

Povezivanje laboratorijskih instrumenata s računarom

Milan Bjelica



Maj 2015.

Ovo je ključni deo kursa

Cilj: Naučiti kako se laboratorijskim uređajima upravlja pomoću računara.



(Hronoamperometrija, potencijostat-galvanostat PAR 273
FFH, maj 2015)

Terminologija

Instrument

Uređaj

Interfejs

Najčešće korišćeni interfejsi

- ▶ GPIB
- ▶ RS-232
- ▶ USB
- ▶ Ethernet (LAN)

GPIB

= General Purpose Interface Bus;

takođe i IEEE 488, HP-IB

Karakteristike

- ▶ omogućava povezivanje različitih instrumenata*
- ▶ topologije magistrala ili zvezda, max. 15
- ▶ visoki protok* (do 1 Mb/s)
- ▶ $l_{max} = \min(n \cdot 2 \text{ m}, 20 \text{ m})$

* terminologija nekog prošlog doba

Konektori



Amphenol 57

Stacking



Tri stanja uređaja

- ▶ listener
- ▶ talker
- ▶ controller

Linije interfejsa

- ▶ magistrala podataka (8)
- ▶ kontrolna magistrala (3)
- ▶ upravljačka magistrala (5)

TTL, negativna logika

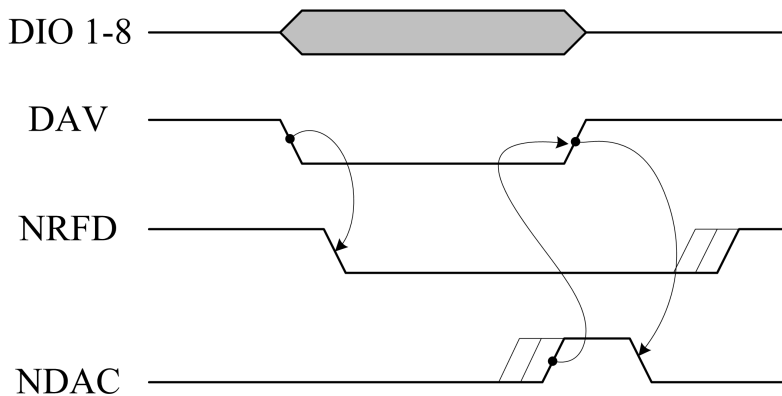
Magistrala podataka

- ▶ DIO 1-8
- ▶ bit-paralelan, bajt-serijski prenos
- ▶ prenos adrese, univerzalnih i adresiranih komandi, odgovora, statusa

Kontrolna magistrala

- ▶ DAV (Data Valid): izvor objavljuje da je podatak na DIO važeći
- ▶ **NRFD** (Not Ready for Data): visok nivo označava da su svi primaoci spremni da prihvate novi bajt sa DIO
- ▶ **NDAC** (Not Data Accepted): visok nivo označava da su svi primaoci preuzeli podatak sa DIO

Handshaking



Upravljačka magistrala

- ▶ REN (Remote Enable): sistemski kontroler preuzima upravljanje instrumentima
- ▶ ATN (Attention): hi – na DIO upravljačke poruke, lo – podaci za instrumente
- ▶ IFC (Interface Clear): sistemski kontroler resetuje interfejse i preuzima kontrolu
- ▶ **SRQ** (Service Request): instrument traži servis od kontrolera
- ▶ EOI (End or Identify): ATN = 0, EOI = 1 – kraj prenosa; ATN = 1, EOI = 1 – IDY (kontroler, paralelno prozivanje)

Adresiranje

DIP prekidači (pozadi), ili preko komandi na prednjoj ploči

ATN = 1

DIO	8	7	6	5	4	3	2	1
Adresa				2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
Talk	x	1	0	ADR				
Listen	x	0	1					
Sec. adr.	0	1	1	...				

RS-232

- ▶ jednostavan
- ▶ jeftin
- ▶ prevaziden?

Terminologija

DTE – računar

DCE – modem/periferija

Šta je instrument?

Konektori



D-sub (na slici DE-9, ranije i DB-25)

Linije

TxD

RxD

RTS

CTS

DTR

DSR

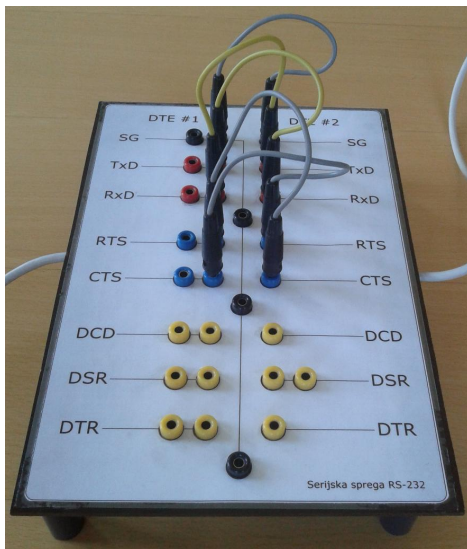
DCD

RI

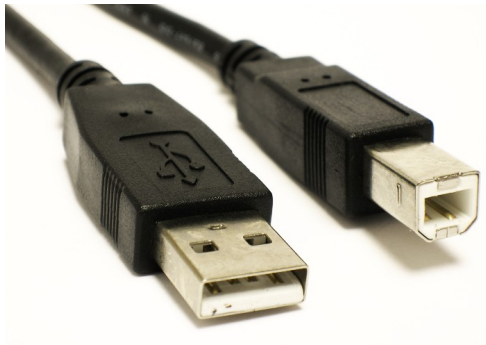
Potrebno je pažljivo proučiti dokumentaciju

- ▶ **protok** – npr. 9600 b/s,
- ▶ **format jedinice podataka** – npr. 8-N-1,
- ▶ **handshaking** – npr. RTS/CTS,
- ▶ **vrsta kabela** – *null-modem* (X), ako je i instrument DTE; u suprotnom, *straight-through* (=)

Breakout box



USB



Virtuelni serijski port

≈ enkapsulacija RS-232 u USB

fizička veza je posredstvom USB kabla (i porta), dok je
logička RS-232

pogodno u slučajevima kada računar nema RS-232 port

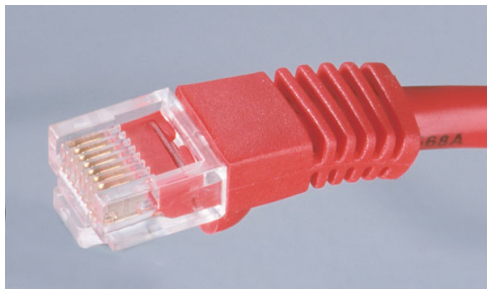
Konvertor protokola GPIB-USB (VSP)



master rad, Milan Kolundžija, 2013.

proprietary: 740 EUR, ovaj oko 10 puta jeftiniji

LAN (Ethernet)



Upravljanje instrumentima

Recept

1. otvoriti i konfigurisati port
2. adresirati instrument (opciono)
3. na port poslati *string* koji sadrži naredbu/upit
4. ako je u pitanju upit, pročitati odgovor sa porta, ponovo u vidu stringa
5. na kraju zatvoriti port

Softver

Python + moduli:

- ▶ pyserial (serijski)
- ▶ pyusb + usbtmc (USB)
- ▶ Python VXI-11 (LAN)

Otvaranje porta

Windows, COM 2 (npr.)

```
import serial  
  
instr = serial.Serial(1)  
instr.timeout = 5
```

Slanje i čitanje podatka

```
instr.write('CHAN1:COUP:DC\n')  
instr.write('CH1:SCA?\n')  
scale = float(instr.readline())  
  
newscale = scale * 2.  
instr.write('CH1:SCA ' + str(newscale) \  
+ '\n')
```

Zatvaranje porta

```
instr.close()
```

Primer 2

Ubuntu, serijski port

```
import serial

par = serial.Serial(0, timeout = 2)
par.write('ID\r')
par.readline()
'273\r*'
par.close()
```


Primer 3

Ubuntu, virtuelni serijski port (GPIB/USB)

```
import serial

hp = serial.Serial('/dev/ttyUSB0', \
28800, timeout = 2)
hp.write('+eoi:0\r')
hp.write('+eos:13\r')
hp.write('+a:7\r')
hp.write('FR1.6MZ\r')
hp.write('QFR\r')
hp.write('+read\r')
hp.readline()
'R 0001600000.HZ'
hp.close()
```

Primer 4

USB

```
import usbtmc  
  
fg = usbtmc.Instrument(0x0957, 0x1755)  
fg.ask('*idn?')  
fg.close()
```

Primer 5

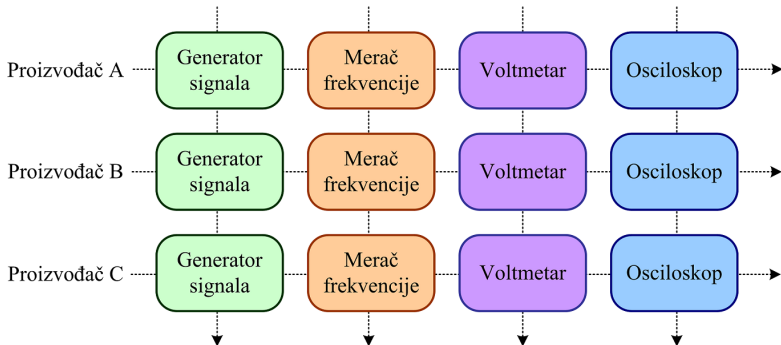
LAN

```
import vxil11  
  
sa = vxil11.Instrument('147.91.10.54')  
sa.ask('*idn?')  
sa.close()
```

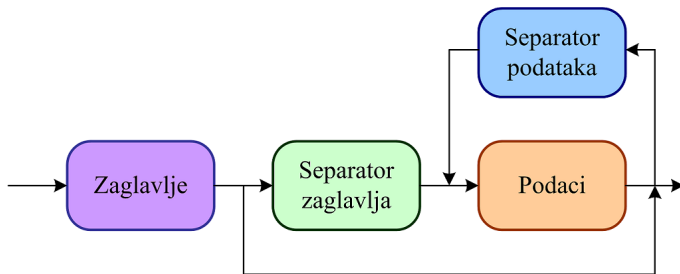
SCPI

Standard
Commands
for
Programmable
Instruments

Cilj: horizontalna i vertikalna kompatibilnost



Format poruke

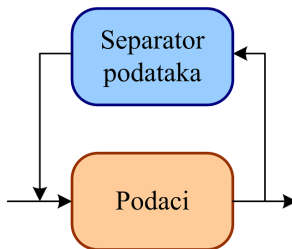


*IDN?

CALC:MARK1:COUN:FREQ?

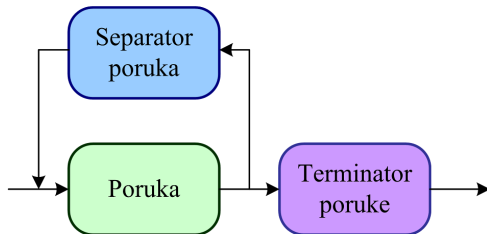
FREQ:SPAN 10MHz

Format odgovora



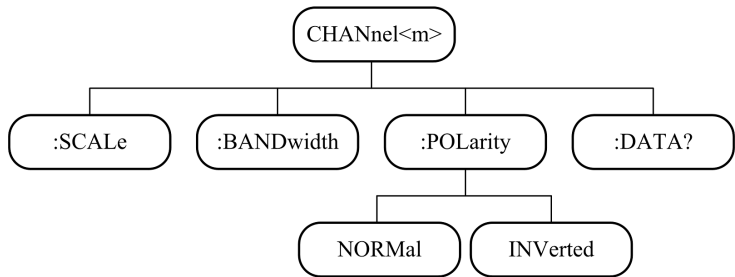
-9.477E-008,9.477E-008,200000,1

Završetak poruke



FREQ:STAR 20MHz;FREQ:STOP 2000MHz\n

Hijerarhijska struktura naredbi



Duži i kraći oblik naredbi

[SENSe:]FREQuency:SPAN

sense:frequency:span 10MHz

sens:frequency:span 10MHz

sense:freq:span 10MHz

sens:freq:span 10MHz

frequency:span 10MHz

freq:span 10MHz

Ipak,

Za konkretne liste naredbi, njihove sintakse, kao i sintakse odgovora, treba konsultovati dokumentaciju instrumenta.

Ponekad ovo nije u osnovnom uputstvu, već je poseban dokument (npr. *Programmer Manual*).