

# **RAČUNALNIŠKO PODPRTI MERILNI SISTEMI (VIRTUALNI INSTRUMENTI)**

**Univerza v Mariboru  
Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in  
informatiko**

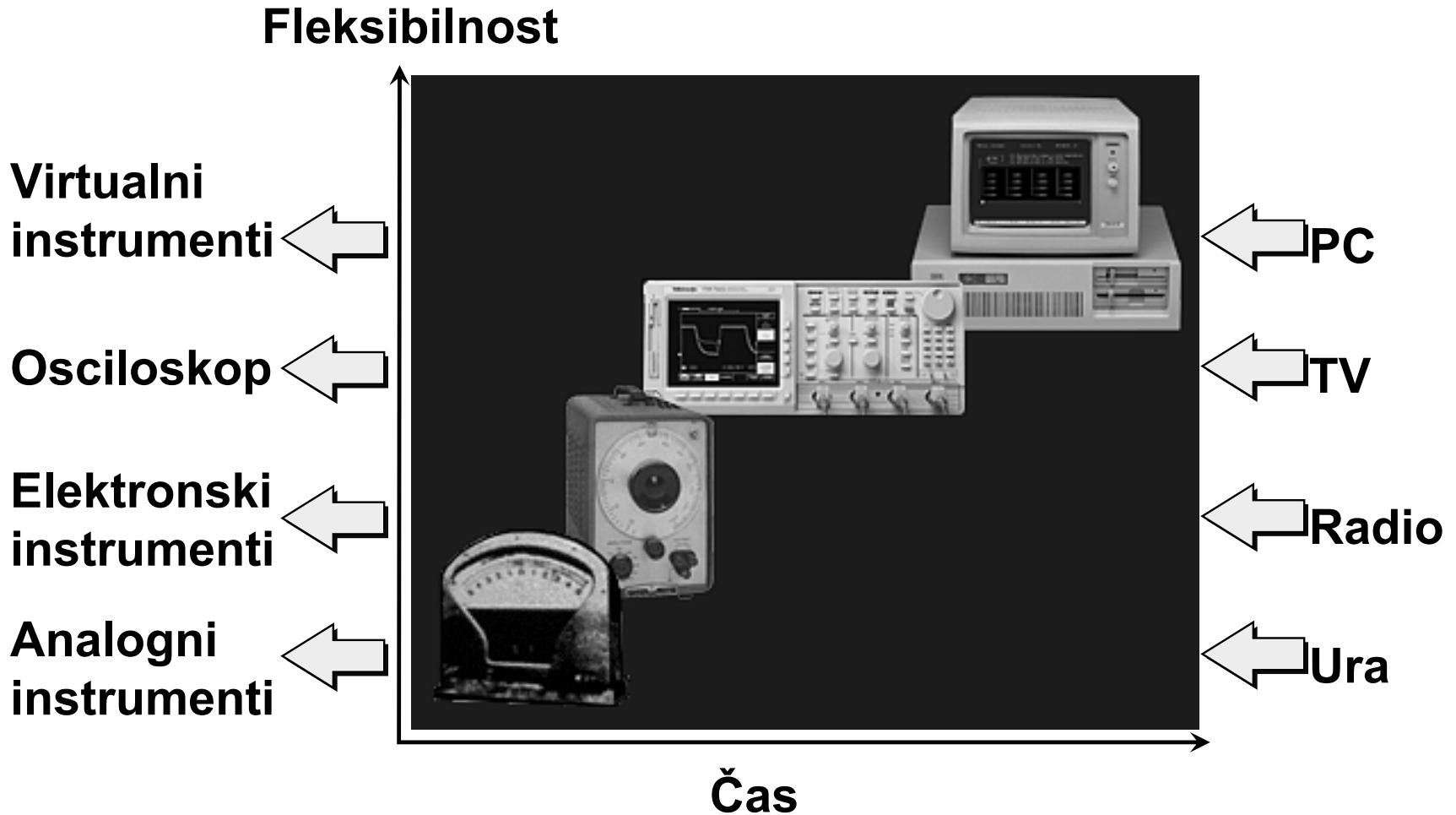
**Laboratorij za električne meritve  
dr. Bojan Gergič**



# Pregled snovi

- A. Kaj so virtualni instrumenti?**
- B. Strojna oprema virtualnih instrumentov**
- C. Programska oprema virtualnih instrumentov**
- D. Večnamenske merilne kartice**

# Zgodovina instrumentov

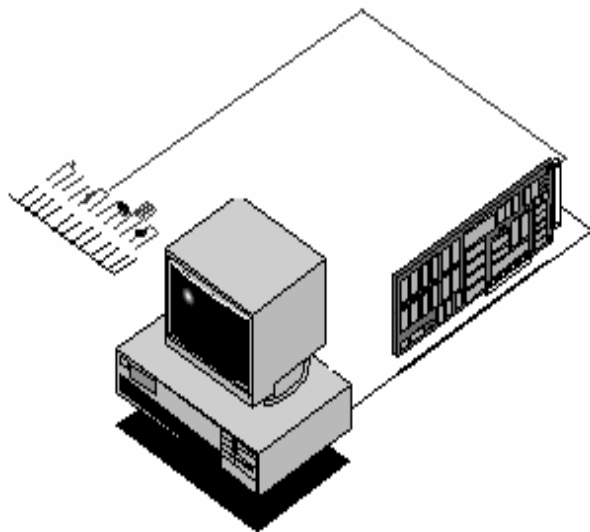


# Kaj so virtualni instrumenti?

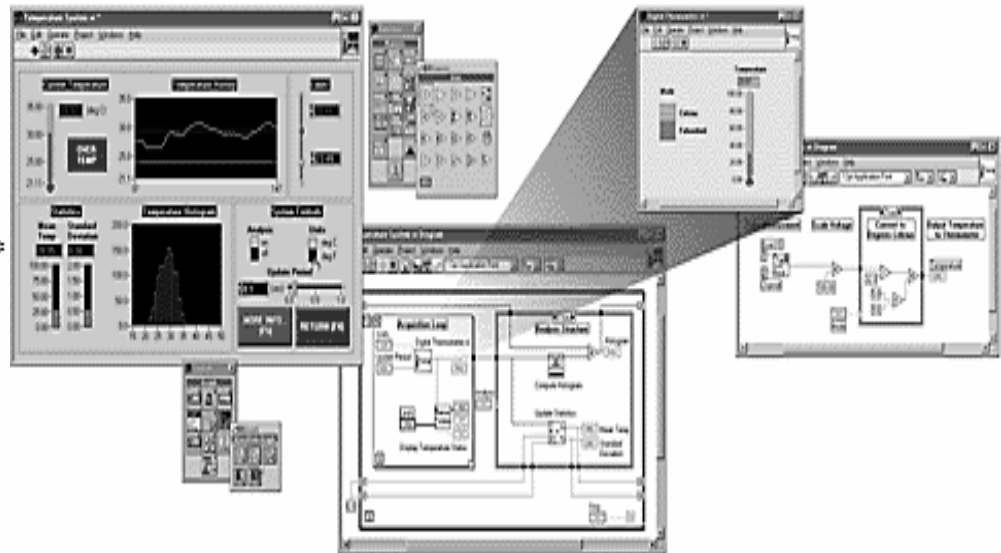
**Kombinacija strojne in programske opreme z industrijsko standardnimi računalniškimi tehnologijami za uporabniško definirane**

- **testne sisteme**
- **merilne sisteme**
- **industrijsko avtomatizacijo**

# Ključni elementi virtualnih instrumentov



**Pridobivanje  
merilnih podatkov**



**Analiza  
zmerjenih  
podatkov**

**Prikaz merilnih  
rezultatov**

# Pridobivanje merilnih podatkov

- Merilne podatke pridobivamo z uporabo ene ali več naslednjih naprav:
  - GPIB vodila
  - Serijskih vodil (RS232, RS 422, RS485)
  - Večnamenskih merilnih kartic (DAQ)
  - Daljinsko (Remote Data Acquisition - RDA)
  - Sistema PXI (PCI eXtensions for Instrumentation)
  - Sistema VXI (VME eXtension for Instrumentation)
  - Zajemanje slik (IMAQ)
  - Krmiljenje in regulacija gibanja
  - Kartice za delo v realnem času
  - PLC (s pomočjo OPC strežnika)
- Za te naprave potrebujemo ustrezne gonilnike

# Analiza zmerjenih podatkov

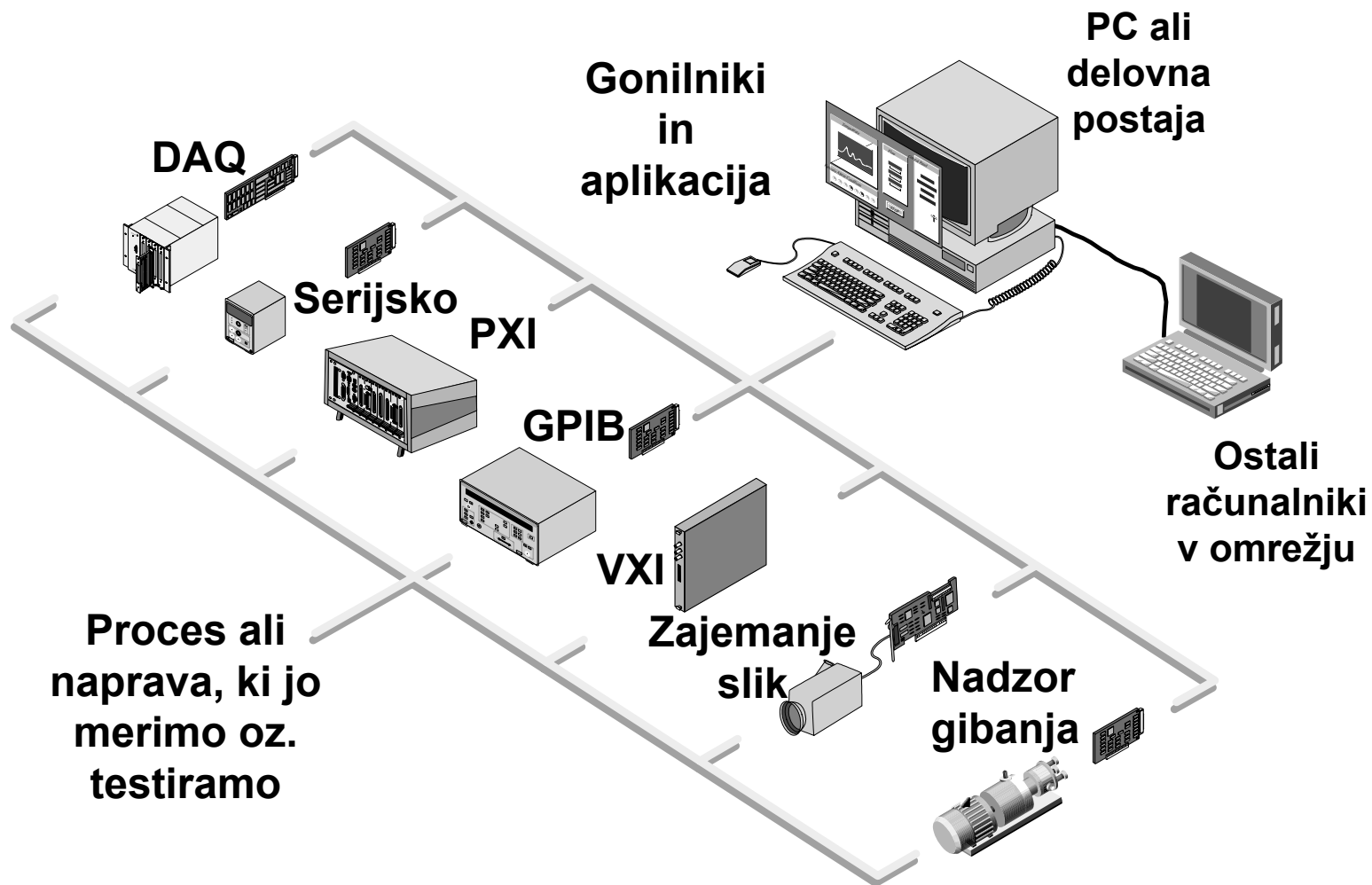
- Z analizo pretvorimo zmerjene podatke v pomembne informacije
- Analiza zmerjenih podatkov vključuje:
  - Analizo z diferencialnimi enačbami, optimiranje, prilagajanje krivulj, integriranje, linearno algebro, statistiko, itd.
  - Obdelavo signalov kot je npr. filtriranje, okenske funkcije, transformacije, odkrivanje vrhov, harmonska analiza, spektralna analiza, itd.
  - Avtomatizacijo testnih in merilnih postopkov
- Analizo izvajamo z ustreznimi programskimi orodji kot so npr. LabVIEW, Matlab, Excel, C, itd.

# Prikaz merilnih rezultatov

- Prikaz merilnih rezultatov vključuje:
  - Na lokalnem računalniku - Grafi, grafikoni, tabele, analogni prikazovalniki, prikazovalniki nivoja, kontrole, slikovni prikazi, generatorji poročil, itd.
  - Po internetu - publiciranje na splet, TCP/IP, Datasocket, VI strežnik, daljinski nadzor (Remote Panel), itd.
  - Povezave v podjetju - SQL orodja, (baze podatkov), Internet orodja (FTP, E-mail, Telnet, HTML)
- Prikaz merilnih rezultatov izvajamo z ustreznimi programskimi orodji kot so npr. LabVIEW, Excel, DIAdem, itd.



# Komponente računalniško zasnovanega merilnega sistema (virtualnega instrumenta)



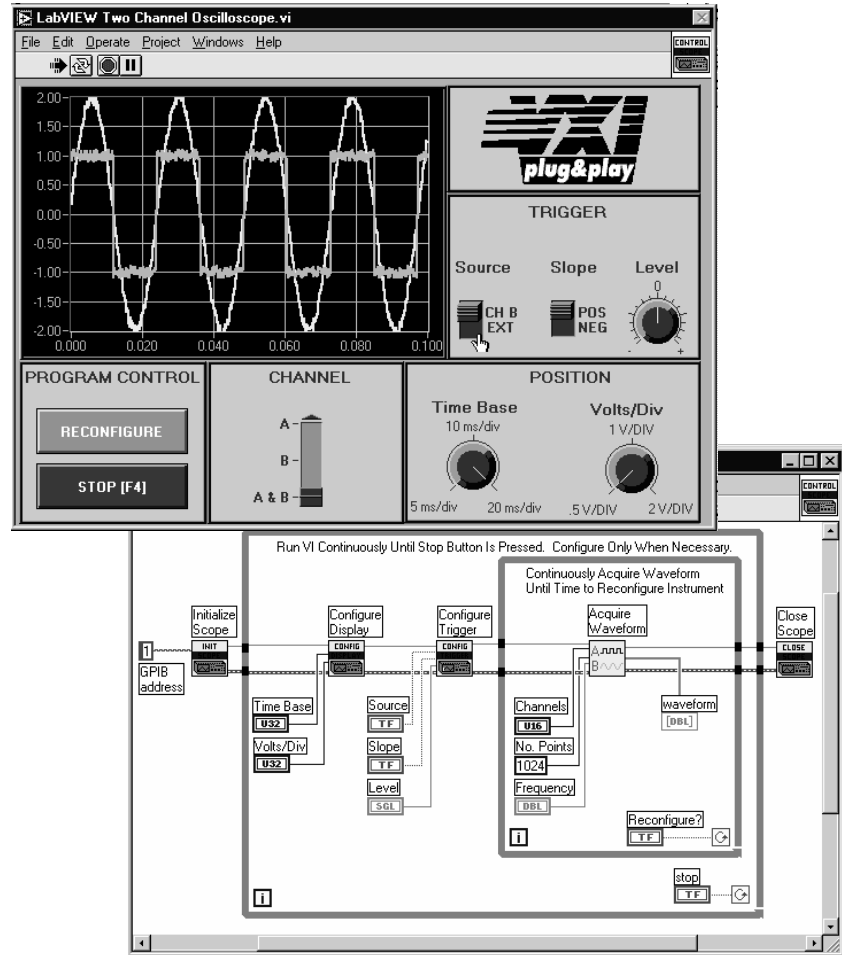
# Grafično programiranje (LabVIEW)

## Čelna plošča

- Preprosta in hitra gradnja uporabniškega vmesnika
- Obširna knjižnica kontrol in indikatorjev

## Blok diagram

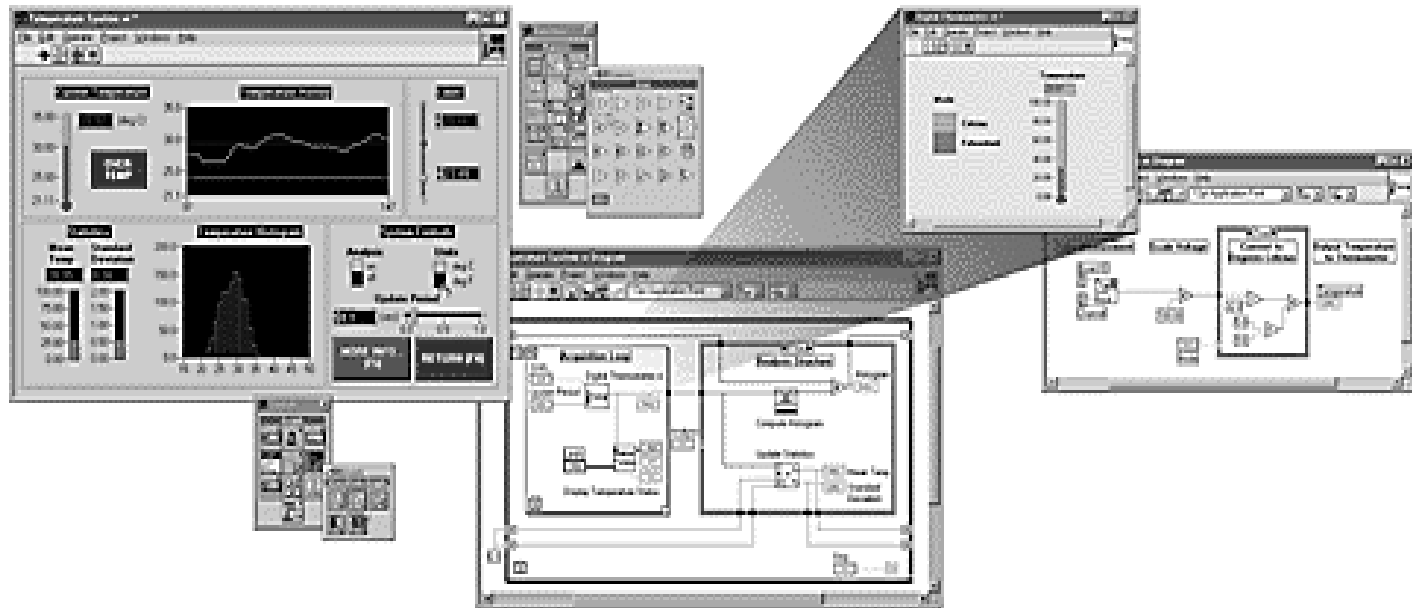
- Programi se imenujejo VI
- Hitra gradnja, testiranje in spreminjanje programske kode
- Grafični prikaz izvorne kode (G jezik)
- Obširna knjižnica funkcij
- Ugoden za dokumentiranje



# Modularnost in podatkovno zasnovano izvajanje programa

Vsak VI je modularen in ga lahko v programu večkrat uporabimo

Tok podatkov določa vrstni red izvajanja (dataflow)



# Pregled obstoječe merilne opreme

## Serijska (GPIB, RS232)

- Velika izbira instrumentov
- Počasen
- Ni modularna

## VXI sistem

- Visoko zmogljiv
- Modularen
- Najdražji

## PXI sistem

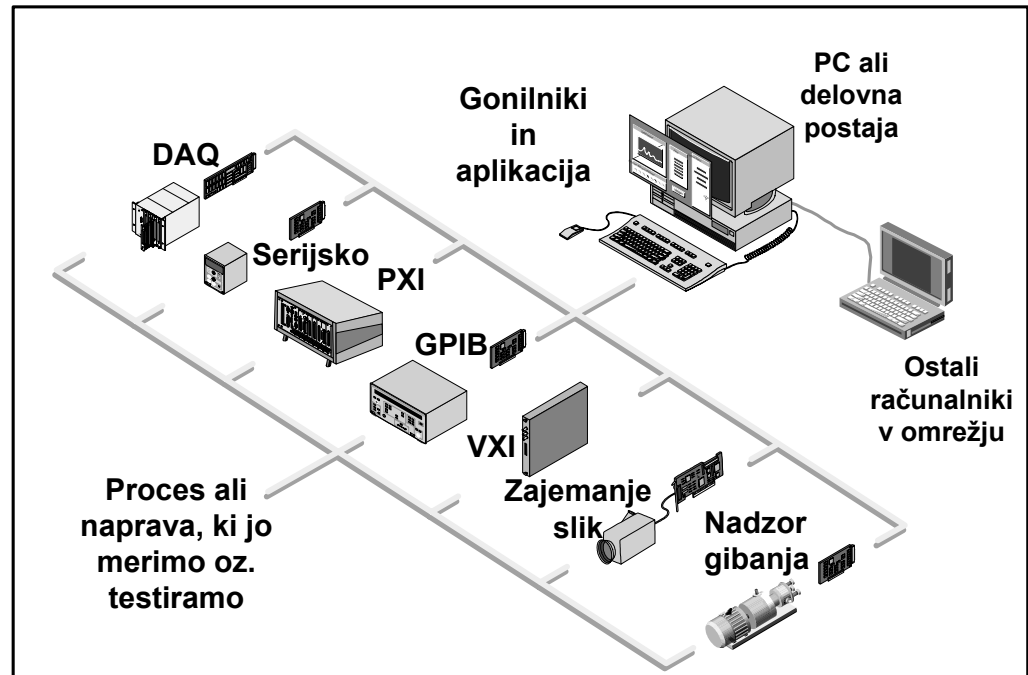
- Zelo zmogljiv
- Modularen
- Sorazmerno drag

## Na osnovi PC

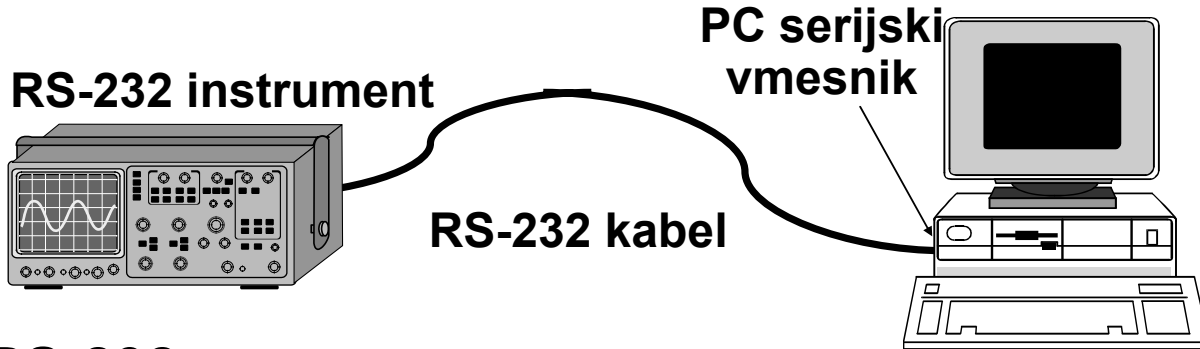
- Nizka cena
- Vprašanje funkcionalnosti
- Visoko zmogljivi

## Namenska

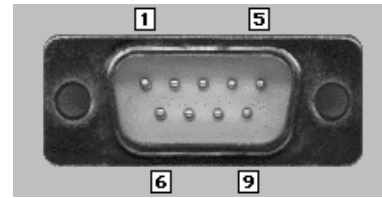
- Hitra
- Vprašanje podpore
- Ni ponovne uporabe
- Dolg razvojni čas



# Serijska komunikacija

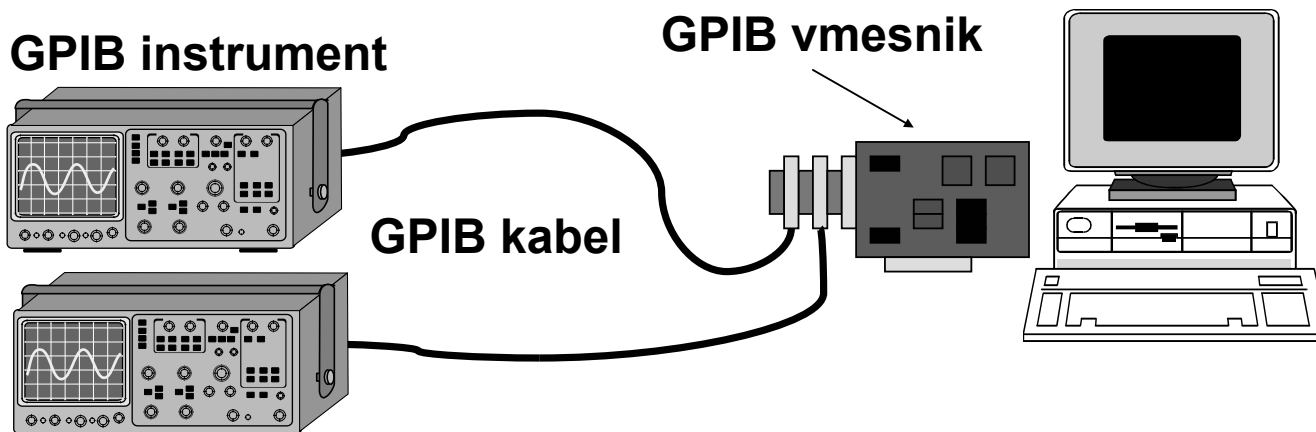


- **RS-232**
  - DCE or DTE konfiguracija
  - 9-pin ali 25-pin
- **RS-422**
  - DCE ali DTE
  - 8-pin
- **RS-485**
  - Več naprav (10-32)



Pin		DTE	DCE
1	DCD	Vhod	Izhod
2	RxD	V	I
3	TxD	I	V
4	DTR	I	V
5	Com	-	-
6	DSR	V	I
7	RTS	I	V
8	CTS	V	I
9	RI	V	I

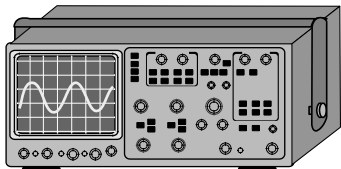
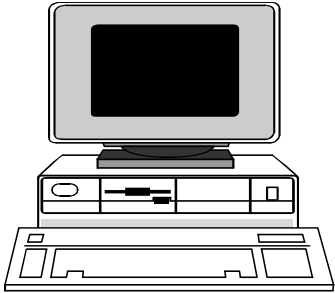
# GPIB vodilo (IEEE 488)



- **Max dolžina kabla med napravama = 4 m (2 m povprečno)**
- **Max skupna dolžina kabla = 20 m**
- **Max število naprav = 15 (najmanj 2/3 vključenih)**
- **Hitrost 1 Mbyte/s (8 Mbyte/s z HS488)**

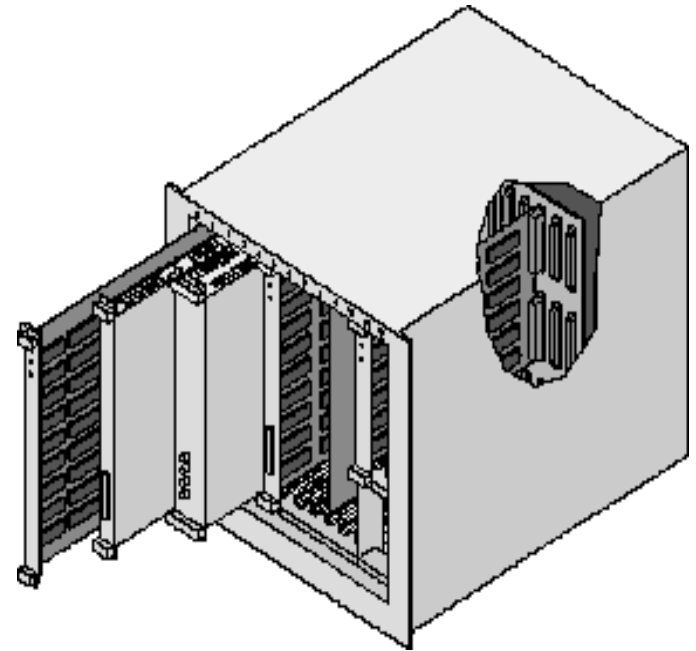
# Upravljanje instrumentov - gonilniki

- IEEE 488.2 standard definira delovanje instrumentov, vendar ne ukazov
- SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments), standard za ukaze programskih instrumentov
- *VXIplug&play* Systems Alliance definira VISA (Virtual Instrument Software Architecture), standard za arhitekturo gonilnikov za instrumente, podobno API
- IVI ( Intelligent and Interchangeable virtual instruments), poenotenje pisanja gonilnikov za različno merilno opremo



# VXI Standard—IEEE 1155

- Vpeljalo leta 1987 združenje proizvajalcev instrumentov
- IEEE 1155 standard leta 1993
- Prednosti
  - Manjša velikost sistema
  - Večji pretok podatkov
  - Točnejše časovno usklajevanje in sinhronizacija
  - Modularnost
  - Odprt industrijski standard

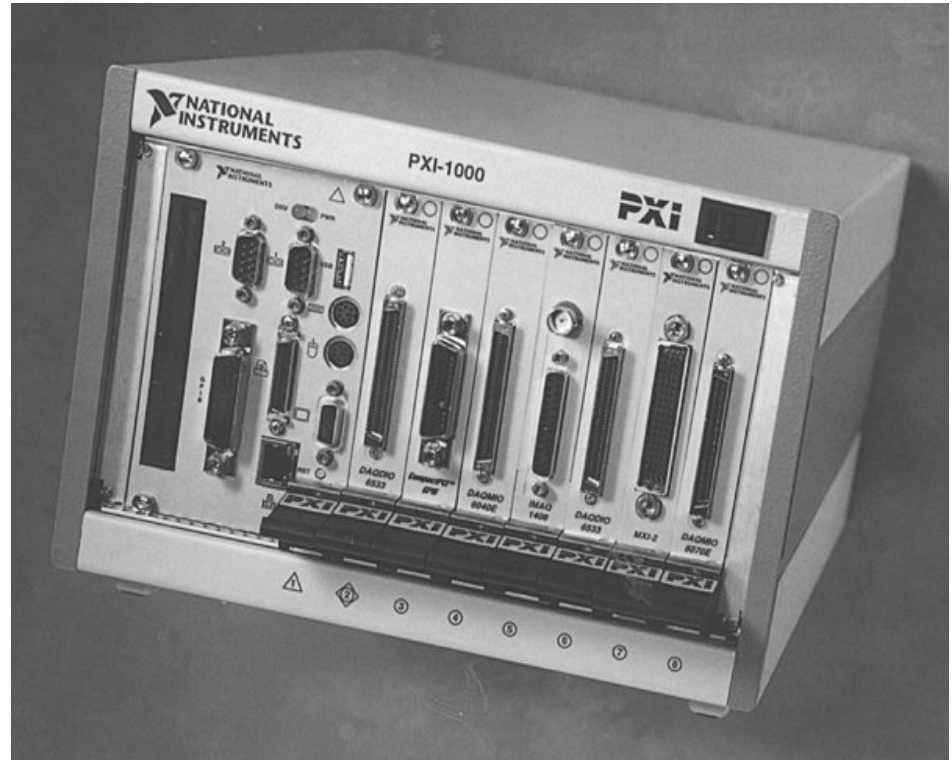




# PXI (PCI eXtensions for Instrumentation)

## Modularna instrumentacija

- PXI kombinira standardne PC programske in strojne tehnologije:
  - PCI vodilo
  - Windows platforma
  - Nižja cena
  - Visoka zmogljivost
  - Enostavna uporaba
- Modularna in robustna industrijska oblika z več režami
- Vgrajena podpora za instrumentacijo (časovno usklajevanje in proženje)
- Specifikacije dirigira PXI Systems Alliance



# PXI-kompatibilni instrumenti in sistemski nadzor

Osciloskopi

DMM

RS-232/485

Števci/časovniki

Večfunkcijske kartice

Diskretni digitalni I/O

Generatorji poljubnih signalov

Analizatorji serijskih protokolov

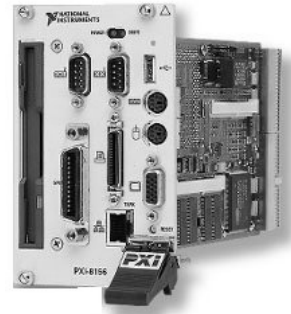
Digitalni I/O signali

Nadzor gibanja

Zajemanje slik

## Vgrajen sistemski nadzor

- Najbolj kompaktna rešitev
- Modularen = preprosto vzdrževanje
- Pentium kategorija

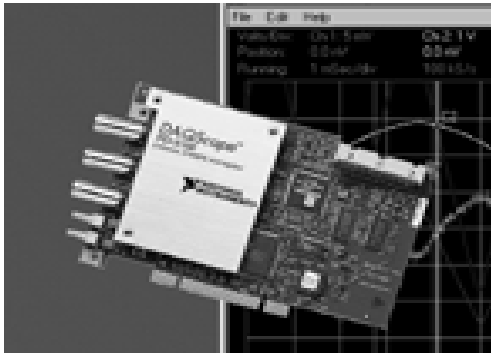


## Daljinski nadzor (MXI-3)

- Kratke in daljše razdalje
- Nižja cena



# Računalniško-zasnovani instrumenti

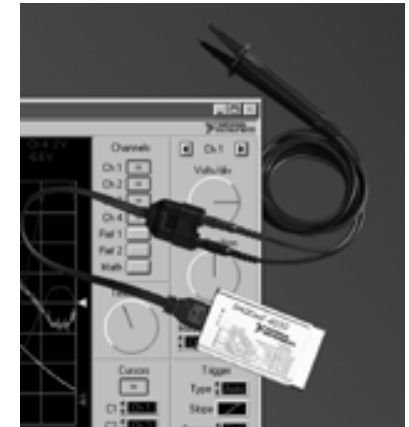
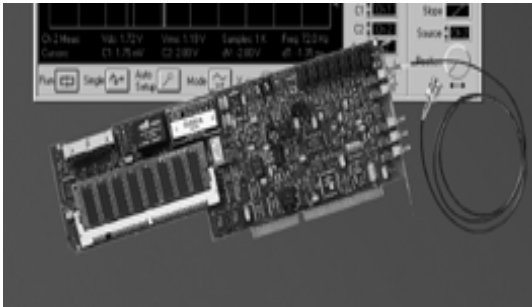


**Osciloskopi**

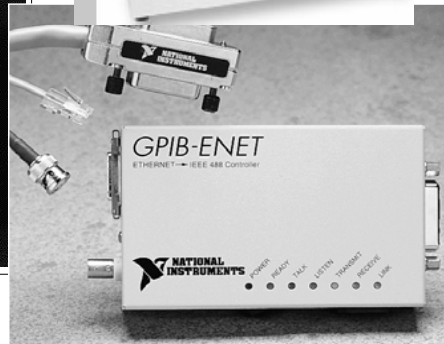
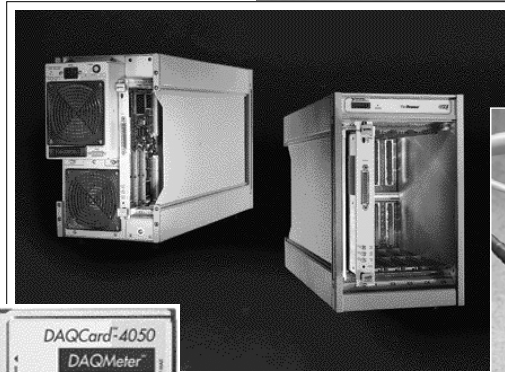
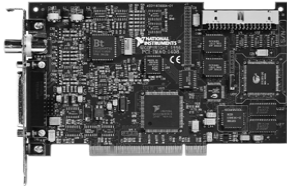
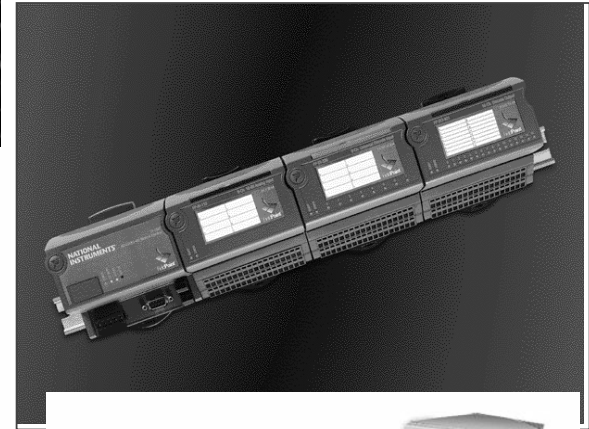
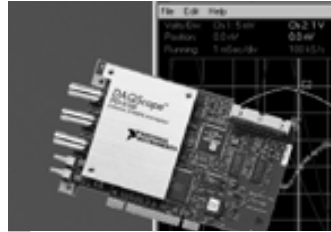
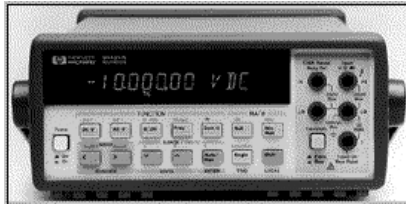
**Digitalni multimetri**

**Generatorji  
poljubnih signalov**

**Merilniki temperatur**



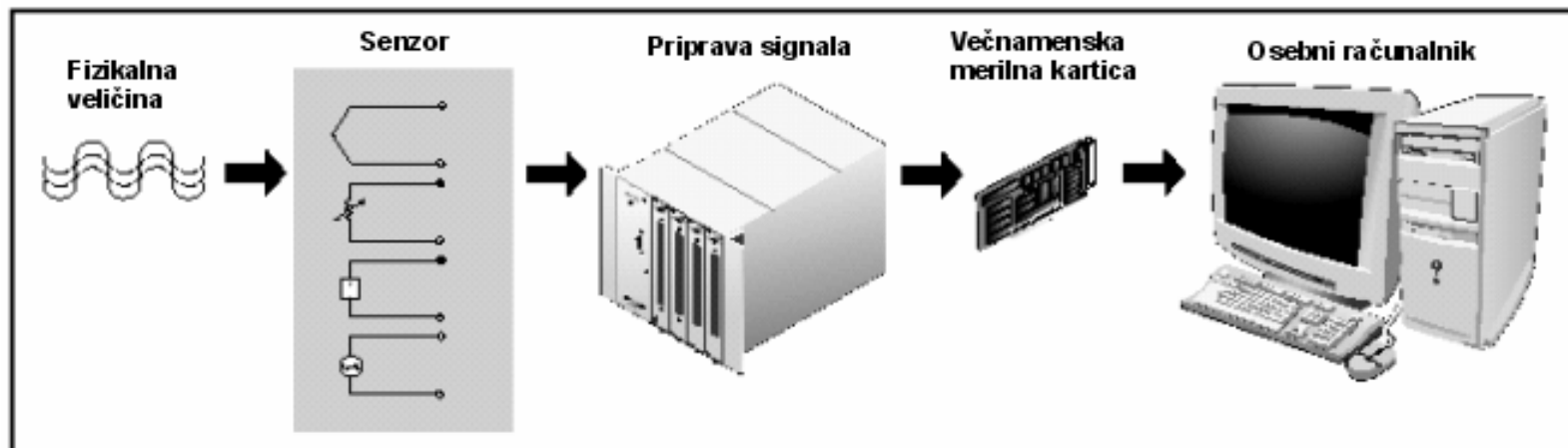
# Ostala merilna oprema



# Izbira merilne opreme

	<b>GPIB</b>	<b>Serijska</b>	<b>PC zasnovana</b>	<b>VXI</b>
<b>Širina prenosa</b>	8 bitov (1 Byte)	1 bit	8, 16, 32 (razširljivo na 128)	8, 16, 32 (razširljivo na 64)
<b>Št. instrumentov</b>	14	1 (RS-232) 32 (RS-485)	št. razpoložljivih rež	Do 12 rež po ohišju - do 8 ohišij
<b>Pretok</b>	1 to 8 Mbyte/s (HS488)	<20 kbyte/s	1-2 Mbyte/s (ISA) 132 Mbyte/s (PCI)	40 Mbyte/s 80 Mbyte/s -VME64
<b>Čas in sinhronizacija</b>	Nima	Nima	Nima	8 TTL prožilnih linij 2 ECL prožilnih linij 10 MHz ura
<b>Razpoložljivih instrumentov</b>	> 10,000	> 20,000	> 1,000	> 1,000
<b>Širljivost</b>	Z večimi karticami	Z večimi vmesniki	S širitvijo vodila - ni standarda	Standardizirano z uporabo MXI

# Pridobivanje merilnih podatkov z večnamenskimi merilnimi karticami



## Senzorji

- Thermočleni
- RTD
- Thermistorji
- Merilni lističi
- Pretvorniki sile, obremenitve, momenta
- Pospeškometri
- Mešani nizko in visokonapetostni izvori
- Tokovni izvori

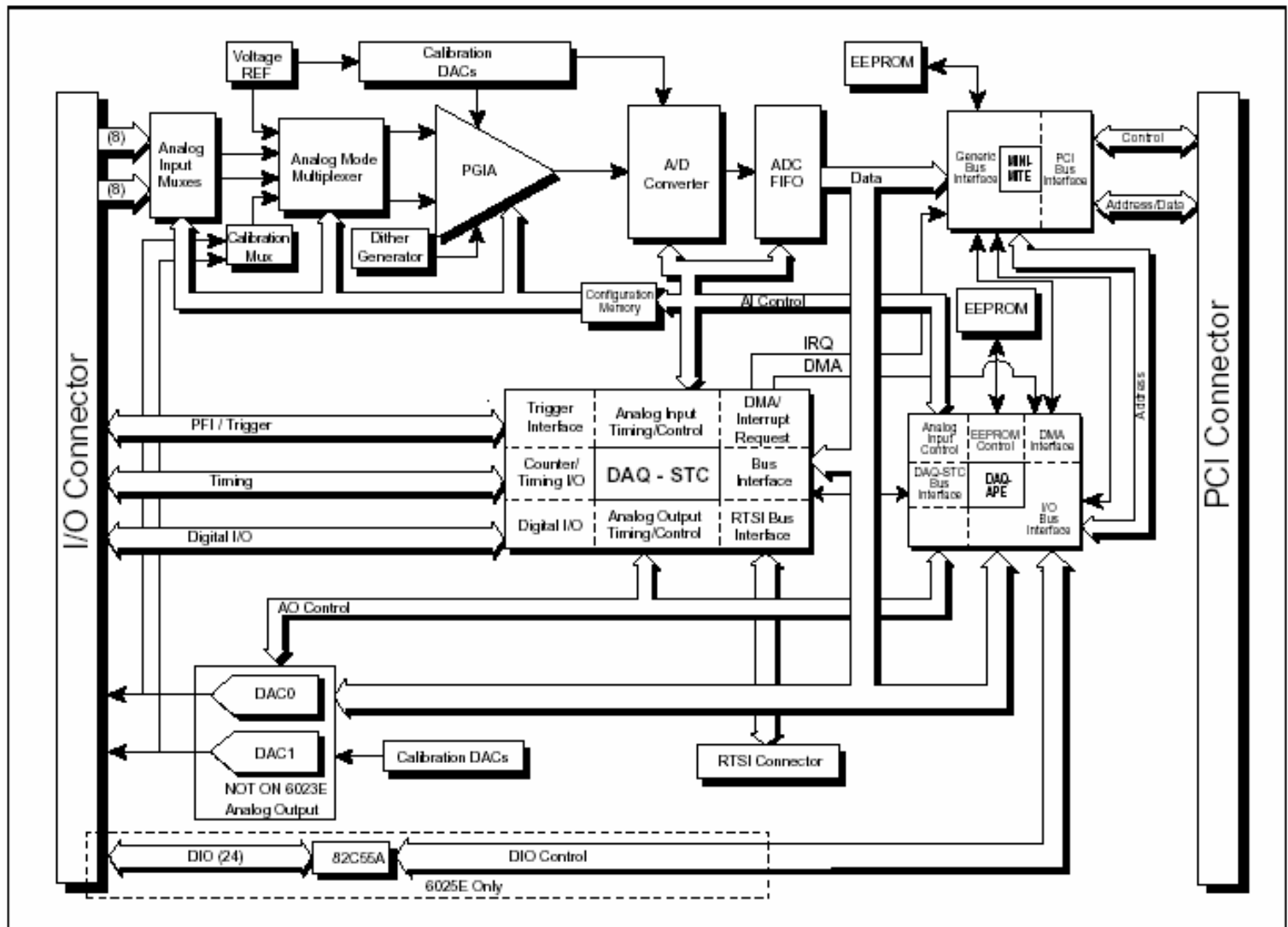
## Priprava signala

- Ojačenje
- Filtriranje
- Izolacija
- Priprava signala specifična za senzor

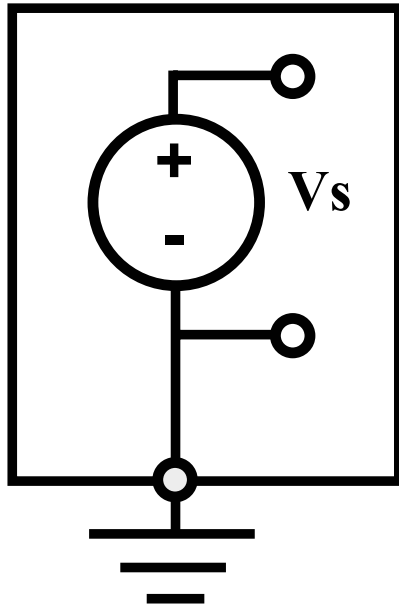
## Večnamenske merilne kartice za vgradnjo v PC:

- Analogni vhodi
- Analogni izhodi
- Števci
- Digitalni vhodi/izhodi

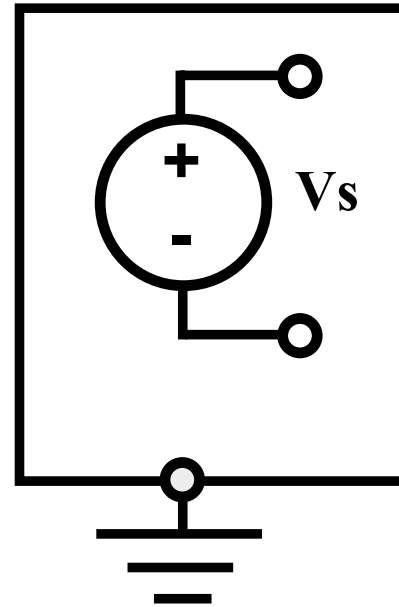
# Večnamenska merilna kartica NI PCI 6024E



# Viri – ozemljeni/neozemljeni



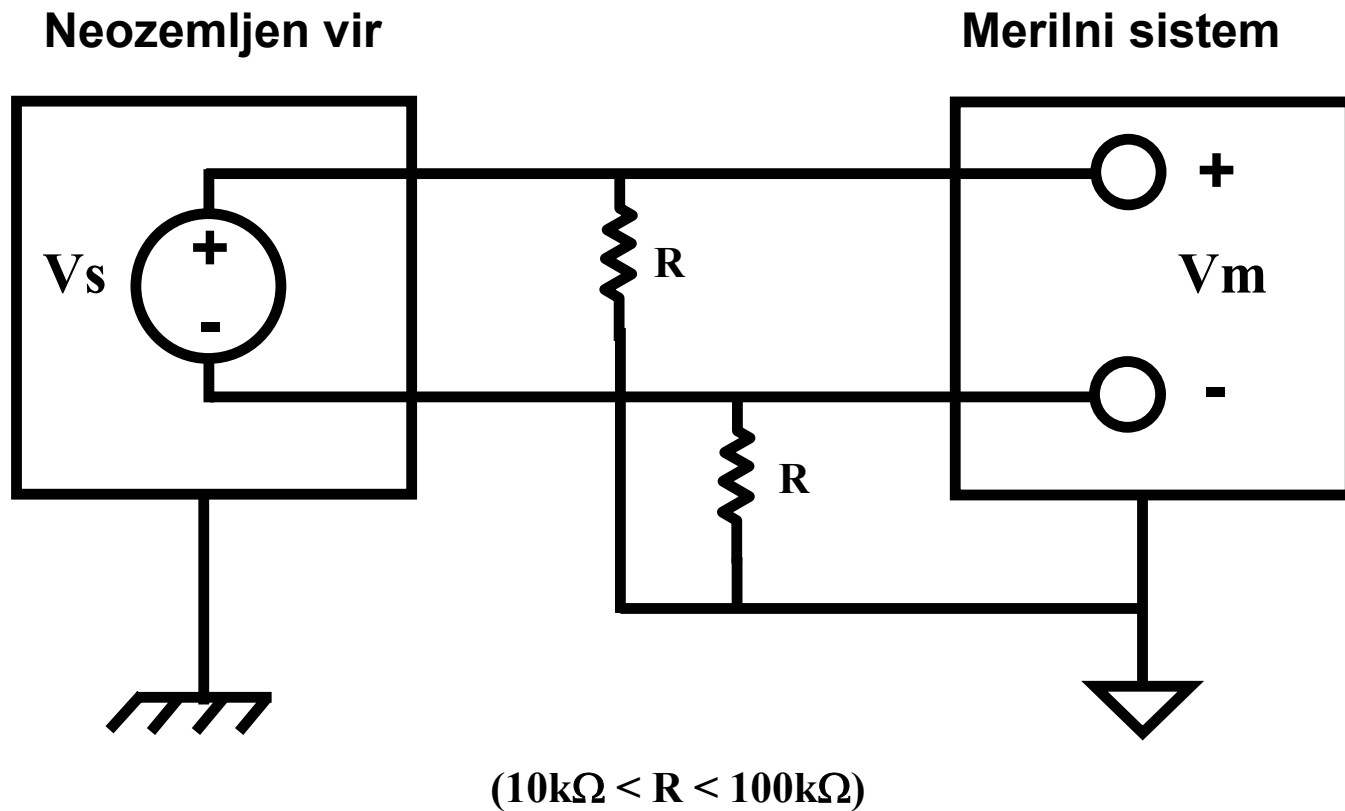
Ozemljeni viri



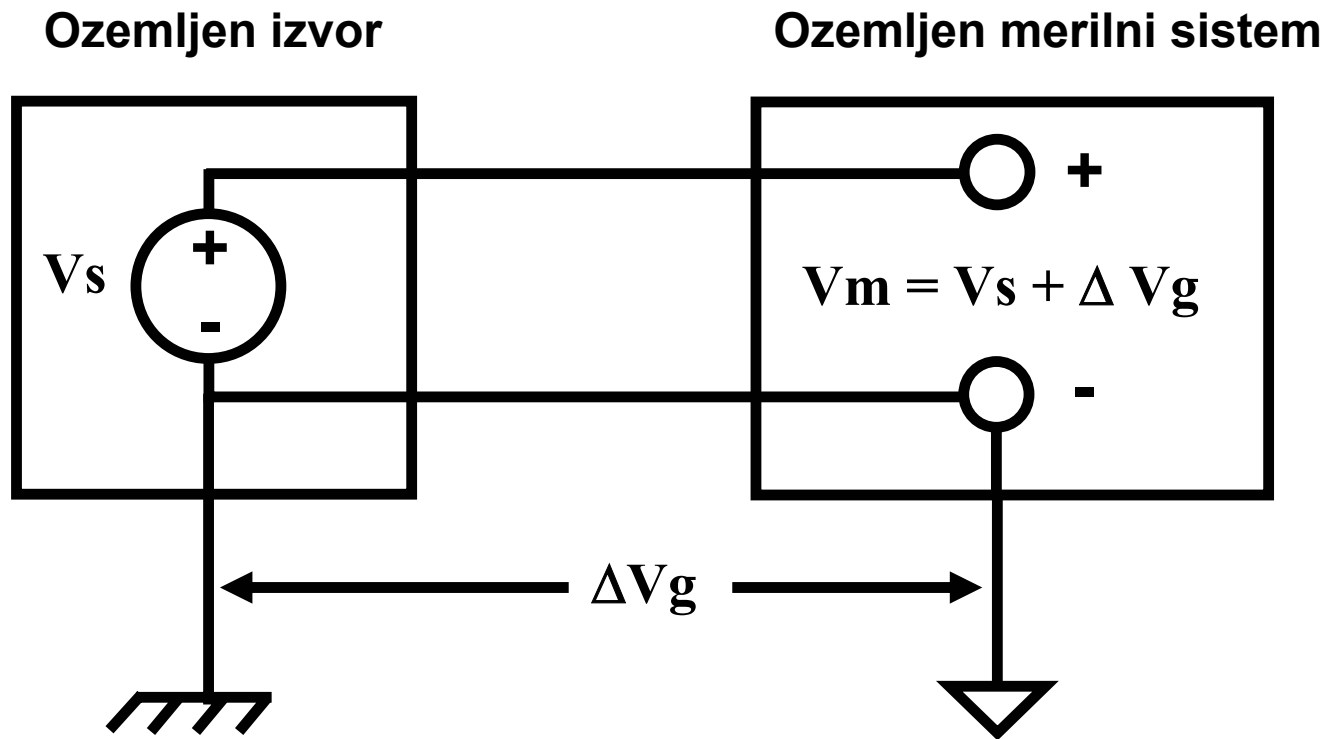
Neoziemljeni (plavajoči) viri



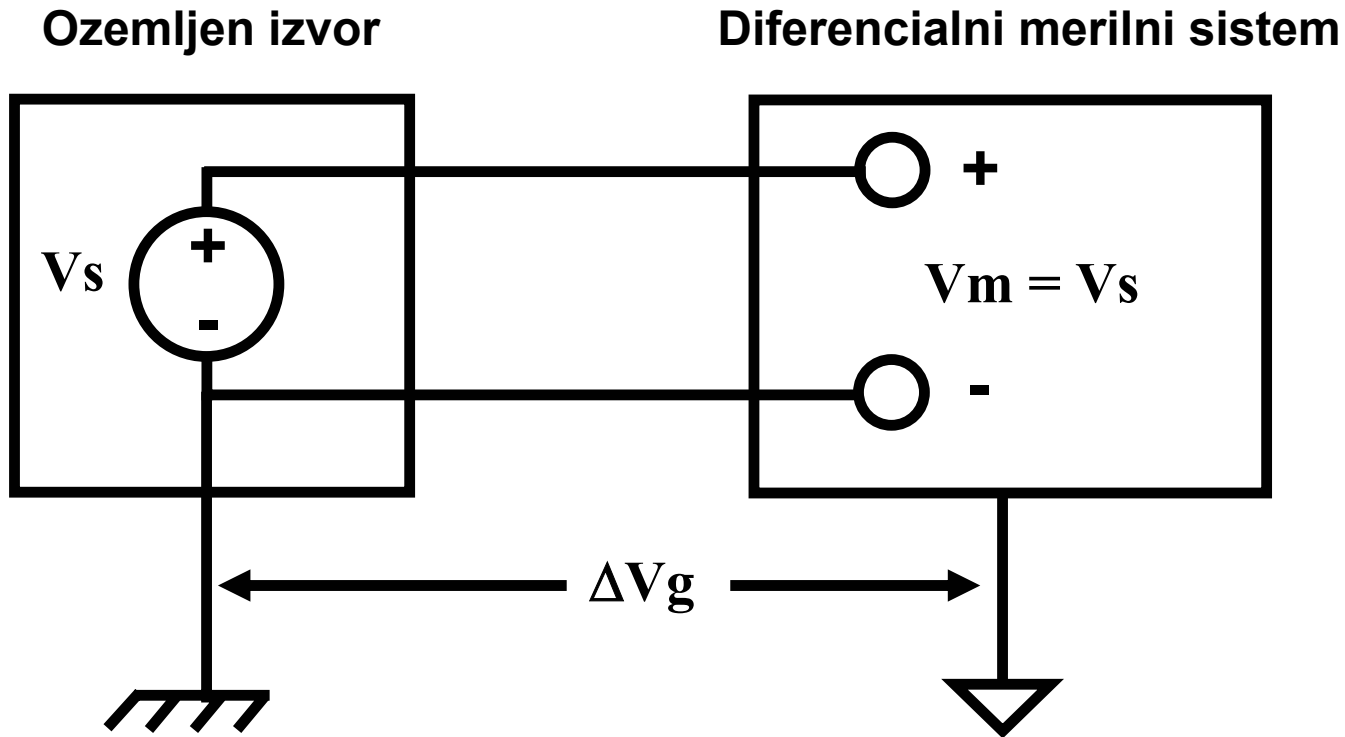
# Neozemljeni viri



# Ozemljeni viri – napačna priključitev

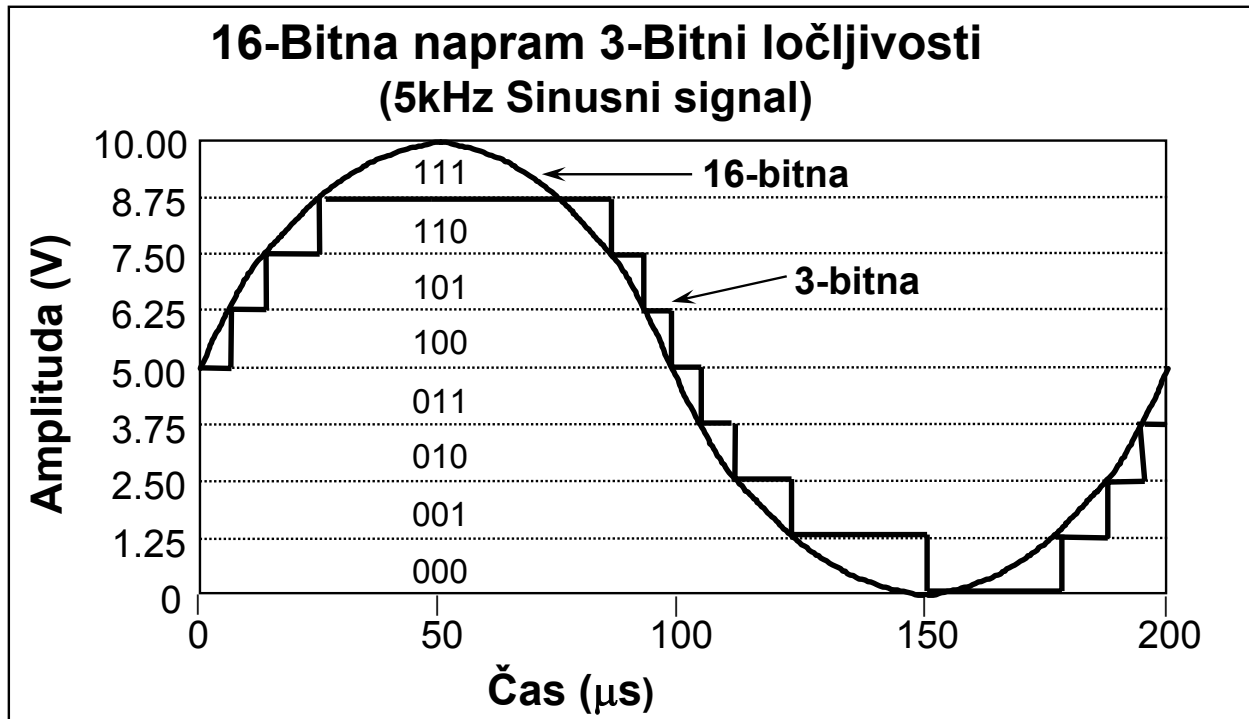


# Ozemljeni viri – pravilna priključitev



# Analogni vhodi

- Ločljivost
- Območje
- Ojačenje



# Analogni vhodi

- Kodna širina  $\frac{10}{1 * 2^{12}} = 2.4 \text{ mV}$        $\frac{20}{1 * 2^{12}} = 4.8 \text{ mV}$

- Frekvenca tipanja

Pravilno otipan signal



Prekrivanje zaradi podotipanja



- Povprečenje