

Sustavi za praćenje i vođenje procesa

Branko Jeren i Predrag Pale

Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za elektroničke sustave i obradbu informacija

USB

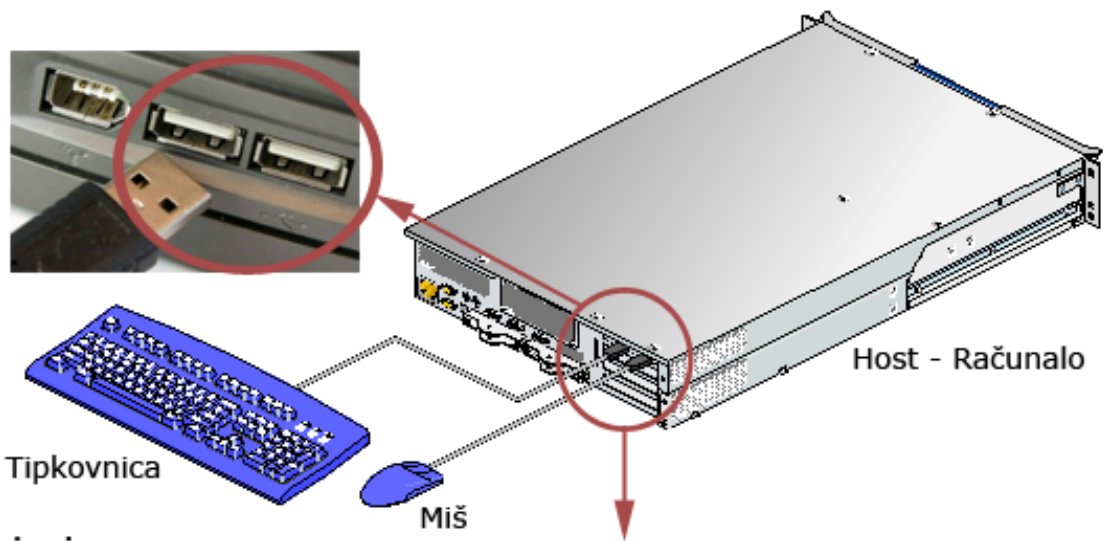


USB

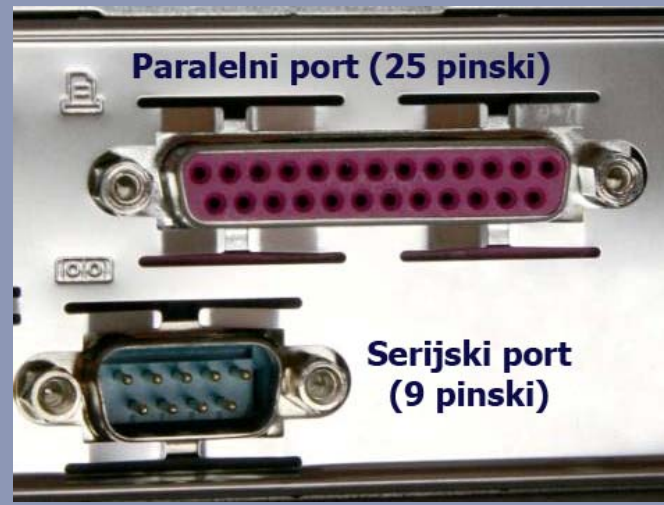
- *Universal Serial Bus*
- jedinstveni način spajanja vanjskih jedinica na osobno računalo
 - miš, tastatura, printer, skener, modem, digitalna kamera, joystick,...
- zamjena za serijska (RS-232) i paralelna (Centronics) sučelja koji imaju
 - puno više žica u kabelu
 - velike konektore
 - dosta manje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



Portovi koji su se koristili za spajanje miša (zeleni port) i tipkovnice (ljubičasti port) prije USB-a



Današnji USB portovi ("A"-tipa) za spajanje miša i tipkovnice



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
 - ALI, uz dodatne dvije žice – USB 3.0 B connector



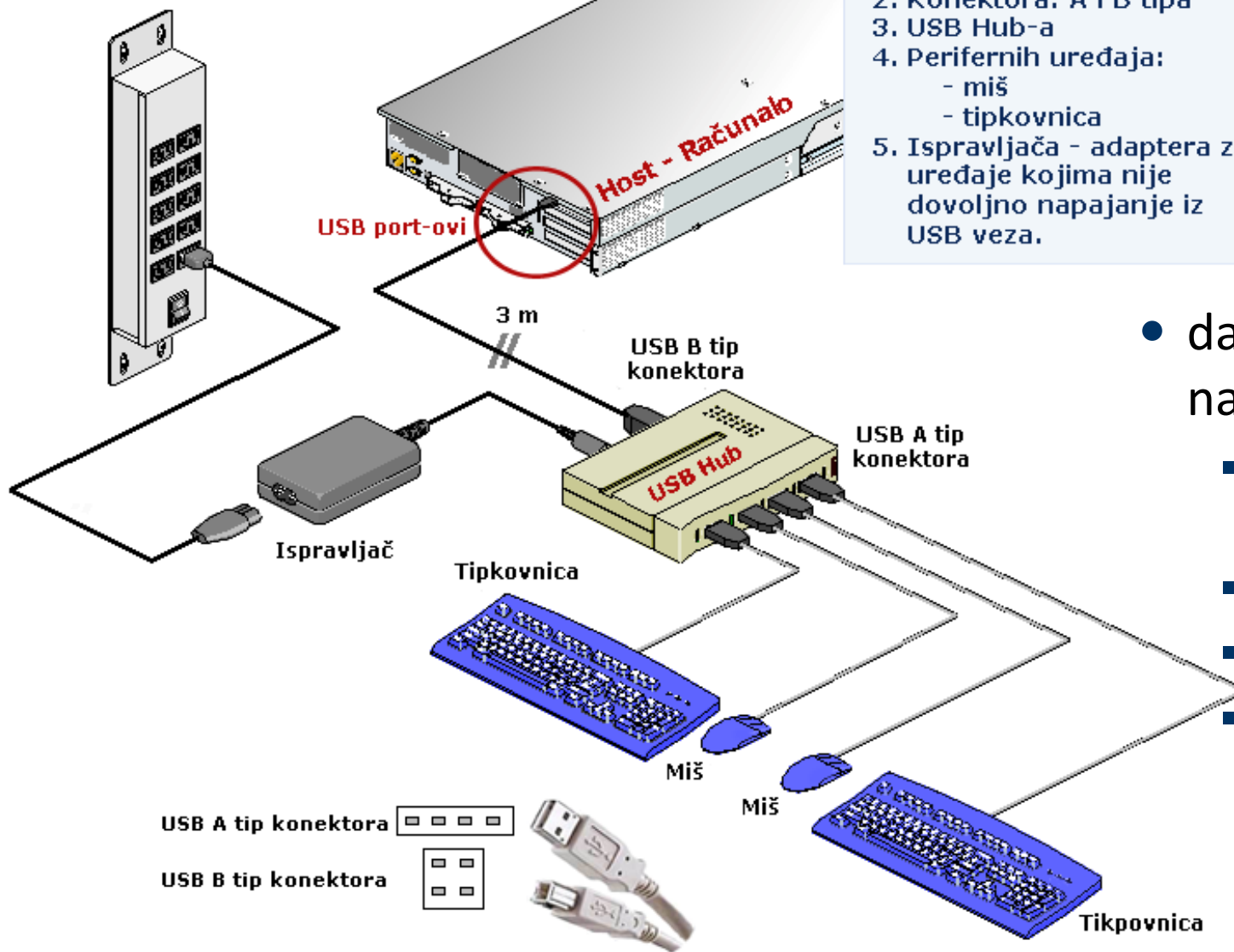
USB arhitektura

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

Sustav na slici sastoji se od:

1. Host - Računala
2. Konektora: A i B tipa
3. USB Hub-a
4. Perifernih uređaja:
 - miš
 - tipkovnica
5. Ispravljača - adaptera za uređaje kojima nije dovoljno napajanje iz USB veza.

Jedinica za napajanje uređaja



- danas korišten na:

- prijenosnim računalima
- mobitelima
- kamerama
- ...

- inicijalno namijenjen osobnim računalima

Fizički sloj

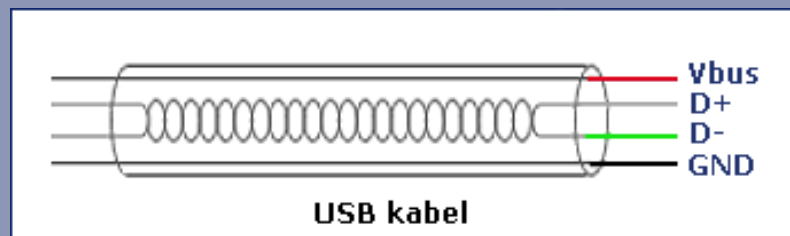
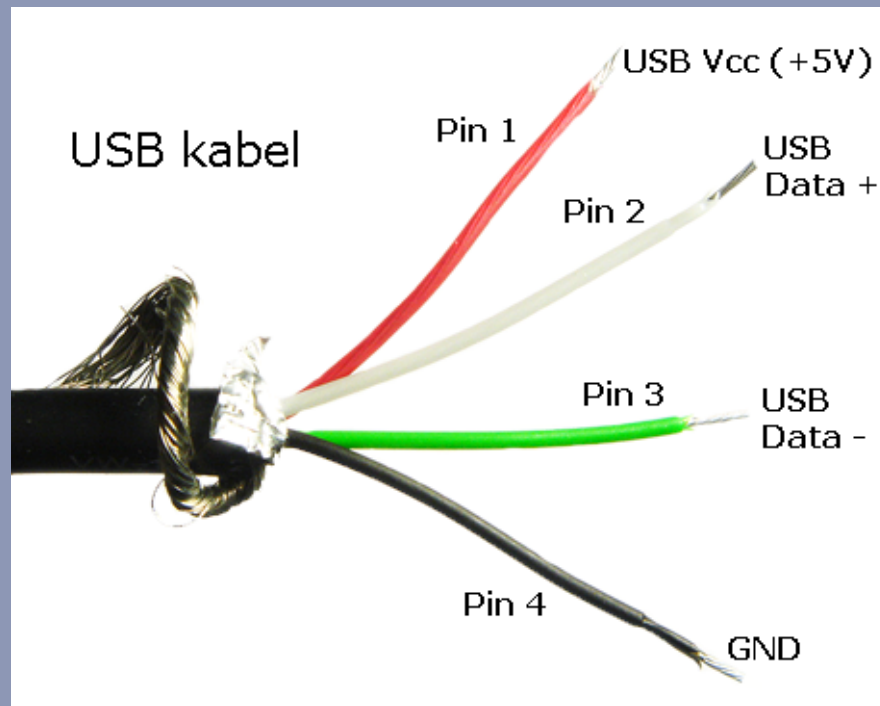
- USB kabel → USB sabirnica

- 4 linije

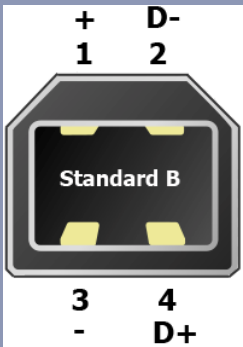
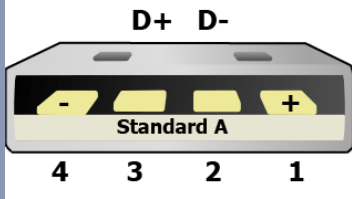
- dvije podatkovne D+ i D-
- napajanje (+5V)
- GND

- diferencijalni prijenos podataka podatkovnim linijama D+ i D-

- upletene
- manji utjecaj EM smetnji
 - postoje i oklopljeni kabeli



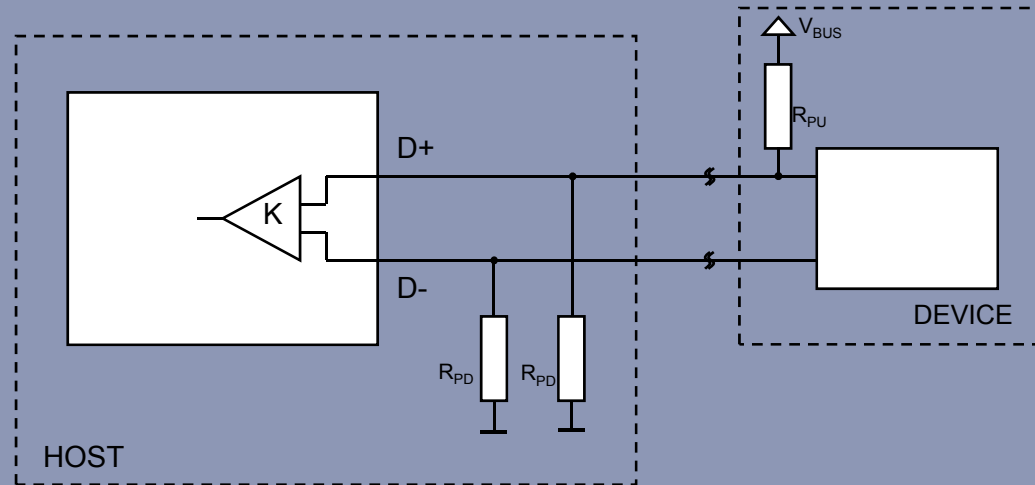
Konektori



<p>Seriya A</p>	<p>Pin 1 Pin 4</p>	<p>Pin 1 Pin 4</p>
<p>Seriya B</p>	<p>Pin 1 Pin 2 Pin 3 Pin 4</p>	<p>Pin 1 Pin 2 Pin 3 Pin 4</p>
<p>Mini-USB Seriya A</p>	<p>Pin 1 Pin 5</p>	
<p>Mini-USB Seriya B</p>	<p>Pin 1 Pin 5</p>	<p>Pin 1 Pin 5</p>

Fizički sloj

- DC signalizacija na sabirnici – 5 V

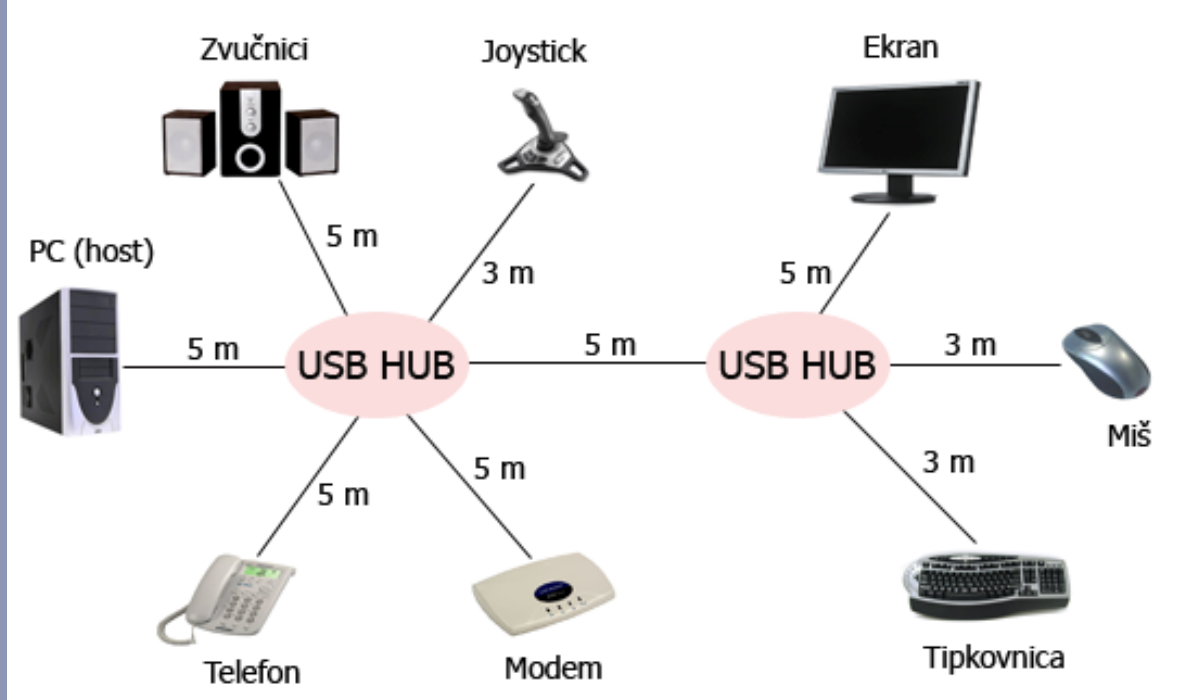


- diferencijalna “0” na sabirnici:
 $(D-)-(D+) > 200\text{mV}$
- diferencijalna “1” na sabirnici:
 $(D+)-(D-) > 200\text{mV}$

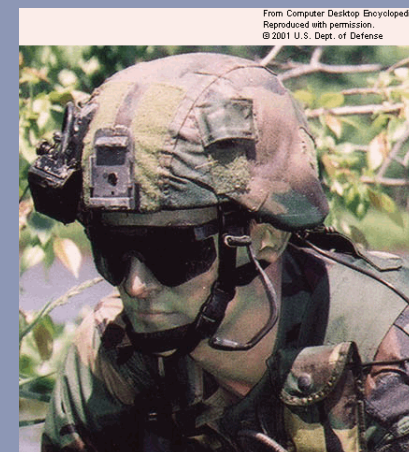
Brzine i udaljenosti

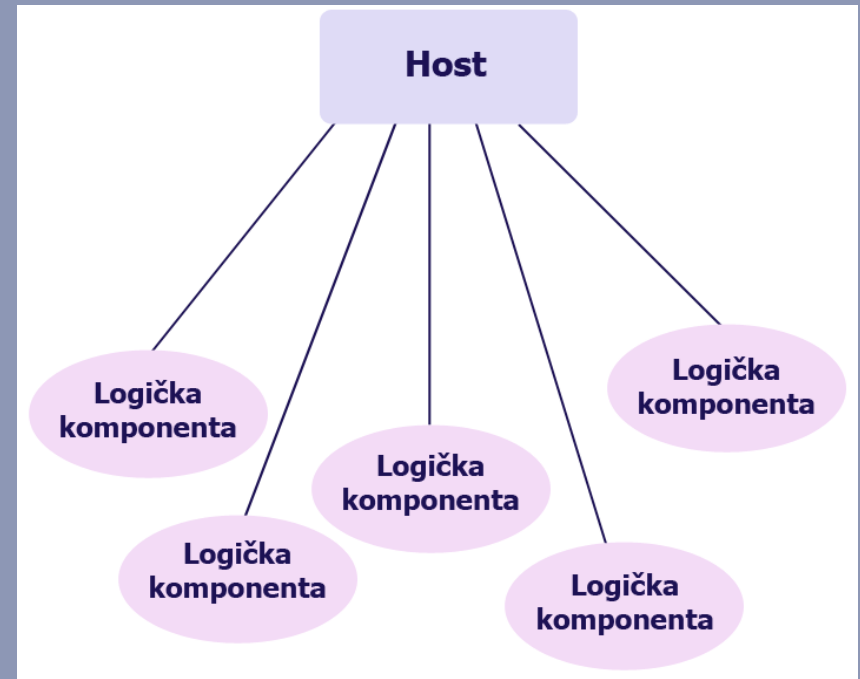
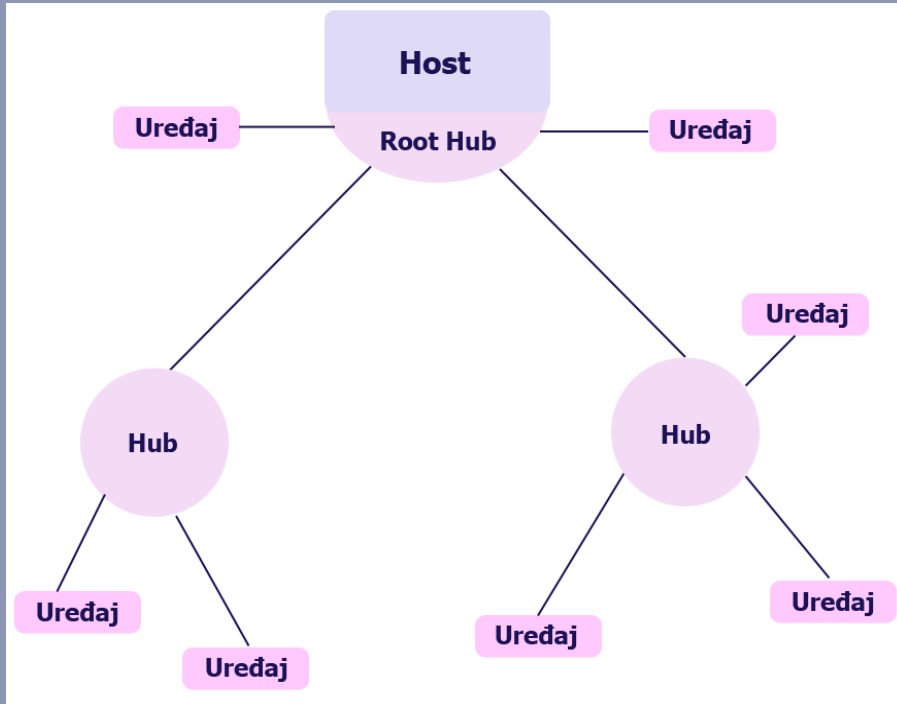
- definirane su brzine
 - *Low-speed* (1.5Mbps)
 - *Full-speed* (12 Mbps)
 - *High-speed* (480 Mbps)
 - uz dozvoljenu duljinu kabela od
 - 5 m za uređaje s većom brzinom rada (printer, skener, ...)
 - 3 m za uređaje s manjom brzinom rada (miš, tipkovnica, ...)
- kašnjenje signala
 - po metru kabela smije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

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 ($< 100 \text{ mA}$)
 - miš, tipkovnica, joystick
- HUB s napajanjem
 - kada se spajaju uređaji koji nemaju vlastito napajanje
 - uređaji koji iz USB signalnih linija troše više od 100 mA
 - printeri, skeneri, kamere





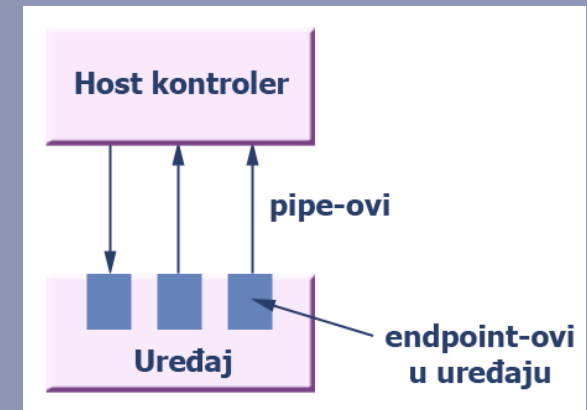
FIZIČKA

- slojevita zvijezda
- na vrhu strukture root HUB s kontrolerom
 - na jedan kontroler do 127 USB uređaja

LOGIČKA

- host 'vidi' uređaje
 - kao da su direktno spojeni na njega
 - ostaje 'svjestan' fizičke topologije
- ako se hub ukloni
 - svi uređaji spojeni preko njega nestaju iz perspektive logičke topologije

- *endpoint*
 - predstavlja kraj komunikacijskog toka između *host*-a i uređaja
 - svi USB uređaji imaju *endpoint 0*
 - za prijenos 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 priključenja na *host*
- *Transfer Management*
 - zauzimanje određene širine pojasa prije prijenosa podataka
 - između *host*-a i uređaja
 - ovisi o vrsti prijenosa



Vrste prijenosa

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
 - npr. USB slušalice i mikrofon
 - ima CRC algoritam
 - nije moguće ponovno slanje u slučaju pogreške
- važnije za prijenos podataka “*on time*”

Prekidni prijenos

- na ovaj način *host* provjerava ima li priključeni uređaj neke podatke za prenijeti
 - *host* radi “polling” (prozivanje) svakih [1,255] ms
- prijenos male količine 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

Format paketa



- paket “putuje” sabirnicom na relaciji *host*<->uređaj
- format paketa sastoji se od 7 polja
 1. *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)
 2. *PID (Packet ID) Field*
 - 8-bitno
 - određuje vrstu paketa koji se šalje
 3. *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
------	-----	------	------	--------------	------	-----	-----

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 kraj paketa na sabirnici

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

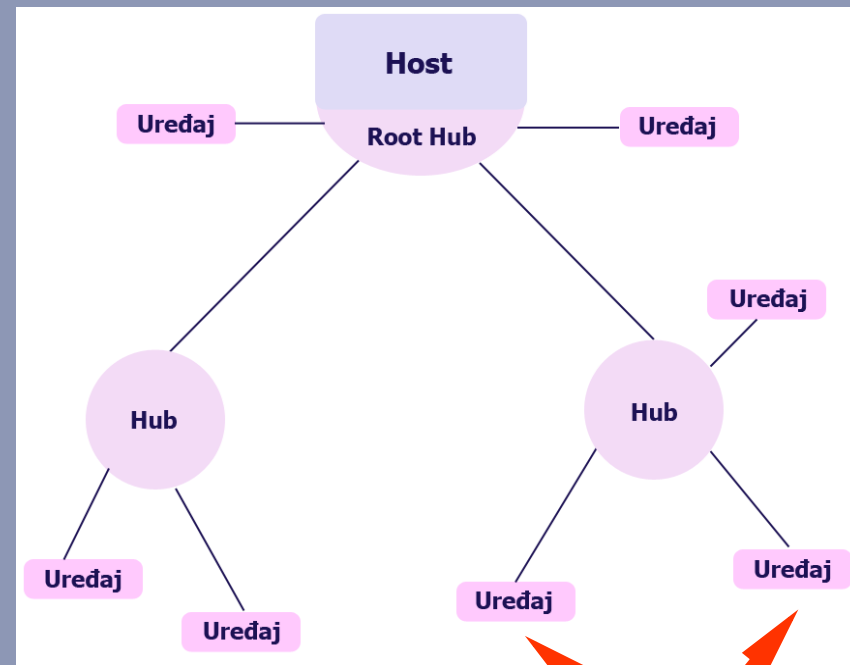
- format se mijenja ovisno o vrsti paketa
 - ovisno o 4 vrste prijenosa paketa

USB On-The-Go

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



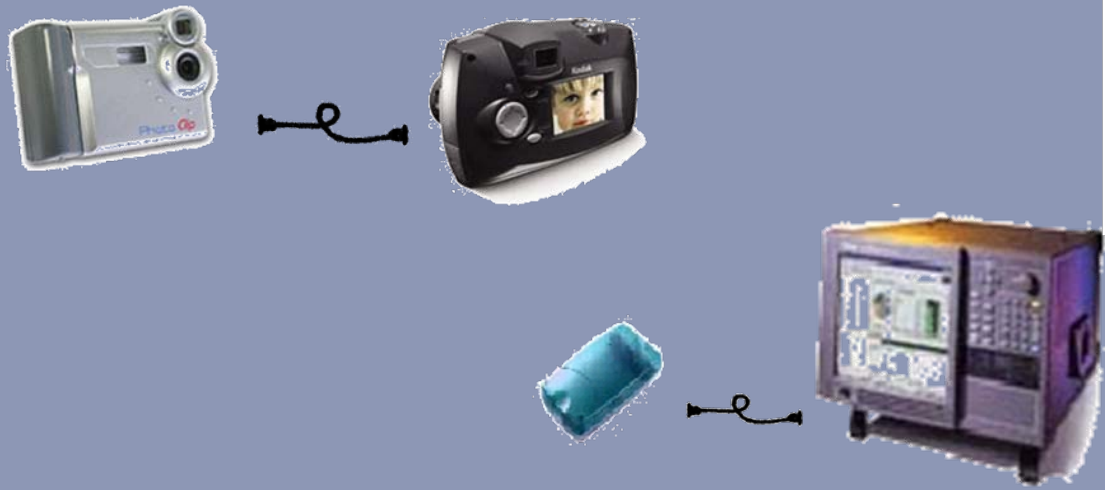
- barem jedan uređaj je OTG kompatibilan
 - glumi *host*
 - spaja se s “bilo kojim” USB uređajem
 - za koji imamo *driver-e*
 - kojeg se može napajati preko USB veze u slučaju da nema vlastito napajanje



digitalni fotoaparatus <=> printer
ispis fotografija direktno na printer



Razmjena fotografije između digitalnih fotoaparata



Povezivanje dva PC-a



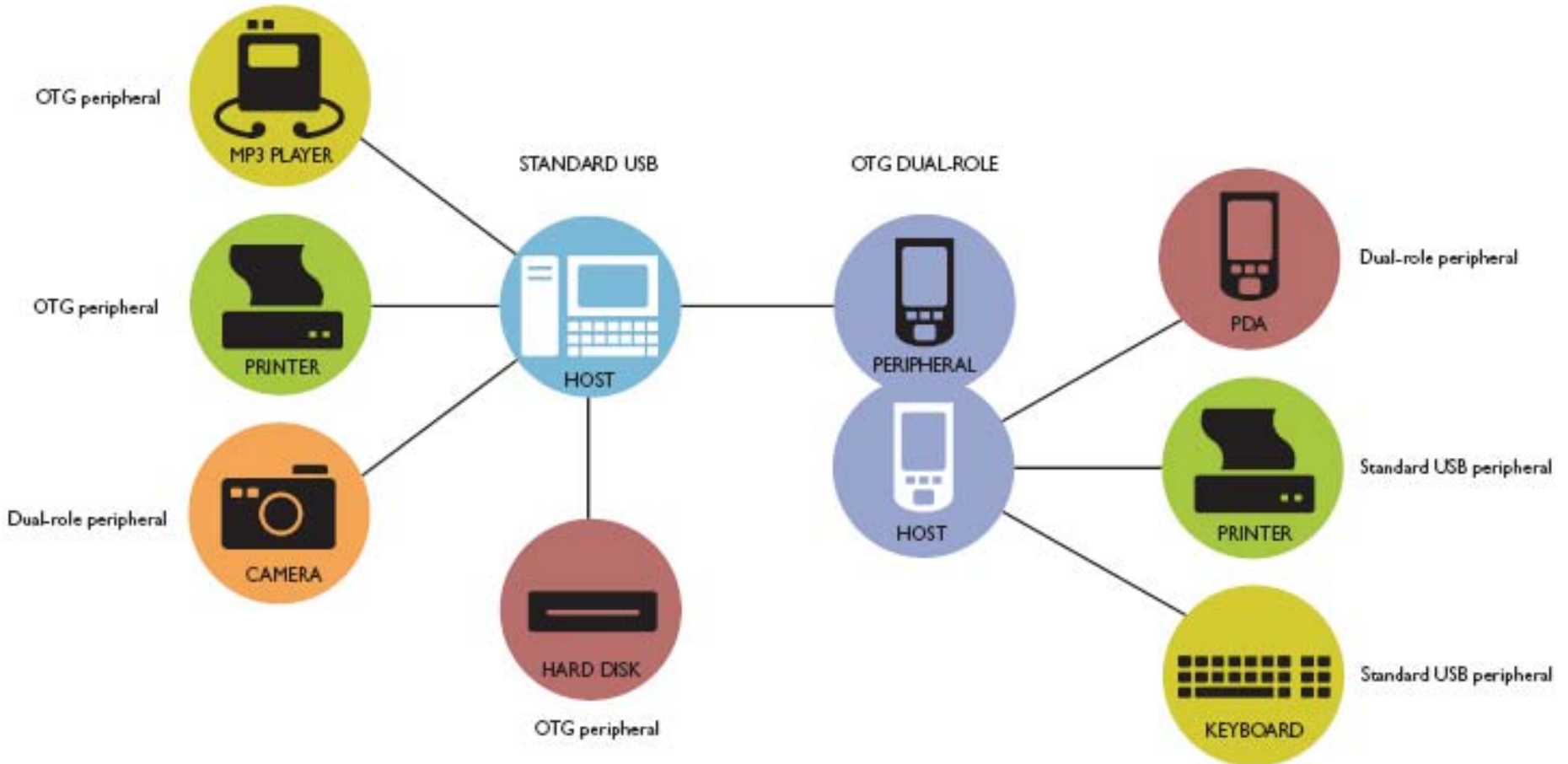
USB hard disk <-> USB logički analizator
 Podaci s analizatora direktno na hard disk

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 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-uređaj (*host, master*) i B-uređaj (uređaj)
 - mini-AB konektor
- Host Negotiation Protocol (HNP)
 - izmjena uloga *host*-a između dva OTG DRD uređaja



USB OTG – *dual role*



Sustavi za praćenje i vođenje procesa

SPVP.zesoi.fer.hr