



Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija odsek NIŠ

Katedra za Informaciono-komunikacione tehnologije

ELEKTRONSKA MERNÁ INSTRUMENTACIJA - EMI



Prof. dr Zoran Veličković, dipl. inž. el.

2019/2020.

Prof. dr Zoran Veličković, dipl. inž. el.

ELEKTRONSKA MERNA INSTRUMENTACIJA

Računarski upravljani merni sistemi

(14)



Sadržaj

▶ RAČUNARSKI-UPRAVLJANI MERNI SISTEMI

▶ PARALELNI INTERFEJS IEEE 488

- ▶ Dve arhitektura IEEE 488 interfejsa
- ▶ Povezivanje instrumenata IEEE 488 interfejsom
- ▶ Minimalna konfiguracija interfejs IEEE 488
- ▶ Signali paralelnog interfejsa IEEE 488
- ▶ Standardni konektor GPIB interfejsa
- ▶ Vremenski dijagram signala GPIB-a
- ▶ Komande GPIB interfejsa
- ▶ Jednostavni merni sistem sa GPIB

▶ SERIJSKI INTERFEJSI

- ▶ RS 232
- ▶ USB

▶ MERNE MREŽA ZA TESTIRANJE UREĐAJA

- ▶ Mreža kreirana samo sa GPIB interfejsom
- ▶ Integracija instrumenata sa LAN konekcijom
- ▶ Integracija instrumenata sa USB i LAN konekcijom
- ▶ Softver za testiranje umreženih instrumeata

▶ RAČUNAR-MERNI UREĐAJ

- ▶ Tipčne DAQ ploče
- ▶ Virtuelna instrumentacija

Računarski-upravljani merni sistemi

- ▶ Jedno od najvažnijih unapređenja u razvoju SISTEMA ZA TESTIRANJE je **RAČUNARSKI-UPRAVLJANI MERNI SISTEM**.
- ▶ U ovim sistemima se zahtevaju **TRI** osnovne komponente:
 1. Računarski kompatibilni **INSTRUMENTI** - test uređaji.
 2. **RAČUNAR SA ODGOVARAJUĆIM SOFTVEROM** koji omogućava obavljanje željenog testa i prezentaciju podataka u odgovarajućoj formi.
 3. **KOMUNIKACIONI SISTEM** koji treba da omogući pouzdanu komunikaciju između komponentama mernog sistema.
- ▶ Značajna prednost računarski-upravljanih test sistema je da merenje može biti obavljeno:
 - ▶ BRŽE i
 - ▶ JEFTINIJE.
- ▶ Ovo je posledica **SMANJENJA** utrošenog **LABARATORIJSKOG VREMENA**.

Standardni instrumentacioni nterfejsi

- ▶ Pojavom računarski-upravljanih test sistema moguće je dizajnirati vrlo **SOFISTICIRANE MERNE SISTEME** za testiranje **SVIH TIPOVA** elektronskih uređaja i sistema.
- ▶ Da bi se kreirali generalizovani programabilni test sistemi, bilo je neophodno **STANDARDIZOVATI INTERFEJSE** (bilo serijski bilo paralelni) kako bi **RAZLIČITI TIPOVI** test uređaja mogli da rade **ZAJEDNO**.
- ▶ Najznačajniji **INTERFEJS** za računarski upravljane test uređaje je **IEEE 488** (engl. *Digital Interface for programming Instrumentation*).
- ▶ Ovo je **PARALELNI INTERFEJS** i razvijen je integrisanjem već **POSTOJEĆIH INTERFEJSA** od različitih proizvođača test uređaja i primarno je razvijen za **OSMOBITNE PROCESORE**.
- ▶ Pojedini proizvođači su implementaciji ovog standarda dali **SVOJE NAZIVE** tako da HEWLETT-PACKARD ima svoj **HPIB** (engl. *Hewlett Packard Interface Bus*), NATIONAL INSTRUMENTS **GPIB** (engl. *General Purpose Interface Bus*) koji odgovaraju ANSI Standardu **MC 1.1**, odnosno IEC **625**.

Instrumentacioni interfejs IEEE 488 (1)

- Razmena podataka korišćenjem ovog interfejsa se bazira prenosu **8-BITNI** podataka instrumentacionom magistralom.
- Ovaj standard je namenjen test uređajima montiranim na u rekovima na **MALOM ODSTOJANJAU** – nije kreiran za razmenu podataka na daljinu.
- Magistrala ovog interfejsa je skup **MEĐUSOBNIH ŽIČNIH VEZA** deljenih od više komponenata test sistema.
- Magistrala prenosi podatke između komponenata u test sistemu u dva smera – **KA** i **IZ** test uređaja.
- Magistrala se **DELI** između povezanih uređaja, tako da u jednom trenutku **SAMO JEDAN UREĐAJ** je može koristiti.
- U IEE 488 terminologiji samo jedan uređaj može biti „**TALKER**“ (onaj koji govori), dok su svi ostali uređaji „**LISTENERS-i**“ (oni koji slušaju).
- Uobičajeno je da **RAČUNAR** upravlja prenosom podataka, ali tu ulogu može **PREPUSTITI** i drugim uređajima u instrumentacionoj mreži.

Instrumentacioni interfejs IEEE 488 (2)

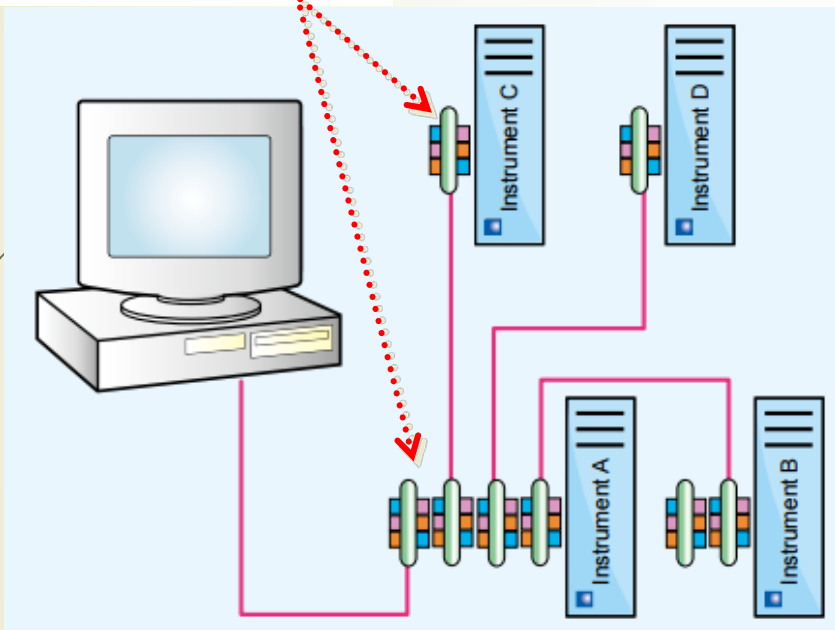
- ▶ Uređaji povezani IEEE 488 magistralom poseduju **STANDARDNI KONEKTOR** koji se obično nalazi na prednjoj ploči.
- ▶ Menjanje parametara interfejsa **NIJE MOGUĆE** sa prednje ploče instrumenta kada on radi u instrumentacionoj magistrali.
- ▶ Sam interfejs IEEE 488 je podeljen u dva dela:
 - ▶ Magistrala podataka
 - ▶ Statusne linije
- ▶ Postoje još **8 DATNIH LINIJA** – interfejsnih signala koje se koriste za prenos podataka neophodnih za **RAD – UPRAVLJANJE** sistemom.
- ▶ Imena i funkcije svih linija ovog interfejsa su dati u nastavku.
- ▶ Povezivanje na IEEE 488 magistralu se može obaviti **STANDARDNIM KONEKTORIMA** na dva načina (prikazano na sledećem slajdu):
 - ▶ Arhitektura zvezde,
 - ▶ Linarna arhitektura.



IEEE 488 konektor

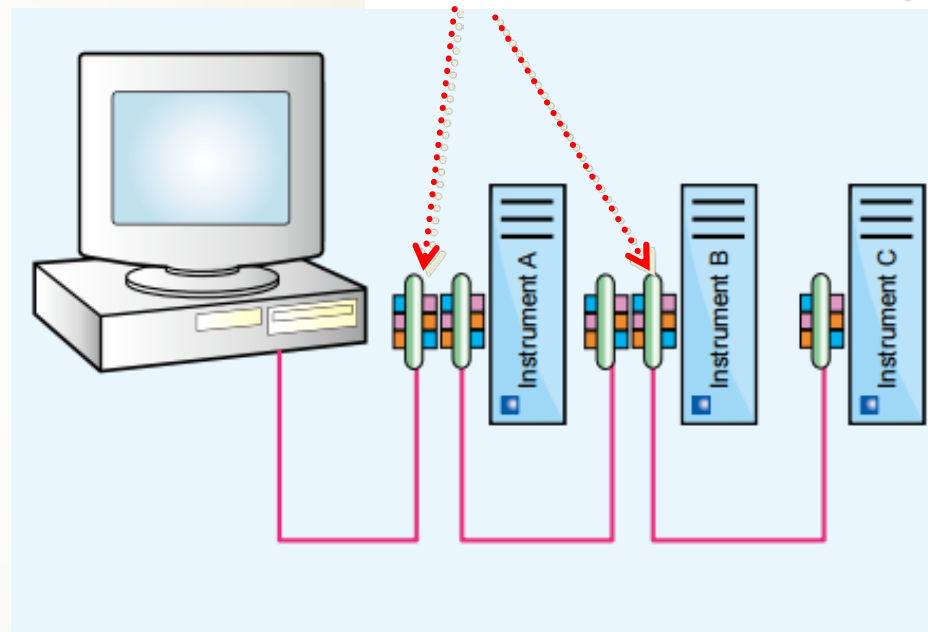
Bazne arhitekture interfejsa IEEE 488

Konektori IEEE 488 interfejsa



Arhitektura **ZVEZDE** IEEE 488 interfejsa

Konektori IEEE 488 interfejsa



LINEARNA arhitektura IEEE 488 interfejsa

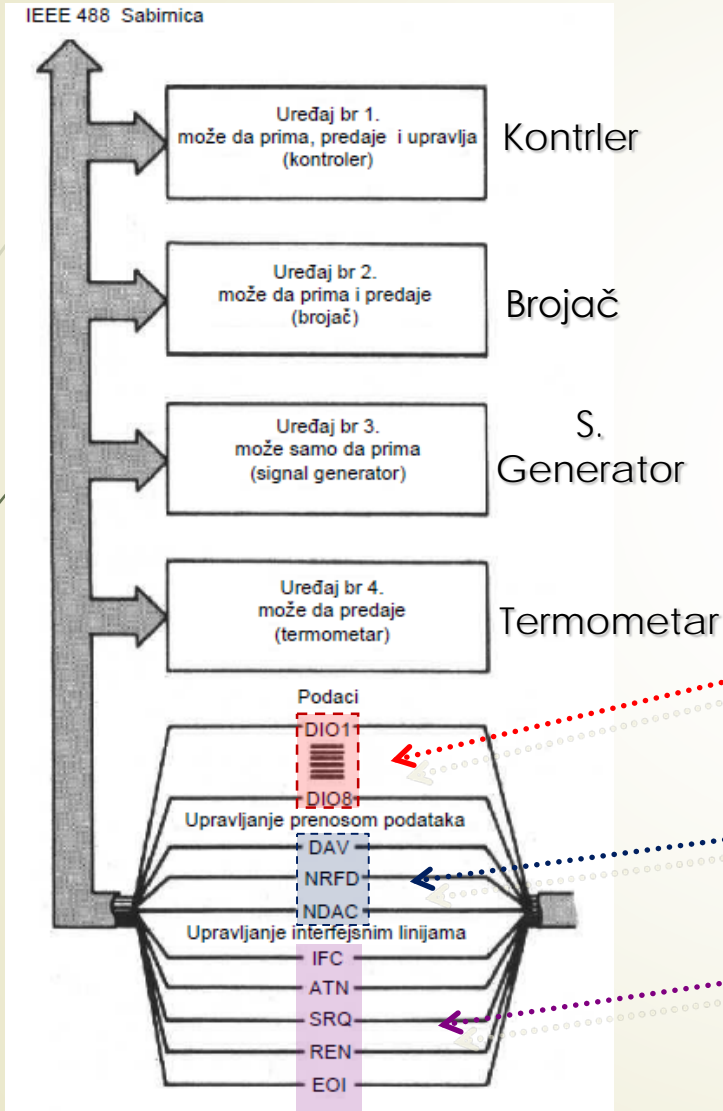
Standardni konektor IEE 488/GPIB interfejsa



Pin br. 1

Pin	Signal	Pin	Signal
1	Data 1	13	Data 5
2	Data 2	14	Data 6
3	Data 3	15	Data 7
4	Data 4	16	Data 8
5	EOI	17	REN
6	DAV	18	GND
7	NRFD	19	GND
8	NDAC	20	GND
9	IFC	21	GND
10	SRQ	22	GND
11	ATN	23	GND
12	Opširm	24	Logička masa

IEEE 488 magistrala



Pin	Signal	Pin	Signal
1	Data 1	13	Data 5
2	Data 2	14	Data 6
3	Data 3	15	Data 7
4	Data 4	16	Data 8
5	EOI	17	REN
6	DAV	18	GND
7	NRFD	19	GND
8	NDAC	20	GND
9	IFC	21	GND
10	SRQ	22	GND
11	ATN	23	GND
12	Opširn	24	Logička masa

**PODACI
(D1-D8)**

**Upravljanje
prenosom
podataka (3)**

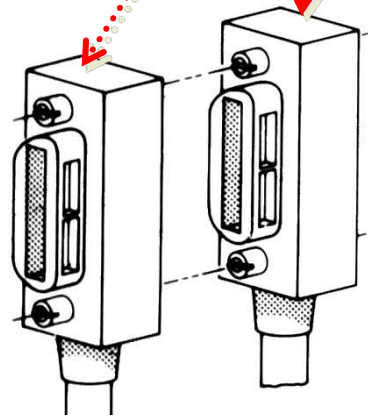
**Upravljanje
interfejsnim
linijama (5)**

Šema povezivanja IEEE 488 interfejsom

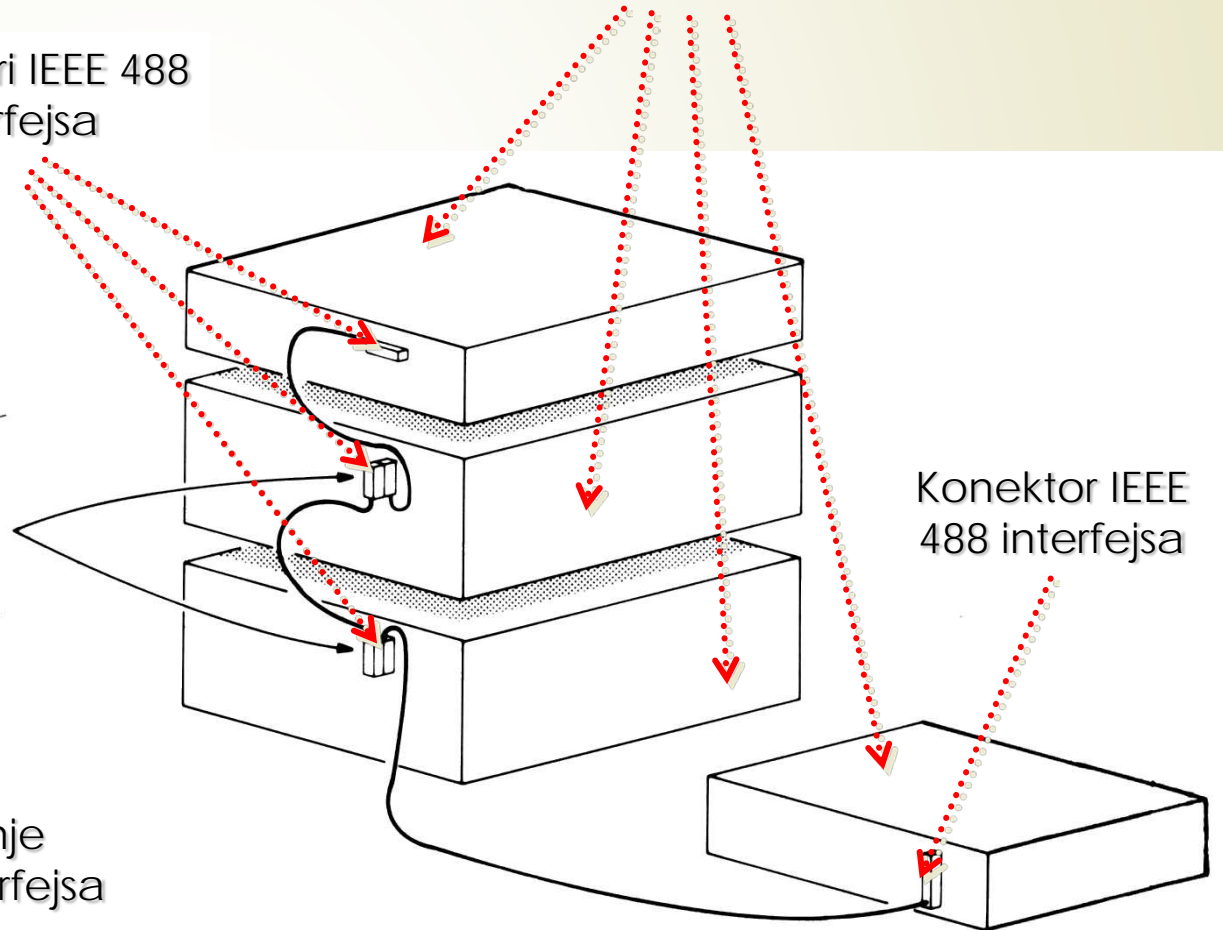
Uređaji sa integrisanim IEEE 488 interfejsom



Konektori IEEE 488 interfejsa



Princip nadovezivanja konektora IEEE 488 interfejsa



Minimalna konfiguracija interfejsa IEEE 488

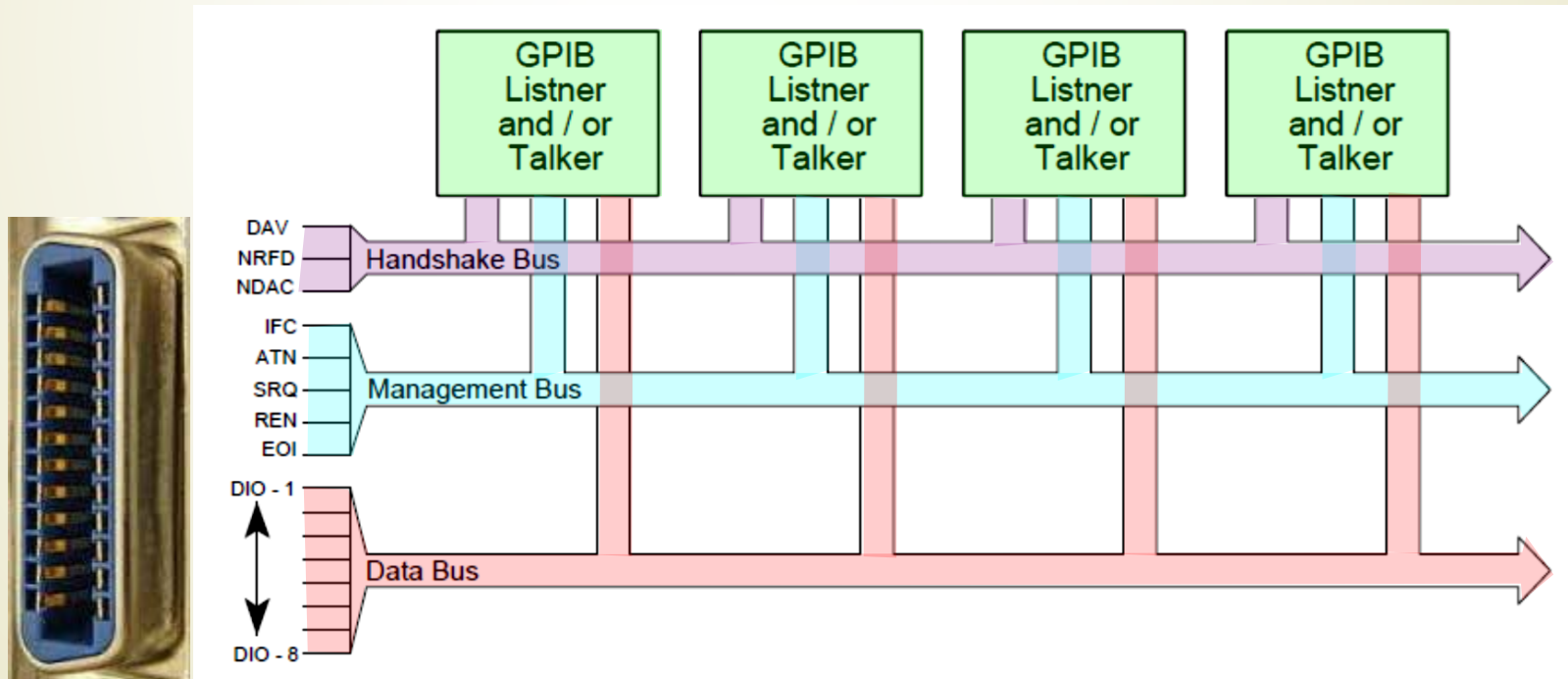
- ▶ **MINIMALNA** konfiguracija IEEE 488 sistema se sastoji od JEDNOG engl. *TALKERA* i JEDNOG engl. *LISTENERA* bez *KONTROLERA*.
- ▶ U ovoj konfiguraciji prenos podataka je ograničen samo na JEDAN SMER, uređaji su postavljeni u režim rada koji odgovara **TALK ONLY** odnosno, **LISTEN ONLY**.



Minimalna konfiguracija IEEE 488 interfejsa (u GPIB žargonu TALKER-a i LISTENER-a putem USB-GPIB konvertora)

Signali paralelnog interfejsa IEEE 488 (1)

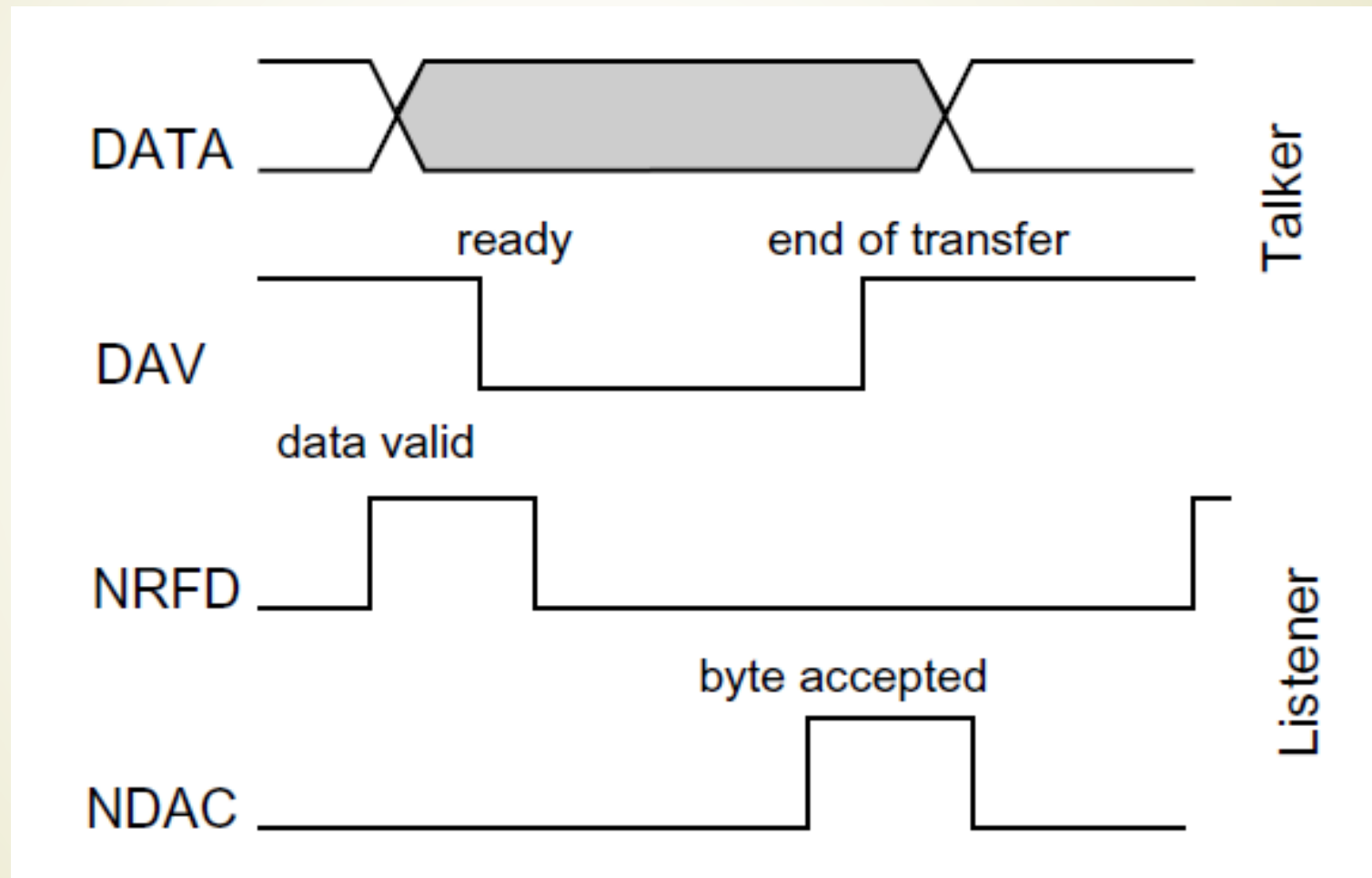
- Međutim, potpuna fleksibilnost i puna snaga ovog interfejsa se dobija **INTEGRACIJOM KONTROLERA** u sistem.
- Kontroler je **NEOPHODNA KOMPONENTA** za realizaciju **POTPUNO AUTOMATSKOG MERENJA**, monitoringa, **KOORDINACIJE** između instrumenata i naravno procesiranja mernih rezultata.



Signali GPIB-a

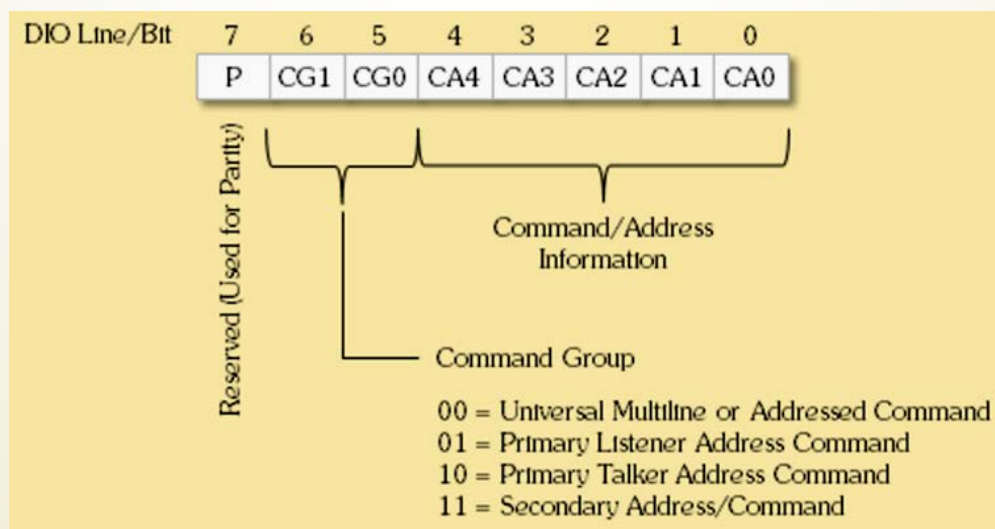
- ▶ **DAV** (engl. *Data Valid*) važeći podaci. Ovaj signal indicira da su podaci na data liniji važeći. Kada su podaci korektni Dav linija će biti na logičkoj nuli.
- ▶ **NDAC** (engl. *Not Data Accepted*) podaci nisu primljeni. Kada je ova linija postavljena na logičku nulu, indicira da su podaci prenešeni u uređaj i da je spremna za prijem novih.
- ▶ **ATN** (engl. *Attention*) pažnja. Ova linija se koristi da definiše kako će se podaci sa data linije koristiti i koji će uređaj na sabirnici odgovoriti. Različite poruke se prenose preko sabirnice uz ATN signal.
- ▶ **IFC** (engl. *Interface Clear*) interfejs čist. Ovaj signal se koristi od kontrolera da postavi interfejs sistema u definisano stanje.
- ▶ **SRQ** (engl. *Service Request*) zahtev za uslugom. Ovaj signal koriste uređaji koji zahtevaju neku uslugu ili prekid trenutnog posla. Kada, na primer, merena veličina prelazi predefinisanu maksimalnu vrednost svi test programi se zaustavljaju i jedinica se gasi.
- ▶ **REN** (engl. *Remote Enable*) daljinski dozvoljen. Ovaj signal koristi kontroler da izabere izvor podataka.
- ▶ **EOI** (engl. *End Or Identify*) kraj ili identifikacija. Koristi se od talker-a indicirajući kraj višebajtna komunikacije.

Vremenski dijagram signala GPIB-a



Komande GPIB interfejsa (1)

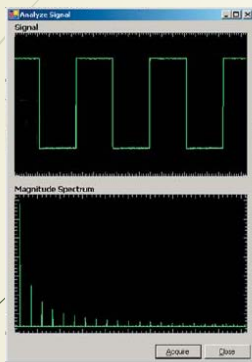
- Kao i svakoj računarskoj mreži uređajima sa integrisanim u IEEE 488/GPIB/HPIB intefejsom se dodeljuju **JEDINSTVENE ADRESE**.
- Adrese se koriste od strane **AKTIVNOG KONTROLERA** u komandnom modu da specificira **POJEDINE KOMPONENTE** u IEEE 488 sistemu.
- Adresa instrumenta obično predstavlja **DECIMALNU REPREZENTACIJU** pet značajnih bitova adrese, dok **ŠESTI** i **SEDMI** bit određuju **TIP ADRESE** (talk ili listen).



Komande GPIB interfejsa (2)

- Adrese uređaja pripadaju klasi ASCII **PRINT-KARAKTERA**, tako da je uređaj **ADRESIRAN** samo u slučaju prijema ovakvog karatera za vreme aktivnog ATN signala.
- U **KOMADNOM MODU** je moguće izdavati takozvane **BUS KOMANDE** koje definišu kontrolu instrumenata.
- Primer ovakvih komadi su:
 - CLEAR,
 - TRIGGER REMOTE,
 - LOCAL,
 - POLL,
 - SERVICE,
 - REQUEST i
 - ABORT.
- **BUS KOMANDE** se izdaju preko jedne od **LINIJA** za upravljanje sabirnicom ili preko osmorbitnog **DATA BUS**-a.

Jednostavni merni sistem sa GPIB



TALKER

LISTENER/TALKER

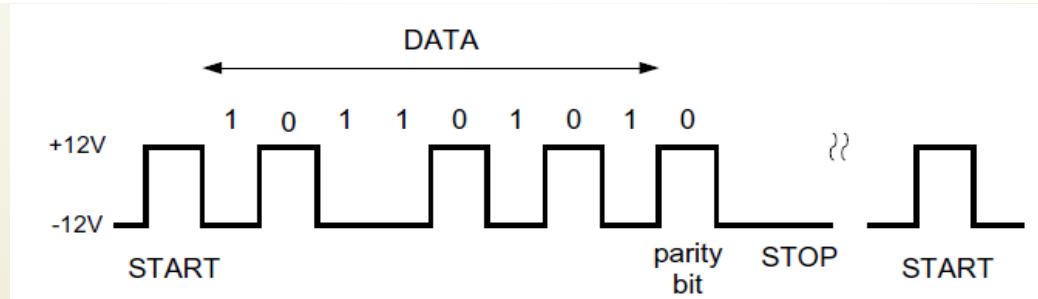
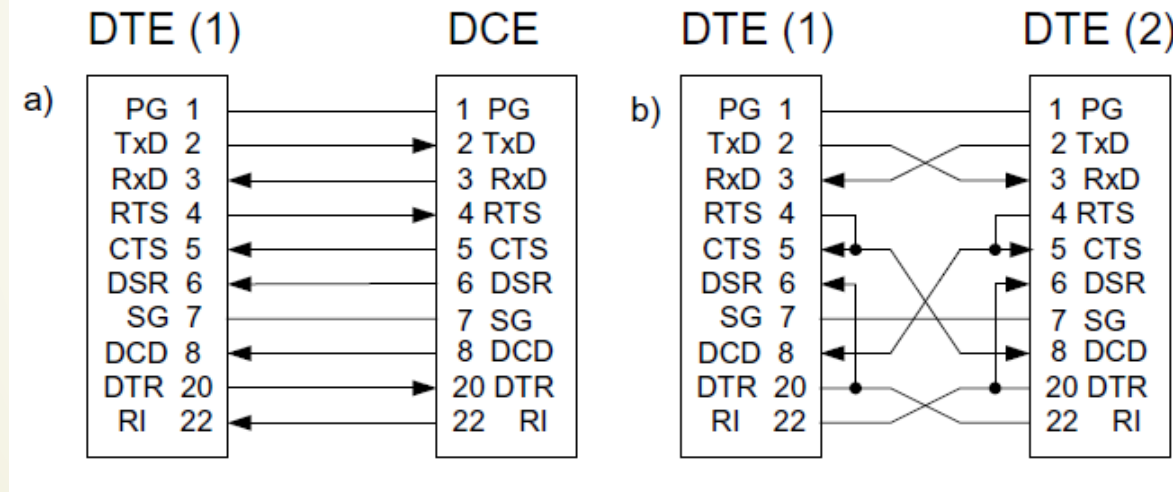
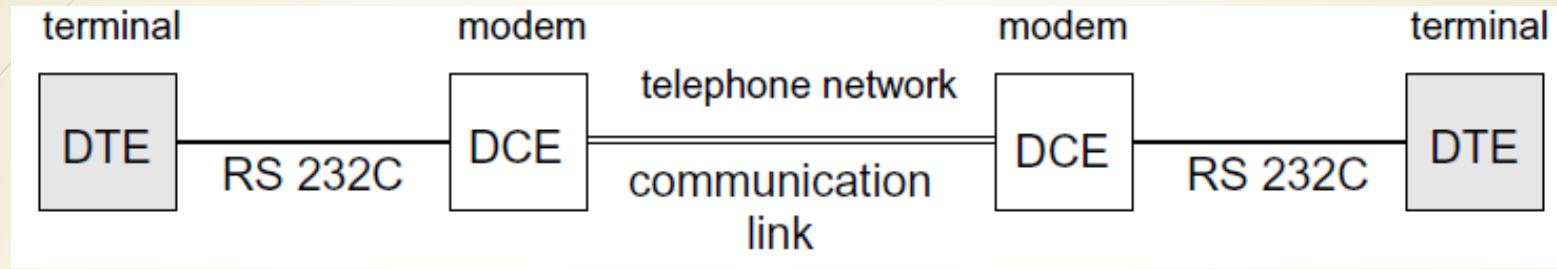


USB konektor

USB-GPIB konvertor

GPIB konektor

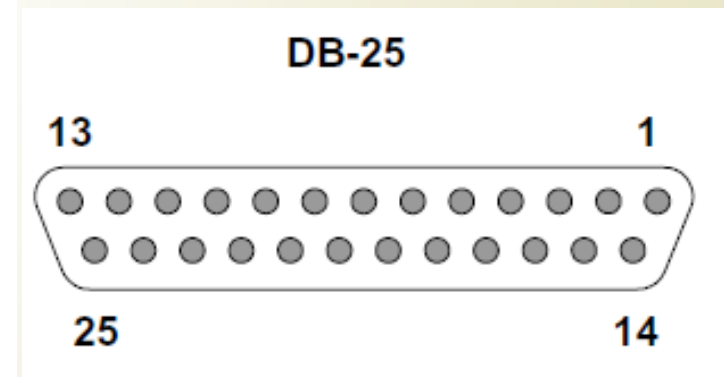
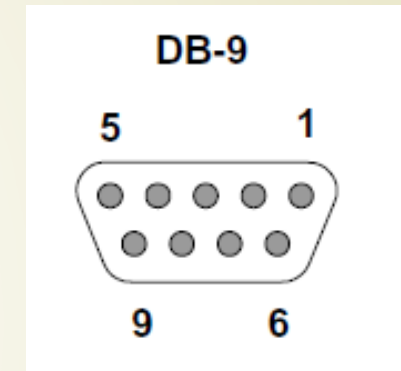
Serijski interfejs RS 232 (1)



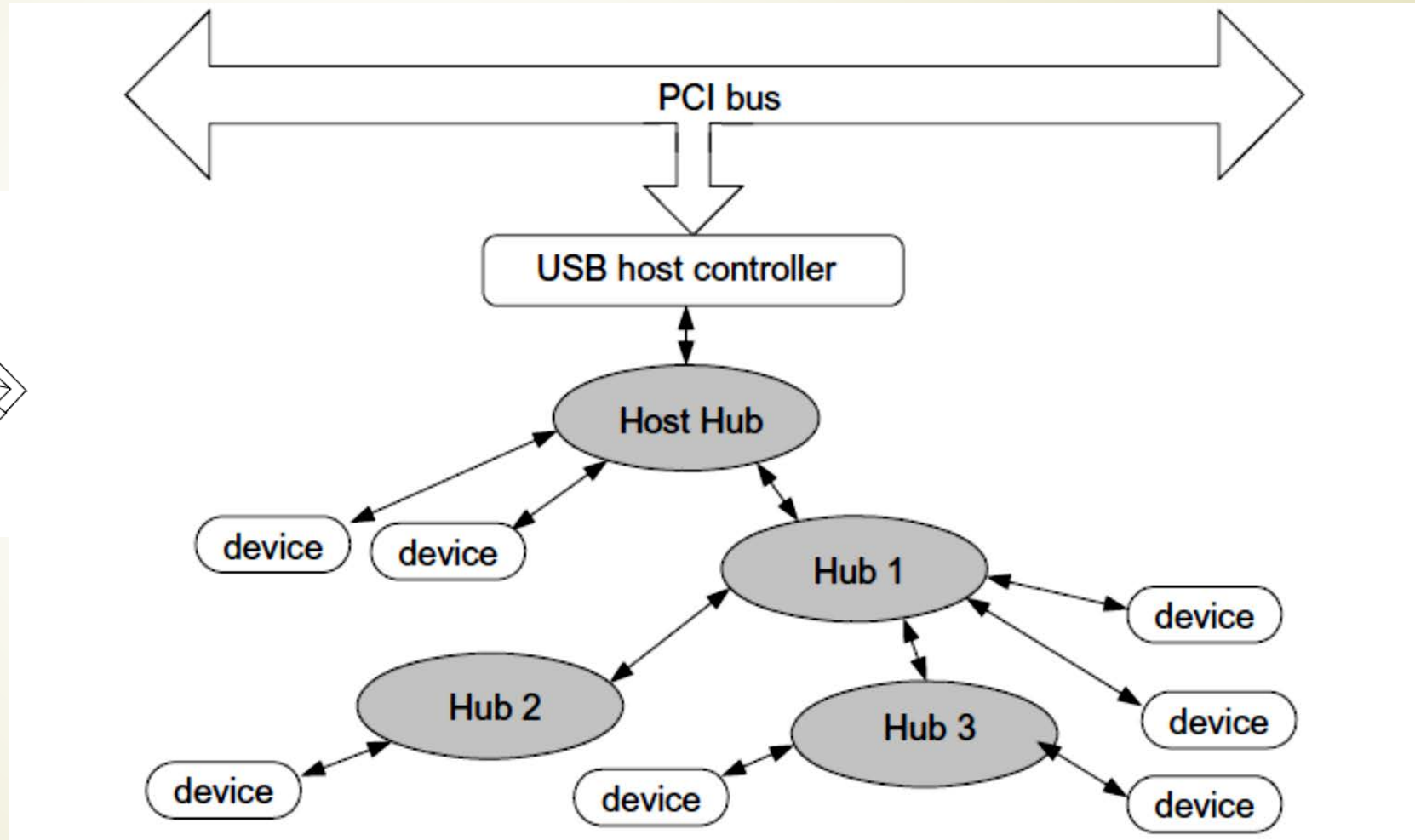
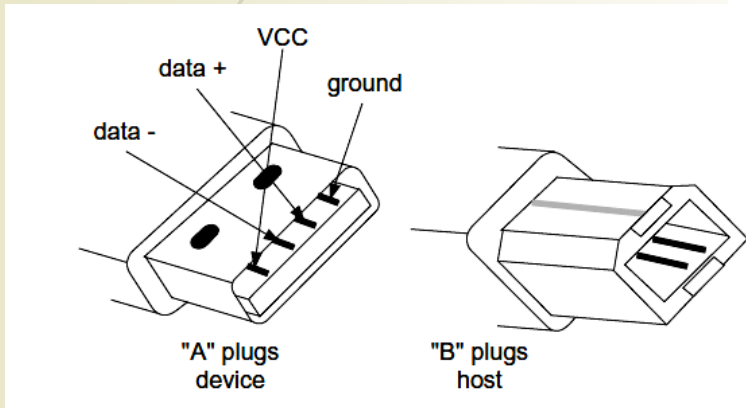
Serijski interfejs RS 232 (2)

Table 6.1. The main lines in RS-232C bus interface

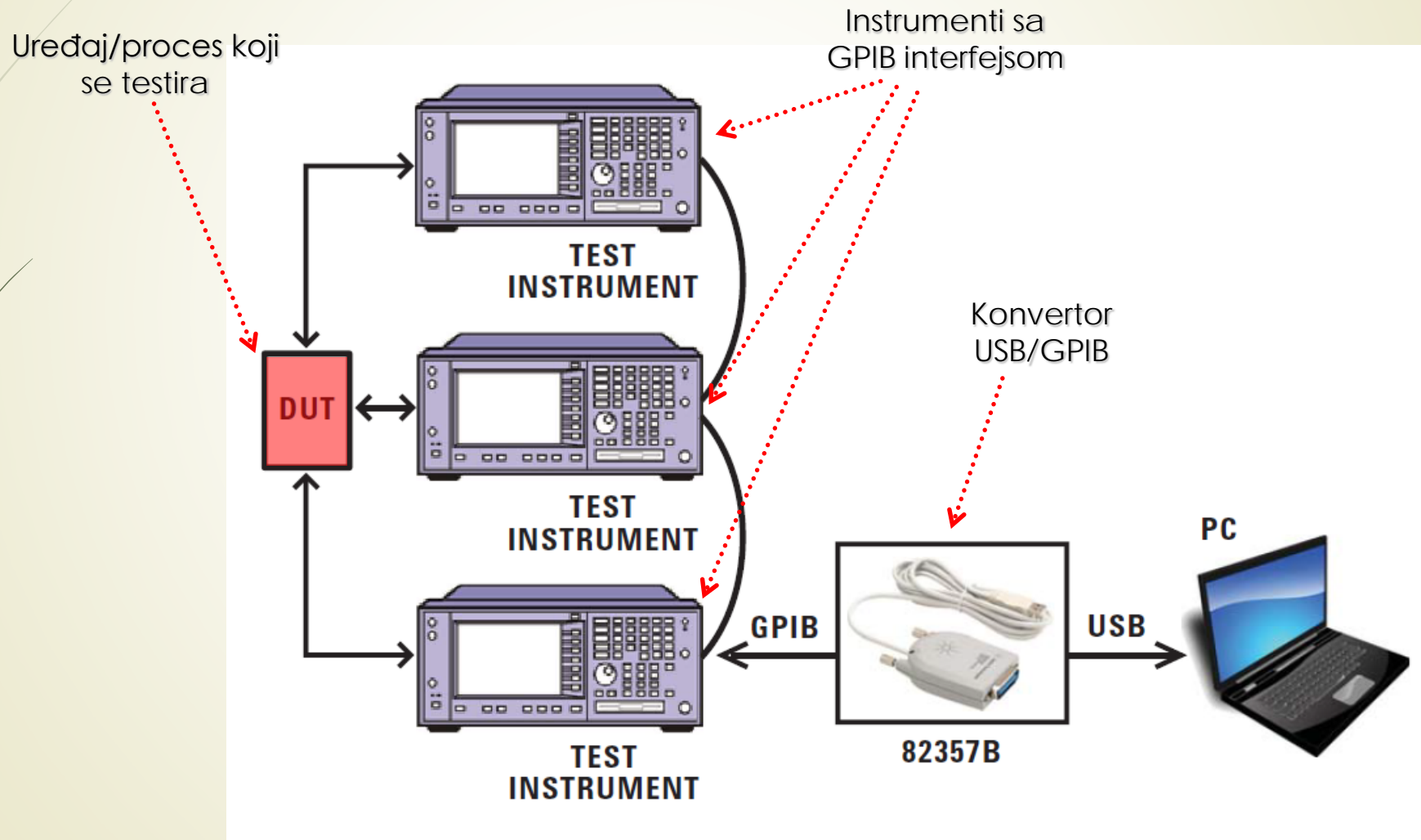
Pin No DB-9	Pin No DB-25	Code	Description
-	1	PG	Protective Ground
5	7	SG	Signal Ground
3	2	TxD	Transmitted Data
2	3	RxD	Received Data
7	4	RTS	Request to Send
8	5	CTS	Clear to Send
6	6	DSR	Data Set Ready
4	20	DTR	Data Terminal Ready
1	8	DCD	Data Carrier Detected
9	22	RI	Ring Indicator
	15	DB	Transmitter signal timing
	17	DD	Receiver signal timing
	24	DA	Transmitter signal timing



USB Interfejs

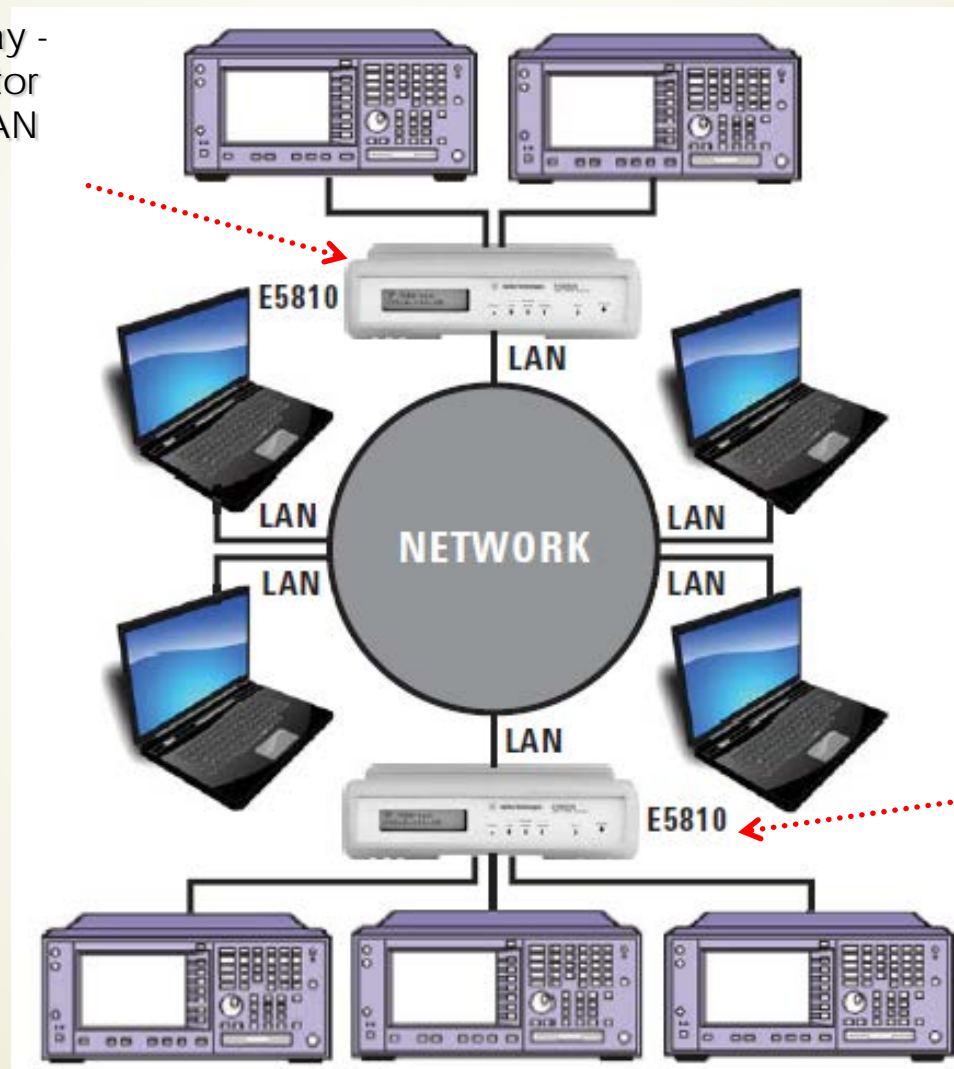


Merne mreža za testiranje uređaja (1)



Merne mreža za testiranje uređaja (2)

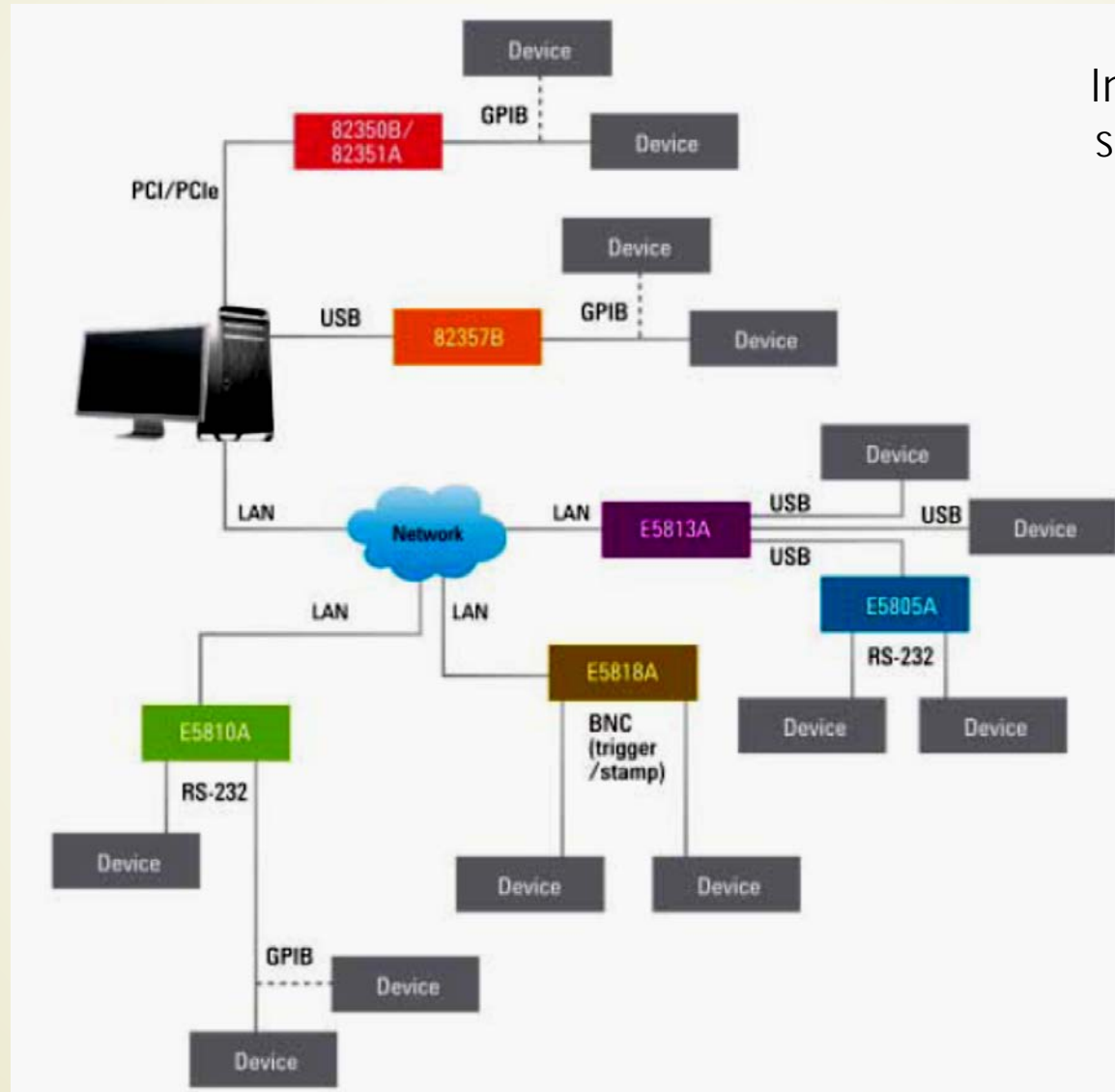
Gateway -
Konvertor
GPIB/LAN



Integracija
instrumenata
sa **LAN** konekcijom
u kompleksni mrežni
merni sistem

Gateway - Konvertor
GPIB/LAN

Merne mreža za testiranje uređaja (3)



Integracija instrumenata sa USB i LAN konekcijom u kompleksni mrežni mereni sistem

Softver za testiranje umreženih instrumeata

The image shows a screenshot of the Microsoft Development Environment (Visual Studio .NET Professional) with a C# code file open. The code is for a button click event handler that interacts with a DirectIO scope to read data from a GPIB device. The code includes comments for getting preamble scalars and data, and uses methods like `ReadListAsDoubleArray()` and `READIEEE310`.

```
private void m_acquireButton_Click(object sender, System.EventArgs)
{
    DirectIO scope = new DirectIO("GPIB0::7");

    // Get preamble scalars
    scope.WriteLine(":WAV:PREAMBLE?");
    double[] preamble = scope.ReadListAsDoubleArray();
    double yinc = preamble[7];
    double yorg = preamble[8];
    double yref = preamble[9];

    // Get data
    scope.WriteLine(":WAV:DATA?");
    byte[] rawdata = scope.READIEEE310();
    int length = 2048;
}
```

Overlaid on the code editor is the 'Analyze Signal' dialog box. It features two plots: 'Signal' and 'Magnitude Spectrum'. The 'Signal' plot shows a square wave signal. The 'Magnitude Spectrum' plot shows the frequency components of the signal. The dialog box has 'Acquire' and 'Close' buttons at the bottom.

Microsoft
Visual Studio .NET
Professional

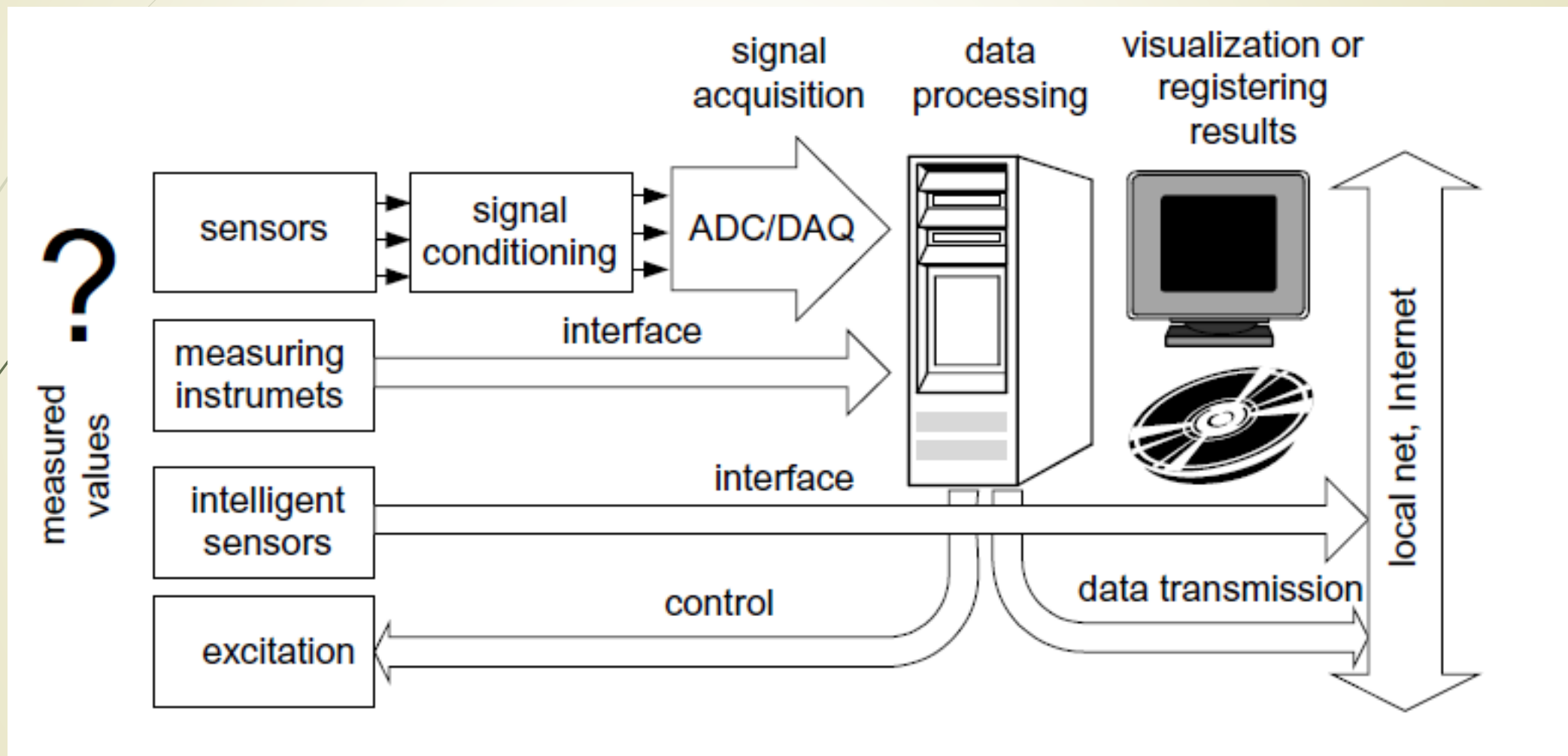
This product is licensed to:
Agilent Technologies
MCO

This program is protected by US and international
copyright laws as described in Help>About.
© 1987 - 2001 Microsoft Corporation. All rights reserved.

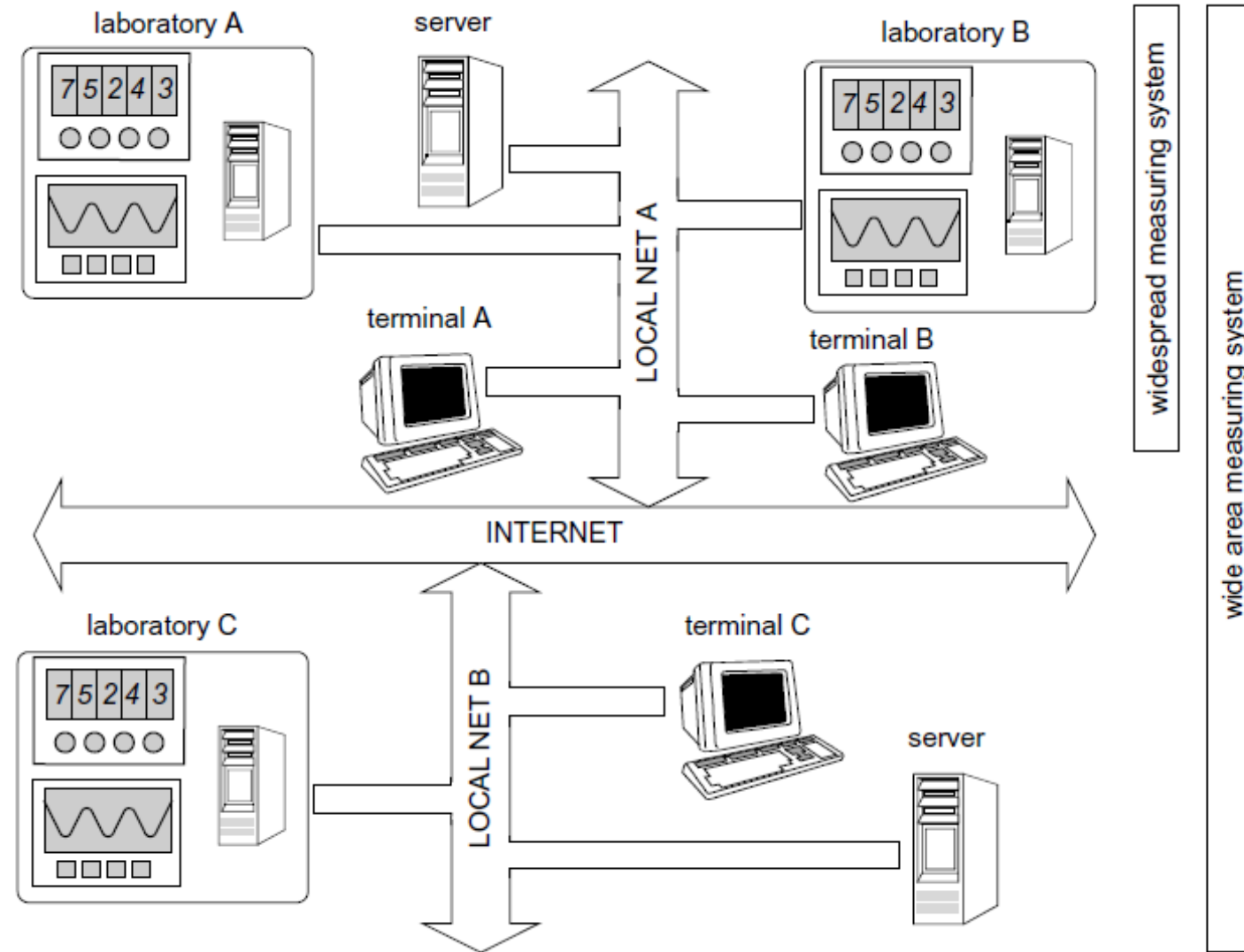
Installed Products from the Visual Studio Family:

- Microsoft Visual Basic .NET
- Microsoft Visual C# .NET
- Microsoft Visual C++ .NET
- Agilent T&M Programmers Toolkit
- Crystal Reports

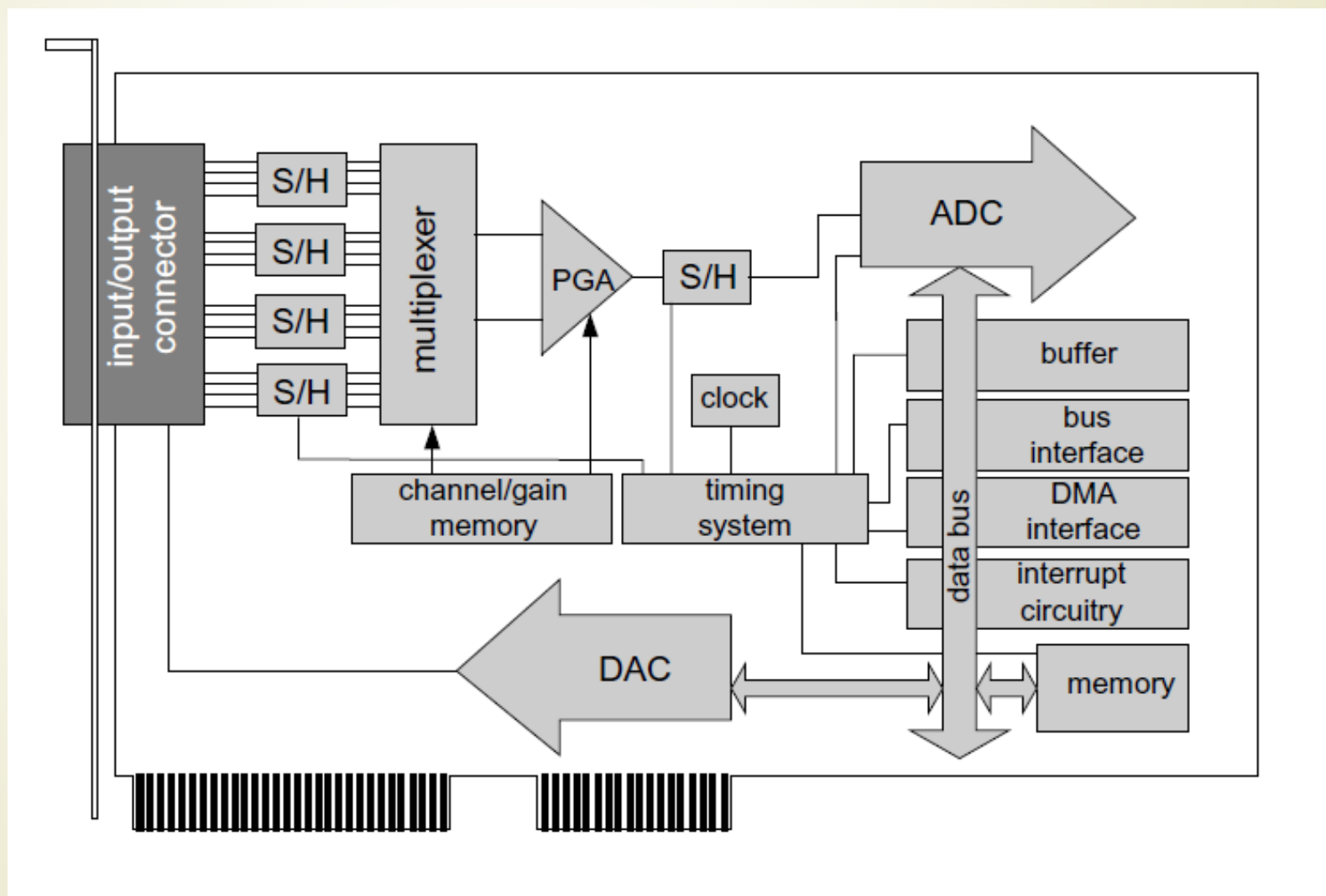
Računar-merni uređaj



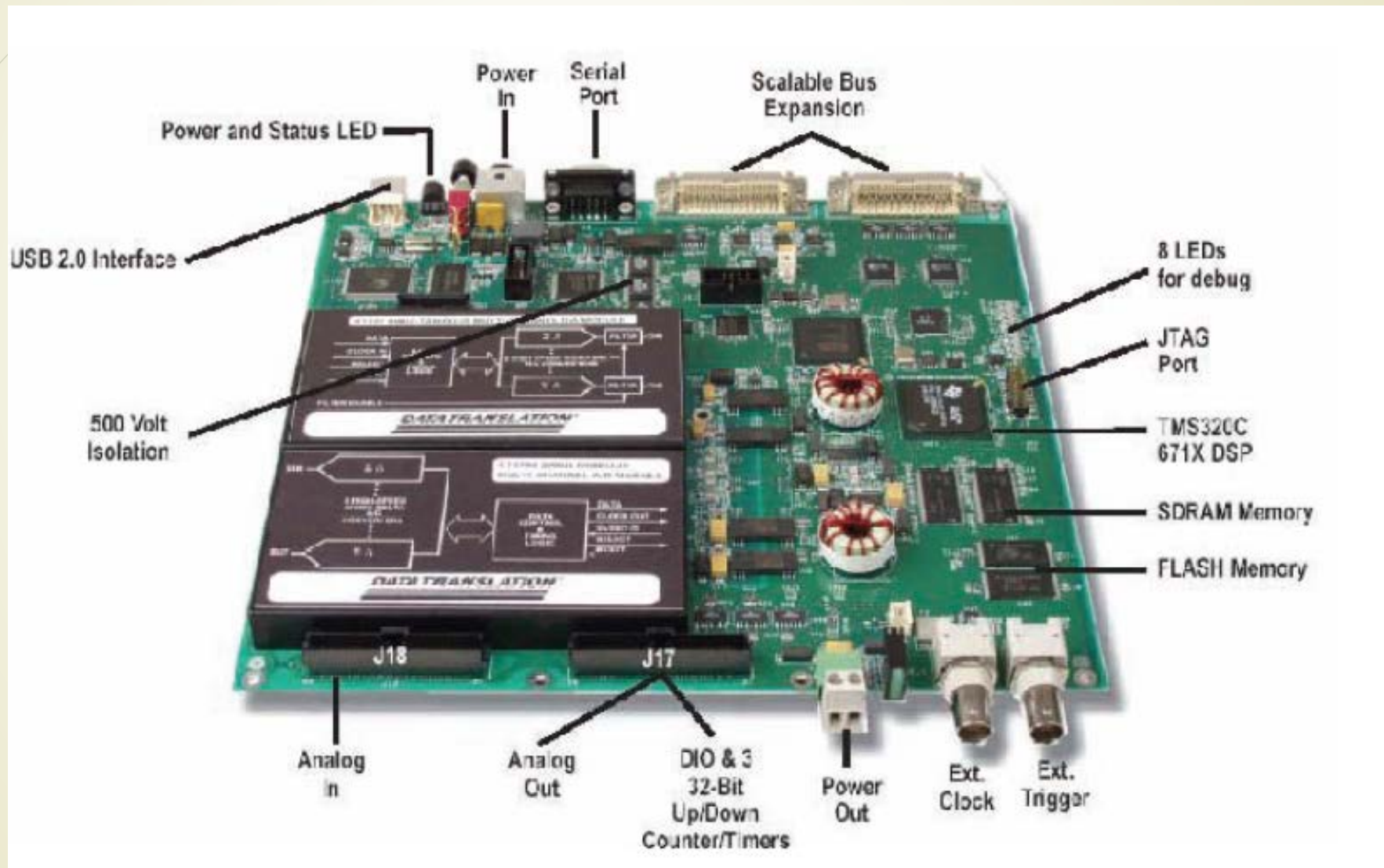
Širi aspekt mernog sistema



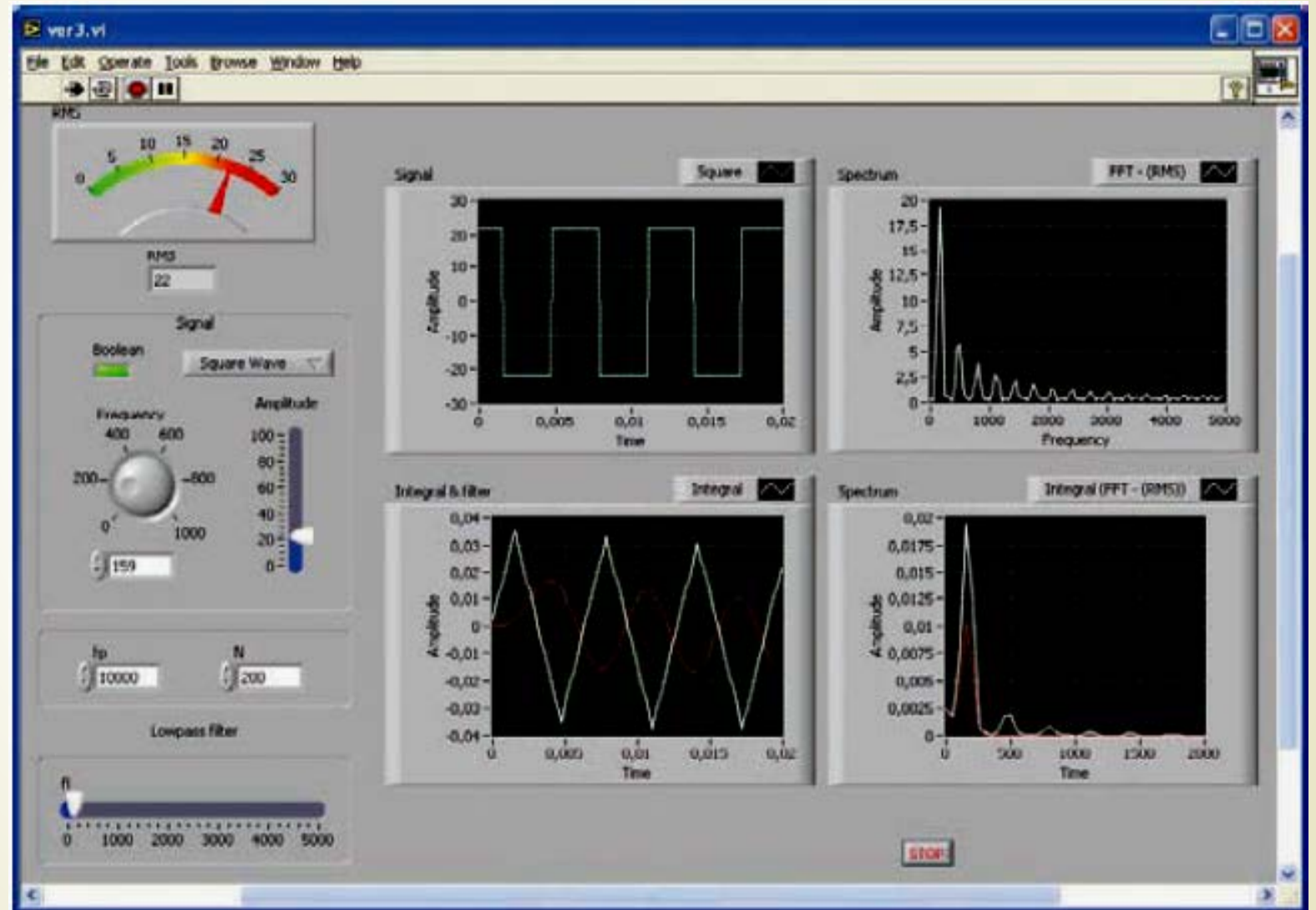
Tipčné DAQ ploče (1)



Tipčné DAQ ploče (2)



Virtuelna instrumentacija



LabView

