

Type A



Type B



Mini-A



Mini-B



Micro-A



Micro-B

Načrtovanje digitalnih elektronskih sistemov

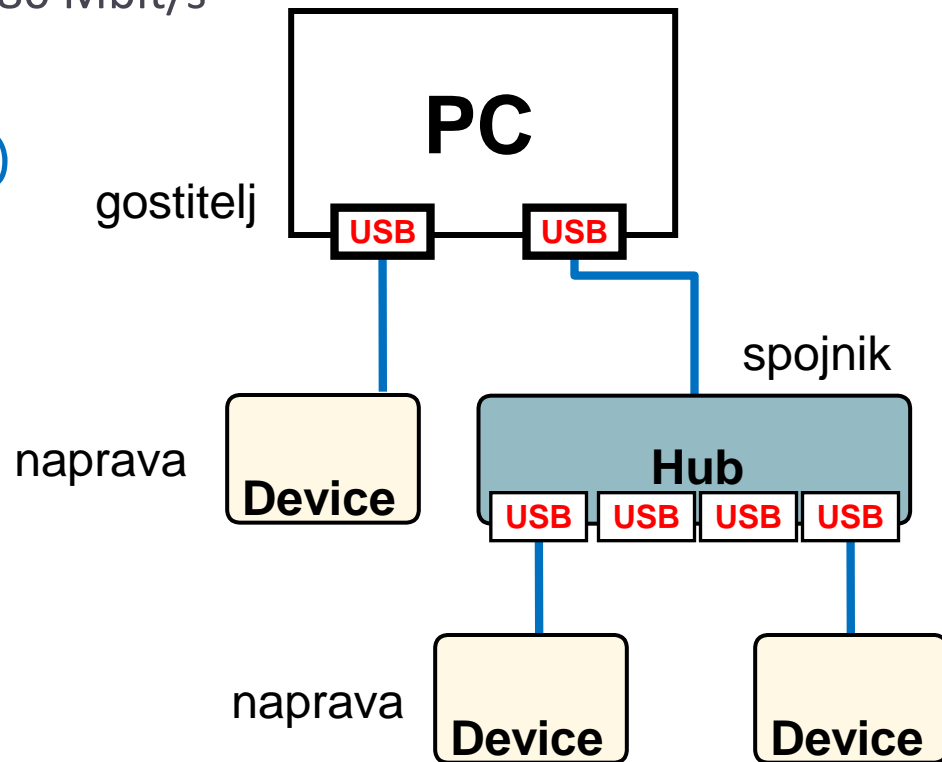
Vmesnik USB

Primerjava vodila USB z ostalimi

vmesnik	način prenosa	št. naprav	razdalja [m]	hitrost [bit/s]	uporaba
USB	asinhroni serijski	127	5 (do 30)	1.5M, 12M, 480M, 5G	miška, tipkovnica, disk, avdio naprave
RS-232 (EIA/TIA-232)	asinhroni serijski	2	15 - 300	9.6k, 19.2k, ..., 115k	modem, inštrumenti
IEEE-1394 (FireWire)	serijski	64	15	400M, 3.2G	video, masovni podatki

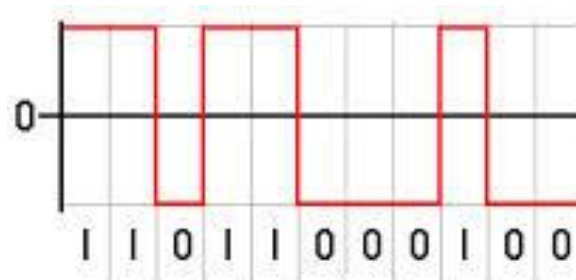
Topologija in lastnosti vodila USB

- ▶ zvezdna topologija **Tiered star**
 - ▶ USB 1.1 **Low Speed**, 1.5 Mbit/s
 - ▶ USB 1.1 **Full Speed**, 12 Mbit/s
 - ▶ USB 2.0 **High Speed**, 480 Mbit/s
 - ▶ USB 3.0, 5Gbit/s
- ▶ povpraševanje (**polling**)



Način komunikacije

- ▶ specifikacija določa protokolni sklad
- ▶ serijski prenos po paketih
 - ▶ paketi se začnejo s SYNC kombinacijo in PID, na koncu paketa je CRC
- ▶ NRZI kodiranje
 - ▶ 0 – sprememba nivoja
 - ▶ 1 – brez spremembe
 - ▶ dodajanje 0 po zaporedju 6 enic

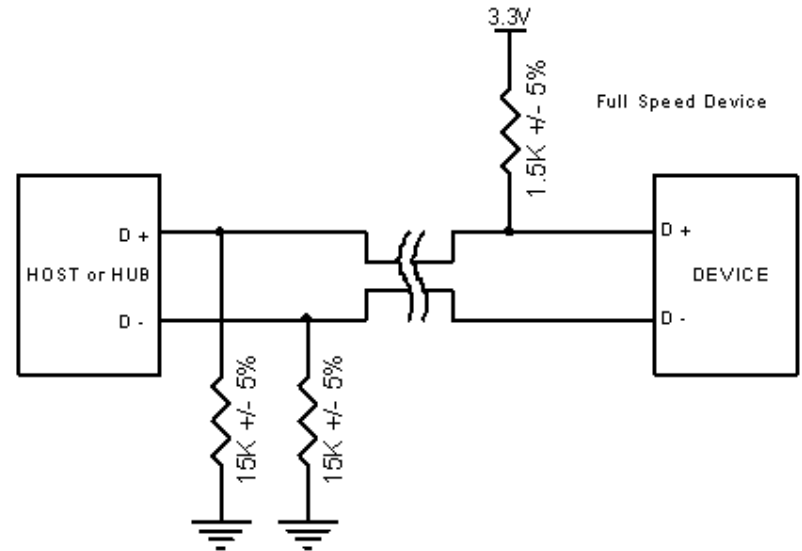


Izvor / ponor podatkov

- ▶ izvor ali ponor podatkov se imenuje končna točka (**Endpoint**), ki ima svoj naslov
- ▶ naprave imajo več končnih točk
 - ▶ obvezna je kontrolna točka z naslovom 0, ki je dvosmerna
 - ▶ ostale končne točke so enosmerne (IN - do gostitelja ali OUT - od gostitelja do naprave)
- ▶ končne točke so medpomnilniki FIFO
 - ▶ USB naprave se razlikujejo po številu končnih točk in velikosti medpomnilnikov

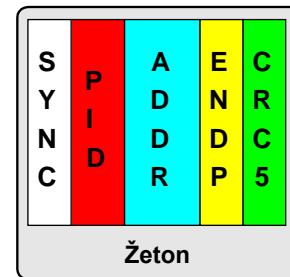
Fizični vmesnik

- ▶ diferencialni prenos
 - ▶ npr. diferencialna 1: $D+ > 2.8V$, $D- < 0.3V$
- ▶ nekatera stanja določajo enojni nivoji
 - ▶ npr. $D+ \text{ in } D- < 0.3 \text{ V}$ je stanje SE0
- ▶ naprave imajo pullup na
 - ▶ D+ (Full Speed) ali
 - ▶ D- (Low Speed)
- ▶ poraba naprav
 - ▶ nizka: do 100 mA
 - ▶ visoka: do 500 mA



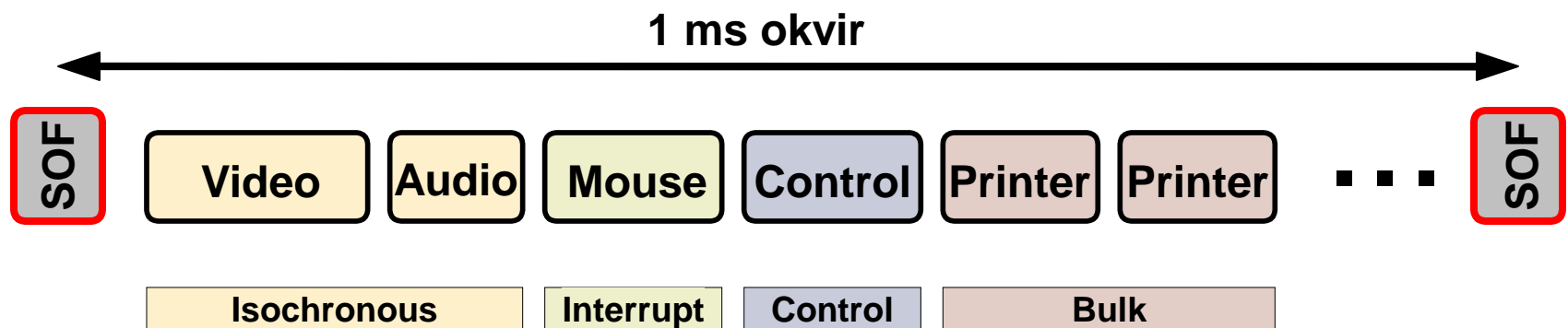
Podatkovni prenos po paketih

- ▶ USB pozna 3 vrste paketov
 - ▶ žeton (*token*)
 - ▶ podatkovni paketi
 - ▶ statusni paket
- ▶ prenos podatkov sproži gostitelj, tako da pošlje žeton, ki vsebuje:
 - ▶ SYNC: sinhr. kombinacijo
 - ▶ PID: IN, OUT, SOF ali Setup
 - ▶ ADDR: naslov (7 bit)
 - ▶ ENDP: končna točka (4 bit)
 - ▶ CRC5: 5 bitna koda



Časovni okvirji

- ▶ prenos podatkov
 - ▶ kontrolni, prekinitveni, izohroni in masovni (**bulk**)
 - ▶ krmilnik odda SOF žeton vsako 1 ms, oz. 125us (**High-speed**)
 - ▶ pri 12Mb/s imamo 1500 bytov/ms
- ▶ izohroni in prekinitveni prenos imata zagotovljeno pasovno širino v 1 ms okvirju
- ▶ masovni prenos uporablja preostalo pasovno širino



Programski USB deskriptorji

- ▶ deskriptorji opisujejo lastnosti USB naprave
- ▶ ob priklopu naprave gostitelj izvede preštevanje
 - ▶ branje deskriptorjev, dodelitev naslova,
 - ▶ nastavitev konfiguracije in omogočanje naprave

