

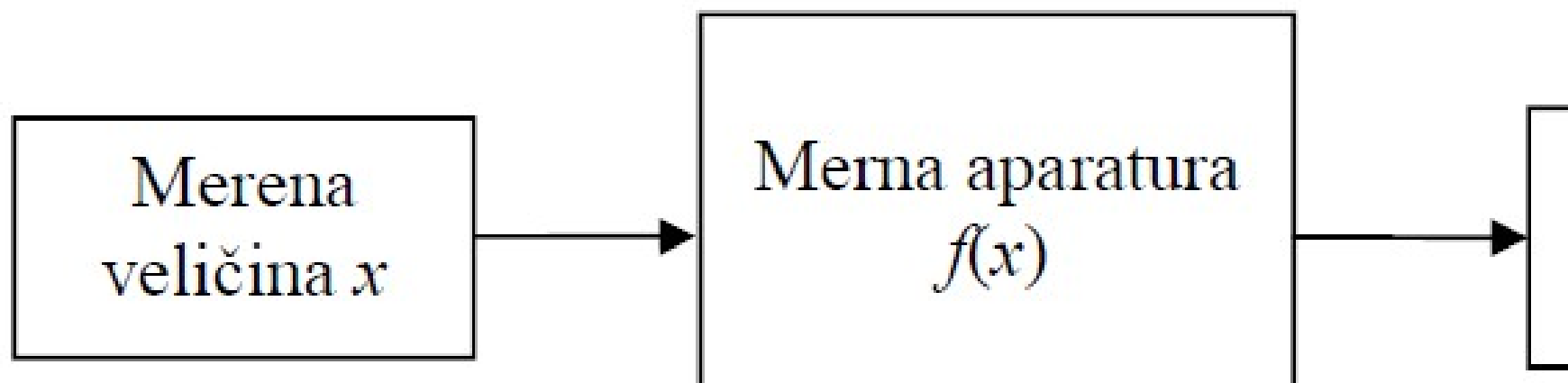
MERNI INFORMACIONI SISTEMI

Profesor dr Miroslav Lutovac
mlutovac@viser.edu.rs

Sistemi za akviziciju

- Bazirani na električnim merenjima kako električnih tako i neelektričnih veličina
- Električna merenja u odnosu na klasična merenja predstavljaju neophodan preduslov za automatizaciju merenja upotrebom računara
- Merenje je funkcionalna zavisnost između fizičke veličine x koja se meri i između fizičke veličine y koja se dobija kao izlaz procesa merenja

Model procesa merenja



Merna aparatura

- predstavljena je pravougaonikom koji označava crnu kutiju koja uspostavlja funkcionalnu zavisnost $y=f(x)$ izlazne veličine y od merene veličine x
- Značenje izlazne veličine y je u tome da se poznavanjem – merenjem y može izračunati x
- $f^{-1}(y)$ je inverzna funkcija od $f(x)$

$$x = f^{-1}(y)$$

Funkcionalna zavisnost

- $f^{-1}(y)$ omogućava da se na osnovu merenja odredi veličina x
- Funkcionalna zavisnost $f(x)$ može biti proizvoljna i određena je fizičkim sistemom koji koristi neki fizički zakon za konverziju merene veličine x u izlaznu veličinu y što se matematički izražava funkcijom $f(x)$.
- Stacionarni slučaj merenja je kada se merena veličina x ne menja u vremenu, ili ako x zavisi od vremena, $x(t)$, tada je u svakom trenutku

$$y(t) = f[x(t)]$$

Realna merenja

- Realna merenja su uvek dinamička
- x i y zavise od t ,
dok veza između $x(t)$ i $y(t)$ nije jednostavna
- Kod realnih dinamičkih sistema uvek postoji i određeno kašnjenje što iziskuje drugačije predstavljanje merne aparature

Merenje - proces prikupljanja informacija

- Merenje se razmatrati kao proces prikupljanja informacija o sistemu koji se proučava
- To je informativni proces koji generiše nove vrednosti o sistemu – izmerene vrednosti
- Veličina x koja se meri naziva se *merni signal*
- Merni signal može da se karakteriše sa više različitih parametara (trenutna vrednost, srednja vrednost, varijansa, min, max, učestanost, faza)
- Parametri koji se koriste za merenje nazivaju informativni parametri

Električna merenja

- Električna merenja su ona kod kojih merena veličina x može biti neka električna veličina, električni napon ili struja
- To može biti i električna otpornost, kao količnik napona i struje, konvertori i pretvarači
- Koriste se napon i struja za merenje učestanosti, faze, snage ...
- Merni konvertori na osnovu nekog fizičkog zakona ili pojave konvertuju bilo koju fizičku veličinu neelektrične prirode u električni napon i struju

Električna merenja

- Električne veličine koje se dobijaju na izlazu mernih pretvarača su standardizovane
- napon od 0 do 5V, -5V do +5V, 0 do 10V, -10V do +10V
- struja od 0 do 25 mA
- Razlog – unificiranje mernih instrumenti za očitavanje, (baždareni voltmetri i ampermetri)
- Merenja na mesta očitavanja (korišćenjem prenosnih linija i kanala) mogu se preneti na proizvoljna rastojanja (žicama, optičkim kablovima, radio talasima, telekomunikacionim kanalima)

Električna merenja

- Kada su mereni procesi spori, električna merenja se mogu smatrati trenutnim i može se zanemariti vreme kašnjenja usled prenosa
- Na jednom mestu (centru) se mogu prikupljati rezultati merenja sa velikog broja različitih mernih tačaka
- Vršiti se automatizacija električnih merenja korišćenjem računara i specijalnog hardvera

Zašto MIS

- Savremeni merni sistemi mere veliki broj veličina koje se brzo menjaju
- Klasična manuelna merenja ne odgovaraju ovim zahtevima
- u kratkom vremenu treba da se memoriše, obradi, analizira veliki broj podataka prikupljen merenjima, i da se automatizuju merenja
- MIS da se merenjima upravlja i kontroliše računarima

A/D konvertori

- Konvertori analognog u digitalni signal, A/D konvertori, jer su računari digitalni
- D/A konvertori
- Ulazni uređaji se tastatura, miš, mikrofon, skener, kamera, periferni uređaji
- Izlazni uređaji su monitor, štampač, ploter, zvučnik
- Sistemi za akviziciju signala i upravljanje podrazumeva se merenje i prikupljanje raznih električnih signala sa mernih pretvarača različite namene

Zašto ADC

- Beskonačnost u vremenskom domenu
- kontinualnost (beskonačan broj tačaka)
- Konačni deo vremenske ose ima neprebrojivo mnogo mernih tačaka
- Računar može da prihvati konačan broj vrednosti

Četiri grupe signala

- Analogni signali $x(t)$ koji su kontinualni po vrednosti i po vremenu, što znači da je x kontinualno i da je t kontinualno.
- Diskretni ili impulsni signali $x(nT)$ kod kojih su vrednosti x kontinualne dok je vreme $t=nT$ diskretno, celobrojni umnošci od T
- Relejni signali $x_n(t)$, vrednosti su diskretne, a vreme t kontinualno
- Digitalni signali $x_n(nT)$, vrednosti i vreme su diskretne prirode (kvantizacija amplitude)

Struktura sistema za akviziciju i upravljanje

- Sistem za akviziciju, **DAS, Data Acquisition System**, predstavlja ulazno – izlaznu jedinicu ili interfejs opšte namene za povezivanje računara sa spoljašnjim svetom
- Kod PC računara DAS se uglavnom nalazi na dodatnoj kartici za **ISA slot** računara ili za **PCI** kod novijih, i **USB** uređaji koji se jednostavno priključuju na USB port računara i veoma jednostavno instaliraju
- proizvođači Burr – Brown, National Instruments, Keithly

Struktura sistema za akviziciju i upravljanje

- Sistem za akviziciju, **DAS, Data Acquisition System**, standardna konfiguracija od podsistema ili sekcija:
 - ✓ Analogni ulazni podsistem
 - ✓ Analogni izlazni podsistem
 - ✓ Digitalni ulazno / izlazni podsistem
 - ✓ Counter / timer (brojač / vremenska baza) podsistem

Struktura sistema za akviziciju i upravljanje

- Analogni ulazni podsistem služi za uzorkovanje analognog signala, i daje digitalni signal
- Digitalni signal predstavlja niz brojeva koji odgovaraju odbircima analognog signala, koji su u računar u brojnom sistemu, kao i lo koji drugi podaci
- Analogni izlazni podsistem služi za generisanje analognog signala iz digitalnog signala, pa se generiše niz impulsa - naponskih ili strujnih
- Merenje električnog napona U sa izlaza mernih davača ili konvertora koji merenu veličinu x prevode u napon $U(x)$

Struktura sistema za akviziciju i upravljanje

- Analogna izlazna sekcija se može koristiti za upravljanje spoljašnjim sistemom preko električnog naponskog ili strujnog signala, generisanjem niza impulsa
- Rezultat digitalne obrade je niz vrednosti koji se dobija kao rezultat konvolucione sume, ili diferencne jednačine
- Naponski opseg analogne ulazne i izlazne sekcije je najčešće u opsegu ± 10 V

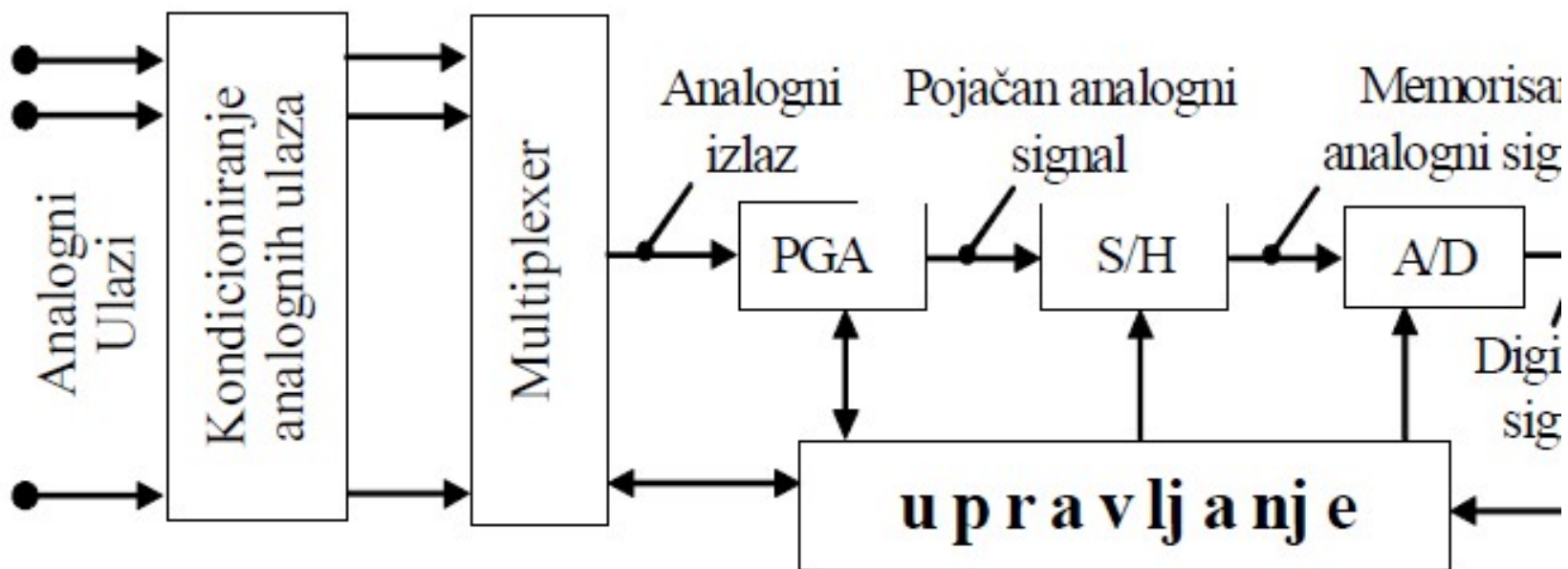
Struktura sistema za akviziciju i upravljanje

- Digitalni ulazno izlazni podsistem služi za razmenu podataka između računara i spoljašnjeg uređaja
- Podaci su binarni brojevi, binarno kodirani
- Dužina reči do 8 byte, nibble=4 bita, quadbit
- Svaki bit može biti realizovan jednim od dva naponska nivoa 0 i +5 V, TTL (Transistor Transistor Logic)
- Može postojati više digitalnih portova koji mogu biti ulazni, izlazni, programabilno ulazni ili izlazni
- Spoljašnji uređaj sa kojim se razmenjuju podaci mora da poseduje odgovarajuće digitalne ulaze i izlaze koji su TTL kompatibilni

Struktura sistema za akviziciju i upravljanje

- Counter – timer sekcije kao programabilni izvor precizne vremenske baze
- izvor binarnog naponskog signala stabilne učestanosti koja se može podešavati u širokim granicama
- Izlaz signala stabilne učestanosti je TTL kompatibilan.
- Za brojanje događaja, binarnih naponskih impulsa
- Merenje učestanosti se može realizovati brojanjem binarnih naponskih impulsa za fiksno vreme definisano stabilnom vremenskom bazom

Blok dijagram analogne ulazne sekcije



Analogne ulazne sekcije

- Na analogne ulaze dovode se naponi koje treba meriti
- koji potiču od raznih elektronskih kola, od mernih pretvarača
- napon koji se meri je funkcionalno povezan sa merenom veličinom
- Vrednost merene veličine se dobija softverskom obradom dobijenog ulaznog signala

Analogne ulazne sekcije

- Kondicioniranje analognih ulaznih signala obuhvata prilagođavanje karakteristika
- slabljenje (atenuacija) ili pojačavanje
- prelazi ulazni opseg A/D konvertora, pasivnim kolima naponskih razdelnika
- signali malog nivoa, pojačati ih radi dovođenja u potreban opseg koji omogućava merenje
- otklone svi nepotrebni signali i smetnje koji ometaju i dovode do greške merenja
- merenje sporo promenljivih napona u odnosu na učestanost signala smetnji, filtriranjem se mogu ukloniti nepoželjne komponente napona koji se meri

Analogne ulazne sekcije

- Filteri da propuste frekvencijski opseg korisnog signala, i da što više priguše sve komponente signala van ovog opsega, koje su nepoželjne
- NF, VF propusnik opsega, ili nepropusnik opsega
- prilagođavanje impedanse izvora mernog napona i ulaza analogne sekcije
- da impedansa ulazne analogne sekcije ima što veću vrednost, da bi se izvor mernog napona opteretio sa što manjom strujom
- merenje sa udaljenih davača povezanih preko dugačkih kablova, i sa različitim potencijalima mase – uzemljenja

Analogne ulazne sekcije

- pojačavači sa diferencijalnim ulazima visoke impedanse
- Mase – uzemljenja uređaja su povezane preko oklopa kabla kojim teče struja uzemljenja, a preko dve posebne žice se vodi naponski signal kojim teku sasvim zanemarljive struje usled velike impedanse ulaza diferencijalnog pojačavača koji meri razliku napona
- Prebacivanje konfiguracije analogne ulazne sekcije asimetrični ulazi (single ended) / diferencijalni (differential) vrši se softverski ili pomoću jumper-a

Analogne ulazne sekcije

- merenje signala sa više izvora koja ne moraju biti strogo simultana
- pomoću samo jednog A/D kola, primenom elektronskog preklopnika za analogni signal pod nazivom multiplexer
- više analognih ulaza - 2^n i samo jedan izlaz. n je broj digitalnih adresnih ulaznih linija kojima se adresira željeni analogni ulaz multipleksera, čime se taj ulaz spaja sa jedinim izlazom
- Adresa se postavlja softverski
- Ako se koristi k ($k \leq N$) ulaza onda se sa k merenja između kojih se adresiraju različiti analogni ulazi mogu izmeriti svi naponi sa samo jednim A/D kolom

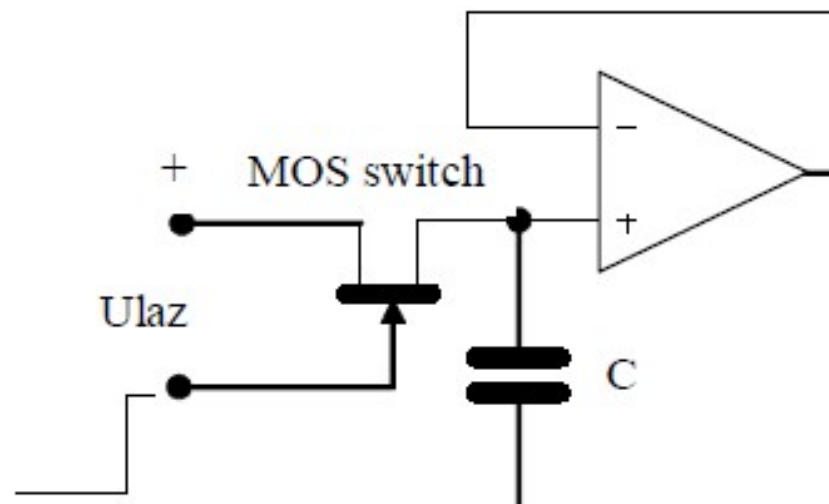
Analogne ulazne sekcije

- Deo standardne opreme analogne ulazne sekcije je i programabilni pojačavač – Programmable Gain Amplifier (PGA) sa mogućnošću softverske promene pojačanja
- Najčešće su na raspolaganju pojačanja 1, 10, 100, 1000
- Korišćenje ovog pojačavača može da pojednostavi kondicioniranje ulaznog signala, jer je PGA stabilan, i otklanja potrebu gradnje posebnog pojačavača sa velikim pojačanjem

Analogne ulazne sekcije

- Jedna od osnovnih karakteristika kola za A/D je vreme konverzije koje može biti reda veličine μs
- neophodno je obezbediti da se analogni mereni signal za to vreme ne menja, iako dolazi do promene merenog signala
- Ostvaruje se korišćenjem kola za doabiranje i zadržku (Sample and Hold (S/H))
- Zadatak je da se zapamti merena analogna vrednost u datom trenutku dovoljno dugo, odnosno, za vreme koliko traje A/D konverzija

Šema kola za odabiranje i zadržku



Kola za odabiranje i zadržku

- MOS tranzistor deluje kao prekidač
- Dok je na gejt u MOS tranzistora visok napon, tranzistor je provodan, i kolo se nalazi u modu praćenja ulaznog napona
- U trenutku merenja, dovodi se nizak napon čime se tranzistor dovodi u neprovodno stanje visoke impedanse
- Gornji kraj kondenzatora C je onda izolovan, sa jedne strane visokom impedansom tranzistora, a sa druge visokom ulaznom impedansom operacionog pojačavača
- Operacioni pojačavač je vezan kao neinvertujući pojačavač jediničnog pojačanja

Kola za odabiranje i zadržku

- na izlazu kola je isti napon kao i na kondenzatoru C, ali sada kolo može da se optereti strujom ulaza u A/D bez pražnjenja kondenzatora C
- Operacioni pojačavač u ovom spoju služi kao razdvojni stepen
- Konstantni napon sa izlaza S/H se vodi na A/D koje vrši analogno – digitalnu konverziju
- A/D kvantizator amplitude i deo za kodovanje
- Kvantizator amplitude prevodi kontinualnu vrednost u najpribližniju diskretnu vrednost, koja se posle koduje kao odgovarajući binarni broj u delu za kodovanje

Kola za odabiranje i zadržku

- Kodovana vrednost koja predstavlja merenu analognu vrednost najviše može da odstupa za vrednost greške kvantovanja od stvarne vrednosti
- instrumentaciona greška koja potiče od nesavršenosti izrade A/D konvertora
- Rezolucija je određena najmanjom promenom napona koja se može registrovati A/D konvertorom i koja dovodi do promene izlaznog broja za 1
- Rezolucija zavisi od broja bita – binarnih cifara kojima se izražava rezultat A/D konverzije, kao što je već navedeno

Kola za odabiranje i zadržku

- Važni parametri A/D konvertora su
 - rezolucija,
 - instrumentalna greška,
 - vreme konverzije,
 - ulazni naponski opseg,
 - temperaturski opseg u kome funkcioniše unutar deklariranih odstupanja
- više različitih načina za A/D konverziju

Kola za odabiranje i zadržku

- ADC da se trenutna merena vrednost ulaznog napona U izrazi kao broj k u binarnom brojnom sistemu
- Broj k je povezan sa analognom vrednošću U kao $U = k \cdot \Delta q$
- Δq je kvanta
- rezolucija je broj bita n A/D konvertora
- n predstavlja broj binarnih cifara broja k kojim se beleži rezultat A/D konverzije

Kola za odabiranje i zadržku

- Uobičajeno kodiranje analognog napona je takvo da minimalnoj vrednosti - donjoj granici ulaznog opsega $U_{\min}$ odgovara 0 a maksimalnoj vrednosti – gornjoj granici $U_{\max}$ ulaznog opsega odgovara broj $2^n - 1$
- Priraštaj ulaznog napona Δq koji dovodi do promene broja na izlazu A/D konvertora za 1 naziva se kvant A/D konvertora
- interval ulaznog opsega ΔU podeljen na $2^n - 1$ ekvidistantnih intervala čija je vrednost Δq

Karakteristične vrednosti za ulaznu sekciju

- Broj simetričnih kanala 8
- Broj nesimetričnih kanala 16
- Ulazni opseg $\pm 5V$, $\pm 10V$, 0 - 10V
- Naponski offset $\pm 0,5$ LSB
- Drift offset-a $\pm 0,05$ LSB
- Vreme konverzije A/D 25 μs ili manje (15 μs , 8 μs , ...)
- Vreme setovanja MUX-a 5 μs max
- Vreme setovanja PGA (10V step, G=100) 8,2 μs max

NI USB 6009 - AD/DA interfejs za akviziciju signala i upravljanje

- NI USB 6009 je sistem za akviziciju signala i upravljanje firme National Instruments
- sadrži sekcije:
 - ☐ Analogna ulazna sekcija
 - ☐ Analogna izlazna sekcija
 - ☐ Brojačka sekcija
 - ☐ Digitalna ulazno izlazna sekcija

NI USB 6009 - AD/DA interfejs za akviziciju signala i upravljanje

- neophodno da bude povezan sa računarom
- USB povezuje se preko USB porta
- omogućava jednostavno priključivanje bez potrebe otvaranja računara
- lako i jednostavno premeštanje i povezivanje sa nekim drugim računarom

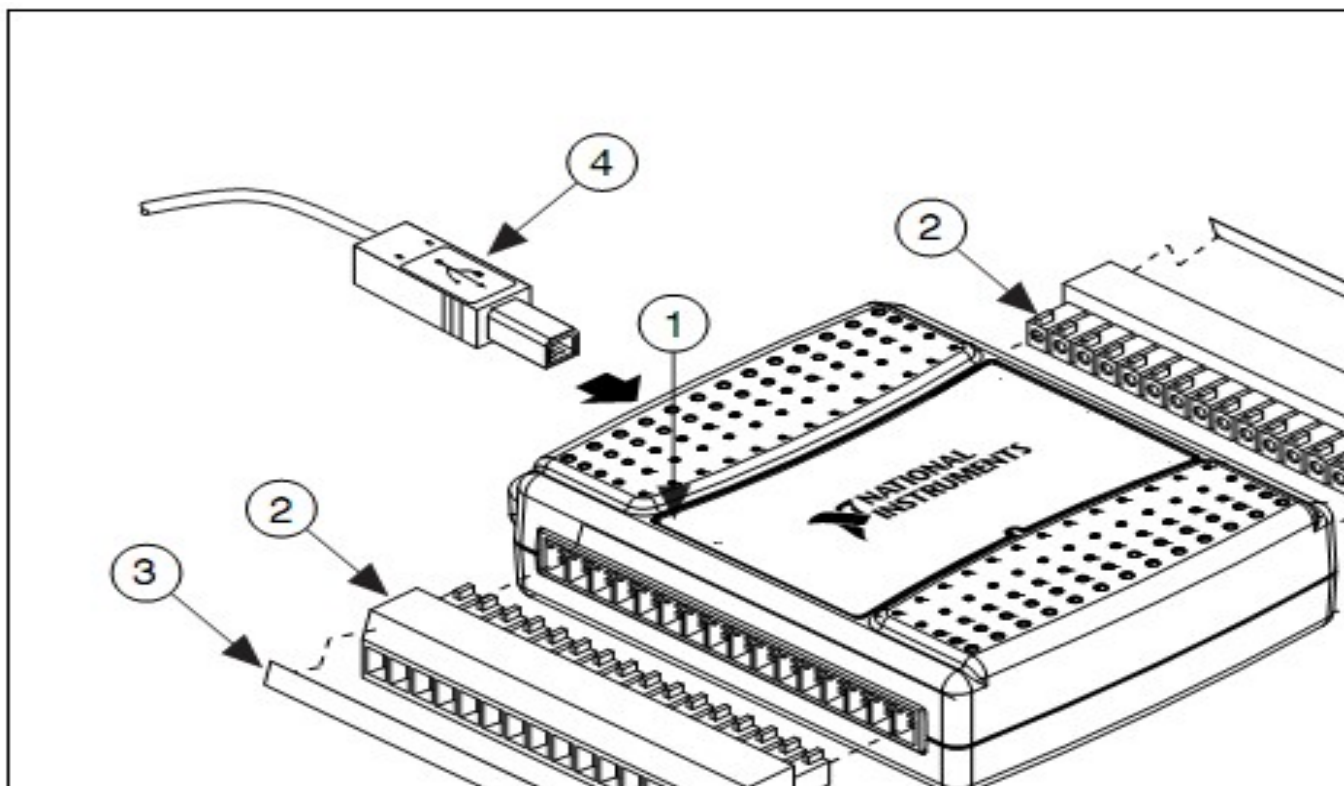
izgled i štampana pločica



NI USB 6009 - AD/DA interfejs za akviziciju signala i upravljanje

- veći od mobilnog telefona i težak manje od 100g
- za prenos i priključivanje na različite računare
- Napajanje sa USB porta, za rad na terenu kada je priključen na laptop
- Sa leve i desne strane se nalaze dva priključna terminala sa zavrtnjima preko kojih se NI USB 6009 povezuje sa analognim i digitalnim uređajima

priključci



NI USB 6009 - AD/DA interfejs za akviziciju signala i upravljanje

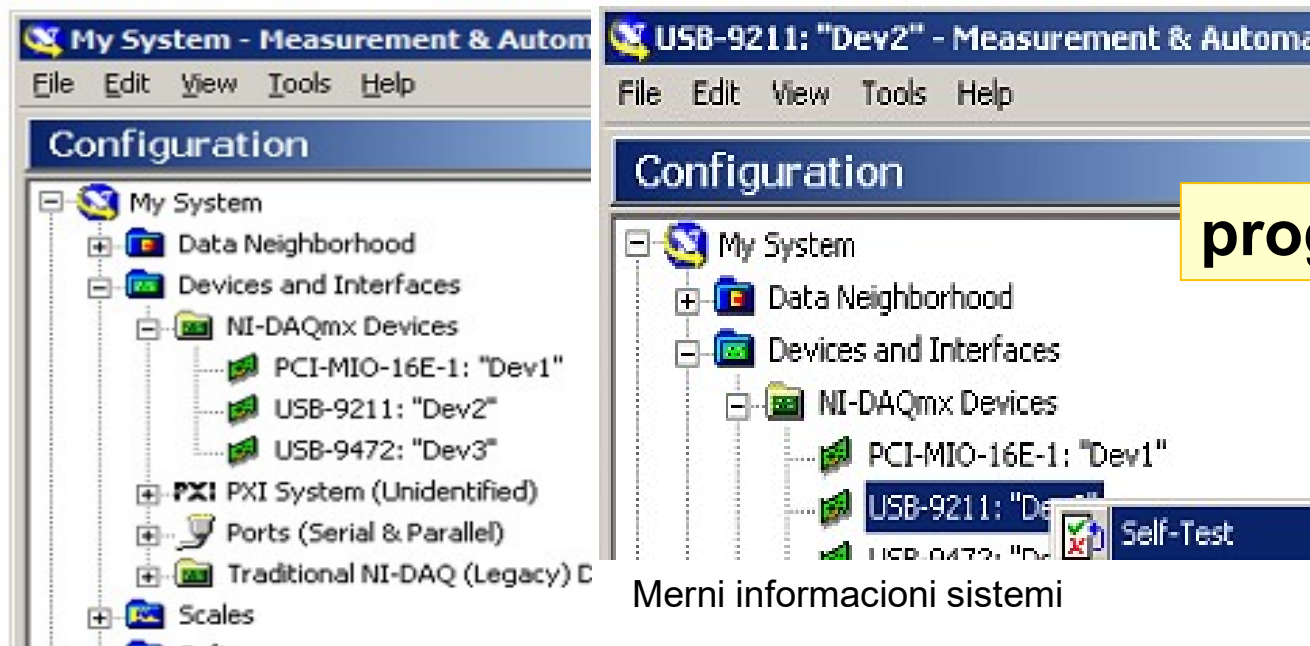
- instalacija se radi pre priključivanja uređaja na PC preko USB kabela
- Moguća softverska podrška:
 - Programski paket LabView
(pruža jednostavno grafičko programiranje)
 - Programski paket Measurement studio
 - Podrška za Microsoft Visual Studio i .NET
 - Podrška za ANSI C programski jezik

NI USB 6009 - AD/DA interfejs za akviziciju signala i upravljanje

- DAQmx označava biblioteku drajvera koja se koristi za programski pristup i upravljanje NI uređajima
- Postoji i DAQ biblioteka koja se koristi za uređaje starije generacije, dok mx označava najnoviju verziju biblioteke
- DAQ je inače skraćenica od (Data AcQuisition – Akvizicija podataka)
- Biblioteka sadrži API (Application Programming Interface – Aplikacioni programski interfejs) koji omogućava programiranje i upravljanje NI uređajima iz različitih aplikacija i sastoji se od skupa VI (Virtual Instruments – Virtuelni instrumenti), klasa, funkcija, atributa i svojstava

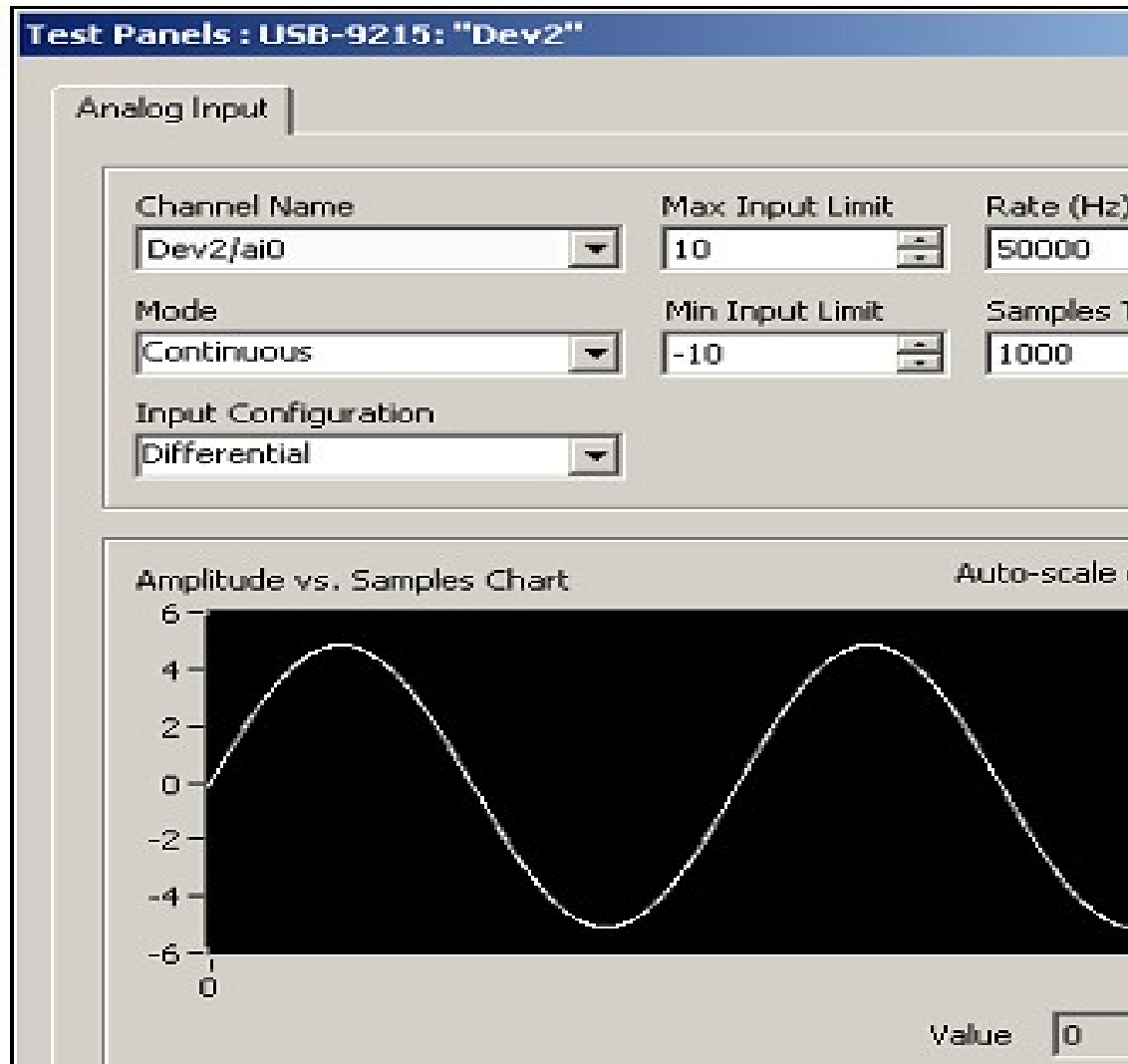
NI USB 6009 - AD/DA interfejs za akviziciju signala i upravljanje

- Virtuelni instrumenti su koncept koji je uveo NI i označava spoj mernog hardvera i softvera
- softver daje veliki broj novih mogućnosti za korišćenje mernog hardvera u odnosu na klasične merne uređaje bez softverske podrške i sa fiksnom namenom



Merni informacioni sistemi

NI USB 6009 - AD/DA interfejs za akviziciju signala i upravljanje



Self – Test

Osnovne karakteristike analogne ulazne sekcije za NI USB 6009

- Broj ulaznih naponskih kanala 8 SE / 4DI
- Ulazni opseg signala koji se meri +/- 1V do +/- 20V
- Prenaponska zaštita +/- 35V
- Merna rezolucija 14 bita
- Tačnost merenja - zavisno od naponskog opsega
- Ulazna impedansa 144 k Ω
- Najveća učestanost odabiranja 48 kHz (kS/s)
- Okidanje merenja – trigger internal / external
- Max sistemski šum 0.3 LSB
- Optimalna radna temperatura 25 C
- Interval radne temperature 0 – 55 C

Osnovne karakteristike analogne ulazne sekcije za NI USB 6009

- Ulazni naponski kanali mogu imati
- SE (Single Ended - jednostruki) ili
- DI (Differential Input – Diferencijalni ulaz) konfiguraciju
- SE ima 8 nezavisnih ulaznih kanala, rezoluciju merenja od 13 bita i koristi se u slučajevima kada se može zanemariti struja između uzemljenja mernog sistema i sistema na kome se vrše merenja, kada su male dužine provodnika sa kojima se dovode merni signali, kada se može zanemariti pad napona na mernim provodnicima
- U suprotnom, koriste se DI konfiguracija mernih kanala sa mernom rezolucijom od 14 bita kada ima duplo manje kanala, 4 jer se kanali u tom slučaju koriste u paru

Osnovne karakteristike analogne ulazne sekcije za NI USB 6009

- Ulazni opseg se bira u zavisnosti od opsega mernog napona
- Uvek je dobro odabrati najmanji naponski opseg koji je još uvek veći od najveće očekivane vrednosti mernog signala, jer je onda tačnost merenja najveća
- Interval prenaponske zaštite određuje interval napona koji je veći od najvećeg mernog opsega ali koji još uvek ne dovodi do oštećenja uređaja
- Merna rezolucija je broj bita za rezultat merenja
- 14 bita i ulazni opseg +/- 1V, najmanja vrednost napona koja se može izmeriti

$$\Delta U = \frac{2V}{2^{14} - 1} = 0.000122V$$

Osnovne karakteristike analogne ulazne sekcije za NI USB 6009

- Sa istom mernom rezolucijom, ali pri naponskom opsegu od +/- 20V najmanja vrednost napona
- 20 puta veća

$$\Delta U = \frac{40V}{2^{14} - 1} = 0.002441555V$$

Osnovne karakteristike analogne ulazne sekcije za NI USB 6009

- Tačnost merenja je najveća za najmanji naponski opseg
- za opseg $\pm 1\text{V}$ i iznosi 1.53 mV na 25 C
- za opseg $\pm 20\text{ V}$ čitavih 14.7 mV takođe na 25 C
- U opsegu temperatura od 0 do 55 C ove vrednosti su mnogo veće, čak 37.5 mV za $\pm 1\text{V}$ i 138 mV za $\pm 20\text{V}$
- temperaturna zavisnosti tačnosti
- Ulazna impedansa se odnosi na unutrašnji otpor mernog uređaja koji bi idealno trebao da bude što veći za merenje napona, jer se u tom slučaju smanjuje struja koja protiče kroz uređaj pri merenju
- Najveći šum koji generiše merni sistem je najmanje značajni bit – LSB kojim se predstavlja rezultat

Osnovne karakteristike analogne ulazne sekcije za NI USB 6009

- Učestanost odabiranja određuje broj merenja u sekundi
- Broj merenja u sekundi zavisi od najveće učestanosti u frekvencijskom spektru signala koji se meri
- Prema teoremi odabiranja, ova učestanost treba da bude najmanje dvostruko veća od najveće učestanosti u spektru signala, da se diskretnim merenjem ne bi izgubile informacije o signalu koji se meri
- Ako je uslov teoreme odabiranja ispunjen, onda je moguće rekonstruisati kontinualni signal od izmerenog digitalnog signala, tj. dobiti vrednosti kontinualnog signala između dva merenja

Osnovne karakteristike analogne ulazne sekcije za NI USB 6009

- Učestanost odabiranja merenog signala se može definisati na dva različita načina i to preko ugrađenog hardverskog generatora mernih impulsa
 - Sample Clock-a koji se nalazi u samom mernom uređaju NI USB 6009
 - pomoću spoljašnjeg izvora impulsa
- ugrađeni sample clock, onda se podešava softverski korišćenjem klasa DAQmx biblioteke
- spoljašnji izvor signala, učestanost tog spoljašnjeg signala određuje učestanost merenja
- Okidanje – triggering, startovanje merenja se vrši softverski kada se koristi ugrađeni sample clock, i hardverski kada se koristi spoljašnji izvor signala

Izlazna analogna sekcija

- Osnovne karakteristike izlazne analogne sekcije su:
 - Broj izlaznih analognih kanala 2
 - Opseg izlaznog napona 0 – 5V
 - Najveća učestanost promene izlaznog napona 150 Hz
 - Rezolucija izlaznog napona 12 bita
- Karakteristike analogne izlazne sekcije su analogne karakteristikama analogne ulazne sekcije sa tom razlikom da ova sekcija ne meri naponske signale već ih generiše

Izlazna analogna sekcija

- Broj izlaznih kanala 2, manji od broja ulaznih 8
- Opseg napona 0-5V je manji i ne uključuje generisanje negativnih napona što je značajan nedostatak
- Najveća učestanost promene izlaznog napona 150 Hz je 320 puta manja od najveće učestanosti odabiranja ulazne sekcije 48 kHz, što znači da je izlazna sekcija mnogo sporija od ulazne
- Rezolucija je 4 puta manja od ulazne sekcije jer je za dva bita manja od rezolucija izlazne sekcije

Izlazna analogna sekcija

- Analogna izlazna sekcija se veoma često koristi za upravljanje spoljašnjim uređajima koji su relativno spori i inertni, tako da u velikom broju slučajeva zadovoljava najveća izlazna učestanost od 150 Hz
- analogna merenja koriste samo jedan A/D konvertor, tako da nisu moguća simultana merenja 2 ili više ulaznih kanala
- Izlazna analogna sekcija ima 2 potpuno nezavisna izlazna naponska kanala
- Izlazni opseg napona od 0-5V je najčešće sasvim dovoljan, a ukoliko je potreban neki drugi veći opseg, to se može kompenzovati dodatnim elektronskim uređajima
- Takođe je i rezolucija izlaznog signala od 12 bita sasvim dovoljna za primenu u praksi.

Brojačka sekcija

- Brojačka sekcija je zadužena za brojanje događaja koji generišu standardne TTL (Transistor Transistor Logic) binarne naponske signale.
- Osnovne karakteristike ove sekcije su:
 - Broj brojačkih kanala 1
 - Rezolucija brojača 32 bita
 - Najveća ulazna učestanost 5MHz
 - Vrednost logičke nule $\leq 0.8V$
 - Vrednost logičke jedinice $\geq 2V$
 - Događaj koji se broji silazna ivica

Brojačka sekcija

- Brojačka sekcija poseduje samo jedan ulazni kanal za brojanje
- Rezolucija brojača određuje moduo brojanja koji predstavlja najveći mogući odbroj $2^{32} = 4.294.967.296$
- Najveća ulazna učestanost određuje najveću učestanost binarnog naponskog signala koji se broji
- Napon manji od 0.8V se tretira kao logička nula, dok se napon veći od 2V tretira kao logička jedinica
- Događaj koji se broji je silazna ivica ulaznog signala što znači prelaz od logičke jedinice na logičku nulu

Digitalna ulazno izlazna sekcija

- služi za razmenu podataka i upravljanje sa digitalnim uređajima koji rade sa binarnim naponskim signalima
- Osnovne karakteristike digitalne ulazno izlazne sekcije su:
 - Broj kanala 12, organizovanih u dva digitalna porta P0 8 kanala i P1 4 kanala
 - Kontrola smera svaki kanal posebno se može podesiti da bude ulazni ili izlazni
 - Kompatibilnost TTL, CMOS, LVTTL
 - Početno stanje pri uključivanju ulaz (visoka impedansa)
 - Opseg napona -0.5 do 5.8V

Digitalna ulazno izlazna sekcija

- Digitalna sekcija ima 12 kanala koji su organizovani u 2 porta P0 sa 8 i P1 sa 4 kanala
- Svaki kanal se posebno može podesiti da služi kao ulazni ili izlazno zavisno od potrebe
- Digitalni ulazi i izlazi su kompatibilni sa različitim tehnologijama izrade digitalnih logičkih kola TTL, CMOS LVTTTL
- Pri uključivanju sistema, svi digitalni kanali su podrazumevano ulazni sa visokom impedansom
- Opseg napona se odnosi na dozvoljene vrednosti koje se mogu dovoditi na ulaze

USER GUIDE AND SPECIFICATIONS

USB-6008/6009

This guide describes how to use the National Instruments data acquisition (DAQ) devices and lists specifications.

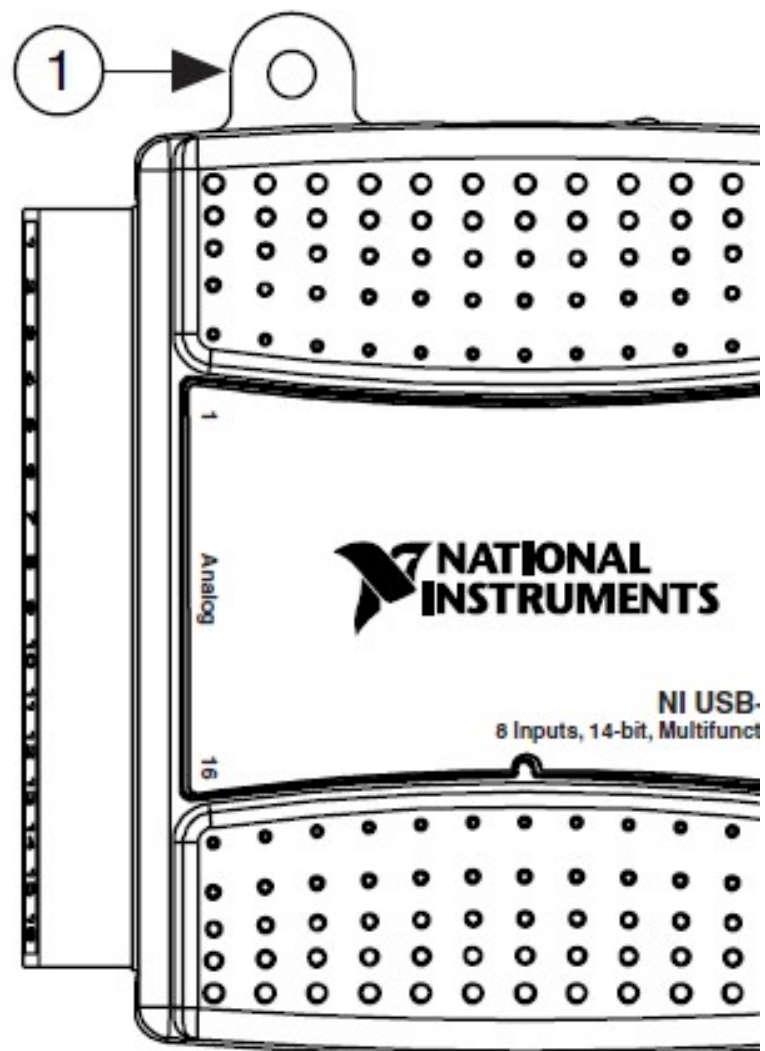
Introduction

Table 1. Digital Output Driver Type Naming Conventio

Hardware Functionality	NI-DAQmx Tern
Open-drain	Open collec

Table 2. Differences Between the USB-6008 and USB-6009

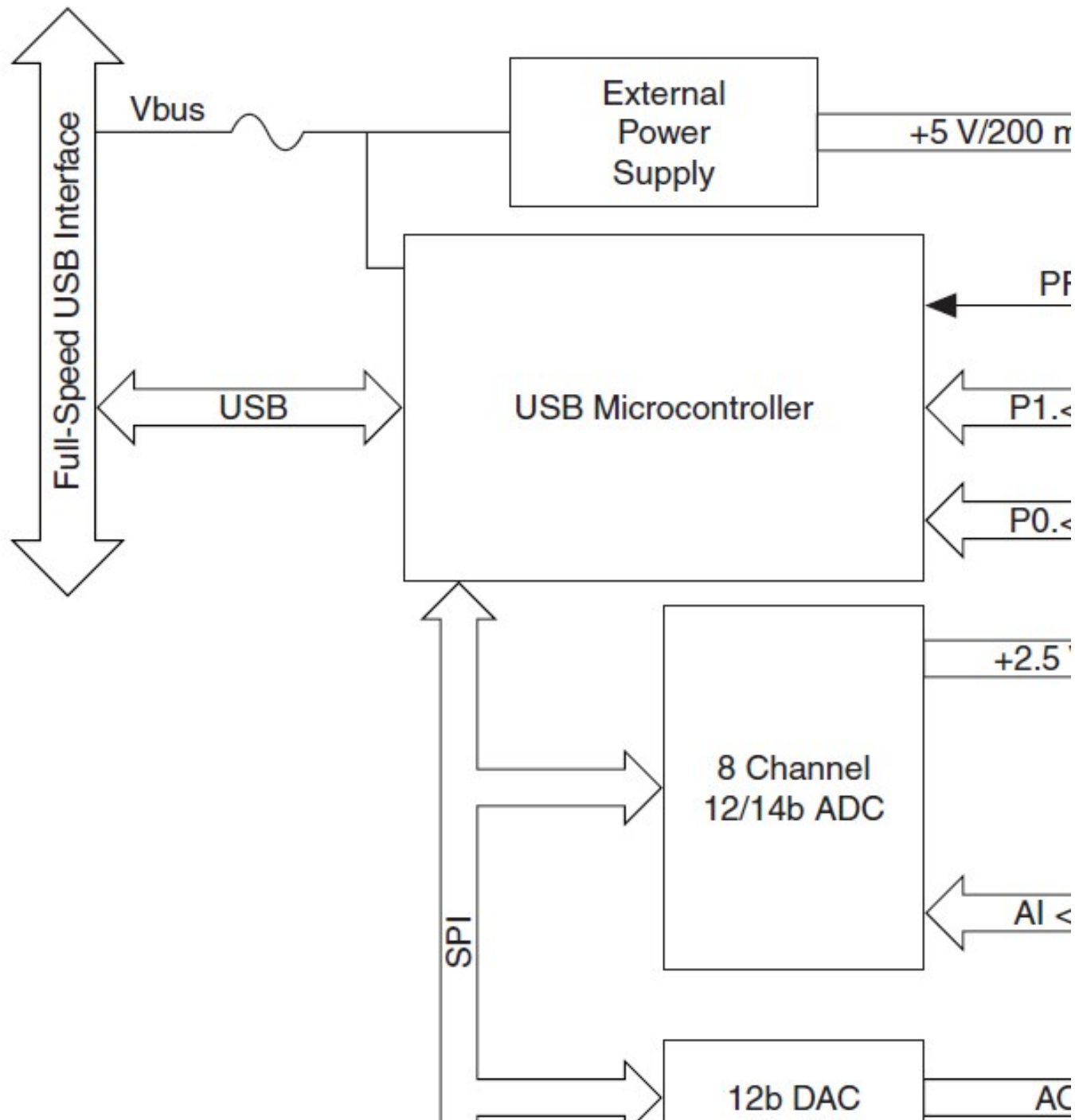
Feature	USB-6008	USB-6009
AI Resolution	12 bits differential, 11 bits single-ended	14 bits differential, 13 bits single-ended
Maximum AI Sample Rate, Single Channel*	10 kS/s	40 kS/s
Maximum AI Sample Rate, Multiple Channels (Aggregate)*	10 kS/s	40 kS/s



Software

Software support for the USB-6008/6009 for Windows is provided by NI-DAQmx.

The NI-DAQmx CD contains example programs that get you started programming with the USB-6008/6009. Refer to the *USB Devices Getting Started Guide*, that shipped with



I/O Connector

The USB-6008/6009 ships with one detachable screw terminal block for analog signals and one detachable screw terminal block for digital signals. These terminal blocks provide 16 connections that use 18-28 AWG wire.

Table 3 lists the analog terminal assignments, and Table 4 lists the digital terminal assignments.

Table 3. Analog Terminal Assignments

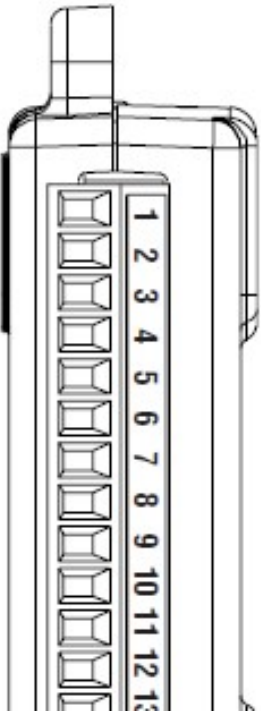
Module	Terminal	Signal, Single-Ended Mode	Diff
	1	GND	
	2	AI 0	
	3	AI 4	
	4	GND	
	5	AI 1	
	6	AI 5	
	7	GND	
	8	AI 2	
	9	AI 6	
	10	GND	
	11	AI 3	
	12	AI 7	

Table 4. Digital Terminal Assignments

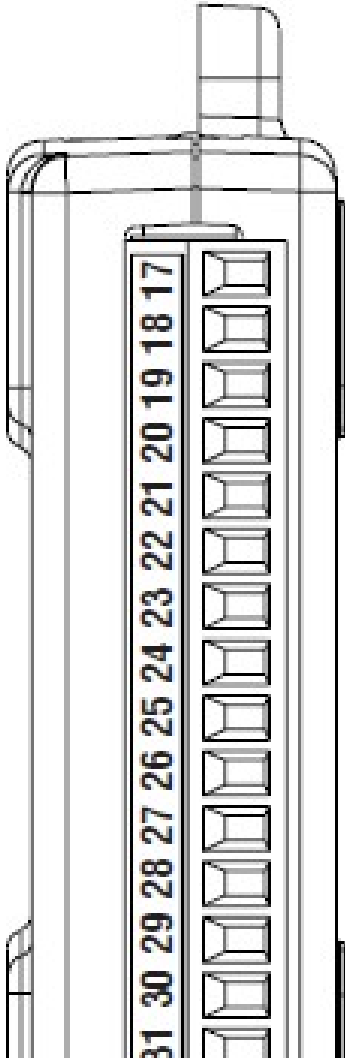
Module	Terminal	Si
	17	F
	18	F
	19	F
	20	F
	21	F
	22	F
	23	F
	24	F
	25	F
	26	F
	27	F
	28	F
	29	P

Table 5. Signal Descriptions

Signal Name	Reference	Direction	Description
GND	—	—	Ground —The reference point for all single-ended AI measurements, AO voltage outputs, and the +2.5 V I/O supply.
AI <0..7>	Varies	Input	Analog Input Channel —The AI channels are single-ended measurements of an analog input voltage. The AI channels are divided into two groups: differential measurements and single-ended measurements. The positive and negative inputs of the differential measurements are the positive and negative inputs of the single-ended measurements. The following signal pairs are the differential input channels: <AI 1, AI 5>, <AI 2, AI 6>, <AI 3, AI 7>.
AO 0	GND	Output	Analog Channel 0 Output —The AO 0 channel is the voltage output of AO channel 0.
AO 1	GND	Output	Analog Channel 1 Output —The AO 1 channel is the voltage output of AO channel 1.
P1.<0..3> P0.<0..7>	GND	Input or Output	Digital I/O Signals —The P1 and P0 signals can be individually configured as input or output.

Analog Input Circuitry

Figure 5 illustrates the analog input circuitry of the USB

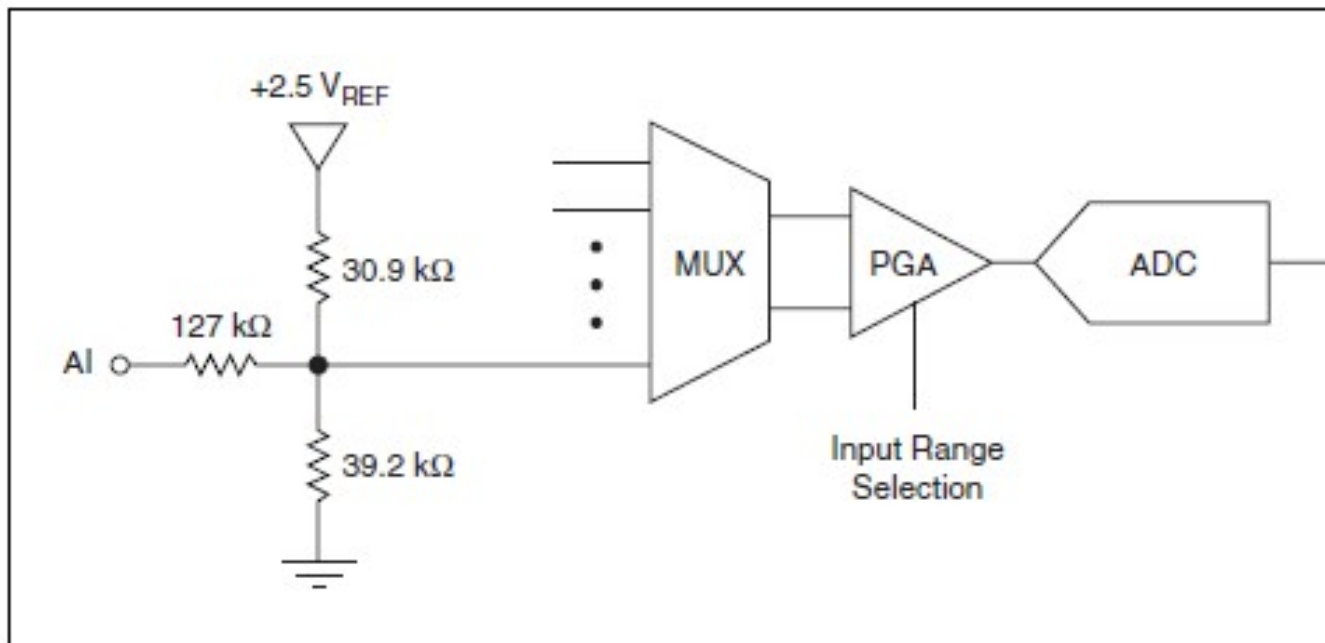


Figure 5. Analog Input Circuitry

MUX

The USB 6008/6009 has one analog-to-digital converter multiplexer (MUX) routes one AI channel at a time to the

PGA

The programmable-gain amplifier provides input gains of 16, or 20 when configured for differential measurements 1 when configured for single-ended measurements. The

You can configure the AI channels on the USB-6008/6009 to single-ended or differential measurements. Refer to Table 5 for information about I/O connections for single-ended or differential measurements.

Connecting Differential Voltage Signals

For differential signals, connect the positive lead of the signal terminal, and the negative lead to the AI+ terminal.

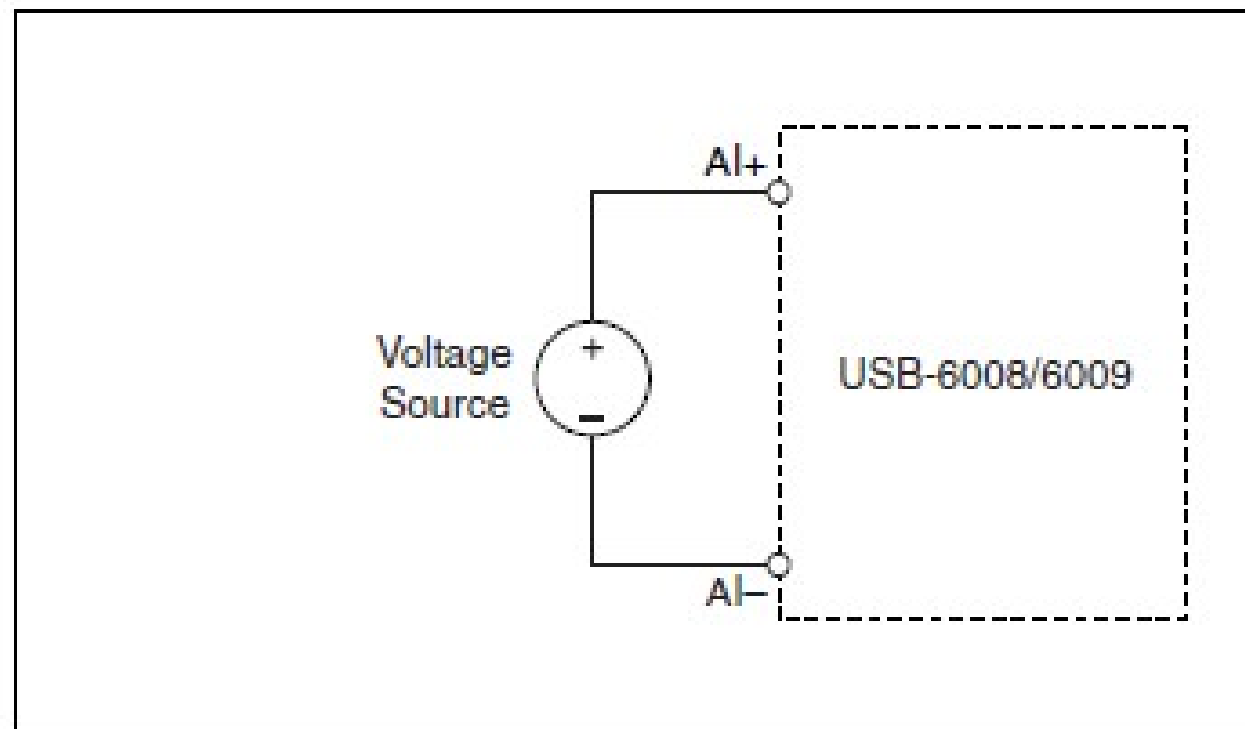


Figure 6 Connecting a Differential Voltage Signal

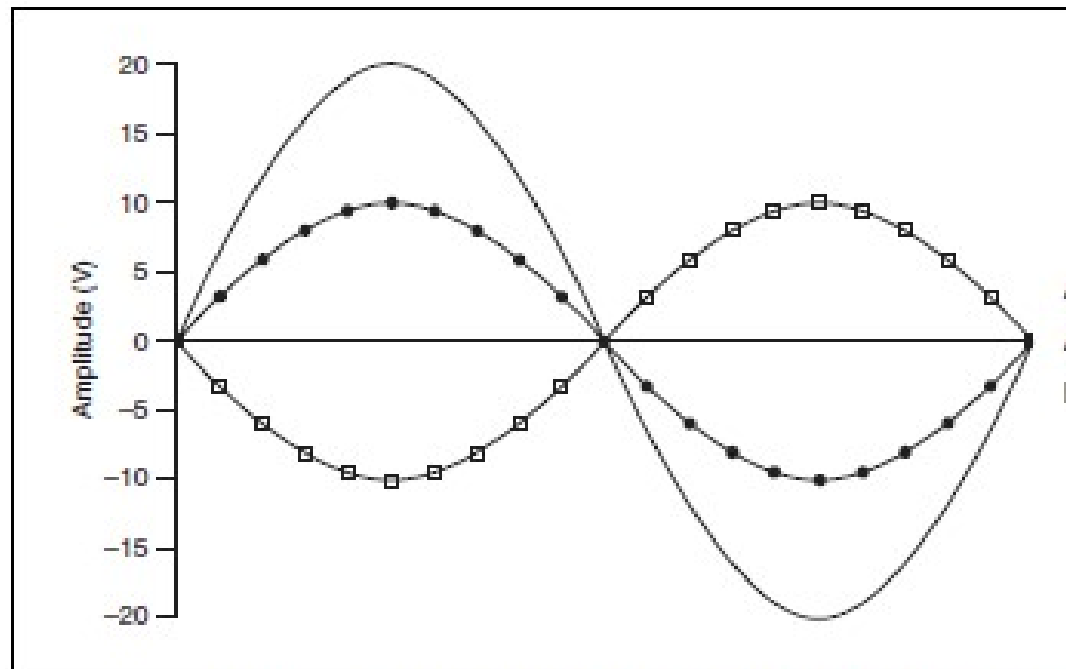
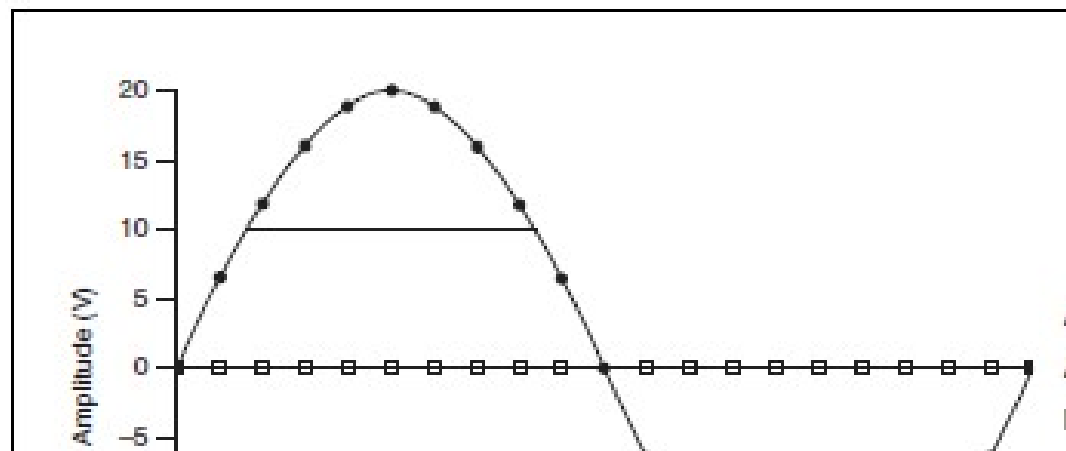
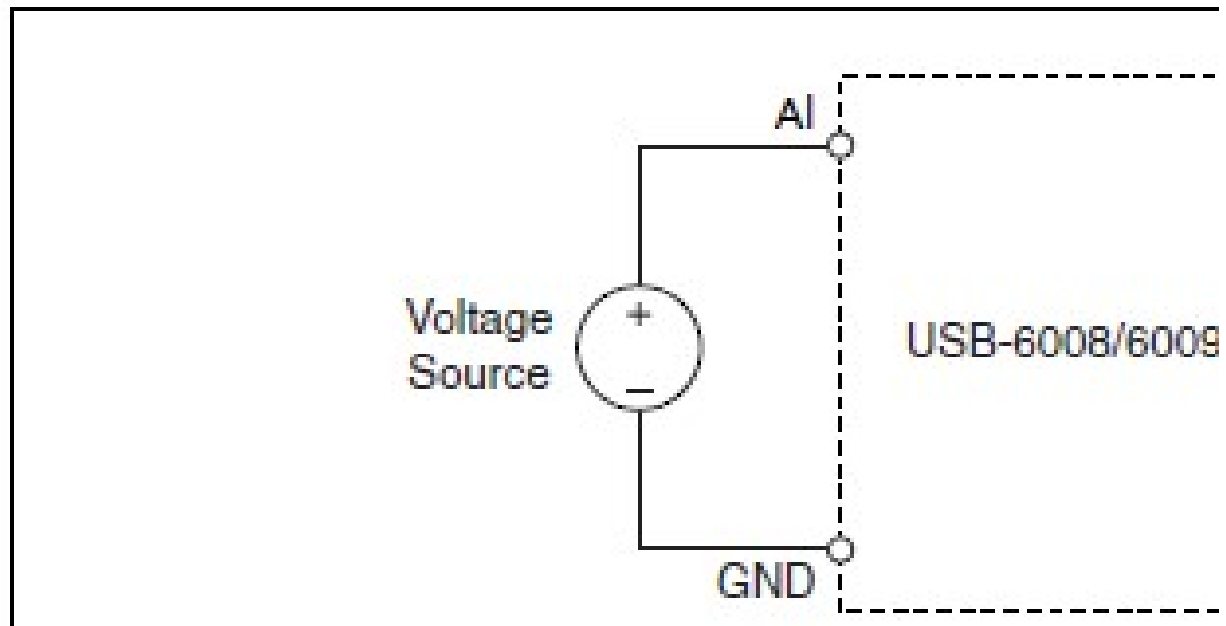


Figure 7. Example of a Differential 20 V Measurement

Connecting a signal greater than ± 10 V on either pin results in no output.



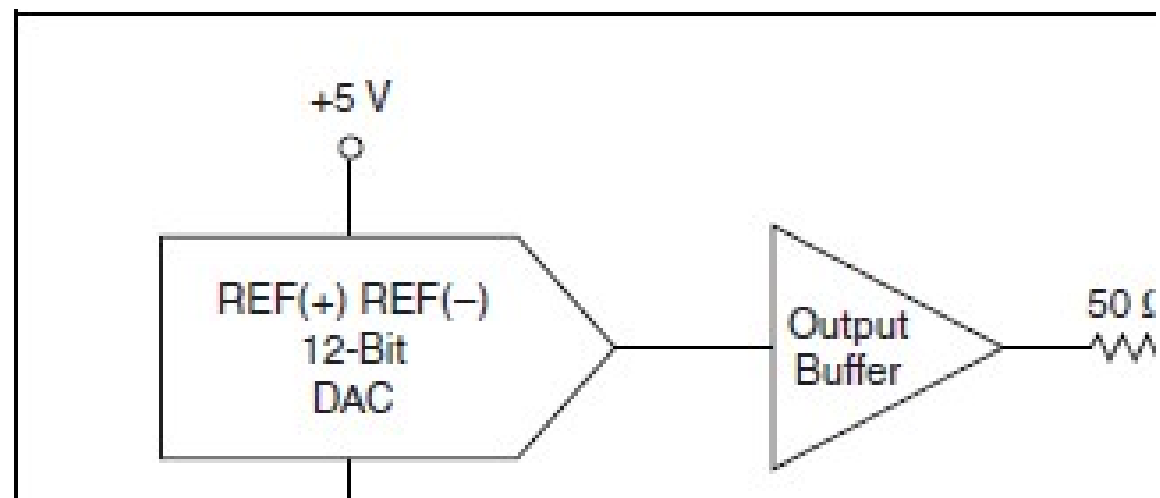


Analog Output

The USB-6008/6009 has two independent AO channels outputs from 0–5 V. All updates of AO lines are software

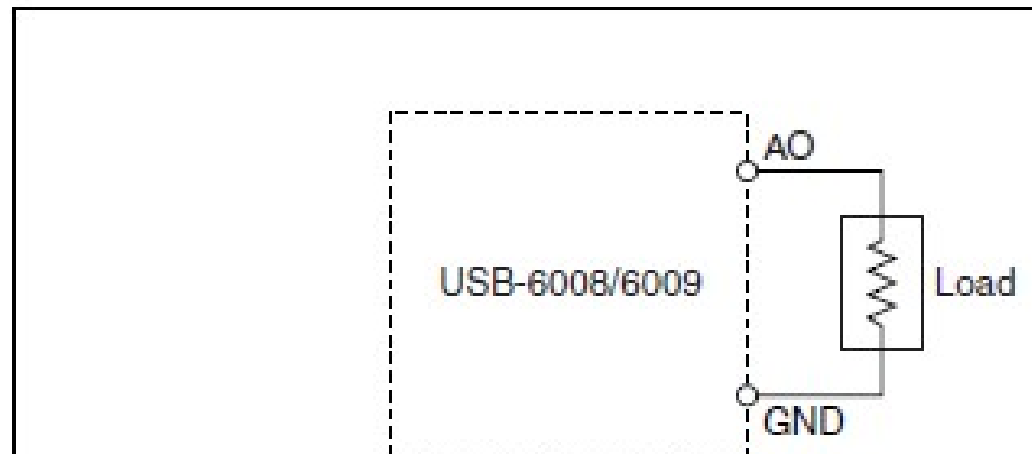
Analog Output Circuitry

Figure 10 illustrates the analog output circuitry for the U



Connecting Analog Output Loads

To connect loads to the USB-6008/6009, connect the positive load to the AO terminal, and connect the ground of the load to the GND terminal.



Converter type	Successive approxim
Analog inputs.....	8 single-ended, 4 diff software selectable
Input resolution	
USB-6008	12 bits differential, 11 bits single-ended
USB-6009	14 bits differential, 13 bits single-ended
Max sampling rate ¹	
Single channel	
USB-6008	10 kS/s
USB-6009	48 kS/s
Multiple channels (aggregate)	
USB-6008	10 kS/s
USB-6009	42 kS/s
AI FIFO	512 bytes
Timing resolution	41.67 ns (24 MHz tin
Timing accuracy	100 ppm of actual sai
Input range	
Single-ended	±10 V
Differential	+20 V +10 V +5 V

Profesor dr Miroslav Lutovac

mlutovac@viser.edu.rs

Ova prezentacija je nekomercijalna.

Slajdovi mogu da sadrže materijale preuzete sa Interneta, stručne i naučne građe, koji su zaštićeni Zakonom o autorskim i srodnim pravima.

Ova prezentacija se može koristiti samo privremeno tokom usmenog izlaganja nastavnika u cilju informisanja i upućivanja studenata na dalji stručni, istraživački i naučni rad i u druge svrhe se ne sme koristiti –

Član 44 - Dozvoljeno je bez dozvole autora i bez plaćanja autorske naknade za nekomercijalne svrhe nastave:

(1) javno izvođenje ili predstavljanje objavljenih dela u obliku neposrednog poučavanja na nastavi;

- ZAKON O AUTORSKOM I SRODNIM PRAVIMA

("Sl. glasnik RS", br. 104/2009 i 99/2011)