

LCC

## Sustavi za praćenje i vođenje procesa

Branko Jeren i Predrag Pale

Fakultet elektrotehnike i računarstva  
Zavod za elektroničke sustave i obradbu signala

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa
RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

LCC

### Potreba ↔ realizacija

- uključit/isključiti uređaj
- koja je razlika između
  - prekida strujni krug
  - šalje signal

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa
RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

LCC

### Signalizacija između uređaja

- signalizirati stanje
  - uključiti/isključiti (on/off)

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa
RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Signalizacija između uređaja

- signalizirati intenzitet
- od - do

B.Jeren | P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Signalizacija između uređaja

- signalizirati simbol
- broj 0-9, slovo A-Z, znak !"#\$%&

**Paralelna komunikacija**

B.Jeren | P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Signalizacija između uređaja

- signalizirati simbol
- ali samo po jednoj žici!

**Serijska komunikacija**

B.Jeren | P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Paralelna / serijska komunikacija

- paralelna
  - IEEE1284, "Centronics"
  - GPIB/HPIB
  - SCSI
  - tipično 8 bita
  - 2 Mbyte/sec
  - manje udaljenosti (tipično do 10m)
- serijska
  - 1 bit
  - veće udaljenosti (i do 1000m)



B.Jeren | P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa

RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Serijska komunikacija

- USB
- SPI
- I<sup>2</sup>C
- RS485
- RS 449, RS 422
- RS 485

**RS232c**

B.Jeren | P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa

RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

### RS-232c



B.Jeren | P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa

RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

## RS-232

- digitalni serijski **međusklop**
- **najrašireniji**
  - iako star, koristi se i u novim uređajima
    - kad je potrebna izuzetno **visoka pouzdanost**
  - često **podloga** za druge protokole
- **povezuje**
  - DTE – Data **T**erminal Equipment
    - terminali, **računala**, printeri i sl.
  - DCE – Data **C**ommunication Equipment
    - **modemi**
  - koristi se i za vezu DTE s DTE



B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sadržaj predavanja

- što je RS-232
- konektor i signali
- električke karakteristike
- protokol
- spajanje uređaja
- prijenos podataka
- brzine i udaljenosti
- nedostaci i rješenja
- drugi serijski standardi

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Što je RS-232 ?

- EIA RS-232-C standard
  - Electronic Industries Association
  - definira **signale** i način rada DTE i DCE
  - definira **konektor** i **električne karakteristike**
  - **ne definira** prijenos podataka
- Žargon za brojne varijante i izvedenice
  - najčešće **V.24**

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Što je V.24 ?

- **CCITT V.24 standard**
  - International Telegraph and Telephone Consultative Committee
  - danas ITU-T
    - International Telecommunication Union
  - definira signale i način rada DTE i DCE
  - **ali**
    - **ne definira** konektor (to definira ISO)
    - **ne definira** el. karakteristike (to definiraju V.10 i V.11)
  - **isto kao ni RS-232c**
    - **ne definira** prijenos podataka

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa

RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

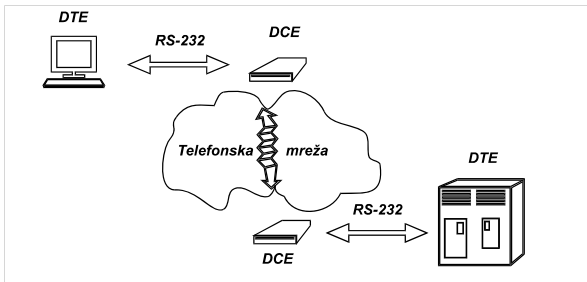
---

---

---

---

## Dakle, što je RS 232 ?



- međusklop za povezivanje DTE i DCE
  - DTE - Data **T**erminal Equipment
  - DCE - Data **C**ommunication Equipment

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa

RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Što definira RS-232 ?

- propisuje DB 25 konektor
  - “muški” za DTE (p=Pin)
  - “ženski” za DCE (s=socket)
- **napone** od -12V do +12V
- **25 signala**
  - danas se najviše koriste 9 (često na DB 9)
  - full-duplex je moguć i samo na 3 signala
- **brzine prijenosa** barem do 20 kbps (19.200)
- **duljine kabela** barem do 15 m (50 ft.)



B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa

RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Konektor i signali

**DB25**

2 - Tx (Transmit Data)	4 - RTS (Request to Send)
3 - Rx (Receive Data)	5 - CTS (Clear to Send)
7 - GND (Signal Ground)	8 - DCD (Data Carrier Detect)
	6 - DSR (Data Set Ready)
1 - Frame GND	20 - DTR (Data Terminal Ready)
	22 - RI (Ring Indicator)

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Naponi

- **raspon** od 12V do +12V  
– tolerira se -15V do +15V
- **nedefinirano** (zaštitno) područje od -3V do +4V
- binarna 1, logička 0 je od -3V do -12V
- binarna 0, logička 1 je od +4V do +12V

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Spajanje uređaja

- DTE i DCE se spajaju kabelom "1 na 1"  
– s 25, 10, 9 ili barem 3 žice
- DTE i DTE se spajaju  
– preko null modema  
– "null modem kabelom"
- spoj samo s 2 žice (Tx i GND)  
– za jednosmjernu vezu (tipično printer)

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---







## RJ-45 i RJ-11

EIA-568 Interface

RS-232 RJ-11

- RJ-45
- 1 DSR/RI
- 2 DCD
- 3 DTR
- 4 GND
- 5 Rx
- 6 Tx
- 7 CTS
- 8 RTS

- RJ-11
- 1 Oklop
- 2 Rx-
- 3 Tx-
- 4 Tx+
- 5 Rx+
- 6 Oklop

**PAŽNJA !!!**  
razne izvedbe

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Duljine kabela

Bit Rate	Oklopljeni	Neoklopljeni
110	1500 (5000ft)	900 (3000ft)
300	1500 (5000ft)	900 (3000ft)
1200	900 (3000ft)	900 (3000ft)
2400	300 (1000ft)	150 (500ft)
4800	300 (1000ft)	75 (250ft)
9600	75 (250ft)	75 (250ft)
19200	15 (50ft)	15 (50ft)

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Nedostaci i rješenja

- nedostaci
  - potrebne su **veće** brzine i udaljenosti
  - problem **smetnji**
  - preveliki **konektori**
  - previše **signala**
- rješenja u novim **međusklopovima**
  - RS 449 (s dodatnim RS-422-A)
    - 2 Mbps do 60 m
    - balansiran (GND za svaki signal)
    - 37 kontakata (i dodatni od 9)
- rješenja u novim **modemima**
  - optički modemi
    - >64kbps na više od 2 km

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Način realizacije

- signali
  - nekad
    - specijalizirani međusklopovi (SIO)
      - Z80-SIO, UART 8250 (PC), USART 8251, 16450, 16550 (FIFO)
  - danas: **integrirano u sve mikrokontrolere** – USART
    - čak i do 4 kanala
- prijenos podataka
  - oktet <-> bit konverzija
  - **automatski**, u SIO međusklopu
- protokol
  - programski
- električke karakteristike
  - nekad: SN 75188 i SN 75189, Motorola 1488 i 1489
  - danas: Maxim **MAX 232** (A, E, 233 itd)

B.Jeren | P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991-2016

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Drugi standardi za serijski prijenos

- RS 485
  - (TIA-485-A)
- USB
- SPI
- I<sup>2</sup>C

B.Jeren | P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991-2016

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### RS 485 (TIA-485-A)

- samo **električke** specifikacije, ne protokol
- **multipoint**
  - do 32 uređaja
- **dvije žice**, diferencijalno
- do **1300 m**
- **100kbps** (1200m)
  - i do **35Mbps** (10m)

B.Jeren | P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa LTC1334

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

## USB - Universal Serial Bus

- najčešći danas
- brzine: 1.5, 12, **480 Mbps**, te 5, 10 Gbps
- 2 žice, diferencijalno
- udaljenost do 5 m

B.Jeren | P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

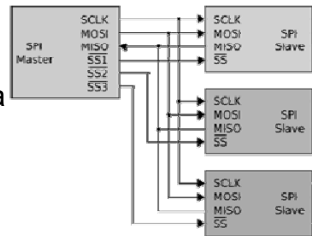
---

---

---

## SPI – Serial Peripheral Interface

- **kratke** udaljenosti – 1m
- **ugrađeni** (embedded) sustavi
- za: senzore, SD kartice, LCD prikaznike, ...
- **4 žice**
- **master-slave**
- **sinkrona komunikacija**  
– full duplex
- **1 Mbps**
- de facto standard
- razvila Motorola



B.Jeren | P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

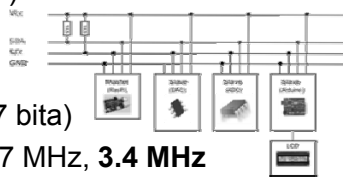
---

---

---

## I<sup>2</sup>C - Inter Integrated Circuit Communications

- povezivanje na **tiskanoj pločici**  
– ADC, DAC, tipkovnice, LCD prikaznici, memorije ...
- **male udaljenosti**
- **dvije žice** (SDA, SCL)
- **127 čvorova**
- **master-slave**
- adresiranje slave-a (7 bita)
- 100 kHz, 400 kHz, 1.7 MHz, **3.4 MHz**
- razvio Philips



B.Jeren | P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2016.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---