



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

USB © 2008.



USB

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

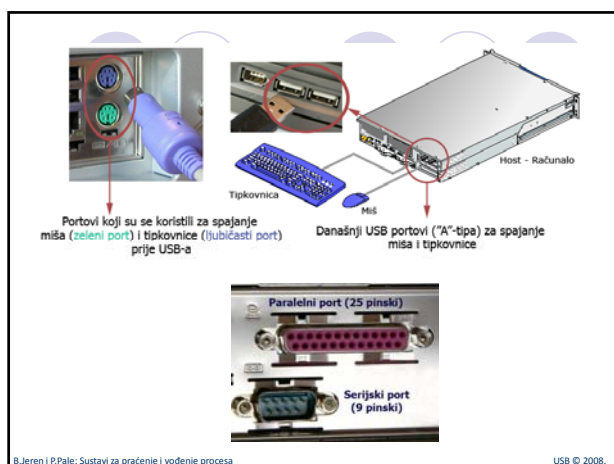
USB © 2008.

USB

- *Universal Serial Bus*
- jedinstveni način spajanja računalnih vanjskih jedinica na osobno računalo
 - miš, tipkovnica, printer, skener, modem, digitalna kamera, joystick,...
- zamjena za serijska (RS-232) i paralelna (Centronics) sučelja koji imaju
 - puno više žica u kabelu
 - velike konektore
 - dosta manje brzine prijenosa
- smanjiti broj različitih kabela
- smanjiti broj i veličinu priključaka (*portova*) na računalo
- dinamičko spajanje i odspajanje vanjskih uređaja – na “živo” (*hot-swapp* uređaji)
 - bez potrebe za resetiranjem računala (*Plug and Play*) i instalacijom potrebnih *driver-a*
 - instalacija se radi samo prvi put
 - po mogućnosti automatski

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

USB © 2008.



Standardi

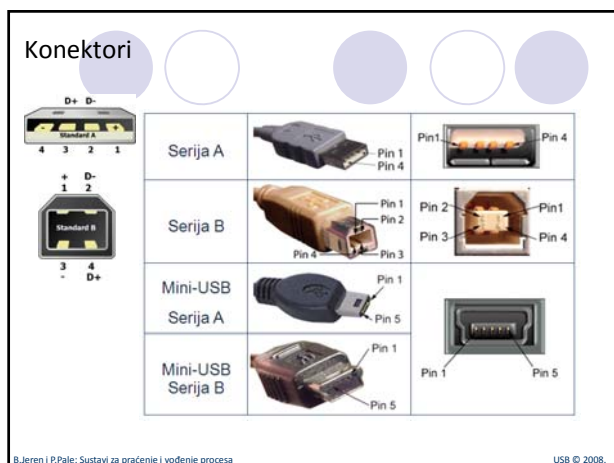
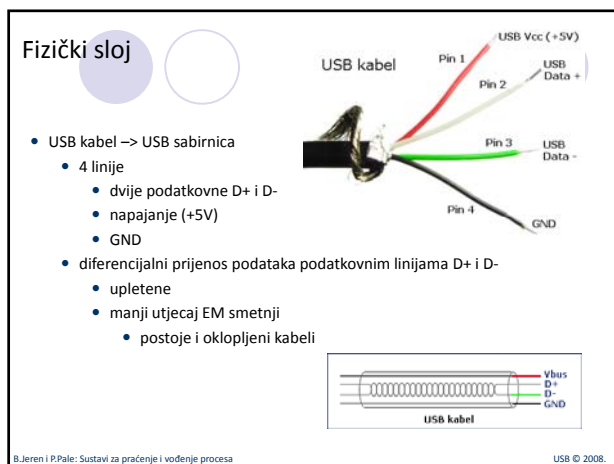
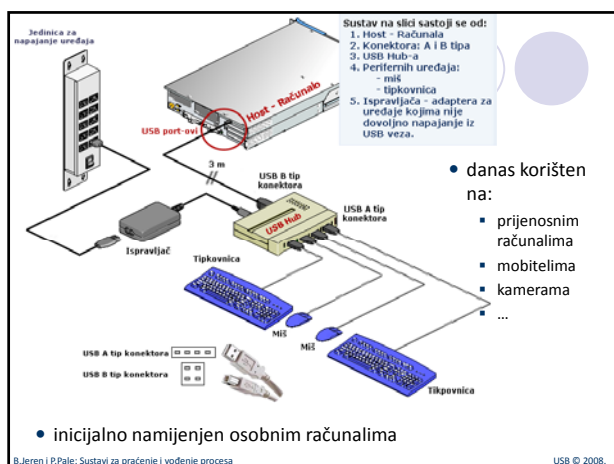
- USB-IF (USB Implementers Forum) standardi
 - neprofitna organizacija za promoviranje USB-a
 - osnovana 1995. godine
 - Intel, Apple Computer, Hewlett-Packard, NEC, Microsoft i Agree Systems
- USB 0.7
 - studeni 1994. godine
- USB 1.0
 - siječanj 1996. godine
 - Low-speed: 1.5 Mbps
 - Full-speed: 12Mbps
- USB 1.1
 - rujan 1998. godine
 - Low-speed i Full-speed
- USB 2.0
 - travanj 2000. godine
 - 40 puta veća brzina prijenosa: 480Mbps
 - dodatna širina pojasa veze za multimediju

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa USB © 2008.

USB arhitektura

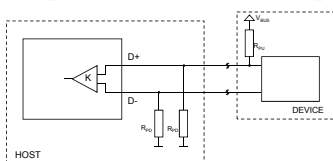
- USB kontroler (engl. *host*) – nalazi se na računalu
- USB veza (engl. *interconnect*) – komunikacijski put između računala i uređaja
- USB uređaj (engl. *USB device*) – priključuje se na računalo

B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa USB © 2008.



Fizički sloj

- DC signalizacija na sabirnici



- diferencijalna "0" na sabirnici:
 $(D-)-(D+) > 200\text{mV}$

- diferencijalna "1" na sabirnici:
 $(D+)-(D-) > 200\text{mV}$

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

USB © 2008.

Brzine i udaljenosti

- definirane su brzine
 - *Low-speed* (1.5Mbps)
 - *Full-speed* (12 Mbps)
 - *High-speed* (480 Mbps)
- uz dozvoljenu duljinu kabela od
 - 5 m za uređaje s većom brzinom rada (printer, skener, ...)
 - 3 m za uređaje s manjom brzinom rada (miš, tipkovnica, ...)
- kašnjenje signala po metru kabela smije biti maksimalno 5.2 ns
- za povećanje udaljenosti u strukturu se dodaje HUB

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

USB © 2008.

HUB

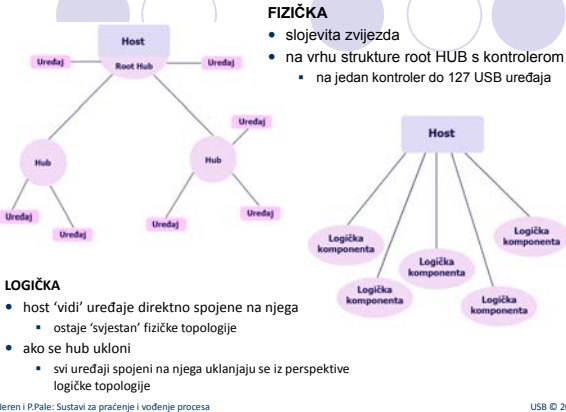


- služi za proširivanje strukture
- pojačava signal
- ima više izlaza
- HUB s napajanjem
 - ako se spajaju uređaji koji traže veće napajanje i nije im dovoljno napajanje koje crpe iz svojih USB veza (nemaju vlastito napajanje)
 - uređaji iz USB signalnih linija mogu "vuku" više od 100mA
 - printeri, skeneri, kamere
- HUB bez napajanja
 - kada uređaji koji se priključuju na njega imaju vlastito napajanje
 - ili ako troše jako malo
 - uređaji "vuku" iz USB signalnih linija manje od 100mA
 - miš, tipkovnica, joystick

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

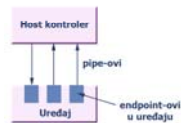
USB © 2008.

Topologija



Protokol

- endpoint**
 - predstavlja kraj komunikacijskog toka između host-a i uređaja
 - svi USB uređaji imaju *endpoint* 0
 - za prijenos korisničkih informacija kod konfiguracije tek priključenog USB uređaja
 - jednosmjerna komunikacija
- pipe**
 - veza između USB uređaja i *endpoint*-a (software)
- prijenos podataka između memorijskog spremnika na *host*-u i *endpoint*-a na USB uređaju
- podaci se prenose kao paketi
- postoje 4 vrste prijenosa
 - Kontrolni (*Control transfer*)
 - Izokroni (*isochronous transfer*)
 - Prekidni (*Interrupt transfer*)
 - Masovni (*Bulk transfer*)
- Enumeracija
 - proces dodjeljivanja 7-bitne adrese uređaju kod njegovog priključenja na *host*
- Transfer Management**
 - zauzimanje određene širine pojasa prije prijenosa podataka
 - između *host*-a i uređaja
 - ovisi o vrsti prijenosa



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

USB © 2008.

Kontrolni prijenos

- prijenos bez gubitka informacija
 - kod konfiguracije novo priključenog USB uređaja
- koristi ga USB sistemski *software* na *host*-u za pribavljanje, konfiguraciju i izdavanje nekih naredbi USB uređaju
- najčešći prijenos *endpoint*-om 0

Izokroni prijenos

- zahtijeva garantiranu širinu pojasa tijekom prijenosa
- koristi se za prijenos paketa u stvarnom vremenu (*real-time*)
 - audio i video prijenos
 - USB slušalice i mikrofoni
 - ima CRC algoritam
 - nije moguće ponovno slanje u slučaju pogreške
- važnije za prijenos podataka "on time"

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

USB © 2008.

Prekidni prijenos

- ovim načinom prijenosa *host* provjerava da li priključeni uređaj ima neke podatke za preneti
 - *host* radi "polling" (pozivanje) svakih [1,255] ms
- prijenos male količine podataka
 - miš, joystick, tipkovnica

Masovni prijenos

- za prijenos velike količine podataka
- prijenos bez gubitka informacija
 - CRC algoritam
 - moguće ponovno slanje u slučaju pogreške
- kada se garantira potpuni prijenos
 - printeri, skeneri
- dozvoljava kašnjenje u prijenosu
 - uz uvjet da svi se svi podaci na kraju prenesu

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

USB © 2008.

Format paketa

- paket "putuje" sabirnicom na relaciji *host* ↔ *uređaj*
- format paketa sastoji se od 7 polja
 1. *SYNC Field*
 - započinje svaki prijenos paketa
 - određena kombinacija bitova
 - 8-bitni za *Full-speed* uređaje (12 Mbps)
 - 32-bitni za *High-speed* uređaje (480 Mbps)
 2. *PID (Packet ID) Field*
 - 8-bitno
 - određuje vrstu paketa koji se šalje
 3. *Address Field = Address (ADDR) field + Endpoint (ENDP) field*
 - ADDR
 - 7-bitno polje
 - adresa USB uređaja koji prima paket
 - ENDP
 - 4-bitno polje
 - adresa krajnje točke uređaja (*endpoint-a*)

SYNC	PID	ADDR	ENDP	Frame number	Data	CRC	EOP
------	-----	------	------	--------------	------	-----	-----

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

USB © 2008.

4. Frame Number Field

- 11-bitno polje
- broj trenutnog okvira podatka

5. Data Field (Podatkovno polje)

- "sirovi podaci"
- do 1023 byte-a

6. CRC (Cyclic Redundancy Check) Field

- 100 % zaštita od 1-bitnih i 2-bitnih pogrešaka

7. End of Packet (EOP) Field

- označava nepostojanje paketa na sabirnici

SYNC	PID	ADDR	ENDP	Frame number	Data	CRC	EOP
------	-----	------	------	--------------	------	-----	-----

- format se mijenja ovisno o vrsti paketa
 - ovisno o 4 vrste prijenosa paketa

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

USB © 2008.

USB On-The-Go

- dodatak specifikaciji USB 2.0
- omogućuje izravno povezivanje dva USB uređaja
 - do sada je razmjena išla pomoću posrednika – PC



digitalni fotoaparat <=> printer
ispis fotografija direktno na printer

- barem jedan uređaj je OTG kompatibilan
 - glumi *host*
 - spaja se s "bilo kojim" USB uređajem
 - za koji imamo *driver*-e
 - kojeg se može napajati preko USB veze u slučaju da nema vlastito napajanje

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

USB © 2008.



Razmjena fotografije između digitalnih fotoaparata

Povezivanje dva PC-a



USB hard disk <=> USB logički analizator
Podaci s analizatora direktno na hard disk

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

USB © 2008.

USB OTG – nova terminologija

- definira uređaje: A (*host*) i B (*uređaj*)
 - naziv preuzet iz konektora
- novi konektori
 - mini-A, mini-B i mini-AB
 - manje dimenzije
 - kod spajanja dva OTG uređaja dodatnim identifikacijskim (ID) pin-om 5 određuje se tko će predstavljati *host*, a tko uređaj
 - pin 5 se "ne proteže" kroz kabel, već se nalazi u konektorima na krajevima kabela
 - kod mini-A konektora spojen na GND (*host*)
 - kod mini-B konektora "u zraku" (*uređaj*)
- Dual-Role Device (DRD)
 - USB uređaj s dvostrukom funkcijom
 - može biti A-uređaj (*host, master*) i B-uređaj (*uređaj*)
 - mini-AB uređaj
- Host Negotiation Protocol (HNP)
 - izmjena uloga *host*-a između dva OTG DRD uređaja

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

USB © 2008.

