

Sustavi za praćenje i vođenje procesa

Branko Jeren i Predrag Pale

Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za električne sustave i obradbu signala

USB



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

LSS

USB © 2005 - 2016

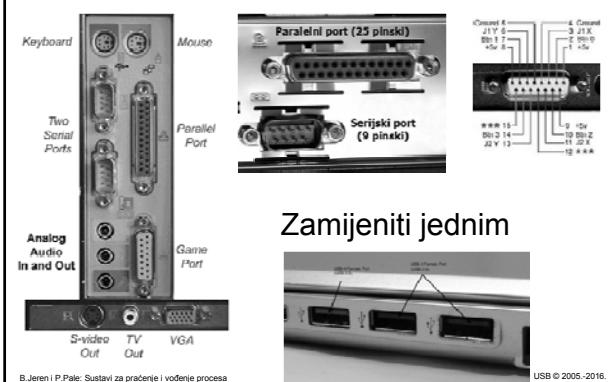
Jeste li znali da USB spravice ...
... zapravo samo koriste napajanje?

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

LSS

USB © 2005 - 2016

Potreba: Mnoštvo (velikih) konektora



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

USB - *Universal Serial Bus*



1994: Compaq, DEC, IBM, Intel, Microsoft, NEC, and Nortel

- **jedinstveni** način spajanja vanjskih jedinica na osobno računalo
 - miš, tipkovnica, printer, skener, modem, digitalna kamera, joystick,...
 - **zamjena** za serijska (RS-232) i paralelna (Centronics) sučelja
 - puno manje žica u kabelu
 - manji konektori
 - bitno veće brzine prijenosa
 - smanjiti broj **različitih** kabela
 - smanjiti broj i veličinu priključaka (*portova*) na računalu
 - **dinamičko spajanje** i odspajanje vanjskih uređaja
 - na "živo" (*hot-swap*)
 - bez potrebe za resetiranjem računala (*Plug and Play*)
 - i instalacijom potrebnih driver-a
 - instalacija se radi samo prvi put
 - po mogućnosti automatski

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

USB © 2005.-2016.

Sadržaj predavanja



- standardi
 - arhitektura
 - fizički sloj
 - kabel
 - konektori
 - električni signali
 - topologije – hub
 - protokol i vrste prijenosa
 - format paketa
 - zanimljivosti



B.-Jeren i P.-Pala: Sustavi za praćenje i vođenje procesa

USB © 2005.-2016.

Standardi

- USB-IF (USB Implementers Forum) standardi (www.USB.org)
 - neprofitna organizacija za promoviranje USB-a, osnovana 1995. godine
 - Intel, Apple Computer, Hewlett-Packard, NEC, Microsoft i Agree Systems
 - USB 0.7 (0.8, 0.9, 0.99)
 - studeni 1994. do kolovoz 1995. 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
- **USB 3.0**
 - rujan 2007. godine
 - SuperSpeed bus
 - brzine do 5 Gbps (efektivno 3.2 Gbps)
 - ALI, uz dodatne dvije žice –
- **USB 3.1**
 - 2013.
 - SuperSpeed+
 - brzine do 10 Gbps (efektivno 7.2 Gbps)
 - kompatibilan s 3.0 i 2.0
 - Type C konektor - 24 žice



Low-speed: 1.5 Mbps
Full-speed: 12Mbps



Low-speed i Full-speed



travanj 2000. godine



40 puta veća brzina prijenosa: 480Mbps

dodatašnja širina pojasa veze za multimediju



rujan 2007. godine



SuperSpeed bus



brzine do 5 Gbps (efektivno 3.2 Gbps)



ALI, uz dodatne dvije žice –



2013.



SuperSpeed+



brzine do 10 Gbps (efektivno 7.2 Gbps)



kompatibilan s 3.0 i 2.0



Type C konektor - 24 žice

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

USB © 2005.-2016

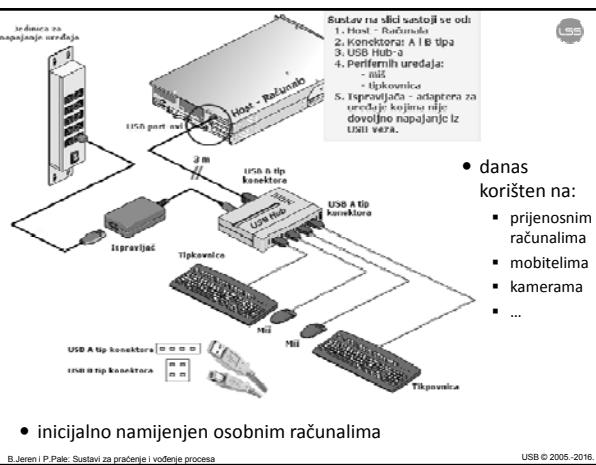
USB arhitektura

- “Host” = USB kontroler
 - nalazi se na računalu
- “Device” = USB uređaj
 - priključuje se na računalo
- “Interconnect” = USB veza
 - komunikacijski put između računala i uređaja



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

USB © 2005.-2016

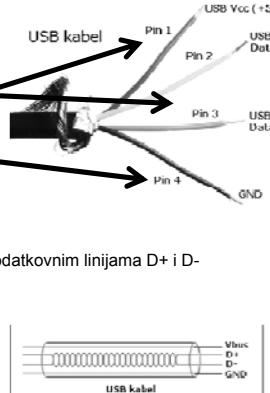


B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa

USB © 2005.-2016

Fizički sloj

- USB kabel → USB sabirnica
 - 4 linije
 - dvije podatkovne D+ i D-
 - napajanje (+5V)
 - GND
 - boje žica su definirane
- diferencijalni prijenos podataka podatkovnim linijama D+ i D-
 - upletene, 90 Ohm
 - manji utjecaj EM smetnji
 - postoje i oklopljeni kabli



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

USB © 2005-2016

Konektori

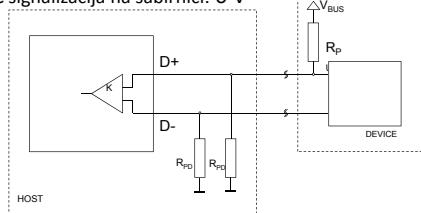


B.Jeren i P.Pale: Sustavi za praćenje i vođenje procesa

USB © 2005-2016

Fizički sloj

- DC signalizacija na sabirnici: 5 V



Diferencijalna (D-) - (D+)	0	1
Low bandwidth	0 do 300 mV	2.8 do 3.6 V

-2016

Brzine i udaljenosti

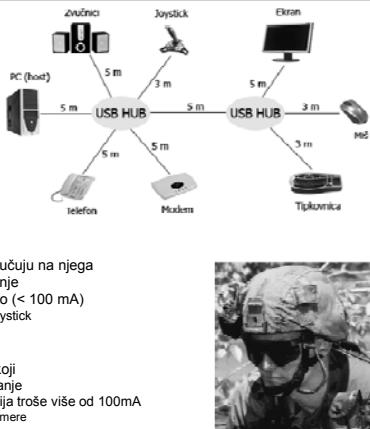


- definirane su brzine:
 - Low-speed (1.5Mbps)
 - Full-speed (12 Mbps)
 - High-speed (480 Mbps)
- uz dozvoljenu duljinu kabela od:
 - 5 m za uređaje s većom brzinom rada (printer, skener, ...)
 - 3 m za uređaje s manjom brzinom rada (miš, tipkovnica, ...) i USB 3.0
- za povećanje udaljenosti u strukturu se dodaje **HUB**
- kašnjenje signala
 - po metru kabla smije biti maksimalno 5.2 ns
 - treba dodati kašnjenje svakog HUB-a
 - ukupno maksimalno 26 ns

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

USB © 2005-2016

HUB



- služi za proširivanje strukture
 - pojačava signal
 - ima više izlaza
- HUB bez napajanja
 - kada uređaji koji se priključuju na njega
 - imaju vlastito napajanje
 - ili ako troše jako malo (< 100 mA)
 - miš, tipkovnica, joystick
- HUB s napajanjem
 - kada se spajaju uređaji koji
 - nemaju vlastito napajanje
 - te iz USB signalnih linija troše više od 100mA
 - printeri, skeneri, kamere



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

USB © 2005-2016

Napon, struja, snaga

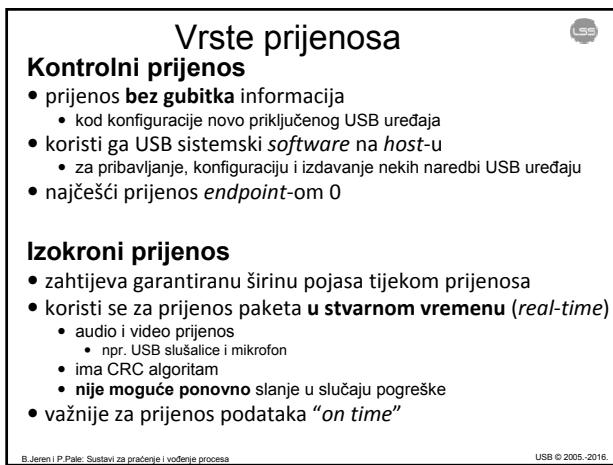
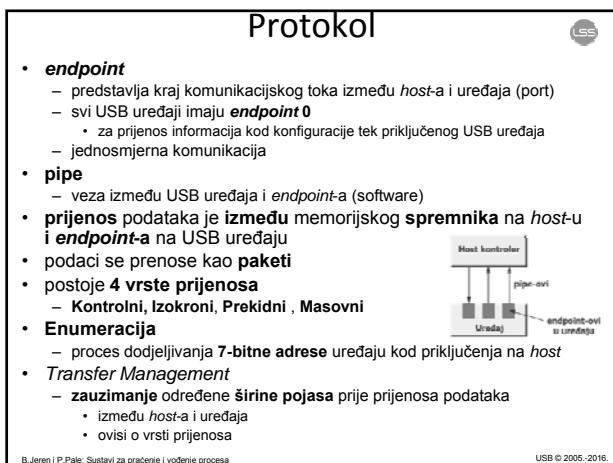
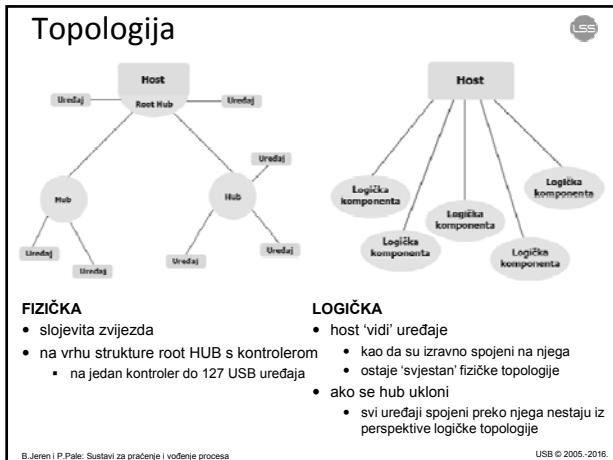


- uređaji iz jednog USB priključka (hosta)
 - ne smiju trošiti više od 100 mA
 - osim ako se ne dogovore "digitalno"
- *USB Battery Charging Specification (Rev 1.1 2007)*
 - daje do **500 mA** na 5V
 - do 1.5 A na 3.6
 - spušta napon kako struja raste
 - potpuno ugasi izvor
 - ako se pokuša povući previše struje
 - apsolutno ograničenje je 5 A
 - USB 2.0 A konektor fizički dozvoljava 1.5 A
- *USB Power Delivery (2012)*

Profile	+5 V	+12 V	+20 V
1	2.0 A, 10 W	N/A	N/A
2		1.5 A, 18 W	N/A
3		3.0 A, 36 W	N/A
4			3.0 A, 60 W
5		5.0 A, 60 W	5.0 A, 100 W

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

USB © 2005-2016



Vrste prijenosa



Prekidni prijenos

- na ovaj način host provjerava ima li priključeni uređaj neke podatke za prenijeti
 - host radi "polling" (prozivanje) svakih [1,255] ms
- prijenos malih količina podataka
 - npr. 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
 - npr. printeri, skeneri
- dozvoljava kašnjenje u prijenosu
 - uz uvjet da se svi podaci na kraju prenesu, bez greške

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

USB © 2005.-2016

Format paketa



- paket "putuje" sabirnicom na relaciji *host* <-> uređaj
- format paketa sastoji se od 7 polja
 - SYNC Filed**
 - započinje svaki prijenos paketa
 - određena kombinacija bitova
 - 8-bitni za *Full-speed* uređaje (12 Mbps)
 - 32-bitni za *High-speed* uređaje (480 Mbps)
 - PID (Packet ID) Field**
 - 8-bitno
 - određuje vrstu paketa koji se šalje
 - Address Field = Address (ADDR) filed + 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 © 2005.-2016

4. Frame Number Field



- 11-bitno polje
 - broj trenutačnog 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 kraj 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 © 2005.-2016

USB On-The-Go

- dodatak specifikaciji USB 2.0
- omogućuje **izravno povezivanje** dva USB uređaja
 - do sada je razmjena bila moguća isključivo preko posrednika – hosta:

digitalni fotoaparat <-> printer
ispis fotografija izravno na printer

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

USB © 2005-2016



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

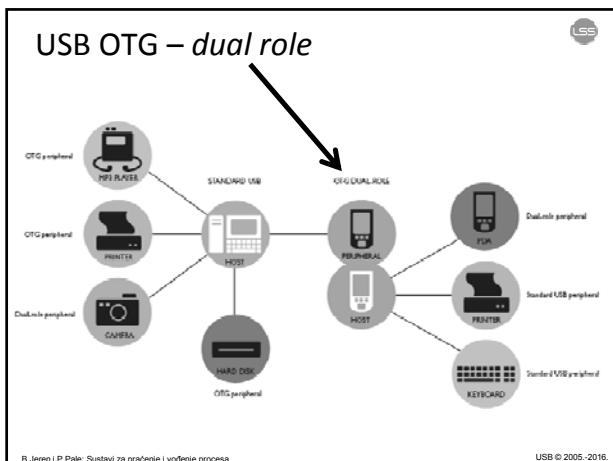
USB © 2005-2016

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
 - ima dodatni identifikacijski (ID) pin br. 5 koji određuje se tko će predstavljati host, a tko uređaj
 - pin 5 se "ne proteže" kroz kabel, već se nalazi u konektorima na krajevima kabla
 - 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-uredaj (*host, master*) i B-uredaj (uređaj)
 - mini-AB konektor
- Host Negotiation Protocol (HNP)**
 - zamjena uloga host-a između dva OTG DRD uređaja



USB © 2005-2016



Jeste li znali?

- windowsi pamte http://www.nirsoft.net/utils/usb_devices_view.html
 - sve USB uređaje koji su se priklučili
 - **USBDevview.exe**
 - besplatan
 - tip, proizvođač, serijski broj, ...
 - kad su se **prvi put** priklučili
 - kad su se **posljednji put** priklučili

Port	Port ID	Device Name	Type	Status
Port #0002.Hub_#0004	ADATA USB Flash Drive USB D...	Mass Storage	No	
Port_#0002.Hub_#0004	UF2.0 Silicon-Power&G USB ...	Mass Storage	No	
Port_#0002.Hub_#0004	MSI MS-551X USB Device	Mass Storage	No	
Port_#0002.Hub_#0004	Verbatim STORE N GO USB De...	Mass Storage	No	
Port_#0002.Hub_#0004	Generic USB Disk USB Device	Mass Storage	No	
Port_#0002.Hub_#0004	USB Input Device	HID (Human Interface D...	No	
Port_#0002.Hub_#0004	USB1102 Flash Disk USB Device	Mass Storage	No	
Port_#0002.Hub_#0004	Arduino UNO	Communication	No	
Port_#0003.Hub_#0003	USB Input Device	HID (Human Interface D...	No	
Port_#0004.Hub_#0004	USB Input Device	HID (Human Interface D...	No	
UKB_PSD Optical Mo...	USB Input Device	HID (Human Interface D...	Yes	

Sustavi za praćenje i vođenje procesa

SPVP.zesoi.fer.hr