanje REN (Remote Enable) linije , detekcija stanja i tranzicija SRQ (Service Request) linije, detekcija stanja NDAC, i time-out bilo koje I/O transakcije. Ostali ključni zahtjevi za Kontrolere su sekvence za kontrolu basa i bas protokoli.

IEEE 488.2 kontrolne sekvence

IEEE 488.2 standard definira kontrolne sekvence koje specificiraju egzaktne IEEE 488.1 poruke koje se šalju od Kontrolera kao i redosljed višestrukih poruka. IEEE 488.2 definira 15 zahtjevanih kontrolnih sekvenci i 4 izborne kontrolne sekvence, kao što je pokazano u narednoj tabeli br. 1. IEEE 488.2 kontrolne sekvence opisuju egzaktna stanja od GPIB i redosljed komandnih poruka za svaku definiranu operaciju.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

IEEE 488.2 kontrolne sekvence otklanjaju nejasnoće mogućih stanja basa, tako da su instrumenti i Kontroleri mnogo više međusobno kompatibilni. Egzaktno definirajući stanje basa i kako uređaji trebaju odgovoriti na specifične poruke, IEEE 488.2 rješava probleme u razvoju sistema.

Opis	Kontrolna sekvenca	Obaveznost primjene
Pošalji ATN-true komande	SEND COMMAND	Obavezno
Postavi adresu da se pošalju podaci	SEND SETUP	Obavezno
Pošalji ATN-false podatke	SEND DATA BYTES	Obavezno
Pošalji programsku poruku	SEND	Obavezno
Postavi adresu da se prime podaci	RECEIVE SETUP	Obavezno
Primi ATN-false podatke	RECEIVE RESPONSE MESSAGE	Obavezno
Pulsiraj IFC liniju	SEND IFC	Obavezno
Postavi uređaj u DCAS	DEVICE CLEAR	Obavezno
Postavi uređaj u lokalno stanje	ENABLE LOCAL CONTROLS	Obavezno

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

Opis	Kontrolna sekvenca	Obaveznost primjene
Postavi uređaj u udaljeno stanje	ENABLE REMOTE	Obavezno
Postavi uređaj u remote sa lokalnim blokiranim stanjem (lockout)	SET RWLS	Obavezno
Postavi uređaje u lokalno blokirano stanje	SEND LLO	Obavezno
Očitaj IEEE 488.1 statusni bajt	READ STATUS BYTE	Obavezno
Pošalji grupni izvršni triaer za GET poruku	TRIGGER	Obavezno
Prepusti kontrolu drugom uređaju	PASS CONTROL	Opciono
Voditi paralelno prozivanje	PERFORM PARALLEL POLL	Opciono
Konfiguriraj odzive uređaja na paralelnu prozivku	PARALLEL POLL CONFIGURE	Opciono
Onemogućiti odzive uređaja na paralelne prozivke	PARALLEL POLL UNCONFIGURE	Opciono

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

IEEE 488.2 protokoli

Protokoli su visokonivovske rutine koje kombiniraju niz kontrolnih sekvenci da bi izvršile standardne operacije testiranja sistema. IEEE 488.2 definira dva zahtjevana protokola i šest opcionih protokola, kako je pokazano u narednoj Tabeli Br. 2. Ovi protokoli reduciraju vrijeme potrebno za razvoj, pošto oni kombinuju nekoliko komandi da bi se izvršile najčešće operacije koje se zahtjevaju od bilo kojeg test sistema. RESET protokol obezbjeđuje da GPIB je bio inicijaliziran, i da svi uređaji su očišćeni (cleared) i postavljeni u poznato stanje. Protokol ALLSPOLL proziva svaki uređaj na serijskom basu i vraća statusni bajt od svakog uređaja. Protokoli PASSCTL i REQUESTCTL prenose kontrolu nad basom između više različitih uređaja. Protokol TESTSYS instruiira svaki uređaj da izvršava svoje vlastite samotestove i izvjesti Kontroler da li ima problema pri izvršavanju ovih testova, i da li su spremni za rad.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

Možda dva najvažnija protokola su FINDLSTN i FINDRQS. Protokol FINDLSTN počiva na mogućnosti IEEE 488.2 Kontrolera da nadzire linije basa da bi locirao uređjaje koji slušaju na basu. Kontroler implementira FINDLSTN protokol izdavanjem specifične adrese slušanja, a onda monitoruje NDAC hendšejk liniju da bi odredio da li uređjaj postoji na toj adresi. Kao rezultat FINDLSTN protokola se dobije lista adresa svih lociranih uređjaja. FINDLSTN se koristi na početku aplikacionog programa da bi se obezbjedila korektna konfiguracija sistema i da se dobije validna lista GPIB uređjaja koja se može dalje koristiti kao ulazni parametar za sve druge IEEE 488.2 protokole. Ova sposobnost IEEE 488.2 kontrolera da nadzire linije basa je takodjer korisna da se detektuju i dijagnosticiraju problemi unutar test sistema.

FINDRQS protokol je efikasan mehanizam za lociranje i prozivanje uređjaja koji zahtjevaju servise. On koristi sposobnost IEEE 488.2 Kontrolera da detektuje FALSE na TRUE tranziciju SRQ linije.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

Korisnik će prioritizirati ovu ulaznu listu uređaja, tako da kritičniji uređaji prvi prime servis. Ako aplikacioni program može odmah da skoči na ovaj protokol neposredno nakon potvrđivanja SRQ linije, on će značajno povećati programsku efikasnost i propusnost.

Tabela Br. 2 IEEE 488.2 protokoli Kontrolera

Ključna riječ	IME komande	Obaveznost primjene
RESET	Resetuj sistem	Obavezna
FINDRQS	Nadji uređaj koji zahtjeva servis	Opciono
ALLSPOLL	Serijska prozivka svih uređaja	Obavezna
PASSCTL	Prenesi kontrolu	Opciono
REQUESTCTL	Zahtjevaj kontrolu	Opciono
FINDLSTN	Nadji instrumente koji slušaju	Opciono
SETADD	Postavi adresu	Opciono, ali zahtjeva FINDLSTN
TESTSYS	Samo testiranje sistema	Opciono

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

Tabela Br. 3 IEEE 488.2 Obavezne zajedničke komande

Mnemonic	Grupa	Opis komande
*IDN?	Sistemski podatci	Upit identifikacije
*RST	Interne operacije	Reset
*TST?	Interne operacije	Upit za samotestiranje
*OPC	Sinhronizacija	Operacija kompletna
*OPC?	Sinhronizacija	Upit o kompletnosti operacije
*WAI	Sinhronizacija	Čekaj da se kompletira
*CLS	Status i događaj (event)	Očisti status
*ESE	Status i događaj (event)	Status događaja omogućen
*ESE?	Status i događaj (event)	Upit da li je omogućen status događaja
*ESR?	Status i događaj (event)	Upit za stanjem status registra događaja
*SRE	Status i događaj (event)	Omogući zahtjev za servisom
*SRE?	Status i događaj (event)	Upit za omogućenje zahtjeva za servisom
*STB?	Status i događaj (event)	Upit za očitavanje status bajta

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

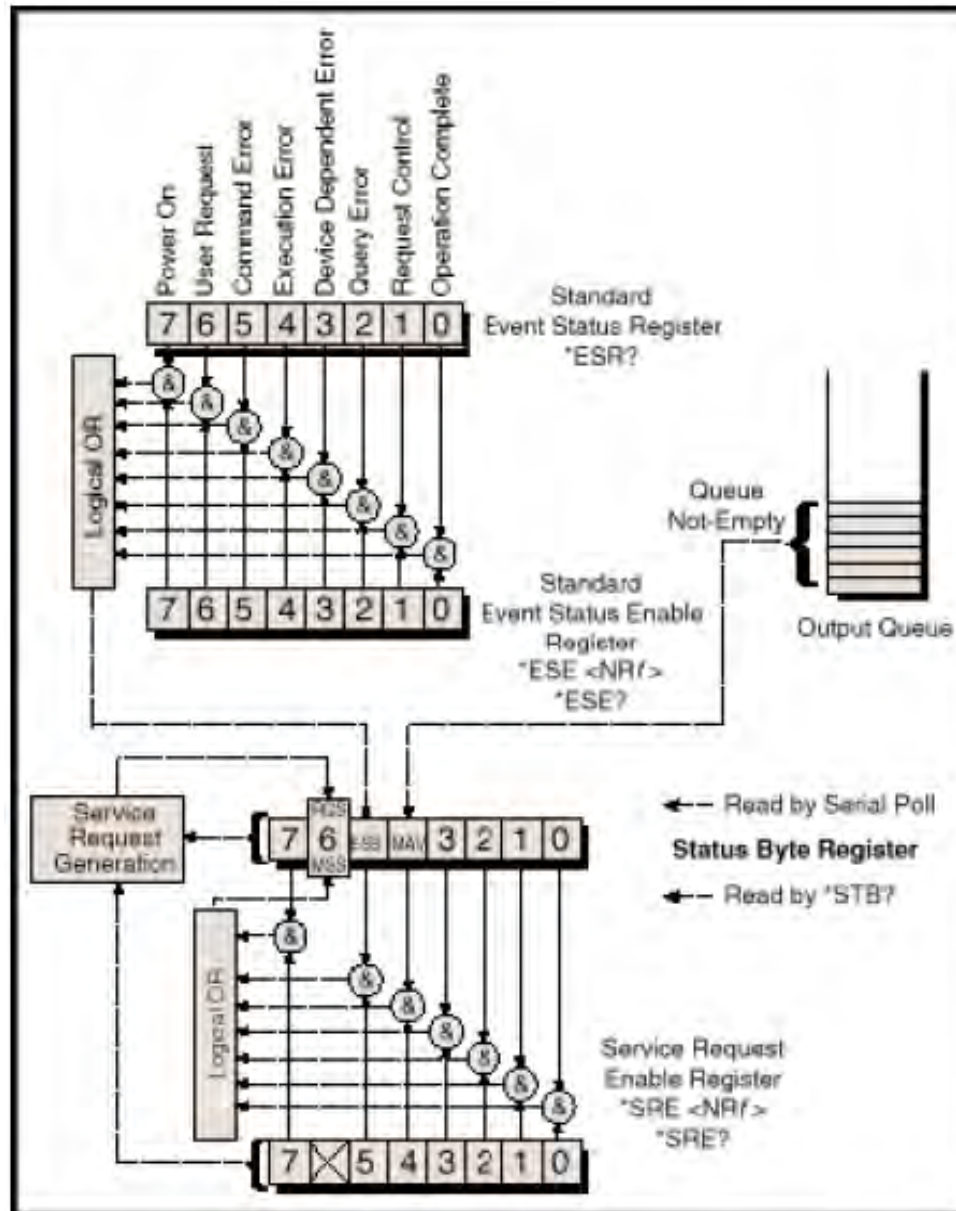
IEEE 488.2 Instrumenti

IEEE 488.2 instrumenti se mogu lakše programirati jer oni se odazivaju na zajedničke komande i upite na dobro definirani način koristeći standardne protokole za razmjenu poruka i formate podataka. IEEE 488.2 protokol za razmjenu podataka je osnova za SCPI standard koji čini programiranje test sistema još lakšim. IEEE 488.2 definira minimalni skup od IEEE 488.1 intefejsnih mogućnosti koje jedan instrument mora posjedovati. Svi uređaji moraju biti u stanju da šalju i primaju podatke, zahtjevaju servis, i odazivaju se na poruku za čišćenje uređaja (device clear). IEEE 488.2 precizno definira format komandi koje su poslate instrumentima kao i format i kodiranje odziva koje šalju instrumenti. Svi instrumenti moraju izvršavati neke operacije da bi komunicirali na basu i izvještavali o svom statusu.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

Pošto ove operacije su zajedničke za sve instrumente, IEEE 488.2 definira programske komande koje se koriste da se izvrše ove operacije kao i upite koji se koriste da se dobiju informacije o statusu instrumenata. Ove zajedničke komande i upiti su pokazani u prethodnoj Tabeli Br. 3. Pošto IEEE 488.2 standardizira izvještavanje o statusu, Kontroler tačno zna kako da dobije statusnu informaciju od svakog instrumenta u sistemu. Ovaj model izvještavanja o statusu se gradi na IEEE 488.1 statusnom bajtu da bi se obezbjedila detaljnija statusna informacija. Ovaj model izvještavanja o statusu je prikazan na narednoj slici :

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA



IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

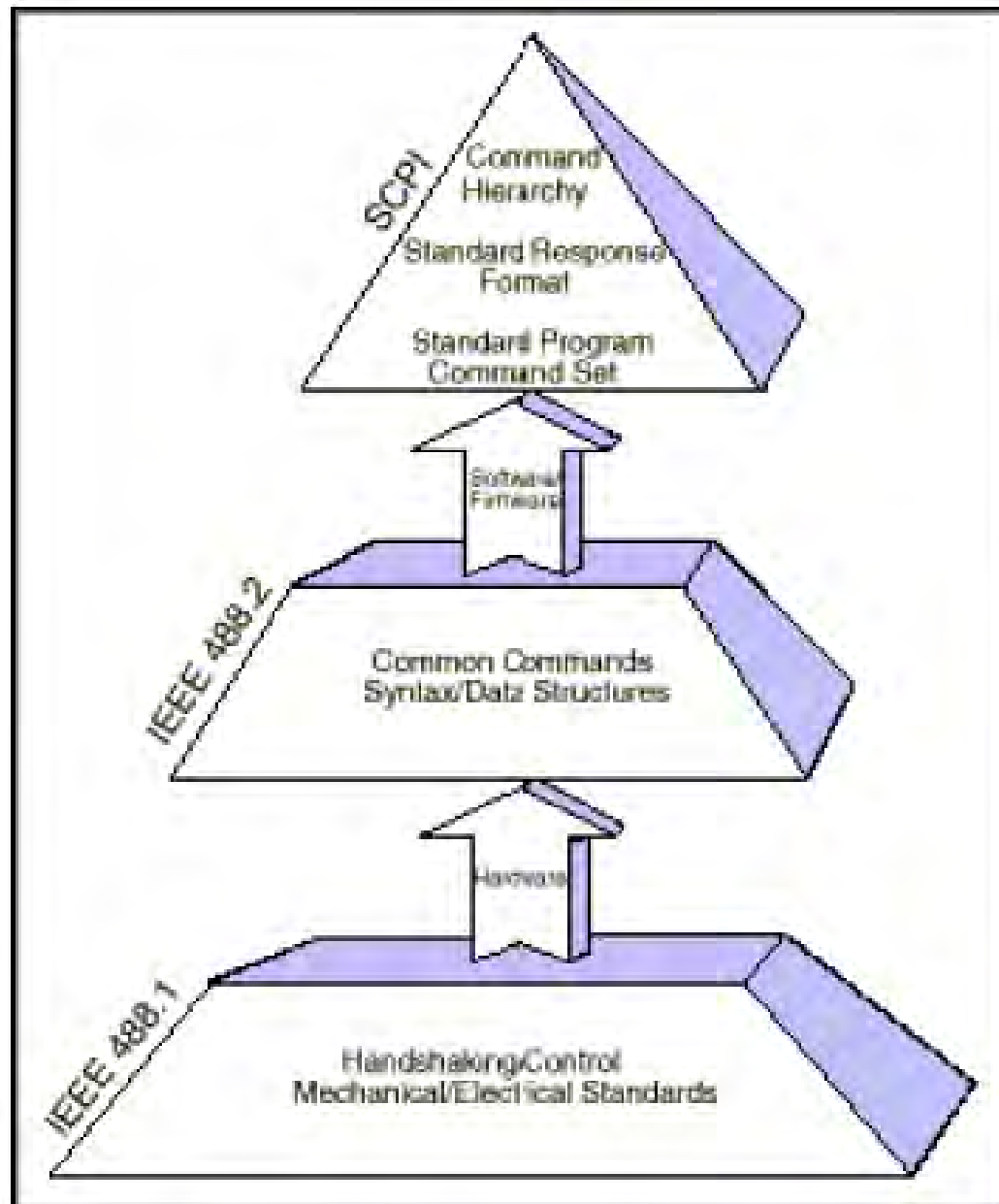
SCPI Specifikacije

SCPI specifikacije proširuju IEEE 488.2 zajednički komandni set, definirajući razumljivi set jednostrukih komandi, pogodan za sve instrumente. Naprimjer, svi SCPI kompatibilni voltmetri, bez obzira na proizvođača i model, odzivaju se na istu komandu za očitavanje AC napona. Njihov format odziva je također isti.

SCPI obuhvata mnoge komande i protokole koje definira hadverski nezavisni dio IEEE 488.2 standarda.

Naredna slika pokazuje strukturu GPIB standarda.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA



IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

Kombinirajući IEEE 488.2 i SCPI vodi ka većoj produktivnosti, zbog standardnih softverskih komandi i trenutačnoj zamjenjivosti. Dakle umjesto da učimo različite setove komandi za svaki programabilni instrument, mi se možemo koncentrirati na rješavanje problema mjerenja.

Mada mi možemo miješati SCPI i non-SCPI instrumente, naš kompletan sistem mora biti u saglasnosti sa IEEE 488.2 da bi mogli imati sve beneficije koje standard donosi.

HS488 Protokol

Normalne brzine prenosa na GPIB (General –Purpose Interface Bus) , su reda 1MB/sec. High-speed (HS 488) bus , može postići brzine prenosa od 8 MB/sec.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

HS 488 hendšejk protokol

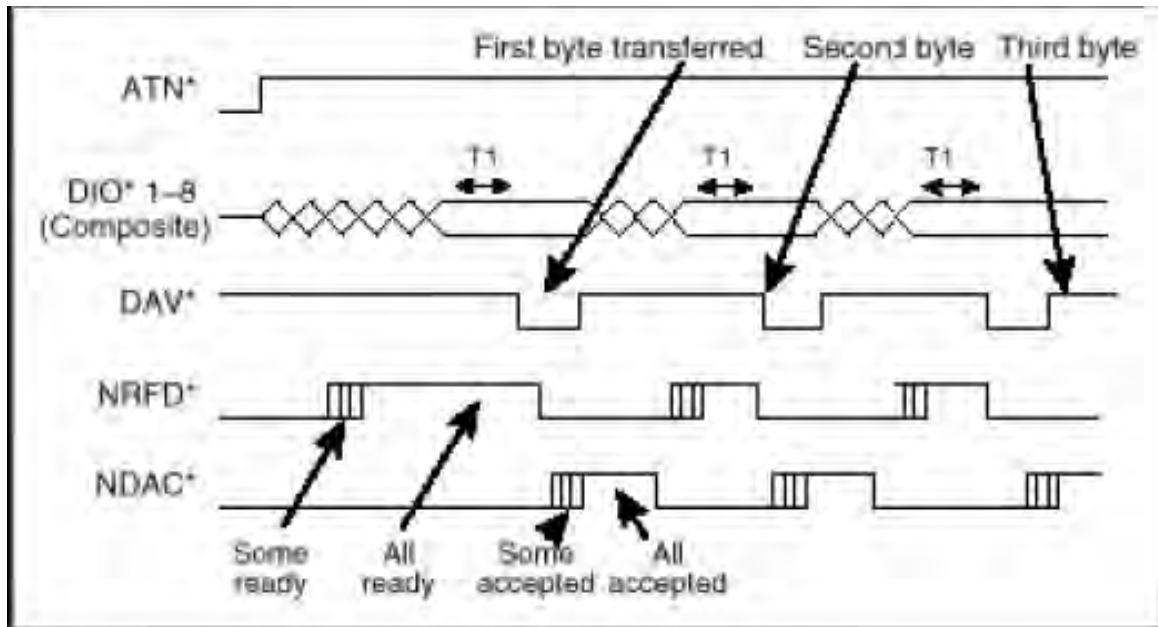
National Instrument(NI) je razvio i patentirao GPIB hendšejk(handshake) protokol velike brzine (koji je nazvan HS488) , da bi povećao brzinu prenosa na GPIB basu. Svi uređjaji koji su uključeni u prenos podataka moraju biti usaglašeni sa HS488 standardom , da bi mogli korsičiti HS488 protokol, ali ako postoje i non-HS488 uređjaji na basu, onda se HS488 uređjaji automatski prebacuju na korištenje IEEE 488.1 hendšejk protokol da bi se osigurala kompatibilnost.

Dakle HS488 je superset IEEE 488 standarda. HS488 je prihvaćen kao dodatak na IEEE 488.1 standard u 2003 godini.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

IEEE 488 hendšejk

Standardni IEEE 488.1 trožični hendšejk (pokazan na narednoj slici), zahtjeva da Slušalac (listener) postavi Not Ready for Data (NRFD) (nije spreman za podatke), Govornik (Talker) da postavi Data Valid (DAV) signal da bi indicirao Slušaocu da je bajt podatka raspoloživ, i zatim da Listener postavi Not Data Accepted (NDAC) (podatak nije prihvaćen) signal. kada je prihvatio taj bajt podatka.



IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

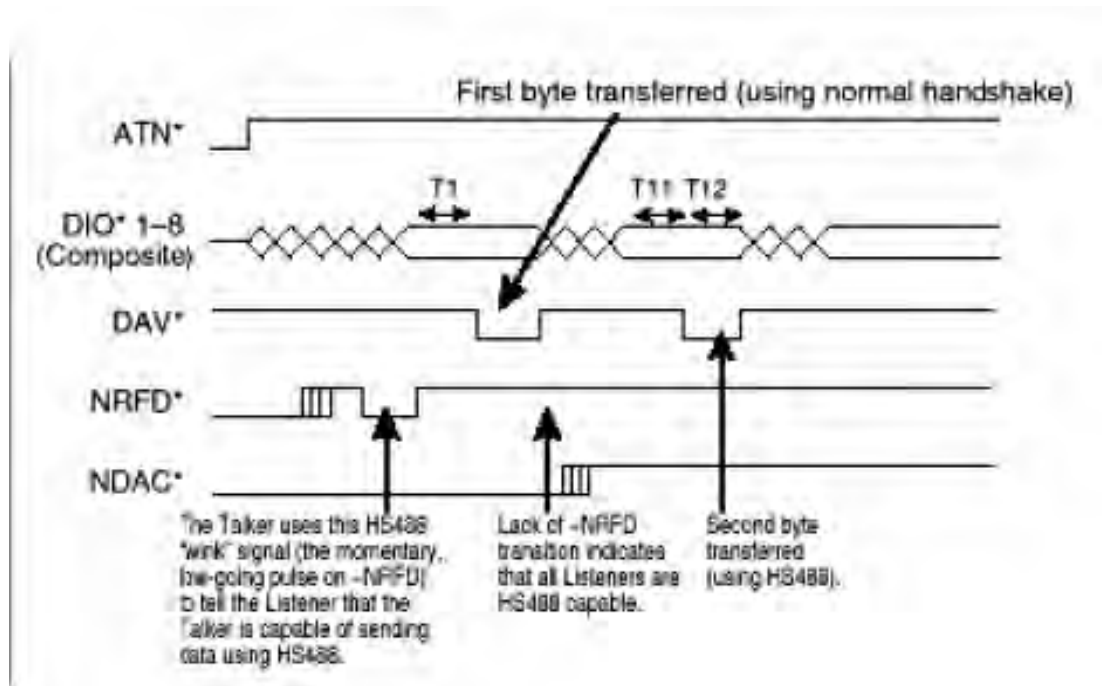
Bajt se ne može prenjeti za manje vremena nego što je potrebno da se slijedeći događaji pojave:

- * NRFD propagira do Govornika (Talkera)
- * DAV signal propagira do slušalaca
- * Slušaoci prihvataju bajt i potvrđuju NDAC
- * NDAC propagira unatrag do Govornika
- * Govornik dozvoljava vrijeme za postavljanje (T1) prije nego ponovno postavi DAV signal

HS4888 hendšejk

HS488 povećava propusnost sistema na taj način što otklanja propagaciona kašnjenja udružena sa trožičnim hendšejkom. Da bi se omogućio HS488 hendšejk, Govornik (Talker) pulsira NRFD signalnu liniju nakon što Kontroler adresira sve Slušaoce. Ako je Slušalac sposoban za HS488, prenos se pojavljuje koristeći HS488 hendšejk , koji je pokazan na narednoj slici:

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA



Jedanput kada je HS488 omogućen, Govornik postavlja bajt na GPIB DIO linije, čeka preprogramirano vrijeme smirenja, postavlja DAV, čeka preprogramirano vrijeme držanja, resetuje DAV, i postavlja u opisanoj sekvenci slijedeći bajt podatka na DIO linijama. Slušaoci drže NDAC nepotvrdjenim i moraju prihvatiti bajt unutar specificiranog vremena držanja. Bajt se mora prenjeti u vremenu postavljenom od strane vremena smirenja i vremena držanja, bez da se čeka na bilo koji signal da propagira duž GPIB kabla.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

HS488 kontrola toka transfera podataka

Slušalac može postaviti NDAC da spriječi privremeno da više bajta bude transportovano, ili postaviti NRFD da prinudi Govornika da koristi trožični hendšejk. Pomoću ovih metoda, Slušalac može ograničiti prosječnu brzinu prenosa podataka. Medjutim, Slušalac mora imati ulazni bafer koji može prihvatiti kratke prolome (bursts) podataka pri maksimalnoj brzini prenosa, pošto do trenutka kada NDAC ili NRFD signali propagiraju natrag do Govornika, Govornik je možda već bio poslao drugi bajt.

Zahtjevana vremena smirenja i držanja su konfigurabilna od strane korisnika, zavisno od ukupne dužine kabla i broja uređaja u sistemu. Izmedju dva uređaja i 2m kabla, HS488 može prenjeti podatke brzinom i do 8 MB/sec. Za sistem u punoj konfiguraciji sa 15 uređaja i 15 m kabla, HS488 brzina prenosa može dostići do 1.5 MB/sec.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

HS488 kontroleri uvijek koriste standardni IEEE 488.1 trožični hendšejk da prenesu GPIB komande (bajti sa Attention (ATN) se potvrđuju).

GPIB softver

Možemo koristiti Measurement & Automation Explorer (MAX) , da ostvarimo slijedeće GPIB vezane aktivnosti:

- * Korištenje NI-488.2 Getting Started Wizarda da uspostavimo osnovne komunikacije sa GPIB instrumentima
- * Skanirati za GPIB instrumente spojene na GPIB interfejs.
- * Koristiti NI-488.2 Troubleshooting Wizard da riješimo probleme vezane sa instaliranjem i konfiguriranjem GPIB instrumenata
- * Koristiti NI Spy da nadziremo NI-488.2 ili NI-VISA API pozive ka GPIB interfejsima

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

- * Konfigurirati GPIB interfejsne postavke
- * Pristupiti help resursima za GPIB i NI- 488.2
- * Dodati ili otkloniti GPIB interfejse
- * Dobiti informacije o instaliranim softverskim verzijama, i opciono uraditi upgrade za najnovije verzije softvera.

NI Spy

Ovaj softverski alat u sastavu MAX eksplorera monitoruje NI-488.2 API pozive koje šalje aplikacija bez da se moraju rekompilirati. NI Spy nadzire, zapisuje, i prikazuje NI-488.2, NI-VISA, i IVI pozive koje prave aplikacije. Daje nam mogućnost da na lagan način verificiramo aplikaciju da li korektno radi, otkrivamo i lokalizujemo greške u radu aplikacije, i verificiramo komunikaciju sa GPIB instrumentom. NI Spy dinamički hvata (capture) i prikazuje sve NI-488.2 API pozive koje čini bilo koja aplikacija koja se izvršava na sistemu.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

Interaktivni kontrolni program

Iskusniji korisnici mogu da koriste puni pristup ka NI-488.2 API pozivima koristeći interaktivni kontrolni program (interactive control utility). Sa ovim razvojnim i debugirajućim alatom je moguće interaktivno komunicirati (read , write, serial poll, itd) , sa GPIB instrumentom , sa tastature. Interaktivni kontrolni linkovi se povezuju sa online helpom da se dobije brz pristup sa NI-488.2 API sintaksom, kodovima grešaka, i statusnim varijablama.

GPIB Analyzer softver

Za najiskusnije korisnike, GPIB analizator omogućava kompletnu analizu dogadjaja na GPIB basu. Ova aplikacija nadzire, hvata, i participira u aktivnostima na GPIB basu. Ovaj softver uključuje alate da se pomogne da se analiziraju podatci koje hvatamo.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

Analizirajući ove podatke može nam pomoći da riješimo mnoge poteškoće udružene sa GPIB komunikacijom, kao što su nekonzistentnosti adresiranja, narušavanje protokola, i uslovi timeouta na basu.

Tradicionalne NI-488 funkcije

Tradicionalne NI-488 funkcije koje su de facto industrijski standard za GPIB programiranje su u potpunosti kompatibilne sa IEEE 488.2. Visoko nivovske funkcije uređaja su najbolji izbor za većinu korisnika. One automatski vode računa o GPIB komunikacionom protokolu koji je potreban da se upravlja uređajima na basu. Nisko nivovske funkcije na novou modula (board), nude fleksibilnost da se može upravljati i sa neobičajenim i teškim GPIB situacijama. Donje tabele daju neke od tih NI-488.2 funkcija, grupiranih po funkcionalnosti, sa kratkim opisom svake od njih.

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

GPIB funkcije čitanja sa (read from) i upisivanja na (write to) GPIB uređaje

Tradicionalne NI-488 funkcije	Opis
ibrd	Čitaj podatke u bafer
ibrda	Čitaj podatke asinhrono u bafer
ibrdf	Čitaj podatke u fajl
ibwrt	Piši podatke iz bafera
ibwrta	Piši podatke asinhrono iz bafera
ibwrtf	Piši podatke iz fajla

GPIB funkcije kontrole uređaja – Direktno upravljanje basom i instrukcije prozivanja uređaja

Tradicionalne NI-488 funkcije	Opis
ibdev	Otvori i inicijaliziraj deskriptor uređaja
ibtrg	Trigeruj uređaj
ibclr	Očisti specificirane uređaje
ibrsp	Vrati bajt serijskog proziva sa uređaja
ibrpp	Provedi paralelno prozivanje
ibppc	Konfiguriraj uređaj za paralelnu prozivku
ibpct	Prenesi kontrolu
ibonl	Postavi uređaj online/offline

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

GPIB funkcije upravljanja basem – Izvršava akcije na nivou čitavog sistema i obezbjedjuje status sistema

Tradicionalne NI-488 funkcije	Opis
ibfind	Otvori deskriptor modula
ibsic	Pošalji očisti interfejs (IFC)
ibsre	Set/Clear liniju da omogući remote (REN)
ibcac	Postani aktivni kontroler
ibln	Provjeri za prisutnost GPIB uređaja

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

GPIB funkcije upravljanja basem – Izvršava akcije na nivou čitavog sistema i obezbjeđuje status sistema

Tradicionalne NI-488 funkcije	Opis
ibfind	Otvori deskriptor modula
ibsic	Pošalji očisti interfejs (IFC)
ibsre	Set/Clear liniju da omogući remote (REN)
ibcac	Postani aktivni kontroler
ibln	Provjeri za prisutnost GPIB uređaja
ibgts	Ide iz aktivnog kontrolora u standby
iblines	Dobij status GPIB bus management linija
ibloc	Idi u lokal
iblck	Prikupi/oslobodi ekskluzivni interfejsni lock
ibstop	Odbaci asinhroni I/O
ibwait	Čekaj za GPIB događaj

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

GPIB konfiguracione funkcije – postavi i dobij informaciju o NI-488.2 konfiguraciji drajvera

Tradicionalne NI-488 funkcije	Opis
ibask	Vrati informaciju o konfiguraciji drajvera
ibconfig	Konfiguriraj drajver
ibdma	Omogući/ onemogući DMA
ibeos	Promjeni/ onemogući end-of-string (EOS) mod
ibeot	Omogući/ onemogući END poruku
ibpad	Promjeni primarnu adresu
ibrsc	Zahtjevaj/oslobodi sistemsku kontrolu
ibsad	Promjeni sekundarnu adresu
ibtmo	Promjeni/ onemogući vremenski limit

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

GPIB nisko nivovske I/O funkcije – pošalji detaljniju informaciju

Tradicionalne NI-488 funkcije	Opis
ibcmd	Pošalji GPIB komande iz bafera
ibcmda	Pošalji GPIB komande asinhrono iz bafera

GPIB Govornik/Slušalac funkcije – koristiti u situacijama gdje GPIB interfejs nije kontroler

Tradicionalne NI-488 funkcije	Opis
ibist	Set/ clear individualni statusni bit za paralelno prozivanje
ibrsv	Zahtjevaj servis

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

Primjer programa koji koristi tradicionalne NI-488 funkcije

Naredni primjer u C programskom jeziku koristi NI-488 visoko
nivovske funkcije za uređaje da se prozove GPIB uređaj da se
identificira :

```
int dvm;  
char id[20];  
dvm= ibdev ( 0,1,0,T10s,1,0);  
ibwrt( dvm, “*IDN?”, 5);  
ibrd(dvm, id, 20);
```

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

IEEE 488.2 tip funkcija

IEEE 488.2 tip funkcija implementiraju kontrolerske sekvence i protokole definirane u IEEE 488.2. Možemo specificirati bilo jednostruku adresu uređaja ili listu adresa uređaja tako da možemo lagano adresirati više od jednog uređaja. Naredne tabele pokazuju neke od ovih funkcija grupirane u skladu sa funkcionalnošću sa kratkim opisom svake od njih.

IEEE 488.2 Jednostavni I/O uređaj – Čitaj i piši na pojedinačne GPIB uređaje

IEEE 488.2 tip funkcije	Opis
Send	Pošalji bajte podataka na jednostruki GPIB uređaj
Receive	Čitaj bajte podataka sa GPIB uređaja

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

IEEE 488.2 Višestruki I/O uređaj – Piši istu poruku na nekoliko slušalaca sa jednostrukim prenosom poruke

IEEE 488.2 tip funkcije	Opis
SendList	Pošalji bajte podataka na višestruke GPIB uređaje

IEEE 488.2 Jednostavna kontrola uređaja – Šalji različite bas menadžment i instrukcije prozivanja na pojedinačne uređaje

IEEE 488.2 tip funkcije	Opis
Trigger	Trigeruj jednostruki uređaj
DevClear	Očisti jednostruki uređaj
ReadStatusByte	Serijska prozivka jednog uređaja da bi se dobio njegov bajt statusa
PPoll	Izvrši paralelno prozivanje
PPollConfig	Konfiguriraj uređaj za paralelno prozivanje
PPollUnconfig	Dekonfiguriraj uređaje za paralelnu prozivku
PassControl	Prenesi kontrolu na drugi uređaj sa mogućnostima kontrolera

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

IEEE 488.2 Višestruka kontrola uređaja – Direktni bas menadžment i instrukcije prozivanja na nekoliko uređaja u istoj poruci

IEEE 488.2 tip funkcije	Opis
TriggerList	Trigeruj višestruke uređaje
DevClearList	Očisti višestruke uređaje
EnableRemote	Omogući udaljeno GPIB programiranje uređaja
EnableLocal	Omogući operacije sa prednjih panela uređaja
FindROS	Odredi koji uređaj zahtjeva servis
AllSpoll	Serijska prozivka svih uređaja

IEEE 488.2 Bas menadžment – Izvrši funkcije na nivou sistema ili obezbjedi status na nivou sistema

IEEE 488.2 tip funkcije	Opis
ResetSys	Inicijaliziraj IEEE 488.2 sistem
SendIFC	Očisti GPIB interfejs funkcije sa IFC
FindLstn	Nadji sve Slušaoce
TestSRQ	Odredi tekuće stanje SRQ linije
WaitSRQ	Čekaj dok uređaj ne potvrdi zahtjev za servis
TestSys	Prouzrokuje da uređaji provedu samo testiranje
SendLLO	Pošalje lokalnu lock-out poruku ka svim uređajima
SetRWLS	Postavi uređaje u udaljene sa lock-out stanjem

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

IEEE 488.2 Nisko nivovski I/O – Razlaganje visoko nivovskih rutina u detaljnije instrukcije za korištenje u nestandardnim situacijama

IEEE 488.2 tip funkcije	Opis
SendCmds	Pošalji GPIB komandne bajte
SendDataBytes	Pošalji bajte podataka na već adresirane uređaje
SendSetup	Adresiraj uređaje kao Slušaoce, GPIB interfejs kao Govornika
RcvRespMsg	Očitaj bajte podataka sa već adresiranih uređaja
RceiveSetup	Adresiraj uređaj kao Govornik , PIB interfejs kao Slušalac
TestSys	Prouzrokuje da uređaji provedu samo testiranje

IEEE 488.2 KOMUNIKACIJA

Primjer programa koji koristi IEEE 488.2 tip funkcija

Slijedeći C programski kod ilustrira korištenje IEEE 488.2 tip funkcija.

```
char id[20];  
SendIFC (0);  
Send( 0,6,"*IDN?",5,DABend);  
Receive( 0,6,id,20,STOPend);
```

IEEE 488.2 zajednički upit (identifikacioni upit) je poslat na uređaj na adresi 6, i odgovor je vraćen.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

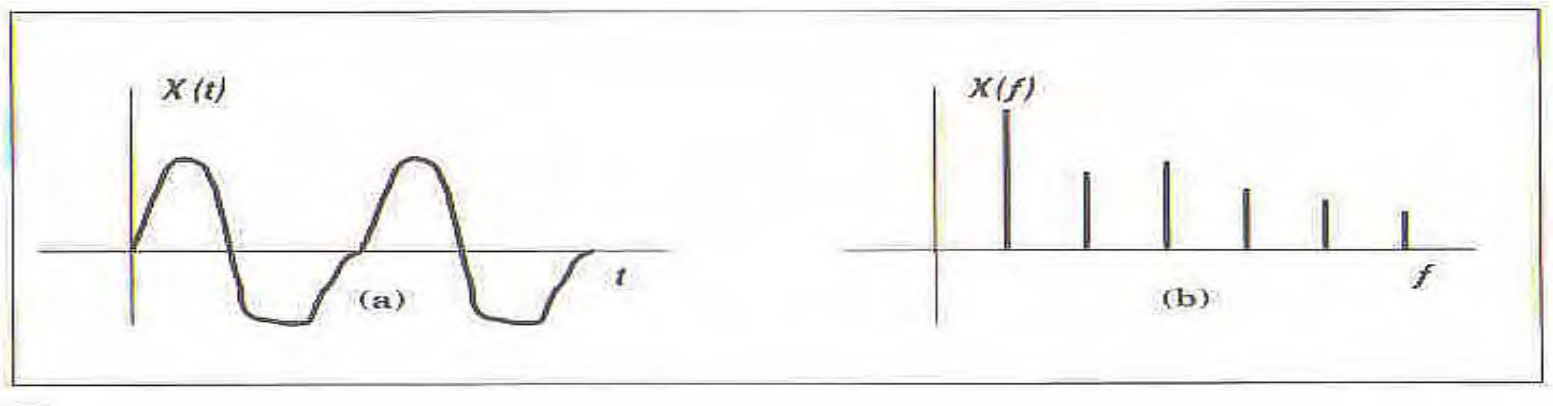
HP 54600 serija osciloskopa sa HP 54657A ili HP 54658A instaliranim measurement storage modulom, imaju sposobnost izvršenja analize u frekventnom domenu na valnom obliku iz vremenskog domena, korištenjem brze FFT transformacije (Fast Fourier transformation). Ovaj tekst daje kratak pregled Fourierove teorije, i jedinstveno ponašanje FFT.

Fourierova teorija

Normalno, kada se signal mjeri sa osciloskomom ili VI, on se vizualizira u vremenskom domenu (slika 1 a). Ali kada je frekventni sadržaj signala od interesa, ima smisla posmatrati signal u frekventnom domenu. U frekventnom domenu, vertikalna osa je napon kao i u vremenskom domenu, ali horizontalna osa je frekvencija (vidjeti sliku 1b).

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Displej u frekventnom domenu pokazuje koliko mnogo energije signala je prisutno na svakoj frekvenciji. Za jednostavni signal kao što je to sinusni, displej u frekventnom domenu ne daje mnogo više dopunske informacije. Medjutim, za kompleksnije signale, frekventni sadržaj je teško otkriti u vremenskom domenu i frekventni domen daje mnogo korisniji pogled na signal.



KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Fourierova teorija (uključujući i Fourierovu seriju i Fourierovu transformaciju) uspostavlja matematsku relaciju između vremenskog domena i frekventnog domena. Fourierova transformacija je data sa :

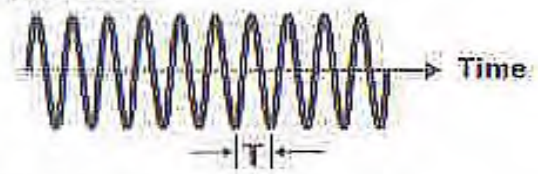
$$V(f) = \int v(t) e^{-j2\pi ft} dt$$

Neki tipični signali predstavljeni u vremenskom i frekventnom domenu su pokazani na narednoj slici:

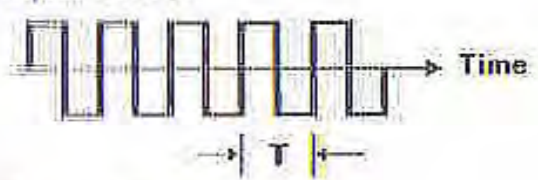
KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Time Domain

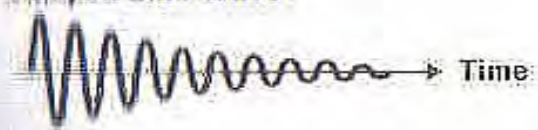
(a) Sine Wave:



(b) Square Wave:



(c) Damped Sine Wave:



(d) Impulse:



(e) Pulse Train:

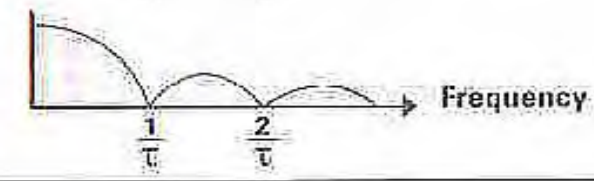
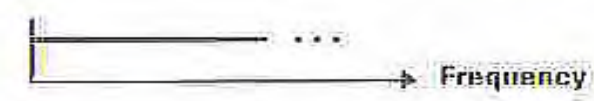
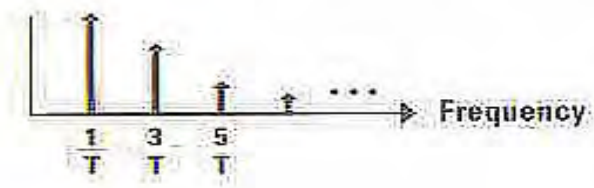


(f) Single Pulse:



Frequency Domain

Amplitude



KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

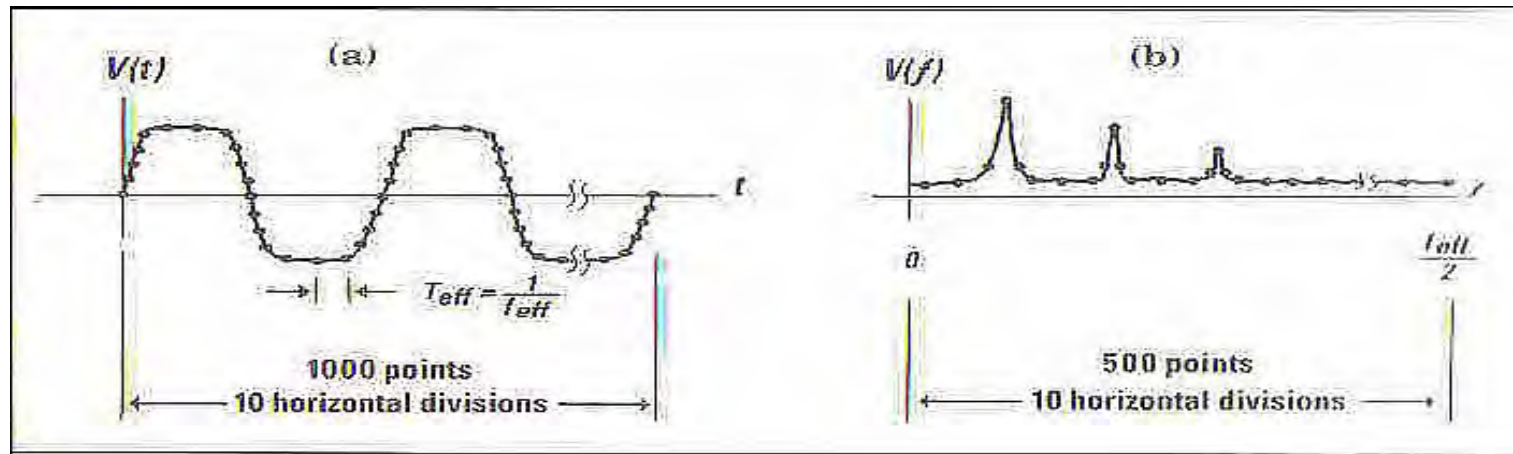
Brza Fourierova transformacija

Diskretna (ili digitizirana) verzija Fourierove transformacije se naziva diskretna Fourierova transformacija (DFT – discrete Fourier transform). Ova transformacija uzima digitizirane podatke iz vremenskog domena, i računa njihovu predstavu u frekventnom domenu. DFT nam omogućava da izračunamo predstavu u frekventnom domenu signala iz realnog vremenskog domena.

HP 54600 osciloskope sa modulom za mjerenje i pohranjivanje (measurement/ storage module) kao i VI, koristi algoritam FFT (fast Fourier transform), da izračuna DFT. FFT i DFT proizvode isti rezultat pa se najčešće obadva nazivaju istim imenom FFT.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

HP 54600 serija osciloskopa normalno digitizira valni oblik u vremenskom domenu i pohranjuje ga kao zapis od 4000 tačaka. FFT funkcija koristi 1000 od ovih tačaka (tj. svaku četvrtu tačku) da proizvede 500 tačaka prikaza u frekventnom domenu. Ovaj displej u frekventnom domenu se prostire od frekvencije 0 do $f_{eff}/2$ gdje f_{eff} je efektivna brzina uzorkovanja vremenskog rekorda (vidjeti slijedeću sliku).



KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Efektivna brzina uzorkovanja je recipročna vrijednost vremena između uzoraka i zavisi od vrijeme/podjela (time/div) podešenja na osciloskopu. Za HP 54600 seriju osciloskopa, efektivna brzina uzorkovanja je data sa :

$$f_{\text{eff}} = \frac{\text{record length}}{10 * \text{time/div}} = \frac{1000}{10 * \text{time/div}} = \frac{100}{\text{time/div}}$$

Primjetimo da efektivna brzina uzorkovanja za FFT može biti mnogo veća nego što je maksimalna brzina uzorkovanja za osciloskop. Tako naprimjer, maksimalna brzina uzorkovanja za ovaj tip osciloskopa je 20 MHz , ali tehnika poznata kao random repetitive sampling technique, postavlja uzorke tako precizno u vremenu tako da brzina uzorkovanja koju vidi FFT može biti i do 20 GHz.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Default displej frekventnog domena pokriva normalni frekventni opseg od 0 do $f_{eff}/2$.

Aliasing (udvajanje)

Frekvencija $f = f_{eff}/2$ se takodjer naziva i frekvencija previjanja (folding frequency). Frekvencije koje bi se normalno pojavile iznad $f_{eff}/2$ (i dakle van korisnog opsega FFT), se previjaju natrag u prikaz frekventnog domena. Ove nepoželjne komponente se zovu aliases (udvajajuće), pošto se one greškom pojavljuju kao aliasi od druge frekvencije.

Aliasing će se izbjeći ako je efektivna brzina sampliranja veća od dvostrukog opsega signala koji se mjeri.

Primjetimo da efektivna brzina uzorkovanja za FFT može biti mnogo veća nego što je maksimalna brzina uzorkovanja za osciloskop.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Tako naprimjer, maksimalna brzina uzorkovanja za ovaj tip osciloskopa je 20 MHz , ali tehnika poznata kao random repetitive sampling technique, postavlja uzorke tako precizno u vremenu tako da brzina uzorkovanja koju vidi FFT može biti i do 20 GHz.

Default displej frekventnog domena pokriva normalni frekventni opseg od 0 do $f_{eff}/2$.

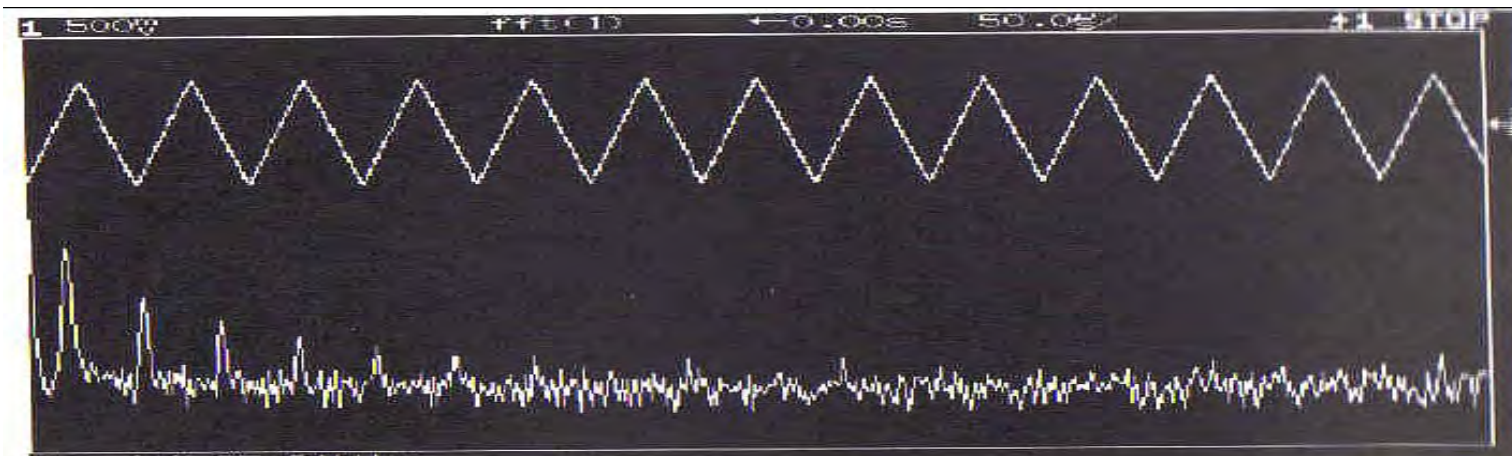
Aliasing (udvajanje)

Frekvencija $f = f_{eff}/2$ se takodjer naziva i frekvencija previjanja (folding frequency). Frekvencije koje bi se normalno pojavile iznad $f_{eff}/2$ (i dakle van korisnog opsega FFT), se previjaju natrag u prikaz frekventnog domena. Ove nepoželjne komponente se zovu aliases (udvajajuće), pošto se one greškom pojavljuju kao aliasi od druge frekvencije.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

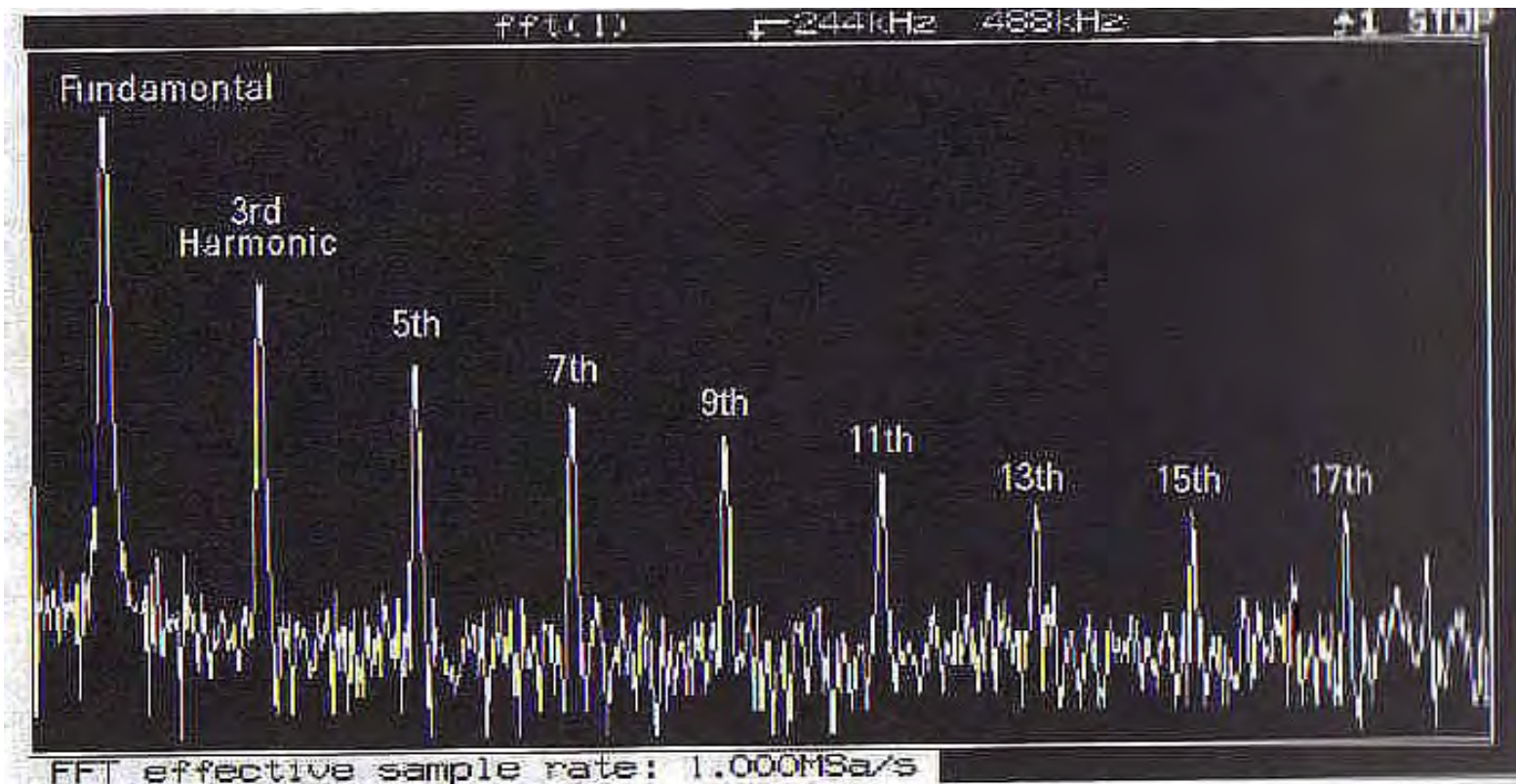
Aliasing će se izbjeći ako je efektivna brzina sampliranja veća od dvostrukog opsega signala koji se mjeri.

Frekventni sadržaj trouglastog valnog oblika uključuje osnovnu frekvenciju i veliki broj neparnih harmonika sa svakim novim harmonikom manjim u amplitudi od prethodnog. Na slici , 26 kHz trouglasti valni oblik je prikazan u vremenskom domenu i u frekventnom domenu. Krajnja lijeva linija je osnovna frekvencija. Slijedeća značajna spektralna linija je treći harmonik. Nakon toga je peti harmonik, itd.



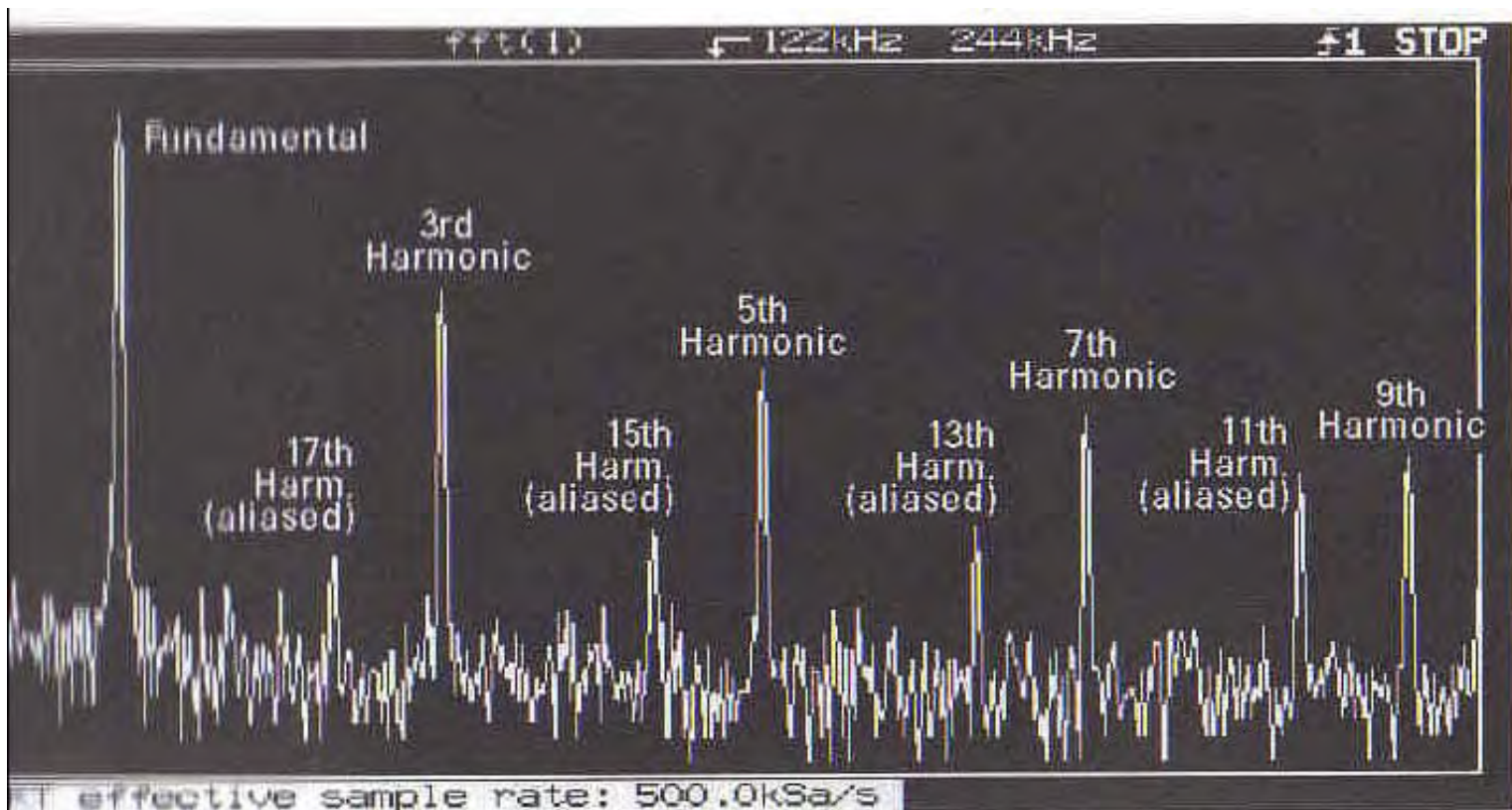
KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Promjetimo da su veći harmonici sa manjom amplitudom i 17-i harmonik se tek nazire iznad FFT nivoa šuma. Frekvencija 17-og harmonika je $17 \times 26 \text{ kHz} = 442 \text{ kHz}$, što je unutar previjajuće frekvencije od $f_{\text{eff}}/2$ (500 kSa/s) na slici 4b. Zbog toga nikakav aliasing se neće javiti.



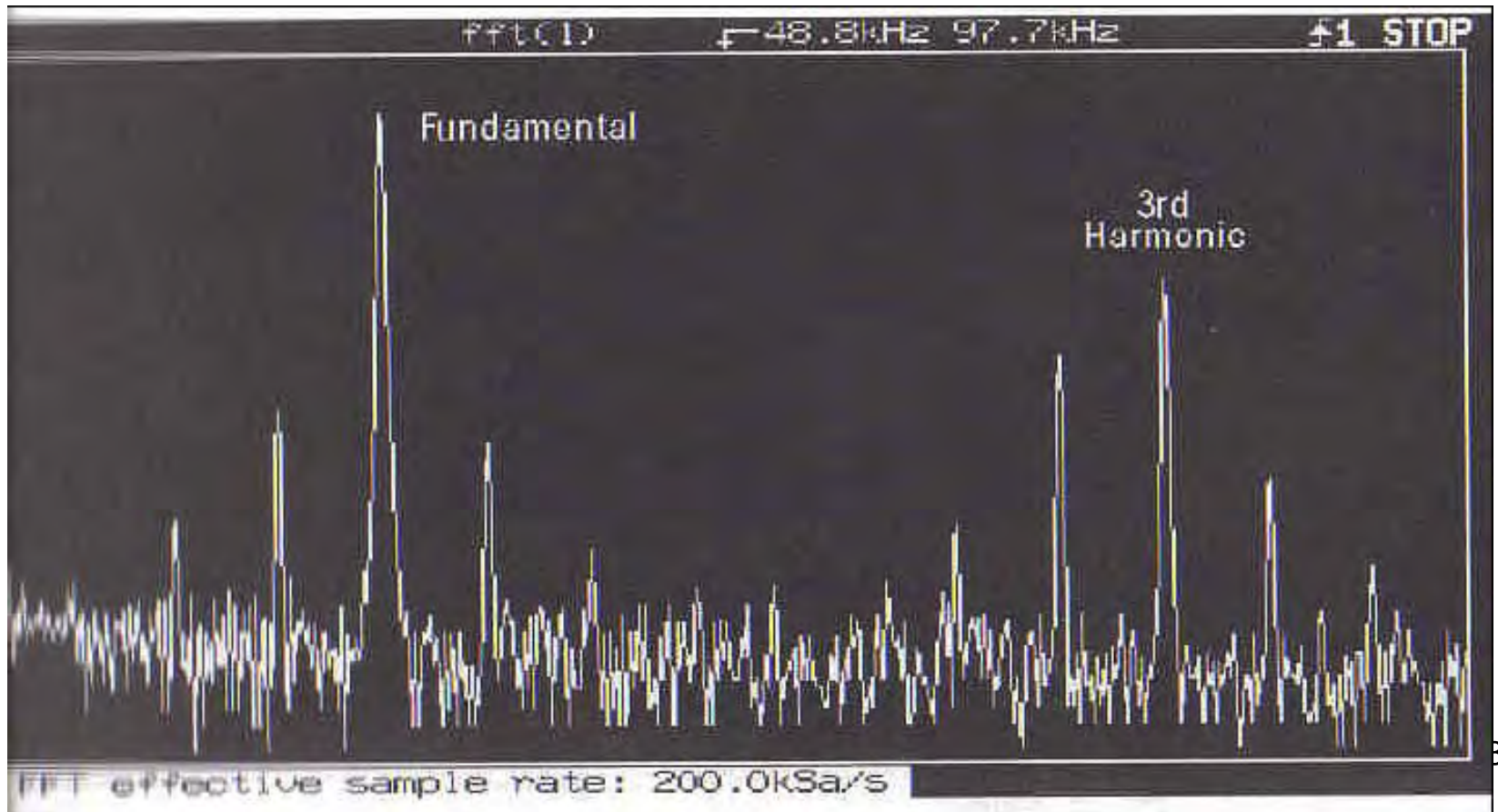
KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Naredna slika pokazuje FFT od istog valnog oblika sa time/div podešenim na 500 kSa/sec i frekvencijom previjanja od 250 kSa/sec. Sada će gornji harmonici trouglastog valnog oblika prevazići frekvenciju previjanja i pojaviti se kao aliasi na displeju.



KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Naredna slika pokazuje FFT od istog valnog signala, ali sa još nižom efektivnom brzinom sampliranja od samo 200 kSa/sec., i frekvencijom previjanja od 100 kSa/sec. Ovaj frekventni plot će biti značajno aliasiran.



KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Često su efekti aliasiranja očigledni, naročito ako korisnik ima neku predstavu o frekventnom sadržaju signala kojeg analizira. Tako se spektralne linije mogu pojaviti i na mjestima gdje ne egzistiraju frekventne komponente.

Aliasirane frekventne komponente često mogu zavarati i nisu poželjne u mjerenjima. Signali koji su ograničenog frekventnog sadržaja, mogu se posmatrati bez aliasinga ukoliko osiguramo da je efektivna brzina uzorkovanja dovoljno velika.

Ako signal nije inherentno ograničenog frekventnog domena, niskopropusni filter se može koristiti da ograniči frekventni sadržaj signala koji se mjeri.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

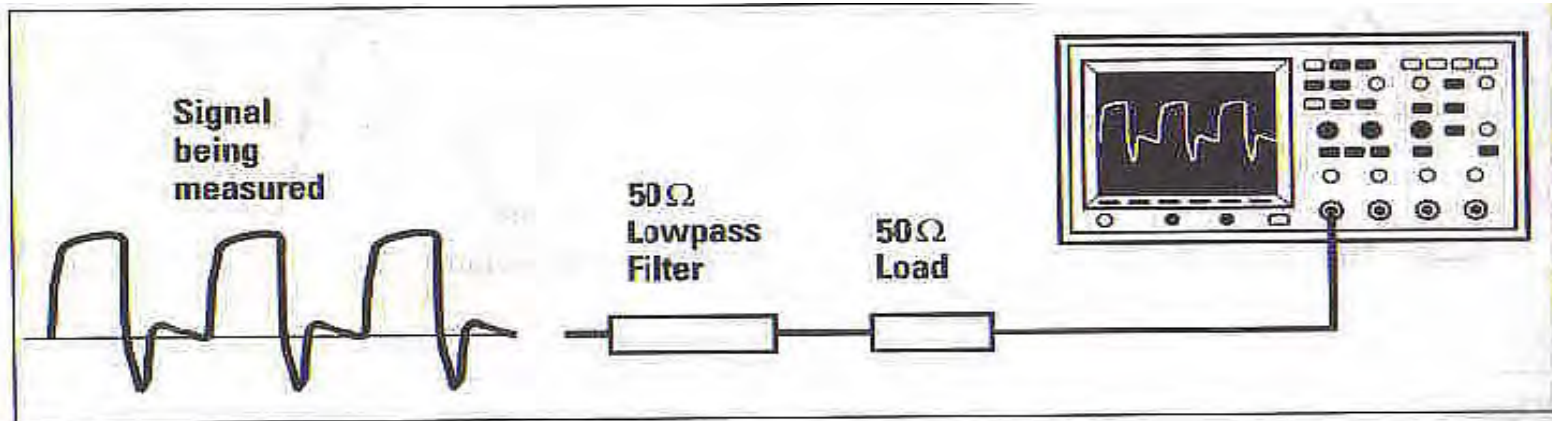


Figure 5

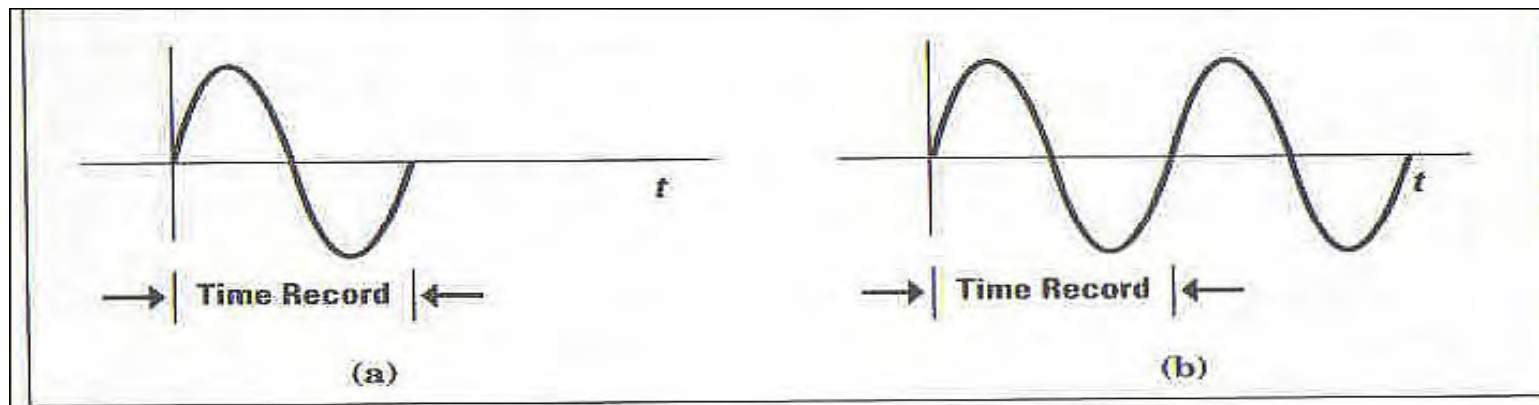
A lowpass filter can be used to band limit the signal, avoiding aliasing.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Curenje (leakage)

FFT radi na konačnoj dužini vremenskog intervala sa ciljem da se procjeni Fourierova transformacija, koja uzima vremenski interval nad beskonačnim intervalom. FFT radi nad zapisom podataka sa konačnim vremenom, ali ima efekat ponavljanja ovog konačnog zapisa , nad cijelim beskonačnim intervalom vremena (vidjeti narednu sliku). Sa valnim oblikom kao na slici a, zapis podataka u konačnom vremenu predstavlja stvarni valni oblik vrlo dobro, tako da će FFT rezultat aproksimirati vrlo dobro Fourierov integral.

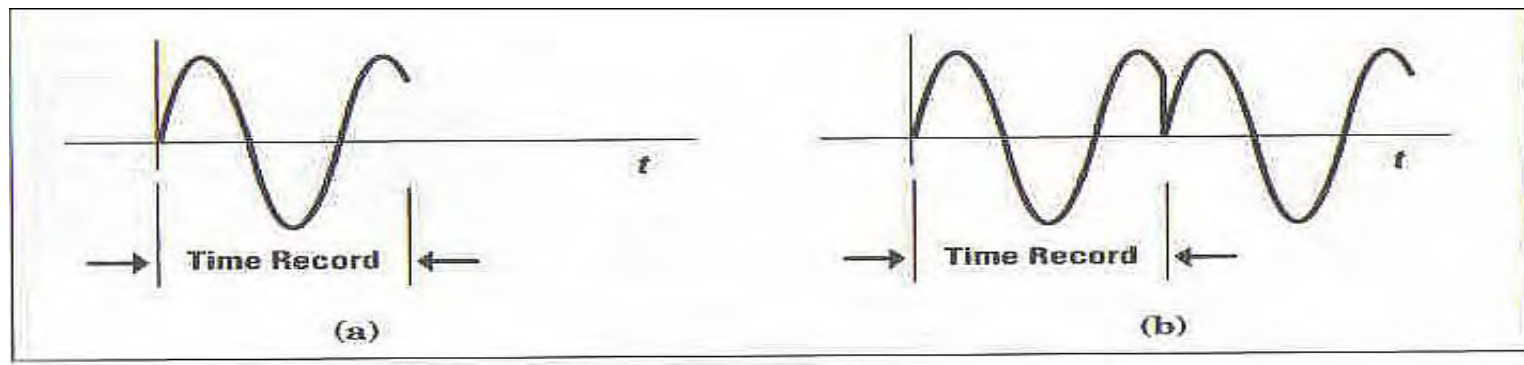
KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



- a) valni oblik koji tačno fituje jedan vremenski zapis
- b) kada se replicira , tranzijenti neće biti uvedeni

Medjutim , oblik i faza valnog oblika mogu biti takvi da se unese tranzijent kada se valni oblik replicira za sva ostala vremena izvan osnovnog intervala FFT transformacije, kao što je to pokazano na narednoj slici. U ovom slučaju FFT spektar nije dobra aproksimacija za Fourierovu transformaciju.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

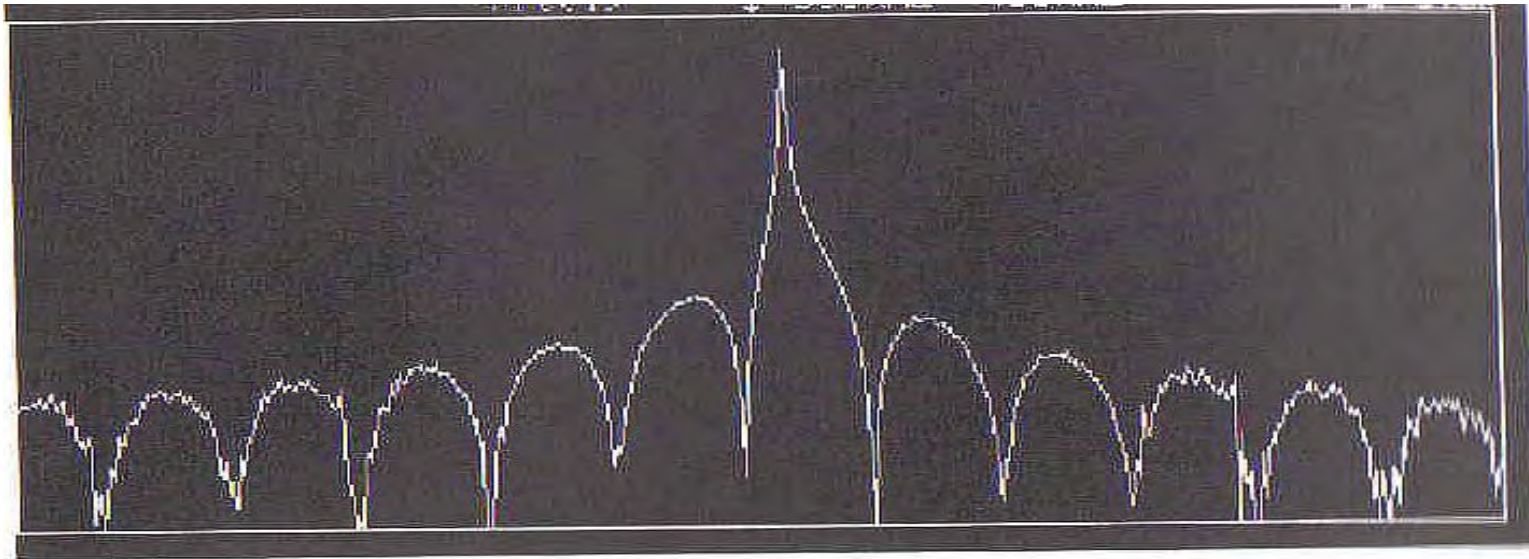


a) Valni oblik koji ne fituje tačno u vremenski zapis

b) kada se replicira, uvode se vrlo oštri tranzijenti, prouzrokujući curenje (leakage) u frekventnom domenu.

Ovaj efekat poznat kao curenje (LEAKAGE) , je vrlo uočljiv u frekventnom domenu. Tranzijent uzrokuje da spektralna linija (koja bi trebala biti tanka i male debljine) se raširuje kako se to vidi na slijedećoj slici

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



Riješenje za problem curenja je da prisilimo valni oblik da ide na nulu na krajevima intervala vremenskog zapisa (recorda), tako da neće postojati tranzijenti kada se replicira vremenski rekord. Ovo se postiže množeći vremenski zapis sa WINDOW funkcijom (funkcijom prozora). Naravno, prozor modificira vremenski zapis i proizvešće i svoj vlastiti efekat u frekventnom domenu. Za korektno dizajniran prozor, efekat u frekventnom domenu je značajno poboljšanje u odnosu na to kada se prozor uopšte ne koristi

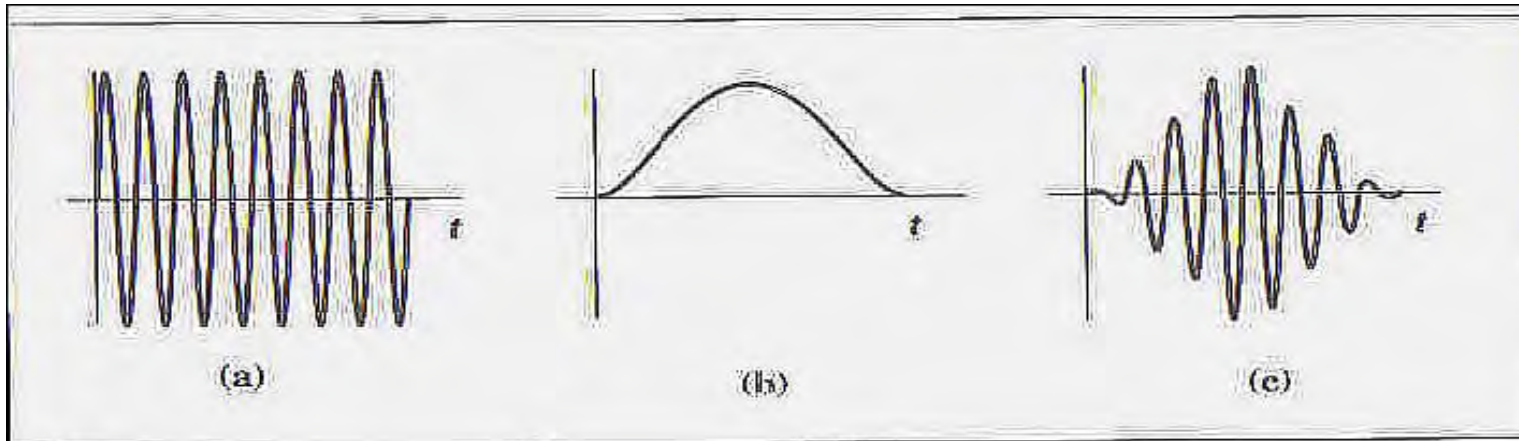
KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Četiri funkcije prozora su na raspolaganju u HP 54600 seriji osciloskopa:

Hanning , Flattop, Rectangular (četvrtasti) i eksponencijalni.

Hanningov prozor daje glatki prelaz do nule kako se približuju krajevi zapisa signala. Slika a pokazuje sinusoidu u vremenskom domenu, dok Slika b pokazuje Hanningov prozor koji će biti primjenjen na podatke vremenskog domena. Uprozoreni zapis u vremenskom domenu je pokazan na slici c. Mada se ukupni izgled signala u vremenskom domenu promjenio, frekventni sadržaj ostaje u suštini nepromjenjen.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

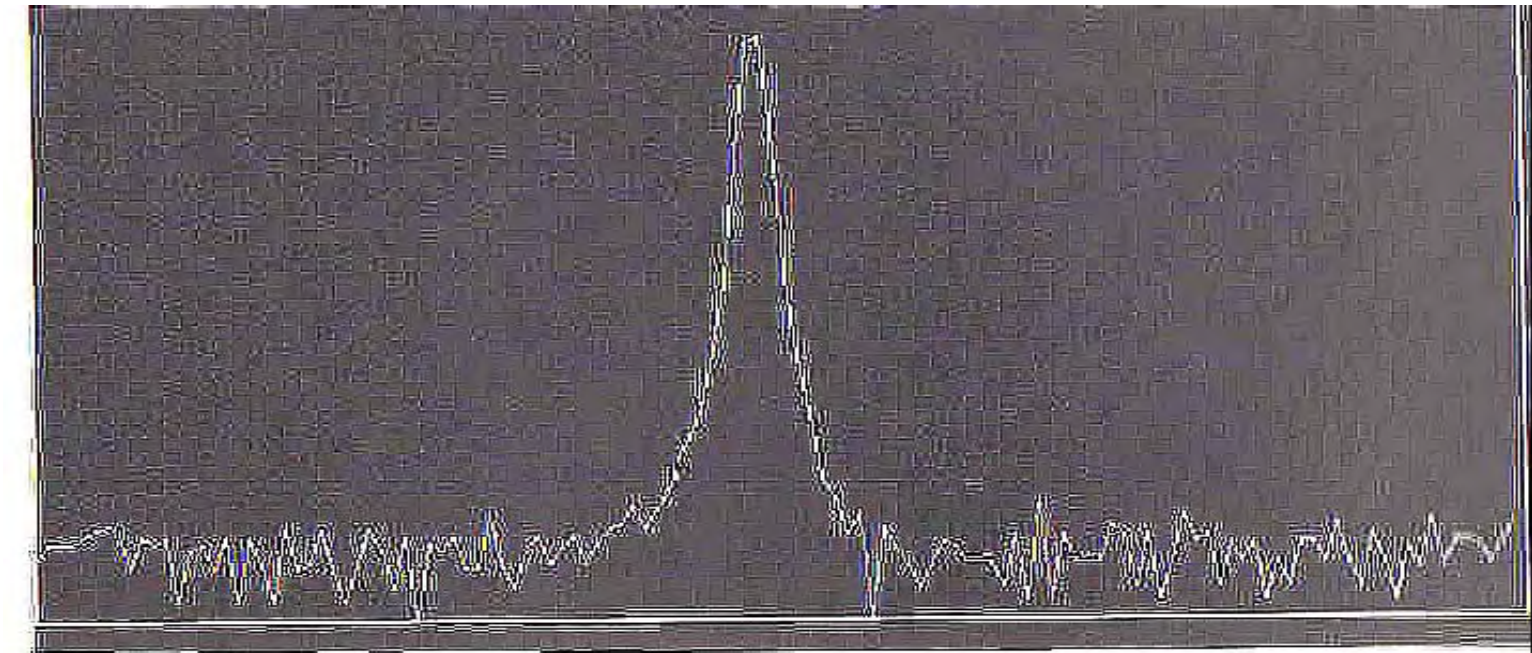


- a) originalni vremenski zapis
- b) Hanningov prozor
- c) Uprozoren vremenski zapis

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

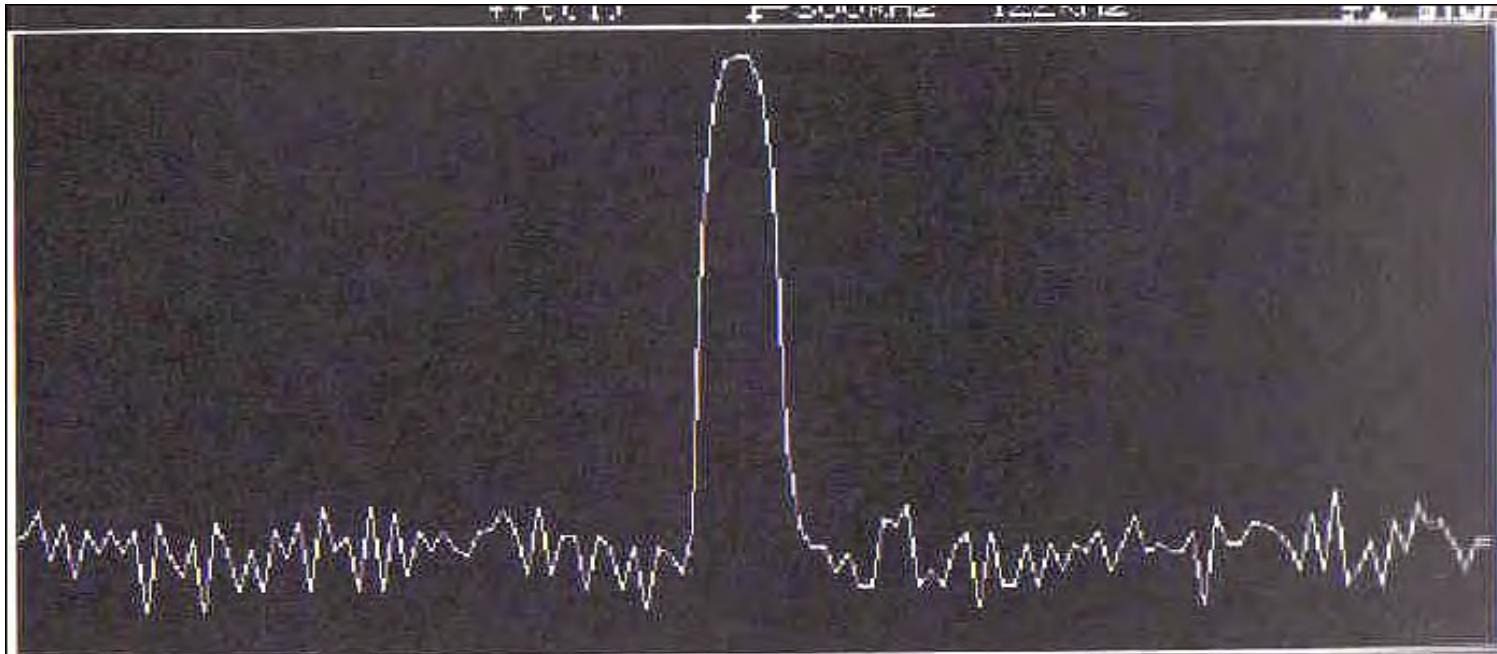
Spektralna linija pridružena sa sinusoidom se malo raspršuje u frekventnom domenu kao što je to pokazano na slici : Slika je raširena po frekventnoj osi da jasno pokaže oblik prozora u frekventnom domenu.

Oblik prozora je kompromis između amplitudne tačnosti i frekventne rezolucije. Hanningov prozor, u poredjenju sa drugim tipovima prozora, obezbjedjuje dobru frekventnu rezoluciju po cijenu nešto manje tačnosti amplitude.



KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

FLATTOP (ravni vrh) prozor, ima deblju (i ravniju) karakteristiku u frekventnom domenu, kao što je to pokazano na slici 11. (ovdje ponovo slika je ekspanzirana po frekventnoj osi da jasno pokaže efekat prozora). Ravniji vrh na spektralnoj liniji u frekventnom domenu proizvodi poboljšanu amplitudnu tačnost, ali po cijenu lošije frekventne razlučivosti (kada se poredi sa Hanningovim prozorom).



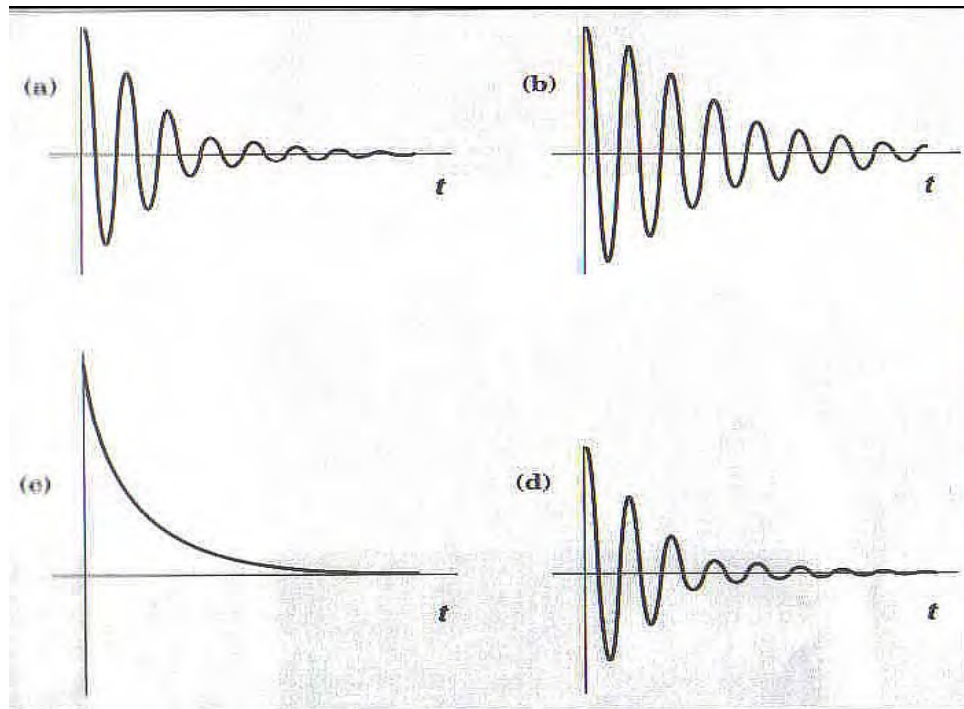
KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Četvrtasti prozor (također pogrešno nazivan i uniformni prozor), je teško reći da je uopšte neki prozor, svi samplovi ostaju nepromjenjeni nakon propuštanja. Mada uniformni prozor ima potencijala za ozbiljne probleme curenja, u nekim slučajevima valni oblik ima u vremenskom zapisu istu vrijednost na oba kraja zapisa, i na taj način eliminira tranzijente koje FFT uvodi.

Takvi valni oblici se nazivaju samo upozoravajući (SELF WINDOWING). Valni oblici kao sinusni prolom (burst), impulsi, i opadajuće sinusoide mogu biti samoupozoravajući. (self-windowing).

Tipični tranzijentni odziv je pokazan na narednoj slici. Kako je prikazano, valni oblik je samo-upozorujući, pošto iščezava unutar dužine vremena zapisa, smanjujući probleme curenja.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



- a) Tranzijentni odziv koji je samouprozoravajući
- b) tranzijentni odziv koji zahtjeva uprozorenje
- c) Eksponencijalni prozor
- d) Uprozoren tranzijentni odziv

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Prozor sa opadajućim ekponencijalnim odzivom je koristan u ovakvoj situaciji. Početni dio valnog oblika nije poremećen, ali zadnji dio je prisiljen da ide na nulu. Još uvijek može postojati tranzijent na početku vremenskog zapisa, ali ovaj tranzijent nije uveden od strane FFT. To je ustvari tranzijent koji je rezultat mjerenja. Slika c pokazuje ekponencijalni prozor a slika d pokazuje rezultirajuću funkciju u vremenskom domenu kada se ekponencijalni prozor primjeni na sliku b. Ekponencijalni prozor je neodgovarajući za mjerenje bilo čega drugog osim tranzijentnih valnih oblika.

Selekcija prozora.

Većina mjerenja će zahtijevati korištenje prozora kao što je Hanningov ili prozor sa ravnim vrhom (flattop). Ovo su adekvatni prozori za tipična mjerenja u svrhu spektralne analize. Izabirući između ova dva prozora je kompromis između rezolucije frekvencije i tačnosti amplitude.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Koristeći vremenski domen da objasnimo zašto se curenje javlja, treba se sada prebaciti u razmišljanje u frekventnom domenu. Što je uži propusni opseg domenskog filtera prozora frekvencija, to analizator može bolje da razluči između dvije spektralne linije na bliskom odstojanju.

Istovremeno, amplituda spektralne linije biće manje izvjesna. Suprotno, ukoliko je frekventni domen filtera širi i ravniji, mjerenje amplitude će biti tačnije i naravno, frekventna razlučivost će biti smanjena.

Izabirući između takve dvije funkcije prozora je ustvari izbor između oblika filtera u frekventnom domenu.

Pravougli i eksponencijalni prozori trebaju biti posmatrani kao prozori za specijalne situacije.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Pravougaoni prozor se koristi tamo gdje može biti garantirano da neće biti efekata curenja. Eksponencijalni prozor treba koristiti tamo gdje je ulazni signal tranzijentni signal.

Rad sa HP54600 serijom osciloskopa (HP 54645A) i modulom za mjerenje i pohranjivanje (HP 54657A)

Dodajući modul za mjerenje i pohranjivanje (measurement + storage) na osciloskop HP 54645A dodaje osciloskopu dodatne matematske mogućnosti obrade signala uključujući i FFT. Ova se funkcija pojavljuje se na softkey meniju sa +/- tasterom (matematski taster).

Postoje dvije matematske funkcije F1 i F2. FFT funkcija je raspoloživa u F2. Funkcija F2 može koristiti funkciju F1 kao operand, dozvoljavajući da FFT bude izvršena na rezultatu F1. Ako postavimo funkciju F1 na Ch1-Ch2, a postavimo F2 na FFT od F1, dobiće se FFT od difrencijalnog mjerenja Ch1-Ch2.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Osciloskop može pokazati valni oblik u vremenskom domenu i spektar u frekventnom domenu istovremeno ili individualno. Normalno, tačke sampliranja nisu medjusobno spojene. Za najbolji displej u frekventnom domenu, tačke sampliranja trebaju biti spojene sa linijama (vektorima).

Ovo može biti postignuto sa isključenjem svih kanala u vremenskom domenu, i uključenjem samo FFT funkcije. Alternativno, vektorski ON/OFF soft tasteri (na display meniju), mogu se uključiti na ON i pritisnuti STOP taster.

Bilo koja od ovih akcija dozvoljava uzorcima u frekventnom domenu da se spoje sa vektorima što uzrokuje da se displej pojavi da više liči na displej analizatora spektra.

Vertikalna osa FFT displeja je logaritamska , prikazana u dBV (decibeli relativni u odnosu na 1 V RMS).

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

$$\text{dBV} = 20 \log (V_{\text{RMS}})$$

Dakle, 1 V RMS sinusoide (2.8 Vpp) , će biti 0 dBV na FFT displeju.

Kada FFT je uključena, kurzori mogu čitati amplitudu u dBV frekvenciju u Hz. (izvor kurzora mora biti postavljen na F2).

Pritiščući na taster FIND PEAKS , dobijemo lagano automatsko postavljanje kurzora na dvije najveće spektralne linije.

Frekventni opseg FFT je inherentno vezan na dugme time/div. Pod FFT menijem (selektiran sa +/- tasterom), postoje još dodatni soft tasteri za centralnu frekvenciju i frekventni opseg. Podešenjem dugmeta time/div. modificira se frekventni opseg, ali startna frekvencija ostaje ista. Centralna frekvencija i taster za frekventni opseg se koriste za zumiranje, na specifične frekvencije od interesa.

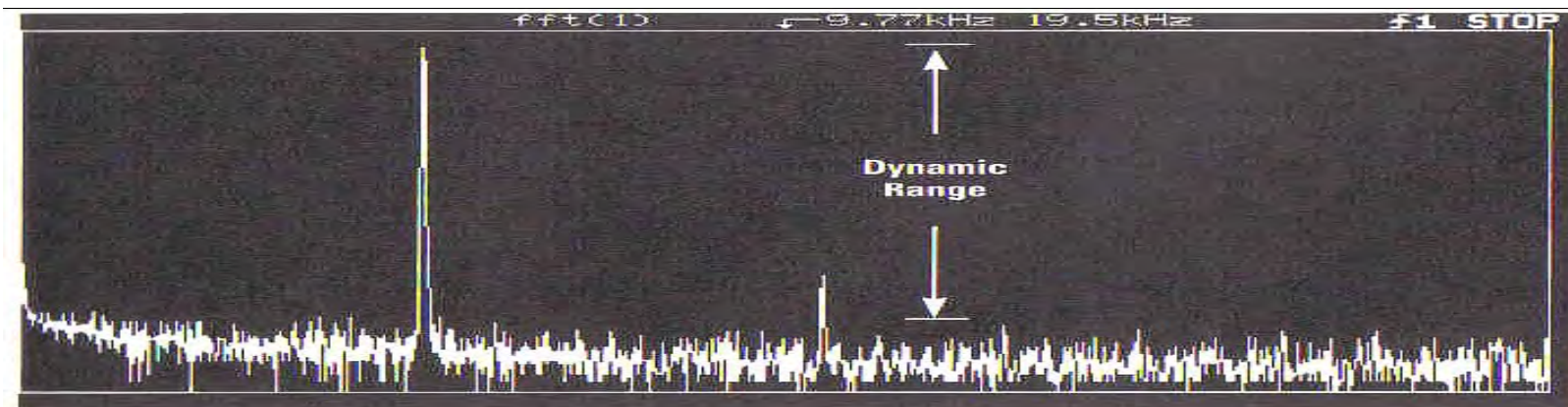
KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Ako je valni oblik odsječen (clipped) na ekranu), FFT se računa na valnom obliku koji je deformiran što će proizvesti distorziju i u frekventnom domenu (u obliku pogrešnih frekventnih komponenti). Da bi se izbjegla ova vrsta problema volt/div. dugme na osciloskopu mora biti tako postavljeno da je čitav valni oblik postavljen i vidljiv na ekranu.

Dinamički opseg

Dinamički opseg mjerenja u frekventnom domenu je razlika (u decibelima) između najvećeg signala i najmanjeg signala koji može biti pouzdano izmjeren u isto vrijeme (vidjeti narednu sliku). Najveći mjerljivi signal je puna skala (8 podjela skale) valnog oblika u vremenskom domenu.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



Prag šuma mjerenja određuje najmanji signal koji može biti pouzdano izmjeren. Svaki signal ispod šuma ne može biti izdvojen. Distorzije i artefakti (izobličenja) samplovanja mogu također ograničiti dinamički opseg.

Tipični dinamički opseg FFT mjerenja je 50 dB. Korištenje usrednjavanja općenito povećava dinamički opseg mjerenja time što snižava prag šuma i reducira odzive usljed sampliranja.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Sampliranje

HP 54600 serija osciloskopa ima maksimalnu brzinu sampliranja od 200 Msa/sec. Jedno okidni opseg (singleshot bandwidth) u vremenskom domenu je specificiran na 1/10 brzine sampliranja, obezbjedjujući time najmanje 10 sampl tačaka po periodu kod najviše frekvencije. Pouzdani jednookidni mod rada sa aktivnom FFT funkcijom, će se javiti kod tim/div podešenim na 20 μ sec/div ili sporije. (na bržim podešenjima od ovoga tj. manjim time/div podešenjima puni zapis u vremenu, dovoljan broj tačaka ne bi mogao biti ostvaren po jednom trigerskom događaju , što ima za rezultat loše FFT mjerenje i računanje).

FFT rad na 20 μ sec/div rezultiraće u maksimalnom displeju frekvencije od 5 MHz, što definira korisnu jednookidnu mogućnost FFT.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Repetitivna (ponavljajuća) tehnika sampliranja dozvoljava osciloskopu da digitizira valne oblike sa mnogo većom frekvencijom od 5 MHz, ukoliko su valni oblici ponavljajući. FFT funkcija tačno računa frekventni sadržaj ponavljajućih valnih oblika sve do propusnog opsega osciloskopa.

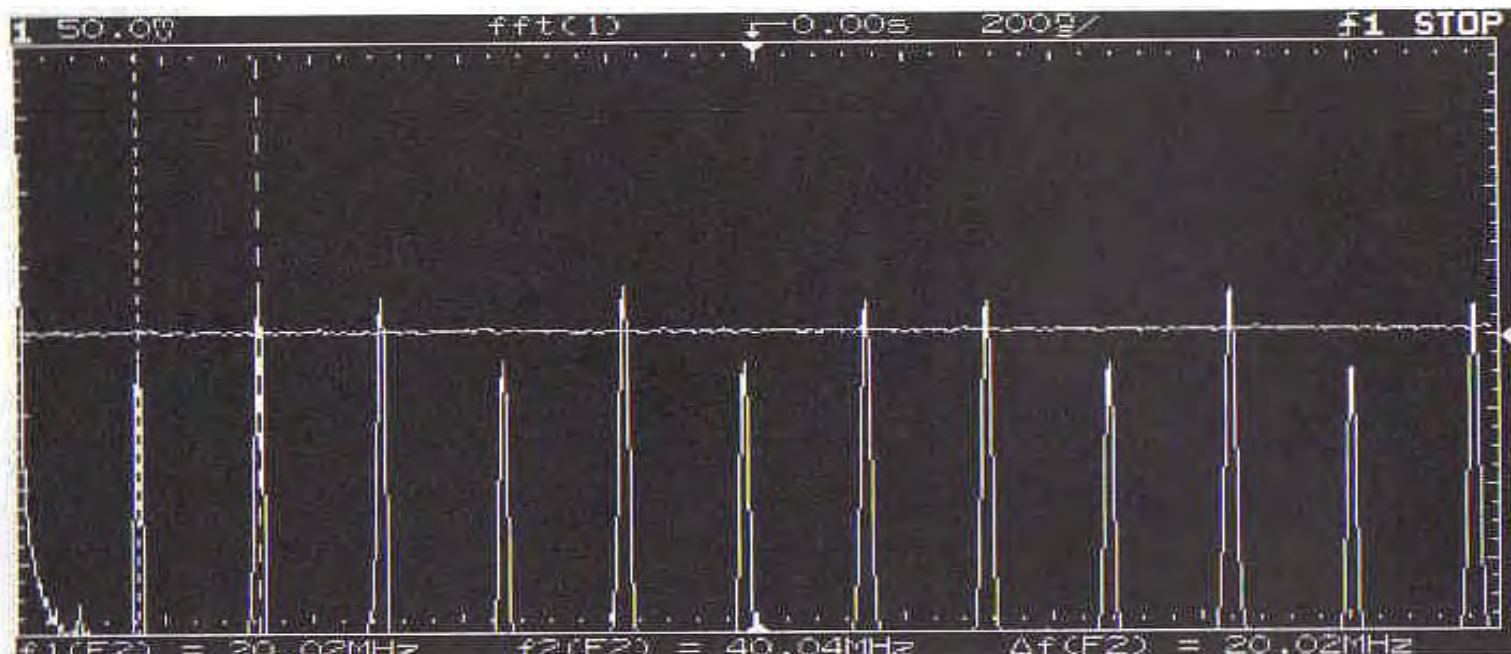
Na podešenjima time/div bržim od 20 μ sec/div, artefakti procesa sampliranja koji nisu vidljivi u vremenskom domenu, mogu se pokazati u frekventnom doemenu. Ovi artefakti se mogu pojaviti kao spektralne linije na cjelobrojnim harmonicima brzine sampliranja ili kao intermodulacija između sata sampliranja i ulazne frekvencije definirano kao:

$$| f = n f_s \pm f_{in} |$$

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Nadalje, harmonici od 20 MHz sata sampliranja se mogu pojaviti blizu kraja skale za vrijeme kada su valni oblici u vremenskom domenu samo parcijalno prikupljeni- uzorkovani (vidjeti na narednoj slici). Ovo je zbog toga što valni oblik ima nedostajuće tačke sampliranja koje se pojavljuju na intervalima koji su u relaciji sa brzinom sampliranja. Nakon što je valni oblik u potpunosti prikupljen, iskrzani (spurious) odzivi zbog sata saplovanja će biti mnogo manji i obično će iščeznuti. Intermodulacija između sata samplovanja i ulazne frekvencije će tipično biti veća od 50 dB ispod pune skale. Korištenje usrednjavanja smanjuje nivo ovih odziva.

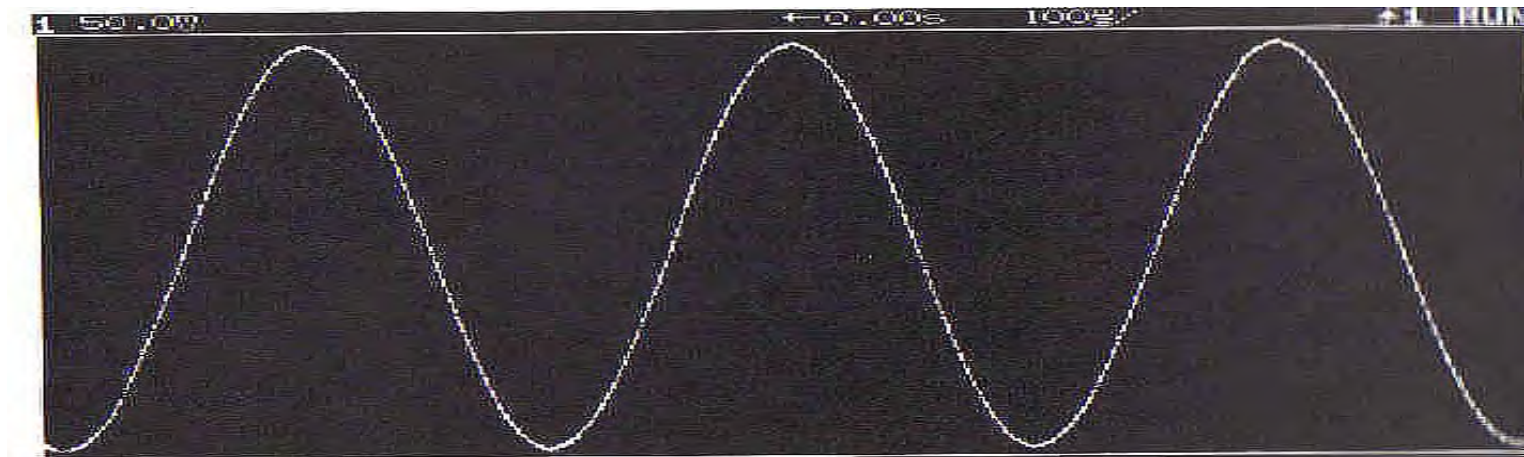
KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



Harmonijska distorzija u sinusnom signalu

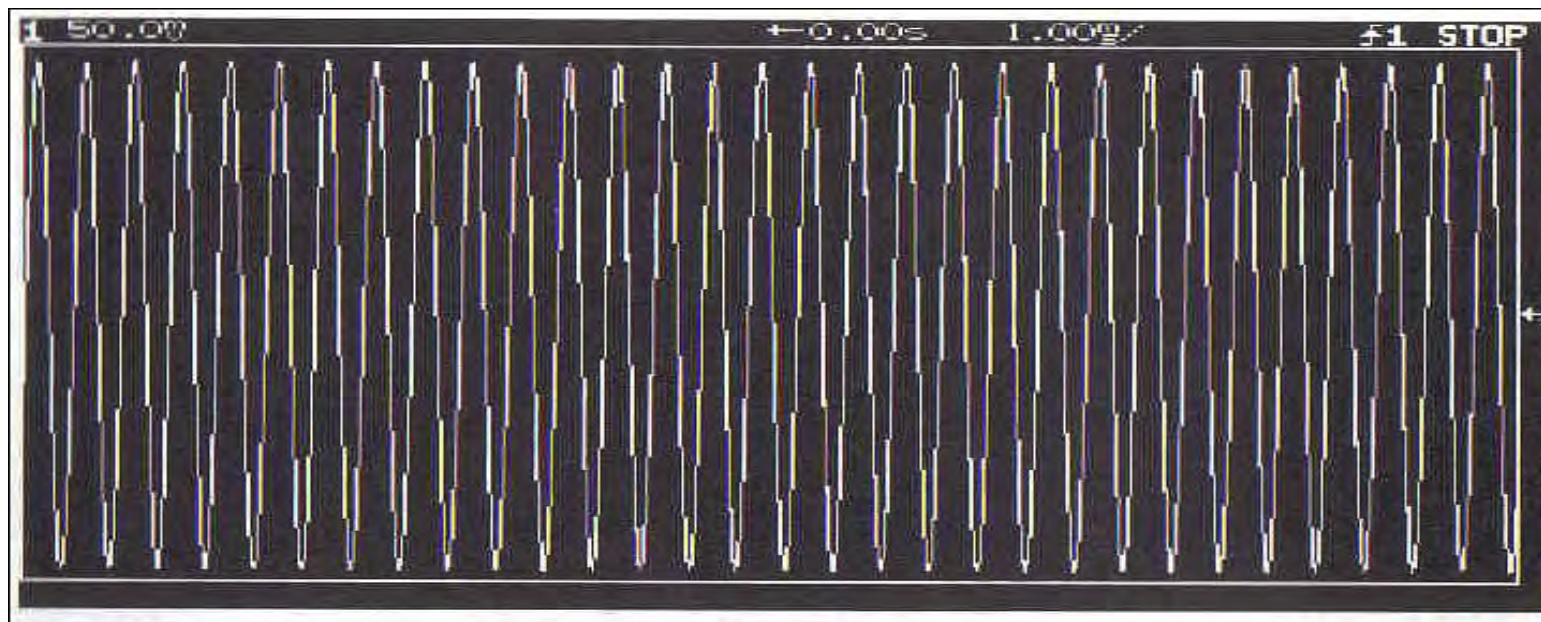
Sinusni valni oblici koji nisu idealno oblikovani u vremenskom domenu generiraju harmonike u frekventnom domenu. Ova harmonijska distorzija se pojavljuje na cjelobrojnim multiplima osnovne frekvencije sinusoidalnog signala. Posmatranje ove distorzije u vremenskom domenu je obično vrlo teško, ukoliko se ne radi o zaista velikoj distorziji. Međutim, u frekventnom domenu, ovi harmonici su vrlo vidljivi.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



Slika pokazuje sinusni valni oblik koji ima harmonijsku distorziju koja nije vidljiva u vremenskom domenu. Međutim, FFT funkcija može vrlo lako odrediti količinu harmonijske distorzije. Slika pokazuje dobru time/div selekciju za posmatranje signala u vremenskom domenu. Ako se primjeni FFT koristeći ovo time/div podešenje, spektralna linija bi se pojavila na krajnjem lijevom dijelu displeja frekventnog doemena. N narednoj slici je pokazana sporija time/div skala , koja će sniziti efektivnu FFT brzinu samplovanja, rezultirajući u boljoj frekventnoj rezoluciji i boljoj separaciji osnovnog i viših harmonika valnog oblika sinusoide.

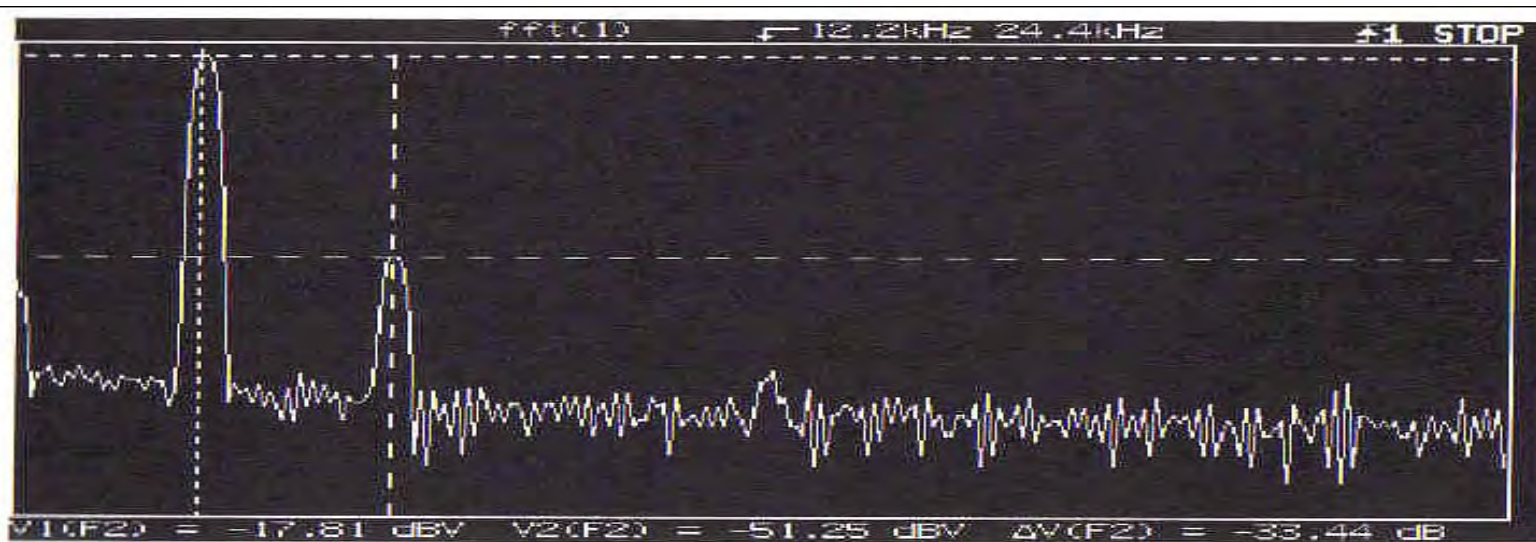
KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



Smanjujući time/div setting na vremenskom dugmetu osciloskopa, komprimiramo vremenski domen sinusoide i poboljšavamo frekventnu razlučivost

Nadalje , možemo koristiti dugmad na HP 54600 osciloskopu da centriramo frekvenciju i izaberemo frekventni opseg da bi zumirali u željeni dio spektra kao što je pokazano na narednoj slici.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



Primjetimo da je flattop prozor korišten u ovom mjeranju, rezultirajući u širim spektralnim linijama, ali korektnijim mjerenjima amplitude.

Softverski taster "nadj vrhove" (Find Peaks) je korišten da postavi kurzore na dvije najveće spektralne linije, dajući absolutna mjerenja osnovne i drugog harmonika. Kurzor takodjer očitava i u relativnim jedinicama, indicirajući da je drugi harmonik 33 dB ispod osnovnog.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Izabirući između takve dvije funkcije prozora je ustvari izbor između oblika filtera u frekventnom domenu.

Pravougli i eksponencijalni prozori trebaju biti posmatrani kao prozori za specijalne situacije.

Pravougaoni prozor se koristi tamo gdje može biti garantirano da neće biti efekata curenja. Eksponencijalni prozor treba koristiti tamo gdje je ulazni signal tranzijentni signal.

Rad sa HP54600 serijom osciloskopa (HP 54645A) i modulom za mjerenje i pohranjivanje (HP 54657A)

Dodajući modul za mjerenje i pohranjivanje (measurement + storage) na osciloskop HP 54645A dodaje osciloskopu dodatne matematske mogućnosti obrade signala uključujući i FFT. Ova se funkcija pojavljuje se na softkey meniju sa +/- tasterom (matematski taster).

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Postoje dvije matematske funkcije F1 i F2. FFT funkcija je raspoloživa u F2. Funkcija F2 može koristiti funkciju F1 kao operand, dozvoljavajući da FFT bude izvršena na rezultatu F1. Ako postavimo funkciju F1 na Ch1-Ch2, a postavimo F2 na FFT od F1, dobiće se FFT od difrencijalnog mjerenja Ch1-Ch2.

Osciloskop može pokazati valni oblik u vremenskom domenu i spektar u frekventnom domenu istovremeno ili individualno. Normalno, tačke sampliranja nisu medjusobno spojene. Za najbolji displej u frekventnom domenu, tačke sampliranja trebaju biti spojene sa linijama (vektorima).

Ovo može biti postignuto sa isključenjem svih kanala u vremenskom domenu, i uključenjem samo FFT funkcije. Alternativno, vektorski ON/OFF soft tasteri (na display meniju), mogu se uključiti na ON i pritisnuti STOP taster.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Bilo koja od ovih akcija dozvoljava uzorcima u frekventnom domenu da se spoje sa vektorima što uzrokuje da se displej pojavi da više liči na displej analizatora spektra.

Vertikalna osa FFT displeja je logaritamska , prikazana u dBV (decibeli relativni u odnosu na 1 V RMS).

$$\text{dBV} = 20 \log (V_{\text{RMS}})$$

Dakle, 1 V RMS sinusoide (2.8 Vpp) , će biti 0 dBV na FFT displeju.

Kada FFT je uključena, kurzori mogu čitati amplitudu u dBV i frekvenciju u Hz. (izvor kurzora mora biti postavljen na F2).

Pritišćući na taster FIND PEAKS , dobijemo lagano automatsko postavljanje kurzora na dvije najveće spektralne linije.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

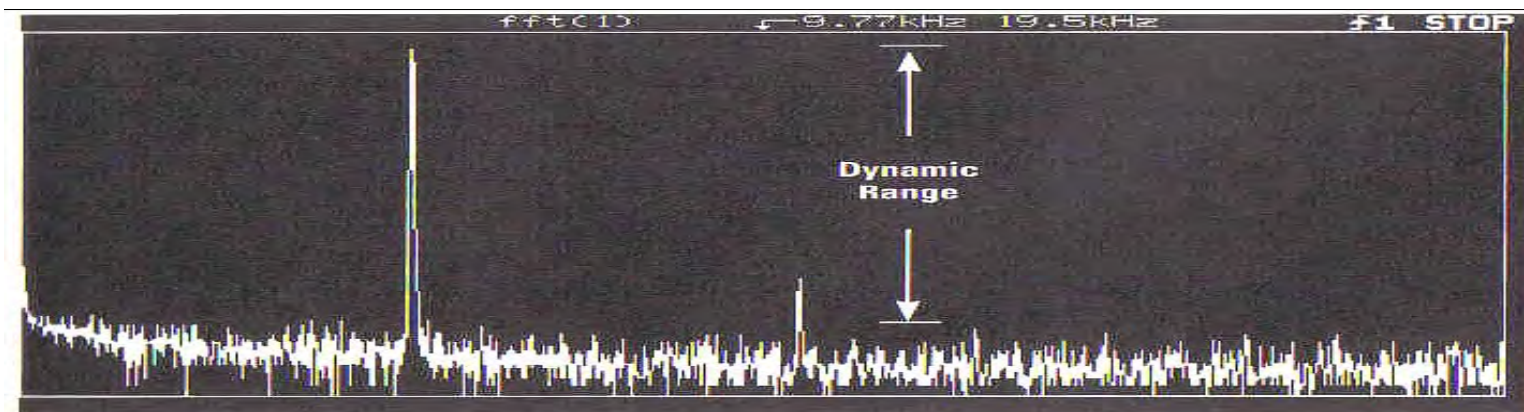
Frekventni opseg FFT je inherentno vezan na dugme time/div. Pod FFT menijem (selektiran sa +/- tasterom), postoje još dodatni soft tasteri za centralnu frekvenciju i frekventni opseg. Podešenjem dugmeta time/div. modificira se frekventni opseg, ali startna frekvencija ostaje ista. Centralna frekvencija i taster za frekventni opseg se koriste za zumiranje, na specifične frekvencije od interesa.

Ako je valni oblik odsječen (clipped) na ekranu), FFT se računa na valnom obliku koji je deformiran što će proizvesti distorziju i u frekventnom domenu (u obliku pogrešnih frekventnih komponenti). Da bi se izbjegla ova vrsta problema volt/div. dugme na osciloskopu mora biti tako postavljeno da je čitav valni oblik postavljen i vidljiv na ekranu.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Dinamički opseg

Dinamički opseg mjerenja u frekventnom domenu je razlika (u decibelima) između najvećeg signala i najmanjeg signala koji može biti pouzdano izmjeren u isto vrijeme (vidjeti narednu sliku). Najveći mjerljivi signal je puna skala (8 podjela skale) valnog oblika u vremenskom domenu.



KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Prag šuma mjerenja određuje najmanji signal koji može biti pouzdano izmjeren. Svaki signal ispod šuma ne može biti izdvojen. Distorzije i artefakti (izobličenja) samplovanja mogu takodjer ograničiti dinamički opseg.

Tipični dinamički opseg FFT mjerenja je 50 dB. Korištenje usrednjavanja općenito povećava dinamički opseg mjerenja time što snižava prag šuma i reducira odzive usljed sampliranja.

Sampliranje

HP 54600 serija osciloskopa ima maksimalnu brzinu sampliranja od 200 Msa/sec. Jedno okidni opseg (singleshot bandwidth) u vremenskom domenu je specificiran na 1/10 brzine sampliranja, obezbjedjujući time najmanje 10 sampl tačaka po periodu kod najviše frekvencije.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Pouzdana jednodimenzionalna metoda rada sa aktivnom FFT funkcijom, će se javiti kod time/div podešenim na 20 $\mu\text{sec/div}$ ili sporije. (na bržim podešenjima od ovoga tj. manjim time/div podešenjima puni zapis u vremenu, dovoljan broj tačaka ne bi mogao biti ostvaren po jednom triggerskom događaju , što ima za rezultat loše FFT mjerenje i računanje).

FFT rad na 20 $\mu\text{sec/div}$ rezultiraće u maksimalnom displeju frekvencije od 5 MHz, što definira korisnu jednodimenzionalnu mogućnost FFT.

Repetitivna (ponavljajuća) tehnika sampliranja dozvoljava osciloskopu da digitizira valne oblike sa mnogo većom frekvencijom od 5 MHz, ukoliko su valni oblici ponavljajući. FFT funkcija tačno računa frekventni sadržaj ponavljajućih valnih oblika sve do propusnog opsega osciloskopa.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

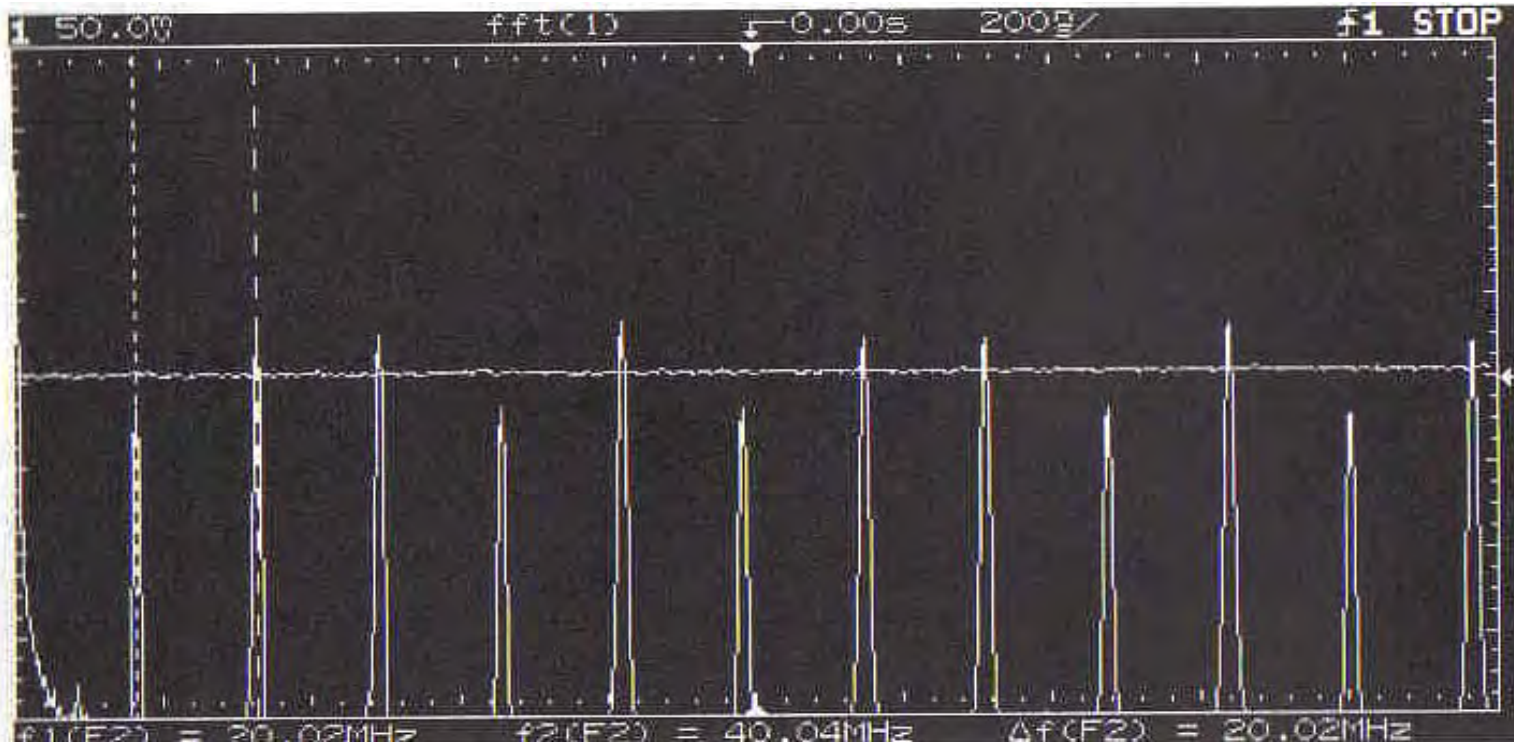
Na podešenjima time/div bržim od 20 $\mu\text{sec/div}$, artefakti procesa sampliranja koji nisu vidljivi u vremenskom domenu, mogu se pokazati u frekventnom domenu. Ovi artefakti se mogu pojaviti kao spektralne linije na cjelobrojnim harmonicima brzine sampliranja ili kao intermodulacija između sata sampliranja i ulazne frekvencije definirano kao:

$$|f = nf_s \pm f_{in}|$$

Nadalje, harmonici od 20 MHz sata sampliranja se mogu pojaviti blizu kraja skale za vrijeme kada su valni oblici u vremenskom domenu samo parcijalno prikupljeni- uzorkovani (vidjeti na narednoj slici). Ovo je zbog toga što valni oblik ima nedostajuće tačke sampliranja koje se pojavljuju na intervalima koji su u relaciji sa brzinom sampliranja. Nakon što je valni oblik u potpunosti prikupljen, iskrzani (spurious) odzivi zbog sata sampliranja će biti mnogo manji i obično će iščeznuti.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

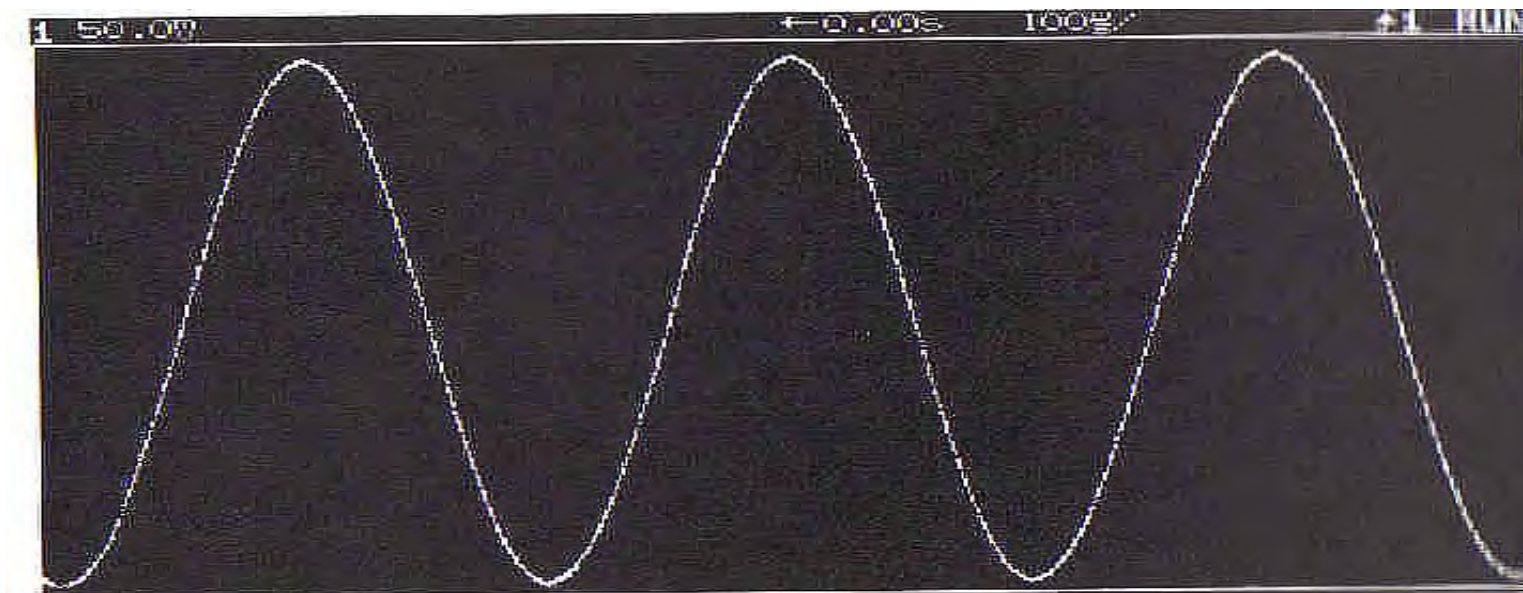
Intermodulacija između sata samplovanja i ulazne frekvencije će tipično biti veća od 50 dB ispod pune skale. Korištenje usrednjavanja smanjuje nivo ovih odziva.



Harmonijska distorzija u sinusnom signalu

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

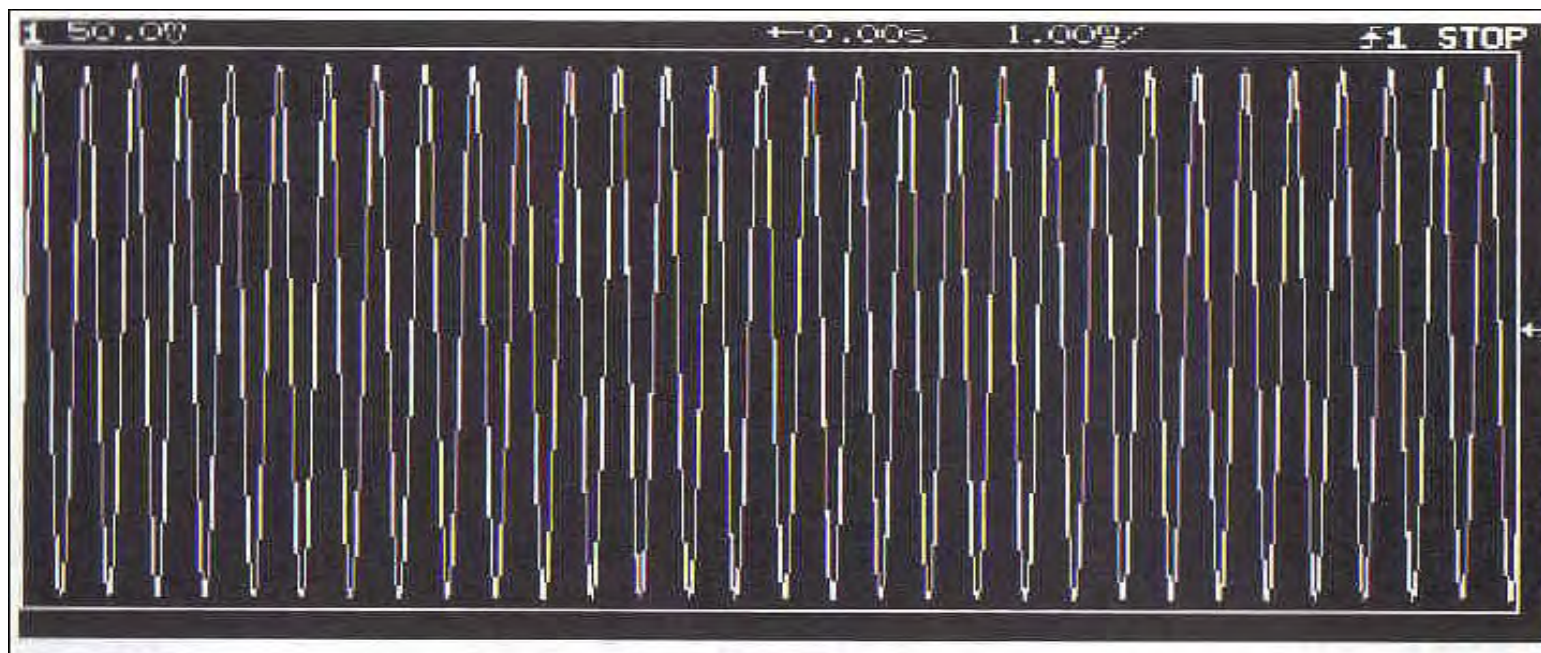
Sinusni valni oblici koji nisu idealno oblikovani u vremenskom domenu generiraju harmonike u frekventnom domenu. Ova harmonijska distorzija se pojavljuje na cjelobrojnim multiplima osnovne frekvencije sinusoidalnog signala. Posmatranje ove distorzije u vremenskom domenu je obično vrlo teško , ukoliko se ne radi o zaista velikoj distorziji. Medjutim, u frekventnom domenu, ovi harmonici su vrlo vidljivi.



KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Prethodna slika pokazuje sinusni valni oblik koji ima harmonijsku distorziju koja nije vidljiva u vremenskom domenu. Medjutim, FFT funkcija može vrlo lako odrediti količinu harmonijske distorzije. Slika pokazuje dobru time/div selekciju za posmatranje signala u vremenskom domenu. Ako se primjeni FFT koristeći ovo time/div podešenje, spektralna linija bi se pojavila na krajnjem lijevom dijelu displeja frekventnog domena. Na narednoj slici je pokazana sporija time/div skala , koja će sniziti efektivnu FFT brzinu samplovanja, rezultirajući u boljoj frekventnoj rezoluciji i boljoj separaciji osnovnog i viših harmonika valnog oblika sinusoide.

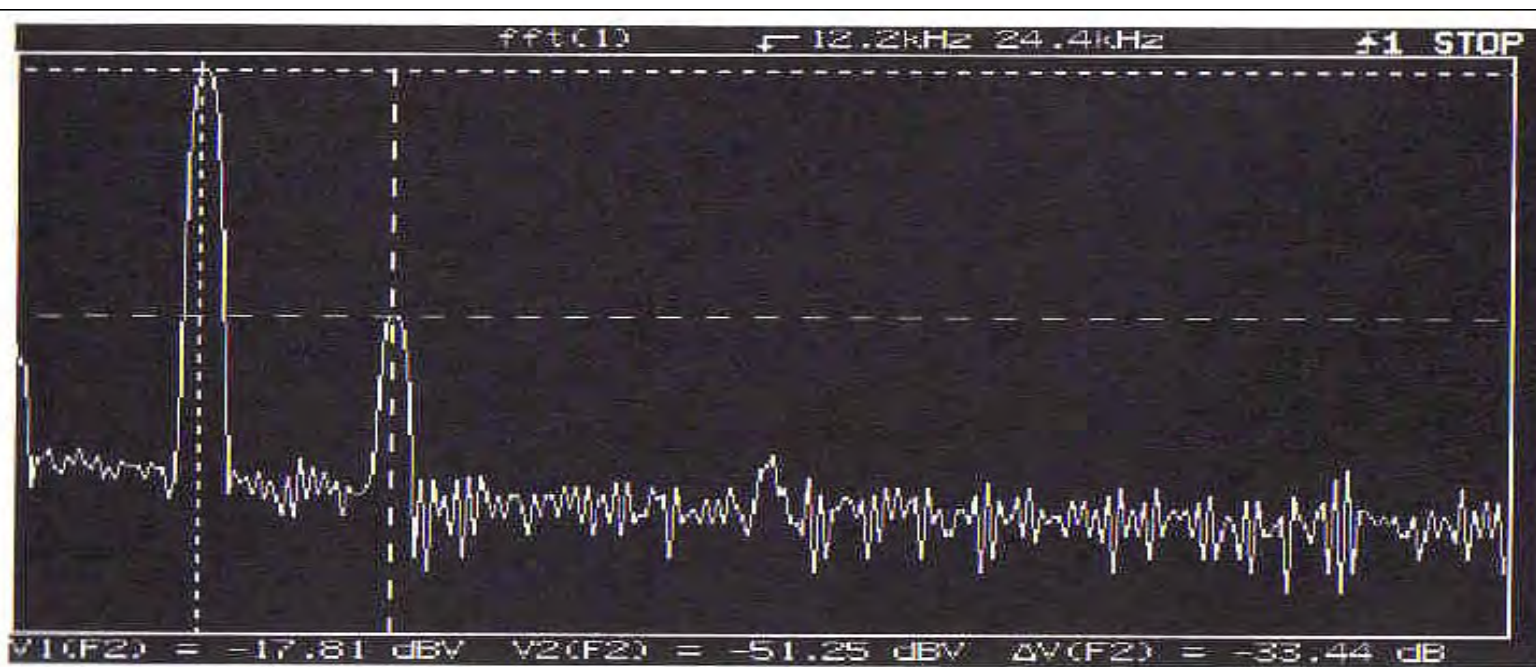
KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



Smanjujući time/div setting na vremenskom dugmetu osciloskopa, komprimiram vremenski domen sinusoide i poboljšavam frekventnu razlučivost

Nadalje , možemo koristiti dugmad na HP 54600 osciloskopu da centriramo frekvenciju i izaberemo frekventni opseg da bi zumirali u željeni dio spektra kao što je pokazano na narednoj slici.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



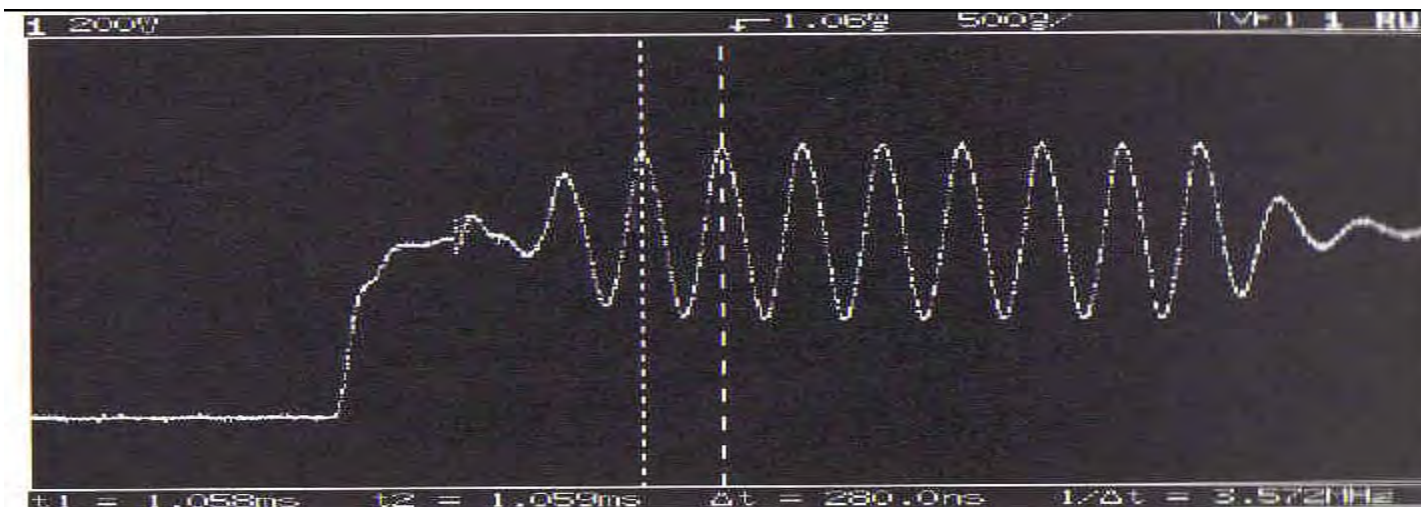
Primjetimo da je flattop prozor korišten u ovom mjerenju, rezultirajući u širim spektralnim linijama, ali korektnijim mjerenjima amplitude.

Softverski taster "nadj vrhove" (Find Peaks) je korišten da postavi kurzore na dvije najveće spektralne linije, dajući absolutna mjerenja osnovnog i drugog harmonika. Kurzor takodjer očitava i u relativnim jedinicama, indicirajući da je drugi harmonik 33 dB ispod osnovnog.

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

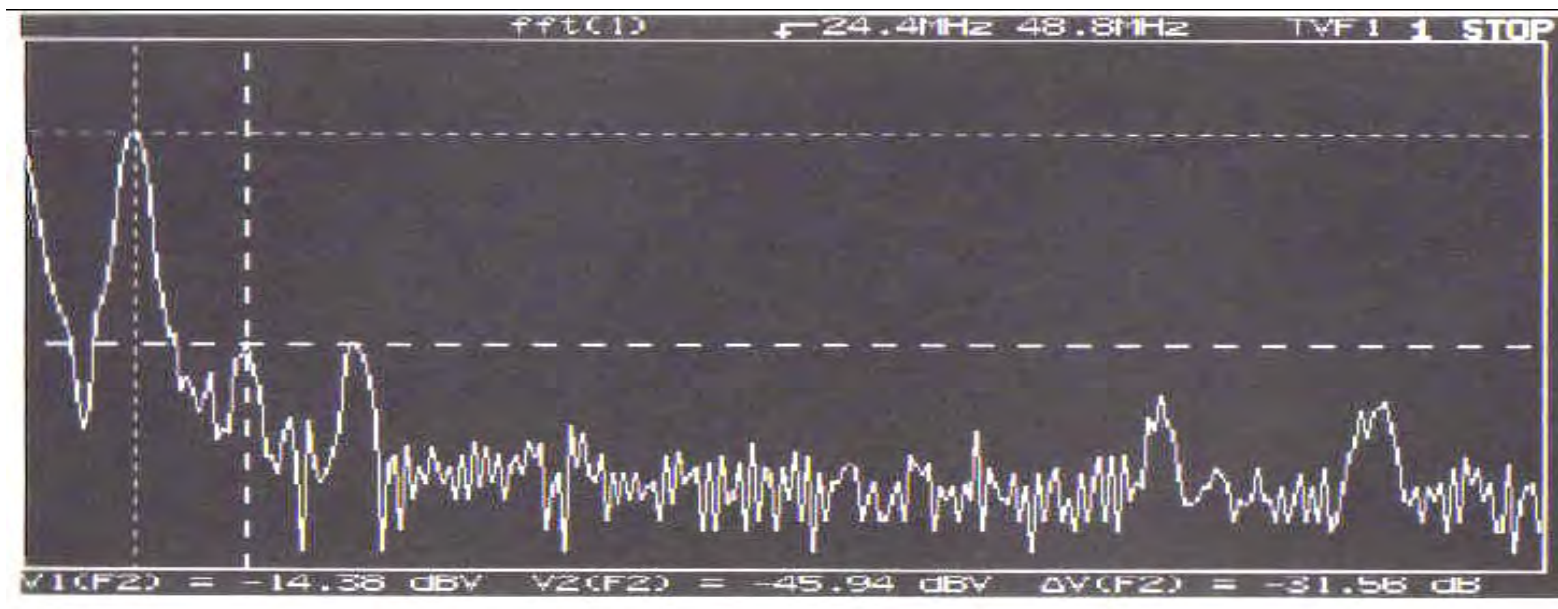
Video distorzija praska boja (colorburst)

Spektralni slučaj mjerenja harmonijske distorzije u sinusnom signalu se može naći kod video aplikacija. Tako naprimjer 3.58 MHz pod-nosilac boje (color sub-carrier) frekvencija je utisnuta (embedded) u NTSC kompozitni video signal i ima izvjestan nivo harmonijske distorzije udružene sa frekvencijom pod-nosioca. Da bi se mjerio samo ovaj signal, dugmad time/div i delay (kašnjenje) na osciloskopu se koriste da se zumira na pod-nosilac boje u vremenskom domenu. (slika a).



KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCIOSKOPIMA

Ukoliko se ne bi dugmad za izbor time/div i kašnjenja na osciloskopu koristila da se zumira na željeni podnosilac, cijeli video signal (sa mnogim komponentama frekvencija) bi se pojavio u displeju frekventnog domena. Ove frekventne komponente bi pomutile podnosioca boje i njegove harmonike.



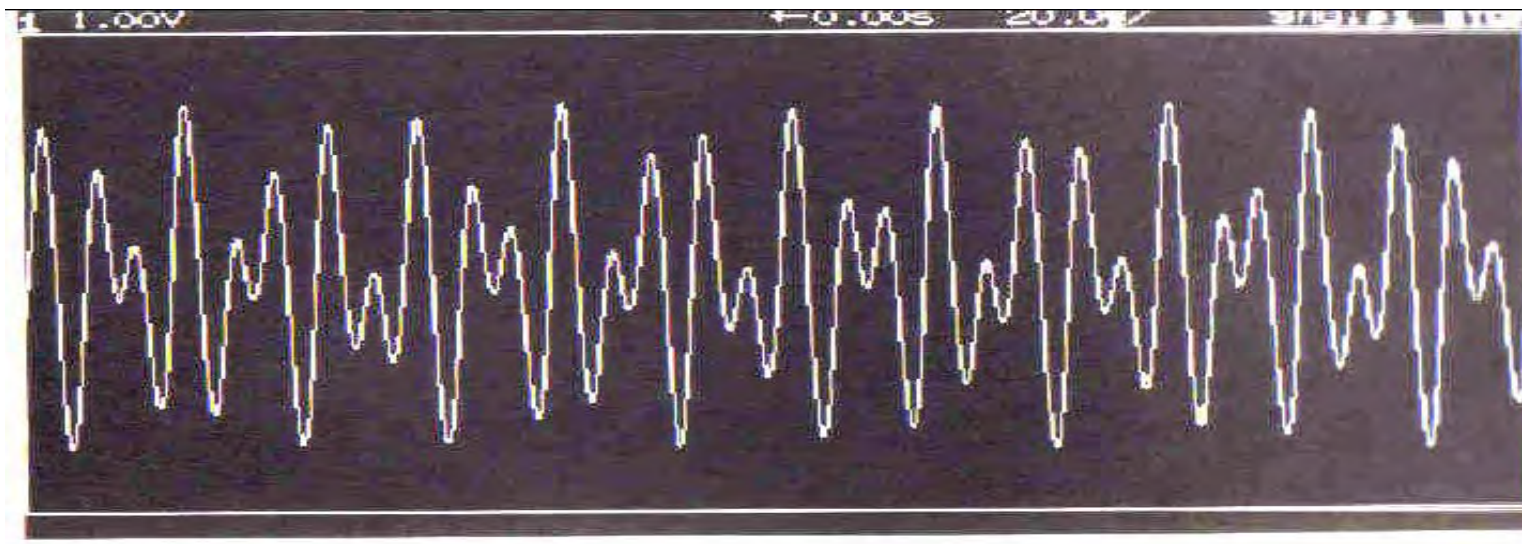
FFT funkcija pokazuje da je harmonijski sadržaj podnosioca boje više od 31 dB ispod podnosioca

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Dvo tonska frekventna identifikacija

Drugi primjer korištenja FFT funkcije je da se identificiraju frekventne komponente koje je teško posmatrati u vremenskom domenu. Primjer za ovakav valni oblik je dvo tonski signal pokazan na narednoj slici. Dva neharmonijski povezana sinusna valna oblika su nestabilna kada se gledaju u vremenskom domenu, tako da je slika, jednogodišnji snimak njihovog valnog oblika a ne repetitivni displej. Neke procjene frekvencije tonova bi mogli pokušati provesti u vremenskom domenu ali vrlo teško. Identificirajući frekvencije za više od dva tona bi bilo praktično nemoguće.

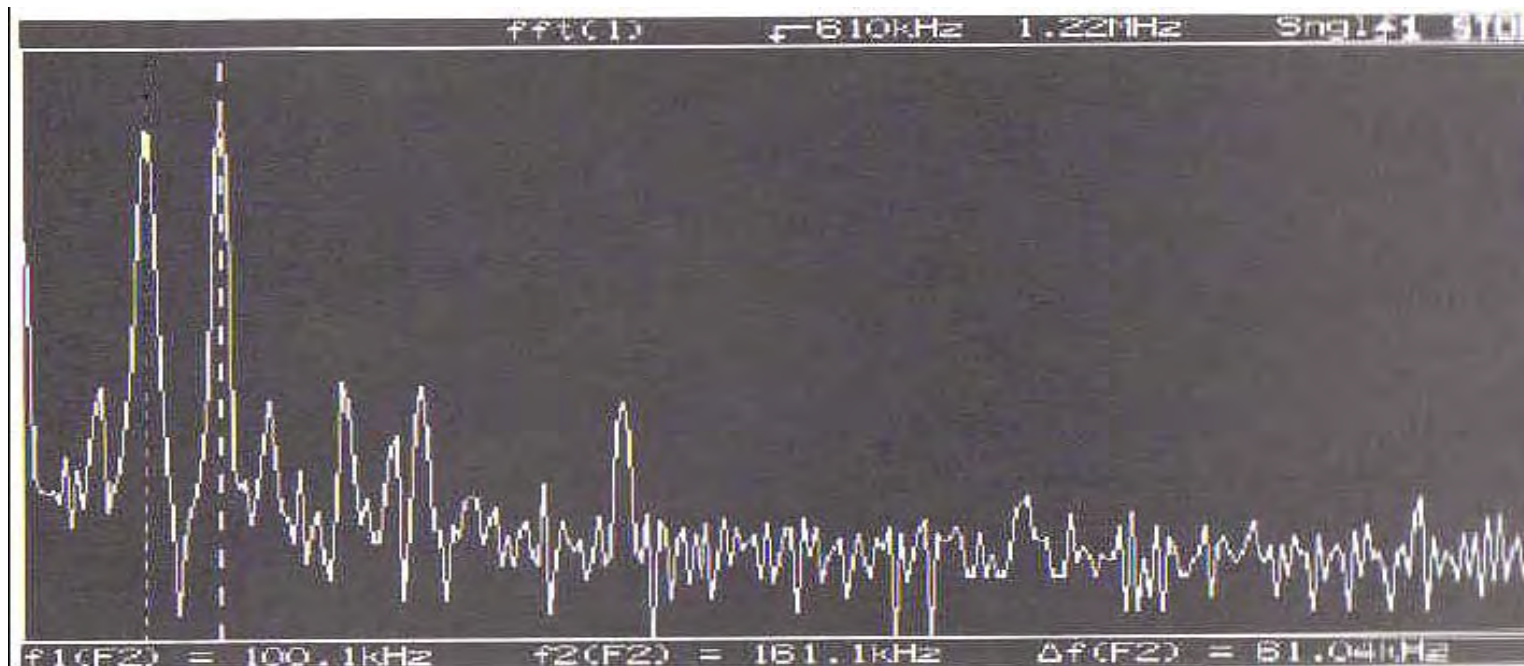
KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



FFT funkcija separira dva tona i prikazuje ih u frekventnom domenu na narednoj slici. Dvije najveće spektralne linije (sa kurzorima postavljenim na njihovim vrhovima), se lako mjere kao 100 kHz i 161 kHz. Primjetimo da su spektralne linije relativno tanke zbog toga što je korišten Hanningov prozor. Ovaj prozor, koji optimizira frekventnu razlučivost, je adekvatan za ovo mjerenje, pošto se mjeri frekventni sadržaj signala

KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Pošto su dva neharmonijski vezana sinusna valna oblika nestabilna (nerepetitivna), u vremenskom domenu, mjerenje mora biti učinjeno u jednostrukoj akviziciji, i korektno je samo za time/div postavljenje na 20 μ sec ili sporije.



KORIŠTENJE BRZE FOURIEROVE TRANSFORMACIJE (FFT) SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Preporuke za FFT mjerenja

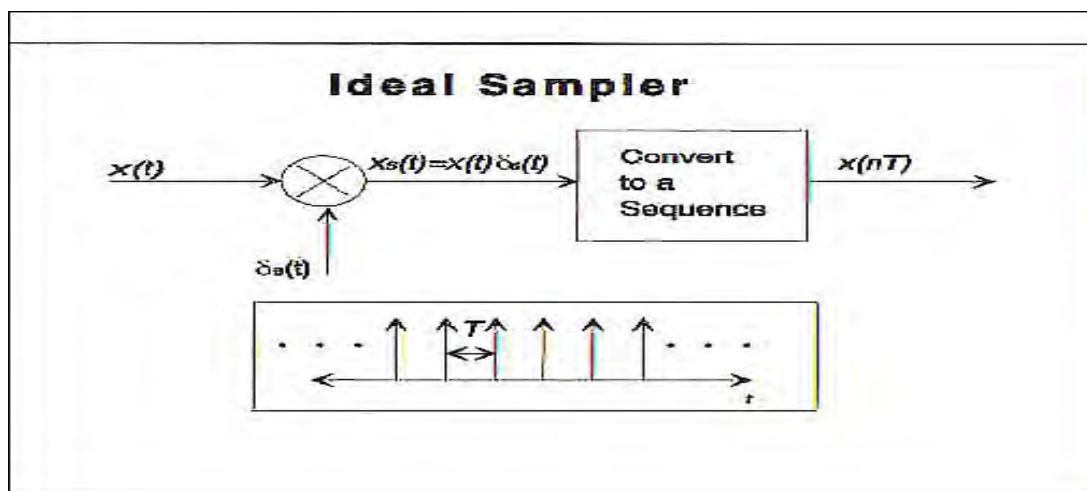
- Izabrati FFT efektivnu brzinu samplovanja veću od dvostrukog frekventnog opsega signala
- Za najbolju frekventnu razlučivost koristiti HANNINGOV prozor
- Za najbolju amplitudnu tačnost koristiti FLATTOP prozor
- Za najbolji displej u frekventnom domenu treba isključiti kanal (displej u vremenskom domenu) ili pritisnuti STOP taster.
- Provjeriti da vremenski valni oblik nije klipovan (priljepljen) na displej kada se koristi FFT funkcija
- Koristiti time/div postavljenje od 20 $\mu\text{sec}/\text{sec}$ ili sporije za jednostruka (single-shot) mjerenja

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

HP 54600 OSCILOSKOPIMA

OSNOVE TEORIJE SAMPLIRANJA

Teorija samplovanja obezbjedjuje matematske osnove za analizu kontinualnih vremenskih signala sa metodama digitalnog procesiranja signala (DSP). Idealni sampler pokazan na narednoj slici je važan konceptualni alat za integraciju vremenskih kontinualnih i diskretnih domena.



Idealni sampler je konceptualni alat za uspostavljanaje veze izmedju kontinualne Fourierove transformacije i diskretne (DFT). Ulaz u idealni sampler je $x(t)$ a izlaz se sastoji od uzorkovanih vrijednosti $x(nT)$.

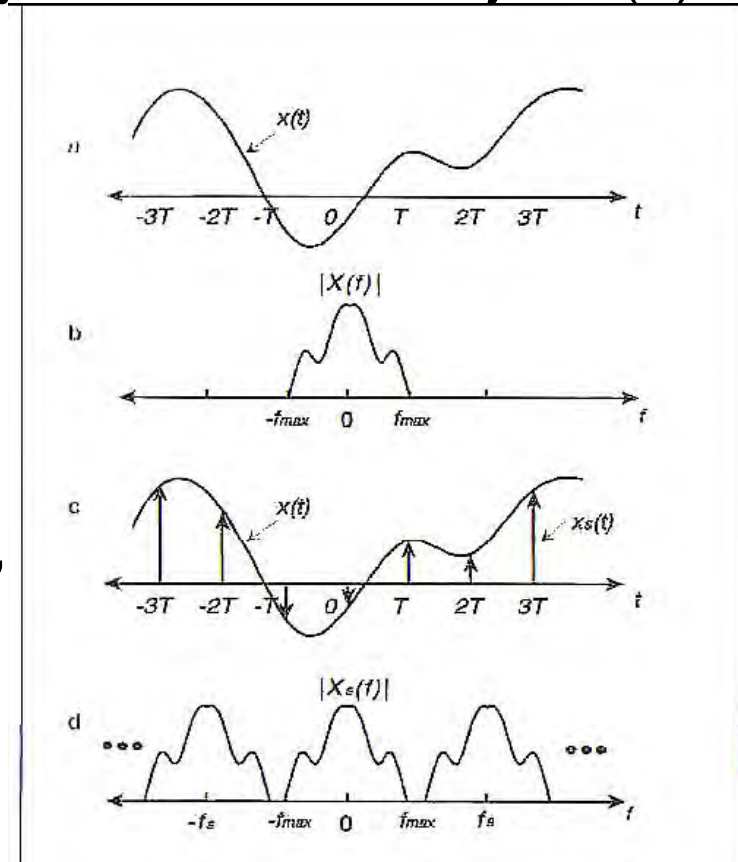
FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Naredna slika ilustrira kako idealni sampler (uzorkivač), može biti korišten da se objasni veza izmedju Fourierove transformacije i DFT. Najvažniji zaključak koji se može izvući iz slike je da proces uzorkovanja rezultira u periodičnoj Fourierovoj transformaciji kao što je ilustrirano u djelu (d) na slici.

- a) originalni vremenski kontinualni signal $x(t)$
- b) Fourierova transformacija od $x(t)$
- c) Signal $x_s(t)$. Ovaj "konceptualni" signal se sastoji od niza impulsa gdje je svaki impuls težine $x(nT)$ i rasporedjen za T sekundi jedan od drugog.

Pošto je $x_s(t)$ tehnički vremenski kontinualni signal, on ima Fourierovu transformaciju $X_s(f)$, koja je ilustrirana u dijelu (d).

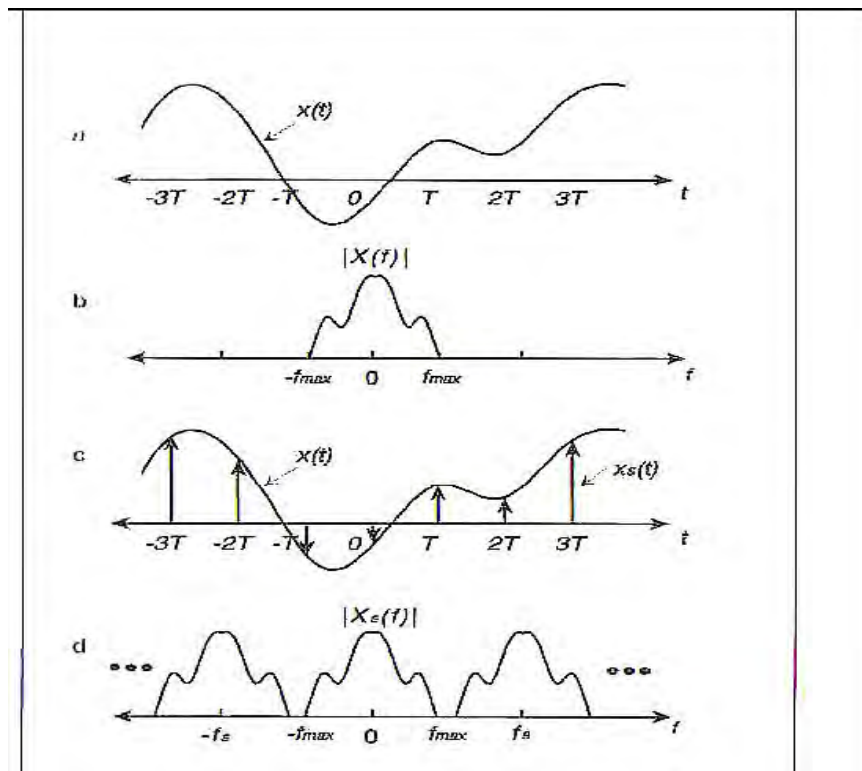


FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

HP 54600 OSCILOSKOPIMA

d) Primjetimo da $X_s(f)$ je formirano prvo množeći $X(f)$ sa konstantnom vrijednošću $1/T$ i onda ponavljajući $X(f)/T$ na intervalima razmještenim za $f_s=1/T$ medjusobno, (f_s je efektivna brzina uzorkovanja).

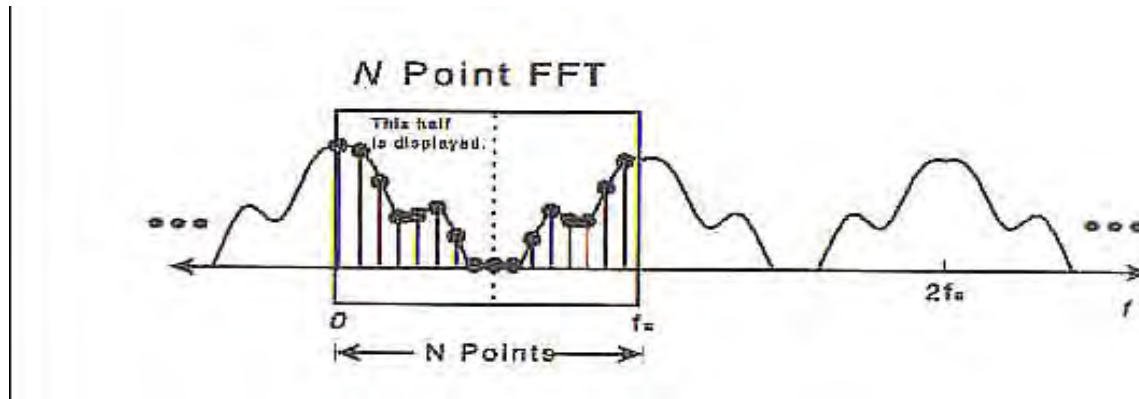
Ako brzina uzorkovanja nije dovoljno velika, tada f_s neće biti dovoljno veliko da obezbjedi da se replike $X(f)/T$ ne preklapaju. Pojaviće se aliasing kada se replike od $X(f)/T$ preklapaju.



FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Za signale konačnog trajanja, DFT se dobije uzimajući N jednako raspoređenih uzoraka ove periodične Fourierove transformacije :



DFT ,od diskretnog signala $x(nT)$ konačnog trajanja, se dobije samplirajući spektar $x_s(t)$ Ovi frekventni uzorci su jednako raspoređeni unutar frekventnog opsega 0 do f_s Hz. Može biti pokazano da za realne signale , DFT će uvijek posjedovati "presavijajuću" (folding) , simetriju, koja je ilustrirana na gornjoj slici. Zbog toga je uobičajeno da se samo prikaže prva polovina (dio na lijevo od crtkane linije) kao FFT. i HP 54600 sa modulom HP 54657A slijedi ovu konvenciju tako da je maksimalni frekventni opseg za FFT displej $f_s/2$.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

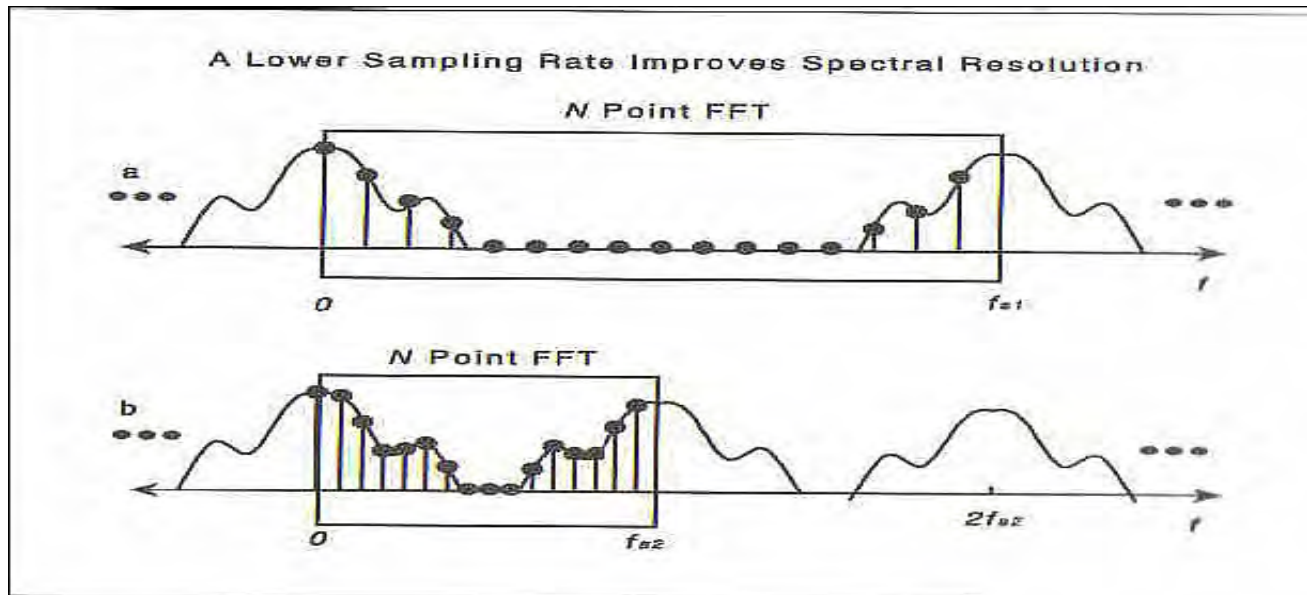
HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Vidjeli smo dakle, da DFT proizvodi N jednako raspoređenih uzoraka od Fourierove transformacije originalnog signala. Drugim riječima, spektar originalnog signala $x(t)$ je uzorkovan kod frekventnih vrijednosti

$$f_k = \frac{k}{NT} \text{ Hz} \quad \text{for } k=0, 1, 2, \dots, N-1 \text{ .}$$

Rezolucija frekvencije od $1/NT$ [Hz], je najbolje što je moguće očekivati da se postigne sa N tačaka FFT , pošto svaki frekventni uzorak je smješten za $1/NT$ jedan od drugoga. Na bazi gornjeg izraza može se vidjeti da **povećavajući T (smanjujući brzinu samplovanja) vodi ka poboljšanoj frekventnoj razlučivosti.** Medjutim, da bi se izbjegao aliasing, brzina uzorkovanja ne smije biti reducirana ispod Nyquistove brzine ulaznog signala.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



Slika grafički ilustrira efekat koji brzina uzorkovanja ima na spektralnu rezoluciju. Djelovi (a) i (b) prikazuju frekventne uzorke dobijene koristeći N tačaka FFT i brzinu uzorkovanja od f_{s1} i f_{s2} . Primjetimo da brzina uzorkovanja korištena u dijelu (a) je dva puta manja od ona na dijelu (b). Smanjenjem brzine uzorkovanja (a da još uvijek izbjegnemo aliasing), mi dobijemo više uzoraka u "interesantnom" regionu spektra. Primjetimo da dio (a) ima manje umetnutih uzoraka spektra nego što ima dio (b).

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Efekat prozora

Pošto DFT zahtjeva ulazni signal konačne dužine, jedan tekući signal mora biti skraćen prije nego se primjeni FFT računanje. Proces skraćivanja se postiže sa preklapanjem ulazne sekvence $x[n]$ sa prozorom konačne dužine $w[n]$ i vršeci tačka po tačka množenje kao što je to pokazano na narednoj slici

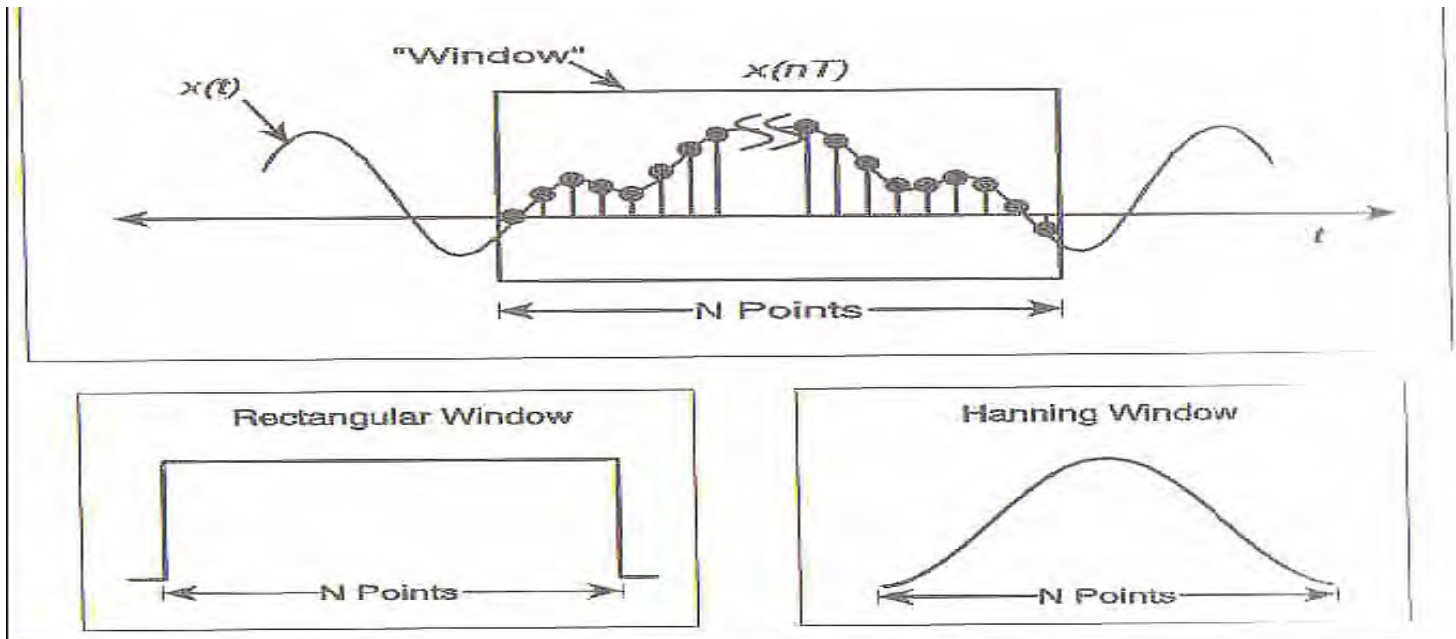
Dakle , FFT se računa na signalu $y[n]$ koji se dobije kao :

$$y[n] = x[n] w[n]$$

Procesi uprozoravanja uvode gubitke u spektralnoj rezoluciji i efekat koji je poznat kao spektralno curenje (leakage). Općenito, izbor funkcije prozora uključuje kompromis između ova dva efekta. To jest, prozor sa boljom frekventnom rezolucijom, u opštem slučaju, nisu dobri sa aspekta curenja spektra i obratno.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Pravougaoni i Hanningov prozor su prikazani na slici



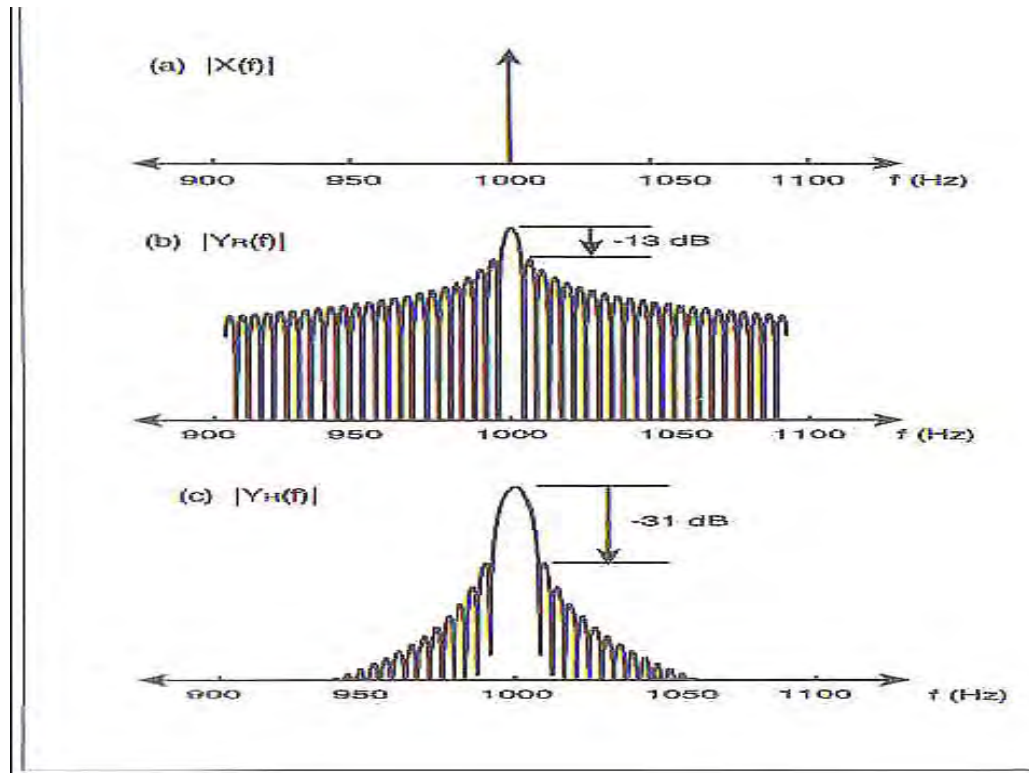
Tekući kontinualni signal je konvertovan u konačan broj uzoraka sa korištenjem prozora. Svaki uzorak u boksu gore pokazanom je pomnožen (tačka po tačka) sa funkcijom prozora.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Efekti uprozorenja su dobro ilustrirani na primjeru sinusoidalnog signala. Naredna slika dio (a) prikazuje Fourierovu transformaciju (amplituda > 0 , $f_0 = 1000$), sinusoidalnog signala. Naravno, spektralni sadržaj sinusoide je predstavljen impulsnom funkcijom koncentriranom kod osnovne frekvencije sinusoide f_0 . Da bi se izvršila FFT analiza, mi ćemo prvo pomnožiti ulazni signal sa funkcijom prozora.

Podsjetimo se da Fourierova transformacija dva signala pomnožena u vremenskom domenu, je data sa konvolucijom transformacije svakog signala u frekventnom domenu. U opštem slučaju, konvolucija ima "izgladjujući" i "raspršavajući" (smoothing and spreading) efekat, koji rezultira u spektralnom curenju i gubitku u rezoluciji. Naredna slika ilustrira efekte uprozorenja u frekventnom domenu

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



a) Fourierova transformacija (amplitude) sinusoide

b) 1024 tačke DFT , koristeći četvrtasti prozor. Primjetimo veliko curenje spektra za ovaj prozor.

c) 1024 tačke DFT sa Hanningovim prozorom. Širina glavnog brijega (lobe) je veća, što znači da je spektralna rezolucija manja.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Eksperiment br. 1

Brzina sampliranja, frekventna rezolucija, i curenje spektra za sinusoidalni ulazni signal. Ovaj jednostavni eksperiment ilustrira relaciju izmedju efektivne brzine sampliranja i rezultirajuće frekventne razlučivosti za spektralnu analizu koristeći FFT. Osobine curenja spektra kod pravougaonog i Hanningovog prozora su takodjer demonstrirane. Poredjenje može biti napravljeno izmedju teoretskih rezultata za FFT analizu sinusoide i eksperimentalnih rezultata dobijenih koristeći FFT modul.

Procedura eksperimenta

1. Spojiti 3.5 Vpp sinusoidalni ulazni signal na kanal 1 osciloskopa HP 54645A. Podesiti frekvenciju sinusoide na približno 1 kHz. Primjetimo da trening kit HP 54654 A obezbjedjuje ovaj sinusni signal na pinu 12.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

HP 54600 OSCILOSKOPIMA

2. Koristiti Autoscale da se displejira valni oblik u vremenskom domenu. Mjeriti frekvenciju sinusoide selektirajući prvo Time a onda birajući Freq selekciju na Time Measurement dijelu Menija.
3. Poslije ovoga otići na Function meni pritišćući +/- taster. Pod "Function 2" dijelom menija selektirati On. Da bi prikazali vektorski displej FFT u realnom vremenu, selektirati 1 na prednjem displeju instrumenta a onda pritisnuti 1 na ekranskom meniju. Podesiti FFT meni podešenja na vrijednosti pokazane na slici

Koristiti Cursors i Find Peaks automatizovanog mjerenja da se izmjeri osnovna frekvencija sinusoide

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

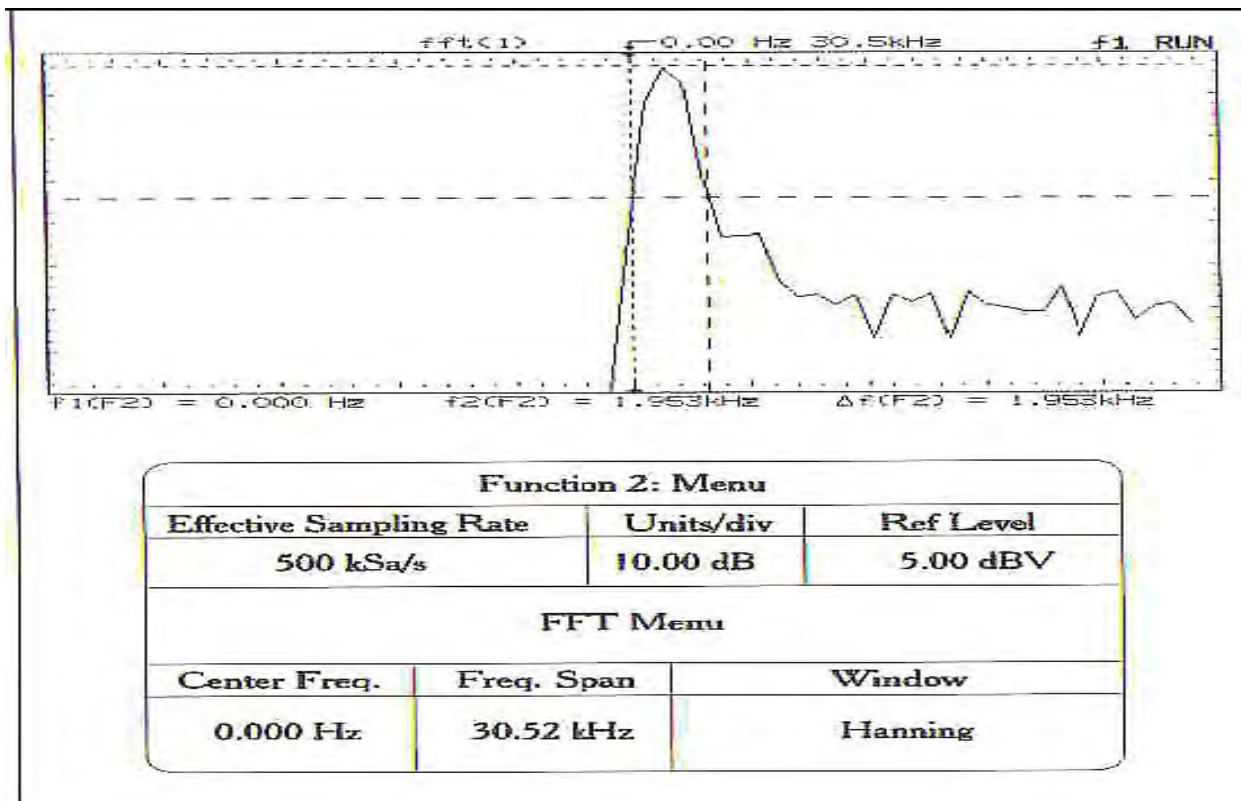
HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Primjetimo da je širina glavnog loba Hanningovog prozora otprilike 2 kHz, (koristiti Cursors meni da se izmjeri širina glavnog loba). Nakon toga, promjeniti na pravougaoni prozor kao što je pokazano na drugoj slici. Primjetimo da je sada širina glavnog loba reducirana na oko 1 kHz. Međutim, curenje spektra je značajno povećano sa ovim prozorom.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

HP 54600 OSCIOSKOPIMA

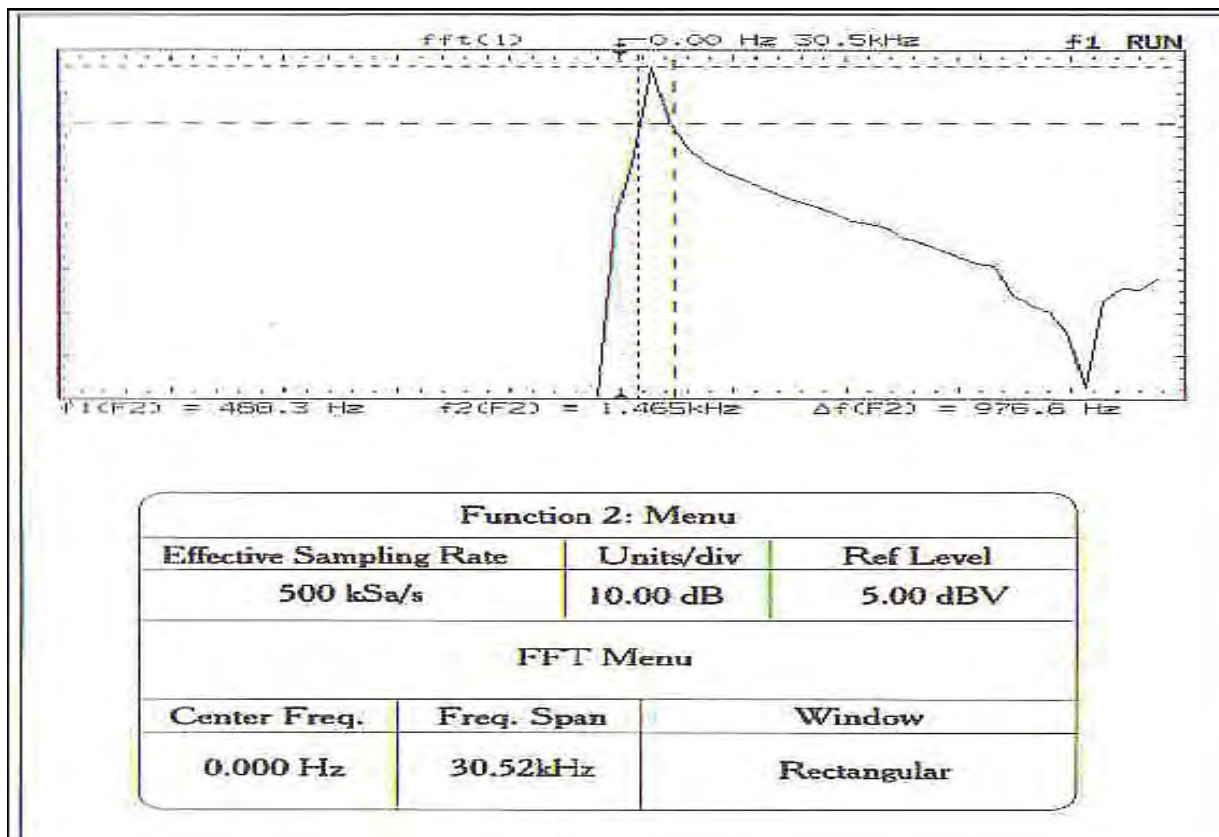
1024 DFT od sinusoidalnog signala amplitude 3.5 Vpp i frekvencije 1 kHz, samplovanog sa 500 kSa/sec, koristeći Hanningov prozor. Širina glavnog loba se mjeri postavljanjem V1 kurzora na vrh loba a V2 kurzora na 31 dB ispod V1. Kao što je pokazano na slici, f1 i f2 kurzori su nakon toga podešeni na tačke gdje V2 kurzor i glavni lob se presijecaju.



FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

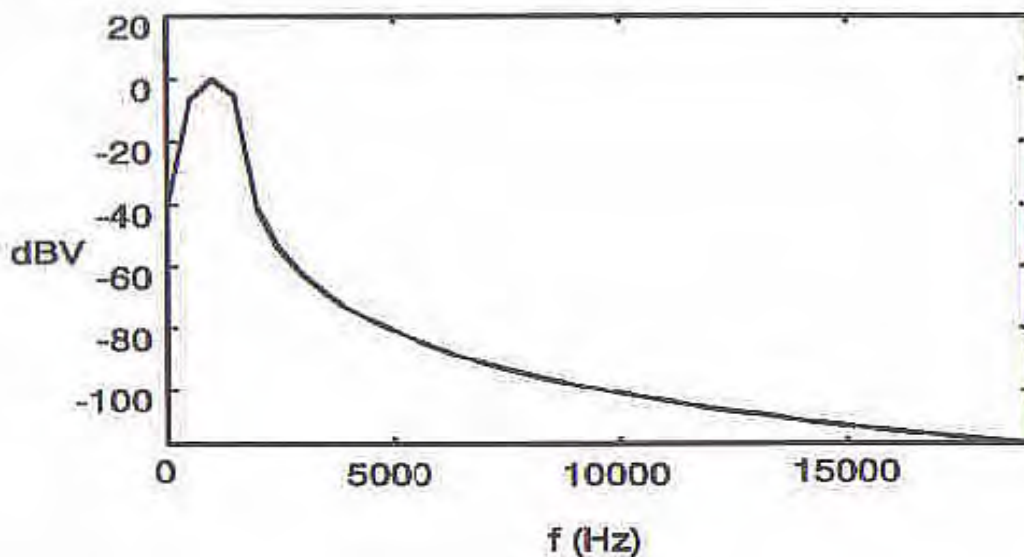
HP 54600 OSCIOSKOPIMA

1024 DFT od sinusoidalnog signala amplitude 3.5 Vpp i frekvencije 1 kHz, šamplovanog sa 500 kSa/sec, koristeći pravougaoni prozor. Širina glavnog loba se mjeri postavljanjem V1 kurzora na vrh loba a V2 kurzora na 13 dB ispod V1. Kao što je pokazano na slici, f1 i f2 kurzori su nakon toga podešeni na tačke gdje V2 kurzor i glavni lob se presijecaju



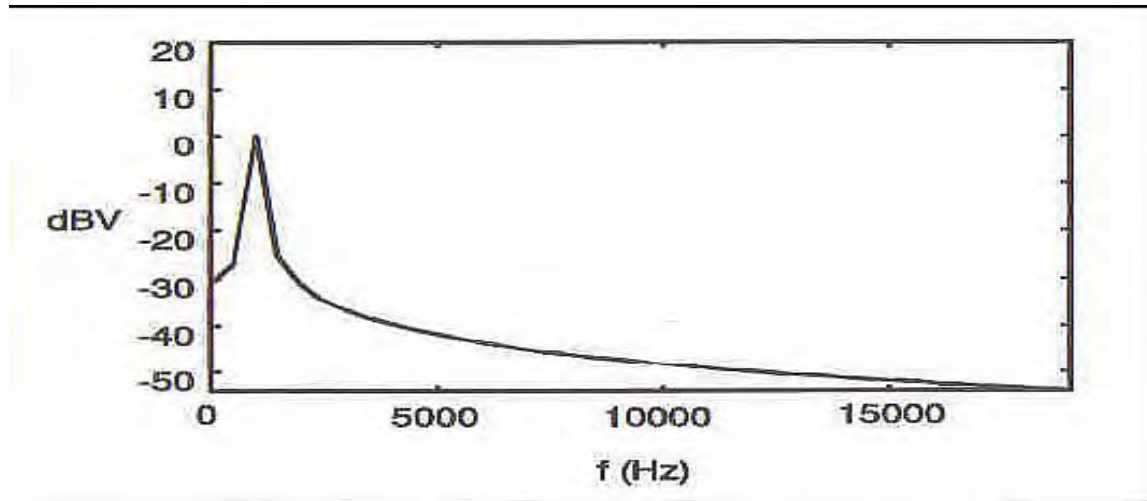
FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Teoretsko izračunavanje je predstavljeno na narednoj slici:



"Teoretska" 1024 tačke DFT od sinusoide amplitude 1 V RMS i frekvencije od 1 kHz samplovana sa 500 kSa/sec koristeći Hanningov prozor.

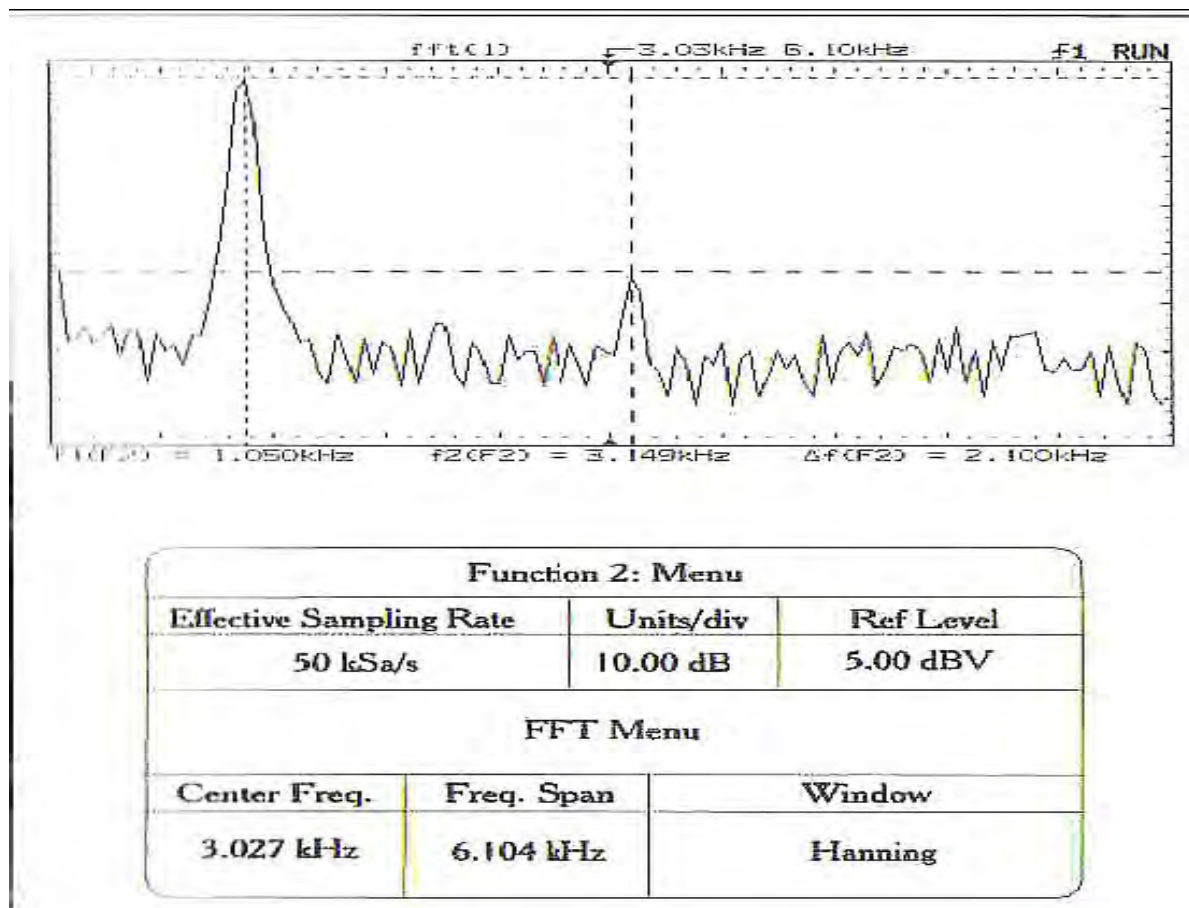
FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



Isto to izračunavanje sa pravougaonim prozorom

5. Koristeći Tim/Div dugme smanjiti efektivnu brzinu sampliranja na 50 kSa/sec. Podesiti podešenja FFT menija na ona specificirana na slici . Primjetimo da je širina glavnog loba reducirana na oko 200 Hz za Hanningov prozor što indicira poboljšanu frekventnu razlučivost. Nakon toga izabrati pravougaoni prozor iz FFT menija i primjetiti da je sada širina glavnog loba oko 100 Hz. Ponovno, curenje spektra je značajno veće.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



1024 DFT od sinusoidalnog signala amplitude 3.5 Vpp i frekvencije 1 kHz, samplovanog sa 50 kSa/sec, koristeći Hanningov prozor. Signal sinusoide sa trening kita HP 54654A je korišten kao ulazni signal. Ovaj signal ima namjerno uvedenu harmonijsku distorziju koja je evidentna na gornjoj slici.

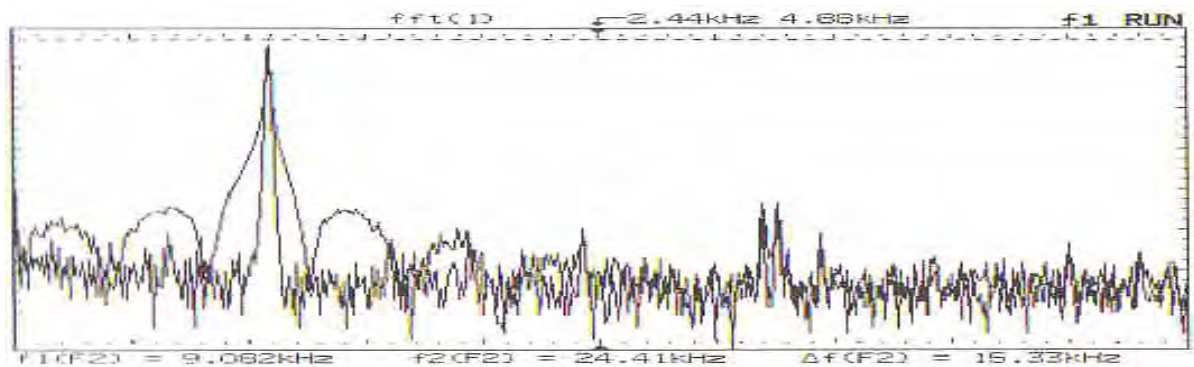
FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Na prethodnoj slici jedan od vertikalnih kurzora je na osnovnoj frekvenciji dok je drugi lociran na trećem harmoniku.

6. Ponoviti prethodni korak koristeći efektivnu brzinu uzorkovanja od 10 kSa/sec. Koristiti sliku za pomoć u selekciji FFT podešenja u meniju. Primjetimo da je širina glavnog loba sada oko 20 Hz za Hanningov prozor i oko 10 Hz za pravougaoni prozor.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCIOSKOPIMA



Function 2: Menu		
Effective Sampling Rate	Units/div	Ref Level
10 kSa/s	10.00 dB	5.00 dBV
FFT Menu		
Center Freq.	Freq. Span	Window
2.441 kHz	4.883 kHz	Hanning, Rectangular

1024 DFT od sinusoidalnog signala amplitude 3.5 Vpp i frekvencije 1 kHz, samplovanog sa 10 kSa/sec. Osciloskop prikazuje preklapanje spektra signala i kod korištenja Hanningov i pravougaonog prozora. Ovaj displej je kreiran prvo selektirajući postavljena kao u boksu a onda pohranjujući svaki trag ("trace"), koristeći Trace tastere osciloskopa. Uključujući obadva tracea , dobićemo displej kao na slici.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

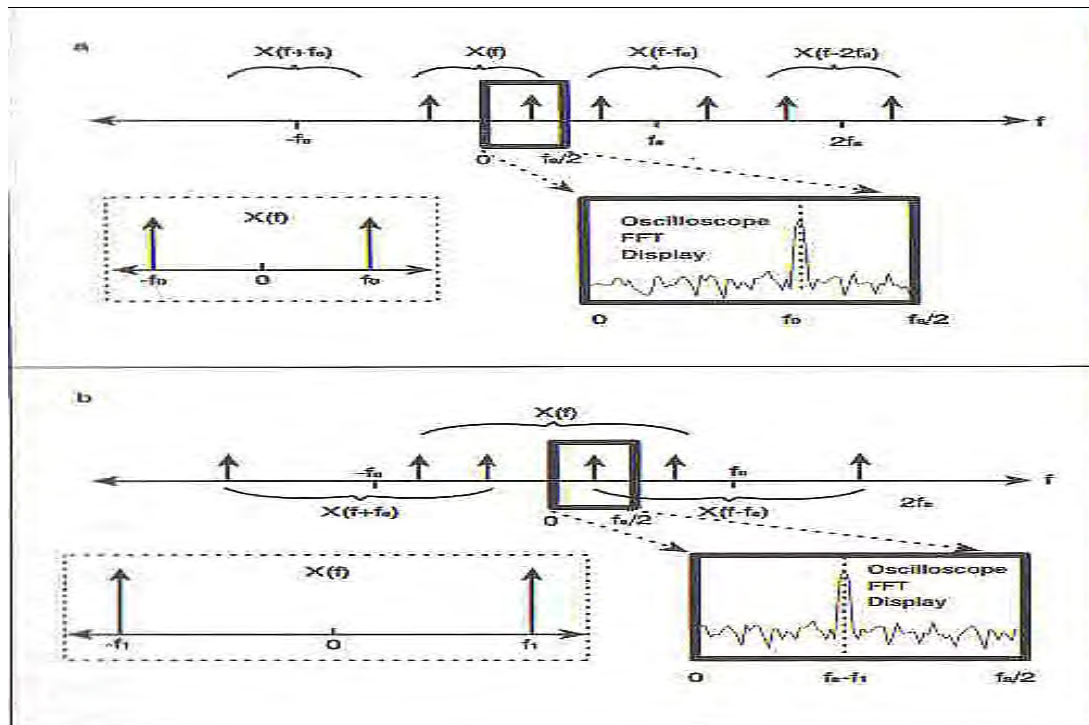
Zaključci

1. Spektralna rezolucija FFT se poboljšava smanjujući efektivnu brzinu sampliranja koristeći Time/Div dugme.
2. Efektivna brzina sampliranja treba biti veća od Nyquistove brzine ulaznog signala da se izbjegne alising.
3. Pravougaoni prozor ispoljava veći stepen curenja spektra od Hanningovog prozora. Loše osobine curenja spektra kod pravougaonog prozora pomraćuju njegove mogućnosti dobre spektralne razlučivosti.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Eksperiment 2

Cilj ovog eksperimenta je da se demonstrira da se alising pojavljuje ako efektivna brzina sampliranja je ispod Nyquistove brzine za dati ulazni signal. Koristićemo ponovno sinusoidalni ulaz za ovaj eksperiment kao i u prvom primjeru. Teoretska Osnova za ovaj eksperiment je ilustrirana na slici



FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

HP 54600 OSCILOSKOPIMA

- a) U prvom dijelu slike, sinusoida se uzorkuje sa brzinom koja je veća nego Nyquistova frekvencija sinusoide. Spektar sinusoide je označen sa $X(f)$ i pokazan je u boksu crtkanom linijom. Sampliranje signala će rezultirati u periodičnom ponavljanju originalnog spektra kao što je gore pokazano. Boks crtan punom debelom linijom predstavlja dio spektra koji prikazuje osciloskop. Primjetimo da maksimalna frekvencija koja može biti prikazana na osciloskopu je $f_s/2$. Pošto se pojedinačne replike ne preklapaju (tj. $f_0 < f_s/2$), spektar ulaznog signala je korektno predstavljen.
- b) U drugoj polovini slike, sinusoida je podsamplirana što rezultira u alisingu. Kada se originalni spektar periodično replicira, dio spektra se ne vidi zbog toga što $X(f)$ se ne pojavljuje u unutar frekventnog opsega displeja osciloskopa. Medjutim, dio spektra kao rezultat $X(f-f_s)$ se pojavljuje unutar frekventnog opsega displeja. Zbog alisinga displej osciloskopa ne prikazuje korektno spektar signala.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Procedura

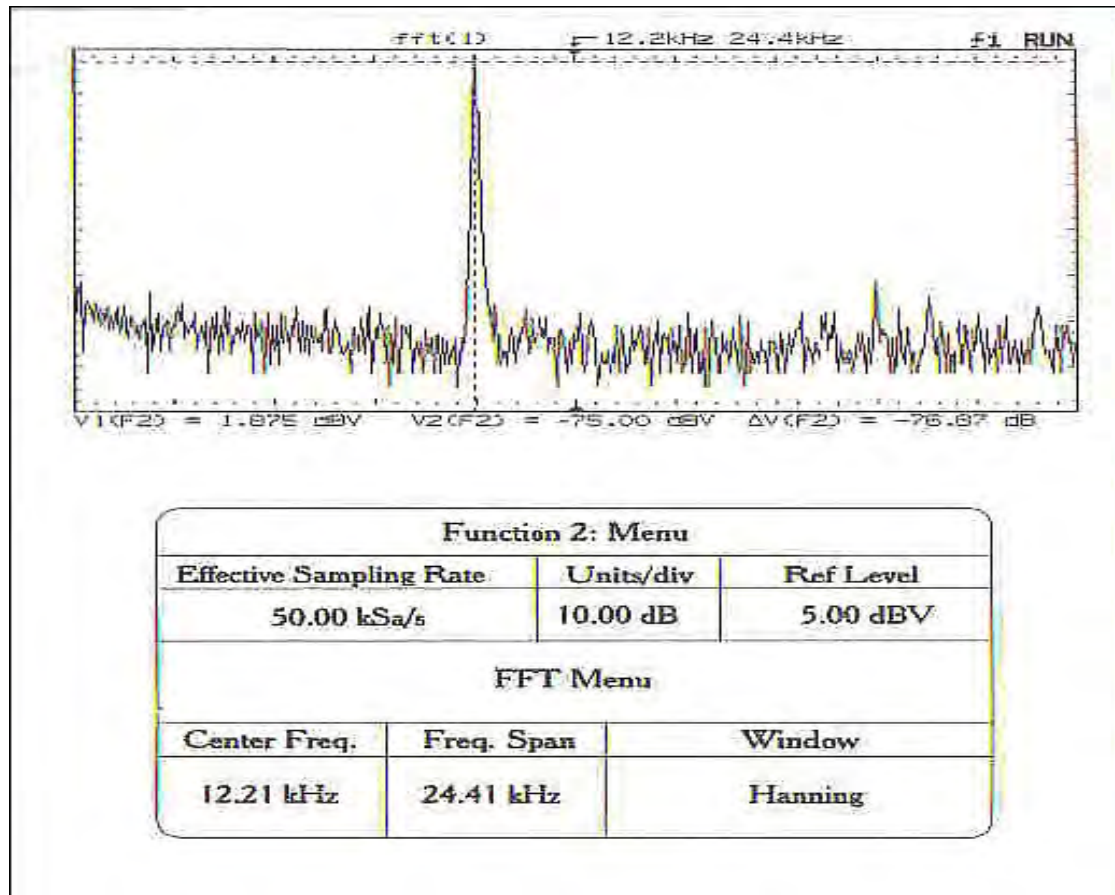
1. Spojiti signal generator na kanal 1 osciloskopa. Izabrati 3.5 Vpp sinusoidalni signal sa osnovnom frekvencijom od oko 10 kHz. Koristiti taster Autoscale da se prikaže valni oblik u vremenskom domenu.
2. Sada pritisnuti +/- taster a onda selektirati On ulaz na Function 2 Meniju. Nakon toga pritisnuti 1 taster na prednjem panelu i izabrati Off na meniju 1. Koristiti Time/Div kontrolno dugme da se izabere efektivna brzina sampliranja od 50 kSa/sec. Pogledati na narednu sliku da se vidi kako podesiti ostala podešenja u FFT meniju.
3. Koristeći kontrolnu dugmad na generatoru sinusoide, postepeno povećavati frekvenciju sinusoide do oko 24 kHz, dozvoljavajući FFT displeju da se stabilizira u nekoliko tačaka tokom povećanja frekvencije. Treba da vidimo kako se vrh loba FFT displeja pomjera prema desno kako se povećava frekvencija sinusoide.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

HP 54600 OSCILOSKOPIMA

4. Nastaviti sa laganim povećanjem osnovne frekvencije sinusoide. Aliasing će se početi pojavljivati kada frekvencija sinusoide predje 25 kHz. Kako frekvencija prelazi opseg od 25 do 50 kHz, glavni lobe se pomjera prema lijevoj strani displeja. Kada frekvencija sinusoide nastavi da se povećava od 50 do 75 kHz, glavni lob će se ponovo pomjerati prema desnom kraju FFT displeja.
5. Postaviti frekvenciju sinusoide na 40 kHz. Koristiti Cursors i Find Peaks funkcije da izmjerite vršnu frekvenciju prikazanu na FFT. Zbog aliasinga, FFT će pogrešno indicirati da se peak javlja kod oko 10 kHz.
6. Konačno, ponoviti korak 5, stin što ovaj put treba promijeniti efektivnu brzinu sampliranja na 100 kSa/sec. Pošto je efektivna brzina sampliranja veća od Nyquistove brzine, spektar je korektno aproksimiran.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



Zaključci

Frekventni opseg FFT displeja je od 0 do $f_s/2$ Hz. Sve frekventne komponente ulaznog signala koje su veće od $f_s/2$ pojavljivat će se kao aliasovane i na nižim frekvencijama na FFT displeju.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Eksperiment 3

Frekventna analiza periodičnog signala

Ovaj eksperiment demonstrira korištenje FFT za analizu spektralnog sadržaja pravougaonog i trouglastog signala. Poređićemo teoretske i eksperimentalne tehnike i diskutirati kompromise između frekventne rezolucije i aliasinga.

Teorija

Fourierova transformacija pravougaonog valnog oblika je u uskoj korelaciji sa njenim opisom preko Fourierove serije. Ustvari, Fourierova transformacija bilo kojeg periodičnog signala je data sa:

$$X(\omega) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} 2\pi a_k \delta(\omega - k\omega_0)$$

gdje ω_0 (rad/s) je osnovna frekvencija periodičnog valnog oblika, a a_k su eksponencijalni oblici koeficijenata Fourierove serije.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Fourierova analiza pravougaonog valnog oblika (vrh peak = 1, duty cycle = 50 %), otkriva da su amplitude koeficijenata serije date sa :

$$|a_k| = \left| \frac{\sin(\pi k / 2)}{k\pi} \right|$$

Tabela prikazuje koeficijente (amplitude) Fourierove serije, za pravougaoni i trouglasti valni oblik. Ova tabela je korisna da se odredi efektivna brzina sampliranja da se može provesti FFT analiza. Na primjer, mi možemo željeti da zanemarimo sve spektralne komponente poslije 9-og harmonika. Pod ovom pretpostavkom, mi možemo izabrati da brzina sampliranja bude veća od $18 \omega_0$. Međutim, moramo imati u vidu da će se viši harmonici aliasirati, i da moramo biti pažljivi da ne izvodimo pogrešne zaključke iz ove analize.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Square Wave		Triangle Wave	
Harmonic	Magnitude (dB)	Harmonic	Magnitude (dB)
1	-9.943	1	-4.842
3	-19.485	3	-26.924
5	-23.922	5	-35.788
7	-26.845	7	-41.618
9	-29.028	9	-45.863
11	-30.771	11	-49.423
13	-23.222	13	-52.295

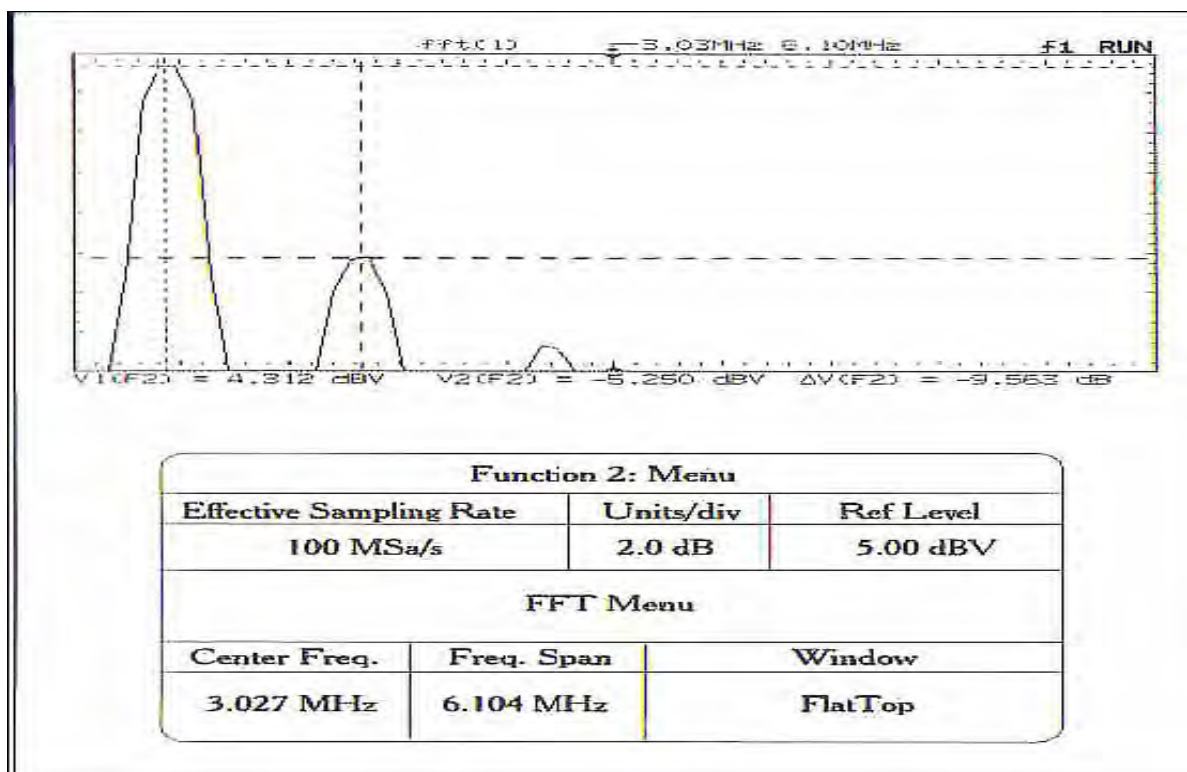
Procedura

1. Koristiti bilo HP 54654 training kit (pin 2) ili generator funkcija da se dobije 500 kHz pravougaoni valni oblik (2 Vp). Koristiti Autoscale da se prikaže valni oblik u vremenskom domenu.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

HP 54600 OSCIOSKOPIMA

2. Aktivirati "Functions" meni selektirajući +/- taster. Selektirati On pod dijelom Function 2 displeja. Zatim selektirati taster 1 na prednjem panelu i isključiti kanal 1. U ovoj tački , efektivna brzina sampliranja je 200 Msa/sec , i mnogi od harmonika pravougaonog valnog oblika su prikazani. Koristiti narednu sliku za pomoć u selekciji menija za FFT

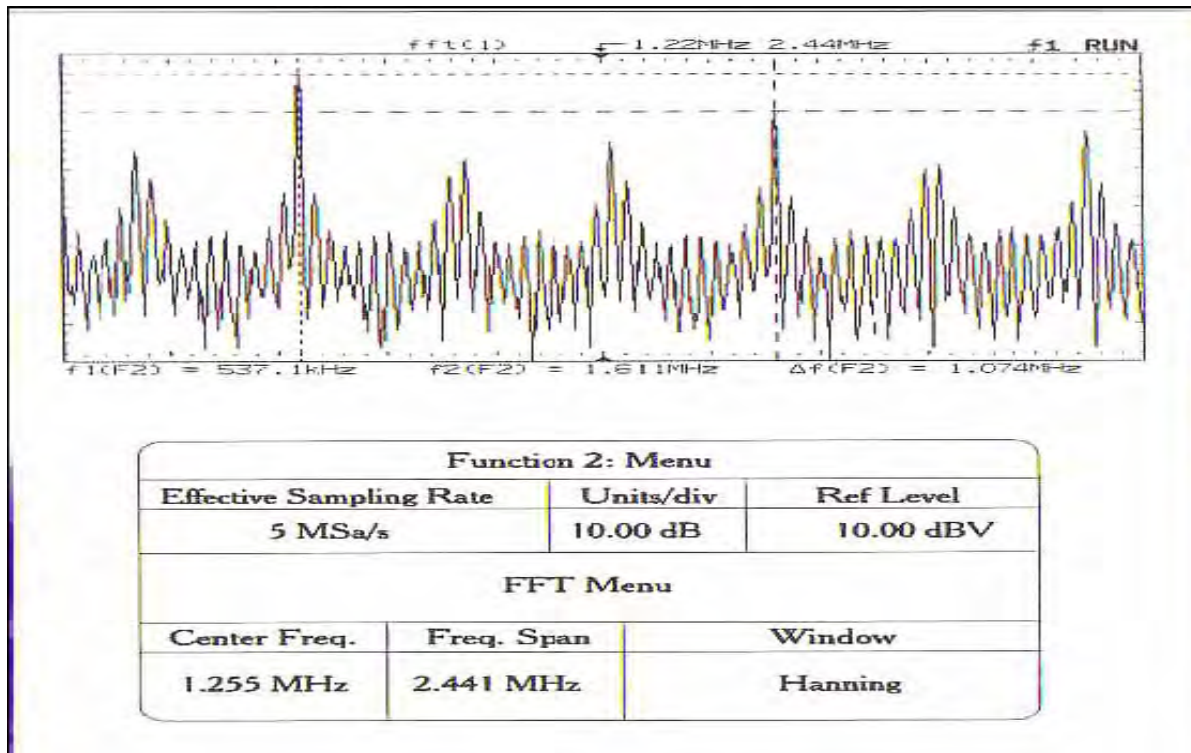


FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

HP 54600 OSCILOSKOPIMA

3. Sada koristiti Time/Div dugme da se smanji brzina sampovanja na 100 Msa/sec. Koristiti sliku kao pomoć da se odrede postavljeno za FFT menije. Cursors i Find Peaks dugmad mogu biti korištena da se odrede relativne amplitudne razlike između vrhova. Poredite ove rezultate sa teoretskim vrijednostima dobijenim oduzimanjem vrijednosti amplituda u tabeli . Naprimjer, Tabela pokazuje da ima 9.54 dB razlika između amplitude prvog i trećeg harmonika pravougaonog valnog oblika. Slika je izabrana tako da 'zumira' na prva tri harmonika. Primjetimo da flattop prozor daje najtačnije mjerenje relativne amplitude između harmonika.

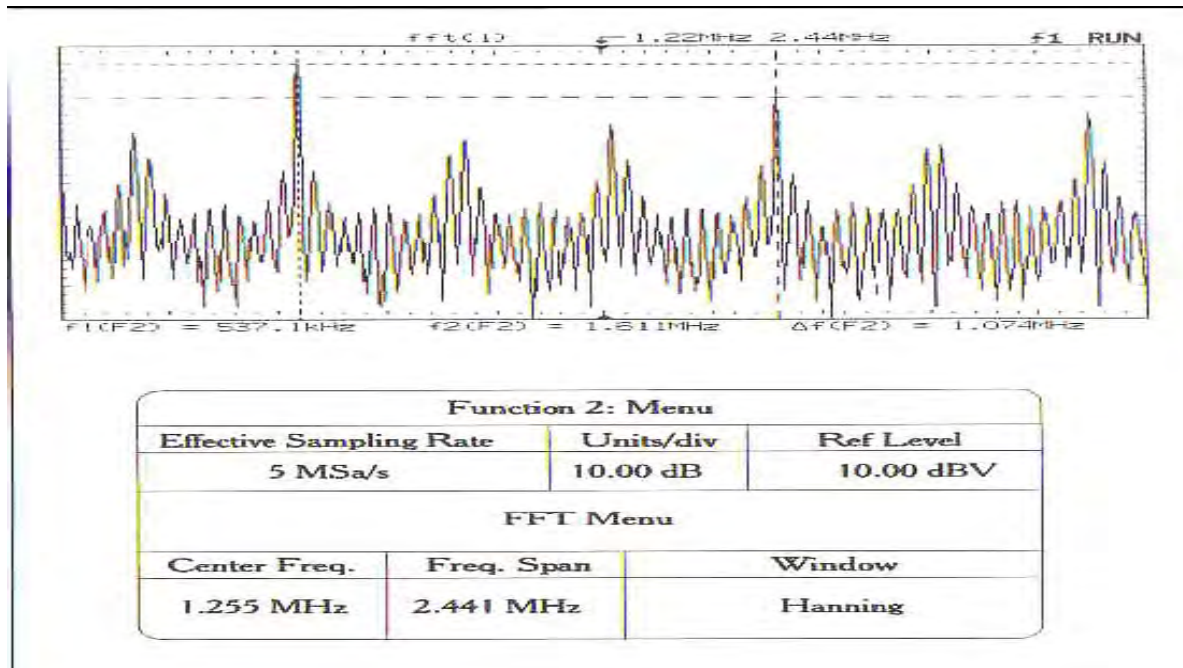
FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCIOSKOPIMA



4. Ovaj korak će pokazati efekte aliasinga. Koristiti Tim/Div dugme da se izabere efektivna brzina samplinga od 5 Msa/sec. Koristiti sliku za pomoć oko izbora postavljenja za FFT menije. U ovom displeju dva najviša vrha predstavljaju 1-i i 3-i harmonik pravouglog valnog oblika. Ipak, kako je pokazano i na slici, viši harmonici su aliasirani i pojavljuju se kao komponente na nižim frekvencijama u displeju FFT.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCIOSKOPIMA

5. Ponoviti gornje korake za 1 Vp 500 kHz trouglasti valni oblik.



Zaključci

1. Flattop prozor je najefikasniji za mjerenje relativnih amplituda između različitih frekvencija harmonika.
2. Nekorektan izbor efektivne brzine sampliranja može rezultirati u aliasingu u frekventnom domenu tako da se viši harmonici pojavljuju na nižim frekvencijam u FFT displeju.

Eksperiment 4

Suma sinusoida

Ovaj eksperiment pokazuje kako FFT može biti korištena da se analizira spektralni sadržaj signala koji se sastoji od sume dvije sinusoida. Slična analiza koristeći tehnike vremenskog domena bila bi vrlo teško izvodljiva na osciloskopu.

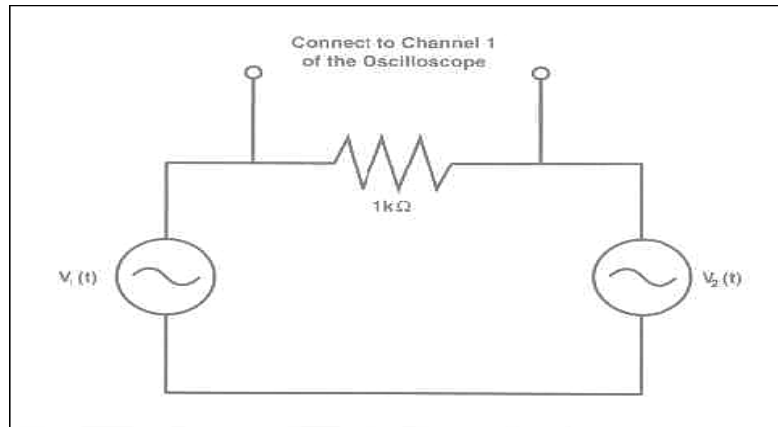
Procedura

1. Koristiti dva izvora signala i otpornik da se napravi kolo pokazano na narednoj slici .
2. Koristiti osciloskop da se verificira da v1 i v2 valni oblici imaju korektna podešenja amplituda i frekvencija.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

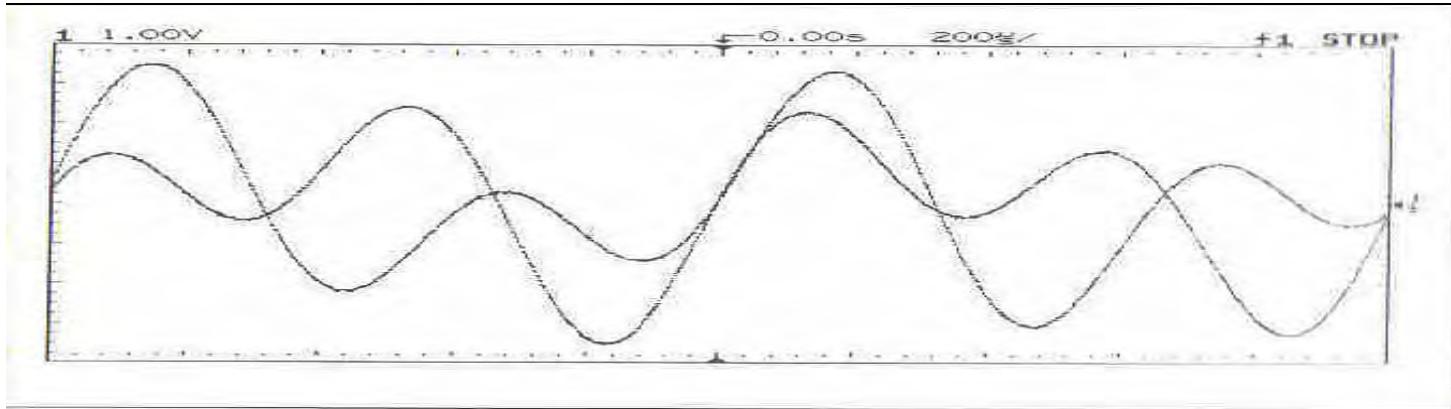
HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Naponski izvor $v_1(t)$ je 3.5 Vpp, 1 kHz sinusoida, a izvor napona $v_2(t)$ je inicijalno postavljen na 3.5 Vpp, 2 kHz sinusoida.



3. Koristiti Autoscale da se dobije displej u vremenskom domenu napona na krajevima otpornika. Pošto je napon na otporniku suma dvije sinusoida, i pošto one imaju različite osnovne frekvencije, (koje nisu potpuno harmonijski u relaciji), rezultirajući displej u vremenskom domenu je nestabilan. Koristiti Run i Stop dugmad da bi se napravio 'snapshot' (okidni snimak) tragova osciloskopa. Ovo je ilustrirano na narednoj slici

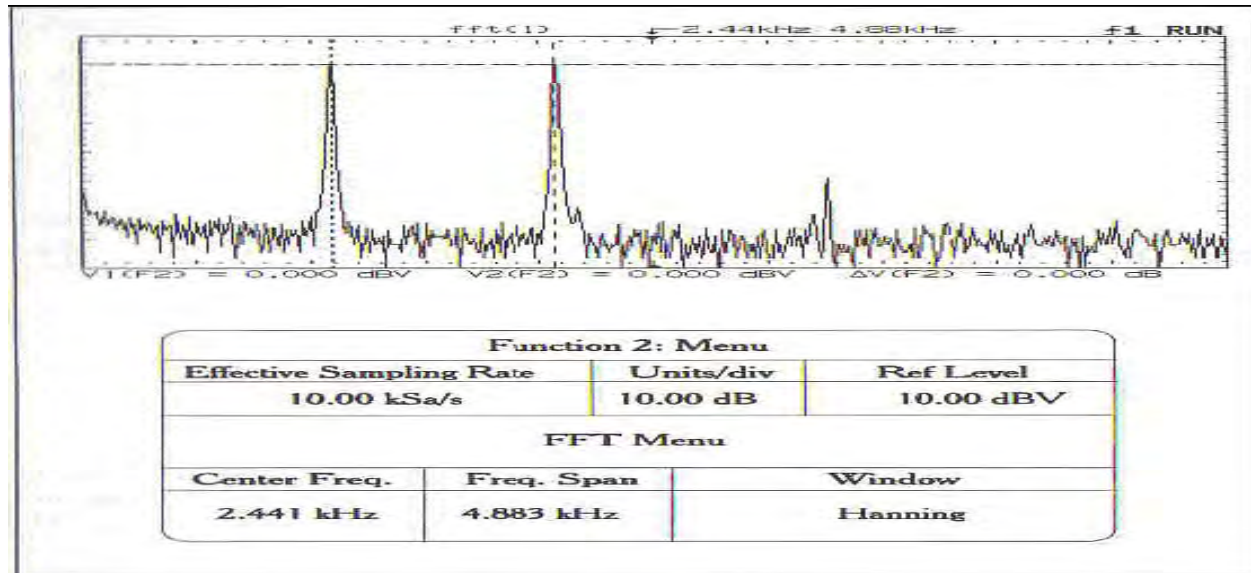
FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



4. Kao što je već opisano u prethodnim eksperimentima, uključiti FFT displej i isključiti vremenski displej na kanalu 1. Koristiti podešenja pokazana na slici da se pokaže spektralni sadržaj ulaznog signala. Dugmad Cursors se mogu koristiti da se izmjeri lokacija frekvencije svake sinusoide. Interesantno je takodjer uočiti efekat promjene efektivne brzine sampliranja.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCIOSKOPIMA

Koristiti dugme Time/Div da se polako povećava brzina samplovanja , dozvoljavajući FFT displeju da se stabilizira poslije svakog povećanja brzine. Primjetimo da postaje sve teže razlikovati dvije sinusoide kako povećavamo brzinu sampliranja.



1024 tačke DFT signala koji predstavlja sumu dvije sinusoide. Svaka sinusoida ima napon od 3.5 Vpp. Frekvencije sinusoida su 1 i 2 kHz respektivno.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

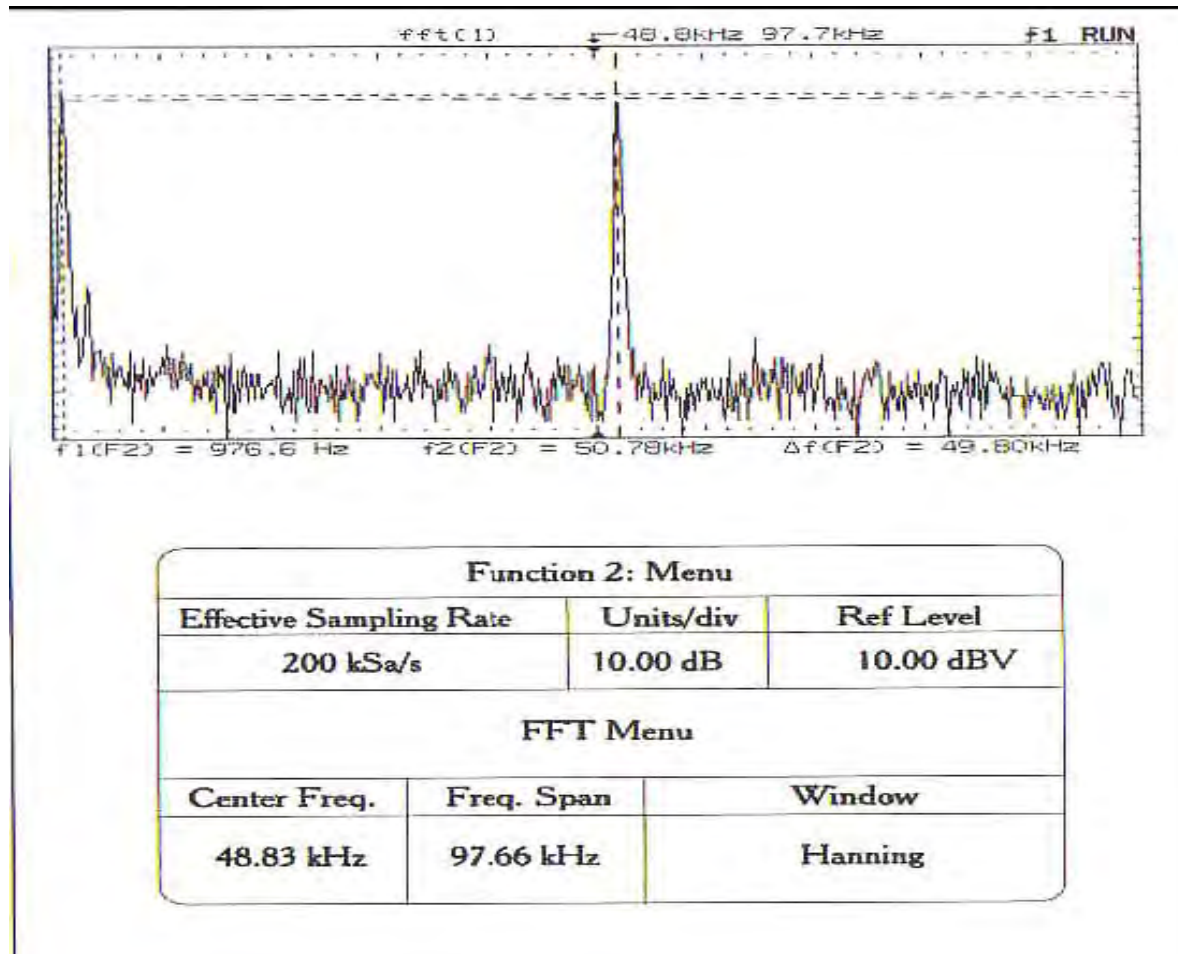
HP 54600 OSCILOSKOPIMA

5. Podesiti frekvenciju izvora v2 na 50 kHz. Koristiti Autoscale da se prikaže valni oblik u vremenskom domenu. Rezultirajući displej nije stabilan.
6. Uključiti FFT displej i isključiti vremenski displej na kanalu 1. Koristiti sliku da se podese podešenja FFT menija. Na slici b , obadvije frekventne komponente se lako razlikuju.

Zaključci

1. Stabilan valni oblik u vremenskom domenu nije potreban kada se koristi HP 54657A FFT modul za izvodjenje analize u frekventnom domenu, sve dok vremenska baza je sporija od 50 μ s /div.
2. Može biti teško razlučiti frekventne komponente uskog propusnog opsega kada ulazni signal sadrži komponente visoke frekvencije. Efektivna brzina sampliranja mora biti veća da bi se izbjegao aliasing, i zbog toga, rezultirajuća spektralna rezolucija je loša.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCIOSKOPIMA



1024 tačke DFT signala koji se sastoji od dvije sinusoide sa osnovnim frekvencijama od 1 kHz i 50 kHz.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Eksperiment 5

Poredjenje funkcija FFT prozora

U ovom kratkom eksperimentu koristićemo Hanningov, pravougaoni i Flatop prozor da analiziramo frekventni sadržaj jednostavnih signala. Eksperiment poredi spektralne rezolucije i mogućnosti mjerenja spektralnih amplituda raznih prozora.

Procedura

1. Spojiti i prikazati 1V (RMS) sinusoidu sa osnovnom frekvencijom od 1 kHz. Ovaj eksperiment će uključiti mjerenje apsolutne amplitude sinusoide u frekventnom domenu. Zbog toga, 1 V (RMS), podešenje treba biti što je moguće tačnije. Za brzo čitanje RMS vrijednosti, pritisnuti taster VOLTS na osciloskopu i očitati RMS vrijednost.

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

HP 54600 OSCILOSKOPIMA

2. Uključiti FFT displej i isključiti displej u vremenskom domenu na kanalu 1. Koristiti podešenja pokazana na slici da se izolira osnovna frekvencija sinusoide. Pošto je apsolutna amplituda skale FFT u dBV, koja je referencirana na sinusoidu od 1 V (RMS), teoretski vrh amplitude 'perfektne' sinusoide treba biti na 0 dBV.

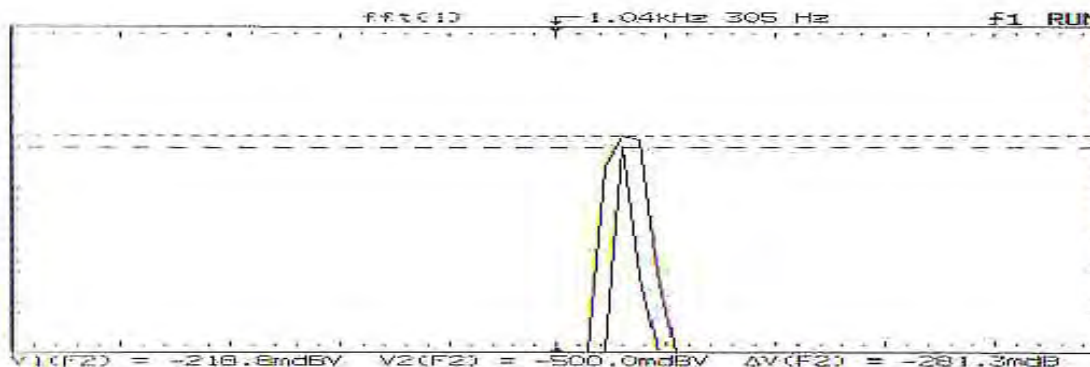
Koristiti Hanningov, pravougaoni i Flattop prozor da se izmjeri vrh amplitude. Koji od tri prozora će dati najbolje rezultate?

3. Za slijedeći dio ovog eksperimenta, spojiti jednostavno kolo iz prethodnog eksperimenta. Izabrati v1 da bude 3.5 Vpp , 1 kHz sinusoida. Izabrati v2 da bude frekvencije koja je otprilike 20 Hz veća od od v1, i prigušiti amplitudu v2 za otprilike 30 dB. Koristiti podešenja pokazana na narednim slikama da se demonstriraju osobine fekventne razlučivosti sva tri prozora

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA

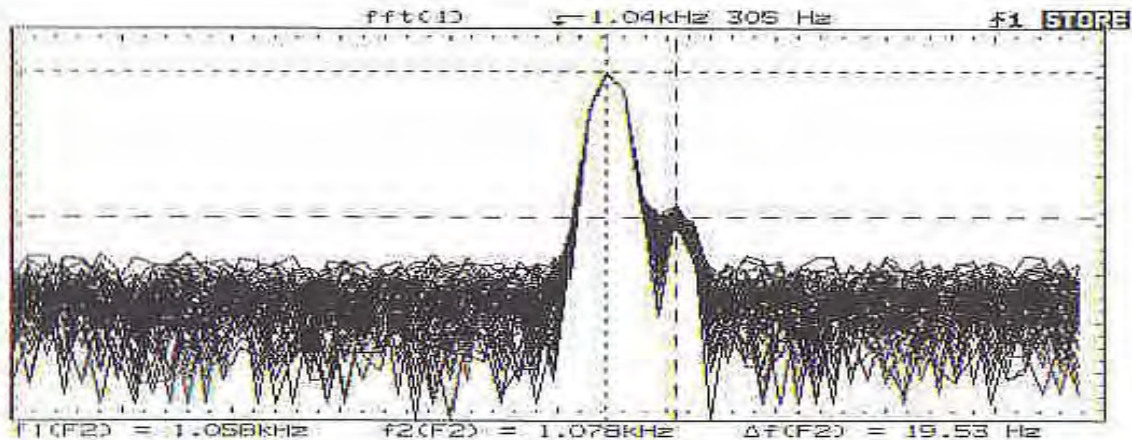
HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Sekvenca preklapanja FFT tragova se dobije koristeći Auto-store osobinu osciloskopa. Primjetimo da prikazivanjem nekoliko preklapajućih FFT tragova, moguće je vrlo jasno identificirati obadvije harmonijske komponente. Takodjer, primjetimo da Hanningov prozor je najefikasniji u identifikaciji frekventnih komponenata niskog energetskeg nivoa.



Function 2: Menu		
Effective Sampling Rate	Units/div	Ref Level
5.000 kSa/s	1.0 dB	2.500 dBV
FFT Menu		
Center Freq.	Freq. Span	Window
1.040 kHz	305.2 Hz	Hanning, FlatTop

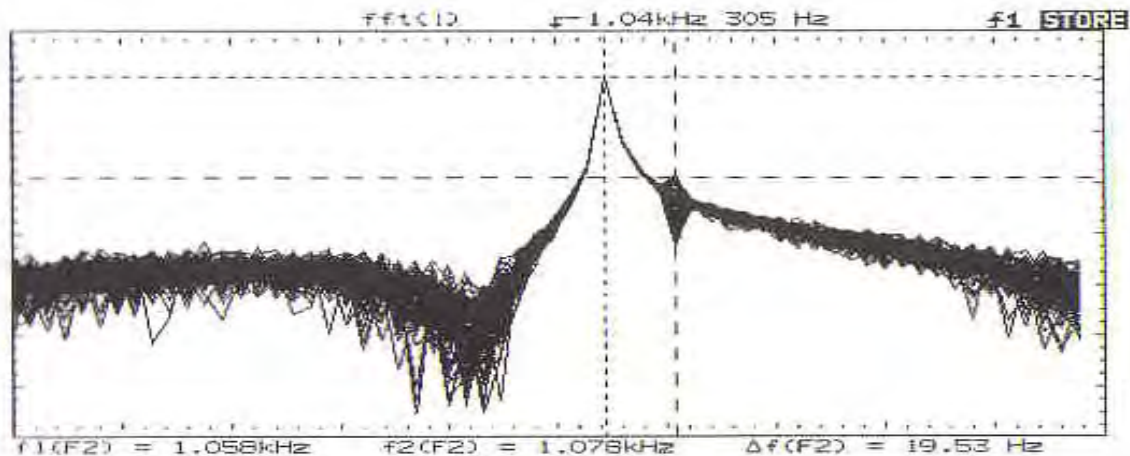
FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



Function 2: Menu		
Effective Sampling Rate	Units/div	Ref Level
5 kSa/s	10.00 dB	10.00 dBV
FFT Menu		
Center Freq.	Freq. Span	Window
1.045 kHz	305.2 kHz	Hanning

1024 tačke DFT sume dvije sinusoide koristeći Hanningov prozor. Dvije komponente su pomjerene za oko 20 Hz i sinusoida na višoj frekvenciji je prigušena za oko 30 dB. Autostore osobina osciloskopa je je korištena da se prikaže sekvenca preklapajućih FFT tragova.

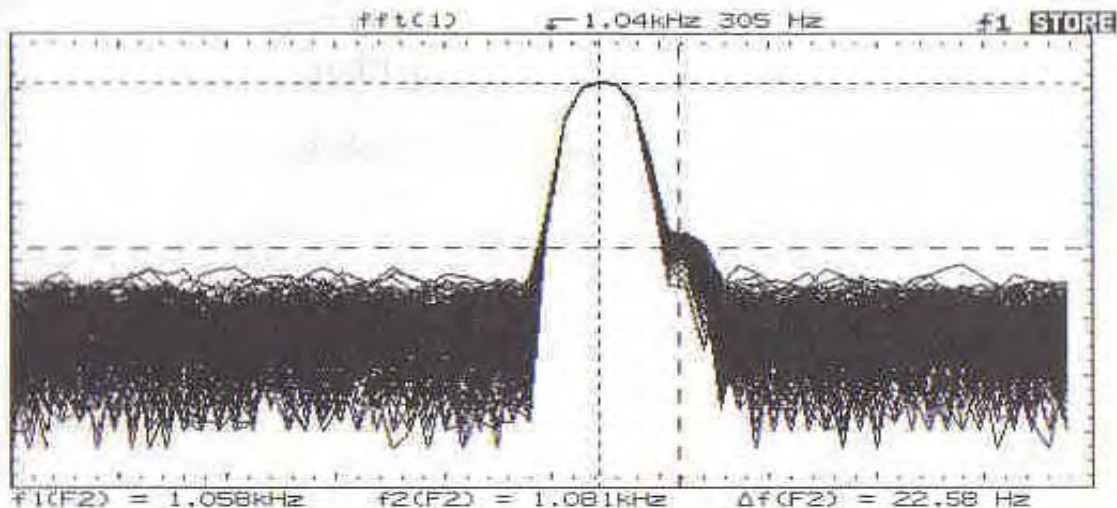
FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



Function 2: Menu		
Effective Sampling Rate	Units/div	Ref Level
5 kSa/s	10.00 dB	10.00 dBV
FFT Menu		
Center Freq.	Freq. Span	Window
1.045 kHz	305.2 kHz	Rectangular

Isto kao i prethodna slika samo što se koristi pravougaoni prozor

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA



Function 2: Menu		
Effective Sampling Rate	Units/div	Ref Level
5 kSa/s	10.00 dB	10.00 dBV
FFT Menu		
Center Freq.	Freq. Span	Window
1.045 kHz	305.2 kHz	FlatTop

Isto kao i prethodna slika samo što se koristi flattop prozor

FFT LABORATORIJSKI EKSPERIMENTI SA HP 54600 OSCILOSKOPIMA

Zaključci

1. FFT analizator je sposoban da razluči relativno blisko postavljene frekventne komponente, čak i kada je jedna komponenta prigušena.
2. Koristeći Auto-Store mogućnosti osciloskopa, moguće je koristiti 'vizuelno' usrednjavanje da se izdvoje efekti šuma i podrhtavanja samplera (sampling jitter).
3. Hanningov prozor je najefektivniji prozor za razriješenje frekventnih lokacija blisko postavljenih sinusoida, dok Flattop prozor je najefektivniji za provodjenje mjerenja amplitude.
4. RMS vrijednost valnog oblika nije ista kao vrijednost glavnog loba. RMS vrijednost je afektirana glavnim lobom, cjelokupnim harmonijskim sadržajem i internim šumom osciloskopa.

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

Nastavak prezentacije DAQ baziranih sistema za prikupljanje i obradu podataka u okviru LabView-a biće posvećen slijedećim IOtech proizvodima:

- o modul DaqBoard/200A

- o interfejsni moduli DBK15 i DBK20

IOtech kompanija dizajnira i proizvodi PC-bazirane module za prikupljanje podataka i mjerne instrumente. Njihovi proizvodi se koriste u širokom rasponu testnih aplikacija i služe kao mjerni setovi u industrijama uključujući automobilsku, zračnu, kemijsku, komunikacijsku, elektronsku i mnoge druge.

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

HARDVERSKI OSNOVI MODULA FAMILIJE DAQBOARD [ISA-SLOT]



PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

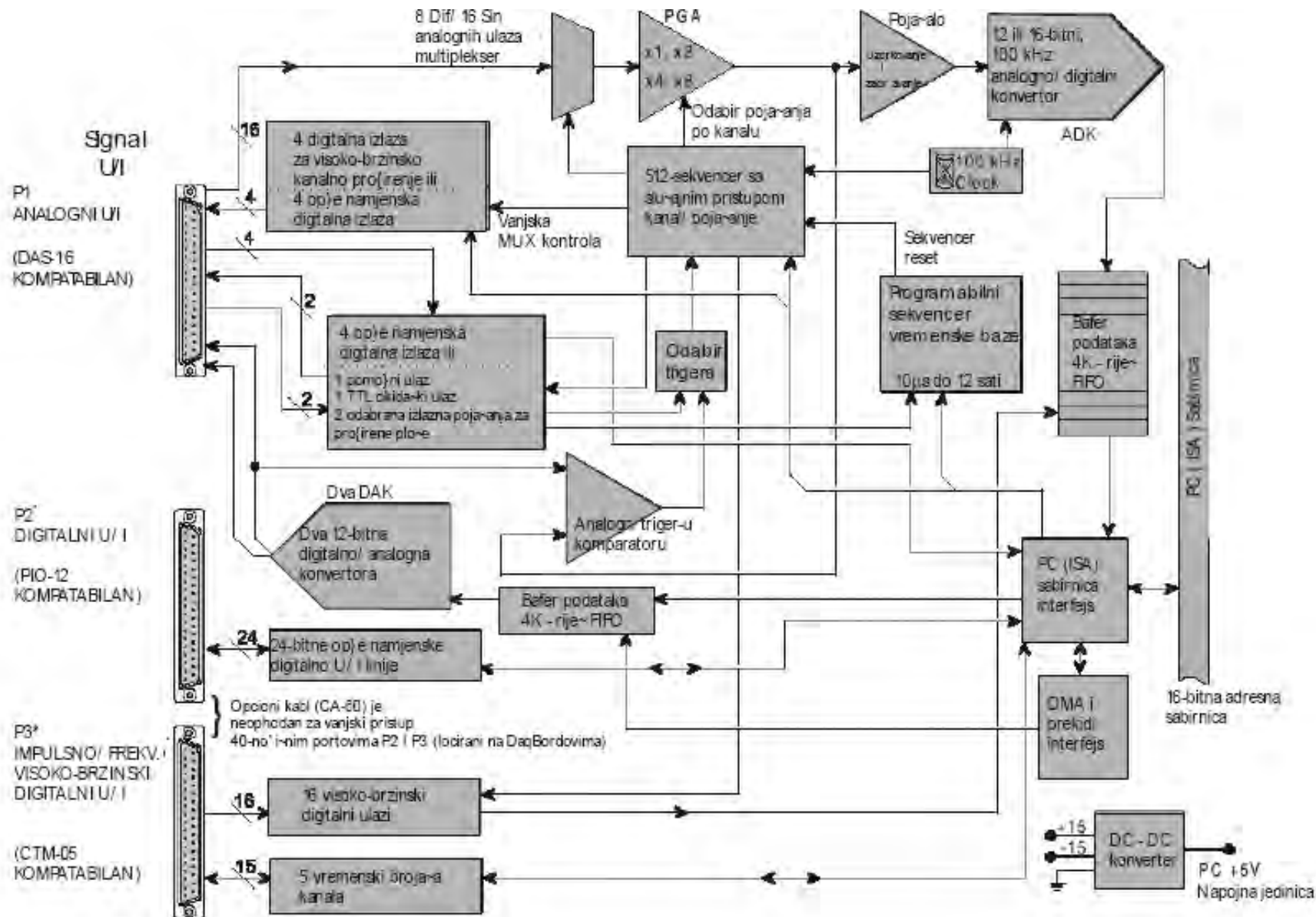
DaqBoard/100, /112A, /200A, i /216A su 100 kHz ISA – slot moduli koji obezbjeđuju analognu-digitalnu konverziju sa širokim izborom prilagođavanja signala, proširenje signala i softversku podršku od bilo kog PC-baziranog sistema za dobijanje informacija.

Moduli familije DaqBoard [ISA-slot] obezbjeđuju širok spektar ugrađenih analognih i digitalnih ulaza/izlaza. Svi moduli DaqBoard obezbjeđuju 16 analognih ulaza (proširivo do 256), 2 analogna izlaza i 4 digitalna ulaza i izlaza.

**RAZLIČITI MODULI DAQBOARD IMAJU 12-BITNU ILI
16-BITNU REZOLUCIJU:**

- **12-BITNI MODULI UKLJUČUJU DAQBOARD/100A I /112A.**
- **16-BITNI MODULI UKLJUČUJU DAQBOARD/200A I /216A**

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-U KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

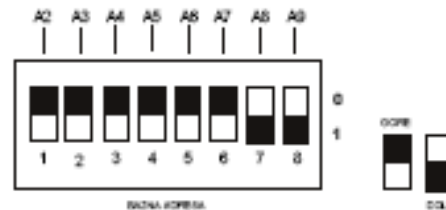


PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

Moduli familije DaqBoard [ISA-tip] mogu skanirati kanale frekvencijom od 100kHz, i to im omogućava da akviziraju različite tipove mjernih davača od termopara do mjerača deformacija. Imaju širok izbor trigerovanja i obezbjeđuju programabilno kašnjenje od 10 μ s do 10 sati. Za svaki kanal obezbjeđuje se programabilno pojačanje, i na vrlo jednostavan način vrši se konfigurisanje prema željenim zahtjevima.

INSTALACIJOM MODULA DAQBOARD U RAČUNAR MORA SE PRILAGODITI UNUTRAŠNJI (INTERNI) SISTEM KONFIGURACIJE. UNUTRAŠNJA KONFIGURACIJA SASTOJI SE OD POSTAVLJANJA PREKIDAČA I KRATKOSPOJNIKA TAKO DA ODGOVARAJU ŽELJENOM MODU RADA:

- BAZNA ADRESA

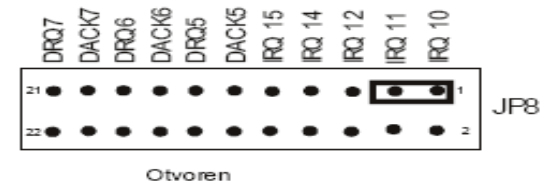
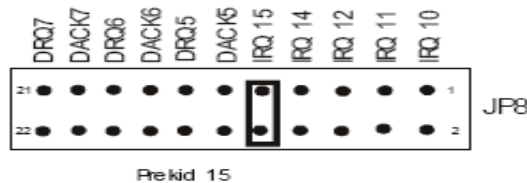
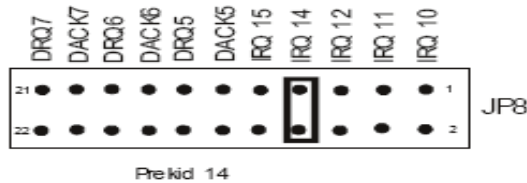
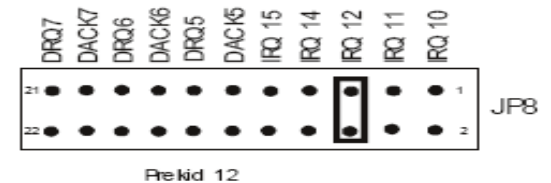
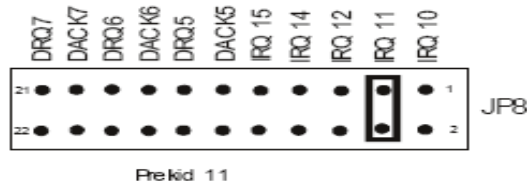
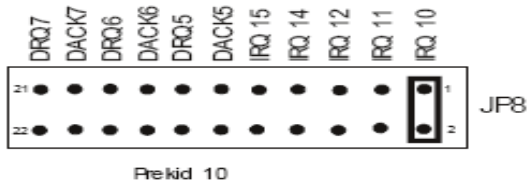


Fabrički postavljena vrijednost bazne adrese DaqBoard-a

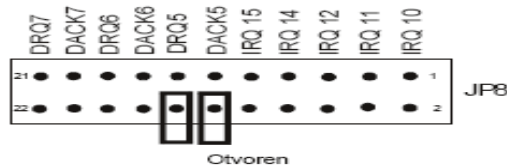
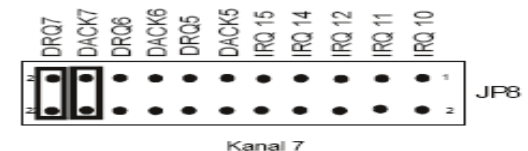
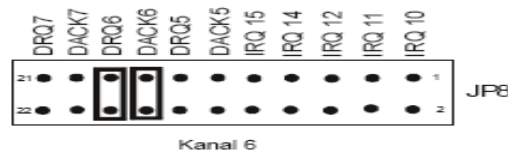
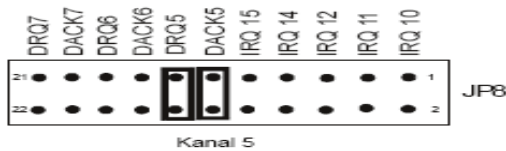
PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

- PREKID I DMA

Fabrički postavljen



Fabrički postavljen



DaqBoard DMA postavka

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

- DAC



SLIKA 1.10. POSTAVKA DAC REFERENCE

- VANJSKO ANALOGNO PROŠIRENO NAPAJANJE

Fabrički postavljeno



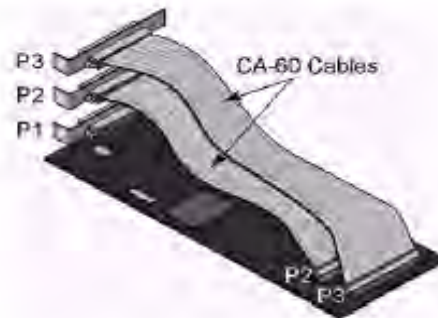
Upotreba vremenskog brojača

Upotreba analognih interfejsnih modula

Upotreba DBK32 interfejsnog modula

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

MODULI DAQBOARD PRIHVATAJU SVE ANALOGNE I DIGITALNE ULAZNO/IZLAZNE SIGNALE PREKO JEDNOG STANDARDNOG U/I KONEKTORA P1 I DVA 40-IGLIČASTA KONEKTORA (P2 I P3) NA PLOČI MODULA.



PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

2. INTERFEJSNI MODULI DBK

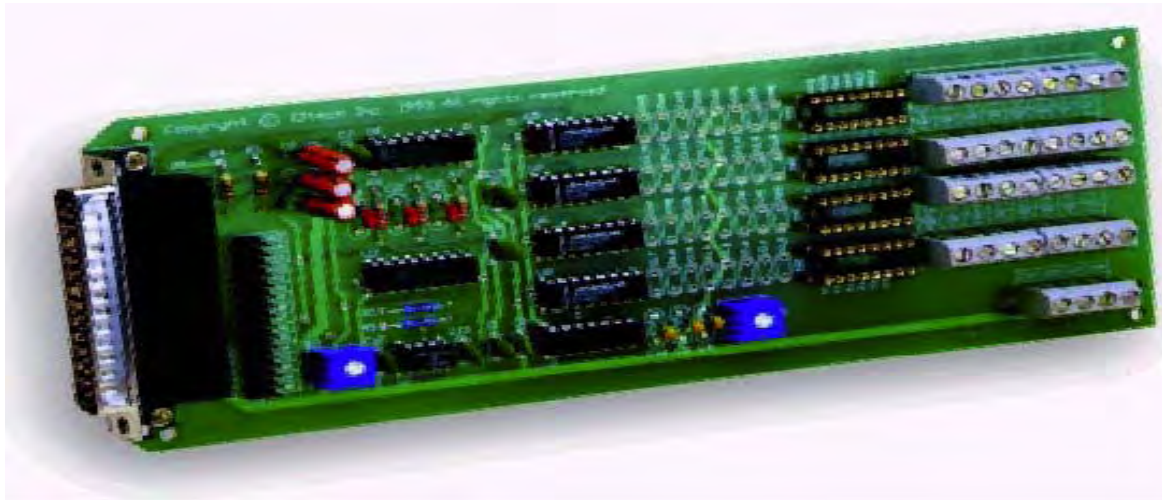


DBK serija interfejsnih modula za obradu signala su dizajnirani za upotrebu sa DaqBoard ISA-tip baziranim pločama i DaqBook portabl sistemima za prikupljanje podataka. DBK serija može biti korištena sa pločama baziranim na ISA-sabirnicama od proizvođača kao Keithly/MetraByte, Computer Boards, Advantech i Omega.

DBK serija se sastoji od četiri elementa: interfejsnih modula za obradu signala, pakovanje, napajanje i moduli za obradu signala sa visokim kapacitetom.

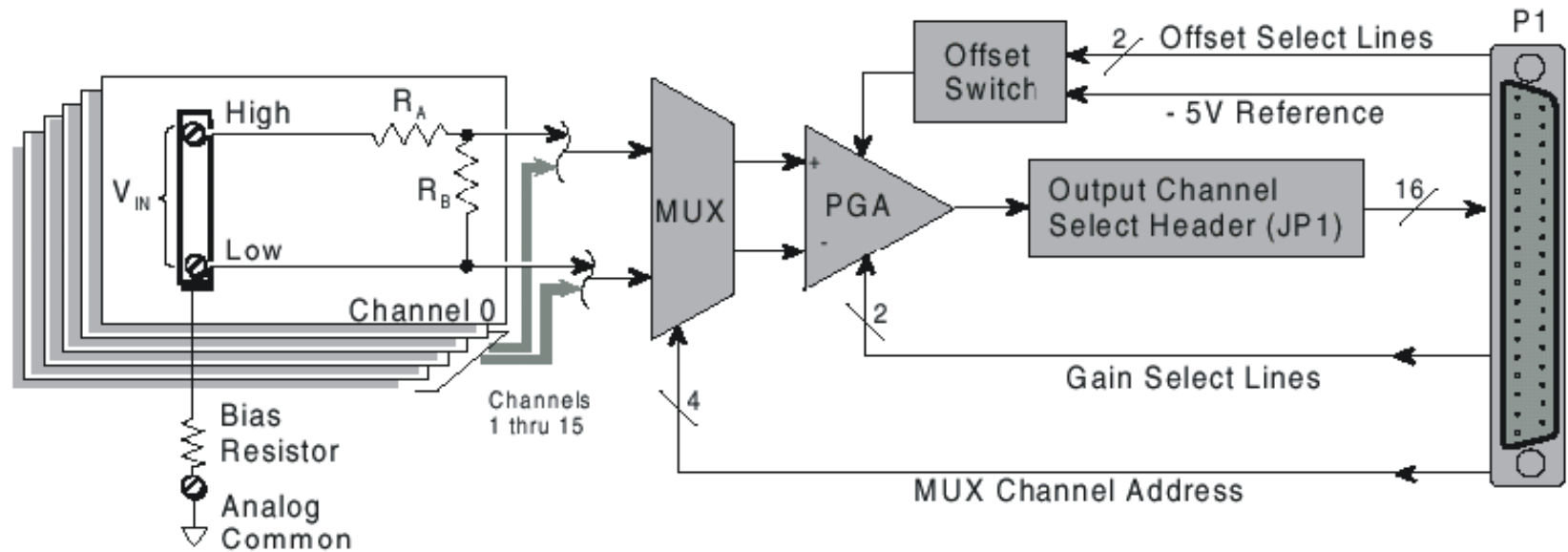
PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

Univerzalni strujno/naponski ulazni interfejsni modul DBK15 koristi 16 kanalni multiplekser (MUX) i programabilni ulazni pojačavač (PGA). Ako je konfigurisan sa odgovarajućim otpornicima, DBK15 može mjeriti napon do 30V istosmjernog napona (30 VDC) ili struje do 20mA. Ulazni pojačavač interfejsnog modula DBK15 je softverski programabilan za x1 ili x2 pojačanje po kanalu. Na DaqBoard se može konektovati kako jedan tako i više modula DBK15, maksimalno šesnaest.



DBK15

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

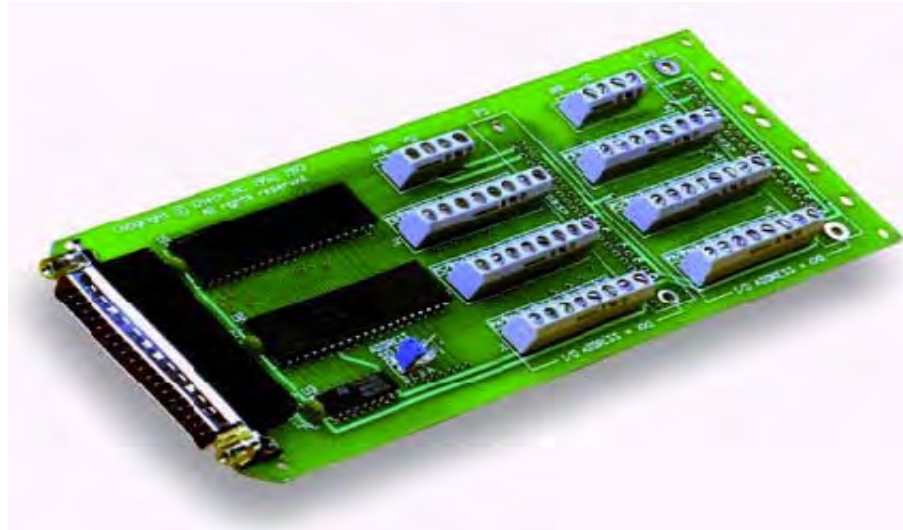


DBK20 i DBK21 su opšte namjenski, digitalni ulazno/izlazni moduli koji mogu povećati broj raspoloživih digitalnih ulazno/izlaznih (U/I) linija za 48 po modulu.

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

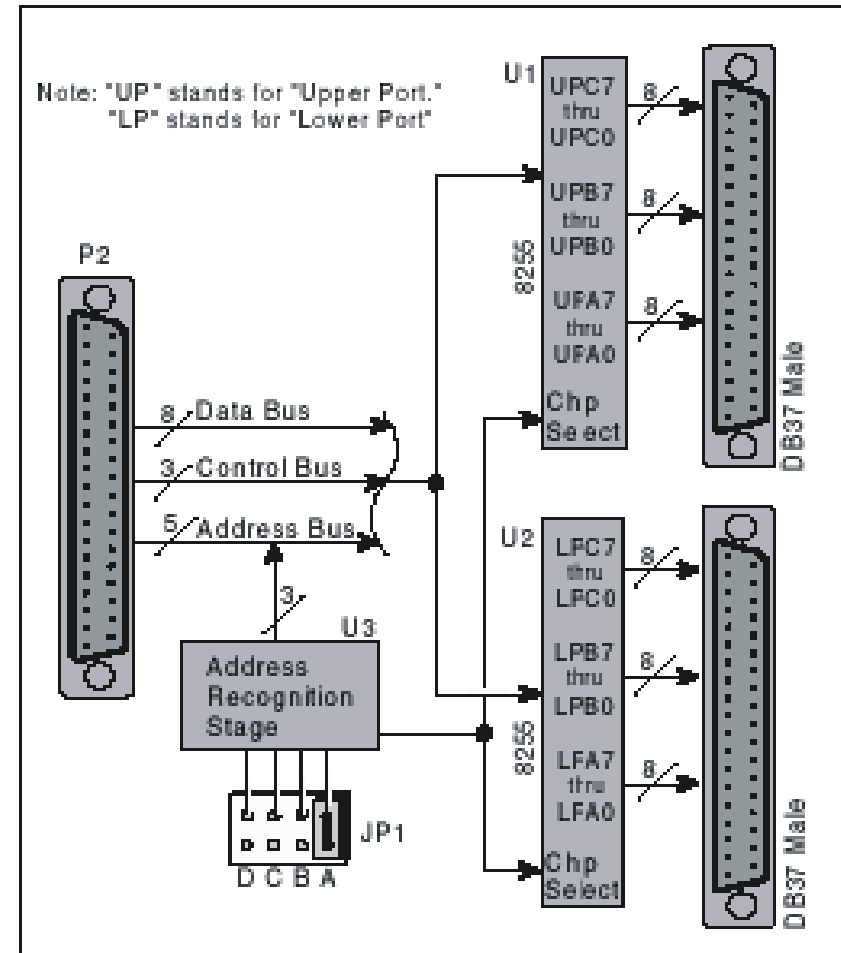
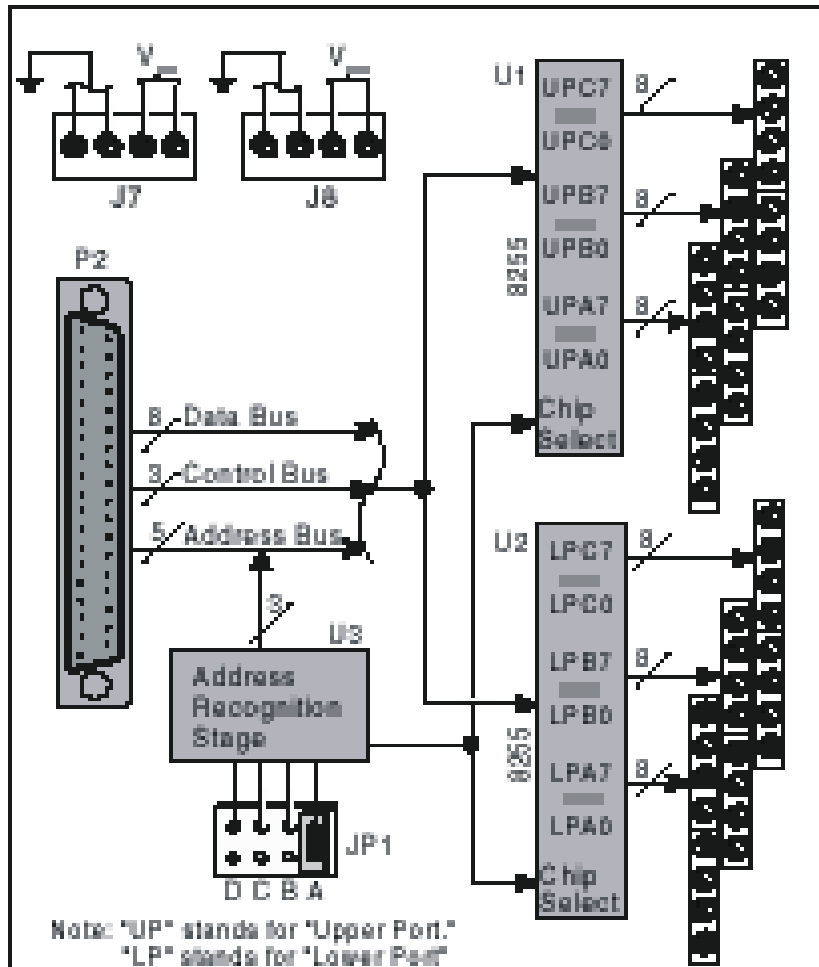
DBK20 koristi konektore sa pod vijak , dok DBK21 koristi DB37 konektore. Oba modula se povezuju na P2 digitalni ulazno/izlazni (U/I) port sa glavnom jedinicom (DaqBoard) preko interfejsnog kabla (CA-37-x).

Do četiri interfejsna modula DBK20 ili DBK21 mogu biti spojena za maksimum od 192 linije (4x48)



DBK20

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

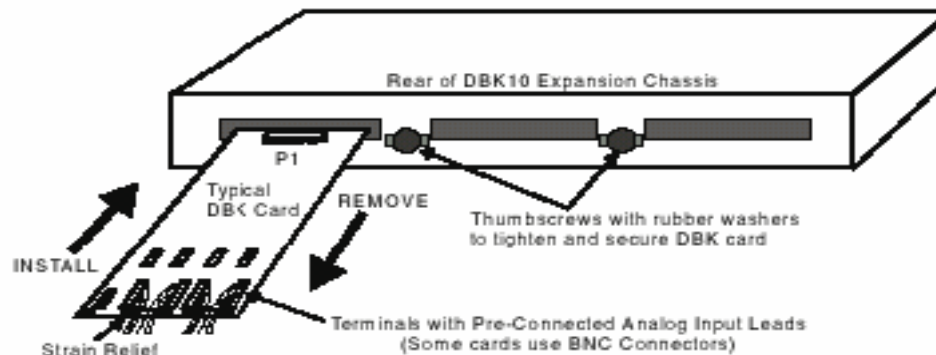


Blok dijagram interfejsnih modula DBK20 i DBK21

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

DBK10 je metalna kutija za proširenje koja prihvata do tri interfejsna modula.

Više kutija može lako da se postavi tako da prihvati bilo koji broj interfejsnih modula.



PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

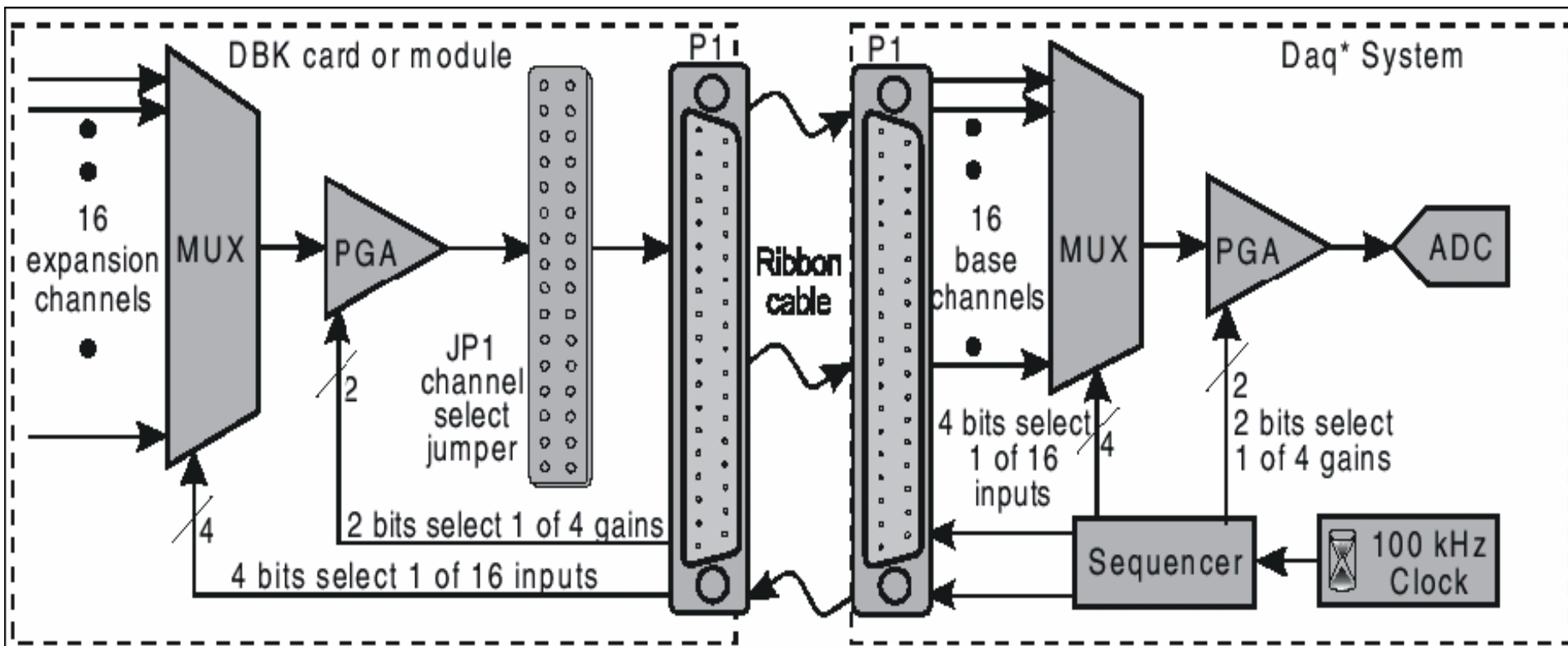
OBRADA SIGNALA U DAQ SISTEMIMA

Sistem za prikupljanje (akviziciju) podataka koji ima modernu koncepciju sastoji se od: multipleksera, analogno-digitalnog konvertora, digitalno-analognog pretvarača (D/A), kola za uzorkovanje (Sample/Hold), pojačavača, brojača/tajmera (vremenskih kola), i drugih specijalnih kola.

Jedna od najvažnijih karakteristika sistema za akviziciju podataka za personalne računare je ta, što sva ta specijalna kola integrišu u jedan kompatibilan i kompaktan sistem.

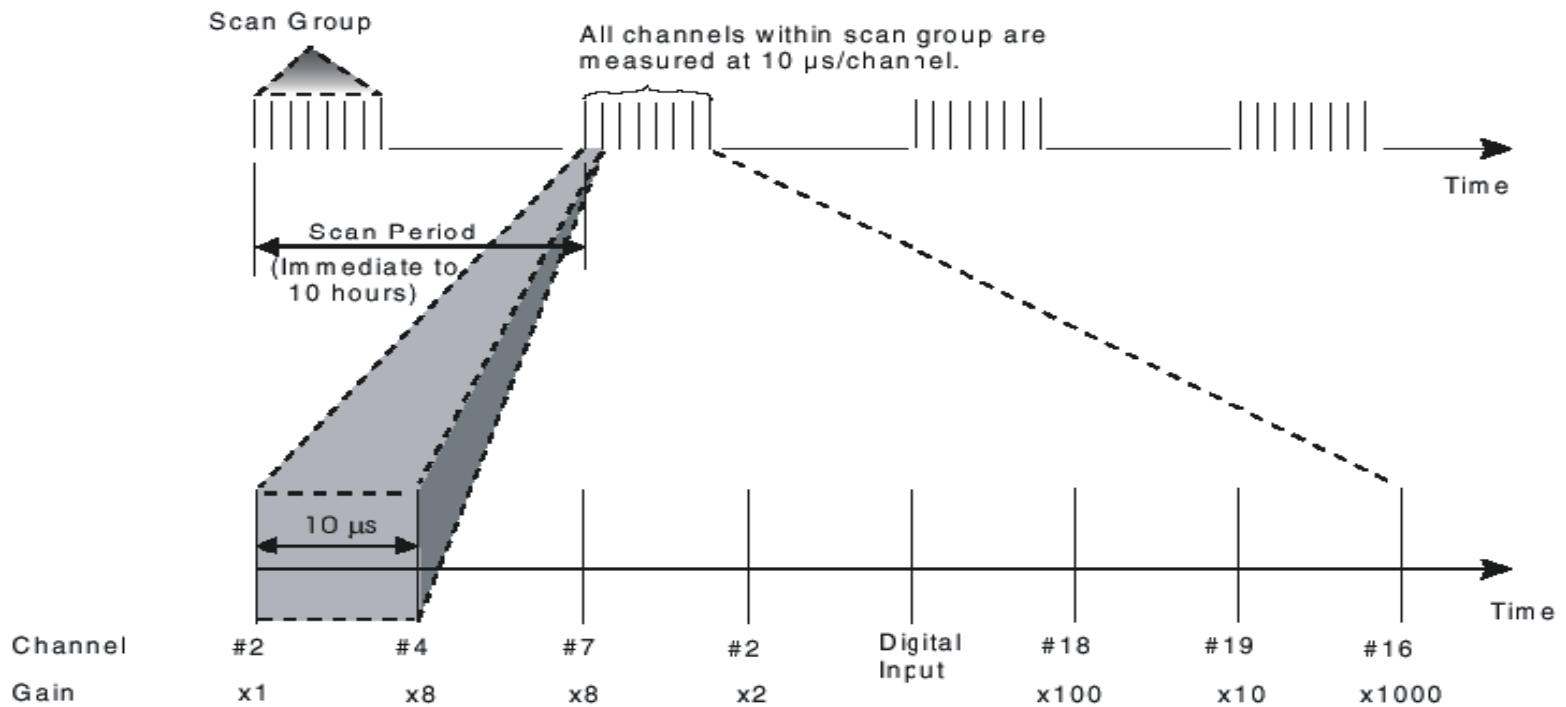
Interfejsni moduli mogu povećati broj analogno ulaznih linija, od 16 baznih kanala do 256 ulaznih kanala. Svaki interfejsni modul DBK obezbjeđuje jedinstveni izlaz koji mora biti usmjeren na jedan od 16 baznih kanala. Takođe DaqBoard-ov sekvencer, pored toga što kontroliše DaqBoard takodjer kontroliše programabilne osobine na interfejsnim modulima. Ova arhitektura osigurava isto uzorkovanje od $10\mu\text{s}$ kako za vanjske tako i za unutrašnje kanale.

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20



Funkcionalni dijelovi Daq sistema

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20



Dijagram skaniranja

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

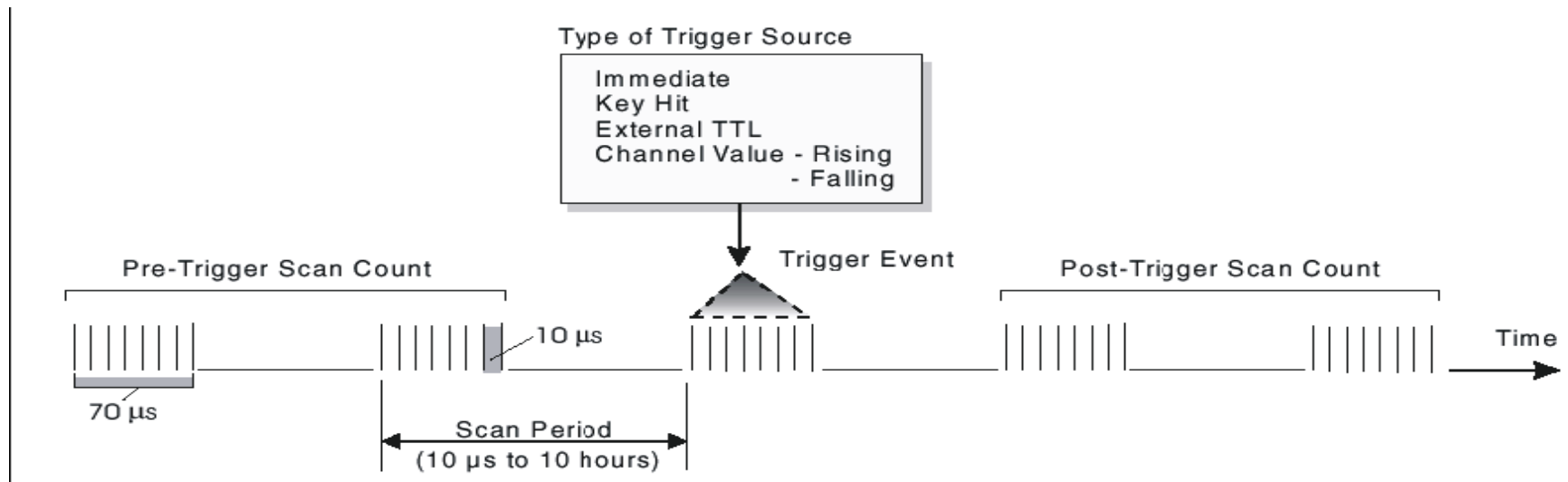
Brzina skaniranja (scan rate)

Najveći dio analognih signala skanira se sa brzinom definiranom u vremenskoj bazi DaqBoard sata. Skanirajući period je vremensko trajanje između uzastopnih (sukcesivnih) skanova. Inverzno, skanirajuća stopa ili skanirajuća frekvencija je broj skanova u vremenskom intervalu, obično izraženim u skanovima u sekundi. Kanali u skanu su uvijek uzorkovani u istom periodu od $10\mu\text{s}$ (100kHz brzina), ili $5\mu\text{s}$ (200kHz brzina). Uopšteno frekvencija uzorkovanja mora biti veća od dvostruke najveće frekvencije signala, da se spriječe greške.

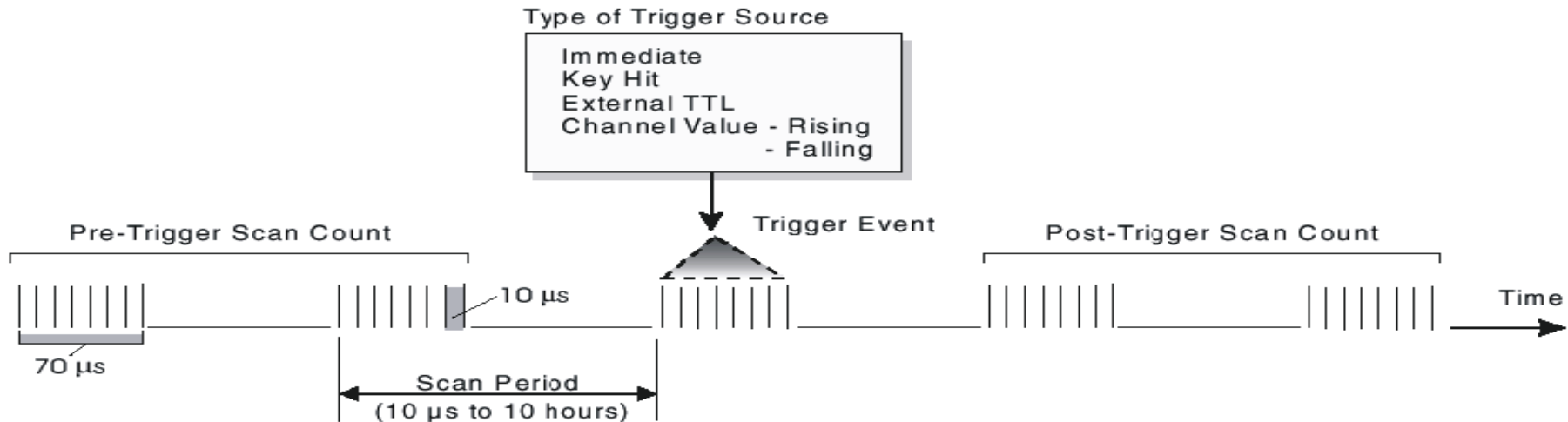
PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

Trigerovanje

Trigerovanje kontroliše ciklus prikupljanja. Kad je sistem spreman, potreban je triger da se prikupe podaci. Tipično, specificirana su tri parametra za prikupljanje podataka: pred trigerski broj, poslije trigerski skan broj i izvor trigera. Mora se odrediti zahtjev trigeriranja, baziran na prirodi mjerenja i količini podataka potrebnih za zadovoljenje sistemskog cilja.



PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20



Pre-trigger skan broj specificira broj skanova koji treba da se skupe prije tačke triggerovanja. Ako je pred trigger skan broj veći od nule, sistem će kontinuirano prikupljati podatke dok se trigger ne zadovolji. Ako se ne zahtjevaju pred triggerski skanovi, sistem ostaje nepromjenjen do triggera, onda on skuplja post-triggerske skanove dok se ne završi.

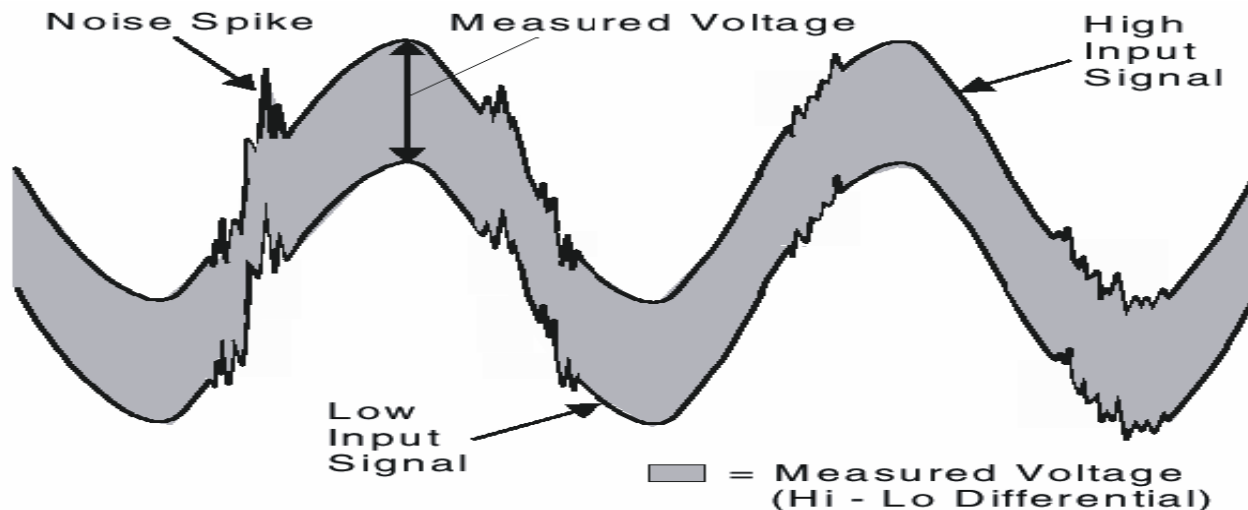
Post-trigger skan broj specificira broj skanova koji treba da se skupe poslije tačke triggerovanja. Poslije triggera post-triggerski skanovi bit će prikupljeni kao što je isprogramirano i onda će se sistem zaustaviti.

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

Brojačko-vremenska kola u DaqBoard-u se koriste za brojanje digitalnih događaja, sinhronizaciju digitalnih impulsa i generisanje pravogaunih oblika i impulsa.

Korištenjem ulazne izolacije imaju se prednosti kao što su: zaštita kola, smanjenje šuma i potiskivanje zajedničkog napona (CMV).

Diferencijalni režimi sa osnovom uzemljenja, šentiranja i plivajući otklanjaju greške koje mogu da se jave pri mjerenju.



Common-Mode Voltage: Noise Cancellation with Differential Measurement

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

Brojačko/vremenske funkcije (Counter/Timer)

U praksi postoje primjene koje, pored ostalog, zahtjevaju brojanje, vremensko usklađivanje događaja (tajming) i mjerenje frekvencije. Postoje i primjene koje zahtjevaju da se uređaji uključuju i isključuju u tačno određenim trenucima, ili za određeni vremenski period. Ove funkcije se ostvaruju pomoću kola koja nazivamo COUNTER/TIMER (C/T). Sistemski C/T su optimizovani za primjene koje daju impulse, mjere frekvenciju i generišu vremensku bazu.

DaqBook/100/200/260 i DaqBoard/100A/200A/2000 imaju brojačko/vremenske funkcije na P3 interfejsu. Ove funkcije se implementiraju na 9513 čipu i pristupa im se preko DaqView-a i programiranja. Sa odgovarajućim programiranjem pet kanala 9513 može biti nezavisno konfigurisano za različite operacione režime.

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

Nožice na P3 konektoru vremenskog brojača		
Nožica	Ime signala	Objašnjenje
12	CTR 5 GATE	Brojač 5 gate (9513 čip)
13	CTR 5 IN	Brojač 5 ulaz (9513 čip)
14	CTR 4 GATE	Brojač 4 gate (9513 čip)
15	CTR 4 IN	Brojač 4 ulaz (9513 čip)
16	CTR 3 GATE	Brojač 3 gate (9513 čip)
17	CTR 3 IN	Brojač 3 ulaz (9513 čip)
18	CTR 2 GATE	Brojač 2 gate (9513 čip)
19	CTR 2 IN	Brojač 2 ulaz (9513 čip)
30	OSC. OUT	Oscilator izlaz (9513 čip)
31	CTR 5 OUT	Brojač 5 izlaz (9513 čip)
32	CTR 4 OUT	Brojač 4 izlaz (9513 čip)
33	CTR 3 OUT	Brojač 3 izlaz (9513 čip)
34	CTR 2 OUT	Brojač 2 izlaz (9513 čip)
35	CTR 1 OUT	Brojač 1 izlaz (9513 čip)
36	CTR 1 IN	Brojač 1 ulaz (9513 čip)
37	CTR 1 GATE	Brojač 1 gate (9513 čip)

Svaki kanal ima tri linije.

- IN – digitalni ulaz koji inkrementira brojač i obezbjeđuje vremensku bazu za operacije brojača.
- GATE – digitalni ulaz koji uključuje ili isključuje counter/tajmer.
- OUT – izlaz digitalnih četvrtki i impulsa

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

Ulazna izolacija

Za korištenje ulazne izolacije imaju se slijedeće prednosti :
zaštita elektronike od vanjskog sistema, smanjenje šuma i potiskivanje zajedničkog napona (CMV).

- Zaštita kola:

Ulazna izolacija razdvaja izvor signala od kola koja mogu biti oštećena signalom. Naponi veći od 10V mogu oštetiti kola. Visoko naponski signali zato trebaju biti izolovani od naponskog nivoa elektronike.

- Smanjenje šuma:

Izolacija eliminiše petlje uzemljenja za visoko pojačavačke sisteme koji imaju više jedinica. Šasije za svaki uređaj mogu biti na potencijalu zemlje, s tim da se malo razlikuju od drugih uređaja. Ove irevelantne za mjerenje struje i vrhovi koji se pojavljuju zbog indukcije mogu biti čuvani van mjernih kola.²⁴

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

- Potiskivanje zajedničkog CMV (“sinfaznog”) napona (Common-mode voltage) Postoji ograničenje u naponu koji diferencijalni pojačivač može podnijeti između zemlje i ulaza pojačivača. Na sreću diferencijalni pojačivač odbacuje visoki zajednički naponski mod signala. Visoki zajednički naponski mod (High common-mode voltage) i vrhovi šuma (špicevi) su odbačeni u fazi signala u amplitudi i frekvenciji.

Režimi rada

Daq jedinica radi u dva režima, nesimetrični (single-ended-SE) i diferencijalni. Daq jedinice mogu prihvatiti 8 diferencijalnih ili 16 ulaznih analognih nesimetričnih signala. Postavke predpostavljenih (default) vrijednosti interfejsnih modula DBK i Daq modula koriste 16 analognih nesimetričnih ulaza.

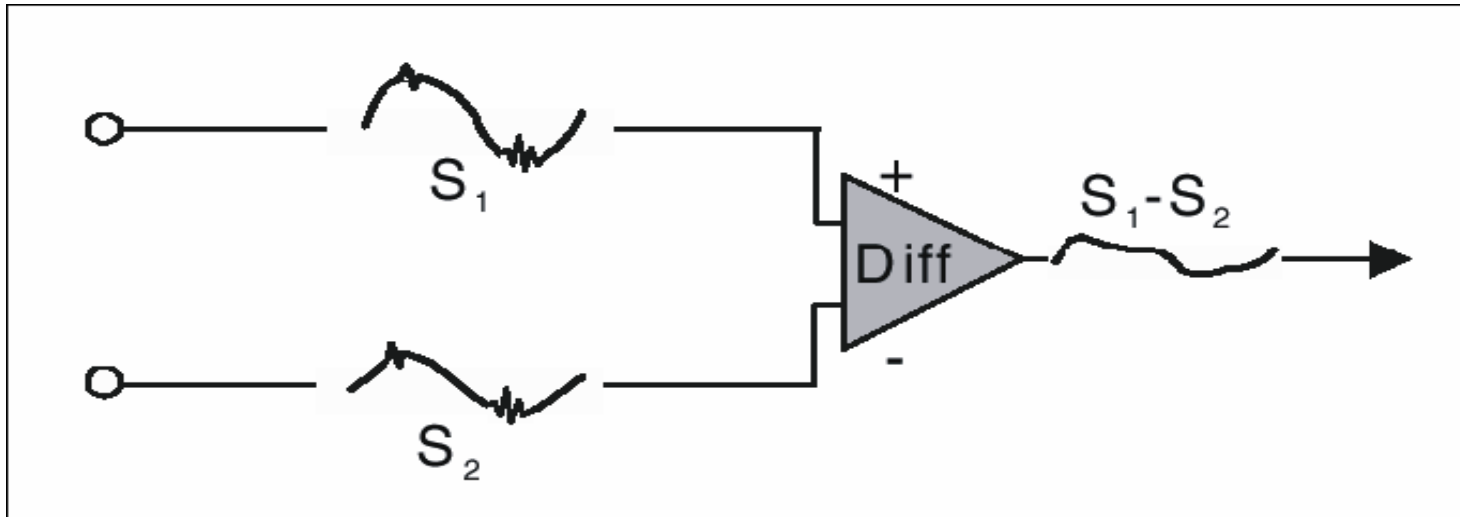
PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

Neki interfejsni moduli DBK koriste diferencijalne ulaze za mjerne davače ali izlazi interfejsnih modula DBK u Daq su uvijek nesimetrični. Za DaqBook/100,/112,/120, postavke kratkospojnika određuju signalne režime.

Nesimetrični režim je fabrički postavljena (default) konfiguracija. Za DaqBoard i DaqPC-karticu biranje između diferencijalnog i nesimetričnog režima je softverski u programu. Nesimetrični režim se odnosi na napon koji se mjeri između jedne signalne linije i zajedničkog napona uzemljenja. Mjereni napon može biti djeljen sa drugim kanalima.

Prednost nesimetričnog režima nad diferencijalnim je ta da on obezbjeđuje veći broj kanala 16 u odnosu na 8. Diferencijalni režim se odnosi na režim u kom se napon mjeri između dvije signalne linije. Prednost korištenja diferencijalnog ulaza je da on smanjuje greške indukcije, šuma koji nastaje zbog struje uzemljenja. Na narednoj slici dat je primjer kako se šum redukuje i isključuje kada se koristi diferencijalni režim

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20



Signal S_2 se oduzima od signala S_1 i tako se dobija izlazni signal. Vrhovi šuma sa istim polaritetom, fazom i amplitudom u svakom ulaznom signalu se poništavaju, rezultujući istim diferencijalnim signalom. Na slici su S_1 i S_2 signali prikazani u fazi međutim ako su ovi signali izvan faze, šum u svakoj liniji bi imao istu amplitudu, fazu i polaritet i zbog tog razloga ipak bi bio poništen.

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

PROGRAM ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA - DAQ VIEW

Daq View je program za prikupljanje podataka zasnovan na Windowsima, za rad DaqBook , DaqBoard-a ili DaqPCMCIA sa DBK interfejsnim modulima.

Daq View omogućava:

- Postavljanje sistemskih parametara (biranje kanala, pojačanja, tipovi mjernih davača –transducera, itd.) za dobijanje podataka.
- Pohranjivanje podataka na disk i prenos podataka u tabele i baze podataka.
- Konfiguracija i rad sa DBK interfejsnim modulima.
- Konfigurisanje vremenskih brojača za mjerenje frekvencije ili generisanje povorke impulsa.
- Korištenje dva analogna izlaza, uključujući generator funkcija za module Daq Board.
- Korištenje digitalnog U/I (za module DaqBoard sa digitalnim U/I).

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

- Aktiviranjem Post View-a mogu da se prate talasni oblici za maksimalno 16 kanala.

Postavljanje svi kanala neaktivnim
 Aktiviranje svih kanala
 Analogni ulaz tabela
 Postavljanje visoko brzinskog digitalnog ulaza (P3)

Graf
 Bar graf
 Analogni pokazivač
 Digitalni pokazivač
 Start svih indikatora
 Stop svih indikatora
 Post View
 Analogni izlaz
 Digitalni U/I (P2)
 Vremenski broj
 Proizvoljna (arbitarna) funkcija
 Omogućava ulazu kolonu za -firanje
 Snimanje na disk (Go)

Padajući meni
 Traka sa alatima
 Postavljanje trigera
 Postavljanje brzine uzimanja uzoraka

Analog Input
 Channel On: Yes

CH	On	Type	Pole	Label	Units	Reading
0	Yes	x1	Bi	CH00	V	
1	Yes	x1	Bi	CH01	V	
2	Yes	x1	Bi	CH02	V	
3	Yes	x1	Bi	CH03	V	
4	Yes	x1	Bi	CH04	V	
5	Yes	x1	Bi	CH05	V	
6	Yes	x1	Bi	CH06	V	
7	Yes	x1	Bi	CH07	V	
8	Yes	x1	Bi	CH08	V	
9	Yes	x1	Bi	CH09	V	
10	Yes	x1	Bi	CH10	V	
11	Yes	x1	Bi	CH11	V	
12	Yes	x1	Bi	CH12	V	
13	Yes	x1	Bi	CH13	V	
14	Yes	x1	Bi	CH14	V	
15	Yes	x1	Bi	CH15	V	

Trigger
 Event: Key Hit
 Channel: CH00
 Value: 0.000 V
 Slope: Rising Falling

Scan Count
 Pre-trigger: 0
 Post-trigger: 100
 Averaging: 100

Sequence Rep Rate
 100 per Second
 1 1K

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

Startanje Daq View-a

Program mora biti pravilno instalisan, ako je potrebno pogledati poglavlje instalacije. Računarski zahtjevi uključuju:

- 386 PC/AT ili više
- 8 MB RAM-a
- Win. 3.x , Windows 9.x , Windows NT, Windows 2000
- IOtech hardver za prikupljanje podataka
- (za Daq ViewXL) Excel 5.0 ili više

Da bi pokrenuli aplikaciju potreban je klik na DaqView čija je lokacija u Start Programs u DaqX Software programskoj grupi. Zavisno od postojećih datoteka DaqView startat će na jedan od tri načina:

- o Automatsko biranje uređaja i puno podešavanje konfiguracije.
- o Automatsko biranje uređaja i default podešavanje konfiguracije
- o Ručno biranje uređaja i default podešavanje konfiguracije.

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

Kratak pregled DaqView-a

U ovom pregledu DaqView-a pokazat će se neke od njegovih osnovnih karakteristika.

- Otvoriti DaqView kao što je gore objašnjeno. Ako DaqBoard i DBK jedinice za kondicioniranje signala nisu spojene, odabrati Simulated Instrument kao uređaj.
- Ako je odabran režim Simulated Instrument , kolona čitanja analogno ulazne tabele (Spreadsheet) pokazaće simulirane podatke.
- Ako je hardver konektovan očitavanja će izraziti aktuelni signal.
- Sa alatne trake (Toolbar), odabrati dugme Bar Graph Meters, Analog Meters ili Digital Meters i onda trougaoni start indikator na traci alata novog prozora. Dolazeći podaci će se prikazati u formatu koji se odabrao. Poslednja stavka (ikona) na traci alata "meters" prozora omogućava da se postavi broj kanala koji će se prikazivati.

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

- Sa DaqView-e alatne trake glavnog prozora odabrati Charts (treća ikona s lijeva), i DaqView Chanel Display prozor će se pojaviti. Ako je neaktivan prvo se mora uključiti željeni kanal u padajućem meniju lijevo od grafa (chart). Za startovanje i zaustavljanje prikaza podataka su START i STOP dugmadi. Poslije zaustavljanja (STOP dugme) može se resetovati broj kanala koji se prikazuje.
- Kao uvod u sistemsku konfiguraciju, izabrati uređaj sa padajućeg menija Device (Select Device) i onda konfigurisati hardverske postavke (Configure Hardware Settings). Na lijevoj strani prozora Configure Hardware Settings , odabrati padajući meni bilo kog kanala da bi se otkrila opcija vanjske konekcije. Pored direktne signalne konekcije, mogu se birati i DBK interfejsni moduli. Desna strana prozora postavlja digitalnu konekciju ako je Daq opremljen sa njom.

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

Analogno ulazna tabela (Spreadsheet)

Analogno ulazna tabela (lijeva polovina glavnog prozora) prikazuje analogno ulazne kanale i dozvoljava nam da ih konfiguriramo. Svaki red pokazuje jedan kanal i njegovu konfiguraciju. Broj redova može da varira, ali svaki red ima sedam kolona. Neke kolone omogućavaju da blokovi ćelija budu promjenjeni u isto vrijeme (klikanjem miša na zaglavlje kolone može se označiti cijela kolona). Druge kolone omogućavaju izmjene samo pojedinačnih ćelija.

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

Kolona	Upotreba i opis
CH	Ova kolona prikazuje kanalni broj (nemože se mijenjati iz ovog prozora). Ovaj broj uključuje broj glavnog kanala i broj ploče za proširenje i kanala (ako se koristi). Kanali za proširenje su konfigurisani koristeći prozor Hardware Configuration opisan kasnije u ovom poglavlju.
On	Ova kolona omogućava vam da izaberete da li će podatak biti priman sa tog kanala. Kad su selektirani ćelija ili blok ćelija u ovom kanalu pojavit će se kutija za označavanje koja omogućuje da se kanal uključi sa Yes ili isključi sa No. Duplo klikanje ćelije u ovoj koloni će prebaciti status kanala. Edit meni omogućava da se svi kanali naprave aktivni ili neaktivni.
Type	Ova kolona omogućava da se postavi pojačanje ili tip ulaza svakog kanala. Pojačanja i tipovi variraju za razne opcione kartice. Blok ćelija u ovoj koloni može biti označena za više kanala sa istim tipom opcione kartice. Dvostruko klikanje na ćeliju će označiti sljedeće dostupno pojačanje ili tip.
Pole	Ova kolona pokazuje polarizaciju kanala (unipolarni ili bipolarni) za svaki kanal. Polarizacija može biti programirana ovdje, za svaki kanal posebno kad se koristi Daq Book/200./216 i bilo koji Daq Board ili DBK15 univerzalna strujno/naponska kartica. Kad se koristi bilo koji drugi Daq ova kolona se postavlja u Hardwer Setup window. Za selektovane ćelije koje mogu biti promjenjene prozor za označavanje će prikazati Uni ili Bi. Dvostruko klikanje na ćeliju će prebaciti polaritet. Ako hardver ne može programirati polaritet meni za označavanje neće biti prikazan.
Label	Ova kolona sadrži opisno ime za ulazni kanal. Inicijalna labela je broj kanala, ali ona može biti zamjenjena u bilo kojih osam znakova. Ova labela se koristi prilikom označavanja kanala u analognom trigeru i listi dijagrama.
Units	Ova kolona vam omogućuje da mijenjate tehničke jedinice svakog kanala i primjenjujete linearne jednačine na Daq-ovim podacima. Kad je ćelija ili blok ćelija u ovoj koloni označen, analogni ulazni prozor prikazuje ulazne opcije u padajućem meniju. Označavanje $mX+b$ omogućava vam da definišete m i b i labelu tehničke jedinice. Onda će biti prikazane u Units (jedinice) koloni i $mX+b$ će biti primjenjeno na

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

	<p>očitavanja iz Daq-a prije nego što je očitavanje prikazano na ekranu ili zapisano na disku. X u ovoj jednačini je napon pročitano od daq-a (ili stepeni celzijusa za DBK14). Na primjer ako je Daq kanal konfigurisan kao bipolarni sa dobitkom 1 (x1), podrazumjevani napon bit će $\pm 5V$. Ovo korenspondira vrijednostima jedan (1) za m i nula (0) za b i jedinica u voltima. V može biti zamjenjeno u milivolte postavljajući m na 1000 i Units na milivolte(mV). Units kolona može biti korištena za softversku kalibraciju Daq-a. To se radi čitanjem poznatih ulaza na dvije različite tačke ulaznog naponskog opsega (uobičajeno na 0 i punoj skali) i rješavajući jednačinu $y=mX+b$. Napon pune skale koji se mijenja prema pojačanju kanala je 5V/pojačanje za bipolarne kanale i 10V/pojačanje za unipolarne kanale.</p>
Reading	<p>Ova kolona prikazuje Daq-ova analogna ulazna očitavanja . Ona ne može biti promjenjena od strane korisnika i uključuje se označavanjem "Enable Input Reading" pod Acquisition menijem ili selektiranjem Start/Stop All indicators pod Window menijem. Ova kolona će prikazati očitavanja onoliko brzo koliko to računar omogućuje. Tabela ne može biti promjenjena dok je uključena <i>input reading</i> kolona</p>
<p>Obavijest: Pored analognih ulaza, postoji 16-bitni digitalni ulazni kanal kome se može pristupiti sa daq-ovog konektora P3 ovaj visoko brzinski ulaz koji se čita istom brzinom kao bilo koji analogni ulaz. Može se uključiti ili isključiti klikanjem na <u>checkbox</u> ispod tabele analognih ulaza.</p>	

Parametri analogne ulazne tablice na Daq View – ovom glavnom prozoru

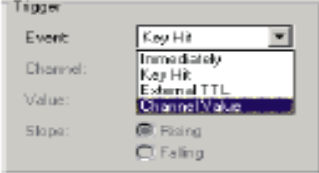
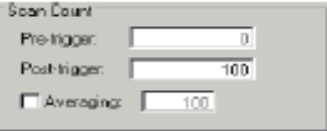
PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

Konfiguracija prikupljanja podataka

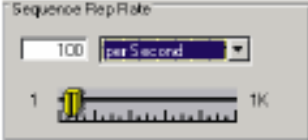
Odmah do analogno ulazne tabele (spreadsheets) na desnoj strani glavnog prozora nalazi se sekcija za konfigurisanje prikupljanja. Tri glavna dijela sekcije uključuju setup parametre za trigger, za skaniranje i uzorkovanje. Ove postavke bit će korištene kad se startuje prikupljanje na disk, selektirajući opciju «GO» (poslednja stavka u alatnoj traci-toolbaru). Kad je trigger zadovoljen skanovi se prikupljaju na selektovanoj frekvenciji skaniranja i smještaju na disk u željenu datoteku.

Napomena: Visoko brzinski digitalni ulazni kanal je na donjem lijevom dijelu ekrana i može biti korišten sa daqovima koji ga podržavaju

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

<p><i>Trigger Event (događaj na koji triger okida)</i></p>	<p>Selektira izvor trigera. Četiri moguća izvora trigera su:</p> <p><i>Immediately(trenutno)</i>-izvrša trigerovanje trenutno</p> <p><i>Key Hit(pritisni tipku)</i>-vrši prikupljanje i čeka da korisnik pritisne tipku</p> <p><i>External TTL (vanjski TTL)</i>-Čeka padajući ili rastući vrh na pinu 25 konektora P1</p> <p><i>Channel Value(vrijednost kanala)</i>-Prati nivo selektovanog kanala;izvršava trigerovanje kad je parametar zadovoljen</p>	
<p><i>Trigger Slope (kosina okidača)</i></p>	<p>Specifikuje da li triger reaguje na rastuću ili padajuću kosinu na vanjskom TTL</p>	
<p><i>Analog Trigger Level Setup (postavka nivoa analognog trigera)</i></p>	<p>Postavlja bazu trigera na specificiranu vrijednost signala na odabranom kanalu</p>	
<p><i>Scan Count (brojanje skanova)</i></p>	<p>Broj skanova može biti u opsegu od 1 do 10.000.000</p> <p>Skan uključuje sve kanale koji su označeni kao «ON» u analognoj ulaznoj konfiguracionoj listi. Pred – trigerski skan je broj skanova koji se dobije prije izvršavanja trigerovanja (dostupno samo za Channel Value triger).</p> <p>Napomena: Ako je pred trigerski skan veći od nule, pred trigerski i post trigerski uzorci nemogu premašiti 32508. Ako je pred trigerski skan jednak nuli, post trigerski skan ne može premašiti 10000000.</p>	

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

<p><i>Averaging (usrednjavanje)</i></p>	<p>Ovaj checkbox omogućava da usrednjavanje analogno ulaznog podatka bude uključeno ili isključeno. Usrednjavanje može da se koristi za povećavanje efektivne tačnosti signala uz koji je prisutan i šum. Usrednjavanje će povećati frekvenciju skeniranja i broj skanova ali opažena frekvencija i broj skanova (koji su postavljeni od DaqView-a) ne mijenjaju se.</p>	
<p><i>Sequence Rep Rate (brzina skeniranja)</i></p>	<p>Frekvencija skeniranja može biti postavljena u sekundama, milisekundama, minutima ili satima pomoću combo boxa. Pomjeranje klizača ili direktno unošenje u numeričko polje mijenja frekvenciju skeniranja. Maksimalna skenirajuća frekvencija zavisi od broja kanala koji su uključeni i od toga da li je uključeno Averaging (usrednjavanje). Uključivanje više kanala ili usrednjavanje će smanjiti maksimalnu frekvenciju skeniranja</p>	
<p><i>Napomena: Kad jednom počne prikupljanje podataka ovi parametri se ne mogu više mijenjati.</i></p>		

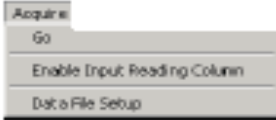


PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

Padajući meniji u DaqView-u












Neke (ali ne sve) opcije sa padajućih menija mogu biti pozvane i sa alatne trake. Svaka stavka na alatnoj traci ima sopstvenu ikonu. Postavljanje kurzora na ikonu i klikanje miša uključuje alatku ili otvara korenspodirajući prozor.

	Open	Postavlja parametre kao što je precizirano u specificiranoj setap datoteci.
	Save	Snima postojeću konfiguraciju da kasnije opet može da se pozove (piše preko postojeće verzije)
	Save As	Snima postojeću konfiguraciju da kasnije opet može da se pozove; pita da li da piše preko originalne verzije ili da snimi u drugu datoteku.
	Convert Binary ASCII	Konvertuje prethodno dobijenu binarnu datoteku u ASCII koji može biti čitan raznim programima za analizu.
	Convert Binary to PostView Binary	Konvertuje prethodno dobijenu binarnu datoteku u binarnu datoteku koja može biti čitana programom PostView.
	Exit	Napušta DaqView program

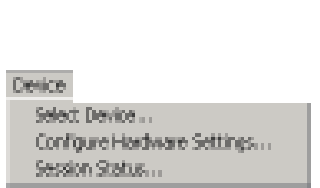
PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

	 Go	<p>Ova komanda priprema hardver za prihvatanje na disk kad je trigger zadovoljen, prikupljanje počinje. Sve Interaktivne U/I kontrole su isključene kad je sistem pripremljen za prikupljanje. Parametri prikupljanja nemogu se mijenjati dok traje prikupljanje (snimanje).</p>
	 Enable Input Reading Column	<p>Ova komanda čita analogne ulaze i stavlja numeričke vrijednosti u tabelu u Reading koloni. Ako je Reading kolona uključena ova komanda je isključuje.</p>
	Data File Setup	<p>Ova sekcija određuje ime i tip datoteke koja će postojati poslije prikupljanja. Ime datoteke može biti direktno otkucano ili Browse Files (pretražuj datoteku) dugme može biti pritisnuto da se otvori dijalog boks za selekciju datoteka (selektovana datoteka će biti postavljena direktno u datoteka «name» polje). Za vrijeme prihvatanja bit će stvoren prosta binarna datoteka i <u>updated</u>, dok se podaci čitaju. Poslije prihvatanja ASCII tekst datoteka i Post View binarna datoteka mogu biti stvoreni ako su njihovi Check Box uključeni. Obje ove datoteke mogu biti čitane Post View-om. Ako sirovi binary check box (ček box za prostu binarnu datoteku) nije uključen, prosta binarna datoteka bit će izbrisana poslije stvaranja Post View ili ASCII datoteke. Box mnogostruka destinacija (Auto Re-Arm) usmjerava DaqView da stvori uzastopne datoteke za duge tokove podataka, kao što je potrebno. Ako je Check box <Validate File Overwrite> uključeno to će prouzrokovati da DaqView potvrdi <u>overwriting</u> postojećih binarnih ASCII ili U/I datoteka.</p>

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

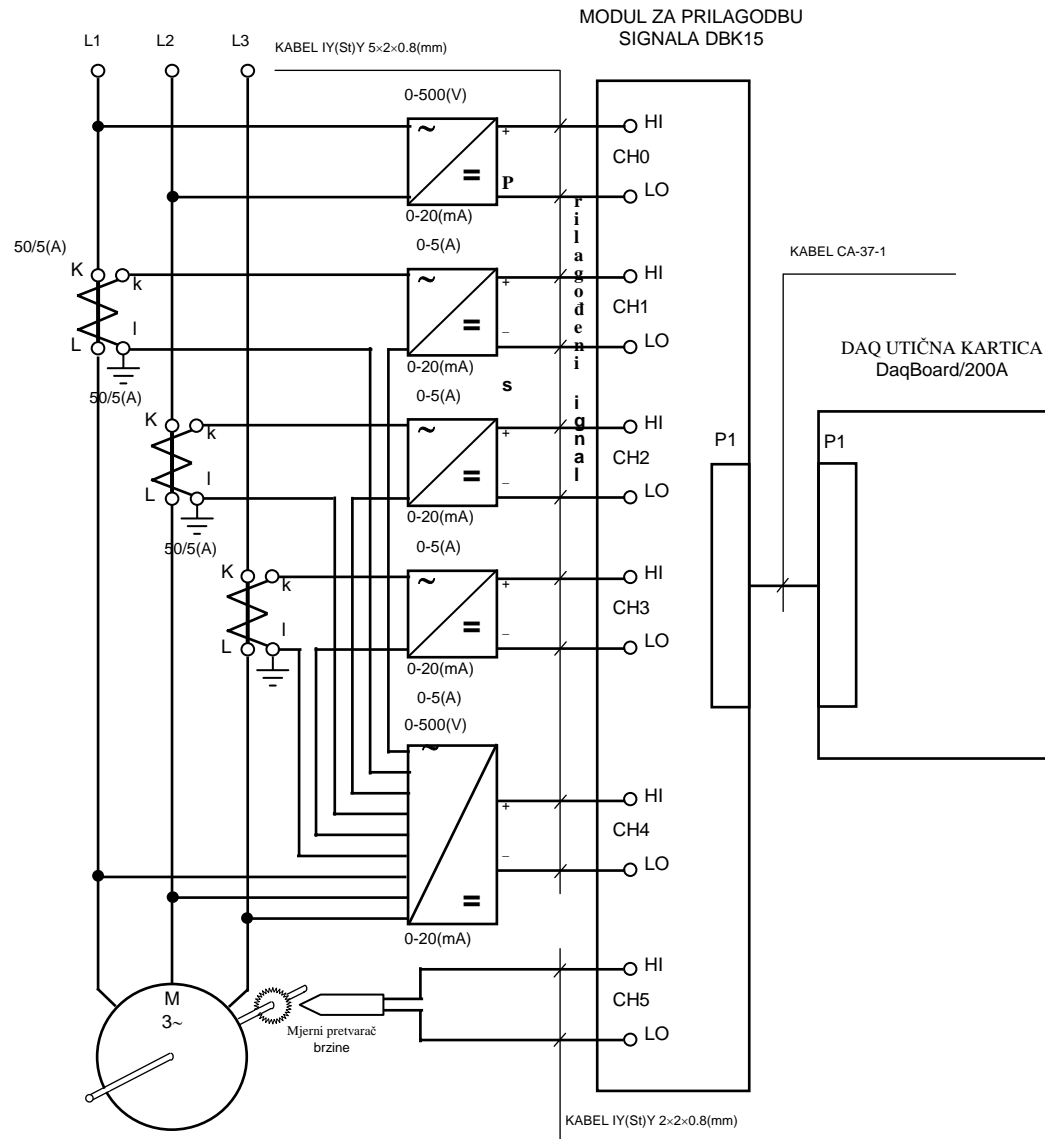
Window meni stavke i opis		
	 Charts	Prikazuje prozor sa dijagramima.
	 Bar Graph Meters	Pokazuje dolazeće podatke na pokazivaču sa trakama.
	 Analog Meters	Prikazuje dolazeće podatke na analognoj skali
	 Digital Meters	Pokazuje dolazeće podatke numerički
	 Start All Indicators	Počinje prikaz podataka u Reading koloni i bilo koji otvoreni dijagram ili pokazivač (analogni, digitalni)
	 Stop All Indicators	Zaustavlja prikaz podataka u Reading koloni i bilo koji otvoreni dijagram ili pokazivač.
	 Post View	Startuje PostView aplikaciju.
	 Analog Output	Prikazuje prozor analognog izlaza.
	 Digital I/O	Prikazuje digitalni I/O prozor.
	 Counter/Timer	Prikazuje prozor.
 Arbitrary Waveform	Prikazuje prozor proizvoljnog talasnog oblika.	

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

Device meni stavke i opis		
	Select DaqBook	Prikazuje dijalog box za unošenje printer porta (LPT1 doLPT4), nivo prekida(Interrupt) (3-7) i port protokol (<u>osmobijski</u> standard, četverobitni standard i nekoliko EPP opcija). <i>Napomena: Brzi EPP i SMC600 portni protokoli, Interaptni nivoi uključuju 3-7, 10, 11, 12, 14, 15.</i>

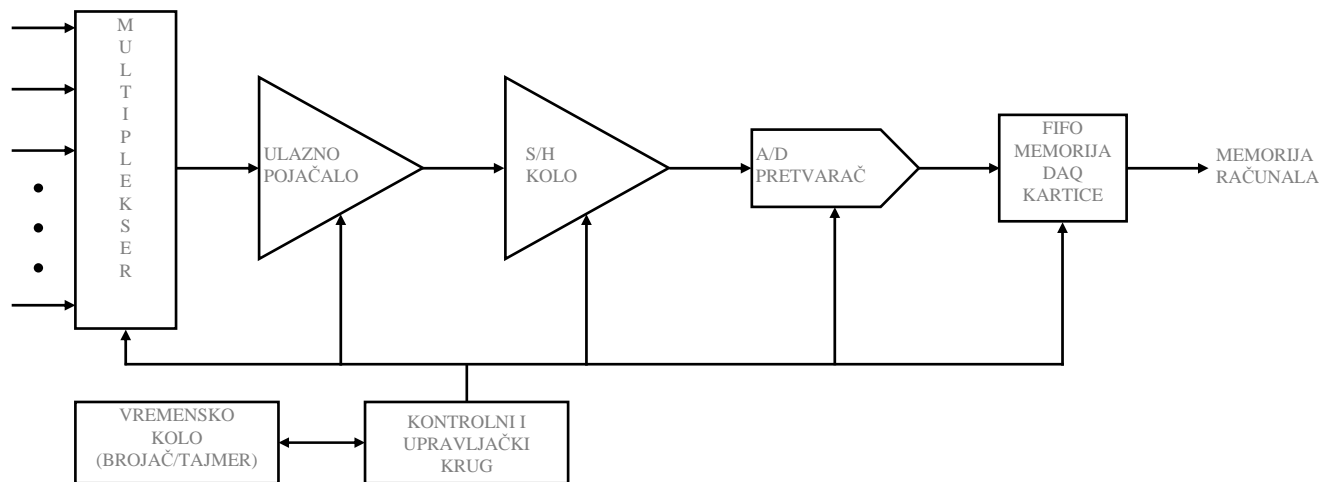
	DaqBoard	Prikazuje dijalog box za unošenje baznih adresa (0300 inicijalno) i nivoa Interapta (10,11,12,14,15).
	Daq PCMCIA	Prikazuje dijalog box za unošenje baznih adresa (0330default) i nivoa Interapta(5,6,7,10,11,12,14,15). <i>Napomena: DaqView pokušava da počne novu komunikaciju sa selektovanim uređajem. Ako je hardver nađen otvara se glavni prozor. Ako hardver nije nađen korisnik se upozorava da izvrši rekonfiguraciju i ponovo pokuša. Ako hardver nije nađen izadi iz DaqView-a i pokreni Daq test program</i>
	Simulated Device	Otvara DaqView sesiju ali ne pokušava da komunicira sa hardverom. Umjesto toga aplikacija simulira interakciju između softvera i hardvera. Ako je DaqView spojen sa pravim hardverom ova komanda će zatvoriti tu sesiju.
	Configure Hardware Settings	Otvara prozor za konfiguraciju hardvera koji omogućava korisniku da kaže softveru kako je hardver postavljen. Setup sekcije uključuju analogne ulazne kartice DBK, digitalne interfejsne module, ulazni polaritet, A/D signal Referenc i D/A vanjska Referenca.

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20



PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

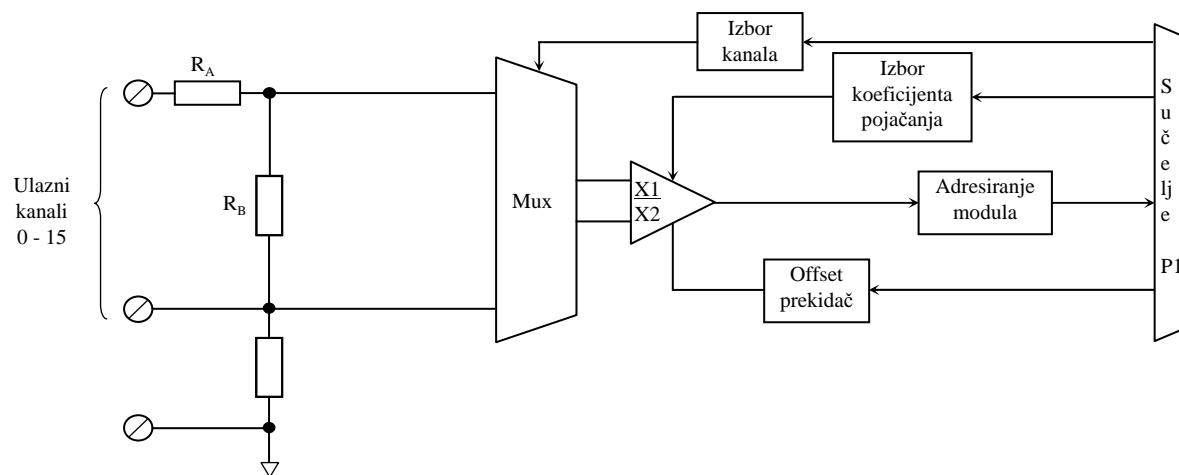
- osnovna funkcija kartice je A/D konverzija;
- kartica DaqBoard/200A IOtech ugrađena na ISA sabirnicu računara;
- spajanje 8 ulaznih kanala u diferencijalnoj konfiguraciji;
- 16-bitna razlučivost A/D konverzije;
- tip A/D konverzije: sukcesivna aproksimacija;
- maksimalna frekvencija uzorkovanja 100(kHz);
- softverski izbor frekvencije uzorkovanja i koeficijenta pojačanja.



Blok dijagram utične kartice

PRIKUPLJANJE I OBRADA PODATAKA NA PC-u KORISTENJEM IOTECH MODULA DAQBOARD/200A, DBK15 I DBK20

- modul DBK15 IOtech vrši funkcije pojačanja i prilagodbe nivoa signala;
- spajanje 16 ulaznih kanala u diferencijalnoj konfiguraciji;
- software-ski izbor kanala koji se uzorkuje i koeficijenta pojačanja;
- korisnička konfiguracija kanala kod različitih vrsta mjerenih signala.



Blok dijagram modula za prilagodjenje

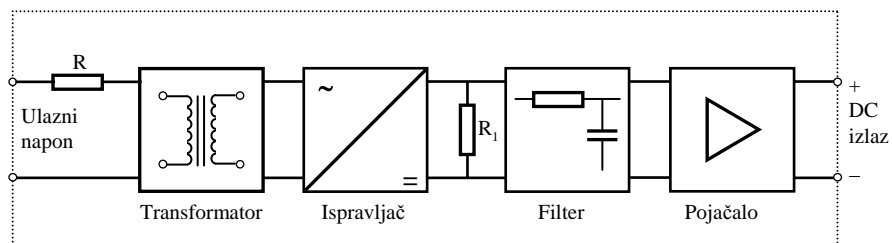
ULAZNI SIGNAL		KONFIGURACIJA		
minimalno	maksimalno	priključak A	priključak B	koeficijent pojačanja
0(mA)	+20(mA)	kratki spoj	249(Ω)	2
-10(V)	+10(V)	2(k Ω)	2(k Ω)	1

MJERNI PRETVARAČI I SMT

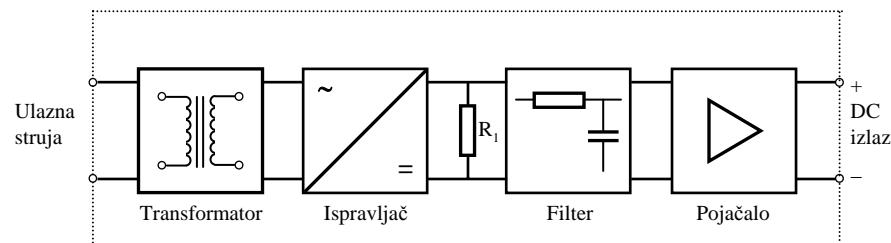
- mjerni pretvarač za mjerenje međufaznog napona EUMU;
- mjerni pretvarači za mjerenje faznih struja ESMU;
- mjerni pretvarač za mjerenje ukupne radne snage koju motor uzima iz mreže ELMU;
- strujni mjerni transformatori za prilagodbu struja mjernom opsegu pretvarača ESMU.

Mjerni pretvarači EUMU i ESMU

- pripadaju skupini pretvarača s ispravljačem;
- galvanski razdvojeni ulaz i izlaz;
- izlazni signal je strujni 0-20(mA) DC;
- mjere se srednje vrijednosti izmjeničnog napona odnosno struje;
- izlazi kalibrirani tako da su razmjerni RMS vrijednosti sinusnog napona odnosno struje;
- značajno povećanje greške kod mjerenja nesinusnih napona i struja.



Blok shema mjernog pretvarača EUMU

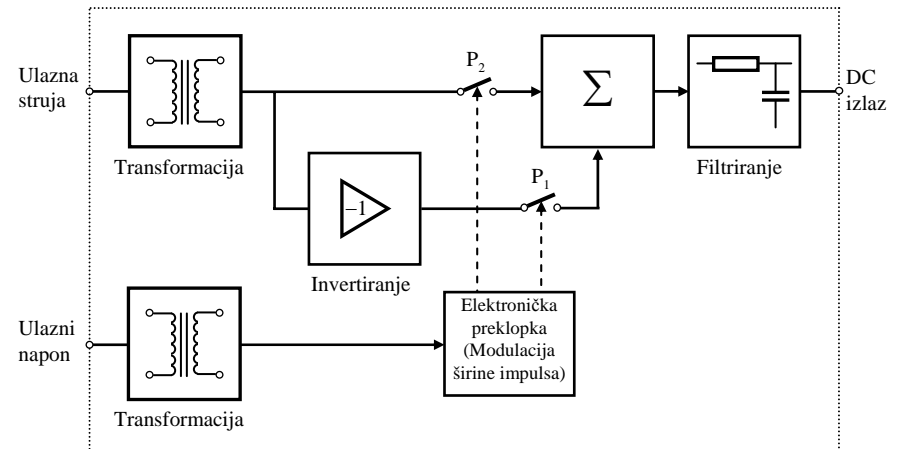


Blok shema mjernog pretvarača ESMU

MJERNI PRETVARAČI I SMT

Mjerni pretvarač ELMU

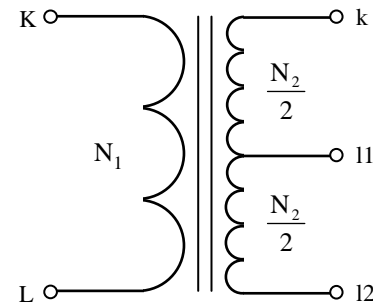
- pripada skupini četvorokvadrantnih impulsnih multiplikatora;
- galvanski razdvojeni ulaz i izlaz;
- izlazni signal je strujni 0-20(mA) DC;
- pomoćni napon dobiva se iz regulacijske jedinice kočnice.



Blok shema jednofaznog mjernog pretvarača radne snage

Strujni mjerni transformatori SMT

- koriste se mjerni transformatori KSW73;
- funkcije: prilagodba struja motora mjernom opsegu mjernih pretvarača; zaštita osoblja i mjerne opreme;
- mjerni transformatori s dva odvojka na sekundaru - dva nazivna omjera transformacije 100/5(A) i 50/5(A);
- klasa točnosti 0.5.



Shema spoja SMT

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Labview Simulacioni interfejsni alat (Simulation interface toolkit – SIT), povezuje Labview sa Simulink softverom Matlaba kao i Real time radionicom (Real time workshop), na takav način da nam omogućava da razvijemo, i testiramo mjerne i upravljačke sisteme, koristeći modele razvijene u Simulink simulacionom okruženju.

Ustvari, SIT obezbjedjuje metode za kreiranje Labview korisničkog interfejsa za Simulink modele, konvertujući Simulink model u dinamičku link biblioteku (dynamic link library- DLL), i izvršavajući simulacioni model na ciljnom RT okruženju.

Kombinirajući mogućnosti Simulinka i RT radionice (RTW) u Matlabu sa Labview, SIT pomaže da uvezemo simulacione modele u Labview.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

RTW je dodatni (add-on) paket za Simulink koji generiše C kod iz Simulink modela. RTW nakon toga koristi C kompajler da kompilira C kod za izvršenje na raznim ciljnim okruženjima u realnom vrmemenu koja mogu biti softverska ili najčešće hardverska.

Rekli smo da SIT omogućava kreiranje Labview korisničkog interfejsa koji može da interaktira sa Simulink modelom. Sa ovim Labview korisničkim interfejsom, možemo manipulirati sa parametrima modela, i posmatrati izlaze iz Simulink modela.

Medjutim, potrebno je naglasiti da nije moguće istovremeno koristiti obadva interfejsa, tj, i Labview i Simulink korisnički interfejs.

Da bi se koristio SIT paket, potrebno je da se i Labview i Matlab izvršavaju na istom računaru.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

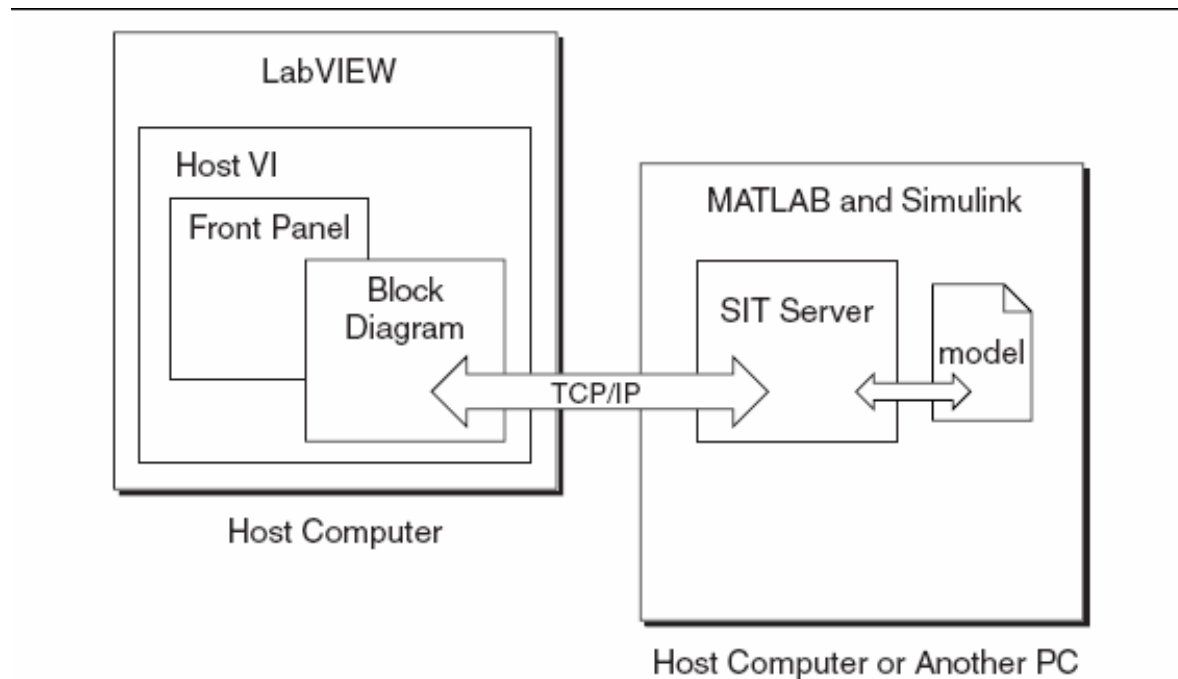
Host računar je računar na kojem krieramo Labview korisnički interfejs. Labview razmjenjuje podatke sa Matlabom i Simulinkom koristeći **TCP/IP** protokol.

Moguće je da Matalb sa Simulinkom se izvršava na odvojenom PC računaru od onog na kojem je Labview, ali u tom slučaju SIT paket mora biti instaliran na obadva PC računara.

Za Labview da bi mogao da komunicira sa Matalbom i Simulinkom, Matlab se mora izvršavati tj. biti u runtimeu. Kada se lansira Matlab, lansiraće se istovremeno i SIT Server, koji omogućava da Labview i Matlab medjusobno komuniciraju.

Slijedeća slika prikazuje komponente koje su uključene u interakciju izmedju Labview i Matlaba:

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK



Na host računaru mi kreiramo host VI, koja je ustvari LV prednji panel koji će obezbediti interfejs za Simulink model. Ovaj prednji panel sadrži Labview kontrole i indikatore koji korespondiraju sa Simulink parametrima koje želimo da prikazemo i/ili modificiramo.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

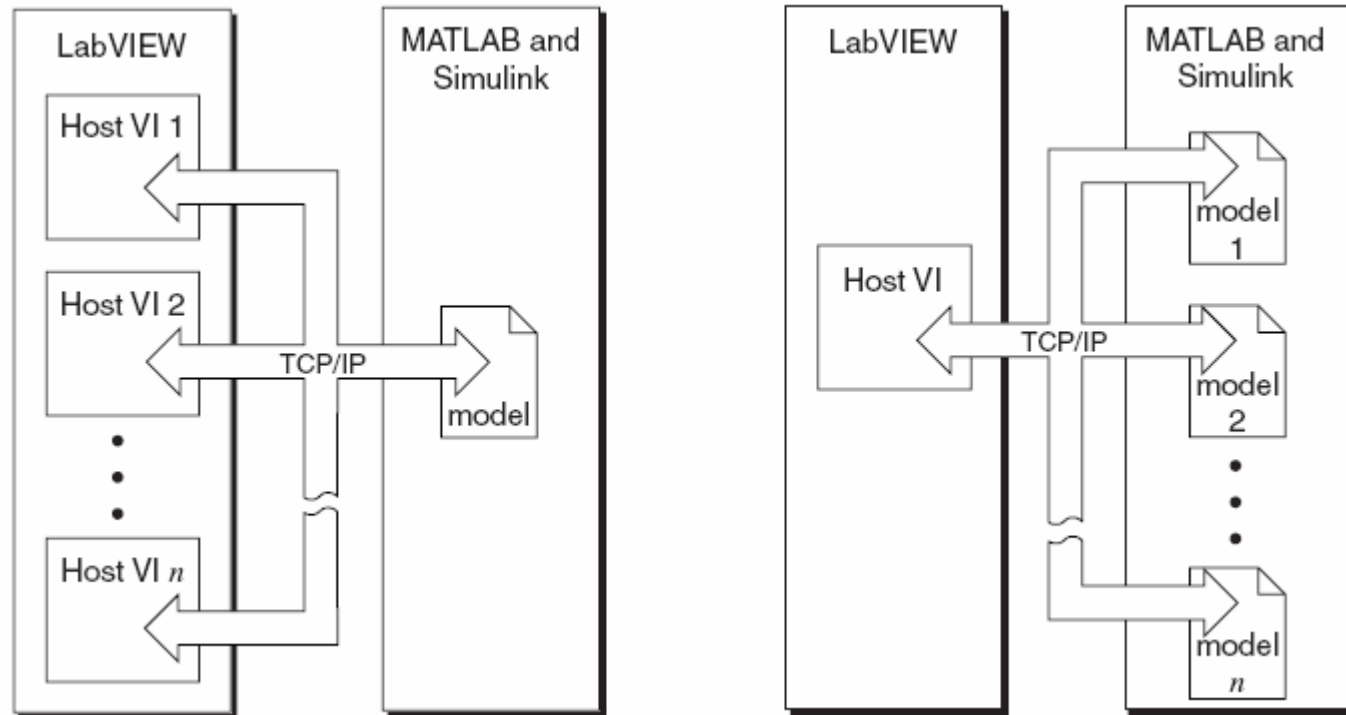
Putem ovog interfejsa mi možemo da promjenimo vrijednosti kontrola i trenutano vidjeti rezultate te promjene na indikatorima.

Koristeći SIT konekcionu menadžu (SIT connection manager) dijalog prozor, mi specificiramo relacije između Labview kontrola i indikatora i Simulink parametara i sinkova (izlaza iz Simulink modela). Nakon što konfiguriramo SIT konekcionu menadžu, SIT će automatski generirati blok dijagram kod koji je neophodan da se uspostave relacije između Labview VI i Simulink modela.

Koristeći SIT, mi možemo konektirati multiple VI-jeve na host računaru na isti Simulink model. Mi također možemo spojiti višestruke Simulink modele na istom računaru na samo jednu VI kreiranu na host računaru. Međutim, ako su Simulink modeli na različitim računarima, ne možemo povezati isti VI na ove različite modele.

Naredna slika pokazuje ove načine povezivanja:

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK



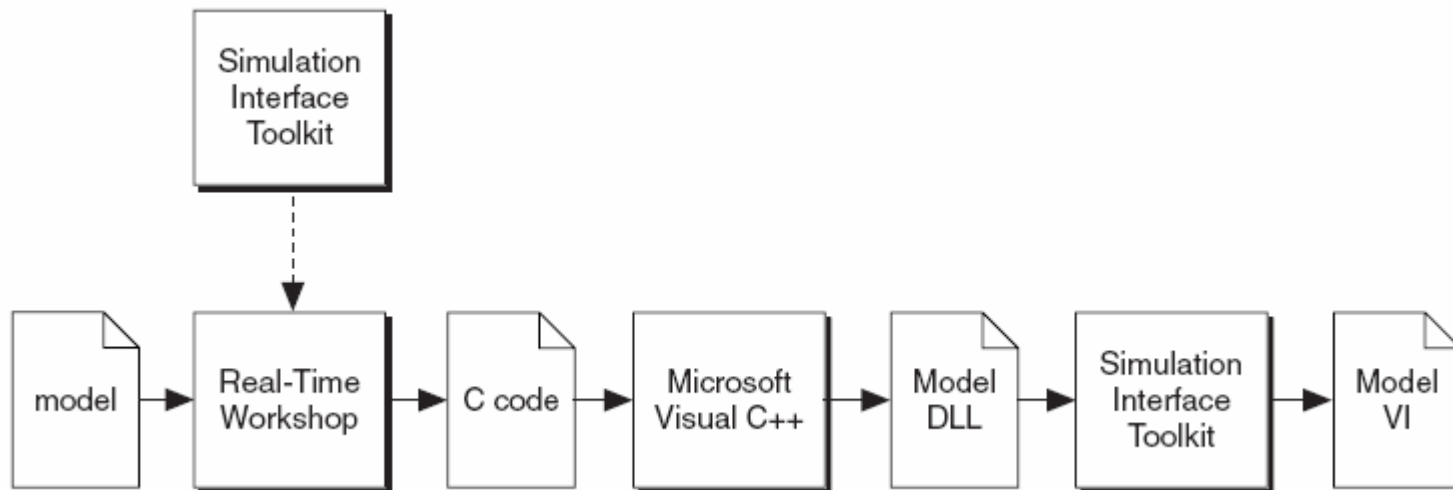
Konverzija Simulink modela u DLL

Ako želimo da izvršavamo Simulink model na RT ciljnom okruženju, možemo kovertovati model u dinamički povezljivu biblioteku (dynamic link library- DLL) koju Labview može pozivati. Da bi se konvertovao fajl Simulink modela tj. *.mdl fajl u DLL, moramo koristiti RTW.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

SIT uključuje plug-in za RTW koji konvertuje *.mdl fajl u C kod, i onda ga kompilira u DLL koristeći MS Visual C++. Model DLL sadrži sve aspekte Simulink modela ali ne zahtjeva više Simulink da se izvršava sa modulom interfejsa.

SIT automatski gradi model VI koji poziva model DLL. Naredna slika pokazuje korake koji se prolaze kod konverzije fajla modela u DLL modela.



Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Komunikacija sa DLL modelom

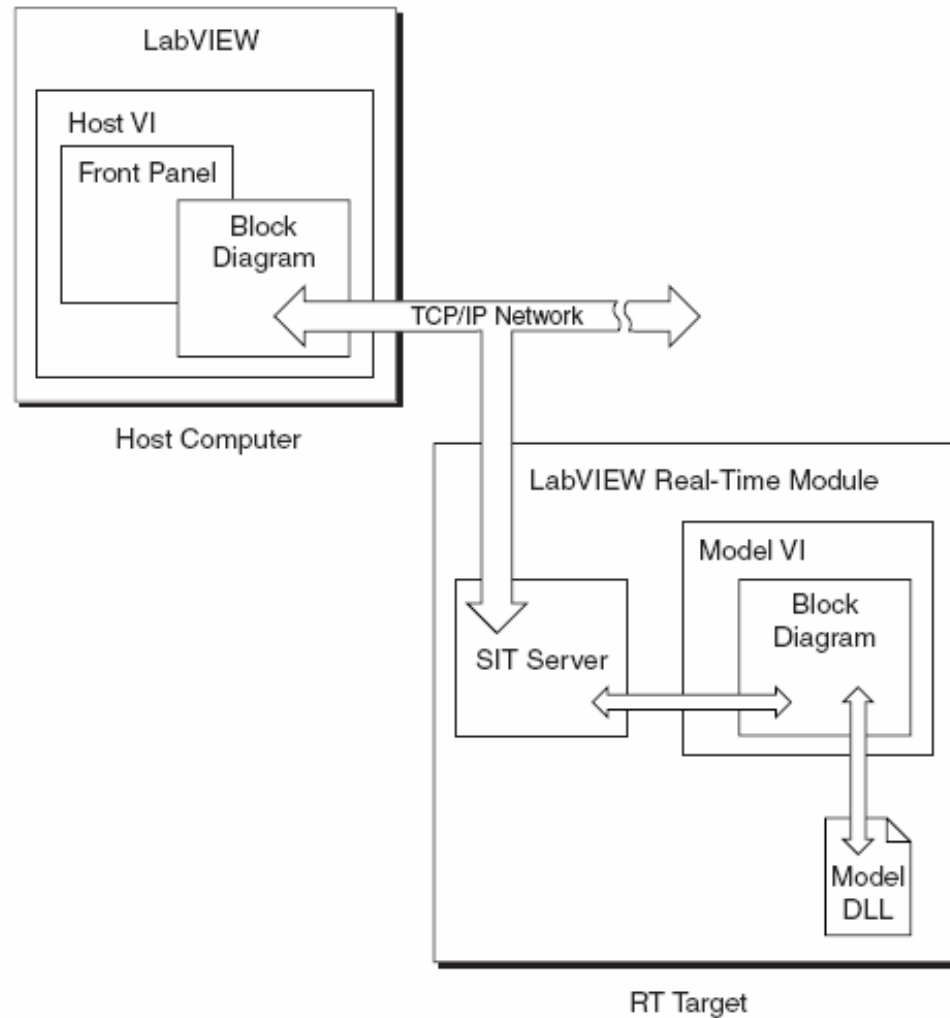
Da bi se interekatiralo sa DLL modelom na ciljnom RT, možemo koristiti host VI koji smo kreirali za Simulink model kao korisnički interfejs. Model DLL sadrži iste parametre i I/O tačke (sinks) kao i Simulink model, tako da se konekcije koje smo napravili izmedju Labview kontrola i indikatora i Simulink parametara i sinkova ostaju iste.

Koristeći host VI, možemo modificirati parametre DLL modela, i odmah gledati rezultate ovih modifikacija.

Kada kreiramo model DLL, mi kreiramo i simulacioni model koji se može izvršavati na ciljnom RT. Kada se izvršava host VI, možemo izabrati da downloadujemo model DLL i model VI na ciljni RT. SIT će nakon toga startati SIT Server na RT ciljnom sistemu. **Host VI komunicira sa model VI i model DLL putem SIT Servera.**

Naredna slika pokazuje kako host računar interaktira sa RT ciljnim sistemom nakon downloada model VI i model DLL:

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK



Izvršenje simulacije na ciljnom RT sistemu

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

RT modul proširuje mogućnosti postojećih TCP funkcija da omogući komunikaciju sa umreženim uređajima iz RT serije NI. Međutim, pošto su TCP funkcije nedeterminističke, korištenje TCP protokola u vremenski kritičnim VI-jevima reducira determinizam.

SIT konfigurira TCP/IP komunikaciju između host VI i model VI. Dakle TCP/IP komunikacija zajedno sa Real time FIFO, je deterministička i ne utiče na ukupni determinizam kod vremenski kritičnih VI.

Kreiranje korisničkog interfejsa za Simulink model

U slijedećem primjeru ćemo pokazati kako da kreiramo Labview korisnički interfejs za Simulink model. Kreiraćemo model koji generira sinusni valni oblik, a nakon toga ćemo koristiti Labview da promijenimo amplitudu i frekvenciju ovog sinusnog valnog oblika.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Kreiranje Simulink modela

Da bi kreirali korisnički interfejs u LV za Simulink model, prvo ćemo kreirati Simulink model.

1. Lansiraćemo Matlab na host računaru.

Primjetimo da kod Matlaba u komandnom prozoru imamo sljedeću poruku:

```
Starting the SIT Server on port 6011
```

```
SIT Server started
```

Instaliranjem SIT softvera konfigurira se i Matlab da lansira SIT server uvijek kada je lansiran i Matlab. SIT Server prenosi podatke između Labview i Matlaba. Ova poruka indicira da se SIT Server izvršava.

2. Startovati Simulink u Matlab komandnom prozoru da se lansira Simulink Library Browser.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

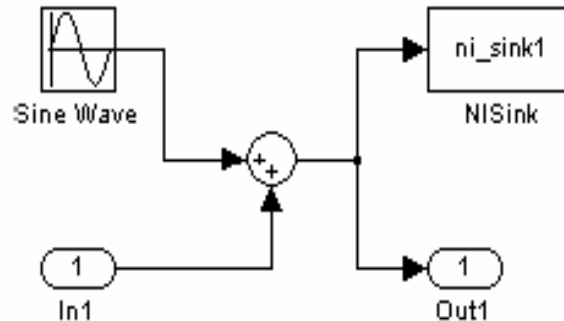
3. postavimo u novi model blok Sine Wave.
4. Postaviti In1 ulazni port u prozor modela,
5. postaviti Sum funkciju u prozor modela.
6. Postaviti Out1 port u prozor modela.
7. Postaviti NISink blok, koji se nalazi u NI Toolkit Sinks biblioteci, u prozor modela.

Biblioteka NI Toolkit Sinks sadrži dva bloka, NISink blok i NIXYGraph blok. Ova dva bloka eksportuju izlaz modela ka Labview tako da LV može prikazati podatke.

Primjetimo da brzina sa kojom Simulink generiše izlazne podatke je promjenljiva tako da ćemo možda željeti da promijenimo faktor decimacije za blokove NISink i NIXYGraph. Decimacioni faktor specificira koliko tačaka podataka želimo da Simulink vraća. Ovaj faktor utiče na broj tačaka podataka koje LV prima i prikazuje u čartu valnog oblika XY grafa.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Povezaćemo izvore, funkcije i ponore (sinkove) tako da Simulink model izgleda kao na narednoj slici:



SIT Server

Po defaultu, SIT starta SIT Server na portu 6011 izvršavajući komandu NiMatlabServer. Ovo se može modificirati, modifikujući startup.m fajl. Ovaj fajl sadrži komandu NiMatlabServer ('start', 6011). Da bi se promjenio port na kojem starta SIT Server, treba promijeniti ovaj parametar 6011 na neki drugi broj).

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Postavljanje simulacionih parametara

Potrebno je provesti slijedeće korake da se promjeni vrijeme zaustavljanja i vrijeme solvera za simulacioni model i Simulinku.

Postaviit vrijeme zaustavljanja na infinite, a za Solver type postaviti Fixed-step, i pohraniti simulacioni model kao **sinewave**.

Kreiranje korisničkog interfejsa

Da bi interaktirali sa Simulink modelom **sinewave** koristeći LV korisnički interfejs, potrebno je da kreiramo korisnički interfejs u LV. Potrebni su nam kontrolni elementi za manipuliranje parametrima u modelu i indikatori da pokažemo generisani sinusni valni oblik. Kompletiraćemo slijedeće korake da bi kreirali kontrole i indikatore koji su potrebni kao i sinkove za sinusni model.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

1. Lansirati Labview
2. U LV dijalog boksu kliknti na New taster i izabrati Blank VI iz menija.
3. Izabrati kontrolni element dugme i postaviti ga na prednji panel i labelirati ga sa Amplitude.
4. Dodati još jedno dugme sa labelom Frequency.
5. Izabrati chart valnog oblika i postaviti ga na prednji panel. Ovaj chart će prikazati podatke koji su sadržani u NISink bloku. Možemo koristiti i bilo koji numerički indikator da prikažemo podatke sadržane u NISink bloku, međjutim moramo koristiti XY graf da prikažemo podatke sadržane u NIXYFraph bloku.

Labeliraćemo chart valnog oblika kao Sine Wave i pohraniti VI kao sinewave.vi .

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Labview i Simulink tipovi podataka

Na ciljnim okruženjima za izvršenje koji nisu RT, Simulink parametri su adaptabilni u vrijeme editiranja. Ako kreiramo LV kontrolne tipove podataka koji se ne podudaraju sa tipovima parametara kod Simulinka, još uvijek možemo izvršavati simulacioni model. Kada se izvršava simulacioni model, tipovi podataka parametara se adaptiraju na svoje odgovarajuće kontrolne tipove podataka. Validni LV tipovi podataka su: skalari, 1D nizovi, 2D nizovi, i stringovi.

Medjutim, Simulink parametri su fiksnog tipa podataka u vremenu izvršenja (runtime). Ako modificiramo LV kontrolu čiji tip podatka ne korespondira sa tipom podatka parametra, parametar više neće primiti updatje iz LV, i Simulink će generisati grešku i zaustaviti izvršavanje.

Za simulacione modele koji se izvršavaju na RT ciljnom okruženju, parametri su fiksnog tipa podataka. Ako tipovi podataka kontrola se ne slažu sa tipovima podataka parametara, simulacioni model se neće izvršavati.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Dakle, mi moramo znati tipove podataka konektiranih parametra kada konfiguriramo kontrole u LV.

Specificiranje modela

Nakon kreiranja VI, treba da specificiramo sa kojim modelom želimo da VI komunicira. Koristeći SIT Connection Manager dijalog prozor, možemo specificirati ovaj model. Kompletiraćemo slijedeće korake da izaberemo model za naš sinewave primjer.

1. Na prednjem panelu VI izabrati Tools>>SIT Connection Manager da lansiramo ovaj dijalog boks.

Ovaj dijalog ekran uspostavlja konekcije izmedju Labview kontrola i indikatora sa jedne strane i parametara i sinkova u Simulacionom modelu sa druge strane.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Primjetimo da **Controls and indicators** listbox prikazuje LV kontrole i indikatore koje smo kreirali na prednjem panelu sinewave.vi. Primjetimo takodjer da **Model parameters and sinks** listbox ne sadrži ništa. Moramo loadovati simulacioni model prije nego što će se simulink parametri pojaviti u ovom listboxu.

2. Kliknimo na **Load Model** taster da se pojavi **Select Host** dijalog prozor.

U Select Host dijalog prozoru koji će se pojaviti moramo provjeriti da Machine Name/IP je : localhost i da je Port: 6011.

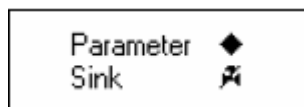
Izabirući localhost, mi indiciramo LV da je računar na kojem su matlab i Simulink ovaj isti host računar. Možemo takodjer unjeti i IP adresu drugog PC ako se Matlab i Simulink kao i SIT izvršavaju na tom drugom računaru.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Izabraćemo sinewave.mdl model.

Nakon ovoga primjetićemo sve parametre i sinkove koji su pridruženi sa sinewave modelom da su se pojavili u **Model parameters and sinks** listboksu. Sada možemo spojiti kontrole na parametre i indikatore na sinkove.

Ikone koje se pojavljuju pored imena parametra ili sinka indiciraju da li je varijabla parametar ili sink.



Ikona parametra indicira da možemo spojiti LV kontrolu na parametar. Ikona za sink indicira da možemo spojiti LV indikator na sink.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Kreiranje konekcija

Nakon loadovanja modela, moramo označiti koji Simulink parametri i sinkovi korespondiraju sa LV kontrolama i indikatorima.

SIT CM dijalog prozor uspostavlja ove relacije. Kompletiraćemo slijedeće korake da bi kreirali konekcije koje su potrebne da bi izvršavali simulacioni model koristeći LV korisnički interfejs.

1. Izabрати **Amplitude** u lijevom listboxu : **Controls and indicators** i izabрати **Model sinewave >>SineWave>>Amplitude** u list boxu **Model aprameters and sinks**.

2. Kliknuti na **Add to connections** taster

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Nastaviti sa parametrom frequency na isti način.

Primjetimo da SIT CM dijalog prozor će indicirati kada kreiramo nevažeću konkekciju kao napr. ako pokušamo konektirati LV kontrolu sa Simulink sinkom. Na taj način SIT spriječava kreiranje nevalidnih konekcija.

Kreirati konekciju izmedju Sinewave u lijevom listboxu sa Model Sinewave>>NISink>>NISink u desnom listboku.

Nakon što smo kreirali konekcije izmedju LV kontrola i indikatora sa Simulink parametrima i sinkovima, SIT generiše kod blok dijagrama koji upravlja interakcijom izmedju LV i Simulinka.

SIT generiše ovaj blok dijagram kod iz template VI. Nema potrebe da editiramo ovaj blok dijagram pošto template VI već sadrži potrebne VI-jeve i funkcije da interaktiviraju sa Simulink modelom.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Modifikacija konekcija

nakon što loadujemo Simulink model u SIT CM dijalog prozor i konfiguriramo konekcije, SIT CM dijalog prozor će zadržati informaciju o modelu. Svaki naredni put kada lansiramo SIT CM dijalog prozor, Model parameters and sinks listbox će prikazati parameter i sinkove za taj Simulink model.

Ako želimo da modificiramo postojeće konekcije između host VI i Simulink modela, potrebno je ponovno lansirati SIT CM dijalog prozor, pobrisati konekcije koje želimo da modificiramo i kreirati nove konekcije.

Ako želimo da kreiramo nove kontrole i indikatore na prednjem panelu, treba dodati te kontrole i indikatore i onda ponovno lansirati SIT CM dijalog prozor. SIT CM dijalog prozor će prepoznati nove kontrole i indikatore i omogućiti nam da kreiramo nove konekcije između ovih kontrola i indikatora i Simulink parametara i sinkova.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Interakcija sa Simulink modelom

Nakon kreiranja konekcija u SIT CM dijalog prozoru, možemo izvršavati VI. Kada se izvršava VI, VI komunicira sa modelom na host računaru i izvršava simulaciju. Provesti ćemo slijedeće korake da izvršavamo VI.

1. Prikazati prednji panel VI.
2. Kliknuti Run taster da se pokrene VI kao i model u Simulinku
3. Dalji koraci su očigledni.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

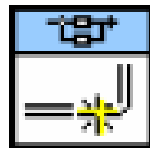
Razmatranje blok dijagrama host VI

Host VI koji smo kreirali obezbjedjuje korisnički interfejs sa Simulink modelom. SIT automatski generira kod za blok dijagram za ovaj VI kada se koristi SIT CM dijalog prozor. Blok dijagram uvijek ima istu strukturu nezavisno od broja konekcija koje su uspostavljene sa SIT CM dijalog prozorom. Blok dijagram inicijalizira simulaciju i definira relaciju izmedju Labview kontrola i indikatora sa Simulink parametrima i sinkovima. Kada promjenimo vrijednosti kontrola na prednjem panelu, blok dijagram šalje nove vrijednosti ka Simulink modelu. Blok dijagram, nakon toga, prima update od Simulink modela i prikazuje vrijednosti u odgovarajućim Labview indikatorima. Blok dijagram kod se sastoji od tri glavne sekcije: kod za inicijalizaciju simulacije, kod da se postave vrijednosti parametara, i kod da se prime updejtji za indikatore iz simulacionog modela.

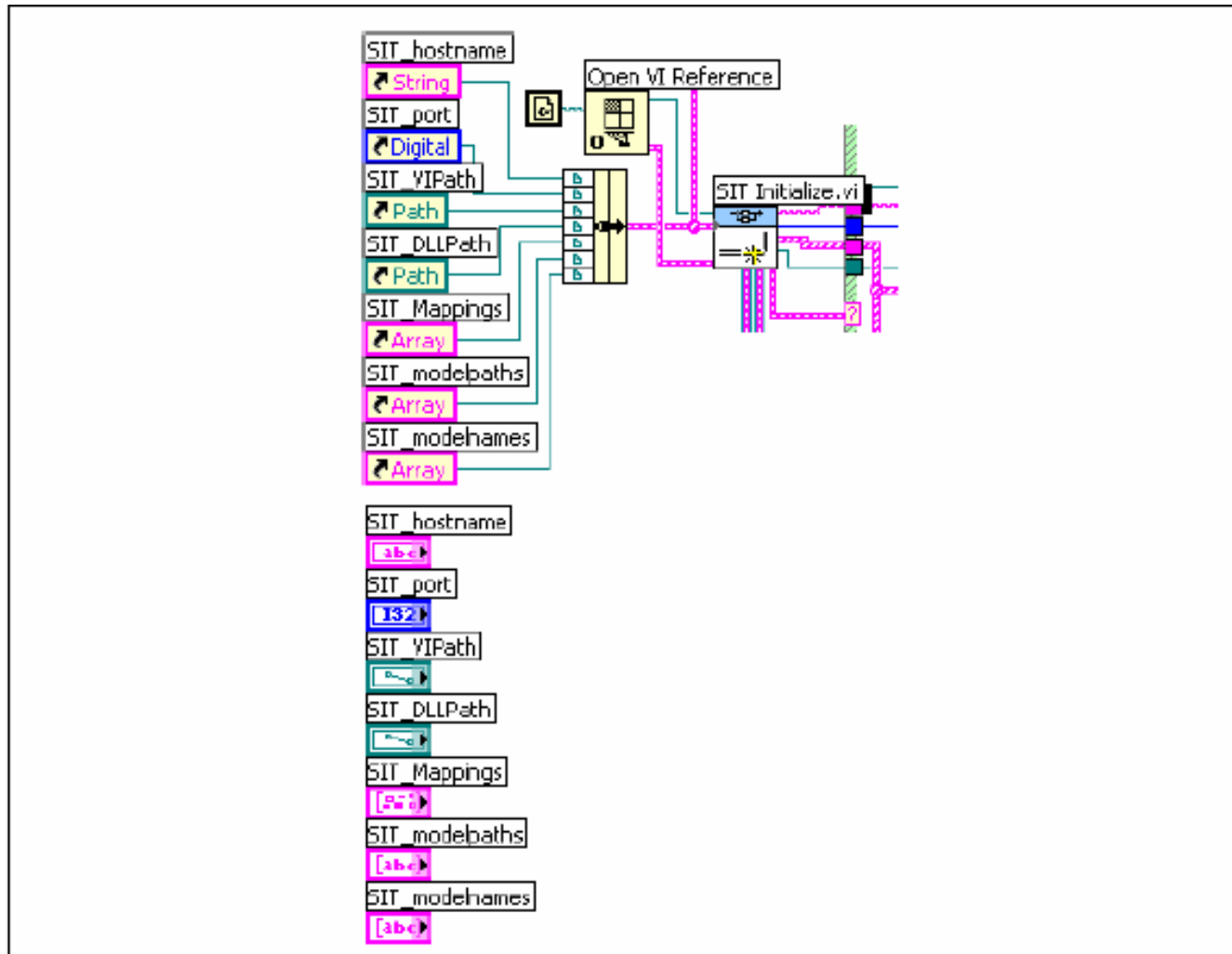
Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Inicijalizacija simulacije

Kod koji inicijalizira simulaciju koji je pokazan na narednoj slici, koristi **SIT Initialize VI** da izvrši taskove koji su potrebni da bi LV komunicirao sa Simulinkom. SIT initialize VI , koja je pokazana kao ikona , kreira link ka Simulink modelu. Ona inicira TCP/IP konekciju sa SIT Serverom i uspostavlja bazu podataka konekcija da bi upravljala sa slanjem i primanjem poruka od i ka simulacionom modelu.



Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK



Blok dijagram kod za inicijalizaciju simulacije

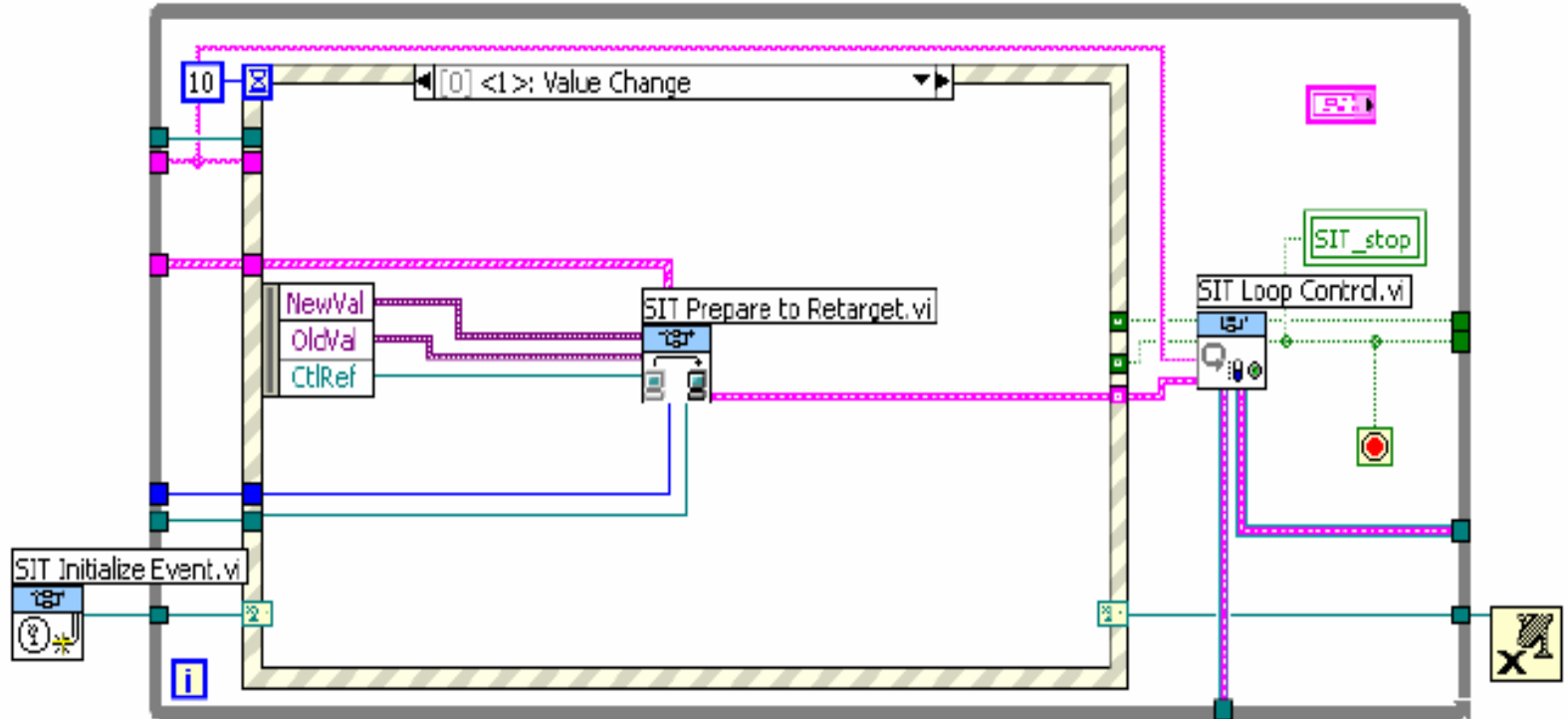
Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Primjetimo klaster kontrolnih referenci koje su ožičene do SIT Initialize VI. Ovaj klaster dozvoljava inicijalizacionom kodu da čita vrijednosti Labview kontrola. SIT Initialize VI takodjer kreira nekoliko redova čekanja koje Labview koristi da komunicira između sekcija VI-jeva koje se paralelno izvršavaju.

Mjenjanje vrijednosti parametara koristeći Labview kontrole

Kod koji mjenja vrijednosti parametara i kod koji ažurira vrijednosti indikatora su rezidentni u vanjskoj Case strukturi koja se izvršava kada nema grešaka sa inicijalizacionim kodom. Unutar ove Case strukture su dvije While loops koje se izvršavaju u paraleli. While kontura koja sadrži Event strukturu, i koja je pokazana na narednoj slici, je blok dijagram kod koji upravlja interakcijom korisnika sa prednjim panelom od host VI.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK



Blok dijagram kod za postavljanje vrijednosti parametara

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Ako modificiramo vrijednosti Labview kontrole koja je povezana sa parametrom Simulinka, blok dijagram kod unutar While konture šalje promjenjenu vrijednost na Simulink model. Simulink model postavlja vrijednost odgovarajućeg parametra koristeći ovu novu vrijednost.

Event struktura sadrži nekoliko event slučajeva da može da upravlja sa različitim događajima. Naročito, Value Change event je dinamički događaj kreiran u okviru SIT Initialize VI , čija je ikona pokazana na lijevoj strani, da bi



nadgledala promjene u vrijednostima kontrola na prednjem panelu. Ovaj događaj se izvršava kada kontrolna vrijednost pridružena sa parametrom modela se promjeni.

Naprimjer, kada promijenimo vrijednost Frequency dugmeta, koji je pridružen sa parametrom modela Frequency, izvrši se Value Change event.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Ovaj VI šalje novu vrijednost Frequency dugmeta ka simulacionom modelu i specificira da se nova vrijednost primjeni na **Frequency** parametar.

Primjetimo takodjer da **SIT Loop Control VI**, pokazana u nastavku :



je locirana van Event strukture. Ova VI kontroliše kada će dvije While konture, na prethodnoj i narednoj slici će se završiti. Ove dvije While konture se izvršavaju paralelno sve dok korisnik ne klikne na **STOP VI** taster ili na **STOP** taster.

Kada SIT Loop Control VI primi stop komandu, ona okončava izvršavanje obadvije While konture.

Kada VI prestane svoje izvršenje, VI pohranjuje zadnju vrijednost kontrola. Slijedeći put kada se izvršava ova VI, VI će koristiti ove vrijednosti kao inicijalne vrijednosti kontrola.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

SIT Loop Control VI također prikuplja upozorenja, greške, i fatalne greške koje dobija od Simulinka.

Upozorenja neće prekinuti simulaciju. Kada Simulink susretne grešku, SIT dijalog će prikazati prozor u kojem će dati opciju da se zaustavi host VI. Međutim, kada Simulink naiđe na fatalnu grešku, Simulink aplikacija će se uvijek završiti, što će također okončati i host VI.

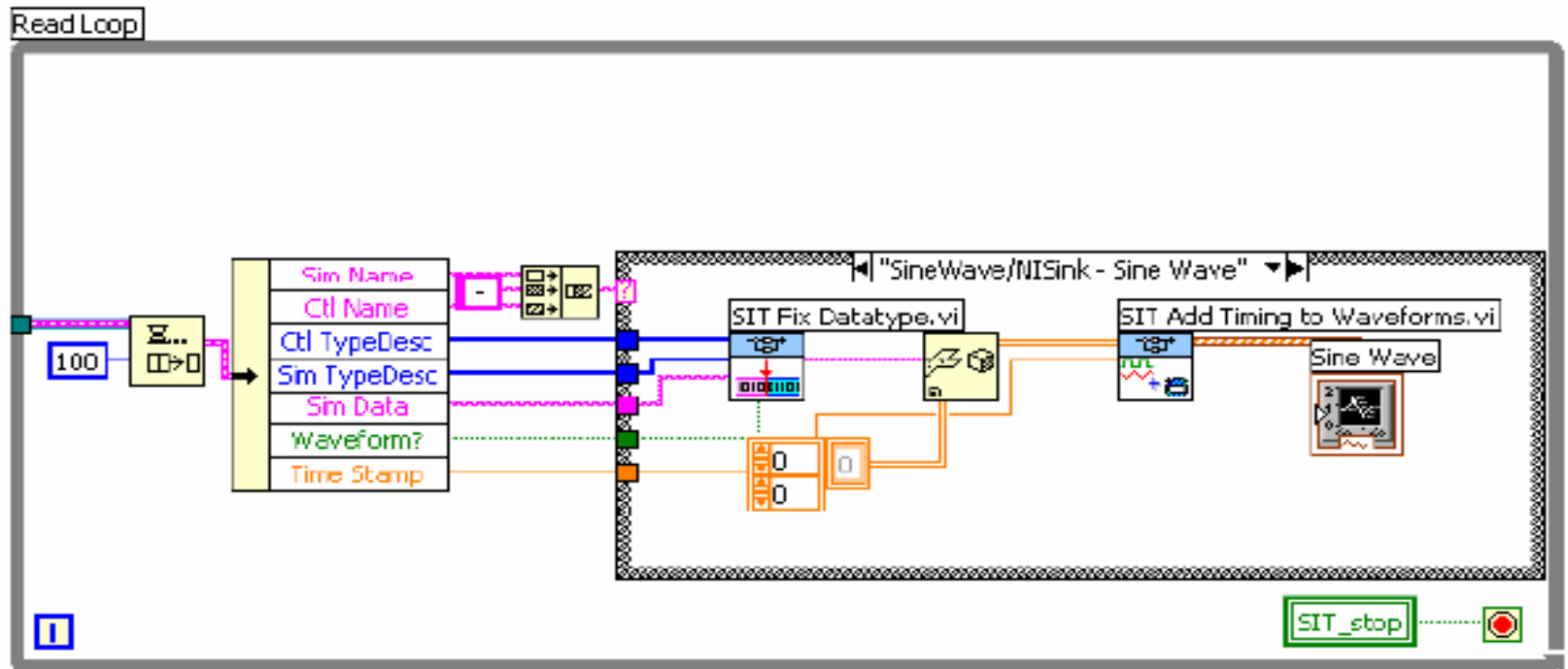
Ažuriranje indikatorskih vrijednosti

Druga While kontura, koja je prikazana na slijedećoj slici, prikazuje blok dijagram kod koji čita vrijednosti na izlazu iz simulacionog modela i ažurira vrijednosti na LV panel indikatorima. Ova While kontura sadrži Case strukturu, koja sadrži slučaj za svaki LV indikator spojen na Simulink sink.

Kada VI primi updajte od SIT servera, VI postavlja poruku u rep za While koturu da je pročitana. Elementi u repu sadrže sve informacije potrebne da se prikažu sink vrijednosti u odgovarajućem LV indikatoru.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

While kontura takodjer sadrži timeout postavljen na 100 ms. Ako While kontura ne primi updejt za indikator unutar 100 ms od posljednjeg updejta, While kontura provjerava za stop komandu.



Blok dijagram kod za updejt indikatora

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Kada dodamo, pobrišemo ili modificiramo konekciju na SIT CM dijalog prozoru, SIT regenerira ovu sekciju blok dijagram koda.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Konverzija Simulink modela u model DLL

SIT omogućava kreiranje DLL-ova iz Simulink modela pomoću RTW i MS C++. RTW konvertuje *.mdl fajl u C kod i nakon toga MS Visual C++ kompilira C kod u DLL. Rezultat je DLL bazirana na Simulink modelu koju možemo pozivati u Labview koristeći VI-jeve iz Simulation interface palete modula.

Potrebno je provesti slijedeće korake da se konvertuje Simulink model u DLL koja se potom može downloadovati u ciljnj RT okružaj.

1. Podjimo opet od modela sine wave kojeg smo izgradili u prethodnom primjeru. Primjetimo ulazni port i izlazni port kojeg smo postavili u model kada smo kreirali sine wave model. Ulazni i izlazni portovi korespondiraju sa ulazima i izlazima od DLL modela.

Naprimjer, u DAQ aplikacijama, LV koristi ove blokove da razmjenjuje podatke sa DAQ uređajem.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Ovi blokovi šalju podatke ka i primaju podatke od model DLL i DAQ uređaja.

2. Selektirati Real-time workshop lab u Simulinku od sinewave.mdl
3. kliknuti na Browse taster da se otvori System Target File Browser dijalog prozor.
4. Izabrati nidll.tlc- Labview DLL target iz listboxa i zatim kliknuti na OK.
5. Kliknuti na Build da počne kreiranje model DLL.

Komandni prozor Matlaba će pokazati status od RTW dok gradi model DLL. Slijedeća poruka će u Matlab komandnom prozoru indicirati da RTW je kompletirao kreiranje model DLL.

```
### Successful completion of Real-Time Workshop build  
procedure for model: ModelName.
```

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Nakon što je RTW kreirao model DLL, SIT postavlja model DLL u projektni folder na računaru. Model DLL sadrži sve aspekte Simulink modela ali je nezavistan od Simulink *.mdl fajla.

Za vrijeme build procesa, SIT kreira model VI-jeve i drajver VI-jeve koje ćemo koristiti da interaktiramo sa model DLL. Ovi VI-jevi će također biti stavljeni u folder projekta.

Da bi se kreirao model DLL, RTW kovertije Simulink model i bilo koji od njegovih submodela u C kod. Nakon toga MS Visual C++ kompilira C kod u model DLL sa imenom modelName.dll, , gdje je ModelName ime Simulink modela. RTW nakon toga postavlja model DLL u novi folder projekta , ModelName_nidll_rtw.

Pored model DLL, SIT kreira slijedeće model Vi-jeve i drajver VI-jeve i smješta ih u ModelName_nidll_rtw folder.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

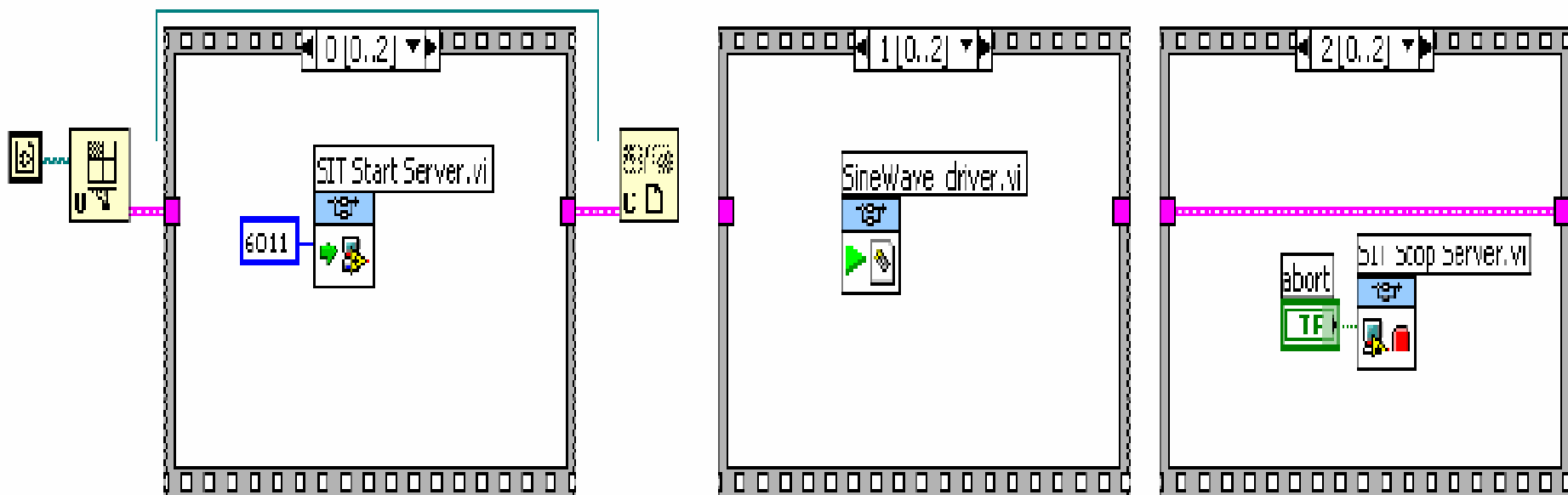
Slijedeći model VI-jevi i drajver VI-jevi rade sa SIT Serverom da pozovu model DLL i izvrše simulaciju.

- Model VI-jevi
 - ModelName_main_daq VI
 - Modelname_main VI
- Drajver VI-jevi
 - ModelName_driver_daq VI
 - ModelName_driver VI
- Drajver Vi-jevi koji ne koriste SIT server
 - ModelName_driver_daq_base VI
 - ModelName_driver_base VI

Model VI-jevi startaju SIT Server na RT cilnom okruženju, pozivaju drajverski VI koja poziva model DLL, i nakon toga zaustavlja SIT Server kada simulacija se zaustavi. Ne možemo komunicirati sa model DLL na cilnom RT sve dok SIT server ne počne da se izvršava.

Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Blok dijagram na slijedećoj slici je model VI, Sine Wave_main VI kreiran za prethodni primjer Sine wave.



Povezivanje LABVIEW SA MATLAB SIMULINK

Drajver VI-jevi interagiraju sa modelom DLL i informacijom o razmjeni parametara između host VI i modelom DLL na ciljnom RT. ModelName_main_daq VI poziva ModelName_daq_driver VI a ModelName_main VI poziva ModelName_driver VI.

ModelName_daq_driver VI je DaQ aplikacija koja čita vrijednosti analognih ulaza sa multifunkcionalne DAQ ploče, šalje vrijednosti kao ulaze na SIT Step Model VI, dobija izlaze iz SIT Step Model VI, i piše analogne izlaze na istu DAQ ploču.

ModelName_driver VI je verzija od ModelName_daq_driver VI sa DAQ pozivima zamjenjenim sa kontrolama i indikatorima.

ModelName_daq_driver_base VI i ModelName_driver_base VI su drajverski VI-jevi koje možemo koristiti ako želimo da izvršavamo simulacione modele direktno na ciljnom RT. Ovi moduli ne zahtjevaju SIT Server da se izvršava, tako da nije potrebno da se izvršava model VI da bi se izvršavala simulacija.