

LSS

## 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.-2015.

---

---

---

---

---

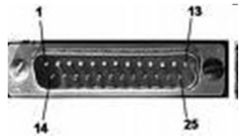
---

---

---

LSS

## RS-232c



B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---

---

---


---

---

LSS

## 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 i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---

---

---

---

---

LSS

## Serijska komunikacija

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

RS232c

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---

---

---

---

---

LSS

## 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 Terminal Equipment
    - terminali, računala, printeri i sl.
  - DCE – Data Communication Equipment
    - modemi
  - koristi se i za vezu DTE s DTE



B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---

---

---

---

---

LSS

## 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.-2015.

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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.-2015.

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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.-2015.

---

---

---

---

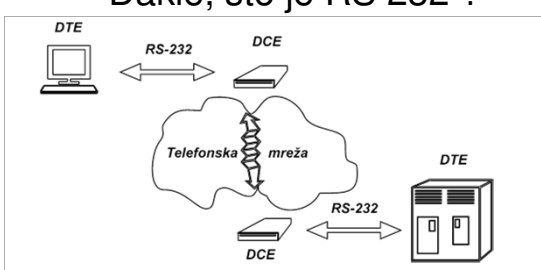
---

---

---

---

### Dakle, što je RS 232 ?



- međusklop za povezivanje DTE i DCE
  - DTE - Data Terminal Equipment
  - DCE - Data Communication Equipment

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Što definira RS-232 ?

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

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---

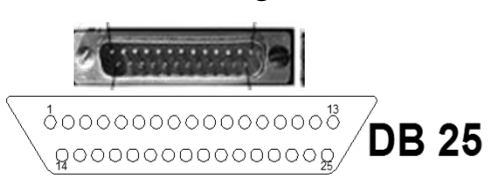
---

---

---

---

### Konektor i signali



**DB 25**

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.-2015.

---

---

---

---

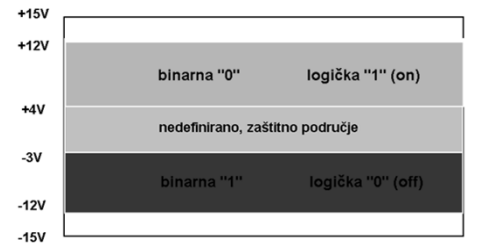
---

---

---

---

### 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.-2015.

---

---

---

---

---

---

---

---

## 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 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.-2015.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Null modem

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Signalizacija-protokol

Uređaj	Signal	Opis značenja
Computer	DTR +	Uspješno dovršeno priključivanje. Spreman za rad.
Modem	DSR +	Da sam uključena. Koji broj da nazovem?
Modem	DCD +	Priznati modem se: udarom i mehaničkim kontaktom uspostavio vezu.
Computer	CTS +	Imam podatke: Može li ih poslati?
Modem	CTS +	Da, poslati! Šalji mi podatke.
Computer	BDI ...	Prekazi teksta, znak po znak.
Modem	... BDI	Modem ili prijam i šalje u tekstuodnos linija.
Modem	CTS -	Modem stani malo! Trebat će mi vremena za pripremu sljedećih podataka na liniji.
Modem	CTS +	Rad je sve u redu, šalji dalje podatke.
...	...	Čiji protokol u predhodno izdani listići: za ponovnu uspostavljanje linije puta, ako nekako treba uspostaviti i postaviti sljedeći.
Computer	DTR -	Završio sam s poslom (završavanje). Prekini tekstuodnos linija.
Modem	DCD -	U redu. Linija prekinuta.

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---


---

---


---


---

## Prijenos podataka



- asinkroni
  - tipično za terminale
  - jednostavni sklopovi i SW
  - problem sinkronizacije kod “zasičene” veze
  - barem 25% “overhead-a”
  - jednostavna zaštita
  
- sinkroni
  - stariji terminali (IBM, Univac)
  - mali “overhead”
  - dobro podnosi “zasičenu” vezu
  - bolja zaštita, ali retransmisija cijelog paketa
  - složeni sklopovi i SW





B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Asinkroni prijenos podataka





- asinkroni
  - znak po znak
    - s promjenjivim razmakom među njima
  - 5 do 8 bitova informacije
  - moguć 1 bit pariteta (kontrola)
  - 1 start i 1 (1.5 ili 2) stop bit (za sinkronizaciju)

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---


---

---

---

---

## Sinkroni prijenos podataka



ZAGLAVLJE		PODACI			KONTROLA		EPILOG
HEADER	ZNAK 1	ZNAK 2	ZNAKOVI	ZNAK N	CRC	TAIL	
111111	10101111	10101100		11111010		111110	

...11111110101111010101100...1111010101010101010111110...

- sinkroni
  - više znakova u “paketu”
  - zaglavlje i epilog (za sinkronizaciju)
  - kontrolni znakovi za zaštitu cijelog paketa

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---

---



---

---

---

### Alternativni konektori

- DB 25 je po standardu
- koriste se i :
  - DB 9
  - RJ-45
  - RJ-11
- “skupni” konektori
  - za uređaje sa više serijskih veza (kom. serveri)
  - DB 25, DB 37 i sl.
  - DB 60
  - TELCO konektor

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---


---

---


---

---

### DB 25 i DB 9



- DTE sa DB 25
  - 1 frame GND
  - 2 Tx
  - 3 Rx
  - 4 RTS
  - 5 CTS
  - 6 DSR
  - 7 GND
  - 8 DCD
  - 20 DTR
  - 22 RI



- DTE sa DB 9
  - 1 DCD
  - 2 Rx
  - 3 Tx
  - 4 DTR
  - 5 GND
  - 6 DSR
  - 7 RTS
  - 8 CTS
  - 9 RI

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---


---

---


---

---

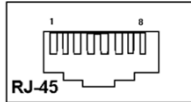
### RJ-45 i RJ-11



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



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



B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---


---

---

---

---

---



## Duljine kabela

Baud 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.-2015.

---

---

---

---

---


---

---

---

---

---



## Nedostaci i rješenja

- **nedostaci**
  - potrebne su **veće** brzine i udaljenosti
  - problem **smetnji**
- **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.-2015.

---

---

---

---

---


---

---

---

---

---



## Način realizacije

- **signali**
  - nekad
    - specijalizirani međusklopovi (SIO)
      - Z80-SIO, UART 8250 (PC), USART 8251, 16450, 16550 (FIFO)
  - danas: integrirano u mikrokontrolere
- **prijenos podataka**
  - oktet <-> bit konverzija
  - 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 i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



### Drugi standardi za serijski prijenos

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

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

RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---

---

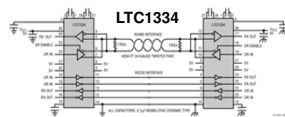
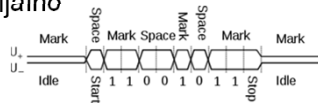
---

---

---

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

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



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

RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---

---

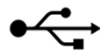
---

---

---

### USB - Universal Serial Bus

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



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

RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---

---

---

---

---

### SPI – Serial Peripheral Interface

- kratke udaljenosti
- 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 i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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 i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Ako želite više znati...

- stanje standarda
- brzina vs. udaljenost za > 19.2 kbps
- CRC algoritam, inačice
- ASCII, EBCDIC, ...
- optički modemi
- ICs za RS-232
- RS-449 i RS-422-A

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---

---

---

---

---

**Ukratko**

- RS-232 je standard (kao i V24)
- konektor i signali
  - DB25 (DB9, RJ11, RJ45)
  - Rx, Tx, GND CTS, RTS DSR, DTR, DCD RI
- električke karakteristike
  - -15 do +15 (-3 do +4)
- Protokol
  - CTS – RTS
  - DSR - DTR
- spajanje uređaja
  - DTR s DCE
  - Null modem
- prijenos podataka
  - asinkroni
  - sinkroni
- brzine i udaljenosti
  - 19.200 bps na 15m
- nedostaci i rješenja

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---

---

---

---

---

**Sustavi za  
praćenje i vođenje procesa**

SPVP.zesoi.fer.hr

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa RS-232c © 1991.-2015.

---

---

---

---

---

---

---

---